

Alexi Moilanen

VIRTAMUUNTAJAKAAPIN SUUNNITTELU JA TOTEUTUS

VIRTAMUUNTAJAKAAPIN SUUNNITTELU JA TOTEUTUS

Alexi Moilanen
Opinnäytetyö
Kevät 2019
Sähkö- ja automaatiotekniikan
tutkinto-ohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Sähkötekniikan tutkinto-ohjelma, Sähkövoimatekniikka

Tekijä: Aleksi Moilanen
Opinnäytetyön nimi: Virtamuuntajakaapin suunnittelu
Työn ohjaajat: Esa Silomaa (OAMK), Kalle Rantala (ABB), Jari Timonen (ABB)
Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2019
Sivumäärä: 36+6

Opinnäytetyön tavoitteena oli suunnitella virtamuuntajayksikkö sähkökaappiin, jota käytetään vesivoimageneraattorien käämien kuivaamiseen. Laitteistoja tehtiin kolme kappaletta. Työ sisälsi sähkö- ja mekaniikkasuunnittelun, asennuksen ja käyttöönoton.

Suunnittelun kuvat on piirretty Magicad Electrical -ohjelmalla. Työssä käytettiin tämän ohjelmiston lisäksi myös ABB Drive Composer, Microsoft Excel ja Word -ohjelmistoja.

Suunnitellut laitteistot toimivat testien perusteella hyvin kuivauskäytössä. Työn toteutukseen kuuluvat liitteet eivät ole julkisia.

Asiasanat: sähkösuunnittelu, sähkötekniikka, sähkökaappi, virtamuuntaja, DCT-880

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Electrical Engineering, Electrical Power Engineering

Author: Aleksi Moilanen

Title of thesis: Designing current transformer cabinet

Supervisors: Esa Silomaa (OAMK), Kalle Rantala (ABB), Jari Timonen (ABB)

Term and year when the thesis was submitted: Spring 2019

Pages: 36+6

The aim of the thesis was to design a current transforming electrical cabinet to dry windings of water generators. There were made three similar current transformers.

Design includes electrical and assembly documentation. Programs such as Autodesk AutoCad, MagiCad, ABB Drive Composer, Microsoft Word and Excel were used in the designing of the cabinets.

The current transformers work well in intended use.

Keywords: electrical design, electrical engineering, electrical cabinet, current transformer, DCT-880

ALKULAUSE

Haluan kiittää erityisesti Oulun ABB:n Kalle Rantalaa mahdollisuudesta tehdä opinnäytetyö, josta sai hyvää kokemusta tulevaisuuden töitä varten. Opinnäytetyön tekeminen syvensi ja kehitti omaa osaamista huomattavasti. Lisäksi haluan kiittää ABB:n teknikkoa Jari Timosta perehdyttämisestä työhön.

Oulussa 5.5.2019

Alexi Moilanen

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	9
2 VIRTAMUUNTAJAKAAPPI	10
2.1 Käytössä oleva laitteisto	10
2.2 Suunniteltava laitteisto	11
2.2.1 Sähkökuvat ja piirikaaviot	11
2.2.2 Tekninen toteutus	12
3 KOJEIDEN VALINTA JA KAAPELOINTI	13
3.1 Kaapin valinta	13
3.2 Muuntajan valinta	14
3.3 Tasasuuntaajan valinta	15
3.4 DCT-880	17
3.5 Galvaaninen erotin	18
3.6 Kaapelointi ja suojaukset	20
3.7 Maadoitukset	23
3.8 Toteutettu laitteisto	23
4 DCT-880 TYRISTORIOHJAIMEN OHJELMOINTI	25
4.1 Drive Composer Pro	25
4.2 DCT-880 parametrit ja käyttö	26
4.2.1 Syötön asetukset	26
4.2.2 Kuorman asetukset	27
4.2.3 Ohjausasetukset	28
4.2.4 Mittausasetukset	28
5 KÄYTTÖÖNOTTOMITTAUKSET	29
5.1 Sähköasennusten tarkistus	29
5.1.1 Käyttöönottotarkastus	29
5.1.2 Eristysvastusmittaus	29
5.1.3 Suojajohtimen jatkuvuusmittaus	29
5.2 Lämpötilat	30
5.3 Virransäädön toiminta	34

6 POHDINTA	35
LÄHTEET	36
LIITTEET	
Liite 1 Piirretty kaapin LAYOUT	
Liite 2 Piirretty kaapin piirikaavio	
Liite 3 DCT-880 johdotuskaaviot	
Liite 4 Komponenttilistaus	
Liite 5 Tarrat	
Käyttöohjeet	

SANASTO

Ethernet	pakettipohjainen lähiverkkoratkaisu
PE-johdin	suojavaadoitusjohdin
Shunttivastus	vastus, jonka yli mitataan jännitehäviö, käytetään osana virran mittausta
Taajuusmuuttaja	laite, jolla muokataan kiinteätaajuisesta ja -amplitudisesta vaihtosähköverkosta vaihtosähkömoottorille tai laitteelle haluttu syöttötaajuus ja -jännite
Tasasuuntaaja	laite, joka muuttaa vaihtovirran tasavirraksi
Tyristorihjain	laite, jolla ohjataan tasasuuntaajaa
XEXVM	DCT-880 kytkennässä käytetty moduuli
XN1	DCT-880 kytkennässä käytetty moduuli

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön päätavoitteena oli suunnitella ja valmistaa laite, jolla voidaan syöttää virtaa generaattorien lämmitys- ja kuivaustarkoituksiin. Tarve oli saada liikuteltava virtamuuntaja, josta saataisiin lämmitystehoa. Generaattoreita lämmitetään laitteistolla pitkissä aikajaksoissa ja se asettaa vaatimuksia laitteiston luotettavuudelle ja turvallisuudelle. Työssä järjestelmä tehtiin sähkökaappiin. Työn toisena tavoitteena oli tehdä järjestelmästä helppokäyttöinen ja turvallinen.

Opinnäytetyön tilaajana toimi ABB OY. ABB on maailmanlaajuisesti suuri teknologia-alan yritys. ABB:n tarjonta kattaa sähköverkkoratkaisut, sähköistystuotteet, teollisuusautomaation, robotit sekä liikkeenohjauksen. Samaan aikaan ABB:n tavoitteita on lisätä digitaalisuutta ja automatiikkaa teollisuuden eri aloilla. ABB:lla työskentelee maailmanlaajuisesti 135000 henkilöä noin 100 maassa. Suomessa työntekijöitä on noin 5300 20:llä eri paikkakunnalla. (1.)

2 VIRTAMUUNTAJAKAAPPI

2.1 Käytössä oleva laitteisto

Tähän asti generaattoreja on kuivattu Powertecin valmistamalla virtamuuntajalla (Kuva 1). Tässä vanhemmassa laitteistossa käytössä ollut teknologia ei mahdollista säätämistä tietokoneen avulla ja säädöt tulee tehdä paikan päällä potentiometrillä kääntämällä virtaa pienemmäksi tai suuremmaksi. Virtaa voidaan seurata etupaneelissa olevalla virtamittarilla. Vastaavia laitteistoja ei enää valmisteta.



KUVA 1. Powertec-virtamuuntaja

2.2 Suunniteltava laitteisto

Suunniteltavan laitteen tehtävä on lämmittää generaattorin käämejä tasavirralla. Laitteisto toteutettiin sähkökaappiin. Muuntajalla saadaan muutettua virtaa pienestä suureksi. Muuntajalta virta tulee taajuusmuuttajalle ja taajuusmuuttajalta tasasuuntaajalle. Tasasuuntaajalta jännite saadaan ulos tasajännitteenä.

Tyristorihjain ABB DCT-880:aa käytetään erilaisten käyttötoimintojen säätämiseen. Näitä toimintoja ovat muun muassa virransäätö, käyttöarvojen skaalaus ja laitteiston etäohjaus. Paikallisesti ohjainta pystytään käyttämään USB-yhteyden avulla tietokoneella tai laitteessa itsessään olevan paneelin kautta. (2.)

2.2.1 Sähkökuvat ja piirikaaviot

Sähkökuvat ja piirikaaviot piirrettiin AutoCad-ohjelmistolla ja siihen lisäosana saatavan MagiCad Electricalin avulla. Kuvat piirrettiin osana dokumentointia ja laitteistoja voidaan tulevaisuudessa tehdä lisää niiden avulla. Kuvista näkyvät komponenttien asennuspaikat ja mitä kautta johdotukset tulevat mihinkin. Piirikaaviossa on esitelty laitteiston kytkentöjä ja johdotusta tarkemmin. Kuvat osoittavat miten muuntaja, tyristorihjain ja tasasuuntaaja kytkeytyvät toisiinsa ja millaisia lisäosia on tarvittu muun muassa mittaamisessa.

2.2.2 Tekninen toteutus

Ensin laitteistosta tehtiin toteutussuunnitelma, jossa määritettiin kuinka paljon tilaa mikäkin komponentti tarvitsee kaapissa. Mitat otettiin ylös ja kiinnityksiä varten porattiin tarvittavat reiät kaapin mukana tulevaan takalevyyn. Muuntajan kiinnitystä varten tilattiin kulmarautoja ja levy, jonka päälle muuntaja asetettiin. Muuntaja painaa noin 200 kg, joten se tarvitsi vahvikkeeksi kulmaraudat sen alapuolelle jäykentämään rakenteita. Nämä vahvikkeet tehtiin varmuuden vuoksi, koska laitteistossa on suuria virtoja ja niistä johtuvia värähtelyitä. Muuntaja ei saa missään nimessä heilua tai irrota rakenteista. Vaaratilanne voisi syntyä, jos kaapeli tai kisko pääsee irtoamaan ja tekemään jännitteelle alttiin osan jännitteiseksi.

Jännitteelle alttiita osia ovat metallikotelot ja kaapin pinnat. Nämä asiat on otettu huomioon asennuksia tehdessä. Johtimia on laitettu toisiinsa kiinni nippusiteillä, vedonpoistoja on tehty sekä kaikki johtimet on mahdollisuuksien mukaan laitettu asennuskourujen sisälle, jolloin niihin ei pääse käsiksi niin helposti. (3.)

Seuraavaksi takalevyyn päästiin kiinnittämään tyristoriohjain ja tasasuuntaaja. Molemmassa laitteissa kiinnitys tapahtui pulteilla. Pulteja varten takalevyyn tuli kiinnittää vetoniitit. Sähkökuvista voidaan katsoa mihin pääsulakkeet, ohjaussulakkeet, kontaktori ja automatiikka on kiinnitetty. Kaapelien valinnat ja poikkipinta-alat on laskettu ja perusteltu seuraavassa luvussa.

3 KOJEIDEN VALINTA JA KAAPELOINTI

3.1 Kaapin valinta

Virtamuuntaja-työkalusta oli suunniteltava helposti liikuteltava. Sähkökaappi on mitoitettu sisälle tulevien komponenttien perusteella (Kuva 2). Kaappi on itsessään lujaa tekoa, mutta muuntajan alle tehtiin pohjaan lisävahvikkeita kulma-raudoista ja sivulle kiinnitetyistä raudoista. Näin vahvistettiin ja tuettiin muuntaja paikalleen paremmin, jotta se ei pääse värähtelemään tai liikkumaan kaapin sisällä. Muita vastaavia lisäyksiä ja muokkauksia, joita kaappiin tehtiin, ovat reiät DCT:n etupaneelille, painonapeille, potentiometrille ja pistoketta varten.



KUVA 2. Schneider sähkökaappi

3.2 Muuntajan valinta

Muuntajaksi sovellukseen valittiin Trafotekin 3-vaihemuuntaja. Sen nimellisteho on 39 kVA. Ensiöpuolen jännite on 400 V ja toisiopuolen jännite 15 V. Ensiövirta on 56 A ja toisiovirta 1500 A. Muuntaja sopii hyvin virtamuuntajakäyttöön, sillä jännitettä alentamalla toisiopuolella saadaan virta nousemaan toisiossa. Tässä tapauksessa tilaaja oli päätenyt Trafotekin valmistamaan 3-vaihemuuntajaan (Kuva 3). (4.)



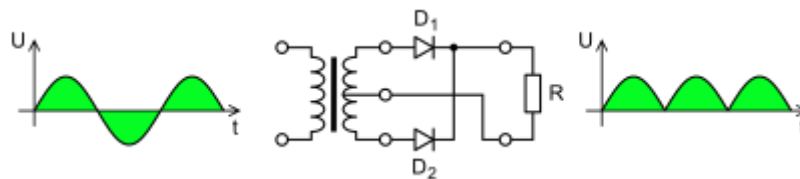
KUVA 3. Trafotek 3-vaihemuuntaja

3.3 Tasasuuntaajan valinta

Tasasuuntaajalla saadaan tässä laitteistossa muutettua muuntajalta tuleva vaihtovirta sykkiväksi tasavirraksi. Tasasuuntauskytkennät jaetaan puoli- ja kokoaaltotasasuuntauksiin, joista tässä sovelluksessa käytetään kokoaaltotasasuuntausta (Kuva 4). Ero näillä kytkennöillä on, että puoliaaltotasasuuntaus käyttää vain puolet vaihtojännitteen jaksoista ja kokoaaltotasasuuntaus koko jakson.

Yleisimmin tasasuuntausta käytetään elektroniikkalaitteiden verkkolaitteessa, kun muunnetaan vaihtojännitettä tasajännitteeksi. Tasajännitteen etuna vaihtojännitteeseen lämmityskäytössä on se, että komponentit kestävät suurempaa tasajännitettä kuin vaihtojännitettä, jolloin saadaan enemmän lämmitystehoa suuremmilla jännitteen ja virran arvoilla.

Tähän työhön valittiin kolmivaiheinen tasasuuntaaja, jossa kokoaaltotasasuuntaus on toteutettu niin, että jokaiselle vaiheelle on kaksi diodia. Jännitehäviöstä tulee pienempi kuin neljän diodin sillalla. (5.)



KUVA 4. Kokoaaltotasasuuntauksen kuvaaja

Tasasuuntaajaksi valittiin Semikron-yrityksen valmistama SKS-1950F-B6U-1305-V16-ZU (Kuva 5). Tasasuuntaajan mitoituksessa käytettiin muuntajan arvoja. Koska muuntajan toisiovirta on 1500 A, tasasuuntaajan nimellisvirran tulee olla vähintään sen verran. Kyseessä olevan tasasuuntaajan nimellisvirta on 1950 A. Suurin sallittu AC-jännite laitteelle on 500 VAC ja DC-jännite 670 VDC. (6.)

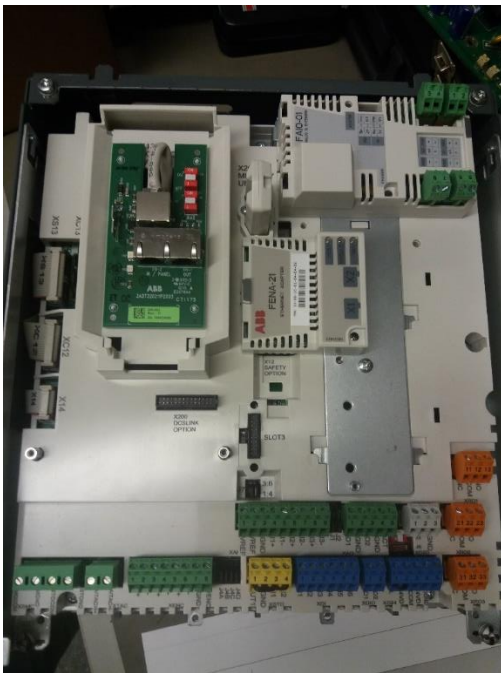


KUVA 5. Semikron SKS-1950F-B6U-1305-V16-ZU –tasasuuntaaja

3.4 DCT-880

DCT-880-tyristorihjain on suunniteltu moniin erilaisiin kuivaus- ja lämmitysprosesseihin. Kolmivaiheisella tarkalla virranmittauksella pystytään tarkkailemaan kuorman vastusta tarkasti ja näin mitoittamaan käyttöä siihen suuntaan, että tulisi mahdollisimman vähän suurta kuormitusta laitteistolle. Lämmitettävää laitteistoa ei haluta polttaa vaan kuivata.

Tässä sovelluksessa on käytetty DCT-880 T1 -versiota (Kuva 6). Se on mitoittaan, virta-, jännite- ja tehoarvoiltaan hyvä suunniteltavaan laitteistoon. Tärkeimpiä ominaisuuksia generaattorikämmityksen kuivaamisessa on virtojen ja lämpötilojen monitorointi sekä etäohjauksen mahdollisuus. (2.)



KUVA 6. DCT-880:n etupaneeli

3.5 Galvaaninen erotin

Virtamuuntajaan valittiin Knickin Proline-sarjan galvaaninen erotin Varitrans p27000 (Kuva 7). Tämä eristysvahvistin tarjoaa turvallisen eristyksen $\pm 20\text{ mV}$ – 200 V ja $\pm 0,1\text{ mA}$ – 100 mA signaaleille. Tämä laite valittiin työhön, koska se sopii hyvin käytettäväksi shunttivastukselta tuleville jännitteille. Shunttivastuksen resistanssi on pieni, joten sen yli saadaan aikaan tarpeeksi matala jännitehäviö mitaukseen, ettei se häiritse laitteen virtapiiriä. Laite kykenee laskemaan vastuksen yli olevan jännitehäviön ja ohjaamaan jännitteen tyristoriorhjaimelle virransäätöä varten. (7.)



KUVA 7. Knick VariTrans p-27000 galvaaninen erotin

Tässä työssä erotin on säädetty toimimaan seuraavilla jännitealueilla: input 0-60 mV ja output 0-10 V). Näitä arvoja käytetään DCT-880:n parametroinnissa ja skaalaamisessa. Skaalaamisella tarkoitetaan tässä sitä, kuinka suurilla portilla virtaa säädetään laitteistossa.

Kuvassa 8 on esitetty erottimen sähköinen kytkentä. Laitteen input 2 ja 4 kytke-
tään shunttivastuksen napoihin ja output 5 ja 6 tuodaan DCT-880:n analogiatu-
loihin. Erotin vaatii myös erillisen virtalähteen ja tälle on annettu valmistajan si-
vuilla seuraavat arvot: 22-230 V AC/DC +-10%, 0,9 W, taajuus 48-62 Hz, 2,5 A.
Tämä jännite on otettu kaapissa yhden vaiheen L1 kautta. (7.)

5. Electrical Connection

Terminal assignments

1	Input +	> 5 mA
2	Input +	$\leq 500 \text{ mV} / \leq 5 \text{ mA}$
3	Input +	> 500 mV
4	Input -	
5	Output +	
6	Output -	
7	Power supply	\approx
8	Power supply	\approx

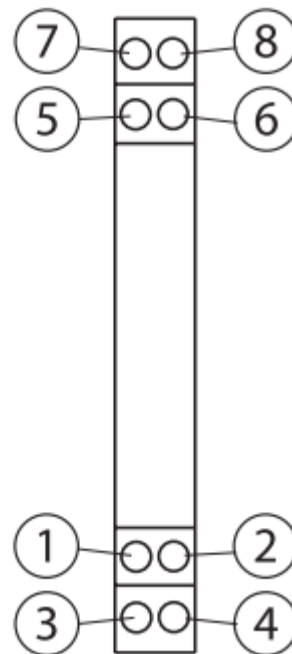
Wire cross-section max. 2,5 mm²

Multi-wire connection max. 1 mm²

(two wires with same cross-section)

AWG 30-12, tightening torque 0.7 Nm

Wiring has to be suitable for a
temperature of min. 75 °C



KUVA 8. Sähköinen kytkentä

3.6 Kaapelointi ja suojaukset





Kaapelointi on suunniteltu syötön ja laitteistovaatimusten mukaisesti. Syöttö on toteutettu kolmivaiheisena pääjännitteen ollessa 400 V, kolmivaihesyötön sulake on 63 A. Kun syöttö on määritelty, päästään johtojen mitoitukseen ja valintaan. Pääperiaate kaapeleiden valinnassa on, että niillä on tarpeeksi suuri kuormitettavuus, jotta syötöstä voidaan turvallisesti siirtää kojeiden tarvitsema sähköteho. Johtimen poikkipintaan vaikuttavia tekijöitä ovat suurin sallittu lämpötila, sallittu jännitteenalenumero, oikosulkuvirran todennäköisesti aiheuttamat mekaaniset ja dynaamiset rasitukset, johtimiin kohdistuvat muut mekaaniset rasitukset ja asennustapa. (3.)

DCT-880 -tyristoriohjaimen kaapelien tulee kestää laitteiston vaatima nimellisvirta ja vähintään 60 asteen lämpötila. Lisäksi sen tulee täyttää vaatimukset oikosulkuvirtojen osalta niin, että sulakkeet toimivat tarpeen vaatiessa. Kaapelin minimipoikkipinta-ala on 25 mm² (Taulukko 1). (2.)

TAULUKKO 1. DCT-880 voimakaapelit. A~ 55 A, 1x25 mm² (2.)

Power cables:

U1, V1, W1 are the input power terminal. U2, V2, W2 are the output power terminal. PE is the terminal for protective earth.

Size	Thyristor power controller	U1, V1, W1 / U2, V2, W2			PE		
		I [A~]	1  [mm ²]	(2.)  [mm ²]			
T1	DCT880-W0x-0020-0x	20	1 x 4	-	1x 4	1 x M6	6
	DCT880-W0x-0035-0x	35	1 x 6	-	1x 6	1 x M6	6
	DCT880-W0x-0055-0x	55	1 x 25	-	1x 16	1 x M6	6
	DCT880-W0x-0080-0x	80	1 x 25	-	1x 16	1 x M6	6
	DCT880-W0x-0100-0x	100	1 x 35	-	1x 16	1 x M6	6
	DCT880-W0x-0125-0x	125	2 x 25	1 x 70	1x 25	1 x M6	6

Kaappiin on valittu pääsulakkeiksi 80 A:n gG kahvasulakkeet, jotka ovat nopeita sulakkeita. Nämä sulakkeet vaativat kaapelilta kuormitettavuutta vähintään 88 A (Taulukko 2). Kun otetaan huomioon DCT-880:n vaatimat voimakaapelit, muuntajan ensiön nimellisvirta 56 A ja pääsulakkeet, voidaan valita koko laitteiston kaapeliksi 25 mm²:n kuparikaapeli. Tällä kuparikaapelilla kuormitettavuus on 102 A ja se täyttää kuormituksen asettamat vaatimukset. (3.)

TAULUKKO 2. Johtojen kuormitettavuus gG-sulakkeen nimellisvirran mukaan

JOHTOJEN KUORMITETTAVUUS

Taulukko 43.1. Johdolta vaadittu kuormitettavuus käytettäessä gG-sulaketta ylikuormitussuojana

gG-sulakkeen nimellisvirta [A]	Johdon kuormitettavuus oltava vähintään [A]
6	8
10	13,5
16	18
20	22
25	28
32	35
35	39
40	44
50	55
63	70
80	88
100	110
125	138
160	177
200	221
250	276
315	348
400	441
500	552
630	695
800	883
1000	1103
1250	1379

Piirikaaviossa esitetyt pienjännitekytkennät, mittaus, signaali ja toimintakytkennät on tehty 1,5 mm²:n MKEM -johtimella (Taulukko 3). (3.)

TAULUKKO 3. Kuparijohtimien kuormitettavuudet (A) eri asennustavoilla

Taulukko 52.1. Johtojen kuormitettavuudet [A] eri asennustavoilla

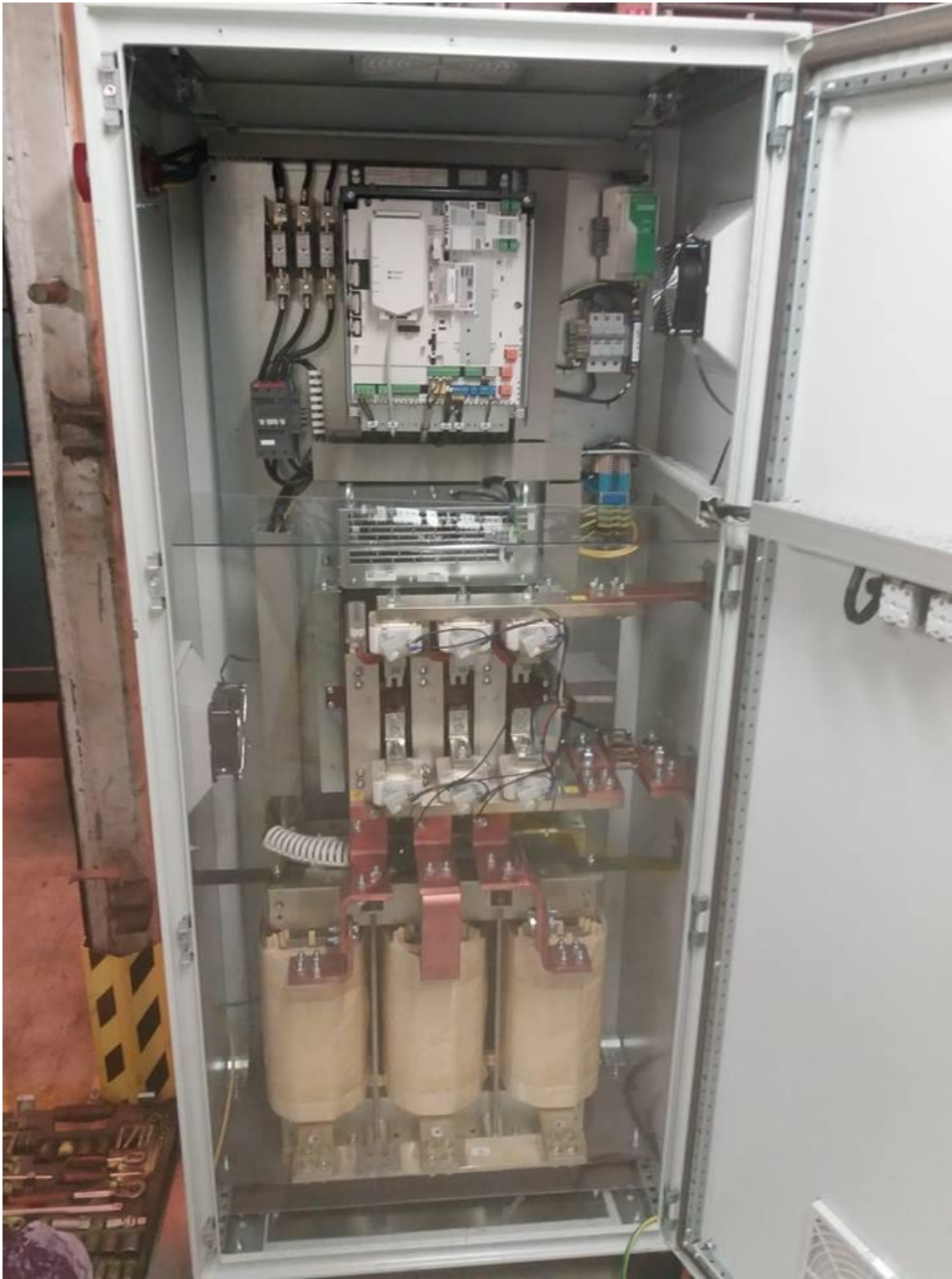
Johtimen poikkipinta-ala [mm ²]	SFS 6000:n mukaiset asennustavat			
	A uppo	C pinta	D maa	E ilma
Kupari				
1,5	14	18,5	26	19
2,5	19	25	35	26
4	24	34	46	36
6	31	43	57	45
10	41	60	77	63
16	55	80	100	85
25	72	102	130	107
35	88	126	160	134
50	105	153	190	162
70	133	195	240	208
95	159	236	285	252
120	182	274	325	292
150	208	317	370	338
185	236	361	420	386
240	278	427	480	456
300	316	492	550	527

3.7 Maadoitukset

Maadoituksen päätavoite on saada järjestelmään luotettava johtava yhteys maahan. Maan potentiaaliin kytkemistä eli maadoitusta käytetään sähköiskulta ja häiriöiltä suojaamisessa. Kaapissa jokainen jännitteelle altis osa, eli esimerkiksi laitteen runko, on kytketty PE-kaapelilla päämaadoituskiskoon. Tähän kiskoon on myös kytketty 3-vaihesyötön PE-kaapeli. Maadoitukseen on käytetty 16, 6 ja 2,5 mm²:n johtimia. (8.)

3.8 Toteutettu laitteisto

Laitteisto oli pääosin suunniteltu ennakkoon ennen toteutusta, mutta joitain muutoksia piti tehdä työn suorituksen yhteydessä. Jotkut komponentit ja kaapeloinnit tarvitsivat enemmän tilaa myös siitä syystä, etteivät jännitteiset johtimet aiheuttaisi häiriötä signaalia kuljettavissa johtimissa (Kuva 9). Ulostulojen läpiviennit ja kosketussuojausten toteutus vaativat myös tarkkuutta.



KUVA 9. Valmis laitteisto

4 DCT-880 TYRISTORIOHJAIMEN OHJELMOINTI

4.1 Drive Composer Pro

ABB:n valmistama software Drive Composer Pro on työkalu, jolla käytöön otetaan ja monitoroidaan ABB:n taajuusmuuttajia ja tyristoriohjaimia (9). Työkalun avulla voidaan konfiguroida tässä sovelluksessa kyseessä olevan DCT-880-tyristoriohjaimen parametreja sekä valvoa ja kerätä haluttuja arvoja, joita ovat muun muassa ulostulojännitteet ja -virrat sekä komponenttien lämpötilat.

Ohjelmasta on olemassa myös entry -versio, jolla voi suorittaa perustoimintoja. Pro -versiolla voidaan entry -version lisäksi vertailla parametritiedostoja ja se mahdollistaa useiden tyristoriohjaimien käsittelyn Ethernetin yli etäohjauksena. Tässä työssä valittiin pro -versio sen lisäominaisuuksien takia.

4.2 DCT-880 parametrit ja käyttö

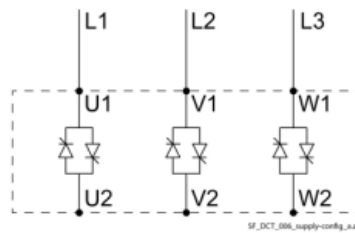
DCT-880 tyristoriohjaimen parametrien säätö onnistuu USB-yhteydellä Drive Composer -ohjelmaa käyttäen. Parametointi alkaa määrittämällä laitteen kokoonpano, nimellisvirrat ja jännitteet. (2.)

4.2.1 Syötön asetukset

Syöttöjännitteen (supply voltage) arvoksi asetettiin 400 V. Koska laitteessa on muuntaja, tulee sen ensiö- ja toisiopuolen nimellisvirrat ja -jännitteet määrittää laitteelle (Kuva 10). Ensiöjännite on 400 V ja toisiojännite 15 V. Ensiövirta on 56 A ja toisiovirta 1500 A. (2.)

Describes the configuration at the input (U1, V1, W1) of the unit.

0: 3ph UVW;



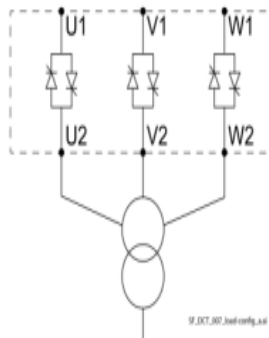
E.g. for units with 3 legs (W03).
Set 99.01 Supply Voltage to the connected phase-to-phase voltage (e.g. L1 ... L2).

KUVA 10. Syötön asetetus

4.2.2 Kuorman asetukset

Tässä työssä kuormaksi määritellään 3-vaihemuuntaja, joka laitetaan asetukseksi 3ph transformer (3D/3S) (Kuva 11). Tässä asetuksessa kuorma on kytketty joko kolmio- (3D) tai tähtikytkettyyn (3S) 3-vaihemuuntajaan. Käyttötilaksi on valittu normaalikäyttö. Muuntajan tehoksi on asetettu 13 kW. (2.)

5: 3ph transformer (3D/3S);



The load is connected via a 3-phase delta or star transformer.

Set 99.03 Load Voltage to the connected phase-to-phase voltage (e.g. U2 ... V2).

KUVA 11. Kuorman asetukset

4.2.3 Ohjausasetukset

Laitteessa on tarkoitus säätää tasasuuntaajalta tulevaa ulostulovirtaa. Virran ohjaus on asetettu toimimaan vaihekulman säätämällä. Tässä ulostuleva virta säätyy muuttamalla vaihekulmaa eli mitä siniaallon aluetta laite käyttää. Ensimmäinen kulma on 90 astetta, joka on siis pääasiallisesti käytetty asetus muuntajakuormille. Virtaa voidaan säätää 0 A:n ja 1 500 A:n välillä. (2.)

4.2.4 Mittausasetukset

Laite tarvitsee toimiakseen virran ja jännitteen takaisinkytkennän kuorman toisipuolelta. Nollajohto kytketään DCT:ssä XN1 –moduuliin ja toisipuolella jännitteen mittaus otetaan muuntajan jokaiselta vaiheelta erikseen DCT:n XEXVM-moduuliin. Kuormalta tuleva mittaus on tehty shunttivastuksen yli galvaanisella erottimella, joka on tuotu DCT:n analogi-inputeihin. Shunttivastus mittaa jännitehäviötä ja antaa tarkan tasajännitesignaalin erottimelle. Shuntin koko on 60 mV ja 1500 A. (2)

5 KÄYTTÖÖNOTTOMITTAUKSET

5.1 Sähköasennusten tarkistus

Sähköasennusten tarkistuksia ovat käyttöönottotarkastus, eristysresistanssin mittaaminen sekä suojajohtimen jatkuvuusmittaus. Kaikki nämä suoritettiin ennen laitteen testausta.

5.1.1 Käyttöönottotarkastus

Tässä työssä on tehty työnaikaista tarkastamista, jotta kytkennät menevät suunnitelmien mukaisesti ja täyttävät sähköturvallisuuslain mukaiset olennaiset turvallisuusvaatimukset. Ennen laitteiston käyttöönottoa tarkistettiin, että liitokset ovat varmoja. (10.)

5.1.2 Eristysvastusmittaus

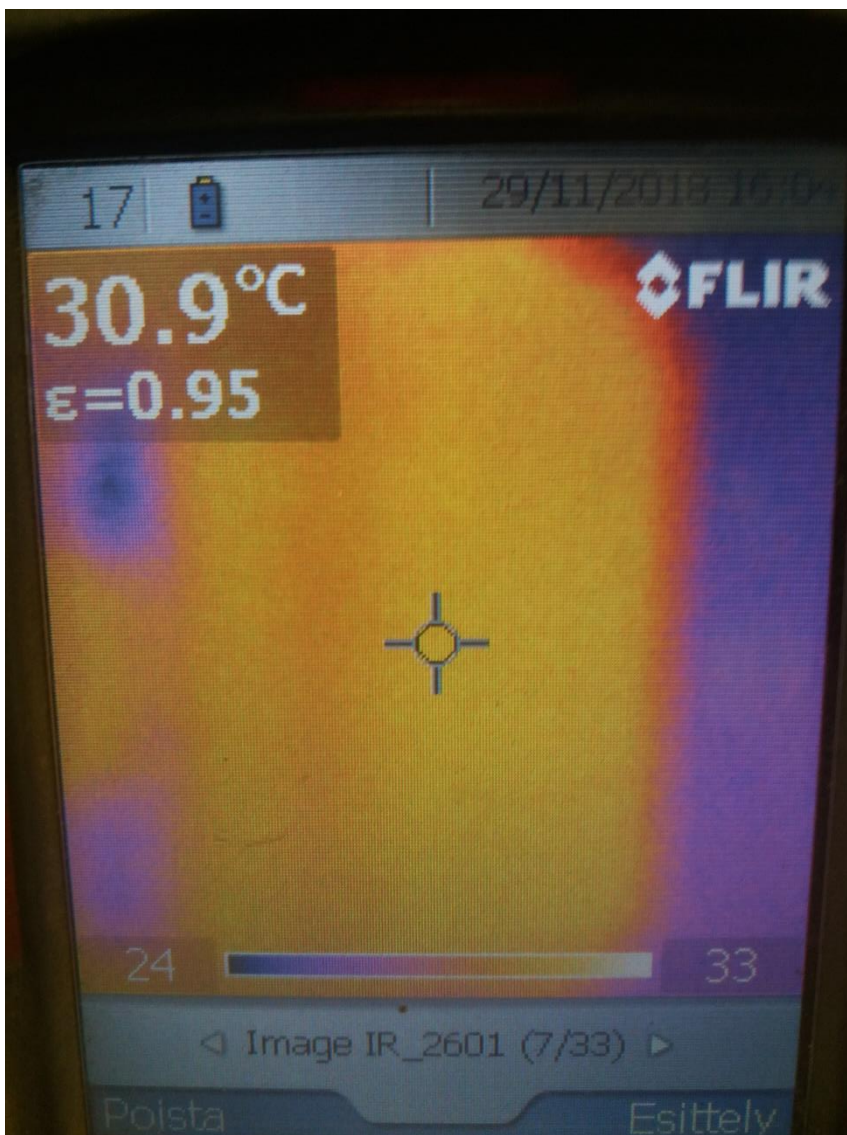
Eristysvastusmittauksella varmistetaan, että PE-johdin ei ole yhteydessä vaihejohtimeen tai nollajohtimeen. Tätä mitataan syöttämällä laitteeseen 1000 V säsäysvirtaa ja vaiheita maata vasten (10). Tavoiteltu arvo eristysvastukselle on yli 5 M Ω . Tässä työssä eristysvastusmittauksella saatiin arvoiksi lukemia noin 2 M Ω :n alueella. Tämä arvo selittyy sillä, että laitteistossa on paljon erilaisia mitauskytkentöjä virralle ja jännitteille, sekä signaaleja, jotka voivat sekoittaa arvoa. Saatiin varmistettua, että PE-johdin ei ole yhteydessä vaiheisiin.

5.1.3 Suojajohtimen jatkuvuusmittaus

Suojajohtimen jatkuvuusmittauksessa varmistetaan, että yhteydet päämaadoituskiskon ja maadoituspisteiden välillä ovat kunnossa. Tämä suoritetaan johtimille ja liitoksille korkean erottelutarkkuuden resistanssimittauksella. Mittauslaitteena käytettiin FLUKE:n valmistamaa sähköasennustesteriä. (10.)

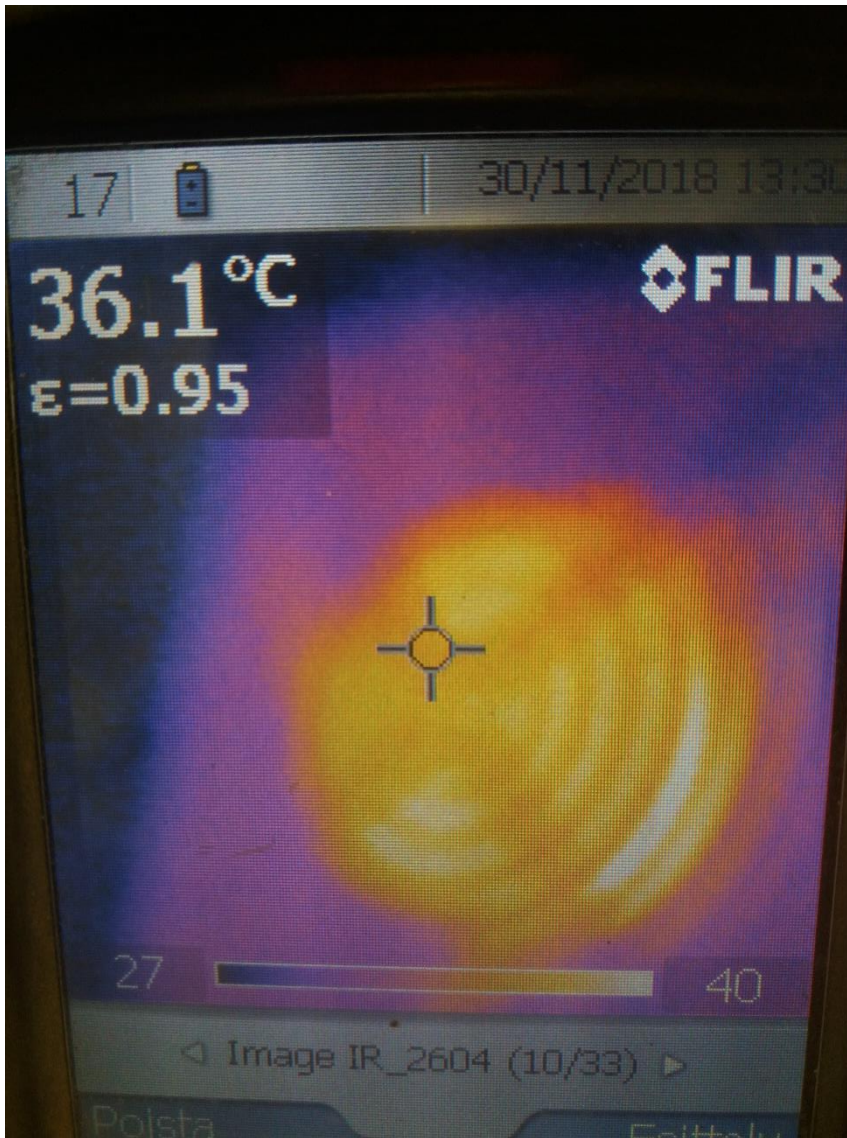
5.2 Lämpötilat

Laitteiston testaamisessa tarkkailtiin myös kaapin sisätilan lämpötiloja ja kuinka hyvin ilma pääsee kiertämään ja poistumaan kaapin sisältä. Tavoitteena oli, että lämpötila pysyy tasaisena ja alhaisena. Lämpötilaa seurattiin Flir-lämpökameralla ja saatiin yleinen käsitys siitä, miten eri komponentit ja johtimet lämpenevät (Kuva 12.). Komponenteilla ja johtimilla on raja-arvoja, joita lämpötilan nousu ei saa ylittää. Näistä merkittävin arvo on tyristorihajaimella. Manuaalissa mainitaan, että laitetta saa säilyttää enintään +55 asteen lämpötilassa.



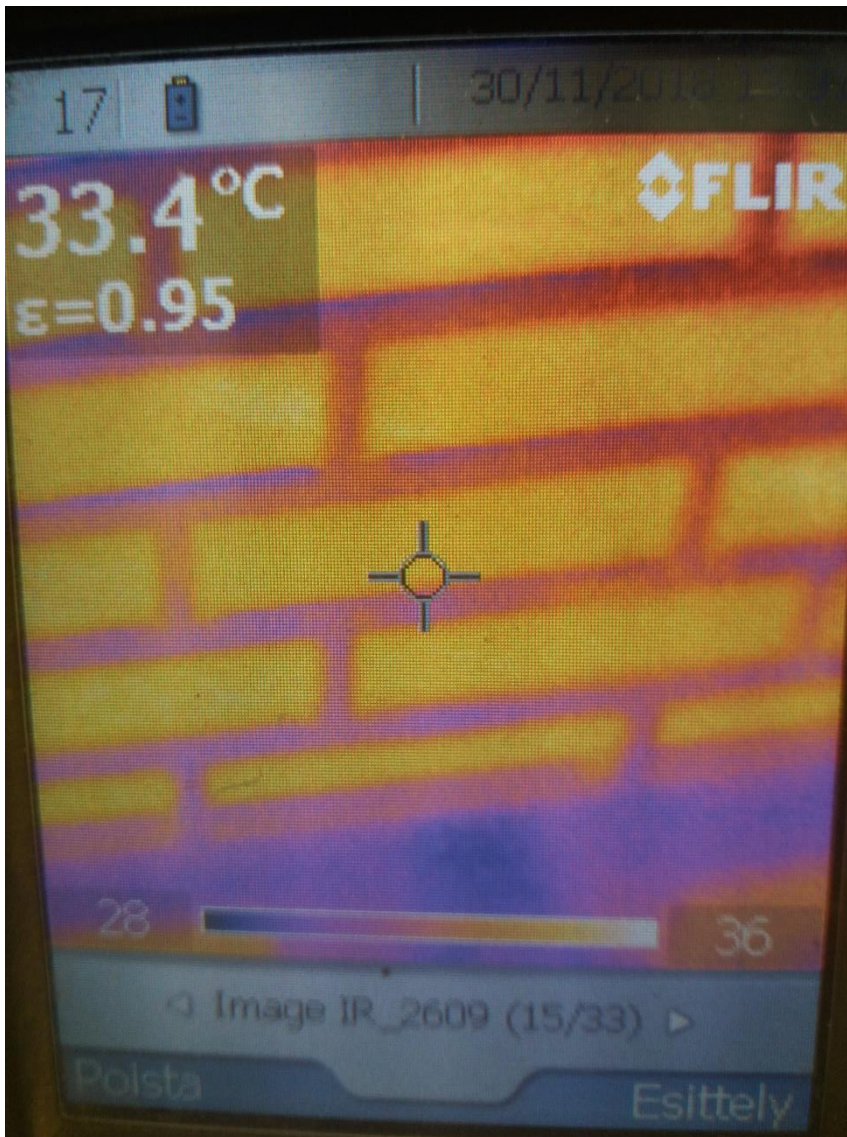
KUVA 12. Kaapin sisätilan lämpötila

Lämpötiloja tarkkailtaessa huomattiin, että lämpötila ei noussut missään yli 40 asteen (Kuva 13).



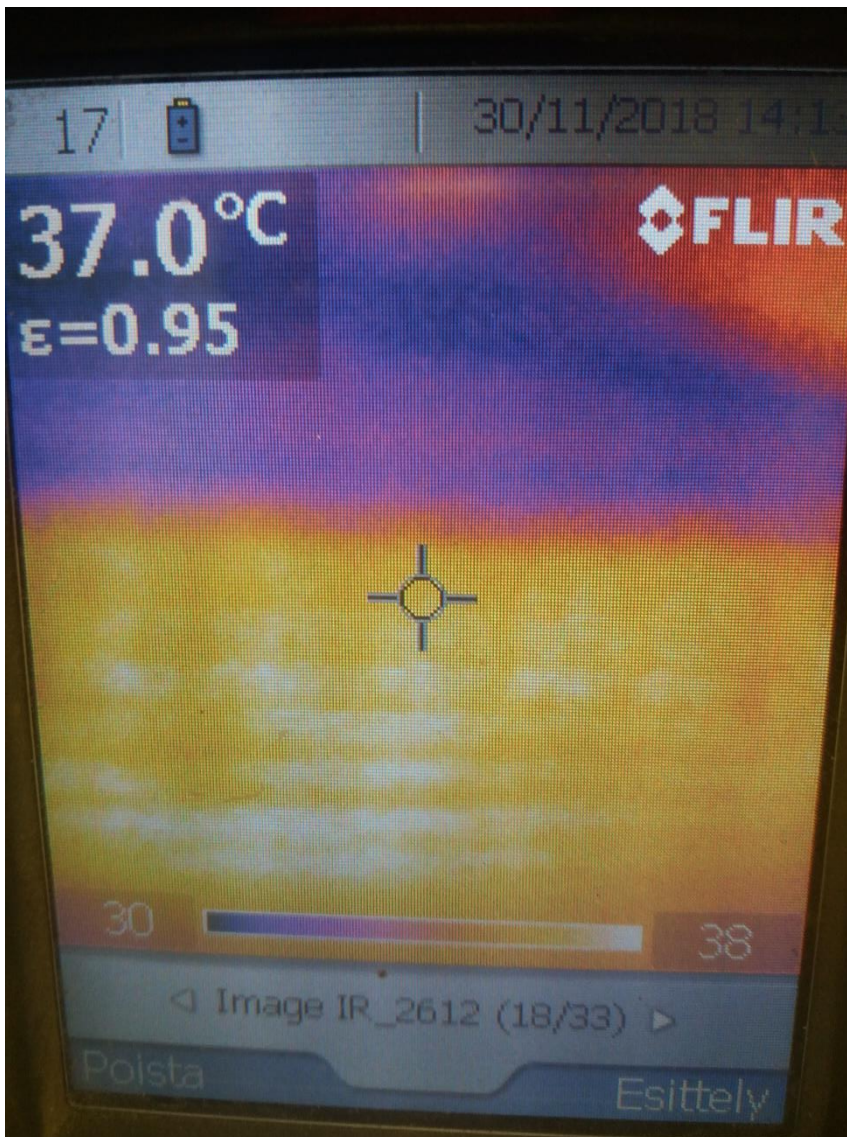
KUVA 13. Poistoilmapuhaltimen lämpötila

Poistoilmapuhaltimia on kaapeissa kaksi, näiden lisäksi kaapin sisäistä ilmankiertoa hoitavat myös DCT-880 ja tasasuuntaajan omat puhaltimet (Kuva 14).



KUVA 14. Tasasuuntaajan puhaltimen lämpötila

DCT-880 -ohjaimen lämpötila pysyi myös hyvissä arvoissa (Kuva 15).



KUVA 15. DCT-880:n puhaltimen lämpötila

5.3 Virransäädön toiminta

Laitteen parametrit on säädetty Drive Composerissa niin, että virransäätö tapahtuu etupaneelissa olevasta potentiometrillä. Virtalukema ja jännite näkyy suoraan oven käyttöpaneelissa. Testikäytössä laite toimi täysin moitteetta ja sillä saatiin säädettyä virtaa 0 A:n ja 1 500 A:n välillä. Eri virran arvoja testattiin säätämällä ulostulovirta tiettyyn arvoon 0 A:n ja 1 500 A:n välillä ja seuraamalla, miten laitteeseen kytketty kuorma reagoi. Kuormana käytettiin vanhaa sähkömoottoria, jonka käämityksiä lämmitettiin tällä työkalulla.

6 POHDINTA

Opinnäytetyön tavoitteena oli laatia suunnitelmat virtamuuntajakaappien toteutuksesta ja tilata tarvittavat komponentit suoritusta varten. Työ oli laaja ja monipuolinen ja antoi hyviä taitoja niin suunnittelua kuin asennusta varten. Laitteisto oli myös haastava toteuttaa, sillä tällaisia ei ole juuri tehty aiemmin. Suunnittelua ja toteutusta tehtiin samanaikaisesti ja jonkin verran tuli muutoksia myös siitä syystä, että kaapissa oli tilaa rajallisesti suurille komponenteille.

Työ onnistui hyvin ja tavoitteet tulivat täytetyiksi. Aikataulu venyi jonkin verran siitä syystä, että joitain komponentteja jouduttiin tilaamaan ulkomailta ja tietyt työvaiheet olivat todella haastavia. Kaapin suunnittelussa ja toteutuksessa oli paljon työvaiheita, joista pystyi ottamaan paljon oppia ja myös syventämään aiempaa osaamista.

LÄHTEET

1. ABB Oy. Saatavissa: <https://new.abb.com/fi/abb-lyhyesti/suomessa> Hakupäivä 7.1.2019.
2. ABB DCT-880 Manuaali. Saatavissa: <https://new.abb.com/drives/dc/dct880> Hakupäivä 7.1.2019.
3. SFS 6000 Pienjännitesähköasennukset Hakupäivä 3.1.2019
4. Trafotek muuntajan tilaus. Saatavissa: <http://www.trafotek.fi/fi/> Hakupäivä 3.1.2019
5. Tietoa tasasuuntaajasta. Saatavissa: <https://fi.wikipedia.org/wiki/Tasasuuntaaja> Hakupäivä 7.1.2019
6. Tasasuuntaajan tilausosoite. Saatavissa: <https://www.semikron.com/> Hakupäivä 3.1.2019
7. Knick Galvaanisen erottimen manuaali ja yleistiedot. Saatavissa: <https://www.knick-international.com/en/products/proline/universal-isolated-signal-conditioners/varitrans-p-27000/index.html> Hakupäivä 7.1.2019
8. Sähköturvallisuuden edistämiskeskus. Tietoa maadoituksista. Saatavissa: <https://stek.fi/perustietoa-sahkosta/maadoitus/> Hakupäivä 28.12.2018
9. ABB Drive Composer. Saatavissa: <https://new.abb.com/drives/fi/ohjelmistotyokalut/drive-composer> Hakupäivä 28.12.2018
10. Sähköasennusten käyttöönottotarkastukset. Saatavissa: https://fi.wikipedia.org/wiki/S%C3%A4hk%C3%B6asennuksen_k%C3%A4ytt%C3%B6nottotarkastus Hakupäivä 3.1.2019

