



Osaamista
ja oivallusta
tulevaisuuden
tekemiseen

Jasmin Häkkinen

Sähkönjakelun ohjausjärjestelmät teollisuudessa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Sähkö- ja automaatiotekniikka

Insinöörityö

28.5.2020

Tekijä Otsikko	Jasmin Häkkinen Sähkönjakelun ohjausjärjestelmät teollisuudessa
Sivumäärä Aika	21 sivua + 2 liitettä 28.5.2020
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	sähkö- ja automaatiotekniikka
Ammatillinen pääaine	sähkövoimatekniikka
Ohjaajat	lehtori Tuomo Heikkinen ryhmäpäällikkö Erkki Härö ryhmäpäällikkö Leevi Huttunen
<p>Tässä opinnäytetyössä tarkasteltiin teollisuuslaitoksen sähkönjakelua ja ohjausta sähkösuunnittelijan näkökulmasta. Työssä perehdyttiin teollisuuslaitoksen sähkönjakelun rakenteeseen ja ohjaukseen yleisesti. Työ tehtiin Sweco Industry Oy:n sähkösuunnitteluosastolle. Tavoitteena oli tehdä tutkielma teollisuuden sähköohjauksen peruselementeistä sekä luoda muistilista huomioitavista asioista teollisuuslaitoksen sähköohjausta suunniteltaessa.</p> <p>Teollisuuslaitosten sähköohjauksessa käytetään yleensä joko hajautettua ohjausjärjestelmää (DCS) tai keskitettyä käytönvalvontajärjestelmää (SCADA). Tässä työssä esiteltiin molemmat sähköohjausjärjestelmät sekä niiden käyttöä ja asennusta ohjaava tiedonsiirto-standardi IEC 61850 -standardi.</p> <p>Työssä tehtiin tutkielma peruselementeistä, joita teollisuuslaitoksen sähköohjausjärjestelmästä löytyy. Työssä luotiin muistilista huomioitavista asioista teollisuuslaitoksen sähköohjausta suunniteltaessa. Muistilista tehtiin esimerkkiprojektin sähkönjakelukaavion ja suojarleiden ohjaukseen luodun signaalilistan pohjalta.</p>	
Avainsanat	teollisuuden sähkönjakelu, DCS, SCADA, IEC 61850 -standardi

Author Title	Jasmin Häkkinen Electricity distribution control systems in industry
Number of Pages Date	21 pages + 2 appendices 28 May 2020
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Electrical and Automation Engineering
Professional Major	Electrical Power Engineering
Instructors	Tuomo Heikkinen, Senior Lecturer Erkki Härö, Team Leader Leevi Huttunen, Team Leader
<p>In this thesis, the distribution and control of electricity in industry is examined from electrical designers' perspective. The study introduces the structure of power distribution and control in industrial plant in general.</p> <p>In industry the main electricity control systems are distributed control system (DCS) and Supervisory Control And Data Acquisition (SKADA). This thesis presents both systems and global standard for intelligent electronic devices at electrical substations IEC 61850.</p> <p>In this thesis work a checklist of things to consider was created for industrial electrical control. The checklist was created from the power distribution diagram of the example project and the signal list for the control of the relays.</p>	
Keywords	Industry, DCS, SCADA, IEC 61850 -standard

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Sähkönjakelu	2
2.1	Teollisuusverkko	2
2.2	Jakelujärjestelmät	4
2.3	Verkkorakenne	5
3	Sähköohjausjärjestelmät	5
3.1	Ohjausjärjestelmät	5
3.2	Käytönvalvontajärjestelmä (SCADA)	7
3.3	Hajautettu ohjausjärjestelmä (DCS)	9
3.4	IEC 61850 -tiedonsiirtostandardi	10
4	Sähkösuunnittelussa huomioitavat asiat	12
4.1	Sähkönjakelu	12
4.1.1	Relesuojaus	12
4.1.2	Katkaisijat	14
4.1.3	Muuntajat	15
4.2	Lähtötiedot järjestelmäsuunnittelussa	15
4.2.1	Teollisuuden tyypillisimmät sähkönjakelukaavion päälinjat	16
5	Yhteenveto	20
	Lähteet	21

Liitteet

Liite 1. Signaalilista

Liite 2. Esimerkkikaavio syöttökojeistoista

Lyhenteet

SCADA *Supervisory Control and Data Acquisition*. Käytönvalvonta järjestelmä

RTU *Remote Terminal Unit*. Ala-asema.

DCS *Distributed Control System*. Hajautettu ohjausjärjestelmä,

GOOSE *Generic Object Oriented Substation Event*. Standardin IEC 61850 mukainen tiedonsiirtoprotokolla.

1 Johdanto

Tässä opinnäytetyössä esitellään teollisuuden sähköjakelua ja sen ohjausta kahdella eri ohjausjärjestelmällä. Työssä esiteltävät ohjausjärjestelmät ovat hajautettu ohjausjärjestelmä (DCS) ja käytönvalvontajärjestelmä (SCADA). Työssä esitellään myös ohjausjärjestelmiin ja niiden tiedonsiirtoon oleellisesti liittyvä standardi IEC 61850. Lisäksi työssä perehdytään ohjauksen suunnitteluun sähkösuunnittelijan näkökulmasta.

Työ on tehty Sweco Industry Oy:n sähkösuunnitteluosastolle. Sweco Industry Oy on teollisuuden asiantuntijayritys, joka on osa ruotsalaisomisteista Sweco-konsermia. Sweco on rakennetun ympäristön ja teollisuuden asiantuntija. Se tarjoaa konsultointi-, suunnittelu-, projektinjohtopalveluja asiakkailleen laitoshankkeisiin sekä toiminnan, tuotteiden ja teknologian kehittämiseen. Sweco toimii 70 maassa ympäri maailmaa ja toteuttaa niissä vuosittain kymmeniä tuhansia projekteja.

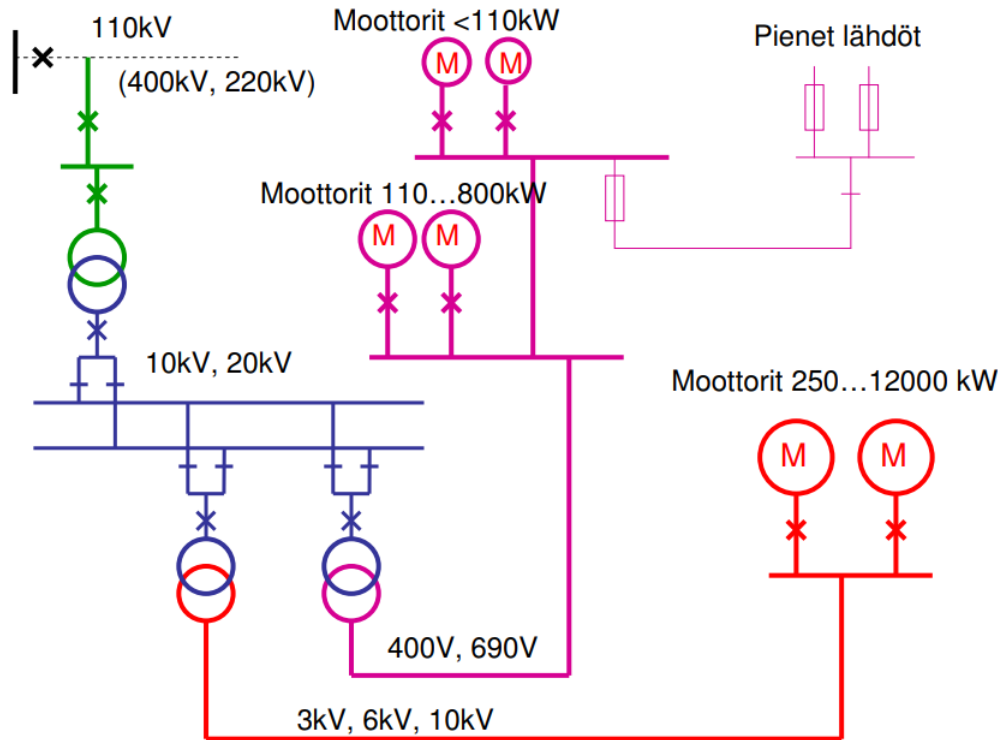
Työn tavoitteena on tehdä tutkielma teollisuuden sähköohjauksen peruselementeistä sekä luoda muistilista huomioitavista asioista teollisuuslaitoksen sähkön ohjausta suunniteltaessa.

2 Sähkönjakelu

2.1 Teollisuusverkko

Teollisuusverkko on tehtaan, teollisuuslaitoksen tai teollisuusalueen oma sähköverkko. Teollisuuden sähkönjakeluverkossa on tyypillisesti suuri tehonkulutus pienellä alueella. Teollisuusverkossa suurin osa sähköenergiasta ohjataan moottorikäyttöille. Siksi sähköverkon mitoituksessa ja rakenteen suunnittelussa käytetään pohjana sähkökäyttöjen lukumäärää ja nimellistehoja. Teollisuusverkko eroaakin jakeluverkosta muun muassa sen lyhyiden jakeluetäisyyksien sekä suuren tehonkulutuksen vuoksi. Teollisuusverkossa on erityyppisiä käyttöjakelujärjestelmiä, joita ovat prosessijakelu, valaistus- ja huoltosähköverkko sekä apusähköjärjestelmät. [1.]

Teollisuusverkko vaatii suuren tehonkulutuksen takia vahvan liitännän jakeluverkkoon ja yleensä paljon suuritehoisia muuntajia. Liityntöjä jakeluverkkoon voidaan toteuttaa useammalla kuin yhdellä liityntäpisteellä, riippuen laitoksen tarpeista ja liityntätehosta. Teollisuusverkko liitetään yleiseen sähköverkkoon yleensä 110 kV, 20 kV, 10 kV tai 0,4 kV jännitetasossa. Päämuuntajilla korkea syöttöjännite lasketaan teollisuusakeluun soveltuvalle tasolle esimerkiksi 20 kV, 10 kV, 6 kV tai 3 kV tasoon. Suurilla teollisuuslaitoksilla voi olla myös omaa sähköntuotantoa. Kuvassa 1 on esitettyä esimerkki teollisuuslaitoksen eri jännitetasoista. [1.]



Kuva 1. Esimerkki teollisuuslaitoksen eri jännitetasoista [6.]

Teollisuusverkossa on laitosten eri osissa suuret oikosulkuvirrat, koska verkossa on tyypillisesti runsaasti suuritehoisia muuntajia ja paljon moottorikuormaa. Teollisuusverkko on usein säteittäinen, koska tällöin voidaan helpommin rajoittaa oikosulkuvirtoja sekä ohjauksen ja suojauksen järjestäminen on helpompaa. Verkon toiminnalle halutaan varmuutta, usein sille halutaan myös lisävarmuutta, jolloin käytetään silmukoitua verkkoa ja kaskoiskiskotettuja keskuksia sekä varavoimageneraattoreita. [2.]

Teollisuusverkkoa ja sen järjestelmiä suunniteltaessa täytyy ottaa huomioon erilaiset olosuhteet ja tilat, joita tavallisessa teollisuusympäristössä on. Huomioitavaa on mahdolliset korkeat tai matalat lämpötilat, kosteus, likaisuus ja pölyisyys sekä värinä ja muu mekaaninen rasitus. Osa sähkölaitteista, kuten keskuksat ja ohjausjärjestelmät, eivät kestä näitä olosuhteita vaan niille tulee järjestää omat tilat. Osan laitteista täytyy kestää haastavia olosuhteita, kuten kuumaa tai kylmää ympäristöä, likaisuutta, pölyä ja värinää. Esimerkiksi osaksi työkoneita asennettavien mittareiden ja antureiden tulee kestää ääriolosuhteita.

Teollisuusverkon suunnittelua ja toimintaa ohjaa erilaiset standardit ja direktiivit. Tärkeimmät teollisuusverkkoja säätelevät standardit ja direktiivit ovat

- SFS 6000 – Pienjännitesähköasennukset, alle 1 kV
- SFS 6001 – Suurjännitesähköasennukset, yli 1 kV
- SFS-EN 60204-1 – Koneiden ja koneyhdistelmien sähkölaitteistot- ja järjestelmät
- PSK -standardit – Investointi ja kunnossapito prosessiteollisuudessa
- EMC -direktiivit EN 61000 – Sähkömagneettiset häiriösäteilyvaatimukset
- SFS-EN 60947 – pienjännitekytkinlaitteet
- SFS-EN 60079 – Räjähdyksenvaaralliset tilat, suunnittelu, laitevalinnat ja asentaminen.

Lisäksi teollisuus laitoksen suunnittelua ohjataan erilaisilla ohjeilla ja oppailla, kuten sähkökortit, SFS-käsikirja 16: Moottorikeskukset ja ohjelmoitavat ohjaukset, SFS-käsikirja 154: jakokeskukset ja SFS-käsikirja pienjänniteasennukset. Huomioon otettavat lähtökohdat sähköverkkoa suunniteltaessa ovat käyttöturvallisuus, taloudellisuus, helppokäyttöisyys, laajennettavuus ja muunneltavuus. [1.]

2.2 Jakelujärjestelmät

Suurten tehojen siirtäminen kuormalaitteille vaatii sen, että laitteet mm. sähkömoottorit ovat kolmivaiheisia. Nämä kuormalaitteet saavat syötön kaikista vaiheista. Kiinteistöjärjestelmät, joita ovat esimerkiksi valaistus ja pistorasiat kytketään tyypillisesti yksivaiheisesti teollisuusverkkoon. [2.]

Teollisuusverkossa käytetään jäykästi maadoitettua TN-S-järjestelmää tai vastuksen kautta maadoitettua IT-järjestelmää. IT-järjestelmässä yksivaiheinen maasulku ei aiheuta välitöntä sähkön jakelun keskeytystä. TN-S-järjestelmässä pääkeskuksessa on joko kuormakytkin tai katkaisija. Kuormakytkimellä keskus voidaan ohjata turvallisesti jännitteettömäksi. Maadoitus IT-järjestelmässä tapahtuu tähtipisteen kautta vastuksella. IT-järjestelmässä käytetty vastuksen arvo on yleensä 250 Ω. [1.]

2.3 Verkkorakenne

Teollisuusverkoissa käytetään kolmea rakennetta. Päätyypit ovat keskitetty jakelu, porrastettu jakelu ja hajautettu jakelu. Verkkorakenteet voivat muodostua useasta päätyypistä. Teollisuusverkon tyyppiin vaikuttaa teollisuuslaitoksen rakenteet, jännitetasot, käytettävät kuormalaitteet sekä verkon ominaisuudet. [1.]

Keskitetyssä jakelussa kaikki verkon lähdöt on nimensä mukaisesti keskitetty pääkeskuksiin. Keskitetyssä lähdössä on suuret oikosulkuvirrat, joten komponenteilla tulee olla erittäin hyvä oikosulunkestävyys. Etuna keskitetyssä jakelussa on se, että se on helppo toteuttaa verkon yksinkertaisuuden vuoksi, jonka lisäksi kojeistot voidaan sijoittaa yhteen sähkötilaan. [1.]

Porrastetussa jakelussa on yleensä pääkeskus- alakeskus rakenne. Alakeskuksilla on mahdollista rajoittaa oikosulkuvirtoja, jolloin osat voidaan mitoittaa pienempien virtojen mukaan. Käytöt, jotka vaativat suuren tehon, kannattaa mitoittaa suoraan pääkeskukseen. Alakeskusten virta pyritään mitoittamaan siten että nimellisvirta on alle 1000 A, jolloin oikosulkusuojaus voidaan toteuttaa sulakkeilla. Porrastetussa jakelussa alakeskukset on mahdollista sijoittaa kuormalaiteiden lähelle, jolloin kaapelipituudet saadaan optimoitu. [1.]

Hajautetussa jakelussa on sähkökäyttöjen ohjauslaitteet sijoitettu moottorien välittömään läheisyyteen. Hajautettu järjestelmä toteutetaan standardiratkaisuilla ja kenttäväyläohjauksella. Tällaisessa jakelussa käytetään useimmiten standardirakenteisia tehdasmuuntamoja sähkön jakeluun. [1.]

3 Sähköohjausjärjestelmät

3.1 Ohjausjärjestelmät

Sähkönjakeluautomaatiolla ohjataan, valvotaan ja hallitaan sähköverkkoa. Sähkönjakelua varten tehdään sähkö- ja teollisuuslaitoksilla yksi automaatiojärjestelmä, jonka avulla huolehditaan koko sähköverkon hallinnasta. Verkon automatisoinnilla lisätään verkon

käyttöastetta ja luotettavuutta. Lisäksi automatisoinnilla säästetään kustannuksissa. Rakennusvaiheessa säästöjä syntyy huomattavasti, kun ylimääräisiä valvomolaitteistoja ei jouduta hankkimaan, mikäli kuormien hallintajärjestelmä ja käytönvalvontajärjestelmä integroidaan. Muutostilanteissa johdotuksen tai relesuojauksen vaihtaminen on kallista, näiltä voidaan välttyä nostamalla verkon automaatioastetta. Käytössä korjaus- ja ylläpitokustannuksissa säästetään, kun suunnitellaan tehokas ja nopea mikroprosessoripohjainen relesuojaus. Automaatio suojauksella voidaan alentaa muuntajien vikatiheyttä, minimoida verkon häviöitä ja pienentää johdinten termistä kuormitusta, jolloin oikosulunkestoisuus paranee. Verkosto vian ilmetessä automaatiolla voidaan vikaantunut osa verkkoa erottaa nopeasti muun verkon vaurioitumatta. Huolloissa ja ylläpidossa kauko-ohjaus mahdollistaa verkon keskeyttämättömän käytön. Valvomosta käsin voidaan etänä ohjata erotinasemia ja niiden avulla luoda rengasverkko, jolloin koko sähköverkkoa ei tarvitse saada jännitteettömäksi. Käytönvalvonnan avulla voidaan keskittää kaikki energiaan liittyvä valvonta kuten pätö- ja loistehon kirjaukset sekä hälytykset. [3; 9.]

Valvonta- ja ohjausjärjestelmillä voidaan ohjata sähköasemien komponentteja. Teollisuus laitoksen sähköverkon valvottavia ja ohjattavia toimintoja ovat

- kaaviokuva asemasta, jossa kytkinten asennot osoitettuna
- mittaustietojen esittäminen ja käsittely
- tapahtumaraportointi
- hälytykset
- releiden asettelu
- kuormien erotus ja takaisinkytkentä
- kerätyt tiedot vioista ja vika-arvoista
- verkon tärkeimpien laitteiden kunnonvalvonta
- säätötoimet esimerkiksi jännitteen säätö, kompensointi, maadoituskelan säätö
- kytkentäsekvenssit.

Yhteen laitteeseen on mahdollista integroida useampia toimintoja. Usein esim. suojauskomponenttiin liitetään kaikki siinä lähdössä tarvittavat suojaustoimet. Ohjaus- ja mittaustoiminnot voidaan liittää suoraan suojausalueen yhteyteen, jolloin kaikki lähdestä halutut tiedot voidaan kerätä keskitetysti. [10.]

3.2 Käytönvalvontajärjestelmä (SCADA)

SCADA on käytönvalvontajärjestelmä, jonka lyhenne tulee englannin kielisistä sanoista Supervisory Control and Data Acquisition. SCADA-järjestelmän keskeisimpiä toimintoja ovat

- tapahtumatietojen hallinta
- verkon kytkentätilan hallinta
- etäohjaus
- etämittaukset
- kaukoasettelu
- raportointi.

SCADA-järjestelmää käytetään mittaustiedon keräämiseen sähköverkosta sekä siinä olevien kytkinlaitteiden ohjaamiseen. Mittauslaitteet voivat sijaita hyvinkin kaukana itse valvomosta. Ohjelmaa käytetään tiedonkeräämiseen, analysoimiseen ja prosessien ohjaamiseen etäältä reaaliajassa. Järjestelmän mittauspisteet verkossa ovat tarkoin suunniteltuja. Tällöin valvomosta näkee reaaliajassa verkon kytkentätilanteen, järjestelmän hälytykset mittauspisteiltä ja verkon kuormituksen. Saaduilla tiedoilla voidaan kytkentöjä muuttaen välttää ylikuormitustilanteilta, lisäksi rengasrakenteisessa verkossa voidaan ohjata syöttö kulkemaan eri reittiä. [3.]

SCADA-järjestelmissä on graafinen käyttöliittymä, joka mahdollistaa sen, että käytönvalvoja näkee verkon tilan selkeästi ja järjestelmän keräämiä tietoja on helppo lukea. Järjestelmä kerää jatkuvasti tietoa isäntäkoneelle tietokantoihin, josta ne ovat helposti operaattorin saatavilla. Valvomo voi muodostua myös ohjelmoitavien logiikoiden (Programmable Logical Control, PLC) sovelluksista, joissa tiedon kerääminen on rajallista. Tällöin kyseessä ei ole SCADA-järjestelmä, mutta näitä PLC-järjestelmiä voidaan liittää osaksi SCADA -järjestelmää. [4.]

SCADA-järjestelmä perustuu väyläpohjaiseen tiedonvälitykseen. SCADA-järjestelmä koostuu valvomosta, isäntälaitteista, sähköasemilla sijaitsevista ala-aseamista RTU (Remote Terminal Unit), viestintäverkosta sekä kenttälaitteista, kuten kytkimistä, katkaisijoista yms. Järjestelmälle tyypillistä on se, että tärkeimmät osat on kahdennettu, jolloin yhden osan vikaantuminen ei kaada koko verkkoa. Vikaantuvista osista on saatava hälytys, jotta verkon käyttövarmuus säilyy.

Sähköverkon mahdolliset häiriöt on SCADA-järjestelmällä helppo paikantaa ja ratkaista. Valvomosta käytönvalvoja näkee yhdestä paikasta helposti koko verkon tilan. Hälytys- ja mittaustietojen perusteella pystytään nopeasti selvittämään ja paikantamaan vian aiheuttaja. Verkon häiriytynyt osa saadaan nopeasti erotettua muusta verkosta. Häiriön korjaamisen jälkeen voidaan valvomosta palauttaa verkko normaalitilaan ja vaikutukset voidaan minimoida. [5.]

Ala-asema (RTU, Remote Terminal Unit) on tärkeä osa SCADA-verkkoa, ala-asema kerää tietoa sähköverkkoon liitetyistä laitteista ja lähettää tiedot valvomoon. Tiedot, joita ala-asema kerää voivat olla joko digitaalisia tai analogisia. Yksittäisten tietojen johdotus vaatisi paljon kaapelia, jonka vuoksi ala-asemille tieto tuodaan yleensä kenttäväyliin liitettyjen kennoterminaalien tai muiden väyläliitännäislaitteiden kautta. Kerättävät tiedot määritellään signaalilistojen avulla. Signaalilistasta selviää kerätyn tiedon kuvaus, tapahtumateksti, hälytys ja raja-arvot mitta-alueelle. Ala-asemien rakenteet poikkeavat toisistaan valmistajasta riippuen. [5.]

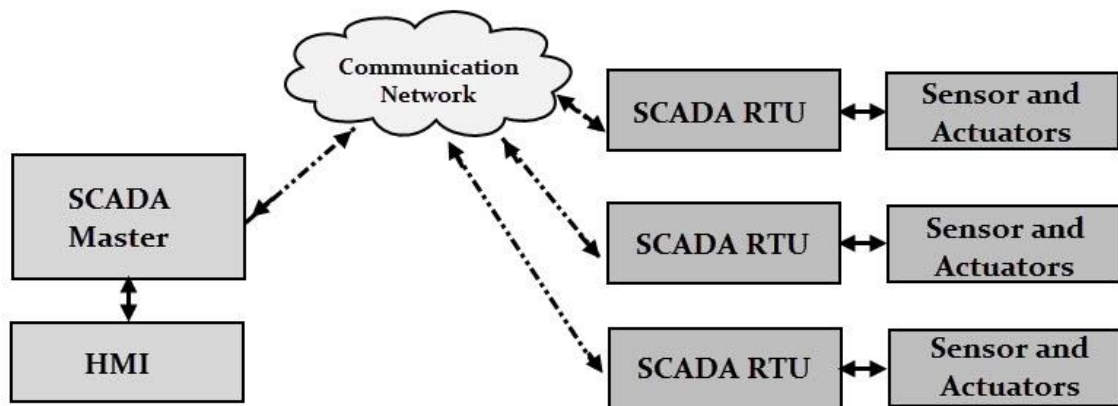


Kuva 2. Kuva modernista RTU-yksiköstä [11.]

Yleensä ala-asemasta löytyy erilaisia piirikortteja tarpeen mukaan, esimerkiksi kortti keskusyksikköä varten, kortit analogisille tuloille ja lähdöille sekä kortit digitaalisille tuloille ja

lähdöille. Kuvassa 2 on esimerkki RTU-yksiköstä, jossa on useita piirikortteja ja näyttö. Joidenkin valmistajien malleista löytyy myös ala-asemia, jotka koostuvat vain yhdestä piirikortista. [5.]

Yleensä SCADA-järjestelmä pyritään eristämään muusta tietoliikenne verkosta, eli SCADA-verkosta pyritään rajaamaan kaikki ylimääräinen tietoliikenne pois. Jos SCADA-verkko täytyy yhdistää muihin verkkoihin, tehdään se palomuurin kautta. Kuvassa 3 on esitetty SCADA-järjestelmän yksinkertaistettu malli.



Kuva 3. SCADA kaavakuva [13.]

3.3 Hajautettu ohjausjärjestelmä (DCS)

Hajautetun ohjausjärjestelmän lyhenne DCS tulee englannin kielen sanoista Distributed Control System. Tyypillisesti hajautettua automaatiojärjestelmää käytetään prosessiteollisuudessa ohjaamaan laajoja ja monimutkaisia prosesseja esimerkiksi kemian-, voimalaitos- ja öljynjalostusprosesseissa. Hajautettu ohjausjärjestelmä on käytössä usein myös teollisuuden sähköohjauksessa. Hajautettu ohjausjärjestelmä on yleensä helppokäyttöinen ja helposti yhdistettävissä tehtaan muihin tiedonhallintajärjestelmiin. DCS-järjestelmän päätehtäviin kuuluu automaattinen mittaus, ohjaus ja valvonta. [9.]

DCS-järjestelmä koostuu yleensä prosessiasemista, valvomoista, järjestelmäväylästä, ohjelmointilaitteista ja tiedonhallinta- tai raportointiasemasta. Pienimmissä DCS-järjestelmissä ei tavallisesti tarvita tiedonhallinta-asemaa. Tietoa sähköverkosta kerätään reaaliaikaisesti. Tiedot kerätään valvomoihin, joista operaattori voi ohjata ja valvoa toimintoja. [9.]

Hajautetussa automaatiassa reaaliaikainen tietokanta on hajautettu siten että prosessiasemat on sijoitettu ohjattavien laitteiden lähelle. Prosessiasemat eivät pelkästään lähetä mitattuja tietoja valvomoon, vaan ne kykenevät myös paikan päällä suorittamaan laskennan ja tekemään tarvittavat ohjaukset. Mittaustietoja ei tarvitse tällöin erikseen lähettää keskustietokoneelle ohjausarvojen saamiseksi. [9.]

Samoin kuin SCADA-järjestelmässä myös DCS-järjestelmässä tiedonsiirto tapahtuu keskitetysti kenttäväylän avulla. jolloin säästetään kaapelointikustannuksissa ja parannetaan käyttövarmuutta. Hajautetut I/O -yksiköt on viety mahdollisimman lähelle ohjattavia laitteita, tällöin saadaan mahdollisimman lyhyt kaapelointi I/O-yksikön ja toimilaitteen välille. [9]

3.4 IEC 61850 -tiedonsiirtostandardi

IEC 61850 on yleisesti sähköjakelussa käytetty tiedonsiirtostandardi. Kyseessä on kansainvälinen sähkötekninen standardi, joiden standardoinnista vastaa International Electrotechnical Commission IEC. IEC 61850 -standardi mahdollistaa eri laitevalmistajien laitteiden yhteensopivuuden. Standardilla ei ole tarkoitus rajoittaa sähköasemien toimintaa vaan standardoida laitteiden kommunikointi. Standardissa ei ole vaatimusta eri laitevalmistajien laitteiden täydelliseen vaihdettavuuteen. Mikäli laite vaihdetaan vastaavaan toisen laitevalmistajan laitteeseen, on vaihdon yhteydessä tehtävä myös muita muutoksia. Standardin tavoitteet ovat

- sähköasemalla yksi protokolla
- datan siirrolle määritellyt menetelmät
- yhteensopivuus eri laitevalmistajien välillä
- datan tallentaminen määritellyllä tavalla.

IEC 61850 -standardi on hyvin laaja ja siinä on yli 1000 sivua, jonka vuoksi se on jaettu osiin. Kuvassa 4 on esitettyä kyseisen standardin sisältö ja rakenne. Osia on kaiken kaikkiaan kymmenen, joista osa on jaettu pienempiin kokonaisuuksiin. [7.]

TABLE I
STRUCTURE OF THE IEC 61850 STANDARD

<i>Part #</i>	<i>Title</i>
1	Introduction and Overview
2	Glossary of terms
3	General Requirements
4	System and Project Management
5	Communication Requirements for Functions and Device Models
6	Configuration Description Language for Communication in Electrical Substations Related to IEDs
7	Basic Communication Structure for Substation and Feeder Equipment
7.1	- Principles and Models
7.2	- Abstract Communication Service Interface (ACSI)
7.3	- Common Data Classes (CDC)
7.4	- Compatible logical node classes and data classes
8	Specific Communication Service Mapping (SCSM)
8.1	- Mappings to MMS(ISO/IEC 9506 – Part 1 and Part 2) and to ISO/IEC 8802-3
9	Specific Communication Service Mapping (SCSM)
9.1	- Sampled Values over Serial Unidirectional Multidrop Point-to-Point Link
9.2	- Sampled Values over ISO/IEC 8802-3
10	Conformance Testing

Kuva 4. IEC 61850 -standardin osat [7-]

Standardin ensimmäiset osat antavat yleiskuvan standardista. Niissä käsitellään standardissa käytettäviä termejä ja yleistä sanastoa. Osat 3, 4 ja 5 kuvaavat yleisesti vaatimuksia, jotka on asetettu sähköaseman tietoliikenteelle, toiminnoille, laitemalleille sekä järjestelmä- ja projektihallinnalle. Kuudes osa käsittelee sähköasemilla käytettävien älykäden laitteiden konfigurointikieltä. Osassa seitsemän määritellään käytettävät tietomallit. Kahdeksannessa osassa määritellään asemaväylässä tapahtuva tiedonsiirto toimilaitteiden välillä. Osassa yhdeksän on määritelty protokolla tiedonsiirrolle. Viimeisessä

osassa määritellään menetelmät, joilla voidaan testata IEC 61850- standardin mukaisten laitteiden yhteensopivuus IEC 61850 -standardisen tietoliikenteen suhteen. [8.]

4 Sähkösuunnittelussa huomioitavat asiat

4.1 Sähkönjakelu

Sähköasemat ovat sähköverkon solmupaikkoja. Sähköasemat ovat sähköverkossa kohtia, joissa voidaan suorittaa erilaisia kytkentöjä, jännitteen muuntamista ja sähköenergian jakoa eri johdoille. Sähköasemilla on paljon erilaisia laitteita ja kojeita. Tärkeimpiä laitteita ovat katkaisijat, erottimet ja muuntajat, minkä lisäksi oleellisia ovat suojareleet ja varokkeet. [12.]

Sähköaseman kojeisto on kokonaisuus, joka pitää sisällään suojaus-, ohjaus- ja valvontalaitteet sekä sähköasemalla tarvittavat kytkennät. Kojeistot jaetaan yleensä nimellisen jännitteen mukaan kolmeen luokkaan suur-, keski- ja pienjännitekojeistoihin. Pienimpiä alle 1 kV:n kojeistoja sanotaan jakokeskuksiksi. [15.]

4.1.1 Relesuojaus

Teollisuuden sähköverkoissa, kuten muissa keskijänniteverkoissa, käytetään suojareleitä verkon suojaamiseen. Relesuojauksen tulee toiminnaltaan olla selektiivistä, jolloin vikatilanteessa häiriö rajautuu mahdollisimman pienelle alueelle ja muu verkko pysyy käyttökunnossa. Suojauksen laukeamisen on tapahduttava nopeasti ja herkästi. Nopealla suojauksella taataan verkon vakaus ja turvallisuus. Vian aiheuttamat kustannukset pysyvät pieninä, kun suojarele toimii nopeasti vian sattuessa. Relesuojaus pitää suunnitella kattamaan koko järjestelmä aukottomasti ja sen on oltava mahdollisimman yksinkertainen sekä varma. Suojaus testataan aina koestamalla. [14.]

Vanhat suojareleet ovat kokonaan mekaanisia, eli ne sisältävät liikkuvia osia. Toimintaperiaate niillä on sama kuin osoittavilla mittareilla. Sähkömekaanisten releiden valmistus on lopetettu, mutta niitä voi löytyä edelleen käytöstä. Uudemmat staattiset releet eli elektroniset suojareleet sisältävät mikropiirejä ja puolijohdekomponentteja. Elektroniset releet

ovat huomattavasti parempia mekaanisiin releisiin verrattuna, sillä ne mahdollistavat monipuolisen ja vaativan suojauksen. Haittapuolena elektronisissa suojarieleissä on se, että ne ovat alttiita sähkömagneettisille häiriöille ja ylijännitteille, jonka lisäksi ne tarvitsevat jatkuvan apusähkön toimiakseen. [14.]

Nykyaikaiset suojarieleet sisältävät mikroprosessoritekniikkaa. Tällöin signaalinkäsittely tehdään digitaalisesti. Mikroprosessorireleet tulivat markkinoille 80-luvun alussa ja yleistyivät siitä pikkuhiljaa. Digitaalisilla suojarieleillä on mahdollista suorittaa erilaisia ohjaus- ja mittaustoimintoja varsinaisen suojauksen lisäksi. Monipuolisuutensa ansiosta suojariele saadaan muokattua aina kohteelle sopivaksi muuttamalla suojarieleen asetus arvoja. Digitaaliset suojarieleet ovat hyvin monimutkaisia ja niiden käyttöönotto sekä parametrien asettaminen vaatii asiantuntevan ammattilaisen. Digitaalisilla suojarieleillä virhelaukaisut johtuvat usein virheellisestä parametrien asettelusta tai kytkentävirheistä. [15.]



Kuva 5. Johdonsuojarele REF615

Kuvassa 5 on esimerkki teollisuudessa käytettävästä tyypillisestä johdonsuojareleestä. Kuvassa ABB:n johdonsuojarele REF615, joka on suunniteltu keskijänniteverkon sähköasemien sekä teollisuuden sähköverkkojen suojaukseen, mittaamiseen ja valvontaa. Kyseinen reletyyppi, kuten vastaavat muiden valmistajien johdonsuojareleet, on IEC 61850 -standardin mukainen. Tämä mahdollistaa suojarieiden välisen kommunikoinnin

asemaväylien kautta sekä yhteensopivuuden muiden sähköasemalla olevien komponenttien kanssa. Standardi mahdollistaa GOOSE-viestinnän (Generic Object Oriented Substation Event) eli ohjausjärjestelmän ja suojalaitteen välisen suoran tiedonsiirron. GOOSE-viestintä mahdollistaa datan nopean siirron useiden laitteiden välillä, lähetettävät tiedot ovat esimerkiksi analogiasia mittaustietoja, binäärisiä tilatietoja ja kokonaislukuarvoja. GOOSE-protokollaa ei käytetä viestintää ylempiin kerroksiin, vaan se on tarkoitettu ainoastaan väylän laitteiden keskinäiseen kommunikointiin. GOOSE-viestinnän avulla laitteet viestivät keskenään ja ilmoittavat esimerkiksi mahdollisesta vikaantumisesta muille väylän laitteille. Tällainen viestintä estää suojareiden turhan laukeamisen, kun yksi suojarele havaitsee vian, ilmoittaa se siitä muilla väylän suojareille, jolloin riittää että vain alimman portaan suojarele laukeaa. [8.]

4.1.2 Katkaisijat

Katkaisijat ovat kojeita, joilla avataan ja suljetaan virtapiiri. Katkaisijalla voidaan turvallisesti avata ja sulkea oikosulkupiiri komponentin vaurioitumatta, mihin ei pystytä pelkällä kytkimellä. Katkaisija kestää siis nimellisvirtaansa nähden moninkertaisen virran. Katkaisijaa voidaan ohjata joko automaattisesti tai manuaalisesti. Automaattinen katkaisijan avautuminen tapahtuu suojareleen antaman avautumiskäskyn takia, esimerkiksi oikosulkuvirran tai maasulkuvirran vaikutuksesta. Katkaisijat voidaan jakaa kuuteen eri tyyppiin sen mukaan mitä väliainetta on käytetty katkaisukammioissa:

- ilmakatkaisija
- öljykatkaisija
- vähäöljykatkaisija
- paineilmakatkaisija
- tyhjiökatkaisija
- SF₆-katkaisija.

Suurilla jännitteillä tavallisin katkaisijatyyppe on SF₆-katkaisija. Keskijännitealueella käytetään nykyisin myös paljon tyhjiökatkaisijoita. Moottorilähtöjen suojauksessa käytetään pienjännite keskuksissa ilma- ja kompaktikatkaisijoita [12.]

4.1.3 Muuntajat

Muuntajan tarkoitus on muuntaa jännitteet ja virrat käyttöön sopiviksi. Muuntajia löytyy eri tuhoalueille, joista pienimmät ovat signaalimuuntajia ja tehokkaimmat suurvoimasiirron tehomuuntajia. Teollisuuden verkkoja syötetään suurjännitteellä, joka muutetaan pienjännitteeksi teollisuuslaitoksen omilla muuntajilla. Jakelumuuntaja muuttaa jännitteen pitäen taajuuden samana. Muuntajien käyttöä seurataan ja suojateen erilaisilla laitteilla, kuten suojaareilla, lämpömittareilla, leimahdussuojilla, ylipaineventtiileillä sekä muilla vikaantumista valvovilla laitteilla. Muuntajalle syöttö toteutetaan kaapeleilla, mutta muuntajan ja pienjännitekeskusten väliset yhteydet tehdään usein kiskosilloilla. [17.]

Muuntajia on erityyppisiä niiden jäähdytyksestä riippuen. Muuntajassa kiertää öljy, joka huolehtii muuntajan jäähdytyksestä siirtäen lämpöä radiaattoreille. Muuntajan öljynkierto voi olla pakotettu tai luonnollinen. ONAN (Oil Natural Air Natural) -tyyppisessä muuntajassa öljy kiertää muuntajan säiliössä vapaasti ja jäähdytysilma vaihtuu painovoimaisesti. Myös ONAF (Oil Natural Air Forced) -tyyppisessä muuntajassa öljy kiertää luonnollisesti, mutta jäähdytysilman vaihtuminen on toteutettu puhaltimilla. OFAF (Oil Forced Air Forced) -tyyppisessä muuntajassa öljyn ja jäähdytysilman kierto on pakotettu pumpuilla ja puhaltimilla. OFAF-muuntajia käytetään yleensä sisätiloissa, jolloin radiaattorit sijaitsevat etäällä muuntajasta kuten ulkona. [18.]

4.2 Lähtötiedot järjestelmäsuunnittelussa

Teollisuuslaitoksen sähköistystä suunniteltaessa projekti jakaantuu osiin eri suunnittelu- vaiheiden mukaan. Sähkösuunnittelu alkaa esisuunnittelulla, jolloin kerätään lähtötiedot, piirretään sähkönjakelun yleiskaavio ja laaditaan alustava kustannusarvio. Yleiskaaviossa on esitettyä muuntajat, moottorit, kytkinasemien lähdöt, keskijännitekojeistot, pienjännitekeskukset ja niiden väliset yhteydet. Seuraavaksi luodaan kustannusarvio, jolla on suuri merkitys investointipäätökseen. Perussuunnitteluvaiheessa määritetään projektiin kuluva aika, kustannukset ja projektissa käytettävä perustekniikka. Sähkösuunnittelun tärkein tavoite tässä vaiheessa on laatia tarvittavat dokumentit laitehankintoja varten. Luotuihin asiakirjoihin kuuluu tarkennetut kaaviot muuntajista, apujärjestelmistä sekä suur- ja pienjännitekojeistoista. Tässä vaiheessa voidaan aloittaa ohjauksen suunnittelu laadittujen piirikaavioiden pohjalta. Suunnitelmat ohjauksesta ja muista perusratkaisuista toimitetaan laitteiden toimittajalle, joka vastaa kojeistojen toiminnasta

esimerkiksi ohjelmoinnista. Perussuunnitteluvaiheessa määritetään tilankäyttövaraukset ja kaapelien reitit. Toteutussuunnitteluvaihe on viimeinen ennen kohteen rakentamista. Tässä vaiheessa tehdään yksityiskohtaiset piirustukset jakokeskuksista, joiden pohjalta asennus ja kaapelointi tehdään. [16.]

Signaalilistassa määritellään mitä mittauksia, hälytyksiä, ohjauksia tai muuta tietoa halutaan viedä kaukokäyttöille sähköasemilta. Signaalilistat tehdään aina projektikohtaisesti. Signaalilistan luontiin vaikuttaa oleellisesti se, minkä valmistajan suojarkeitä käytetään. Suojareleen manuaalista valitaan haluttu toiminto ja sitä vastaava IEC61850 tunnus. IEC-tunnus vaihtelee käytettävän laitteen valmistajasta riippuen. Kun käytetään tiedonsiirto-standardin IEC 61850 mukaisia laitteita on signaalilista sisällöltään samanlainen riippumatta siitä, luodaanko se SCADA-järjestelmälle tai hajautetulle ohjausjärjestelmälle (DCS). Signaalilistan suunnittelu voidaan aloittaa, kun tiedetään millaiset suojarkeit ja päälinjaukset kohteeseen tulee. Kaukokäytöistä vastaavat henkilöt ohjelmoivat laaditun signaalilistan pohjalta kaukokäyttöjärjestelmän.

Signaalilista luodaan Exceliin. Listaa luotaessa on hyvä hyödyntää jo olemassa olevia signaalilistoja. Liitteessä 1 on esimerkki signaalilistasta. Taulukon yläpalkissa on sarakkeissa ohjauksen kannalta merkittävät kohdat. Signaalilistan kuvaus kohdasta löytyy kohdat, joihin listataan muun muassa laitteen jännitealue, käytetty suojarkeityyppi ja haluttu toiminto. Listaan merkitään myös laitteelle tuleva lyhyt teksti, joka kuvaa toimintoa. Itse ohjaukseen liittyvät komennot listataan kuhunkin toimintoon erikseen. Ohjelmoinnin kannalta merkittävä ”IEC Name” muodostuu neljästä osasta. Ensimmäinen kertoo, onko kyseessä ohjaus vai hälytys. Toinen kohta on toiminnon koodi, joka on valittu käytetyn suojarkeit manuaalista. Kolmas ja neljäs kohta ovat ohjaukseen liittyviä standardin mukaisia koodeja. Listasta täytyy näkyä, myös miten ohjaus toimii, eli asetusten ON- ja OFF- arvot. Normaalisti listasta selviää myös kojeiden osoitteet.

4.2.1 Teollisuuden tyypillisimmät sähköjakelukaavion päälinjat

Liitteessä 2 on esimerkkikuva teollisuuslaitoksen sähköjakelukaavion osasta. Kaaviossa on esitetty graafisesti laitoksen kojeita eri lähdöillä. Lähes kaikista kentistä löytyy katkaisijan ohjaus ja sen suojaus sekä suuntaamaton maasulkusuojaus. Lisäksi kaikilta kentiltä löytyy suojarkeit itsevalvontahälytykset ja kommunikointivikojen hälytykset.

Kojeistosyöttö

Kojeistosyöttölähdöllä kuvataan lähtö, jolla syötetään toista vastaavaa keskijännitekojeistoa. Tällaisissa kojeistosyöttölähdöissä täytyy huomioida kojeistojen väliset lukitukset. Lukitus täytyy tehdä kaapeloimalla ja sen tarkoitus on estää sähkönsyöttö maadoituselektrodille. Kojeistosyötöstä löytyy tyypillisimmin seuraavat ohjaukset, mittaukset ja hälytykset:

- katkaisijan ohjaus
- katkaisijan vikahälytykset
- maasulkujännitesuojaus
- yli- ja alijännitesuojaus
- ylivirtasuojaus
- suuntaamaton maasulkusuojaus
- valokaarilaukaisu
- pätö- ja loistehon mittaus
- tehokerroin mittaus
- vaihevirran mittaus
- pääjännitteen mittaus
- johdonsuoja hälytykset
- suojareleen itsevalvonta ja kommunikointivika.

Kojeistosyötöstä tarkastellaan ylivirtojen lisäksi jännitetasoja.

Kompensointi

Kompensoinnilla pyritään pienentämään siirtoverkon häviöitä. Tämä saavutetaan muun muassa asettamalla loistehon kulkureitti mahdollisimman lyhyeksi. Loistehosta ei silloin synny ylimääräistä rasiusta siirtoverkolle. Kompensoinnista löytyy tyypillisimmin seuraavat ohjaukset, mittaukset ja hälytykset:

- katkaisijan ohjaus
- katkaisijan vika hälytykset
- ylivirtasuojaus
- suuntaamaton maasulkusuojaus
- pätö- ja loistehon mittaus

- vaihevirran mittaus
- johdonsuoja hälytykset
- suojaaleen itsevalvonta ja kommunikointivika
- ylikuormitussuojaus.

Kompensoinnista ei ole tarpeellista tarkastella tehokertoimia tai jännitteitä.

Jakelumuuntajalähtö

Jakelumuuntaja lähtö syöttää sähköä teollisuuslaitoksen jakelumuuntajalle. Jakelumuuntajalähdöstä löytyy tyypillisimmin seuraavat ohjaukset, mittaukset ja hälytykset:

- katkaisijan ohjaus
- katkaisijan vika hälytykset
- ylivirtasuojaus
- suuntaamaton maasulkusuojaus
- suojaaleen itsevalvonta ja kommunikointivika
- tehokerroin mittaus
- muuntajan suojaus.

Päämuuntajan syöttökenttä

Päämuuntajan syöttökenttä on teollisuuslaitoksen päämuuntajan yhteydessä. Päämuuntajan syöttökentästä löytyy tyypillisimmin seuraavat ohjaukset, mittaukset ja hälytykset:

- katkaisijan ohjaus
- katkaisijan vika hälytykset
- ylivirtasuojaus ylä- ja alajännitepuolelta
- valokaari laukaisu
- pätö- ja loistehon mittaus
- tehokerroin mittaus
- vaihevirran mittaus
- suojaaleen itsevalvonta ja kommunikointivika
- erovirtasuojaus
- muuntajan öljyn korkeuden, lämpötilan ja kosteuden mittaus
- muuntajan lämpötilan mittaus

- käämikytkimen ohjaus
- muuntajan käämikytkimen vika hälytykset
- vaihevirran mittaus ylä- ja alajännitepuolelta
- maasulkuvirtojen mittaus ylä- ja alajännitepuolelta.

Päämuuntajan syöttökenttä eroaa valvonnaltaan muista syöttökentistä siten, että sieltä löytyy valokaari laukaisu, sekä muuntajaan liittyvät mittaukset ja hälytykset.

Mittauskenttä

Mittauskenttä on kojeistosyötön oma mittauskenttä. Mittauskentällä mitataan taajuutta ja jännitettä. Mittauskenttä toimii myös ikään kuin apukenttänä tasasähkökeskukselle, josta kojeet saavat kytkimiin ja muihin laitteisiin vaadittavan ohjaussähkön. Mittauskentästä löytyy tyypillisimmin seuraavat ohjaukset, mittaukset ja hälytykset:

- mittausvaunun asennon ohjaus
- pääkiskon maadoituksen ohjaus
- kiskojännitteen mittaus
- taajuusmittaus
- tasasähköjärjestelmän hälytykset
- väyläkytkimen itsevalvonta- ja hälytys
- suojareleen itsevalvonta ja kommunikointivika.

Mittauskenttä eroaa muista lähdoistä merkittävästi, esimerkiksi katkaisija puuttuu ja erotus verkosta tapahtuu mittausvaunulla. Lähes kaikki komponentit ovat erilaisia muihin lähtöihin nähden.

5 Yhteenveto

Työssä perehdyttiin teollisuuslaitosten sähköjakeluun ja sen ohjaukseen. Työssä esitellään teollisuuslaitoksen sähköohjauksessa käytössä olevat kaksi ohjausjärjestelmää hajautettu ohjausjärjestelmä (DCS) ja käytönvalvontajärjestelmä (SCADA) sekä näiden ohjaukseen ja asennukseen liittyvään tiedonsiirtostandardi IEC 61850. Työssä esitellään myös keskeisimmät teollisuuslaitoksen sähköaseman komponentit.

Työn tavoitteena oli luoda muistilista huomioitavista asioista suunniteltaessa sähköohjausta teollisuuslaitokseen. Työssä esitettiin sähköjakelukaavioin avulla muistilista keskeisistä relesuojausten ohjauksista kussakin kentässä sähköasemalla. Muistilistaa voi käyttää karkeana listana vaadittavista toiminnoista suunniteltaessa teollisuuslaitoksen relesuojausta.

Lähteet

- 1 Hietalahti, Lauri. 2013. Teollisuuden sähkökäytöt. Tampere. Amk-kustannus Oy Tammertekniikka.
- 2 Welling, Juho. 2010. Elintarviketehtaan sähköverkon selvitys ja kehittämissuunnitelma. Diplomityö. Lappeenrannan teknillinen yliopisto. LUTPub-tietokanta.
- 3 Lakervi, Erkki & Partanen, Jarmo. 2008. Sähköjaketekniikka. Helsinki. Ota-tieto.
- 4 WatElectrical. 2019. SCADA Applications in Power System. Verkkoaineisto. <<https://www.watelectrical.com/scada-applications-in-power-system/>>. Luettu 10.5.2019.
- 5 Lintula, Veli-Matti. 2018. Aurora Kilpilahden SCADA-järjestelmän käyttöönotto. Opinnäytetyö. Metropolia Ammattikorkeakoulu. Theseus-tietokanta.
- 6 Rytönen, Pertti. 2019. Teollisuuden sähköasennukset. Verkkoaineisto. <<http://momenthits.fi/ESV5230/>>. Luettu 18.7.2019.
- 7 Mackiewicz, Ralph. Technical Overview and Benefits of the IEC 61850 Standard for Substation Automation. Verkkoaineisto. <https://library.e.abb.com/public/04519389e504d7ddc12576ff0070704d/3BUS095131_en_IEC61850_Overview_and_Benefits_Paper_General.pdf>. Luettu 4.7.2019
- 8 Mäkelä, Kalle. 2018. IEC 61850 -standardin käyttö ja vaikutus sähköasemien kunnossapidossa. Opinnäytetyö. Oulun ammattikorkeakoulu. Theseus-tietokanta.
- 9 ABB. 2000. TTT-käsikirja 2000-7. luku 15: Sähköjaketuverkon automaatio.
- 10 ABB. 2000. TTT-käsikirja 2000-7. luku 18: Prosessiautomaatio.
- 11 Siemens. Verkkoaineisto. Automation and remote terminal units. <<https://new.siemens.com/global/en/products/energy/energy-automation-and-smart-grid/substation-automation/automation-and-remote-terminal-units-sicam-a8000-series.html>>. Luettu 9.7.2019.
- 12 Elovaara, Jarmo & Laiho, Yrjö. 1988. Sähkölaitostekniikan perusteet. Vantaa. Otakustantamo.
- 13 Electronics hub. Verkkoaineisto. SCADA System. <<https://www.electronicshub.org/scada-system/>> Luettu 29.12.2019.

- 14 Korpinen, Leena. Verkkoaineisto. <http://www.leenakorpinen.fi/archive/svt_opus/5sahkoverkon_automaatio_ja_suojaus.pdf luettu> 29.8.2019.
- 15 Elovaara, Jarmo & Haarla, Liisa. 2011. Sähköverkot II – Verkon suunnittelu, järjestelmät ja laitteet. Helsinki. Otatieto.
- 16 Gronroos, Roope. 2016. Sähkösuunnittelu osana suunnitteluprojektia. Opinnäytetyö. Metropolia Ammattikorkeakoulu. Theseus-tietokanta.
- 17 Viderholm, Jussi. 2014. Pienjännitesähköverkkojen mitoitusohjelmien vertailu. Diplomityö. Tampereen teknillinen yliopisto. Trepo-tietokanta.
- 18 Piironen, Mikko. 2015. Sähköasemien kunnossapitoprosessin kehittäminen. Diplomityö. Aalto-yliopisto. Aaltodoc-tietokanta.

Signal Description										Status Text										
Object Identification, Station	Object Identification, Voltage level (kV)	Object Identification, Service	Object Identification, Model	Shown at RELAY HMI	Shown at VALMET DCS	Object Text Description EN	Explaining text in Finnish / English / Swedish	DCS SHORT TEXT	State Text 1 (00)	State Text 2 ("ON")	State Text 3 ("OFF")	State Text 4 (11)	Logical Device Name	Logical Node Name	Data Class Name	Data Attribute	IECName	FC	Mittaluokka	Yksikkö
Koistesovärrit																				
POS1	12	BCF1	REF615	X	X	CB indication	Katkaisijan tilatieto Kiinni / Auki	KATKAISIJA	Intermediate	Close	Open	Faulty	CTRL	CBXSW1	Pos	stVal	CTRL.CBCSW11.Pos.stVal	ST		
POS1	12	BCF1	REF615	X	X	CB control Open	Katkaisijan Ohjaus Auki	KATKAISIJA O0 AUKIOHJ.					CTRL	CBXCBR1	Pos	ctlModel	CTRL.CBCXBR1.Pos.ctlModel	CF		
POS1	12	BCF1	REF615	X	X	CB control Close	Katkaisijan Ohjaus Kiinni	KATKAISIJA O0 KIINIOHJ.					CTRL	CBXCBR1	Pos	ctlModel	CTRL.CBCXBR1.Pos.ctlModel	CF		
POS1	12	BCF3	REV615	X	X	CB Truck position / TEST	Katkaisijan vaunun asento / erotettu	KATKAISIJAVAUUN	Intermediate	Close	Open	Faulty	CTRL	DCXSW11	Pos	stVal	CTRL.DCXSW11.Pos.stVal	ST		
POS1	12	BCF3	REV615	X	X	ES indication	Maadoitusveitsen tilatieto Kiinni / Auki	MAADOITUSEROTIN	Intermediate	Close	Open	Faulty	CTRL	ESSXSW11	Pos	stVal	CTRL.ESSXSW11.Pos.stVal	ST		
POS1	12	BCF1	REF615	X	X	Control place indication Local / remote	Paikallishälytyksen Paikallis / Kauko (DCS)	PAIKALLIS / KAUKO (DCS)	Off	Local	Remote	Station	CTRL	LLNO	LockKeyHMI	stVal	CTRL.LLNO.LockKeyHMI.stVal	ST		
POS1	12	BCF1	REF615	X	X	Residual voltage U0>pickup	Maasulkujännitusuojaus 1. porras havaitunut, vapauttaa lo suojan	MAASULKU U0> HÄLYTYYS	Alarm	Normal			LD0	ROVPTOV1	Str	general	LD0.ROVPTOV1.Str.general	ST		
POS1	12	BCF1	REF615	X	X	Residual voltage U0>trip	Maasulkujännitusuojaus 1. porras laukaisu	MAASULKU U0> LAUKAISU	Alarm	Normal			LD0	ROVPTOV1	Op	general	LD0.ROVPTOV1.Op.general	ST		
POS1	12	BCF1	REF615	X	X	Residual voltage U0>>pickup	Maasulkujännitusuojaus 2. porras havaitunut	MAASULKU U0>> HÄLYTYYS	Alarm	Normal			LD0	ROVPTOV2	Str	general	LD0.ROVPTOV2.Str.general	ST		
POS1	12	BCF1	REF615	X	X	Residual voltage U0>>trip	Maasulkujännitusuojaus 2. porras laukaisu	MAASULKU U0>> LAUKAISU	Alarm	Normal			LD0	ROVPTOV2	Op	general	LD0.ROVPTOV2.Op.general	ST		
POS1	12	BCF1	REF615	X	X	Overvoltage U> pickup	Ylijännitusuojaus havaitunut	YLIJÄNNITE HÄLYTYYS	Alarm	Normal			LD0	PHPTOV1	Str	general	LD0.PHPTOV1.Str.general	ST		
POS1	12	BCF1	REF615	X	X	Overvoltage U> trip	Ylijännitusuojaus Laukaisu	YLIJÄNNITE LAUKAISU	Alarm	Normal			LD0	PHPTOV1	Op	general	LD0.PHPTOV1.Op.general	ST		
POS1	12	BCF1	REF615	X	X	Undervoltage U< pickup	Alljännitusuojaus havaitunut	ALIJÄNNITE HÄLYTYYS	Alarm	Normal			LD0	PHPTUV1	Str	general	LD0.PHPTUV1.Str.general	ST		
POS1	12	BCF1	REF615	X	X	Undervoltage U< trip	Alljännitusuojaus Laukaisu	ALIJÄNNITE LAUKAISU	Alarm	Normal			LD0	PHPTUV1	Op	general	LD0.PHPTUV1.Op.general	ST		
POS1	12	BCF1	REF615	X	X	Overcurrent I> pickup	Ylivirtasuojaus 1. porras havaitunut	YLIVIRTA I> HAVAHT.	Alarm	Normal			LD0	PHLPTOC1	Str	general	LD0.PHLPTOC1.Str.general	ST		
POS1	12	BCF1	REF615	X	X	Overcurrent I> trip	Ylivirtasuojaus 1. porras laukaisu	YLIVIRTA I> LAUKAISU	Alarm	Normal			LD0	PHLPTOC1	Op	general	LD0.PHLPTOC1.Op.general	ST		
POS1	12	BCF1	REF615	X	X	Overcurrent I>> pickup	Ylivirtasuojaus 2. porras havaitunut	YLIVIRTA I>> HAVAHT.	Alarm	Normal			LD0	PHHPTOC1	Str	general	LD0.PHHPTOC1.Str.general	ST		
POS1	12	BCF1	REF615	X	X	Overcurrent I>> trip	Ylivirtasuojaus 2. porras laukaisu	YLIVIRTA I>> LAUKAISU	Alarm	Normal			LD0	PHHPTOC1	Op	general	LD0.PHHPTOC1.Op.general	ST		
POS1	12	BCF1	REF615	X	X	Overcurrent I>>> pickup	Ylivirtasuojaus 3. porras havaitunut	YLIVIRTA I>>> HAVAHT.	Alarm	Normal			LD0	PHIPTOC1	Str	general	LD0.PHIPTOC1.Str.general	ST		
POS1	12	BCF1	REF615	X	X	Overcurrent I>>> trip	Ylivirtasuojaus 3. porras laukaisu	YLIVIRTA I>>> LAUKAISU	Alarm	Normal			LD0	PHIPTOC1	Op	general	LD0.PHIPTOC1.Op.general	ST		
POS1	12	BCF1	REF615	X	X	Resid.current I0> pickup	Suuntaamaton maasulkusuojaus 1. porras havaitunut	MAASULKU I0> HAVAHT.	Alarm	Normal			LD0	EFLPTOC1	Str	general	LD0.EFLPTOC1.Str.general	ST		
POS1	12	BCF1	REF615	X	X	Resid.current I0> trip	Suuntaamaton maasulkusuojaus 1. porras laukaisu	MAASULKU I0> LAUKAISU	Alarm	Normal			LD0	EFLPTOC1	Op	general	LD0.EFLPTOC1.Op.general	ST		
POS1	12	BCF1	REF615	X	X	Resid.current I0>> pickup	Suuntaamaton maasulkusuojaus 2. porras havaitunut	MAASULKU I0>> HAVAHT.	Alarm	Normal			LD0	EFHPTOC1	Str	general	LD0.EFHPTOC1.Str.general	ST		
POS1	12	BCF1	REF615	X	X	Resid.current I0>> trip	Suuntaamaton maasulkusuojaus 2. porras laukaisu	MAASULKU I0>> LAUKAISU	Alarm	Normal			LD0	EFHPTOC1	Op	general	LD0.EFHPTOC1.Op.general	ST		
POS1	12	BCF1	REF615	X	X	I2/I1> alarm	Vaihekatosuojaja hälytys	VAIHEKATKOSSUOJA	Alarm	Normal			LD0	PDNSPTOC1	Op	general	LD0.PDNSPTOC1.Op.general	ST		
POS1	12	BCF1	REF615	X	X	VT MCB open FCM15, FCM17	Jännitesuoj johd. Suoj. Katk. Lauennut	JÄNNITESUOJAJA LAUENNUT	Alarm	Normal			LD0	XAGGIO130	Ind1	stVal	LD0.XAGGIO130.Ind1.stVal	ST		
POS1	12	BCF1	REF615	X	X	DC MCB tripped	Apusähkö johd. suoj. Katk. Lauennut	VAROKEAUTOMAATTI LAUENNUT	Alarm	Normal			LD0	XGGIO110	Ind1	stVal	LD0.XGGIO110.Ind1.stVal	ST		
POS1	12	BCF1	REF615	X	X	ARC Trip alarm	Valokaari laukaisu	VALOKAARIRELEEN LAUKAISU	Alarm	Normal			LD0	XGGIO120	Ind2	stVal	LD0.XGGIO120.Ind2.stVal	ST		
POS1	12	BCF1	REF615	X	X	External Trip	Ulko puoleinen laukaisu / vasta-asema (A01 käyttöön tässä vaiheessa)	ULKOPUOLINEN LAUKAISU	Alarm	Normal			LD0	XGGIO120	Ind4	stVal	LD0.XGGIO120.Ind4.stVal	ST		
POS1	12	BCF1	REF615	X	X	Phase discrepancy ?	Vaihe? Magnitude ?	VAIHE-ERO	Alarm	Normal			LD0			stVal	LD0...stVal	ST		
POS1	12	BCF1	REF615	X	X	CB SF6 pressure low	Katkaisijan SF6 kaasun hälytys	KATK. SF6 KAAS.PAINE HÄLYT	Alarm	Normal			LD0	XGGIO120	Ind1	stVal	LD0.XGGIO120.Ind1.stVal	ST		
POS1	12	BCF1	REF615	X	X	CB Spring not charged	Katkaisija pusu ei viressä	KATKAIS. VIRIT.JOUS HÄLYT	Alarm	Normal			LD0	SSOPM1	SprChaAlm	stVal	LD0.SSOPM1.SprChaAlm.stVal	ST		
POS1	12	BCF1	REF615	X	X	Sync OK / Systems in synchronization	*Tajustelmat tahdissa - tahdistus ok Roleen miinikassa	JÄRJESTELMÄT TAHDISSA	Alarm	Normal			LD0	MVCP1	SPCS04	stVal	LD0.MVCP1.SPCS04.stVal	ST		
POS1	12	BCF1	REF615	X	X	3to> Blocking from opposite station	2.porrasan ylivirtalukitus vasta-asemalta (A01 otetaan käyttöön tässä vaiheessa)	2.PORRAS YLIVIRTA LUKITUS	Alarm	Normal			LD0	XAGGIO130	Ind4	stVal	LD0.XAGGIO130.Ind4.stVal	ST		
POS1	12	BCF1	REF615	X	X	Power Factor Measurement	Tehtövoiman mittaus	TEHOKERROIN					LD0	PEMMXU1	TrPF	Mag.f	LD0.PEMMXU1.TrPF.Mag.f	MX (-2)-2	PF	
POS1	12	BCF1	REF615	X	X	Active Power measurement	Pätötehon mittaus	PÄTÖTEHO					LD0	PEMMXU1	TrW	Mag.f	LD0.PEMMXU1.TrW.Mag.f	MX (-80)-80	MW	
POS1	12	BCF1	REF615	X	X	Reactive Power measurement	Loistehon mittaus	LOISTEHO					LD0	PEMMXU1	TrVAr	Mag.f	LD0.PEMMXU1.TrVAr.Mag.f	MX (-80)-80	MVar	
POS1	12	BCF1	REF615	X	X	Current L1	L1 Virta mittaus	VIAHE L1 VIRTA					LD0	CMMXU1	A.phsA	CVal.mag.f	LD0.CMMXU1.A.phsA.CVal.mag.f	MX 0-2500	A	
POS1	12	BCF1	REF615	X	X	Current L2	L2 Virta mittaus	VIAHE L2 VIRTA					LD0	CMMXU1	A.phsB	CVal.mag.f	LD0.CMMXU1.A.phsB.CVal.mag.f	MX 0-2500	A	
POS1	12	BCF1	REF615	X	X	Current L3	L3 Virta mittaus	VIAHE L3 VIRTA					LD0	CMMXU1	A.phsC	CVal.mag.f	LD0.CMMXU1.A.phsC.CVal.mag.f	MX 0-2500	A	
POS1	12	BCF1	REF615	X	X	Residual voltage measurement	Maasulkujännite mittaus (avokotimjännite)	MAASULKUJÄNNITE					LD0	RESCMMXU1	A.res	CVal.mag.f	LD0.RESCMMXU1.A.res.CVal.mag.f	MX 0-15	kV	
POS1	12	BCF1	REF615	X	X	Voltage L12	Pääjännite L1-L2 mittaus	KISKOJÄNNITE					LD0	LD0	VMMXU1	PPV.phsAB	LD0.LD0.VMMXU1.PPV.phsAB	MX 0-15	kV	
POS1	12	BCF1	REF615	X	X	Voltage L23	Pääjännite L2-L3 mittaus	PÄÄJÄNNITE L2-L3					LD0	LD0	VMMXU1	PPV.phsBC	LD0.LD0.VMMXU1.PPV.phsBC	MX 0-15	kV	
POS1	12	BCF1	REF615	X	X	Voltage L31	Pääjännite L3-L1 mittaus	PÄÄJÄNNITE L3-L1					LD0	LD0	VMMXU1	PPV.phsCA	LD0.LD0.VMMXU1.PPV.phsCA	MX 0-15	kV	
POS1	12	BCF1	REF615	X	X	Relay Internal Fault IRF	Suojarele itsevalvonta hälytys	RELEVIKA	Normal	Alarm			LD0	LPHD1	PhyHealth	stVal	LD0.LPHD1.PhyHealth.stVal	ST		
POS1	12	BCF1	REF615	X	X	Communication fault	Kommunikointi vika	KOMMUNIKOINTIVIKA												
Kompensointi																				
POS1	12	BCF3	REV615	X	X	CB position	Katkaisijan tilatieto Kiinni / Auki	KATKAISIJA	Intermediate	Close	Open	Faulty	CTRL	CBXSW1	Pos	stVal	CTRL.CBCSW11.Pos.stVal	ST		
POS1	12	BCF3	REV615	X	X	CB control Open	Katkaisijan Ohjaus Auki	KATKAISIJA O0 AUKIOHJ.					CTRL	CBXCBR1	Pos	ctlModel	CTRL.CBCXBR1.Pos.ctlModel	CF		
POS1	12	BCF3	REV615	X	X	CB control Close	Katkaisijan Ohjaus Kiinni	KATKAISIJA O0 KIINIOHJ.					CTRL	CBXCBR1	Pos	ctlModel	CTRL.CBCXBR1.Pos.ctlModel	CF		
POS1	12	BCF3	REV615	X	X	CB Truck position / TEST	Katkaisijan vaunun asento / erotettu	KATKAISIJAVAUUN	Intermediate	Close	Open	Faulty	CTRL	DCXSW11	Pos	stVal	CTRL.DCXSW11.Pos.stVal	ST		
POS1	12	BCF3	REV615	X	X	ES indication	Maadoitusveitsen tilatieto Kiinni / Auki	MAADOITUSEROTIN	Intermediate	Close	Open	Faulty	CTRL	ESSXSW11	Pos	stVal	CTRL.ESSXSW11.Pos.stVal	ST		
POS1	12	BCF3	REV615	X	X	Control place indication Local / remote	Paikallishälytyksen Paikallis / Kauko(DCS)	PAIKALLIS / KAUKO (DCS)	Off	Local	Remote	Station	CTRL	LLNO	LockKeyHMI	stVal	CTRL.LLNO.LockKeyHMI.stVal	ST		
POS1	12	BCF3	REV615	X	X	Overcurrent I> pickup	Ylivirtasuojaus 1. porras havaitunut	YLIVIRTA I> HAVAHT.	Alarm	Normal			LD0	PHLPTOC1	Str	general	LD0.PHLPTOC1.Str.general	ST		
POS1	12	BCF3	REV615	X	X	Overcurrent I> trip	Ylivirtasuojaus 1. porras laukaisu	YLIVIRTA I> LAUKAISU	Alarm	Normal			LD0	PHLPTOC1	Op	general	LD0.PHLPTOC1.Op.general	ST		
POS1	12	BCF3	REV615	X	X	Overcurrent I>> pickup	Ylivirtasuojaus 2. porras havaitunut	YLIVIRTA I>> HAVAHT.	Alarm	Normal			LD0	PHHPTOC1	Str	general	LD0.PHHPTOC1.Str.general	ST		
POS1	12	BCF3	REV615	X	X	Overcurrent I>> trip	Ylivirtasuojaus 2. porras laukaisu	YLIVIRTA I>> LAUKAISU	Alarm	Normal			LD0	PHHPTOC1	Op	general	LD0.PHHPTOC1.Op.general	ST		
POS1	12	BCF3	REV615	X	X	Overcurrent I>>> pickup	Ylivirtasuojaus 3. porras havaitunut	YLIVIRTA I>>> HAVAHT.	Alarm	Normal			LD0	PHIPTOC1	Str	general	LD0.PHIPTOC1.Str.general	ST		
POS1	12	BCF3	REV615	X	X	Overcurrent I>>> trip	Ylivirtasuojaus 3. porras laukaisu	YLIVIRTA I>>> LAUKAISU	Alarm	Normal			LD0	PHIPTOC1	Op	general	LD0.PHIPTOC1.Op.general	ST		
POS1	12	BCF3	REV615	X	X	Resid.current I0> pickup	Suuntaamaton maasulkusuojaus 1. porras havaitunut	MAASULKU I0> HAVAHT.	Alarm	Normal			LD0	DEFLPTOC1	Str	general	LD0.DEFLPTOC1.Str.general	ST		
POS1	12	BCF3	REV615	X	X	Resid.current I0> trip	Suuntaamaton maasulkusuojaus 1. porras laukaisu	MAASULKU I0> LAUKAISU	Alarm	Normal			LD0	DEFLPTOC1	Op	general	LD0.DEFLPTOC1.Op.general	ST		
POS1	12	BCF3	REV615	X	X	Unb.current IL1 UNB> pickup	Epäbalanssuojaus Hälytys	EPÄBAL.SUOJAJA HAVAHT.	Alarm	Normal			LD0	CUB1PTOC1	Op	general	LD0.CUB1PTOC1.Op.general	ST		
POS1	12	BCF3	REV615	X	X	Unb.current IL1 UNB> trip	Epäbalanssuojaus Laukaisu	EPÄBAL.SUOJAJA LAUKAISU	Alarm	Normal			LD0	CUB2PTOC1	Op	general	LD0.CUB2PTOC1.Op.general	ST		
POS1	12	BCF3	REV615	X	X		Kap. Ylikuormitusuoja Ylikuorma													

POS1	12	BCF3	REV615	X	X	CB Spring not charged	Katkaisija jousi ei viireessä - Releen mimikassa!	KATKAIS. VIRIT.JOUS HÄLYT	Alarm	Normal	LD0	SSOPM1	SprChAIm	stVal	LD0.SSOPM1.SprChAIm.stVal	ST
POS1	12	BCF3	REV615	X	X	Active Power measurement	Pätötehon mittaus	PÄTÖTEHO	LD0	PEMMXU1	TotW	Mag.f	LD0.PEMMXU1.TotW.Mag.f	MX (-80)-80	MW	
POS1	12	BCF3	REV615	X	X	Reactive Power measurement	Loistehon mittaus	LOISTEHO	LD0	PEMMXU1	TotVAr	Mag.f	LD0.PEMMXU1.TotVAr.Mag.f	MX (-80)-80	MVar	
POS1	12	BCF3	REV615	X	X	Current L1	L1 Virta mittaus	VAIHE L1 VIRTA	LD0	CMMXU1	A.phsA	CVal.mag.f	LD0.CMMXU1.A.phsA.CVal.mag.f	MX 0-500	A	
POS1	12	BCF3	REV615	X	X	Current L2	L2 Virta mittaus	VAIHE L2 VIRTA	LD0	CMMXU1	A.phsB	CVal.mag.f	LD0.CMMXU1.A.phsB.CVal.mag.f	MX 0-500	A	
POS1	12	BCF3	REV615	X	X	Current L3	L3 Virta mittaus	VAIHE L3 VIRTA	LD0	CMMXU1	A.phsC	CVal.mag.f	LD0.CMMXU1.A.phsC.CVal.mag.f	MX 0-500	A	
POS1	12	BCF3	REV615	X	X	Unb. current IL1 measurement	Epäbalanssivirta mittaus	EPÄBALANSSIVIRTA	LD0	CUB1PTOC1	CompUnbCur	CVal.mag.f	LD0.CUB1PTOC1.CompUnbCur.CVal.mag.f	MX 0-1.05	A	
POS1	12	BCF3	REV615	X	X	Relay Internal Fault IRF	Suojarele itsevalvonta hälytys	RELEVIKA	LD0	LPHD1	PhyHealth	stVal	LD0.LPHD1.PhyHealth.stVal	MX		
POS1	12	BCF3	REV615	X	X	Communication fault	Kommunikointi vika	KOMMUNIKOINTI/VIKA	Alarm	Normal	LD0	LPHD1	PhyHealth	stVal	LD0.LPHD1.PhyHealth.stVal	ST

Jakelumuuntalahtö

POS1	12	BCF1	REF615	X	X	CB indication	Katkaisijan tilietieto Kiinni / Auki	KATKAISIA	Intermediate	Close	Open	Faulty	CTRL	CBCSW11	Pos	stVal	CTRL.CBCSW11.Pos.stVal	ST
POS1	12	BCF1	REF615	X	X	CB control Open	Katkaisijan Ohjaus Auki	KATKAISIA Q0 AUKIOHJ.	CTRL	CBXCBR1	Pos	ctlModel	CTRL.CBXCBR1.Pos.ctlModel	CF				
POS1	12	BCF1	REF615	X	X	CB control Close	Katkaisijan Ohjaus Kiinni	KATKAISIA Q0 KIINNOHJ.	CTRL	CBXCBR1	Pos	ctlModel	CTRL.CBXCBR1.Pos.ctlModel	CF				
POS1	12	BCF1	REF615	X	X	CB Truck position / TEST	Katkaisijan vaunun asento / erotettu	KATKAISIJAVAUUN	Intermediate	Close	Open	Faulty	CTRL	DCXSW11	Pos	stVal	CTRL.DCXSW11.Pos.stVal	ST
POS1	12	BCF1	REF615	X	X	ES indication	Maadotusveltsen tilietieto Kiinni / Auki	MAADOTUSEROTIN	Intermediate	Close	Open	Faulty	CTRL	ESSXSW11	Pos	stVal	CTRL.ESSXSW11.Pos.stVal	ST
POS1	12	BCF1	REF615	X	X	Control place indication Local / remote	Paikallishälytyksen Paikallis / Kauko (DCS)	PAIKALLIS / KAUKO (DCS)	Off	Local	Remote	Station	CTRL	LLNO	LockKeyHMI	stVal	CTRL.LLNO.LockKeyHMI.stVal	ST
POS1	12	BCF1	REF615	X	X	Overcurrent I> pick-up	Ylivirtasuojus 1. porras havaittunut	YLIVIRTA I> LAUKAISU	Alarm	Normal	LD0	PHLPTOC1	Str	general	LD0.PHLPTOC1.Str.general	ST		
POS1	12	BCF1	REF615	X	X	Overcurrent I>> pick-up	Ylivirtasuojus 1. porras laukaisu	YLIVIRTA I>> HAVAHT.	Alarm	Normal	LD0	PHLPTOC1	Op	general	LD0.PHLPTOC1.Op.general	ST		
POS1	12	BCF1	REF615	X	X	Overcurrent I>>> pick-up	Ylivirtasuojus 2. porras havaittunut	YLIVIRTA I>>> HAVAHT.	Alarm	Normal	LD0	PHLPTOC1	Op	general	LD0.PHLPTOC1.Op.general	ST		
POS1	12	BCF1	REF615	X	X	Overcurrent I>>>> pick-up	Ylivirtasuojus 2. porras laukaisu	YLIVIRTA I>>>> LAUKAISU	Alarm	Normal	LD0	PHLPTOC1	Op	general	LD0.PHLPTOC1.Op.general	ST		
POS1	12	BCF1	REF615	X	X	Overcurrent I>>>>> pick-up	Ylivirtasuojus 3. porras havaittunut	YLIVIRTA I>>>>> HAVAHT.	Alarm	Normal	LD0	PHLPTOC1	Op	general	LD0.PHLPTOC1.Op.general	ST		
POS1	12	BCF1	REF615	X	X	Overcurrent I>>>>>> trip	Ylivirtasuojus 3. porras laukaisu	YLIVIRTA I>>>>>> LAUKAISU	Alarm	Normal	LD0	PHLPTOC1	Op	general	LD0.PHLPTOC1.Op.general	ST		
POS1	12	BCF1	REF615	X	X	Resid.current I0> pick	Suuntaamon maasulkuuojus 1. porras havaittunut	MAASULKU I0> HAVAHT.	Alarm	Normal	LD0	EFLPTOC1	Str	general	LD0.EFLPTOC1.Str.general	ST		
POS1	12	BCF1	REF615	X	X	Resid.current I0> trip	Suuntaamon maasulkuuojus 1. porras laukaisu	MAASULKU I0> LAUKAISU	Alarm	Normal	LD0	EFLPTOC1	Op	general	LD0.EFLPTOC1.Op.general	ST		
POS1	12	BCF1	REF615	X	X	Resid.current I0>> pick	Suuntaamon maasulkuuojus 2. porras havaittunut	MAASULKU I0>> HAVAHT.	Alarm	Normal	LD0	EFHPTOC1	Str	general	LD0.EFHPTOC1.Str.general	ST		
POS1	12	BCF1	REF615	X	X	Resid.current I0>> trip	Suuntaamon maasulkuuojus 2. porras laukaisu	MAASULKU I0>> LAUKAISU	Alarm	Normal	LD0	EFHPTOC1	Op	general	LD0.EFHPTOC1.Op.general	ST		
POS1	12	BCF1	REF615	X	X	I2/I1> alarm	Vaihekatkosuojaja hälytys	VAIHEKATKOSSUOJA	Alarm	Normal	LD0	PDNSPTOC1	Op	general	LD0.PDNSPTOC1.Op.general	ST		
POS1	12	BCF1	REF615	X	X	DC MCB tripped	Apusähkö johd. suoj. Katk. Lauennut	VAROKEAUTOMAATTI LAUENNUT	Alarm	Normal	LD0	XGGIO110	Ind1	stVal	LD0.XGGIO110.Ind1.stVal	ST		
POS1	12	BCF1	REF615	X	X	ARC Trip alarm	Valokaari laukaisu(LV)	VALOKAARIRELEEN LAUKAISU	Alarm	Normal	LD0	XGGIO120	Ind4	stVal	LD0.XGGIO120.Ind4.stVal	ST		
POS1	12	BCF1	REF615	X	X	TRIP FROM LV SWGR	LV kojeisto laukaisu	LV-KOJEISTO LAUKAISU	LD0	XGGIO120	Ind3	stVal	LD0.XGGIO120.Ind3.stVal	ST				
POS1	12	BCF1	REF615	X	X	TRIP FROM TRAF0 PROT	Muuntajan suojat laukaisu	MUUNT. SUOJA LAUKAISU	LD0	XGGIO120	Ind1	stVal	LD0.XGGIO120.Ind1.stVal	ST				
POS1	12	BCF1	REF615	X	X	ALARM FROM TRAF0 PROT	Muuntajan suojat hälytys	MUUNT. SUOJA HÄLYTYS	LD0	XGGIO120	Ind2	stVal	LD0.XGGIO120.Ind2.stVal	ST				
POS1	12	BCF1	REF615	X	X	CB SF6 pressure low	Katkaisijan SF6 kaasua hälytys	KATK. SF6 KAAS.PAINE HÄLYT	Alarm	Normal	LD0	XGGIO120	Ind1	stVal	LD0.XGGIO120.Ind1.stVal	ST		
POS1	12	BCF1	REF615	X	X	CB Spring not charged	Katkaisija jousi ei viireessä	KATKAIS. VIRIT.JOUS HÄLYT	Alarm	Normal	LD0	SSOPM1	SprChAIm	stVal	LD0.SSOPM1.SprChAIm.stVal	ST		
POS1	12	BCF1	REF615	X	X	Power Factor Measurement	Tehokerroin mittaus	TEHOKERROIN	LD0	PEMMXU1	ToPF	Mag.f	LD0.PEMMXU1.ToPF.Mag.f	MX (-2)-2	PF			
POS1	12	BCF1	REF615	X	X	Active Power measurement	Pätötehon mittaus	PÄTÖTEHO	LD0	PEMMXU1	TotW	Mag.f	LD0.PEMMXU1.TotW.Mag.f	MX (-80)-80	MW			
POS1	12	BCF1	REF615	X	X	Reactive Power measurement	Loistehon mittaus	LOISTEHO	LD0	PEMMXU1	TotVAr	Mag.f	LD0.PEMMXU1.TotVAr.Mag.f	MX (-80)-80	MVar			
POS1	12	BCF1	REF615	X	X	Current L1	L1 Virta mittaus	VAIHE L1 VIRTA	LD0	CMMXU1	A.phsA	CVal.mag.f	LD0.CMMXU1.A.phsA.CVal.mag.f	MX 0-200	A			
POS1	12	BCF1	REF615	X	X	Current L2	L2 Virta mittaus	VAIHE L2 VIRTA	LD0	CMMXU1	A.phsB	CVal.mag.f	LD0.CMMXU1.A.phsB.CVal.mag.f	MX 0-200	A			
POS1	12	BCF1	REF615	X	X	Current L3	L3 Virta mittaus	VAIHE L3 VIRTA	LD0	CMMXU1	A.phsC	CVal.mag.f	LD0.CMMXU1.A.phsC.CVal.mag.f	MX 0-200	A			
POS1	12	BCF1	REF615	X	X	Relay Internal Fault IRF	Suojarele itsevalvonta hälytys	RELEVIKA	LD0	LPHD1	PhyHealth	stVal	LD0.LPHD1.PhyHealth.stVal	ST				
POS1	12	BCF1	REF615	X	X	Communication fault	Kommunikointi vika	KOMMUNIKOINTI/VIKA	Alarm	Normal	LD0	LPHD1	PhyHealth	stVal	LD0.LPHD1.PhyHealth.stVal	ST		

Mittauskeskitt

POS1	12	BAR1	REU615A	X	X	VT Truck position / TEST	Mittausvaunun asento / erotettu	MITTAUSVAUNU ASENTO	Intermediate	Close	Open	Faulty	CTRL	CBXCBR1	Pos	stVal	CTRL.CBXCBR1.Pos.stVal	ST
POS1	12	BAR1	REU615A	X	X	SWG Busbar ES indication	SWG Pääkisko maadotettu / ei maadotettu	PÄÄKISKO MAADOTITETTU	Intermediate	Close	Open	Faulty	CTRL	CBXCBR1	Pos	ctlModel	CTRL.CBXCBR1.Pos.ctlModel	CF
POS1	12	BAR1	REU615A	X	X	VT Truck position / TEST	Mittausvaunun asento / erotettu	MITTAUSVAUNU ASENTO	Intermediate	Close	Open	Faulty	CTRL	DCXSW11	Pos	stVal	CTRL.DCXSW11.Pos.stVal	ST
POS1	12	BAR1	REU615A	X	X	SWG Busbar ES indication	SWG Pääkisko maadotettu / ei maadotettu	PÄÄKISKO MAADOTITETTU	Intermediate	Close	Open	Faulty	CTRL	ESSXSW11	Pos	stVal	CTRL.ESSXSW11.Pos.stVal	ST
POS1	12	BAR1	REU615A	X	X	Control place indication Local / remote	Paikallishälytyksen Paikallis / Kauko (DCS)	PAIKALLIS / KAUKO (DCS)	Intermediate	Close	Open	Faulty	CTRL	LLNO	LockKeyHMI	stVal	CTRL.LLNO.LockKeyHMI.stVal	ST
POS1	12	BAR1	REU615A	X	X	Global Interlocking Release Indication	Lukitusjärjelmä pistä (tepaatus) / Pois	LUKITUSSÄÄNNITTE PÄÄLLE	Intermediate	Close	Open	Faulty	LD0	XAGGIO130	Ind4	stVal	LD0.XAGGIO130.Ind4.stVal	ST
POS1	12	BAR1	REU615A	X	X	DC MCB trip	Apusähkö johd. suoj. Katk. Lauennut	VAROKEAUTOMAATTI LAUENNUT	Intermediate	Close	Open	Faulty	LD0	XGGIO110	Ind1	stVal	LD0.XGGIO110.Ind1.stVal	ST
POS1	12	BAR1	REU615A	X	X	VT MCB trip	Kiskojännitemuuntajan johd. Suoj. Katk. Lauennut	KISKOJ.MUUNT. JOHDONSUOJA	Alarm	Normal	LD0	XGGIO110	Ind3	stVal	LD0.XGGIO110.Ind3.stVal	ST		
POS1	12	BAR1	REU615A	X	X	MV MCB OK	Kiskojännitemuuntajan sulakkeet kunnossa	KISKOJ.MUUNT. SULAKKEET	Normal	Alarm	LD0	XGGIO110	Ind2	stVal	LD0.XGGIO110.Ind2.stVal	ST		
POS1	12	BAR1	REU615A	X	X	Ethernet switch IRF	Väyläkyläminen itsevalvonta - hälytys	VÄYLÄKYTKIN ITSEVALVONTA	Alarm	Normal	LD0	XGGIO120	Ind3	stVal	LD0.XGGIO120.Ind3.stVal	ST		
POS1	12	BAR1	REU615A	X	X	Common IRF & MCB tripped	Releika- Yhteishälytys	RELEVIKA - YHT.HÄLYTYS	Alarm	Normal	LD0	XGGIO120	Ind4	stVal	LD0.XGGIO120.Ind4.stVal	ST		
POS1	12	BAR1	REU615A	X	X	110VDC system FAULT, HIGH Priority	110VDC Tasasähköjärjestelmä vika , YHTEISHÄLYTYS	110VDC TASAS.HÄLYTYS	Alarm	Normal	LD0	XAGGIO130	Ind1	stVal	LD0.XAGGIO130.Ind1.stVal	ST		
POS1	12	BAR1	REU615A	X	X	110VDC system FAULT, Low Priority	110VDC Tasasähköjärjestelmä vika , EI KIIRE	110VDC VIKKA - EI KIIRE	Alarm	Normal	LD0	XAGGIO130	Ind2	stVal	LD0.XAGGIO130.Ind2.stVal	ST		
POS1	12	BAR1	REU615A	X	X	110VDC Charger Module Fault	110VDC Tasasähköjärjestelmä tasasuuntajan moduulivika	110VDC TASAS.MOD VIKKA	Alarm	Normal	LD0	XAGGIO130	Ind3	stVal	LD0.XAGGIO130.Ind3.stVal	ST		
POS1	12	BAR1	REU615A	X	X	110VDC Over / undervoltage	110VDC Tasasähköjärjestelmä Yli tai alijännite	110VDC TASAS.ALI/LYLJÄNN	Alarm	Normal	LD0	XAGGIO130	Ind4	stVal	LD0.XAGGIO130.Ind4.stVal	ST		
POS1	12	BAR1	REU615A	X	X	HVAC Fault	LVI - Vika - Hälytys	LVI-VIKA HÄLYTYS	Alarm	Normal	LD0	XBGIO115	Ind1	stVal	LD0.XBGIO115.Ind1.stVal	ST		
POS1	12	BAR1	REU615A	X	X	AC Distribution MCB Tripped	Omakäyttökeskus - SJK lauennut	OMAKÄYTTÖKESKUS	Alarm	Normal	LD0	XBGIO115	Ind2	stVal	LD0.XBGIO115.Ind2.stVal	ST		
POS1	12	BAR1	REU615A	X	X	Feeders Group alarm - condition mon. alarm	Kojeisto SWG Ryhmähälytys - Valvonta	KOJEISTO SWG RYHMÄHÄLYTYS	Alarm	Normal	LD0	TONGAPC1	Q1	stVal	LD0.TONGAPC1.Q1.stVal	ST		
POS1	12	BAR1	REU615A	X	X	Feeders Group alarm - Feders Overcurrent	Kojeisto SWG Ryhmähälytys - Ylivirta	KOJEISTO SWG YLIVIRTA	Alarm	Normal	LD0	TONGAPC1	Q2	stVal	LD0.TONGAPC1.Q2.stVal	ST		
POS1	12	BAR1	REU615A	X	X	Feeders Group alarm - Feders Earth Fault	Kojeisto SWG Ryhmähälytys - Maasulku	KOJEISTO SWG MAASULKU	Alarm	Normal	LD0	TONGAPC1	Q3	stVal	LD0.TONGAPC1.Q3.stVal	ST		
POS1	12	BAR1	REU615A	X	X	Feeders Group alarm - Feders Trip	Kojeisto SWG Ryhmähälytys - Laukaisu(t)	KOJEISTO SWG LAUKAISU(t)	Alarm	Normal	LD0	TONGAPC1	Q4	stVal	LD0.TONGAPC1.Q4.stVal	ST		
POS1	12	BAR1	REU615A	X	X	Busbar Voltage L12	Kiskojännite L12 - mittaus	KISKOJÄNNITE-L12	LD0	VMMXU1	PPV.phsAB	CVal.mag.f	LD0.VMMXU1.PPV.phsAB.CVal.mag.f	ST 0-15	kV			
POS1	12	BAR1	REU615A	X	X	Busbar Voltage L23	Kiskojännite L23 - mittaus	KISKOJÄNNITE-L23	LD0	VMMXU1	PPV.phsBC	CVal.mag.f	LD0.VMMXU1.PPV.phsBC.CVal.mag.f	ST 0-15	kV			
POS1	12	BAR1	REU615A	X	X	Busbar Voltage L31	Kiskojännite L31 - mittaus	KISKOJÄNNITE-L31	LD0	VMMXU1	PPV.phsCA	CVal.mag.f	LD0.VMMXU1.PPV.phsCA.CVal.mag.f	ST 0-15	kV			
POS1	12	BAR1	REU615A	X	X	Frequency measurement	Taajuusmittaus	TAJUUSMITTAUS	LD0	FMMXU1	Hz	CVal.mag.f	LD0.FMMXU1.Hz.CVal.mag.f	ST 0-100	Hz			
POS1	12	BAR1	REU615A	X	X	Communication fault	Kommunikointi vika	KOMMUNIKOINTI/VIKA	Normal	Alarm	LD0	LPHD1	PhyHealth	stVal	LD0.LPHD1.PhyHealth.stVal	ST		
POS1	12	BAR1	REU615A	X	X	Relay Internal Fault IRF	Suojarele itsevalvonta hälytys	RELEVIKA	Normal	Alarm	LD0	LPHD1	PhyHealth	stVal	LD0.LPHD1.PhyHealth.stVal	ST		
POS1	12	BAR1	REU615A	X	X	RTD input - Room temperature	Kojeisto SWG - Huonelämpötila	SWG HUONELÄMPÖTILA	Normal	Alarm	LD0	LPHD1	PhyHealth	stVal	LD0.LPHD1.PhyHealth.stVal	MX		

Päämuuntajan syöttökeskitt

POS1	12	BCF1	REF615	X	X	CB indication	Katkaisijan tilietieto Kiinni / Auki	KATKAISIA	Intermediate	Close	Open	Faulty	CTRL	CBCSW11	Pos	stVal	CTRL.CBCSW11.Pos.stVal	ST
POS1	12	BCF1	REF615	X	X	CB control Open	Katkaisijan Ohjaus Auki	KATKAISIA Q0 AUKIOHJ.	CTRL	CBXCBR1	Pos	ctlModel	CTRL.CBXCBR1.Pos.ctlModel	CF				
POS1	12	BCF1	REF615	X	X	CB control Close	Katkaisijan Ohjaus Kiinni	KATKAISIA Q0 KIINNOHJ.	CTRL	CBXCBR1	Pos	ctlModel	CTRL.CBXCBR1.Pos.ctlModel	CF				
POS1	12	BCF1	REF615	X	X	CB Truck position / TEST	Katkaisijan vaunun asento / erotettu POS1	KATKAISIJAVAUUN	Intermediate	Close	Open	Faulty	CTRL	DCXSW11	Pos	stVal	CTRL.DCXSW11.Pos.stVal	ST
POS1	12	BCF1	REF615	X	X	CB Truck position / TEST	Katkaisijan vaunun asento / erotettu POS2	KATKAISIJAVAUUN	Intermediate	Close	Open	Faulty	CTRL	DCXSW12	Pos	stVal	CTRL.DCXSW12.Pos.stVal	ST
POS1	12	BCF1	REF615	X	X	ES indication	Maadotusveltsen tilietieto Kiinni / Auki	MAADOTUSEROTIN	Intermediate	Close	Open	Faulty	CTRL	ESSXSW11	Pos	stVal	CTRL.ESSXSW11.Pos.stVal	ST
POS1	12	BCF1	REF615	X	X	Control place indication Local / remote	Paikallishälytyksen Paikallis / Kauko (DCS)	PAIKALLIS / KAUKO (DCS)	Off	Local	Remote	Station	CTRL	LLNO	LockKeyHMI	stVal	CTRL.LLNO.LockKeyHMI	

Liite 2 - Jakelukaavio

SWG

10 kV, 50 Hz

4000A, 40kA/1s

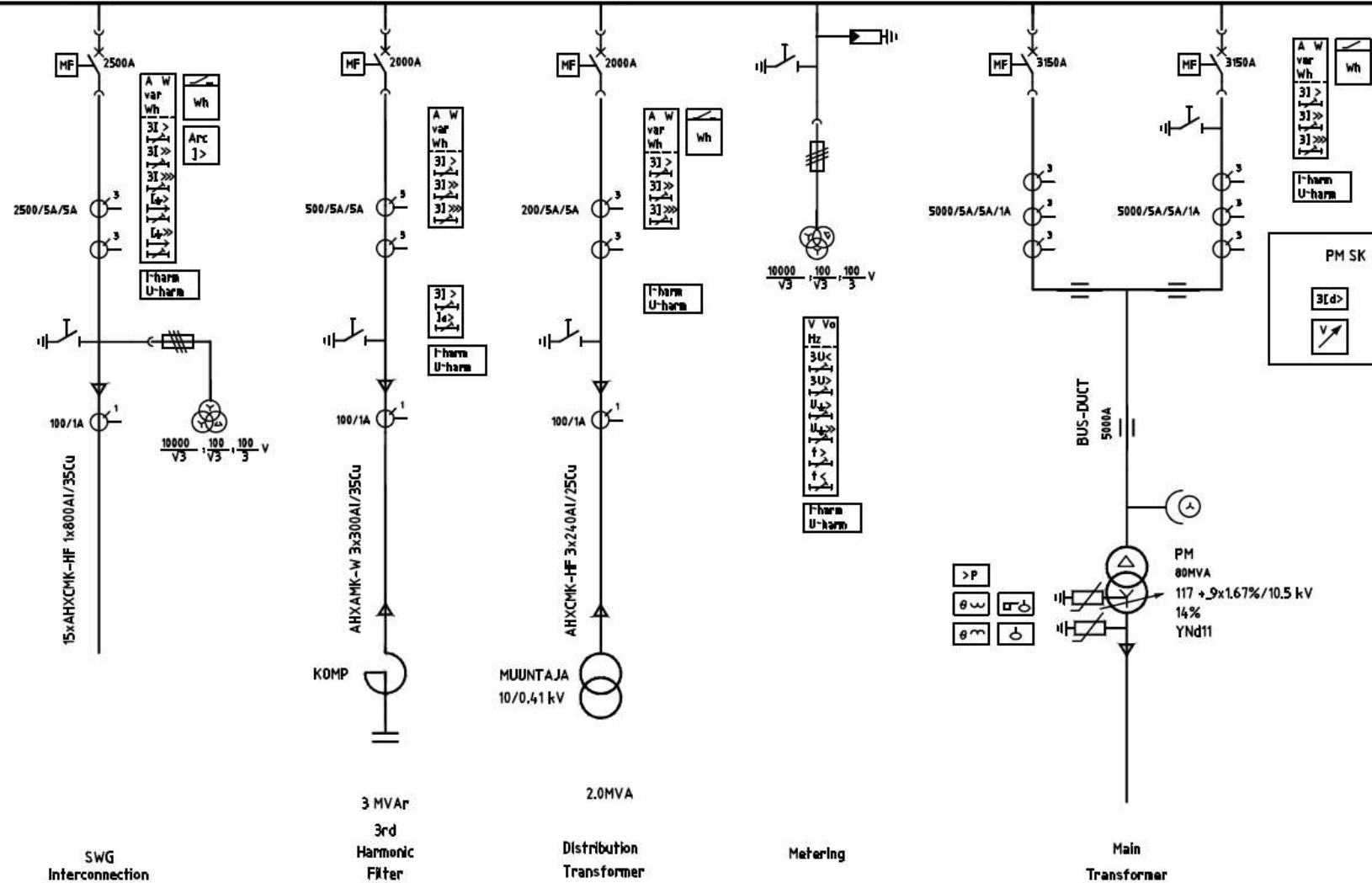
Kojeistosyöttö

Kompensointi

Jakelumuntajalähtö

Mittauskenttä

Päämuuntajan syöttökenttä



SWG Interconnection

3 MVar 3rd Harmonic Filter

2.0 MVA Distribution Transformer

Metering

Main Transformer