



TAMPEREEN
AMMATTIKORKEAKOULU

SUOJARELEEN KÄYTTÖNOTTO

Niklas Viemerö

Opinnäytetyö
Huhtikuu 2016
Sähkötekniikka
Sähkövoimatekniikka



TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Sähkötekniikka
Sähkövoimatekniikka

NIKLAS VIEMERÖ:
Suojareleen käyttöönotto

Opinnäytetyö 46 sivua, joista liitteitä 6 sivua
Huhtikuu 2016

Opinnäytetyön aiheena oli sähköverkon suojareleiden koestaminen ja käyttöönotto. Laajempaan kokonaisuuteen perehdyttiin yleisesti sähköverkon suojaukseen, suojauksessa käytettäviin laitteisiin ja näiden ominaisuuksiin. Tavoitteena oli kasvattaa omaa tietämystä erityisesti tehdasympäristöissä toimivista suojareleistä, niiden toiminnan perusteista sekä toiminnan varmistamisesta. Tarkoituksena oli myös saada selvä käsitys siitä, mitä suojareleen vaihtotyön lomassa tulee ottaa huomioon, millä perusteilla uusi suojarele valitaan ja kuinka tämä oikeaoppisesti saadaan toimimaan osana suojattavaa verkkoa.

Suomessa on vielä paljon ilmajohtoverkkoa, joten maakaapeliverkkoa vahingoittavien mekaanisten vikojen lisäksi myös sääolosuhteet aiheuttavat vikatilanteita sähkönsiirtojärjestelmään. Yksi tärkeimpiä asioita sähkönsiirtojärjestelmässä luotettavuuden ja turvallisuuden kannalta on relesuojaus, jonka tulee kattaa aukottomasti ja toimintavarmasti koko sähkönsiirtoverkko. Toimintavarmuuden varmistamiseksi relesuojausta tulee valvoa ja testata määräjain.

Sähköverkon suojauksessa käytetään suojareleiden lisäksi monia muitakin komponentteja. Sähköverkon keskeiset suojalaitteet ja niiden käyttötarkoitus käydään tässä opinnäytetyössä läpi yleisellä tasolla. Sähköverkon tyypillisimpiin vikoihin ja niiltä suojaaviin suojareleisiin perehdytään. Opinnäytetyössä esitellään Vamp Oy:n tarjoama tuotevalikoima, joista syvennytään erityisesti Vamp 255 -suojareleeseen. Kyseisen suojareleen käyttöönottoon, sen käyttöliittymään ja sen parametrintiin annetaan keskeiset ohjeet.

Käyttöönotto Vamp 225 -suojareleelle tehtiin Etelä-Suomessa sijaitsevan yrityksen keskijännitekojeistoon, jonka edellinen suojarele oli vaurioitunut. Kyseisessä kojeistossa suojarele aseteltiin tarkkailemaan kiskoston jännitetasoa ja nollajännitettä. Uuden suojareleen ohjelmaan tehtiin tarvittavat muutokset ennen sen asennusta. Suojarele koestettiin ennen sen kytkemistä osaksi suojattavaa verkkoa. Asiakkaan ja koestajan pyynnöstä heidän nimiään ja yhteistietojään ei kerrota opinnäytetyössä.

Asiasanat: relesuojaus, koestus, käyttöönotto, vamp, suojaus

ABSTRACT

Tampere University of Applied Sciences
Electrical Engineering
Electrical Power Engineering

NIKLAS VIEMERÖ:
Commissioning of a Protective relay

Bachelor's thesis 46 pages, appendices 6 pages
April 2016

The subject of this thesis was about testing and commissioning of protective relays used in electrical grids. The objective was to acquire my knowledge, especially of the protective relays that are used in the industrial sector; their mechanisms of operation and the methods with which their protective functions can be verified. A more precise objective was to familiarize myself with the process of how a new protective relay is chosen and how it is correctly set up to function as part of the electrical grid it is protecting.

One of the key issues to maintaining an operationally reliable and safe electrical transmission network is relay protection, which must cover the entire electrical grid. The relay protection must be monitored and periodically tested to ensure its reliability. Electrical grid protection, the components used in it and the properties of those components were studied as a whole. The most common abnormal operating conditions of an electrical grid and the protective equipment designed to protect the grid against those conditions are presented. The protective relay offering by Vamp Oy is introduced. The protective relay Vamp 225 is presented in depth. Instructions are given on how to commission it, how to navigate its user interface and how to set up its parameters.

A Vamp 225 protective relay was commissioned into a medium voltage switchboard of a company in southern Finland to replace an old protective relay that had been damaged. In this particular switchboard, the protective relay had been set up to maintain the voltage level of the rail system as well as the neutral voltage. The client company and the tester requested that their names or contact information would not be published in this thesis.

Key words: electrical protection, commissioning, testing, vamp, protection

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
2	RELESUOJAUS	7
	2.1 Verkon suojauskomponentit ja tarkoitus	7
	2.2 Yleisimmät suojareleet	14
	2.3 Sähköverkon yleisimmät viat.....	18
3	VAMP RELE	21
	3.1 Vamp Oy.....	21
	3.2 Vamp 255 suojarele	21
	3.2.1 Etupaneeli ja valikossa liikkuminen	23
	3.2.2 Paikallispaneelin käyttö	27
4	RELEEN VAIHTO	29
	4.1 Vanha suojarele.....	29
	4.2 Siemens suojarele	29
	4.3 Uuden suojareleen asennus	30
	4.4 Parametrit.....	32
5	KÄYTTÖÖNOTTOKOESTUS	33
	5.1 Käyttöönottokoestuksesta yleisesti	33
	5.2 Mittalaitteet.....	35
	5.3 Releen ohjelman muutokset.....	36
	5.4 Alijännitesuoja	36
	5.4.1 Alijännitesuojan koestus ja käyttöönotto	37
	5.5 Ylijännitesuoja	40
	5.5.1 Ylijännitesuojan koestus ja käyttöönotto	41
	5.6 Nollajännitesuoja	41
	5.6.1 Nollajännitesuojan koestus	42
	5.7 Dokumentointi	43
6	POHDINTA.....	44
	LÄHTEET.....	45
7	LIITTEET.....	46
	Liite 1. Vamp 255 suojareleen suojaustoiminnot.....	46
	Liite 2. Vamp 255 valikkorakenne (1/3) (Vamp Oy, tekninen selostus).....	47
	Liite 3. Parametriarvot.....	49
	Liite 4. Sähkökuva jännitteenmittaus	50
	Liite 5. Nollajännitteen mittaus	51
	Liite 6. Relekoestusraportti	52

LYHENTEET JA TERMIT

A	Ampeeri
V	Voltti
U>	Ylijännitesuojan ensimmäinen porras
U>>	Ylijännitesuojan toinen porras
U>>>	Ylijännitesuojan kolmas porras
U<	Alijännitesuojan ensimmäinen porras
U<<	Alijännitesuojan toinen porras
U<<<	Alijännitesuojan kolmas porras
U0>	Nollajänniteportaan ensimmäinen porras
U0>>	Nollajänniteportaan toinen porras
Line+U0	Nollajännitteen mittaus mittatiedolla
AJK	Aikajälleenkytkentä
COM	Miinuspiste
OSAK	Keskijännitekatkaisijan tyyppi
Phase	Nollajännitteen laskenta vaihejännitteistä
PJK	Pikajälleenkytkentä
Sverkker	Meggerin valmistama mittalaite

1 JOHDANTO

Opinnäytetyö toteutettiin Insta Automation Oy:n alaisena, ei varsinaisesti itse yritykselle, vaan omaa tietämystä kasvattavin tavoittein ja lähtökohdin. Työ pyrittiin tekemään hyvin käytännönläheisesti ja asentajan näkökulma huomioon ottaen. Vaikka kyse oli suojarleen käyttönotosta ja koestamisesta, ei riittävän laadukasta ja kattavaa opinnäytetyötä voinut tehdä ilman perehtymistä aiheen teoriaan.

Opinnäytetyössä käsitellään relesuojauksen merkitys sähköverkossa sekä erilaisten releiden tarkoitus osana verkkoa. Lukijalle selviää opinnäytetyötä lukiessaan, minkälaisiin eri tilanteisiin releitä on suunniteltu ja kuinka kuluttaja huomaa aikajälleenkytkentöjen hyvät ja huonot puolet. Tehdasympäristöissä käytettävät releet ovat samoja releitä kuin jakeluverkonkin puolella, pois lukien muutama ominaisuus. Tehdasympäristöissä on myös valokaarisuojaus joka käsitellään opinnäytetyön aikana. Valokaarisuojauksen puuttuminen voi aiheuttaa vakavia vahinkoja sähkötiloihin sekä henkilöihin, jotka ovat valokaaren välittömässä läheisyydessä.

Opinnäytetyön aiheena oli Vamp 255- suojarleen vaihto vanhan suojarleen tilalle. Opinnäytetyö sisältää nopeat käyttöohjeet suojarleen käyttöön sekä eri parametrien muutoksiin. Vamp 255- suojarleessä on monia eri suojauksia joista kuitenkin otettiin käyttöön vain muutama, sillä sen tarkoitus oli suojata/seurata keskuksen kiskostossa tapahtuvia jännitteenmuutoksia.

Suojareleen vaihto tehtiin erääseen eteläsuomessa sijaitsevaan maailmanlaajuiseen yritykseen. Suojarele asennettiin vanhan, epäkunnossa olevan releen tilalle. Uusi rele aseteltiin vanhasta releestä saaduilla asetteluarvoilla. Rele toimii keskuksen mittauskennossa mitaten kojeiston ali- ja ylijännitettä sekä nollajännitettä.

Releen vaihtotyön jälkeen työssä käsitellään suojarleen koestus sekä siihen liittyvät huomiot, mitkä ovat tarvittavat toimenpiteet työn tekemiseen jännitteellisessä keskuksessa. Työssä käydään läpi myös koestuksen eri vaiheet, mitä mittalaitteita työssä tarvitaan ja mitä niillä tehdään.

2 RELESUOJAUS

2.1 Verkon suojauskomponentit ja tarkoitus

Verkon suojaus on kokonaisuus, jonka muodostavat suojareleet, katkaisijat ja mittamuuntajat. Standardissa SFS 60050 - 448 on tarkkaan rajattu, että suojausjärjestelmä käsitteenä sisältää suojalaitteet, mittamuuntajat, johdotuksen laukaisupiirin, tehölähteet, mahdollisen tiedonsiirron sekä jälleenkytkentäautomatiikan mutta ei katkaisijoita.

Tiedonsiirto tarkoittaa asemalla sijaitsevien laitteiden yhteydenpitoa, joko normaalilla johdotuksella tai valokuidulla. Yhteydenpitoa voidaan pitää myös tietoliikennekaapelilla uusimmissa suojareleissä. Tällöin keskenään keskustelevat komponentit voivat olla kaukanakin toisistaan, esim. toisilla asemilla tai teollisuuden suurissa laitoksissa. Suojalaitteiden yhteistoiminnalla saavutetaan tilanne, jolloin verkon suojaus toimii kattavasti ja vikaantuneet osat voidaan kytkeä irti muusta verkosta. (Elovaara & Haarla 2011, 335; SFS-IEC 60050 - 448)

Suojareleiden tarkoitus sähköverkossa on havaita siinä tapahtuvia vikoja. Suojarele ei itsessään pysty korjaamaan vikaa, sillä se on vain eräänlainen mittalaite. Tämän takia jokaisella kytkin- ja sähköasemalla on katkaisijoita, joiden tehtävä on katkaista sähkönkulku tarvittaessa. Suojarele mittaa verkon suureita mittamuuntajien toisista ja mikäli arvot nousevat tai laskevat asetteluarvon yli/ali, suojarele havahtuu. Havahtuminen tarkoittaa että rele on havainnut siinä verkon osassa epänormaalin tilanteen, jota se on aseteltu suojaamaan. Havahtunut rele alkaa tällöin laskea aikaa ja mikäli rele on havahtuneena tarpeeksi kauan, se antaa laukaisukäskyn katkaisijalle. Samaan aikaan kun laukaisukäsky on annettu, voidaan tarvittaessa viedä myös hälytystieto haluttuun paikkaan. Tällä tavalla voidaan verkosta erottaa vikaantunut osa. Mikäli havahtuneen releen laskiessa aikaa vika poistuu ennen kuin laukaisuaika on kulunut, rele palautuu ja jatkaa verkon tarkkailua normaalitilassa. Erityisesti oiko- ja maasulussa esiintyvät virrat voivat olla erittäinkin suuria joten vikapaikan erotus muusta verkosta on erittäin tärkeää tehdä nopeasti. Jos oiko- tai maasulkuvikaa ei eroteta muusta verkosta, seuraukset voi olla kohtalokkaat niin ihmisille, eläimille, laitteille kuin omaisuudelle. Siirtoverkon puolella vikatilanteet voivat aiheuttaa suuriakin sähkökatkoksia asiakkaille. (Elovaara & Haarla 2011, 335)

Katkaisijat ovat yksi verkon suojalaite joka kykenee avaamaan ja sulkemaan virtapiirin virrallisena. Katkaisijoita voidaan ohjata joko manuaalisesti, katkaisijan painonapeista tai automaattisesti releeltä tulevalla laukaisutiedolla. Tavallisesti katkaisijoita ohjaa verkkoon kytketty suojarele joka vian havaittuaan antaa katkaisijalle laukaisukäskyn. Tyypillisesti katkaisija pystyy avaamaan ja sulkemaan virtapiirin vaurioitumatta, vaikka piirissä kulkisi moninkertainen virta katkaisijan nimellisvirtaan nähden. Mikäli suojareleellä on jälleenkytkentä toiminto, voidaan katkaisijalla myös sulkea virtapiiri. Katkaisija ei siis itse päättelä milloin virtapiiri tulisi avata tai sulkea, vaan se saa käskyn aina suojareleeltä. Katkaisijoita on monella eri valmistajalla ja muutamia erilaisia. Seuraavaksi käydään läpi yleisimmät neljä katkaisija tyyppiä. (Elovaara & Laiho 1988, 245)

Ilmakatkaisijat ovat nimensä mukaan ilmaeristeisiä, eli kosketinkammiot ja siellä olevat sivusuunnassa liikkuvat kosketinkärjet ovat normaalissa ilmanpaineessa. Kammioiden yhteydessä on valokaarisuojat, jotka kytkentähetkellä sammuttavat valokaaresta syntyvän liekin. Koska kytkentäkärkien välissä on vain ilmaa, ei ilmakatkaisijoita yleensä asenneta kuin pienjännitekojeistoihin. Alla olevassa kuvassa 1 on nähtävillä ABB:n valmistama SACE E3 ilmakatkaisija. Kyseisessä mallissa on oma suojarele myös nähtävissä katkaisijan yläosassa. Mikäli ilmakatkaisijan haluaisi toimimaan korkeampiin jännitetasoihin, tulee katkaisijasta kohtuuttoman suuri. Tällöin eristeaineena tulee olla jotain eristävämpää ainetta kuin ilma. (Elovaara & Laiho 1988, 252)



Kuva 1. ABB:n valmistama ilmakatkaisija (ABB)

Vähäjännitekatkaisijat ovat huomattavasti vanhempia katkaisijoita ja saavat nimensä siitä, että katkaisupilarit ovat täynnä mineraaliöljyä. Kuvassa 2 on 1960-luvulla Strömbergin

valmistama 20kV:n jännitetasoon suunniteltu OSAK- keskijännitekatkaisija. Katkaisijan alaosassa olevan turkoosin kytKentäkopan alla on katkaisijan koneisto. Ruskeat hartsipilarit sisältävät katkaisukoskettimet jotka ovat upotettuna öljyyn. Tällöin pilareiden sisällä pystysuunnassa liikkuvat koskettimet eivät tarvitse läheskään niin suurta ilmaväliä koskettimien väliin kuin ilmakatkaisijassa, öljyn sähköneristävyuden takia. Samasta syystä voidaan myös nousta korkeampiin jännitteisiin. Öljy sammuttaa myös hyvin valokaaria virtapiiriin avaus- ja sulkemistilanteissa. Vähäöljykatkaisijoita käytetään paljon keskijännitekojeistoissa. Katkaisupilareiden päällä on myös nähtävissä vanhat mekaaniset suojarielet, jotka ovat jo harvinainen näky nykypäivänä. (Elovaara & Laiho 1988, 254)



Kuva 2 Strömbergin valmistama vähäöljykatkaisija

Kaasueristeiset katkaisijat ovat uusimpia virran katkaisuun käytettyjä laitteita mutta toimivat hyvin pitkälle samalla periaatteella kuin vähäöljykatkaisijat. Nimensä mukaisesti pilareissa on mineraali öljyn sijasta SF6- kaasua. SF6- kaasun hyviä puolia ovat palamattomuus ja erittäin hyvä valokaaren jäähdytyskyky. Kyseistä katkaisija tyyppiä voidaan myös käyttää suurjänniteverkossakin. Kuvassa 3 on nähtävissä ABB:n valmistama HD4 SF6 katkaisija keskijännitetasoon. Kuvassa valkoisen kytKentäkopan alla on katkaisijan koneisto ja punaisissa katkaisupilareissa liikkuvat koskettimet. Katkaisijan oikeasta yläkulmasta lähtevä lyhyt kaapeli jonka päässä on suurehko liitin, on väylä mitä pitkin katkaisija saa tietoa kennossa olevilta suojalaitteilta. Tällä katkaisijatyypillä

on parhain virrankatkaisukyky, joten kyseistä katkaisijatyyppeä voidaan käyttää Suomessa millä jännitetasoilla tahansa. (Elovaara & Laiho 1988, 259)



Kuva 3 ABB:n valmistama SF6 katkaisija (ABB)

Tyhjiökatkaisijaa voidaan käyttää keskijänniteverkoissa, ja se on ulkoapäin lähes identtinen kaasueristeisen katkaisijan kanssa, huomioiden kuitenkin että pilareissa on kaasun sijasta tyhjiö. Tyhjiöllä on myös hyvä sähkön eristyskyky mikä tekee mahdolliseksi katkaisijan suhteellisen pienen koon ilmakatkaisijaan verrattuna. Seuraavalla sivulla olevassa kuvassa 4, on ABB:n valmistama VD4 tyhjiökatkaisija. Punaisissa pilareissa on siis tyhjiö, missä koskettimet liikkuvat. Katkaisijan päällä oleva liitin on liitinkaapelia varten. Kaapeli tulee kyseisessä mallissa kennosta katkaisijaan kiinni, eikä päinvas-
toin niin kuin ylemmässä SF6- kaasu katkaisijassa. (Elovaara & Laiho 1988, 260)



Kuva 4 ABB:n valmistama tyhjiökatkaisija

Verkon jännite ja virta muutetaan mittamuuntajien avulla toisioarvoiksi (tyypillisesti 1 tai 5 A ja 100 tai 200 V). Tällöin voidaan eristää galvaanisesti mittauspiiri itse päävirtapiiristä ja muuttaa mitattava suure sopivaksi mittauslaitteelle. Samalla mittamuuntajat suojaavat mittalaitteita suurilta jännitteen ja virran arvoilta, jolloin mittalaitteet eivät pääse ylikuormittumaan. Alhaiset virran ja jännitteen arvot mahdollistavat myös huomattavasti pienemmän fyysisen koon mittalaitteille. Mittamuuntajien avulla voidaan myös keskittää mittalaitteiden sijainti yhteiseen paikkaan, eikä mittalaitetta näin ollen tarvitse sijoittaa juuri sinne missä päävirtapiiri sijaitsee. (Elovaara & Laiho 1988, 260; Elovaara & Haarla 2011, 198)

Yleisesti mittalaitteelle tuodaan virtatieto ja/tai jännitetieto. Virtamuuntajilta, jotka suurimmaksi osaksi toimivat induktioperiaatteella, saadaan mittalaitteelle päävirtapiiristä laitteelle sopiva virtatieto. Tällöin päävirtapiirin vaihe lävistää virtamuuntajan ja riippuen virtamuuntajan koosta, tosiopuolella näkyvä virran arvo voidaan syöttää suoraan mittalaitteelle. Seuraavalla sivulla olevassa kuvassa 5 on virtamuuntaja, jonka muuntosuhde on 600/5 A. Tämä tarkoittaa sitä, kun päävirtapiirin kiskossa tai kaapelissa kulkee 600A, virtamuuntajan toisiossa on 5A. (Elovaara & Laiho 1988, 271)



Kuva 5 Virtamuuntaja 600/5 A

Virtamuuntajia on monella eri valmistajalla moneen eri jännitetasoon, mutta kaikkien toimintaperiaate on lähes sama. Erilaisia virtamuuntajia ovat mm. sisälle asennettavat valuhartsieristeiset keskijänniteverkkojen mittamuuntajat, kaapelivirtamuuntajat, kuvassa näkyvä läpivientivirtamuuntaja sekä ulosasennettava öljyeristeinen virtamuuntaja. . (Elovaara & Laiho 1988, 276)

Jännitemuuntajat, muuntavat nimensä mukaisesti jännitteen, yleensä suuremmasta jännitetasosta pienempään jännitetasoon. Jännitemuuntajat ovat yleisesti yksivaiheisia ja ovat toimintaperiaatteeltaan joko induktiivisia tai kapasitiivisia. Induktiiviset jännitemuuntajat ovat käytössä etenkin ≤ 245 kV:n jännitetasossa. Jos halutaan muuntaa jännitettä tätä suuremmista jännitteistä, on käytössä kapasitiivinen jännitemuuntaja. Pien- tai keskijänniteverkosta jännitettä mitattaessa induktiiviset jännitemuuntajat ovat suuressa suosiossa. (Elovaara & Haarla 2011, 217)

Verkon suojaamista edellyttää riittävät laatuvaatimukset sekä taloudelliset seikat. Tämä tarkoittaa, että verkkoon syötettävä jännite tulee olla riittävän tasalaatuista, ettei jännite ailahtele siten, että suojalaitteet reagoisivat tähän aiheuttaen turhia katkoksia. Taloudelliset seikat tarkoittavat, että verkkoa pitää pystyä huoltamaan riittävän paljon, että sähkön laatu ja siirrettävyys pysyy laatuvaatimuksissa. Vikatilanteen sattuessa tulee taloudellisesti pystyä korjaamaan vika sekä palauttamaan sähköt takaisin asiakkaille mahdollisimman nopeasti. Tätä varten sähköverkkojen suojana ovat suojareleet. (Elovaara & Haarla 2011, 336)

Vikapaikka on erotettava muusta verkosta nopeasti, sillä vikavirroista aiheutuva lämpö on vaaraksi ihmisille ja mahdollisesti eläimille. Mikäli vika tapahtuu sisäkytkinlaitoksissa, viasta syntyvä paine ja nopea lämpötilan nousu on samassa tilassa oleville ihmisille hengenvaarallinen. Valokaaren ytimessä lämpötila voi nousta jopa 20 000 celsiusasteen lämpötilaan, jolloin lämpötila pystyy sulattamaan metalleja. Keskuksissa on kuparista tai alumiinista tehdyt kiskot, jotka kyseissä lämpötilassa voivat osittain höyrystyä ja näin ollen muodostavat ihmisille erittäin vaarallisia kaasuja. Mikäli valokaarisuojausta ei ole keskuksessa jossa valokaari tapahtuu, vahingot voivat nousta huimiin summiin ja huonolla ajoituksella saattaa tulla jopa kuolemaan johtavia tapaturmia itse valokaaresta, sen aiheuttamista lämpösäteilyistä tai sulan metallin roiskeista. (Kalliomäki, 2010. Elovaara & Haarla 2011 336)

Sähkönsiirtoverkossa relesuojausta oikeastaan käytetään juurikin vain keskijänniteverkossa, sekä sitä korkeammilla jännitetasoilla. Lähes kaikki releet ovat toisioreleitä, joka tarkoittaa sitä että ne ovat kytkettynä verkkoon mittamuuntajilla. Suojausjärjestelmä on toteutettu oikein, mikäli se on luotettava, herkkä, nopea ja selektiivinen. Selektiivisyys tarkoittaa sitä että verkosta saadaan erotettua vain vikaantunut osa. Tällä minimoidaan haitat sähkökäyttäjiltä. Selektiivisyys tarkoittaa myös sitä, että verkon jokainen osa on aukottomasti suojattu jollakin suojareleellä. (Elovaara & Haarla 2011 334)

Kun halutaan varmistua oikeasta suojauksen toiminnasta, suojareleiden asettelut voidaan tehdä seuraavaksi mainittujen yleisperiaatteiden mukaan. Tilanne, jossa releen halutaan antavan katkaisijalle laukaisukäsky, asetteluarvo määritellään kertomalla esim. vikavirta luvulla 0,8, tai muulla ykköstä pienemmällä luvulla. Tällä varmistetaan että rele varmasti toimii. Asetteluarvot saadaan verkostolaskennasta. Tästä laskennasta saadaan mm. verkon oikosulkukestoisuudelle, maasulkuvirroille sekä oikosulkuvirroille numeeriset arvot joiden mukaan suojareleet parametroidaan. Suojareleet voidaan asettaa suojaamaan mm. verkkoa yleisesti, tiettyä muuntajaa tai moottoria. Tällöin asetteluarvot asetellaan suojareleelle suojattavan kohteen mukaan. Kun halutaan että rele ei anna laukaisukäskyä, kerrotaan tiedetty suure esim. 1,2, tai muulla ykköstä suuremmalla luvulla. Vian poistamisessa releelle aseteltu toimintanopeus on tärkeää, sillä mitä nopeammin vikatilanne saadaan poistettua, sitä vähemmän se aiheuttaa vahinkoja laitteille ja ihmisille. Toimintanopeudella voidaan myös vaikuttaa selektiivisyyteen siten, että lähellä olevat viat laukaistaan nopeammin kuin kaukana olevat. Toimintanopeus tarkoittaa sitä kuinka nopeasti asetteluarvon ylittyttyä rele toimii eli vian alkamisesta laukaisukäskyyn

kuluva aika. Kyseistä toiminta-aikaa voidaan halutessa pidentää asettelemalla releelle hidastus releen parametreista. Näitä tapauksia verkossa voi olla silloin jos tiedostetusti jokin suure ylittää hetkellisesti asetteluarvon, esim. suuren moottorin/ generaattorin kytkeytyminen verkkoon. . (Elovaara & Haarla 2011 344).

2.2 Yleisimmät suojarahit

Releitä on monenlaisia ja ne voidaan jakaa seitsemään eri ryhmään, mitattavan suureen perusteella. Näitä suureita ovat ylivirta, ali- ja ylijännite, taajuus, suunta ja teho, epäsymmetria ja etäisyys. (Elovaara & Laiho 1988 392)

Ylivirtareleitä voidaan käyttää havainnoimaan ylikuormitus- ja oikosulkutilanteita säteittäisessä verkossa, sillä se ei havaitse virran suuntaa. Nämä voivat olla mm. vakioaikaylivirtareleitä tai käänteisaikaylivirtareleitä. Muuntajien, generaattoreiden ja moottoreiden ylikuormitussuojana voidaan käyttää myös lämpörelettä joka toimii myös ylivirran avulla. Ylivirtarele mittaa kuorman virtaa ja toimii silloin kun suure ylittää asetteluarvon. Vakioaikaylivirtarele havahtuu virran noustessa asetteluarvon yli ja laukaisee katkaisijan kun asettelu-aika on kulunut. Suoja laukaisee samalla tavalla kaikki ylivirtatilanteet riippumatta virran suuruudesta. Käänteisaikaylivirtareleen toiminta on vikavirtaan nähden käänteinen. Suojareleen havaitessa suuren vikavirran, rele toimii nopeammin, kun taas pienellä vikavirralla toiminta-aika on hitaampi. Käänteisaikaylivirtarelettä voidaan käyttää myös silmukkaverkossa. (Elovaara & Haarla 2011 346)

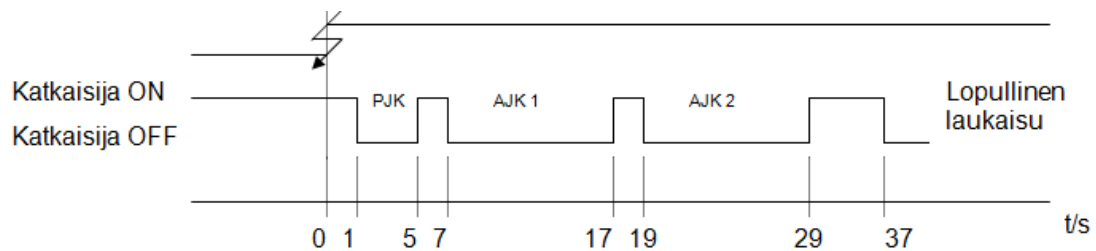
Alijännitereleitä käytetään sellaisen kuorman yhteydessä, missä alijännite aiheuttaa vaaraa tai mahdollisia vaurioita. Tällainen voi olla esim. iso moottori jota uhkaa pysähtyminen liian alhaisen jännitteen vuoksi. Ylijänniterelettä taas voidaan käyttää maasulkusuojauksissa sekä generaattoreiden rajun jännitteen nousun varalta. Molempia suojarahiteitä voidaan myös käyttää suurissa sähkökaapeissa ja kojeistoissa. Alijännite sekä ylijänniterele mittaavat verkon jännitteen tasoa ja mikäli jännite sivuaa asettelu-arvoa, rele toimii. Jännitereleiden yhteydessä voidaan käyttää taajuusreleitä silloin jos syötetään omaa sähköä verkkoon päin. Suojarele voidaan asettaa toimimaan silloin, jos syötettävän sähkön taajuus poikkeaa nimellisarvosta. (Elovaara & Haarla 2011 360)

Suuntareleen tehtävä on ilmaista tehon virtaussuunta, jonka rele päättelee mittaamalla jännitteen ja virran hetkellisarvoja. Tämän ominaisuuden ansiosta suuntareleillä on pääasiassa toteutettu maasulkusuojaus Suomessa. Suuntareleen ominaisuutta on myös käytetty hyväksi esim. suunnatussa ylivirtareleessä jota käytetään silmukoitujen verkkojen ylivirta- ja oikosulkusuojauksessa. Takatehorele toimii myös samalla periaatteella ja se on suojana generaattorin ja sitä syöttävän voimakoneen välissä, estäen generaattoria toimimasta moottorina. Suurien moottoreiden suojina voidaan käyttää epäsymmetriareleitä suojaamaan moottoria virta- ja jännite-epäsymmetrioilta, jotka ovat vaarallisia järjestelmälle. (Korpinen.L; Aura & Tonteri 2003 172)

Distanssirele nimensä mukaisesti mittaa etäisyyttä vikapaikkaan. Rele mittaa sijoituspaikkansa ja vikapaikan välistä impedanssia esiintyvien virtojen ja jännitteiden avulla. Suojarele toimii silloin kun impedanssin arvo alittaa asetteluarvon. Impedanssi on sitä pienempi, mitä lähempänä vika on suojarelettä. Suomessa distanssirelettä käytetään siirtoverkkojen oiko- sekä maasulkusuojina. Kyseistä suojarelettä käytetään silmukoidussa verkossa, sillä se havaitsee vian suunnan. Silmukoidussa verkossa vikavirta voi tulla mistä tahansa suunnasta, ja pienin vikavirta on normaalisti suurempi kuin suurin kuormitusvirta. Tällöin esim. ylivirtarelettä ei voida kyseisestä syystä käyttää suojana kyseisessä verkossa, mikäli suojauksesta halutaan selektiivinen. (Elovaara & Haarla 2011 348)

Edellä mainittuja suureita voidaan myös vertailla keskenään. Tätä ryhmää kutsutaan vertoreleiksi. Vertorele mittaa verkon eri osissa kulkevia virtoja ja tehoja ja vertailee näitä keskenään. Vertailukohteena voivat olla vaihekulmat, mitattavien virtojen suunnat tai itseisarvot. Tunnetuin vertorele on differentiaalirele joka vertaa mitattuja virtoja. Differentiaalirele toimii kun tulevien virtojen ja lähtevien virtojen ero on suurempi kuin releeseen aseteltu arvo. Kantaverkon johdot on suomessa lähestulkoon kaikki suojattu distanssireleillä, mutta lyhyiden ja sarjakompensoitujen johtojen suojana voidaan myös käyttää differentiaalirelettä. Tällöin johdon molempiin päihin sijoitetun differentiaalireleen välillä tulee olla viestintäyhteys, jotta selektiivisyys toimii. Differentiaalirele on tärkein suojarele muuntajalle, sillä se voi havaita sellaiset oikosulut, maasulut, käänne- ja kierrossulut jotka voivat aiheuttaa muuntajille riittävän suuren erovirran. (Fingrid, 2006; Aura & Tonteri 2003 172; Elovaara & Haarla 2011 355)

Suomessa avojohdoverkkojen vioista suurin osa on salamaniskujen, myrskyjen tai katkenneiden oksien aiheuttamia ohimeneviä vikoja. Kyseiset viat poistuvat kun johdosta tehdään hetkeksi jännitteetön. Mikäli tällaisen vian sattuessa ”normaali” kuten ylivirta- tai maasulkurele laukaisee katkaisijan, syntyy kuluttajille tarpeetonta harmia pitkistä jännitteettömistä ajanjaksoista. Jälleenkytkentä-automatiikka on tällöin oiva lisävaruste suojarielelle. Toiminta tapahtuu siten, että vian sattuessa ja katkaisijan auetessa jälleenkytkennän ensimmäinen osa toimii pitäen johdon jännitteettömänä hetken (n. 0,2 – 0,5s), jonka jälkeen rele ohjaa katkaisijan jälleen kiinni. Tätä kutsutaan pikajälleenkytkennäksi (PJK). Mikäli vika onkin esim. oksa, joka on linjan kanssa kosketuksissa ja PJK ei kerkeä poistamaan vikaa, suoritetaan jälleenkytkennän toinen porras, aikajälleenkytkentä. Suojarele ohjaa taas katkaisijan auki mutta pidemmäksi aikaa (n.0,5 – 3 min) jonka jälkeen rele antaa taas katkaisijalle kiinniohjauskäskyn. Kuvassa 6 on nähtävissä miten jälleenkytkentäportaat toimivat. Mikäli vika, esimerkiksi oksa ei ole poistunut linjalta tähän mennessä, suoritetaan toinen AJK. Lopullinen laukaisu suoritetaan, ellei toinenkaan AJK poista vikaa. (Aura & Tonteri 2003 175)



Kuva 6 Jälleenkytkentäportaiden toiminta

Esimerkitapauksessa (Kuva 6) PJK toimii yhden sekunnin kuluttua vian havaitsemisesta ja tällöin suojariele pitää verkon jännitteettömänä neljän sekunnin ajan. Huomattuaan että vika ei poistunut pikajälleenkytkennällä, suojariele suorittaa aikajälleenkytkennän. AJK toimii jälleen yhden sekunnin viiveellä, pitäen verkon jännitteettömänä kymmenen sekunnin ajan. Vika ei vielä tällöinkään ole poistunut johtimelta joten suojariele suorittaa uudelleen aikajälleenkytkennän. Mikäli vika ei ole tässäkin vaiheessa poistunut, suojariele antaa katkaisijalle laukaisukäskyn ja tällöin jännitteet pysyvät poissa, kunnes tilanne on manuaalisesti korjattu.

Jälleenkytkentää pyritään nykyään vähentämään, sillä sähköä tarvitsevat laitteet ovat kehittyneet huomattavasti vuosikymmenien aikana. Ennen ei sähköllä toimivien laitteiden, eikä kuluttajien näkökulmasta ollut niin suurta haittaa jos sähkönsyöttö katkeaa

hetkeksi. Nykyään kuitenkin on paljon sellaisia laitteita, kuten tietokoneet ja erilaiset järjestelmät, joille jännitekatko kriittisellä hetkellä voi aiheuttaa toimintahäiriöitä. Nämä häiriöt voivat haitata monien yritysten toimintaa ja ihmisten työskentelyä. Edellä mainittujen haittojen sekä uusien sähkönlaadun luetettavuuteen kantaa ottavien suositusten mukaan, on alettu siirtämään ilmajohtoverkkoa maan alle maakaapeliverkoksi, sillä maakaapeliin eivät sääolosuhteet pääse vaikuttamaan. (Energiateollisuus 2010)

Tehdasympäristöä kun vertaa jakeluverkkoon, mielestäni suurin eroavaisuus on varmasti kaapelointi sekä kohdistettujen suojarleiden määrän. Suurin osa tehdasympäristöissä olevista siirtoteistä on tehty avojohdon sijaan maakaapeloinnilla, joten aikajälleenkytkentää ei juurikaan käytetä. Tämä johtuu siitä että maakaapeliin ei kohdistu sellaisia vianaiheuttajia jotka saisi poistettua jälleenkytkennällä, vaan viat ovat pääsääntöisesti pysyviä, manuaalista korjausta vaativia. Kohdistetuilla suojarleille tarkoitan releitä, jotka suojaavat vain tiettyä kuormalaitetta tai lähtöä.

Tehdasympäristöissä käytetään kuitenkin samoja suojarleitä joita on aiemmin tässä työssä mainittu. Suurissa tehtaissa on myös hyvä olla sellainen ominaisuus että kaikkia verkon hallintaan liittyviä osia pystyy käyttämään samasta paikasta, valvomosta. Hyvä relesuojaus nykypäivänä pystyy myös siihen, että releet voivat olla yhteydessä toisiinsa ja niihin voi sisällyttää tarvittaessa monia eri suojausjärjestelmiä. Näitä paketteja kutsutaan kennotermiinaaleiksi. (Suojarleet vastaamaan tarpeita, 2013)

Yleisimpiä vikoja tehdasympäristössä ovat ylivirta, oiko- ja maasulkuviat. Keskuksien sisällä tapahtuvat valokaaret ovat myös hyvä ottaa huomioon ja näiden varalta on hyvä olla suojarle, joka valokaaren havaittuaan laukaisee oikean katkaisijan. Valokaarireleestä lähtee ohut valokuitu joka kiertää keskuksissa. Valokaaren tapahduttua rele saa valoviestin kuidusta ja laukaisee katkaisijan. Nykyajan valokaarirele mittaa myös kiskoston virtoja ja kun molemmat ehdot täyttyvät, tapahtuu vasta laukaisu. Tällä tavalla turhia laukaisuja pystytään välttämään. Turhia laukaisuja voi tulla kameran salamavalosta tai välillä jopa ihan auringonvalosta, mutta näissä tapauksissa rele on säädetty liian herkälle, eikä virtatietoa ole vaadittu. (Vamp Oy, tekninen selostus)

Oman kokemukseni mukaan sähkötiloissa ja keskuksissa voi olla kymmeniä lähtöjä, joten tehtaissa toteutettu suojaus voikin olla seuraavanlainen. Jokaisella lähdöllä on oma suojarle joka mittaa ylivirtaa, oiko- sekä maasulkua. Lähdön releen toimiessa aukeaa

kyseisen lähdön katkaisija. Jos on sellainen käyttö jonka pyörittämiseen tarvitaan 2 tai useampi moottori, voidaan suojareleet laittaa keskustelemaan keskenään. Yhden näiden lähdön lauetessa muutkin lähdöt laukeavat, ettei muille moottoreille tule liikaa ylikuormaa. Keskuksessa on yksi pääkatkaisija jonka rele mittaa koko keskuksen eri suureita, usein ylivirtaa ja keskuksen sisäistä maasulkua. Tämän releen toimiessa keskuksen pääkatkaisija aukeaa. Mittauskentässä voi olla koko keskuksen kiskostoa mittaava rele, joka mittaa kiskoston taajuutta ja yli- ja alijännitettä. Tässäkin tapauksessa releen toiminnassa aukeaa keskuksen pääkatkaisija. Mittauskennossa voi olla myös valokaarisuoja joka mittaa keskuksen virtaa ja kuidulla valokaarta. Mikäli valokaarirele toimii, se laukaisee useimmiten kyseistä keskusta syöttävän muuntajan katkaisijan tai sitä kaapelia suojaavan katkaisijan, jota pitkin muuntaja syöttää kojeistoa. Edellä mainittujen kahden kappaleen tieto pohjautuu omiin kokemuksiini jonka olen saanut toimiessani keskuksien kunnossapitoon liittyvissä työtehtävissä.

2.3 Sähköverkon yleisimmät viat

Salamaniskut sähköverkon avojohdoille aiheuttaen 1-vaiheisen maasulun ovat yleisin siirtoverkon vika. Yleensä salama ei lyö suoraan johtimeen, vaan ukkosenjohtimiin jotka sijaitsevat vaihejohtimien yläpuolella. Mikäli salaman lyödessä pylväässä kiinni olevien ukkosenjohdattimien ja vaihejohtimien välinen eristystaso on liian pieni, syntyy valokaari näiden kahden välille. Tätä kautta syntyvä maasulku voi levitä helposti myös 2 tai 3- vaiheiseksi maasuluksi, joka jää palamaan sammutetussa verkossa. Tällöin vika joudutaan poistamaan laukaisemalla verkko hetkellisesti jännitteettömäksi. (Elovaara & Haarla 2011 339)

Oikosulut ja maasulut ovat rinnakkaisvikoja, joita voivat aiheuttaa niin salamaniskut, pylvään hajoaminen, pylvään kaatuminen, virtamuuntajien räjähtäminen, erotinvika, lumi, jää sekä johtimen katkeaminen, osuminen toiseen johtimeen tai maahan kuten kuvassa 7. Oikosulkuutilanteen voi aiheuttaa salamanisku jossa vaiheet jäävät valokaaren kautta johtavaan tilaan tai tuulen heiluttaessa kaapeleita siten, että ne joutuvat keskenään valokaaren kautta yhteyteen. Oikosulku voi olla 2- tai 3-vaiheinen, tyypillisesti salamaniskun aiheuttama maoikosulku. Oikosulkusuojina voidaan käyttää ylivirtareleitä, distanssireleitä tai differentiaalireleitä. Mikäli säteittäisessä verkossa on tilanne jossa laskennallisesti on saatu tieto, että pieninkin vikavirta on suurempi kuin suurin vikavi-

kavirta, voidaan käyttää ylivirtareleitä suojauksessa. Distanssireleitä voidaan käyttää myös silmukoidussa verkossa, sillä rele osaa päätellä mistä suunnasta vika tuli. Distanssirele voi toimia selektiivisesti verkossa myös ilman viestintäyhteyksiä, kun taas differentiaalirele tarvitsee kommunikaatiota selektiivisyyden toimintaan. (Elovaara & Haarla 2011 340)



Kuva 7. Katkennut johdinpylväs Ikaalisissa (Kuva. Leppäkosken Sähkö)

Johdinkatkokset voivat johtua avojohdinten katkeamisesta, erotinviasta tai kytkinlaiteviasta. Erotin- ja kytkinvika voi aiheuttaa johdinkatkoksen, mikäli yksi laitteen koskettimista jääkin auki kytkentävaiheessa. Tämä aiheuttaa epäsymmetrisen kuormitusvirran kulutuslaitteille, eikä suurin osa laitteista kestä tätä pitkää aikaa. Koska johdinkatkos ei välttämättä aiheuta oikosulkua eikä maasulkua, tulee kuorman puolelta verkkoon sijoittaa 3-vaiheinen alijänniterele. Avojohtimen katketessa voi syntyä tilanne jossa johtimen päät osuvat maahan. Suojauksen kannalta tämä tilanne on samanlainen kuin maasulkuvika, jossa on vikaresistanssia. Mikäli johtimen päät jäävät roikkumaan ilmaan, eikä kosketa maata, suojauksen toiminta riippuu verkon rakenteesta. Tällöin kyseessä on samanlainen tilanne kuin yllä läpikäyty kytkinlaitteen vika. Nollavirta saattaa olla niin pientä että edes herkät suojareleet eivät vielä reagoi siihen. Nollavirran suuruuteen vaikuttavat kuitenkin verkon jännitteen taso sekä maadoitustapa.

(Elovaara & Haarla 2011 341)

Moottorit, muuntajat, generaattorit, reaktorit ja muut laitteet joille ylikuorma saattaa aiheuttaa liiallista lämpenemää ja tätä kautta voivat vaurioitua, ovat tyypillisesti suojattu ylikuormitussuojalla jotka laukaisevat laitteen syötön jännitteettömäksi tarvittaessa. Siirtoverkossa on myös ylikuormitussuojia, mutta ne eivät normaalisti laukaise vaan yleensä antavat järjestelmään hälytyksen. Käytönvalvoja voi tällöin tehdä tarvittavat toimenpiteet. 110kV:n siirtoverkossa voidaan kuitenkin käyttää laukaisevaa ylikuormitussuojaa niissä tapauksissa, kun rengasverkossa muualla sattunut vika voi johtaa tietyn johdinvälin ylikuormaan. Ylikuormitussuoja aukaisee tällöin sen johdinvälin, jonka vika ajaisi ylikuormaan. (Elovaara & Haarla 2011 342)

Kaksoismaasulut voivat syntyä siten, että ensimmäisen vaiheen joutuessa maasulkuun, kahden muun vaiheen jännitetaso nousee sen verran että jokin eriste ei kestä enää jännitteen nousua. Tällöin toinen vaihe joutuu myös maasulkuun. Kaksoismaasulussa samassa muuntopiirissä on kaksi maasulkua samanaikaisesti. Viasta tekee vaarallisen se, että maassa kulkee tällöin suuria virtoja, ilman että tiedetään mitä kautta ne alkavat kiertämään takaisin syöttölähteelle. (Elovaara & Haarla 2011 342)

3 VAMP RELE

3.1 Vamp Oy

Vamp Oy on vuonna 1994 perustettu pien-, keskijännite- ja alueverkkojen suojarelaiisiin, valokaarisuojiiin sekä mittaus- ja valvontatekniikkaan erikoistunut yritys. Yhtiön nimi tulee sanoista Vaasa Arc Monitoring Protection. (Laurila. 2010. 12 mukaan)

Joulukuussa 2009 Vamp Oy liittyi yrityskaupan yhteydessä osaksi ranskalaista Areva T&D:tä, joka on maailman johtava sähkönsiirto- ja jakelutekniikan yritys. Vuodesta 2010 Vamp Oy:n omistajana on toiminut maailman laajuinen Schneider Electric Oy. Vamp Oy:llä oli vuonna 2010, ennen kuin sen omistaja vaihtui 40 työntekijää ja heidän tuotteitaan oli käytössä yli 80 maassa. Schneideriin yhdistymisen jälkeen luvut ovat nousseet huomattavasti. (Laurila. 2010. 12 mukaan)

Vanhan Vamp Oy:n tuotevalikoimasta löytyvät johtolähtösuojat, moottorisuojat, differentiaalisuojat, generaattorisuojat, valokaarisuojat, tehon valvontaan tarkoitettut laitteet sekä puistomuuntamoissa käytetyt monitorointi- ja mittalaitteet. Viimeiseksi mainitut tuotteet tulivat Vamp Oy:n tuotevalikoimaan vuonna 2006 tapahtuneen yrityskaupan yhteydessä, jossa Vamp Oy osti Wimotec Oy:n liiketoiminnan. Vaikka Vamp Oy on tänä päivänä isomman konsernin omistuksessa, kulkevat uudet suojarleet edelleen nimellä Vamp. (Laurila. 2010. 12 mukaan)

3.2 Vamp 255 suojarle

Monipuolisten suojaustoimintojen vuoksi suojarle sopii erittäin hyvin teollisuuden kuin sähkönjakelunkin eri kohteisiin. Suojarleeseen voidaan sisällyttää monia eri suoja-ja. Liitteessä 1 on nähtävillä kaikki suojaustoiminnot mitä Vamp 255 suojarle sisältää. Suojarleessä on mm. suunnattu maasulkusuoja, suunnattu ylivirtasuoja, ylikuormitus-suoja ja valokaarivikasuoja jotka käydään alla hieman tarkemmin läpi. (Vamp Oy, tekninen selostus)

Suuntareiden ominaisuus on helppoiten ymmärrettävissä kun kuvitellaan keskus jossa on viisi lähtöä, joilla kaikilla on suuntarele ja katkaisija suojaamassa johdinta. Normaali tilanteissa virran suunta on kaikissa lähdöissä johtimilta kiskostolle päin. Mikäli yhteen johtimeen syntyy vika, virta alkaakin kulkea tässä lähdössä toiseen suuntaan, eli keskukselta johtimelle päin. Tässä tilanteessa vaikka kaikkien viiden lähdön johtimien virtojen suuruus muuttuu hetkellisesti, vain viiallisen lähdön suojarle toimii ja antaa laukaisukäskyn kyseisen lähdön katkaisijalle. (ABB, TTT-käsikirja)

Suunnatulla ylivirtasuojalla voidaan toteuttaa selektiivinen suojaus silmukka- ja rengasverkoissa. Suunnattua suojausta tarvitaan, koska vikapaikka voi olla suojan edessä vai suojan takana. Edessä tyypillisesti on kaapeli mitä pitkin virta kulkee ja takana voi olla joko kiskosto tai syöttävä johto. Suunnattu ylivirtasuojaja voi toimia niin vakioaikahidasteisena kuin käänteisaikahidasteisenakin, niin kuin pelkkä ylivirtasuojakin. Suunnattu ylivirtasuojaja tarvitsee itse ylivirran lisäksi myös suuntatiedon, jotta rele voi toimia. Tällöin selektiivisyys perustuu aikaan, että vikavirran suuntaan.. (Vamp Oy, tekninen selostus)

Suunnan määrittäminen perustuu teho-osoittimen vaihekulmaan. Kyseinen vaihekulma laskeaan vaihevirroista sekä pääjännitteiden perustaajuskomponenteista. Kun jokin kolmesta vaiheesta ylittää asetteluarvon, teho-osoittimen vaihekulma tarkistetaan ja mikäli kulma on mittausalueen sisällä, porrastuu havahtuu. Portaan ollessa havahtuneena tarpeeksi kauan suoja laukaisee. Mikäli vika tulee väärästä suunnasta, teho-osoitin ei ole oikealla mittausalueella ja suoja ei laukaise vikaa vaan laukaisun tekee aikaisempi suojarle. (Vamp Oy, tekninen selostus)

Suunnattu maasulkusuojaus on yleisesti käytössä sellaisissa ympäristöissä, missä johtolähtöjen pituudet sekä rakenne vaihtelevat ja missä tarvitaan herkkää maasulkusuojaa. Rele sijoitetaan yleensä suojamaan kiskostoa, muuntajaa ja johtolähtöjä. Maasulkuvirtaa voidaan mitata virta- ja jännitetiedoilla, jotka tuodaan suojarleelle mittamuuntajilta tai suojarle voi laskea maasulkua sisäisesti. Suunnattu maasulkusuojaja mittaa vaiheiden virtaa, Io ja nollajännitettä, U0 sekä näiden välistä vaihekulmaa. Mikäli suoja havahtuu virtatiedoilla ja vaihekulma osoitin on oikeaan aseteltuun suuntaan, suoja suorittaa laukaisun. (Vamp Oy, tekninen selostus)

Ylikuormitussuoja suojaa kohdetta esim. johtoa, termiseltä ylikuormitukselta. Ylikuormitussuoja mittaa vaihevirtojen RMS-arvoa, eli tehollisarvoa, jonka mukaan rele laskee kohteen lämpenemän. Rele päivittää jatkuvasti laskettua lämpökuvaa. Mikäli laskennallinen lämpötila nousee yli havahtumisrajan, rele antaa havahtumissignaalin joka voi olla hälytys valvomoon. Lämpötilan ylittäessä laukaisutason suoja laukaisee kyseisen kohteen johtolähdössä olevan katkaisijan. (Vamp Oy, tekninen selostus)

Valokaarisuoja on suojareleessä toteutettu erittäin nopealla ylivirtaportaalla tai maasulkuportailla. Näiden kahden lisäksi tarvitaan valotieto, joka saadaan valoanturituloihin kiinnitettävällä kuidulla. Kuitu kiertää keskuksessa jossa valokaaria valvotaan. Rele antaa katkaisijalle laukaisukäskyn mikäli samaan aikaan täyttyvät sekä, valokaaritieto että virtatieto. (Vamp Oy, tekninen selostus)

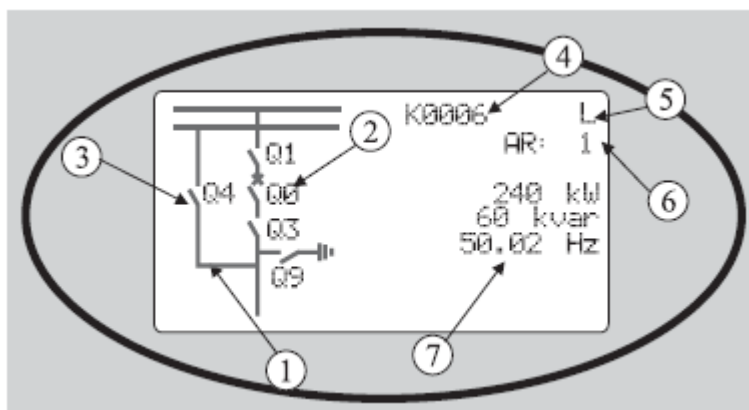
Kyseinen suojarele pystyy kommunikoimaan muiden järjestelmien kanssa käyttämällä yleisiä protokollia, kuten esim. ModBus RTU:ta, ModBus TCP:tä, Profibus DP:tä ja IEC 60870-5-103:a, jotka voidaan kytkeä kuituoptyseen SPA-väylään. (Vamp Oy, tekninen selostus)

Vaikka suojareleessä on monia suojausominaisuuksia, niistä otettiin käyttöön vain alijännitesuoja, ylijännitesuoja ja nolajännitesuoja. (Vamp Oy, tekninen selostus)

3.2.1 Etupaneeli ja valikossa liikkuminen

Suojarelettä voidaan ohjata kolmella tavalla: Paikallisesti releen etupaneelin painikkeilla, paikallisesti releen etu- tai takapaneelin sarjaporttiin liitettyllä tietokoneella tai kauko-ohjauksella releen takapaneelin kommunikointiportin kautta. (Vamp Oy, tekninen selostus)

Seuraavaksi tutustutaan paremmin releen toimintaan, sekä sen käyttämiseen. Kuvassa 8, joka on seuraavalla sivulla, on releen etupaneelissa sijaitsevasta näytöstä kuva.



Kuva 8 Vamp 255 LCD-näyttö (Vamp Oy, tekninen selostus)

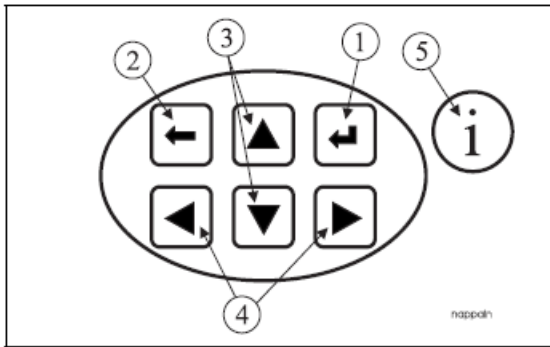
Kuvassa 8 on suojareleen etupaneelissa olevan näytön perusnäkyvä, jossa numerolla 1 on kuvattu täysin ohjelmoitava yksijohdinkaavio eli mimiikka. Tähän voidaan sisällyttää ohjattavat toimilaitteet joita on esim. kiskoston ja lähtevän kaapelin välissä. Ohjattavat toimilaitteet on kuvaan merkitty numerolla 2.

Jokaisen toimilaitteen kohdalla on koskettimen kuva joka kuvaa onko kyseinen toimilaitte kytketty auki vai kiinni. Kohdetilat ovat merkitty kuvaan numerolla 3.

Näytön yläreunassa oikealla on merkitty numerolla 4 johtolähdön tunnistus. Samaan kulmaan on merkitty numerolla 5 paikallis- /kaukokäytön osoitin, josta nähdään kummalle positiolle rele on asetettu.

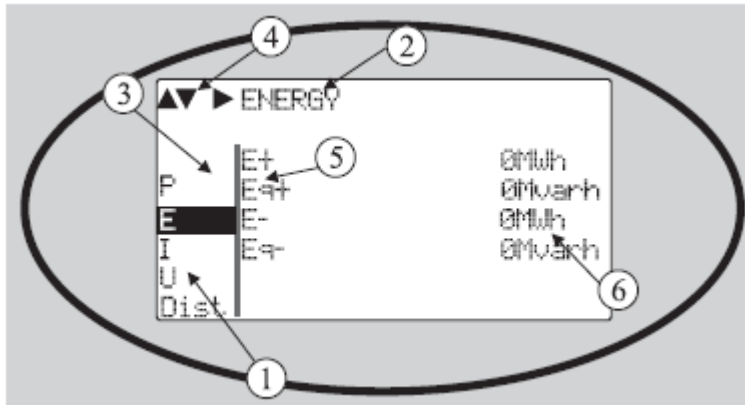
Paikallis- /kaukokäytön osoittimen alapuolelle, on merkitty jälleenkytkentätoiminnon tieto päällä/pois, riippuen onko toiminto käytössä. Lopuksi allekkain näkyvät vapaavalintaiset tiedot on merkitty kuvaan numerolla 7. (Vamp Oy, tekninen selostus)

Näytön alapuolella etupaneelissa on varsin helposti ymmärrettävä näppäimistö. Näppäimistö on esitetty seuraavalla sivulla olevassa kuvassa 9. ENTER ja CANCEL napit ovat kuvaan merkitty numeroilla 1 ja 2, joilla logiikassa liikkuminen onnistuu vaivatta. Näppäinten ohessa on myös INFO nappi, merkitty kuvaan 9 numerolla 5, josta tarvittaessa löytyy ohjeita eri tilanteisiin. Valikossa liikkuminen onnistuu vaivatta nuolinäppäimillä, jotka ovat kuvaan 9 osoitettu numerolla 4. (Vamp Oy, tekninen selostus)



Kuva 9 Vamp 255 näppäimistön osat (Vamp Oy, tekninen selostus)

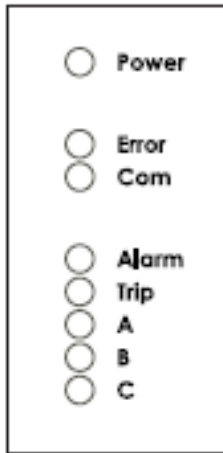
ENTER näppäimellä näyttöön tulee perusnäkymän jälkeen päävalikko (kuva 10), josta nuolinäppäimillä liikkuen pääsee tarkastamaan hetkelliset mittausarvot verkosta. (Vamp Oy, tekninen selostus)



Kuva 10 Vamp 255 päävalikko (Vamp Oy, tekninen selostus)

Kuvassa 10 on suojareleen etupaneelissa olevan näytön päävalikko. Valikossa liikkuminen onnistuu helposti nuolinäppäimiä käyttäen. YLÖS/ALAS näppäimillä voi liikkua päävalikon sarakkeessa, joka on numeroitu kuvaan 10 numerolla 1. Valikon osoitin, 3 osoittaa aktiivisen valikon joka myös näkyy näytön yläreunassa, nuolen 2 kohdalla. Kun on päästy halutun suureen kohdalle, päästään liikkumaan sivunuolella (OIKEA) kyseisen suureen sisälle tarkastelemaan alavalikkoa. Paluu päävalikkoon tapahtuu sivunuolella, (VASEN) kuten näytön vasen yläkulma näyttääkin. (Vamp Oy, tekninen selostus)

Etupaneelissa on enää jäljellä sarjaportti, johon voi kytkeä tietokoneen releen parametrien muuttamista varten sekä toimintamerkit (kuva 11) joista näkee onko releellä ohjausjännite tai esim. onko rele havahtunut/lauennut.

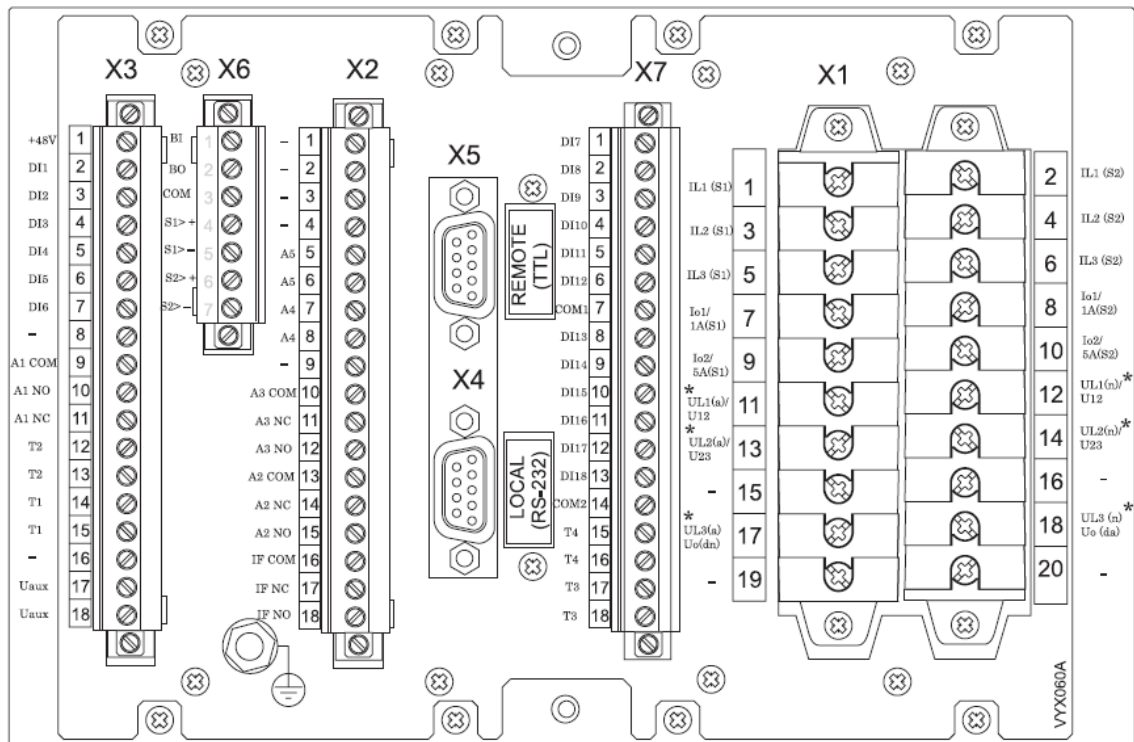


Kuva 11 Vamp 255 etupanelin toimintamerkit (Vamp Oy, tekninen selostus)

Kuvassa 11 on suojareleen etupaneelissa olevat kahdeksan LED- toimintamerkkiä.

POWER valon palaessa suojareleelle on kytkettynä syöttöjännite. Mikäli ERROR vika- valo palaa, on releessä sisäinen vika, jonka on havainnut releen oma itsevalvontasuoja. COM valo on sarjaliikenteen toimintamerkki, joka kertoo releen olevan sarjaliikennekaapelilla yhteydessä muihin laitteisiin. ALARM valon palaessa jokin releen suojausporras on havahtunut. TRIP valo kertoo, mikäli rele on laukaissut jonkin suojan. Kohdat A-C ovat vapaavalintaisia merkkivaloja johon voi parametroida haluttuja toimintoja.

Kuvassa 12 on esitetty seuraavalla sivulla suojareleen takapaneeli, josta näkyvät kaikki liitännät joihin voidaan tuoda mittaustietoa kennosta tai muilta laitteilta.



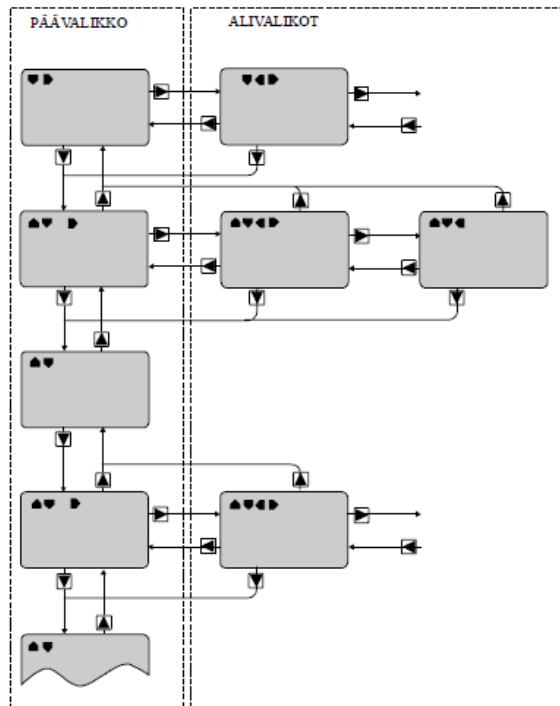
Kuva 12 Vamp suojarleen takapaneeli (Vamp Oy, tekninen selostus)

X1 liittimiin tulee suojarleen käyttämät virrat ja jännitteet, joista rele saa mittaustietonsa. Liitin X2 sisältää hälytysreleiden koskettimet sekä itsevalvontareleen koskettimet. Liittimeen X3 tulee digitaalisisääntulot 1-6, hälytysreleen koskettimia, laukaisureleen koskettimet sekä käyttöjännite. X7 liittimellä on digitaaliset sisääntulot 7-12 sekä 13-18 sekä laukaisureleiden koskettimet. X6 liitin on valokaarianturin tiedoille, joita ovat mm. valotieto sisään ja valotieto ulos.

3.2.2 Paikallispaneelin käyttö

Paikallispaneelilla voidaan ohjata toimilaitteita, muuttaa paikallis/kaukokäyttötilaa, lukea mitattuja arvoja, asettaa parametreja sekä konfiguroida releen toimintoja. Joitakin parametreja voidaan kuitenkin asettaa vain sarjaporttiin kytketyn PC:n avulla ja jotkin parametrit ovat tehdasohjelmoitavia. (Vamp Oy, tekninen selostus)

Seuraavassa kuvassa 13 on valikkorakenne josta selviää hyvin alavalikoissa liikkuminen. Kuvassa on kuvattu päävalikon ja alavalikoiden välillä liikkumisen ideologiaa.



Kuva 13 Vamp 255 valikkorakenteen periaate (Vamp Oy, tekninen selostus)

Kuvassa 13 nähdään hyvin valikoissa liikkumisen periaate. Harmaan laatikon, eli kyseisen suureen sisälle on merkitty nuolinäppäimet joita voidaan käyttää kyseisessä kohdassa. Päävalikosta ala- ja ylänuolella päästään liikkumaan halutulle päävalikon suurelle. Alavalikkoihin mentäessä ja selatessa tulee kuvan mukaan käyttää vain sivunuolia, jos painaa alas- tai ylöspäin nuolta logiikka hyppää päävalikkoon seuraavaksi alemman/ylemmän suureen kohdalle.

Vamp 255 – suojareleen koko valikkorakenne on liitteessä 2. Rakenne riippuu suojareletyypistä ja valituista optioista, eli jos AO-optio (analogialähtö) on valittu, DO-valikossa (digitaalilähtö) valikossa on vain kolme hälytysrelettä. Valikossa näkyvät vain ne toiminnot, joita suojarele tukee. (Vamp Oy, tekninen selostus)

4 RELEEN VAIHTO

4.1 Vanha suojarele

Kennossa oleva vanha suojarele oli Siemensin Sirpotec tuoteperheeseen kuuluva 7SJ5311-4EA00-0AA0/EE tyyppinen suojarele.

Siemensin suojarele oli asennettu kennoon 2000- luvun alkupuolella ja siitä löytyi kattavat suojaukset, mutta niistä oli käytössä vain yli- sekä alijännite ja nollajännite. Kojisto sekä suojarele ovat nähtävissä alla olevasta kuvasta 14. Suojareleessä olleen vaurion seurauksena kennoon vaihdettiin uusi rele hoitamaan samaa asiaa kuin vanhakin. Uutena releenä toimii, jo aikaisemmin läpikäyty Vamp 255. Uuteen suojareleeseen tuli kuitenkin tehdä muutamia ohjelmallisia muutoksia ennen kuin se voitiin kytkeä osaksi suojattavaa verkkoa.



Kuva 14 Releen vaihto tehtiin vasemmanpuoleisimpaan kennoon (Kuva: Niko-Ville Ylioja)

4.2 Siemens suojarele

Siemensin S7J5311 suojareleessä oli vikana suojareleen näyttö (Kuva 15). Näyttö oli vaurioitunut, ja etsinnöistä huolimatta uutta näyttöä ei enää kyseiseen releeseen saanut. Näytön epäkunnosta johtuen ei relettä pystynyt enää järkevästi käyttämään joten asiak-

kaan kanssa päätettiin uusia kokonaan koko suojariele. Insta Oy teki tarjouskyselyn muutamalle eri relevalmistajalle, joista valikoitu hinnan ja suojaustoimintojen perusteella Vamp:n toimittama suojariele. Asiakas oli samaa mieltä tulevasta suojarielestä sen käytettävyyden sekä taloudellisen hyödyn takia. Seuraava askel tämän jälkeen oli tilata suojariele ja vaihtaa sen vanhan suojarieleen tilalle.



Kuva 15 Vanha suojariele (Kuva: Niko-Ville Ylioja)

Kuten yllä olevasta kuvasta 15 huomaa, suojarieleen näyttö oli vaurioitunut siten, ettei relettä enää voinut operoida etupaneelissa olevilla näppäimillä. Näytössä pitäisi näkyä perusnäkyvä kuten mimiikka ja mitatut suureet, sen sijaan koko näyttö on käytännössä pimeä eikä sitä pysty enää lukemaan.

4.3 Uuden suojarieleen asennus

Ennen uuden suojarieleen asennusta mittauskennon oveen tulee vanha suojariele irrottaa. Ennen itse releen irroitusta tulee kytkeä irti suojarieleen oma syöttö, jolle on yleensä mittauskennossa sulake. Tämän jälkeen voidaan irrottaa kaikki johtimet joilla suojariele antaa katkaisijalle laukaisukäskyn sekä kennosta suojarieleelle tulevat johtimet joista suojariele saa mittaustietonsa. Tässä tulee ottaa erityisesti huomioon turhien hälytyksien

mahdollisuus, joten tulee varmistua siitä että releeltä on sähköt pois sekä irrottaa ensimmäisenä laukaisukanavista lähtevät johtimet. Tämän jälkeen voidaan irrottaa mittauskentästä tulevat johtimet releeltä. Jos esimerkiksi irrottaa ensimmäisenä mittauskentästä tulevan alijännitetiedon suojarleen ollessa päällä, suojarle huomaa jännitteen pudonneen nolnaan ja voi laukaista katkaisijan. Jos suojarleellä on virranmittaus, tulee virtamuuntajien toisiot oikosulkea, ettei virtamuuntajien toisiopiiri jää auki. Tämä saattaisi lämmittää virtamuuntajia hyvin nopeasti ja vaarana olisi virtamuuntajien vaurioituminen tai jopa tuhoutuminen.

Uusi suojarle asennettiin vanhan suojarleen paikalle kennon oveen. Kun vanha suojarle oli saatu irti mittauskennon ovesta, oveen jäi suojarleen kokoinen aukko. Vanhaa aukkoa jouduttiin avartamaan siten, että uusi suojarle mahtui siihen niin, että vain suojarleen etupaneeli oli näkyvässä. Tämä aukko on nyt huomattavasti suurempi kuin uusi suojarle, joten aukko peitettiin siten, ettei aukosta ole mahdollista päästä koskemaan jännitteisiin osiin (Kuva 16). Aukon peitteenä toimi 1mm paksu levy joka on tehty ruostumattomasta teräksestä. (SFS 6002)



Kuva 16 Uusi rele asennettuna (Kuva: Niko-Ville Ylioja)

Kuvasta 16 huomaa hyvin minkä kokoinen vanha suojarle oli verrattuna uuteen. Peitelevyllä peittäminen tehdään aina, ellei koko kennon ovea vaihdeta samanaikaisesti.

4.4 Parametrit

Vanhat asetteluarvot oli laskettu KJM-engineerin toimesta vuonna 2001. Vuonna 2014 Siemensin työntekijät olivat tehneet kartoituksen asiakkaan kaikista releistä ja samalla he dokumentoivat jokaisen releen tiedot ja suojausasetukset ylös. Kun saimme releen-vaihtotyön, asiakas toimitti Siemensin ottamat asetteluarvot meille ja niiden pohjalta pystyimme muuttamaan uuden releen asetteluarvot halutuiksi. Parametrit ovat nähtävissä liitteestä 3. Suojareleen ohjelmaan tarvitsi kuitenkin itse laskea asetteluarvot, sillä jännitemuuntajat olivat muuntosuhteeltaan 10 000 / 100 V ja keskuksen nimellisjännite oli 6,3 kV.

Koska kiskoston jännite oli 6,3 kV, mittamuuntajien toisiopuolella havaittava jännitetilanne normaali tilanteessa oli 63 V. Tässä ei otettu huomioon mittamuuntajien epälineaarista käyttäytymistä, sillä vanhakin suojarele oli etsintöjen jälkeen toiminut samalla tavalla. Asetteluarvot laskettiin annettujen asetteluarvojen perusteella prosentuaalisesti eli kun jännitesuojan ensimmäinen porras on laskenut liitteen mukaan 15 V, eli 15 % mittamuuntajien toisiossa, uusi suoja tuli asetella siten, että se havahtui oikeasti, kun jännite oli laskenut 15 % arvosta 63 V.

On erittäin yleistä teollisuudessa, että releen asennus/huoltotöitä tehdessä asiakas antaa parametrilistat tai laskelmien tulokset josta asetteluarvot ovat saatu. Syitä tähän voi olla monia, kuten se että asiakas haluaa itse määrätä laukaisuaajat sekä virrat. Näin voidaan tehdä vaikka sen takia, että kyseiset parametrit ovat olleet käytössä jo pidemmän aikaa ja toimineet laitoksella hyvin. Tällöin vältetään myös turha väittely siitä mitkä releen asetteluarvot oikeasti pitäisi olla. Monesti juuri laukaisuaikoja ja virtoja saatetaan asiakkaan puolesta korottaa erinäisistä syistä. Toinen syy voi olla se että jokin muu firma on tehnyt laskelmat asiakkaalle aikaisemmin ja asiakas ei halua tuoda julki laskentamenetelyjä vaan antavat pelkästään laskennan tuloksista saadut asetteluarvot asentajalle koska toista laskentaa ei tarvita.

5 KÄYTTÖÖNOTTOKOESTUS

5.1 Käyttöönottokoestuksesta yleisesti

Relesuojaus on tärkeä osa sähköverkon luotettavuutta ja toimivuutta mutta siitä ei ole mitään hyötyä jos suojaukset eivät toimi suunnitellulla tavalla. Käyttöönottokoestuksella voidaan ensimmäisen kerran todeta, että suojarele toimii suunnitellulla tavalla. Käyttöönottotarkastus ovat pelkästään määrätty jo sähköasennusten standardeissa, mutta varmuus suojalaitteiden toiminnasta on tehtävä määräajoin, jotta voidaan varmistua suojauksen toimivuudesta jatkossakin vähintään kolmen vuoden välein. (Sähköturvallisuuslaki 14.6.1996/410)

Sähköturvallisuuslaissa todetaan myös että sähkölaitteet ja – laitteistot tulee suunnitella, rakentaa, valmistaa ja huoltaa/korjata niin ettei niistä aiheudu vaaraa kenenkään hengelle, terveydelle tai omaisuudelle. Tämä tarkoittaa myös mekaanisen asennuksen kannalta sitä, etteivät laitteet aiheuta kohtuutonta vaaraa ympäristölleen sähköisesti tai millään muullakaan tapaa. (Sähköturvallisuuslaki 14.6.1996/410)

Käyttöönottokoestuksen tarkoituksena on koestaa, eli testata käytössä olevat suojausportaat ja suojaukseen liittyvät laitteet. Näin ollen käyttöönottotarkastuksessa todetaan mittamuuntajien, katkaisijoiden sekä itse suojareleen toimivuus. Käyttöönottokoestus tehdään yleisimmin suojauksen ensiökoestuksena, toisiokoestuksena tai suojareleen koestuksena. (Hepoaho 2016)

Luotettavin koestusmenetelmä on ehdottomasti ensiökoestus sillä se sisältää kaikki suojaukseen liittyvät komponentit. Ensiökoestuksessa syötetään esim. vikavirtaa suoraan kojeiston kiskostoon. Kyseinen koestustapa on kuitenkin suhteellisen työläs sillä usein vikavirtojen suuruus voi olla tuhansia ampeereja, jolloin virtalähteetkin ovat erittäin suuria ja vaikeita saada paikanpäälle. Ensiökoestus ei myöskään aina ole mahdollinen, sillä kojeiston pitää olla jännitteetön kun koestus tehdään. Tämän takia suurin osa koestuksista tehdään toisiokoestuksina. (Hepoaho 2016)

Toisiokoestuksena vikajännitteet ja virrat luodaan mittamuuntajan toisiopuolelle. Näin ollen virtojen ja jännitteiden suuruus putoaa huomattavasti, jolloin kyseiset suureet voi-

daan tuottaa mukana kannettavilla laitteilla. Tässä koestuksessa mittamuuntajat tietenkin jäävät koestusalueen ulkopuolelle. Toisiokoestuksessa kojeistossa voi olla jännitteet päällä, joten yksilöllisten releiden koestus voidaan tehdä tehtaan tai rakennuksen ollessa toiminnassa ilman että joudutaan kytkemään koko sähkökojeisto jännitteettömäksi. (Hepoaho 2016)

Pelkästään suojareleen koestuksella voidaan todeta vain suojareleen suojausportaiden toiminta. Tämä koestustapa toteutetaan yleensä silloin kun uutta suojarelettä ollaan asentamassa kojeistoon. Pelkän suojareleen koestuksessa suojarele ei ole mitenkään yhteydessä suojattavaan verkkoon, vaan se kytketään koestuslaitteistoon. Tässä tapauksessa jos suojareleen suojauksissa esiintyy ongelmia, on asetteluarvoja helppo vielä muuttaa. Kuitenkin kun on todettu suojareleen toiminta, on tehtävä myös paikanpäällä joko ensiö tai toisiokoestus, jolla todetaan suojalaitteen oikea toiminta verkon osana. (Hepoaho 2016)

Jokainen koestustapa edellyttää tietenkin huolellisuutta ja sähköturvallisuusohjeiden noudattamista. Koestusta ennen ja koestuksen aikana tulee ottaa huomioon, että laitteisto on niiltä osin jännitteetön, mihin koestusta ollaan tekemässä. Työskentelysuoja tulee käyttää, mikäli työ niin vaatii. Työskentelysuoja voi olla jännitetyöhanskat, oikea työvaatetus, kasvosuoja sekä jännitetyömatot joilla voidaan estää tahaton kosketus jännitteisiin osiin. Työmaadoitukset tulee tehdä, mikäli laitteisto kytketään jännitteettömäksi. Koestuslaitteista voi myös saada vaarallisia sähköiskuja, joten laitteita on käsiteltävä sekä käyttää oikeaoppisesti. Hyvällä ammattitaidolla ja sähkönjakelulaitteiston tuntemisella vältetään turhilta vaaratilanteilta jokaisessa työn vaiheessa. (Hepoaho 2016)

Lopuksi kun koestustyö on tehty, tulee kytkennät purkaa oikeassa järjestyksessä, jotta turhilta vaaratilanteilta ja hälytyksiltä/laukaisuilta voidaan välttyä. Työmaadoitukset tulee ehdottomasti purkaa viimeisenä toimenpiteenä ennen sähköjen palautusta. Mikäli suojareleellä on ollut erilliset koestusarvot, tulee oikea asetteluarvot palauttaa releeseen toimenpiteen jälkeen. (Hepoaho 2016)

5.2 Mittalaitteet

Mittalaitteet joita työssä käytettiin, olivat Sverker 900, jolla tuotettiin simuloidut vikajännitteet suojareleeseen, sekä ohjelmia joita käytettiin parametrien ja ohjelman muuttamiseen. Yleismittarilla Fluke 179 todettiin uuden releen kytkentävaiheessa johdotus piippaamalla kennosta tulevat johdot, jotta rele pystyttiin johdottamaan oikein. Kyseisellä mittalaitteella voitiin myös todeta jännite tai jännitteettömyys. Vanhan Siemensin releen ja uuden Vamp releen takapaneelit ovat erilaiset, joten johtimet tuli todeta oikeiksi samalla kun ne kytkettiin uusiin liittimiin releen takaosaan.

Meggerin valmistama SVERKER 900 on rele- ja ala-asetesteri kaikkien 1- ja 3-vaiheisten releiden automaattiseen testaamiseen sekä muuntosuhteen, virtamuuntajien napaisuuden, toisioresistanssin ja taakkaimpedanssin määrittämiseen, magnetoitumiskäyrien määrittämiseen sekä demagnetoimiseen. Laitteessa on sekvenssityökalu myös esimerkiksi moottorisuojien, katkeilevan maasulun tai AJK/PJK releiden testaamiseen. Sverker 900 sisältää myös ramppityökalun mm. raja-arvojen havahtuminen/päästö etsintään sekä impedanssityökalu impedanssireleiden koestamiseen. Neljä jännitelähdettä 300 V / lähde sekä kolme virtalähdettä 35 A / lähde. Testilaitteella pystyy myös tuottamaan 1, 3 ja 5 yliaaltoja. Mittalaitteessa on kosketusnäyttö jolla on helppo liikkua mittalaitteen valikoissa. (Megger Sweden AB, käyttäjän ohjekirja)

Sverkkerillä luodaan vikajännitteet ja -virrat releelle, tämän avulla voidaan reaaliajassa seurata jännitteen tasoa. Suojareleiden parametreista riippuen kun releelle syötettävä suure ylittää releelle asetellun arvon, rele antaa joko hälytyksen tai suoran laukaisutiedon katkaisijalle tai järjestelmään.

Yleismittarilla voidaan todeta ennen työn aloittamista jännitteetön työympäristö sekä varmistaa Sverkkerin antamat lukemat. Yleismittarilla todetaan myös johdotuksen luotettavuus samalla kuin johtimia kytketään releelle.

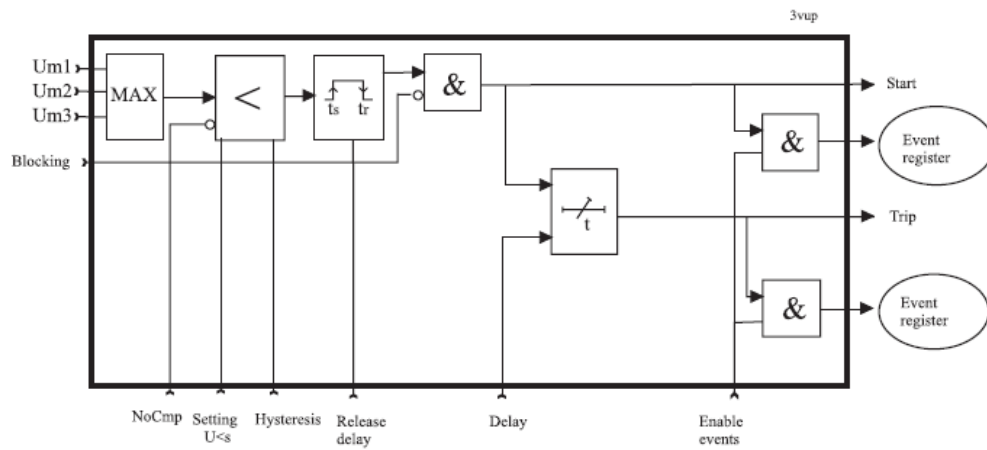
5.3 Releen ohjelman muutokset

Schneider Electricin VAMPSET ohjelmalla voidaan tehdä muutoksia Vamp- releiden ohjelmaan sekä asetella parametriarvoja. Tätä ohjelmaa käytettiin koska releen tullessa tehtaalta, siinä on tehdasasetukset. Suojareleen tullessa tehtaalta siihen on asetellut, joissa jokainen suojausporras on käytössä ja niille on tehtaalta aseteltu tietyt parametrit. Asiakkaan käytössä kuitenkin suojarele asennettiin mittauskenttään mittaamaan ylisikä alijännitettä ja nollajännitettä. Yllä olevalla ohjelmalla otettiin kaikki tarpeettomat suojaukset pois käytöstä ja asetettiin tarvittaviin suojauksiin oikeat asetteluarvot, jotka saatiin Siemensin tulosteesta. Parametrien muutoksissa piti ottaa huomioon sähkötyöturvallisuuden lisäksi, ettei työ aiheuta turhia hälytyksiä asetteluarvoja muuteltaessa. Tämä varmennetaan sillä että releeltä lähtevät laukaisusignaalit katkaisijoille tai muihin mahdollisiin järjestelmiin tulee olla irtikytkettynä työn aikana. Kaikki parametriarvot ovat nähtävissä liitteestä 3. (Vamp Oy, tekninen selostus)

5.4 Alijännitesuoja

Suojareleessä olevan alijännitesuojan tarkoitus on mitata 6,3 kV:n keskuksen kiskostoa ja seurata siellä olevaa jännitetasoa. Nimensä mukaisesti kun jännite laskee alle asetteluarvon, suojarele antaa hälytyksen järjestelmälle ja/tai laukaisukäskyn keskusta syöttävälle katkaisijalle. Suojareleen alijännitesuoja mittaa pääjännitteiden, kaikkien kolmen, myötäkomponenttia. Jokainen suojausporras, $U<$, $U<<$ ja $U<<<$ on erikseen aseteltavissa mutta ne ovat kuitenkin vakioaikatoiminnallisia. Asiakkaalla oli käytössä ensimmäinen ja toinen porras, eli $U<$ ja $U<<$. Alijännitesuoja toimii käytännössä siten, kun mitattavassa kiskostossa jännite laskee sen arvon alapuolelle, joka on asetteluarvoihin aseteltu, suoja havahtuu. Tämä tarkoittaa sitä että suojareleen etupaneeliin syttyy aseteltuun lediin valo jos näin halutaan. Tieto voidaan myös viedä valvomoon. Mikäli alijännitetilanne jatkuu tämän jälkeen kun havahtumisviive on kulut, suoja antaa laukaisukäskyn katkaisijalle. (Vamp Oy, tekninen selostus)

Asiakkaalla oli alijännitesuojan esto toteutettu ulkoisella digitaalisignaalilla joka antoi suojareleelle tilatietoa jännitemittauksen sulakkeelta. Seuraavalla sivulla kuvassa 17 on kuvattu jänniteportaiden lohkokaavio.



Kuva 17 3-vaiheisten alijänniteportaiden $U<$, $U<<$ ja $U<<<$ lohkokkaavio

5.4.1 Alijännitesuojan koestus ja käyttöönotto

Koska kohteessa lisättiin vain vanhan suojareleen tilalle uusi, on käyttöönotto ja koestus hyvin pitkälle sama asia. Vanhan Siemensin releen asetteluarvoista saadut parametrit syötettiin uuteen suojareleeseen ja tämän jälkeen kun suojarele oli asennettu kennoon, alkoi releen käyttöönotto. Vanhan suojareleen jäljiltä tarvittavat johtimet olivat jo johdotettu ja voitiin käyttää näitä samoja johtimia uuteen suojareleeseen. Käyttöönotossa ensimmäisenä tarkastettiin releen itsensä käytinjännite mittaamalla kennosta näiden johtimien jännite. Suojareleen käyttöjännite oli 110 V. Kun kyseiset johtimet todettiin olevan oikeassa jännitteessä, voitiin kytkeä johtimet suojareleen takapaneeliin ja suojarele päälle jotta nähdään että suojarele toimii tässä vaiheessa oikein.

Tämän jälkeen vuorossa oli lukitusten kytkeminen. Kyseisellä suojalla ei ollut kuin kaksi lukitusta. Ensimmäinen lukitus oli alijännitteen lukitus. Silloin jos jännitemittauksen yhteydessä oleva sulake toimii, alijännitesuoja ei laukaise koko kojeistoa jännitteetömäksi. Sulake on nähtävissä seuraavalla sivulla olevasta kuvasta 18. Mittausjännitteiden sulakkeen lisäksi kuvassa on myös ohjausjännitteiden sulake sekä maasulkujännitteen sulake. Sulakkeen toimiessa siis mittamuuntajilta tuleva jännitetieto katkeaa ja jos lukitusta ei tehdä, suojaja päättelee kiskoston jännitteen putoavan nolnaan.



Kuva 18 Kennossa olevat sulakkeet (Kuva: Niko-Ville Ylioja)

Jännitemittauksen sulakkeella olevalta apukoskettimelta tuleva johdin johdotetaan suojareleelle liittimeen X7 5. Kyseisellä liittimellä on yhteinen COM, eli miinus joka johdotetaan kennon COM riviliittimelle.

Toinen lukitus oli moottorin yleisvika, jonka sattuesssa tuli suojareleen etupaneelissa olevassa merkkivalo näyttämässä syttyä led valo C. Led valo ilmoittaa kun kyseisen moottorin lähdössä ilmenee jokin ongelma. Tämä voi olla jumisuojaan laukaisu, lämpöreleen toimiminen tai lisävoitelun puuttuminen. Ennen kyseisten johdotuksien tekemistä on hyvä sammuttaa suojarele. Sähkökuvista, jotka ovat myös liitteenä 4, nähdään kyseisten johtimien sijainti kennossa josta ne ovat helposti kytkettävissä suojareleen takapaneelin. Moottorin yleisvian kosketintieto tulee kyseisen moottorin lähdöstä, joka oli tässä tapauksessa toisessa kennossa. Tilatieto tuodaan suojareleen takapaneelissa olevaan X7 liittimeen kohtaan 4. Kyseisen liittimen COM johdin on sama kuin lukituksilla ja näin ollen toista johdinta ei tarvitse. Ennen kytkemistä on tärkeä piipata johdot yleismittarilla jotta varmistutaan että kyseessä ovat oikeat johdot joita ollaan kytkemässä.

Seuraavaksi alijännitesuojan osalta on jäljellä enää itse mittatietojen johdotus. Ennen kuin kyseisiä johtoja aletaan johdottaa suojareleelle, tulee mittausjännitteen sulake olla kytketty auki. Sulakkeen ollessa auki voidaan kyseiset johdot kytkeä jännitteettömänä, eivätkä jännitemuuntajat tällöin joudu välittömään vaaraan, mikäli johdot joutuvat kosketuksiin, eli oikosulkuun. 3- vaiheisessa alijännitesuojassa on nimensä mukaisesti mittatieto jokaiselta vaiheelta joten seuraavaksi kennosta otetaan kyseiset johdotukset jotka tulevat mittamuuntajien toisiosta kennon riviliittimille. Kyseiset johdot kytketään releen takapaneelissa oleviin liittimiin X1 11, X1 13 ja X1 17. Liittimien toiset päät jotka ovat X1 12, X1 14 ja X1 18 olivat johdotettu yhteen ja tämä tähtipiste on viety takaisin kennon riviliittimiltä maihin. Liitteestä 5 on nähtävissä vanhan suojareleen ajalta olevat sähkökuvat. Näissä kuvissa ovat tietenkin suojareleen liittimien paikkatiedot väärin, sillä ne ovat erilaiset Vamp: n suojareleessä kuin Siemensin.

Kennosta johdotettaessa vanhoja johtimia uudelle releelle on aina hyvä piipata kyseinen johto, ennen kuin se kytketään suojareleeseen. Tämä tapahtuu varminten irrottamalla johtimen toinen pää kennon riviliittimeltä siksi aikaa kun suorittaa piippauksen. Tällöin tieto ei kierrä mitään kautta ja voidaan todeta että kyseessä on oikea johdin. Sähkökuvista nähdään miltä riviliittimeltä kyseinen johdin lähtee suojareleelle.

Kyseinen toimenpide toistetaan jokaiselle mittamuuntajasta tulevalle johtimelle. Suojareleeltä on myös varmistettava että johdot ovat kytketty oikeaan järjestykseen. Kyseinen tieto voidaan katsoa koestusvaiheessa suojareleen näytöltä. Tässä vaiheessa on tärkeää että laukaisutietoja ei ole vielä kytketty mihinkään turhien laukaisujen takia.

Kun kyseiset johtimet ovat johdotettu suojareleelle, voidaan sulkea sulake ja kytkeä suojareleeseen virta takaisin päälle. Tällöin suojareleen näytölle tulisi alijännitemittauksen kohdalla lukea kiskoston jännitetasot eikä mikään hälytys tai laukaisutieto ole aktiivinen. Mikäli tässä vaiheessa jokin hälytystieto olisi aktiivinen tai jännitelukemat ovat vääriä, tulisi selvittää mistä kyseinen ongelma johtuu. (Hepoaho 2016)

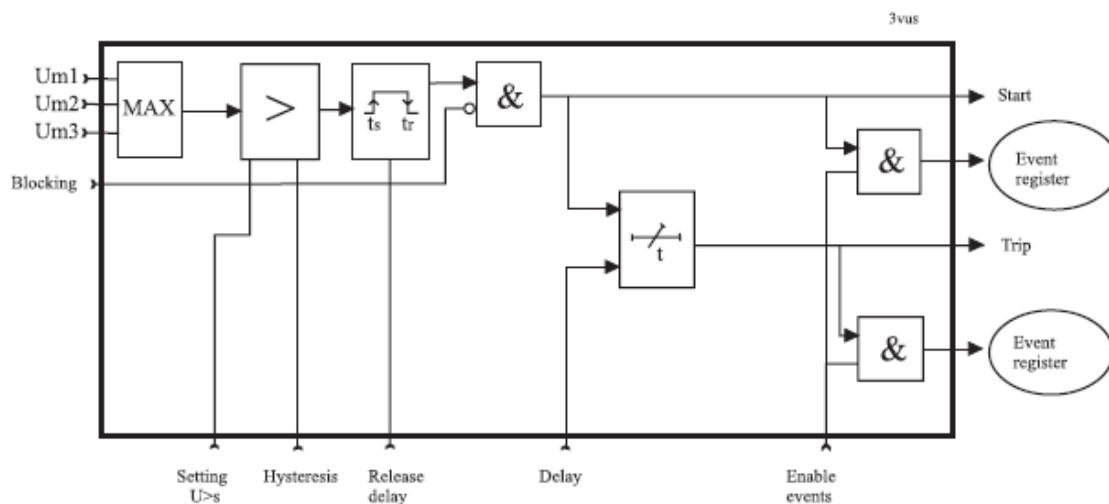
Todettaessa jännitetasot oikeiksi, on vuorossa kyseisen suojan koestus. Alijännitesuoja koestetaan tässä tapauksessa toisiokoestuksena, sillä keskuksen kiskostossa on jännitteet päällä, joten ensiökoestusta ei voida tehdä. Ensimmäisen vaiheen koestus tapahtuu siten että kennosta otetaan ensimmäisen vaiheen mittamuuntajalta toisiosta lähtevä johdin irti ja kytketään Sverkkeriin. Sverkkeriin säädetään oikea jännite jonka kiskostoon kytketty mittamuuntaja antaisi normaalissa tilanteessa. Tässä tapauksessa kyseinen jännite on 63

voltia. Seuraavaksi aletaan laskea jännitettä Sverkkeristä ja testataan että $U <$ porras havahtuu, kun jännite laskee alle 51 voltin. Mikäli suoja suorittaa laukaisun kun aseteltu aika, 2 sekuntia on kulunut, porras toimii oikein. Jännitettä ei kuitenkaan saa laskea liian alhaiseksi, ettei seuraava porras aktivoidu. Laukaisun jälkeen tulisi releen näytössä palaa TRIP ledi sekä olla ilmoitus mikä porras on laukaissut. Mikäli näin ei ole, tulee tutkia miksi suojarele ei laukaissut. Syy voi olla parametrisarvoissa tai Sverkkerin antamissa jännitetasoissa. Onnistuneen koestuksen jälkeen suojarele kuitataan painamalla ENTER painiketta ja Sverkkeriin palautetaan alkuperäinen 63 voltia. Seuraavaksi lasketaan nopeasti jännite alle 48 voltin, joka on $U \ll$ portaan asetteluarvo. Tällöin suojan tulisi antaa laukaisukäsky 0,5 s kuluessa.

5.5 Ylijännitesuoja

Ylijännitesuoja mittaa kojeistossa vaihejännitteiden jännitetasoa. Kun jännitteen taso ylittää asetteluissa annetun arvon, suoja antaa laukaisukäskyn kojeistoa syöttävälle katkaisijalle laukaisuajan kuluttua. Ylijännitesuoja mittaa jännitettä mittamuuntajien läpi 6,3 kV:n kojeiston kiskostosta. (Vamp Oy, tekninen selostus)

3-vaiheinen ylijännitesuoja sisältää kolme erikseen aseteltavaa ylijänniteporrasta jotka ovat $U >$, $U \gg$ ja $U \gg \gg$. Kyseisistä portaista oli asiakkaalla kuitenkin käytössä vain ensimmäinen, $U >$ porras. Ylijännitesuoja mittaa perusjännitteiden perustajuisen komponentin. Suojasportaat ovat vakioaikatoiminnallisia. Suoja havahtuu jos minkä tahansa vaiheen todellinen arvo nousee yli asetteluarvon. Jos ylijännitetilanne jatkuu sen jälkeen kun toiminta-aika on kulunut umpeen, suoja laukaisee keskusta syöttävän katkaisijan. Ylijänniteportilla on kiinteä havahtumisviive. Kuvassa 19 on kuvattu ylijännitesuojan lohkokaavio (Vamp Oy, tekninen selostus)



Kuva 19 Ylijänniteportaiden $U>$, $U>>$ ja $U>>>$ lohkokkaavio

5.5.1 Ylijännitesuojan koestus ja käyttöönotto

Alijänniteporrasta kytkettäessä verkkoon mittamuuntajien toisista lähtevät johdot johdotettiin suoja-reen taakse liittimelle X1. Suoja-reen saa silloin kiskoston jännitetiedon tätä kautta joten ei ole tarvetta vetää suoja-reen ja kennon väliin enää toisia johtimia, vaan ylijännitesuoja saa tietonsa näistä samoista johtimista. Ylijännitesuojan yhteydessä ei myöskään ole mitään lukituksia joten voidaan aloittaa suoraan ylijänniteportaankin koestus. Nyt tulee tarkistaa että jännitemittauksen sulake on suljettuna. Koestus alkaa samalla tavalla kuin alijänniteportaankin, mutta Sverkkeriltä lähdetään nostamaan jännitettä nyt ylöspäin. Koska ylijänniteportaista on käytössä vain $U>$, nostetaan jännitettä yli 69 voltin ja testataan antaako rele laukaisukäskyn 2 sekunnin kuluttua havahtumisesta. Mikäli laukaisu tapahtuu, toimii suojausporras juuri niin kuin pitääkin. Jos laukaisua ei tapahdu, tulee edelleen selvittää mistä tämä johtuu. Vika tässä tapauksessa on suoja-reenleessä, sillä alijänniteporras on jo toiminut onnistuneesti. Vika kuitataan suoja-reenleeltä tässäkin tapauksessa ENTER painikkeella.

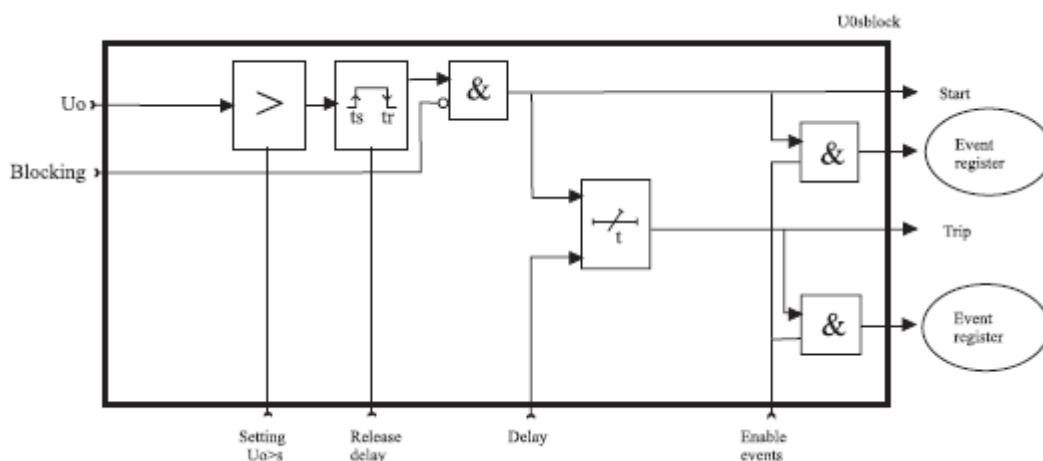
5.6 Nollajännitesuoja

Nollajännitesuojan tarkoitus on havainnoida mahdollista vikaa jossa vaihejohtimesta vuotaa maihin jännitettä. Suojan asetteluarvot ovat nähtävissä myös liitteestä 3. Mittaus-tieto suoja-reenleelle tulee mittamuuntajien läpi 6,3 kV:n kojeiston kiskostosta.

Nollajännitesuoja sisältää kaksi erikseen aseteltavaa nollajänniteporrasta $U0>$ ja $U0>>$. Nollajännitesuoja mittaa nollajännitteen perustaajuisista komponenttia, joten harmoninen

ylialto ei aiheuta laukaisua. Suojasportaat ovat tässäkin vakioaikatoiminnallisia. Toiminto havahtuu, jos nollajännitteen todellinen arvo ylittää asetteluarvon. Jos ylijännitetilanne jatkuu sen jälkeen, kun havahtumisviive on kulunut umpeen, toiminto laukaisee keskusta syöttävän katkaisijan. Nollajännitteen mittaustieto saadaan suojareleelle joko jännitemuuntajilla (esim. avokolmiokytkentä), josta käytetään nimitystä Line+U0 tai laskemalla vaihejännitteistä valitun suojaustilan mukaisesti, josta käytetään nimitystä Phase. Asiakkaalla oli yksi porras vain käytössä nollajännitesuojasta.

Asiakkaalla oli sähkökuvien mukaan käytössä jännitemuuntajilta otettu mittaustieto (Liite 5). Kuvassa 20 on kuvattu seuraavalla sivulla nollajänniteportaiden lohkokkaavio. (Vamp Oy, tekninen selostus)



Kuva 20 Nollajänniteportaiden $U_0 >$ ja $U_0 >>$ lohkokkaavio

5.6.1 Nollajännitesuojan koestus

Asiakkaan sähkökuvien mukaan (Liite 5) käytössä olisi ollut avokolmiokytkennällä toteutettu nollajännitteen mittaus. Ideana oli toteuttaa tällä menetelmällä uudenkin suojan mittaus. Kuitenkin johdotusvaiheessa huomattiin että vanhalle releelle ei ole tuotu näistä mitään johdinta, joten kyseinen käyttöönotto jäi toistaiseksi kesken. Sen sijaan nollajännitesuoja koestettiin siten, kuin käytössä olisi laskennallinen jännitteen mittaus. Asiakkaan pyynnöstä kyseinen suojaus jätettiin toistaiseksi käyttöönettämättä, kunnes he ovat saaneet selvyyden siitä, miksi kyseistä avokolmiokytkentää ei ollut käytetty edellisellä releellä ja oliko todellisuudessa nollajännitesuoja ollut käytössä ollenkaan.

Laskennallisessa nollajännitteen mittauksessa suojareleen nollajännitesuoja laskee samoista jännitteistä mitä ali ja ylijännitesuojatkin käyttävät, eri vaiheiden välisiä eroja. Mikäli jonkin vaiheen jännite laskee verrattaessa muihin, logiikka päättelee jännitteen vuotavan maahan.

Laskennallisen nollajännitesuojan koestus voidaan tehdä sverkkerillä sillä kyseisessä mallissa voidaan tuottaa kolmivaiheiset jännitteet. Tällöin jokaisen mittamuuntajan toisista lähtevät johtimet kytketään sverkkeriin. Sverkkeriin säädetään jokaiselle vaiheelle oikea jännite, jonka jälkeen aletaan laskea yhden vaiheen jännitteen tasoa. Kun jännitteen taso on laskenut alle asetteluarvon, joka on 54 V, nollajännitesuoja päättelee jännitteen menevän jostain kohtaa maahan. Kyseisen suojan toiminta-aika on 2 sekuntia jonka jälkeen suoja antaa laukaisukäskyn. Mikäli suoja ei anna laukaisukäskyä tilanteessa jossa yhden vaiheen jännite muuttuu yli 10 % muihin nähden, tulee selvittää releen asetteluarvoista mistä kyseinen ongelma johtuu.

5.7 Dokumentointi

Kun suojarele oli saatu toimimaan oikein osana suojattavaa kohdetta, jätettiin asiakkaalle työstä dokumentaatio. Dokumenttina työssä oli relekoestusraportti. Raportista selviää asiakkaalle tarvittavat tiedot koestuksesta ja huomiot mikäli työn aikana huomattiin jostain, johon tarvitsee kiinnittää erityishuomiota. Nämä asiat voivat olla virtamuuntajien epäkunto, riviliittimien epäkunto tai muut asiat jotka liittyvät kyseisen releen toimintaa. Tässä työssä huomiota ei ollut. Relekoestusraportti on nähtävissä liitteestä 6.

Relekoestusraportista selviää paikkatiedot, eli firma johon koestus on tehty ja kenno jossa suojarele sijaitsi. Tietenkin kummankin osapuolen yhteystiedot sekä päivämäärät löytyvät raportista. Raporttiin on kirjoitettu koestusjännitteet sekä laukaisuaajat, jotka kirjataan koestuksen yhteydessä pöytäkirjaan. Lopuksi kerrotaan koestustapa sekä onko releen ohjaamaa katkaisijaa käytetty, koestajan nimi sekä päivämäärä. Koestusta suorittaneen asentajan ja asiakkaan pyynnöstä liitteestä jätettiin yhteystiedot pois.

6 POHDINTA

Työn tavoitteena oli perehtyä sähköverkon suojaukseen liittyviin laitteisiin ja niiden toimintaan. Työ selvensi laitteiden ja komponenttien tarkoitusta suojauksen osana. Kokonaisuudessa jokainen komponentti on tärkeä, joten mikään laite ei voi olla epäkunnossa kun puhutaan luotettavasta ja turvallisesta sähköverkon suojauksesta. Suojareleitä ja uudemmissa kennoterminaaleissa olevia suojaustoimintoja oli myös enemmän mitä tiesin ennen työn aloitusta, joten kokonaisuuden hahmottaminen suojareleiden valinnan perusteista lisääntyi huomattavasti. Sähköverkon vianaiheuttajat, viat ja niiden etenemisen perusteet käytiin työssä läpi lyhyesti mutta kuitenkin niin, että lukija saa kyseisistä asioista käsityksen.

Vamp 255 suojareleen toiminnasta ei ennen työn tekoa ollut juurikaan minkäänlaista tietoa mutta työtä läpi käydessä lukijakin tietää suojareleen eri suojaustoiminnot perustasolla ja pystyy selaamaan suojarelettä, mikäli haluaa tarkistaa verkon sen hetkistä tilaa. Käyttöönotto sekä koestus käsiteltiin työssä erittäin käytännönläheisesti, joten lukijalle tulee selvä kuva koestuksen kulusta. Myös käyttöönotosta ja koestuksesta annetut standardit sekä turvallisuusmääräykset käydään työssä läpi. Mittalaitteet, joita koestuksessa käytettiin kerrottiin niiltä osin teoriassa mitä oli tarpeen sekä yksityiskohtaisemmin niiden käyttöä työn koestuksen aikana.

Kaikin puolin työ pohjautuu paljolti teoriamateriaaleihin, asiantuntijahaastatteluihin sekä asentajien kokemuksiin, jotka itse totesin luotettaviksi lähteiksi. Monessa osassa tarkastelin asiaa myös muiden opinnäytetöiden pohjalta, luoden oman käsityksen aiheesta jota vertasin teoriatietoihin. Lähdekritiikkiä piti kuitenkin käyttää työn edetessä, sillä osa tiedoista oli vanhentuneita eikä näin ollen ollut enää voimassa.

Omasta mielestäni työ oli opettava sekä omaa tietämystä reilusti kohottava kokonaisuus, vaikkakin se olisi ollut kehittävämpi, mikäli kohteessa olisi haluttu ottaa käyttöön enemmän suojaustoimintoja. Työ käsittelee mielestäni hyvin kuitenkin kokonaisuutta aiheen ympärillä sekä auttaa lukijaa hahmottamaan relesuojausta ja suojareleen käyttöönottoa yleisellä tasolla. Opinnäytetyö antoi kuitenkin perustan toimia lähes kaikkien suojareleiden parissa ja hyvät lähtökohdat siirtyä työelämässä myös kyseisten laitteiden pariin työskentelemään.

LÄHTEET

ABB Oy. 2000. TTT-käsikirja.

Aura L. & Tonteri A.J.1993. Sähkölaitostekniikka, WSOY.

Elovaara, J. & Laiho, Y. 1988. Sähkölaitostekniikan perusteet. 4. jatkopainos. Helsinki: Otatieto Oy.

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

Energiateollisuus ry. 2010. Sähkötukot ja jakelun keskeytykset. Luettu 7.2.2016
<http://energia.fi/sahkomarkkinat/sahkoverkko/sahkokatkot-ja-jakelun-keskeytykset>

Hepoaho, T. Sähköasentaja. 2016. Haastattelu 15.3.2016. Haastattelija Viemerö, N. Tampere

Kalliomäki, A. 2010. Oikea suojavaatetus saattaa pelastaa valokaarionnettomuudessa. Luettu 15.3.2016
http://www.sahkoala.fi/ammattilaiset/artikkelit/sahkoturvallisuus/fi_FI/oikea_suojavaatetus/

Laurila, J. 2010. VAMP 265- suoja-reen käyttöönotto-koestusohje. Tekniikan ja liikenteen koulutusohjelma. Vaasan ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö.

Megger Sweden AB. 2013-2015. Relay and Substation Test Manual, User's Manual.

Mörsky, J

SFS-IEC 60050-448-standardi. 2002

SFS 6002 Sähköturvallisuusstandardi

Sähköturvallisuuslaki 14.6.1996/410

Tiesmäki, V. 2006. Kantaverkon ABC Relesuojaus. FINGRID asiakas-lehti 2/2006. Luettu 15.3.2016
http://www.fingrid.fi/fi/ajankohtaista/Ajankohtaista%20liitteet/Yrityslehdet/2006/fingrid_2_06.pdf

Tiesmäki, V. Suojareleet vastaamaan tarpeita. Siemens.2013. Luettu 15.3.2016
http://www.siemens.fi/fi/media/suojareleet_vastaamaan_tarpeita.htm

Vamp Oy. 2009. Asiakaslehti. Luettu 14.3.2016.
[URL:http://erez.multiprint.fi/Vamp/334293_vamp-lehti-02-2009.htm](http://erez.multiprint.fi/Vamp/334293_vamp-lehti-02-2009.htm)

VAMP Oy, VAMP 255 / 245 / 230 Johtolähtö- ja moottorisuojat, Käyttö ja konfigurointiohje, Tekninen selostus.

YLE. 2012. Sähkötukko kiusasi tuhansia Pirkanmaalla. Yle. Luettu 5.4.2016
http://yle.fi/uutiset/sahkokatko_kiusasi_tuhansia_pirkanmaalla/5482554

7 LIITTEET

Liite 1. Vamp 255 suojaareleen suojaustoiminnot

- Suunnattu ylivirtasuojaja I>, I>>, I>>>
- Suunnattu maasulkusuojaja Iφ>, Iφ>>, Iφ>>>, Iφ>>>> *
- Vaihekatkossuojaja I2/I1>
- Epäsymmetriasuojaja I2> **
- Vaihejärjestyksen valvonta I2>> **
- Jumisuojaja Ist> **
- Maasulkusuojaja Io>, Io>>, Io2>, Io2>>
- Suunnattu maasulkusuojaja Iφ>, Iφ>>
- Ylijännitesuojaja U>,U>>,U>>> *
- Alijännitesuojaja U<,U<<,U<<< *
- Nollajännitesuojaja Uo>, Uo>>
- Ylikuormitussuojaja T>
- Konfiguroitava taajuussuojaja f<(fX), f>><<(fXX) *
- Alitaajuussuojaja f<, f<< *
- Käynnistyskertojen valvonta N> **
- Katkaisijavikasuojaja CBFP
- Valokaarivikasuojaja ArcI>, ArcIo>, ArcIo2>
- Jälleenkytkentätoiminto Recl
- Käynnistysvirtasysäyksen ilmaisin If2>

*) Vain VAMP255/230

***) Käytössä vain, kun sovellusvalintana on moottorinsuojaus

Liite 2. Vamp 255 valikkorakenne (1/3) (Vamp Oy, tekninen selostus)

MIMIC	<table border="1"> <tr><td>R001</td><td>1</td></tr> <tr><td>A0</td><td>1</td></tr> <tr><td>12 kM</td><td></td></tr> <tr><td>0.1 kvar</td><td></td></tr> <tr><td>22.2 kM</td><td></td></tr> </table>					R001	1	A0	1	12 kM		0.1 kvar		22.2 kM																
R001	1																													
A0	1																													
12 kM																														
0.1 kvar																														
22.2 kM																														
INFO	<table border="1"> <tr><td colspan="5">PERDEN MANAGER</td></tr> <tr><td colspan="5">VAMP 255</td></tr> <tr><td colspan="5">02.03.2004</td></tr> <tr><td colspan="5">10:00:00</td></tr> <tr><td colspan="5">V4.20</td></tr> </table>					PERDEN MANAGER					VAMP 255					02.03.2004					10:00:00					V4.20				
PERDEN MANAGER																														
VAMP 255																														
02.03.2004																														
10:00:00																														
V4.20																														
P	POWER	15 min POWER	POWER/PHASE 1	POWER/PHASE 2	COS φ TAN	PHASE SEQUENCIES																								
E	ENERGY	DECIMAL COUNT	R-PULSE TIMES	R-PULSE DURATION																										
I	PHASE CURRENTS	SYMMETRIC CURRENTS	HARM. DISTORTION	HARMONICS of IL1	HARMONICS of IL2	HARMONICS of IL3																								
U	LINE VOLTAGE	PHASE VOLTAGE	SYMMETRIC VOLTAGE	HARM. DISTORTION	HARMONICS of Ua	HARMONICS of Ub																								
Dist	FAULT DISTANCE	FAULT DISTANCE 2	FAULT DISTANCE 3																											

Liite 2 (2/3)

Evnt	EVENTS	EVENT LIST					
DR	DISTURBANCE REC	REC. CHANNELS					
TMR	TIMER STATUS	TIMER 1	TIMER 2	TIMER 3	TIMER 4	EVENT MASKS for	
DI	DIGITAL INPUTS 1	DIGITAL INPUTS 2	DIGITAL INPUTS 3	DI COUNTERS	DELAYS for DigIn	INPUT POLARITY	EVENT ENABLING
DO	RELAY OUTPUTS 1	RELAY OUTPUTS 2	XXXXXX outputs				
AO	ANALOG OUTPUTS	ANALOG OUTPUT 1	ANALOG OUTPUT 2	ANALOG OUTPUT 3	ANALOG OUTPUT 4		
Prot	PROTECTION SET	PROTECT STATUS 1	PROTECT STATUS 2	ENABLED STAGES 1	ENABLED STAGES 2	ENABLED STAGES 3	
I>	I> STATUS 51	SET I> 51	LOG I> 51	LOG2 I> 51	I> event mask		

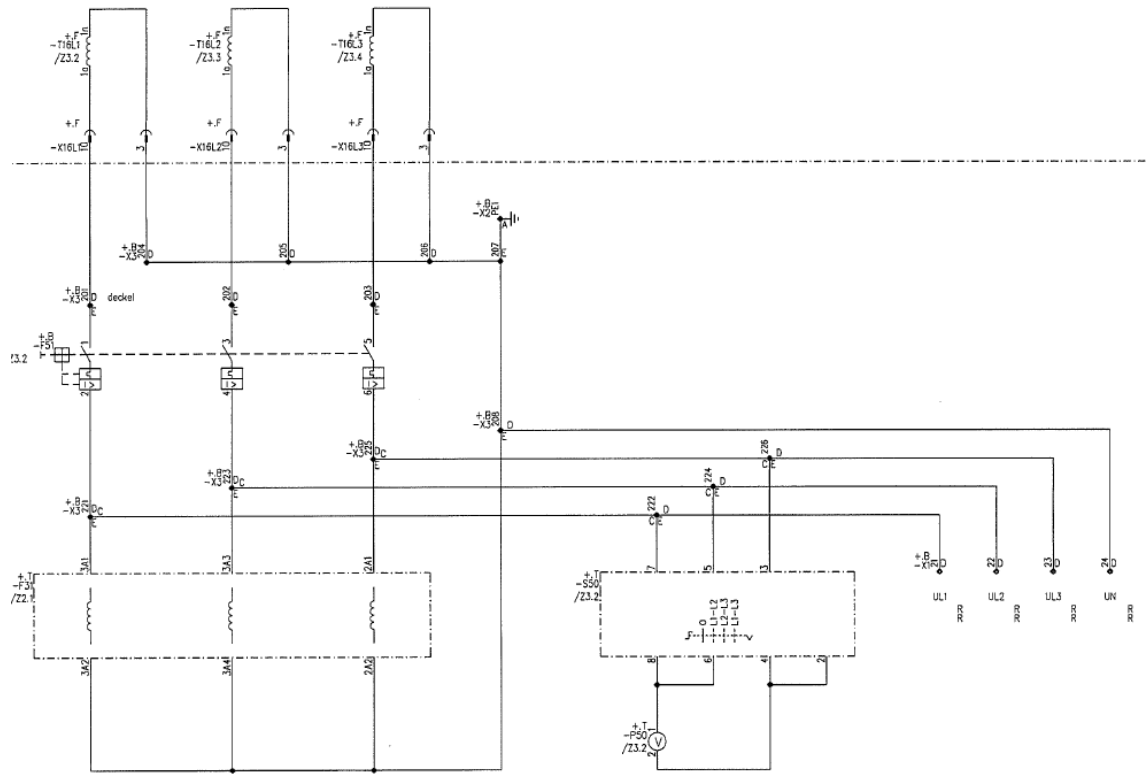
Lite 2 (3/3)

CBFP	CBFP STATS 50BF Status SCntr TCntr Force	SET CBFP 50BF Status CBRel t	LOG CBFP 50BF Index EDly	LOG2 CBFP 50BF Index 1996-03-01 00:00:00 0ms	CBFP event mask St On StOff Tr On TrOff	
	CONF	DEVICE SETUP bit/s Acc	CURRENT SCALING Inom Isec Ionom Iosec IoInp Io2nom	VOLTAGE SCALING Unom Usec Uosec	DEVICE INFO Type SerN PrgVer	DATE/TIME SETUP Date Time Style
BUS	PROTOCOL Protoc Msg# Errors Tout	MODBUS Addr bit/s Parity	SPBUS SLAVE Addr bit/s	IEC 60870-5-103 Addr bit/s SyncRe	Profibus DP Mode bit/s InBuf OutBuf	TCP/IP Ip N Gatew NameSv NTPSvr Port

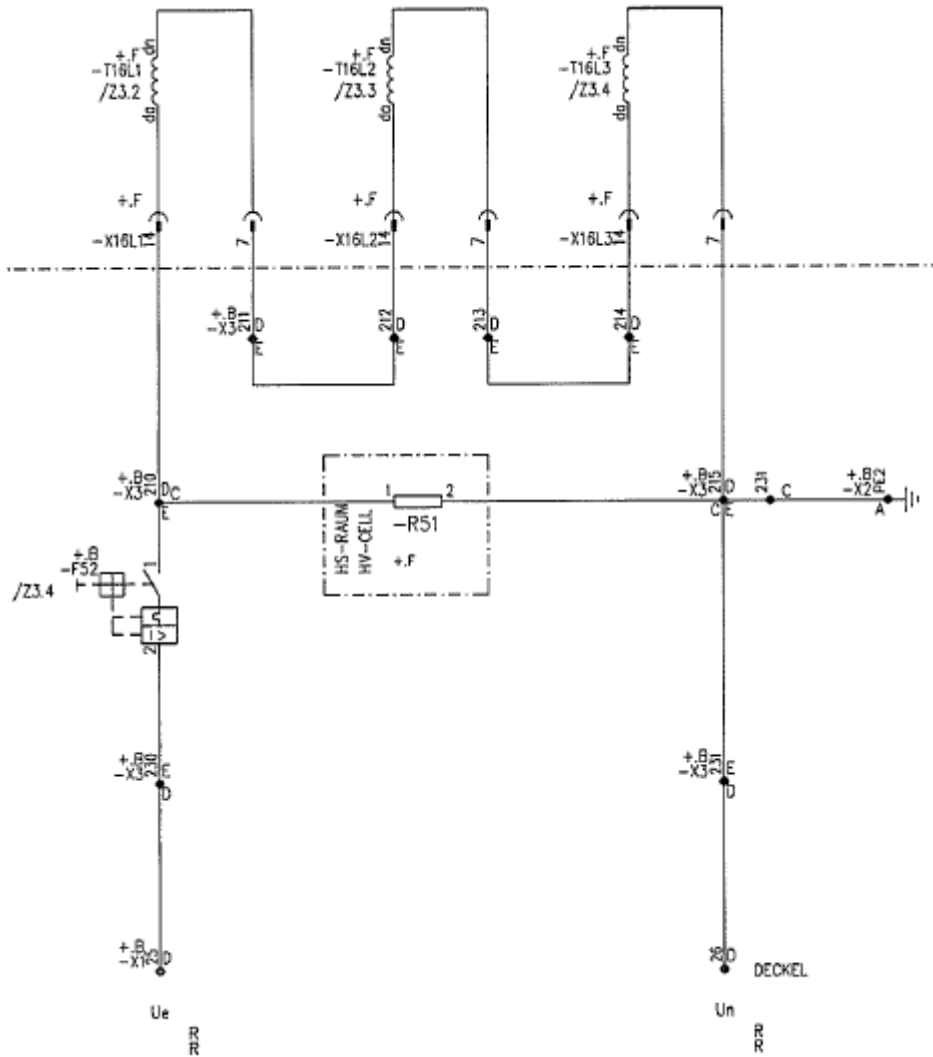
Liite 3. Parametriarvot

1600	UNDERVOLTAGE PROTECTION	
1601	Undervoltage	on
1603	Stage U< (phase-phase meas.)	85 V
1605	Reset ratio r (ph-ph) of u/v stage U<	1.05
1606	Delay time T-U< of u/v stage U<	2.00 s
1607	Starting criterion of u/v protection	off
1608	Stage I< for starting crit., u/v prot.	0.05 I/In
1609	Active time for starting criterion u/v	10.00 s
1611	Stage U<< (phase-phase meas.)	80 V
1612	Delay time T-U<< of u/v stage U<	0.50 s
1620	Current criterion of undervoltage prot.	off
1700	OVERVOLTAGE PROTECTION	
1701	Overvoltage	on
1703	Stage U> (phase-phase meas.)	115 V
1704	Delay time T-U> of u/v stage U>	2.00 s
1710	Current criterion of overvoltage prot.	off
3000	EARTH FAULT DETECTION	
3001	High-sensitivity earth fault protection	on
3006	Phase-earth voltage of faulted phase	U _{ph<} 40 V
3007	Phase-earth voltage of healthy phases	U _{ph>} 75 V
3010	Pick-up level of calculated UE	10.0 V
3011	Duration of displacement voltage for E/F det.	1.00 s
3012	Delay time T-UE of the UE> stage	2.00 s


Liite 4. Sähkökuva jännitteenmittaus



Liite 5. Nollajännitteen mittaus



Liite 6. Relekoestusraportti

		RELEKOESTUSRAPORTTI			Nro.:	
		Asiakas: XXXX		Yht.nro.: XXXX XXXX	Puh.:	
Laitos: XXXX		Osote: XXXX				
Kenno: 22	Nimi: Jännitteenmittaus		Katk. lukema:	kpl ennen koestusta	kpl koestuksen jälkeen	
Valmistaja: Vamp	Laji: 255	Valm. Nro: 3C7AAE	Tyyppi: V255-061987		Apujännite: 40-265VDC	
Virtamittamuunt.		A	/	A	Jänn.muunt.	
					10 000 / 100 V	
Pää	<input checked="" type="checkbox"/>	Asettelut				
Taueta	<input type="checkbox"/>					
Porras	Asettelu	Ensikoe- arvo	Toisikoe- arvo	Toiminta- aika (s)	Muuta	
I->	0 x - 0 A	0,00				
I>>	0 x - 0 A	0,00		0,00		
I>>>	0 x - 0 A	0,00		0,00		
I ₀ ->	0 x - 0 A	0,00				
	I ₀ - A				Laskennallinen	
	U ₀ - 24 V					
U->	100 x 0,69 - 6900 V	69,00		2,00		
U>>	100 x - 0 V	0,00		0,00		
U<	100 x 0,51 - 5100 V	51,00		2,00		
U<<	100 x 0,48 - 4800 V	48,00		0,50		
dI->T	Id - 0 A	0,00		0,00		
dI>>T	Id - 0 A	0,00		0,00		
Porras	Valhe	Koearvot			Huomautuksia	Häilytykset
		amp.	volt.	t (s)		
U>	L1		70	2,00		
U>	L2		70	2,01		
U>	L3		70	2,01		
U<	L1		50	2,01		
U<	L2		50	1,99		
U<	L3		50	2,01		
U<<	L1		47	0,50		
U<<	L2		47	0,51		
U<<	L3		47	0,51		
U0	L1		24	1,01		
U0	L2		24	1,00		
U0	L3		24	1,00		
Releen toiminta:		<input checked="" type="checkbox"/> Ok	<input type="checkbox"/> Epäkunnossa	Katkaisija laukaistu:	<input type="checkbox"/> Ei	Kyllä
				Miten testattu:	Ensikoe- koestus	<input type="checkbox"/>
					Toisikoe- koestus	<input checked="" type="checkbox"/>
Huomioita:					Mittalaitteet: Sverker 900 Fluke 379	
Päivämäärä: 21.1.2016				Koeajaja: XXXXX		