

**Niko Eilola**

# **DC-KÄYTÖN OPETUSLAITTEISTO**

**Opinnäytetyö  
CENTRIA-AMMATTIKORKEAKOULU  
Sähkötekniikan koulutusohjelma  
Kesäkuu 2016**

**TIIVISTELMÄ OPINNÄYTETYÖSTÄ**

<b>Yksikkö</b> Ylivieska	<b>Aika</b> Kesäkuu 2016	<b>Tekijä/tekijät</b> Niko Eilola
<b>Koulutusohjelma</b> Sähkötekniikka		
<b>Työn nimi</b> DC-KÄYTÖN OPETUSLAITTEISTO		
<b>Työn ohjaaja</b> Jari Halme	<b>Sivumäärä</b> 28	
<b>Työelämäohjaaja</b> Kari Saaranen		
<p>Tein opinnäytetyön Centria ammattikorkeakoululle. Työn aiheena oli asentaa uusi DCS 800 -tyristori-suuntaaja ammattikorkeakoulun sähkövoimatekniikan laboratorioon. Vanhaa DCS 500 -tyristorisuuntaajaa ei voinut enää käyttää, joten tilalle täytyi hankkia uusi opetuslaitteisto.</p> <p>Työhön sisältyivät oikeanlaisen DCS 800 -suuntaajan valinta ja asentaminen. Asennusvaiheessa täytyi tehdä uudenlaisia kytkentöjä kojeistoon, joka tukee DCS 800 -suuntaajaa. Lisäksi suuntaajaa ohjaavaan tietokoneeseen asennettiin DriveWindow Light -ohjelma, jolla voi suuntaajaa käyttää kaukokäytöllä. Lopuksi piirrettiin piirikaaviot DCS 800 -suuntaajan kojeistosta, johon tuli muutoksia.</p>		
<b>Asiasanat</b> DC-käyttö, DCS 500, DCS 800		

**ABSTRACT**

<b>CENTRIA UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES</b> Ylivieska	<b>Date</b> June 2016	<b>Author</b> Niko Eilola
<b>Degree programme</b> Electrical engineering		
<b>Name of thesis</b> DC DRIVE EDUCATION EQUIPMENT		
<b>Instructor</b> Kari Saaranen		<b>Pages</b> 28
<b>Supervisor</b> Jari Halme		
<p>The thesis was commissioned by the Centria University of Applied Sciences. The purpose of the thesis was to install a new DCS 800 drive to the laboratory of electrical engineering. The old DCS 500 drive couldn't be used again, so it had to be replaced with a new education equipment.</p> <p>The thesis included the selection, and installation of the new DCS 800 drive. Furthermore, DriveWindow Light computer program had to be installed into the computer, so that the drive could be used remotely. New circuit diagrams were drawn to replace the old outdated ones.</p>		

<p><b>Key words</b> DC drive, DCS 500, DCS 800</p>
--

## KÄSITTEIDEN MÄÄRITTELY

2-kvadranttinen	momentti-kierrosnopeus-koordinaatiston kahdessa neljänneksessä toimiva sähkömoottorikäyttö
4-kvadranttinen	momentti-kierrosnopeus-koordinaatiston neljässä neljänneksessä toimiva sähkömoottorikäyttö
A/D	analogi-digitaalimuunnos
D/A	digitaali-analogimuunnos
tyristori	nelikerroksinen bipolaarinen puolijohdekomponentti

## **ESIPUHE**

Haluan kiittää ABB Oy:tä DCS 800 -tyristorisuuntaajan lahjoituksesta, sekä Kari Saarasta opinnäytetyön eri vaiheiden opastuksesta.

**TIIVISTELMÄ**  
**ABSTRACT**  
**KÄSITTEIDEN MÄÄRITTELY**  
**ESIPUHE**  
**SISÄLLYS**

<b>1 JOHDANTO .....</b>	<b>1</b>
<b>2 TASA VIRTAMOOTTORIT .....</b>	<b>2</b>
<b>2.1 Vierasmagnetoitu tasavirtamoottori .....</b>	<b>2</b>
<b>2.2 Sivuvirtamoottori .....</b>	<b>2</b>
<b>2.3 Sarjamoottori.....</b>	<b>3</b>
<b>2.4 Kompoundimoottori .....</b>	<b>4</b>
<b>3 DCS 500.....</b>	<b>5</b>
<b>3.1 SDCS-CON-1 .....</b>	<b>6</b>
<b>3.2 SDCS-POW-1 .....</b>	<b>7</b>
<b>3.3 SDCS-PIN-11 .....</b>	<b>7</b>
<b>3.4 CMT/DCS500 .....</b>	<b>8</b>
<b>4 LAITTEISTON SUUNNITTELU .....</b>	<b>9</b>
<b>5 ASENNUS.....</b>	<b>13</b>
<b>6 DRIVEWINDOW LIGHT 2 .....</b>	<b>24</b>
<b>7 LOPUKSI.....</b>	<b>27</b>
<b>LÄHTEET .....</b>	<b>28</b>

## 1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli asentaa uusi DC-käytön opetuslaitteisto Centria ammattikorkeakoulun sähkövoimatekniikan laboratorioon. Entinen opetuslaitteisto käytti DCS 500 -tyristorisuuntaajaa ohjaamaan harjoituskäyttöön tarkoitettua tasavirtamoottoria. Suuntaajaa ohjaavan tietokoneen hajottua ei opetuslaitteistoa voitu enää käyttää kaukokäytöllä. Uudemmat tietokoneet eivät tue DCS 500 -suuntaajan käyttämää tietokoneohjelmaa, joten ammattikorkeakoulu päätti uudistaa opetuslaitteiston.

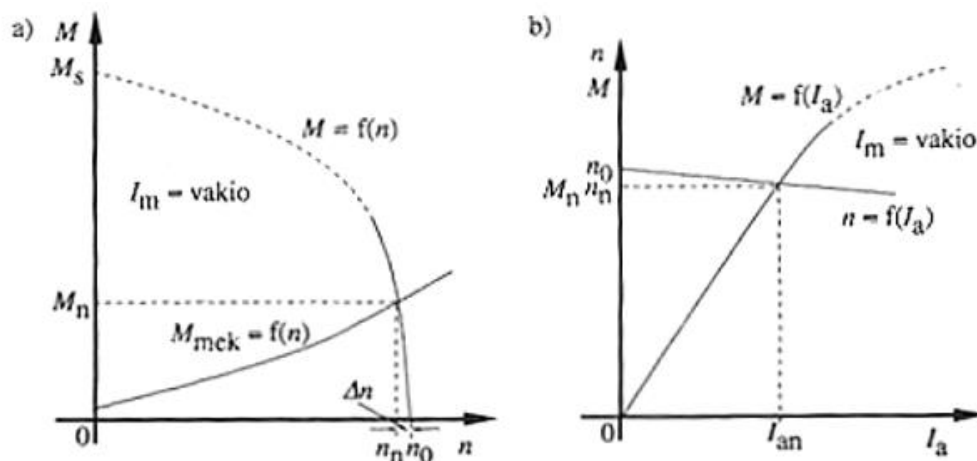
Opinnäytetyöhön sisältyi uuden DCS 800 -suuntaajan valinta ja asennus, sekä uuden tietokoneohjelman asentaminen. Uuden laitteiston täytyi vastata vanhaa, jotta sillä voidaan käyttää samaa DC-moottoria. Lisäksi vanhat piirikaaviot täytyi päivittää, sillä vanhaan laitteistoon tehtiin joitain muutoksia.

## 2 TASAVIRTAMOOTTORIT

Koska DCS-suuntaajat on tarkoitettu tasavirtamoottoreiden käyttöön, on niitä hyvä tarkastella. Tässä kappaleessa kuvataan yleisesti tasavirtakoneita sekä sitä, miten ne on jaoteltu magneetoinnin perusteella.

### 2.1 Vierasmagnetoitu tasavirtamoottori

Vierasmagnetoitu tasavirtamoottori ottaa magneetointivirran ulkoisesta lähteestä. Kuormituksen muuttuessa vierasmagnetoitussa tasavirtamoottorissa pyörimisnopeus muuttuu vain vähän ja vääntömomentti kasvaa verrattain jyrkästi kuormituksen kasvaessa. (Aura, Tonteri 1996, 293.)

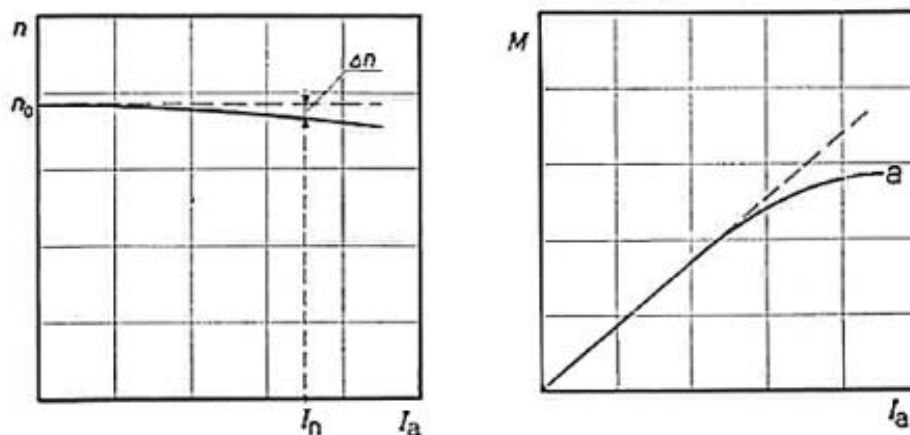


KUVIO 1. a) Tasavirtamoottorin vääntömomentti pyörimisnopeuden funktiona, b) Vääntömomentin ja pyörimisnopeuden riippuvuus ankkurivirrasta, kun ankkurijännite on vakio ja magneetointivirta on vakio (mukaillen Aura, Tonteri 1996, 293)

### 2.2 Sivuvirtamoottori

Sivuvirtakoneessa päänaivoilla on asennettu sivuvirtakäämitys. Sivuvirtamoottorin momentti kasvaa suoraan verrannollisena ankkurivirtaan nähden, jos magneettivuo on riippumaton kuormituksesta. Hyviä ominaisuuksia sivuvirtamoottorilla on sen tasainen pyörimisnopeus. (Järvinen 1967, 410.)

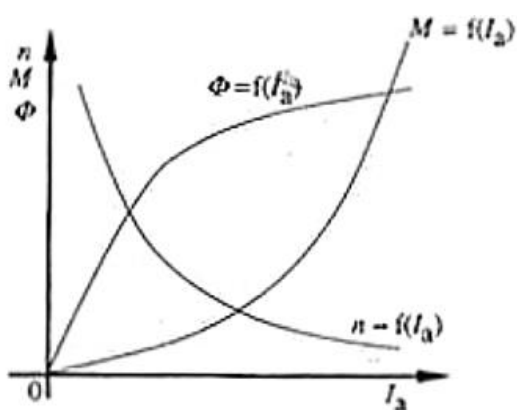




KUVIO 2. Sivuvirtamoottorin pyörimisnopeuden riippuvuus ankkurivirrasta ja vääntömomentin riippuvuus ankkurivirrasta, kun syöttöjännite on vakio (mukaiillen Järvinen 1967, 409)

### 2.3 Sarjamoottori

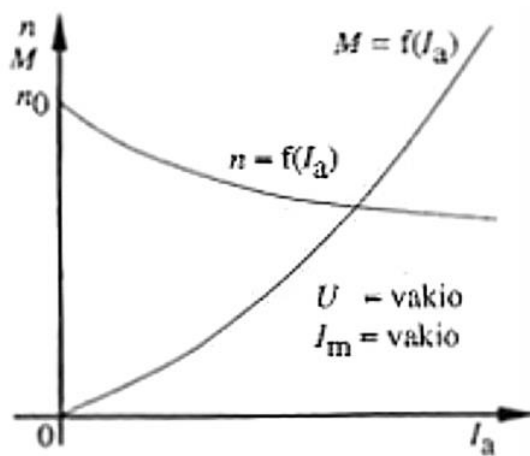
Sarjamoottorissa päänavoille on asennettu sarjakäämitys, joka on kytketty sarjaan ankkuriin kanssa. Näin ollen sarjamoottorissa toimii magnetointivirtana ankkurivirta. Sarjamoottorin vääntömomentti kasvaa verrannollisena kuormitusvirran neliöön. Koska ankkuri- eli kuormitusvirta menee suoraan magnetointikäämin läpi, tehdään sarjamoottorin magnetointikäämitys yleensä paksummasta johtimesta. Magnetointikäämissä on myös yleensä vähemmän kierroksia. (Aura, Tonteri 1996, 296.)



KUVIO 3. Sarjamoottorin pyörimisnopeuden, vääntömomentin ja päävuon riippuvuus ankkurivirrasta (mukaiillen Aura, Tonteri 1996, 297)

## 2.4 Kompoundimoottori

Kompoundimoottorissa on sekä sarja- että sivuvirtakäämitys. Moottorilla ovat joko sivuvirtamoottorin tai sarjamoottorin ominaisuudet hallitsevia riippuen siitä, kumpi käämi on hallitseva. Yleensä sivuvirtakäämitys toimii varsinaisena magnetointikääminä, ja sarjakäämityksellä joko heikennetään tai vahvistetaan magneettikenttää, jonka sivuvirtakäämitys luo. Vastakompoundoituksi moottoriksi kutsutaan sellaista moottoria, jossa sarjakäämitys heikentää sivuvirtakäämin tuottamaa magneettikenttää. Myötäkompoundoituksi moottoriksi kutsutaan sellaista moottoria, jossa sarjakäämitys vahvistaa kenttää.



KUVIO 4. Kompoundimoottorin pyörimisnopeuden ja vääntömomentin riippuvuus ankkurivirrasta (mukaillen Aura, Tonteri 1996, 298)

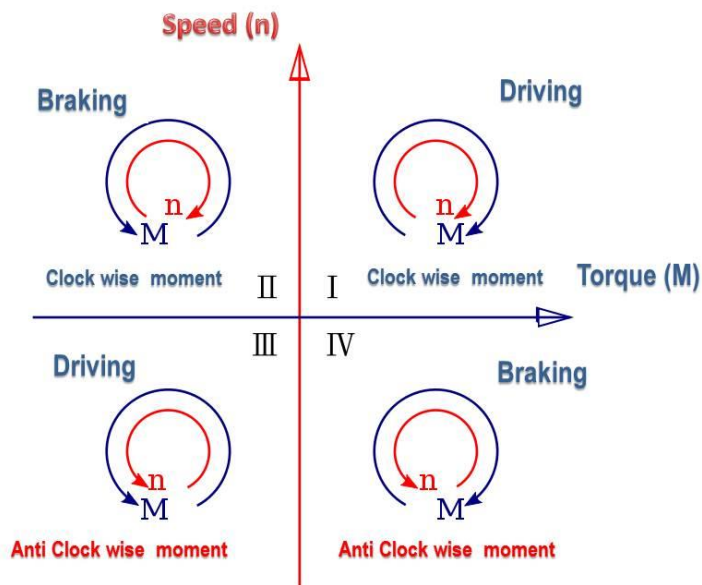
### 3 DCS 500

DCS 500 -tyristorisuuntaaja on säädettävä suuntaaja, joka on tarkoitettu tasasähkömoottorin pyörimisnopeuden tarkkaan säätöön. Sen toiminta perustuu tasasuuntaajaan, jossa on tyristorisilta, jonka avulla voidaan muuttaa kolmivaiheinen vaihtojännite säädettäväksi tasajännitteeksi. Laitetta on mahdollista käyttää irrotettavan ohjauspaneelin avulla tai tietokoneella, siihen asennettavan ohjelman avulla.



KUVA 1. DCS 500 -tyristorisuuntaajaa

DCS 500 -suuntaajia on saatavilla neljä eri tyyppiä C1, C2, C3 ja C4, virta-alueella 25 ... 5150 A ja jännitealueella 220 ... 1000 V, 2- tai 4-kvadranttisena. Kuviossa 5 on esitetty 2- ja 4-kvadranttisen moottorin toiminta. Laitteessa on vakiona SDCS-CON-1-ohjauspiirikortti, SDCS-POW-1-teholähdekortti, SDCS-PIN-11-tehosovitinkortti, lisäksi tarjolla on useita eri vaihtoehtoisia optioita.



KUVIO 5. Momentti-nopeus-koordinaatisto (Wikipedia 2012)

### 3.1 SDCS-CON-1

SDCS-CON-1 on ohjauskortti, joka perustuu mikroprosessoriin 80C186 ja ASIC piiriin DC94L01. Kortilla on kaksi RS 485 -liityntää magnetoinnin tehollähteelle ja ohjauspaneelille liittimissä X33 ja X34. Järjestelmäsovellus on ladattu Flash PROMille D33 ja D34. Sovelluksen parametrit tallennetaan Flash PROMille D35. (DCS500 Standard Drives DC Drives 25 to 5150 A installation and start-up manual.)

ASIC (Application Specific Integrated Circuit), eli sovelluskohtainen mikropiiri sijaitsee SDCS-CON-1-ohjauskortilla, jossa suurin osa suuntaajan mittauksista ja ohjaustoiminnoista tapahtuu. Sen kautta tapahtuu kommunikointi sekä ohjauspaneelin ja tietokoneen kanssa, että magnetoinnin te-

holähteen kanssa. Sillä toteutetaan myös A/D ja D/A muuntaminen ja tuotetaan tyristorien liipaisupulsseja. Suuntaajassa on lisäksi watchdog-funktio, jota ASIC hallitsee. Watchdog-funktio on sisäinen vahtikoira, joka vahtii ja hallitsee ohjelman toimintaa ja tarpeen tullen pysäyttää kaikki toiminnot. (DCS500 Standard Drives DC Drives 25 to 5150 A installation and start-up manual.)

Ohjauskortti valvoo myös syöttöjännitteen suuruutta. Jos jännite laskee laukaisutason alapuolelle, kaikki I/O-rekisterit pakotetaan nolaksi ja liipaisupulssit vaimennetaan. (DCS500 Standard Drives DC Drives 25 to 5150 A installation and start-up manual.)

TAULUKKO 1. Syöttöjännite ja laukaisutaso (mukaillen DCS500 Standard Drives DC Drives 25 to 5150 A installation and start-up manual)

Syöttöjännite	+5 V	+15 V	-15 V	+24 V	+48 V
Laukaisutaso	+4.55 V	+12.4 V	-12 V	+19 V	+38 V

### 3.2 SDCS-POW-1

SDCS-POW-1 on integroitu teholähde DCS 500 -suuntaajalle. Se tekee kaikki tarvittavat tasajännitteet SDCS-CON-1 ohjauspiirikortille ja I/O korteille. Sisääntulojännitteeksi voi kytkimen avulla valita joko 230 V AC tai 115 V AC. (DCS500 Standard Drives DC Drives 25 to 5150 A installation and start-up manual.)

### 3.3 SDCS-PIN-11

SDCS-PIN-11 -tehosovitinkorttia käytetään 25 A, 50 A ja 75 A:n DCS 500 -moduuleissa 500 V jännitteellä. Tehosovitinkortilla on toimintoina liipaisupulssiipiiri pulssimuuntajilla, ankkurivirran mittaaminen virtamuuntajilla, RC-piiri tyristorien suojaamista varten, AC ja DC korkeaohminen jännitemittaus, liityntä NTC-anturille jäähdytysiin lämpötilamittausta varten, nimellisvirran skaalaus, virrattomuuden tunnistaminen ja jännitetyypin ohjelmointi. (DCS500 Standard Drives DC Drives 25 to 5150 A installation and start-up manual.)

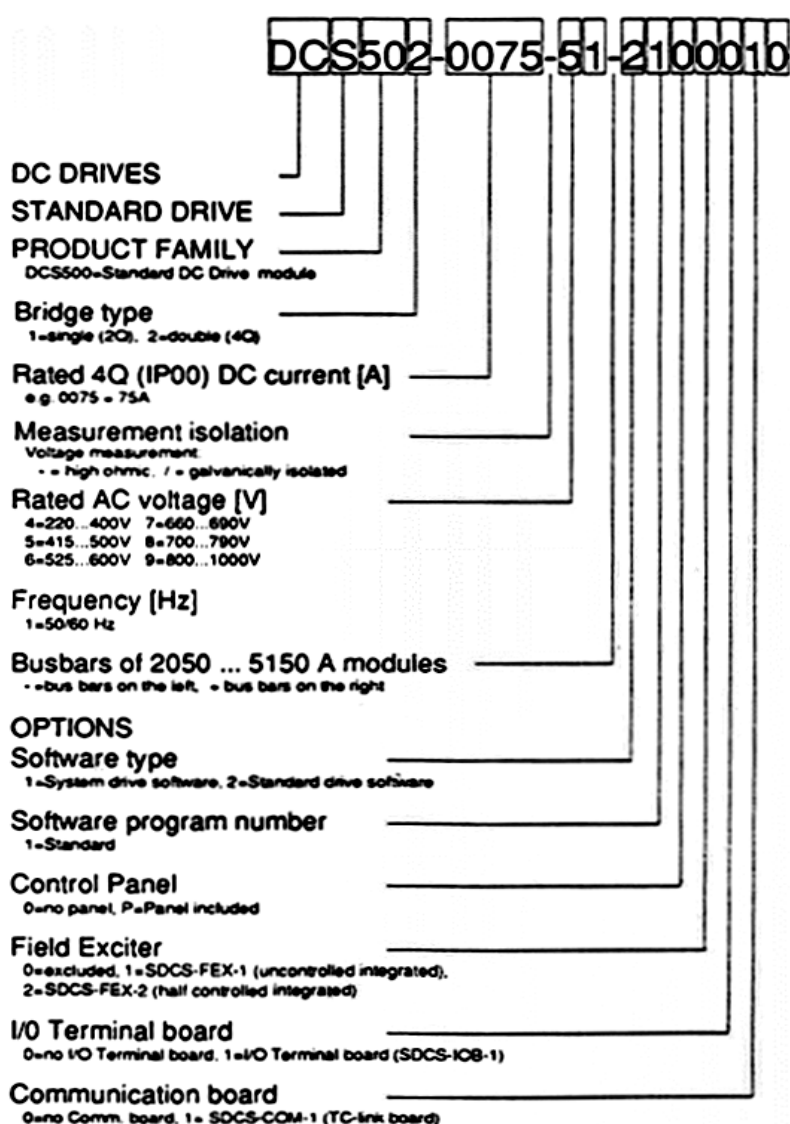
### 3.4 CMT/DCS500

DCS 500 -suuntaaja käytti tietokoneelle ladattavaa CMT/DCS500-ohjelmaa ohjaamaan suuntaajaa kaukokäytöllä. Suuntaaja yhdistettiin tietokoneeseen valokuitukaapelin kautta. Valokuitu oli kytketty tietokoneen ISA-väylään. Suuntaajassa valokuitukaapeli oli kytketty SDCS-COM-1-kortin liittimiin. SDCS-COM-1 on optionaalinen piirikortti, joka laboratorion DCS 500 -suuntaajassa oli.

CMT/DCS500-ohjelmalla pystyi muokkaamaan suuntaajan parametrejä ja ohjaamaan suuntaajaa. Perusohjelma on suunniteltu siten, että se sisältää lukuisia toimintoja, on joustava ja sopiva suurimmalle osalle suuntaaja käytöistä. (DCS500 Standard Drives DC Drives 25 to 5150 A installation and start-up manual.)

## 4 LAITTEISTON SUUNNITTELU

Tarve uudelle suuntaajalle syntyi, kun vanhaa laitteistoa ohjaava tietokone rikkoutui. Uusiin tietokoneisiin ei ole mahdollista saada DCS 500 -suuntaajan käyttämää ohjelmistoa, eikä sopivaa PC-liitäntäkorttia. Siksi järkevin vaihtoehto oli, että hankitaan uusi DCS 800 -suuntaaja, jolla vanha suuntaaja korvataan. Uusi suuntaaja täytyi valita niin, että se vastaa ominaisuuksiltaan vanhaa suuntaajaa. Lisäksi laitteistoon kuuluvat sulakkeet ja kuristimet tarkistettiin uusimistarpeen varalta.



KUVIO 6. Tyyppinumeron valinta DCS 500 -suuntaajalle (mukaillen (DCS500 Standard Drives DC Drives 25 to 5150 A installation and start-up manual))

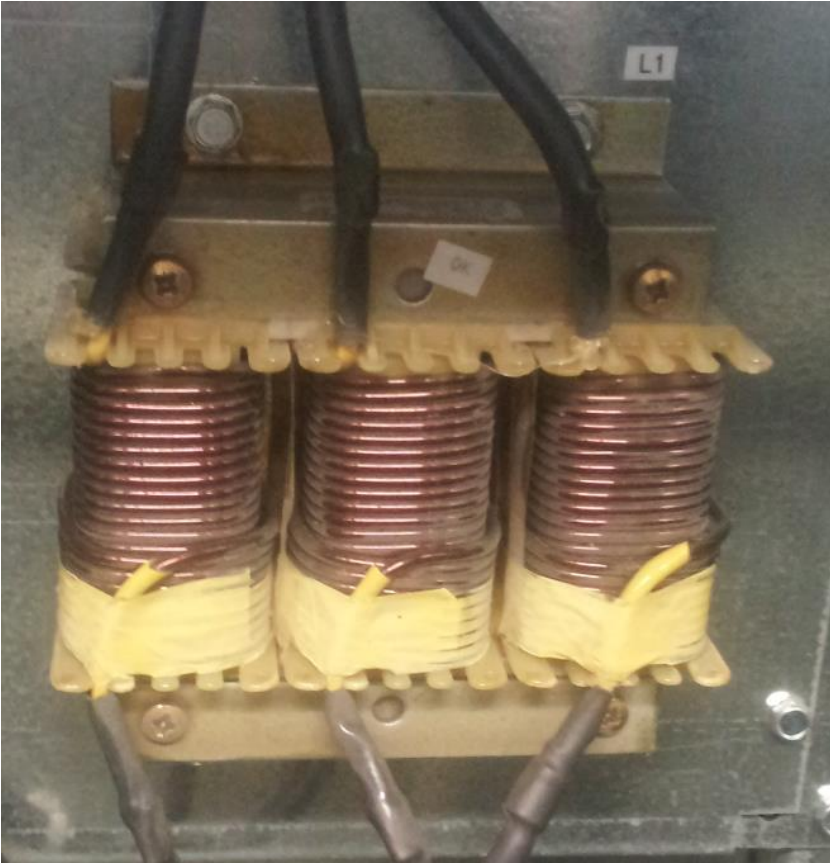
Jotta uutta suuntaajaa voitiin aloittaa hankkimaan, ensimmäisenä asiana täytyi tutustua vanhaan suuntaajaan ja kartoittaa sen ominaisuudet. Jokaisella suuntaajalla on oma tyyppinumero, josta näkee laitteen tiedot. Laitetta tilatessa saa itse valita omaan käyttötarkoitukseensa soveltuvat laitteen ominaisuudet ja arvot, kuten nimellisvirran ja nimellisjännitteen. Vanha suuntaaja oli ABB:n DCS 500 -suuntaaja, tyyppiä DCS502-0025-41-21P2100. DCS-alkuinen tyyppinumero kertoo, että laite on standardi DC suuntaaja. Numerot 502 tarkoittavat, että suuntaaja on DCS 500 -sarjan suuntaaja ja että siinä on neljäkvadranttinen tyristorisilta. 0025 tarkoittaa 25 A antovirtaa ja 41 tarkoittaa 220 ... 400 V syöttöjännitettä. Viimeinen numerosarja 21P2100 kertoo vaihtoehtoisista varusteista, joita suuntaajaan on mahdollista valita: tietokoneohjelmiston tyyppi, ohjauspaneeli, magnetointikäänin teholähde, I/O kortti ja kommunikaatiokortti. 21P tarkoittaa, että laitteessa on standardi tietokoneohjelma ja mukana on ohjauspaneeli. 210 tarkoittaa että laitteen mukana on sisäänrakennettu SDCS-FEX-2 puoliohjattu tasasuuntausilta magnetointikäänille, SDCS-IJOB-1 kortti, mutta ei kommunikaatiokorttia. Viimeinen numero 0 on vain täytenumero.

Suuntaajan sisäisten arvojen ja ominaisuuksien kartoituksen jälkeen oli seuraava vaihe selvittää laitteistoon kuuluvan kolmivaiheisen kuristimen ja sulakkeiden yhteensopivuus uuden DCS 800 -suuntaajan kanssa. Kuristimen tehtävä laitteistossa on estää suuntaajan verkkovaikutuksia. Asennettu kuristin oli 18 mH, 18 A kolmivaiheinen kuristin, jota oli mahdollista käyttää uuden suuntaajan kanssa. Pääsulakkeet olivat kokoa 50 A, 660 V, joita ei ollut tarve vaihtaa.



KUVA 2. Pääsulakkeet



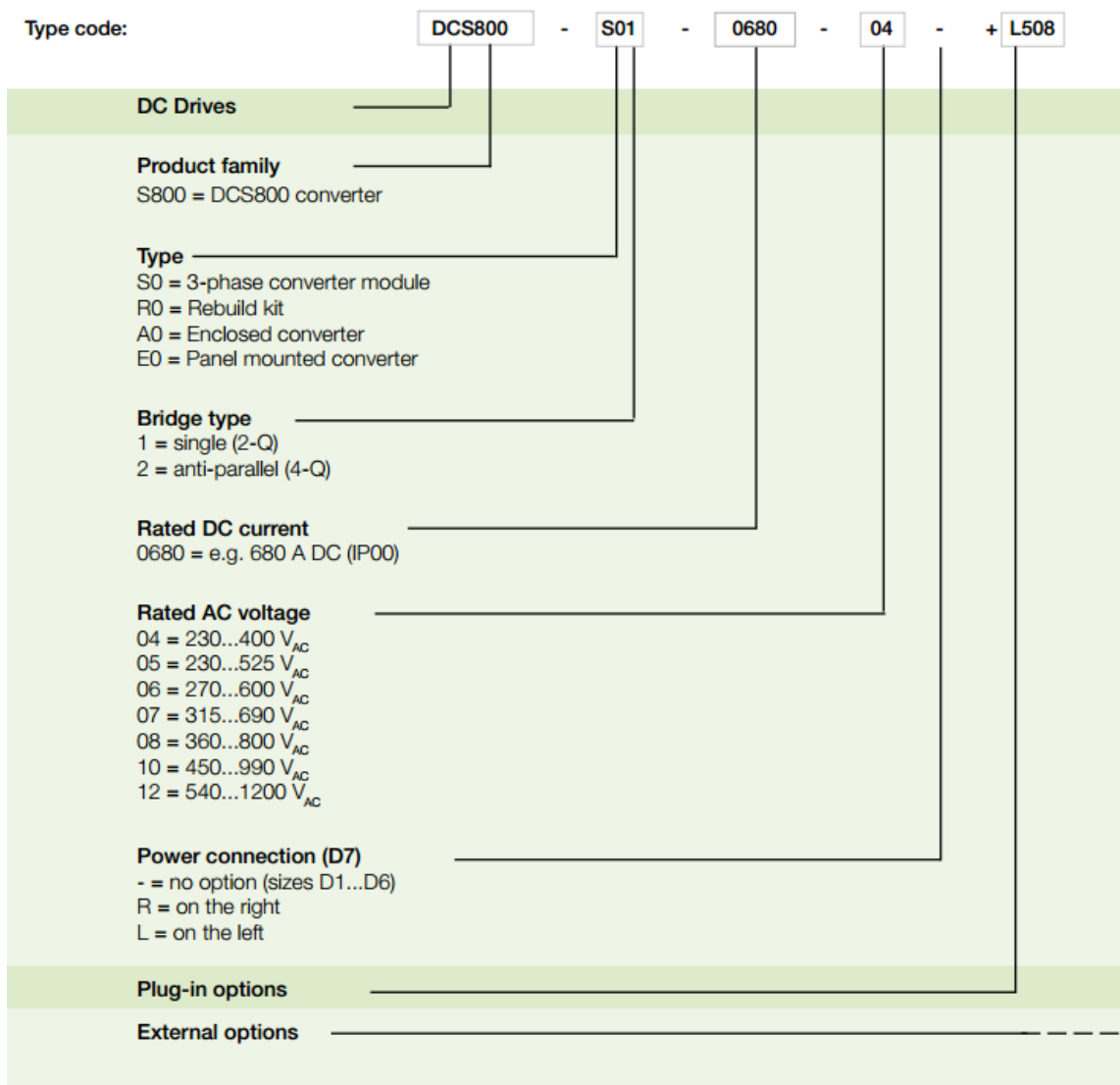


KUVA 3. Kolmivaiheinen kuristin

Kun vanha suuntaaja ja siihen kuuluvat osat tiedettiin, täytyi seuraavaksi alkaa etsiä oikeanlaista DCS 800 -suuntaajaa. Uuden suuntaajan tehon täytyi olla sama kuin vanhassa suuntaajassa. Myös sen koon täytyi vastata vanhaa suuntaajaa, muuten se ei mahtuisi kojeistoon, jonne suuntaaja tuli asentaa. Vanha DCS 500 -suuntaaja oli tyyppiä C1. Se oli pienin suuntaajatyyppejä. DCS 800 -suuntaajaa on saatavilla seitsemää tyyppiä, D1, D2, D3, D4, D5, D6 ja D7 virta-alueella 20 ... 5200 A. Kokonsa ja tehonsa mukaan järkevin vaihtoehto oli valita pienintä kokoa oleva malli D1, joka vastasi vanhaa C1 tyyppiä.

Kuten DCS 500 -suuntaajassa, DCS 800 -suuntaajaan täytyi itse valita virta-alueet ja jännitealueet, sekä vaihtoehtoiset varusteet siten, että suuntaaja on sellainen, joka soveltuu käyttötarkoitukseen. Tietojen perusteella uudeksi suuntaajaksi valittiin DCS800-S02-0025-04, jonka ominaisuudet olivat soveltuvat korvaamaan vanha suuntaaja. Tyyppinumeron valintaprosessi oli melkein samanlainen kuin DCS 500 -sarjaan kuuluvilla suuntaajilla paitsi, että suuntaajan ohjauspaneeli kuului vakiotarvikkeisiin. Tyyppinumeron alussa DCS800 tarkoittaa, että suuntaaja on DCS 800 -tuotesarjaa. S02 tarkoittaa suuntaajan olevan kolmivaiheinen, neljäkvadranttisella tyristorisillalla. 0025 viittaa 25 ampeerin antovirtaan

ja 04 viittaa 230 ... 400 voltin syöttöjännitteeseen. Kuviossa 5 nähdään, miten suuntaajan tyyppinumeron viimeiset numerot ovat vaihtoehtoisia varusteita varten, samoin kuten DCS 500 -suuntaajassa. Vaihtoehtoisia varusteita DCS 800 -suuntaajalle ovat liitäntämoduuli Fieldbus-väylään, ohjauspaneelin ulkoisen asennuksen kiinnitystarvikkeet, DDCS-kommunikaatiomoduuli ja sarjaliikennelisäportti suuntaajan ja lisälaitteen väliseen kommunikaatioon. Tilattuun suuntaajaan ei kuitenkaan ollut tarvetta hankkia vaihtoehtoisia varusteita, sillä kaikki tarvittava löytyi jo suuntaajasta itsestään. Seuraavaksi tarvitsi vain tehdä tilaus ABB:lle.



KUVIO 7. Tyyppinumeron valinta DCS 800 -suuntaajalle (mukaillen ABB DC Drives DCS800, 20 A to 5200 A Technical catalog)

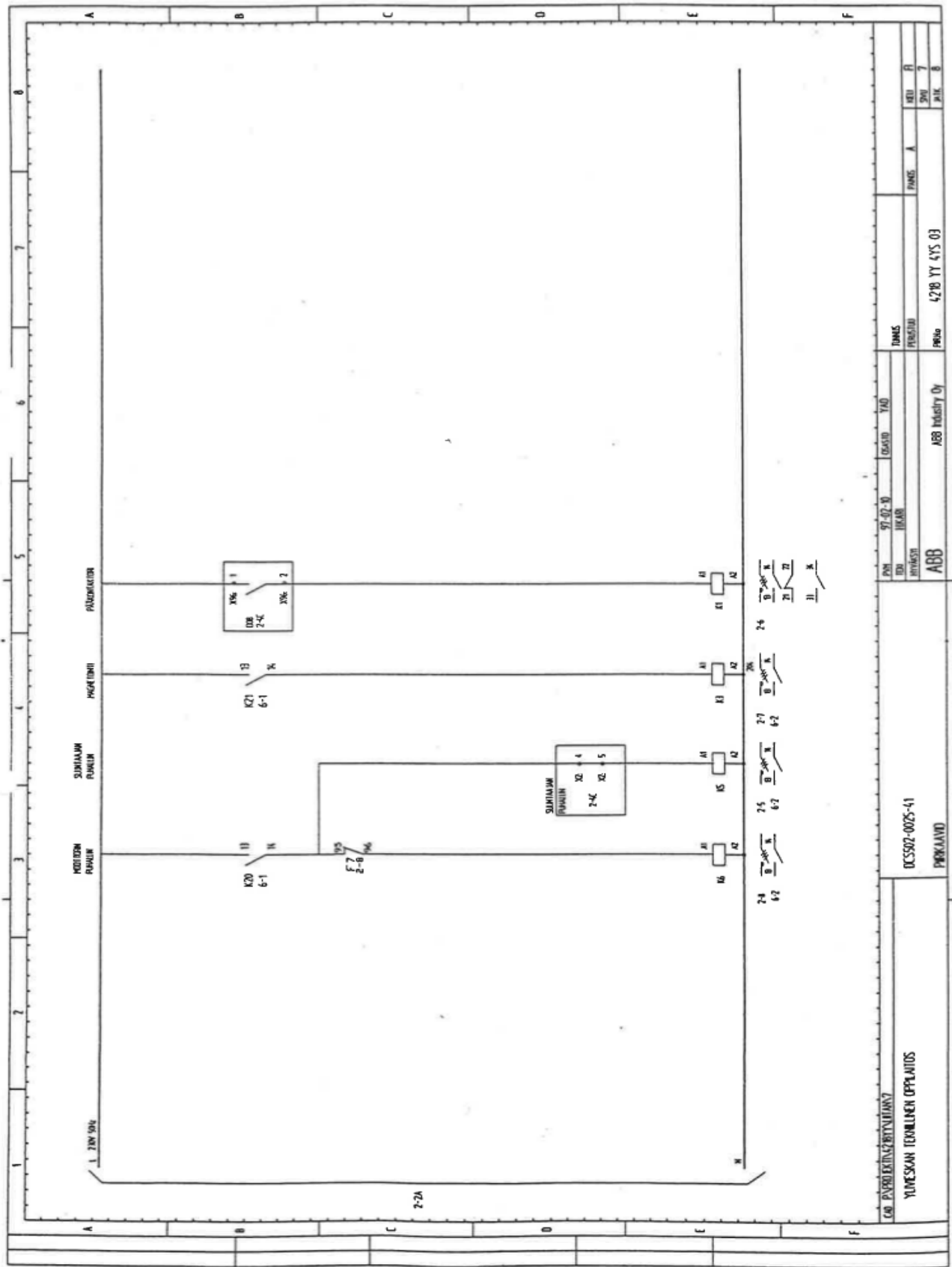
## 5 ASENNUS

DCS 800 -suuntaaja asennettiin kojeistoon, jonne DCS 500 -suuntaajakin oli asennettu. Kojeistoon oli jo asennettu kiskoille johdonsuojakytkimiä ja kontaktoreita, joita DCS 500 -suuntaaja käytti toimiakseen. Kojeiston oveen asennetut mittarit ilmaisivat ankkurijännitteen ja ankkurivirran, sekä magnetointijännitteen ja magnetointivirran. Ennen kuin uutta suuntaajaa sai alkaa asentamaan, täytyi vanha suuntaaja ottaa ensin pois paikaltaan.

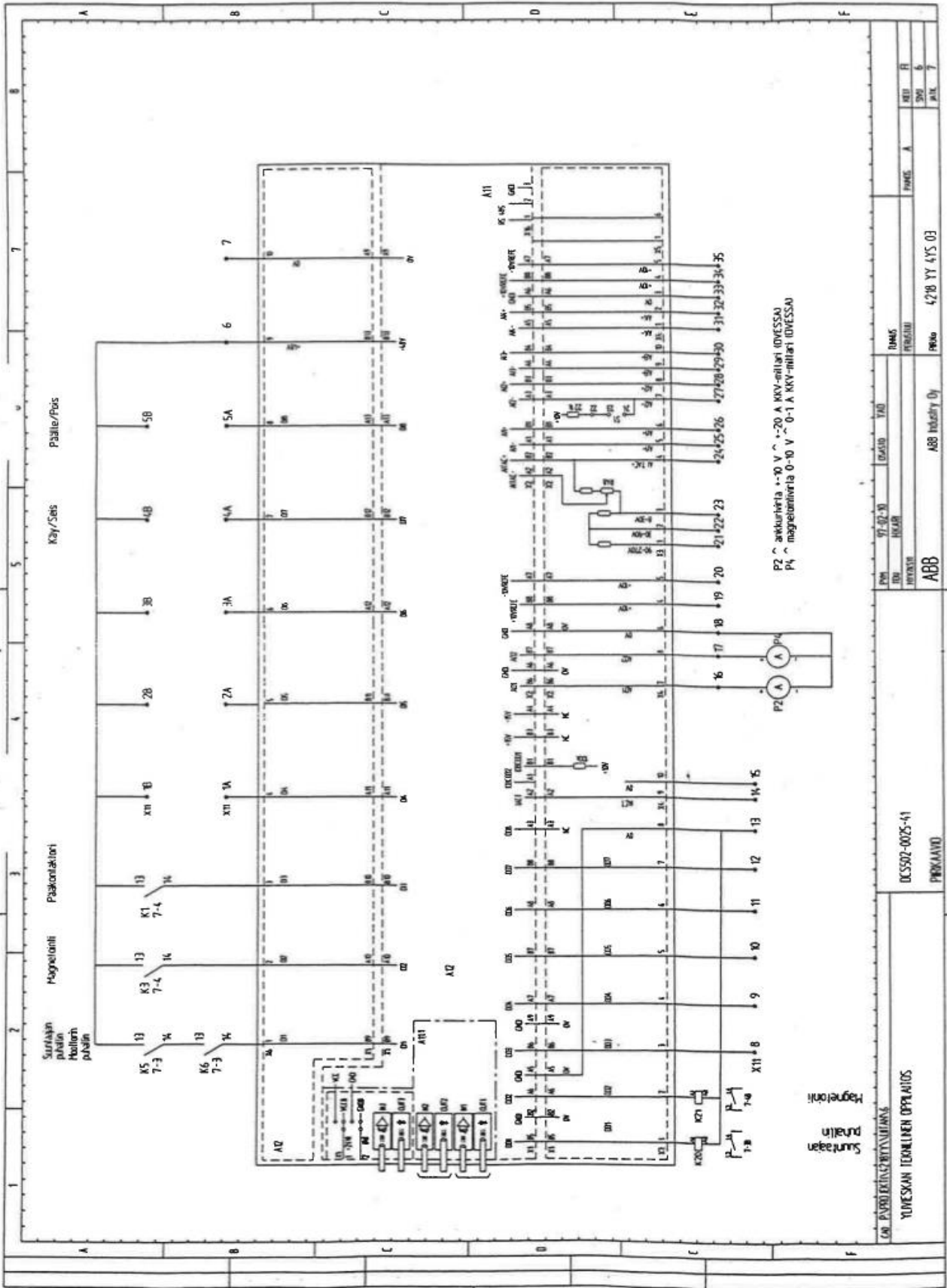
Purettaessa DCS 500 suuntaajaa pääjännitesyöttöjohtimet irrotettiin suuntaajan liittimiltä U1, V1, W1 ja moottorin ankkuripiirin johtimet liittimiltä C1 ja D1. Riviliittimillä X3 ... X7 kiinni olevat ohjausjohtimet irrotettiin ja merkittiin sekaantumisen varalta, sillä ne kytkettiin samoihin paikkoihin uudessa DCS 800 -suuntaajassa. Lisäksi tuulettimen johtimet, magnetointikäänin teholähteen johtimet ja riviliittimien X96 ja X99 johtimet irrotettiin. Suuntaaja itsessään oli pultattu kiinni kaapin kiskostoon.

Kun DCS 500 -suuntaaja oli saatu pois paikoiltaan, täytyi sen piirikaavioita tutkimalla selvittää, tarvitiinko DCS 800 -suuntaajaan kaikkia kontaktoreita ja sulakkeita. Kuvioissa 6, 7 ja 8 on esitetty alkupe-  
räiset piirikaaviot DCS 500 -suuntaajan asennuksesta.



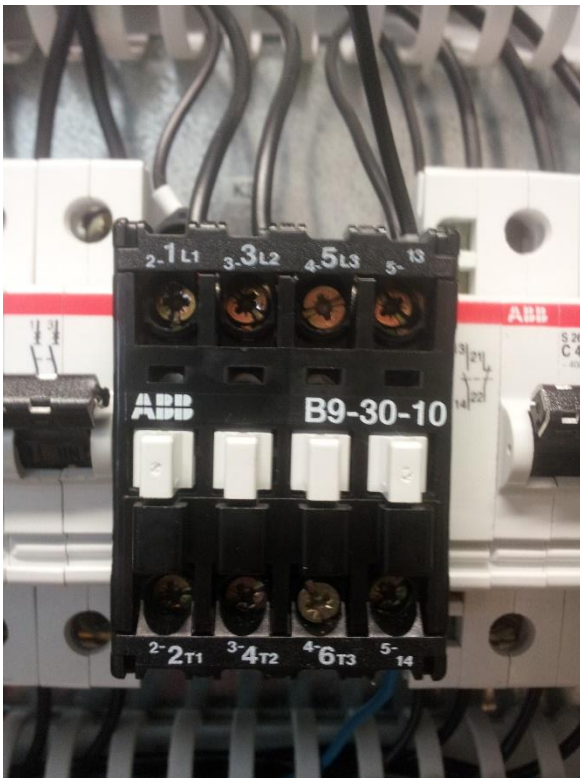


KUVIO 9. Vanha moottorin puhaltimen, suuntaajan puhaltimen, magnetoinnin ja pääkontaktorin ohjauspiirikaavio



KUVIO 10. Vanha suuntaajan ohjauspiirikaavio

Piirikaavioita tutkimalla saatiin selville, että DCS 500 -suuntaajalla oli erillinen ohjaus magnetointikäimin tehollähteelle, kun taas DCS 800 -suuntaajalla magnetointikäimin tehollähteelle ohjaus tulee suoraan suuntaajan kautta. Kuvioista 6 nähdään, että tehollähteelle tuleva ohjaus tulee suuntaajan liittimeen X1 paikkoihin 1 ja 7, ja lähtee moottorin magnetointikäimille paikoista 5 ja 3. Tehollähteen suojana on johdonsuojakytkin F3, ja ohjaus tehollähteelle on toteutettu kontaktorin K3 avulla. Kuviossa 7 on esitetty piirikaavio kontaktoreiden ohjauksesta, ja siitä näkee, että kontaktori K3 ohjautuu päälle vain silloin, jos kontaktori K21 on toiminut. Rele K21 ohjautuu päälle silloin, kun puhaltimia ohjaavat kontaktorit K5, K6 ja rele K20 ovat toimineet. Suuntaaja tunnistaa, milloin puhaltimille tarkoitetut kontaktorit ovat toimineet ja kytkee vasta silloin magnetoinnin päälle. Magnetointia ohjataan siis kontaktorilla K3 ja releellä K21. Uudessa DCS 800 -suuntaajassa ohjaus tulee suoraan suuntaajan kautta, joten uudessa asennuksessa ei ole tarvetta näille kontaktoreille tai johdonsuojakytkimelle F3.



KUVA 4. Kontaktori K3

Toinen asia, joka kiinnitti huomiota, oli suuntaajan puhallin. Toisin kuin DCS 500 -suuntaajassa, DCS 800 -suuntaajassa ei ollut tuuletinta lainkaan. Sen vuoksi myös tuuletinta ohjaavalla kontaktorilla ja releellä ei ollut mitään tarkoitusta uuden suuntaajan kanssa, minkä vuoksi ne voitiin purkaa. Tuuletti-

mia ohjasivat kontaktorit K5, K6 ja rele K20. Kuviosta 7 nähdään, että kontaktorit K5 ja K6 ovat tarkoitettu ohjaamaan suuntaajan omaa puhallinta, ja moottorin puhallinta päälle ja pois. Relettä K20 ohjaa suuntaajan digitaalinen ulostulo 1. Releen mentyä päälle se ohjaa kontaktorit K5 ja K6 päälle. Koska DCS 800 -suuntaajassa ei ollut tuuletinta, suuntaajan tuuletinta ohjaava kontaktori K5 oli tarpeeton.

Kun kaikki turhat kontaktorit ja sulakkeet oltiin löydetty ja purettu, uusi suuntaaja tarvittiin vain pultata kiinni asennuslevyyn. Koska DCS 800 -suuntaaja oli melkein samanlainen kuin DCS 500 -suuntaaja, kytkennässä ei ollut paljoa eroa entiseen. Uuden suuntaajan johtimet kytkettiin samoihin paikkoihin kuin DCS 500 -suuntaajassa, ja vain magnetointikämin teholahteelle tulevat johtimet ja tuulettimen syöttöjohtimet jätettiin kytkemättä. Kun suuntaaja oli saatu asennettua paikalleen, täytyi alkaa suunnitella ohjauspaneelin paikkaa. Suuntaajassa on ohjauspaneeli, jonka voi kiinnittää suuntaajan kanteen, mutta jonka saa irti. Ohjauspaneeli kytketään suuntaajaan RJ 45 -kaapelin kautta. DCS 500 -suuntaajassa ohjauspaneeli oli kiinnitetty kojeiston oveen, sille tarkoitettulla paneelin asennussarjalla. DCS 800 -suuntaajassa ei tullut mukana paneelin asennussarjaa, mutta koska suuntaajan käyttö on paljon helpompaa, jos paneeli on kiinnitettynä oveen, niin päätettiin tehdä. Koska paneelin asennussarjaa ei ollut, täytyi uutena ratkaisuna tehdä oma sovituskappale kojeiston oveen.



KUVA 5. DCS 500 -suuntaajan ohjauspaneeli





KUVA 6. DCS 800 -suuntaajan ohjauspaneeli

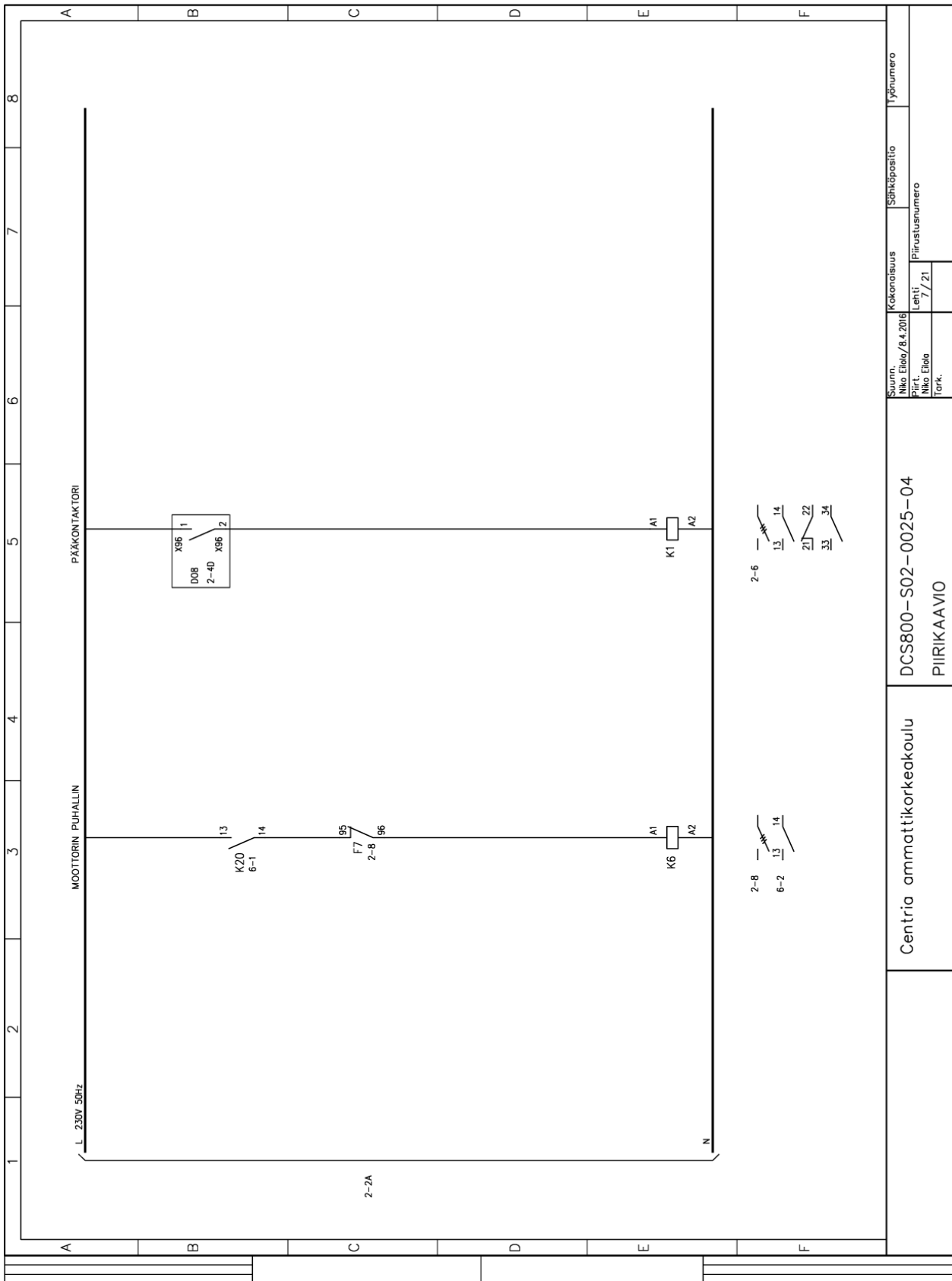
Ohjauspaneelin kiinnitys ratkaistiin käyttämällä metallilevyä. Metallilevy kiinnitettiin oveen siihen paikkaan, missä entinen ohjauspaneeli sijaitsi. Levyssä oli jo valmiiksi leikattu aukko, jonka läpi ohjauspaneelin kaapeli saatiin vedettyä läpi. Oveissa oli myös valmiit reiät kaapelille, joten ohjauspaneeli piti vain ruuvata kiinni levyyn, ja levy ruuvata kiinni kaapin oveen.

Kun suuntaaja oli saatu kytkettyä paikalleen, sitä täytyi koeajaa sen varalta, että jokin kytkentä oli mennyt väärin. Suuntaajalle laitettiin virrat päälle pääkatkaisijasta ja ohjauspaneelin valot syttyivät. Ohjauspaneeli näytti fault-merkkiä, joka tarkoittaa, että suuntaaja on tunnistanut jonkin virheen. Tarkemmin tutkittua, ohjauspaneeli ilmoitti, että suuntaajan lämpötilanmittauksessa oli jotain vikaa. Suuntaajassa on NTC-anturi, joka mittaa suuntaajan sisäistä lämpötilaa. Anturi on kiinni suuntaajan liittimessä X22 ja jäähdytyslementti. Suuntaaja täytyi avata, jotta anturiin päästään käsiksi ja tarkistamaan, onko siinä vikaa. Vikapaikka löytyi heti, kun suuntaajan oli saanut avattua. Lämpötila-anturia ei oltu kytketty kiinni

sille tarkoitettulle liittimelle X22. Liittimen kiinnittämisen lisäksi suuntaajaan asennettiin tuuletin. Tuuletin asennettiin sen varmistamiseksi, ettei suuntaaja vain ylikuumentaisi. Se irrotettiin vanhasta DCS 500 -suuntaajasta, koska sitä ei enää tarvittu vanhassa suuntaajassa. Tuulettimelle tarkoitettut kontaktori ja rele oltiin jo irrotettu, mutta niitä ei tarvittu kytkeä uudelleen. Sen sijaan tuulettimen johtimet kytkettiin riviliittimille pääkytkimen ja johdonsuojakatkaisijoiden jälkeen.

DCS 800 -suuntaajan kytkennöistä täytyi tehdä uudet piirikaaviot, joiden avulla saatiin päivitettyä vanhat, DCS 500 -suuntaajan piirikaaviot. Uudet piirikaaviot on esitetty kuvioissa 9, 10 ja 11. Kuvioissa on esitetty kaikki muutokset mitä kytkentävaiheessa tehtiin.





Suunn. Niko Eliola/8.4.2016		Kokonaisuus	Sähköpiisio	Työnumero
Piirt. Niko Eliola	Lehti 7/21	Piiustusnumero		
Tark.				
Centria ammattikorkeakoulu		DCS800-S02-0025-04		
		PIIRIKAAVIO		

KUVIO 12. Uusi moottorin puhaltimen ja pääkontaktorin ohjauspiirikaavio



## 6 DRIVEWINDOW LIGHT 2

DriveWindow Light 2 –tietokoneohjelmalla voidaan ohjata DCS 800 -suuntaajaa tietokoneelta kaukokäytöllä. Muita suuntaajia, joille DriveWindow Light 2 on soveltuva ovat ACS 140, ACS 160, ACS 350, ACH 400, DCS 400, ACS 550, ACH 550 ja ACS 800. Suuntaaja yhdistetään tietokoneeseen rs 485 -kaapelin kautta. Suuntaajan etuosassa on liitin kaapelia varten.

Ohjelman tärkeimmät ominaisuudet ovat:

- parametrien säätö ja tarkastelu offline ja online tiloissa
- parametrien muokkaus, tallennus ja lataus
- parametrien vertailu
- graafinen ja numeerinen signaalin tarkastelu
- suuntaajan hallinta

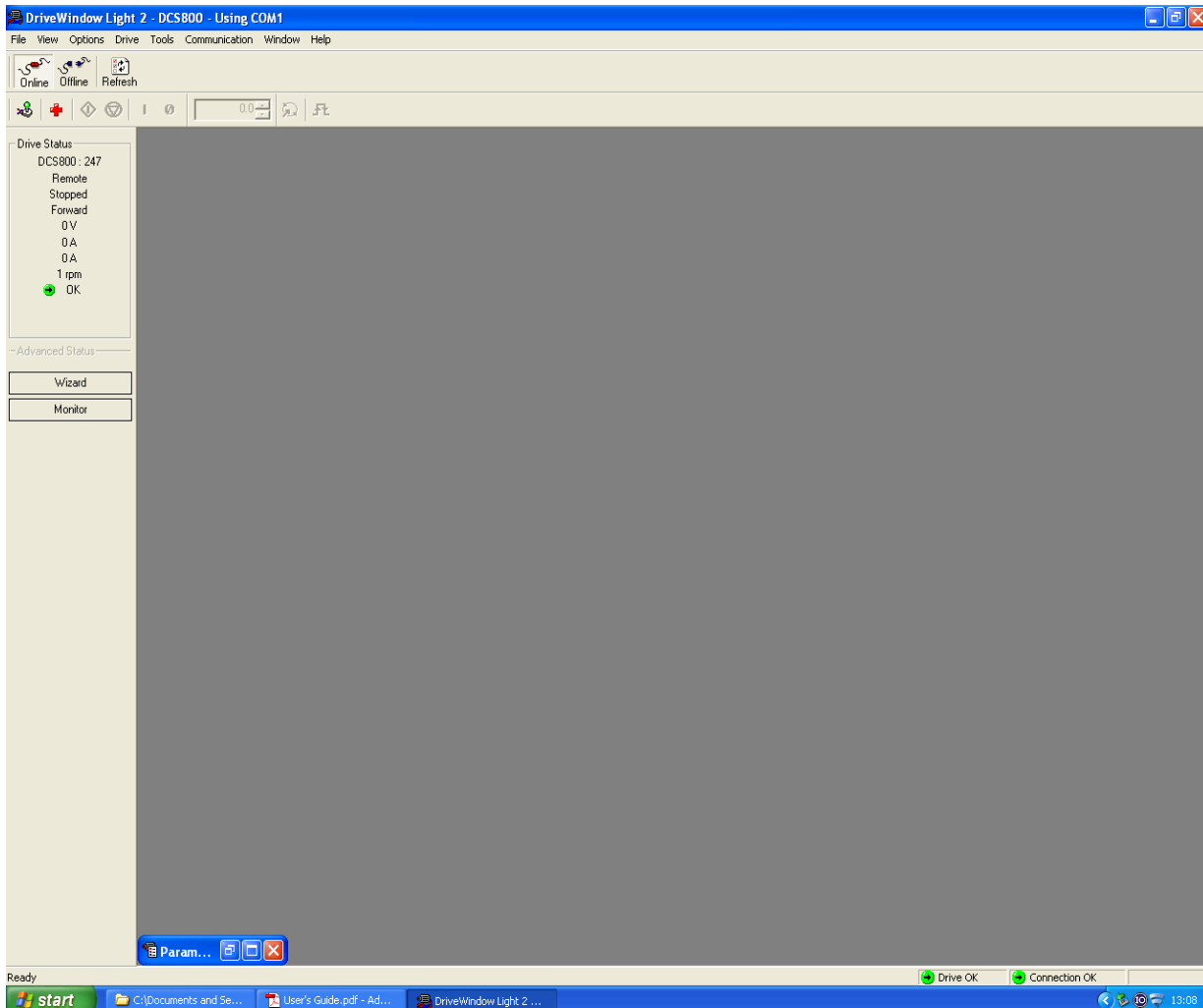
(DriveWindow Light 2 User`s Guide).

DriveWindow Light 2 asennettiin tietokoneelle asennuslevyllä, joka tilattiin ABB:lta. Asennus oli opastettu vaihe vaiheelta, eikä siinä tullut mitään ongelmia. Ohjelman avauduttua tietokoneen ruudulla näkyy DriveWindow Light 2 -ohjelman alkunäyttö. Alkunäytössä on monia valikoita, joita käyttämällä voi muokata suuntaajan asetuksia ja ohjata suuntaajaa.



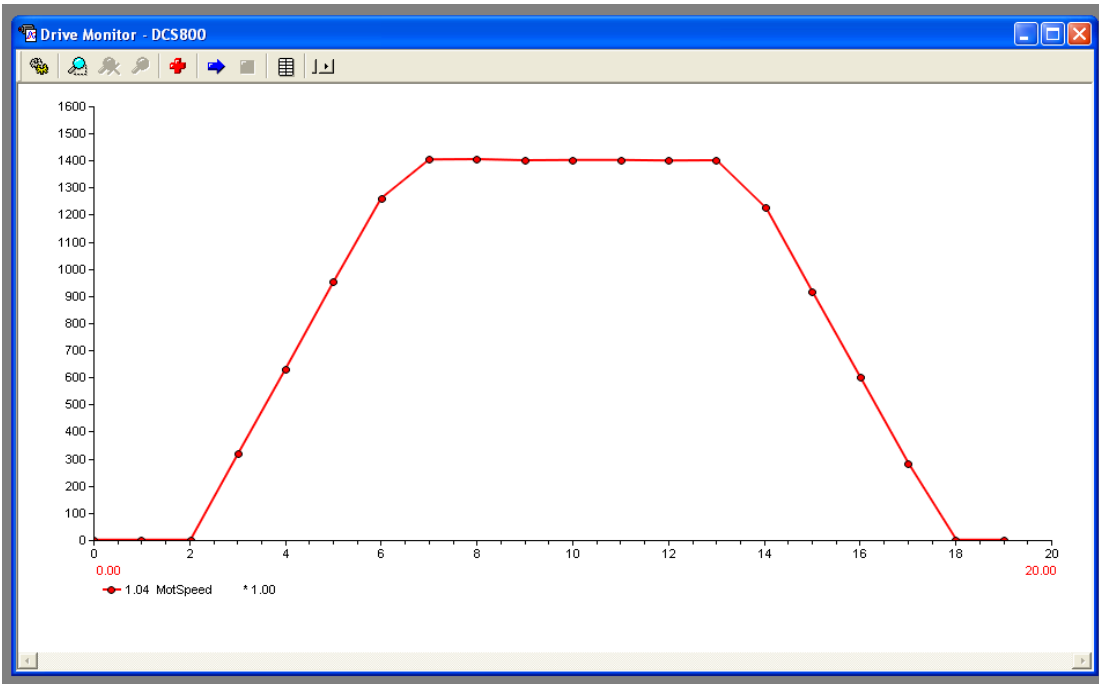
KUVA 7. DriveWindow Light 2 -ohjelman valikko

Suuntaajaa voi ohjelman avulla käyttää offline-tilassa tai online-tilassa. Offline-tila mahdollistaa parametrien muokkauksen tietokoneella ennen menemistä paikalle, missä suuntaaja on. (ABB DC Drives DCS800, 20 A to 5200 A Technical catalog.)



KUVA 8. DriveWindow Light -ohjelman alkutila

Ohjelmassa on monia keinoja seurata moottorin nopeutta, virtaa tai jännitettä. Nopeuden mittaamiseen tehtiin testi, jonka avulla nähtiin, toimiko ohjelma oikein. Drive-valikosta avattiin drive monitor -toiminto, jolla voidaan katsoa moottorin haluttuja tietoja graafisessa muodossa. Y-akselin alin arvo asetettiin nolnaan ja ylin lukuun 1600. Moottoria ajettiin nopeudella 1400 rpm. Kuvasta 9 näkee, miten moottori kiihtyy nopeuteen 1400 kierrosta minuutissa. Kun moottori pysäytetään, nopeus palaa takaisin nolnaan.



KUVA 9. Drive monitor

The screenshot shows a software window titled "Parameter Browser - DCS800". It contains a table with columns for Name, Value, Unit, Min, and Max. The table lists various drive parameters, each with a folder icon to its left. The list is as follows:

Name	Value	Unit	Min	Max
6 Drive Log Signals				
7 Control Words				
8 Stat/Limit Words				
9 Fault/Alarm Words				
10 Start Stop Select				
11 Speed Ref Input				
12 Constant Speed				
13 Analog Inputs				
14 Digital Outputs				
15 Analog Outputs				
16 SysControl Inputs				
19 Data Storage				
20 Limits				
21 Start/Stop				
22 Speed Ramp Par				
23 Speed Reference				
24 Speed Control				
25 Torq Reference				
26 Torq Ref Handling				
30 Fault Functions				
31 Mot1 Temperature				
34 Panel Display				
40 PID Control				
42 Brake Control				
43 Current Control				
44 Field Excitation				
45 FieldConvSettings				
47 12Pulse Operation				
48 Shared Motion				

KUVA 10. Parametrilista



## 7 LOPUKSI

Työn tavoitteena oli suunnitella ja toteuttaa uusi DC-käytön opetuslaitteisto. Tavoitteet saavutettiin, ja uusi DCS 800 -suuntaaja on asennettu sähkövoimatekniikan laboratorioon. Työ oli haastava ja mielenkiintoinen, sillä siihen sisältyi laitteiston suunnittelu ja laitteiston asennus.

Työn toteutus oli aikaa vievä, sillä oikeanlaisen suuntaajan hankkimisessa kului jonkin aikaa. Itse asennus oli helppo, eikä siinä kulunut kauan. Suuntaajan tietokoneohjelman suhteen tuli joitain ongelmia, koska oletettiin, että ohjelma olisi tullut suuntaajan mukana. Ohjelma täytyi kuitenkin tilata erillisenä, joten se saatiin vasta suuntaajan asennuksen jälkeen.



KUVA 11. DCS 800 -suuntaaja

## LÄHTEET

ABB DC Drives DSC800, 20 A to 5200 A Technical catalog.

ABB Industry Oy. 1994. DCS500 Standard Drives DC Drives 25 to 5150 A installation and start-up manual.

ABB Oy. 2013. DriveWindow Light 2 User`s Guide.

Aura, L., Tonteri, A. 1996. Sähkökoneet ja tehoelektronikan perusteet. Helsinki: WSOY.

Järvinen, K. 1967. Sähkökoneet. Teoksessa R.Saari (Toim.) Sähkötekniikan käsikirja 1. 3.painos. Helsinki: Tammi.

Wikipedia. 2012. File: Four quadrant motion control of a motor.jpg. Www-dokumentti. Saatavissa: [https://en.wikipedia.org/wiki/File:Four\\_quadrant\\_motion\\_control\\_of\\_a\\_motor.jpg](https://en.wikipedia.org/wiki/File:Four_quadrant_motion_control_of_a_motor.jpg). Luettu 15.6.2016.