

Tomi Sandberg

ACS880-taajuusmuuttajan koestusohje

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Sähkötekniikan KO

Insinöörityö

24.5.2016

Tekijä(t) Otsikko	Tomi Sandberg ACS880-taajuusmuuttajan koestusohje
Sivumäärä Aika	22 sivua 24.5.2016
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Sähkötekniikan
Suuntautumisvaihtoehto	Elektroniikka
Ohjaaja	Eero Kupila, lehtori
<p>Tämä opinnäytetyö on tehty Pitäjänmäen ABB Oy:n Drives-yksikölle. Työssä tehtiin ACS880-taajuusmuuttajalle koestusohje. Työhön käytettiin hyväksi ACS800:lle tehtyä koestusohjetta ja ACS880-asiakasohjetta. ACS880-taajuusmuuttajalle ei aikaisemmin ole ollut koestusohjetta.</p> <p>Työn alussa käydään läpi tehoelektronikan komponentteja, joita käytetään yleisesti taajuusmuuttajissa. Työssä käydään läpi taajuusmuuttajan rakennetta ja eri taajuusmuuttajia. Taajuusmuuttaja on tehoelektronikan laite. Sillä voidaan säätää sähkömoottorin nopeutta portaattomasti moottorin syöttöjännitteen taajuutta muuttamalla. Taajuusmuuttajien tuomat suurimmat edut ovat energian säästö sekä moottorin säästäminen mekaaniselta rasitukselta.</p> <p>ABB multidrive -taajuusmuuttaja koostuu useista yksiköstä. Yksiköt ovat industrial drive -moduuleita, jotka on kytketty yhteiseen tasajännittevälipiiriin ABB industrial drive -taajuusmuuttajia ovat ACS800- ja ACS880-taajuusmuuttajat.</p> <p>Työn lopussa käydään läpi koestamista ja koestusohjetta. Koestamisella tarkoitetaan sähköasennuksen käyttöönotto tarkastusta. Koestamiseen kuuluu visuaalinen, mekaaninen ja sähköinen tarkastus ja sähköiset toimintakokeet. Koestaminen on niin sanotusti myös lopputarkastus, jonka jälkeen laite lähetetään asiakkaalle.</p>	
Avainsanat	ACS880, koestaminen, taajuusmuuttaja, tehoelektroniikka

Author(s) Title	Tomi Sandberg Test Instruction for ACS880 drive
Number of Pages Date	22 pages 24 May 2016
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Electrical engineering
Specialisation option	Electronics
Instructor	Eero Kupila, Lecturer
<p>This thesis was created for ABB Drives unit in Pitäjänmäki. The goal of the thesis was to prepare a test instruction for the ACS880 drive. The test instruction for the ACS800 drive as well as the ACS880 customer instruction were utilized in the project. The ACS880 drive has not previously had a test instruction.</p> <p>First, the thesis discusses some of the power electronic components most commonly used for drives. The piece then moves on to examine the structure of drives and differences between distinct drives. Drive is a power electronic device. They can be used to adjust the speed of electric motors by continuously changing the frequency of the motor supply voltage. The main advantages of drives are energy save along with protecting the engine from mechanical stress.</p> <p>The ABB multidrive consists of number of units. These units are industrial drive modules that are connected to the same DC intermediate circuit. There are two types of ABB industrial drives, the ACS880 and the ACS800 drives.</p> <p>The thesis concludes by discussing testing and test instruction. Testing refers to the commissioning inspection of electrical installation. Testing includes visual, mechanical and electronic inspection as well as electrical function tests. Testing is also the final process after that the device can be shipped off to the customer</p>	
Keywords	ACS880, test instruction, drive, power

Sisällys

1	Johdanto	3
2	Tehoelektroniikan komponentteja	4
2.1	Diodi	4
2.2	Tyristori	4
2.3	GTO-tyristori	5
2.4	IGBT-transistori	5
3	Taajuusmuuttaja	7
3.1	Suorat taajuusmuuttajat	7
3.2	Välipiirilliset taajuusmuuttajat	8
3.3	Tasasuuntaaja	9
3.4	Ohjaamaton tasasuuntaaja	9
3.5	Ohjattu kokoaaltosuuntaaja	10
3.6	Jännite- ja virtavälipiiri	11
3.7	Vaihtosuuntaaja	12
3.8	Ohjauspiiri	13
4	Multidrive ja ACS880	14
4.1	Multidrive	14
4.2	ACS880	14
5	Työn suorittaminen	17
5.1	Koestaminen	17
5.2	Koestusohje	18
6	Yhteenveto	20
	Lähteet	21

Liitteet

Liite 1. Työssä on liite, joka ei ole julkinen

1 Johdanto

Tämä opinnäytetyö on tehty Pitäjämäen ABB Oy:n Drives-yksikölle. ABB Oy on yksi maailman johtavista sähkövoima- ja automaatioteknologiayhtymistä. ABB:n taajuusmuuttajabisnes työllistää 5000 henkilöä yli 80 maassa. Pitäjämäen Drives-tehtaalla työskentelee noin 1300 henkilöä, joista tuotantotyöntekijöitä on 500, ja 400 työskentelee tutkimuksen ja tuotekehityksen parissa.

Opinnäytetyön tavoitteena on tuottaa koestusohje ACS880-taajuusmuuttajamoduuleille. ACS880 on uuden sukupolven laite, jolla ei tähän mennessä ole ollut koestusohjetta. Koestusohje on apuväline uudelle tai vanhalle koestajalle. Koestusohjeessa on koottuna kaikki yleisimmin tarvittava tieto koestusta varten. Koestaminen on sähköasennuksen käyttöönottotarkastus. Koestamisessa tehdään visuaalinen, mekaaninen ja sähköinen tarkastus sekä sähköiset toimintakokeet.

Opinnäytetyön idean sain esimieheltäni ollessani töissä EIP600-koestamossa, ABB Drives-tehtaalla. Aikaisemmin koestusohjetta ei ole ollut ja työn haastavuutena oli, että jokainen EIP600-koestamoon tullut kaappi on asiakas räätälöityjä. Työskentelin koestajana 1,5 vuotta ja koestin ACS800- ja ACS880-kaappeja.

Taajuusmuuttaja on tehoelektronikan laite. Sillä voidaan säätää sähkömoottorin nopeutta portaattomasti moottorin syöttöjännitteen taajuutta muuttamalla. Taajuusmuuttajien tuomat suurimmat edut ovat energian säästö sekä moottorin säästäminen mekaaniselta rasitukselta.

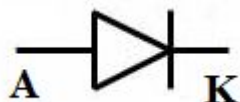
Teoriaosuudessa käsitellään taajuusmuuttajia sekä käydään läpi taajuusmuuttajien eri sovelluksia. Taajuusmuuttajissa käytetään eräitä tehoelektronikan komponentteja, jotka ovat luonteeltaan puolijohteita. Puolijohdekomponenteista käydään läpi taajuusmuuttajien suhteen tärkeimmät.

2 Tehoelektroniikan komponentteja

Puolijohdekomponentit kuuluvat tehoelektroniikkaan, joka käsittelee suuritehoisten virtapiirien säätöä ja ohjausta komponenttien avulla. Puolijohdekomponentteja käytetään tehoelektroniikan piireissä kytkiminä. Taajuusmuuttajissa käytettävät puolijohdekomponentit ovat diodit, tyristorit, GTO-tyristorit (Gate Turn-Off), IGBT-transistorit (Insulated Gate Bipolar Transistor) ja IGCT-tyristorit (Integrated Gate Commutated Thyristor). [1.]

2.1 Diodi

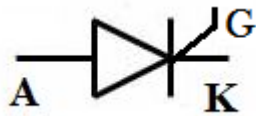
Diodi on yksinkertainen komponentti, joka päästää positiivisen virran kulkemaan anodista (Anode=A) katodiin (Cathode=K) ja estää virran kulun päinvastaisesta suunnasta. Diodin virranvoimakkuutta ei voida säätää. Diodi saadaan johtavaksi, kun anodiin syötetään isompi jännite kuin mikä on diodin kynnysjännite. Kynnysjännite riippuu diodin puolijohdemateriaalista. Diodeja käytetään ohjaamattomissa tasasuuntaajissa. Kuvassa 1 näkyy diodin piirrosmerkki. [3, s. 14.]



Kuva 1: Diodi.

2.2 Tyristori

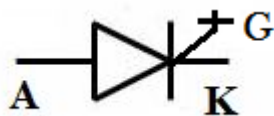
Tyristori on komponentti, joka päästää positiivisen virran kulkemaan anodista katodiin ja estää virran kulun päinvastaisesta suunnasta. Tyristorin virranvoimakkuutta ei voida säätää. Tyristori vaatii sähköä johtaakseen ja päästötilaan siirtyäkseen vielä lisäehdon. Tyristorissa on kolmas jalka eli hila (Gate=G), jonka avulla tyristori saadaan johtavaksi. Kun hilalle annetaan positiivinen ohjausvirta signaali, niin tyristori muuttuu johtavaksi. Kun tyristori on johtavana, se pysyy johtavana, vaikka signaali lakkaisi. Tyristorin saa sammutetuksi vähentämällä läpi kulkevaa virtaa arvoon, joka on pitovirtaa pienempi. [3, s. 14–15.]



Kuva 2: Tyristori.

2.3 GTO-tyristori

GTO-tyristori on melkein kuin tavallinen tyristori. Sitä ohjataan samalla tavalla kuin tavallista tyristoria, antamalla positiivinen ohjausvirtasignaali. GTO-tyristorin ominaisuus on sen sammuttaminen. Antamalla negatiivinen ohjausvirtasignaali sen hilalle, se sammuu. Hilaohjauspiiriin on siis pystyttävä antamaan sekä positiivinen, että negatiivinen sammutuspulssi. Sammutuspulssin täytyy olla jopa useita satoja ampeereja, mutta koska kesto-aika on vain kymmeniä mikrosekunteja, ei kokonaisenergia määrä ole kovin suuri. Tavalliseen tyristoriin verrattuna GTO-tyristorin sammumisaika on paljon lyhempi, joten se soveltuu erittäin hyvin suuritehoisiin vaihtosuuntauspiireihin. Piirrosmerkki eroaa tavallisesta tyristorista siten, että hilaan piirretään poikkiviiva. Alapuolella on piirrosmerkki GTO-tyristorista. [1.]

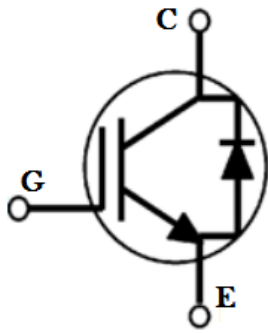


Kuva 3: GTO-tyristori.

2.4 IGBT-transistori

IGBT-transistori on suurtaajuinen bipolaaritransistori, jossa on eristetty hila. IGBT-transistori on yhdistelmä bipolaaritransistoria ja MOSFET:ia, ja rakenteeltaan myös muistuttaa eniten MOSFET:ia. Taajuusmuuttajissa IGBT-transistoria käytetään sen hyvien ominaisuuksien takia. Se kestää suuren virran johtavassa tilassa ja suuren jännitteen estotilassa. IGBT-transistori ei tarvitse suurta jäähdytysaluetta, koska sen jännite- ja tehohäviöt ovat pienet.

IGBT-transistorin ohjausteho on pieni, joten ohjauskytkennät ovat yksinkertaisia. IGBT-transistorin kytkentäaika on nopea, mutta kyllästystilasta (auki-tila) estotilaan se on hidas. [1; 6.]



Kuva 4: IGBT-transistori.

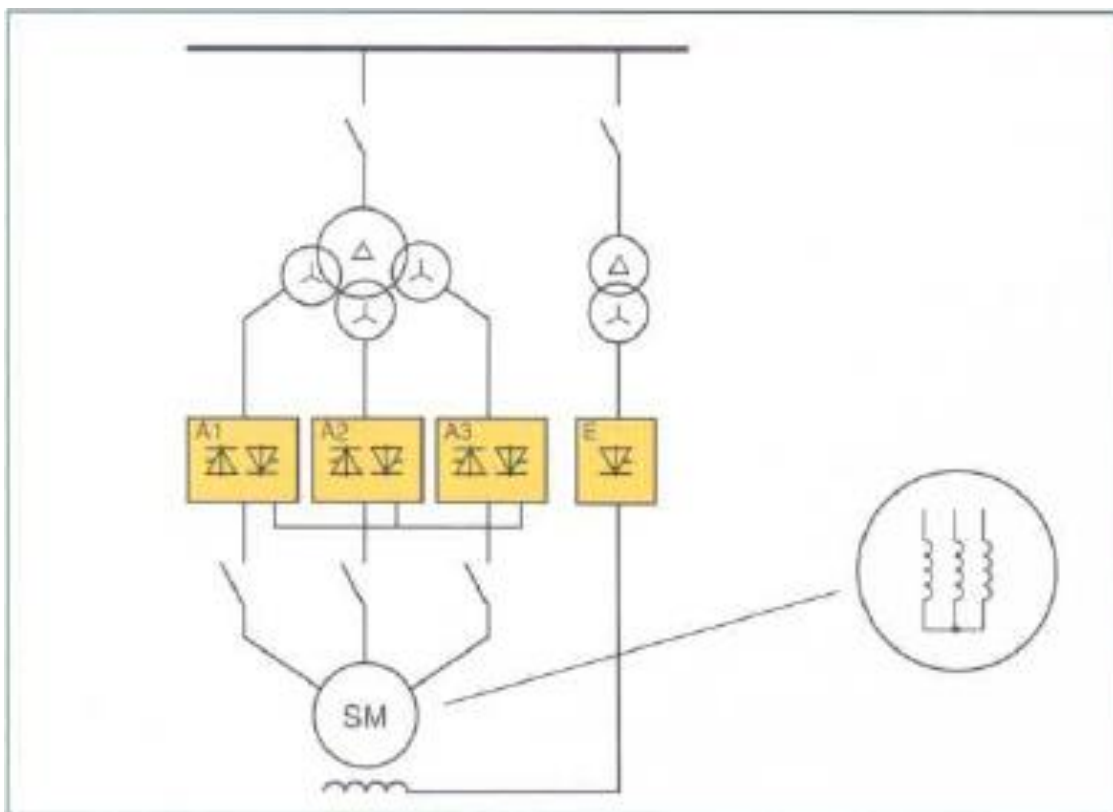
3 Taajuusmuuttaja

Taajuusmuuttaja on tehoelektronikan laite, jolla voidaan säätää sähkömoottorin nopeutta portaattomasti moottorin syöttöjännitteen taajuutta muuttamalla. Ilman taajuusmuuttajaa vaihtovirtasähkömoottoreiden pyörimisnopeutta ei voi säätää tehokkaasti ja tarkasti. Isona etuna taajuusmuuttajalla on, kun sähkömoottorin pyörimisnopeutta säädetään taajuusmuuttajan prosessin mukaan, siinä saavutetaan huomattava energiansäästö. Toinen iso etu on, kun toimitaan edellä mainitulla tavalla, pystytään vähentämään sähköverkon kuormitusta ja työkonoiden mekaanista rasitusta moottoria käynnistäessä. Matalilla kierrosnopeuksilla pystytään saavuttamaan maksimivääntömomentti. Taajuusmuuttajat voidaan luokitella välipiirillisiin ja suoriin. Näistä välipiirilliset taajuusmuuttajat ovat yleisempiä. [1.]

3.1 Suorat taajuusmuuttajat

Suorissa taajuusmuuttajissa muutetaan vaihtosähkö halutun taajuiseksi ja jännitteiseksi vaihtosähköksi ilman tasasuuntausta. Suorat taajuusmuuttajat toimivat siis ilman välipiiriä ja kondensaattoreita. Suoria taajuusmuuttajia on kahdenlaisia: syklokonvertterit ja matriisimuuttajat. Matriisimuuttaja ei ole kaupallisesti hyödynnetty suora taajuusmuuttaja. Ongelmakohtana on, että lähtöjännite on maksimissaan vain noin 86 % syöttöverkon jännitteestä. Siten normijännitteille tehtyjä moottoreita voidaan kuormittaa vain 86 % niiden nimellistehosta.

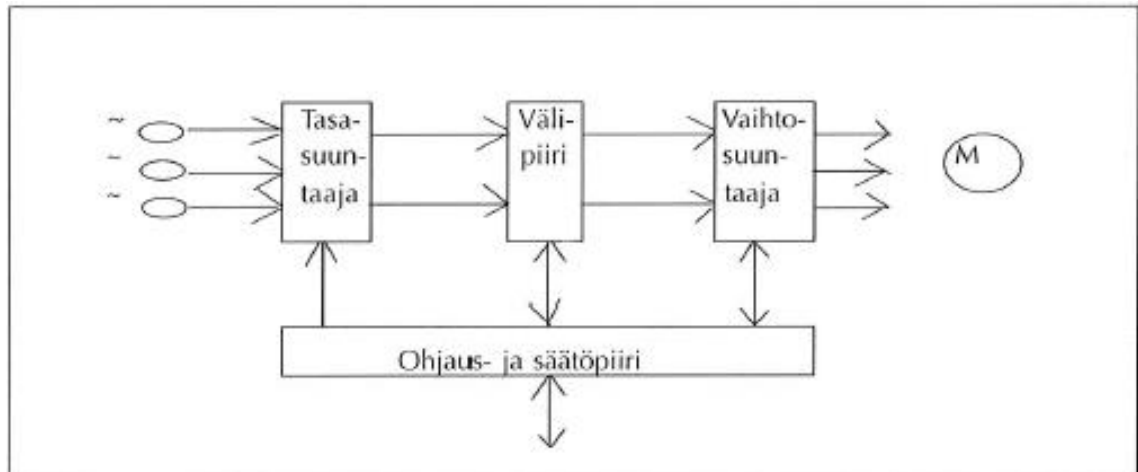
Syklokonvertterissa syöttöverkon kolmivaihejännite muutetaan alemman taajuiseksi kolmivaihejännitteeksi. Syklokonverttereita voidaan käyttää megawatista jopa 30 megawatin tehoisissa sovelluksissa. Niitä voidaan käyttää joko tahtimoottoreissa tai oikosulkumoottorissa, ja sen merkittävä etu on suuri vääntömomentti pienillä nopeuksilla. Syklokonvertteri voidaan toteuttaa joko 6-pulssisella tyristorisillalla tai 12-pulssisella tyristorisillalla. Kuvassa 5 syklokonvertteri on tehty kolmesta vastarinnankytketystä tyristorisillasta. [2, s. 50–52.]



Kuva 5: 6-pulssinen syklokonverteri. [8.]

3.2 Välipiirilliset taajuusmuuttajat

Välipiirillisissä taajuusmuuttajissa muodostetaan ensin vaihtosähköstä tasasähköä tai tasavirtaa, joka sitten muutetaan vaihtosähköksi. Välipiirilliset taajuusmuuttajat voidaan jakaa kahteen pääryhmään jännitevälipiirillisiin taajuusmuuttajiin VSI (Voltage Source Inverter) ja virtavälipiirillisiin taajuusmuuttajiin LCI (Load Commutated Inverter). Edellisistä jännitevälipiirilliset ovat yleisempiä. Välipiirilliset taajuusmuuttajat voidaan jakaa neljään toiminnalliseen pääosaan: 1) tasasuuntaajaan, 2) välipiiriin, 3) vaihtosuuntaajaan ja 4) ohjauspiiriin, kuten kuvassa 6. [2, s.48; 5; 7.]



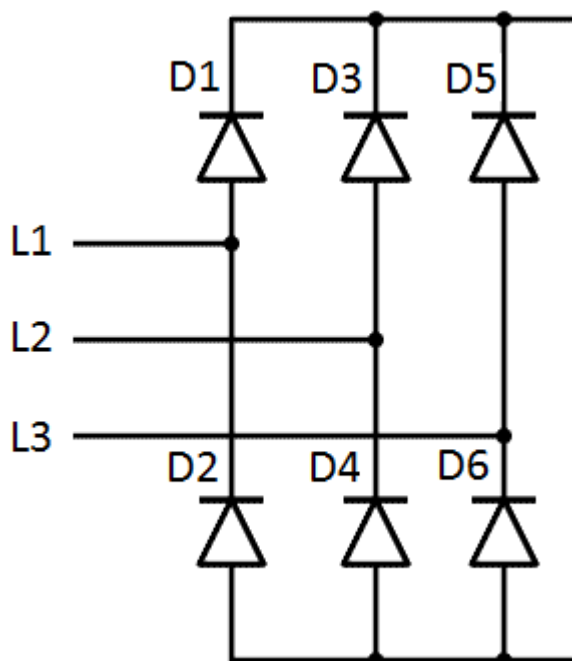
Kuva 6: Välipiirillisten taajuusmuuttajien lohkokkaavio. [1, s. 11]

3.3 Tasasuuntaaja

Tasasuuntaajan tarkoitus on muuttaa syöttöverkon kolmivaiheinen vaihtosähkön sykkiväksi tasajännitteeksi. Tasasuuntaaja on kahta eri päätyyppiä: ohjattu ja ohjaamaton. Tasasuuntaajassa käytetään joko diodeja, tyristoreita tai näiden yhdistelmiä. Diodeja käyttävä tasasuuntaajaa kutsutaan ohjaamattomaksi ja tyristoreita käyttävää kutsutaan kokoaalto-ohjatuksi. Yhdistelmää, jossa käytetään diodeja ja tyristoreja, kutsutaan puoliaaltotasasuuntaajaksi, ja se on myös ohjattu. [5; 3, s.13–16.]

3.4 Ohjaamaton tasasuuntaaja

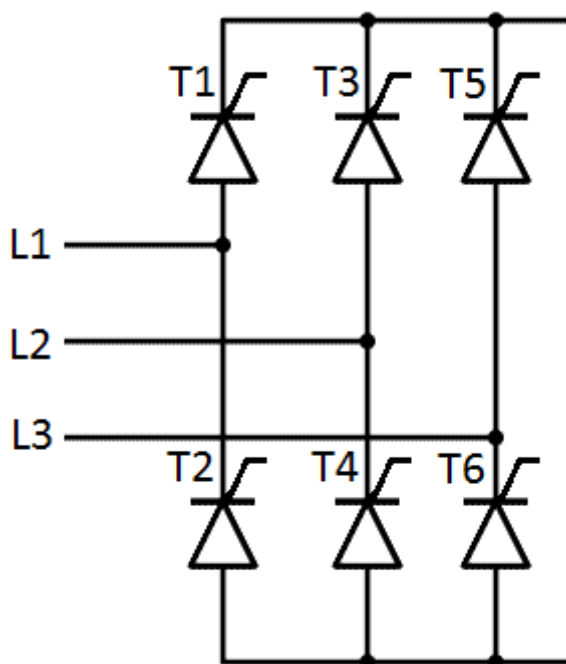
Ohjaamattomassa tasasuuntaajassa on tavallisesti 6-pulssinen tai 12-pulssinen dioditasasuuntaaja. Tarkastellaan 6-pulssista, ensimmäisessä diodiryhmässä on D1, D3 ja D5 toisessa diodiryhmässä on D2, D4 ja D6. Kuvassa 0 verkkojännite L1 kulkee diodeihin D1 ja D2. Diodien asentojen takia virta voi vain kulkea diodin D1 läpi. Diodi D1 johtaa, kun vaihtosähkö on positiivinen, ja diodi D2 johtaa, kun vaihtosähkö on negatiivinen. Diodit D3 ja D4 muuntavat L2-tulevan vaihtosähkön tasasähköksi ja diodit D5 ja D6 muuntavat L3-tulevan vaihtosähkön. Tämän tyyppisissä piireissä tasasähkö on 1,35 kertaa verkkojännitteen. [5; 3, s.13–16.]



Kuva 7: Ohjaamaton tasasuuntaaja 6 diodilla.

3.5 Ohjattu kokoaaltosuuntaaja

Ohjatussa kokoaaltosuuntaajassa on samanlainen asetelma kuin ohjaamattomassa, mutta diodien sijaan on tyristorit, kuten kuvassa 8. Näissä voidaan myös käyttää IGBT-transistoreja. Ohjatun tasasuuntaajan huono puoli ohjaamattomaan tasasuuntaajaan on, että se aiheuttaa suuria häiriöitä ja häviöitä syöttöverkossa. Syy on, että tasasuuntaaja ottaa suuren loisivirran, kun tyristorit ovat johtavina syöttöverkossa. Etuna ohjatulla tasasuuntaajalla on, että välipiiriin syötetty jarrutusenergia voidaan siirtää takaisin verkkoon. [5; 3, s.13–16.]



Kuva 8: Kuvassa on ohjattu tasasuuntaaja 6-tyristorilla.

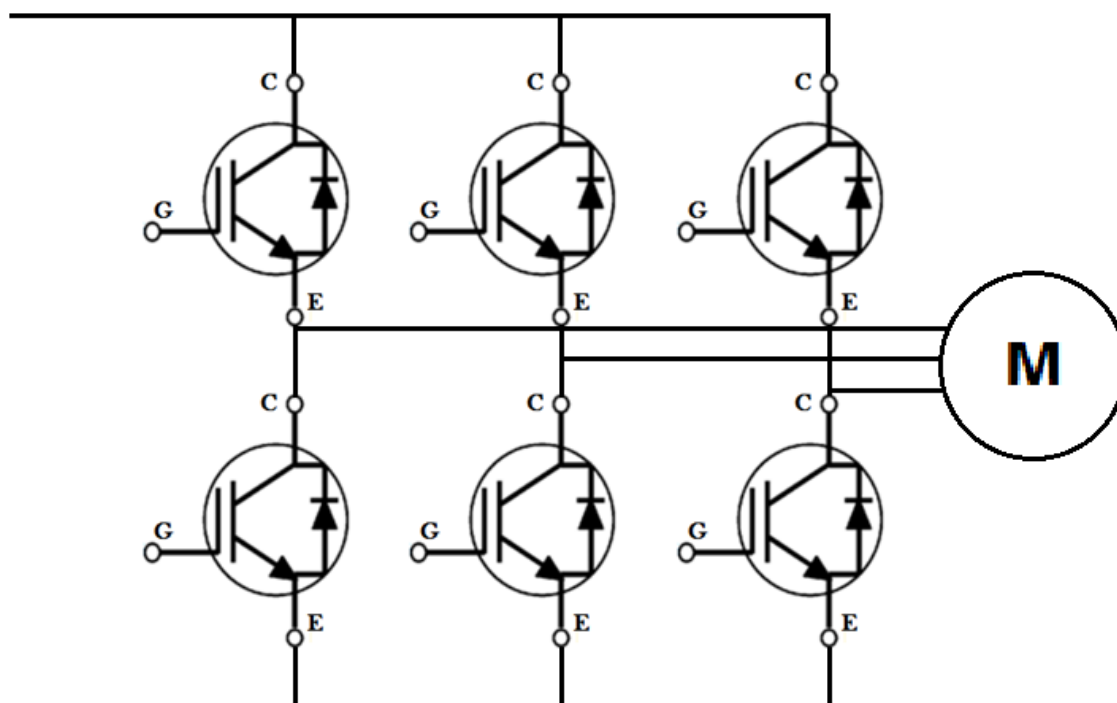
3.6 Jännite- ja virtavälipiiri

Jännitevälipiirissä on kondensaattori ja mahdollisesti myös suodatinkuristin, jarrukatkoja ja siihen liittyvä vastus. Kondensaattorin tarkoitus on toimia hetkellisenä energiavarastona, jonka tarkoitus on pitää tasajännitteen suuruus vaakana. Jos kondensaattori on mitoitettu riittävän suureksi, niin muuttaja käyttäytyy syöttöverkon suuntaan vakiojännitelähteen tavoin.

Virtavälipiirissä on kuristin, jonka tarkoituksena on myös toimia energiavarastona, mikä pitää välipiirin virran tasaisena. Tässäkin tapauksessa, jos kuristin on mitoitettu riittävän suureksi, niin muuttaja käyttäytyy syöttöverkon suuntaan vakiovirtalähteen tavoin. [2, s.48–49; 7.]

3.7 Vaihtosuuntaaja

Vaihtosuuntaaja on taajuusmuuttajan viimeinen osio ennen moottoria, ja se toteutetaan yleensä IGBT-transistoreilla, mutta myös GTO-tyristoreilla. Välipiiristä vaihtosuuntaajalle tulee joko muuttuvaa tasavirtaa tai -jännitettä tai vakiotasajännitettä. Kun vaihtosuuntaajalle tulee muuttuva virta tai jännite, niin sen tarvitsee vaikuttaa vain taajuuteen. Jos taas jännite on vakio, vaihtosuuntaajan tulee ohjata jännitteen taajuutta ja amplitudia. Vaikka vaihtosuuntaajien toiminnot poikkeavat toisistaan, on ne periaatteessa tehty samalla tavalla. Vaihtosuuntaajan ohjausmenetelmiä on skalaariohjaus ja säätö, vektorisäätö ja DCT eli suoravääntömomenttisäätö. [3, s. 18–21; 5.]



Kuva 9: Vaihtosuuntaaja.

3.8 Ohjauspiiri

Ohjauspiirillä tai ohjauskortilla ohjataan taajuusmuuttajaa. Ohjauspiiri muodostuu signaaliprosessorista ja sen ympärille rakennetusta logiikasta. Ohjauspiirillä on neljä pääasiallista tehtävää: ohjata taajuusmuuttajan puolijohteita, tiedonsiirto taajuusmuuttajan ja lisälaitteiden välillä, kerätä tietoa ja raportoida virheviestejä, ja suorittaa turvatoimintoja taajuusmuuttajalle ja moottorille. Usein taajuusmuuttajiin saa lisävarusteena kenttäväyläsovittimen, jonka avulla taajuusmuuttajaa voidaan ohjata avoimen kenttäväyläliitännän kautta. Ohjauspiirin ohjaustapa riippuu taajuusmuuttajan rakenteesta. [5.]

4 Multidrive ja ACS880

4.1 Multidrive

ABB multidrive -taajuusmuuttaja koostuu useista yksiköstä. Yksiköt ovat industrial drive -moduuleita, jotka on kytketty yhteiseen tasajännittevälipiiriin Yhteinen tasajännitevälipiiri syöttää vaihtosuuntaajamoduuleihin tasajännitettä, joka saadaan multidrive -syöttöyksiköstä. Multidrivessä on useampia etuja, kuten vähemmän kaapeleita, pienemmät asennus- ja ylläpitokustannukset ja pienempi verkkovirran kulutus. Vaihtosuuntaajayksiköt, verkkoon jarruttavat IGBT-syöttöyksiköt ja tyristorisyöttöyksiköt, diodisyöttöyksiköt, jarruysikkö ja ohjausyksiköt ovat multidriven tärkeimpiä yksiköitä.

ABB industrial drive -taajuusmuuttajat (ACS800 ja ACS880) on suunniteltu prosessiteollisuuteen. Prosessiteollisuus kuuluu muuan muussa paperi- ja sellu-, metalli-, kaivos-, sementti-, energia-, kemia- sekä öljy- ja kaasuteollisuus. Näitä taajuusmuuttajia on saatavana täydellisinä taajuusmuuttajina, sekä käyttäjien, laitevalmistajien ja järjestelmäintegraattoreiden vaatimuksia vastaavina moduuleina. Taajuusmuuttajat tehdään asiakkaan tilauksesta ja ne voidaan räätälöidä tarvittavan sovelluksen mukaan. [4.]

4.2 ACS880

Vuonna 2012 ABB toi markkinoille uuden sukupolven taajuusmuuttajan ACS880. Siihen on integroitu turvaominaisuudet. Vakiona on safe torque off -toiminto, kuten muissakin ABB:n taajuusmuuttajissa. Safe torque off -toiminto eli STO on standardin määrittelemä. Se estää koneen käynnistymisen odottamattomasti tai vahingossa. Tämän toiminnon avulla esimerkiksi koneen huolto tai häiriötilanteen vian selvitys voidaan tehdä turvallisesti. STO:n avulla voidaan kone pysäyttää turvallisesti ilman, että virtaa tarvitsee katkaista kokonaan. Siksi uudelleen käynnistäminen on nopeampaa, ja se parantaa tuotantotehokkuutta. Turvamoduulin toimintoihin sisältyvät muun muassa hätäpysäytys, turvanopeus, turvajarrun ohjaus ja maksiminopeuden valvonta.

ACS880-taajuusmuuttajaa on eri jännite- ja tehoalueilla. Seinälle asennettavat ACS880-01-taajuusmuuttajat ovat tuoteperheen pienimmät, joka on kuvassa 10. Sitä on saatavilla eri runkokoossa (R1–R9), mikä helpottaa asennusta ja käyttöönottoa. Tehoalue on 0,55–

250 kW ja jännitealue 208–240 V. Kaappiin asennettavat ACS880-07-taajuusmuuttajat rakennetaan tilauksesta, joten ne vastaavat aina asiakkaan tarpeita. Kuvassa 11 on kaa-pitettu ACS880-07. Runkokoot ovat R6–R11:een asti. Tehoalue on 45–2800 kW ja jän-nitealueet 380–690 V. ACS880-17 on myös kaappiin asennettava taajuusmuuttaja, mutta on verkkoon jarruttavilla toiminnoilla varustettu ratkaisu. Verkkoon jarruttava ottaa talteen moottorin jarrutusenergian ja palauttaa sen taajuusmuuttajalle ja jaetaan edel-leen syöttöverkkoon. Runkokoko on R8i. Tehoalue on 250–3200 kW ja jännitealueet 380–690 V. ACS880-37 on matalaharmoninen taajuusmuuttaja. Se tuottaa vähemmän yliaaltoja verrattuna taajuusmuuttajiin, joissa käytetään perinteistä diodisyöttöä. Runko-koko on R8i. Teho- ja jännitealueet ovat samat kuin ACS880-17:ssä.



Kuva 10: Seinälle asennettava ACS880-01. [11.]



Kuva 11: Kaapitettu ACS880-07. [11.]

ACS880-taajuusmuuttajissa on suora momentinsäätö (DTC-tila). Tämä moottorinohjausalusta tukee induktio-, kestopagneetti- ja servomoottoreita sekä uusia tahtireluktanssimoottoreita. DTC ohjaa moottorin pysäytystilasta enimmäismomenttiin ja säätää sen nopeutta tarkasti ilman tarvetta takaisinkytkentäantureille. Se myös mahdollistaa moottorille korkean ylikuormitettavuuden ja suuren käynnistysmomentin. [9; 10]

DTC eli suora momenttivääntö on ABB:n kehittämä tekniikka. Siinä vuovektorivääntö toteutetaan ilman takaisinkytkentää. Siinä moottorin momentti lasketaan suoraan ilman modulaatiota. Magneettivuo ja moottorin momentti ovat moottorin säätösuureet. Eli modulaatiota ei tarvita eikä takometriä tai asentoanturia moottorin akselin nopeuden tai asennon takaisinkytkentään. DTC-tekniikalla käytön momenttivaste on jopa kymmenen kertaa nopeampi kuin minkään tasavirta- tai vaihtovirtakäytön. DTC-käyttö pystyy toimimaan kuten tasavirta- tai vaihtovirtakäyttö. [12.]

5 Työn suorittaminen

5.1 Koestaminen

Koestamisella tarkoitetaan sähköasennuksen käyttöönottotarkastusta. Koestamiseen kuuluu visuaalinen, mekaaninen ja sähköinen tarkastus ja sähköiset toimintakokeet.

Visuaalisessa ja mekaanisessa tarkastuksessa käydään läpi kohteet silmämääräisesti tai kokeilemalla, jotta kaikki on ehjiä ja/tai tehty ohjeitten mukaisesti. Tarkistetaan seinä-, lattia- ja kattorakenteet. Tarkistetaan kojeiston kokoonpano- ja rakennekuvista, että ne on tehty kuvien mukaisesti. Seinistä ja ovista tarkastetaan, että maalipinnat ovat ehjät. Samalla tarkastetaan, että kojeiston kotelointiluokka on asiakkaan tilaama ja tehty myös ohjeitten mukaisesti. Tarkastetaan, että kaikki lisätarvikkeet ovat mukana, kuten kaappien liitännänsä tarvittavat pultit, kiskot ja ohjeet. Kaappi käydään läpi ja varmistetaan, että se sisältää kaikki asiakkaan tilaamat osat ja laitteet. Käydään läpi muuntajien, aika- ja suojarleitten asetukset, että ne ovat piirikaavion mukaiset. Tarkastetaan, että kojeissa ja yksiköissä on kojetunnukset, tarrat ja johdinmerkit. Jos laitteeseen tehdään muutoksia valmistus/asennusvaiheessa, pitää kuvat päivittää asiakkaalle.

Sähköinen tarkastus aloitetaan maadoittamalla kaappi. Maadoitus tehdään turvallisuuden takia. Kaapista suljetaan kaikki suoja-, varoke- ja kuormakytkimet. Kaapista kytketään irti ohjaukshortit, maasulkumonitorit ja varistorikortit. Mitattavat piirit kytketään runkoon ja kokeet tehdään mitattavan piirin ja PE:n väliltä. Mitattavasta piiristä täytyy tehdä yhtenäinen piiri. Piirissä voi olla osia, jotka voidaan joutua ohittamaan esimerkiksi jumpereilla, jotta voidaan luoda yhtenäinen piiri. Pääpiirissä pitää yhdistää yhteen pääkontaktorin tai pääkatkaisijan liittimet, DC-kiskon liittimet, invetterien teholiittimet, jarrukatkojan teholiittimet ja ne kytketään kojeiston runkoon. Eristysvastuskoe mitataan mitattavan piirin ja PE:n välillä tietyllä tasajännitteellä. Eristysvastuskoe jännitekokeen jälkeen täytyy olla $\pm 10\%$ aikaisemmasta tuloksesta. Eristysvastuskoe tehdään ennen ja jälkeen jännitekokeen. Jännitekokeessa testataan, että eri piirit eivät ole sekoittuneet eikä missään ole vuotoja. Jännitekokeessa syötetään tasajännitettä tietyn ajan verran. Kokeessa vuotovirta ei saa ylittää tiettyä rajaa. Jännitekoe tehdään teollisuuden vaatimusten mukaisesti.

Sähköisissä toimintakokeissa testaan kaikki piirit ja piireistä muuan muussa virtalähteet, pääkontaktori, latauspiirit, ilmakatkaisijat, kenttäväylät, valokaarivartija, maasulkumonitori, lämmittimet, kytkimet, ovikojeet, ohjauskortit, puhaltimet ja releet. Kuvassa 12 näkyy kuinka paljon kaapit voi sisältää tavaraa. Tarkoituksena on tarkastaa, että asentajan tekemät kytkennät on tehty piirikaavion mukaisesti. Kaikki mitä voidaan testata sähköisesti, testataan sähköisesti, muuten esim. yleismittarilla mittaamalla. Kun kytkennät on tarkastettu, voidaan ohjauskorteille laittaa muistitikut. Muistitikuille on ladattu moduuleille oikea ohjelmisto. Ennen käytön testiajoa, pitää asettaa oikeat parametriasetukset kenttäväylille ja moduuleille. Parametriasetukset voidaan syöttää tietokoneella DriveComposer Pro -ohjelmalla tai ovipaneelilta. Testiajossa testataan taajuusmuuttajat. Testissä testataan pyörimissuunnat, käynnistyksenesto ja hätä-seis-toiminnot.



Kuva 12: ACS880-07 runkokoko 1xD8T+2xR8i.

5.2 Koestusohje

Koestusohjeen tekemiseen käytin apuna vanhaa koestusohjetta, joka oli tehty ACS800:lle, sekä asiakkaalle suunniteltua ohjetta ACS880:lle. Asiakasohje ACS880 oli englanniksi, joten aloitin työn kääntämällä ohjeen ensin suomeksi. Lisäksi turvapiiristä oli monta erillistä englanninkielistä ohjetta, usealle eri versioille. Niistä keräsin oleelliset

asiat, käänsin suomeksi ja lisäsin koestusohjeeseen. Myös kuvia on kopioitu ACS800-koestusohjeesta.

Koestusohjeessa käydään läpi visuaalinen, mekaaninen ja sähköinen tarkastus sekä sähköiset toimintakokeet. Visuaalisessa ja mekaanisessa osassa käydään läpi, että asennusvaihe on tehty ohjeitten ja asiakkaan tilauksen mukaisesti. Sähköisessä tarkastuksessa tehdään eristevastus- ja jännitekoe. Molemmissa kokeissa käytetään tasavirtaa. Eristevastuskokeessa käytetään alhaisempaa jännitettä kuin jännitekokeessa. Mittaustulokset ilmoitetaan ohmeina. Kyseinen vastusarvo ilmaisee kahden johtimen välistä vastusta. Jännitekokeessa testataan eristeen jännitteensietokykyä. Mittauksessa varmistetaan, että eristysetäisyydet ja vuotovirran määrä ovat hyväksyttävällä tasolla. Mittaustuloksena saadaan vuotovirran arvo milliampeereissa. Sähköiset toimintakokeet ovat myös sitä varten, että tarkastetaan asennusvaiheen työn tulokset. Kaikki sähköiset laitteet, johdotukset ja mekaaniset osat testataan.

6 Yhteenveto

Opinnäytetyön teko oli haastavaa, koska minun työsopimukseni loppui ABB:llä samaan aikaan kun aloitin opinnäytetyön. Toinen haastava tekijä oli koestusohjeen kokoaminen useasta eri tiedostosta ja se, että siitä saadaan sen näköinen, kun ABB:llä halusivat. Tiedostoja tuli lisää ja laite ehti muuttua tehdessäni koestusohjetta. ABB:llä ohjaajallani Timo Miittisellä on onneksi pitkä kokemus koestamisesta, niin häneltä löytyy tietoa ja taitoa. Timon opastuksella koestusohjeeseen tehtiin tarvittavia muutoksia ja lisäyksiä. Ilman Timon panostusta en näkisi, että tämä ohje olisi valmistunut.

Koestusohjeessa muutama kohta meni täysin uusiksi laitemuutosten takia. Turvapiiri muuttui eniten eikä vanhaa ohjetta ei voinut käyttää apuna. Myös 3-vaihesen jarruryhmän testaus meni uusiksi. Koin myös vastoinkäymisiä opinnäytetyön alussa, kun muistitikuni rikkoutui missä oli mm. opinnäytetyö ja koestusohje. Onneksi tämä tapahtui vielä kohtalaisen alussa tätä projektia, niin jaksoin aloittaa työn uudelleen.

Koestusohje ei vielä ole täysin valmis, kun palautan opinnäytetyön, mutta jatkan työtä vielä hiukan. Haluan saada siitä omasta mielestäni hyvän. Tähän syynä on, että ABB:llä miettivät, jos koestusohje käännettäisiin myöhemmin usealle eri kielelle.

Lähteet

- 1 SähköNet. Verkkodokumentti. <<http://blogit.jao.fi/sahkonet/kappaletavara-auto-maatio/taajuusmuuttajat/>>. Luettu 20.3.2016.
- 2 Niiranen, Jouko. 2000. Sähkömoottorikäytön digitaalinen ohjaus. Helsinki: Ota-tieto.
- 3 Suomen sähkö- ja teleurakoitsijaliitto. 1997. Taajuusmuuttajat: käyttö, asennus, häiriöt.
- 4 ABB:n taajuusmuuttajat. 2006. Verkkodokumentti. <http://www.auser.fi/wp-content/uploads/ABB_tajuusmuut.valintaopas_REV_D_FI.pdf> Luettu 1.3.2016.
- 5 Savolainen, Markku. Verkkodokumentti. <http://www.oamk.fi/cdn/fileuploads/pienvoimalaitoksen_kayttotekniikkamarkku_savolainen.pdf>. Luettu 11.2.2016.
- 6 Esala, Mikko. Verkkodokumentti. <<http://www.kolumbus.fi/mikko.esala/transistorit.pdf>>. Luettu 3.3.2016.
- 7 Farin, Juho. 2009. Verkkodokumentti. <<http://www.vtt.fi/inf/julkaisut/muut/2009/TAMU-loppuraportti.pdf>>. Luettu 1.4.2016.
- 8 ABB Oy. <https://library.e.abb.com/public/2abc426982e203e6c1256e4d004deb49/ACS_6000c_Cycloconverter.pdf>. Luettu 2.4.2016.
- 9 ABB Oy <<http://www.abb.pl/cawp/seitp202/6a86e45a4b44ebf0c1257992001ffc3d.aspx>>. Luettu 5.4.2016.
- 10 ABB Oy <https://library.e.abb.com/public/cb0da58246ba4a62aaae948d808fcc7d/FI_ACS880_single_drives_3AUA0000124140_RevJ.pdf>. Luettu 5.4.2016.
- 11 ABB Oy <<http://new.abb.com/drives/fi/pienjannitetaajuusmuuttajat/teollisuustajuusmuuttajat/acs880-tajuusmuuttajat> >. Luettu 5.4.2016.
- 12 ABB Oy <<https://library.e.abb.com/public/fdba0b31a34b89d1c1256d280040b4ae/Tekninenopasnro1.pdf>>. Luettu 5.4.2016.

- 13 ABB Oy <https://library.e.abb.com/public/660bdd843b2140a4b6594d725e8f13d3/3AUA0000139403_REVK.PDF>. Luettu 5.4.2016.