



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Matti Niemi

ABB SUOJARELEIDEN TIEDONSIIRTO KOESTUSTIETOKANTAAN

Tekniikka
2017

ALKUSANAT

Lämpimät kiitokset toimeksiantajalleni ABB Medium Voltage Products-yksikölle. Erityiskiitokset tuotepäällikkö Ville Luomalle, jonka ansiosta opinnäytetyö oli mahdollista tehdä. Kiitokset kuuluvat myös ohjaajalleni lehtori Jari Koskelle erinomaisista kommentteista työn toteutukseen.

Vaasassa 22.11.2017

Matti Niemi

TIIVISTELMÄ

Tekijä	Matti Niemi
Opinnäytetyön nimi	ABB suojaileiden tiedonsiirto koestustietokantaan
Vuosi	2017
Kieli	suomi
Sivumäärä	83 + 25 liite
Ohjaaja	Jari Koski
Ohjaaja ABB	Ville Luoma

Tämä työ tehtiin osana tavoitetta kehittää koestustyökalu, joka pystyy siirtämään tietoa ABB suojaileelta koestustietokantaan ilman projektityökalua, koska usein määräaikaiskoestustilanteissa asiakaskohtaista projektia ei ole saatavilla.

Opinnäytetyössä määriteltiin ABB Relion[®]-tuoteperheen suojaileiden määräaikaiskoestuksessa tarvittavien tietojen lukeminen koestustietokantaan koestustilanteissa. Työhön liittyi oleellisesti versioriippuvuuksien tutkiminen. ABB Relion[®]-suojaileet vaativat PCM600-asettelutyökalun, jonne on käyttöönottilanteissa rakennettu asiakaskohtainen sähköaseman projekti reletointoineen.

Työssä keskityttiin Relion[®]-tuoteperheen suojaileisiin, jotka kuuluvat ABB Vaasan tehtaan kehitysvastuulle. Tuotesarjat ovat Relion[®]-mallit 611, 615 ja 620 perustuvat samaan ohjelmistotalustaan. Työssä tutkittiin myös LabVIEW-pohjaisen koestustietokantasovelluksen muokkaamista tietojen lukemiseen. Sovellus ei työn aloitusvaiheessa ollut vielä käytössä. Pääpaino oli selvittää suojausfunktioiden eri versiot suhteessa laiteversioihin sekä IEC 61850-protokollien edition 1 sekä edition 2 väliset erot ja niiden vaikutukset tiedonlukuun. Laitetyyppien rakenteelliset erot ja laiteversioiden erot selvitettiin.

Työn tuloksena havaittiin, että koestuksessa tarvittavan tiedon näkökulmasta katsottuna tieto voidaan lukea eri versioista huolimatta, kun eri versioiden sudenkuopat väistetään. Työ saavutti tavoitteet.

ABSTRACT

Author	Matti Niemi
Title	Communication between ABB Protection Relays and the Periodic Testing Database
Year	2017
Language	Finnish
Pages	83 + 25 Appendix
Name of Supervisor	Jari Koski

This thesis has been done as a part of developing the periodic testing tool, which can read data from the ABB protection relay without the protection relay configuration tool, because often the project is not available during the periodic testing.

The purpose of the thesis was to specify data to be read in ABB Relion[®] protection relays during the periodic testing on site. An important part of the work was to clarify data relations. ABB Relion[®] protection relays are set by protection relay configuration tool PCM600 while commissioning. A customized project of substation system with relay configuration is always created using PCM600.

The focus was in Relion[®] product family, developed by ABB in Vaasa Finland. Relion[®] types 611, 615 and 620 are based on the same platform. A part of the thesis was to get acquainted with the database application, which has been developed for periodic testing. The database was newly made using the LabVIEW software and it was not in use yet during this thesis. The purpose was to study how the application can be made applicable for data reading. The focus was in the relation between different versions of the protection functions related to device versions. Effects on reading between the IEC 61850 protocol edition 1 and edition 2 were one of the main tasks. Different hardware variations were clarified in the thesis.

The outcome of the thesis was the finding that it is possible to read information directly to the periodic testing application without the PCM600 tool and the project if different versions are noticed and handled. This thesis reached the objectives.

Keywords Protection relay, periodic testing, PCM600, ABB Relion

SISÄLLYS

ALKUSANAT	2
KÄYTETYT MERKIT, SYMBOLIT LYHENTEET	7
1 JOHDANTO	13
1.1 Työn toimeksiantaja	13
1.2 Tutkimuksen rajaus ja tavoitteet	13
2 SÄHKÖJÄRJESTELMÄT	15
2.1 Historia ja tulevaisuus	15
2.2 Vaihtosähköjärjestelmä	16
2.3 Sähköaseman komponentit	17
3 SUOJARELEET VAASASSA	19
3.1 Suojareiden kehityshistoria.....	19
4 SÄHKÖJÄRJESTELMIEN SUOJAUS	25
4.1 Yleistä relesuojauksesta.....	25
4.2 Relion®-suojareleiden ominaisuuksia	26
4.3 Toisiorele	27
4.4 Sähköverkon yleisimmät vikatapaukset	28
4.5 Voimakoneiden vikatapaukset	30
5 MÄÄRÄAIKAISKOESTUS	31
5.1 Sähköturvallisuuslaki	31
5.2 Koestustapahtuma	32
6 RELION®-OHJELMISTOT	33
6.1 PCM600.....	33
6.2 Connectivity Pack	35
6.3 IEC 61850.....	36
6.4 Suojausfunktiot	39
6.5 Versiohistoria.....	41
6.6 Relion®-hardwaren eroavaisuudet.....	45
7 KOESTUSPARAMETRIEN MÄÄRITTELY	49
7.1 Suuntaamattoman ylivirtafunktion tarkastelu.....	49
7.2 Suunnatun ylivirtafunktion tarkastelu	54
7.3 Suuntaamattoman maasulkusuojauksen tarkastelu	57

7.4	Suunnatun maasulkusuojausten tarkastelu	59
7.5	Muut maasulkusuojausfunktiot.....	66
8	KOESTUSTIETOKANNAN KUVAUS.....	72
8.1	Koestuksen haasteet	72
8.2	Koestustietokannan kaupalliset visiot	73
8.3	Koestustietokannan toteutuksen visiot	74
8.4	Koestustietokannan rakenne	75
8.5	Koestustietokannan datariippuvuus	79
9	LOPPUYHTEENVETO	82
	LÄHTEET.....	83
	LIITTEET.....	84

KÄYTETYT MERKIT, SYMBOLIT LYHENTEET

ABB	Asea Brown Boweri, sähkövoimaan ja automaatioon keskittynyt maailmanlaajuinen yhtymä.
IEC	International Electrotechnical Commission, kansainvälinen sähkötekniikan standardoimisjärjestö.
IEC 61850	Kansainvälinen tietoliikennestandardi sähköasematason laitekommunikointiin.
GOOSE	Generic Object Oriented Substation Events, horisontaalinen nopea viesti IEC 61850-protokollassa, yleinen kohde suunnattu ala-aseman tapahtuma.
MMS	Manufacturing Message Specification, ISO 9506-standardi reaaliaikaisesta prosessidatan viestinnästä.
SCL	Substation Configuration Language, sähköaseman kuvaamiseen käytettävä ohjelmointikieli IEC 61850-standardissa.
RTU	Remote Terminal Unit / Tiedonvälitysyksikkö.
IED	Intelligent Electronic Device / Älykäs laite.
PCM600	Protection and Control IED Manager / Ohjelmointi-, käyttöönotto- ja projektityökalu ABB suojarelleille.
FBD	Function Block Diagram / Toimilohkokaavio logiikkaohjelmoinnissa visuaalisesti.
IEC 61131-3	Kansainvälinen standardi PLC-ohjelmointiin.
XRIO	eXtended Relay Interface by Omicron. XML-tiedosto asetelujen siirtämiseksi Omicron-testilaitteelle.

KUVA- JA TAULUKKOLUETTELO

Kuva 1.	BBC-pistoyksikkö	s. 18
Kuva 2.	Tyypillinen suojareleryhmä	s. 18
Kuva 3.	Strömberg J-sarjan SPAJ 3C5 J3 sekä SPAJ 3M5 J3	s. 19
Kuva 4.	SPACOM SPAA 341-suojarele	s. 20
Kuva 5.	Vapaasti ohjelmoitava REF 543-suojarele	s. 21
Kuva 6.	CAP 505-konfigurointityökalu	s. 22
Kuva 7.	Relion [®] -615- ja -620-suojareleet	s. 23
Kuva 8.	Rogowski-virtasensori, toimintapiirros ja komponentti	s. 27
Kuva 9.	Kaksi- ja kolmivaiheinen oikosulku	s. 27
Kuva 10.	Oikosulkuvirran käyrämuoto	s. 28
Kuva 11.	Maasulkuviat	s. 28
Kuva 12.	Kaapelivika aiheuttaa sätiessään katkeilevaa maasulkua	s. 28
Kuva 13.	PCM600-päänäkymä	s. 33
Kuva 14.	Konfiguraatiokuva MPDIF1-suojausfunktioista	s. 33
Kuva 15.	PCM600-liityntä koestajan ja aseman tietokoneella	s. 34
Kuva 16.	IEC 61850-viestinvälitys	s. 35
Kuva 17.	IEC 61850-SCL-kielen kuvaus laitteista sähköasemalla	s. 36
Kuva 18.	Katkaisijan tilatiedot IEC 61850-määrittelynä	s. 37

Kuva 19.	Funktion revision selvittäminen PCM600-projektin avulla	s. 40
Kuva 20.	Laiteversiot PCM600-projektin puurakenteessa	s. 42
Kuva 21.	615-suojareleen tyypillinen liityntärajapinta	s. 47
Kuva 22.	Vakioaikainen ja käänteisaikainen toimintakäyrä	s. 49
Kuva 23.	Kolmivaiheiset suuntaamattomat ylivirtasuojatoimilohkot	s. 49
Kuva 24.	PHxPTOC-suojausfunktion toimintaperiaate	s. 49
Kuva 25.	Ylivirtasuojien lukitusperiaate	s. 50
Kuva 26.	Tyypillinen PCM600-työkalun parametrien asettelu	s. 51
Kuva 27.	Suunnatun ylivirtasuojan toiminta-alueet	s. 54
Kuva 28.	Suunnatun ylivirran itsepolarisointimenetelmä	s. 54
Kuva 29.	Suunnatun ylivirran ristipolarisointimenetelmä	s. 55
Kuva 30.	Myötäkomponentti- ja vastakomponenttimenetelmä	s. 55
Kuva 31.	Suunnatun kolmivaiheisen ylivirtasuojan toimilohkot	s. 56
Kuva 32.	Laskennallinen I_0 ja kaapelivirtamuuntajalla mitattu I_0	s. 57
Kuva 33.	Suunnatun maasulkusuojan toimintakaavio	s. 58
Kuva34.	Vikavirran kiertokulku maasulkuviassa	s. 59
Kuva 35.	Maasulkuvirran kulmatoiminnon toiminta-alue $\varphi_{RCA} 0^\circ$	s. 59
Kuva 36.	Sammutettu eli kompensoitu sähköverkko	s. 60
Kuva 37.	I_0 SIN-toimintasektori	s. 61

Kuva 38.	I ₀ COS-toimintasektori	s. 62
Kuva 39.	Toimintasektori 80°	s. 62
Kuva 40.	Toimintasektori 88°	s. 63
Kuva 41.	Katkeilevan maasulun muoto	s. 64
Kuva 42.	Monitaajuusadmittanssimaasulkusuojan toimilohko	s. 67
Kuva 43.	Jäykän maasulun käyrämuotoja	s. 67
Kuva 44.	Suuri-impedanssisen maasulkuvian käyrämuotoja	s. 67
Kuva 45.	Katkeilevan maasulun käyrämuotoja	s. 68
Kuva 46.	Transienttisen maasulun käyrämuotoja	s. 68
Kuva 47.	Koestuskannan suositeltu päävalikko	s. 74
Kuva 48.	Koestusprojektiin suositellaan XML-puurakennenäkymää	s. 75
Kuva 49.	Hahmotelma koestusraportin ulkoasusta	s. 76
Kuva 50.	Tietokannan taulujen muodostus	s. 79
Taulukko 1.	Relion [®] -funktioiden nimet ja IEC 61850-tunnus	s. 38
Taulukko 2.	Funktion versioriippuvuus laiterewiseistä	s. 43
Taulukko 3.	Mittauskanavien lukemiseen tarvittavat tiedot	s. 45
Taulukko 4.	Mittauskanavien määräytyminen laitemallista	s. 46
Taulukko 5.	PHLPTOC1-funktiosta luettavat parametrit	s. 52
Taulukko 6.	Ylivirtasuojausfunktion tekniset tiedot	s. 53

Taulukko 7. Relion [®] -DPHxPDOc-funktiosta luettavat parametrit	s. 56
Taulukko 8. Relion [®] -koestusasettelut EFLPTOC1-funktiossa	s. 57
Taulukko 9. Suunnatun maasulkusuojan sektori RCA_CTR-tulolla	s. 61
Taulukko 10. Relion [®] -koestusasettelut DEFLPDEF-maasulkusuojassa	s. 63
Taulukko 11. Relion [®] -koestusasettelut INTRPTEF-maasulkusuojassa	s. 65
Taulukko 12. Relion [®] -koestusasettelut WPWDE1-maasulkusuojassa	s. 65
Taulukko 13. Relion [®] -koestusasettelut EFPADM1-maasulkusuojassa	s. 66
Taulukko 14. Koestusasettelut MFADPSDE1-maasulkusuojassa	s. 69
Taulukko 15. Relion [®] -koestusasettelut ROVPTOV1-maasulkusuojassa	s. 69
Taulukko 16. Relion [®] -pääsovellus ja –laitetyyppi tilauskoodissa	s. 75
Taulukko 17. Relion [®] -vakiokonfiguraation selvittäminen tilauskoodista	s. 78
Taulukko 18. Relion [®] -laitetiedon selvittäminen tilauskoodista	s. 78

LIITELUETTELO

- LIITE 1.** Relion[®]-suojausfunktioiden asettelujen määrittely koestuksessa ja niiden IEC 61850-polku datan lukemiseen. s. 84
- LIITE 2.** Relion[®]-suojausfunktioiden versiohistoria. s. 105

1 JOHDANTO

Tämä opinnäytetyö tehtiin ABB Oy:n Medium Voltage Products-yksikön palveluliiketoimintaosastolle, joka keskittyy suojarleiden tukitoimintoihin ja elinkaari-palveluihin. Työ oli tutkimusprojekti suojarleiden määräaikaikoe-koestuksessa käytettävään sovellukseen.

1.1 Työn toimeksiantaja

ABB on sähköön ja automaatioon keskittynyt maailmanlaajuinen yritys, joka toimii yli sadassa maassa. Pääkonttori on Sveitsissä. ABB valmistaa laajasti erilaisia tuotteita liittyen sähköön ja automaatioon. ABB Vaasan tehtaat ovat perua suomalaisesta Strömberg-konsernista, joka siirtyi fuusion myötä ruotsalaiselle ASEA yhtiölle, joka edelleen fuusioitui sveitsiläisen Brown Boweri & Cie (BBC) kanssa. Tällöin nimeksi tuli ABB sanoista Asea Brown Boweri. BBC on valmistanut sähkömekaanisia releitä yli 100 vuotta.

1.2 Tutkimuksen rajaus ja tavoitteet

Työ rajattiin Relion[®]-tuoteperheeseen ja sen 611-, 615- ja 620-laitetyyppeihin, jotka perustuvat samaan arkkitehtuuriin. Työn tavoitteena oli tehdä selvitys, mitä tietoa koestuksessa luetaan ja millä tavalla. Sovelluksen tulisi kyetä kommunikoimaan kaikkien Relion[®]-tuotteiden eri versioiden kanssa. Selvityksen pohjalta voidaan lähteä toteuttamaan koestussovellusta, joka lukee datan tietokantaan ja luo siitä koestuspöytäkirjan. Sovellusta on tarkoitus kehittää jatkossa siten, että se luo automaattiset koestusrutiinit luetusta datasta, jolloin koestustilanteessa voidaan keskittyä heti testin suorittamiseen.

Työssä määriteltiin koestustietokantaan siirrettävät koestuksessa tarvittavat tiedot sekä tutkittiin tietojen versioriippuvuudet. Myös IEC 61850-standardin edition 1 ja edition 2 erojen vaikutukset tiedonsiirtoon tutkittiin. Relion[®]-tuotteista on useita versioita. Suojausfunktioiden versiot vaihtelevat eri laiteversioissa. Suojausfunktioiden versioiden erot oli tutkittava ja selvitettävä kriittiset erot. Uuden laite-

version mukana julkistetaan aina uusi connectivity package-versio, joka tukee laitteen uusia ominaisuuksia. Connectivity package asennetaan tietokoneelle yhdessä PCM600-työkalun kanssa. Tietyn aikakauden connectivity package-versiot vaativat siihen sopivat PCM600-versiot. Asiakasprojektit on tehty sen aikaisilla PCM600- ja connectivity package-versioilla, jotka silloin ovat olleet laitteiden kanssa uusia. Määräaikaiskoestuksessa versiot ovat aina vanhoja, eikä koestajalla voi olla kaikkia PCM600- ja connectivity package-versioita samalla tietokoneella. Kaikki PCM600-versiot eivät toimi samassa tietokoneessa, eikä tietokoneiden SSD-levyjen muisti usein riitä kaikkien versioiden asentamiseen. IEC 61850-standardista julkistettiin uusi edition 2 versio, joka tarkoitti ABB-tuotteissa funktioiden määrittelyyn tehtäviä muutoksia. Muutoksien vaikutukset tuli selvittää. Lisäksi työssä kartoitettiin koestussovelluksen rakennetta ja tietokantatauluja.

2 SÄHKÖJÄRJESTELMÄT

2.1 Historia ja tulevaisuus

Serbialainen keksijä Nikola Tesla keksi kolmivaiheisen vaihtosähkön 1800-luvulla ja sama järjestelmä pyörittää edelleen maailmaa. Sähköjärjestelmä ja komponentit perustuvat pääsääntöisesti yli 100 vuotta vanhaan tekniikkaan. Vaihtosähkön taajuudeksi on valittu Euroopassa 50 Hz, kun taas Amerikassa ja osittain Aasiassa on käytössä 60 Hz. Laivat kansainvälisillä merillä käyttävät 60 Hz järjestelmää. Vaihtosähkön tuotannon on vastattava kulutusta reaaliaikaisesti, jolloin tarpeeksi monen voimalaitoksen on tuotettava sähköä niin paljon kuin sitä kulutetaan. Jos kulutus ylittää tuotannon, alkaa verkon taajuus pudota ja vastaavasti nousta liikatarjonnan aikana. Suomen nykyiset ydinvoimalat tuottavat perusvoimaa lähes täydellä kapasiteetilla, eivätkä ne sovellu säätövoimaloiksi toisin kuin uusimmat pienet ydinvoimalat, joita voidaan käyttää säätövoimaloina. Vesivoimalaitokset toimivat säätövoimana tasaten kulutuksen heilahteluja. Sähkön tuonnilla ja viennillä voidaan lisäksi tasata kysyntää ja tarjontaa.

Sähköverkko on kokenut mullistuksen viimeisten vuosien aikana hajautetun sähköntuotannon myötä, kun tuuli- ja aurinkovoimalat ovat yleistyneet. Tuulivoimapuistot syöttävät aina maksimiteholla, koska valtio on luvannut ostaa sähkön takuuhinnalla. Kun tuulee 15 m/s, mylly antaa täyden tehon kun taas 5 m/s tuulella teho on romahtanut olemattomiin. Sähköverkon säätötarve ja pörssisähkön hintavaihtelut ovat lisääntyneet. Aurinkosähkö yleistyy etenkin kiinteistöissä. Varaavat tasasähkökiinteistöt olisi ratkaisu hinta- ja kysyntäpiikkeihin, jolloin kiinteistöt voisivat ostaa ja myydä pörssihinnan mukaan. Sähkönlaatu parani, koska lyhyitä sähkökatkoksia ei edes huomaisi. Keksijä Thomas Edison loi ihmiselle turvallisen 110 V tasasähköverkon kunnes Nikola Teslan keksimä vaihtosähköjärjestelmä voitti sähköjärjestelmien taistelun. Tehoelektroniikan puuttuminen aiheutti tuolloin tasasähköjärjestelmän esteen, koska tasasähkön jännitteen nostaminen tehon siirtoon oli hankalaa. Myös huoltovapaat kolmivaihemoottorit oli helposti toteutettavissa vaihtosähköllä. Nykyisin taajuusmuuttajia käytetään usein moottorien

ohjaukseen. ABB tarjoaa korkeajännitteisiä tasasähkösiirtoverkkoja pitkille yhteyksille, koska kapasitiivisia häviöitä ei niissä muodostu. Tuulivoimalat ja pienet vesivoimalat toteutetaan taajuusmuuttajatekniikalla, jolloin pyörimisnopeus ei vaikuta taajuuteen. Aurinkopaneelit muodostavat aina tasasähköä, joka muutetaan vaihtosähköksi tehoelektronikalla. Kodin sähkölaitteet käyttävät sisäisesti yhä enemmän tasasähköä, joka muunnetaan tulopiirin tasasuuntaussillalla. Myös LED-valo, joka tulee sanoista ”light emitting diode”, toimii välkkymättä tasasähkössä. Vaihtosähköverkossa suuntaavat komponentit muodostavat harmonisia yliaaltoja. Lisäksi loisteho aiheuttaa häviökuormitusta vaihtosähkössä. Tasasähköverkossa kyseisiä ilmiöitä ei esiinny. ABB on toteuttanut tasasähköön perustuvia laivoja, pilvenpiirtäjiä sekä etenkin tietoserverikonesaleja maailman johtaville yrityksille. Tämä kehitys tulee jatkumaan ja sähköverkot tulevat nopeasti muuttumaan.

2.2 Vaihtosähköjärjestelmä

Sähköverkko jaetaan siirtoverkkoon ja jakeluverkkoon. Sähkö siirretään korkealla jännitteellä häviötehon minimoimiseksi. Siirtoverkon jännitetasot ovat Suomessa 110 kV, 220 kV ja 400 kV. Fingrid Oy omistaa ja hallinnoi Suomen kantaverkkoa ja yhteyksiä naapurimaihin. Ruotsin verkko on samassa tahdissa Suomen verkon kanssa, kun taas Venäjä on liitetty tasasähköyhteydellä. Pitkät merikaapelit käyttävät tasasähköä. Alueelliset sähköyhtiöt omistavat 20 kV jakeluverkot sekä osan 110 kV alueverkoista. Jännitetason muunnokset tapahtuvat muuntajilla, jossa ensiö- ja toisiokäämien kierrosmäärän suhde muuntaa jännitteen. Kiinteistöjakelu tapahtuu pienjännitteisenä, jossa pääjännite on 400 voltia ja vaihejännite on 230 voltia. Isot teollisuusasiakkaat liittyvät 20 kV jännitteeseen. Suurille raskaan teollisuuden alueille, kuten sellu- ja paperitehtaille menee jopa kolme 110 kV syöttöä. Alueilla on usein oma voimalaitos. Sähkönjakelussa käytetään avolinjoja, koska vaihtosähkön kapasitiivinen vuoto estää pitkien maakaapelien käytön. Keskijännitelähdöt pyritään taajamissa toteuttamaan maakaapeleilla, jolloin myrsky ja ukkonen eivät keskeytä sähkön jakelua.

2.3 Sähköaseman komponentit

Sähköasemat ovat sekä siirtoverkon keskusasemia että jakeluverkon syöttö- ja solmupisteasemia. Sähköasemilla olevat suojareleet suorittavat katkaisijoiden ja erottimien avauksia ja sulkemisia. Aseman johtolähdöt jakelevat 20 kV jännitteet eri asuinalueille sekä teollisuusalueille. Asemilla olevat kojeistot eli kytkinlaitteistot sisältävät kytkinlaitteet sekä suojareleet, joissa on ohjaus ja suojaus sekä valvonta. Kojestot jaotellaan jännitetason mukaan. Kojeston kenno muodostaa johtolähdön kokonaisuuden, jossa on katkaisija ja erotin, virtamuuntajat sekä suojarele. Katkaisija erottaa virtapiirin kuormitettuna ja vikavirtatilanteessa suojareleen laukaisusignaalin ohjaamana. Erottimia käytetään vasta, kun kuorma on katkaistu. Erotin muodostaa luotettavan erotusvälin. Kiskot syöttävät jännitteen kennoille. Kiskoja voi olla myös kaksi huoltotilanteita varten, jolloin tarvitaan myös kiskokytkin ja erottimet. Aseman jännite on kiskojännite ja se on aina sama. Kiskolla on omat suojaustoiminnot.

Tehomuuntaja muuntaa 110 kV syöttöjännitteen 20 kV jakelujännitteeksi. Jännitettä säädetään käännytkimellä, joka on 20 kV jännitteen puolella. Jännitettä valvotaan ja säädetään muuntajan suojareleellä. Omakäyttömuuntaja syöttää asemalla tarvittavaa sähköä. Mittamuuntajien tehtävä on muuntaa verkon jännitteet ja virrat suojareleille sopiviksi sekä eristää galvaanisesti suojareleet sähköverkosta. Kiskon jännitetieto jaetaan jännitemittamuuntajalla kaikille suojareleille, koska aseman jännite on yhteinen. Virrat vaihtelevat johtolähdöittäin, joten niissä on jo omat virtamuuntajat.

Loistehon kompensointiin käytetään kondensaattoreita, joille on oma kenno, kuten johtolähdöllekin. Kondensaattorille on omat suojaustoiminnot. Kaapelien maakapasitanssin kompensointiin käytetään säädettävää induktanssia, jota kutsutaan keksijänsä mukaan Petersen-kelaksi tai sammutuskuristimeksi. Induktanssi on maan ja verkon tähtipisteen välillä. Induktanssilla kumotaan kapasitanssi, jolloin kaapelin maavuotovirta vikatilanteessa ei kasva vaarallisen suureksi. Verkkoa

kutsutaan sammutetuksi. Myös kompensointikela vaatii oman kennon suojausineen. /2/

3 SUOJARELEET VAASASSA

3.1 Suojareiden kehityshistoria

Suomalainen Gottfrid Strömberg perusti Helsinkiin sähkölaitteita valmistavan tehtaansa 24.7.1889. Tästä alkoi Suomen sähköistys. Yhteistyö sveitsiläisen Brown Boveri & Cie (BBC) kanssa alkoi jo 1928, kun Strömberg toimi pääedustajana BBC tuotteille, kuten suojareleille. Sähkömekaanisia BBC-suojareleitä on kuvissa 1 ja 2. Releitä on edelleen käytössä useilla asiakkailta. /6/



Kuva 1. BBC-pistoyksikkö.

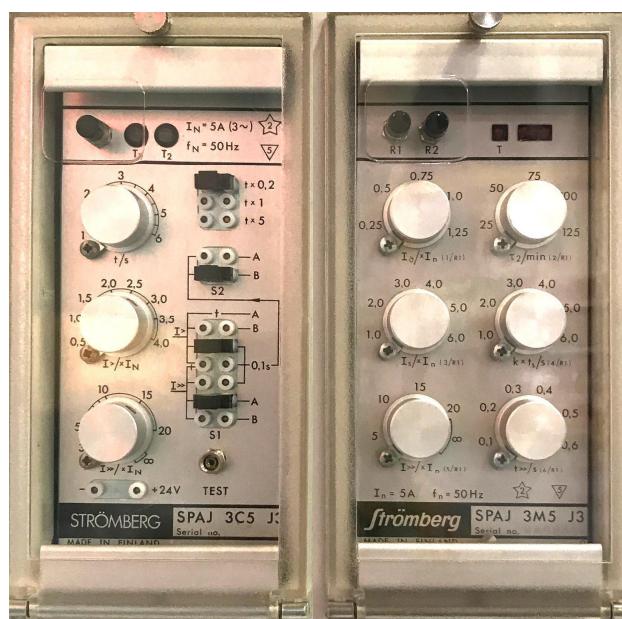


Kuva 2. Tyypillinen suojareleryhmä.

Strömberg aloitti tehdaspuiston rakentamisen Vaasaan 1941 arkkitehti Alvar Aalton suunnittelemana. Alueen nimi on nykyisin Strömberg Park. Tehdastoiminta Vaasassa alkoi 1944. Strömberg mullisti suojarelemarkkinat vuonna 1965 staattisella J-sarjan suojareleellä, josta Vaasan historia suojareiden valmistuskaupunkina sai alkunsa. Analogielektronikalla toteutettu suojausalgoritmi oli tarkka verrattuna sähkömekaanisiin kaksoismetallialgoritmiin suojareleisiin. Elektroninen suojarele oli mekaanisesti huoltovapaa. Myöskään virtamuuntajilta ei vaadittu syöttötehoa, koska rele sai toimintatehon apusähköstä, kun taas mekaanisen releen toimintasähkö otettiin virtamuuntajalta. Strömberg ei koskaan valmistanut mekaanisia suojareleitä, vaan aloitti puhtaalta pöydältä hyödyntämällä elektroniikan tuo-

reinta huipputekniikkaa, kuten uusia operaatiovahvistimia. Digitaalipiirejä käytettiin heti vuonna 1974, kun niitä alkoi olla saatavilla. Maailman ensimmäinen mikroprosessorilla varustettu suojarile oli J-sarjan SPAJ 3M5-monitoimintorele, joka julkistettiin 1982. Se perustui vielä nykyisinkin suosittuun Intel 8051-controlleriperheeseen. Suojausalgoritmien matemaattiset kaavat voitiin suoraan ohjelmoida prosessorin muistipiirille, joten tarkkuus ja toimintojen ominaisuudet siirtyivät täysin uudelle tasolle.

J-sarja on edelleen tuotannossa jälkivalmistuksena. Esimerkiksi ydinvoimaloissa on vaihdettu uudet J-sarjan tuotteet vanhojen releiden koteloihin, kun ydinvoimalan käyttöikä on lisätty. Ydinvoimalan käyttöikä on jopa 60 vuotta. Vaihto tapahtuu vetämällä vanha pistoyksikkörele ulos ja työntämällä uusi samanlainen rele vanhaan koteloon. Vaihto voidaan suorittaa käytön aikana. Korvaaminen uuden sukupolven tuotteilla vaatisi raskaan hyväksyntäprojektin ydinvoimaloissa.



Kuva 3. Strömberg J-sarjan SPAJ 3C5 J3 sekä SPAJ 3M5 J3.

Vasemmalla kuvassa 3 on SPAJ 3C5-ylivirtarele ja oikealla maailman ensimmäinen mikroprosessorilla toteutettu SPAJ 3M5-monitoiminen ylivirtarele. /1/

Vuonna 1984 julkistettu SPACOM-suojarele mullisti suojarelemarkkinat jatkamalla J-sarjan SPAJ3M5-mikroprosessorireleen aloittamaa huimaa kehitystä. Mikroprosessorien teho ja ominaisuuden kasvoivat nopeasti mahdollistaen uusia suojausalgoritmeja, jolloin suojauksien määrä ja laatu parani. Prosessorin itsevalvonta sekä erillinen vahtikoiraipiiri mullisti luotettavuuden valvomalla itse suoja-releen toimintaa. SPA-sarjakommunikaatio julkistettiin SPACOM-tuoteperheen myötä, joka mahdollisti valvomotoiminnot. Samalla valvonta- ja ohjausjärjestelmä Micro-SCADA julkistettiin. SPACOM-jälkivalmistus jatkuu edelleen. Koska SPACOM oli edelläkävijä maailmassa, suojareleiden suunnittelu ja valmistus pysyi Strömberg - ASEA fuusion jälkeen Vaasassa. Nykyisin Vaasassa on kolme menestyksekkästä suojareleitä valmistavaa yritystä, mikä on ainutlaatuista maailmassa ottaen huomioon vielä, että kaupungissa on alle 68 000 asukasta. /1, 5/



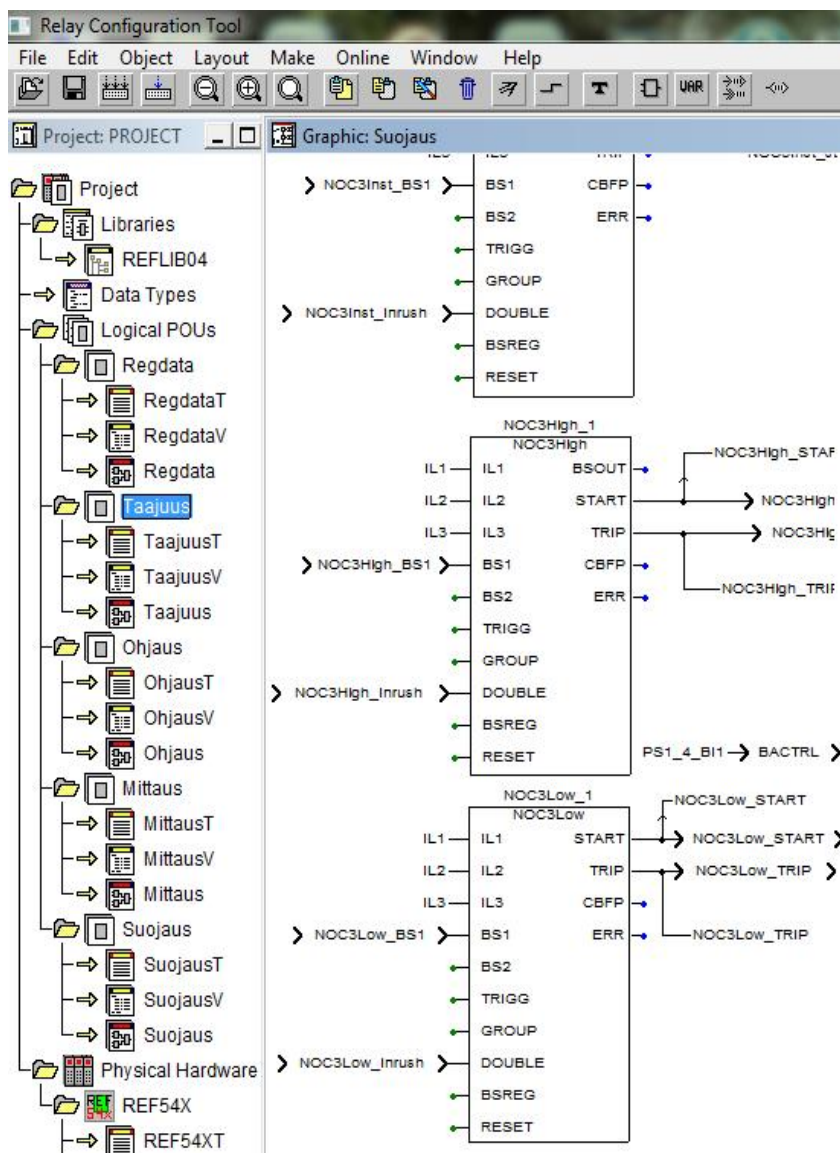
Kuva 4. SPACOM SPAA 341, jossa on kolme suojaustoimintopistoyksikköä.

Suojareleet siirtyivät taas uuteen aikakauteen, kun ensimmäinen vapaasti ohjelmoitava RED500-tuoteperhe julkistettiin vuonna 1997. Konfiguroinnin ohjelmointi tapahtui logiikkaohjelmoinnista tutulla kansainvälisellä IEC 61131-3-

standardin mukaisella FBD-kielellä, joka oli osana ABB CAP 505-projektityökalua. Kun asiakaskohtainen suojaus- ja ohjaussovellus määritteli laitteen ominaisuudet, laitteen määräaikaistoestus monimutkaistui huomattavasti verrattuna aikaisempiin vakio toimintoihin suojaareisiin. Ongelmia saattoi tulla, mikäli asiakaskohtaista CAP 505-työkalun asiakaskohtaista projektia ei ollut saatavilla koestustilanteessa ja laitteeseen oli ohjelmoitu mutkikkaita ominaisuuksia. Konfiguraation sovellusohjelmoinnista tuli kriittinen osa sähkönsuojausta. Tietotekniikassa teknologiakehitys on nopeaa. Tietokoneiden nykyiset 64-bittiset käyttöjärjestelmät eivät tue vuosikymmeniä vanhoja ohjelmistoja, mikä tulisi ottaa huomioon prosessori-pohjaisten laitteiden elinkaaren suunnittelussa. Ohjelmoitavia laitteita on kaikkialla, mutta ohjelmistotukea ei usein ole. Viollisen laitteen vaihto saattaa vaatia uudelleen ohjelmoinnin uusilla ohjelmistotyökaluilla, jolloin taas yhteensopivuus järjestelmän vanhojen laitteiden kanssa saatetaan menettää.



Kuva 5. Vapaasti ohjelmoitava REF 543-suojarele.



Kuva 6. CAP 505-konfigurointityökalu.

Relion[®]-tuoteperhe julkaistiin vuonna 2009. IEC 61850-tiedonsiirtostandardi oli mullistavin uusi ominaisuus tässä tuoteperheessä. Sen ominaisuuksia ovat vikasetoinen kahdennettu tiedonsiirto, sekä GOOSE-viestintä, jossa mittaus- ja binäärisignaalit kommunikoidaan horisontaalisesti laitteiden kesken asematasolla. Relion[®]-tuotteet sisältävät paljon uusia suojaustoimintoja, kuten monitaajuinen admittanssisuojaus, jota vanhempiin sukupolviin ei ole saatavilla. Relion[®]-611, -615 ja -620 tuotteissa on pistoyksikkörakenne sekä esiohjelmoidut vakiokonfiguraatiot,

joita projektitoimittaja voi tilattujen ominaisuuksien puitteissa vapaasti muuttaa. Konfigurointityökalu PCM600 julkistettiin Relion®-tuoteperheen yhteydessä.



Kuva 7. Relion® 615- ja 620-suojareleet.

Suojareleet ovat muuttuneet sähkömekaanisista releistä staattisiin elektronisiin releisiin ja edelleen mikroprosessorien myötä nykyisiin monimutkaisiin asiakas-kohtaisesti ohjelmoitaviin laitteisiin, joissa yhden suojaustoiminnon sijasta on kymmenittäin suojaustoimintoja sekä lisäksi ohjauslogiikkaa, valvontatoimintoja, mittaus- ja raportointitoimintoja. Lisäksi laitteissa on tiedonsiirto sekä laitteiden välillä että valvomoon. Vakiintunut nimitys ”suojarele” ei kuvaa uusien laitteiden ominaisuuksia. Valmistajat käyttävät usein paremmin kuvaavaa nimitystä ”kenno-terminaali”.

Asiakaskohtaiset mutkikkaat konfiguraatiot ovat vaikeuttaneet määräaikaikoes-tusta, koska koestajan täytyy perehtyä tapauskohtaisesti ohjelmointiin ennen koestusta. Myöskin suojaustoimintojen runsaus vie aikaa kentällä. Painopiste on siirtynyt laitetasolta ohjelmistoihin, koska järjestelmien toiminta muodostuu oh-jelmistoista. Laiteohjelmistot jakautuvat järjestelmäohjelmistoon eli platformiin, suojaussovellusohjelmistoon sekä konfigurointiohjelmistoon. Versiot jakautuvat laiteversioihin, connectivity package-versioihin, PCM600-versioihin sekä asiak-kaan omiin suojaussovellusversioihin. Ilman tietokantapohjaista relekoestustyöka-lua tämän jatkuvasti laajenevan tietomäärän hallinta on vaikeaa. /1/

4 SÄHKÖJÄRJESTELMIEN SUOJAUS

4.1 Yleistä relesuojauksesta

Kaikki sähkölaitteet ja johdot tulee suojata vikatilanteiden varalta. Pienjännitteissä kuluttajakohteissa käytetään tyypillisesti sulakkeita ja johdonsuoja-automaatteja sekä vikavirtasuojia. Suojareleiden käyttö on välttämätöntä sähkönjakelussa. Sähkönjakelun on oltava luotettavaa, koska häiriöt aiheuttavat vaaraa ihmisille ja vahinkoa laitteisiin. Suojareleet valvovat ja raportoivat sekä siten ennakoivat sähköverkon mahdollisia ongelmia. Vikatilanteessa suojareleet suojaavat vain terveen verkon osan sekä minimoivat vahingot erottamalla vikaantuneen osan. Yleisessä jakeluverkossa tulee noudattaa turvallisuusmääräyksiä esimerkiksi maasulun laukaisussa, jonka asettelunopeus määräytyy asemakohtaisesta maasulkuvirrasta. Suojareleet suojaavat sähköjohtoja, muuntajia, moottoreita, generaattoreita, sähköaseman kiskostoja, kompensointikondensaattoreita ja kompensointikuristimia. Suojarele ohjaa ulkoista katkaisijaa. Lisäksi suojareleet ohjaavat erottimia, joilla viallinen komponentti tai johto-osa erotetaan terveestä verkosta virran katkaisun jälkeen.

Suojareleet muodostavat suojauskokonaisuuden keskustelemalla tiedonsiirron välityksellä keskenään sekä ylemmälle tasolle, kuten valvomoon. Asettelemalla mitattavat suureet ja suojausnopeudet saadaan selektiivinen toiminta, jossa vain vikaantunut alue tai komponentti erotetaan sähköverkosta. Virtarajoilla muodostetaan virtaselektiivisyys sekä nopeuden asettelulla aikaselektiivisyys. Vertosuojaus eli differentiaalisuojaus on absoluuttisesti selektiivinen, koska se toimii täysin omalla alueella esimerkiksi generaattorin, muuntajan tai kaapelin suojana. Digitaalituloja ja lähtöjä käytetään järjestelmän laitteiden väliseen kommunikointiin ja indikointiin, kuten suojauskulmatietoon ja lukitustietoon. Esimerkiksi vikatilanteessa johtolähdön suojarele lukitsee havahtuessaan aseman syöttöreleen laukaisun ajaksi. Relion[®]-IEC 61850-protokollan GOOSE-tiedonsiirrolla lukitus tapahtuu nopeammin kuin perinteisellä signaalilähtöreleellä, jolloin ylemmän suojan aikaa voidaan asetella nopeammaksi. Tiedonsiirtoväylän käyttö asematasolla vä-

hentää kojeiston johtomäärää ja alentaa siten kuluja. Myöhemmin tehtävät muutokset aseman logiikkaan voidaan toteuttaa ilman johdotusmuutoksia muuttamalla konfiguroinnin määrittelyjä. Relesuojaus pyritään suunnittelemaan aina varmennettavaksi, jossa ylemmän tason suojan aikaporras toimii varasuojana määrittelyssä ajassa, jos alempi suojajärjestelmä ei toimi. Erottaminen on tapahduttava nopeasti, sillä nopeus minimoi vauriot. Suojauksen tulee kattaa kaikki sähköjärjestelmän alueet. Suojaus on oltava yksinkertainen ja käyttövarma. Suojarele on voitava koestaa käyttöpaikalla käytön aikana.

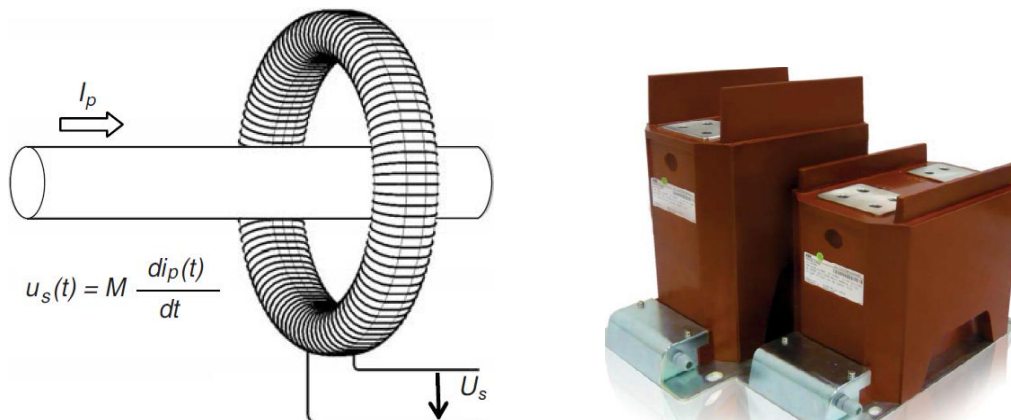
4.2 Relion[®]-suojareleiden ominaisuuksia

Vaasan Relion[®]-suojareleet on suunnattu jakelusähköön ja teollisuusverkkoihin. 611-, 615- ja 620-laitteet käyttävät samaa ohjelmistoalustaa, jolloin myös suojaustoiminnot ovat samoja. 650- ja 670-tuotteet on suunnattu sähkön siirtojärjestelmiin ja ne valmistetaan Ruotsissa. 630-tuote perustuu samaan ohjelmistoalustaan kuin 650-tuote. Relion[®]-suojarele on logiikalla varustettu tietokone, jossa on vähintään yksi tiedonsiirtoprotokolla ja paljon sekä analogisia että digitaalisia signaalituloja ja relelähtöjä. Laitteeseen voidaan liittää myös remote-I/O moduuleja, joissa on analogisia ja digitaalisia tuloja sekä relelähtöjä sekä sensorituloja. Laitteissa on vakiona näyttö- ja ohjauspaneelissa RJ-45 liitin, jonka kautta IEC 61850-kommunikointi tapahtuu koestustilanteessa.

Relion[®]-perussuojaustoimintoja ovat esimerkiksi ylikuormitussuojat, oikosulkusuojat, maasulkusuojat, taajuussuojat, ylijännitesuojat, alijännitesuojat, erovirtasuojat, distanssisuojat, epäsymmetriasuojat, suunnatut tehosuojat ja valokaarisuojat. Käyttökohteiden mukaan laitteet voidaan jaotella esimerkiksi johtolähtösuojiin, moottorisujiin, generaattorisujiin, muuntajasujiin, kondensaattorisujiin ja kiskosujiin. Suojaussovelluksessa asetellaan vain tarkoituksenmukaiset suojat riippuen käyttökohteesta.

4.3 Toisiorele

Relion[®]-suojareleet ovat toisioreleitä eli mittaussuure siirretään suurjännitteisestä mitattavasta kohteesta mittamuuntajien tai mittasensorien avulla suojareleelle. Sähköasemalle tulevan 110 kV syöttölinjan mittamuuntajat ovat ulkokentällä kaukana suojareleestä, kun taas 20 kV:n johtolähdön mittamuuntajat ovat kojeistossa samassa kennossa suojareleen kanssa. Mittamuuntajien tekniikka on ollut käytössä yli 100 vuotta. Siinä ensiövirta muutetaan muuntajalla toisiovirraksi. Toisiovirran nimellisarvo vanhoilla asemilla on yleensä 5 A, koska mekaaniset releet vaativat aikoinaan paljon toimintatehoa. Koska uudet suojareleet saavat toimintasähkönsä erillisestä akustolla varmennetusta apusähköstä, ne eivät käytä mittausvirtaa laitteen toimintasähköön, joten mittaustoisiovirraksi valitaan uusilla sähköasemilla tyypillisesti 1 ampeerin nimellisvirta, mutta myös 5 A tulovirta voidaan ohjelmallisesti valita. Maasulkua mittaava kaapelivirtamuuntaja voidaan valita myös herkemmälle 0,2 A nimellisvirralle, joka usein on käytössä. Jännitemittaus tapahtuu perinteisesti jännitemittamuuntajalla, jonka toisioarvo on yleensä 100 V Suomessa. Virtamuuntajan heikkoutena on epätarkka mittaus ja kyllästyminen suurilla oikosulkuvirroilla sekä nopean muutosilmion aiheuttaman DC- komponentin seurauksena. Virran raportoivaan mittaukseen tulisi valita erilliset tarkemmat virtamuuntajat, kun taas suojauksen virtamuuntajiksi tulisi valita moninkertaista ylitystä nimelliseen kyllästymättä toimivat suojausvirtamuuntajat. ABB Relion[®]-tuoteperheessä voidaan vaihtoehtoisesti valita kyllästymättömät ja erittäin lineaariset Rogowski-virtasensorit sekä jännitejakoon perustuvat jännitesensorit, joissa ei ole kippivärähtelyn vaaraa. Yhdistelmäsensorissa jännite- ja virtamittaukset ovat samassa mittauskomponentissa ja siirtyvät samassa kaapelissa suojareleelle. Kuvassa 8 on virtasensorin sähköinen toimintakaava sekä jännite- ja virranmittaus sensori. /2/

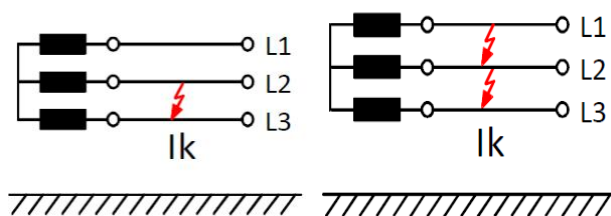


Kuva 8. Rogowski-virtasensori, toimintapiirros ja fyysinen komponentti. /4/

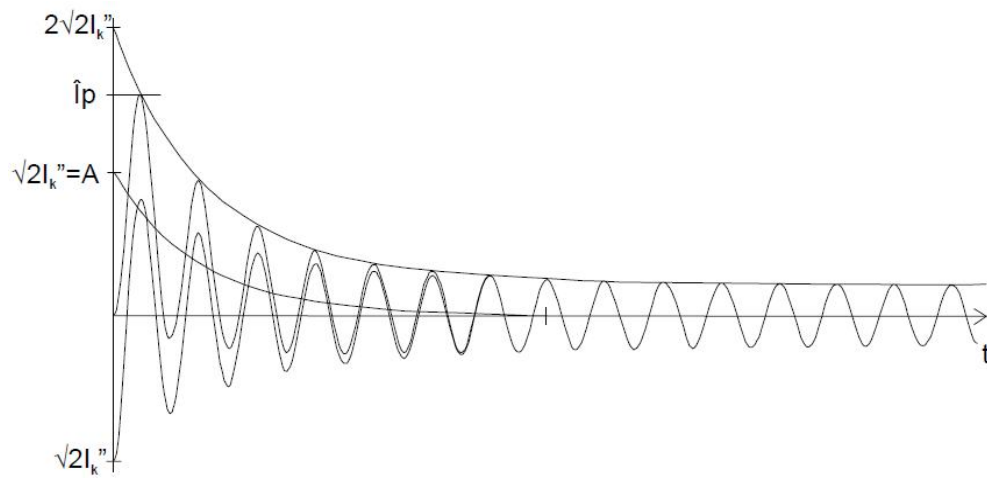
4.4 Sähköverkon yleisimmät vikatapaukset

Ilmastolliset ilmiöt, kuten ukkonen, tuuli ja lumi, aiheuttavat yleisimmin vikoja eläinten lisäksi. Avojohton viat voivat poistua itsestään, kun eläin tai oksa putoaa pois linjalta. Automaattista jälleenkytkentää käytetään avojohtolla. Kaivinkoneet ja metsätyöt ovat toiseksi yleisin syy vikoihin. Laitteiden vikaantuminen sekä virheellinen ylläpito- ja huoltotoiminta on kolmanneksi yleisin syy.

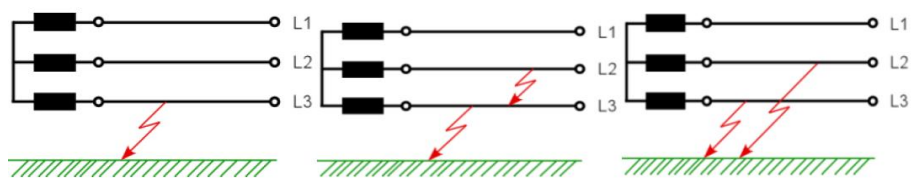
Vikojen seurauksena syntyy ylivirtoja ja termistä rasitusta eli eristeiden ennenaikaista vanhenemista. Dynaamiset voimat voivat aiheuttaa mekaanista rasitusta. Avojohtimen katkeaminen voi aiheuttaa vaaraa ympäristöön. Viat voivat olla oikosulku kahden tai kolmen vaiheen kesken, maasulku yhdestä tai kahdesta vaiheesta ja johtimen katkeaminen sekä katkeaminen maakosketuksella.



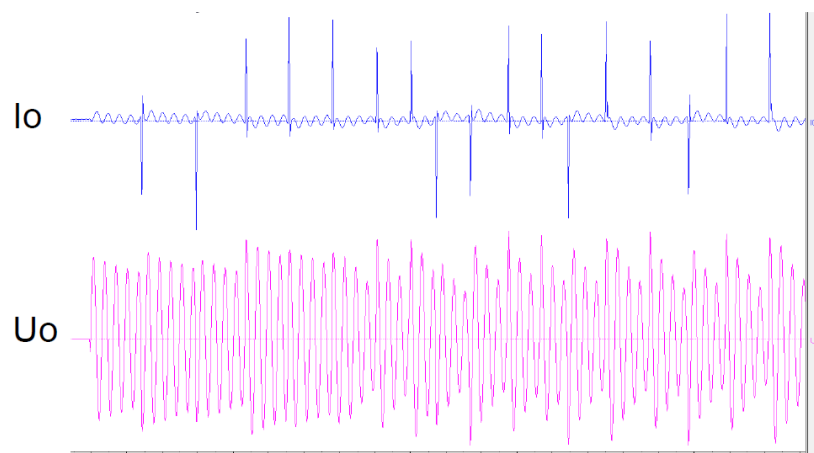
Kuva 9. Kaksi- ja kolmivaiheinen oikosulku. /4/



Kuva 10. Oikosulkuvirran käyrämuoto. /4/



Kuva 11. Maasulkuviat. /4/



Kuva 12. Kaapelivika aiheuttaa sätiessään katkeilevaa maasulkua. /4/

4.5 Voimakoneiden vikatapaukset

Voimakoneiden viat voivat liittyä mekaanisiin vikoihin, kuten laakerivikaan, jäähdytysjärjestelmävikaan tai ylikuormitukseen sekä koneen sisäisiin vikoihin. Moottorin ja generaattorin sisäiset viat ovat staattorissa tai roottorissa oikosulku-, kierrossulku-, ylivirta-, maasulku-, alimagnetointi- tai ylimagnetointivika. Voimantuotannon turbiinin ja säätäjän viat aiheuttavat yli- ja alijännitevikoja, yli- ja alitaajuutta, takatehoa ja ylimagnetointia. Generaattorin kytkentävikoja ovat epätahtikytkentä ja tahaton syötön kytkentä. Suojareleen tulee suojata koneet yllämainituissa vikatilanteissa.

5 MÄÄRÄAIKAISKOESTUS

5.1 Sähköturvallisuuslaki

Euroopan unionin yhdenmukaistamispolitiikan seurauksena otettiin Suomessa käyttöön uudistettu sähköturvallisuuslaki 16.12.2016/1135, jota sovelletaan sähkölaitteisiin ja sähkölaitteistoihin, joita käytetään sähkön tuottamisessa, siirrossa, jakelussa tai käytössä ja joiden sähköisistä tai sähkömagneettisista ominaisuuksista voi aiheutua vahingon vaaraa tai häiriöitä. Pykälässä 48 veloitetaan sähkölaitteistojen haltijaa huolehtimaan ylläpitävästä kunnossapito-ohjelmasta. Kunnossapito-ohjelman noudattaminen on haltijan vastuulla. Pykälässä 49 määritellään määräaikaistarkastus, jossa luokan 3 sähkölaitteistot on tarkastettava viiden vuoden välein.

ABB suositaa määräaikaiskoestuksia seuraavan intervallin mukaan:

- 1) Mekaanisissa ensiö- ja toisiosuojalaitteissa koestusväli on 2 vuotta.
- 2) Staattisissa toisiosuojalaitteissa koestusväli on enintään 3 vuotta.
- 3) Itsevalvonnalla varustetuissa suojalaitteissa koestusväli on 4 vuotta.
- 4) Koestusväli on 5 vuotta, jos suojalaitteessa on mittausarvojen rekisteröinti ja itsevalvonta ja se on liitetty käytönvalvontaan.
- 5) Käyttöönoton jälkeinen määräaikaiskoestus on kolmen vuoden kuluttua.

Määräaikaiskoestus on osa lakisääteistä sähkölaitteiston tarkastusta, jota valvoo TUKES (Turvallisuus- ja kemikaalivirasto). Vakavien puutteiden löydyttyä, laitteisto on tarkastettava uudelleen sen jälkeen, kun puutteet on korjattu. Suojareleiden määräaikaiskoestus ei sisällä muiden verkon osien ja komponenttien tarkastusta, vaan niissä pyritään havaitsemaan suojareleiden viat, sekä virheelliset asetelutoiminnot. Koestus suositellaan tehtäväksi katkaisijan kanssa, jolloin katkaisijan toimivuus tulee todennettua. Myös lukitusten ja varalaukaisun toimivuus tulisi todentaa. Mikäli katkaisijaa ei voida avata, esimerkiksi teollisuustuotannon aikana, tulisi katkaisijan kelan vastus mitata. Tällöin koestus todennetaan suojareleen

laukaisukoskettimelta. Suojareleen digitaaliset tulo- ja lähtösignaalit tulisi testata erillisellä ABB BIO-testerillä, mikäli ne eivät aktivoidu normaalissa määräaikaiskoestuksessa. Koestus tehdään asiakkaan asetteluarvoilla. Mikäli asetteluvirta on niin suuri, ettei koestuslaite pysty sitä syöttämään, voidaan asettelua koestuksen ajaksi muuttaa. Tällöin on tarkistettava, että asettelu on palautettu takaisin asiakkaan alkuperäiseen arvoon testauksen jälkeen.

5.2 Koestustapahtuma

Koestustapahtuma etenee seuraavasti:

- 1) Työturvallisuuden toimenpiteet, dokumentointi ja vastuuhenkilöt.
- 2) Verkon kytkentätoimenpiteet kennon erottamiseksi koestusta varten.
- 3) Koestajan perehdyttäminen koestuskohteeseen.
- 4) Perehtyminen piirikaavioihin, johdotustaulukoihin ja konfiguraatioon.
- 5) Koestuslaitteiden kytkentä ja asettelu.
- 6) Kojeston kytkentämuutokset koestuksen aikana.
- 7) Koestuksen suorittaminen ja pöytäkirjan täyttäminen.
- 8) Kytkentöjen palautus.
- 9) Asettelyjen tarkistus.
- 10) Puutteiden ja vikojen kirjaaminen pöytäkirjaan.
- 11) Koestustarran liimaaminen kohteeseen.

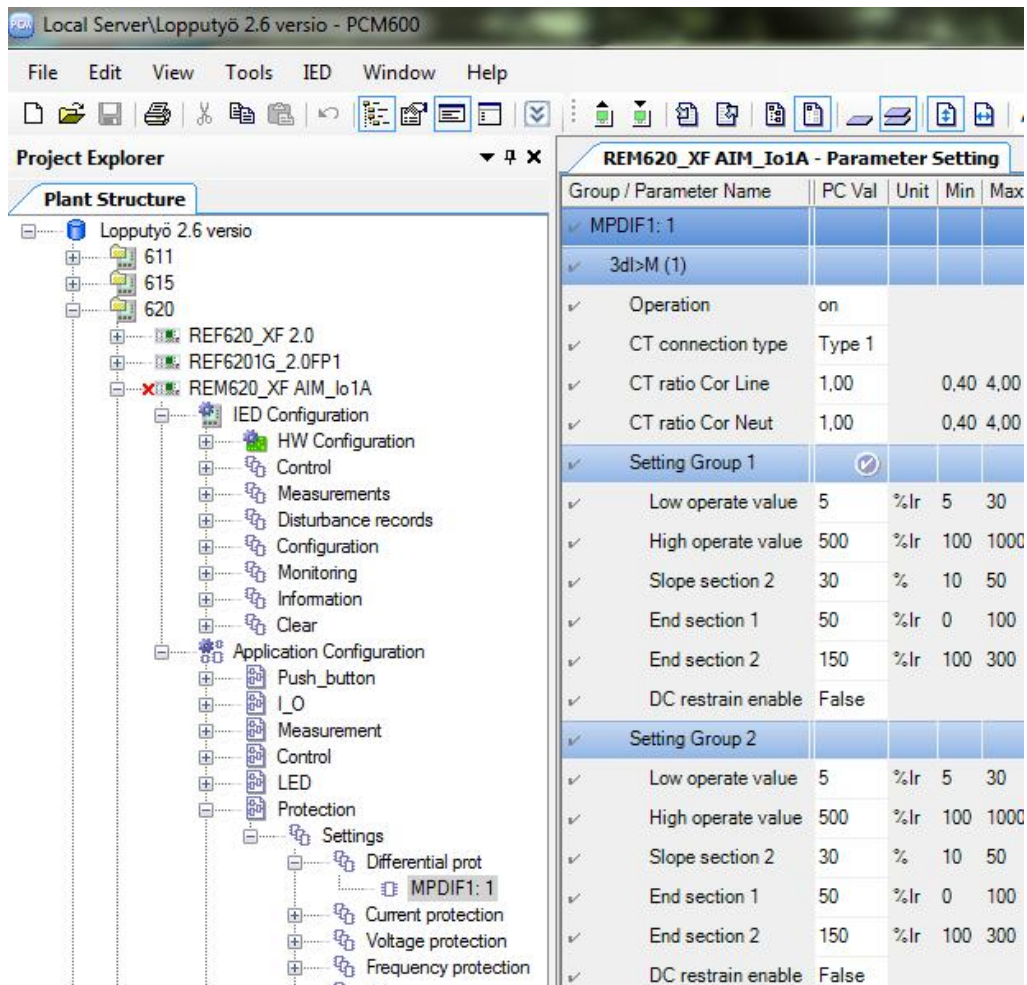
Sähköturvallisuuslain pykälän 51 mukaan määräaikaistarkastuksesta laaditaan haltijalle pöytäkirja sekä asetetaan tarkastustarra kohteeseen. Haltijan on säilytettävä pöytäkirja sekä osoitus pöytäkirjassa esitettyjen puutteiden korjaamiseen seuraavaan määräaikaiskoestukseen saakka. Haltijan on pidettävä rekisteriä laitteistoista. Pöytäkirjassa tulee olla testauskohteen tunnistetiedot ja osoite, reletyyppi ja sarjanumero, koestetut suojaustoiminnot mittaustuloksineen ja asetteluarvoineen. /3/

6 RELION®-OHJELMISTOT

Suojarele on osa kokonaisuutta yhdessä ylätasoin järjestelmän ja muiden suojalaitteiden kanssa. Ohjelmistot ja niiden väliset yhteydet ovat integroituneet kiinteäksi osaksi nykyistä sähkönsuojauksen ekosysteemiä.

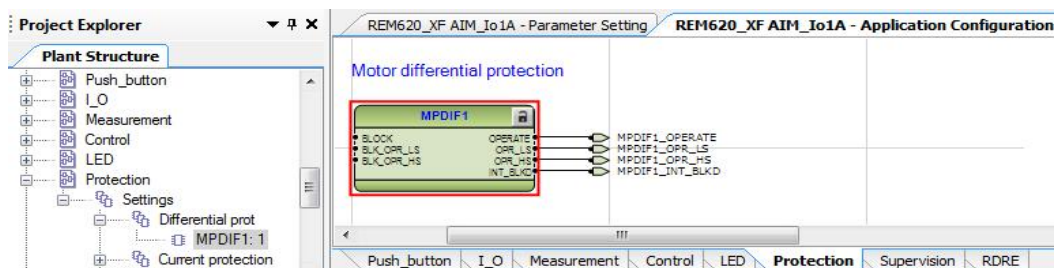
6.1 PCM600

PCM600 (Protection and Control Manager) on suojarleiden konfigurointiin ja asetteluun, käyttöönottoon ja koko elinkaaren hallintaan tarkoitettu työkalu. Yhteen asiakasprojektiin konfiguroidaan koko sähköaseman suojarleet. Projekti on yleensä sähköasemalla olevalla tietokoneella, jossa on PCM600. PCM-kehys sisältää rajapinnan, palvelut ja toiminnallisuuden sekä ulkoasun siihen asennettaville suojarleiden liitännäpaketeille. PCM600-työkalulla hallitaan signaalimatriisia, asetteluja, tiedonsiirtoa, signaalien monitorointia, tapahtumia, projekteja, käyttäjäryhmiä ja laitekonfigurointia. Relion® 615 oli ensimmäinen suojarleetyyppi, joka julkistettiin PCM600 2.1 version yhteydessä. Tällöin yhdellä PC tietokoneella ei voinut olla kuin yksi PCM600-asennus. Versiosta 2.3 alkaen voidaan uudemmat versiot asentaa samalle koneelle. Vanhat PCM600 versiot eivät tue uusimpia suojarleitä, mutta uusimmat PCM600-versiot tukevat vanhempia versioita, kunhan asiakasprojekti käännetään uusimpaan versioon sopivaksi. Paras yhteensopivuus saadaan aina niillä suojarleen liitännäpaketeilla ja sillä PCM600 versiolla, jolla asiakasprojekti on aikoinaan toimitettu. Tulee myös ottaa huomioon, että määrätty liitännäpaketit sopivat yhteen vain tietyn PCM600-version kanssa, eikä siis esimerkiksi PCM600 2.2-liitännäpaketteja voida asentaa uusimpaan PCM600 2.8-versioon. Määräaikaiskoestuksessa kuluu liikaa aikaa, kun PCM600-ohjelmistojen tulee vastata asiakasprojektiä sekä kentällä olevia laitteita, että parametrit voidaan lukea. Mikäli asiakasprojekti on tehty vanhemmalla tietokannalla kuin koestajan tietokoneen PCM600-version oletustietokanta, ei asiakasprojekti aukea.

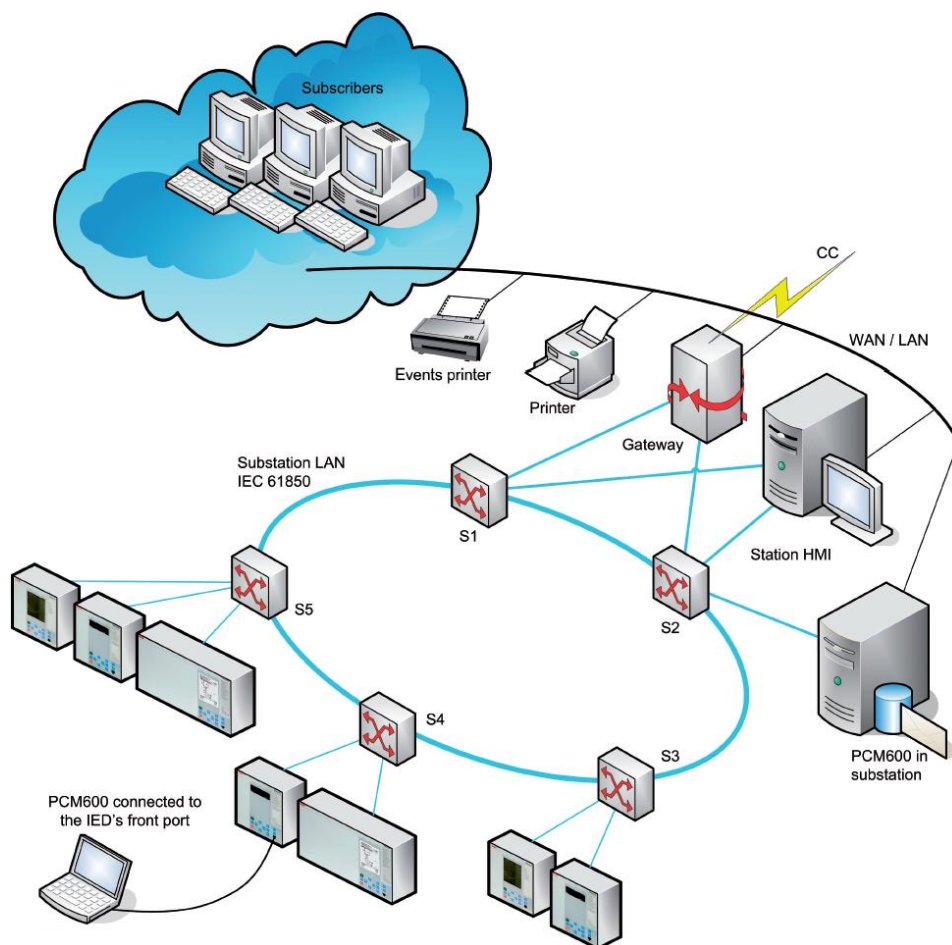


Kuva 13. PCM600-päänäkymä.

Kuvassa 13 näkyy sähköasemaprojekti, jonne on tehty ryhmät 611, 615 ja 620, REM620-suojareleestä on avattu erovirtasuojausfunktio MPDIF1, jonka asetellut näkyvät oikeassa ikkunassa.



Kuva 14. Konfiguraatiokuva MPDIF1-suojausfunktioista.



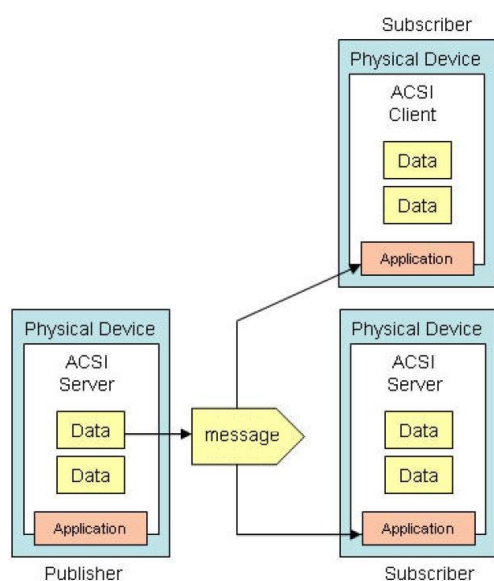
Kuva 15. PCM600-liityntä koestajan ja asema-automaation tietokoneilla. /4/

6.2 Connectivity Package

Connectivity package on liitettävyysspaketti, jolla suojarleen määrittelyt liitetään PCM600-työkalun kehykseen. Yleisesti käytetään nimeä ConnPack. Se tuo mukanaan kaikki suojarleen konfigurointiin ja kommunikointiin tarvittavat ominaisuudet sekä laitteeseen liittyvät ohjekirjat. Erilaiset laitteet, kuten REF615, RET615, REG615, RET620, tarvitsevat omat liitettävyysspaketit. Jokaisen uuden laiteversion myötä on aina julkistettu uusi liitettävyysspakettiversio, koska vanha versio ei tue uusia ominaisuuksia. Mikäli vanhalle asemalle liitetään uusi suojarle, tulee projekti kääntää uusimpaan PCM600-versioon.

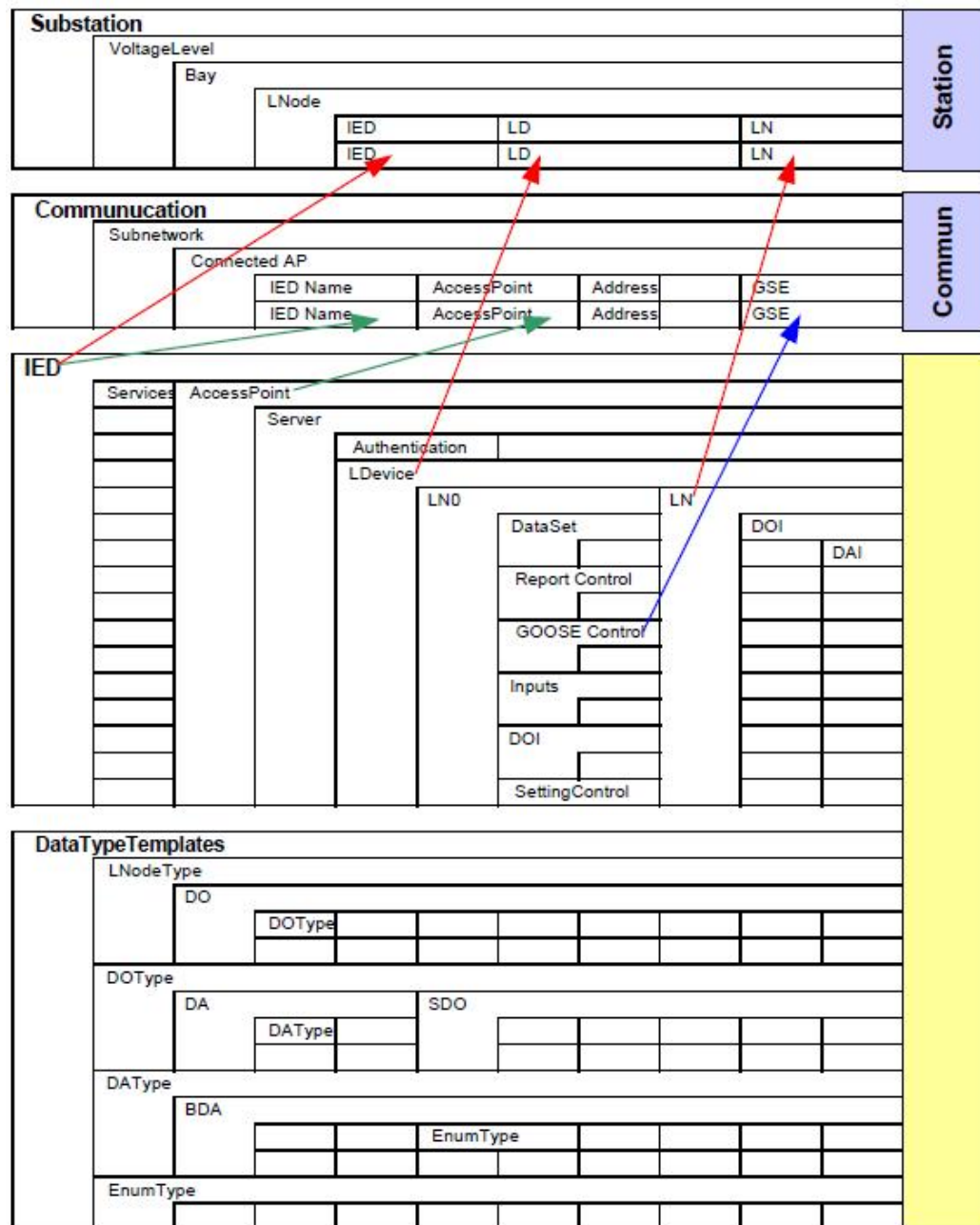
6.3 IEC 61850

Kommunikoinnin lisääminen suojaroleisiin muutti sähköjärjestelmät SPACOM-tuoteperheen myötä. Koneiden tiedonsiirto alkoi reikänauhasta ja siirtyi nopeasti sähköiseksi sarjaliikenteeksi tietokoneiden yleistyttyä -80 luvun lopussa. PC-koneessa käytetty sarja- eli COM-portti käytti RS-232-standardia. RS-485-standardi kehitettiin häiriölliseen ympäristöön ja sitä käytettiin SPACOM-tuotteissa. Kuparikaapelin lisäksi valokuitua voitiin käyttää SPACOM-tuotteissa. Strömberg kehitti SPACOM-tuotepereeseen SPA-protokollan, joka on laajasti edelleen käytössä. Eri valmistajien laitteiden sovittaminen samaan projektiin oli vaikeaa, koska valmistajilla oli omia protokollia. Siitä johtuen IEC 61850-kommunikaatiostandardi on kehitetty yhteistyössä eri laitevalmistajien kanssa. Standardi tukee suojaroleiden toimintoja aina koko sähköverkon kattaviin toimintoihin asti. Koska uusia suojaustoimintoja ja innovaatioita syntyy jatkuvasti, standardi on joustava. Datamalli on erillään kommunikaatiosta. Datamallissa suojarole (IED) ryhmitellään loogisiin laitteisiin (LD) ja edelleen loogisiin noodeihin (LN), jossa on dataobjekti sisältäen data-attribuutit, jotka sisältävät datan ominaisuudet ja arvot.

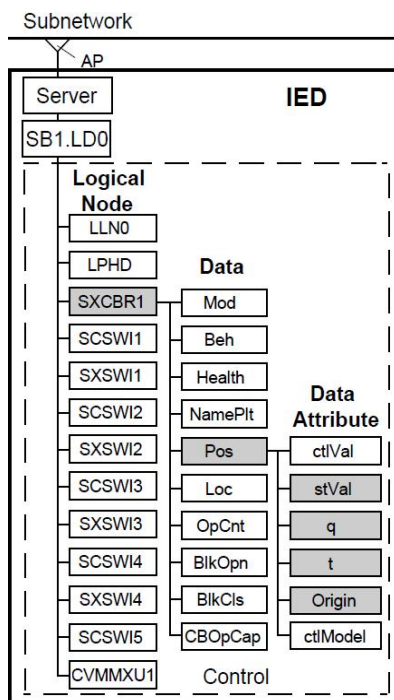


Kuva 16. IEC 61850-viestinvälitys.

Sähköaseman konfiguraation kuvauskieli (Station Configuration description Language SCL) on XML-kuvauskieli (Extensible Markup Language), joka on määritetty IEC 61850-6 standardin lauseessa 9. Sen avulla eri valmistajien konfiguraatioiden välinen tietojen lähettäminen määritellään.



Kuva 17. IEC61850-SCL-kielen kuvaus laitteista sähköasemalla. /4/



Kuva 18. Katkaisijan tilatiedot IEC 61850-määrittelynä. /4/

Funktiot voidaan jakaa prosessi-, sähköasema- ja kennotasoon. Suojareleen suojausfunktio voidaan hajauttaa useamman laitteen välille, jossa laitteet keskustele- vat kommunikoinnilla verraten toistensa dataa. (IEC 61850-1, 2013) Looginen noodi (logical node, LN) on funktion osana toimiva loogisen kokonaisuuden datan tallennuspaikka, joka voi kommunikoida toisten loogisten noodien kanssa. LN on aina suojarelekohtainen. Suojaustoiminnolla voi olla useita loogisia noodia. LN nimi muodostuu ryhmätunnuksesta ja nimestä. Jos laite ohjaa esimerkiksi useita instansseja, kuten erottimia, jokaisen erottimen nimeen lisätään juokseva numero eli instassinumero.

LN-dataobjektit ja niiden attribuutit ovat yhteisten dataluokkien (Common Data Classes, CDC) instansseja, jotka määrittelevät datan tyyppin. Attribuutit sisältävät varsinaisen datan, joita ovat arvo, laatu ja aika. Myös muita attribuutteja sallitaan.

6.4 Suojausfunktiot

Suojareleen funktiot jaetaan varsinaisiin suojausfunktioihin ja suojaukseen liittyviin funktioihin sekä mittaukseen, laskentaan, valvontaan ja ohjauksiin. Määräaikaiskoestuksen kannalta oleellisia ovat suojausfunktiot sekä suojaukseen liittyvät funktiot. Suojausfunktiot jakautuvat virtasuojiin, maasulkusuojaiin, erovirtasuojiin, epäbalanssisuojaiin, jännitesuojaiin, taajuussuojaiin, impedanssisuojaiin, tehosuojaiin, valokaarisuojaiin, kondensaattorisuojaiin ja koneen suojiin. Taulukko 2 sisältää funktiot ja niiden IEC 61850-tunnukset.

Taulukko 1. Relion[®]-funktioiden nimet ja IEC 61850-tunnus.

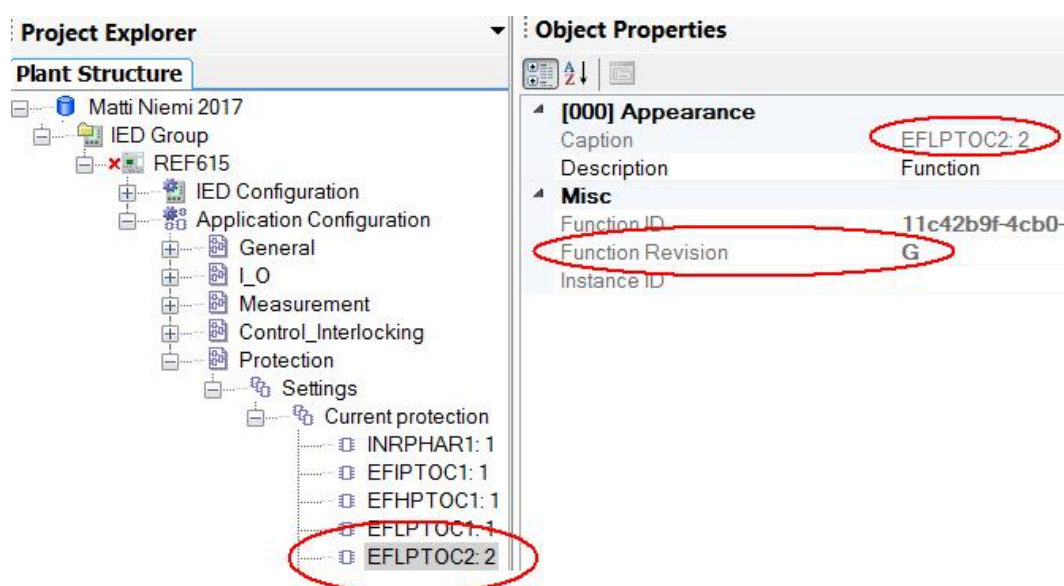
611/615/620	
FUNKTIOT:	IEC 61850
Three-phase non-directional over current, low	PHLPTOC
Three-phase directional overcurrent, high	PHHPTOC
Three-phase directional overcurrent, instantaneous	PHIPTOC
Three-phase directional overcurrent, low	DPHLPDOC
Three-phase directional overcurrent, high	DPHHPDOC
Three-phase voltage-dependent overcurrent	PHPVOC
Three-phase thermal protection cables, transformers	T1PTTR
Three-phase thermal overload	T2PTTR
Motor load jam protection	JAMPTOC
Loss of load supervision	LOFLPTUC
Loss of phase, undercurrent	PHPTUC
Thermal overload protection for motors	MPTTR
Non-directional earth-fault, low	EFLPTOC
Non-directional earth-fault, high	EFHPTOC
Non-directional earth-fault, instantaneous	EFIPTOC
Directional earth-fault protection, low	DEFLPDEF
Directional earth-fault protection, high	DEFHPDEF
Transient/intermittent earth-fault	INTRPTEF
Admittance-based earth-fault	EFPADM
Harmonics-based earth-fault	HAEFPTOC
Wattmetric-based earth-fault	WPWDE
Third harmonic based stator earth-fault	H3EFPSEF
Multifrequency admittance-based earth-fault	MFADPSDE
Line differential prot. with in-zone power transformer	LNPLDF
Stabilized and instantaneous diff.prot. for twowinding	TR2PTDF

Stabilized low-impedance restricted earth-fault	LREFPNDP
High-impedance based restricted earth-fault	HREFPDIF
High-impedance differential prot. Phase A	HIAPDIF
High-impedance differential prot. Phase B	HIBPDIF
High-impedance differential prot. Phase C	HICPDIF
Differential prot for machines	MPDIF
Negative-sequence overcurrent	NSPTOC
Phase discontinuity	PDNSPTOC
Phase reversal protection	PREVPTOC
Negative-sequence overcurrent prot. for machines	MNSPTOC
Three-phase overvoltage protection	PHPTOV
Three-phase undervoltage protection	PHPTUV
Residual overvoltage protection	ROVPTOV
Negative-sequence overvoltage	NSPTOV
Positive-sequence undervoltage	PSPTUV
Overexcitation protection	OEPVPH
Low-voltage ride-through protection	LVRTPTUV
Voltage vector shift protection	VVSPAM
Frequency protection	FRPFRQ
Load-shedding and restoration	LSHDPFRQ
Out-of-step protection	OOSRPSB
Three-phase underexcitation protection	UEXPDIS
Three-phase under impedance protection	UZPDIS
Underpower protection	DUPDPDR
Reverse power/directional overpower	DOPDPDR
Directional reactive power undervoltage	DQPTUV
Arc protection	ARCSARC
Motor start-up supervision	STTPMSU
Multipurpose protection	MAPGAPC
Three-phase overload for capacitors	COLPTOC
Current unbalance for capacitors	CUBPTOC
Three-phase current unbalance for capacitors	HCUBPTOC
Capacitor switching resonance	SRCPTOC
PROTECTION RELATED FUNCTIONS	IEC 61850
Three-phase inrush detector	INRPHAR
Circuit breaker failure protection	CCBRBRF
Master trip	TRPPTRC
High-impedance fault detection	PHIZ
Binary signal transfer	BSTGGIO
Emergency start-up	ESMGAPC
Fault locator	SCEFRFLO
Switch onto fault	CBPSOF
Trip circuit supervision	TCSSCBR
Current circuit supervision	CCSPVC

Current tr superv. High-impedance phase A	HZCCASPVC
Current tr superv. High-impedance phase B	HZCCBSPVC
Current tr superv. High-impedance phase C	HZCCCSPVC
Autoreclose	DARREC
Protection communication supervision	PCSITPC
Fuse failure supervision	SEQSPVC

6.5 Versiohistoria

Relion®-tuotepihe alkoi 615-sarjan versiosta 1.0, jonka versiotunnus tilauskoodissa on A. Nämä asiakastoimitukset korvattiin myöhemmin versiolla B (1.1), josta sarja siis varsinaisesti alkaa. RED615 A on myös versiota 1.1. Ensimmäinen 611-versio 1.0 laite käytti samaa alustaa kuin 615 4.0, jolloin molempien tilauskoodissa on XE. Nykyisin kaikki tuotteet käyttävät samaa versiotunnusta alustaversion mukaan, vaikka laite olisi juuri julkaistu. 5.0FP1 on viimeisin versio, jossa tilauskoodin versiotunnus on 1G. Suojausfunktioiden revisiotiedot selvitettiin asentamalla kaikki laiteversiot PCM600-projektiin ja katsomalla suojausfunktioita.

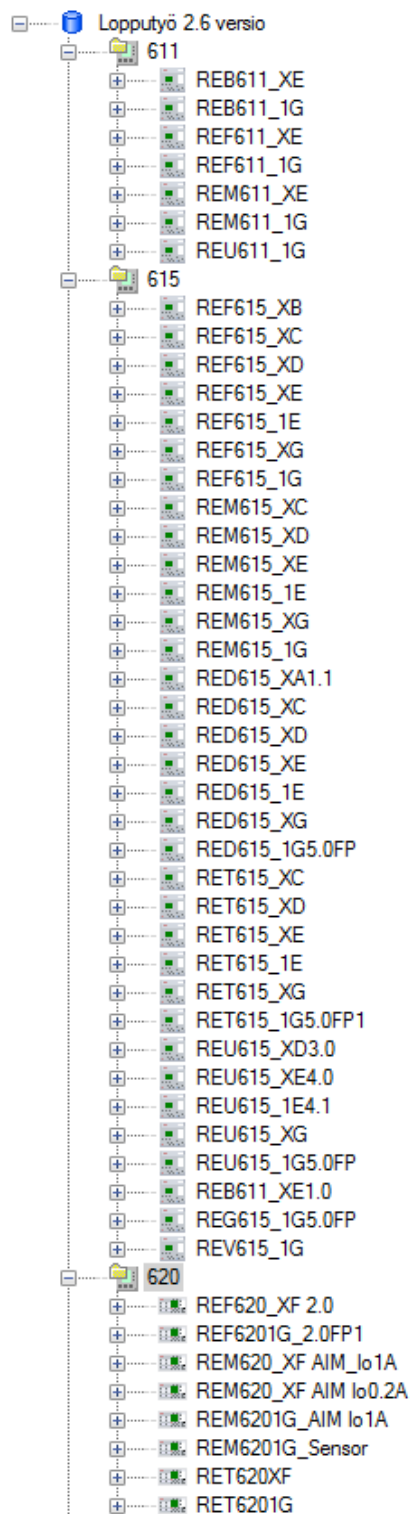


Kuva 19. Funktion revision selvittäminen PCM600-projektin avulla.

Kuvassa 19 näkyy suuntaamattoman maasulkusuojan revisio G. Jotta jokainen suojausfunktio voidaan lukea virheettömästi, tuli selvittää laiteversion suhde suojausfunktion revisioon. Lisäksi tuli selvittää, mikä suojausfunktiossa on muuttunut uuden version myötä ja onko sillä vaikutusta koestuksessa tarvittavan tiedon lukemiseen. Tämän lisäksi suojausfunktioista selvitettiin IEC 61850-standardin erot edition 1 ja edition 2 välillä.

Jotta laitteiden funktiot voitiin avata kuvan 19 osoittamalla tavalla PCM600-projektissa, oli kaikki laitetyypit ja niiden eri versiot ensin luotava PCM600-projektiin. Projektia luotaessa tulee päättää, ovatko laitteet IEC 61850-standardin edition 1 vai edition 2 mukaisia. Jos projekti on luotu edition 1 mukaiseksi, ei sinne voi lisätä edition 2 mukaisia laitteita, eikä edition 2 mukaiseen projektiin voi lisätä edition 1 mukaisia laitteita. Siksi oli luotava kaksi projektia. Kuvassa 20 näkyy PCM600-työkalun XML-puunäkymä. Selvyyden vuoksi on käytetty laiteryhmiä 611, 615 ja 620. Laitteet on nimetty pääsovelluksen ja laiterevision mukaan, jolloin niitä on helppo tarkastella projektissa. Projektin nimi ”Lopputyö 2.6 versio” kertoo, että projektiin on käytetty PCM600-työkalun versiota 2.6.

Taulukkoon 2 on eritelty jokaisen laitetyypin laiteversiot sekä kaikki funktiot. Funktioiden versiokirjain kertoo, mikä suojausfunktion versio on käytössä. Mikäli kirjainta ei ole, se tarkoittaa sitä, että se ei sisälly kyseisen laitteen pääsovellukseen. Esimerkiksi muuntajien suojareleeseen sisältyy jännitesäätö ja erovirtasuojat, kun taas generaattorin pääsuojaussovellukseen liittyvät taajuuteen ja magneetointiin liittyvät suojausfunktiot.



Kuva 20. Laiteversiot PCM600-projektin puurakenteessa.

Tulukko 2. Funktion versioriippuvuus laiterevisiosta.

	RED_XA	615_XC	615_XD	615_XE	615_1E	615_XG	615_1G	611_XE	611_1G	620_XF	620_1G
IEC 61850	REF_XB	2.0	3.0	4.0	4.0FP1	5.0	5.0FP1	1.0	5.0FP1	2.0	5.0FP1
PHLPTOC	A	B	B	C	C	D	E	B	E	C	E
PHHPTOC	A	C	C	D	D	E	F	C		D	F
PHIPTOC	A	C	C	C	C	D	E	C	E	C	E
DPHLPDOC		A	B	C	C	D	E			C	E
DPHHPDOC		A	B	C	C	D	E			C	E
PHPVOC							A				
T1PTTR	A	C	D	D	D	E	F	D	F	D	F
T2PTTR		A	B	B	B	C	D			B	D
JAMPDOC		A	A	A	A	B	C	A	C	A	C
LOFLPTUC		A	A	A	A	B	C	A	C	A	C
PHPTUC										A	B
MPTTR		A	B	C	C	D	F	B	F	C	E
EFLPTOC	A	C	D	E	E	F	G	D	G	G	G
EFHPTOC	A	B	C	D	D	E	F	C	F	F	F
EFIPTOC			D			E	F		F	F	F
DEFLPDEF	A	B	C	D	D	E	F	C	F	D	F
DEFHPDEF	A	B	C	D	D	E	F		F	D	F
INTRPTEF		B	B	C	C	C	C	B		D	E
EFPADM				B						B	E
HAEFPTOC					A					A	C
WPWDE										C	C
H3EFPSEF							A				
MFADPSDE										A	A
LNPLDF	A	A	A	B	B	C	D				
TR2PTDF		A	A	A	A	B	C			A	C
LREFPNDP		A	A	A	A	B	D			A	C
HREFPDIF						B	C			A	C
HIAPDIF								B	B		
HIBPDIF								B	B		
HICPDIF								B	B		
MPDIF										A	C
NSPTOC	A	B	B	C	C	D	E	B	E	C	E
PDNSPTOC	A	A	A	A				A	D	B	D
PREVPTOC		A	A	A	A	A	B	A			B
MNSPTOC		A	A	A	A	B	C	A	C		
PHPTOV			A	B	B	C	D		D	B	D
PHPTUV		A	A	B	B	C	D		D	B	D
ROVPTOV		A	B	B	B	C	D	B	D	B	D
NSPTOV		A	B	B	B	C	D		D	B	D
PSPTUV		A	B	B	B	C	D		D	B	D
OEPVPH							B			A	B
FRPFRQ			A	A	B	C	D		D	B	D
LSHDPFRQ										A	C
UEXPDIS							A				
UZPDIS							A				
DUPPDPR							A				
DOPPDPR							A				
ARCSARC	A	A	A			A1	B				
STTPMSU		A	A	A	A	B	C1	A		A	C
MAPGAPC			A	A	A					A	C
COLPTOC							B				
CUBPTOC							B				

SRCPTOC							B				
INRPHAR	A	A	A	A	A	B	C	A	C	A	C
CCBRBRF	A	A	B	B	B	D	E	B	E	B	F
BSTGGIO	A	A	A	A	A	B	C				
ESMGAPC						B	C	A	C	A	C
SCEFRFLO						A	B				
CBPSOF									B		
DARREC						E	F		F	F	F

Vihreällä merkatuissa suojausfunktioissa on oleellisia muutoksia, jotka on otettava huomioon tiedonsiirrossa vanhojen ja uusien revisioinen välillä. Funktioihin on lisätty parametreja myöhemmissä versioissa. Liitteenä on erillinen lista, jossa revisiomuutokset on kommentoitu.

Esimerkiksi DPHLPDOC- ja DPHHPDOC-funktioihin on lisätty NON_DIR-asettelu, jolloin sitä voidaan käyttää suuntaamattomana alkaen versiosta B. EFLPTOC- ja EFIPTOC- sekä EFHPTOC-funktioihin on lisätty valinta, onko maasulkuvirta laskennallinen vai mitattu arvo. Pääsääntöisesti funktioiden revisiot eivät vaikuta koestukseen.

6.6 Relion[®]-hardwaren eroavaisuudet

Laitteen malli, tyyppi ja konfiguraatio määrittelevät yhdessä, mitä analogiatuloja laitteeseen on aktivoitu. Samaa lukutapaa käytetään sekä 611-, 615- että 620-suojareleeseen. Laitteen tilauskoodi sisältää laitekoonpanotiedot, jotka voidaan lukea laitteelta tietokannalle. IEC 61850-tunnus laitteen tilauskoodille määräytyy käytössä olevan protokollaversio mukaan. Jos käytössä on edition 1, tilauskoodin lukuosoite on ”LD0.LDEV1.OrdNum.stVal”. Jos käytössä on edition 2, lukuosoite on ”LD0.LDEV1.NamPlt.eOrdNum”. Datatyyppi on ”VisString255” molemmissa versioissa. Koestustyökälua suunniteltaessa on selvitettävä, tuleeko koestajan syöttää manuaalisesti tilauskoodi, vai luetaanko se automaattisesti. Mitauskanavien lukemiseen käytettävät osoitetiedot ja datatyypit ovat taulukossa 3.

Taulukko 3. Mittauskanavien lukemiseen käytettävät tiedot.

Mittauskanava	Signaalin selitys	Luettavan arvon selite	61850 osoite datan lukemiseen	Data-tyyppi
(3I,CT)	Primary current	1.0...6000.0 A	LD0.IL1TCTR1.ARtg.setMag.f	FLOAT32
(3I,CT)	Secondary current	1=0.2A; 2=1A; 3=5A	LD0.IL1TCTR1.ARtgScy.setVal	Enum
(3I,CT)	Reverse polarity	Reverse polarity	LD0.IL1TCTR1.RevPol.setVal	BOOLEAN
(3I,CT)	Net Nom.Current (In)	39...4000 A	LD0.IL1TCTR1.ARtgNom.setMag.f	FLOAT32
(3I,CT)	Rated Secondary Val.	1.000...150.000 mV/Hz	LD0.IL1TCTR1.VRtgScyRat.setMag.f	FLOAT32
(3U,VT)	Primary voltage	0.100...440.000 kV	LD0.UL1TVTR1.VRtg.setMag.f	FLOAT32
(3U,VT)	Sensor division ratio	1000...20000	LD0.UL1TVTR1.Rat.setMag.f	FLOAT32
(3U,VT)	Secondary voltage	60...210 V	LD0.UL1TVTR1.VRtgScy.setMag.f	FLOAT32
(3U,VT)	VT connection	1=Wye; 2=Delta	LD0.UL1TVTR1.VConnTyp.setVal	Enum
(3U,VT)	Voltage input type	1=Voltage trafo; 3=sensor	LD0.UL1TVTR1.VInTyp.setVal	Enum
(3UB,VT)	Primary voltage	0.100...440.000 kV	LD0.UL1TVTR2.VRtg.setMag.f	FLOAT32
(3UB,VT)	Secondary voltage	60...210 V	LD0.UL1TVTR2.VRtgScy.setMag.f	FLOAT32
(3UB,VT)	VT connection	4=UL1	LD0.UL1TVTR2.VConnTyp.setVal	Enum
(3UB,VT)	Voltage input type	1=Voltage trafo	LD0.UL1TVTR2.VInTyp.setVal	Enum
(Uo,VT)	Primary voltage	0.1...440.000 kV	LD0.RESTVTR1.VRtg.setMag.f	FLOAT32
(Uo,VT)	Secondary voltage	60...210 V	LD0.RESTVTR1.VRtgScy.setMag.f	FLOAT32
(Io,CT)	Primary current	1.0...6000.0 A	LD0.RESTCTR1.ARtg.setMag.f	FLOAT32
(Io,CT)	Secondary current	1=0.2A; 2=1A; 3=5A	LD0.RESTCTR1.ARtgScy.setVal	Enum
(Io,CT)	Reverse polarity	0	LD0.RESTCTR1.RevPol.setVal	BOOLEAN
(IoB,CT)	Primary current	1.0...6000.0 A	LD0.RESTCTR2.ARtg.setMag.f	FLOAT32
(IoB,CT)	Secondary current	2=1A; 3=5A	LD0.RESTCTR2.ARtgScy.setVal	Enum
(IoB,CT)	Reverse polarity	0	LD0.RESTCTR2.RevPol.setVal	BOOLEAN
(UoB,VT)	Primary voltage	0.1...440.000 kV	LD0.RESTVTR2.VRtg.setMag.f	FLOAT32
(UoB,VT)	Secondary voltage	60...210 V	LD0.RESTVTR2.VRtgScy.setMag.f	FLOAT32

Taulukossa 4 on esitetty, miten laitteen malli (611, 615, 620), ja suojausksen pääsovellus (REF, REF, RET...) yhdessä vakiokonfiguraatio kanssa (standardikonfiguraation A, B, C...) määrittelevät laitteessa olevat jännitemittauksen ja virtamittauksen tulokanavat. Sensoritulolla varustetussa laitteessa on oma vakiokonfiguraatio. Tämän lisäksi laitteesta saadaan selville vakiokonfiguraation sisältämät suojausfunktiot. Tämän tiedon pohjalta koestustyökalu kykenee tekemään raporttipohjan, jossa on koestettavat funktiot sekä niiden koestamiseen käytettävät mittauskanavat. Raporttipohja täydentyy asettelujen lukemisen jälkeen, jolloin halutessa vain käytössä olevat suojausfunktiot näkyvät raportissa. Kuvassa 21 näkyy fyysiset liittimet ja liitinnumerot REF615-suojareleen binääritulo-, analogiatulo- ja lähtöreleliitännöistä. Lisäksi kuvassa on valokaarisensorien liitännät.

Taulukko 4. Mittauskanavien määritys laitemallista.

Serie	Type	Conf.	CT	VT	Sensor
615	RED	A	4	0	0
615	RED	B	4	1	0
615	RED	C	4	0	0
615	RED	D	4	5	0
615	RED	E	1	0	3
615	REF	A	4	1	0
615	REF	B	4	1	0
615	REF	C	4	0	0
615	REF	D	4	0	0
615	REF	E	4	0	0
615	REF	F	4	5	0
615	REF	H	4	5	0
615	REF	J	4	5	0
615	REF	N	4	5	0
615	REF	G	1	0	3
615	REF	L	1	0	3
615	REF	K	5	5	0
615	REM	A	4	0	0
615	REM	B	4	3	0
615	REM	C	4	5	0
615	REM	D	1	0	3
615	REG	A	4	5	0
615	REG	C	4	5	0
615	REG	D	7	5	3
615	RET	A	7	0	0
615	RET	B	7	0	0
615	RET	C	7	0	0
615	RET	D	7	0	0
615	RET	E	7	5	0
615	RET	F	7	5	0
615	RET	G	7	5	0
615	RET	H	7	5	0
615	REU	A	0	5	0
615	REU	B	4	3	0
615	REV	A	7	0	0
615	REV	B	7	5	0
620	REM	A	7	5	0
620	REM	B	1	0	3
620	REF	A	4	5	0
620	REF	B	1	0	3
620	RET	A	8	8	0
611	REF	A	4	1	0
611	REF	B	4	0	0
611	REF	C	4	4	0
611	REM	A	4	0	0
611	REU	A	0	5	0
611	REB	A	4	0	0

Sensor

Virta- ja jännitetulot
sensoriteknikalla

VT

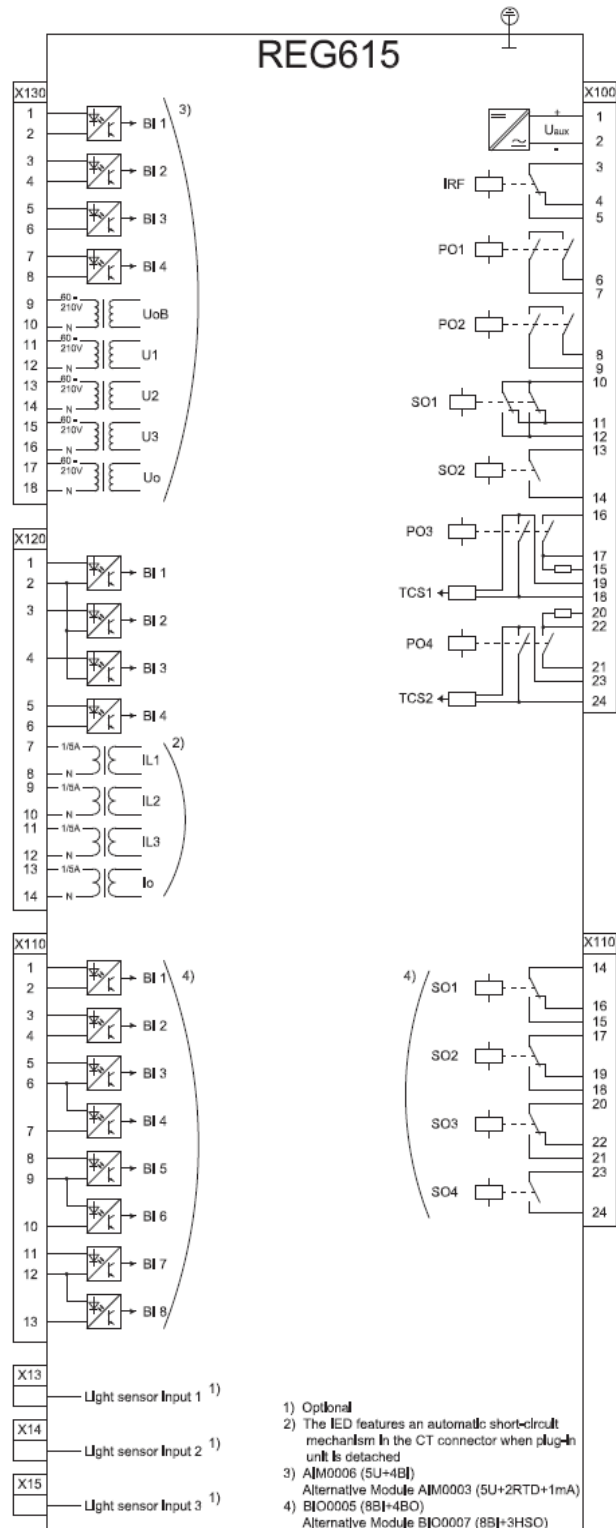
Jännitetulokortti
virtatulojen lisäksi

CT

Virtamuuntajatulo
Ei jännitemittauksia

Conf.

Vakiokonfiguraation
tunnus



Kuva 21. 615-suojareleen tyypillinen liityntärajäpinta. /4/

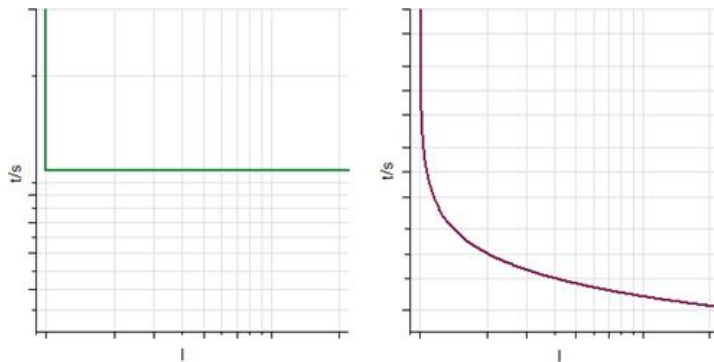
7 KOESTUSPARAMETRIEN MÄÄRITTELY

Määräaikaiskoestuksessa luetaan laitteen koestettavat asetteluarvot, liitetään ne koestuspöytäkirjaan sekä suoritetaan koestus käyttäen koestuslaitetta. Suojarelettä syötetään koestusvirralla sekä koestusjännitteellä, jonka tuloksena laitteen mittaus- ja toiminta-aikatarkkuus todetaan. Tulokset kirjataan pöytäkirjaan. Koestusparametrien määrittelyssä lukemista varten on huomioitu parametrien oleellisuus koestustilanteessa. Suojareleestä ei tarvitse lukea koestustilanteessa epäoleellisia asetteluja, kuten mittausmoodin asettelua. Lisäksi puuttuvien parametrien lukemista tulee välttää, kun tiedetään versioiden erot. Tällöin koestustyökalun parametrien lukutoiminnosta voidaan tehdä yhteensopiva kaikkien laiteversioiden kanssa.

7.1 Suuntaamattoman ylivirtafunktion tarkastelu

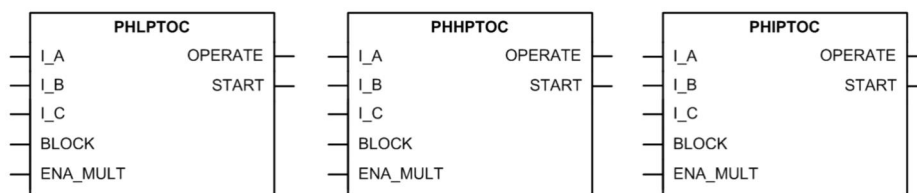
Ylivirtafunktiot jaetaan suunnattuihin ja suuntaamattomiin yksi-, kaksi- tai kolmi-vaiheisiin suojaustoimintoihin. Nopeuden ja toimintavirran mukaan portaat jakautuvat tyypillisesti kolmeen portaaseen. Alempi porras (low stage) on ylikuormitussuoja. Alempia portaita on kaksi. Momenttiporras (High stage) on oikosulkusuoja. Ylempää portaita on kaksi. Hetkellisporras (Instantaneous stage) on nopein oikosulkusuoja, jota käytetään suurimmalla oikosulkuvirralla. Testauksen kannalta jokainen porras on oma kokonaisuutensa asetteluineen. Laukaisuaika voi olla vakioaikainen tai käänteisaikainen, jossa virran suuruus määrää ajan pituuden käyrän mukaisesti. Käyrämuotojen ero näkyy kuvassa 22, jossa vasemmalla on kiinteä aika ja oikealla käänteinen aika. Käänteisajan käyrien erilaisia jyrkkyysmuotoja on valittavissa 15, minkä lisäksi asiakas voi itse ohjelmoida oman toimintakäyrän. Nopeimmat suojausportaat, jotka on tarkoitettu oikosulkusuojaukseen, toimivat aina vakioaikaisena. Käänteisaikaista funktiota koestettaessa sekä analogikanavan mittaustarkkuus että laitteen toiminta-ajan tarkkuus vaikuttavat toiminta-aikaan. Käänteisajan aikatoleranssia laskettaessa tämä tulee ottaa huomioon. Koska käänteisajan toiminta-aika riippuu syötetystä suureesta, tulee koestustyökaluun määrittellä kaava, joka laskee sopivan koestussyöttövirran perustuen

asetteluarvoon ja koestuslaitteen antokapasiteetin. Syötettävälle suurelle laskeaan toimintatoleranssit koestusraporttiin perustuen suojausalueen teknisiin tietoihin.

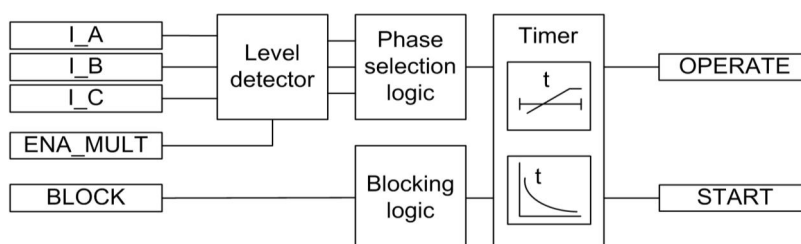


Kuva 22. Vakioaikainen ja käänteisaikainen toimintakäyrä. /4/

PHLPTOC, PHIPTOC ja PHHPTOC ovat kolmivaiheisen suuntaamattoman ylivirtasuojan funktiot. I_A, I_B ja I_C ovat mitatut vaihevirrat. OPERATE-lähtö toimii asetellun ajan jälkeen. START-lähtö toimii heti, kun virtasuure ylittää suojausfunktioon asetellun virtarajan. Mikäli tarkkuus mitataan OPERATE-lähdöstä eli laukaisureleeltä, tulee koestuslaitteen virta-arvoa kasvatettaessa ottaa huomioon aseteltu viive. Funktion toimintaperiaate on kuvassa 24.

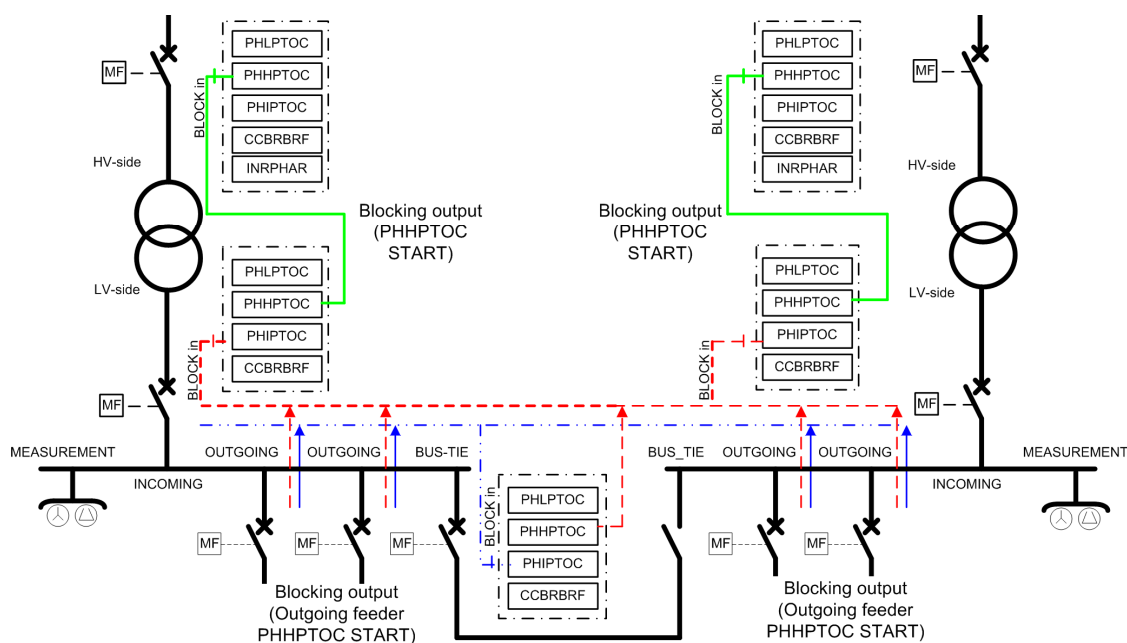


Kuva 23. Kolmivaiheiset suuntaamattomat ylivirtasuojatoimilohkot. /4/



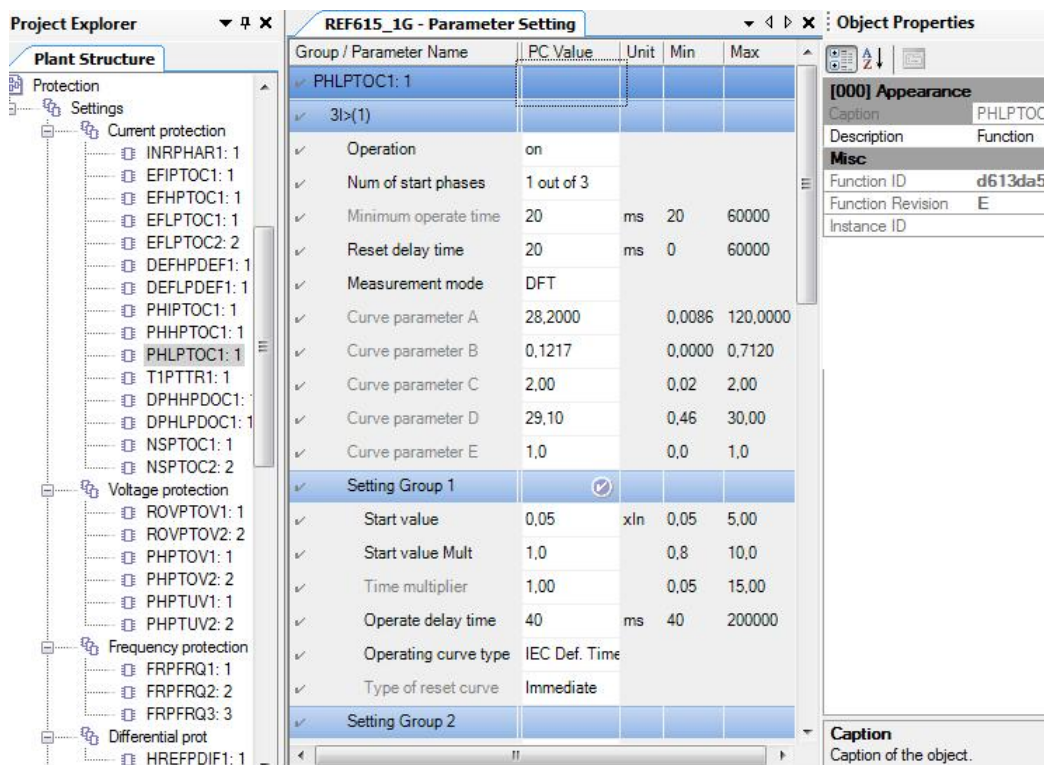
Kuva 24. PHxPTOC-suojausfunktion toimintaperiaate. /4/

Koestuksessa syötetään jokaista vaihetta erikseen, mitataan aika ja todetaan toiminta lähtöreleeltä. Suojaus ei toimi, jos lukitustulo ("Block") on aktiivinen, toimilohko on asetettu "OFF" eli pois-tilaan tai jos lähtöreleen signaali on estetty. Kuvassa 25 on esitetty sähköaseman tyypillinen suojausjärjestelmä. Asemalla on kaksi päämuuntajaa. Johtolähdön (Outgoing feeder) ylivirtafunktion havahtuminen eli START-lähtösignaali lukitsee kiskoa syöttävän ylemmän suojausjärjestelmän ylemmän funktion. Tällöin jakelulinjalla oleva vika ei vahingossa aiheuta laukaisua sähköaseman kiskoon. Mikäli alempi suojausjärjestelmä ei laukaise vikaa pois, toimii ylemmän suojan alempi porras toimintaviiveen jälkeen.



Kuva 25. Ylivirtasuojien lukitusperiaate. /4/

Koestuksessa tarvittavat ylivirtafunktion asetellut näkyvät kuvassa 26. Yhteisissä asetelluissa näkyy, että funktio on käytössä ja mittaavia vaihevirtoja suojausaktivoimiseen tarvitaan yksi kolmesta. Setting Group1 sisältää asetellun virta-arvon "Start value" sekä asetellun toiminta-ajan "Operate delay time". Kun vielä huomioidaan "Operating curve type", voidaan funktio koestaa.



Kuva 26. Tyypillinen PCM600-työkalun parametrien asettelu.

Jos käänteisaika on valittu, luetaan myös käänteisajan toimintakäyrätyyppi:

- 1=ANSI Ext. inv.
- 2=ANSI Very inv.
- 3=ANSI Norm. inv.
- 4=ANSI Mod. inv.
- 5=ANSI Def. Time
- 6=L.T.E. inv.
- 7=L.T.V. inv.
- 8=L.T. inv.
- 9=IEC Norm. inv.
- 10=IEC Very inv.
- 11=IEC inv.
- 12=IEC Ext. inv.
- 13=IEC S.T. inv.
- 14=IEC L.T. inv.
- 15=IEC Def. Time
- 17=Programmable
- 18=RI type
- 19=RD type

Koestuksessa tarvittavien parametrien lukeminen IEC61850-standardin mukaisesti PHLPTOC1-funktiossa on määritelty taulukossa 5.

Taulukko 5. PHLPTOC1-funktiosta luettavat parametrit.

Toiminto	Arvo	Parametrin määrittely	Tyyppi
Operation	1=on; 5=off	LD0.PHLPTOC1.Mod.Oper.ctlVal	Enum
Number of phases	1, 2, 3	LD0.PHLPTOC1.NumPh.setVal	Enum
Oper. curve type	15	LD0.PHLPTOC1.TmACrv.setCharact	Enum
Start value	0.05...5.00 xIn	LD0.PHLPTOC1.StrVal.setMag.f	FLOAT32
Operate delay time	20...200000ms	LD0.PHLPTOC1.OpDITmms.setVal	INT32

PHLPTOC2-funktion asetteja luettaessa numeroviittaus muuttuu IEC 61850-osoitteessa. Esimerkiksi ”LD0.PHLPTOC2.Mod.Oper.ctlVal” järjestysnumero on nyt 2. PHHPTOC- ja PHIPTOC-funktioissa on kaksi tasoa, PHHPTOC1 ja PHHPTOC2 sekä PHIPTOC1 ja PHIPTOC2.

Koestuksessa käytettävät toleranssit määntyvät suojausfunktion teknisistä ominaisuuksista. Toleransseja laskettaessa tulee asetteluarvoista laskea, käytetäänkö minimitoleranssia vai prosentuaalista toleranssiarvoa. Prosentuaalinen arvo ei voi olla minimiarvoa pienempi. Suojausfunktion ominaisuudet ja toleranssit ilmoitetaan suojausfunktion teknisissä tiedoissa. Taulukossa 6 on suuntaamattoman ylivirtasuojan tekniset tiedot. Kaikki suojausfunktiot löytyvät teknisestä ohjekirjasta.

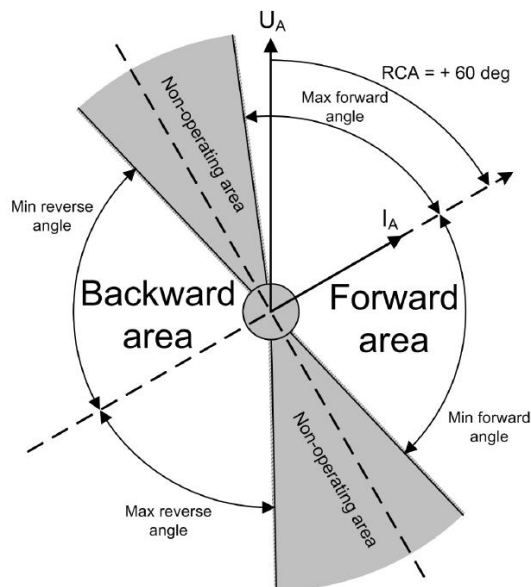
Taulukko 6. Ylivirtasuojausfunktion tekniset tiedot. /4/

Characteristic		Value		
Operation accuracy		Depending on the frequency of the measured current: $f_n \pm 2$ Hz		
	PHLPTOC	$\pm 1.5\%$ of the set value or $\pm 0.002 \times I_n$		
	PHHPTOC and PHIPTOC	$\pm 1.5\%$ of set value or $\pm 0.002 \times I_n$ (at currents in the range of $0.1 \dots 10 \times I_n$) $\pm 5.0\%$ of the set value (at currents in the range of $10 \dots 40 \times I_n$)		
Start time ¹⁾²⁾		Minimum	Typical	Maximum
	PHIPTOC: $I_{\text{Fault}} = 2 \times \text{set Start value}$ $I_{\text{Fault}} = 10 \times \text{set Start value}$	16 ms	19 ms	23 ms
		11 ms	12 ms	14 ms
	PHHPTOC and PHLPTOC: $I_{\text{Fault}} = 2 \times \text{set Start value}$	23 ms	26 ms	29 ms
Reset time	Typically 40 ms			
Reset ratio	Typically 0.96			
Retardation time	<30 ms			
Operate time accuracy in definite time mode	$\pm 1.0\%$ of the set value or ± 20 ms			
Operate time accuracy in inverse time mode	$\pm 5.0\%$ of the theoretical value or ± 20 ms ³⁾ $\pm 5.0\%$ of the theoretical value or ± 40 ms ³⁾⁴⁾			
Suppression of harmonics	RMS: No suppression DFT: -50 dB at $f = n \times f_n$, where $n = 2, 3, 4, 5, \dots$ Peak-to-Peak: No suppression P-to-P+backup: No suppression			

7.2 Suunnatun ylivirtafunktion tarkastelu

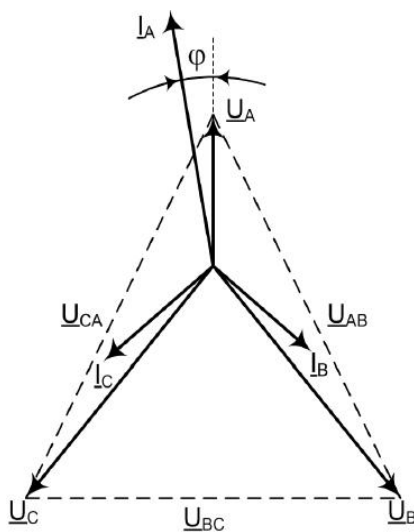
Suunnatussa ylivirtasuojassa virran lisäksi mitataan jännitteet, josta saadaan vaihekulmat. Vaihevirtoja verrataan vaihejännitteisiin valitun polarisointitavan mukaan. Polasiointitapoja on neljä. Itsepolarisaatio, ristipolarisaatio, jännitteen myötäkomponentti ja jännitteen vastakomponentti. Suojauksen suunta määritellään eteenpäin, taaksepäin, eteen ja taakse. Suunnattua suojaustoimintoa voidaan käyt-

tää myös suuntaamattomana. Funktiot ovat nimeltään DPHLPDOC1, DPHLPDOC2, DPHHPDOC1 ja DPHHPDOC2. Toimintatasoja on valittavissa neljä. Suunnatun suojan toiminta-alue on kuvassa 27.



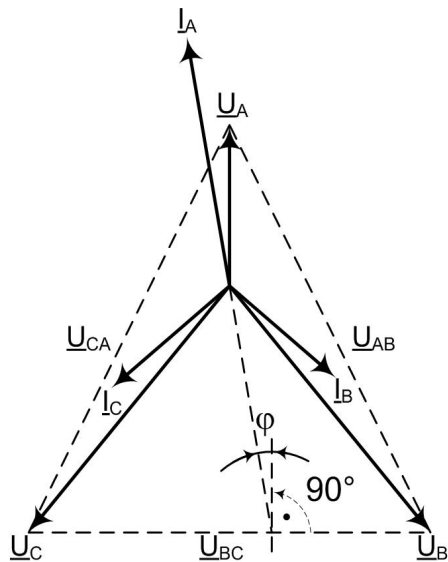
Kuva 27. Suunnatun ylivirtasuojauksen toiminta-alueet. /4/

Itsepolarisaatiossa vaihevirtaosoitinta I_A verrataan saman vaiheen U_A jänniteosoittimeen. Kuvassa 28 on vektoriesitys virroista ja jännitteistä.

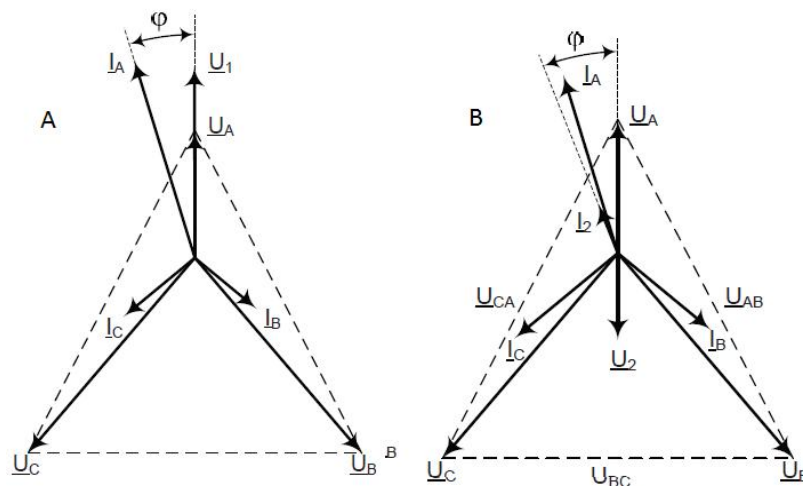


Kuva 28. Suunnatun ylivirran itsepolarisointimenetelmä. /4/

Ristipolarisaatio vertaa vaihevirran osoitinta I_A vastakkaiseen pääjännitteeseen U_{BC} , johon lisätään 90 astetta. Kuvassa 29 on vektoriesitys ristipolarisaatiosta.

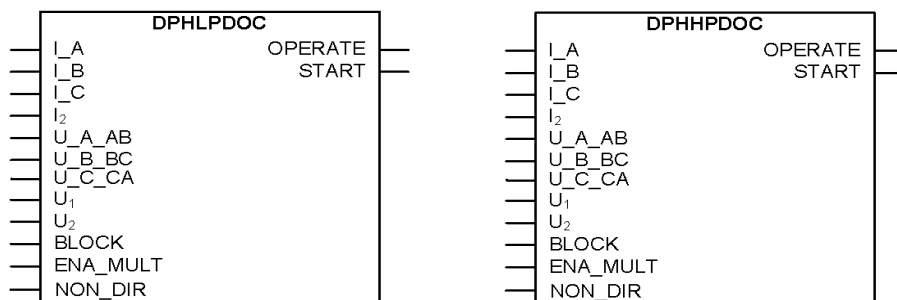


Kuva 29. Suunnatun ylivirran ristipolarisointimenetelmä. /4/



Kuva 30. A myötäkomponentti- ja B vastakomponenttimenetelmä. /4/

Suunnatussa suojauksessa tulee varmistua, että vaihejärjestys on kytketty oikein.



Kuva 31. Suunnatun kolmivaiheisen ylivirtasuojan toimilohkot. /4/

Suunnatun ylivirtasuojan toimilohkojen liityntärajapinnat näkyvät kuvassa 31. Vaihevirrat mitataan tulosta I_A, I_B ja I_C, virran vastakomponentin tulo on I₂. Vaihe- tai pääjännitteiden tulot ovat U_A_AB, U_B_BC ja U_C_CA. Myötäkomponentin jännitetulo on U₁ ja vastakomponentin jännitetulo on U₂. Lukitustulosignaali on BLOCK ja suuntaamattoman toiminnon tulosignaali on NON_DIR. Laukaisun lähtösignaali on OPERATE ja havahtumislähtösignaali on START. ENA_MULT on tulovirran kertoimen aktivointiin käytetty tulosignaali.

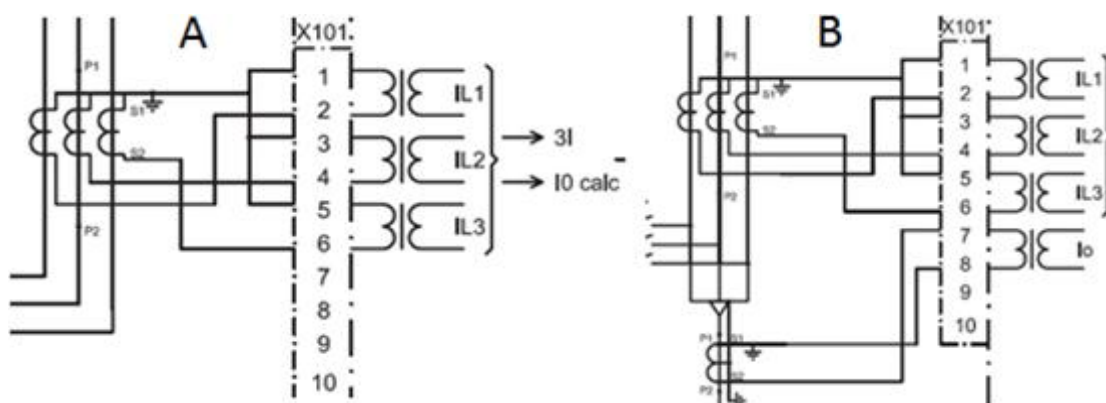
Taulukko 7. Relion[®]-DPHxPDOC-funktiosta luettavat parametrit.

Operation	1=on; 5=off	LD0.DPHLPDOC1.Mod.Oper.ctiVal	Enum
Operating curve	15	LD0.DPHLPDOC1.TmACrv.setCharact	Enum
Start value	0.05...5.00 xIn	LD0.DPHLPDOC1.StrVal.setMag.f	FLOAT32
Operate delay time	40...200000 ms	LD0.DPHLPDOC1.OpDIImmms.setVal	INT32
Directional mode	1=Non-dirl; 2=Forw; 3=Rev	LD0.DPHLPDOC1.DirMod.setVal	Enum
Allow Non Dir	0	LD0.DPHLPDOC1.AllwNonDir.setVal	BOOLEAN
Characteristic angle	-179...180 deg	LD0.DPHLRDIR1.ChrAng.setMag.f	FLOAT32

7.3 Suuntaamattoman maasulkusuojauksen tarkastelu

Suuntaamattoman maasulkusuojauksen IEC 61850-tunnukset ovat EFLPTOC, EFHPTOC ja EFIPTOC. Vastaavat IEC 60617-standardin mukaiset tunnukset ovat I_{0>}, I_{0>>} ja I_{0>>>}. Suuntaamaton maasulkusuojaus tarkkailee nollavirtaa I₀,

joka voidaan joko mitata kaapelivirtamuuntajalla tai laskea summavirta vaihevirroista L1, L2 ja L3. Vaihevirtojen ollessa isoja menetetään herkkyyttä maavuotovirran laskennassa. Siksi myös sensoreilla varustetussa ABB-suojareleessä voidaan käyttää perinteistä herkkää 0,2 A kaapelivirtamuuntajan analogiatuloa. Toimintakriteerinä suojausfunktiolla on vikavirran asetteluarvon ylitys asetellun ajan verran.



Kuva 32. A laskennallinen nolavirta I_0 , B kaapelivirtamuuntajalla mitattu I_0 .

Vaihevirtojen summa on normaalisti aina nolla, kun virtaa ei vuoda maatasoon. Esimerkiksi myrskytuulen kaataessa puun avojohtoon alkaa maasulkuvirta kulkea puun runkoa pitkin, jolloin vaihevirtojen summa poikkeaa nollasta.

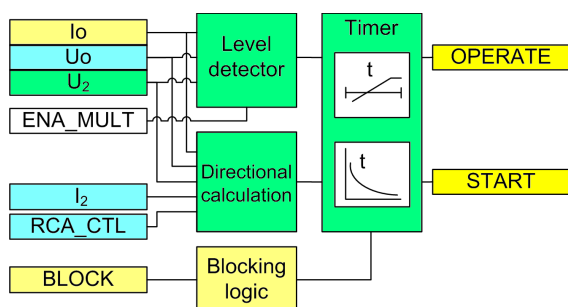
Taulukko 8. Relion[®]-koestusasettelut EFLPTOC1-funktiossa.

Operation Off / On	1=on; 5=off	LD0.EFLPTOC1.Mod.OperctlVal	Enum
Operate delay type	15	LD0.EFLPTOC1.TmACrv.setCharact	Enum
Start value	0.010...5.000 x In	LD0.EFLPTOC1.StrVal.setMag.f	FLOAT32
Operate delay time	40...200000 ms	LD0.EFLPTOC1.OpDlTmms.setVal	INT32

Taulukon 8 mukaisesti luetaan asettelut kaikista käytössä olevista EFLPTOC-, EFHPTOC- ja EFIPTOC-funktioista. EFIPTOC-funktiossa ei ole käänteisaikaa, joten siitä ei lueta viiveen tyyppiä.

7.4 Suunnatun maasulkusuojauksen tarkastelu

Suunnatun maasulkusuojan IEC 61850-tunnukset ABB Relion® tuotteissa ovat DEFLPDEF ja DEFHPDEF. Vastaavat IEC 60617-standardin mukaiset tunnukset ovat $I_0>>>$ ja $I_0>>>$. Suunnatun maasulkusuojan toimintaperiaate näkyy kuvassa 33, jossa on esitetty mittaustulot, ohjaustulot sekä lähtösignaalit.

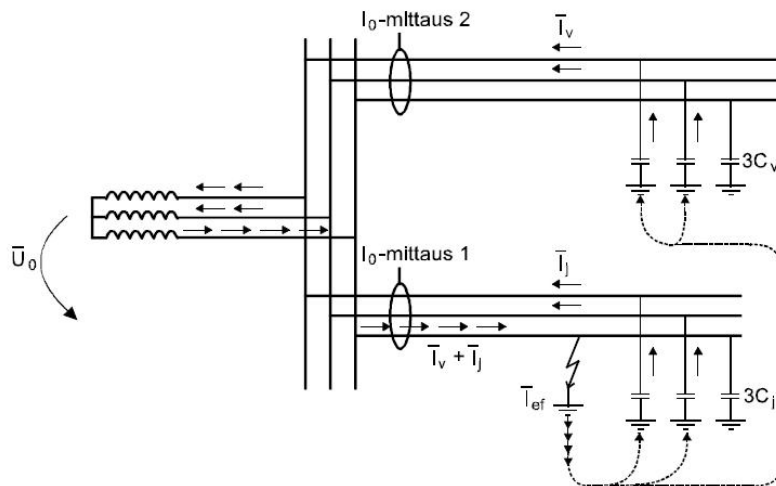


Kuva 33. Suunnatun maasulkusuojan toimintakaavio. /4/

Suunnatussa maasulkusuojassa nollavirran I_0 lisäksi mitataan nollajännite U_0 , jolloin voidaan päätellä sähkön kulkusuunta. Muuntajan tähtipisteen jännite on teoreettisesti nolla, kun verkossa ei ole maasulkuvikaa. Maasulkuviassa nollajännite nousee, jolloin sitä syöttävän johdon suojarele havahtuu ja laukaisee. Nollajännitteen mittausta toteutetaan jännitemittamuuntajien avokolmiokäämityksellä. Myös verkon tähtipisteen ja maan välissä olevalla mittamuuntajalla voidaan nollajännite mitata. Laskennallista jännitteiden summamittausta voidaan myös käyttää etenkin jännitesensorien kanssa. Suunnatun maasulkusuojauksen asetteluissa tulee huomioida I_0 virtamuuntajan mittaustarkkuus sekä vaihekulman tarkkuus virhetoimintojen välttämiseksi.

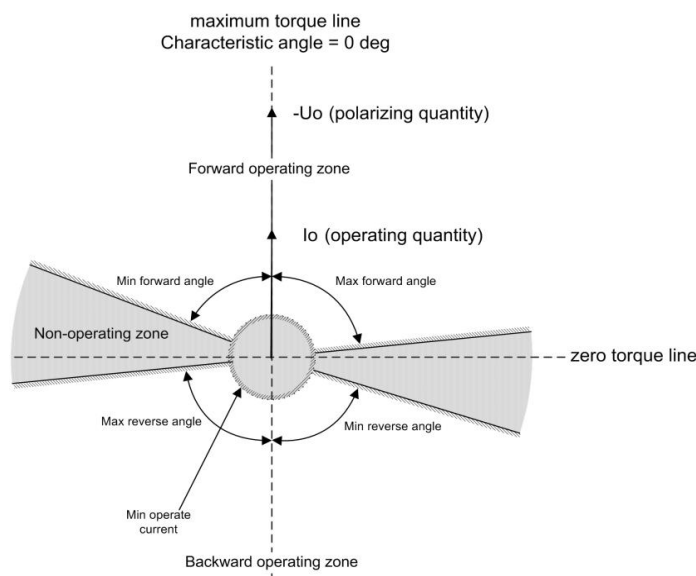
Virran suunta voidaan mitata polarisaatiomenetelmillä nollajännite- ja vastajännitemenetelmä. Nollajännitemenetelmä käyttää nollajännitettä U_0 nollavirran I_0 suunnan määrittämiseksi. Vastajännitemenetelmä käyttää I_2 suunnan määrittämiseen vastajännitteen komponenttia U_2 . U_0 jännitteen asettelu on oltava sama sähköaseman kaikilla johtolähdöillä, kun jännite tulee samalta kiskolta. I_0 virta-asettelu

on johtolähtökohtainen, riippuen johtotyypistä ja linjan pituudesta. Kuvassa 34 näkyy maasulkuvirran kulkeutuminen maatason kautta kapasitiivisesti verkkoon.



Kuva 34. Vikavirran kiertokulku maasulkuviassa. /4/

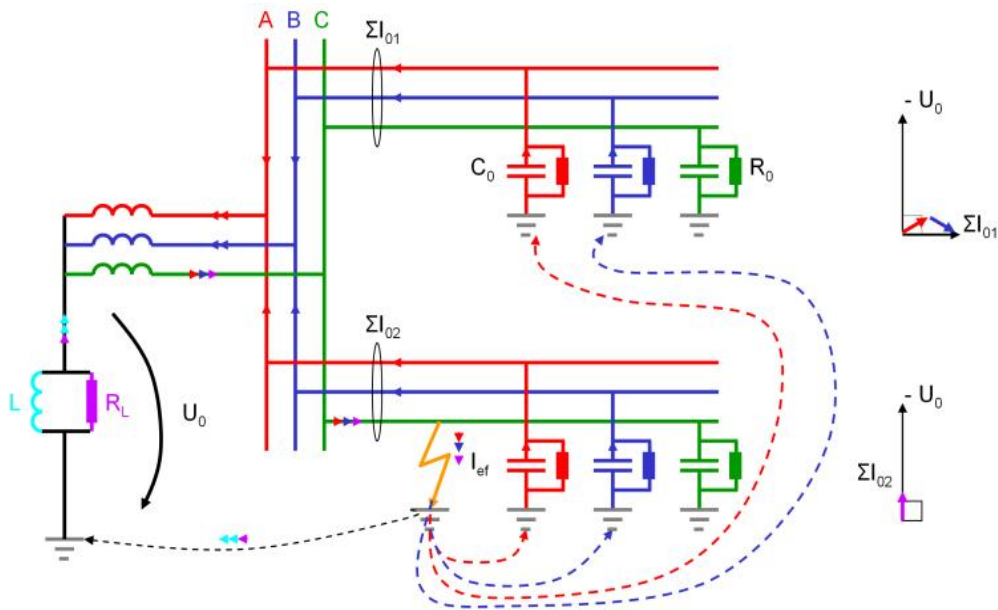
Suunnattuun suojaukseen voidaan valita viisi eri toimintatapaa, jotka ovat kulmatoiminto, $I_0\text{SIN}$, $I_0\text{COS}$, vaihekulma 80° tai 88° . Kulmatoiminnossa voidaan valita toimintasektorin maksimialue, minimialue ja ominaiskulman suuruus. Suojauksen suunta voidaan asettaa eteenpäin tai taaksepäin. Vastajännitteen polarisaatiomenetelmää voi käyttää vain kulmatoiminto-valinnalla.



Kuva 35. Maasulkuvirran kulmatoiminnon toiminta-alue kun ϕ_{RCA} on 0° . /4/

Suojauksen peruskulma eli ominaiskulma valitaan sähköverkon maadoitustavan mukaan. Ominaiskulma on -90° maasta erotetussa verkossa johtuen verkon kapasitanssin muodostamasta vaihesiirrosta, jonka kautta yhteys verkon tähtipisteeseen muodostuu kapasitiivisesti. Maasulkuvirta on siten kapasitiivista. Galvaanista yhteyttä ei ole, jolloin maasulkuvirta jää avojohdoilla pieneksi vikatilanteessa.

Maakaapeliin lisääntynyt käyttö on kasvattanut maasulkuvirtoja, koska kaapelin kapasitanssi on moninkertainen verrattuna avojohdoton. Tällöin sähköturvallisuusmääräykset eivät täyty, ellei verkkoa kompensoida sammutuskelalla, joka asennetaan verkon tähtipisteen ja maan välille. Sammutuskela eli kompensointikela säätyy automaattisesti pitäen verkon hieman alikompensoituna. Kela on induktanssi, jolla verkon kapasitanssi kompensoidaan säätämällä kela lähelle resonansitaajuutta. Resonanssissa maasulkuvirran kulma on 0° .



Kuva 36. Sammutettu eli kompensoitu sähköverkko. /4/

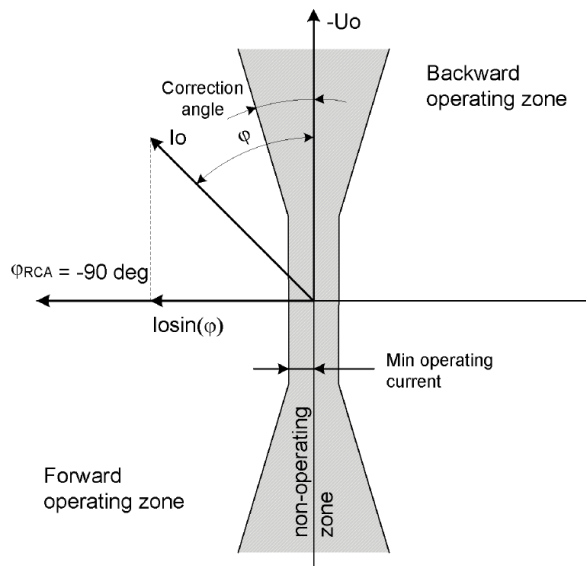
Peruskulman automaattinen ohjaus tapahtuu tuomalla sammutuskelan kytkentätietoa binääritulolla suojauslohkon RCA_CTL-tuloon, jolloin suojauskulma muuttuu, kun sammutuskela erotetaan sähköverkosta. RCA_CTL-tulo muuttaa suojausasettelua taulukon 9 mukaisesti. Mikäli I₀SIN on valittu, muuttuu valinta I₀COS-valinnaksi. Kun kulmatoiminto on valittu, muuttuu kulma 90 asteeseen.

Taulukko 9. Suunnatun maasulkusuojan sektorin valinta RCA CTR-tulolla.

<i>Operation mode setting:</i>	RCA_CTL = FALSE	RCA_CTL = TRUE
losin	Actual operation mode: losin	Actual operation mode: locos
locos	Actual operation mode: locos	Actual operation mode: losin
<i>Characteristic angle</i>	RCA_CTL = FALSE	RCA_CTL = TRUE
-90°	$\varphi_{RCA} = -90^\circ$	$\varphi_{RCA} = 0^\circ$
0°	$\varphi_{RCA} = 0^\circ$	$\varphi_{RCA} = -90^\circ$

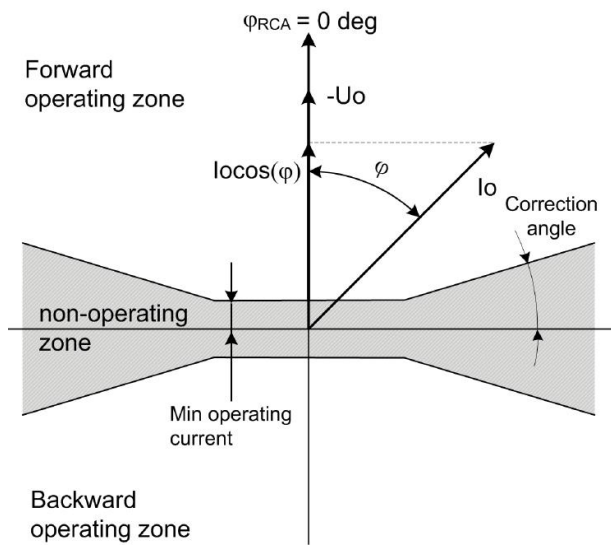
I₀SIN valintaa voidaan käyttää, kun verkko on maasta erotettu. Tässä valinnassa ominaiskulma on asetettu kiinteästi -90° arvoon, eikä minimikulmaa ja maksimikulmaa voi muuttaa. Toimintasektorin korjauskulmalla voidaan toimintasektoria

kaventaa, mitä usein käytetään eliminoimaan virtamuuntajien toimintavirhettä pienillä virroilla. /4/



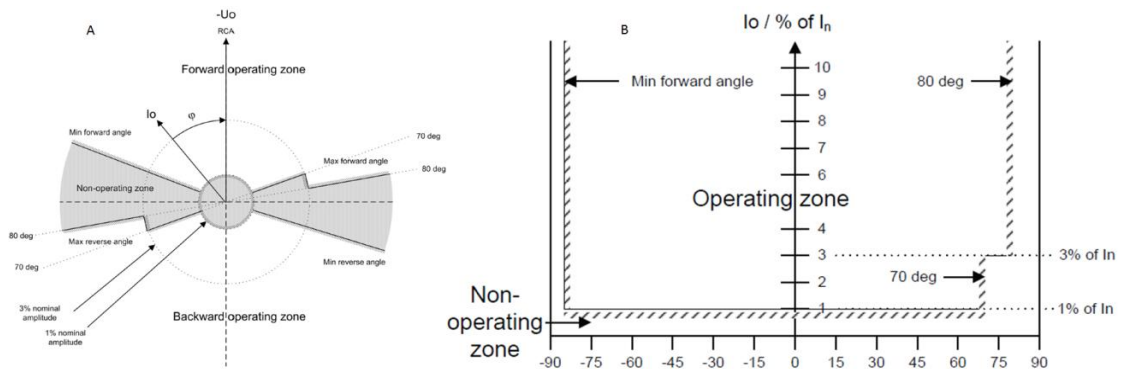
Kuva 37. $I_0\text{SIN}$ -toimintasektori. /4/

$I_0\text{COS}$ on toiminnaltaan vastaava $I_0\text{SIN}$ asettelun kanssa sillä erotuksella, että tässä kiinteä ominaiskulma on 0° , joten sitä käytetään kompensoidussa eli sammute- tussa sähköverkossa.



Kuva 38. $I_0\text{COS}$ -toimintasektori. /4/

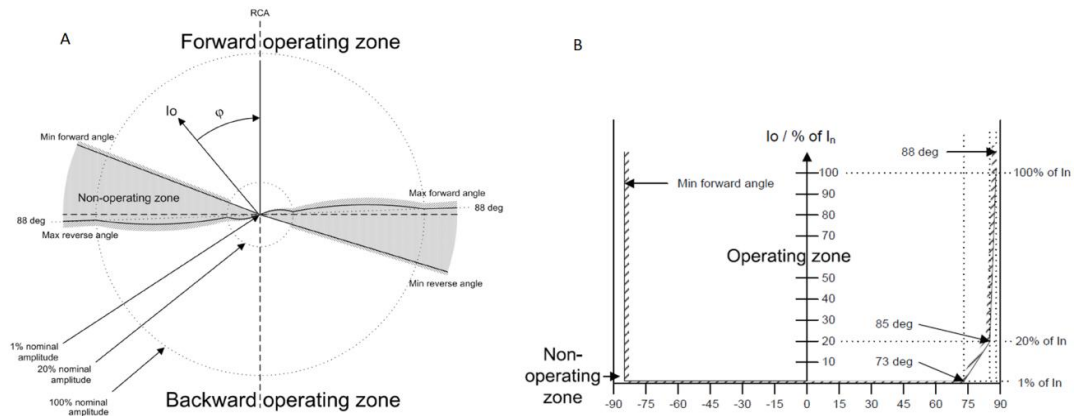
Vaihekulma 80° -toiminnossa maksimikulma on asetettu kiinteästi. Toimintasektoria voidaan korjata omalla korjaussektorilla, jonka tarkoitus on eliminoida mittavirtamuuntajien virhettä pienillä virroilla, jossa nimellisvirta on alle 3 %. Tällöin asettelukulma on 70° .



Kuva 39. Toimintasektori 80° . /4/

Vaihekulman 88° toimii kuten vaihekulma 80° , mutta siinä maksimikulma on asetettu kiinteästi 88° arvoon. Lisäksi toimimattomuusalue puuttuu. Toimintaperiaate perustuu vaihekulma 80 toimintaan seuraavin muutoksin. Nimellisvirran ollessa 1

– 20 % on maksimikulman toimimattomuussektori välillä 73° - 85° . Nimellisvirta-alueella 20 – 100 % toimimattomuussektori on 85° - 88° .



Kuva 40. Toimintasektori 88° . /4/

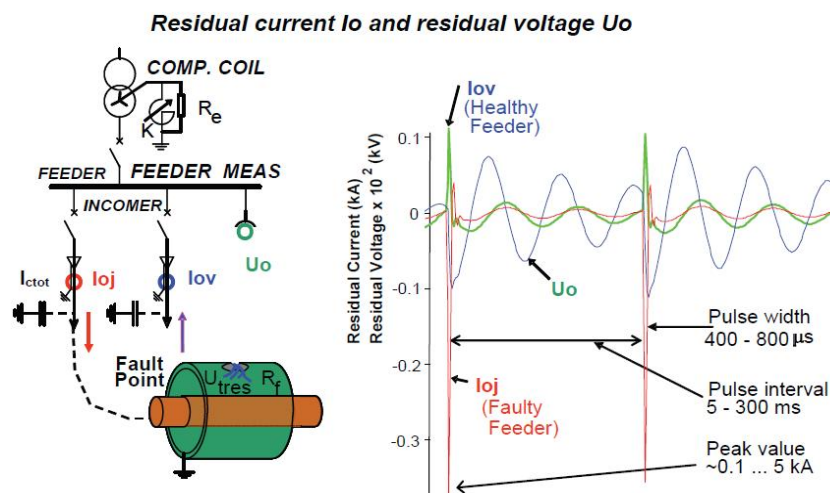
Taulukko 10. Relion[®]-koestusasettelut DEFLPDEF-maasulkusuojassa.

Operation Off / On	1=on; 5=off	LD0.DEFLPTOC1.Mod.Oper.ctlVal	Enum
Oper. curve type	15	LD0.DEFLPTOC1.TmACrv.setCharact	Enum
Start value	0.010...5.000 xIn	LD0.DEFLPTOC1.StrVal.setMag.f	FLOAT32
Operate delay time	50...200000 ms	LD0.DEFLPTOC1.OpDI Tmms.setVal	INT32
Directional mode	1=Non-dir 2=Forw; 3=Rev	LD0.DEFLPTOC1.DirMod.setVal	Enum
Voltage start value	0.010...1.000 xUn	LD0.DEFLPTOC1.VStr.setMag.f	FLOAT32
Allow Non Dir	0	LD0.DEFLPTOC1.AllwNonDir.setVal	BOOLEAN
Enable voltage limit	1	LD0.DEFLPTOC1.EnaVLim.setVal	BOOLEAN
Characteristic angle	-179...180 deg	LD0.DEFLRDIR1.ChrAng.setMag.f	FLOAT32
Min oper. current	0.005...1.000 xIn	LD0.DEFLRDIR1.BlkValA.setMag.f	FLOAT32
Min oper. voltage	0.01...1.00 xUn	LD0.DEFLRDIR1.BlkValV.setMag.f	FLOAT32
Pol quantity	3	LD0.DEFLRDIR1.PolQty.setVal	Enum
Min forward	80	LD0.DEFLRDIR1.MinFwdAng.setMag.f	FLOAT32
Min reverse	80	LD0.DEFLRDIR1.MinRvAng.setMag.f	FLOAT32
Max forward	80	LD0.DEFLRDIR1.MaxFwdAng.setMag.f	FLOAT32
Max reverse	80	LD0.DEFLRDIR1.MaxRvAng.setMag.f	FLOAT32
Angle correction	0.0...10.0 deg	LD0.DEFLRDIR1.CorAng.setMag.f	FLOAT32
Uo signal Sel	1 Meas. 2 Calc.	LD0.DEFLRDIR1.VResSigSel.setVal	Enum
Io signal Sel	1 Meas. 2 Calc.	LD0.DEFLPTOC1.AResSigSel.setVal	Enum

Vanhojen laitteiden suojausfunktioista puuttuu tieto siitä, onko I_0 ja U_0 mittaustulosta saatu arvo vai laskennallinen arvo. Tämä on huomioitava koestuksessa sekä asetteluja luettaessa.

7.5 Muut maasulkusuojausfunktiot

Katkeileva maasulku on tilanne, jossa maasulku ilmenee hetkellisinä virtapiikkeinä. Perinteinen maasulkusuoja nollautuu piikin jälkeen eikä reagoi katkeilevaan maasulkuun. Katkeilevat maasulkuviat esiintyvät usein maakaapeleissa, joiden käyttö on viime vuosina lisääntynyt. Suojausfunktion IEC 61850-tunnus on INTRPTEF1, joka tulee sanoista ”Intermittent earth fault protection”. Suojausfunktio suojaa sekä pysyvissä että hetkellisissä maasulkuvikatilanteissa. Funktio käyttää maasulun tunnistamiseen U_0 ja I_0 tietoa yhdistettynä virtapiikin tietoon. Suojausfunktioon voidaan valita joko katkeileva- tai hetkellistoiminto. Katkeileva toiminto tunnistaa virtapurkauksen aiheuttamat virtapiikit kaapeliverkossa laskien piikkien määrää asetellussa ajassa samalla kun nollajännite ylittää asetellun rajan. Hetkellistoiminnossa kriteerinä on yksi virtapiikki sekä nollajännitteen asetellun arvon ylittyminen. Funktio suojaa kaikissa maasulkuvioissa.



Kuva 41. Katkeilevan maasulun muoto. /4/

Katkeilevaa maasulkua ilmenee maakaapelilinjoissa, jossa eriste on päässyt vioittumaan joko asennushetkellä tai roudan aiheuttaman kivien nousun seurauksena. Myös sähkökenttä ja ikääntyminen heikentävät kaapelia. Eristeen rikkouduttua kosteus ja epäpuhtaudet heikentävät jännitelujuutta, jolloin purkauksia alkaa tapahtumaan. Purkaukset sammuvat nollakohdassa itsestään ja syttyvät uudelleen muutamaa jaksoa myöhemmin. Virtapiikki nostaa aina nollajännitteen tasoa, joka vaimenee verkon aikavakion mukaan. Peräkkäiset purkaukset pitävät nollajännitettä pitkään korkeana. Myös sammutetun verkon avojohto-osuudella voi esiintyä katkeilevaa maasulkuvikaa.

Taulukko 11. Relion[®]-koestusasettelut INTRPTEF-maasulkusuojassa.

Operation	1=on; 5=off	LD0.INTRPTEF1.Mod.Oper.ctlVal	Enum
Volt. start value	0.05...0.50 xUn	LD0.INTRPTEF1.GndStr.setMag.f	FLOAT32
Directional mode	1=Non-dir; 2=Forw; 3=Rev	LD0.INTRPTEF1.DirMod.setVal	Enum
Operate delay	40...1200000 ms	LD0.INTRPTEF1.OpDITmms.setVal	INT32
Min oper. current	0.01...1.00 xIn	LD0.INTRPTEF1.BlkValA.setMag.f	FLOAT32
Oper. criteria	1=Intermittent; 2=Transient	LD0.INTRPTEF1.OpModTEF.setVal	Enum

Wattmetric-maasulkusuoja laskee maasulun tehoa. Pätöteho P_0 lasketaan nollavirran, nollajännitteen ja vaihekulman tulosta $I_0 \cdot U_0 \cdot \cos\phi$. Funktio on herkkä mittamuuntajien mittausrvirheille, joten korjauskertoimia tulee käyttää. Suunta ja toimintakulma asetetaan käyttötavan mukaan.

Taulukko 12. Relion[®]-koestusasettelut WPWDE1-maasulkusuojassa.

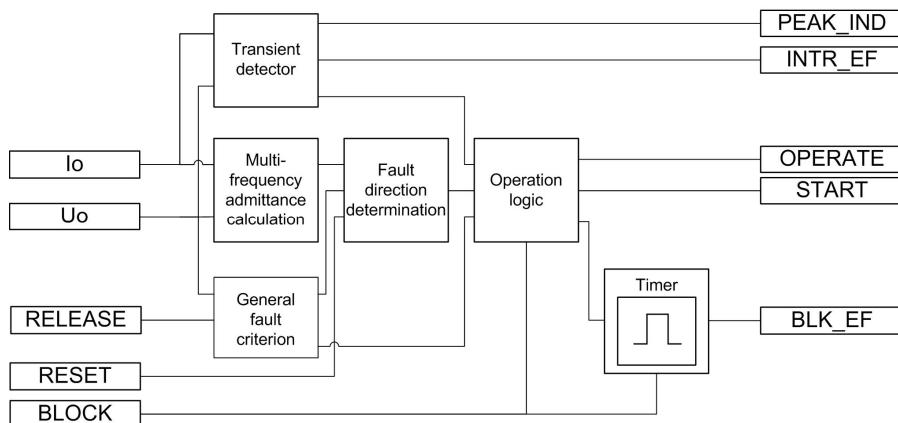
Operation Off / On	1=on; 5=off	LD0.WPSDE1.Mod.Oper.ctlVal	Enum
Start voltage value	0.010...1.000 xUn	LD0.WPSDE1.GndStr.setMag.f	FLOAT32
Start current value	0.010...5.000 xIn	LD0.WPSDE1.GndOp.setMag.f	FLOAT32
Operate delay time	60...200000 ms	LD0.WPSDE1.OpDITmms.setVal	INT32
Directional mode	2=Forward; 3=Reverse	LD0.WPSDE1.DirMod.setVal	Enum
Start Power value	0.003...1.000 xPn	LD0.WPSDE1.StrVal.setMag.f	FLOAT32
Operating curve	15	LD0.WPSDE1.TmACrv.setCharact	Enum
Reference power	0.050...1.000 xPn	LD0.WPSDE1.RefW.setMag.f	FLOAT32
Characteristic angle	-179...180 deg	LD0.WRDIR1.ChrAng.setMag.f	FLOAT32
Min. operate current	0.010...1.000 xIn	LD0.WRDIR1.BlkValA.setMag.f	FLOAT32
Min. operate voltage	0.01...1.00 xUn	LD0.WRDIR1.BlkValV.setMag.f	FLOAT32

Admittanssisuojaus EFPADM mittaa poikittaisadmittanssia Y_0 , jossa I_0 nollavirta jaetaan $-U_0$ jännitteellä. Yksikkö on millisiemens (mS), jossa 1 A virtaa vastaa 0,1 mS verkossa, jossa on 20 kV pääjännite. Admittanssi Y_0 on konduktanssin ja susceptanssin summa $G + jB$. Suoja mittaa nimellistaajuuden admittanssia.

Taulukko 13. Relion[®]-koestusasettelut EFPADM1-maasulkusuojoissa.

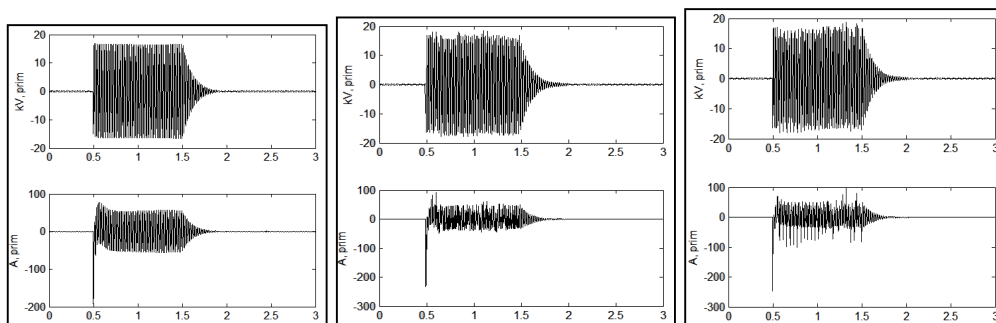
Operation Off / On	1=on; 5=off	LD0.EFPADM1.Mod.Oper.ctlVal	Enum
Voltage start value	0.01...2.00 xUn	LD0.EFPADM1.VStr.setMag.f	FLOAT32
Operate delay time	60...200000 ms	LD0.EFPADM1.OpDlTmms.setVal	INT32
Operation criteria	1=Y ₀ ; 2=Go; 3=Bo; 4=Y ₀	LD0.EFPADM1.OpModAdm.setVal	Enum
Min operate current	0.01...1.00 xIn	LD0.EFPADM1.BlkValA.setMag.f	FLOAT32
Min operate voltage	0.01...1.00 xUn	LD0.EFPADM1.BlkValV.setMag.f	FLOAT32
Conductance tilt ang	-30...30 deg	LD0.EFPADM1.CondTiltAng.setMag.f	FLOAT32
Conductance tilt ang	-30...30 deg	LD0.EFPADM1.CondTltAng.setMag.f	FLOAT32
Conductance forwrđ	-500.00...500.00 mS	LD0.EFPADM1.CondFwd.setMag.f	FLOAT32
Conductance reverse	-500.00...500.00 mS	LD0.EFPADM1.CondRv.setMag.f	FLOAT32
Susceptance tilt ang.	-30...30 deg	LD0.EFPADM1.SusTiltAng.setMag.f	FLOAT32
Susceptance forward	-500.00...500.00 mS	LD0.EFPADM1.SusFwd.setMag.f	FLOAT32
Susceptance reverse	-500.00...500.00 mS	LD0.EFPADM1.SusRv.setMag.f	FLOAT32
Admit. circle radius	0.05...500.00 mS	LD0.EFPADM1.CirclRd.setMag.f	FLOAT32
Admit. circle radius	0.05...500.00 mS	LD0.EFPADM1.CirclRd.setMag.f	FLOAT32
Adm. circle conduct.	-500.00...500.00 mS	LD0.EFPADM1.CirclCond.setMag.f	FLOAT32
Adm. circle suscept.	-500.00...500.00 mS	LD0.EFPADM1.CirclSus.setMag.f	FLOAT32

Monitaajuusadmittanssipohjainen MFADPSDE-maasulkusuojaus on käytössä uusimmissa Relion[®]-suojareleissä alkaen versiosta 1G. Se suojaa kaikissa maasulun vikatyypeissä, eikä sen lisäksi tarvitse aktivoida muita maasulkusuojia. Lisäksi sen toimintavarmuus on parempi kuin perinteisten maasulkusuojien, jotka voivat tietyissä tilanteissa tehdä virhelaukaisuja. Myös katkeileva suojaus toimii tarkemmalla laskentametodilla. Perustaajuuden lisäksi monitaajuusadmittanssisuoja mittaa yliaaltoja järjestysluvusta 2, 3, 5, 7, 9.

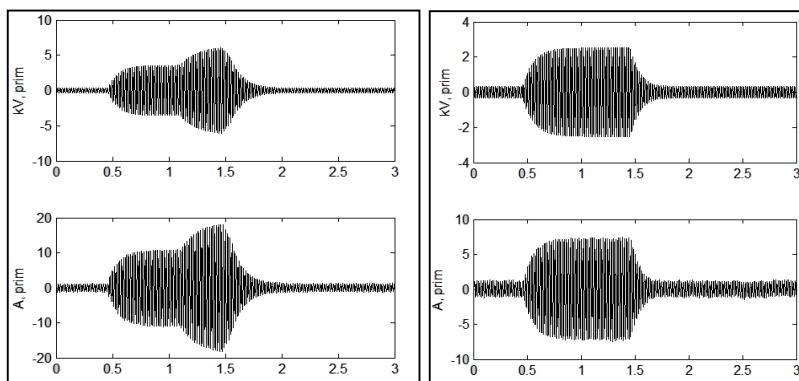


Kuva 42. Monitajisuusadmittanssimaasulkusuojan toimilohko. /4/

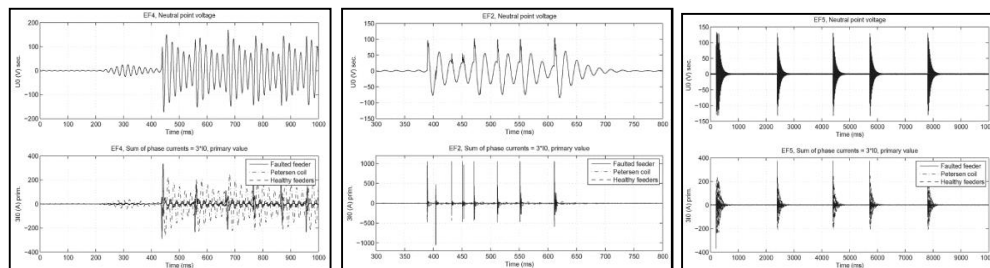
Kuvissa 42 - 45 esitellään maasulun erilaiset tilanteet, joita aikaisemmin ei voinut suojata yhdellä suojaustoiminnolla. Tällä suojausfunktiolla voidaan suojata kaikki erilaiset maasulkuviat.



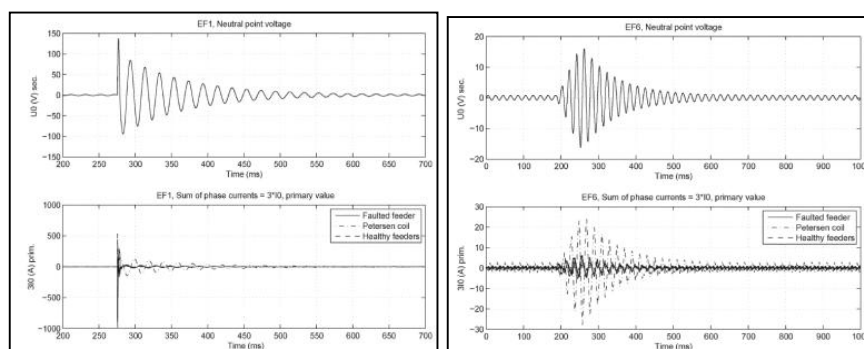
Kuva 43. Jäykän maasulun käyrämuotoja.



Kuva 44. Suuri-impedanssisen maasulkuvian käyrämuotoja.



Kuva 45. Katkeilevan maasulun käyrämuotoja.



Kuva 46. Transienttisen maasulun käyrämuotoja.

Virtamuuntajaksi suositellaan tarkkaa kaapelivirtamuuntajaa, jossa myös kulman mittausrvirhe on mahdollisimman pieni. Nollajännitteen mittaamiseen suositellaan avokolmiokäämitystä. Katkeilevan suojan laskurisuositus on 3 ajassa 30 ms. Resetointiviive tulisi olla vähintään 300 ms. Sekä polariteetti että suunta voidaan asettaa. Toiminta tulee asettaa adaptiiviseksi, kun verkko voi olla toisinaan sammutettu ja toisinaan erotettu. Asettelussa huomioitavaa ovat jänniteasettelu, joka asetellaan suurimman resonanssiarvon yläpuolelle. Pienin toimintavirta perustuu rinnakkaisvastuksen virtaan. Kippikulman (tilt angle) asettelussa korjataan jännitemuuntajan ja virtamuuntajan välistä kulmavirhettä. Tyypillinen asettelu on välillä 5 – 10 astetta.

Taulukko 14. Koestusasettelut MFADPSDE1-maasulkusuojassa.

Operation Off / On	1=on; 5=off	LD0.MFADPSDE1.Mod.Oper.ctlVal	Enum
Voltage start value	0.01...1.00 xUn	LD0.MFADPSDE1.GndStr.setMag.f	FLOAT32
Start delay time	30...60000 ms	LD0.MFADPSDE1.StrDITmms.setVal	INT32
Operate delay time	60...1200000 ms	LD0.MFADPSDE1.OpDITmms.setVal	INT32
Directional mode	2=Forward; 3=Reverse	LD0.MFADPSDE1.DirMod.setVal	Enum
Reset delay time	0...60000 ms	LD0.MFADPSDE1.RsDITmms.setVal	INT32
Peak counter limit	2...20	LD0.MFADPSDE1.PkCntLim.setVal	INT32
Operation criteria	1=Intermit. 3=General EF	LD0.MFADPSDE1.OpModTEF.setVal	Enum
Min. oper. current	0.005...5.000 xIn	LD0.MFADPSDE1.BlkValA.setMag.f	FLOAT32
Pol reversal	0	LD0.MFADPSDE1.RevPol.setVal	BOOLEAN
Tilt angle	2.0...20.0 deg	LD0.MFADPSDE1.TiltAng.setMag.f	FLOAT32
Operating quantity	1=Adaptive; 2=Amplitude	LD0.MFADPSDE1.OpQtySel.setVal	Enum

Nollajännitesuojassa mitataan vain nollajännitettä. Tämä suoja on perinteisesti varasuojia maasulkusuojille ja sitä käytetään kiskon suojareleen asettelussa. Nollajännitesuoja tarkkailee nollajännitteen tasoa ja siihen asetellaan sekuntien pituinen pitkä viive. Mikäli nollajännitesuoja laukaisee, koko sähköasemalta häviää sähkö.

Taulukko 15. Relion®-koestusasettelut ROVPTOV1-maasulkusuojassa.

Operation Off / On	1=on; 5=off	LD0.ROVPTOV1.Mod.Oper.ctlVal	Enum
Start value	0.010...1.000 xUn	LD0.ROVPTOV1.StrVal.setMag.f	FLOAT32
Operate delay time	40...300000 ms	LD0.ROVPTOV1.OpDITmms.setVal	INT32

Vastaavalla tavalla on määritelty kaikki suojausfunktiot listaamalla lukemiseen tarvittavat tiedot erilliseen taulukkotiedostoon, josta ne on helppo siirtää tietokantaan.

8 KOESTUSTIETOKANNAN KUVAUS

Koestustietokantarakennetta käsitellään tässä työssä vain tiedon lukemiseen tarvittavien määritysten osalta, joten sen yksityiskohtaisen toiminnallisuuden kuvaukset on jätetty tämän työn ulkopuolelle. Tässä kuvauksessa pohditaan erilaisia tulevaisuuden mahdollisuuksia, miten määräaikaiskoestukset ja sähköjärjestelmien ylläpito koko elinkaaren ajan voitaisiin toteuttaa parhaalla mahdollisella tavalla. Kehityshankkeiden tarkoitus on aina tuottaa asiakkaan toiminnan kannalta tarpeellista hyötyä ja arvoa. Määräaikaiskoestuksen arvo määräytyy palvelun laadusta, eli oikealla tavalla koestetusta sähköjärjestelmästä, laadukkaasta raportointijärjestelmästä sekä kustannustehokkaasta toiminnasta. Koestustietokannan lakisääteinen tehtävä on ylläpitää rekisteriä asiakkaan koestetuista laitteista sekä säilyttää voimassa olevat koestuspöytäkirjat mahdollista tarkastusta varten. Koestustietokannan tulisi olla aputyöväline nopeaan määräaikaiskoestamiseen, koska suojausfunktion asettelut voidaan lukea suojareleelta ja ne voidaan edelleen muokata sovelluksessa pöytäkirjamuotoon, jolloin vain mitatut koestusarvot lisätään kentällä joko lukemalla koestuslaitteesta tai manuaalisesti.

8.1 Koestuksen haasteet

Määräaikaiskoestuksen haaste on laadukas ja kattava testaus, joka on kustannustehokas. J-sarjan johtolähdön suojareleen koestus isossa kohteessa tapahtuu neljänneksessä sarjatyönä, jolloin myös hinta on edullinen. Uusissa vapaasti ohjelmitavissa suojareleissä, jossa signaalivaihto tapahtuu GOOSE tiedonsiirrolla, laadukas koestaminen voi kestää tunteja, kun kaikki funktiot ovat käytössä. Työ voidaan tehdä nopeammin seuraavalla koestuskerralla, kun valmis ohje ja koestusrutiinien ohjelmointi on tehty ensimmäisellä koestuskerralla. Ensimmäistä koestuskertaa ei kuitenkaan voi tarjota tappiollisella hinnalla, koska seuraavan määräaikaiskoestuksen saattaa suorittaa kilpaileva palveluntarjoaja. Siksi tällä koestustietokantatyökalulla haetaan ratkaisua tähän haasteeseen.

8.2 Koestustietokannan kaupalliset visiot

Perinteisesti jokainen palveluntarjoaja kehittää työkalut, jolla palvelu voidaan tehdä tehokkaasti. Koestustietokanta voisi olla sisäinen ABB kanavien työkalu, jolloin sitä ei luokitella myytäväksi tuotteeksi. Myöskään myyntikatetta ei kertyisi. Näkökulmana olisi kilpailuedun turvaaminen. Koska kaupallinen hyöty tulisi välillisesti ja viiveellä, asettaisi se projektijohdolle haastetta saada tarvittava organisaation tuki toiminnalle. Vaihtoehtoisesti sitä voitaisiin myydä kaikille palveluntarjoajille, jolloin isompi käyttäjämäärä sekä välittömät myyntitulot puoltaisivat kehitystoimintaa.

Koska kaikkein tärkeintä koko toiminnassa on täyttää palvelunsaajan eli loppuasiakkaan tarpeet, voitaisiin tietokantajärjestelmää kehittää myytäväksi suoraan loppuasiakkaalle. Hyötynä tästä olisi loppuasiakkaalla tapahtuva kustannustehokas koestus riippumatta siitä, kuka palvelun tuottaa. Kustannustehokkuus perustuu siihen, että asiakkaan järjestelmä on syötetty yksityiskohtaisesti tietokantaan ja sitä ylläpidetään siellä koko elinkaaren ajan. Tietokanta on siten osa asiakkaan kokonaista sähköjärjestelmää. Tulevaisuudessa jo aseman käyttöönottovaiheessa koestustietokanta voitaisiin asettaa tulevia määräaikaiskoestuksia ajatellen, koska myös käyttöönottokoestukset voitaisiin toteuttaa koestustyökalulla. Sovelluksen laajamittainen käyttö mahdollistaa tuotekehitykseen panostuksen, jolloin muidenkin valmistajien laitteita voitaisiin tukea järjestelmässä, mikä on loppuasiakkaan kannalta elintärkeää. Koestustietokanta kokoaisi yhteen kaikki asiakkaan sähköjärjestelmän käytön aikana tapahtuneen historian sisältäen määräaikaiskoestuksesta ennakoivaan huoltoon sekä vikatapaukset. Määräaikaiskoestuspalvelun lisäksi loppuasiakkaalle voitaisiin tuottaa kattavaa ja laadukasta elinkaaripalvelua, jossa yhdistyisi verkon käyttötilanteista johtuneet rasitukset ja ikääntyminen, katkaisija- ja erotinkomponenttien toiminnan ja elinkaaren seuranta suoja- ja seuranta-tilanteiden lisäksi.

Kun järjestelmä on loppuasiakkaan kannalta paras, se tuo parhaan hyödyn sekä toimittajalle että loppuasiakkaalle.

8.3 Koestustietokannan toteutuksen visiot

Tietokanta voi olla paikallinen tai keskitetty tai replikoitu. Paikallisesti toimiva tietokanta voi olla vain koestajan omalla tietokoneella tai asiakkaan tietokoneella, jolloin se ei kommunikoi ulkopuolelle. Tällöin kerättävä tieto pysyy vain koestajan tai asiakkaan tiedossa, mikä voi toisinaan olla loppuasiakkaan tahtotila. Tietokanta voisi olla myös keskitetty ja kiinteänä osana palvelua, jonka ABB tarjoaa. Tällöin kaikki tarvittava tieto on oikealla tavalla tallessa. Vuosikymmenten kokemuksesta voidaan todeta, että loppuasiakkaat eivät ole useinkaan tallentaneet suoja-areleiden konfigurointiprojekteja asianmukaisesti. Monesti loppuasiakkaalla oleva projekti ei ole yhtenevä laitteessa olevan konfiguraation kanssa, koska myöhemmin on tehty muutoksia suojaus- tai ohjaustoimintaan. On myös tapauksia, että asiakkaalta ei löydy projektia ollenkaan. Tämän vuoksi olisi suotavaa, että loppuasiakkaalle tarjottaisiin ylläpitävää palvelua. Ensimmäiset vapaasti ohjelmoidut ABB-suoja-areleet käyttivät CAP505-projektityökalua, joka perustuu FAT16-tiedostojärjestelmään. Siinä tiedoston nimi saa olla maksimissaan kahdeksan merkkiä. Hakemistonimi saa olla korkeintaan yksitoista merkkiä. Sovellus toimii vielä Windows XP-käyttöjärjestelmässä, jos se on 32-bittinen. 64-bittinen käyttöjärjestelmä ei ymmärrä tiedostokäsittelyä, joten CAP505-ohjelmistoa ei voi siinä käyttää. Asiakkaiden tietojärjestelmät ovat nykyisin 64-bittisiä, jolloin asiakkaat ovat ajautuneet ongelmalliseen tilanteeseen työkalujen suhteen. Asiakkaat eivät usein ole ymmärtäneet suoja-areleiden konfigurointiprojektien tärkeyttä. Usein loppuasiakas olettaa, että palveluntarjoaja eli ABB huolehtii kaikesta suoja-areleisiin liittyvistä tiedoista, vaikka siitä ei ole erikseen sovittu. Tämän vuoksi paras vaihtoehto tulevaisuuteen on se, että tietokanta on keskitetty palveluntuottajan toimesta. Tällöin ABB vastaa tukityökalujen ja tietokannan päivityksistä aina kun yleiset tietojärjestelmät muuttuvat kehityksen myötä. Palvelun tuottaja voi antaa myös parasta palvelua, kun tieto on keskitetty. Keskitetty tieto on avointa loppuasiakkaalle, jolloin myös muut palveluntarjoajat voivat sitä hyödyntää.

PCM600 on projektityökalu, jolla sähköaseman suojareiden konfiguraatiot ja asettelut tehdään. Tällöin asiakaskohtainen tieto järjestelmästä ja sen toiminnasta on jo olemassa PCM600-projektissa. Yksi helpoimpia vaihtoehtoja olisi toteuttaa koestustyökalu osaksi PCM600-työkalua. Tällöin päällekkäisen työn osuus jäisi vähemmälle sekä ylläpidon hallinta olisi helpompi toteuttaa. PCM600-työkaluun on kehitetty ominaisuuksia tukemaan käyttöönottoa ja elinkaaripalveluja, joten määräaikaiskoestuksen lisääminen olisi luonnollinen jatke ja tukisi hyvin ajatusta, jossa käyttöönoton koestukset tallennettaisiin pohjaksi määräaikaiskoestusta varten. Tämä edellyttää, että vanhat suojareleet on voitava lisätä järjestelmään. Toinen vaihtoehto on kehittää kokonaan erillinen sovellus, jolloin PCM600-työkaluun ei olisi mitään riippuvuutta. Tämän vaihtoehdon hyvinä puolina voidaan pitää täydellistä yhteensopivuutta kaikkien Relion[®]-laiterevisioiden kanssa sekä joustavaa laajennettavuutta vanhoihin tuotteisiin sekä muiden valmistajien tuotteisiin. Usean työkalun ylläpito ja yhteensopivuus on kuitenkin negatiivinen seikka, joka tulee ottaa huomioon.

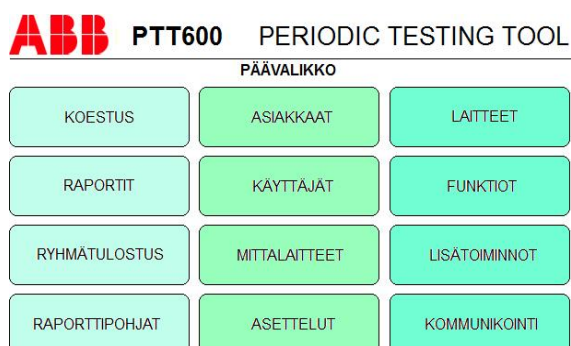
8.4 Koestustietokannan rakenne

Kun koestaja aloittaa määräaikaiskoestukset asiakkaalla, koestustietokantaan perustetaan asiakkaan koestustapahtuman dokumentoiva projekti. Projektiin luodaan koestettavat asemat ja niiden suojareleet. Suojareleistä luetaan asetteluparametrit ja sinne tallennetaan koestetut arvot ja havaitut viat ja puutteet ja muut huomiot.

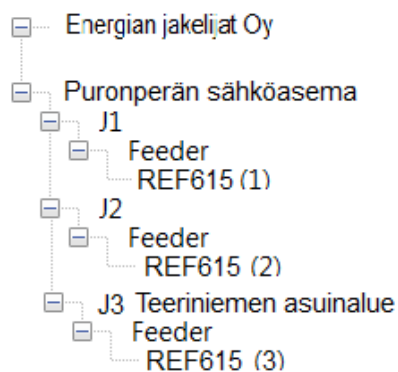
Koestustietokanta tulee suunnitella siten, että se helpottaa koestustapahtumaa siten, että relerakenteen perustiedot tulevat automaattisesti. Asiakastiedot tulevat asiakasrekisteristä, koestaja tulee käyttäjätiedoista, oletusmittalaitteet tulevat mittalaitetaulusta, päivämääräksi tulee luontipäivämäärä, mutta sitä voi jälkepäin muuttaa. Suojareleen rakenne haetaan suojareletaulukosta sekä suojausfunktiot haetaan suojausfunktioaulukosta tilauskoodin mukaisesti. Koestaja lisää laitekoh-

taiset tiedot, kuten IP-osoitteen, technical key-tunnuksen ja tilauskoodin. Sen jälkeen koestaja lukee laitteen asettelut ja aloittaa koestuksen.

Asiakastauluun kirjataan asiakkaan perustiedot ja kohdetiedot. Koestaja lisää puuttuvat tiedot koestuspöytäkirjan lomakenäkymään. Manuaalisesti lisättäviä tietoja ovat kennon tunnus, suojareleen tilauskoodi ja technical key-tunnus tietojen lukemista varten. Mikäli suojareleiden tiedot luetaan keskitetysti, laitekohtainen takaportin IP-osoite on lisättävä. 611-, 615- ja 620-laitteiden etuportissa on kiinteä IP-osoite 192.168.000.254. Tietokone hakee sen automaattisesti. Pöytäkirjaan lisätään tieto, onko laukaisu- ja hälytyspiirit testattu, koestuksen mittaustulokset, mitattu apujännitetaso, tieto koestustavasta, onko ensiö- vai toisiokoestus. Vanhemmissa laitteissa lisätään manuaalisesti suojareleen sarjanumero, tulomuuntajien muuntosuhteet, laitetyyppi ja sarjanumero. Lisäksi havainnot ja viat kirjataan pöytäkirjaan. Koestajan nimi tulee ilmestyä raporttiin automaattisesti samoin kuin oletusmittalaitteet. Koestuskannan päänäkyvä tulee olla yksiselitteisen yksinkertainen.



Kuva 47. Koestuskannan ehdotettu päävalikko.



Kuva 48. Koestusprojektiin suositellaan XML-puurakennettä.

Valittaessa ”Koestus” avautuu koestusprojektin näkymä, jossa valitaan asiakas ja kohde sekä kenno. Tämän jälkeen avautuu raporttilomake, jonne asetetaan laitteen tilauskoodi, technical key- ja IP-osoite. Kommunikoitaessa SPA-protokollalla RED500- tai SPACOM-tuotteen kanssa, kirjoitetaan lomakkeelle kommunikointiyksikön orjanumero. SPA-komennolla voidaan skannata sarjaväylältä löytyvät orjanumerot, jolloin koestaja vain vahvistaa koestettavan laitteen tyyppin. Tämä tekniikka on käytössä vanhassa DOS-pohjaisessa SPASERVICE-koestussovelluksessa, jolla voidaan koestaa SPACOM-tuotteita.

READ DEVICE DATA



KOESTUSPÖYTÄKIRJA

ABB Oy Medium Voltage Products Service				Pöytäkirjan numero: 45221					
Asiakas: Suomen energianjakajat Oy									
Asema: Puronperän sähköasema				Osoite: Asevelikylä,VAASA					
Kenno: Teeriniemen asuinalue									
Suojareleen tyyppi:		REF615		Kommunikoiti:					
Tilauskoodi:		SBFCABACBBBZAZNAXA		Technical key:		BAY1			
Valmistaja:		ABB		IP Address:		192.168.000.254			
Sarjanro:		1VHR91010422							
Koestaja:		Matti Niemi							
Koestuspvm:		15.10.2017							
TULOMUUNTAJAT				KOESTUSLAITE					
Virtamuuntajien muuntosuhde				L1	L2	L3	OMICRON		
Jännitemuuntajien muuntosuhde				300/5.0	300/5.0	300/5.0			
IO virtamuuntajan muuntosuhde				300/5.0			Tyyppi		
I1 virtamuuntajan muuntosuhde				50/5.0			Sarjanro		
				300/5.0			CMC256-6		
							JG621S		
							Kaliproitu:		
							15.2.2017		
Suuntaamaton ylivirta									
Tulos I/A									
		Asetteluarvo pu	Asetteluvirta/A	Tol./A	Tol./+A	IL1/A	IL2/A	IL3/A	
PHLPTOC	I >	1,30	1	0,015	0,015	1,00125	1,00125	1,00125	+
PHHPTOC	I >>	3,49	1,5	0,02	0,02	1,5	1,5	1,5	+
PHIPTOC	I >>>		2	0,1	0,1	2	2	2,02	+
Tulos: +.. Hyväksytty x.. Hylätty									
Suuntaamaton ylivirta/aika									
Tulos t/s									
		Toiminta-aika moodi	Toiminta-aika/s	Koestusvirta	Tol./s	Tol./+s	L1/s		
PHLPTOC	I > t	Vakioaika	1	1,200 A	0,02	0,02	1,0005		+
PHHPTOC	I >> t	Vakioaika	0,3	1,800 A	0,02	0,02	0,307		+
PHIPTOC	I >>> t		0,02	2,400 A	0,02	0,02	0,0267		+
Tulos: +.. Hyväksytty x.. Hylätty									
Suuntaamaton maasulkusuojaus/virta									
Tulos I/A									
		Asetteluarvo pu	Asetteluvirta/A	Tol./A	Tol./+A				
EFLPTOC	Io >		0,11	0,007	0,007		0,112		+
Tulos: +.. Hyväksytty x.. Hylätty									

Kuva 49. Hahmotelma koestusraportin ulkoasusta.

Lomakkeen suojaustoiminnot ilmestyvät automaattisesti laitetyypin perusteella. Mikäli laitteesta luetun tiedon mukaan suojausfunktio ei ole asetettu aktiiviseksi, voidaan se jättää tältä lomakkeelta pois. Lomakkeella näkyvät manuaalisesti syötettävät arvot keltaisella.

Käytettäessä Omicron-CMC-koestuslaitetta, koestusparametrit voidaan siirtää test-template-tiedoston asetteluihin valinnalla ”Export to XRIO”, jolloin koestuskanta luo XML-muotoisen tiedoston, joka on sovitettu yhteen Omicron-testipohjan kanssa. Vastaavasti koestusarvot voidaan lukea koestuksen jälkeen

Omicron XML-tiedostomuodosta valinnalla ”Import Omicron test”. Omicron-testin kentät tulee nimetä siten, että tietokanta osaa yhdistää oikeiden suojausfunktioiden tulokset tietokannan lomakkeella oikeaan paikkaan. Omicron-testipohja on täysin joustavasti määriteltävissä oleva XML-muotoinen tiedosto, siksi on luotava ohjeet Omicron-testien laatijalle, miten laaditaan koestustietokannan kanssa yhteensopivia testejä.

8.5 Koestustietokannan datariippuvuus

Suojareleen tyyppi määrittelee mitä dataa kyseiseen laitteeseen ja siten kyseiseen koestuspöytäkirjaan liittyy. Tyyppi avataan tilauskoodilla Relion[®]-tuotteissa. SPACOM- ja J-sarjan tuotteissa tyyppikoodi määrittelee laitteistokokoonpanon yhdessä manuaalisesti tarkistettavien kytkentöjen kanssa.

Relion[®]-tilauskoodin tulkitseminen laitteen tunnistamiseksi alkaa koodin vasemmista tunnisteista HBD. Taulukosta 16 selviää, kuinka 615-tuotemalli ja pääsovellus saadaan selville. Nämä tiedot määrittelevät laitteeseen sisältyvät funktiot.

Taulukko 16. Relion[®]-pääsovellus ja –laitetyyppi tilauskoodissa.

#	DESCRIPTION	
1	IED	
	615 series IED (including case)	H
	615 series IED (including case) with test switch, wired and installed in a 19” equipment panel	K
2	Standard	
	IEC	B
3	Main application	
	Line differential protection and control	D

HBD CACADBKC1BAN1XD

Taulukko 17. Relion[®]-vakiokonfiguraation selvittäminen tilauskoodista. /4/

HBDCACAD**BKC1BAN1XD**

#	DESCRIPTION	
4-8	Standard configurations, analog and binary I/O options	
	Standard configuration descriptions in short: A = Line differential protection B = Line differential protection and directional E/F protection, CB condition monitoring C = Line differential protection and non-directional E/F protection, CB condition monitoring	
	Std. conf A : 4I (Io 1/5 A) + 12 BI + 10 BO	AACAD
	Std. conf A : 4I (Io 1/5 A) + 18 BI + 13 BO	AACAF
	Std. conf B : 4I (Io 1/5 A) + Uo + 11 BI + 10 BO	BAAAC
	Std. conf B : 4I (Io 1/5 A) + Uo + 17 BI + 13 BO	BAAAE
	Std. conf B : 4I (Io 0.2/1 A) + Uo + 11 BI + 10 BO	BABAC
	Std. conf B : 4I (Io 0.2/1 A) + Uo + 17 BI + 13 BO	BABAE
	Std. conf C : 4I (Io 1/5 A) + 12 BI + 10 BO	CACAD
Std. conf C : 4I (Io 1/5 A) + 18 BI + 13 BO	CACAF	

Vakiokonfiguraatio kertoo laitteen analogiatulojen määrän yhdessä laitetypin ja pääsovellustiedon kanssa, eli kuinka monta virtatuloa ja jännitetuloa laitteessa on. Selvitys on taulukossa 4.

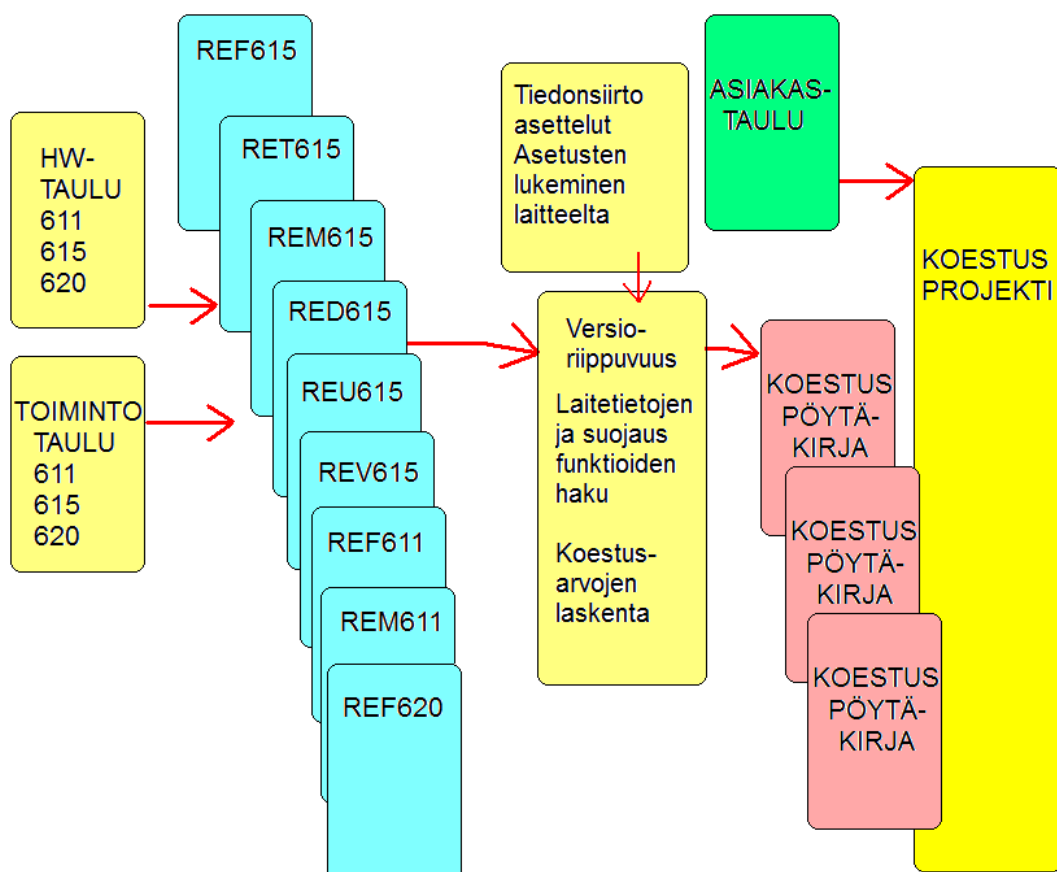
Taulukko 18. Relion[®]-laiteversion selvittäminen tilauskoodista. /4/

AN1XD

14	Option 1	
	Auto-reclosing (only for std conf B and C)	A
	None	N
15	Option 2	
	Directional earth-fault protection (only for std configuration B)	A
	Admittance based earth-fault protection (only for std configuration B)	B
	None	N
16	Power supply	
	48...250 V DC, 100...240 V AC	1
	24...60 V DC	2
17	Version	
	Vacant	X
18	Version	
	Version 3.0	D

Versiotunnukset ovat kaksi viimeistä merkkiä. Esimerkissä XD tarkoittaa 3.0 versiota. Kun tilauskoodista on selvitetty laitteen tyyppi ja pääsovellus sekä vakio-konfiguraatio ja versio, voidaan tiedonsiirron lukeminen toteuttaa oikealla tavalla, koska versioriippuvuudet on selvitetty. (Kts. taulukko 2).

Suojausfunktioiden tyyppi ja funktioiden määrä riippuu laitteen tyyppistä, konfiguraatiosta ja versiosta. Esimerkiksi moottorisuojareleessä on käynnistykseen liittyviä toimintoja, kun muuntajan suojareleessä on erovirtatoimintoja. Tilauskoodin tiedoilla koestuspöytäkirja poimii koestettavat funktiot, joita täydennetään lukemalla laitteen asetteluarvot. Suojat, joita ei ole aktivoitu, poistuvat koestuspöytäkirjasta.



Kuva 50. Tietokannan taulujen muodostus.

9 LOPPUYHTEENVETO

Työ oli mielenkiintoinen ja aihe oli sopivasti rajattu. Työn tuotoksena saatiin selvitettyä, että tiedonsiirto on toteutettavissa kaikkiin versioihin.

Koska tämän työ rajattiin koskemaan tiedonsiirtoa, siinä ei käsitelty luettavien asettelujen laskentaa koestuspöytäkirjaa varten. Koestajan kannalta esilaskettu pöytäkirja säästää paljon aikaa. Laskentakaavojen syöttö koestustyökaluun lisää työmäärää paljon. Yksi tapa on käyttää Excel-lomaketta koestuslomakkeena, jolloin laskentakaavat voidaan toteuttaa siinä. Mikäli koestuksessa käytetään Omicron-koestuslaitetta, voidaan osa laskennasta suorittaa sen testausfunktioissa. Haittapuolena on se, että sovelluksesta tulisi Omicron-testausohjelmistosta riippuvainen. Usein koestetaan muilla koestuslaitteilla. Esimerkiksi Sverker on hyvin yleisesti käytössä.

Työstä rajattiin pois vanhat suojareleet. Vanhojen suojareleiden lisääminen vaatii työtä, koska SPACOM-suojastoiminnallisuus on mittaavissa korteissa. Suojausfunktio-aulun sijaan on luotava taulu mittaavien korttien ominaisuuksien mukaisesti. Kortit eivät ole aina laitekohtaisia, vaan samoja kortteja voidaan käyttää useammassa laitetyypissä, kuten SPACOM-tuotteiden 100-, 300-, 500- ja 600-sarjoissa. J-sarjan tuotteelle olisi järkevintä luoda oma laitetaulu, koska siinä käytetään oikosulkupala-asetteluja, joita ei ole muissa malleissa.

Koestustyökalun jatkokehitys vaatii syvällistä pohdintaa sovelluksen laajuudesta ja toteutusstrategioista. Ylläpito ja päivitys sekä laajennettavuus on otettava huomioon, koska suojareleet toimintoinen uusiutuvat jatkuvasti.

LÄHTEET

/1/ ABB Suomessa, askeleen edellä.

<http://www.abb.fi/cawp/seitp202/39942E5D20086747C1257C2B0042341A.aspx>

Viitattu 12.10.2017.

/2/ Mäkinen, O. VAMK relesuojaus opetuskooste PDF. 2017.

/3/ Tukes www-sivut, sähköturvallisuuslaki 16.12.2016/1135.

<http://plus.edilex.fi/tukes/fi/lainsaadanto/20161135?toc=1>

/4/ ABB 615 Series Technical Manual, Product version 5.0 FP1, 20.5.2016.

/5/ https://www.vaasa.fi/sites/default/files/vaesto_suuralueittain_1973-2016.pdf.

Viitattu 16.10.2017

/6/ ABB Suomessa 125 vuotta.

http://www.easyfairs.com/uploads/tx_ef/ABB_Suomessa_125_v.pdf. Viitattu

16.10.2017.

LIITTEET

LIITE 1

Relion[®]-suojausfunktioiden asettelujen määrittely koestuksessa ja niiden IEC 61850-polku datan lukemiseen.

Three phase non-directional OC, low stage

PHLPTOC1	Operation Off / On	LD0.PHLPTOC1.Mod.OperctlVal
3I>(1)	Num of start phases	LD0.PHLPTOC1.NumPh.setVal
	Oper. curve type	LD0.PHLPTOC1.TmACrv.setCharact
	Start value	LD0.PHLPTOC1.StrVal.setMag.f
	Operate delay time	LD0.PHLPTOC1.OpDITmms.setVal

PHLPTOC2	Operation Off / On	LD0.PHLPTOC2.Mod.OperctlVal
3I>(2)	Num of start phases	LD0.PHLPTOC2.NumPh.setVal
	Oper. curve type	LD0.PHLPTOC2.TmACrv.setCharact
	Start value	LD0.PHLPTOC2.StrVal.setMag.f
	Operate delay time	LD0.PHLPTOC2.OpDITmms.setVal

Three phase non-directional OC, high stage

PHHPTOC1	Operation Off / On	LD0.PHHPTOC1.Mod.OperctlVal
3I>>(1)	Num of start phases	LD0.PHHPTOC1.NumPh.setVal
	Operating curve type	LD0.PHHPTOC1.TmACrv.setCharact
	Start value	LD0.PHHPTOC1.StrVal.setMag.f
	Operate delay time	LD0.PHHPTOC1.OpDITmms.setVal

PHHPTOC2	Operation Off / On	LD0.PHHPTOC2.Mod.OperctlVal
3I>>(2)	Num of start phases	LD0.PHHPTOC2.NumPh.setVal
	Operating curve type	LD0.PHHPTOC2.TmACrv.setCharact
	Start value	LD0.PHHPTOC2.StrVal.setMag.f
	Operate delay time	LD0.PHHPTOC2.OpDITmms.setVal

PHIPTOC: Three phase non-directional OC, inst. stage

PHIPTOC1	Operation Off / On	LD0.PHIPTOC1.Mod.OperctlVal
3I>>>(1)	Num of start phases	LD0.PHIPTOC1.NumPh.setVal
	Start value	LD0.PHIPTOC1.StrVal.setMag.f
	Operate delay time	LD0.PHIPTOC1.OpDITmms.setVal

PHIPTOC2	Operation Off / On	LD0.PHIPTOC2.Mod.OperctlVal
3I>>>(2)	Num of start phases	LD0.PHIPTOC2.NumPh.setVal
	Start value	LD0.PHIPTOC2.StrVal.setMag.f
	Operate delay time	LD0.PHIPTOC2.OpDITmms.setVal

Three-phase directional overcurrent, low stage

DPHLPDOC1	Operation Off / On	LD0.DPHLPDOC1.Mod.Oper.ctlVal
3I>->(1)	Operating curve type	LD0.DPHLPDOC1.TmACrv.setCharact
	Start value	LD0.DPHLPDOC1.StrVal.setMag.f
	Operate delay time	LD0.DPHLPDOC1.OpDITmms.setVal
	Directional mode	LD0.DPHLPDOC1.DirMod.setVal
	Allow Non Dir	LD0.DPHLPDOC1.AllwNonDir.setVal
	Characteristic angle	LD0.DPHLRDIR1.ChrAng.setMag.f
	Num of start phases	LD0.DPHLPDOC1.NumPh.setVal

DPHLPDOC2	Operation Off / On	LD0.DPHLPDOC2.Mod.Oper.ctlVal
3I>->(2)	Operating curve type	LD0.DPHLPDOC2.TmACrv.setCharact
	Start value	LD0.DPHLPDOC2.StrVal.setMag.f
	Operate delay time	LD0.DPHLPDOC2.OpDITmms.setVal
	Directional mode	LD0.DPHLPDOC2.DirMod.setVal
	Allow Non Dir	LD0.DPHLPDOC2.AllwNonDir.setVal
	Characteristic angle	LD0.DPHLRDIR2.ChrAng.setMag.f
	Num of start phases	LD0.DPHLPDOC2.NumPh.setVal

Three-phase directional overcurrent, high stage

DPHHDOC1	Operation Off / On	LD0.DPHHPDOC1.Mod.Oper.ctlVal
3I>>->(1)	Operating curve type	LD0.DPHHPDOC1.TmACrv.setCharact
	Start value	LD0.DPHHPDOC1.StrVal.setMag.f
	Operate delay time	LD0.DPHHPDOC1.OpDITmms.setVal
	Directional mode	LD0.DPHHPDOC1.DirMod.setVal
	Allow Non Dir	LD0.DPHHPDOC1.AllwNonDir.setVal
	Characteristic angle	LD0.DPHHRDIR1.ChrAng.setMag.f
	Num of start phases	LD0.DPHHPDOC2.NumPh.setVal

Three phase voltage dependent overcurrent protection

PHPVOC1	Operation Off / On	LD0.PHPVOC1.Mod.Oper.ctlVal
3I(U)>(1)	Operating curve type	LD0.PHPVOC1.TmACrv.setCharact
	Operate delay time	LD0.PHPVOC1.OpDITmms.setVal
	Start value	LD0.PHPVOC1.StrVal.setMag.f
	Type of control	LD0.PHPVOC1.CtlMod.setVal
	Start if voltage control	LD0.PHPVOC1.LoStrVal.setMag.f
	Voltage high limit	LD0.PHPVOC1.VHiLim.setMag.f
	Voltage low limit	LD0.PHPVOC1.VLoLim.setMag.f
	Num of start phases	LD0.PHPVOC1.NumPh.setVal

Thermal overload protection, one time constant

T1PTTR1	Operation Off / On	LD0.T1PTTR1.Mod.Oper.ctlVal
3Ith>F(1)	Time constant	LD0.T1PTTR1.ConsTms1.setVal
	Operate temperature	LD0.T1PTTR1.TmpMax.setMag.f
	Current reference	LD0.T1PTTR1.ARef.setMag.f

	Ambient temperature	LD0.T1PTTR1.EnvTmpSet.setMag.f
Thermal overload protection, two time constants		
T2PTTR1	Operation Off / On	LD0.T2PTTR1.Mod.Oper.ctlVal
3Ith>T/G/C(1)	Short time constant	LD0.T2PTTR1.ConsTms1.setVal
	Long time constant	LD0.T2PTTR1.ConsTms2.setVal
	Current reference	LD0.T2PTTR1.ARef.setMag.f
	Ambient temperature	LD0.T2PTTR1.EnvTmpSet.setMag.f
	Operate temperature	LD0.T2PTTR1.OpTmp.setMag.f
Stalled motor		
JAMPTOC1	Operation Off / On	LD0.JAMPTOC1.Mod.Oper.ctlVal
Ist>(1)	Start value	LD0.JAMPTOC1.StrVal.setMag.f
	Operate delay time	LD0.JAMPTOC1.OpDITmms.setVal
Loss of load protection		
LOFLPTUC1	Operation Off / On	LD0.LOFLPTUC1.Mod.Oper.ctlVal
3I<(1)	Current /Start high	LD0.LOFLPTUC1.StrVal.setMag.f
	Operate delay time	LD0.LOFLPTUC1.OpDITmms.setVal
	Current /Start low	LD0.LOFLPTUC1.BlkValA.setMag.f
Phase undercurrent protection		
PHPTUC1	Operation Off / On	LD0.PHPTUC1.Mod.Oper.ctlVal
3I<(1)	Start value	LD0.PHPTUC1.StrVal.setMag.f
	Operate delay time	LD0.PHPTUC1.OpDITmms.setVal
	Current block value	LD0.PHPTUC1.BlkValA.setMag.f
	Number of phases	LD0.PHPTUC1.OpModPh.setVal
Motor thermal overload protection		
MPTTR1	Operation Off / On	LD0.MPTTR1.Mod.Oper.ctlVal
	Time constant oper.	LD0.MPTTR1.ConsTms1.setVal
	Time constant start	D0.MPTTR1.ConsTms2.setVal
	Time constant stop	LD0.MPTTR1.ConsTms3.setVal
	Alarm thermal value	LD0.MPTTR1.AlmVal.setMag.f
	Rated current (FLC)	LD0.MPTTR1.ARef.setMag.f
	Restart thermal Val	LD0.MPTTR1.DropoutVal.setMag.f
	Weighting factor p	LD0.MPTTR1.WghFact.setMag.f
	Overload factor	LD0.MPTTR1.OvlFact.setMag.f
	Negative Seq factor	LD0.MPTTR1.NgSeqFact.setMag.f
	Env temperature Set	LD0.MPTTR1.EnvTmpSet.setMag.f
	Initial thermal Val	LD0.MPTTR1.IniTmp.setMag.f
Non-directional earth-fault protection, low stage		
EFLPTOC1	Operation Off / On	LD0.EFLPTOC1.Mod.Oper.ctlVal
Io>(1)	Oper.delay curve type	LD0.EFLPTOC1.TmACrv.setCharact
	Start value	LD0.EFLPTOC1.StrVal.setMag.f

	Operate delay time	LD0.EFLPTOC1.OpDITmms.setVal
EFLPTOC2	Operation Off / On	LD0.EFLPTOC2.Mod.Oper.ctlVal
Io>(1)	Oper.delay curve type	LD0.EFLPTOC2.TmACrv.setCharact
	Start value	LD0.EFLPTOC2.StrVal.setMag.f
	Operate delay time	LD0.EFLPTOC2.OpDITmms.setVal
Non-directional earth-fault protection, high stage		
EFHPTOC1	Operation Off / On	LD0.EFHPTOC1.Mod.Oper.ctlVal
Io>>(2)	Oper.delay curve type	LD0.EFHPTOC1.TmACrv.setCharact
	Start value	LD0.EFHPTOC1.StrVal.setMag.f
	Operate delay time	LD0.EFHPTOC1.OpDITmms.setVal
EFHPTOC2	Operation Off / On	LD0.EFHPTOC2.Mod.Oper.ctlVal
Io>>(2)	Oper.delay curve type	LD0.EFHPTOC2.TmACrv.setCharact
	Start value	LD0.EFHPTOC2.StrVal.setMag.f
	Operate delay time	LD0.EFHPTOC2.OpDITmms.setVal
Non-directional earth-fault protection, inst. stage		
EFIPTOC1	Operation Off / On	LD0.EFIPTOC1.Mod.Oper.ctlVal
Io>>>(1)	Start value	LD0.EFIPTOC1.StrVal.setMag.f
	Operate delay time	LD0.EFIPTOC1.OpDITmms.setVal
Directional earth-fault, low stage		
DEFLPDEF1	Operation Off / On	LD0.DEFLPTOC1.Mod.Oper.ctlVal
Io>->(1)	Oper.delay curve type	LD0.DEFLPTOC1.TmACrv.setCharact
	Start value	LD0.DEFLPTOC1.StrVal.setMag.f
	Operate delay time	LD0.DEFLPTOC1.OpDITmms.setVal
	Directional mode	LD0.DEFLPTOC1.DirMod.setVal
	Voltage start value	LD0.DEFLPTOC1.VStr.setMag.f
	Allow Non Dir	LD0.DEFLPTOC1.AllwNonDir.setVal
	Enable voltage limit	LD0.DEFLPTOC1.EnaVLim.setVal
	Characteristic angle	LD0.DEFLRDIR1.ChrAng.setMag.f
	Min operate current	LD0.DEFLRDIR1.BlkValA.setMag.f
	Min operate voltage	LD0.DEFLRDIR1.BlkValV.setMag.f
	Pol quantity	LD0.DEFLRDIR1.PolQty.setVal
	Min forward	LD0.DEFLRDIR1.MinFwdAng.setMag.f
	Min reverse	LD0.DEFLRDIR1.MinRvAng.setMag.f
	Max forward	LD0.DEFLRDIR1.MaxFwdAng.setMag.f
	Max reverse	LD0.DEFLRDIR1.MaxRvAng.setMag.f
	Angle correction	LD0.DEFLRDIR1.CorAng.setMag.f
	Uo signal Sel	LD0.DEFLRDIR1.VResSigSel.setVal
	Io signal Sel	LD0.DEFLPTOC1.AResSigSel.setVal
DEFLPDEF2	Operation Off / On	LD0.DEFLPTOC2.Mod.Oper.ctlVal
Io>->(2)	Oper.delay curve type	LD0.DEFLPTOC2.TmACrv.setCharact

	Start value	LD0.DEFLPTOC2.StrVal.setMag.f
	Operate delay time	LD0.DEFLPTOC2.OpDITmms.setVal
	Directional mode	LD0.DEFLPTOC2.DirMod.setVal
	Voltage start value	LD0.DEFLPTOC2.VStr.setMag.f
	Allow Non Dir	LD0.DEFLPTOC2.AllwNonDir.setVal
	Enable voltage limit	LD0.DEFLPTOC2.EnaVLim.setVal
	Characteristic angle	LD0.DEFLRDIR2.ChrAng.setMag.f
	Min operate current	LD0.DEFLRDIR2.BlkValA.setMag.f
	Min operate voltage	LD0.DEFLRDIR2.BlkValV.setMag.f
	Operation criteria	LD0.DEFLRDIR2.OpModEF.setVal
	Pol quantity	LD0.DEFLRDIR2.PolQty.setVal
	Min forward	LD0.DEFLRDIR2.MinFwdAng.setMag.f
	Min reverse	LD0.DEFLRDIR2.MinRvAng.setMag.f
	Max forward	LD0.DEFLRDIR2.MaxFwdAng.setMag.f
	Max reverse	LD0.DEFLRDIR2.MaxRvAng.setMag.f
	Angle correction	LD0.DEFLRDIR2.CorAng.setMag.f
	Uo signal Sel	LD0.DEFLRDIR2.VResSigSel.setVal
	Io signal Sel	LD0.DEFLPTOC2.AResSigSel.setVal
Directional earth-fault, high stage		
DEFHPDEF1	Operation Off / On	LD0.DEFHPTOC1.Mod.Oper.ctlVal
Io>>-(1)	Oper.delay curve type	LD0.DEFHPTOC1.TmACrv.setCharact
	Start value	LD0.DEFHPTOC1.StrVal.setMag.f
	Operate delay time	LD0.DEFHPTOC1.OpDITmms.setVal
	Directional mode	LD0.DEFHPTOC1.DirMod.setVal
	Voltage start value	LD0.DEFHPTOC1.VStr.setMag.f
	Allow Non Dir	LD0.DEFHPTOC1.AllwNonDir.setVal
	Enable voltage limit	LD0.DEFHPTOC1.EnaVLim.setVal
	Characteristic angle	LD0.DEFHDIR1.ChrAng.setMag.f
	Min operate current	LD0.DEFHDIR1.BlkValA.setMag.f
	Min operate voltage	LD0.DEFHDIR1.BlkValV.setMag.f
	Operation criteria	LD0.DEFHDIR1.OpModEF.setVal
Intermittent earth fault protection		
INTRPTEF1	Operation Off / On	LD0.INTRPTEF1.Mod.Oper.ctlVal
	Voltage start value	LD0.INTRPTEF1.GndStr.setMag.f
	Directional mode	LD0.INTRPTEF1.DirMod.setVal
	Operate delay time	LD0.INTRPTEF1.OpDITmms.setVal
	Min operate current	LD0.INTRPTEF1.BlkValA.setMag.f
	Operation criteria	LD0.INTRPTEF1.OpModTEF.setVal
Neutral admittance protection		
EFPADM1	Operation Off / On	LD0.EFPADM1.Mod.Oper.ctlVal
Yo>>-(1)	Voltage start value	LD0.EFPADM1.VStr.setMag.f
	Operate delay time	LD0.EFPADM1.OpDITmms.setVal
	Operation criteria	LD0.EFPADM1.OpModAdm.setVal

	Min operate current	LD0.EFPADM1.BlkValA.setMag.f
	Min operate voltage	LD0.EFPADM1.BlkValV.setMag.f
	Conductance tilt ang	LD0.EFPADM1.CondTiltAng.setMag.f
	Conductance tilt ang	LD0.EFPADM1.CondTltAng.setMag.f
	Conductance forward	LD0.EFPADM1.CondFwd.setMag.f
	Conductance reverse	LD0.EFPADM1.CondRv.setMag.f
	Susceptance tilt ang.	LD0.EFPADM1.SusTiltAng.setMag.f
	Susceptance forward	LD0.EFPADM1.SusFwd.setMag.f
	Susceptance reverse	LD0.EFPADM1.SusRv.setMag.f
	Admit. circle radius	LD0.EFPADM1.CirclRd.setMag.f
	Admit. circle radius	LD0.EFPADM1.CirclRd.setMag.f
	Adm. circle conduct.	LD0.EFPADM1.CirclCond.setMag.f
	Adm. circle suscept.	LD0.EFPADM1.CirclSus.setMag.f
Harmonics earth-fault protection		
HAEFPTOC1	Operation Off / On	LD0.HAEFPTOC1.Mod.Oper.ctlVal
Io>HA(1)	Delay curve type	LD0.HAEFPTOC1.TmAcrv.setCharact
	Start value	LD0.HAEFPTOC1.StrVal.setMag.f
	Operate delay time	LD0.HAEFPTOC1.OpDITmms.setVal
Wattmetric directional earth-fault		
WPWDE1	Operation Off / On	LD0.WPSDE1.Mod.Oper.ctlVal
	Start voltage value	LD0.WPSDE1.GndStr.setMag.f
	Start current value	LD0.WPSDE1.GndOp.setMag.f
	Operate delay time	LD0.WPSDE1.OpDITmms.setVal
	Directional mode	LD0.WPSDE1.DirMod.setVal
	Start Power value	LD0.WPSDE1.StrVal.setMag.f
	Operating curve	LD0.WPSDE1.TmAcrv.setCharact
	Reference power	LD0.WPSDE1.RefW.setMag.f
	Characteristic angle	LD0.WRDIR1.ChrAng.setMag.f
	Min. operate current	LD0.WRDIR1.BlkValA.setMag.f
	Min. operate voltage	LD0.WRDIR1.BlkValV.setMag.f
WPWDE2	Operation Off / On	LD0.WPSDE2.Mod.Oper.ctlVal
	Start voltage value	LD0.WPSDE2.GndStr.setMag.f
	Start current value	LD0.WPSDE2.GndOp.setMag.f
	Operate delay time	LD0.WPSDE2.OpDITmms.setVal
	Directional mode	LD0.WPSDE2.DirMod.setVal
	Start Power value	LD0.WPSDE2.StrVal.setMag.f
	Operating curve	LD0.WPSDE2.TmAcrv.setCharact
	Reference power	LD0.WPSDE2.RefW.setMag.f
	Characteristic angle	LD0.WRDIR2.ChrAng.setMag.f
	Min. operate current	LD0.WRDIR2.BlkValA.setMag.f
	Min. operate voltage	LD0.WRDIR2.BlkValV.setMag.f
WPWDE3	Operation Off / On	LD0.WPSDE3.Mod.Oper.ctlVal

Start voltage value	LD0.WPSDE3.GndStr.setMag.f
Start current value	LD0.WPSDE3.GndOp.setMag.f
Operate delay time	LD0.WPSDE3.OpDITmms.setVal
Directional mode	LD0.WPSDE3.DirMod.setVal
Start Power value	LD0.WPSDE3.StrVal.setMag.f
Operating curve	LD0.WPSDE3.TmACrv.setCharact
Reference power	LD0.WPSDE3.RefW.setMag.f
Characteristic angle	LD0.WRDIR3.ChrAng.setMag.f
Min. operate current	LD0.WRDIR3.BlkValA.setMag.f
Min. operate voltage	LD0.WRDIR3.BlkValV.setMag.f

Third harmonic stator earth-fault protection

H3EFPSEF1	Operation Off / On	LD0.H3EFPTRC1.Mod.Oper.ctlVal
dUo>/Uo3H(1)	Operate delay time	LD0.H3EFP TOV1.OpDITmms.setVal
	Voltage block value	LD0.H3EFP TOV1.BlkVal.setMag.f
	Beta	LD0.H3EFP TOV1.Beta.setMag.f
	CB open factor	LD0.H3EFP TOV1.CBOPnFact.setMag.f
	Generator CB used	LD0.H3EFP TOV1.GnCBUsed.setVal
	Voltage N 3.H lim. Val	LD0.H3EFP TUV1.StrVal.setMag.f

Multi-frequency neutral admittance earth-fault protection

MFADPSDE1	Operation Off / On	LD0.MFADPSDE1.Mod.Oper.ctlVal
Io>->Y(1)	Voltage start value	LD0.MFADPSDE1.GndStr.setMag.f
	Start delay time	LD0.MFADPSDE1.StrDITmms.setVal
	Operate delay time	LD0.MFADPSDE1.OpDITmms.setVal
	Directional mode	LD0.MFADPSDE1.DirMod.setVal
	Reset delay time	LD0.MFADPSDE1.RsDITmms.setVal
	Peak counter limit	LD0.MFADPSDE1.PkCntLim.setVal
	Operation criteria	LD0.MFADPSDE1.OpModTEF.setVal
	Min. operate current	LD0.MFADRDIR1.BlkValA.setMag.f
	Pol reversal	LD0.MFADRDIR1.RevPol.setVal
	Tilt angle	LD0.MFADRDIR1.TiltAng.setMag.f
	Operating quantity	LD0.MFADRDIR1.OpQtySel.setVal

Line differential protection with stabilized and inst. stages

LNPLDF1	Operation mode	LD0.LNPTRC1.Mod.Oper.ctlVal
3dI>L(1)	Low operate value	LD0.LNLPDIF1.LoSet.setMag.f
	Min. operate time	LD0.LNLPDIF1.MinOpTmms.setVal
	Restraint mode	LD0.LNLPDIF1.RstMod.setVal
	Operating curve	LD0.LNLPDIF1.TmACrv.setCharact
	Operate delay time	LD0.LNLPDIF1.OpDITmms.setVal
	End section 1	LD0.LNLPDIF1.EndScn1.setMag.f
	Slope section 2	LD0.LNLPDIF1.SpeScn2.setMag.f
	CT connection type	LD0.LNLPDIF1.CTConnTyp.setVal
	Winding selection	LD0.LNLPDIF1.WndSel.setVal
	Winding 1 type	LD0.LNLPDIF1.Wnd1Typ.setVal

	Winding 2 type	LD0.LNLPDIF1.Wnd2Typ.setVal
	Clock number	LD0.LNLPDIF1.ClkNum.setVal
Transformer differential protection of two winding transformers		
TR2PTDF1	Operation Off / On	LD0.TR2PTRC1.Mod.Oper.ctlVal
3dI>T(1)	Low operate value	LD0.TR2LPDIF1.LoSet.setMag.f
	Slope section 2	LD0.TR2LPDIF1.SpeScn2.setMag.f
	End section 2	LD0.TR2LPDIF1.EndScn2.setMag.f
	Slope section 3	LD0.TR2LPDIF1.SpeScn3.setMag.f
	CT connection type	LD0.TR2LPDIF1.CTConnTyp.setVal
	Winding 1 type	LD0.TR2LPDIF1.Wnd1Typ.setVal
	Winding 2 type	LD0.TR2LPDIF1.Wnd2Typ.setVal
	Clock number	LD0.TR2LPDIF1.ClkNum.setVal
	CT ratio corr. wind. 1	LD0.TR2LPDIF1.CTRatCor1.setMag.f
	CT ratio corr. wind.2	LD0.TR2LPDIF1.CTRatCor2.setMag.f
Low impedance restricted earth fault protection		
LREFPNDIF1	Operation Off / On	LD0.LREFPDIF1.Mod.Oper.ctlVal
dIoLo>(1)	Operate value	LD0.LREFPDIF1.LoSet.setMag.f
	Min.operate time	LD0.LREFPDIF1.MinOpTmms.setVal
	Restraint mode	LD0.LREFPDIF1.RstMod.setVal
	CT connection type	LD0.LREFPDIF1.CTConnTyp.setVal
High impedance restricted earth fault protection		
HREFPDIF1	Operation Off / On	LD0.HREFPDIF1.Mod.Oper.ctlVal
dIoHi>(1)	Operate value	LD0.HREFPDIF1.LoSet.setMag.f
	Min. operate time	LD0.HREFPDIF1.MinOpTmms.setVal
High impedance differential protection		
HIAPDIF1	Operation Off / On	LD0.HIAPDIF1.Mod.Oper.ctlVal
dHi_A>(1)	Operate value	LD0.HIAPDIF1.LoSet.setMag.f
	Min. operate time	LD0.HIAPDIF1.MinOpTmms.setVal
High impedance differential protection		
HIBPDIF1	Operation Off / On	LD0.HIBPDIF1.Mod.Oper.ctlVal
dHi_B>(1)	Operate value	LD0.HIBPDIF1.LoSet.setMag.f
	Min. operate time	LD0.HIBPDIF1.MinOpTmms.setVal
High impedance differential protection		
HICPDIF1	Operation Off / On	LD0.HICPDIF1.Mod.Oper.ctlVal
dHi_C>(1)	Operate value	LD0.HICPDIF1.LoSet.setMag.f
	Min. operate time	LD0.HICPDIF1.MinOpTmms.setVal
Stabilized three-phase diff. protection for motors		
MPDIF1	Operation Off / On	LD0.MPTRC1.Mod.Oper.ctlVal
3dI>M/G(1)	High operate value	LD0.MHPDIF1.HiSet.setMag.f

	Low operate value	LD0.MLPDIF1.LoSet.setMag.f
	Slope section 2	LD0.MLPDIF1.SpeScn2.setMag.f
	Slope section 3	LD0.MLPDIF1.SpeScn3.setMag.f
	End section 1	LD0.MLPDIF1.EndScn1.setMag.f
	End section 2	LD0.MLPDIF1.EndScn2.setMag.f
	CT connection type	LD0.MLPDIF1.CTConnTyp.setVal
	DC restrain enabled	LD0.MLPDIF1.EnaDCBias.setVal
	CT ratio Cor Line	LD0.MLPDIF1.CTRatCor1.setMag.f
	CT ratio Cor Neutral	LD0.MLPDIF1.CTRatCor2.setMag.f
Negative Phase sequence current protection		
NSPTOC1	Operation Off / On	LD0.NSPTOC1.Mod.Oper.ctlVal
I2>(1)	Operating curve type	LD0.NSPTOC1.TmACrv.setCharact
	Start value	LD0.NSPTOC1.StrVal.setMag.f
	Operate delay time	LD0.NSPTOC1.OpDITmms.setVal
NSPTOC2	Operation Off / On	LD0.NSPTOC2.Mod.Oper.ctlVal
I2>(2)	Operating curve type	LD0.NSPTOC2.TmACrv.setCharact
	Start value	LD0.NSPTOC2.StrVal.setMag.f
	Operate delay time	LD0.NSPTOC2.OpDITmms.setVal
Phase discontinuity protection		
PDNSPTOC1	Operation Off / On	LD0.PDNSPTOC1.Mod.Oper.ctlVal
I2/I1>(1)	Start value	LD0.PDNSPTOC1.StrVal.setMag.f
	Operate delay time	LD0.PDNSPTOC1.OpDITmms.setVal
	Min phase current	LD0.PDNSPTOC1.MinPhA.setMag.f
Phase reversal protection		
PREVPTOC1	Operation Off / On	LD0.PREVPTOC1.Mod.Oper.ctlVal
I2>>(1)	Start value	LD0.PREVPTOC1.StrVal.setMag.f
	Operate delay time	LD0.PREVPTOC1.OpDITmms.setVal
Negative-phase-sequence time overcurrent protection for machines		
MNSPTOC1	Operation Off / On	LD0.MNSPTOC1.Mod.Oper.ctlVal
I2>M(1)	Operating curve type	LD0.MNSPTOC1.TmACrv.setCharact
	Start value	LD0.MNSPTOC1.StrVal.setMag.f
	Machine time Mult	LD0.MNSPTOC1.TmMult.setMag.f
	Operate delay time	LD0.MNSPTOC1.OpDITmms.setVal
	Rated current (Ir)	LD0.MNSPTOC1.ARef.setMag.f
	Cooling time	LD0.MNSPTOC1.CITms.setVal
MNSPTOC2	Operation Off / On	LD0.MNSPTOC2.Mod.Oper.ctlVal
I2>M(2)	Operating curve type	LD0.MNSPTOC2.TmACrv.setCharact
	Start value	LD0.MNSPTOC2.StrVal.setMag.f
	Machine time Mult	LD0.MNSPTOC2.TmMult.setMag.f

	Operate delay time	LD0.MNSPTOC2.OpDITmms.setVal
	Rated current (Ir)	LD0.MNSPTOC2.ARef.setMag.f
	Cooling time	LD0.MNSPTOC2.CITms.setVal
Three phase overvoltage protection		
PHPTOV1	Operation Off / On	LD0.PHPTOV1.Mod.Oper.ctlVal
3U>(1)	Operating curve type	LD0.PHPTOV1.TmVCrv.setCharact
	Start value	LD0.PHPTOV1.StrVal.setMag.f
	Operate delay time	LD0.PHPTOV1.OpDITmms.setVal
	Number of phases	LD0.PHPTOV1.NumPh.setVal
PHPTOV2	Operation Off / On	LD0.PHPTOV2.Mod.Oper.ctlVal
3U>(2)	Operating curve type	LD0.PHPTOV2.TmVCrv.setCharact
	Start value	LD0.PHPTOV2.StrVal.setMag.f
	Operate delay time	LD0.PHPTOV2.OpDITmms.setVal
	Number of phases	LD0.PHPTOV2.NumPh.setVal
PHPTOV3	Operation Off / On	LD0.PHPTOV3.Mod.Oper.ctlVal
3U>(3)	Operating curve type	LD0.PHPTOV3.TmVCrv.setCharact
	Start value	LD0.PHPTOV3.StrVal.setMag.f
	Operate delay time	LD0.PHPTOV3.OpDITmms.setVal
	Number of phases	LD0.PHPTOV3.NumPh.setVal
Three phase undervoltage protection		
PHPTUV1	Operation Off / On	LD0.PHPTUV1.Mod.Oper.ctlVal
3U<(1)	Operating curve type	LD0.PHPTUV1.TmVCrv.setCharact
	Start value	LD0.PHPTUV1.StrVal.setMag.f
	Operate delay time	LD0.PHPTUV1.OpDITmms.setVal
	Num of start phases	LD0.PHPTUV1.NumPh.setVal
PHPTUV2	Operation Off / On	LD0.PHPTUV2.Mod.Oper.ctlVal
3U<(2)	Operating curve type	LD0.PHPTUV2.TmVCrv.setCharact
	Start value	LD0.PHPTUV2.StrVal.setMag.f
	Operate delay time	LD0.PHPTUV2.OpDITmms.setVal
	Num of start phases	LD0.PHPTUV2.NumPh.setVal
PHPTUV3	Operation Off / On	LD0.PHPTUV3.Mod.Oper.ctlVal
3U<(3)	Operating curve type	LD0.PHPTUV3.TmVCrv.setCharact
	Start value	LD0.PHPTUV3.StrVal.setMag.f
	Operate delay time	LD0.PHPTUV3.OpDITmms.setVal
	Num of start phases	LD0.PHPTUV3.NumPh.setVal
Residual overvoltage protection		
ROVPTOV1	Operation Off / On	LD0.ROVPTOV1.Mod.Oper.ctlVal
Uo>(1)	Start value	LD0.ROVPTOV1.StrVal.setMag.f
	Operate delay time	LD0.ROVPTOV1.OpDITmms.setVal

ROVPTOV2 U _o >(2)	Operation Off / On Start value Operate delay time	LD0.ROVPTOV2.Mod.Oper.ctlVal LD0.ROVPTOV2.StrVal.setMag.f LD0.ROVPTOV2.OpDITmms.setVal
ROVPTOV3 U _o >(3)	Operation Off / On Start value Operate delay time	LD0.ROVPTOV3.Mod.Oper.ctlVal LD0.ROVPTOV3.StrVal.setMag.f LD0.ROVPTOV3.OpDITmms.setVal
Negative sequence overvoltage		
NSPTOV1 U ₂ >(2)	Operation Off / On Start value Operate delay time	LD0.NSPTOV1.Mod.Oper.ctlVal LD0.NSPTOV1.StrVal.setMag.f LD0.NSPTOV1.OpDITmms.setVal
NSPTOV2 U ₂ >(1)	Operation Off / On Start value Operate delay time	LD0.NSPTOV2.Mod.Oper.ctlVal LD0.NSPTOV2.StrVal.setMag.f LD0.NSPTOV2.OpDITmms.setVal
Positive sequence undervoltage		
PSPTUV1 U ₁ <(1)	Operation Off / On Start value Operate delay time	LD0.PSPTUV1.Mod.Oper.ctlVal LD0.PSPTUV1.StrVal.setMag.f LD0.PSPTUV1.OpDITmms.setVal
PSPTUV2 U ₁ <(2)	Operation Off / On Start value Operate delay time	LD0.PSPTUV2.Mod.Oper.ctlVal LD0.PSPTUV2.StrVal.setMag.f LD0.PSPTUV2.OpDITmms.setVal
Overexcitation protection		
OEPVPH1	Operation Off / On Operating curve type Start value Operate delay time Cooling time Constant delay Leakage Reactance Voltage selection Phase selection	LD0.OEPVPH1.Mod.Oper.ctlVal LD0.OEPVPH1.VHzCrv.setCharact LD0.OEPVPH1.StrVal.setMag.f LD0.OEPVPH1.OpDITmms.setVal LD0.OEPVPH1.CITms.setVal LD0.OEPVPH1.ConsDITmms.setVal LD0.OEPVPH1.XLeak.setMag.f LD0.OEPVPH1.VSel.setVal LD0.OEPVPH1.VPhSel.setVal
Low voltage ride through protection function		
LVRTPTUV1 U<RT(1)	Operation Off / On Voltage start value Coordinate LVRT curv 1st time coordinate 2nd time coordinate 3rd time coordinate 4th time coordinate	LD0.LVRTPTUV1.Mod.Oper.ctlVal LD0.LVRTPTUV1.StrVal.setMag.f LD0.LVRTPTUV1.NumPt.setVal LD0.LVRTPTUV1.CrvPt0Tmms.setVal LD0.LVRTPTUV1.CrvPt1Tmms.setVal LD0.LVRTPTUV1.CrvPt2Tmms.setVal LD0.LVRTPTUV1.CrvPt3Tmms.setVal

5th time coordinate	LD0.LVRTPTUV1.CrvPt4Tmms.setVal
6th time coordinate	LD0.LVRTPTUV1.CrvPt5Tmms.setVal
7th time coordinate	LD0.LVRTPTUV1.CrvPt6Tmms.setVal
8th time coordinate	LD0.LVRTPTUV1.CrvPt7Tmms.setVal
9th time coordinate	LD0.LVRTPTUV1.CrvPt8Tmms.setVal
10th time coordinate	LD0.LVRTPTUV1.CrvPt9Tmms.setVal
Voltage level 1	LD0.LVRTPTUV1.CrvPt0Ydir.setMag.f
Voltage level 2	LD0.LVRTPTUV1.CrvPt1Ydir.setMag.f
Voltage level 3	LD0.LVRTPTUV1.CrvPt2Ydir.setMag.f
Voltage level 4	LD0.LVRTPTUV1.CrvPt3Ydir.setMag.f
Voltage level 5	LD0.LVRTPTUV1.CrvPt4Ydir.setMag.f
Voltage level 6	LD0.LVRTPTUV1.CrvPt5Ydir.setMag.f
Voltage level 7	LD0.LVRTPTUV1.CrvPt6Ydir.setMag.f
Voltage level 8	LD0.LVRTPTUV1.CrvPt7Ydir.setMag.f
Voltage level 9	LD0.LVRTPTUV1.CrvPt8Ydir.setMag.f
Voltage level 10	LD0.LVRTPTUV1.CrvPt9Ydir.setMag.f
Num. faulty phases	LD0.LVRTPTUV3.NumPh.setVal

Low voltage ride through protection function

LVRTPTUV2	Operation Off / On	LD0.LVRTPTUV2.Mod.Oper.ctlVal
U<RT(2)	Voltage start value	LD0.LVRTPTUV2.StrVal.setMag.f
	Coordinate LVRT curv	LD0.LVRTPTUV2.NumPt.setVal
	1st time coordinate	LD0.LVRTPTUV2.CrvPt0Tmms.setVal
	2nd time coordinate	LD0.LVRTPTUV2.CrvPt1Tmms.setVal
	3rd time coordinate	LD0.LVRTPTUV2.CrvPt2Tmms.setVal
	4th time coordinate	LD0.LVRTPTUV2.CrvPt3Tmms.setVal
	5th time coordinate	LD0.LVRTPTUV2.CrvPt4Tmms.setVal
	6th time coordinate	LD0.LVRTPTUV2.CrvPt5Tmms.setVal
	7th time coordinate	LD0.LVRTPTUV2.CrvPt6Tmms.setVal
	8th time coordinate	LD0.LVRTPTUV2.CrvPt7Tmms.setVal
	9th time coordinate	LD0.LVRTPTUV2.CrvPt8Tmms.setVal
	10th time coordinate	LD0.LVRTPTUV2.CrvPt9Tmms.setVal
	Voltage level 1	LD0.LVRTPTUV2.CrvPt0Ydir.setMag.f
	Voltage level 2	LD0.LVRTPTUV2.CrvPt1Ydir.setMag.f
	Voltage level 3	LD0.LVRTPTUV2.CrvPt2Ydir.setMag.f
	Voltage level 4	LD0.LVRTPTUV2.CrvPt3Ydir.setMag.f
	Voltage level 5	LD0.LVRTPTUV2.CrvPt4Ydir.setMag.f
	Voltage level 6	LD0.LVRTPTUV2.CrvPt5Ydir.setMag.f
	Voltage level 7	LD0.LVRTPTUV2.CrvPt6Ydir.setMag.f
	Voltage level 8	LD0.LVRTPTUV2.CrvPt7Ydir.setMag.f
	Voltage level 9	LD0.LVRTPTUV2.CrvPt8Ydir.setMag.f
	Voltage level 10	LD0.LVRTPTUV2.CrvPt9Ydir.setMag.f
	Num. faulty phases	LD0.LVRTPTUV2.NumPh.setVal

Low voltage ride through protection function

LVRTPTUV3	Operation Off / On	LD0.LVRTPTUV3.Mod.Oper.ctlVal
-----------	--------------------	-------------------------------

U<RT(3)	Voltage start value Coordinate LVRT curv 1st time coordinate 2nd time coordinate 3rd time coordinate 4th time coordinate 5th time coordinate 6th time coordinate 7th time coordinate 8th time coordinate 9th time coordinate 10th time coordinate Voltage level 1 Voltage level 2 Voltage level 3 Voltage level 4 Voltage level 5 Voltage level 6 Voltage level 7 Voltage level 8 Voltage level 9 Voltage level 10 Num. faulty phases	LD0.LVRTPTUV3.StrVal.setMag.f LD0.LVRTPTUV3.NumPt.setVal LD0.LVRTPTUV3.CrvPt0Tmms.setVal LD0.LVRTPTUV3.CrvPt1Tmms.setVal LD0.LVRTPTUV3.CrvPt2Tmms.setVal LD0.LVRTPTUV3.CrvPt3Tmms.setVal LD0.LVRTPTUV3.CrvPt4Tmms.setVal LD0.LVRTPTUV3.CrvPt5Tmms.setVal LD0.LVRTPTUV3.CrvPt6Tmms.setVal LD0.LVRTPTUV3.CrvPt7Tmms.setVal LD0.LVRTPTUV3.CrvPt8Tmms.setVal LD0.LVRTPTUV3.CrvPt9Tmms.setVal LD0.LVRTPTUV3.CrvPt0Ydir.setMag.f LD0.LVRTPTUV3.CrvPt1Ydir.setMag.f LD0.LVRTPTUV3.CrvPt2Ydir.setMag.f LD0.LVRTPTUV3.CrvPt3Ydir.setMag.f LD0.LVRTPTUV3.CrvPt4Ydir.setMag.f LD0.LVRTPTUV3.CrvPt5Ydir.setMag.f LD0.LVRTPTUV3.CrvPt6Ydir.setMag.f LD0.LVRTPTUV3.CrvPt7Ydir.setMag.f LD0.LVRTPTUV3.CrvPt8Ydir.setMag.f LD0.LVRTPTUV3.CrvPt9Ydir.setMag.f LD0.LVRTPTUV3.NumPh.setVal
Voltage vector shift protection		
VVSPAM1	Operation Off / On	LD0.VVSPAM1.Mod.Oper.ctlVal
VS(1)	Start value Under Volt Blk Over Volt Blk	LD0.VVSPAM1.StrVal.setMag.f LD0.VVSPAM1.BlkValV.setMag.f LD0.VVSPAM1.MaxV.setMag.f
Frequency protection		
FRPFRQ1	Operation Off / On	LD0.FRPTRC1.Mod.Oper.ctlVal
f>/f	Operation mode Start value Freq> Operate Tm Freq Start value Freq< Start value df/dt Operate Tm df/dt	LD0.FRPTRC1.OpModProHz.setVal LD0.FRPTOF1.StrVal.setMag.f LD0.FRPTOF1.OpDITmms.setVal LD0.FRPTUF1.StrVal.setMag.f LD0.FRPFRC1.StrVal.setMag.f LD0.FRPFRC1.OpDITmms.setVal
FRPFRQ2	Operation Off / On	LD0.FRPTRC2.Mod.Oper.ctlVal
f>/f	Operation mode Start value Freq> Operate Tm Freq Start value Freq< Start value df/dt Operate Tm df/dt	LD0.FRPTRC2.OpModProHz.setVal LD0.FRPTOF2.StrVal.setMag.f LD0.FRPTOF2.OpDITmms.setVal LD0.FRPTUF2.StrVal.setMag.f LD0.FRPFRC2.StrVal.setMag.f LD0.FRPFRC2.OpDITmms.setVal

FRPFRQ3 f>/f	Operation Off / On Operation mode Start value Freq> Operate Tm Freq Start value Freq< Start value df/dt Operate Tm df/dt	LD0.FRPTRC3.Mod.Oper.ctlVal LD0.FRPTRC3.OpModProHz.setVal LD0.FRPTOF3.StrVal.setMag.f LD0.FRPTOF3.OpDITmms.setVal LD0.FRPTUF3.StrVal.setMag.f LD0.FRPFRC3.StrVal.setMag.f LD0.FRPFRC3.OpDITmms.setVal
FRPFRQ4 f>/f	Operation Off / On Operation mode Start value Freq> Operate Tm Freq Start value Freq< Start value df/dt Operate Tm df/dt	LD0.FRPTRC4.Mod.Oper.ctlVal LD0.FRPTRC4.OpModProHz.setVal LD0.FRPTOF4.StrVal.setMag.f LD0.FRPTOF4.OpDITmms.setVal LD0.FRPTUF4.StrVal.setMag.f LD0.FRPFRC4.StrVal.setMag.f LD0.FRPFRC4.OpDITmms.setVal
FRPFRQ5 f>/f	Operation Off / On Operation mode Start value Freq> Operate Tm Freq Start value Freq< Start value df/dt Operate Tm df/dt	LD0.FRPTRC5.Mod.Oper.ctlVal LD0.FRPTRC5.OpModProHz.setVal LD0.FRPTOF5.StrVal.setMag.f LD0.FRPTOF5.OpDITmms.setVal LD0.FRPTUF5.StrVal.setMag.f LD0.FRPFRC5.StrVal.setMag.f LD0.FRPFRC6.OpDITmms.setVal
FRPFRQ6 f>/f	Operation Off / On Operation mode Start value Freq> Operate Tm Freq Start value Freq< Start value df/dt Operate Tm df/dt	LD0.FRPTRC6.Mod.Oper.ctlVal LD0.FRPTRC6.OpModProHz.setVal LD0.FRPTOF6.StrVal.setMag.f LD0.FRPTOF6.OpDITmms.setVal LD0.FRPTUF6.StrVal.setMag.f LD0.FRPFRC6.StrVal.setMag.f LD0.FRPFRC6.OpDITmms.setVal
Load shedding LSHDPFRQ1	Operation Off / On Restore delay time Reset delay time Load shed mode Start value Freq Operate Tm Freq Start value df/dt Operate Tm df/dt Restore start Val Restore mode	LD0.LSHDPTRC1.Mod.Oper.ctlVal LD0.LSHDPTRC1.OpDITmms.setVal LD0.LSHDPTRC1.RsDITmms.setVal LD0.LSHDPTRC1.LodShdMod.setVal LD0.LSHDPTUF1.StrVal.setMag.f LD0.LSHDPTUF1.OpDITmms.setVal LD0.LSHDPFRC1.StrVal.setMag.f LD0.LSHDPFRC1.OpDITmms.setVal LD0.LSHDPTOF1.StrVal.setMag.f LD0.LSHDPTOF1.RestMod.setVal
LSHDPFRQ2	Operation Off / On	LD0.LSHDPTRC2.Mod.Oper.ctlVal

	Restore delay time	LD0.LSHDPTRC2.OpDITmms.setVal
	Reset delay time	LD0.LSHDPTRC2.RsDITmms.setVal
	Load shed mode	LD0.LSHDPTRC2.LodShdMod.setVal
	Start value Freq	LD0.LSHDPTUF2.StrVal.setMag.f
	Operate Tm Freq	LD0.LSHDPTUF2.OpDITmms.setVal
	Start value df/dt	LD0.LSHDPFRC2.StrVal.setMag.f
	Operate Tm df/dt	LD0.LSHDPFRC2.OpDITmms.setVal
	Restore start Val	LD0.LSHDPTOF2.StrVal.setMag.f
	Restore mode	LD0.LSHDPTOF2.RestMod.setVal
LSHDPFRQ3	Operation Off / On	LD0.LSHDPTRC3.Mod.Oper.ctlVal
	Restore delay time	LD0.LSHDPTRC3.OpDITmms.setVal
	Reset delay time	LD0.LSHDPTRC3.RsDITmms.setVal
	Load shed mode	LD0.LSHDPTRC3.LodShdMod.setVal
	Start value Freq	LD0.LSHDPTUF3.StrVal.setMag.f
	Operate Tm Freq	LD0.LSHDPTUF3.OpDITmms.setVal
	Start value df/dt	LD0.LSHDPFRC3.StrVal.setMag.f
	Operate Tm df/dt	LD0.LSHDPFRC3.OpDITmms.setVal
	Restore start Val	LD0.LSHDPTOF3.StrVal.setMag.f
	Restore mode	LD0.LSHDPTOF3.RestMod.setVal
LSHDPFRQ4	Operation Off / On	LD0.LSHDPTRC4.Mod.Oper.ctlVal
	Restore delay time	LD0.LSHDPTRC4.OpDITmms.setVal
	Reset delay time	LD0.LSHDPTRC4.RsDITmms.setVal
	Load shed mode	LD0.LSHDPTRC4.LodShdMod.setVal
	Start value Freq	LD0.LSHDPTUF4.StrVal.setMag.f
	Operate Tm Freq	LD0.LSHDPTUF4.OpDITmms.setVal
	Start value df/dt	LD0.LSHDPFRC4.StrVal.setMag.f
	Operate Tm df/dt	LD0.LSHDPFRC4.OpDITmms.setVal
	Restore start Val	LD0.LSHDPTOF4.StrVal.setMag.f
	Restore mode	LD0.LSHDPTOF4.RestMod.setVal
LSHDPFRQ5	Operation Off / On	LD0.LSHDPTRC5.Mod.Oper.ctlVal
	Restore delay time	LD0.LSHDPTRC5.OpDITmms.setVal
	Reset delay time	LD0.LSHDPTRC5.RsDITmms.setVal
	Load shed mode	LD0.LSHDPTRC5.LodShdMod.setVal
	Start value Freq	LD0.LSHDPTUF5.StrVal.setMag.f
	Operate Tm Freq	LD0.LSHDPTUF5.OpDITmms.setVal
	Start value df/dt	LD0.LSHDPFRC5.StrVal.setMag.f
	Operate Tm df/dt	LD0.LSHDPFRC5.OpDITmms.setVal
	Restore start Val	LD0.LSHDPTOF5.StrVal.setMag.f
	Restore mode	LD0.LSHDPTOF5.RestMod.setVal
Out of step blocking and tripping		
OOSRPSB1	Operation Off / On	LD0.OOSRPSB1.Mod.Oper.ctlVal
OOS	Swing time	LD0.OOSRPSB1.SwgTmms.setVal

	Number of pole slips	LD0.OOSRPSB1.MaxNumSlp.setVal
	Trip delay time	LD0.OOSRPSB1.OpDITmms.setVal
	Min Ps Seq current	LD0.OOSRPSB1.MinPsSeqA.setMag.f
	Max Ng Seq current	LD0.OOSRPSB1.MaxNgSeqA.setMag.f
	Breaker open time	LD0.OOSRPSB1.CBOPnTmms.setVal
	Disable time	LD0.OOSRPSB1.DsaTmms.setVal
	Voltage reversal	LD0.OOSRPSB1.VRv.setVal
	Oos trip mode	LD0.OOSRPSB1.OoStepMod.setVal
	Forward reach	LD0.OOSRPSB1.FwdRch.setMag.f
	Reverse reach	LD0.OOSRPSB1.RvRch.setMag.f
	Inner blinder R	LD0.OOSRPSB1.InnrBldRis.setMag.f
	Outer blinder R	LD0.OOSRPSB1.OutrBldRis.setMag.f
	Impedance angle	LD0.OOSRPSB1.ImpAng.setMag.f
	Zone 1 reach	LD0.OOSRPSB1.Zn1Rch.setVal
	Max. Num. Slips zn2	LD0.OOSRPSB1.MaxNum2Slp.setVal
	Max. Num. Slips zn3	LD0.OOSRPSB1.MaxNum3Slp.setVal
	V dip time	LD0.OOSRPSB1.VDipTmms.setVal
	Enable zone 2 feature	LD0.OOSRPSB1.Zn2Ena.setVal
	Enable zone 3 feature	LD0.OOSRPSB1.Zn3Ena.setVal
Under Excitation protection		
UEXPDIS1	Operation Off / On	LD0.UEXPDIS1.Mod.OperctlVal
X<(1)	Diameter of the Mho	LD0.UEXPDIS1.PoRch.setMag.f
	Offset of imp. Circle	LD0.UEXPDIS1.Ofs.setMag.f
	Operate delay time	LD0.UEXPDIS1.OpDITmms.setVal
	Displacement of imp.	LD0.UEXPDIS1.Dsp.setMag.f
	Imp. meas mode	LD0.UEXPDIS1.ZMeasMod.setVal
	Voltage phase sel.	LD0.UEXPDIS1.PhSelZClc.setVal
	Voltage reversal	LD0.UEXPDIS1.VRv.setVal
Under impedance protection		
UZPDIS1	Operation Off / On	LD0.UZPDIS1.Mod.OperctlVal
Z<G(1)	Percentage reach	LD0.UZPDIS1.PoRch.setMag.f
	Operate delay time	LD0.UZPDIS1.OpDITmms.setVal
Under power protection		
DUPPDPR1	Operation Off / On	LD0.DPPDUP1.Mod.OperctlVal
P<(1)	Start value	LD0.DPPDUP1.StrVal.setMag.f
	Operate delay time	LD0.DPPDUP1.OpDITmms.setVal
	Pol reversal	LD0.DPPDUP1.RevPol.setVal
DUPPDPR2	Operation Off / On	LD0.DPPDUP2.Mod.OperctlVal
P<(2)	Start value	LD0.DPPDUP2.StrVal.setMag.f
	Operate delay time	LD0.DPPDUP2.OpDITmms.setVal
	Pol reversal	LD0.DPPDUP2.RevPol.setVal

Reverse power / Directional over power protection

DOPDPR1	Operation Off / On	LD0.DPPDOP1.Mod.Oper.ctlVal
P>/Q>(1)	Directional mode	LD0.DPPDOP1.DirMod.setVal
	Start value	LD0.DPPDOP1.StrVal.setMag.f
	Operate delay time	LD0.DPPDOP1.OpDITmms.setVal
	Pol reversal	LD0.DPPDOP1.RevPol.setVal
	Power angle	LD0.DPPDOP1.PwrAng.setMag.f

DOPDPR2	Operation Off / On	LD0.DPPDOP2.Mod.Oper.ctlVal
P>/Q>(2)	Directional mode	LD0.DPPDOP2.DirMod.setVal
	Start value	LD0.DPPDOP2.StrVal.setMag.f
	Operate delay time	LD0.DPPDOP2.OpDITmms.setVal
	Pol reversal	LD0.DPPDOP2.RevPol.setVal
	Power angle	LD0.DPPDOP2.PwrAng.setMag.f

DOPDPR3	Operation Off / On	LD0.DPPDOP3.Mod.Oper.ctlVal
P>/Q>(3)	Directional mode	LD0.DPPDOP3.DirMod.setVal
	Start value	LD0.DPPDOP3.StrVal.setMag.f
	Operate delay time	LD0.DPPDOP3.OpDITmms.setVal
	Pol reversal	LD0.DPPDOP3.RevPol.setVal
	Power angle	LD0.DPPDOP3.PwrAng.setMag.f

Directional reactive power and under voltage protection

DQPTUV1	Operation Off / On	LD0.DQPTUV1.Mod.Oper.ctlVal
Q>->,3U<(1)	Voltage start value	LD0.DQPTUV1.StrVal.setMag.f
	Operate delay time	LD0.DQPTUV1.OpDITmms.setVal
	Min. reactive power	LD0.DQPDOP1.StrVal.setMag.f
	Min.positive seq curr.	LD0.DQPDOP1.BlkValA.setMag.f
	Pol reversal	LD0.DQPDOP1.RevPol.setVal
	Pwr. sector reduction	LD0.DQPDOP1.PwrSectRed.setMag.f

Arc protection

ARCSARC1	Operation Off / On	LD0.ARCARC11.Mod.Oper.ctlVal
ARC(1)	Phase start current	LD0.ARCPIOC11.StrVal.setMag.f
	Residual start current	LD0.ARCPIOC12.StrVal.setMag.f
	Operation mode	LD0.ARCPTRC11.OpModArc.setVal

ARCSARC2	Operation Off / On	LD0.ARCARC21.Mod.Oper.ctlVal
ARC(2)	Phase start current	LD0.ARCPIOC21.StrVal.setMag.f
	Residual start current	LD0.ARCPIOC22.StrVal.setMag.f
	Operation mode	LD0.ARCPTRC21.OpModArc.setVal

ARCSARC3	Operation Off / On	LD0.ARCARC31.Mod.Oper.ctlVal
ARC(3)	Phase start current	LD0.ARCPIOC31.StrVal.setMag.f
	Residual start current	LD0.ARCPIOC32.StrVal.setMag.f
	Operation mode	LD0.ARCPTRC31.OpModArc.setVal

Motor startup supervision

STTPMSU1	Operation Off / On	LD0.STTPMSS1.Mod.Oper.ctlVal
Is2t n<(1)	Start detection A	LD0.STTPMSS1.MotStr.setMag.f
	Lock rotor time	LD0.STTPMSS1.LokRotTms.setVal
	Operation mode	LD0.STTPMSS1.OpModStUp.setVal
	Current standstill lim.	LD0.STTPMSS1.MotStop.setMag.f
	Motor starting current	LD0.STTPMRI1.SetA.setMag.f
	Motor starting time	LD0.STTPMRI1.SetTms.setVal

Multipurpose analogue protection function

MAPGAPC1	Operation Off / On	LD0.MAPGAPC1.Mod.Oper.ctlVal
1...18 kpl	Start value	LD0.MAPGAPC1.StrVal.setMag.f
MAP(1)	Operate delay time	LD0.MAPGAPC1.OpDITmms.setVal
	Operation mode	LD0.MAPGAPC1.OpModCom.setVal
	Start value Add	LD0.MAPGAPC1.StrValAdd.setMag.f
MAPGAPC2	Operation Off / On	LD0.MAPGAPC2.Mod.Oper.ctlVal
MAP(2)	Start value	LD0.MAPGAPC2.StrVal.setMag.f
	Operate delay time	LD0.MAPGAPC2.OpDITmms.setVal
	Operation mode	LD0.MAPGAPC2.OpModCom.setVal
	Start value Add	LD0.MAPGAPC2.StrValAdd.setMag.f
MAPGAPC3	Operation Off / On	LD0.MAPGAPC3.Mod.Oper.ctlVal
MAP(3)	Start value	LD0.MAPGAPC3.StrVal.setMag.f
	Operate delay time	LD0.MAPGAPC3.OpDITmms.setVal
	Operation mode	LD0.MAPGAPC3.OpModCom.setVal
	Start value Add	LD0.MAPGAPC3.StrValAdd.setMag.f
MAPGAPC4	Operation Off / On	LD0.MAPGAPC4.Mod.Oper.ctlVal
MAP(4)	Start value	LD0.MAPGAPC4.StrVal.setMag.f
	Operate delay time	LD0.MAPGAPC4.OpDITmms.setVal
	Operation mode	LD0.MAPGAPC4.OpModCom.setVal
	Start value Add	LD0.MAPGAPC4.StrValAdd.setMag.f
MAPGAPC5	Operation Off / On	LD0.MAPGAPC5.Mod.Oper.ctlVal
MAP(5)	Start value	LD0.MAPGAPC5.StrVal.setMag.f
	Operate delay time	LD0.MAPGAPC5.OpDITmms.setVal
	Operation mode	LD0.MAPGAPC5.OpModCom.setVal
	Start value Add	LD0.MAPGAPC5.StrValAdd.setMag.f
MAPGAPC6	Operation Off / On	LD0.MAPGAPC6.Mod.Oper.ctlVal
MAP(6)	Start value	LD0.MAPGAPC6.StrVal.setMag.f
	Operate delay time	LD0.MAPGAPC6.OpDITmms.setVal
	Operation mode	LD0.MAPGAPC6.OpModCom.setVal
	Start value Add	LD0.MAPGAPC6.StrValAdd.setMag.f

MAPGAPC7 MAP(7)	Operation Off / On Start value Operate delay time Operation mode Start value Add	LD0.MAPGAPC7.Mod.Oper.ctlVal LD0.MAPGAPC7.StrVal.setMag.f LD0.MAPGAPC7.OpDITmms.setVal LD0.MAPGAPC7.OpModCom.setVal LD0.MAPGAPC7.StrValAdd.setMag.f
MAPGAPC8 MAP(8)	Operation Off / On Start value Operate delay time Operation mode Start value Add	LD0.MAPGAPC8.Mod.Oper.ctlVal LD0.MAPGAPC8.StrVal.setMag.f LD0.MAPGAPC8.OpDITmms.setVal LD0.MAPGAPC8.OpModCom.setVal LD0.MAPGAPC8.StrValAdd.setMag.f
MAPGAPC9 MAP(9)	Operation Off / On Start value Operate delay time Operation mode Start value Add	LD0.MAPGAPC9.Mod.Oper.ctlVal LD0.MAPGAPC9.StrVal.setMag.f LD0.MAPGAPC9.OpDITmms.setVal LD0.MAPGAPC9.OpModCom.setVal LD0.MAPGAPC9.StrValAdd.setMag.f
MAPGAPC10 MAP(10)	Operation Off / On Start value Operate delay time Operation mode Start value Add	LD0.MAPGAPC10.Mod.Oper.ctlVal LD0.MAPGAPC10.StrVal.setMag.f LD0.MAPGAPC10.OpDITmms.setVal LD0.MAPGAPC10.OpModCom.setVal LD0.MAPGAPC10.StrValAdd.setMag.f
MAPGAPC11 MAP(11)	Operation Off / On Start value Operate delay time Operation mode Start value Add	LD0.MAPGAPC11.Mod.Oper.ctlVal LD0.MAPGAPC11.StrVal.setMag.f LD0.MAPGAPC11.OpDITmms.setVal LD0.MAPGAPC11.OpModCom.setVal LD0.MAPGAPC11.StrValAdd.setMag.f
MAPGAPC12 MAP(12)	Operation Off / On Start value Operate delay time Operation mode Start value Add	LD0.MAPGAPC12.Mod.Oper.ctlVal LD0.MAPGAPC12.StrVal.setMag.f LD0.MAPGAPC12.OpDITmms.setVal LD0.MAPGAPC12.OpModCom.setVal LD0.MAPGAPC12.StrValAdd.setMag.f
MAPGAPC13 MAP(13)	Operation Off / On Start value Operate delay time Operation mode Start value Add	LD0.MAPGAPC13.Mod.Oper.ctlVal LD0.MAPGAPC13.StrVal.setMag.f LD0.MAPGAPC13.OpDITmms.setVal LD0.MAPGAPC13.OpModCom.setVal LD0.MAPGAPC13.StrValAdd.setMag.f
MAPGAPC14 MAP(14)	Operation Off / On Start value Operate delay time	LD0.MAPGAPC14.Mod.Oper.ctlVal LD0.MAPGAPC14.StrVal.setMag.f LD0.MAPGAPC14.OpDITmms.setVal

	Operation mode	LD0.MAPGAPC14.OpModCom.setVal
	Start value Add	LD0.MAPGAPC14.StrValAdd.setMag.f
MAPGAPC15 MAP(15)	Operation Off / On	LD0.MAPGAPC15.Mod.Oper.ctlVal
	Start value	LD0.MAPGAPC15.StrVal.setMag.f
	Operate delay time	LD0.MAPGAPC15.OpDITmms.setVal
	Operation mode	LD0.MAPGAPC15.OpModCom.setVal
	Start value Add	LD0.MAPGAPC15.StrValAdd.setMag.f
MAPGAPC16 MAP(16)	Operation Off / On	LD0.MAPGAPC16.Mod.Oper.ctlVal
	Start value	LD0.MAPGAPC16.StrVal.setMag.f
	Operate delay time	LD0.MAPGAPC16.OpDITmms.setVal
	Operation mode	LD0.MAPGAPC16.OpModCom.setVal
	Start value Add	LD0.MAPGAPC16.StrValAdd.setMag.f
MAPGAPC17 MAP(17)	Operation Off / On	LD0.MAPGAPC17.Mod.Oper.ctlVal
	Start value	LD0.MAPGAPC17.StrVal.setMag.f
	Operate delay time	LD0.MAPGAPC17.OpDITmms.setVal
	Operation mode	LD0.MAPGAPC17.OpModCom.setVal
	Start value Add	LD0.MAPGAPC17.StrValAdd.setMag.f
MAPGAPC18 MAP(18)	Operation Off / On	LD0.MAPGAPC18.Mod.Oper.ctlVal
	Start value	LD0.MAPGAPC18.StrVal.setMag.f
	Operate delay time	LD0.MAPGAPC18.OpDITmms.setVal
	Operation mode	LD0.MAPGAPC18.OpModCom.setVal
	Start value Add	LD0.MAPGAPC18.StrValAdd.setMag.f
Capacitor bank overload protection		
COLPTOC1	Operation Off / On	LD0.COL1PTOC1.Mod.Oper.ctlVal
3I>3I<(1)	Start value	LD0.COL1PTOC1.StrVal.setMag.f
	Start value Un Cur	LD0.COLPTUC1.StrVal.setMag.f
	Un Cur delay time	LD0.COLPTUC1.OpDITmms.setVal
	Enable under current	LD0.COLPTUC1.EnaUnCur.setVal
Capacitor bank unbalance current, double Y bridge		
CUBPTOC1	Operation Off / On	LD0.CUB1PTOC1.Mod.Oper.ctlVal
dI>C(1)	Operating curve	LD0.CUB2PTOC1.TmACrv.setCharact
	Start value	LD0.CUB2PTOC1.StrVal.setMag.f
	Operate delay time	LD0.CUB2PTOC1.OpDITmms.setVal
Capacitor bank unbalance current, H bridge		
HCUBPTOC1	Operation Off / On	LD0.HCUB1PTOC1.Mod.Oper.ctlVal
	Operating curve	LD0.HCUB2PTOC1.TmACrv.setCharact
	Start value	LD0.HCUB2PTOC1.StrVal.setMag.f
	Operate delay time	LD0.HCUB2PTOC1.OpDITmms.setVal

Capacitor resonance protection		
SRCPTOC1	Operation Off / On	LD0.SRC1PTOC1.Mod.Oper.ctlVal
	Start value	LD0.HCUB2PTOC1.StrVal.setMag.f
	Operate delay time	LD0.HCUB2PTOC1.OpDITmms.setVal
	Tuning frequency	LD0.SRC1PTOC1.TunHNum.setVal
	Start value	LD0.SRC2PTOC1.StrVal.setMag.f
	Operate delay time	LD0.SRC2PTOC1.OpDITmms.setVal
Three-phase inrush detector		
INRPHAR1	Operation Off / On	LD0.INRPHAR1.Mod.Oper.ctlVal
	Start value	LD0.INRPHAR1.PhStr.setMag.f
	Operate delay time	LD0.INRPHAR1.OpDITmms.setVal
Circuit breaker failure protection		
CCBRBRF1	Operation Off / On	LD0.CCBRBRF1.Mod.Oper.ctlVal
	CB failure mode	LD0.CCBRBRF1.FailMod.setVal
	CB failure delay	LD0.CCBRBRF1.FailTmms.setVal
	Current value	LD0.CCBRBRF1.DetValA.setMag.f
	CB fault delay	LD0.CCBRBRF1.CBAImTmms.setVal
Trip logic		
TRPPTRC1	Operation Off / On	LD0.CCBRBRF1.Mod.Oper.ctlVal
	Trip pulse time	LD0.TRPPTRC1.TrPlsTmms.setVal
	Trip output mode	LD0.TRPPTRC1.TrOutMod.setVal
TRPPTRC2	Operation Off / On	LD0.CCBRBRF2.Mod.Oper.ctlVal
	Trip pulse time	LD0.TRPPTRC2.TrPlsTmms.setVal
	Trip output mode	LD0.TRPPTRC2.TrOutMod.setVal
TRPPTRC3	Operation Off / On	LD0.CCBRBRF3.Mod.Oper.ctlVal
	Trip pulse time	LD0.TRPPTRC3.TrPlsTmms.setVal
	Trip output mode	LD0.TRPPTRC3.TrOutMod.setVal
TRPPTRC4	Operation Off / On	LD0.CCBRBRF4.Mod.Oper.ctlVal
	Trip pulse time	LD0.TRPPTRC4.TrPlsTmms.setVal
	Trip output mode	LD0.TRPPTRC4.TrOutMod.setVal
TRPPTRC5	Operation Off / On	LD0.CCBRBRF5.Mod.Oper.ctlVal
	Trip pulse time	LD0.TRPPTRC5.TrPlsTmms.setVal
	Trip output mode	LD0.TRPPTRC5.TrOutMod.setVal
TRPPTRC6	Operation Off / On	LD0.CCBRBRF6.Mod.Oper.ctlVal
	Trip pulse time	LD0.TRPPTRC6.TrPlsTmms.setVal
	Trip output mode	LD0.TRPPTRC6.TrOutMod.setVal
High Impedance Fault Detection		
PHIZ1	Operation Off / On	LD0.PHIZ1.Mod.Oper.ctlVal

HIF(1)	System type Security Level	LD0.PHIZ1.SysTyp.setVal LD0.PHIZ1.SecLev.setVal
Current circuit supervision		
CCSPVC1	Operation Off / On	LD0.CCSPVC1.Mod.Oper.ctlVal
MCS 3I(1)	Start value	LD0.CCSPVC1.StrVal.setMag.f
Autorecloser DARREC1 O->I(1)	Operation Off / On First reclose time Second reclose Third reclose time Fourth reclose time Fifth reclose time Fifth reclose time Seventh reclose time Reclaim time Reclosing operation Wait close time Wait time reclosing Tripping line Control line Init signals CBB1 Init signals CBB2 Init signals CBB3 Init signals CBB4 Init signals CBB5 Init signals CBB6 Init signals CBB7 Blk signals CBB1 Blk signals CBB2 Blk signals CBB3 Blk signals CBB4 Blk signals CBB5 Blk signals CBB6 Blk signals CBB7 Shot number CBB1 Shot number CBB2 Shot number CBB3 Shot number CBB4 Shot number CBB5 Shot number CBB6 Shot number CBB7 Str 2 delay shot 1 Str 2 delay shot 2 Str 2 delay shot 3 Str 2 delay shot 4	LD0.DARREC1.Mod.Oper.ctlVal LD0.DARREC1.Rec1Tmms1.setVal LD0.DARREC1.Rec1Tmms2.setVal LD0.DARREC1.Rec1Tmms3.setVal LD0.DARREC1.Rec1Tmms4.setVal LD0.DARREC1.Rec1Tmms5.setVal LD0.DARREC1.Rec1Tmms6.setVal LD0.DARREC1.Rec1Tmms7.setVal LD0.DARREC1.RclTmms.setVal LD0.DARREC1.RecOp.setVal LD0.DARREC1.WtClsTmms.setVal LD0.DARREC1.AutoWtTmms.setVal LD0.DARREC1.TrLin.setVal LD0.DARREC1.CtlLin.setVal LD0.DARREC1.IniSigCBB1.setVal LD0.DARREC1.IniSigCBB2.setVal LD0.DARREC1.IniSigCBB3.setVal LD0.DARREC1.IniSigCBB4.setVal LD0.DARREC1.IniSigCBB5.setVal LD0.DARREC1.IniSigCBB6.setVal LD0.DARREC1.IniSigCBB7.setVal LD0.DARREC1.BlkSigCBB1.setVal LD0.DARREC1.BlkSigCBB2.setVal LD0.DARREC1.BlkSigCBB3.setVal LD0.DARREC1.BlkSigCBB4.setVal LD0.DARREC1.BlkSigCBB5.setVal LD0.DARREC1.BlkSigCBB6.setVal LD0.DARREC1.BlkSigCBB7.setVal LD0.DARREC1.ShotNum1.setVal LD0.DARREC1.ShotNum2.setVal LD0.DARREC1.ShotNum3.setVal LD0.DARREC1.ShotNum4.setVal LD0.DARREC1.ShotNum5.setVal LD0.DARREC1.ShotNum6.setVal LD0.DARREC1.ShotNum7.setVal LD0.DARREC1.Str2Tmms1.setVal LD0.DARREC1.Str2Tmms2.setVal LD0.DARREC1.Str2Tmms3.setVal LD0.DARREC1.Str2Tmms4.setVal

Str 3 delay shot 1	LD0.DARREC1.Str3Tmms1.setVal
Str 3 delay shot 2	LD0.DARREC1.Str3Tmms2.setVal
Str 3 delay shot 3	LD0.DARREC1.Str3Tmms3.setVal
Str 3 delay shot 4	LD0.DARREC1.Str3Tmms4.setVal
Str 4 delay shot 1	LD0.DARREC1.Str4Tmms1.setVal
Str 4 delay shot 2	LD0.DARREC1.Str4Tmms2.setVal
Str 4 delay shot 3	LD0.DARREC1.Str4Tmms3.setVal
Str 4 delay shot 4	LD0.DARREC1.Str4Tmms4.setVal
Max trip time	LD0.DARREC1.MaxTrTmms.setVal

Fuse failure supervision

SEQSPVC1	Operation Off / On	LD0.SEQSPVC1.Mod.Oper.ctlVal
FUSEF(1)	Min Op current	LD0.SEQSPVC1.BlkValA.setMag.f
	Neg Seq current	LD0.SEQSPVC1.NgSeqLevA.setMag.f
	Current change rate	LD0.SEQSPVC1.ChgRteA.setMag.f
	Change rate enable	LD0.SEQSPVC1.ChgRteEna.setVal
	Voltage change rate	LD0.SEQSPVC1.ChgRteV.setMag.f
	Enable seal in funct.	LD0.SEQSPVC1.EnaSealIn.setVal
	Min Op voltage delta	LD0.SEQSPVC1.BlkValV.setMag.f
	Seal in voltage	LD0.SEQSPVC1.SealInV.setMag.f
	Neg Seq voltage	LD0.SEQSPVC1.NgSeqLevV.setMag.f
	Current dead Lin	LD0.SEQSPVC1.DeaLinValA.setMag.f

LIITE 2

Relion[®]-suojausfunktioiden muutoshistoria

Tunnukset:	Muutoshistoria:				
IEC 61850	B	C	D	E	F
PHLPTOC			Internal improv.	Internal improv.	Internal improv.
PHHPTOC				Internal improv.	
PHIPTOC				Internal improv.	
DPHLPDOC	Add NON_DIR			Internal improv.	
DPHHPDOC	Add NON_DIR			Internal improv.	
PHPVOC					
T1PTTR		Removed Sensor	Add AMB_TEMP	Internal improv.	
T2PTTR	Add AMB_TEMP	Internal improv.	Internal improv.		
JAMPTOC	Internal improv.	Internal improv.			
LOFLPTUC	Internal improv.	Internal improv.			
MPTR	Add AMB_TEMP	Internal improv.	Max val change	Internal improv.	
PHPTUC1	N / A				
EFLPTOC	Default or step changes		Added Measured/Calculated Io		
EFHPTOC		Added Measured/Calculated Io		Internal improv.	Internal improv.
EFIPTOC			Added Measured/Calculated Io	Internal improv.	Internal improv.
DEFLPDEF		Added Measured/Calculated Io			Add Pol quantity
DEFHPDEF		Added Measured/Calculated Io			Add Pol quantity
INTRPTEF	Default changes	Add Minimum operate current set		Min oper current to RMS frm P to P	
EFPADM	Default changes		Internal improv.	Internal improv.	
HAEFPTOC	Internal improv.	Internal improv.			
WPWDE	$P_o=3U_oI_o\cos\phi$, before $U_oI_o\cos\phi$	Internal improv.			
H3EFPSEF	N / A				
MFADPSDE	N / A				
LNPLDF	Default changes	in-zone transformer added.	Internal improv.		
TR2PTDF	5th and waveform blk to event	Added TAP_POS ja Slope section			
LREFPNDF	Start value 2.H changed frm %In to %	Internal improv.			
HREFPDIF	Internal improv.	Internal improv.			
HIAPDIF	FC Name changed from HIPDIF				
HIBPDIF	FC Name changed from HIPDIF				
HICPDIF	FC Name changed from HIPDIF				
MPDIF	N / A				
NSPTOC	Default changes	Default changes	Internal improv.	Internal improv.	
PDNSPTOC	Internal improv.	Internal improv.	Internal improv.		
PREVPTOC	Internal improv.				
MNSPTOC	Internal improv.	Internal improv.			

PHPTOV	Default changes	Default changes	Add. Type of time reset		
PHPTUV	Default changes	Default changes	Add. Type of time reset		
ROVPTOV	Add. Measured / calculated Uo	Internal improv.	Internal improv.		
NSPTOV	Internal change	Internal improv.	Internal improv.		
PSPTUV		Internal improv.	Internal improv.		
OEPVPH	N / A				
LVRTPTUV	N / A				
VVSPPAM	N / A				
FRPFRQ	Default changes	Default changes	Internal improv.		
LSHDPFRQ	Internal improv.	Internal improv.			
OOSRPSB	N / A				
UEXPDIS	N / A				
UZPDIS	N / A				
DUPPDP	N / A				
DOPPDP	N / A				
DQPTUV	N / A				
ARCSARC	Internal improv.				
STTPMSU	Internal improv.	Add. Ini start up counter.			
MAPGAPC	Internal improv.	Internal improv.			
COLPTOC	Internal improv.				
CUBPTOC	Selection name for Recorded unbal.				
HCUBPTOC	Internal improv.				
SRCPTOC	Internal improv.				
INRPHAR	Internal improv.	Internal improv.			
CCBRBRF	Default changes	Add. Start latching mode.	Internal improv.	Default changes	
TRPPTRC			Internal improv.	Default changes	Internal improv.
PHIZ	Internal improv.	Added inputs CB open/closed			
BSTGGIO	Internal improv.	Internal improv.			
ESMGAPC	Internal improv.	Internal improv.			
SCEFRFLO	Internal improv.				
CBPSOF	N / A				
TCSSCBR	Internal improv.	Internal improv.			
CCSPVC	Internal improv.	Internal improv.	Internal improv.		
HZCCASPVC	FC name changed from HZCCRDIF				
HZCCBSPVC	FC name changed from HZCCRDIF				
HZCCCSPVC	FC name changed from HZCCRDIF				
PCSITPC	N / A				
SEQSPVC	Internal improv.	Internal improv.	FC name from SE-QRFUF to SEQPVC		
UPCALH	N / A				
CVPSOF	N / A				