



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Mikael Rintaniemi

KÄYTÖNVALVONTAJÄRJESTELMÄN ALA- ASEMASIGNAALIEN KARTOITUS JA STAN- DARDISOINTI

Sähköjakelu/UPM Pietarsaari

Tekniikka
2022

TIIVISTELMÄ

Tekijä	Mikael Rintaniemi
Opinnäytetyön nimi	Käytönvalvontajärjestelmän ala-asemasignaalien kartoitus ja standardointi
Vuosi	2022
Kieli	suomi
Sivumäärä	29 + 3 liitettä
Ohjaaja	Jari Koski

Tämän opinnäytetyön tavoite on esittää ja standardisoida MicroSCADA-käytönvalvontajärjestelmän ala-asemasignaalit. IEC 61850 pitkälti standardisoi signaalit, mitä kommunikointiin on käytössä. Opinnäytetyön kuuluu myös esitellä IEC 61850-standardin toiminta. Toimeksiantajana toimii UPM Pietarsaari.

Opinnäytetyössä esitellään perusteet käytönvalvontajärjestelmistä, relesuojauksesta sekä IEC 61850-standardista. Käydään syvemmin MMS-protokollan kommunikoinnista MicroSCADAn kanssa. Käytetään esimerkkinä UPM Pietarsaaren kojeisto uudistuksessa käytettäviä uusia ala-asemasignaaleja.

Opinnäytetyön tavoite esittää IEC 61850-standardin toiminnan SCADA-järjestelmän kanssa onnistuttiin saavuttamaan.

Avainsanat IEC 61850, sähköjakelu, kommunikointi, standardisointi

ABSTRACT

Author	Mikael Rintaniemi
Title	Mapping and standardization of Network Control system signals
Year	2022
Language	Finnish
Pages	29 + 3 Appendices
Name of Supervisor	Jari Koski

The purpose of this thesis was to present and standardize MicroSCADA's network signals. IEC 61850 largely standardizes the signals used for communication with-in a substation. The thesis was also intended to present the functions of IEC 61850. The thesis was commissioned by UPM Pietarsaari.

The thesis presents the basics of supervisory control and data acquisition systems, relay protection and the IEC 61850 standard. The thesis also goes deeper into the MMS-protocol communication with MicroSCADA. A new substation in UPM Pietarsaari and its signals to MicroSCADA was used as an example.

The objective of the thesis is to present the operation of the IEC 61850 standard with the SCADA system was achieved.

Keywords IEC 61850, electrical distribution, communication, standardisation

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

KUVA- JA TAULUKKOLUETTELO

LYHENTEET

1	JOHDANTO	8
1.1	UPM.....	8
1.2	UPM Suomi.....	9
1.3	UPM Pietarsaari.....	9
2	KÄYTÖNVALVONTAJÄRJESTELMÄ	11
2.1	MicroSCADA	11
3	RELESUOJAUS.....	13
4	IEC 61850	14
4.1	GOOSE	16
4.2	MMS	17
4.3	SV-Protokolla	18
5	SCADA-JÄRJESTELMÄN ALA-ASEMASIGNAALIT	20
5.1	Standardisointi	21
5.1.1	Looginen noodi (LN).....	21
5.1.2	Datakohteet (DO).....	23
5.1.3	Data-attribuutit (DA).....	24
5.1.4	Looginen laite.....	25
5.1.5	Fyysinen laite	25
6	YHTEENVETO.....	27
	LÄHTEET	28
	LIITTEET	29

KUVA- JA TAULUKKOLUETTELO

Kuva 1. UPM Pietarsaaren MicroSCADAn yleiskuva prosessinäkymästä.	12
Kuva 2. IEC 61850-kommunikoinnin rakenne.....	14
Kuva 3. IEC 61850-standardin dokumentaation rakenne.	15
Kuva 4. Sähköaseman eri automaatiotasot IEC	15
Kuva 5. GOOSE-kommunikointi sähköasemassa.	16
Kuva 6. MMS-signaalinen rakenne.	17
Kuva 7. SV-protokollan kommunikointi sähköasemassa.	19
Taulukko 1. UPM tehtaat Suomessa	10
Taulukko 2. Suojausfunktion nimi.	17
Taulukko 3. Ylivirtasuojan ensimmäisen portaan signaalit.....	18
Taulukko 4. Lähdön katkaisija 1 ja 2 signaalit katkaisijan aukiohjauksen esto.	20
Taulukko 5. Lähdön CA_05 tehomittauksen signaalit.....	20
Taulukko 6. Loogisen noodin ryhmätunnukset.	22
Taulukko 7. Data kohteiden yleinen tietoluokka (CDC).	23
Taulukko 8. MMXU-loogisen noodin datakohde lista.....	24

LYHENTEET

IEC - International Electrotechnical Commission

SCADA - Supervisory Control and Data Acquisition

HMI - Human Machine Interface

IED - Intelligent Electronic Device

TCP - Transmission Control Protocol

IP - Internet Protocol

GOOSE - Generic Object Oriented Substation Event

MMS - Manufacturing Message Specification

SV – Sampled Values

LD – Logical devices

LN – Logical nodes

DO – Data objects

DA – Data attributes

TOC – Time overcurrent

INC - Controllable integer status

MV - Measured value

CDC – Common Data Class

LIITELUETTELO

LIITE 1. Data-attribuuttien CDC-viittaus q-signaalille.

LIITE 2. Data-attribuutin range-selitykset.

LIITE 3. Käytetyimmät data-attribuutit

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön tavoitteena on esittää, standardisoida ja selvittää MicroSCADA-käytönvalvontajärjestelmän ala-asemasignaaleja. UPM Pietarsaari käyttää sähköasemien kommunikointiin IEC 61850-standardia, joka on tämän opinnäytetyön pääaihe. Työssä esitetään perusteet käytönvalvontajärjestelmän tehtävästä, MicroSCADasta sekä relesuojauksesta. Opinnäytetyössä käydään syvemmin IEC 61850-standardiin sekä sen signaaleihin MicroSCADAn kanssa.

Työssä käytetään esimerkkinä ABB:n 630-sarjan suojarlettä, joka on UPM Pietarsaaren tärkein suojarle. UPM:llä on käytössä eri malleja sekä muiden valmistajien releitä, mutta perusrakenne standardissa ei muutu.

1.1 UPM

UPM-Kymmene Oyj on suomalainen metsäteollisuusyhtiö, joka työllistää noin 18000 henkilöä ja vuosittainen liikevaihto on noin 8,6 miljardia euroa. UPM-Kymmene Oyj perustettiin syksyllä 1995, kun Kymmene Oyj, Repola Oy ja Repolan tytäryhtiö Yhtyneet paperitehtaat Oyj ilmoittivat fuusiostaan. Uusi yhtiö, UPM-Kymmene, aloitti toimintansa 1. toukokuuta 1996.¹ UPM tarjoaa uusiutuvia ja vastuullisia ratkaisuja sekä innovatiivisia tulevaisuuden vaihtoehtoja fossiilisen talouden ratkaisuihin kuudella liiketoiminta-alueella ympäri maailmaa: UPM Biorefining, UPM Energy, UPM Raflatac, UPM Specialty Papers, UPM Communication Papers ja UPM Plywood.

¹ UPM historiaa Viitattu 10.01.22 <https://www.upm.com/fi/tietoa-meista/yhtion-historia/>

1.2 UPM Suomi

Suomessa on jokaisen liiketoiminta-alueen tehtaita ympäri maata. Taulukossa 1 on kaikki Suomen tehtaat esitettynä. UPM pääkonttori, Biofore talo, löytyy myös Helsingissä.

1.3 UPM Pietarsaari

UPM Pietarsaaren sellutehdas sijaitsee Pietarsaaren Alholmassa. Tehdasalue on monipuolinen biometsäteollisuuden keskittymä, jossa puu jalostetaan selluksi, paperiksi, paperijalosteeksi ja energiaksi. Tehdasalueella toimii myös Alholman saha, BillerudKorsnäsin paperitehdas, Walkin paperin jalostustehdas sekä Alholmens Kraftin voimalaitos. Tehtaan kapasiteetti on 800 000 tonnia vuodessa, joka koostuu havu- ja koivusellusta.² Sellutehtaalla työskentelee noin 300 henkilöä.

² UPM Pietarsaari Viitattu 12.01.22 https://www.upmpulp.com/fi/upm-pietarsaari/#cid_185333

Taulukko 1. UPM tehtaat Suomessa

+ Finland	Paper	<ul style="list-style-type: none"> • UPM Jämsänkoski • UPM Kaukas • UPM Kymi • UPM Rauma • UPM Tervasaari
	Pulp	<ul style="list-style-type: none"> • UPM Kaukas • UPM Kymi • UPM Pietarsaari
+ Finland	Label	<ul style="list-style-type: none"> • UPM Raflatac, Tampere
+ Finland	Plywood	<ul style="list-style-type: none"> • UPM Joensuu plywood mill • UPM Pellos plywood mill • UPM Savonlinna plywood mill • UPM Kalso veneer mill
+ Finland	Timber	<ul style="list-style-type: none"> • UPM Alholma sawmill • UPM Kaukas sawmill • UPM Korkeakoski sawmill • UPM Seikku sawmill
+ Finland	Energy	<ul style="list-style-type: none"> • UPM Harjavalta hydro power plant • UPM Kallioinen hydro power plant • UPM Kaltimo hydro power plant • UPM Katerma hydro power plant • UPM Keltti hydro power plant • UPM Kuusankoski hydro power plant • UPM Tyrvää hydro power plant • UPM Voikkaa hydro power plant • UPM Äetsä hydro power plant
+ Finland	Other	<ul style="list-style-type: none"> • UPM Biocomposites, Lahti (wood plastic composite) • UPM Lappeenranta Biorefinery (biofuels)

2 KÄYTÖNVALVONTAJÄRJESTELMÄ

Käytönvalvontajärjestelmän (SCADA) päätehtävinä on kauko-ohjaus, tapahtumatietojen näyttäminen, raportointi ja verkon yleistilan näyttäminen. Se on oleellinen osa valvomoautomaatiota. Sähköjaketussa se antaa reaaliaikaisen tiedon laitteiden mittaustuloksista kuten tehot ja virrat, sekä antaa tapahtuma- ja hälytyslokin.

2.1 MicroSCADA

MicroSCADA on saanut juurensa 1980-luvulla, kun Oy Strömberg Ab kehitti käytönvalvontajärjestelmän. Fuusion myötä se on löytänyt tiensä ABB:n tuotetarjontaan. Nykyään MicroSCADA on osana Hitachin tuotteita niiden ostettua ABB:n sähköjakelupuolen.

MicroSCADA on käytössä pääsääntöisesti sähköasemien automaatiassa. MicroSCADAssa näkee sähköjakelun tilan reaaliaikaisesti. MicroSCADA järjestelmä toimii käyttöliittymänä kaikkiin jakeluverkon oleellisiin osiin, kuten mittaustuloksiin kiskolta ja johtolähdöltä, katkaisijoiden ja erottimien ohjaukset sekä muuntajien käämikytkimien ohjaus. Prosessikuvassa on esitetty koko järjestelmä ja sen saa tarkennettua pienempiin alueisiin. Kuvassa näkyy esimerkiksi jännitteiset osat, katkaisijoiden asennot ja mittauksen arvot (**Kuva 1.**). MicroSCADAn kautta operattori pystyy valvomaan sähkönjakelua, ohjata sitä kauko-ohjauksilla sekä luoda raportteja.³

³ MicroSCADA Pro esite Viitattu 18.02.2022 https://library.e.abb.com/public/ee139a7216ca44bc8bcc9cf167f93428/1MRS756253_F_en_MicroSCADA_Pro_for_network_control_and_distribution_management.pdf

3 RELESUOJAUS

Reletekniikkaa käytetään sähkötuotannon ja siirron turvallisuuden ja luotettavuuden varmistamiseksi. Suojareleet ovat älykkäitä elektronisia laitteita (IED), jotka suojaavat verkkoa mittaamalla verkon sähkötekniistä tilaa ja vertaamalla niitä eri parametreihin. Vian ilmaantuessa suojarele avaa katkaisijan, joka tekee vikaantuneen alueen jännitteettömäksi.⁴ Mahdollisia vikoja sähköverkossa ovat esimerkiksi oikosulut, ylijännite, ylivirta, valokaaret, ylikuormitus, maasulut ja johtokatkokset. Suojareleet pyrkivät minimoimaan vikatilanteen keston niin että vika ei pääse sähköisesti, termisesti tai mekaanisesti vahingoittamaan isompia kokonaisuuksia tai suojattavaa laitteistoa.

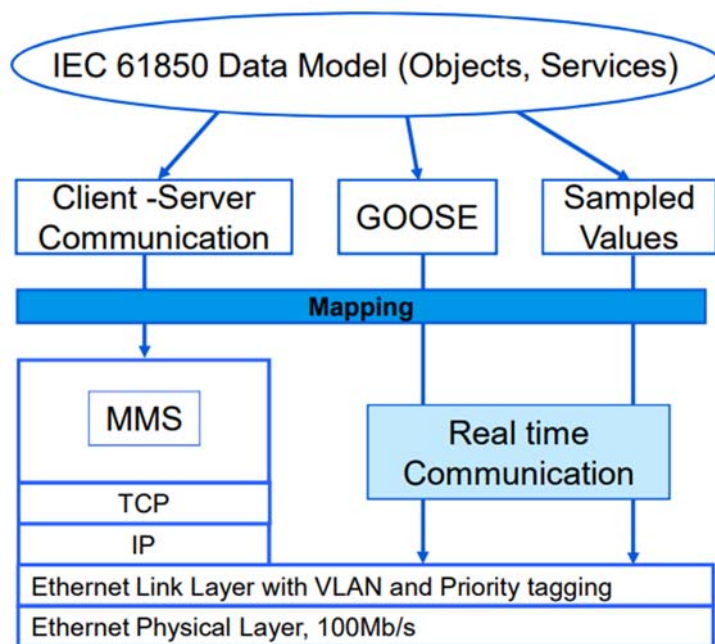
Suojareleet voivat kommunikoida toistensa kanssa sekä lähettää signaaleja kuten hälytyksiä ja kytkentämuutoksia valvomojärjestelmälle. Kokonaisuudessa verkko on aukoton suojauksessa ja suojareleet voivat nähdä vikoja, jotka eivät suoranaisesti ole omassa alueessa. Selektiivisyydellä voidaan määritellä suojaus niin, että vika eristetään mahdollisimman pieneen alueeseen.⁵ Näin vika aiheuttaa mahdollisimman vähän häiriötä sähkönjakeluun. Tämän takia alueet jaetaan niin että havaittu vika alueessa tekee tarpeelliset alueet jännitteettömäksi.

⁴ Mäkinen, O. Relesuojaus s. 8

⁵ Mäkinen, O. Relesuojaus s. 26

4 IEC 61850

IEC on laatinut kansainvälisen standardin, IEC 61850 joka kattaa sähköasemien sisäisen kommunikoinnin (**Kuva 3**). IEC 61850 on laadittu, jotta päästään eroon valmistajakohtaisista kommunikointiprotokollista. Standardi käyttää ethernetiä ja TCP/IP-pohjana standardin kolmeen pääprotokollaan, näkyvissä kuvassa 2.⁶ IED-laitteiden väliseen nopeaan kommunikointiin käytetään GOOSE-protokollaa.⁷ SCADA-järjestelmään kommunikointia varten standardi käyttää MMS (Manufacturing Message Specification) protokollaa.⁸ Viimeisenä on SV-protokolla (Sampled values) joka on IED-laitteiden sekä yksikkömuuntajien välillä.⁹ Standardin dokumentaation rakenne on näytetty kuvassa 3.



Kuva 2. IEC 61850-kommunikoinnin rakenne.

⁶ IEC 61850-8-1 s. 23

⁷ IEC 61850-7-2 s. 131

⁸ IEC 61850-8-1 s. 14

⁹ Typhoon HIL Documentation. IEC 61850 Sampled Values protokolla Viitattu 20.04.2022 https://www.typhoon-hil.com/documentation/typhoon-hil-software-manual/References/iec_61850_sampled_values_protocol.html

IEC 61850 consists of the following parts, under the general title *Communication networks and systems in substations* ¹.

Part 1: Introduction and overview

Part 2: Glossary ²

Part 3: General requirements

Part 4: System and project management

Part 5: Communication requirements for functions and device models ³

Part 6: Configuration description language for communication in electrical substations related to IEDs ²

Part 7-1: Basic communication structure for substation and feeder equipment – Principles and models

Part 7-2: Basic communication structure for substation and feeder equipment – Abstract communication service interface (ACSI)

Part 7-3: Basic communication structure for substation and feeder equipment – Common data classes

Part 7-4: Basic communication structure for substation and feeder equipment – Compatible logical node classes and data classes

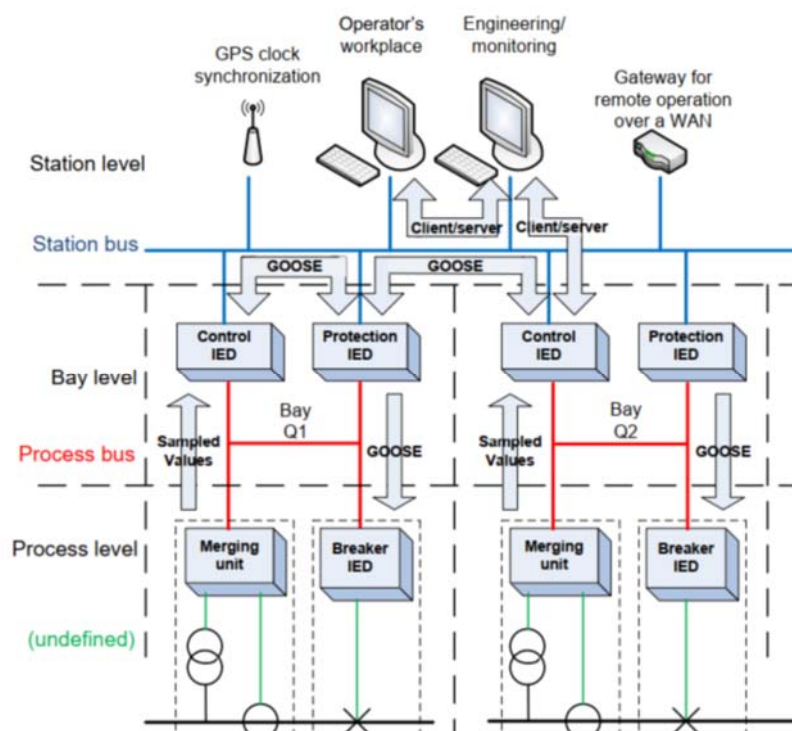
Part 8-1: Specific communication service mapping (SCSM) – Mappings to MMS (ISO/IEC 9506-1 and ISO/IEC 9506-2) and to ISO/IEC 8802-3 ²

Part 9-1: Specific communication service mapping (SCSM) – Sampled values over serial unidirectional multidrop point to point link

Part 9-2: Specific communication service mapping (SCSM) – Sampled values over ISO/IEC 8802-3 ²

Part 10: Conformance testing ²

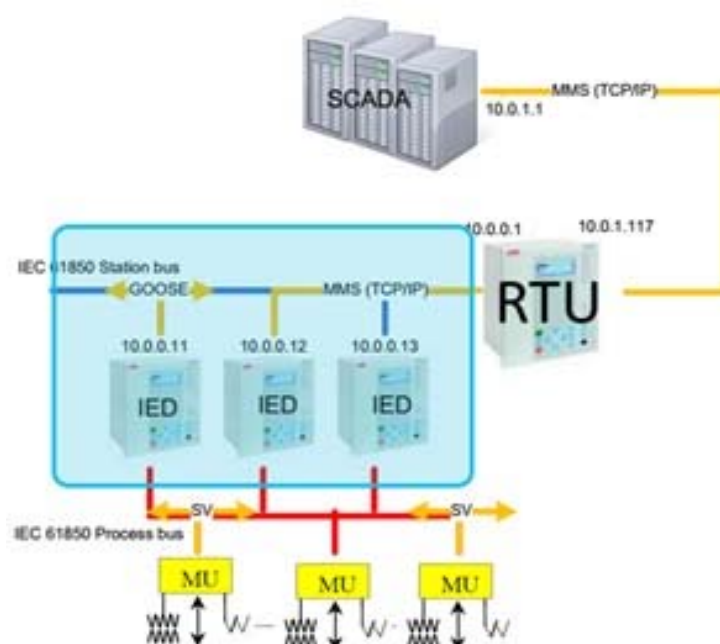
Kuva 3. IEC 61850-standardin dokumentaation rakenne.



Kuva 4. Sähköaseman eri automaatiotasot IEC 61850-standardia käyttäen.

4.1 GOOSE

GOOSE-protokollan signaalit ovat nopean aikakriittisen tiedon siirtoon sähköaseman sisällä. GOOSE toimii lähettämällä tasaisen aikavälein viestiä omasta tilastaan. Kun jokin tapahtuma kuten suojarleen laukaisu tapahtuu, se lähettää sarjan viestejä uudella tiedolla. Viestiä lähetetään sarjana, minimoidakseen viestin katoamisen riski, koska GOOSE on lähettäjä-/tilaajaperiaatteella toimiva protokolla.¹⁰ GOOSE signaalit eivät kommunikoi MicroSCADAn kanssa, vaan ainoastaan toisien IED-laitteiden kanssa (**Kuva 5**). GOOSE tapahtumat lähetetään omana MMS signaalina valvomon tapahtuma- tai hälytyslistalle.

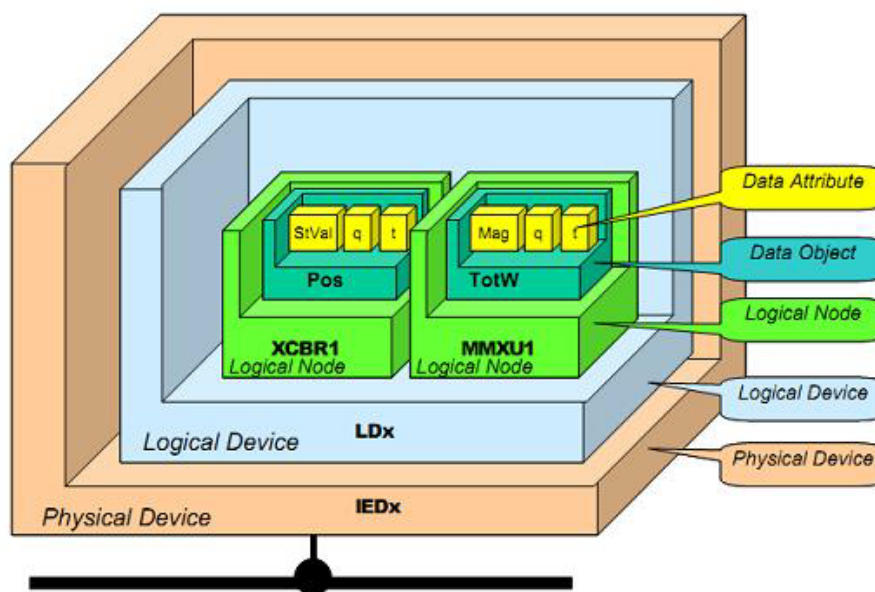


Kuva 5. GOOSE-kommunikointi sähköasemassa.

¹⁰ IEC 61850 GOOSE-protokolla Viitattu 24.04.2022

4.2 MMS

MMS-protokolla on IED-laitteiden ja korkeamman tason laitteiden välinen kommunikointi tapa, tässä tapauksessa IED-laitteiden ja MicroSCADAn välissä. MMS-protokolla on laitekohtainen. Jokainen fyysinen laite sisältää loogisia laitteita (LD), loogisia noodeja (LN), data kohteita (DO) ja data attribuutteja (DA).¹¹ Kuvassa kuusi esitetty.



Kuva 6. MMS-signaalinen rakenne.

Esimerkkinä otetaan REF 630 releen ylivirtasuojan havahtuminen ja laukaisu (**Taulukko 2.**). *Subnet.CA_05_REF.LD0.PHLPTOC1.Str.general* on suojan signaali havahtumisesta varten. Subnet on lähiverkon (LAN) nimi. CA_05_REF on fyysinen laite, **Taulukko 2.** Suojausfunktion nimi.

Description	IEC 61850	IEC 60617	ANSI
Protection			
Three-phase non-directional overcurrent protection, low stage	PHLPTOC	3I>	51P-1

¹¹ Typhoon HIL Documentation. IEC MMS protokolla Viitattu 23.04.2022 https://www.typhoon-hil.com/documentation/typhoon-hil-software-manual/References/iec_61850_mms_protocol.html

tässä tapauksessa REF 630 suoja-alue. LD0 on LD, PHLPTOC1 on LN, start (Str.) on DO ja viimeisenä general on DA. Verrataan samaa signaalia mutta laukaisua varten, Str. muuttuu open (Op.), kuten taulukko 3 esittää.

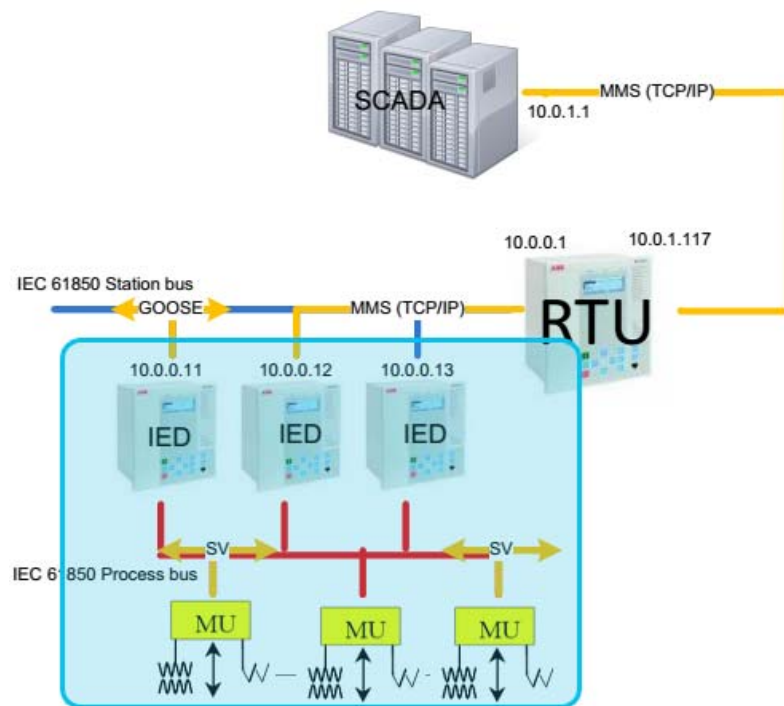
Taulukko 3. Ylivirtasuojan ensimmäisen portaan signaalit.

Ylivirtasuojan havahtuminen I>	Subnet.CA_05_REF.LD0.PHLPTOC1.Str.general
Ylivirtasuojan laukaisu I>	Subnet.CA_05_REF.LD0.PHLPTOC1.Op.general

4.3 SV-Protokolla

SV-protokolla on kommunikointia IED-laitteiden ja prosessissa olevien mitta-antureiden välillä (**Kuva 7.**). Mitta-anturit tai -muuntimet tuottavat analogista mittatuloista ja muuttavat sen joko itse SV signaaliksi tai käyttävät erillisiä laitteita (Merging Unit) muunnokseen. IEC 61850-9-2 määrittää taajuuden, millä tietoa lähetetään. SV-protokolla toimii kuten GOOSE, olemalla lähettäjä-/tilaajaperiaatteella, mutta eroten sillä, että SV lähettää määrättyllä aikavälillä.¹² Esimerkkinä taajuuden mittausta, missä taajuus on 50 Hz ja näytteenottotaajuus on 80, on aikaväli 250 µs.

¹² Typhoon HIL Documentation. IEC 61850 Sampled Values protokolla Viitattu 20.04.2022 https://www.typhoon-hil.com/documentation/typhoon-hil-software-manual/References/iec_61850_sampled_values_protocol.html



Kuva 7. SV-protokollan kommunikointi sähköasemassa.

5 SCADA-JÄRJESTELMÄN ALA-ASEMASIGNAALIT

IED-laitteet kommunikoivat MicroSCADAn kanssa MMS-protokollan avulla. MMS signaali rakentuu toimimaan osoitteena suoraan esimerkiksi katkaisijan toimintoihin. IEC 61850-standardin mukaan kaikki loogiset noodit nimetään samalla tavalla. Valmistajan ollessa kuka tahansa, katkaisijan LN-nimessä on XCBR.¹³ Loogiselle noodille voidaan antaa prefiksi, jolloin signaalin ymmärtäminen on helpompaa. Esimerkiksi REF 630 suojareleen katkaisijan LN on nimeltään DAXCBR1, joka kertoo sen olevan katkaisija 1. DAXCBR2 taas kuvaa katkaisijaa 2 (**Taulukko 4.**)¹⁴

Taulukko 4. Lähdön katkaisija 1 ja 2 signaalit katkaisijan aukiohjauksen esto.

Subnet.CA_23_REF.LD0.DAXCBR1.BikOpn.stVal
Subnet.CA_23_REF.LD0.DAXCBR2.BikOpn.stVal

Kaikki mittaukset, jotka näkyvät MicroSCADAn prosessinäkymässä tulevat myös MMS signaaleina samanlaisessa muodossa esimerkkinä pätötehon, loistehon ja tehokertoimen signaalit eroavat vaan DO kohdassa. TotW pätöteholle, TotVar loisteholle ja TotPF tehokertoimelle (**Taulukko 5.**)¹⁵ Tässä standardisoitu LN nimi osuus on MMXU.

Taulukko 5. Lähdön CA_05 tehomittauksen signaalit.

Subnet.CA_05_REF.LD0.PWRMMXU1.TotW.mag
Subnet.CA_05_REF.LD0.PWRMMXU1.TotVAr.mag
Subnet.CA_05_REF.LD0.PWRMMXU1.TotPF.mag

¹³ IEC 61850-7-4 s. 105

¹⁴ 630 series IEC 61850 Communication Protocol Manual. 274–275

¹⁵ 630 series IEC 61850 Communication Protocol Manual. 235–236

5.1 Standardisointi

IEC 61850 MMS signaalit eivät ole standardisoituja, kun katsotaan kolmea ensimmäistä tasoa. Esimerkiksi data attribuutit ja data objektit ovat täysin standardisoitu, eikä niissä ole eroa valmistajakohtaisesti, mutta looginen noodi on vaan osittain standardisoitu.

5.1.1 Looginen noodi (LN)

Loogiset noodit seuraavat IEC 61850 7-4 laadittua nimitystä. Looginen noodi on neljä kirjainta pitkä ja alkaa ryhmätunnuksella, jota seuraa kolme kirjainta. Tämä kertoo sen tarkemman toiminnan (**Taulukko 6.**).¹⁶ Suojausfunktiot käyttävät esimerkiksi P-nimikettä. Sen lisäksi tulee lisäys kuten TOC (time overcurrent), joka on ylivirtasuojien looginen noodi. Signaaleja eritellään loogisen noodin tasolla antamalla prefiksejä, esimerkiksi samanlainen suojaus voi olla eri portailla. ABB:n 630 sarjan suojausrele on lisännyt prefiksin PHL, eli PHLPTOC on ylivirtasuojan alemman portaan looginen noodi.¹⁷

¹⁶ IEC 61850-7-4. 9

¹⁷ 630 series IEC 61850 Communication Protocol Manual. 136

Taulukko 6. Loogisen noodin ryhmätunnukset.

A	Automatic control, automaattinen ohjaus
B	Reserved, varattu
C	Supervisory control, valvottu ohjaus
D	Distributed energy resources, hajautettu energiatuotanto
E	Reserved, varattu
F	Functional blocks, toiminnalliset lohkot
G	Generic function references, yleistoiminnalliset viittaukset
H	Hydro power, vesivoima
I	Interfacing and archiving, rajapinnat ja arkistointi
J	Reserved, varattu
K	Mechanical and non-electrical primary equipment, mekaaniset ja ei-sähköiset primäärlaitteet
L	System logical nodes, järjestelmän loogiset solmut
M	Metering and measurement, mittaaminen
N	Reserved, varattu
O	Reserved, varattu
P	Protection functions, suojaustoiminnot
Q	Power quality events detection related, tehon laatuun liittyvät tapahtumahavainnot
R	Protection related functions, suojaukseen liittyvät toiminnallisuudet
S	Supervision and monitoring, valvonta ja tarkkailu
T	Instrument transformer and sensors, mittamuuntajat ja anturit
U	Reserved, varattu
V	Reserved, varattu
W	Wind power, tuulivoima
X	Switchgear, katkaisijalaitteet
Y	Power transformer and related functions, tehomuuntaja ja siihen liittyvät toiminnallisuudet
Z	Further (power system) equipment, muut tehojärjestelmälaitteet

5.1.2 Datakohteet (DO)

Datakohteet ovat aina samanlaisia, valmistajasta riippumatta. Ne ovat täysin standardisoitua, sekä ovat selvästi merkitty. Datakohteita on 29 eri luokkaa, jotka määrittävät datakohteen sisällön, listattu taulukossa 7. Jokaisen datakohteen sisällä on monta data-attribuuttia, jotka määräytyvät datakohteen luokasta. Riippuen mikä looginen noodi on käytössä datakohteet sen sisällä eroavat, esimerkiksi MMXU loogisessa noodissa löytyy enemmän mittausta varten olevia datakohteita, kuten säädettävän kokonaisluvun tieto (INC) ja mittausarvo (MV).¹⁸

Taulukko 7. Data kohteiden yleinen tietoluokka (CDC).

SPS	Single point status	Yhden pisteen tila
DPS	Double point status	Kaksoispisteen tila
INS	Integer status	Kokonaisluvun tila
ENS	Enumerated status	Lueteltu tila
ACT	Protection activation information	Suojauksen aktivointitiedot
ACD	Directional protection activation information	Suuntasuojauksen aktivointitiedot
BCR	Binary counter reading	Binaarilaskurin lukeminen
HST	Histogram	Histogrammi
VSS	Visible string status	Näkyvän merkkijonon tila
MV	Measured value	Mittausarvo
CMV	Complex measured value	Kompleksi mitattu arvo
SAV	Sampled value	Näytearvo
HMW	Harmonic value	Harmoninen arvo
HWYE	Harmonic value for WYE	Harmoninen arvo WYE:lle
HDEL	Harmonic value for DEL	DEL:n harmoninen arvo
SPC	Controllable single point	Säädettävä yksitilatieto
DPC	Controllable double point	Säädettävä kaksitilatieto
INC	Controllable integer status	Säädettävä kokonaisluvun tieto
ENC	Controllable enumerated status	Säädettävä luetteloitu tieto
BSC	Binary controlled step position information	Binaari ohjattu askelsijaintitiedot
ISC	Integer controlled step position information	Kokonaislukuohjatut askelsijaintitiedot
APC	Controllable analogue process value	Säädettävä analogisen prosessin arvo
BAC	Binary controlled analog process value	Binaariohjattu analogisen prosessin arvo

¹⁸ IEC 61850 7-4. 60

5.1.3 Data-attribuutit (DA)

Data-attribuutit ovat viimeinen osa signaalia. Ne määrittävät mitä tietoa tarkastellaan tai mitä toimintoa suoritetaan. Nämä voi olla boolean arvoja tai numeerisia arvoja. Data-attribuutit ovat myös täysin standardisoitua ja eivätkä eroa valmistajakohtaisesti. Data-attribuutit määräytyvät tiettyyn datakohteen luokkaan kuten mod data kohde, joka on a_dMV (MV) REF 630 suoja-alueessa. Datakohteesta löytyy attribuutteja, kuten mittauksen arvot ja erinäisiä raja-arvoja.

Taulukko 8. MMXU-loogisen noodin datakohde lista.

DO name	DO type	DA name	FC	T	Signal	Mon/Cmd	Description
Mod	a_dINC	Oper.ctiVal	CO	-	-		Cmd Mode parameter
		Oper.origin.orCat	CO	-	-		Cmd Mode parameter
		Oper.origin.orIdent	CO	-	-		Cmd Mode parameter
		Oper.ctiNum	CO	-	-		Cmd Mode parameter
		Oper.T	CO	-	-		Cmd Mode parameter
		Oper.Test	CO	-	-		Cmd Mode parameter
		Oper.Check	CO	-	-		Cmd Mode parameter
		stVal	ST	-	-		Mon Mode status parameter for 61850
		q	ST	-	-		Mon Quality: Mode status parameter for 61850
t	ST	-	-		Mon Timestamp: Mode status parameter for 61850		
Beh	a_dINS	stVal	ST	-	Beh	Mon	Behaviour parameter
		q	ST	-	Beh	Mon	Quality: Behaviour parameter
		t	ST	-	Beh	Mon	Timestamp: Behaviour parameter
TotPF	a_dMV	mag.f	MX	-	PF_DB	Mon	Power Factor magnitude of deadband value
		rangeC.hhLim.f	CF	-	Av PF high high Lim	-	High High limit (physical value)
		rangeC.hLim.f	CF	-	Av PF high limit	-	High limit (physical value)
		rangeC.lLim.f	CF	-	Av PF low limit	-	Low limit (physical value)
		rangeC.llLim.f	CF	-	Av PF low low limit	-	Low Low limit (physical value)
		rangeC.min.f	CF	-	Average PF minimum	-	Minimum value
		rangeC.max.f	CF	-	Average PF maximum	-	Maximum value
		subMag.f	SV	-	-	-	Substituted value
		range	MX	-	PF_RANGE	Mon	Power Factor range
		q	MX	-	PF_DB	Mon	Quality: Power Factor magnitude of deadband value
		t	MX	-	PF_DB	Mon	Timestamp: Power Factor magnitude of deadband value
		subEna	SV	-	-	-	Enable substitution
		db	CF	-	Av PF deadband	-	Cycl: Report interval (s), Db: In % of range, Int Db: In %s
		zeroDb	CF	-	Av PF zero deadband	-	Zero point clamping in 0,001% of range
TotVA	a_dMV	mag.f	MX	-	S_DB	Mon	Apparent Power magnitude of deadband value
		rangeC.hhLim.f	CF	-	Tot VA high high Lim	-	High High limit (physical value)
		rangeC.hLim.f	CF	-	Tot VA high limit	-	High limit (physical value)
		rangeC.lLim.f	CF	-	Tot VA low limit	-	Low limit (physical value)
		rangeC.llLim.f	CF	-	Tot VA low low limit	-	Low Low limit (physical value)
		rangeC.min.f	CF	-	Tot apparent Pwr Min	-	Minimum value

5.1.4 Looginen laite

Looginen laite sisältää loogiset noodit ja fyysisessä laiteessa voi sijaita monta loogista laitetta. Suojareleissä LD0 looginen laite sisältää yleensä kaikki ohjaus- ja valvontatoiminnot. Loogisia laitteita on yleensä vain yksi jokaista fyysistä laitetta kohti, mutta niitä voi olla enemmän riippuen, miten suojarele on konfiguroitu ja käyttääkö se jotain erikoisfunctioita.

5.1.5 Fyysinen laite

Fyysinen laitteen nimi määrittää, mikä suojarele verkko on kyseessä, joten fyysisen laitteen nimi toimii periaatteessa releen IP-osoitteena. Kuten UPM Pietarsaaren uudistuksessa CA_02_REF tarkoittaa kojeiston ensimmäistä kennoa, jossa on REF 630-suojarele. Kennoja on 24 kappaletta ja ne ovat merkitty samalla tavalla. Kenossa 10 löytyy eroavasti yksi RET 630-muuntajasuojarele. Sen signaaliksi on siten nimetty CA_10_RET. Samalla tavalla, jos olisi käytössä keskijännite moottoreita voisi signaalin nimi olla CA_10_REM. Yhdessä kennossa voi myös esiintyä monta relettä, jotka voidaan helposti nimetä lisäämällä numerollinen tunniste releen mallin jälkeen.

Subnet.CA_05_REF.LD0.PHLPTOC1.Op.general

Subnet.CA_10_RET.LD0.TPOSSLTC1.TapPos.stVal

Subnet.CA_01_REF_1.LD0.DAPTUF1.Op.general

Subnet.CA_01_REF_2.LD0.DAPTUF1.Op.general

Fyysisen laitteen nimen standardisointi helpottaisi huomattavasti isoilla sähköasemilla tai kommunikaatioverkoissa signaalien ymmärtämistä erityisesti, kun laitteita voi esiintyä monilta eri valmistajilta. Nimitys siis voitaisiin standardisoida seuraavalla tavalla.

Kojeisto_kenno/lähtö_laite/malli_#

Näin kaikki lähdöt seurasivat samaa nimitystä. Toisen valmistajan nimitys voisi olla näin:

DA_06_V255_1

DA10_07_AQM210

Näin helposti ymmärtäisi, että kyseessä on DA-kojeiston kuudes kenno, ja sen ensimmäinen VAMP 255-suojarele sekä DA10-kojeiston seitsemäs kenno missä Arc-teqin M210-moottorisuojarele.

6 YHTEENVETO

Työn tarkoituksena oli selvittää miten MicroSCADAn ala-asemasignaalit ovat rakentuneet ja auttaa UPM Pietarsaaren ymmärrystä sen signaaleista. Työ oli haastava koska en ollut aikaisemmin käsitellyt IEC 61850-standardia ollenkaan, joten standardin opiskeluun ja ymmärtämiseen meni paljon aikaa.

IEC 61850-standardi on nykypäivänä sähköasemien automaatiossa tärkeä osa. Sen ansiosta kulut ovat pienentyneet esimerkiksi pienemmän johdotuksen ansiosta. SCADA-järjestelmiin menevät IEC 61850-signaalit ovat yksinkertaisia ja niiden liittäminen SCADAan yksinkertaista, koska SCADA-järjestelmä automaattisesti osaa laatia signaalit suojarleen konfigurointi tiedostosta. SCADA-järjestelmän tekijä tarvitsee ainoastaan rakentaa prosessinäkymä ja liittää oikeat signaalit oikeisiin kohteisiin näkymässä. Kytkentämuutokset, hälytykset ja varoitukset saadaan myös helposti merkitsemällä oikeat signaalit oikeisiin listoihin.

Vanhempien suojarleiden käyttö, joissa ei ole suoraa IEC 61850-yhteensopivuutta ei kannata ottaa enää käyttöön. Ne vaativat kalliita signaalimuuntajia releen ja väylän väliin, jotka täytyy erikseen konfiguroida.

Signaalien ollessa pitkälti standardisoitu asiakas voi silti enimmäkseen itse päättää signaalien alun niin, että siellä lukee esimerkiksi kojeiston tunnus, kennon numero ja laite. Samalla tavalla kuten UPM Pietarsaaren kojeisto päivityksessä on tehty.

LÄHTEET

ABB. 630 series IEC 61850 Communication Protocol Manual

ABB:n MicroSCADA Pro esite. Viitattu 18.02.2022 https://library.e.abb.com/public/ee139a7216ca44bc8bcc9cf167f93428/1MRS756253_F_en_MicroSCADA_Pro_for_network_control_and_distribution_management.pdf

IEC 61850-7-2. IEC. 2003. 131 s

IEC 61850-7-4. 2 painos. IEC. 2010. 184 s

IEC 61850-8-1. 2 painos. IEC. 2011. 390 s

Mäkinen, O. TkL. Relesuojaus

Typhoon HIL Documentation, IEC 61850 GOOSE Viitattu 24.04.2022 https://www.typhoon-hil.com/documentation/typhoon-hil-software-manual/References/iec_61850_goose_protocol.html

Typhoon HIL Documentation, IEC 61850 MMS Viitattu 23.04.2022 https://www.typhoon-hil.com/documentation/typhoon-hil-software-manual/References/iec_61850_mms_protocol.html

Typhoon HIL Documentation, IEC 61850 Sampled Values protokolla. Viitattu 20.04.2022 https://www.typhoon-hil.com/documentation/typhoon-hil-software-manual/References/iec_61850_sampled_values_protocol.html

UPM historiaa. Viitattu 10.01.22 <https://www.upm.com/fi/tietoa-meista/yhtion-historia/>

UPM Pietarsaari. Viitattu 12.01.22 https://www.upmpulp.com/fi/upm-pietarsaari/#cid_185333

LIITTEET**LIITE 1.** Data-attribuuttien CDC viittaus q-signaalille.

CDC	data attribute q applies to
SPS	stVal
DPS	stVal
INS	stVal
ENS	stVal
ACT	general, phsA, phsB, phsC, neut
ACD	general, dirGeneral, phsA, dirPhsA, phsB, dirPhsB, phsC, dirPhsC, neut, dirNeut
BCR	actVal, frVal
HST	hstCnt
VSS	stVal
MV	instMag, Mag, range
CMV	instCMag, cMag, range
SAV	instMag
HMV	Har
HWYE	phsAHar, phsBHar, phsCHar, neutHar, netHar, resHar
HDEL	phsABHar, phsBCHar, phsCAHar
SPC	stVal
DPC	stVal
INC	stVal
ENC	stVal
BSC	valWTr
TSC	valWTr
APC	mxVal
BAC	mxVal

LIITE 2. Data-attribuutin range-selitykset.

		range	validity
max	_____	high-high	questionable
hhLim	_____	high-high	good
hLim	_____	high	good
nLim	_____	normal	good
iLim	_____	low	good
llLim	_____	low-low	good
min	_____	low-low	questionable

LIITE 3. Käytetyimmät data-attribuutit.

actVal	Binary counter status represented as an integer value.	Arvo kokonaislukuna
general	Logical "or" of the phase values, for example trip or start	Joko tai arvo yleensä laukaisu tai havautuminen
mag	Shall be based on a dead band calculation from the instantaneous value	Mittausarvo
stVal	Status value of the data.	Datan arvo
q	Quality of the attribute(s) representing the value of the data. (Liite 1)	q arvo vaihtelee riippuen data kohteen luokasta