



Relekoestuslaitteen käyttöönotto ja toisioreleiden koestaminen

Oskari Törmä

Opinnäytetyö
Huhtikuu 2014
Sähkötekniikka
Sähkövoimatekniikka

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Sähkötekniikan koulutusohjelma
Sähkövoimatekniikka

TÖRMÄ, OSKARI:

Relekoestuslaitteen käyttöönotto ja toisioreleiden koestaminen

Opinnäytetyö 34 sivua, joista liitteitä 0 sivua
Huhtikuu 2014

Tämän opinnäytetyön toimeksiantaja oli Electric Power Finland Oy, joka on erikoistunut vaativiin yli 1000 V sähkötyökohteisiin, kuten vahvavirtajärjestelmien asennukseen, suunnitteluun ja koestukseen.

Työn tavoitteena oli päivittää käytettynä hankittuun OMICRON CMC 256-6 -relekoestuslaitteeseen uusimmat ohjelmistot, jotka tukevat Windowsin käyttöjärjestelmän uusimpiakin versioita ja saattaa koestuslaite käyttökuntoon. Opinnäytetyössä tutkittiin OMICRON Test Universe -käyttöliittymää, jolla hallitaan koestustoimia. Opinnäytetyössä perehdyttiin myös toimivan relesuojausjärjestelmän vaatimuksiin ja tutustuttiin verkon suojauksessa yleisimmin käytettyihin jännite-, ylivirta-, differentiaali- ja distanssireleisiin sekä niiden koestamiseen. Lisäksi opinnäytetyössä vertailtiin CMC 256-6 - ja SVERKER 760 -koestuslaitteiden hyviä ja huonoja puolia.

EPF Oy:llä ei ollut kokemusta OMICRONin koestuslaitteen käytöstä, sillä aiemmin yrityksessä toisioreleiden koestamiseen on käytetty Programma SVERKER 760 -koestuslaitteita. Tämän vuoksi työssä tehtiin runsaasti tutkimustyötä ja toimitettiin yhteistyössä laitteen parissa työskentelevien yritysten, kuten OMICRON GmbH ja erityisesti Siemenin kanssa.

Tämän työn ansiosta EPF Oy voi laajentaa koestustarjontaansa myös sellaisiin kohteisiin, joita ei entisellä laitteistolla voinut hoitaa. Työn raportointiosuutta voi käyttää myös suomenkielisenä testiohjelmiston pikaoppaana.

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Electrical Engineering
Option of Electrical Power Engineering

TÖRMÄ, OSKARI:

Updating of Relay Test Device and Secondary Relay Testing

Bachelor's thesis 34 pages, appendices 0 pages
April 2014

The client of this study was Electric Power Finland Oy, which is specialized in demanding over 1000 V electrical work sites, such as high-voltage systems installation, design and testing.

The objective of this study was to update the latest software versions to the OMICRON CMC 256-6 relay test device and bring the test device to operating condition. OMICRON Test Universe interface is used in managing the testing process and it is introduced in this study. The requirements of functioning relay protecting system and testing of commonly used voltage, overcurrent, differential and distance relays are also introduced. The qualities of CMC 256-6 and SVERKER 760 were compared based on the information collected.

EPF Oy had no experience in working with CMC 256-6, because in the past the company had been using Programma SVERKER 760 test device in testing the secondary relays. That is why a lot of research and work needed to be done with companies such as OMICRON GmbH and especially Siemens.

Due to this study and the new equipment EPF Oy is able to expand its work field and take such work sites it has not been able to take with the former equipment. This report can also be used as a guidebook in the use of OMICRON test software.

Key words: OMICRON, testing, relay protecting

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
2	TESTILAITTEIDEN JA OMICRONIN ESITTELY	7
2.1	OMICRON yleisesti	7
2.2	OMICRON CMC 256-6	7
3	RELESUOJAUS	9
3.1	Suojausjärjestelmä	9
3.1.1	Toimiva relesuojausjärjestelmä.....	9
3.1.2	Suojareleiden toiminta	10
3.2	Kolmivaiheinen yli- ja alijänniterele SPAU 130 C	11
3.2.1	Toiminta	11
3.2.2	Koestus	13
3.3	Ylivirtarele SPAJ 131 C	14
3.3.1	Toiminta	15
3.3.2	Koestus	16
3.4	Differentiaalirele SPAD 346 C	18
3.4.1	Toiminta	18
3.4.2	Koestus	20
3.5	Distanssirele.....	21
3.5.1	Toiminta	21
3.5.2	Asettelut ja toiminta-ajat	24
4	TUTKIMUKSET.....	25
4.1	Lähtötilanne	25
4.2	OMICRON Roadshow	25
4.3	Laitteen ohjelmiston määrittäminen	26
4.4	Tilauksen teko ja asiakkuus	27
4.5	Testiohjelmisto.....	28
4.5.1	QuickCMC	28
4.5.2	Overcurrent	29
4.5.3	Advanced Distance.....	30
4.6	Ohjelmiston asennus ja laitteen kalibrointi.....	31
4.7	Vertailu SVERKER 760:een	32
5	POHDINTA.....	33
	LÄHTEET.....	34

ERITYISSANASTO

Erovirta	Ylä- ja alajännitepuolen virtojen erotus.
Käänteisaikatoiminta	Releen suojausportaan toiminta on sitä nopeampaa, mitä suurempi on mitattu virta.
Selektiivisyys	Suojalaitteiden toiminta-arvojen porrastaminen, siten että viikaa lähimpänä oleva suoja toimii ennen muita.
Vakavointivirta	Ylä- ja alajännitepuolen virtojen keskiarvo.
Vakioaikatoiminta	Releen suojausportaan toimintanopeus ei ole riippuvainen mitatun virran suuruudesta.

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön aihe on saatu Electric Power Finland Oy:stä kesällä 2013. OMICRON CMC 256-6 -relekoestuslaite oli ollut jo jonkin aikaa yrityksen omistuksessa, mutta laite oli käyttökelvoton, sillä sen ohjelmisto oli vanhanaikainen. Tutkimustyön alkaessa ei ollut vielä selvää, kuinka pitkälle koestuslaitteen käyttöönottoprosessi saadaan opinnäytetyön puitteissa vietyä.

Tämän opinnäytetyön tarkoitus on saada uusvanha relekoestuslaite toimintakuntoon. Tulevaisuudessa pitää huolehtia siitä että koestuslaitetta käyttävät Electric Power Finland Oy:n koestajat saavat riittävän koulutuksen laitteen käytöstä. Koulutuksia Suomessa järjestää Siemens. Työn toisena tavoitteena voidaan pitää suojareleiden toiminnan selventämistä tiiviissä paketissa ja selkokielellä niistä tietoa tarvitseville.

Hyvän relesuojausjärjestelmän on oltava nopea, selektiivinen ja toimintavarma, jotta viikatilanteissa mahdollisimman suuri osa sähköverkosta voidaan pitää käytössä. Suojareleiden toimintakunto tulee testata tietyin väliajoin. Tätä kutsutaan määräaikaiskoestukseksi, jossa releen toimintakunnon säilyminen varmistetaan ja asetteluiden paikkansapitävyys tarkistetaan. Koestukset suoritetaan suojareleille useimmiten toisiokoestuksena. Tässä työssä tutustutaan suojareleiden ominaisuuksien ja toimivan relesuojausjärjestelmän periaatteiden lisäksi OMICRON CMC 256-6 -relekoestuslaitteeseen.

2 TESTILAITTEIDEN JA OMICRONIN ESITTELY

Tässä luvussa tutustutaan OMICRON Gesellschaft mit beschränkter Haftungin historiaan, kehitykseen ja tarjontaan. Alla esitellään myös OMICRON CMC 256-6 -relekoestuslaitteen ominaisuuksia.

2.1 OMICRON yleisesti

OMICRON Gesellschaft mit beschränkter Haftung perustettiin melkein 30 vuotta sitten Itävallassa, jossa alettiin kehittää mittaus- ja suojalaitteiden koestuslaitteita. Muutaman omistautuneen insinöörin ryhmästä yritys on kasvanut kansainväliseksi toimijaksi, jolla on 20 toimipistettä ympäri maailmaa ja asiakkaita yli 140 maassa. (OMICRON: who we are 2013).

OMICRONin tuotevalikoima ulottuu muuntajien, katkaisijoiden, moottoreiden ja kaapelijärjestelmien koestusratkaisuista suojareleiden, energiamittareiden, antureiden sekä PQ-analysaattoreiden koestus- ja kalibrointilaitteisiin. OMICRONin valvontaratkaisuja voidaan käyttää myös suurjännitegeneraattoreille ja -kaapeleille. OMICRON tarjoavaa palveluita myös käyttöönoton, konsultoinnin ja koulutuksen saralla. (OMICRON: what we do 2013)

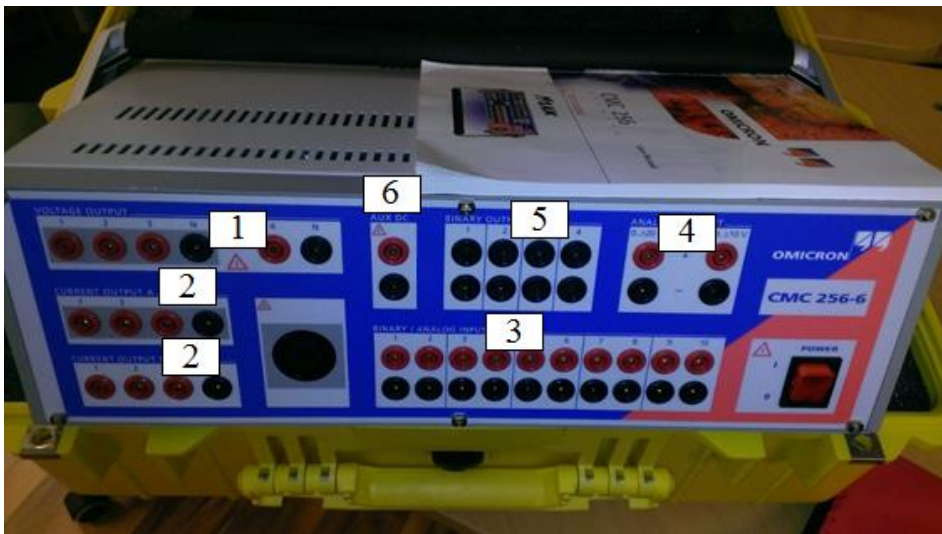
2.2 OMICRON CMC 256-6

CMC 256-6 on tietokoneohjattu testilaitte, jolla voidaan koestaa suojareleitä, antureita ja energiamittareita. CMC 256-6 on osa OMICRONin testausjärjestelmää, joka koostuu testilaitteesta, tietokoneesta ja testausohjelmistoista. (CMC 256 Operations Manual 2000, 13, 15.)

OMICRON CMC 256-6 -koestuslaitteessa on neljä jännitelähtöä (Voltage Output) sekä yksi yhteinen nolla ”N” (kuva 1, kohta 1). Jännitelähdöt ovat galvaanisesti erotettu laitteen muista lähdöistä ja ryhmässä olevat N-kirjaimella merkityt nolla-pistokkeet on galvaanisesti yhdistetty toisiinsa. Jännitelähdöt on toteutettu toimimaan kahdella jännitealu-

eella: 0 ... 150 V ja 0 ... 300 V. Kaikki jännitelähdöt ovat suojattu virtapiirin katkeamiselta, oikosuluilta ja ylikuormittumiselta. Kun jännitelähtö on ylikuormittunut, näkyy sitä vastaava varoitus testiohjelmiston käyttöliittymässä. (CMC 256 Operations Manual 2000, 21) Koestuslaitteessa on kaksi galvaanisesti erotettua kolmivaiheista virtalähtöä (Current Output), joilla molemmilla on oma nolla (kuva 1, kohta 2). Kaikki virtalähdöt on varustettu kahdella virta-alueella: 6 x 1,25 A ja 6 x 12,5 A. Virtalähdöt on suojattu kuten jännitelähdöt: virtapiirin katkeamiselta, oikosuluilta ja ylikuormitukselta. Myös virtalähdön ylikuormittuminen aiheuttaa hälytyksen, joka näkyy käyttöliittymässä. (CMC 256 Operations Manual 2000, 22.)

Koestuslaitteen kymmenen binäärituloa (Binary/Analog Input) on jaettu viiteen kahden sisääntulon ryhmään, jotka ovat galvaanisesti erotettuja toisistaan (kuva 1, kohta 3). Binäärituloja voidaan käyttää laskurituloina 3 Hz taajuuteen asti. Kaikki binääritulot on ohjelmistollisesti mahdollista määrittää toimimaan myös analogituloina. (CMC 256 Operations Manual 2000, 22.) Koestuslaitteen Analog DC Input (kuva 1, kohta 4) on DC mitausyksikkö, joka on galvaanisesti erotettu kaikista etupaneelin muista liittimistä. Yksikkö mittaa U_{DC} - ja I_{DC} -arvot ja lähettää ne edelleen testausohjelmistoon. (CMC 256 Operations Manual 2000, 25.) OMICRON CMC 256-6:n neljä binäärilähtöä (Binary Output) (kuva 1, kohta 5) ovat käytettävissä potentiaalivapaina relelähtöinä (CMC 256 Operations Manual 2000, 25). Koestuslaitteessa on apujännitelähtö (AUX DC) (kuva 1, kohta 6), jolla voidaan syöttää koestettaviin suojarelaisiin apujännitettä aina 264 V asti. Apujännitelähtö on galvaanisesti erotettu muista lähdöistä. Kun apujännite nousee yli 42 V:n, vaarallisesta jännitteestä varoittava valo syttyy. (CMC 256 Operations Manual 2000, 26.)



KUVA 1. OMICRON CMC 256-6

3 RELESUOJAUS

Tässä kappaleessa tutustutaan relesuojauksen perusteisiin sekä yleisimpiin ABB:n suoja-releisiin. Kappaleessa läpi käytävien releiden lisäksi yleisiä suoja-releitä on muun muassa taajuus- ja valokaarireleet.

3.1 Suojausjärjestelmä

Suojareleet kuuluvat kokonaisuuteen, joka huolehtii verkon laitteiden suojauksesta yhdessä mittamuuntajien ja katkaisijoiden kanssa. Standardin SFS 60050-448 mukaan suojausjärjestelmään kuuluu suojauslaitteet, mittamuuntajat, johdotukset, laukaisupiirit, teholähteet, tiedonsiirtojärjestelmät ja jälleenkytkentäautomatiikat, mutta ei katkaisijat. (Elovaara & Haarla. 2011, 335.)

Suojauksen tarkoituksena on havaita mahdollisia suojattavan järjestelmän ongelmatilanteita, jotta ongelmat voidaan selvittää ja ratkaista. Suojareleen havaitessa maa- tai oikosulun, irrottaa se vikaantuneen verkon osan muusta järjestelmästä, jolloin tehonsiirto verkon muissa osissa voi jatkua. Viiallisen johdon erottaminen muusta verkosta on tehtävä mahdollisimman nopeasti, jottei se aiheuta vahinkoa ihmisille, eläimille tai laitteille. (Elovaara & Haarla. 2011, 335–336.) Suojareleillä suojataan johtojen lisäksi laitteita kuten kojeistot, muuntajat, generaattorit, reaktorit ja kuristimet.

3.1.1 Toimiva relesuojausjärjestelmä

Hyvin toimiva relesuojausjärjestelmä on selektiivinen, nopea, herkkä ja luotettava sekä varautunut kaikenlaisiin vikoihin ja käyttötilanteisiin. Selektiivisyydellä tarkoitetaan sitä, että verkosta erotetaan ainoastaan vikaantunut verkon osa, jolloin minimoidaan kuluttajille aiheutuvat haitat. (Elovaara & Haarla. 2011, 342.) Jotta mahdollisimman suuri osa verkosta voidaan vian sattuessaakin pitää käytössä, on sitä suojaavien releiden ja katkaisijoiden selektiivinen toiminta erittäin tärkeää ja se tulee ottaa huomioon releiden asetuissa. Yksinkertaisimmillaan suojaus toteutetaan aikaselektiivisenä. Esimerkiksi vakioaikaisilla ylivirtareleillä suojatussa verkossa, ylivirtareleiden toiminta-ajat porrastetaan

siten, että lähimpänä vikakohtaa oleva rele toimii ensin. (ABB TTT-käsikirja. Luku 7, 21.)

Virtamuuntajat rajaavat verkon suoja-alueisiin. Suojauksen paremman luotettavuuden takaamiseksi jokaista suoja-aluetta valvoo yleensä kaksi relettä. Tämä varmistus voidaan toteuttaa joko kahdella eri pääsuojauksella tai siten, että toisen releen hidastettu porrastuu toimii varasuojana. Suojausjärjestelmän toiminta- ja käyttövarmuus eli se, ettei rele lähetä turhia laukaisukäskyjä, mutta toisaalta vian sattuessa toimii oikein, on luonnollisesti tärkeä tekijä verkon suojauksessa. Jos vikatilanteessa pääsuojarele ei anna laukaisukäskyä, vian kesto pitenee ja viiveellä toimiva varasuojaus erottaa verkosta haluttua suuremman osan. Jos varasuojauskaan ei toimi, saattaa siitä seurata verkkoon vakava suurhäiriö. (Elovaara & Haarla. 2011, 343.)

Verkon käyttötilanteen muuttuessa vikavirrat saattavat pienentyä ja hyvän suojausjärjestelmän tulee olla riittävän herkkä havaitakseen vian kaikissa olosuhteissa. Tämä tulee ottaa huomioon releiden asetteluita määritettäessä. (Elovaara & Haarla. 2011, 344.)

3.1.2 Suojareleiden toiminta

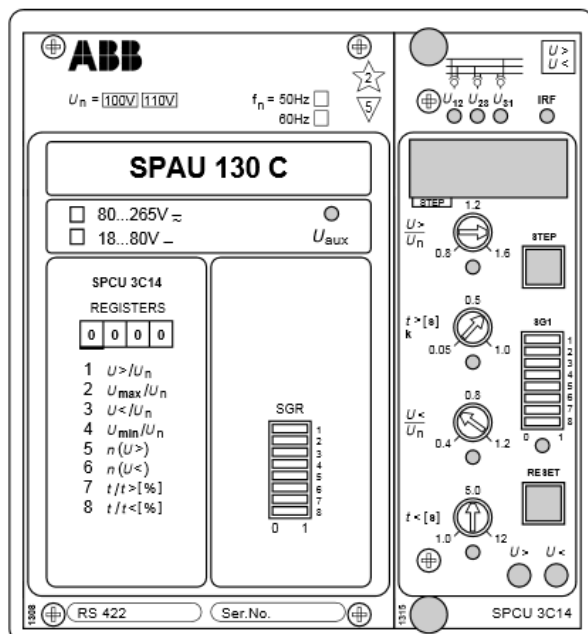
Suojareleet mittaavat niille määritetyjä suureita, joiden muutoksiin ne reagoivat havahdumalla, toimimalla ja palautumalla. Releisiin asetellaan suojattavasta kohteesta riippuvat raja-arvot. Kun mitattava suure pysyy asetteluarvojen sallitulla alueella, on rele normaalityössä. Asetteluarvon ylittyessä tai joissain tapauksissa alittuessa rele havahtuu. Mikäli raja-arvo pysyy ylittettynä releelle asetellun toiminta-ajan verran, antaa se laukaisukäskyn katkaisijalle ja tekee yleensä hälytyksen. Jos mitattava suure palaa takaisin sallittuun arvoon releen ollessa havahtuneena, rele palautuu. Releen palautumismahdollisuuden voi tietyissä releissä asetella pois käytöstä. (Elovaara & Haarla. 2011, 344.)

Sähköverkkojen suojaukseen käytetään yhä paljon vanhoja releitä, jotka ovat sähkömekaanisia ja sisältävät siis liikkuvia osia. Nämä vanhat releet ovat uusiin verrattuna suuria ja epätarkkoja. Ajan kuluessa releen mekaniikka jäykistyy, ja etenkin näitä releitä tulee koestaa ja huoltaa määräjain, jotta niiden toimintavarmuus säilyy. Sähkömekaaninen järjestelmä aiheuttaa myös hieman hitautta releen toimimiseen. (Elovaara & Haarla. 2011, 344.)

3.2 Kolmivaiheinen yli- ja alijänniterele SPAU 130 C

Yli- ja alijännitereleen, SPAU 130 C:n, päätarkoitukset ovat pääjännitteiden valvonta ja rekisteröinti, moottorien alijännitesuojaus sekä generaattoreiden napaoikosulku- ja yli- jännitesuojaus. Kyseessä on toisiorele, joka sisältää yli- ja alijännitesuojan sekä laukaisu- ja hälytystoiminnot. Suojarele voidaan myös ohjelmoida toimimaan yksivaiheisena. (ABB. SPAU 130 C... 2002, 3.)

Yli- ja alijännitereleeseen SPAU 130 C kuuluu myös yli- ja alijännitemoduuli SPCU 3C14 (kuva 2). Tässä kappaleessa näitä käsitellään yhtenä laitteena.



KUVA 2. SPAU 130 C ja SPCU 3C14 (ABB SPAU 130 C... 2002, 1)

3.2.1 Toiminta

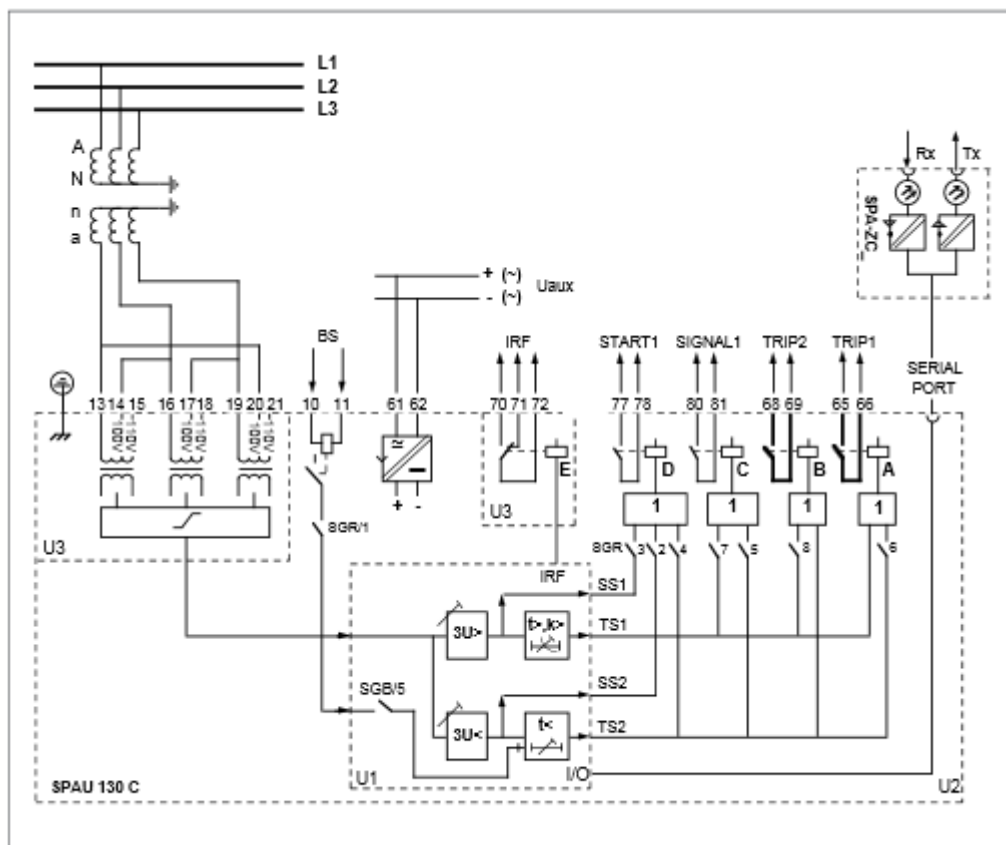
SPAU 130 C liitetään suojattavan kohteen jännitemuuntajiin, ja se mittaa verkon pääjännitteitä. Suojaustavasta riippuen, suojarele hälyttää tai ohjaa katkaisijaa vikatilanteissa. (ABB. SPAU 130 C... 2002, 3.)

Ylijänniteporras $U >$ havahtuu, jos yksikin releen mittaamista pääjännitteistä nousee yli portaan asetteluarvon. Asetellun toiminta-ajan $t >$ kuluttua rele antaa laukaisusignaalin.

Alijänniteporras $U <$ vastaavasti havahtuu, jos jokin jännitteistä putoaa alle portaan asetetuvarvon ja ajan $t <$ kuluttua rele antaa laukaisusignaalin. (ABB. SPAU 130 C... 2002, 3)

Ylijänniteportalle voidaan vakioaikaviiveen lisäksi ohjelmoida käänteisaikaviiveen mukainen toiminta. Alijänniteporras toimii vain vakioaikatoiminnassa. (ABB. SPAU 130 C... 2002, 3.) Käänteisaikatoiminnalla tarkoitetaan sitä, että releen suojausportaan toimintanopeus riippuu mitatun virran suuruudesta. Vakioaikatoiminnassa taas suojausportaan toimintanopeus ei riipu virrasta.

Alla on esitelty SPAU 130 C:n toimintoja liitântäkaavion muodossa (kuva 3) ja tunnusten selitykset (taulukko 1).



KUVA 3 SPAU 130 C:n liitântäkaavio. (ABB. SPAU 130 C... 2002, 4)

TAULUKKO 1. Liitäntäkaavion selitykset

U_{aux}	Apujännite
A, B,C, D, E	Lähtöreleet
IRF	Itsevalvonta
BS	Laukaisun lukitussignaali
SS	Havahtumissignaali
TS	Laukaisusignaali
SGR	Kytkinryhmä laukaisujen ja hälytysten ryhmittelyä varten
SGB/5	Kytkin alijänniteportaan lukitusta varten
TRIP_	Laukaisulähtö
SIGNAL1	Hälytys laukaisusta
START1	Havahtumistieto tai hälytys laukaisusta
U1	Kolmivaiheinen yli- ja alijännitemoduuli SPCU 3C14
U2	Teholähde- ja I/O-moduuli SPTU 240S1
U3	Liitäntämoduuli SPTU 3E15
SERIAL PORT	Sarjaliikenneliityntä
SPA-ZC_	Sarjaväylän liitäntämoduuli
Rx/Tx	Liitäntämoduulin vastaanotin ja lähetin kuitukaapeliliityntää varten

3.2.2 Koestus

Ennen koestusta rele tulee irrottaa suojauspiiristä joko katkaistavilla riviliittimillä tai käyttämällä releen yhteydessä olevaa koestusliitintä. Yli- ja alijänniterelettä koestettaessa pitää relepiiri irrottaa jännitemuuntajan toisiosista. Mahdollisesti pääkatkaisijalle viety laukaisusignaali on otettava huomioon, jotta vältytään sähkökatkoilta. (ABB. SPAU 130 C... 2002, 17.) Jännitemuuntajia ei saa syöttää toisioon, jottei sen ensiossa jännite nouse vaarallisen suureksi.

Kun suojaareleelle kytketään apujännite, releen pistoyksiköt suorittavat itsetestauksen, joka ei kuitenkaan kata sovitustuuntajia eikä lähtöreleiden koskettimia. Toimintakunto tulee testata koestuslaitteella, jolla saadaan myös sovitustuuntajat ja lähtöreleet koestettua. (ABB. SPAU 130 C... 2002, 17.)

Suojareleen sovitustuuntajat koestetaan syöttämällä kaikille vaiheille jännitettä ja varmistetaan, että koestuslaitteen näytöllä on sama jännitearvo kuin releen näytöllä. Suoja-releessä on IRF-toiminto, joka valvoo koko ajan releen toimintakuntoa ja sisäisen vian ilmetessä se antaa hälytyksen (ABB. SPAU 130 C... 2002, 17, 19.)

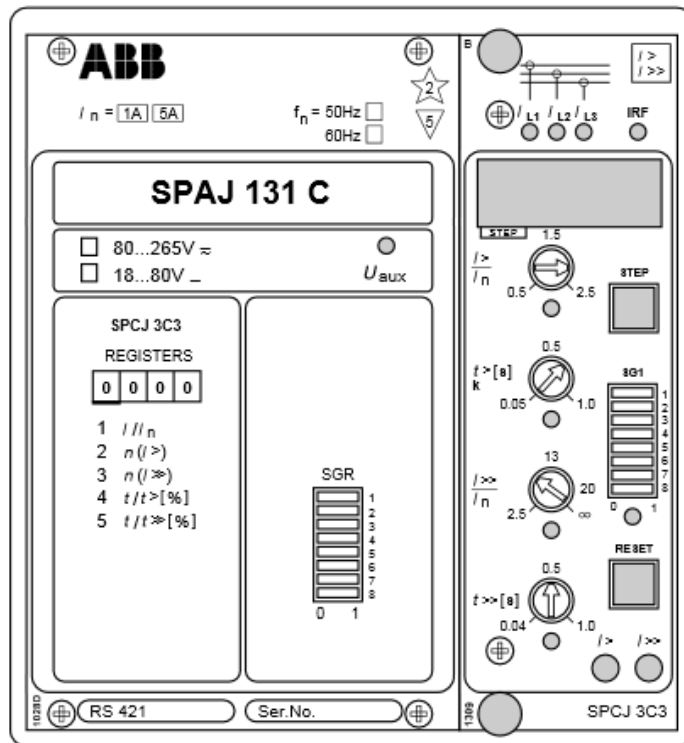
Ylijänniteportaan havahtumisjännite koestetaan syöttämällä releeseen aluksi nimellisjännitettä. Jännitettä nostetaan hiljalleen, kunnes rele havahtuu eli releen $U>$ -merkkivalo syttyy keltaisena. Alijänniteportaan havahtumisjännite koestetaan samalla tavalla, mutta nimellisjännitettä aletaan hiljalleen laskea. Portaiden havahtumisjännitteet merkitään koestuspöytäkirjaan. (ABB. SPAU 130 C... 2002, 19.)

Ylijänniteportaan $U>$ toiminta-aikaa mitattaessa syötetään releelle jännitettä, joka on suurempi kuin portaan asetteluarvo, mutta ei kuitenkaan ylitä releen jatkuvaa jännitekestoisuutta. Ensin rele havahtuu, toiminta-ajan $t>$ kuluttua sen tulisi lähettää laukaisusignaali ja merkkilampun $U>$ muuttua keltaisesta punaiseksi. Tällöin releen ohjaama katkaisija suorittaa laukaisun. Koestuslaitteen näytöllä näkyvä koestusjännite ja toiminta-aika merkitään koestuspöytäkirjaan. Toiminta-aika testataan myös alijänniteportaalle $U<$, jolloin koestusvirta asetetaan portaan asetteluarvoa pienemmäksi. (ABB. SPAU 130 C... 2002, 19.)

3.3 Ylivirtarele SPAJ 131 C

Ylivirtarele SPAJ 131 C on toisiorele jota käytetään aika- ja virtaselektiivisyyteen perustuvissa ylikuormitus- ja oikosulkusuojissa. Sitä käytetään myös generaattoreiden, muuntajien ja keskijänniteverkon suojaukseen. Suojareleen muodostama integroitu kokonaisuus sisältää sekä kaksiportaisen ylivirtasuojan että laukaisu- ja hälytystoiminnot. (ABB. SPAJ 131 C... 2002, 3.)

Ylivirtareleeseen SPAJ 131 C kuuluu myös ylivirtarelemoduuli SPCJ 3C3 (kuva 4). Tässä kappaleessa niitä käsitellään yhtenä laitteena.



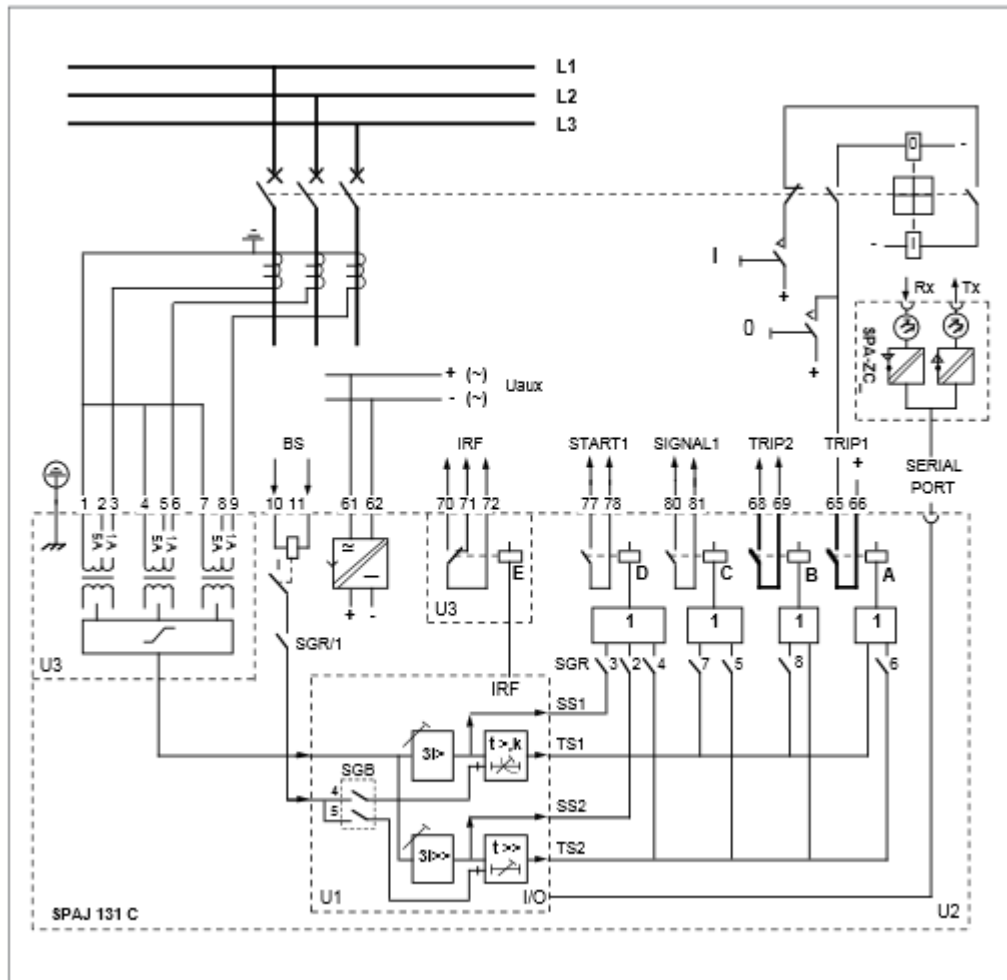
KUVA 4. SPAJ 131 C ja SPCJ 3C3 (ABB. SPAU 130 C... 2002, 3).

3.3.1 Toiminta

Ylivirtareleen SPAJ 131 C voi kytkeä suojattavan kohteen virtamuuntajiin tilanteesta riippuen joko yksi-, kaksi- tai kolmivaiheisesti. Vikatilanteessa suojarale aiheuttaa hälytyksen sekä ohjaa katkaisijaa ja riippuen valitusta suojaustavasta käynnistää ulkoiset jälleenkäyntätoiminnot. (ABB. SPAJ 131 C... 2002, 3.)

Alempi ylivirtaporras $I>$ havahtuu, kun jokin vaihevirta ylittää sen asetteluarvon. Jos rele pysyy havahtuneena, asetellun ajan $t>$ kuluttua, antaa rele laukaisusignaalin. Jos ylivirta ylittää ylemmän ylivirtaportaan asetteluarvon $I>>$, ajan $t>>$ kuluttua tapahtuu jälleen laukaisu. Releen alempi ylivirtaporras voidaan ohjelmoida toimimaan myös käänteisaikatoiminnassa, jolloin laukaisuaika riippuu ylivirran suuruudesta. Releen havahtumisesta saatuja kosketintietoja voidaan käyttää saman suojauskohteen muiden suojaraleiden lukitussignaaleina. (ABB. SPAJ 131 C... 2002, 3.)

Alla on esitelty SPAU 130 C:n toimintoja liitântäkaavion muodossa (kuva 5). Tunnusten selitykset ovat, kuten taulukossa 1, mutta $U1$ on kolmivaiheinen ylivirtarelemoduuli SPCJ 3C3.



KUVA 5. SPAJ 131 C:n liitântäkaavio (ABB. SPAJ 131 C... 2002, 4).

3.3.2 Koestus

Kuten jänniterele, myös ylivirtarele SPAJ 131 C tulee irrottaa suojauspiiristä katkaistavilla riviliittimillä tai releeseen asennetulla koestusliittimellä. Virtamuuntajien toisiopiiirejä ei saa missään vaiheessa jättää auki, jottei sen toisiossa jännite nouse vaarallisen suureksi ja virtamuuntaja hajoa. Myös ylivirtareleessä SPAJ 131 C on edellä mainittu IRF-toiminto. (ABB. SPAJ 131 C... 2002, 18.)

Pistoyksiköt suorittavat itsetestauksen, kun suojaareleelle kytketään apujännite. Itsetestaus ei kuitenkaan kata sovitusmuuntajia eikä lähtöreleiden koskettimia. Toimintakunto testataan koestuslaitteella, jolla myös sovitusmuuntajat ja lähtöreleet saadaan koestettua. (ABB. SPAJ 131 C... 2002, 18.)

Suojareleen sovitustuuntajat koestetaan syöttämällä yhdelle vaiheelle kerrallaan puhdasta sinimuotoista virtaa ja varmistetaan, että koestuslaitteen syöttämä virta vastaa releen näytöllä näkyvää virta-arvoa. (ABB. SPAJ 131 C... 2002, 20.)

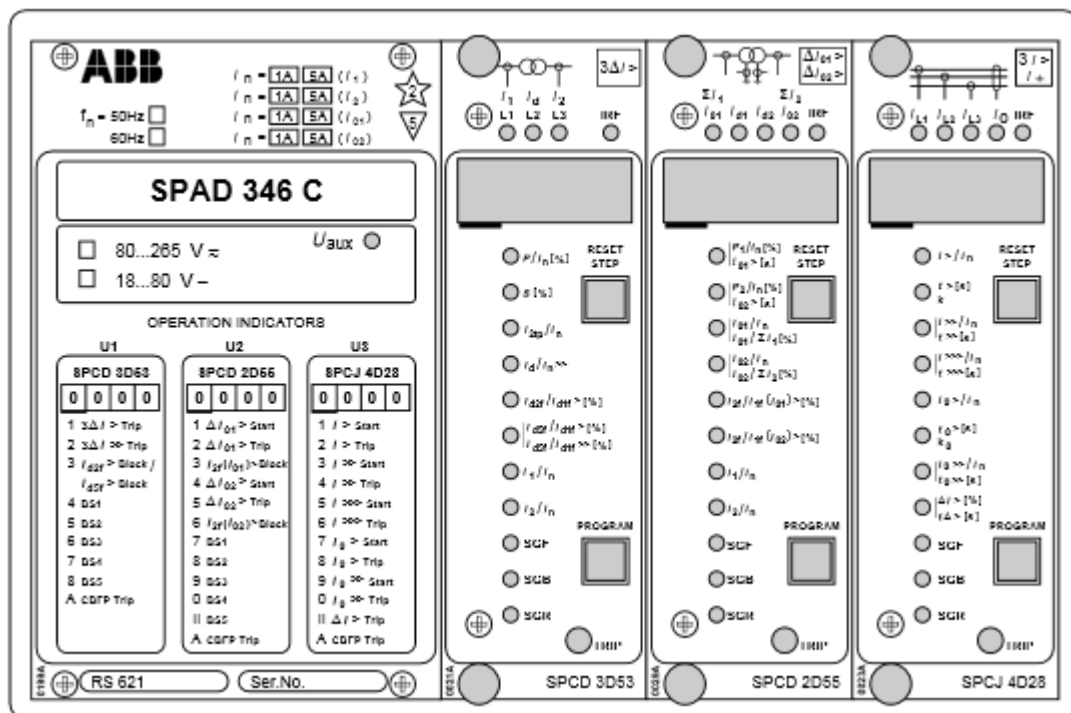
Alemman ylivirtaportaan havahtumisvirta koestetaan syöttämällä virtaa yhdelle vaiheelle. Virtaa nostetaan hiljalleen, kunnes rele toimii eli releen $I>$ -merkkivalo syttyy keltaisena. Sama toimenpide suoritetaan muillekin vaiheille. Ylemmän ylivirtaportaan havahtumisvirta koestetaan samalla tavalla kuin alemman portaan, mutta syöttövirtaa pitää katkoa, ettei alempi porras ehdi suorittaa laukaisua. Virran päällä oloaika riippuu alemman portaan toiminta-aika-asettelusta. Havahtumisvirrat merkitään koestuspöytäkirjaan. (ABB. SPAJ 131 C... 2002, 20.)

Alemman ylivirtaportaan $I>$ toiminta-aikaa mitattaessa syötetään vaiheille sellaista virtaa, joka on suurempi kuin alemman portaan asetteluarvo, mutta pienempi kuin ylemmän ylivirtaportaan $I>>$ asetteluarvo. Ensin rele havahtuu ja toiminta-ajan $t>$ kuluttua releen tulisi laukaista ja merkkilampun $I>$ muuttua keltaisesta punaiseksi. (ABB. SPAJ 131 C... 2002, 20) Koestuslaitteen näytöllä näkyvä koestusvirta ja toiminta-aika merkitään koestuspöytäkirjaan. Toiminta-aika testataan myös ylemmälle ylivirtaportalle, jolloin koestusvirta asetetaan portaan asetteluarvoa suuremmaksi. (ABB. SPAJ 131 C... 2002, 21.)

3.4 Differentiaalirele SPAD 346 C

Vakavoitua differentiaalirelettä SPAD 346 C käytetään kaksikämmimuuntajien ja generaattori-muuntajayksiköiden käämisulku-, kierrosluku-, maasulku- ja oikosulkusuojaukseen sekä generaattoreiden käämisulku- ja oikosulkusuojaukseen. Relettä voidaan käyttää myös kolmikäämmimuuntajien suojaukseen, mikäli yli kolme neljäsosaa oikosulkutehosta syötetään yhdestä suunnasta. (ABB. SPAD 346 C... 2002, 3)

Suojareleen muodostama integroitu kokonaisuus sisältää kolmivaiheisen vakavoidun differentiaalirelemoduulin SPCD 3D53, maasulkurelemoduulin SPCD 2D55 ja yhdistetyn ylivirta- ja maasulkurelemoduulin SPCJ 4D28 (kuva 6). (ABB. SPAD 346 C... 2002, 4)

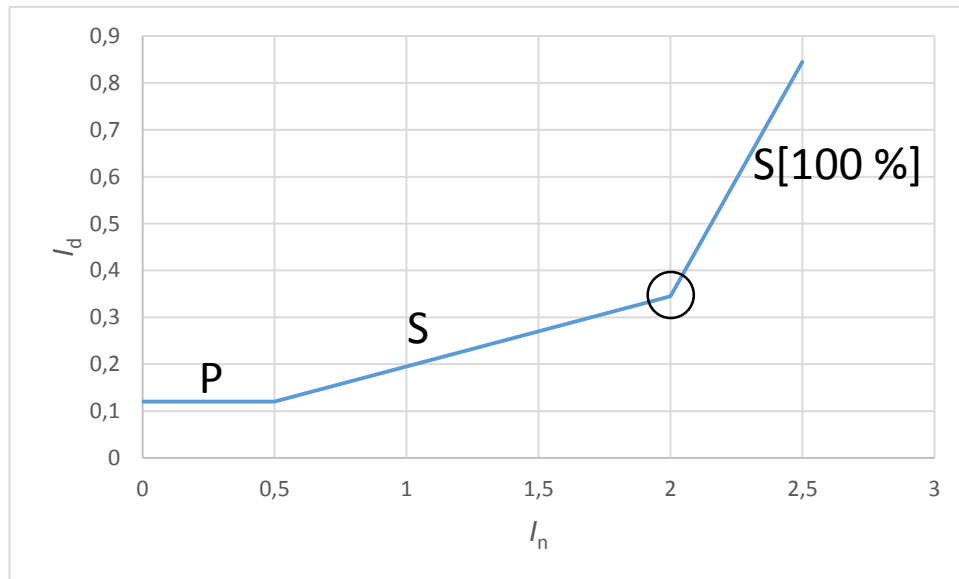


KUVA 6. SPAD 346 C, SPCD 3D53, SPCD 2D55 ja SPCJ 4D28 (ABB. SPAD 346 C... 2002, 1).

3.4.1 Toiminta

Differentiaalirelemoduulilla SPCD 3D53 voidaan toteuttaa kolmen vaiheen erovirtasuojaus sekä käämi- ja kierrossulkusuojaus. Rele vertailee suojauskohteeseen tulevia ja sieltä lähteviä vaihevirtoja. Vaihevirroista lasketun erovirran ollessa yhdessä vaiheessa asetellun vakavoidun toimintakäyrän (kuvio 1) arvoa tai aseteltua pikalaukaisurajaa suurempi,

suorittaa moduuli laukaisun. Erovirta saattaa johtua virtojen vaihe- tai amplitudierosta tai näistä molemmista. (ABB. SPAD 346 C... 2002, 4.)



KUVIO 1. Differentiaalireleen toimintakäyrä.

Differentiaalireleen toimintakäyrä koostuu kolmesta osasta. Porras P pyrkii estämään turhat laukaisut, jotka aiheutuisivat tehomuuntajan tyhjäkäyntivirrasta. Porras S pyrkii estämään turhat laukaisut, jotka aiheutuisivat virtamuuntajien epätarkkuudesta etenkin suurilla virroilla. Porras S[100 %] huolehtii verkon suojauksesta.

Tehomuuntajan suojauksessa erovirtaa aiheuttavat myös mm. muuntajan käynnistysvirrasysäys ja muuntajan ylimagnetoituminen, joka voi olla nimellisvirtaan verrattuna moninkertainen ja sysäyksen puoliintumisaika saattaa olla jopa useita sekunteja. Differentiaalirele tulkitsee siis kytkentävirrasysäyksen erovirtana, joka saisi releen laukaisemaan aina kun muuntaja kytketään verkkoon. Vakavoidun portaan laukaisu kytkentävirrasysäystilanteissa voidaan lukita erovirrasta suodatetun toisen harmonisen amplitudin ja perustaajuisen amplitudin suhteeseen perustuvalla tekniikalla. Ylimagnetoitilanteissa laukaisuohjauksen lukitus perustuu erovirran viidennen harmonisen amplitudin ja perustaajuisen amplitudin suhteeseen. Lukitukset voidaan halutessa asettaa myös pois käytöstä. (ABB. SPAD 346 C... 2002, 4–5.)

Differentiaalimoduulissa SPCD 3D53 on erillinen pikalaukaisuporras, joka ei ole vakaavoitu. Kun erovirrasta laskettu perustaajuinen komponentti ylittää asetellun laukaisurajan

$I_d/I_n \gg$ tai erovirran hetkellisarvo on yli $2,5 \times I_d/I_n \gg$, pikalaukaisuporras laukaisee. (ABB. SPAD 346 C... 2002, 5.)

Etenkin resistanssin kautta maadoitetuissa verkoissa saattaa vaihevirtoja mittaavan differentiaalisuojauksen herkkyys olla riittämätön yksi- tai kaksivaiheisissa maasulkutilanteissa. Kaksikäähimuntajan käämit voidaan suojata maasulkurelemoduulilla SPCD 2D55. Maasulkusuojaus voidaan toteuttaa usealla periaatteella: numeerinen vakavoitu erovirtaperiaate, suurimpedanssiperiaate, vaihevirtojen summavirran ylivirtaperiaate ja nollavirran ylivirtaperiaate. (ABB. SPAD 346 C... 2002, 6.)

Yhdistetyssä ylivirta- ja maasulkurelemoduulissa SPCJ 4D28 oleva ylivirtasuojaja sisältää kolme toimintaporrasta $I >$, $I >>$ sekä $I >>>$ ja toimii kuten aiemmin esitelty ylivirtarele SPAJ 131 C. Moduulin maasulkusuoja on tarkoitettu suuntaamattomaan maasulkusuojaukseen. Se sisältää alemman portaan $I_0 >$ ja ylemmän portaan $I_0 >>$. Portaan havahtuessa rele antaa havahtumissignaalin ja maasulkutilanteen kestäessä asetellun toiminta-ajan verran, suorittaa porras laukaisun. Alimmat portaat $I >$ ja $I_0 >$ voivat toimia myös käänteisajaisena. SPCJ 4D28 sisältää myös vaihekatkosuojan $\Delta I >$, joka laskee pienimmän ja suurimman vaihevirran avulla erovirran ΔI . Vaihekatkosuojaa käytetään verkon tilan monitoroinnissa ja joissain tapauksissa generaattoreiden vinokuormitussuojauksessa. (ABB. SPAD 346 C... 2002, 8.)

3.4.2 Koestus

Ennen koestusta rele tulee irrottaa suojauspiiristä. On myös huolehdittava, etteivät virtamuuntajien toisiopiirit jää missään vaiheessa auki, jottei sen toisiossa jännite nouse vaarallisen suureksi ja virtamuuntaja hajoa. (ABB. SPAD 346 C... 2002, 28.) Differentiaalisulelemoduulin SPCD 3D53 koestuksessa testataan vakavoidun portaan $3\Delta I >$ ja pikalaukaisuportaan $3\Delta I >>$ jokaisen vaiheen laukaisuarvo, vähintään yhden vaiheen laukaisuaika sekä lähtöreleiden toiminta ja hälytykset. Pikalaukaisuportaan koestuksessa tulee ottaa huomioon se, että vakavoitu porras saattaa laukaista sen aikana. Vakavoidun portaan laukaisu voidaan hetkellisesti estää kytkemällä laukaisusignaali pois lähtöreleiltä asettamalla kaikki kytkinryhmän SGR1 kytkimet asentoon 0. (ABB. SPAD 346 C... 2002, 29–30.)

Pikalaukaisuporras koestetaan syöttämällä releeseen yhtä tai kahta virtaa. Kahdella virralla koestettaessa tulee huomioida se, että pikalaukaisuportaan laukaisuun vaadittava arvo puolittuu, mikäli moduulin laskema vakavointivirta laskee alle 30 %:iin erovirrasta. Pikalaukaisuportaan toiminta-aika koestetaan muuttamalla erovirran arvo pikalaukaisuportaan asetteluarvoa suuremmaksi esim. $4 \times I_d/I_n \gg$. (ABB. SPAD 346 C... 2002, 30–31.)

Vakavoitu porras koestetaan syöttämällä releeseen yhtä tai kahta virtaa. Vakavoidun portaan toimintakäyrää ei pystytä todentamaan yhtä virtaa käyttämällä, joten keskitytään kahden virran koestusmenetelmään. Valitaan jokaiselta toimintakäyrän kolmelta osa-alueelta vähintään yksi vakavointivirran arvo. Syötetään releeseen yhden vaiheen ylä- ja alajännitepuolelle sellaiset virrat, että ne ovat alkutilanteessa samat eli erovirta on nolla ja vakavointivirta on yhtä suuri syötettävän virran kanssa. Erovirtaa aletaan kasvattaa pienentämällä toista syötettävää virtaa ja kasvattamalla toista, jotta vakavointivirta pysyy vakiona. Moduuli suorittaa laukaisun, kun erovirta ylittää toimintakäyrän arvon. Sama toimenpide toistetaan jokaiselle vaiheelle. Toiminta-aika koestetaan syöttämällä releeseen sellaisia virtoja, joiden erovirta on noin kaksi kertaa laukaisuun vaadittavaa erovirtaa suurempi, kuitenkin ylittämättä pikalaukaisuportaan asetteluarvoa. (ABB. SPAD 346 C... 2002, 30, 32.)

3.5 Distanssirele

Distanssireleet havaitsevat vian suunnan ja niitä käytetäänkin usein silmukoitujen verkkojen suojaukseen. Vian suunnan havaitseminen takaa selektiivisen suojauksen, jota ylivirtareleillä ei silmukkaverkossa voi toteuttaa. (Elovaara & Haarla. 2011, 348.)

3.5.1 Toiminta

Distanssirele laskee impedanssin suojattavan johdon virran ja johdon alkupään jännitteen avulla. Johdon resistanssi on suurvoimansiirrossa reaktanssiin verrattuna todella pieni, joten virran suuruus ja kulma määräytyvät käytännössä kokonaan johdon reaktanssin mukaan. Distanssirele tunnistaa vian suunnan jännitteen ja virran vaihesiirtokulman avulla.

Vian ollessa releen suojaamalla johdolla (edessä), on virta 90° jännitettä jäljessä eli vikavirta on induktiivista loisvirtaa. Vian ollessa samalta sähköasemalta lähtevässä toisessa johdossa (releen takana), virta on 90° jännitettä edellä. (Elovaara & Haarla. 2011, 348.)

Distanssirele pystyy laskemansa impedanssin avulla määrittämään etäisyyden vikapaikkaan. Kuvassa 7 on vika F sähköasemien A ja B välisessä johdossa. Sähköaseman A ja vikapaikan välinen reaktanssi on X_{AF} ja sähköaseman B ja vikapaikan välinen reaktanssi on X_{BF} . Tällöin koko johtimen reaktanssi on $X = X_{AF} + X_{BF}$. (Elovaara & Haarla. 2011, 349.)



KUVA 7. Distanssireleen toimintaperiaate kolmivaiheisessa oikosulussa

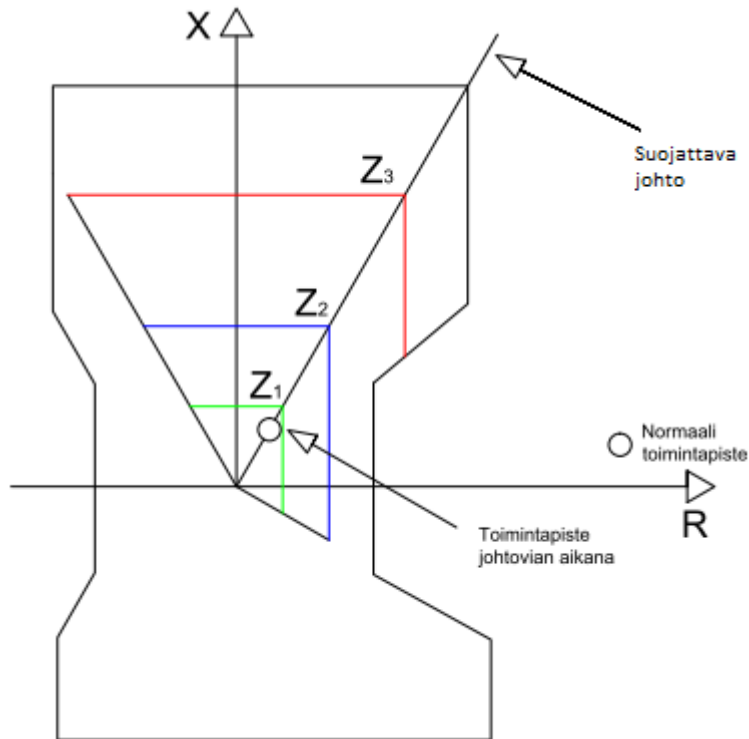
Sähköasemalla A oleva distanssirele laskee siis vikareaktanssin X_M kaavalla 1.

$$X_M = \frac{U_{AV}}{I_A} \quad (1)$$

Rele laskee reaktanssin sähköaseman ja vikapaikan väliseltä johto-osuudelta. Releen asetteluarvo on yleensä n. 85 prosenttia suojattavan kohteen kokonaisreaktanssista. Jos mitaustulos on asetteluarvoa pienempi, lähettää rele laukaisusignaalin katkaisijalle. (Elovaara & Haarla. 2011, 349.)

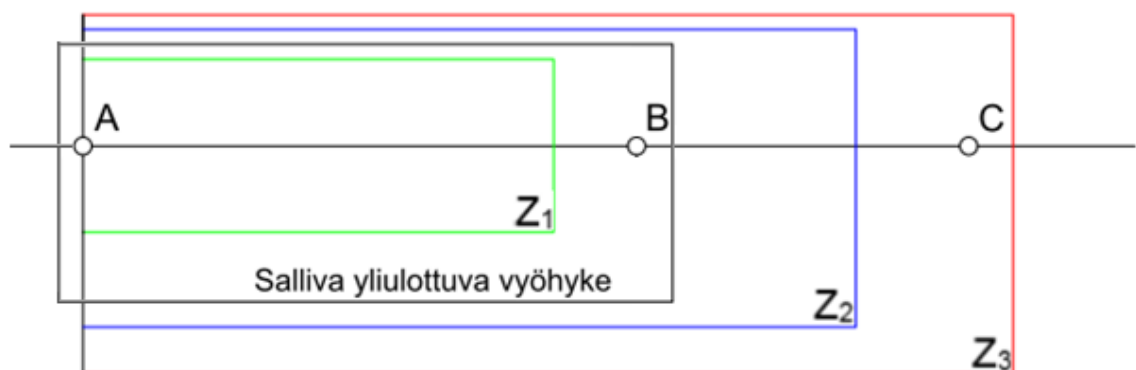
Distanssireleiden suojaus perustuu niin kutsuttuun vyöhykeperiaatteeseen. Jokainen vyöhyke ulottuu suojattavalla johdolla tietyn etäisyyden päähän ja niillä on omat aikahidastuksensa. Kuvassa 8 on esitetty monikulmion muotoinen asettelukuvio, jossa on kolme laukaisevaa vyöhykettä (Z_1 , Z_2 ja Z_3) sekä uloimpana havahtumisvyöhyke. Normaalitilanteessa suojattavalla johdolla kulkee enimmäkseen pätötehoa ja -virtaa. Terveessä tilanteessa toimintapiste on vyöhykkeiden ulkopuolella ja lähellä R-akselia. Mitä suurempi

teho johdolla kulkee, sitä lähempänä toimintapiste on koordinaatiston origoa. Mikäli suo-
jattavalla johdolla on johtovika, virta on induktiivista loisvirtaa ja toimintapiste asettuu
johdolle. (Elovaara & Haarla. 2011, 350.)



KUVA 8. Distanssireleen toimintaperiaate R , X -koordinaatistossa asettelukuvion ollessa monikulmio.

Kuvassa 9 on kuvattu distanssireleen vyöhykkeiden ulottumat yksinkertaistetusti.



KUVA 9. Distanssireleen yksinkertaistettu toimintaperiaate ja salliva yliulottuva vyö-
hyke.

Distanssireleen ensimmäinen vyöhyke ei voi kattaa koko johtoa johtoarvojen ja mittausten epätarkkuuden vuoksi. Vyöhyke Z_1 asetellaan siis useimmiten reaktanssiarvoon, joka

vastaa 85 prosenttia johdon pituudesta. Kun suojattavalle johdolle halutaan kokonaisuudessaan nopeasti ja selektiivisesti toimiva suojaus, käytetään distanssireleissä viestiyhteystoimintoja, jolloin johdon molempien päiden suojat kytketään toisiinsa esimerkiksi valokaapelilla. Nykyaikaisilla distanssireleillä käytetään usein sallivaa yliulottuvaa suojausasettelua eli johdon molempien päiden releiden asettelureaktanssi on suurempi kuin johdon kokonaisreaktanssi (yliulottuva). Jos sähköasemalla A oleva distanssirele havaitsee vian yliulottuvalla vyöhykkeellä ja lisäksi saa signaalin vasta-asemalla B olevalta releeltä, jonka mukaan myös tämä on havainnut vian samassa johdossa, rele lähettää laukaisukäskyn. Tällä tekniikalla varmistetaan, että kaikki johdolla olevat viat voidaan laukaista nopeasti ja vältetään releen toimiminen vasta-aseman takana olevissa vioissa. (Elovaara & Haarla. 2011, 350–351.)

3.5.2 Asettelut ja toiminta-ajat

Seuraavia asetteluja voidaan sanoa tavoiteasetteluiksi, joilla saadaan optimaalinen suojaus ja varasuojaus:

- 1. vyöhyke: ulottuma n. 85 % suojattavasta johdosta A-B. Toiminta-ajassa ei ole aikahidastusta.
- Salliva yliulottuva vyöhyke: ulottuma sähköasemalta A sähköasemalle B eli se kattaa koko johdon. Toiminta-ajassa ei ole aikahidastusta.
- 2. vyöhyke: ulottuma on vähintään 120 % suojattavan johdon pituudesta. Toiminta-aika on 0,4 s.
- 3. vyöhyke: ulottuma vähintään sähköasemalta A sähköasemalle C. Toiminta-aika on 1 s.
- Havahtumisvyöhyke: ulottuma on edessä olevissa vioissa vähintään 3. vyöhykkeen suuruinen ja vaihtelee takana olevissa vioissa. Toiminta-ajan aikahidastus on 4 s. (Elovaara & Haarla. 2011, 351–352.)

4 TUTKIMUKSET

Tässä luvussa käydään läpi OMICRON CMC 256-6 -relekoestuslaitteen käyttökuntoon saattamisen eteen tehdyt toimenpiteet kronologisessa järjestyksessä, sekä tutustutaan OMICRON Test Universe -käyttöliittymän ja sen testiohjelmiston ominaisuuksiin. Luvussa myös vertaillaan CMC 256-6 - ja SVERKER 760 -relekoestuslaitteiden eroja.

4.1 Lähtötilanne

Electric Power Finland Oy hankki Mäntän ammattiopistosta OMICRON CMC 256-6 -koestuslaitteen, mutta työkiireiden vuoksi kukaan ei ollut ehtinyt opetella käyttämään sitä. Niinpä tehtäväni on laitteen käyttökuntoon saattaminen ja käytön opettelu.

OMICRONin avulla pyritään laajentamaan EPF Oy:n koestusmahdollisuuksia myös niihin suojareleisiin, joita käytössä olevilla Programma SVERKER 760 -koestuslaitteilla ei voi koestaa. Vanhalla Programman laitteella on pystytty koestamaan lähinnä jännite-, virta-, ja taajuusreleitä, joista jännitereleitä koestettaessa on koestuslaitteen ominaisuuksia jouduttu soveltamaan tasaisen kolmivaiheisen jännitteen tuottamiseksi. EPF:n käytössä on myös ISA 1000-Plus -koestuslaite, jolla voidaan koestaa taajuusreleet.

4.2 OMICRON Roadshow

OMICRON Roadshow -rekka (kuva 10) kiertää ympäri Eurooppaa ja Pohjois-Amerikkaa sähköalan konferensseihin tai suoraan alan toimijoiden luo esitellen OMICRONin valikoimaa (OMICRON: Events 2013).



KUVA 10. OMICRON Roadshow -rekka (OMICRON: Events 2013).

Ensimmäinen askel opinnäytetyön suhteen otettiin perjantaina 30.8.2013, kun Espoossa järjestettiin OMICRON Roadshow, jossa paikalla oli myös Siemensin myyntipäällikkö. Siemens edustaa Suomessa OMICRON Electronic GmbH:n valmistamia koestuslaitteita ja ratkaisuja (Siemens: Sähkön siirron ja jakelun... 2013). Tilaisuudessa oli paikalla OMICRONin edustajia myös sen kotimaasta Itävallasta, Alankomaista ja Ruotsista. OMICRONin rekkaan oli laitettu esille heidän koestuslaitevalikoimaansa. Ruotsalainen aluepäällikkö piti rekassa esitelmän yhtiöstä ja sen koestuslaitteistosta. Saatavilla oli myös paljon opinnäytetyön kannalta hyödyllistä materiaalia, kuten opetusvideoita sekä käyttöohjeita eri koestuslaitteista ja niiden lisäosista.

4.3 Laitteen ohjelmiston määrittäminen

Roadshow'n jälkeen työssä edettiin OMICRONin Suomen edustajan ohjeiden mukaan. Edustajalla oli laitteen sarjanumeron avulla pääsy EPF:n omistaman laitteen tietoihin ja ohjelmistomoduuleihin. Ohjelmistomoduulit osoittautuivat liian vanhoiksi ja käytössä ollut versio 1.6 ei tue edes Windows 7 -käyttöjärjestelmää, vaan se tulee päivittää juuri julkaistuu 3.0 versioon. Laitteessa ei myöskään ollut NET-1c -verkkokorttia ja myös sen hankintaa suositeltiin, sillä siinä olisi Ethernet-portin lisäksi USB-portti PC:n liittämiseksi koestuslaitteeseen. (Ruotsalainen 2013.)

Asennusten teettämistä kehoitettiin suorittamaan OMICRONin tehtaalla Itävallassa. Samalla kertaa laite kannattaa myös kalibroida, joka tehdään jatkossa 1-3 vuoden välein riippuen laitteen käyttöasteesta. Koestustyön jälkeen asiakkaatkin saattavat pyytää kalibrointitodistusta nähtäväkseen. (Ruotsalainen 2013.)

Koestustarpeen laajentuessa distanssireleisiin ja muihin vertosuojiin, voi laitteeseen hankkia lisää moduuleita. Yleensä Protection-ohjelmistopaketti on riittävä, mutta mikäli distanssisuojia pitää koestaa, asennetaan Advanced-ohjelmistopaketti. Kuitenkin varsin kattavan vanhankin ohjelmiston pitäisi päivityksen jälkeen riittää sellaisenaan alkuun varsin hyvin. (Ruotsalainen 2013.)

4.4 Tilauksen teko ja asiakkuus

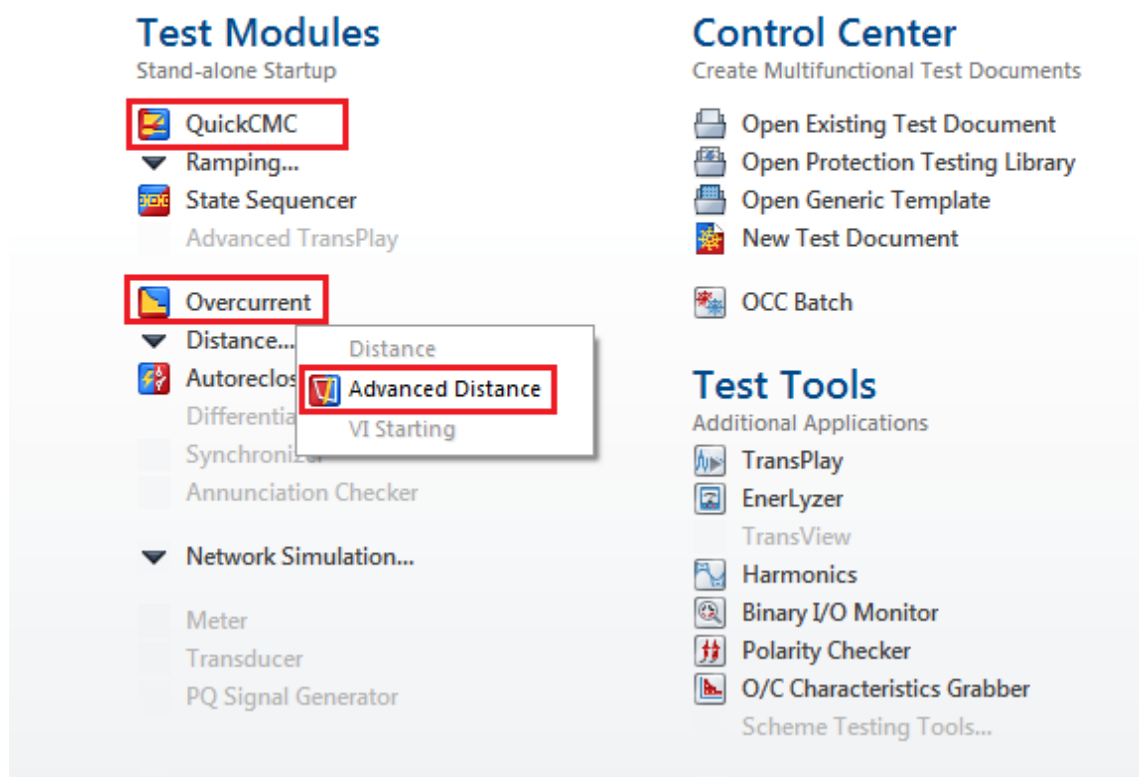
Seuraava tehtävä oli kerätä lista tarvittavista hankinnoista ja pyytää Electric Power Finland Oy:n hallitukselta rahaa niiden hankkimiseen. Lopulta tilasimme Siemensiltä siis koestuslaitteen moduulien päivityksen versiosta 1.6.1 versioon 3.0, Ethernet NET-1c -verkkokortin, laitteen kalibroinnin sekä myöhemmin sovittavana ajankohtana järjestettävän käyttökoulutuksen.

Siemensiltä saatiin myös tunnukset OMICRONin asiakkaaksi rekisteröitymiseen heidän internetsivuillaan <https://www.omicron.at/>. Asiakkaana voi kirjautua OMICRONin asiakassivuille, josta löytyy laitteiden käyttöohjeita, opetusvideoita sekä käyttäjien keskinäinen keskustelualue, josta saa helposti vastauksia kysymyksiin ja jossa voi jakaa käyttökokemuksiaan kansainvälisten kollegojen kanssa.

4.5 Testiohjelmisto

OMICRONin koestuslaitteen ohessa tulee Test Universe -niminen testiohjelmisto (kuva 11), jonka ohjelmistomoduuleilla voidaan ohjata CMC 256 -laitteen toimenpiteitä. Käyttöliittymän etusivulta voidaan valita haluttu ohjelma, joista tässä kappaleessa esitellään QuickCMC-, Overcurrent- ja Advanced Distance -ohjelmat.

Test Universe 3.00 (SP 2013-12)

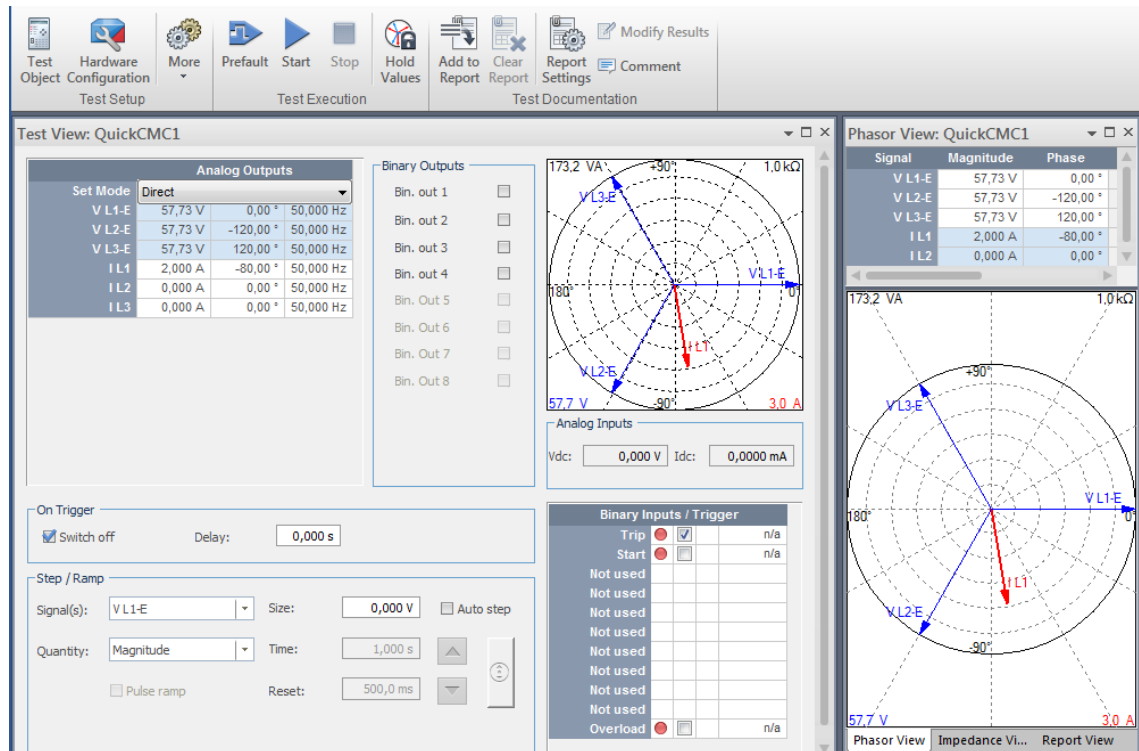


KUVA 11. Test Universe 3.00.

4.5.1 QuickCMC

QuickCMC-ohjelma on hyvä lähtökohta uusille käyttäjille. Ohjelmassa voi manuaalisesti määrittää suojareleelle syötettävät jännitteet, virrat tai taajuudet. Ohjelmassa voi käyttää myös niin sanottua ramping-toimintoa, jossa virta tai jännite voidaan asettaa nousemaan tietyn aikajakson välein. QuickCMC-ohjelmassa ei ole ylärajaa sille, kuinka montaa ulos-

tuloa voidaan ohjata. Ohjelma tekee automaattisesti myös mittauspöytäkirjan, jossa näkyy koestettavan suojarleen havahtumis- ja laukaisu-arvot. Kuvassa 12 on QuickCMC-ohjelman näkymä.

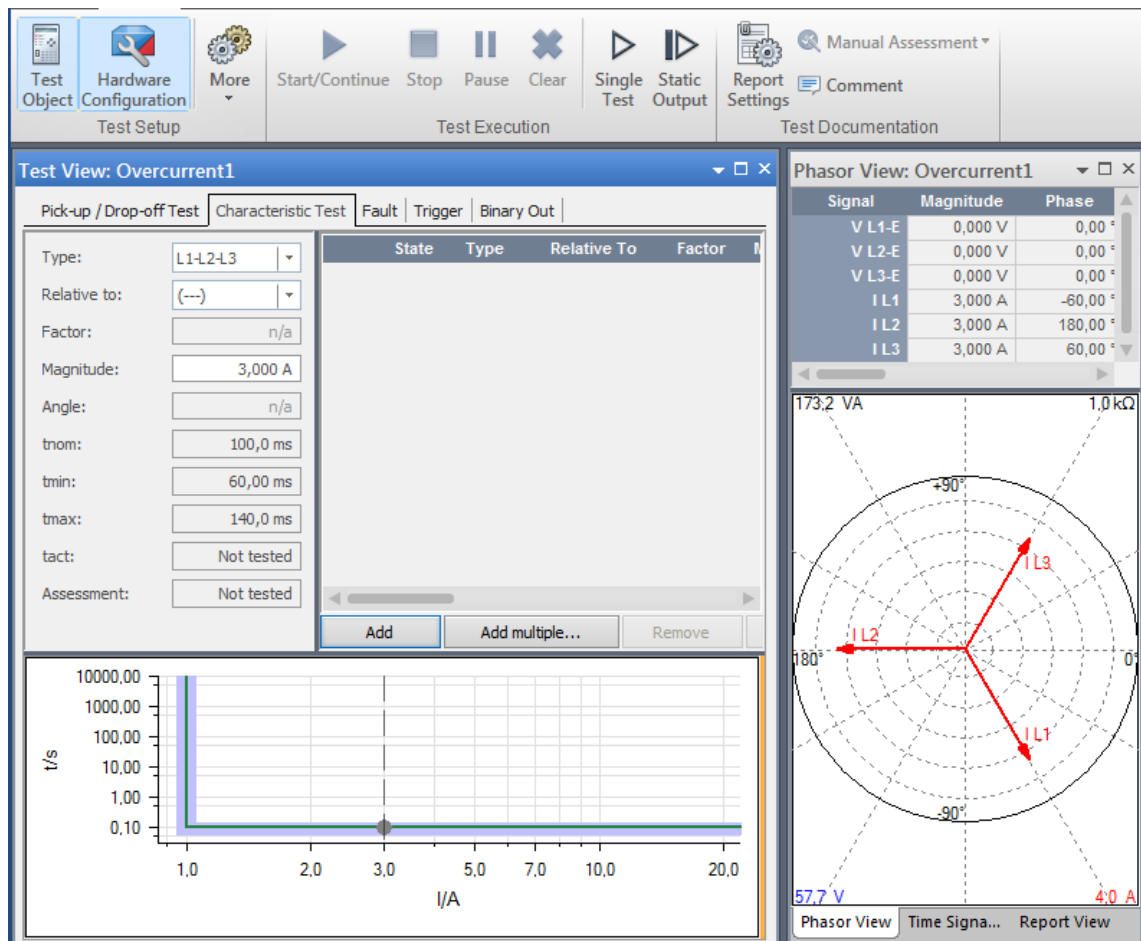


KUVA 12. QuickCMC.

QuickCMC-näkymässä vasemmalla näkyy säädettävissä olevat jännitteet, virrat ja taajuudet. Oikealla näkyvät samat arvot osoitinpiirroksena.

4.5.2 Overcurrent

Ylivirta-ohjelmistomoduuli mahdollistaa suunnattujen ja suuntaamattomien ylivirtareleiden manuaalisen tai automaattisen koestuksen vakio- tai käänteisaikatoimintakäyrillä. Myös maasulun sunnanmääritystoimintoja voidaan testata Overcurrent-ohjelmalla. Ohjelma testaa releiden toiminta-ajat ottaen huomioon laitteen toleranssit. Kuvassa 13 on esitetty Overcurrent-ohjelman näkymä.



KUVA 13. Overcurrent.

Overcurrent-näkymässä vasemmalla näkyy säädettävissä olevat virrat ja vaiheiden valinnat. Oikealla näkyvät valittujen vaiheiden virrat osoitinpiirroksena.

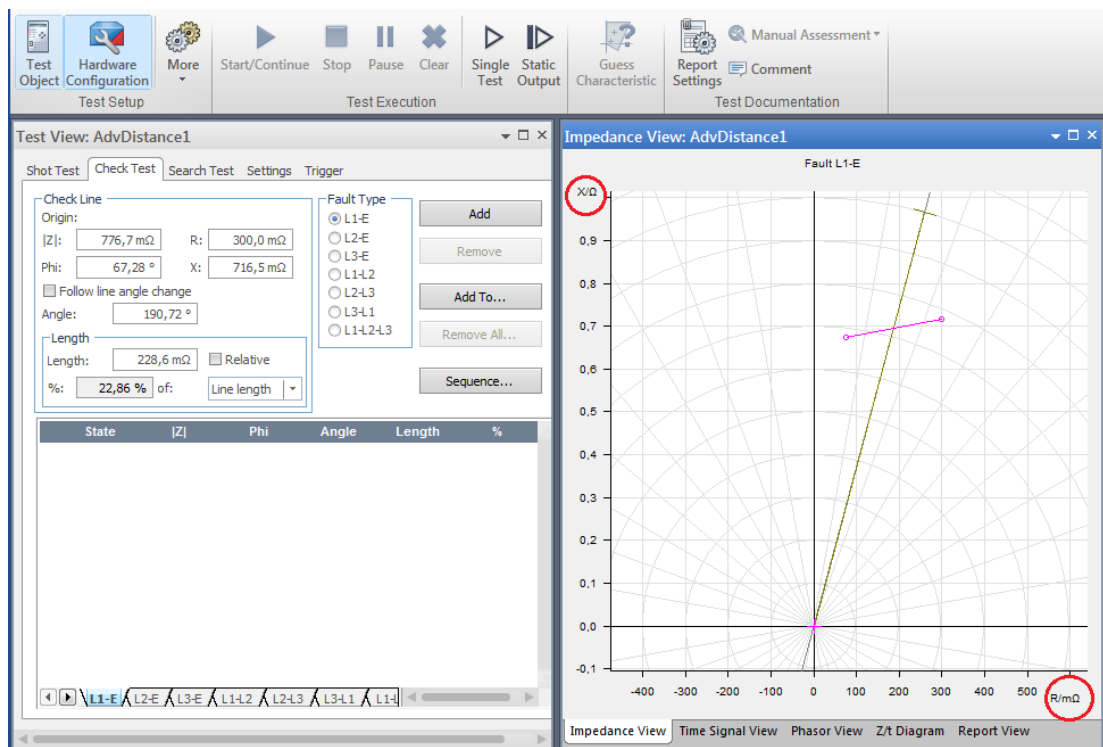
4.5.3 Advanced Distance

Advanced Distance -ohjelma testaa tärkeimmät distanssisuojaukseen liittyvät parametrit eli vyöhykkeiden alueet ja laukaisuaajat. Testit voidaan suorittaa manuaalisesti tai automaattisesti.

Advanced Distance -ohjelmalla voidaan suorittaa distanssireleen koestus kolmella eri tavalla. Shot-moodissa tavoitteena on tarkistaa yksittäisten vyöhykkeiden ulottumat ja niiden laukaisuaajat käyttämällä mitä tahansa, mutta ainoastaan yhtä mittauspistettä. Koestuksen tuloksena esitetään mitattu laukaisuaika ja sitä verrataan releen nimellisarvoon. Search-moodissa on tavoitteena selvittää yksittäisten vyöhykkeiden tarkka ulottuma suorittamalla ohjelmaan asetellulle testauslinjalle useita laukaisuja (shot). Ohjelma

esittää tuloksena jokaisen vyöhykkeen impedanssiarvon ja vertailee niitä nimellisarvoihin. Check-moodissa voidaan tarkistaa vyöhykkeiden ulottumat ja laukaisuajat ulottuman sisä- ja ulkopuolella. Check-moodissa voidaan suorittaa kaksi laukaisua (shot) vyöhykettä kohti. Tämä on käytännössä kuin Shot-mode, jossa mittauspisteet on asetettu automaattisesti testauslinjalle. Tuloksena esitetään nimellinen ja todellinen laukaisuaika.

Kuvassa 14 on esitetty Advanced Distance -ohjelman näkymä. Näkymä esitetään R/X -kaaviona.



KUVA 14. Advanced Distance, Check Test.

Advanced Distance-näkymässä piirretään oikealla olevaan R/X -koordinaatistoon koestuslinja. Näkymän vasemmassa reunassa näkyy piirretyn linjan resistanssi-, reaktanssi- ja impedanssiarvot.

4.6 Ohjelmiston asennus ja laitteen kalibrointi

Uusi ohjelmisto asennettiin tietokoneelle, mutta täysin vieraan ja monimutkaisen ohjelman käyttäminen osoittautui ongelmalliseksi. Yritys saada vanhalla verkkokortilla varus-

tettu koestuslaite syöttämään jännitettä epäonnistui. Ongelmana oli, ettei tietokone tuntunut saavan yhteyttä koestuslaitteeseen, sillä ohjelmiston OMICRON Devices -valikko pysyi tyhjänä, kun laite oli kytketty tietokoneeseen sarjaporttiliittimen välityksellä. Uskon ongelman poistuvan, kun uusi USB-portilla varustettu verkkokortti asennetaan koestuslaitteeseen, mutta valitettavasti opinnäytetyötä palauttaessa laitetta ei ole vielä saatu takaisin.

Ongelmien sävyttämän ensitestin jälkeen oli aika lähettää laite Itävallan Klausiiin, OMICRONin pääkonttorille. Itävallassa laite kalibroidaan ja verkkokortti vaihdetaan uuteen Ethernet NET-1c -malliin.

4.7 Vertailu SVERKER 760:een

EPF Oy hankki siis OMICRON CMC 256-6 -relekoestuslaitteen pitkään käytössä olleiden Programma SVERKER 760 -relekoestuslaitteiden rinnalle. CMC 256-6:n eduksi voidaan laskea ainakin mahdollisuus syöttää kolmivaiheista jännitettä ja peräti kahta kolmivaihevirtaa. Kolmivaihekoestukset onnistuvat SVERKERillä käytännössä vain kytke-mällä niitä kolme rinnakkain tai koestamalla releen vaiheet L1, L2 ja L3 erikseen, joka ei kaikissa tapauksissa ole mahdollista.

CMC-256-6 on PC-ohjattu, jolloin releelle syötettävää virtaa tai jännitettä voidaan hallita tarkasti. Koestustilanteessa ei myöskään tarvitse kirjoittaa mittaustuloksia pöytäkirjoihin, kun Test Universe -ohjelma hoitaa sen automaattisesti. Toisaalta SVERKERin käytön opettelu on yksinkertaisempaa kuin monimutkaisen CMC:n.

5 POHDINTA

Opinnäytetyön lähtökohdat olivat haasteelliset, sillä Electric Power Finland Oy:llä ei ollut kyseisestä koestuslaitteesta kokemusta ja näin ollen taustatukea joutui hakemaan muista yrityksistä. Yhteistyö Siemensin kanssa alkoi OMICRON Roadshow'ssa, jossa kävin tutustumassa OMICRONin koestuslaitteperheeseen. Siemensiltä sain neuvoja siihen, mitä ohjelmistoja ja osia vanhaan laitteeseen pitää hankkia, jotta se saadaan toimimaan tämän ajan vaatimalla tavalla.

Koestuslaitetta ei tämän opinnäytetyön puitteissa saatu vielä käyttöönotettua, sillä se ei ole vielä saapunut OMICRONin Itävallan tehtaalta, jossa se on kalibroitava ja uuden verkkokortin asennuksessa. Laitteen saapuessa takaisin Suomeen, tulee EPF Oy:n koestajille järjestää vielä yhteistyössä Siemensin kanssa koulutus koestuslaitteen ja sitä ohjaavan tietokoneohjelmiston käytöstä.

OMICRONin koestuslaitteen hankkiminen uutena olisi tullut huomattavasti kalliimmaksi, kuin tässä työssä esitelty toimintamalli, mutta toki käyttöön olisi heti saatu toimiva ja kenties hieman tuorempi ja monipuolisempi laite kuin CMC 256-6. Toisaalta EPF Oy:n tarpeisiin tämäkin laite on täysin riittävä, etenkin kun sen moduuleja pystytään päivittämään aina uudempiin. Mahdollisesti laitteeseen voidaan jossakin vaiheessa hankkia lisäosana myös OMICRONin kosketusnäyttöpaneeli, jolla voidaan suorittaa yksinkertaisimmat koestukset ilman tarvetta PC:n kytkemiselle relekoestuslaitteeseen.

Opinnäytetyön tekemisestä oli minulle ehdottomasti valtavasti hyötyä, sillä tiedän nyt OMICRONin ohjelmiston käytön perusteet. Sain myös hyvää kertausta ylivirta-, jännite- ja differentiaalireleiden toiminnasta ja koestuksesta sekä tutustuin distanssireleen toimintaan, josta minulla ei aikaisempaa kokemusta ollut lainkaan. EPF Oy voi työn ansiosta laajentaa koestustarjontaansa myös sellaisiin kohteisiin, joita vanhalla laitteistolla ei pysty hoitamaan. Opinnäytetyötä voi käyttää myös ohjelmiston käytön pikaoppaana.

LÄHTEET

ABB. 2000–07. TTT-käsikirja. Luku 7: Oikosulkusuojaus.

ABB. 2002. SPAD 346 C Vakavoitu differentiaalirele. Käyttöohje ja tekninen selostus.

ABB. 2002. SPAJ 131 C Ylivirtarele. Käyttöohje ja tekninen selostus.

ABB. 2002. SPAU 130 C Kolmivaiheinen yli- ja alijänniterele. Käyttöohje ja tekninen selostus.

Elovaara, J & Haarla, L. 2011. Sähköverkot II. Verkon suunnittelu, järjestelmät ja laitteet. Helsinki: Gaudeamus Helsinki University Press / Otatieto.

OMICRON. Customer area. Luettu 27.3.2014. <https://www.omicron.at/en/support/customer/>

OMICRON. Events. Luettu 22.9.2013. <https://www.omicron.at/en/events/roadshows/>

OMICRON. What we do. Luettu 22.9.2013. <https://www.omicron.at/en/company/>

OMICRON. Who we are. Luettu 22.9.2013. <https://www.omicron.at/en/company/>

OMICRON electronics. 2000. CMC 256 User Manual. Operations Manual.

Ruotsalainen, M. myyntipäällikkö. 2013. OMICRON CMC 256-6. Sähköpostiviesti. marko.ruotsalainen@siemens.com Luettu 7.11.2013.

Siemens. Sähkön siirron ja jakelun automaatio, hallinta ja suojaus. Luettu 22.9.2013. http://www.siemens.fi/fi/energy/automation_controls_protection_electrical/suojaus_ja_ohjaus.htm