

Taneli Sundell

VARAOSIEN ENNAKKOHUOLTO-OHJELMA DIGITAALISILLE
SUOJARELEILLE

Sähkö- ja automaatiotekniikan koulutusohjelma
2019



VARAOSIEN ENNAKKOHUOLTO-OHJELMA DIGITAALISILLE SUOJARELEILLE

Sundell, Taneli
Satakunnan ammattikorkeakoulu
Sähkö- ja automaatiotekniikan koulutusohjelma
Maaliskuu 2019
Sivumäärä: 24
Liitteitä: 1

Asiasanat: relesuojaus, ennakkohuolto, testiohjelma, testilaitteisto

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli suojauslaitteiden ennakkohuolto-ohjelman suunnittelu ja toteutus Teollisuuden Voima Oyj:lle (TVO). Tavoitteena oli suunnitella testaus digitaalisille suojauslaitteille testilaitteistoa sekä suojauslaitteiden testiohjelmaa hyödyntäen. Tavoitteisiin päästiin, vaikka testilaitteisto ja testiohjelmat päätettiin jättää pois lopullisista testauksista. Opinnäytetyöhön sisältyy myös suoritus- ja tarkastusohjeiden suunnittelu sekä suunnitelma testi- ja tulospöytäkirjojen kirjaamisesta ennakkohuoltojärjestelmään.

PREVENTIVE MAINTENANCE PROGRAM FOR SPARE PART PROTECTION RELAYS

Sundell, Taneli

Satakunta University of Applied Sciences

Degree Program in Electrical and Automation Technology

March 2019

Number of pages: 24

Appendices: 1

Keywords: relay protection, preventive maintenance, test program, test equipment

The purpose of this thesis was to design and implement a protective relay preventive maintenance program for Teollisuuden Voima Oyj (TVO). The purpose was to design testing for digital protection relays using test equipment and test programs for protective relays. The targets were reached even though it was decided to leave the test equipment and test programs out of the final testing. The thesis also includes designing performance and inspection guidelines and designing the recording of test and test result documentation into the preventive maintenance database.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
1.1	Toimeksianto.....	6
1.2	Tavoitteet ja rajaukset.....	6
1.3	Kannattavuus.....	7
2	LAINSÄÄDÄNTÖ JA MÄÄRÄYKSET	8
2.1	Sähkötyöturvallisuus.....	8
2.2	Tietoturvamenettely ydinvoimalaitoksilla	9
3	SUOJARELEET.....	10
3.1	Suojareleiden merkitys sähköverkossa	10
3.2	Relesuojauksen vaatimukset	10
3.3	Opinnäytetyössä testattava suojarele	11
3.4	Laitoksella käytössä olevat suojareleet.....	13
4	SUOJARELEIDEN TESTAUS	14
4.1	Testilaitte.....	14
4.2	Kytkenä.....	15
4.2.1	Binääristen sisään- ja ulostulojen koestus	15
4.2.2	Jännite- ja virtapiirien koestus.....	16
4.2.3	Lopullinen koestus.....	17
5	TESTIOHJELMAT	19
5.1	Tietokoneohjelma testilaitteistolle.....	19
5.2	Tietokoneohjelma suojareleelle	20
6	SUORITUS- JA TARKASTUSOHJEET	21
6.1	Suoritusohjeet	21
6.2	Tarkastupöytäkirja	21
7	TESTI- JA TULOSDOKUMENTAATIO	22
7.1	Ennakkohuoltojärjestelmä.....	22
8	YHTEENVETO	23
	LÄHTEET.....	24
	LIITTEET	

LYHENTEET JA TERMIT

AC	Vaihtosähkö
BF	Laitteen yksilötunnus
CMC	Computer-mediated communication
DC	Tasasähkö
DIGSI	Tietokoneohjelma releen hallintaan
Firmware	Laitteohjelmisto
Hardware	Tietokonelaitteisto
IP-osoite	Internetin protokollaosoite tai Internetin yhteyskäytäntö- osoite
KUPI	Kunnossapitotietokanta
LED	Light-emitting diode, hohtodiodi
MLFB	Laitteen tilausnumero
OL1	Olkiluodon 1. laitosyksikkö
OL2	Olkiluodon 2. laitosyksikkö
OL3	Olkiluodon 3. laitosyksikkö
Parameter Set	Parametritiedosto
PC	Personal computer, henkilökohtainen tietokone
SFS	Suomen Standardisoimisliitto SFS ry
Studio	Tietokoneohjelma releen hallintaan
STUK	Säteilyturvakeskus
TTKE	Turvallisuustekniset käyttöehdot
TVO	Teollisuuden Voima Oyj

1 JOHDANTO

Tässä kappaleessa kerrotaan toimeksiantajasta, tavoitteista ja rajauksista sekä kannattavuudesta.

1.1 Toimeksianto

Opinnäytetyön toimeksiantajana oli Teollisuuden Voima Oyj. Ohjaajana Teollisuuden Voima Oyj:llä toimi Matti Vanhanen. Satakunnan ammattikorkeakoulun ohjaavana opettajana toimi Kari Laine.

"Teollisuuden Voima Oyj (TVO) on energiayhtiö, joka tuottaa sähköä Eurajoen Olkiluodon ydinvoimalaitoksessa kahdella laitosyksiköllä (OL1 ja OL2)". Teollisuuden Voima Oyj on myös Olkiluoto 3 (OL3) rakennuttaja. "Olkiluodon nykyiset ydinvoimayksiköt tuottavat vakaata, säästä riippumatonta sähköä teollisuudelle, palveluille ja kotitalouksille. Rakenteilla olevan uuden sukupolven voimalaitosyksikön (OL3) valmistumisen myötä Suomi ottaa pitkän harppauksen kohti sähköntuotannon omavaraisuutta." (Teollisuuden Voima Oyj:n www-sivut 2018.)

1.2 Tavoitteet ja rajaukset

Opinnäytetyön tavoitteena on suunnitella toimiva ennakkohuolto-ohjelma, jota noudattamalla pystytään varaosasuojareleet testaamaan rutiinitoimenpiteenä säännöllisesti määritellyin aikavälein. Opinnäytetyöhön sisältyy suoritus- ja tarkastusohjeiden suunnittelu sekä suunnitelma testi- ja tulosdokumentaation kirjaamisesta ennakkohuoltojärjestelmään. Ohjeiden tulisi olla laadittu niin, että jokaisen tehtävään perehdytetyn on helppo niitä noudattamalla saada suojareleet testattua sekä testi- ja tulosdokumentaatio mahdollisimman helposti raportoitua ennakkohuoltojärjestelmään.

Opinnäytetyössä syvennyttään testattaviin suojareleisiin, testiohjelmiin ja testilaitteistoon sen osalta, että tarvittavat testaukset ja niihin liittyvät suoritus- ja tarkastusohjeet on suunniteltu niin, että testi- ja tulosdokumentaatiot on mahdollista kirjata ennakko-

huoltojärjestelmään. Varastossa olevien testaamattomien suojareiden testaukset pystytään suorittamaan noudattamalla laadittua ennakkohuolto-ohjelmaa. Suunnitelma ennakkohuolto-ohjelmasta tulisi olla valmis toukokuun loppuun mennessä. Lopullinen ennakkohuolto-ohjelma päivitetään myöhemmin opinnäytetyössä tehdyn suunnitelman pohjalta ja se tullaan toteuttamaan niin, että suojareleet pystytään testaamaan jatkossa myös ilman Omicron -testilaitteistoa ja tietokoneohjelmia. Opinnäytetyössä testaukset käydään läpi tietokoneohjelmia ja testilaitteistoa hyödyntäen, jotta pystytään paremmin perehtymään releiden toimintaan, ohjelmointiin sekä testaukseen. Opinnäytetyön loppuunsaattamiseen on varattu aikaa heinäkuun loppuun asti.

1.3 Kannattavuus

Ennakkohuolto-ohjelma on järkevä toteuttaa, koska jo pienen prosentin testattavista suojareleistä ollessa epäkunnossa, säästetään ennakkohuolto-ohjelman suunnitteluun ja toteutukseen käytetyt kustannukset. Ilman ennakkohuolto-ohjelmassa määriteltyjä testauksia olisi mahdollisuus, että laitokselle asennettu suojarele ei toimi oikealla tavalla ja releen vaihtotyö nostaa kustannuksia ja vie ylimääräistä aikaa. Testaus myös ennaltaehkäisee releiden vanhenemisongelmaa, koska samassa yhteydessä varastoitavat releet sähköistetään valmistajan ohjeiden mukaisesti.

2 LAINSÄÄDÄNTÖ JA MÄÄRÄYKSET

Tässä kappaleessa on käyty läpi opinnäytetyöhön liittyviä sähkötyöturvallisuus määräyksiä sekä selvitetty tietoturvallisuus ydinvoimalaitoksilla liittyen opinnäytetyöhön.

2.1 Sähkötyöturvallisuus

Kaikki testauksiin liittyvät työt on tehtävä SFS 6002 sähkötyöturvallisuutta noudattaen. Testauksiin on määriteltävä työnaikainen sähköturvallisuuden valvoja. Työnaikaisen sähköturvallisuuden valvojan tehtäviin kuuluu selvittää sähkölaitteiston käyttöä valvovalle henkilölle tiedot työstä ja työkohteen sijainnista, jossa työ tehdään. Sähköturvallisuuden valvojan kuuluu ennen töiden aloittamista selvittää työntekijöille työn sisältö, turvallisuustoimenpiteet, jokaisen henkilön tehtävät sekä käytettävät työkalut ja laitteet. Testauksissa valvonnan tason pitää vastata työn vaativuutta ja/tai jännitetasoa. Työnaikaisen sähköturvallisuuden valvojan tulee harkita työn aikana työalueen ympäristöolosuhteiden vaikutukset ja ottaa ne huomioon. Työntekijöille luvan työn aloittamiseen saa antaa vain työnaikaisen sähköturvallisuuden valvoja. (SFS 6002, 31)

Kaikki työhön liittyvät kytkennät on tehtävä jännitteettömänä ja on varmistettava, että työkohte on ja pysyy jännitteettömänä kytkentöjen aikana. Aina työkohteelle tultaessa on jännitteettömyys todettava. Tämä edellyttää työkohteen tarkkaa määrittelyä. "Jokaisen työhön osallistuvan henkilön pitää olla ammattitaitoinen, opastettu tai ammattihenkilön valvoma". (SFS 6002, 23)

"Testaus sisältää kaikki toiminnot, joilla tarkistetaan sähkölaitteiston toimintaa tai sen sähköistä, mekaanista tai termistä kuntoa. Testaus sisältää myös toiminnot, joilla kokeillaan esimerkiksi sähköisten suoja- ja turvapiirien toimiminen." Jos testaus sisältää mittauksia, ne on tehtävä sähkötyöturvallisuutta noudattaen. "Testausten tekijöiden pitää olla ammattihenkilöitä tai opastettuja henkilöitä. Maallikot saavat tehdä testauksia vain ammattihenkilön välittömästi ohjaamana ja valvomana." (SFS 6002, 20)

2.2 Tietoturvamenettely ydinvoimalaitoksilla

Opinnäytetyössä tulee ottaa huomioon tietoturvallisuus ydinvoimalaitoksilla. Opinnäytetyössä tietoturvallisuus tulee vastaan esimerkiksi TVO:n järjestelmien käyttöoikeuksien hankkimisessa, tietokoneohjelmien käyttöön tarkoitetun PC:n salasanan sekä suojarleen asettelujen muuttamiseen vaaditun salasanan hankkimisessa. Releen parametrien luku onnistuu ilman salasanaa, mutta STUK:n vaatimuksena on, että parametrien muutokset vaativat aina salasanan. Osassa releistä on myös hardware ja firmware vaatimukset STUK:lta ja siksi ne on tarkistettava ja tarvittaessa päivitettävä varastossa oleviin releisiin. (Vanhanen sähköposti 16.5.2019)

"Tietoturvallisuudella tarkoitetaan tietojen, tietoturvallisuuteen liittyvien järjestelmien, palveluiden ja tietoliikenteen asianmukaista suojaamista sekä normaali- että poikkeusoloissa hallinnollisilla, teknisillä ja muilla toimenpiteillä. Tietojen eheyttä, kiistämättömyyttä, käytettävyyttä ja luottamuksellisuutta turvataan laitteisto- ja ohjelmistovikojen, luonnontapahtumien sekä tahallisten, tuottamuksellisten tai tapaturmaisten tekojen aiheuttamilta uhilta ja vahingoilta. Tietoturvallisuus on osa luvanhaltijan johtamisjärjestelmää ja turvajärjestelyjä." (Ydinlaitoksen tietoturvallisuuden hallinta 2013, 3)

3 SUOJARELEET

Tässä kappaleessa kerrotaan suojareleiden toiminnasta, merkityksestä sähköverkossa, relesuojauksen vaatimuksista sekä opinnäytetyössä testattavan suojareleen ominaisuuksista.

3.1 Suojareleiden merkitys sähköverkossa

Suojareleiden tarkoitus on havaita sähköverkossa tapahtuvia vikoja. Suojarele on eräänlainen mittalaite, joten se ei itsessään pysty korjaamaan vikaa. Suojarele mittaa verkon suureita mittamuuntajien toisiosta. Suojarele havahtuu, mikäli mitatut arvot eivät ole asetteluarvojen sisällä. Suojareleen havaitessa epänormaalin tilanteen siinä verkon osassa, jota se on aseteltu suojaamaan, havahtunut rele alkaa laskea aikaa ja mikäli rele on havahtuneena tarpeeksi kauan, se antaa laukaisukäskyn katkaisijalle. Hälytystieto voidaan tarvittaessa viedä haluttuun paikkaan samaan aikaan kun laukaisukäsky on annettu. Tällä tavalla voidaan verkosta erottaa vikaantunut osa. Mikäli vika poistuu ennen kuin laukaisuaika on kulunut, rele palautuu ja jatkaa verkon tarkkailua normaalitilassa. Vikapaikan erotus muusta verkosta on erittäin tärkeää tehdä nopeasti. Jos vikaa ei eroteta muusta verkosta, voivat seuraukset olla kohtalokkaat. (Elovaara & Haarla 2011, 335)

Olkiluodossa suojareleitä on käytössä 400 kV ja 110 kV johdonsuojauksessa, 400 kV liittynän mittauksissa, päägeneraattorin ja 400 kV suojaus- tahdistus- ja jännitteensäätöjärjestelmissä, 110 kV varasyöttömuuntajan suojauksessa, diesel generaattorien suojauksessa ja tahdistuksessa sekä 10 kV kojeistoissa. Käytössä olevat suojalaitteet ovat Schneiderin MiCOM ja Siemensin Siprotec suojareleitä. (Vanhanen sähköposti 16.5.2019)

3.2 Relesuojauksen vaatimukset

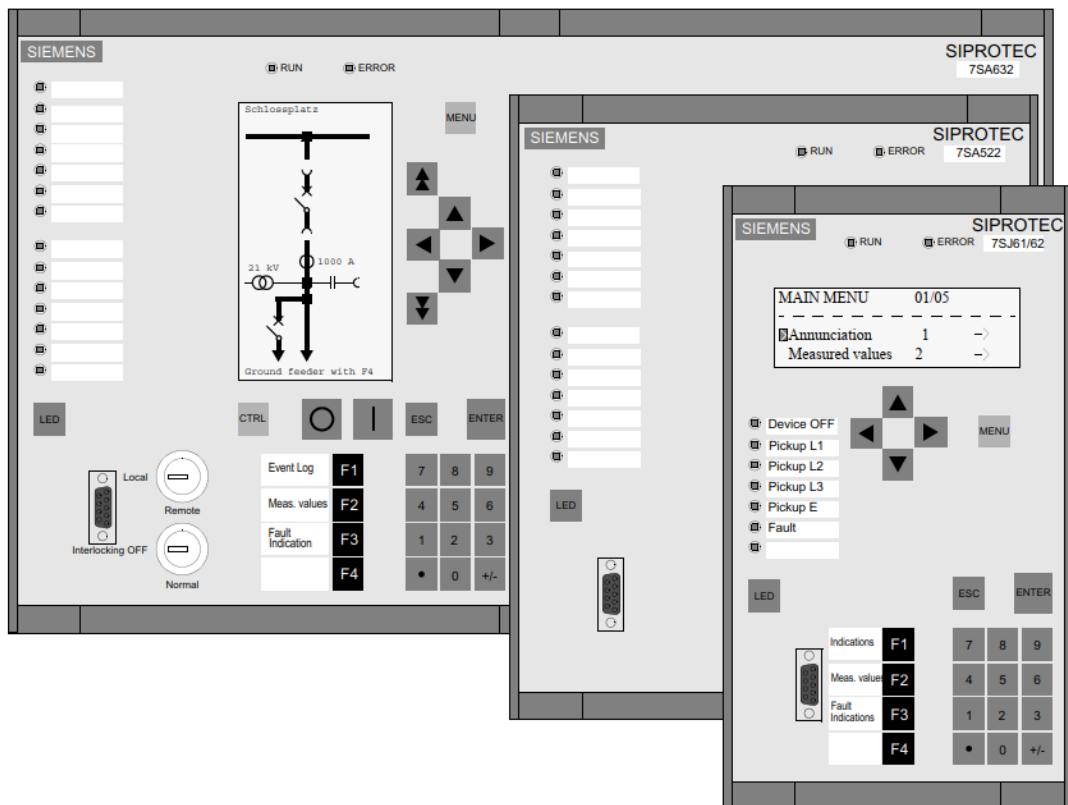
Relesuojauksen vaatimuksia ovat selektiivinen toiminta, jotta mahdollisimman pieni osa verkosta jää pois käytöstä vian sattuessa. Toiminnan on tapahduttava riittävän nopeasti ja herkästi niin, että verkon stabiilisuus säilyy kaikissa olosuhteissa sekä haitat,

häiriöt, vauriot ja vaarat jäävät kohtuullisiksi. Suojauksen tulee kattaa koko suojattava järjestelmä aukottomasti. Sen on oltava mahdollisimman yksinkertainen ja käyttövarma. Suojaus on voitava koestaa käyttöpaikalla. (Korpinen 2007, 7)

Olkiluodossa osassa järjestelmistä ja suojarleistä on määräaikaistarkastuksia koskevia Säteilyturvakeskuksen TTKE vaatimuksia. (Vanhanen sähköposti 16.5.2019)

3.3 Opinnäytetyössä testattava suojarle

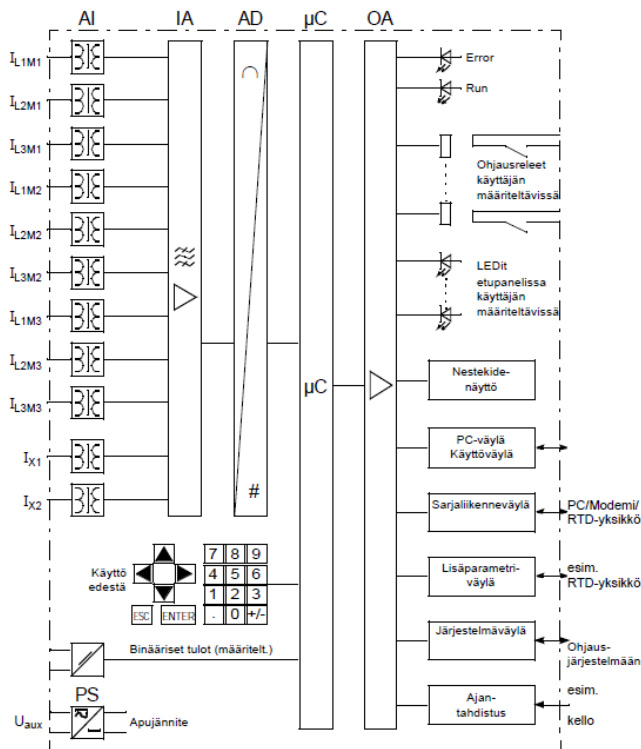
Siemensin Siprotec 4 tuoteperheen releet ovat tehokkailla mikroprosessoreilla varustettuja numeerisia suojaus- ja ohjausyksiköitä, joissa tapahtumat käsitellään numeerisesti aina mittausarvojen käsittelystä katkaisijan ohjauksiin saakka. Kuvassa Siprotec suojarleiden käyttöpaneelita. (7UT6 Käyttöohje 2004, 17)



Kuva 1. Siprotec laitteiden käyttöpaneelita (Siprotec 4 Järjestelmäkäyttöohje 2006, 7)

Suojareleen mikroprosessorijärjestelmä suorittaa mittausarvojen ohjausten lisäksi suo-
 jus- ja ohjaustoimintojen ohjaukset. Näihin kuuluvat mm. mittasuureiden suodatukset
 ja esikäsittelyt, mittasuureiden jatkuva itsevalvonta, yksittäisten suojaustoimintojen
 havahtumisehtojen valvonta, raja-arvojen ja aikaviiveiden valvonta, loogisten funkti-
 oiden signaalien ohjaukset, käyttäjän määrittelemien loogisten toimintojen suoritukset,
 päätökset laukaisutoimintojen suorituksesta, kytkinlaitteiden ohjausten tarkastukset ja
 toteutukset. (7UT6 Käyttöohje 2004, 3)

Mikroprosessorijärjestelmä vastaanottaa binääristen tulojen avulla tietoja ulkoisilta
 laitteilta sisäisiä suojaustoimintoja varten ja välittää tietoja suojaustoiminnoista ulkoi-
 sille järjestelmille binääristen ohjausten avulla. Ulostulot ovat pääasiassa ohjaukskä-
 syyjä kytkinlaitteille ja tapahtumamerkinantoja tärkeistä tapahtumista ja tiloista ulkoi-
 selle kaukovalvontalaitteistolle. Suojareleen kelloa ja häiriölokia ylläpidetään pariston
 avulla. Suojauksellisesti rele toimii vaikka patteri loppuisi. Kuvassa on esitetty
 7UT613 numeerisen erovirtasuojan periaatteellinen rakenne. (7UT6 Käyttöohje 2004,
 4)



Kuva 2. 7UT613 periaatteellinen rakenne. (7UT6 Käyttöohje 2004, 2)

3.4 Laitoksella käytössä olevat suojarielet

Siemensin Siprotec suojarieiden lisäksi Olkiluoto 3 laitosyksiköllä on käytössä MiCOM suojarieitä. MiCOM suojarieet ovat Schneider Electricin valmistavia suojarieiteita. MiCOM -suojarieiteiden ohjelmointiin on tietokoneohjelma Studio, joka on vastaavanlainen kuin DIGSI ohjelma. Opinnäytetyön yhteydessä ei ollut mahdollisuutta tehdä MiCOM -suojarieelle harjoituskoestusta, mutta suoritus- ja tarkastusohjeet eivät tule merkittävästi poikkeamaan Siprotec -suojarieiden ohjeista. Kuvassa MiCOM suojarie.



Kuva 3. MiCOM suojarie (Schneider Electricin www-sivut 2018)

4 SUOJARELEIDEN TESTAUS

Tässä kappaleessa kerrotaan Siemens Siprotec -suojareleiden testauksista ja Omicron-testilaitteistosta.

4.1 Testilaite

Omicron CMC 356 on tietokoneella ohjattava testilaite, jolla pystytään testaamaan suojareleitä, antureita, energiamittareita ja sähkön laatuanalysointilaitteita. Laitteessa on 4 jänniteulostuloa, 6 virtaulostuloa, 4 binääristä ulostuloa, analoginen DC-sisääntulo virralle ja jännitteelle, 10 binääristä/analogista sisääntuloa viidessä galvanisesti erotellussa ryhmässä, 1 ulostulo korkeille virroille/ jännitteille, AUX DC -syöttö tasajännitteelle. Kuvassa on koestuslaite edestä kuvattuna. (Mäkinen 2013, 14)



Kuva 4. Omicron CMC 356 koestuslaite (Omicronin www-sivut 2019.)

4.2 Kytkenä

Testauksissa jokaisesta suojarieleestä koestetaan jännite- ja virtapiirien toiminta, binääristen sisään- ja ulostulojen toiminta, sekä varmistetaan, että suojarieleessä on oikea hardware, firmware ja parameter set. Opinnäytetyössä jokaiseen relemalliin on tehtävä omat, testauksiin soveltuvat ohjelmat DIGSI ohjelman CFC-logiikan ja lähtömatriisien avulla. Testilaitteiston ja suojarieleen väliset kytkennät on merkitty suoritusohjeen kytkentäkaavioon. Testauksissa on käytössä Omicronin testilaitteisto, jonka avulla suojarieleelle syötetään tarvittavat suureet.

4.2.1 Binääristen sisään- ja ulostulojen koestus

Opinnäytetyössä suojarieleen binääriset sisään- ja ulostulot koestetaan syöttämällä testilaitteelta jännite binäärisiin sisääntuloihin. Syötettävän jännitteen suuruus on selvittävä kyseisen suojarieleen suojaaman verkon piirikaaviosta ja varmistuttava, että rele on tyyppimerkintänsä mukaisesti soveltuva kyseiselle jännitteelle. Ennakkohuollon yhteydessä suojarieleelle ladatun DIGSI ohjelman määrittelemällä tavalla, jokainen binäärinen ulostulo aktivoituu sekä lähtömatriiseista määritelty LED menee päälle niin pitkäksi aikaa, kun jokin binäärisistä sisääntuloista on jännitteinen. Näin saadaan testattua binääristen sisään- ja ulostulojen toiminta yhtä aikaa. Lähtömatriisien lisäksi, täytyy CFC-logiikkaan rakentaa OR-portin avulla looginen funktio. OR-portin tuloihin on kytketty kaikki suojarieleen binääriset sisääntulot ja se palauttaa arvon 1, jos yksikin sisääntulo on arvoltaan 1, totuustaulukon mukaisesti. Kun OR-portin lähtö on yhteydessä matriisitaulukon kohtaan SetPoints(MV), saadaan kaikki binääriset ulostulot aktivoitumaan yhdenkin binäärisen sisääntulon ollessa jännitteinen.

Taulukko 1. OR-portin totuustaulukko

Tulo 1	Tulo 2	Lähtö
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

Taulukkoon 2. on merkattu jännite- ja virtapiirien kytkennät, jotka tehtiin harjoituskoestuksessa 7UM6211 suojareleelle. Virtapiirejä S1 ja S2 ei testata samanaikaisesti.

Taulukko 2. Jännite- ja virtapiirien kytkentä

Suure	Huom.	Liitin
Virta L1 (0°)		J1
Virta L2 (-120°)		J3
Virta L3 (+120°)		J5
Virta N	Liittimet J2, J4 ja J6 on kytketty yhteen.	J6
Virta L1 (0°)		Q1
Virta L2 (-120°)		Q3
Virta L3 (+120°)		Q5
Virta N	Liittimet Q2, Q4 ja Q6 on kytketty yhteen.	Q6
Jännite L1 (0°)		R15
Jännite L2 (-120°)		R17
Jännite L3 (+120°)		R16
Jännite N		R16

4.2.3 Lopullinen koestus

Lopullinen suojareleiden ennakkohuolto tullaan toteuttamaan niin, ettei tietokoneohjelmia tai Omicron -testilaitteistoa välttämättä tarvita. Tällöin vältetään mahdollisilta tietokoneohjelmien päivityksiltä, testaajien perehdyttämiseltä kyseisiin ohjelmiin sekä tietoturvariskeiltä, koska releisiin ei tarvitse kytkeytyä tietokoneella ja tarvittavat tiedot pystytään lukemaan releen näytöltä ilman salasanoja. Tämä toteutus poikkeaa binääristen sisään- ja ulostulojen testausten ja firmwaren, hardwaren sekä parameter set tarkistuksen osalta. Binääriset testaukset toteutetaan syöttämällä jokaiselle binääriselle sisääntulolle jännite ja mittaamalla jokaisen binäärisen ulostulon toiminta yleismitta-

rilla. Binääristen tulojen kytkennät tarkistetaan kyseisen suojarleen suojaaman verkon piirikaavioista. Firmware pitää tarkistaa suojarleen näytöltä. Suojarleen käyttöjännite on otettava erillisestä jännitelähteestä.

Käyttämättömiin suojarleisiin on ladattava ohjelma tietokoneella ensimmäisellä käyttökerralla, jolloin opinnäytetyössä suunnitellut ennakkohuolto-ohjelman testaukset ovat järkevä toteuttaa.

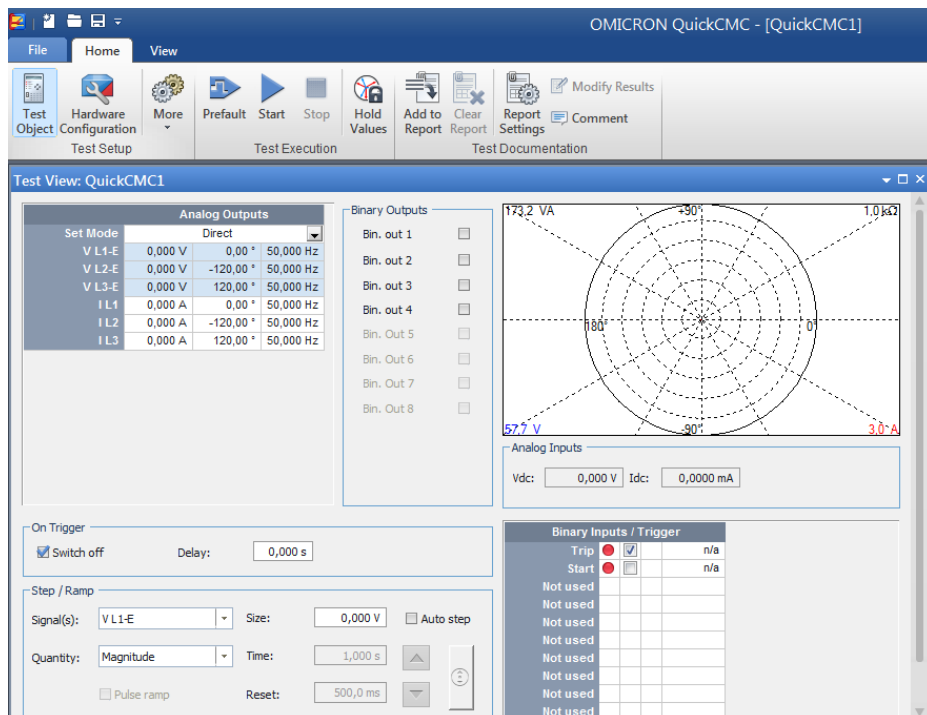
5 TESTIOHJELMAT

Tässä kappaleessa kerrotaan testauksissa käytettävistä tietokoneohjelmista.

5.1 Tietokoneohjelma testilaitteistolle

Omicron Test Universe on yleiskäyttöinen ohjelmakokonaisuus. Käytössä olevan Omicron -laitteen testaustyökalut ovat täysin tietokoneohjattuja, joten testilaitteella ei voi suorittaa toimintoja ilman siihen kytkettyä tietokonetta.

Opinnäytetyön testauksissa Test Universe aloitusnäytöstä valitaan Test Modules kohdasta QuickCMC, jonka avulla saadaan suojareleen jännite- ja virtapiireille syötettyä halutut AC virrat ja jännitteet. QuickCMC testiohjelmasta Hardware Configuration kohdasta valitaan testauksissa käytettävät testilaitteen kytkennät, jonka jälkeen syötetään halutut arvot Analog Outputs sarakkeisiin. Binääristen tulosten testausta varten valitaan Test Universe kohdasta AuxDC Configuration, jonka avulla saadaan syötettyä tarvittava jännite binäärisille sisääntuloille. Kuvassa QuickCMC testaus näkymä. (Niemelä 2015, 25)



Kuva 6. QuickCMC Test View

6 SUORITUS- JA TARKASTUSOHJEET

Tässä kappaleessa käydään läpi suoritusohjeet sekä tarkastusohjeet.

6.1 Suoritusohjeet

Suoritusohjeessa hyödynnettiin TVO:n dokumenteista löytynyttä relekoestusohjetta. Relekoestusohjetta muokattiin ennakkohuolto-ohjelmaan sopivaksi. Suoritusohjetta tullaan vielä päivittämään, joten sitä ei vielä dokumentoida TVO:n tietojärjestelmään. Suoritusohjeessa ei ole paneuduttu suojiin yksityiskohtaisiin toimintaperiaatteisiin, joten mikäli testissä käytetään testilaitteistoa, tulee koestajan olla ennalta perehdytetty suojiareleiden toimintaan ja koestuslaitteen käyttöön. Suoritusohjeessa on selitykset koestuksen etenemisestä, tarvittavista koestuslaitteista sekä yksityiskohtaiset kytkentäohjeet.

6.2 Tarkastuspöytäkirja

Opinnäytetyön harjoitustestauksiin soveltuvaan tarkastuspöytäkirjaan on tehty kohdat, joihin on kirjoitettu valmiiksi testattavan suojiareleen tyyppi ja yksilötunnus, jotka ovat Siemensin suojiareleissa MLFB- ja BF -koodit sekä vastaavanlaisesti hardwaren, firmwaren, parameter set ja ledien toiminnan tarkastusta varten kohdat joihin merkaataan rasti, kun edellä mainitut asiat ovat kunnossa. Rastitettavat sarakkeet on tehty myös jännite- ja virtapiirien ja binääristen sisään- ja ulostulojen toiminnan kirjaamista varten. Tarkastuspöytäkirja, jonka avulla voidaan Siprotec 7UM62 suojiareleen tarkastuksen tulokset kirjata, on lisätty opinnäytetyön liitteisiin. Lopullisiin koestuksiin pitää suunnitella relekohtaiset tarkastuspöytäkirjat, koska eri relemallit poikkeavat toisistaan sisään- ja ulostulojen osalta. Tarkastuspöytäkirjan tulokset kirjataan ennakkohuoltojärjestelmään.

7 TESTI- JA TULOSDOKUMENTAATIO

Tässä kappaleessa kerrotaan ennakkohuoltona tehtyjen suojarleetestauksien tulosten dokumentoinnista ennakkohuoltojärjestelmään.

7.1 Ennakkohuoltojärjestelmä

Testi- ja tulosedokumentaatio ennakkohuoltojärjestelmään kerätään testauksien yhteydessä tehdyistä tarkastuspöytäkirjojen kirjauksista. TVO:lla on käytössään sähköinen ennakkohuoltojärjestelmä KUPI. Testauksista kirjaaminen ennakkohuoltojärjestelmään onnistuu liittämällä sinne tarkastuspöytäkirja testauksista ja kuittaamalla työ. Mahdolliset huomiot ja parannusehdotukset testin aikana on saatava laitevastaavan tietoon.

8 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tavoitteena oli suunnitella toimiva ennakkohuolto-ohjelma digitaalisten suojauslaitteiden testauksille. Opinnäytetyössä perehdyttiin suojauslaitteiden toimintaan sekä testilaitteistoon ja tietokoneohjelmiin. Perehtymisen jälkeen suoritettiin harjoituskoe korjaamon tiloissa. Harjoituskoe edetessä, nähtiin mahdollisuus tehdä testaukset ilman koestuslaitetta ja tietokoneohjelmia. Ennakkohuolto-ohjelma päätettiin toteuttaa mahdollisimman yksinkertaisesti, joten lopullinen ennakkohuolto-ohjelma tullaan todennäköisesti toteuttamaan ilman omicron -koestuslaitetta ja tietokoneohjelmia.

Opinnäytetyö tehtiin loppuun alkuperäisellä suunnitelmalla, käyttäen Omicron -koestuslaitetta ja tietokoneohjelmia. Suoritusohjetta ei vielä viimeistelty TVO:n dokumentteihin kirjattavaksi, koska ohjeeseen tullaan vielä tekemään päivityksiä. Opinnäytetyön liitteisiin lisättiin tarkastuspöytäkirja, joka on suunniteltu opinnäytetyön testauksille. Kyseistä tarkastuspöytäkirjaa ei kuitenkaan hyödynnetä lopullisissa testauksissa tulevien muutosten takia. Varastossa olevat Schneiderin Micom P132 suojauslaitteet on myös testattava. Schneiderin suojauslaitteita ei ollut mahdollista koestaa opinnäytetyön yhteydessä, joten suoritus- ja tarkastusohjeet niiden osalta on suunniteltava myöhemmin. Ennakkohuolto-ohjelman testaukset ovat Schneiderin suojauslaitteiden osalta pääpiirteittäin vastaavanlaiset kuin Siemensin suojauslaitteiden testaukset.

Opinnäytetyössä pääsi perehtymään Siemensin Siprotec 4 tuotteen suojauslaitteisiin, omicronin testilaitteistoon, Test Universe- ja DIGSI tietokoneohjelmiin, tietoturvalisuusjärjestelyihin sekä suojauslaitteiden testauksiin ja suojattavien järjestelmien piirikaavioihin.

LÄHTEET

Elovaara, J. & Haarla, L. 2011. Sähköverkot II. Verkon suunnittelu, järjestelmät ja laitteet. Helsinki: Otatieta Oy.

Korpinen, L. 2007. Sähköverkon automaatio ja suojaus. Viitattu 29.3.2019.
http://www.leenakorpinen.fi/archive/svt_opus/5sahkoverkon_automaatio_ja_suojaus.pdf

Mäkinen, M. 2013. Omicron CMC850- ja 356-testilaitteiden käyttöönotto ja simulointi. AMK-opinnäytetyö. Vaasan ammattikorkeakoulu. Viitattu 3.4.2019.
http://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/59262/Makinen_Matias.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Niemelä, J. 2015. Suojareleen automaattinen koestus projektikohtaisilla asetuksilla AMK-opinnäytetyö. Tampereen ammattikorkeakoulu. Viitattu 8.4.2019.
https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/102442/Niemela_Jaakko.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Omicronin www-sivut. 2019. Viitattu 10.4.2019. <https://www.omicronenergy.com/en/products/cmc-356/>

Schneider Electricin www-sivut. 2018. Viitattu 17.5.2019.
<https://www.se.com/au/en/product-range-presentation/60744-micom-p341-and-micom-p922g/>

SFS 6002. Sähkötyöturvallisuus (SFS 6002:2015). 2015. Suomen Standardisoimisliitto SFS ry. Helsinki: SFS

Siprotec 4 Järjestelmäkäyttöohje 2006. Siemens.

Teollisuuden Voima Oyj:n www-sivut. 2018. Viitattu 10.4.2019.
<https://www.tvo.fi/yhtio>

Vanhanen, M. Opinnäytetyöpalaveri. 16.5.2019 klo 9.30-10.00. Vastaanottaja: .
Lähetetty 16.5. 2019 klo 11.58. Viitattu 16.5.2019.

Ydinlaitoksen tietoturvallisuuden hallinta 2013. Viitattu 14.5.2019.
<https://www.stuklex.fi/fi/ohje/YVLA-12>

7UT6 Käyttöohje 2004. Siemens Espoo.



Pöytäkirja

Laatija: Sundell Taneli

Tunnus:

Organisaatio: Sähköntuotanto

Versio: 1 (1)

Laadittu: 15.05.2019

Kohde: OL3

Julkinen

Julkaistu:

Tarkenne:

RELEKOESTUKSEN TARKASTUSPÖYTÄKIRJA

yleiset tarkastukset	ok
MLFB: 7UM6211- 5EB01-3FA0	
BF-Nr: 0909053665	
hardware: FF	
firmware: V04.72.00	
parameter set: V04.71.02	
ledit toimivat	

jännite- ja virtapiirien tarkastus	ok
UL1	
UL2	
UL3	
IL1 (S1)	
IL2 (S1)	
IL3 (S1)	
ILN (S1)	
IL1 (S2)	
IL2 (S2)	
IL3 (S2)	
ILN (S2)	

binääristen sisään- ja ulostulojen tarkastus	ok
BI1	
BI2	
BI3	
BI4	
BI5	
BI6	
BI7	
BO1-12	

Huomautuksia: _____

Tarkastajien puumerkit: _____

 Sähköisestä alkuperäiskappaleesta tulosti: 22.5.2019 / Sundell Taneli

Tarkista asiakirjan ajantasaisuus

© Teollisuuden Voima Oyj

Hyväksytty: