

SATAKUNNAN AMMATTIKORKEAKOULU

ACS800 TAAJUUSMUUTTAJIEN VIKAPUUANALYYSI

Elina Viitanen

TEKNIikka PORI

SÄHKÖTEKNIIKAN KOULUTUSOHJELMA

Sähkövoima- ja automaatiotekniikka

2006

TIIVISTELMÄ

Aihe: ACS800 taajuusmuuttajien vikapuuanalyysi
Nimi: Viitanen Elina Erika
Oppilaitos: Satakunnan ammattikorkeakoulu, Tekniikka Pori
Koulutusohjelma: Sähkötekniikan koulutusohjelma
Suuntautumisala: Sähkövoima- ja automaatiotekniikka
Työn valvoja: Kerkkänen Yrjö (SAMK)
Työn ohjaaja: Rågback Antti (ABB Oy), ACS800 Laatupäällikkö
Työn tilaaja: ABB Oy, Drives
Päivämäärä: 18.8.2006
Asiasanat: Taajuusmuuttaja, vikapuu, analyysi
Sivujen lukumäärä: 59

UDK: 621.396.3

Tämän insinööriyön tarkoituksena on määritellä mahdolliset juurisyyt ACS800 laitteiden vikaantumisista erilaisten laitteiden ja testausjärjestelmän antaman vikailmoituksen perusteella.

Työn tuloksia on tarkoitus käyttää hyväksi rakennettaessa myöhemmin interaktiivista laitteen korjausopasta, joka toteutetaan mahdollisesti HTML-sivustojen avulla. Opasta olisi tarkoitus käyttää sekä uusien kojeistajien koulutukseen ja tukemiseen sekä kenttähuollon työkaluksi.

Työ aloitettiin tutustumalla korjauspaikan kirjaamiin toimenpiteisiin ja käytiin toimenpiteet läpi asiantuntijoiden kanssa. Näiden kirjattujen toimenpiteiden ja asiantuntija lausuntojen avulla rakennettiin vikapuu, johon ABB:ltä löytyi luotettavuuslaskentaan kehitetty työkalu Elmas.

ABSTRACT

Title: Fault tree analysis for ACS800 frequency converters
Name: Viitanen Elina Erika
School: Satakunta University of Applied Sciences
School of Technology
Degree Programme: Electrical Engineering
Field of Specialisation: Electrical Power Engineering and Automation
Technology
Supervisor: Kerkkänen Yrjö
Instructor: Rågback Antti (ABB Oy), ACS800 quality manager
Commissioned by: ABB Oy
Date: 18.8.2006
Keywords: Frequency converter, fault tree, analysis
Number of Pages: 59

UDC: 621.396.3

The purpose of this final year project was to specify possible root causes of malfunctions in ACS800 devices, which are giving notices of defects through different devices and testing systems.

The results of this work will be used later in building an interactive device repair manual, which will be executed possibly using HTML pages. The manual will be used in training new instrumentation engineers and supporting them and also as a field service instrument.

The project started with getting acquainted with operations which were documented by the repair unit and going through operations with experts. With those documented operations and experts' opinions I built up a fault tree, for which ABB had a tool called Elmas, developed for reliability calculations.

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	9
2 ABB OY	10
3 GALACTICA TUOTANTOLINJA.....	11
3.1 Galactica tuotantolinjan testausjärjestelmä	13
3.2 Galacticalla valmistettavat ja testattavat laitteet	16
4 TAAJUUSMUUTTAJAN TOIMINTA.....	20
5 ACS800.....	22
6 ACS800 KORTTIEN KUVAUS	24
6.1 AINT	24
6.2 AGDR.....	25
6.3 AINP.....	25
6.4 APOW	26
6.5 RMIO	26
6.6 AIBP.....	27
6.7 ABRC	28
6.8 RINT.....	28
6.9 RVAR.....	29
7 ELMAS	30
8 VIKAPUU.....	33
8.1 Eristysvastus- ja jännitetesti	33
8.2 Vikasanat	35
8.3 Toiminnallinen testi.....	37
8.4 Rasitusajo	37
9 YHTEENVETO	38
LÄHTEET	39

LIITTEET

LIITE 1: Galactican pohjapiirustus

LIITE 2: Vikasanat

LIITE 3: HiPot vikapuu

LIITE 4: Vikasana kohtaisia vikapuita

LIITE 5: Toiminnallisen testauksen muuttujat

LIITE 6: Toiminnallisessa testissä vikaantuneet 1.5-31.7.2006

LIITE 7: Rasitusajossa vikaantuneet 1.5-31.7.2006

1 JOHDANTO

Tämä insinöörityö on tehty ABB OY Drives toimeksiannosta. Työn päätarkoituksena oli tehdä Galactica linjalla testattaville ACS800 tuoteperheen taajuusmuuttajille vikapuu. Vikapuusta voidaan katsoa vikaantumiseen johtanut juurisyy. Juurisyyt jokaiselle eri vikapolulle selvitettiin tutkimalla ja analysoimalla korjauspaikan kirjaukset, joita on kirjattu koko linjan toiminnan ajan sekä keskustelemalla näistä kirjauksista vielä asiantuntijoiden kanssa.

Työ sisältää ACS800 laitteiden vikapuun, kuitenkin työn ulkopuolelle jätettiin Galactica linjalla myös testattavat ACS550 laitteet. ACS800 vikapuu pitää sisäl-
länsä kolme erillistä vikapuuta. Jokaiselle testivaiheelle tehtiin oma vikapuunsa. Nämä testivaiheet ovat Jännite- ja eristystesti (HiPot), toiminnallinen testi (System) ja rasitusajo (Burnin). Testivaiheet suoritetaan edellä mainitussa järjes-
tyksessä. Lisäksi tehtiin vielä tarkempi vikapuuanalyysi muutamasta suurimmasta viasta, viat käsiteltiin kokonaisuuksina ja ne eivät olleet sidottuja testivaiheeseen.

Vikapuun teossa käytettiin hyväksi Artekus:n Elmas (Event Logic Modelling and Analysis Software) ohjelmaa, joka on kehitetty luotettavuuslaskentaan. ABB on valinnut tämän työkalun käyttövarmuuden kehitysympäristöksi ja hankkinut yhtymänlaajuisen ELMAS verkkoversion käyttöoikeuden. Ohjelmistoa käyttävät aluksi Suomen liiketoimintayksiköt.

2 ABB OY

ABB on markkinoiden johtava sähkövoima- ja automaatioteknologiayhtymä. ABB:n tuotteet ja järjestelmät parantavat asiakkaiden kilpailukykyä ympäristömyönteisesti. ABB:n palveluksessa on 105.000 henkilöä, joista Suomessa on 6.300. Liikevaihto on 19 miljardia US dollaria ja ABB Oy:n liikevaihto on 1,4 miljardia euroa. (ABB lyhyesti webissä)

ABB muodostettiin tammikuussa 1988 sulauttamalla yhteen ruotsalaisen Asean ja sveitsiläisen Brown Boverin sähkötekniset liiketoiminnot 50:50-omistusperiaatteella. ABB:n kasvu perustuu sen teknologiseen voimaan ja vahvoihin paikallisiin juuriin, joita Suomessa edustaa Strömberg.

ABB:llä on Suomessa syvää sähkövoima- ja automaatioteknologioiden erikoisosaamista, jota on kartutettu yli 115 vuoden ajan lähellä asiakkaita ja koko ympäröivää yhteiskuntaa.

Gottfrid Strömberg astui vuonna 1889 Helsingin maistraattiin ja teki elinkeinoilmoituksen vastaperustamastaan sähköliikkeestä. Mielessä oli joukko uudistuksia, joiden avulla hän aikoi valmistaa parempia tasavirtadynamoita ja sähkövalaistuslaitoksia kuin sen aikaiset kilpailijat. Uuden yhtiön tunnuslause oli ”hyvä työ ja parhaat raaka-aineet”.

Gottfrid Strömbergin kehittämät sähkökoneet nostivat alkujaan neljän miehen konepajan Suomen merkittävimpien teollisuusyritysten joukkoon ja sähköteknisen teollisuuden edelläkävijäksi. Strömbergin historia jatkuu ABB:ssä lukuisissa eri yksiköissä, jotka tarjoavat sähkökoneita, sähkökäyttöjä, sähköasema-automaatioita, pienjännitetuotteita, pienjännitejärjestelmiä, suur- ja jakelumuuntajia sekä keskijännitetuotteita. (ABB lyhyesti, historia)

3 GALACTICA TUOTANTOLINJA

Galactica on joustava, puoliautomaattinen tuotantolinja isojen ja vaativien taajuusmuuttajien massaräätälöintiin, joka koostuu alikokoonpanoalueesta, kahdesta identtisestä valmistussolusta, automaattisesta testausolusta, varustelusta ja pakkauksesta. Liitteessä 1 on pohjapiirustus Galactica tuotantolinjasta.

Solujen keskellä rotevat ABB:n robotit siirtelevät tuotteita asennuspaletilla työpisteiden ja rullaratojen välillä. Lopputuotteet kootaan ihmiskäsin valmistussolujen yhdeksässä työpisteessä.

Galactican ansiosta ABB:n taajuusmuuttajia voidaan valmistaa asiakasohjautuvasti lähes mihin tahansa käyttökohteeseen. Tuotantolinjan alkupäässä laitteita voidaan valmistaa varastoon tiettyyn vaiheeseen asti eli kunnes tuote yksilöityy asiakkaan vaatimusten mukaan. Alikokoonpanot mahdollistavat tuotannon nopean läpimenoajan. Laite voidaan räätälöidä miljoonilla eri tavoilla, mutta aina standardikomponentteja käyttäen. Erillistä sovelluskohtaista suunnittelua ei ole, mutta lähes jokainen laite on ainutlaatuinen vakiokomponenteista huolimatta.

Galactican uusi tulokas eli ACS550-standardikäyttö on varasto-ohjautuva tuote. Se tarkoittaa, että näitä laitteita ei räätälöidä asiakkaalle, vaan varastosta löytyy vakiosovellus, joka sopii asiakkaan tarpeeseen.

Helsingin tehtaan työntekijät nimittivät linjan Galacticaksi sen futuristisen ulkonäön ja siinä käytetyn uusimman saatavilla olevan tuotantoteknologian vuoksi. Tuotantolinja on erityisesti suunniteltu uusien 55-500 kW teollisuuskäyttöjen valmistukseen. Taajuusmuuttaja valmistuu linjalla keskimäärin 4,5 tunnissa, mikä on huomattavasti nopeammin kuin aiemmin. Linjan tuotantokapasiteetti on kahdessa vuorossa 100, kolmessa vuorossa 150 taajuusmuuttajaa päivässä. Galactica

toimii kahdessa vuorossa, kolmannen vuoron käyttää testausjärjestelmä testauskuorman purkamiseen.

Jos laite mahtuu asennuspaletille ja kulkemaan rullaradoilla solujen “porteista” sisään ja ulos, niin se voidaan valmistaa Galacticaalla. Laitteen fyysiset mitat voivat olla enimmillään 42 x 60 x 160 cm ja painoa saa olla noin 250 kg. Tehot vaihtelevat 37:stä 500 kilowattiin. Lisäksi asennussuunta on ratkaiseva. Galacticaalla komponentit asennetaan laitteeseen joko ylhäältä alaspäin tai sivusuunnassa yhdeltä sivulta. Laite makaa paletilla ‘selällään’ koko asennuksen ja testauksen ajan.

Asiakaskohtaisen tuotteen eli asiakassovelluksen valmistus alkaa tarvittavien osien keräilyllä varastosta. Osien keräilyä helpottaa tuotannonohjausjärjestelmästä eli SAPista tulostettu ns. ‘picking list’ eli keräilylista.

Linjan ensimmäisessä työpisteessä eli esikokoonpanossa on asennusta helpottava nosturi, kuristimien ja muiden raskaiden komponenttien siirtoon.

Jokaisessa työpisteessä on tietokone, jolta löytyvät työohjeet sähköisessä muodossa. Galactican jokaisessa työpisteessä voi valmistaa kaikkia tuotteita. Kriittisten komponenttien kuten ohjaukskortin koodit talletetaan viivakoodinlukijalla SAPIin. Näin mahdollisesti vioittuneet komponentit voidaan jäljittää myöhemmin.

Valmistuslinjalla tuote viimeistellään asiakkaan vaatimusten mukaan eli siihen asennetaan mahdollisesti EMC-suotimet, jarrukatkoja, I/O-laajennuksia ja ohjaukskortille sovellettu ohjelma.

Valmiiseen tuotteeseen kiinnitetään testikytkennät ja robotti siirtää tuotteen automaattiseen testaukseen.

3.1 Galactica tuotantolinjan testausjärjestelmä

Kaikki Drivesin tuotannosta valmistuvat taajuusmuuttajat testataan. Osa testauksesta on lakiin perustuvaa mutta testaamalla halutaan myös varmistaa oman ja alihankkijoiden työn virheettömyys ennen tuotteen toimittamista asiakkaalle.

Testauksen ensisijaisena tarkoituksena on varmistaa, että valmistetut laitteet ovat turvallisia käyttää ja toiminnallisesti asiakkaan tarpeet täyttäviä. Lisäksi testaukseen on selvä rahallinenkin tarve: työvirheen tai viallisen komponentin korjaaminen täällä tehtaalla on monta kertaa halvempaa kuin asiakkaan luona. Hyvä nyrkkisääntö on, että jos korjaus tehtaalla ennen toimitusta maksaa yhden euron, niin asiakkaan luona tehtynä sama toimenpide maksaa sata euroa.

Valmis laite käy läpi kolmesta eri testivaiheesta koostuvan sähköisen testauksen. Jännite- ja eristystestissä varmistetaan, että laite on sähköisesti turvallinen. Huonolaatuisista eristyksistä voi aiheutua asiakkaalle henkilö- tai laitevahinkoja. Toiminnallisessa testissä tarkastetaan laitteen oleelliset toiminnot kuten käynnistys, pysäytys ja suojaukset. Rasitusajossa laitetta kuormitetaan nimelliskuormalla korotetussa lämpötilassa.

HiPotiin pääsee vain tunnussanalla. Galactica-linjalla laitteen runkokoko, sarjanumero ja haluttu reitti kokoonpanolinjalla on talletettu asennuspaletissa olevaan saattomuistiin jo ennen kokoonpanon alkua. Kokoonpanon aikana robotteja ja rullaratoja ohjataan saattomuistissa olevien tietojen perusteella.

Kun valmista laitetta siirretään paletilla toisessa valmistussolussa olevaan eristystentarkastuspisteeseen eli HiPot-testeriin, robotti "merkkauttaa" laitteen ensin saattomuistin lukupaikassa. Kun laite saapuu HiPot-testiin, testeriä ohjaava tietokone kysyy solun logiikalta "tunnussanaa" eli laitteen sarjanumeroa. Sarjanumeron perusteella testautietokannasta saadaan laitteen tarkka tyyppikoodi, testauksessa käytettävät parametrit ja hyväksyntärajat.

Testauksen tulokset näkyvät tarkastuspisteen tietokoneen näyttöruudulla ja ne talletetaan tietokantaan. Kaikkia testaustuloksia hyödynnetään tuotteen ja valmistusprosessin kehittämiseksi yhä virheettömimmiksi.

Testaussolussa laitteita siirtelevän robotin liikuttelukäskyt määrittää ja antaa tietokantasovellus. Samaan tietokantasovellukseen antavat tietoa myös muut testaussolun toimintoja ohjaavat tietokoneet. Tietokantasovellus ylläpitää tilatietoa laitteiden sijainnista solussa esimerkiksi toiminnallista testausta varten.

Testaussolussa taajuusmuuttajia käskytetään C++ -kielellä. Testaussolussa eli "saunassa" laitteelle tehdään toiminnallinen testaus ja rasisusajo. Laitteen sarjanumero luetaan jälleen saattomuistista ennen laitteen saapumista testaussoluun. Sarjanumeron perusteella voidaan myöhemmin hakea laitteen tilatieto ja reitti testaussolussa.

Toiminnallista testausta varten testaussolun tietokone kysyy tietokannasta laitteen testiparametrit ja hyväksyntäraajat. Jokaiselle laitetyypille on laadittu sarja käskyjä, joista jokainen toteuttaa tietyn toiminnon.

Toiminnallisessa testissä taajuusmuuttajaa käskytetään käynnistymään, pysähtymään, pyörimään tietyllä nopeudella tai nimellisvirralla. Suojaus- toiminnoista testataan muun muassa ylivirtalaukaisu ja maasulkulaukaisu. Testaus lopetetaan heti, jos haluttu toiminto ei onnistu tai tulos ylittää hyväksyntäraajat.

Toiminnallisen testauksen jälkeen laite ohjautuu testaussolussa rasisuskarsintaan. Rasisustesti on jaettu noin 15 minuutin pituisiin sykleihin, joiden lukumäärää voidaan vapaasti muuttaa. Tällä hetkellä käytössä on neljän syklin pituinen rasisusajo. Testaustilan lämpötila on normaalisti reilut 30 °C. Mahdolliset komponenttiviivat paljastuvat usein heti rasisusajon alussa.

Rasisusajon lopussa testataan vielä laitteen suojalaukaisut, purkaus ja parametriarvot palautetaan tehdasasetuksiksi.

Testeissä vikaantuneet ohjataan korjauspaikalle eli "repstalle". Vikaantunut laite ohjautuu joko automaattisesti tai erikseen käskytettynä "repstalle". Korjauspaikan tietokoneelta nähdään laitteen mittaustiedot ja missä kohtaa testausta laite vikaantui. Paikallistettuaan vian testaustietokannan, vikaantuneen laitteen itsediagnostiikan, sekä oman kokemuksen ja päättelykyvyn avulla korjaajat korjaavat vikaantuneet laitteet.

Korjauksen jälkeen vika luokitellaan tietokantaan esimerkiksi komponenttiviaksi, asennusviaksi tai järjestelmäviaksi. Vian luonteen voi selvittää myös omin sanoin. Korjaajat suorittavat jatkotoimenpiteet vikaluokan mukaan. Komponenttiviatiat reklamoidaan, asennusviat korjataan ja informoidaan linjan työntekijää asiasta. Korjaajat valvovat myös oman työnsä ohella testausjärjestelmän ja tuotantolinjan toimintaa. Kirjattujen vikaselvitysten perusteella tehdään sitten laatuilastoja, analysoidaan vikoja ja tehdään korjaustoimenpiteitä.

Laitteet testataan vakio-ohjelmalla ja mahdollinen erikoisohjelma, esimerkiksi nosturiohjelma, ladataan laitteeseen automaattisesti. Laite on viimeistään nyt valmis loppuvarusteltavaksi.

Loppuvarustelussa tietokoneella määritetään esimerkiksi mikä testatuista laitteista seuraavaksi otetaan ulos solusta loppuvarusteluun. Tehtäväpyyntö lähetetään tietokantasovellukseen, joka sitten päätelee missä järjestyksessä annetut tehtävät on mahdollista ja kannattavinta suorittaa.

Loppuvarustelussa testikytkennät puretaan ja tuotteeseen asennetaan kansi ja lisätään manuaalit. Sen jälkeen tuote pakataan ja se lähetetään asiakkaalle. Paletti palautuu kiertoon uuden taajuusmuuttajan kasvupohjaksi ja testattu ja viimeistelty tuote lähtee maailmalle moottorin akselia pyörittämään.

Tuotannon laadun yhtenä mittarina pidetään FPY-lukua, joka tarkoittaa testit kerralla läpäisseiden laitteiden osuutta kaikista valmistetuista laitteista. FPY on lyhenne englanninkielisistä sanoista First Pass Yield, suomeksi testaussaanto.

FPY ilmaistaan prosentteina ja Product AC:n tuotannossa sille on asetettu kova mutta realistinen tavoite: 97 % pitkäaikaisena keskiarvona.

Asiakkaan näkökulmasta viallinen laite on aina pieni tai suuri katastrofi. Seurauksena voi olla materiaaliuhoja, tuotannonmenetyksiä, viivästyksiä tai pahimmassa tapauksessa jopa henkilövahinkoja. Joka tapauksessa ABB:n maine on aina vaakalaudalla. Kasvot maailmalla on helppo menettää, mutta maineen takaisin saaminen onkin vaikeampaa.

3.2 Galacticalla valmistettavat ja testattavat laitteet

ACS800-02/04, single drive -taajuusmuuttaja sopii pieneen tilaan ja siinä on uudenlainen lattialle asennettava rakenne. Taajuusmuuttajia voidaan asentaa pienen kokonsa ansiosta vierekkäin. Se on myös mahdollista asentaa myös sivuttain, jolloin käytettävissä oleva tila voidaan mahdollisimman hyvin hyödyntää myös syvyys suunnassa. Taajuusmuuttaja toimii laajalla tehoalueella joka ulottuu 45 kW:sta aina 560kW:iin asti. Sitä on saatavana kotelointiluokalla IP21.

ACS800-02/04 taajuusmuuttajassa on paljon sisäänrakennettuja ominaisuuksia ja lisävarusteita. Vakio-ominaisuuksia ovat mm. kuristin yliaaltojen suodatukseen ja taajuusmuuttajan suojaukseen, laajennettava ja joustava I/O, helppokäyttöinen ohjauspaneeli joka on varustettu Start-up Assistantilla sekä hiljainen ja kestävä jäähdytyspuhallin.

Sisäänrakennettuja lisävarusteita on mm. EMC-suotimet, jarrukatkoja sekä lisä-I/O-, kenttäväylä ja pulssianturimoduulit. Saatavana on myös lisäkenttä, joka parantaa taajuusmuuttajan monikäyttöisyyttä entisestään.

ACS800-02/04 taajuusmuuttajan runkokokoja ovat R7 ja R8.

R7 runkokoon mitat: korkeus 1507 mm, vakioyksikön leveys 250 mm, leveys lisäkentän kanssa 602 mm, syvyys 524 mm ja leveys 110 mm, (syvyys ja leveys on rinnakkain asennukselle, sivuittain asennuksessa mitat ovat päinvastoin). Lisäkentän kytkinvarokkeen kahva lisää syvyysmittaa 25 mm. Paino peruskokoonpanolla + lisäkentän kytkinvarokkeella on 234 kg.



Kuva 1. ACS800-02 taajuusmuuttaja ja ACS800-04 taajuusmuuttaja (R7)

R8 runkokoon mitat: korkeus 2024 mm, vakioyksikön leveys 347 mm, leveys lisäkentän kanssa 793 mm, syvyys 622 mm ja leveys 240 mm, (syvyys ja leveys on rinnakkain asennukselle, sivuittain asennuksessa mitat ovat päinvastoin). Lisäkentän kytkinvarokkeen kahva lisää syvyysmittaa 25 mm. Paino peruskokoonpanolla + lisäkentän kytkinvarokkeella on 450 kg.



Kuva 2. ACS800-02 taajuusmuuttaja ja ACS800-04 taajuusmuuttaja (R8)

ACS800-01:stä Galacticalla testataan runkokoko R6. ACS800-01 taajuusmuuttajassa on kaikki mitä tarvitaan yhdessä paketissa. Se on erittäin pieni kokoinen ja monipuolinen seinälle asennettava taajuusmuuttaja, jonka vakiokoteloituokka on IP21. Lisävarusteena saatava koteloituokka IP55 sallii täyden kuormitettavuuden. Tehoalue R6:lla 37-110kW. ACS800-01 R6 runkokokoisessa taajuusmuuttajassa on samat vakio-ominaisuudet kuin edellä mainitussakin ja samat sisäänrakennettavat lisävaruste vaihtoehdot.

R6 runkokoon mitat:

Koteloituokalla IP21: korkeus kytkentäkotelon kanssa on 880 mm, vakioyksikön leveys on 300 mm, syvyys on 399 mm ja paino 67 kg.

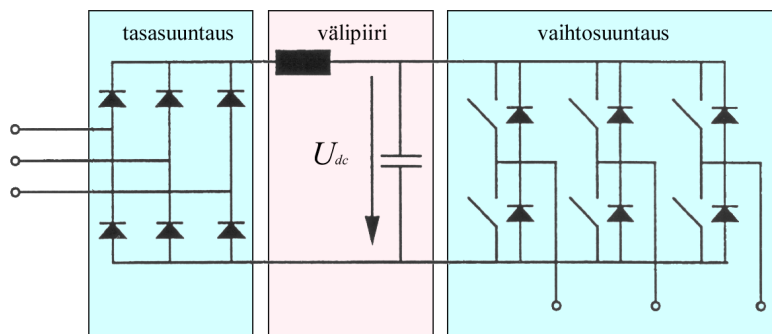
Koteloituokalla IP55: korkeus kytkentäkotelon kanssa on 923 mm, vakioyksikön leveys on 420 mm, syvyys on 420 mm ja paino 77 kg.



Kuva 3. ACS800-01 taajuusmuuttaja (R6)

4 TAAJUUSMUUTTAJAN TOIMINTA

Taajuusmuuttajilla säädetään moottorin pyörimisnopeutta ja momenttia. Moottorin kierroslukualuetta saadaan laajennettua nolasta reilusti yli nimellisnopeuden ja näin saadaan parannettua prosessin tuottavuutta. Kun pieni kapasiteetti riittää, taajuusmuuttaja laskee koneen nopeutta portaattomasti.



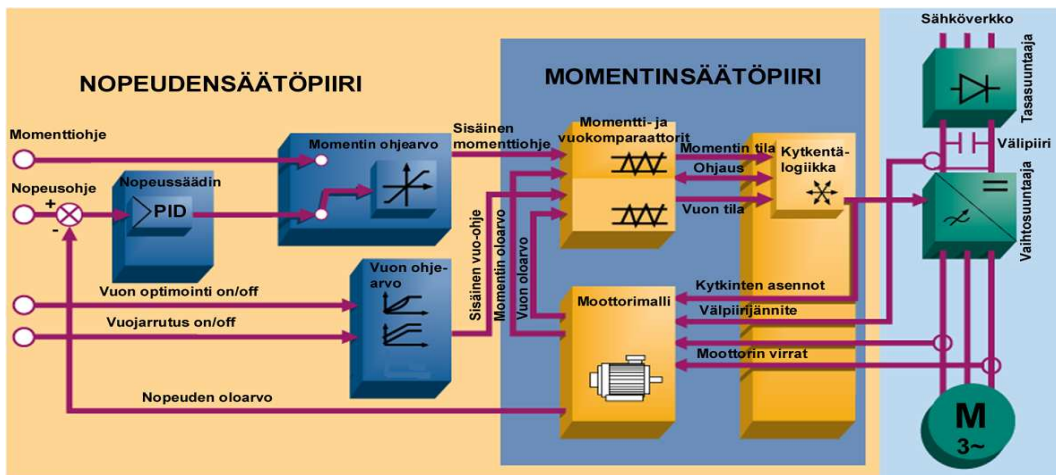
Kuva 4. Taajuusmuuttajan toimintaperiaate

Kuvan taajuusmuuttaja koostuu,

1. Verkkotasasuuntaajasta, joka muuttaa vaihtosähkön tasajännitteeksi.
2. Välipiiristä, jonka muodostaa kapasitanssi ja sen tehtävänä on pitää välipiirin DC jännite vakaana.
3. Invertteristä, joka muuntaa tasajännitteen vaihtosähköksi.

ABB:n kehittämän DTC (Direct Torque Control)- tekniikan avulla vuovektorisäätö toteutetaan ilman takaisinkytkentää. Pitkälle kehitetyn moottoriteorian avulla moottorin momentti lasketaan suoraan ilman modulaatiota. Säättösuureet ovat moottorin magneettivuo ja moottorin momentti. (Tekninen opas nro 1- suora momentinsäätö, s.12)

DTC-teknikkaa käytettäessä ei tarvita modulaattoria eikä takometriä tai asentoanturia moottorin akselin nopeuden tai asennon takaisinkytkentään. (Tekninen opas nro 1- suora momentinsäätö s.12)



Kuva 5. DTC:n toimintaperiaate lohkokaaaviona

5 ACS800

ACS800 tuoteperhe on ABB:n AC-käyttö, joka on syntynyt Pitäjänmäellä Helsingissä vuonna 2002. Se on entistä tehokkaampi, yksinkertaisempi ohjelmoida ja helpompi ottaa käyttöön.

ACS800 on suunniteltu teollisuuden sovellusten tarpeisiin ja ominaisuuksiensa ansiosta se soveltuu näihin erittäin hyvin. Taajuusmuuttajat tehdään tilauksesta, joten ne voidaan räätälöidä kunkin sovelluksen vaatimiin tarpeisiin. Suunnittelussa on kiinnitetty myös erityisesti huomiota pitkään käyttöikään. Kuluvat osat kuten puhaltimet ja kondensaattorit on valittu huolella, joista jälkimmäiset on mitoitettu 10 vuoden jatkuvaa käyttöä ajatellen.

Verrattuna edeltäjänsä ACS600- sarjaan se on jopa 50 % pienempi. ACS800- tuotesarjassa on ABB:n suora momentin säätö, joka takaa erinomaisen suorituskyvyn ja etuja, kuten esimerkiksi tarkan staattisen ja dynaamisen nopeus- ja momentinsäädön, suuren käynnistysmomentin ja pitkät moottorikaapelit.

ACS800 on myös sisäänrakennetut radiotaajuisten häiriöiden suotimet (RFI) ja kuristimet suodattamaan yliaaltoja.

Taajuusmuuttajan sisälle voidaan sijoittaa kaikki tarvittavat lisävarusteet. Lisätilaa ja kaapelointia ei näin ollen tarvita, mikä vähentää huomattavasti kustannuksia.

Yksi ACS800 ominaisuuksista on Start-up Assistant- interaktiivinen käyttöönotto-työkalu. Tämä vakiotyökalu mahdollistaa sen että käyttöönotosta saadaan helppo ja nopea. Aikaa säästetään kun se opastaa käyttäjää käyttöönoton eri vaiheissa ja auttaa tekemään tarvittavat asenukset.

ACS800 on uusi adaptiivinen ohjelmointi, vapaasti ohjelmoitava ohjaus ja kattava parametri valikko. Adaptiivinen ohjelmointi koostuu lohkoista, jotka voidaan ohjelmoida suorittamaan mitä tahansa toimintoa ennalta määritetyssä toimintasarjassa. Kaikki tavalliset matemaattiset ja loogiset toiminnot sekä komparaattorit, suotimet, kytkimet ja ajastimet ovat käytettävissä. Käyttäjä voi vapaasti määrittellä lohkojen tulot, lohkojen väliset liitännät sekä kytkennät käytön I/O:lle tai ohjaukseen. Käyttäjä voi myös luoda uusia tulo- ja/tai lähtösignaaleja ja muuttaa käytön nopeuden- ja momenttiohjausta.

ACS800 on myös täysin yhteen sopiva aikaisemman ACS600 tuotesarjan kanssa, parametreilla on samat nimet ja skaalauskerroimet. Ohjelmaa ei tarvitse muuttaa eikä uusia piirikaavioita tarvitse piirtää.

Single drive -kokonpanossa yhdessä taajuusmuuttajassa on tasasuuntaaja, DC-välipiiri ja vaihtosuuntaaja. Ne ovat täydellisiä taajuusmuuttajia eikä niiden asennuksessa tarvita lisäkaappia tai -koteloitinta. Sitä on saatavilla seinälle, latialle ja kaappiin asennettavana. Taajuusmuuttajien koteloituuokka on vähintään IP21 ja korkeamman koteloituluokan saa lisävarusteena.

Taajuusmuuttajat voidaan sijoittaa joko vierekkäin tai vaihtoehtoisesti ne voidaan kääntää 90 astetta ja asentaa leveä sivu seinää vasten. Ohjauspaneelit sijaitsevat moduulin molemmilla puolilla, joten asennustyyppiä ei tarvitse määrittellä tilauksen yhteydessä. Myöskään ylimääräisiä osia tai johdotuksia ei tarvita.

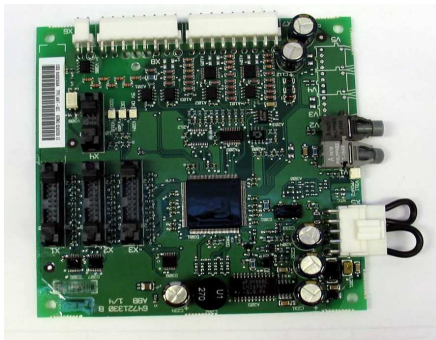
ACS800 teho- ja jännitealue on laaja. Teollisuuden tarpeisiin on tarjolla jopa 690V:n laitteita.

6 ACS800 KORTTIEN KUVAUS

6.1 AINT

AINT (main interface board) ACS800 taajuusmuuttajan R7 ja R8 runkokoon pääpiirikortti tai voidaan kutsua myös liitäntäkortiksi. AINT sisältää lukuisia toimintoja kuten,

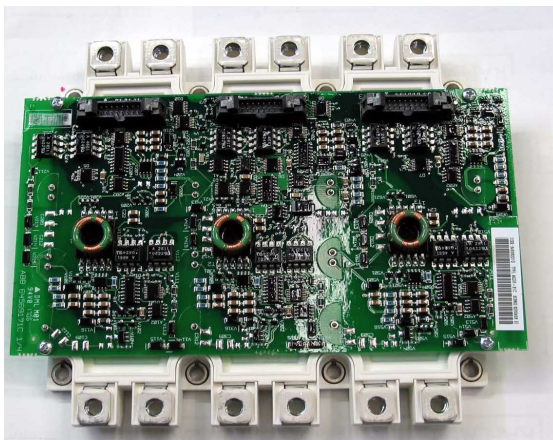
- DC jännitteen mittauksen
- lämpötilan mittauksen jokaiselle tehomodulille
- vahinkokäynnistyksen eston
- valokuituliitännän RMIO kortille
- kolmevaiheisen virranmittauksen, jota käytetään myös maasulun osoitukseen
- tulosillan ohjauskortin on/off ohjauksen
- liitännän jarrukatkojalle
- IGBT:n hilanohjauksen ohjaus signaalin kolmivaihe invertterille.



Kuva 6. AINT kortti

6.2 AGDR

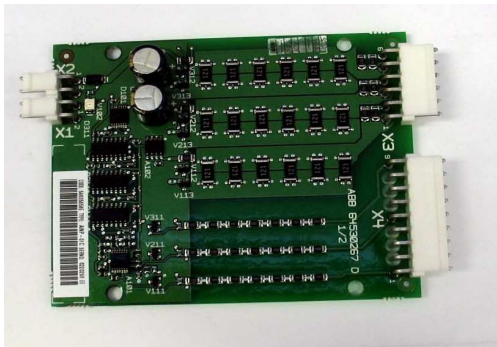
AGDR (gate driver board) hilanohjauskortti R7 ja R8 runkokoilla. Hilaohjain ohjaa tehomodulien hiloja, mutta suojaa myös transistoreja kyllästysjännitteeltä, jota käytetään oikosulku suojaukseen kuin myös kommutointi viiveen kompensointiin. Kortilla on tehon syötön leikkaus, joka tekee jännitteen hilan potentiaaliin. Sisäinen termistori on reititetty hilanohjainkortilta AINT:lle ja moottorinohjaus softaan.



Kuva 7. AGDR kortti

6.3 AINP

AINP (input bridge control) tulosillan ohjauskortti sisältää seuraavan toiminnon, tulosillan ohjauksen kolmivaihe tyristorisillalle. Kortti käyttää +12 VDC toimintajännitettä, joka syötetään X1 liittimeltä. AINP korttia ohjataan AINT kortilta.



Kuva 8. AINP kortti

6.4 APOW

APOW (power supply board) teholähdekortti, runkokoilla R7 ja R8. Teho on jaettu kolmeen eri ryhmään, jotka ovat eri potentiaalissa. Ryhmä 1 +24 VDC on ohjauskortille ja se on maapotentiaalissa, ryhmä 2 24 VDC on pääpiirikortille ja on miinus kiskon potentiaalissa, sekä ryhmä 3 +12 VDC on tulosillan ohjauskortille ja se on plus kiskon potentiaalissa.

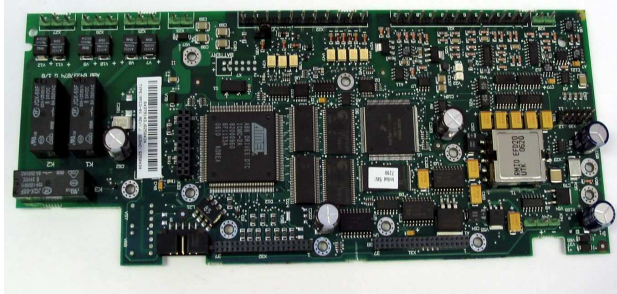


Kuva 9. APOW kortti

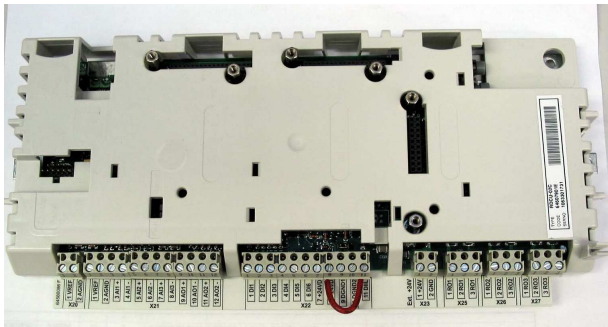
6.5 RMIO

RMIO (motor control and I/O- board) moottorin ohjauskortti ja I/O-kortti (kuva 10.). Runkokoilla R6 siinä on nauhakaapeli liitántä RINT kortille ja 690V:n laitteissa valokuituliitántä. Runkokoilla R7 ja R8 siinä on valokuituliitántä AINT

kortille. Runkokoilla R7 ja R8 RMIO kortti on suojattu muovi kotelolla ja siitä käytetään myös nimeä RDCU-02 (kuva 11). Lisäksi siinä on paikat lisävarustemuoduuleille, sekä ulkoinen ohjaus analogia/digitaalitulojen ja -lähtöjen kautta.



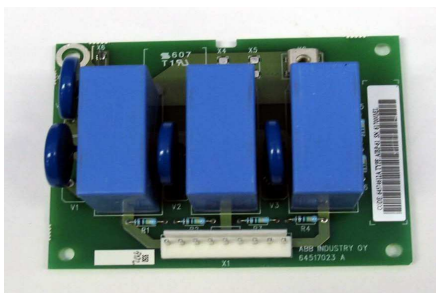
Kuva 10. RMIO kortti



Kuva 11. RDCU-02 kortti

6.6 AIBP

AIBP (input bridge protection) tulosillan suojakortti runkokoilla R7 ja R8.



Kuva 12. AIBP kortti

6.7 ABRC

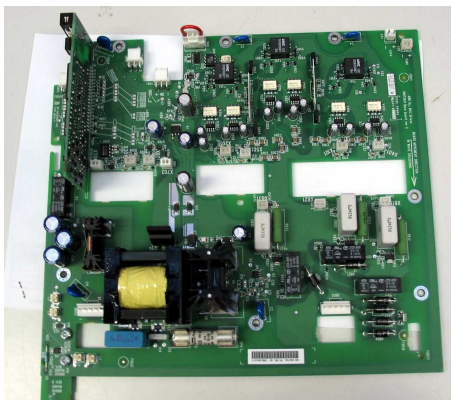
ABRC (braking chopper controller board) jarrukatkojen ohjauskortti, lisävaruste. Runkokoot R7 ja R8.



Kuva 13. ABRC kortti

6.8 RINT

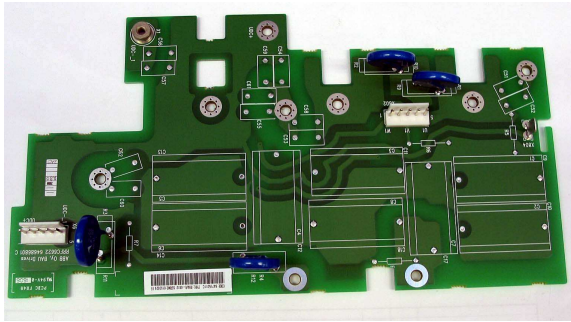
RINT (main interface board) runkokoona R6 pääpiirikortti. Toisin kuin runkokoissa R7 ja R8, runkokoolla R6 ei ole erikseen tehölähdekorttia (POW), tulosillan ohjauskorttia (INP), tulosillan suojakorttia (IBP), hilaohjaimen ohjauskorttia (GDR), eikä jarrukatkojen ohjauskorttia (BRC) vaan kaikki nämä on sisällytetty pääpiirikortille.



Kuva 14. RINT kortti

6.9 RVAR

RVAR (varistor board) varistorikortti runkokoolla R6 kun EMC- laitteita ei ole valittu.



Kuva 15. RVAR kortti

7 ELMAS

Ramentor on vuonna 2006 perustettu yksityinen asiantuntija- ja ohjelmistoyritys, sen kotipaikka sijaitsee Tampereella.

Ramentor kehittää ja soveltaa ohjelmistotuotteita sekä käyttövarmuuden ja kunnossapidon suunnitteluun, että hallintaan. Heidän tuotteensa ovat syntyneet yhdistämällä alan kokemus, asiakkaiden tarpeet, uusi tutkimustieto ja luotettava teknologia. Heidän tarjontaansa kuuluu myös koulutus ja konsultointi.

ELMAS-ohjelma on kehitetty käyttövarmuuteen liittyvien tekijöiden täsmälliseen mallintamiseen ja analysointiin. Elmas-ohjelmaan on sisällytetty kaksi simulointiin perustuvaa työkalua tapahtumalogiikan analysointia varten. Nämä ovat juurisyyden toteutumisen määrittämiseen kehitetty todennäköisyystyökalu ja simulointitulosten analysointiin kehitetty simulointityökalu. Tutkittavana kohteena voi toimia mikä tahansa laite tai tuotantoprosessi, joka koostuu osajärjestelmistä. Kohde mallinnetaan ohjelmalla vikapuumuodossa, joten se soveltuu hyvin monimutkaisten järjestelmien mallintamiseen ja analysointiin. Analysoinnin kannalta on tärkeää, että tutkittavasta järjestelmästä saadaan luotua mahdollisimman täsmällinen malli. Täsmällistä mallia ei kuitenkaan välttämättä saada luotua yhdellä kerralla, mutta analysoinnin edistymisessä sitä voidaan kehittää yhä täsmällisemmäksi työn edetessä. Mallinnettu syyrakenne kuvaa täsmällisesti kaikki tapahtuman toteutumiseen liittyvät syyt sekä niiden suhteet. Elmas-ohjelmistolla mallinnuksessa otetaan huomioon koko järjestelmän toiminnallisuus, tunnistetaan kriittisimmät kohdet, arvioidaan riskit ja kohdistetaan kunnossapito- ja/tai suunnittelutoimenpiteet vastaavasti. Järjestelmää kuvaava malli koostuu tapahtumista sekä niiden välisistä loogisista suhteista. Tapahtumat ovat joko toteutuneita (tosi) tai toteutumattomia (epätosi). Tapahtumat ovat joko juurisyytä tai portteja. Porttien toteutumisen kuvaa siihen liittyvä syy rakenne, joka koostuu muista tapahtumista. Juurisyyhyyn ei liity syyrakennetta, jos siihen liittyisi niin se ei olisi enää jyyrisyy vaan portti. ELMAS käyttöliittymässä juurisyy on merkitty violetilla reunuksella ja pyöris-

tetyillä reunoilla. Portti on teräväkulmainen laatikko, jonka alareunassa näkyy portin tyyppi.

Visuaalisuutensa ansiosta ELMAS on myös oiva kunnossapito- ja käyttöhenkilöstön yhteistyön apuväline. Analysointi suoritetaan simuloimalla tuotantolinja rakennetun syyrakennemallin ja määriteltyjen juurisyiden pohjalta. Juurisyy on tapahtuma, jonka toteutumiseen liittyviä syitä ei ole kuvattu mallissa. Millään muulla luodussa mallissa esiintyvällä tapahtumalla ei ole vaikutusta juurisyyn toteutumiseen. Jos tällaisia vaikutuksia todellisuudessa on, ei tapahtuma voi olla juurisyy, vaan se on käsiteltävä porttina. Portin toteutuminen määräytyy täsmällisesti sen syötteiden toteutumisten ja porttiehdon perusteella. Simuloinnin avulla voidaan määrittää ennusteet mm. kohteen osien vikaantumistodennäköisyyksille ja -sille sekä vaikutukset koko prosessin riskeihin. Tulosten analysointi antaa arvokasta tietoa koko systeemin käyttäytymisestä. Analysoinnin tavoitteena on löytää keinot, joiden avulla kokonaisprosessin luotettavuutta ja käytettävyyttä voidaan parantaa mahdollisimman kustannustehokkaasti. Luotua mallia voidaan käyttää sekä nykyisen että suunnitteilla olevan kohteen analysointiin.

Vikaantumislogiikan mallinnuksesta ja analysoinnista saadaan monia hyötyjä, kuten antaa organisaatiolle kokonaisymmärryksen valmistusprosessista sekä sen riskeistä, lähtötiedot laitteiden ja kunnossapidon kehittämiseksi ja tärkeimpien kohteiden tarkastelulle, löydetään keinot, joiden avulla järjestelmän luotettavuutta ja käytettävyyttä voidaan parantaa kustannustehokkaasti, antaa konkreettisia tuloksia kohteen käyttövarmuudesta ja riskeistä, voidaan vertailla eri suunnitteluratkaisuja ja yksittäisten osien vaikutusta tutkittavan kohteen käyttäytymiseen, sekä edistää dokumentointia ja tiedonkeruuta.

Nimensä mukaisesti ELMAS on sovellus tapahtumien välisten loogisten suhteiden mallinnukseen ja analysointiin. Lähtökohtana on tutkittava tapahtuma (TOP) sekä kaikki sen toteutumiseen vaikuttavat tapahtumat. Tapahtumien loogiset suhteet määrittämällä saadaan muodostettua tutkittavan kohteen käyttövarmuutta täsmällisesti ja havainnollisesti kuvaava hierarkinen malli eli vikapuu. Mallia voidaan analysoida eri menetelmillä, jolloin saadaan esiin esimerkiksi tutkittavan kohteen käyttövarmuuden kannalta kriittisiä osia. Teollisuuden käyttöön tarvitaan uusia

tehokkaita laskentaohjelmia kunnossapidon- ja käyttövarmuuden suunnitteluun ja optimointiin. ELMAS-ohjelma on kehitetty käyttövarmuuteen liittyvien tekijöiden täsmälliseen mallintamiseen. Ohjelma tarjoaa graafisen käyttöliittymän tutkittavaan kohteeseen liittyvien tapahtumien syyrakenteiden määrittämiseen. Syyrakenteen kuvaus täsmällisesti kaikki tapahtuman toteutumiseen liittyvät syyt sekä niiden suhteet. Tärkeimpinä pidetyille syyille luodaan oma syyrakente.

8 VIKAPUU

Vikapuun rakentaminen lähti liikkeelle järjestelmän määrittelystä, jonka jälkeen valittiin huipputapahtuma. Huipputapahtuma on ei-toivottu tapahtuma eli työssäni taajuusmuuttajan vikaantuminen jonkin testin aikana. Huipputapahtuman valinnan jälkeen määriteltiin huipputapahtuman ensisijaiset syyt ja niiden riippuvuussuhteet. ACS800 taajuusmuuttajien vikapuut rakennettiin korjauspaikan tietokannan korjauskirjausten, asiantuntijoiden lausuntojen ja tutkimuslaboratorion korjauskirjausten perusteella. Tietokannasta löytyy kaikista kolmesta eri testivaiheesta omat taulukkonsa. Korjauskirjauksista ei kuitenkaan yksiselitteisesti voida aina päätellä laitteen vikaantumisen juurisyitä. Jokaiselle testivaiheelle tehtiin oma vikapuu ja lisäksi tehtiin vielä tarkempi analyysi muutamasta kriittisimmästä vikailmoituskohdasta, siten että analysoitiin kaikki tiettyyn vikailmoitukseen vikaantuneet laitteet, riippumatta siitä olivatko ne vikaantuneet toiminnallisessa testissä vai rasisajossa kyseiseen vikailmoitukseen.

Analysoinnin avulla löysin eri vikaantumisiin johtaneet juurisyitä. Joillakin testivaiheilla vikaantumisen juurisyitä oli aika yksiselitteinen ja toisilla testivaiheilla vikaantumiseen johtaneita syitä oli useita erillaisia, näissä tapauksissa suoritin tarkemman analyysin, jossa kartoitin yleisimmät kyseiseen vikaan johtaneet juurisyitä.

8.1 Eristysvastus- ja jännitetesti

HiPot-testi koostuu eristysvastus- ja jännitetestistä, lisäksi HiPot-testissä tarkastetaan onko laitteessa oikea softa ja oikeat optiot. HiPot-testin viimeisenä mittauksena tarkistetaan vielä onko taajuusmuuttajasta jännitteet purkautuneet. Liitteessä 3 on kattava vikapuu yleisimmistä vianaiheuttajista. HiPot-testi koostuu seuraavista kymmenestä eri testivaiheesta.

Insulation test 1

Tekee pääpiirille eristysvastusmittauksen 1000 V jännitteellä. Testivaiheen läpäisyyn vaadittava resistanssin pienin arvo on 10 M Ω . Testin kesto aika on 3 s. Taajuusmuuttajan vikaantuessa pääpiirin eristysvastusmittauksessa, testausjärjestelmä antaa vikailmoituksen **Insulation resistance 1**.

Withstanding voltage test 1

Mitataan pääpiirin jännitekestävyys. Vuotovirran on pysyttävä raja-arvon 3-60 mA välillä. Testin kesto aika on 2 s. Taajuusmuuttajan vikaantuessa pääpiirin jännitetestissä, testausjärjestelmä antaa vikailmoituksen **Leakagecurrent 1**.

Insulation test 3

Tekee puhallinpiirille runkokoille R7 ja R8 eristysvastusmittauksen 500 V jännitteellä. Testivaiheen läpäisyyn vaadittava resistanssin pienin arvo on 10 M Ω . Testin kesto aika on 3 s. Taajuusmuuttajan vikaantuessa puhallinpiirin eristysvastusmittauksessa, testausjärjestelmä antaa vikailmoituksen **Insulation resistance 3**.

Withstanding voltage test 2

Mitataan puhallinpiirin jännitekestävyys. Vuotovirran raja-arvo on 20 mA. Testin kesto aika on 2 s. Taajuusmuuttajan vikaantuessa puhallinpiirin jännitetestissä, testausjärjestelmä antaa vikailmoituksen **Leakagecurrent 2**.

DC voltage 1

Jännite nostetaan 40 volttiin ja mitataan. Mittauksen alaraja on 25 V ja yläraja on 45 V. Testin kesto aika on 60 s. Taajuusmuuttajan vikaantuessa tähän testivaiheeseen, testausjärjestelmän antama vikailmoitus on **DC volt 1**.

DC voltage 2

Jännite nostetaan 400 volttiin ja mitataan. Mittauksen alaraja on 160 V ja yläraja on 240 V. Testin kesto aika on 100 s. Taajuusmuuttajan vikaantuessa tähän testivaiheeseen, testausjärjestelmän antama vikailmoitus on **DC volt 2**.

Open OPC

Taajuusmuuttajan ja testausjärjestelmän välinen valokuitu yhteys avataan kun taajuusmuuttajaan on kytketty jännite. Taajuusmuuttajan vikaantuessa tähän testivaiheeseen, testausjärjestelmän antama vikailmoitus on **Open OPC**.

Check OPC

Tarkistaa valokuitu yhteyden avulla taajuusmuuttajan sarjanumeron taajuusmuuttajan ohjauskortin testausohjelmalta. Taajuusmuuttajan vikaantuessa tähän testivaiheeseen, testausjärjestelmän antama vikailmoitus on **Check OPC**.

Check option

Tarkistaa ohjauskortin testausohjelmalta onko taajuusmuuttajassa lisävarusteena optioita. Taajuusmuuttajan vikaantuessa tähän testivaiheeseen, testausjärjestelmän antama vikailmoitus on **Check option**.

DC voltage 4

Puretaan jännite taajuusmuuttajalta ulkoisella vastuksella. Jännitteen pitää olla laskenut alle kosketusjännitteen rajan 48 VDC turvallisuus syistä. Taajuusmuuttajan vikaantuessa tähän testivaiheeseen, testausjärjestelmän antama vikailmoitus on **DC volt 4**.

8.2 Vikasanat

Toiminnallisessa testauksessa ja rasitusajossa testausjärjestelmä voi vikailmoituksen yhteydessä ilmoittaa vikasanan tai vikasanoja, jotka kuvaavat vikaantumisen syytä. Liitteessä 2 on taulukko vikasanoista. Liitteessä 4 on kaksi vikapuuta, jotka on rakennettu vikasanojen perusteella.

Testausjärjestelmän antamat vikasanat, oikosulku + moottorivaihe, vian yleisin aiheuttaja runkokoilla R7 ja R8 on ollut AGDR/IGBT:stä johtuneet viat. Myös AGDR:n ja AINT:n välillä olevat nauhakaapelit ovat aiheuttaneet vikaantumisia,

sekä R7:n ja R8:sin pääpiirikortti AINT. Runkokoossa R6 yleisin vikaantumisen aiheuttaja on IGBT tai IGBT:n hilajohdot. R6:sen pääpiirikortti RINT aiheuttaa myös jonkun verran vikaantumisia.

Testausjärjestelmän antama vikasana, oikosulku, vikaantumisen juurisyy on yleensä löytynyt AGDR/IGBT:n tai IGBT:n komponentti- tai asennusvioista, sekä IGBT:n hilajohtojen asennusvioista. Myös AINT- tai RINT kortin viat ovat olleet usein juurisyynä.

Testausjärjestelmän antama vikasana, moottorivaihe, vian yleisimmät aiheuttajat ovat olleet virtamuuntimet ja niiden johdot, sekä virranskaalaus. Myös AGDR:n ja AINT:n välisen nauhakaapelin asennusvirheet ovat olleet aika yleisiä.

Testausjärjestelmän antama vikasana, syöttövaihe, vian yleisimmät aiheuttajat ovat tyristoridiodi ja sen johdotus sekä korteista AIPB, AINP ja RVAR.

Testausjärjestelmän antama vikasana, maasulku, vikaantumiseen on yleensä löytynyt juurisyy virtamuuntimesta tai virtamuuntimen johdoista, toinen useammin esiintynyt juurisyy on löytynyt virranskaaluksesta.

Testausjärjestelmän antamat vikasanat, ylivirta, ylivirta + moottorivaihe ja ylivirta + PPCC linkki on yleensä löytynyt juurisyy, RMIO:sta, käytettävästä softasta, virtamuuntimista tai moottori- ja syöttökaapeleiden kytkennästä.

Testausjärjestelmän antama vikasana, ympäristön lämpötila, kyseisen vian juurisyy on yleensä löytynyt kaikilla runkokoilla RMIO:sta.

Testausjärjestelmän antama vikasana, Acx 600 lämpötila, vikaantumisen juurisyy on yleensä löytynyt puhaltimesta, puhaltimen muuntajasta tai jomman kumman edellä mainitun johdoituksesta.

Testausjärjestelmän antama vikasana, PPCC linkki, vikaantumisen juurisyy on yleensä löytynyt RMIO:sta, AINT- tai RINT kortista, AGDR:stä tai AINT:n ja RMIO:n välisestä valokuidusta.

8.3 Toiminnallinen testi

System-testissä taajuusmuuttajaan kytketään ensimmäisen kerran testin aikana AC jännite ja käskytetään käynnistymään, pysähtymään, pyörimään tietyllä nopeudella tai nimellisvirralla. Lisäksi testataan suojaustoimintoja, kuten ylivirtalaukaisu ja maasulkulaukaisu. Liitteessä 5 on toiminnallisen testin muuttajat. System testiin vikaantuu määrällisesti eniten testattavista taajuusmuuttajista. Liitteessä 6 on toiminnallisessa testissä vikaantuneet ajalta 1.5-31.7.2006.

8.4 Rasitusajo

Burnin-testissä taajuusmuuttajaa ajetaan noin 15 minuutin pituisilla sykleillä, korotetussa lämpötilassa. Tällä hetkellä käytössä on neljän syklin pituinen rasitusajo. Rasitusajon lopussa testataan vielä laitteen suojalaukaisut, parametriarvot palautetaan tehdasasetuksiksi ja testataan taajuusmuuttajan purkausaika. Laitteen vikaantuessa purkaustestivaiheeseen on huomioitava, että parametriarvot on jo palautettu tehdasasetuksiksi. Liitteessä 7 on rasitusajossa vikaantuneet ajalta 1.5-31.7.2006.

9 YHTEENVETO

Työn tulos näkyy tulevaisuudessa. Uusien koeistajien kouluttaminen ja perehdyttäminen helpottuu. Uusi koeistaja selviytyy myös nopeammin vianhausta kun on vikapuu, josta voi katsoa todennäköisimmän juurisyyn kyseiseen vikaan. Näin vianhaku helpottuu, vaikka kaiken kattavaa vikapuuta on mahdoton tehdä.

Toivottavaa olisi, että vikapuuta myös päivitetäisiin, jos uusia juurisyitä jatkossa löydetään. Näin ollen vikapuu pysyisi ajantasalla ja mahdollisimman käyttökelpoisena.

LÄHTEET

ABB lyhyesti webissä [verkkodokumentti]. [viitattu 17.8.2006]. Sivujen toteutus: ABB Oy. Saatavissa: www.abb.fi/

ABB Oy historia [verkkodokumentti]. [viitattu 17.8.2006]. Sivujen toteutus: ABB Oy. Saatavissa: www.abb.fi/

Repo, A. Massaräätelöintiä asiakasohjautuvasti [verkkodokumentti] ABB Oy. 27.11.2003. [viitattu 17.8.2006]. Saatavissa: <http://inside.abb.com/>

ABB laajentaa taajuusmuuttajatuotantoaan Helsingissä [verkkodokumentti] ABB Oy. 22.1.2003. [viitattu 17.8.2006]. Saatavissa: <http://inside.abb.com/>

Repo, A. Yhteisvoimin sujuvaan tuotantoon ja testaukseen [verkkodokumentti] ABB Oy. 16.12.2003. [viitattu 17.8.2006]. Saatavissa: <http://inside.abb.com/>

Repo, A. Testauksesta hyötyvät sekä asiakas että valmistaja [verkkodokumentti] ABB Oy. 4.12.2003. [viitattu 17.8.2006]. Sivujen toteutus ABB Oy. Saatavissa: <http://inside.abb.com/>

ABB Oy, ACS800-01-taajuusmuuttajat laiteopas, ABB Oy, 2005. 122 s.

ABB Oy, ACS800-02-taajuusmuuttajat laiteopas, ABB Oy, 2005. 138 s.

ABB Oy, ACS 800, single drive- taajuusmuuttajat, 0,55kW-2800kW laiteopas, ABB Oy, 2006. 55 s.

V, R Mihin taajuusmuuttajaa tarvitaan ja mitä ne ovat. Product AC perehdytys, 2004. s 16.

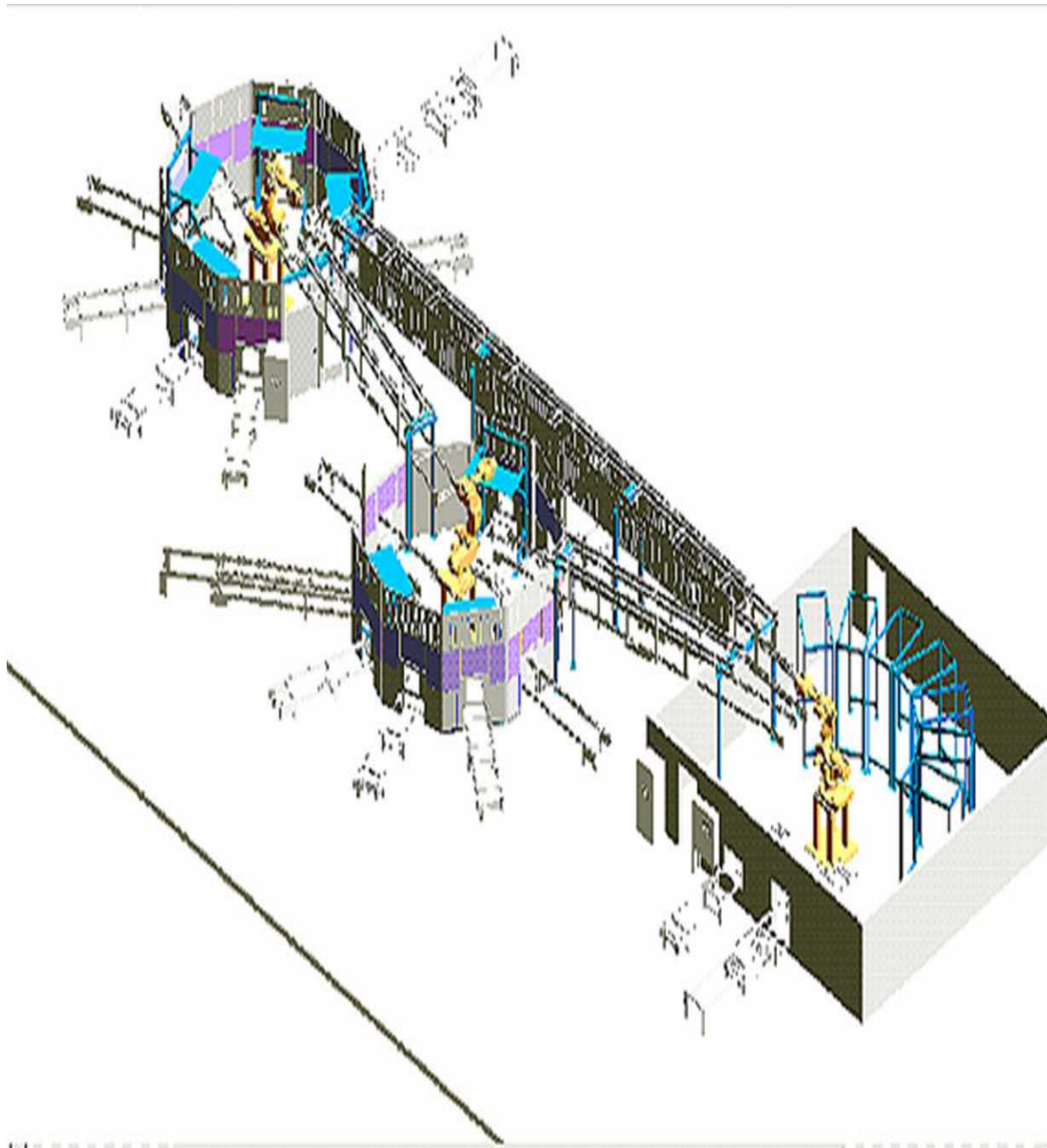
ABB Oy, Tekninen opas nro 1- suora momentinsäätö, ABB Oy, 2002. s 32.

Tiittainen, P. Elmas 1.5, analysointityökalun käyttöohje, 2004. 30 s.

Elmas [verkkodokumentti]. [viitattu 17.8.2006]. Sivujen toteutus: Optinet Oy. Saatavissa: <http://www.ramentor.com/etusivu/tuotteet/elmas/>.

LIITE 1 Galactican pohjapiirustus

1



LIITE 2 Vikasanat

1

Vikasana 1**Bitti Nimi**

0Oikosulku	1.0
1Ylivirta	2.0
2DC Ylijännite	4.0
3Acx :lämpötila	8.0
4Maasulku	10.0
5Termistori	20.0
6Moott.Lämpötila	40.0
7SYS.Vikasana	80.0
8Alikuorma	100.0
9Ylitaajuus	200.0
10Varattu	
11Varattu	
12Varattu	
13Varattu	
14Varattu	
15Varattu	

Fault word 1**Bit Name**

0Short circ	1.0
1Overcurrent	2.0
2DC overvolt	4.0
3Acx temp	8.0
4Earth fault	10.0
5Thermistor	20.0
6Motor temp	40.0
7System fault	80.0
8Underload	100.0
9Overfreq	200.0
10reserved	
11reserved	
12reserved	
13reserved	
14reserved	
15reserved	

Vikasana 2**Bitti Nimi**

0syöttövaihe	0.1
1ei moot tiet	0.2
2DC alijännite	0.4
3Varattu	0.8
4Käynn.est	0.10
5Enkooderi	0.20
6I/O komm	0.40
7Ymp lämpötila	0.80
8Ulkoisen vika	0.100
9OVER swreq	0.200
10AI < MIN funktio	0.400
11PPCC Link	0.800
12Komm.moduli	0.1000
13Panelivika	0.2000
14Jumisuoja	0.4000
15Moot. Vaihe	0.8000

Fault word 2

0Supply phase	0.1
1No Mot Data	0.2
2DC undervolt	0.4
3reserved	0.8
4Start inhibi	0.10
5Encoder err	0.20
6I/O comm.	0.40
7Ambient temp	0.80
8External fault	0.100
9Over swreq	0.200
10AI<MIN func	0.400
11PPCC link	0.800
12Comm module	0.1000
13Panel loss	0.2000
14motor stall	0.4000
15Motor phase	0.8000

LIITE 5 Toiminnallisen testauksen muuttujat

1(2)

Muuttuja	Yksikkö	Kuvaus
USumDc50	V	Mitattu välipiirin jännite U 50 V:n DC-syöttöjännitteellä.
U1Dc	V	Mitattu välipiirin jännite U1 400/600 V:n DC- syöttöjännitteellä.
U2Dc	V	Mitattu välipiirin jännite U2 400/600 V:n DC- syöttöjännitteellä.
U3Dc	V	Mitattu välipiirin jännite U3 400/600 V:n DC- syöttöjännitteellä.
USumDc	V	Mitattu välipiirin jännite U 400/600 V:n DC- syöttöjännitteellä.
U1AcNom	V	Mitattu välipiirin jännite U1 nimellisellä AC- syöttöjännitteellä.
U2AcNom	V	Mitattu välipiirin jännite U2 nimellisellä AC- syöttöjännitteellä.
U3AcNom	V	Mitattu välipiirin jännite U3 nimellisellä AC- syöttöjännitteellä.
USumAcNom	V	Mitattu välipiirin jännite U nimellisellä AC- syöttöjännitteellä.
UDcInvNom	V	Invertteriltä kysyty välipiirin jännite nimellisellä AC- syöttöjännitteellä.
UDcDif	%	Mitatun ja invertterin ilmoittaman välipiirin jännitteiden ero nimellisellä AC- syöttöjännitteellä.
Term	°C	Invertteriltä kysyty lämpötila.
Rev	rpm	Mitattu moottorin akselin pyörimisnopeus Rev nopeusohjeella 1500 rpm ensimmäisen startin jälkeen.
UDcInvOn	V	Invertteriltä kysyty välipiirin jännite invertterin käydessä nopeusohjeella 1500 rpm.
UDcDifStart	%	Mitatun välipiirin jännitteen USumAcNom (invertteri tyhjäkäynnillä) ja invertteriltä kysytyn välipiirin jännitteen UDcInvNom (invertterin pyörittäessä moottoria) suhde.

LIITE 5 Toiminnallisen testauksen muuttujat

2(2)

Muuttuja	Yksikkö	Kuvaus
Iu1AcOn	A	Mitattu syöttövirta Iu1 nimellisellä AC-syöttöjännitteellä invertterin käydessä nopeusohjeella 1500 rpm.
Iv1AcOn	A	Mitattu syöttövirta Iv1 nimellisellä AC-syöttöjännitteellä invertterin käydessä nopeusohjeella 1500 rpm.
Iw1AcOn	A	Mitattu syöttövirta Iw1 nimellisellä AC-syöttöjännitteellä invertterin käydessä nopeusohjeella 1500 rpm.
Iu2AcOn	A	Mitattu lähtövirta Iu2 nimellisellä AC-syöttöjännitteellä invertterin käydessä nopeusohjeella 1500 rpm.
Iv2AcOn	A	Mitattu lähtövirta Iv2 nimellisellä AC-syöttöjännitteellä invertterin käydessä nopeusohjeella 1500 rpm.
Iw2AcOn	A	Mitattu lähtövirta Iw2 nimellisellä AC-syöttöjännitteellä invertterin käydessä nopeusohjeella 1500 rpm.
I2Inv	A	Invertterin ilmoittama lähtövirta nimellisellä AC-syöttöjännitteellä invertterin käydessä nopeusohjeella 1500 rpm.
I2Dif	%	Mitattujen lähtövirran vaiheiden lasketun keskiarvon ja invertteriltä kysytyn lähtövirran suhde.
Iu2AcOff	A	Mitattu lähtövirta Iu2 nimellisellä AC-syöttöjännitteellä stop-käskyn jälkeen (invertteri tyhjäkäynnillä).
Iv2AcOff	A	Mitattu lähtövirta Iv2 nimellisellä AC-syöttöjännitteellä stop-käskyn jälkeen (invertteri tyhjäkäynnillä).
Iw2AcOff	A	Mitattu lähtövirta Iw2 nimellisellä AC-syöttöjännitteellä stop-käskyn jälkeen (invertteri tyhjäkäynnillä).
Udct1t2Dif	%	Välipiirin jännite 1 mitataan syötön katkaisemisen jälkeen heti, kun yhteys RMIO-korttiin katkeaa ja 5 sekuntia on kulunut. Jännite 2 mitataan 10 sekunnin kuluttua edellisestä mittauksesta. Udct1t2Dif on näiden jännitteiden suhde. (Kondensaattorien purkautumisen toteaminen.)

LIITE 6 Toiminnallisissa testissä vikaantuneet 1.5-31.7.2006

1(4)

Vika	R6	R7	R8	Vikaluokka	Juurisyys
ACx 600 TEMP	1 kpl			Komponenttivika	Virtamuunnin
ACx 600 TEMP			1 kpl	Komponenttivika	AGDR/IGBT
ACx 600 TEMP ja MOTOR PHASE			1 kpl	Komponenttivika	AGDR/IGBT
Braking Chopper test, DC OVERVOLT	1 kpl		2 kpl	Komponenttivika	Jarru IGBT
Braking Chopper test, DC OVERVOLT	1 kpl	1 kpl		Asennusvika	Jarru kaapeli asentamatta
Braking Chopper test, DC OVERVOLT			1 kpl	Asennusvika	AINT:in ja ABRC:n välinen nauhakaapeli puuttui
Braking Chopper test, DC OVERVOLT			2 kpl	Komponenttivika	ABRC
Braking Chopper test, BC SHORT CIR		1 kpl		Asennusvika	Jarru kaapeli asentamatta
Current meas	2 kpl	1 kpl		Komponenttivika	Virtamuunnin
Current meas	2 kpl			Asennusvika	Virraskaalaus
DC Voltage Sum(Dc1+Dc2+Dc3) is out of limit		1 kpl	1 kpl	Testausjärjestelmä	Mittaruisku sähköisesti poikki
DC Voltage Sum(Dc1+Dc2+Dc3) is out of limit	1 kpl		1 kpl	Testausjärjestelmä	DC – johdon hauenleuka ei saa kontaktia
DC Voltage Sum(Dc1+Dc2+Dc3) is out of limit	1 kpl	1 kpl		Ei löytynyt vikaa	-
DC Voltage value is out of limits UacNom			1 kpl	Asennusvika	Sulakealustalla musta ja harmaa ristissä
DC Voltage Dif is out of limit, test phase 1.3			1 kpl	Asennusvika	AINP:n syöttöjohto kytkemättä AINT:lle
EARTH FAULT	1 kpl	1 kpl		Komponenttivika	Virtamuunnin
Failed in SerialNumber Checking	1 kpl			Testausjärjestelmä	Uudelleen testattava laite
First Start is over 2 minutes time limits	5 kpl			Asennusvika	Riviliittimet väärin RMIO:lla
First Start is over 2 minutes time limits		1 kpl		Komponenttivika	RMIO
First Start is over 2 minutes time limits			2 kpl	Testausjärjestelmä	RMIO:lta puuttui oikosulkulenkki
IGBT temperature is out of limit	3 kpl			Asennusvika	Termistorin johto kytkemättä RINT:lle.
MOTOR STALL	1 kpl			Komponenttivika	RMIO
MOTOR STALL	1 kpl			Ei löytynyt vikaa	-
MOTOR PHASE	1 kpl			Asennusvika	Virtamuuntimen johto kytkemättä
MOTOR PHASE	1 kpl		2 kpl	Asennusvika	Virtamuuntimien johdot ristissä
MOTOR PHASE		1 kpl		Komponenttivika	RMIO
MOTOR PHASE			1 kpl	Asennusvika	Nauhakaapelit ristissä AINT:lla

LIITE 6 toiminnallisessa testissä vikaantuneet 1.5-31.7.2006

2(4)

Vika	R6	R7	R8	Vikaluokka	Juurisyys
Output current value(s) out of limits, phase 10.5	1 kpl			Ei löytynyt vikaa	-
Output current dif out of limits	1 kpl			Komponenttivika	RINT
Output current dif out of limits	1 kpl			Asennusvika	Väärä virranskaalaus
Output current dif out of limits, phase 3.5		1 kpl		Ei löytynyt vikaa	-
Output current dif out of limits, phase 3.5			1 kpl	Testausjärjestelmä	Väärä softa
OVERCURRENT ja PPCC LINK	1 kpl			Ei löytynyt vikaa	-
OVERCURRENT ja MOTOR PHASE		1 kpl	1 kpl	Asennusvika	Moottori- ja syöttökaapelit ristissä
PPCC LINK			1 kpl	Asennusvika	Nauhakaapeli löysällä AGDR:llä
PPCC LINK			1 kpl	Asennusvika	Valokuidut ristissä RMIO:lla
PPCC LINK	1 kpl	1 kpl	4 kpl	Komponenttivika	RMIO
PPCC LINK	1 kpl	1 kpl	1 kpl	Komponenttivika	AINT / RINT
PPCC LINK			1 kpl	Asennusvika	AINT:n ja APOW:n välinen johto puuttui
rotating in wrong direction(backward)	2 kpl		2 kpl	Asennusvika	Moottori kaapelit ristissä
SHORT CIRC	2 kpl	1 kpl	1 kpl	Komponenttivika	AINT / RINT
SHORT CIRC	1 kpl			Komponenttivika	IGBT:n hilajohto
SHORT CIRC		4 kpl	2 kpl	Komponenttivika	AGDR/IGBT
SHORT CIRC		1 kpl		Asennusvika	Löysä liitos AGDR/IGBT:llä
SHORT CIRC ja MOTOR PHASE	1 kpl			Komponenttivika	RINT
SHORT CIRC ja MOTOR PHASE	2 kpl			Komponenttivika	IGBT
SHORT CIRC ja MOTOR PHASE		1 kpl	4 kpl	Komponenttivika	AGDR/IGBT
SHORT CIRC ja MOTOR PHASE			5 kpl	Asennusvika	Nauhakaapeli löysällä AGDR:llä
SHORT CIRC ja MOTOR PHASE			6 kpl	Asennusvika	Nauhakaapeli hajonnut AGDR:ltä
SHORT CIRC ja MOTOR PHASE			6 kpl	Asennusvika	Lähtökiskojen väliset eristeet puuttuivat
SHORT CIRC ja MOTOR PHASE			5 kpl	Asennusvika	AGDR:ltä muuntaja irronnut asennuksessa
SHORT CIRC ja MOTOR PHASE		1 kpl		Asennusvika	Pinni vääntynyt AGDR:n liittimeltä
Speed out of limits in, test phase 1.3.2	1 kpl			Asennusvika	Väärä virranskaalaus

LIITE 6 Toiminnallisessa testissä vikaantuneet 1.5-31.7.2006

3(4)

Vika	R6	R7	R8	Vikaluokka	Juurisyys
Speed out of limits, test phase 1.3.2		4 kpl		Ei löytynyt vikaa	Softattu
SUPPLY PHASE	1 kpl			Asennusvika	Tyristoridiodin hilajohto kytkemättä
SUPPLY PHASE		2 kpl		Asennusvika	Tyristoridiodin hilajohdot ristissä
SUPPLY PHASE		1 kpl		Asennusvika	Musta ja harmaa johto ristissä tyristoreilla
SUPPLY PHASE			1 kpl	Komponenttivika	Tyristoridiodin hilajohto
SUPPLY PHASE		2 kpl	2 kpl	Komponenttivika	AINP
SUPPLY PHASE		1 kpl	1 kpl	Komponenttivika	Tyristoridiodi
Udctit2Dif is out of limits in Discharge DC	3 kpl			Komponenttivika	Purkausvastus
Udctit2Dif is out of limits in Discharge DC	3 kpl			Komponenttivika	RINT
Udctit2Dif is out of limits in Discharge DC	1 kpl			Komponenttivika	Elektrolyyttikondensaattori
Udctit2Dif is out of limits in Discharge DC	1 kpl			Asennusvika	Purkausvastus hajonnut asennuksessa
UdcDifStart is out of limits, test phase 1.3.3	2 kpl			Ei löytynyt vikaa	-
UdcDifStart is out of limits, test phase 1.3.3	1 kpl			Komponenttivika	RINT
Tester Error! After discharging, the voltage is still larger than 150V			1 kpl	Komponenttivika	NRED
Tester Error! At least one phase of power supply was gone, please check FUSE			1 kpl	Komponenttivika	Elektrolyyttikondensaattori
Tester Error! At least one phase of power supply was gone, please check FUSE		1 kpl		Testausjärjestelmä	Sulakepalo
Tester Error! Communication with DUT may be broken	2 kpl	1 kpl	4 kpl	Ei löytynyt vikaa	-
Tester Error! Communication with DUT may be broken	4 kpl	2 kpl	1 kpl	Testausjärjestelmä	Paletin valokuitu

LIITE 6 Toiminnallisessa testissä vikaantuneet 1.5-31.7.2006

4(4)

Vika	R6	R7	R8	Vikaluokka	Juurisyys
Tester Error! Communication with DUT may be broken		1 kpl		Komponenttivika	AGDR/IGBT
Tester Error! Communication with DUT may be broken	1 kpl			Komponenttivika	RMIO
Tester Error! Communication with DUT may be broken			2 kpl	Komponenttivika	RMIO:n syöttöjohdolta johto irt liittimeltä
Tester Error! Communication with DUT may be broken			1 kpl	Komponenttivika	Elektrolyyttikondensaattori
Tester Error! Communication with DUT may be broken			1 kpl	Asennusvika	Jarru IGBT:n hilajohto
Tester Error! OPC commuincation may be lost	1 kpl			Komponenttivika	IGBT
FW2 0x10 Start inhibi		1 kpl	2 kpl	Asennusvika	AINT:n käynnistyksen estolenkki puuttui

Liite 7 Rasitusajossa vikaantuneet 1.5-31.7.006

1(2)

Vika	R6	R7	R8	Vikaluokka	Juurisyys
ACx 600 TEMP			2 kpl	Komponenttivika	Puhaltimen muuntajan sulakkeet palaneet
ACx 600 TEMP			2 kpl	Komponenttivika	Puhaltimen muuntajan sulakerasia.
ACx 600 TEMP			1 kpl	Komponenttivika	Puhallin.
ACx 600 TEMP		3 kpl		Komponenttivika	Puhaltimen johto irti liittimeltä
ACx 600 TEMP		1 kpl		Komponenttivika	Puhaltimen muuntajan johto
ACx 600 TEMP		2 kpl	1 kpl	Asennusvika	Puhaltimen johto kytkemättä
ACx 600 TEMP				Asennusvika	Puhaltimen muuntajan johdot kytketty ristiin
Ambient temp	1 kpl	1 kpl		Komponenttivika	RMIO
DC UNDERVOLT		1 kpl	1 kpl	Asennusvika	Löysä liitos virtakiskoilla
DC OVERVOLT			8 kpl	Testausjärjestelmä	Moottorikytkentä
DC OVERVOLT	1 kpl			Testausjärjestelmä	Toisen laitteen vikaantuminen, vikaannutti tämänkin
EARTH FAULT	1 kpl			Asennusvika	ylärungon kiinnitysruuvi ollut väärällä kiertellä, ottanut elektrolyyttikondensaattoriin kiinni (räjähti)
EARTH FAULT			1 kpl	Komponenttivika	Elektrolyyttikondensaattori (räjähti)
MOTOR STALL	1 kpl			Komponenttivika	Puhaltimen johto irti liittimeltä
MOTOR STALL	1 kpl			Komponenttivika	Puhaltimen johdot ristissä liittimellä
MOTOR STALL	1 kpl			Asennusvika	Puhaltimen sormisuoja väärinpäin
OVERCURRENT			2 kpl	Komponenttivika	AINT
OVERCURRENT				Asennusvika	Löysä liitos virtakiskolla
OVERCURRENT				Ei löytynyt vikaa	-
OVERCURRENT ja PPCC LINK	1 kpl			Komponenttivika	RMIO
PPCC LINK	1 kpl		1 kpl	Komponenttivika	RINT / AINT
SHORT CIRC	1 kpl	1 kpl	1 kpl	Komponenttivika	RINT / AINT
SHORT CIRC	1 kpl			Komponenttivika	IGBT
SHORT CIRC		2 kpl	2 kpl	Komponenttivika	AGDR / IGBT
SHORT CIRC			1 kpl	Komponenttivika	AGDR:n nauhakaapeli
SHORT CIRC			1 kpl	Testausjärjestelmä	Laite liikkunut paletilla
SUPPLY PHASE	3 kpl		2 kpl	Testausjärjestelmä	Sulakepalo
SUPPLY PHASE			1 kpl	Asennusvika	Tyristoridiodilla löysä kisko liitos
SHORT CIRC ja SUPPLY PHASE	1 kpl			Komponenttivika	IGBT:n hilajohto irti liittimeltä
SYSTEM_FAULT	16 kpl		1 kpl	Testilaite	Softa
SYSTEM_FAULT	16 kpl	1 kpl		Komponenttivika	Softa
Sum of Cap Voltage is not in limits in DC lowlevel test	2 kpl			Testausjärjestelmä	DC – johto irronnut

Liite 7 Rasitusajossa vikaantuneet 1.5-31.7.006

2(2)

Vika	R6	R7	R8	Vikaluokka	Juurisyys
OV trip test Failed	1 kpl	1 kpl		Komponenttivika	Elektrolyyttikondensaattori
ID Run is Failed, running out of time limit			1 kpl	Ei löytynyt vikaa	-
Speed not correct			2 kpl	Ei löytynyt vikaa	-
Temp is out of limits,150			1 kpl	Ei löytynyt vikaa	-
Temp is out of limits,150			3 kpl	Komponenttivika	AGDR / IGBT (räjähti)
Temp is out of limits,150	1 kpl	5 kpl		Komponenttivika	Puhaltimen liittimeltä johto irti
Temp is out of limits,150		1 kpl		Komponenttivika	Puhaltimen muuntaja
Temp is out of limits,150		1 kpl		Asennusvika	Puhaltimen johto kytkemättä
Temp is out of limits,150	1 kpl			Komponenttivika	RMIO
Temp is out of limits,879	1 kpl			Ei löytynyt vikaa	-
Temp is out of limits,879	1 kpl			Komponenttivika	Softa
Torque below minimum limit			1 kpl	Ei löytynyt vikaa	-
Udctit2Dif is out of limits in Discharge DC			1 kpl	Asennusvika	Väärä määrä purkausvastuksia
Udctit2Dif is out of limits in Discharge DC	4 kpl		1 kpl	Asennusvika	Väärä elektrolyyttikondensaattori
Udctit2Dif is out of limits in Discharge DC	9 kpl			Komponenttivika	Purkausvastus
Udctit2Dif is out of limits in Discharge DC	1 kpl			Asennusvika	Väärä purkausvastus
User Forced device to Fail		2 kpl	2 kpl	Komponenttivika	AGDR / IGBT (räjähti)
User Forced device to Fail		1 kpl	1 kpl	Testausjärjestelmä	Kuitu yhteys ei toimi
User Forced device to Fail			1 kpl	Testausjärjestelmä	Disconnect Motor failed, during Supply Off test
User Forced device to Fail	4 kpl	2 kpl		Testausjärjestelmä	Digital I/O DisconnectMotor() Still feedback from motor relay when disconnected motor
User Forced device to Fail	1 kpl	1 kpl			SetSupplyOFF() 500V feedback still active after setting OFF
User Forced device to Fail		2 kpl		Testausjärjestelmä	Sulakepalo
User Forced device to Fail	1 kpl			Testausjärjestelmä	Ei löytynyt vikaa
User Forced device to Fail			1 kpl	Asennusvika	RMIO:n syöttojohdon maadoituskenkä osui DC - kiskoon