

Veeti Leskinen

## **VALOKAARISUOJARELEEN KONFIGUROINTI**

# VALOKAARISUOJARELEEN KONFIGUROINTI

Veeti Leskinen  
Opinnäytetyö  
Kevät 2023  
Sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinto-  
ohjelma  
Oulun ammattikorkeakoulu

## TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu  
Sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma, Sähkötekniikka

---

Tekijä: Veeti Leskinen

Opinnäytetyön nimi: Valokaarisuojareleen konfigurointi

Työn ohjaaja: Heikki Kurki

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2023

Sivumäärä: 35 + 1 liite

---

Opinnäytetyön tavoitteena oli luoda ohjeistus pienjännitekeskuksen valokaarisuojauslaitteiston konfiguroinnista sekä tarkastaa ja optimoida jo olemassa olevan laitteiston toimintaa. Työ tehtiin Oulun Vesi -liikelaitokselle.

Työn alkuosa toteutettiin tutkimustyyllisesti. Valokaarisuojauksessa haluttiin ottaa käyttöön laitteistossa olemassa olevia toimintoja, jotka eivät olleet vielä käytössä. Tutkimusmateriaalina työssä käytettiin laitevalmistajan laite- ja ohjelmamanuaaleja, alan kirjallisuutta sekä asiantuntijan tietämystä. Työssä esitellään valokaarisuojaukseen liittyviä käsitteitä, valokaaren johtavia vikatilanteita, valokaariin liittyviä standardeja, valokaaren vaikutuksilta suojautuminen laitteiston sekä vaatteiden avulla ja työn kohdelaitteisto työn aloitushetkellä sekä työn suorittaminen.

Selvitystyön lisäksi laitteiston konfiguroinnista luotiin ohje, jossa käydään läpi ohjelman tärkeimmät valikot ja asetukset suojauksen toteuttamiseksi. Olemassa olevaan ja uuteen laitteistoon lisättiin katkaisijan asennonosoitin, ja laenneen valokaarisuojan kuittaus toteutettiin aiempaa yksinkertaisemmin. Laitteistolle luotiin samalla konfigurointiohje osana opinnäytetyötä.

---

Asiasanat: sähkölaitteet, valokaari, suojaus, konfigurointi

## ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences  
Electrical engineering program, Electrical power engineering

---

Author: Veeti Leskinen  
Title of thesis: Arc protection relay configuration  
Supervisor: Heikki Kurki  
Term and year when the thesis was submitted: Spring 2023  
Number of pages: 35 + 1 appendix

---

The aim of the thesis was to create guidelines for the arc protection system of a low-voltage switch-gear, as well as to inspect and optimize the operation of the existing system. The work was conducted by Oulun Vesi.

The study was conducted in a research-oriented manner. The goal of the arc protection was to use existing functions in the equipment that were not in use. The research materials used in the work included equipment and software manuals from the manufacturer, literature on the subject, and the knowledge of an expert. The work covers concepts related to arc protection, fault situations leading to arcs, standards related to arcs, protection from arc effects using equipment and clothing, the state of the equipment at the beginning of the work, and the performance of the work.

Instructions were created for configuring the equipment, covering the most important menus and settings for implementing protection. A position indicator for the circuit breaker and simplified reset of the arc protection were added to the existing and new equipment. The position indicator for the circuit breaker had to be implemented through software due to missing connections, which means that it does not display correctly in all cases. A deficiency in protection was also noticed in the new arc protection system towards the end of the work, which will be corrected before the new equipment is put into use.

---

Keywords: electrical engineering, electrical equipment, arc, protection, configuration

# SISÄLLYS

TERMIT JA LYHENTEET .....	6
1 JOHDANTO .....	7
2 SÄHKÖN AIHEUTTAMAT TAPATURMAT JA OMAISUUSVAHINGOT .....	8
2.1 Sähkötapaturmat ja sähköpalot .....	8
2.2 Valokaarien vaarat .....	9
3 VALOKAARI JA SEN SYNTY .....	11
3.1 Sarja- ja rinnakkaisvalokaari.....	11
3.2 Valokaaren mahdollistavat vikatilanteet.....	12
3.2.1 Ylivirta .....	12
3.2.2 Vikavirta .....	13
3.2.3 Ylijännite .....	13
3.3 Valokaareen vaikuttavat ulkoiset tekijät.....	14
4 VALOKAARILTA SUOJAUTUMINEN .....	16
4.1 Valokaareen liittyviä standardeja.....	16
4.2 Valokaarilta suojaavat vaatteet.....	17
4.3 Vamp-valokaarisuojausjärjestelmä .....	19
4.3.1 VAMP321 keskusyksikkö.....	19
4.3.2 I/O-alayksiköt .....	21
4.3.3 Anturit .....	21
4.3.4 Toimintaperiaate .....	24
5 SÄHKÖKESKUSTEN VALOKAARISUOJAUS .....	25
5.1 Lähtötilanne.....	25
5.1.1 Keskukset MK101 ja PK100.....	25
5.1.2 Keskukset PK1 ja PK2 .....	26
5.2 Valokaarisuojauksen toteutus.....	27
5.2.1 Asennus.....	27
5.2.2 Konfigurointi .....	27
5.3 Testaus .....	30
6 YHTEENVETO .....	32
LÄHDELUETTELO .....	33

## LIITE

Liite 1 VAMP-valokaarisuojareleen konfigurointiohje

## TERMIT JA LYHENTEET

k	kilo
V	voltti
A	ampeeri
m/s	metriä sekuntia kohden
cal/m <sup>2</sup>	kaloria neliometriä kohden

# 1 JOHDANTO

Valokaarisuojaus on tärkeä osa sähkönjakelujärjestelmiä sekä henkilösuojausta. Siksi on tärkeää, että suojaus on toteutettu oikein ja se toimii asetettujen kriteereiden mukaisesti. Valokaarisuojauksen toimimattomuus voi johtaa laitteistotuhoihin, henkilövahinkoihin ja pitkiin tuotantokatkoksiin. Valokaarisuojauslaitteistolla voidaan tehokkaasti ennaltaehkäistä tuotantoseisauksista aiheutuvia kuluja ja parantaa työturvallisuutta.

Opinnäytetyön toimeksiantajana toimii Oulun Vesi -liikelaitos, joka on Oulun kaupungin omistama liikelaitos. Oulun Vesi on perustettu vuonna 1902 ja sillä on kaksi talousveden valmistamiseen tarkoitettua pintavesilaitosta. Pintavesilaitokset ottavat raakaveden Oulujoesta ja puhdistavat siitä talousvettä, joka jaetaan kanta-Oulun alueella. Veden puhdistus käsittää erilaisia prosesseja, kuten epäpuhtauksien saostamisen, flotaatioselkeytyksen, hiekkasuodatuksen, otsonoinnin, aktiivihiili-suodatuksen, desinfioinnin ja jälkikemikaloinnin. Pintavesilaitosten lisäksi Oulun Vedellä on ympäröivillä paikkakunnilla useita pohjaveden pumppaamoita, joiden tarkoitus on valmistaa talousvettä Oulua ympäröiville kunnille. (1.)

Tämän työn tarkoituksena oli selvittää jo olemassa olevien valokaarisuojauslaitteiden toimintaa ja soveltaa sitä uuden laitteiston konfiguroinnissa sekä luoda ohje laitteiston konfiguroimiseen. Työn alussa perehdytään valokaari-ilmiöihin, valokaaren aiheuttamiin vaaroihin, valokaareen liittyviin standardeihin ja valokaarelta suojautumiseen. Työn lopussa käsitellään uuden valokaarisuojalaitteiston asentaminen, konfigurointi ja testausprosessi.

## 2 SÄHKÖN AIHEUTTAMAT TAPATURMAT JA OMAISUUSVAHINGOT

Sähkö aiheuttaa vuosittain tapaturmia ja omaisuusvahinkoja. Omaisuusvahingot aiheutuvat usein sähköpaloista. Tapaturmavakuutuskeskuksen (TVK) rekisteriin kirjataan vuosittain 580–920 ilmoitusta sähköiskusta. Valokaareen liittyviä tapaturmia kirjataan vuosittain 120–260 kappaletta, joista suurin osa liittyy hitsaukseen. Tukesille ilmoitetaan vuosittain noin kymmenen tapaturmaa, joissa loukkaantuminen on johtunut sähkölaitteistossa syntyneestä valokaaresta. (2.)

### 2.1 Sähkötapaturmat ja sähköpalot

Sähkötapaturmaksi luokitellaan sähköiskut, valokaarionnettomuudet sekä valokaaresta tai sähköiskusta aiheutuneet putoamisloukkaantumiset. TUKES pitää yllä sähkötapaturmarekisteriä, johon kirjataan kaikki ilmoitetut sähkötapaturmat. Sähköturvallisuuslaki velvoittaa poliisia, pelastus- ja työsuojeluviranomaisia sekä verkonhaltijaa ilmoittamaan kaikista sähkötapaturmista Tukesille. (2.)

Sähköpaloiksi luokitellaan palot, joissa syttymisen aiheuttanut energialähde on sähkö. Sähkön aiheuttamia rakennuspaloja ja rakennuspalovaaroja kirjataan joka vuosi pelastuslaitosten Pronto-rekisteriin yli 2000. Sähköpalot voivat aiheutua esimerkiksi

- sähkölaitteiden tai -laitteistojen vioista
- sähkölaitteiden tai -asennusten väärästä tai huolimattomasta käytöstä
- kunnossapidon puutteista.

Sähköliesien, -kiukaiden ja -valaisimien huolimaton käyttö aiheuttaa eniten tulipaloja vuosittain. Yleensä tulipalon aiheuttanut laite on jollakin tavalla vaurioitunut, esimerkiksi pudonnut tai kastunut. Myös uudet laitteet voivat teknisen vian takia aiheuttaa tulipalon. (3.)



## 2.2 Valokaarien vaarat

Valokaari on erityisen vaarallinen tapahtuma sähköjärjestelmässä, sillä siinä voi muodostua myrkyllisiä kaasuja, suuria lämpötiloja, voimakkaita ääniä, paineaaltoja sekä säteilyä. Valokaaren aiheuttama lämpötila voi olla 20 000 celsiusastetta. Lämpötila riittää sulattamaan sähköjärjestelmässä käytettäviä kiskoja ja johtimia, joista syntyy myrkyllisiä kaasuja ympäristöön. Valokaaren lämpötila kykenee sytyttämään vaatteet ja ihon metrin säteellä, jos valokaarta ei saada katkaistua. (4.)

Lämpötilan vaikutuksesta valokaarta ympäröivä ilma lämpenee ja laajenee nopeasti aiheuttaen paineaallon. Paineaallot voivat lennättää mukanaan ympäröivien laitteiden osia sekä mahdollisesti sulaa metallia 300 m/s nopeudella, aiheuttaen vakavia vammoja. Valokaaresta johtuva paineaalto kykenee heittämään aikuisen ihmisen metrien päähän. (5.)

Valokaarisuojaus on tärkeä osa isoja sähköjärjestelmiä. Valokaarisuojaus minimoi valokaaren aiheuttamia vahinkoja, vähentää tuotantokatkoja, parantaa henkilöturvallisuutta ja on edullinen tapa vähentää kustannuksia vikatilanteen sattuessa. Valokaaren sattuessa on tärkeää saada virransyöttö katkaistua mahdollisimman nopeasti, sillä 500 ms kestänyt valokaari aiheuttaa sähköjärjestelmään merkittäviä tuhoja. Valokaaren induktiivisten ominaisuuksien takia katkaisijat ja sulakkeet eivät välttämättä pysty havaitsemaan valokaarta. Kuvassa 1 on esitetty valokaaren aiheuttamia vaurioita pienjännitekeskuksessa. (6, s. 18.)



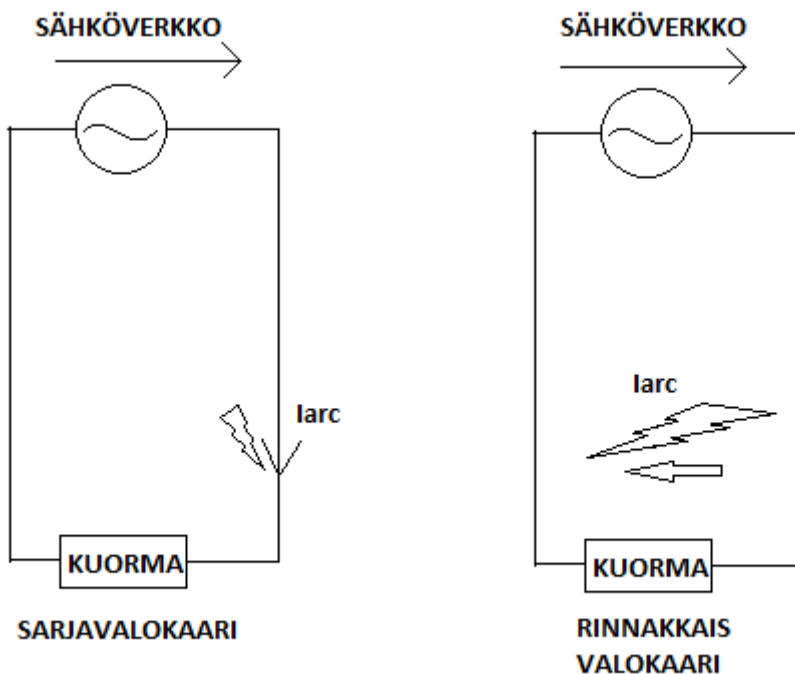
*KUVA 1. Valokaaren aiheuttamia vaurioita pienjännitekeskuksessa (7)*

### 3 VALOKAARI JA SEN SYNTY

Valokaari on tapahtuma, jossa elektrodien välillä oleva sähkökentän voimakkuus kasvaa liian suureksi. Tällöin sähkövirta ei kulje tarkoitettua reittiä vaan niin sanotusti ”hyppää” ilman tai muun vähemmän johtavan aineen välityksellä johtimesta tai kiskosta toiseen kiskoon, johtimeen tai maadoitukseen. Vaarallisia valokaaria ei tapahdu sähköjärjestelmässä normaalitilanteessa, vaan ne ovat monesti seurauksia viasta. (5.)

#### 3.1 Sarja- ja rinnakkaisvalokaari

Valokaaria on kahden tyyppisiä: sarjavalokaaria ja rinnakkaisvalokaaria. Sarjavalokaareksi kutsutaan niitä tapahtumia, joissa valokaari tapahtuu kuorman kanssa sarjassa, esimerkiksi huonosta liitoksesta johtuva valokaari liittimen ja liitoskohdan välillä. Rinnakkaisessa valokaarissa valokaari tapahtuu kuorman kanssa rinnan esimerkiksi vaihejohtimen ja PE-johtimen välille. Rinnakkais- ja sarjavalokaaren periaate on esitetty kuvassa 2. (8.)



KUVA 2. Rinnakkais- ja sarjavalokaari (8.)

Sarjavalokaaren virta on pienempi kuin virtapiirin nimellisvirta, jonka takia johdonsuojan ylikuormitussuoja ja oikosulkusuoja eivät valokaartilannetta havaitse. Sarjavalokaari aiheuttaa paloriskin, kun siinä kulkeva virta ylittää 2,5 A.

Rinnakkaisvalokaari aiheuttaa oikosulun kahden johtimen välille, minkä takia virta on monesti huomattavasti suurempi kuin sarjavalokaarella. Rinnakkaisvalokaaria esiintyy harvemmin kuin sarjavalokaaria. (8.)

### **3.2 Valokaaren mahdollistavat vikatilanteet**

Vika- ja ylivirrat sekä ylijännitteet ovat vakavia riskitekijöitä valokaaren syntymiselle sähköjärjestelmissä. Vika- ja ylivirrat voivat syntyä esimerkiksi viallisen laitteen tai liittimen seurauksena, kun taas ylijännitteet voivat aiheutua esimerkiksi salamaniskusta tai sähkökatkon jälkeisestä jännitteen palautumisesta. Näiden tapahtumien seurauksena voi syntyä valokaari. (9, s. 13.)

Useat erilaiset vikatilanteet mahdollistavat valokaaren, joten on tärkeää, että sähkölaitteiston ja sähkökeskusten suojaus toimii moitteettomasti. Sähköjärjestelmässä voi tapahtua laitteistosta johtuvia hetkellisiä ylivirtoja, joita ei välttämättä voida estää tai ehkäistä. (9, s. 33.)

#### **3.2.1 Ylivirta**

Ylivirta on vikatilanne, jolloin sähköjärjestelmässä esiintyy suunniteltua virtaa suurempi virta-arvo. Ylivirta on monesti seurausta sähköjärjestelmän oikosulkutilanteesta tai ylikuormituksesta. Oikosulun yleisin syy on johtimen eristysrakenteen rikkoutuminen, jolloin oikosulku syntyy kahden vaihejohtimen tai vaihejohtimen ja maahan johtavassa yhteydessä olevan osan välille. Näistä tilanteista vaarallisempi on oikosulku toisen vaiheen kanssa. Kaksivaiheisessa oikosulussa vapautuu paljon energiaa ja ilman asianmukaisia suojalaitteita on suuri valokaaren riski. (10.)

Ylivirtasuojat suojaavat sähköjärjestelmää ylivirran vaikutuksilta. Yleisin ylivirtasuojia on sulake, mutta myös erilaisia releitä ja katkaisijoita voidaan käyttää. Katkaisijoiden ja releiden toiminta pe-

rustuu niihin asetettuun virta-arvoon. Katkaisijoiden ja releiden etu sulakkeeseen verrattuna on niiden nollattavuus. Katkaisijoita ja releitä ei tarvitse vaihtaa uuteen ylivirtatilanteessa, vaan ne voidaan palauttaa takaisin päälle-asentoon, kun vika on korjattu tai poistunut. (9, s. 7.)

### **3.2.2 Vikavirta**

Vikavirrat ovat yleinen ongelma sähköjärjestelmissä ja ne voivat aiheuttaa vakavia vaaratilanteita ja vahinkoja kuten sähköiskuja, paloja ja laitteiden vaurioita. Vikavirrat syntyvät esimerkiksi silloin, kun sähkövirta pääsee kulkemaan eläimen tai ihmisen kehon kautta, tai kun sähköpiirissä on vika, joka aiheuttaa virtapiirin epätasapainon. Tällöin vikavirtasuojauksen tulee havaita virhe ja katkaista virtapiiri välittömästi, jotta vahingot ja vaaratilanteet voidaan välttää. (11.)

Vikavirtojen syntyä voidaan ehkäistä huolellisella suunnittelulla ja asennuksella sekä säännöllisellä tarkastuksella ja ylläpidolla. Sähköasennusten ja -laitteiden on oltava asianmukaisesti maadoitettuja ja eristettyjä, ja vikavirtasuojauksen on oltava asianmukaisesti mitoitettu ja asennettu. Vikavirtasuojauksen lisäksi on tärkeää, että käyttäjät ovat tietoisia sähköturvallisuudesta ja noudattavat asianmukaisia turvallisuuskäytäntöjä. (9, s. 12–13.)

### **3.2.3 Ylijännite**

Ylijännitteet ovat sähköjärjestelmässä satunnaisesti tapahtuvia häiriöitä, jotka kestävät yleensä hyvin lyhyen ajan. Ylijännitteitä voi muodostua eri tavoilla. Ne voivat olla seurausta sähköjärjestelmässä olevista laitteista, tai ne voivat olla seurauksia ulkoisista tekijöistä, kuten salamoista. Ylijännitteet voidaan jakaa niiden kestoisuuden perusteella kahteen luokkaan: lyhytaikaisiin eli transientteihin ja pitkäkestoiisiin ylijännitteisiin. Ylijännite voi aiheuttaa voimakkaan sähkökentän, joka ionisoi ympäröivää ilmaa heikentäen eristystä johtimen ja muiden johtavien osien välillä, samalla kun va- lokaaren riski kasvaa (12, s. 18.)

Transienttiyläjännitteitä esiintyy tyypillisimmin isojen sähkölaitteiden kytkeytyessä päälle ja pois. Transienttiyläjännitteet ovat hyvin lyhyt kestoisia, tyypillisesti sekunnin murto-osia. Transientin nousuaika on mikrosekunneista muutamiin millisekunteihin. Paikallisten kytkentöjen ylijännitetaso on tyypillisesti 1–2 kV. (12, s. 18.)

Pitkäkestoiset ylijännitteet voivat syntyä esimerkiksi sulakkeen palamisesta tai kompensointikon-  
densaattoreiden kytkennästä. Kestoisuudeltaan pitkäkestoiset ylijännitetilanteet ovat yli 100  $\mu$ s pi-  
tuisia. Jännitetaso pitkäkestoisissa ylijännitteissä on monesti matala, mutta kuitenkin ylittää jännite-  
toleranssin maksimiarvon. (12, s. 18.)

### 3.3 Valokaaren vaikuttavat ulkoiset tekijät

Valokaarelle altistavia tekijöitä on useita, osa altistavista tekijöistä johtuu ihmisen tekemästä vir-  
heistä ja osa ympäristön vaikutuksesta. Valokaaren esiintymistä voidaan ennaltaehkäistä säännöl-  
lisillä tarkastus- ja huoltotoilla sekä sähköjärjestelmää käyttävän henkilöstön kouluttamisella. Tyy-  
pillisimpiä valokaarien aiheuttajia ovat:

- inhimilliset virheet
- mekaaniset viat
- virheelliset kytkennät
- lika, kosteus ja roskat
- eläimet
- liian lähekkäin asennetut paljaat vaihekiskot tai -johtimet
- kulunut tai viallinen eristys
- työturvallisuusohjeiden laiminlyöminen.

(5.)

Inhimilliseksi virheeksi luokitellaan tahattomasti aiheutetut vikatilanteet. Vikatilanne on voinut olla  
seurausta esimerkiksi epätarkoista työohjeista, koulutuksen puutteesta tai liiallisesta kiireestä työ-  
suorituksen aikana. Esimerkiksi sähkökeskuksen sisälle unohtuneet työkalut voivat johtaa tahatto-  
maan vikatilanteeseen. Inhimillisiä virheitä voidaan ennaltaehkäistä työkohteen huolellisella tarkas-  
tamisella ennen jännitteiden takaisinkytkentää.

Mekaanisia vikoja ovat kaikki mekaanisesta rasituksesta tai löystymisestä johtuvat viat. Mekaanisia  
vikoja on helppo ennaltaehkäistä säännöllisillä sähköjärjestelmän tarkastuksilla sekä testauksilla.  
Mekaaninen löystyminen liittimessä tai liitoksessa on helppo havaita esimerkiksi lämpökameran  
avulla.

Eläimet aiheuttavat usein valokaaria, joten onkin tärkeää tarkastaa sähkötiloja säännöllisesti mahdollisten kulkuaukkojen varalta. Jyrsijät kuten hiiret tai rotat pääsevät läpi pienistäkin raoista ja voivat mahdollisesti purra kaapeleiden eristystä, jolloin vikatilanteen todennäköisyys kasvaa.

Kytkenät on helppo tarkistaa virheiden varalta sähkökuvista, aikaisemmasta vastaavasta kytkennästä tai laitevalmistajan manuaalista ennen jännitteiden takaisinkytkentää. Virheelliset kytkennät ovat yksi suurimmista valokaaren aiheuttajista teollisuudessa.

Kaapeleiden ja johtimien eristeet suojaavat johtimia vaurioilta ja oikosuluilta. Vaurioitunut eristys voi aiheuttaa johtimen tahattomaan kosketukseen sähköä johtavan pinnan kanssa, jolloin syntyy helposti valokaari. Kaapeleiden eristimet voivat vaurioitua, jos kaapelia taivutetaan liian voimakkaasti tai eristysvaurio voi johtua ulkoisesta mekaanisesta eristimeen kohdistuvasta voimasta.

Työturvallisuusohjeiden laiminlyönti ei pelkästään aiheuta valokaaria vaan on myös työntekijän kannalta vaarallista. Esimerkiksi puutteellinen katkaisijoiden lukitus voi johtaa valokaareen tai sähköiskuun. Työturvallisuusohjeita on aina noudatettava oman sekä muiden turvallisuuden vuoksi.

## 4 VALOKAARILTA SUOJAUTUMINEN

Valokaari on voimakas sähköpurkaus, jonka säteilyltä, lämpötilalta ja muilta vaikutuksilta on tärkeä suojautua. Valokaari voi aiheuttaa vakavia vammoja ja jopa tappaa, jos henkilö ei ole asianmukaisesti suojattu. Tämän vuoksi on erittäin tärkeää käyttää asianmukaisia suojarusteita, kuten valokaarilta suojaavia vaatteita ja suojareleitä. (7.)

### 4.1 Valokaareen liittyviä standardeja

Sähkökeskuksien suojaus on toteutettava niitä koskevien viranomais määräysten ja standardien mukaan. Suomessa viranomais määräyksien toteutumista valvoo TUKES eli Turvallisuus- ja kemikaalivirasto. Sähköalan standardoinnista vastaa SESKO ry, joka on SFS ry:n jäsen (Suomen Standardisoimisliitto). SESKO valmistele standardit SFS:lle, joka vastaa sähköalan standardien julkaisusta, levittämisestä ja myymisestä. (13.)

Valokaarisuojaukseen liittyy suomalaisia (SESKO ry), eurooppalaisia (GENELEC) sekä maailmanlaajuisia (IEC) standardeja. Tärkeimpiä valokaareen liittyviä standardeja Suomessa ovat kansalliset standardit SFS 6000, SFS 6002, SFS 6001 ja maailmanlaajuinen standardi IEC 62606. Muita valokaarisuojaukseen liittyviä standardeja ovat esimerkiksi amerikkalainen sähkötyöturvallisuusstandardi NFPA 70 ja ohje valokaaren vaarallisuuden laskentaan IEEE1584. (14, s. 16.)

Standardi SFS 6001 velvoittaa asentamaan ja suunnittelemaan valokaarisuojan siten, että henkilöstö on mahdollisimman hyvin suojattu valokaarivioilta. Standardissa myös määrätään toimenpiteistä, joka ennaltaehkäisee valokaaren aiheuttamia vaaroja. (15, s. 67.)

Standardissa SFS-EN 62606 asetetaan ehdot valokaarisuojauslaitteen toiminnalle ja ominaisuuksille. Standardissa on määritelty kolme laitetta:

- valokaarivikasuoja, joka sisältää vian ilmaisuyksikön ja kytkinlaitteen
- laite, joka sisältää vian ilmaisuyksikön sisäänrakennettuna suojalaitteeseen
- laite, joka koostuu ilmaisuyksiköstä ja määritellystä suojalaitteesta.

(13, s. 17.)



## 4.2 Valokaarilta suojaavat vaatteet

Standardissa EN 61482-2:2020 määritetään suojavaatetus jännitetyöhön tai järjestelmän avaamista vaativaan jännitetyöhön, jossa on olemassa valokaaririski. PPE-asetuksen (Personal Protective Equipment) mukaisesti valokaarivaatteet ovat aina luokkaan III kuuluvia suojavaatteita. Valokaarialttiissa töissä on tärkeä käyttää valokaarilta suojaavia varusteita (kuva 3). Varusteet suojelevat valokaaren aiheuttamalta kuumuudelta, säteilyltä ja äänihaitoilta. Valokaaren vaikutukset voivat osua koko kehon alueelle, siksi on tärkeää suojata koko keho käyttämällä visiirikypärää, kuulonsuojaimia, käsineitä ja turvakengiä yhdessä suojavaatteiden kanssa. Suojaimien kestokyvyn on oltava suurempi kuin valokaaren aiheuttama energiamäärä, mikä tarkoittaa, että suojavaatteiden cal/m<sup>2</sup> (kaloria neliometriä kohden) -arvo tulee olla isompi kuin valokaaren aiheuttama cal/m<sup>2</sup> arvo. Jos valokaareissa on mahdollista syntyä arvo 1,2–12 cal/m<sup>2</sup>, täytyy käyttää vähintään seuraavia suojavaatteita:

- valokaaritestattu kypärä/visiiri balaklavalla tai valokaarihuppu
- valokaaritestatut käsineet, karkeat nahkakäsineet tai eristävät käsineet nahkaisella pinnoitteella
- valokaaritestattu pusero/housu/haalari pitkät hihat/lahkeet
- suojalasit visiirin alle
- kuulosuojaimet
- umpinaiset nahkakengät.

Jos valokaaren mahdollinen energia-arvo neliötä kohden on yli 12 cal/m<sup>2</sup>, täytyy käyttää seuraavia suojavaarusteita:

- umpinaiset nahkakengät
- kuulonsuojaimet
- suojalasit visiirin alla
- valokaarisertifioidut käsineet
- valokaarihuppu integroidulla visiirillä
- valokaaritestattu pusero, housut ja haalarit pitkällä hihoilla ja lahkeilla.

(16.)



*KUVA 3. Esimerkki valokaarisuojavaatetuksesta (17)*

Amerikkalaisessa standardissa NFPA 70E:2018 kohdassa 130.7 käytetään luokkamenetelmää valokaarisuojavaatteiden valinnassa. Luokkamenetelmässä laitetta verrataan standardissa lueteltuihin tyyppilaitteisiin, jonka perusteella valitaan suojavaatteiden PPE-luokka. Luokkamenetelmä on epävarmempi ja saattaa aiheuttaa liian paksujen tai painavien vaatteiden valinnan työtehtävään, jossa riittäisi kevyempi varustus. Luokkamenetelmässä suojavaatteet on jaettu neljään eri ryhmään (taulukko 1). Luokkamenetelmää käytetään ainoastaan tilanteessa, jossa ei tiedetä valokaaren tapahtumaenergiaa. (16.)

TAULUKKO 1. Valokaarisuojavaatteiden taulukkomenetelmä (16)

Luokkamenetelmällä arvioitu riski (cal/m <sup>2</sup> )	1,2–4	4–8	8–25	25–40
Vaatus valokaarisuojavaatteille (cal/m <sup>2</sup> )	>4	>8	>25	>40
PPE-luokan vaatimukset	PPE 1 / LK 1 (4–8 cal/cm <sup>2</sup> )	PPE 2 / LK 2 (8–25 cal/cm <sup>2</sup> )	PPE 3 / LK 3 (25–40 cal/cm <sup>2</sup> )	PPE 4 / LK 4 (>40 cal/cm <sup>2</sup> )

### 4.3 Vamp-valokaarisuojausjärjestelmä

Vamp-valokaarisuojausjärjestelmä on modulaarinen laitteisto, joka koostuu keskusyksiköstä sekä yhdestä tai useammasta I/O-alayksiköstä ja valokaariantureista. Alayksikön päätarkoitus on havaita valokaaren valo tai oikosulku sähköjärjestelmässä ja lähettää tämä tieto (aluetieto) keskusyksikölle sekä muille alayksiköille. Alayksiköitä voidaan käyttää vaihtoehtoisesti myös laukaisukäskyn lähettämiseen. (18, s 13.)

Valokaarilaitteiston modulaarisuuden takia se soveltuu hyvin pienistä ja yksinkertaisista järjestelmistä, joissa on yksi keskusyksikkö ja yksi alayksikkö, suuriin järjestelmiin, joissa on useita keskusyksiköitä ja useita alayksiköitä. Suojausjärjestelmät, joissa on enintään neljä alayksikköä, voidaan toteuttaa ilman ulkoista virtalähdettä. (18, s. 13.)

#### 4.3.1 VAMP321 keskusyksikkö

VAMP 321 on Schneider Electricin valmistama valokaarisuojauksen keskusyksikkö (kuva 4). Se on laajennettavissa modulaarisilla I/O-korteilla, joilla voidaan lisätä keskusyksikön toiminnallisuutta. Keskusyksikössä on kymmenen korttipaikkaa, joista kaksi on oletuksena asennettuja ja kahdeksan tilaajan määriteltävissä. (18, s 115.)

Samaan järjestelmään voidaan kytkeä useita keskusyksiköitä joko master/slave-protokollan avulla tai keskusyksiköt voidaan konfiguroida kommunikoimaan keskenään Arc I/O-väylän välityksellä. Arc I/O-väylän kautta voidaan lähettää esimerkiksi toisessa keskuksessa sijaitsevalle keskusyksikölle laukaisuviesti, jolla voidaan estää virran kulkeminen vaihtoehtoisia reittejä vialliseen keskukseseen. (19, s. 22.)

Keskusyksikkö kommunikoi alayksiköiden kanssa RJ-45-kaapelin välityksellä. Yhteen keskusyksikköön voidaan yhdistää 16 alayksikköä. Jos kytkettäviä alayksiköitä on neljä tai vähemmän, ei yksiköille tarvitse tuoda ulkoista virransyöttöä, vaan ne saavat toimintavirtansa COM-portin kautta keskusyksiköltä. Suuremmissa järjestelmissä täytyy keskusyksikölle sekä alayksiköille tuoda virransyöttö ulkoisesta varmennetusta virtalähteestä. (19, s. 65.)

Keskusyksikön etupaneelissa on ohjelmoitava näyttö, 14 ohjelmoitavaa lediä, kaksi ohjelmoitavaa funktionäppäintä ja USB-B-portti tietokoneyhteydelle. Keskusyksikön näyttöön voidaan piirtää näkyviin ohjattavat katkaisijat ja niiden tilat, erilaisia mittauksia ja virtuaalitulojen tiloja. (18, s. 14.)



KUVA 4. VAMP 321 keskusyksikkö

### 4.3.2 I/O-alayksiköt

Alayksiköiden tehtävä on toimia yhteyspisteenä valokaariantureiden ja keskusyksikön välillä. Jokaiselle alayksikölle voidaan luoda oma alue ja osoite DIP-kytkimillä. Alayksikön yksilöinti alueella ja osoitteella helpottaa vika-alueen paikantamista. DIP-kytkimillä määritetään myös alayksikön perusasetukset. (19, s 22.)

Kaikkien alayksiköiden etupaneelissa on kaksi COM-porttia sekä erilaisia merkkivaloja. COM-porteilla luodaan yhteys keskusyksikön sekä muiden alayksiköiden välille. VAM 10- ja 12 -malleissa on etupaneelissa myös pikaliitin siirrettävälle anturille (kuva 5). (19, s 15.)



KUVA 5. VAM 10LSE alayksikkö

### 4.3.3 Anturit

Vamp-valokaarisuojiiin on saatavilla kolmentyyppisiä antureita, jotka ovat piste-, kuitu- ja siirrettävä anturi. Valoantureiden tulee olla sijoitettu siten, että antureilta on esteetön näkyvyys valokaariher-

kimpiin kohtiin, joita ovat sähkökeskuksen kiskostot, isot katkaisijat ja suurivirtaiset lähdöt. Valokaarisuojaus voidaan toteuttaa yhdellä tai useammalla erilaisella anturityypillä. Erilaisten antureiden käytöllä ei ole merkitystä valokaarisuojauksen toiminnan kannalta.

Pisteanturi on tarkoitettu käytettäväksi umpinaisissa tiloissa, joihin kuituanturin asentaminen voi olla hankalaa (kuva 6). Pisteanturin etuna kuituanturiin nähden on vian paikantamisnopeus ja kestävyys. Pisteanturin havahtuessa anturi lähettää tiedon keskusyksikölle, joka osaa tunnistaa anturin. Vika pystytään paikantamaan nopeasti anturin numeron perusteella.



*KUVA 6. Pisteanturi*

Kuituanturilla (kuva 7) voidaan toteuttaa valokaarisuojaus nopeammin ja halvemmin kuin pisteanturilla, mutta vian paikantaminen on hitaampaa. Valokaaren välähtäessä saadaan vain tieto, missä lenkissä valo havaittiin. Kuituanturista rakennettavat lenkit voivat olla 70 m pitkiä, jolloin mahdollisia vikapaikkoja voi olla useita yhdessä lenkissä. Kuituanturi voidaan asentaa läpinäkyvään suojaputkeen, jolloin vältetään kuidun katkeamiselta esimerkiksi kunnossapidon yhteydessä. Kuituanturin asentaminen kirkaaseen suojaputkeen ei vaikuta anturin toimintaan.



*KUVA 7. Kuvakaappaus kuituanturista (20)*

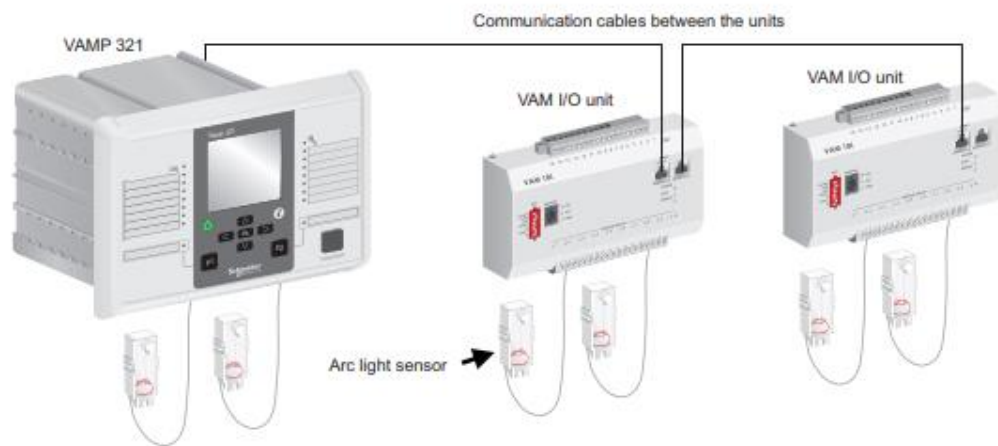
Siirrettävä anturi on tarkoitettu käytettäväksi jännitetöiden aikana (kuva 8). Anturi pystytään kiinnittämään vaatteisiin, jolloin se pysyy koko ajan lähellä mahdollista valokaarta parantaen henkilöturvallisuutta. Siirrettävä anturi on nopea asentaa paikalleen pikaliittimen avulla.



*KUVA 8. Kuvakaappaus siirrettävästä anturista (21, s 10)*

#### 4.3.4 Toimintaperiaate

Vamp-valokaarisuojaus voidaan toteuttaa pelkän keskusyksikön avulla tai keskusyksikön ja VAM-alayksiköiden avulla. Valokaaritulanteessa valokaarianturi reagoi kirkkaaseen valonlähteeseen ja lähettää viestin joko VAM-alayksikölle tai Vamp-keskusyksikölle. (Kuva 9.) Valokaarisuojan laukaisupäätös voidaan toteuttaa joko pelkän välähdyksen perusteella tai siihen voidaan lisätä virtaehto. Jos valokaarisuojalle on määrätty virtaehto, tulee valo- sekä virtaehdon täytyä ennen kuin keskusyksikkö lähettää laukaisuviestin eteenpäin. VAMP321-keskusyksikön yksi laukaisurele kytketään esimerkiksi sähkökeskuksen pääkatkaisijan ulkoiseen laukaisuliittimeen.



KUVA 9. Valokaarisuojauslaitteiston rakenne (18, s. 14)



## 5 SÄHKÖKESKUSTEN VALOKAARISUOJAUS

Valokaarisuojauksen toteuttaminen tapahtuu vaiheittain. Tässä luvussa käydään läpi valokaarisuojauksen toteutuksen eri vaiheita työn aikana. Työvaiheet on jaettu kolmeen päävaiheeseen: laitteiston asennukseen, konfigurointiin ja testaukseen.

### 5.1 Lähtötilanne

Työn kohteena oli neljä erillistä keskusta, joista kahdessa oli jo aikaisemmin toteutettu valokaarisuojaus, ja kaksi uutta keskusta, joissa valokaarisuojausta ei vielä ollut otettu käyttöön. Tavoitteena oli tarkistaa kahden olemassa olevan valokaarisuojauksen toiminta ja luoda uusiin keskuksiin valokaarisuojaus vanhan pohjalta ja optimoida valokaarisuojauksen toimintaa, jos mahdollista. Tavoitteena oli myös saada keskuksien pääkatkaisijoiden asento näkymään valokaarisuojan näytössä.

#### 5.1.1 Keskukset MK101 ja PK100

Moottorikeskus MK101 ja pääkeskus PK100 ovat kennokeskuksia, joissa työn aloitushetkellä oli jo olemassa oleva valokaarisuojaus. Pääkeskus PK100 toimii syöttökeskuksena usealle ryhmäkeskukselle ja moottorikeskukselle. Moottorikeskus MK101 toimii syöttökeskuksena erilaisille prosessilaitteille, kuten pumpuille ja puhaltimille.

Pääkeskuksen PK100 syöttökaapeli tulee puistomuuntamolta A01E kennoon Schneider Electricin Masterpact MTZ2-pääkatkaisijaan. Moottorikeskuksen syöttökaapeli tulee PK100-keskuksen MTZ2-ilmakatkaisijan kautta 02A-kennoon toiseen MTZ2-ilmakatkaisijaan.

Moottori- ja pääkeskuksissa MK101 ja PK100 oli ennen opinnäytetyön aloittamista valmiiksi asennetut valokaarisuojat. Valokaarisuojauksen keskusyksikkönä toimii VAMP 321 ja alayksikköinä VAM10 LSE. Keskuksien valokaarianturit ovat pisteanturi-tyyppisiä ja ne ovat asennettuna alayksiköihin. Pääkeskuksessa PK100 on valokaarisuojauksessa kaksi alayksikköä.

### 5.1.2 Keskkukset PK1 ja PK2

Uudet kennokeskkukset PK1 ja PK2 (kuva 10) on asennettu uuteen sähkötilaan. Ne tulevat korvaamaan vanhat PK1- ja PK2-keskkukset kevään aikana. Uusien kennokeskkuksien syöttökaapelit tulevat omilta muuntajiltaan ja keskkukset on yhdistetty kiskokatkaisijalla toisiinsa. Molemmissa keskkuksissa pääkatkaisijana toimii Schneider Electricin valmistama Masterpact MTZ2-ilmakatkaisija. Uudessa PK2-keskkuksessa on myös katkaisija varavoimakoneelle, jolla voidaan syöttää kumpaakin keskkusta sähkökatkon aikana.



KUVA 10. Uusi pääkeskus PK1

Kummassakin keskuksessa on oma VAMP 321-valokaarikeskusyksikkö ja yksi VAM 10LSE-alayksikkö. Kaikki valokaarianturit ovat kiinni alayksikössä ja keskusyksikkö ohjaa pääkatkaisijaa vikatilanteessa.

## **5.2 Valokaarisuojauksen toteutus**

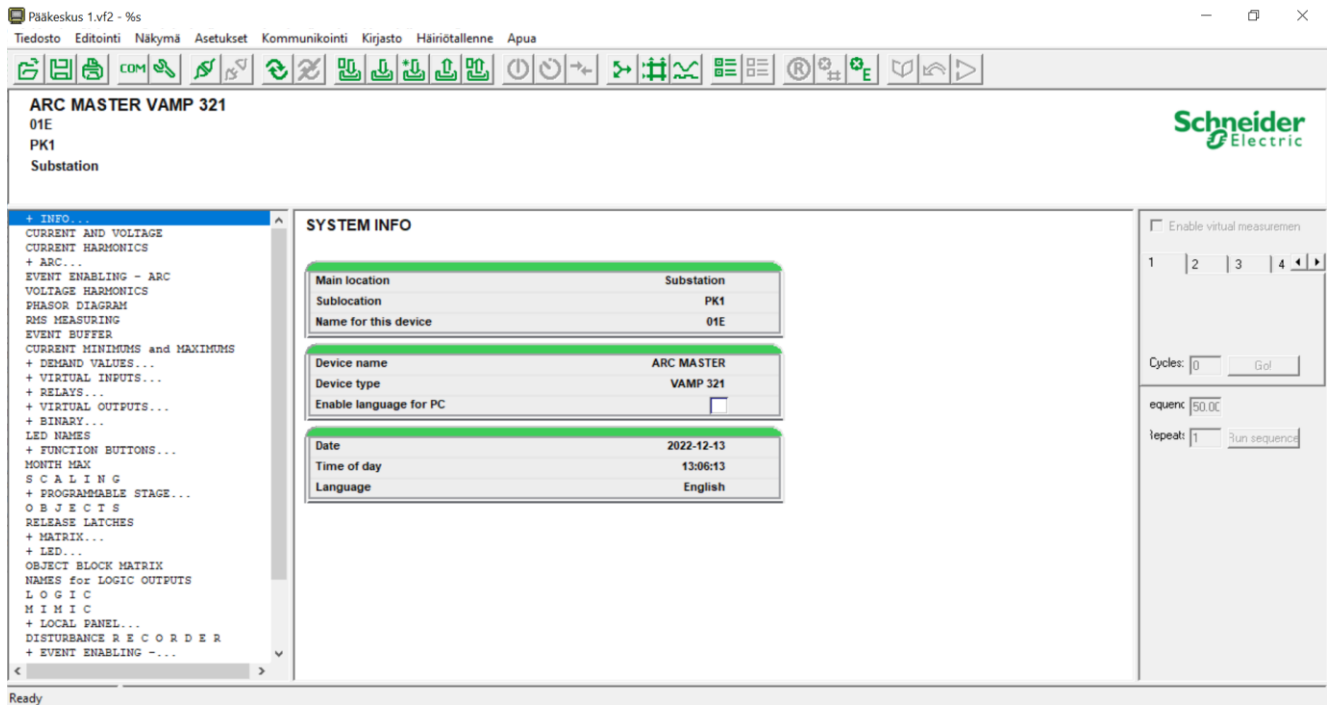
Valokaarisuojausjärjestelmän toteutuksessa on hyvä huomioida sähköjärjestelmän rakenne ja mahdolliset ulkoiset tekijät. Varsinkin sähköjärjestelmässä olevat ulkoiset ohjaukset aiheuttavat ongelmia suojauksen toiminnalle. Laitteet kuten varavoimakone ohjaavat monesti katkaisijoita automaattisesti, mikä voi johtaa valokaarisuojauksen pettämiseen. Tällaiset mahdollisuudet on hyvä huomioida valokaarisuojausjärjestelmän asennuksessa ja konfiguroinnissa.

### **5.2.1 Asennus**

Uudet pääkeskukset saapuivat irrallisina osina ja niissä oli valokaarisuojausjärjestelmä esiasennettuna paikalleen. Keskusyksikkö ja alayksikkö sijaitsevat samassa kennossa siten, että keskusyksikkö on asennettuna kennon kanteen ja alayksikkö on kennon sisällä takaseinässä. Valokaarianturit olivat asennettuna kennojen takaseiniin siten, että niillä on suora näkyvyys keskuksen kiskostoon. Osa valokaariantureiden johdoista oli teipattuna keskuksen rakenteeseen, ja ne piti kytkeä keskuksen paikalleen asentamisen jälkeen.

### **5.2.2 Konfigurointi**

Valokaarikeskusyksikön konfigurointi suoritettiin Vampset-ohjelmistolla (kuva 11), joka on Vamp-valokaarisuojia varten kehitetty konfigurointiohjelmisto. Valokaarisuojan konfiguroinnin voi suorittaa myös keskusyksikön HMI-paneelistä (Human-Machine Interface). Ohjelmiston käyttöliittymä on käyttäjäystävällinen. Vampset-ohjelmistolla voidaan tulostaa sekä tallentaa konfiguraatioita myöhempää käyttöä varten. Käyttäjän ei tarvitse tietää käytettävän Vamp-releen tyypistä mitään, vaan ohjelmistolla voidaan lukea kaikki releen tai laitteiston tiedot suoraan laitteesta. Konfigurointi-ohjelmalla on myös mahdollista tallentaa, lukea sekä analysoida häiriötallenteita. Häiriötallenteet tallennetaan COMTRADE-vakiotiedostomuodossa. (22, s 7.)



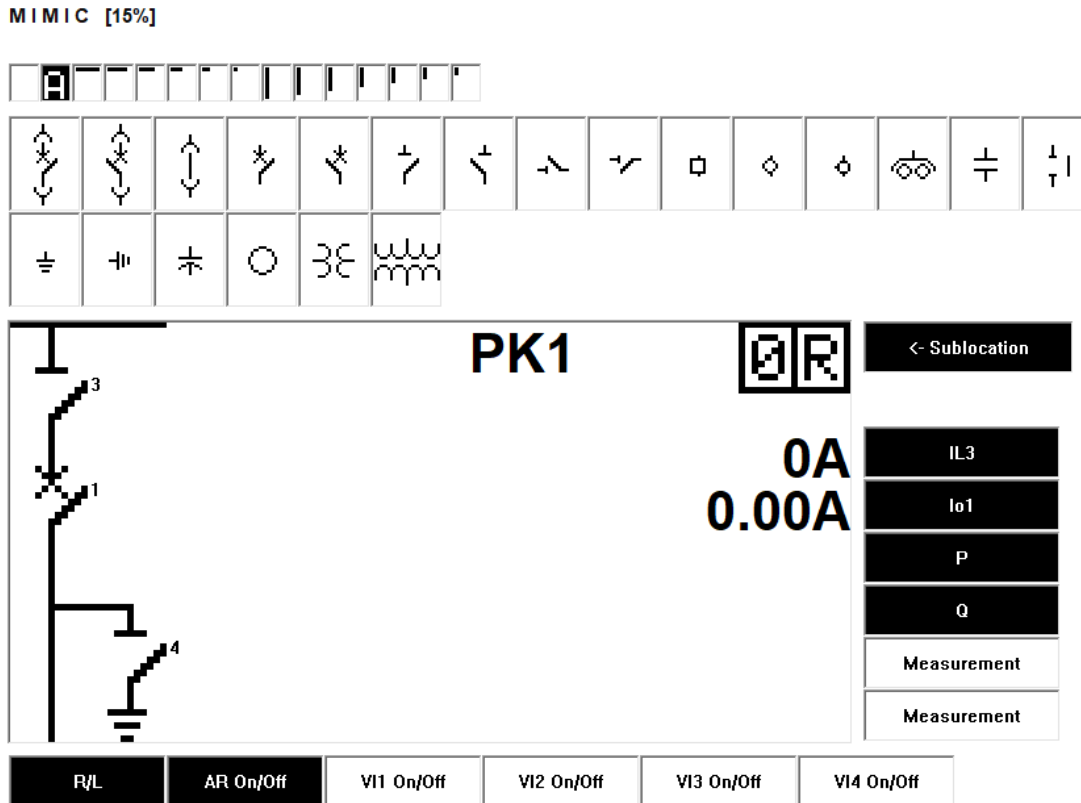
KUVA 11. Kuvakaappaus Vampset-ohjelman perusnäköymästä

Kohteen valokaarisuojausjärjestelmän toiminta haluttiin pitää mahdollisimman yksinkertaisena, minkä takia suojausjärjestelmän konfigurointi haluttiin pitää myös yksinkertaisena. Keskusyksikölle asetettiin vaatimukseksi mahdollisimman yksinkertainen näyttönäkymä, josta näkyisi virranmittauksen arvo sekä pääkatkaisijan asento. Monet valokaarisuojauksen asetukset on tehty yksinkertaisiksi matriisitaulukoiden avulla (kuva 12). Matriisitaulukoista voidaan helposti yhdistää toimintoja valokaarisuojaustasoihin tai lähtöreleisiin.

ARC MATRIX - CURRENT								
	Arc stage 1	Arc stage 2	Arc stage 3	Arc stage 4	Arc stage 5	Arc stage 6	Arc stage 7	Arc stage 8
>int.								
!o1>int.								
>ext.								
Binary input 1								
Binary input 2								
Binary input 3								
GOOSE NI								
Virtual output 1								
Virtual output 2								
Virtual output 3								
Virtual output 4								
Virtual output 5								
Virtual output 6								

KUVA 12. Kuvakaappaus virtamatriisista Vampset-ohjelmasta

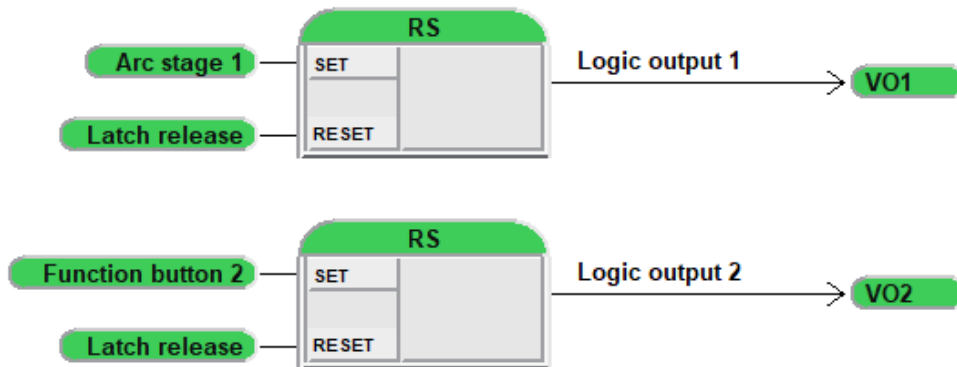
MIMIC-valikosta voidaan muokata keskusyksikön paikallinäyttöä (kuva 13). Valikosta voidaan lisätä näyttöön katkaisijoita, johtimia, virtuaalipainikkeita ja mittauksia. Katkaisijoiden asentotieto konfiguroidaan objektivalikossa. Katkaisijan vieressä oleva pieni numero tarkoittaa katkaisijan objektinumeroa.



KUVA 13. Kuvakaappaus MIMIC-valikosta

Työn kohdekeskuksiin katkaisijoiden tilatietoa ei pystytty tuomaan katkaisijalta valokaarikeskusyksikölle puutteellisten liitännöiden takia, joten katkaisijan asentotieto toteutettiin ohjelmallisesti logic-valikossa (kuva 14). Katkaisijan asentotieto toteutettiin siten, että virtuaalilähtö 1 (VO1) asetettiin objektivalikkoon katkaisijalle auki -tiedoksi ja virtuaalilähtö 2 (VO2) asetettiin katkaisijan kiinni -tiedoksi. Kun keskusyksikkö havaitsee valokaaren, Arc stage 1 muuttuu aktiiviseksi, jolloin katkaisijan kuvaaja näytössä aukeaa. Katkaisija pysyy auki niin pitkään, kunnes valokaarisuoja kuitataan, jolloin katkaisijan kuvaaja menee uudestaan kiinni.

## LOGIC [13% 5% 10%]



KUVA 14. Kuvakaappaus katkaisijan asentologiikasta

### 5.3 Testaus

Valokaarisuojauksen testaus suoritettiin taskulampun ja Megger SVERKER 900 reletestauslaitteen avulla (kuva 15). Ennen testaamisen aloittamista tarkistettiin valokaarisuojan virtaehdon suuruus. Seuraavassa vaiheessa tarkistettiin sähkökeskuksen virtamuuntajan ensiö- ja toisiovirta-arvot. Virtamuuntaja-arvojen perusteella laskettiin valokaarisuojalle syötettävän virran suuruus. Reletestauslaite kytkettiin valokaarisuojan virranmittauspiiriin. Jokaiselle vaiheelle syötettiin hieman laukaisuvirtaa suurempi virta ja samanaikaisesti simuloitiin valokaaren valoa osoittamalla taskulampulla pisteanturiin. Kaikki valokaarisuojan virtamittaukset testattiin yksi vaihe kerrallaan, jotta voitiin olla varmoja virranmittauksen toimivuudesta kaikilla vaiheilla. Testaus katsottiin onnistuneeksi, jos valokaarisuoja ilmoitti mittausvirran olevan lähes sama kuin reletestauslaitteelta syötettävä virta ja valoanturin toimiessa valokaarisuoja lähetti liipaisukäskyn pääkatkaisijalle.



KUVA 15. Kuvakaappaus Megger SVERKER 900 reletestauslaite (23)

Valokaarisuojausjärjestelmästä testattiin myös alayksikön toiminta ja itsediagnostiikkatoiminto. Alayksikkö testattiin osoittamalla taskulampulla kaikkiin valoantureihin, jonka jälkeen tarkastettiin alayksikön valokaariantureiden merkkivalot. Valo syttyi, jos anturi on havainnut voimakkaan valon. Alayksikön itsediagnostiikka testattiin irrottamalla valoanturi alayksiköstä; alayksikön pitäisi huomata anturin irtoaminen ja sytyttää vian merkkivalo yksikön etupaneelissa. Alayksikön itsediagnostiikan jälkeen testattiin keskusyksikön itsediagnostiikka irrottamalla alayksikön ja keskusyksikön välinen kaapeli alayksikön päästä. Keskusyksikköön syttyi valo muutaman sekunnin jälkeen.

## 6 YHTEENVETO

Työn tavoitteena oli luoda olemassa olevalle valokaarisuojauslaitteistolle konfigurointiohje ja tarkistaa sekä optimoida jo olemassa olevien valokaarisuojausjärjestelmien toimintaa. Työ käynnistyi tutustumiskäynnillä olemassa olevalla laitteistolla. Tutustumiskäynnin aikana tutustuttiin vanhan laitteiston suojauksen rakenteeseen ja ideoitiin kehitysideoita laitteiston toimintojen perusteella. Haasteellista työssä oli laitteistoon tutustuminen, sillä vanha laitteisto sijaitsi toisessa kohteessa ja laitteisto suojasi keskusta, jossa ei voinut aiheuttaa ylimääräisiä katkoksia. Laitteistoon täytyi tutustua pääasiassa laitteiston ja konfigurointiohjelmiston ohjekirjojen avulla.

Kun uusi valokaarilaitteisto oli saatu asennettua paikalleen, työn tekeminen helpottui huomattavasti. Laitteiston konfigurointeja pääsi testaamaan laitteistolla, joka ei aiheuttanut prosessiin katkoksia. Konfigurointivaiheessa ilmeni kysymyksiä laitteiston toiminnasta, jotka ratkesivat konsultoidulla laitevalmistajan asiakaspalvelua. Konfigurointivaiheen jälkeen kirjoitin laitteiston konfiguroinnista ohjeen, jossa käydään läpi kaikki tärkeimmät asetusvalikot sekä niiden sisäiset asetukset.

Laitteiston testaamisvaiheen jälkeen ilmeni ongelma, jota ei suunnitteluvaiheessa kukaan ollut huomionnut. PK2-keskuksessa kiinni oleva varavoimakone käynnistyy automaattisesti, jos PK2-keskuksesta katkeaa sähkö. Mikäli valokaarisuoja suorittaa laukaisun, ongelmana oli se, että varavoimakone ei osaa tätä huomioida ja se palauttaa sähkö keskuksen minuutin sisällä. Ongelma ratkaistiin kytkemällä varavoimakoneen katkaisijan ulkoinen lukitusliitin valokaarisuojauslaitteistoon.

Puuttuvien liitännöiden takia katkaisijan asennonosoitin jouduttiin toteuttamaan ohjelmallisesti, jolloin se ei näytä kaikissa tapauksissa oikein. Uudessa valokaarisuojauslaitteistossa huomattiin myös puute suojauksessa työn lopussa, joka korjataan ennen uuden laitteiston käyttöönottoa. Projekti oli mielestäni muuten onnistunut. Uuden laitteiston konfigurointi kopioitiin ja muokattiin sopivaksi myös vanhaan laitteistoon.



## LÄHDELUETTELO

1. Oulun kaupunki. Vedentuotanto. Hakupäivä 20.3.2023. <https://www.ouka.fi/oulu/oulu-vesi/vedentuotanto>.
2. Tukes. Sähköpalot ja -tapaturmat. Hakupäivä 20.2.2023. <https://tukes.fi/onnettomuudet/yhteenvedot-onnettomuuksista-toimialoittain/sahkotaturmat-ja-sahkopalat>.
3. Tukes. Näin vältät sähköstä johtuvan tulipalon. Hakupäivä 28.2.2023. <https://tukes.fi/sahko/sahkolaitteistot-tai-asennukset/sahkopalat>.
4. CCOHS (Canadian Centre for Occupational Health and Safety). Arc flash. Hakupäivä 28.2.2023. [https://www.ccohs.ca/oshanswers/safety\\_haz/arc\\_flash.html](https://www.ccohs.ca/oshanswers/safety_haz/arc_flash.html).
5. Sonepar. Valokaarelta suojautuminen. Hakupäivä 9.3.2023. <https://ideat.sonepar.fi/valokaarelta-suojautuminen/>.
6. Tukes. Jakokeskusten sähköisten liitosten vikaantumismekanismit ja sähköpalot. Hakupäivä 11.4.2023. [https://tukes.fi/documents/10197/8647605/Raportti1\\_2015\\_Jakokeskusten\\_sahkoisten\\_liitosten\\_vikaantumismekanismit\\_ja\\_sahkopalat\\_web.pdf](https://tukes.fi/documents/10197/8647605/Raportti1_2015_Jakokeskusten_sahkoisten_liitosten_vikaantumismekanismit_ja_sahkopalat_web.pdf).
7. Electrical Engineering Portal (EEP) 2016. Do you know what an arc flash is? If not, keep reading, it's important. Hakupäivä 21.3.2023. <https://electrical-engineering-portal.com/arc-flash-important>.
8. Schneider Electric. Miten valokaarivikasuoja estää sähköpalon? Hakupäivä 15.3.2023 <https://blog.se.com/fi/energiahallinta/sahkoturvallisuus/2022/02/miten-valokaarivikasuoja-estaa-sahkopalon/>.
9. Tukes. Kodin sähköturvallisuus. Pdf-tiedosto. Opas. Hakupäivä 2.3.2023 [https://tukes.fi/documents/5470659/8647605/Kodin\\_sahkoturvallisuus\\_web.pdf/4fe62943-798a-4853-a687-fe847a2d03dd/Kodin\\_sahkoturvallisuus\\_web.pdf?t=1528797836000](https://tukes.fi/documents/5470659/8647605/Kodin_sahkoturvallisuus_web.pdf/4fe62943-798a-4853-a687-fe847a2d03dd/Kodin_sahkoturvallisuus_web.pdf?t=1528797836000).

10. Sähköasennusten perusteet. Ylivirtasuojaus. Digma avoin yhteisöllinen oppimisympäristö. Tampereen ammattikorkeakoulu Hakupäivä 6.3.2023 <https://moodle.amk.fi/mod/book/view.php?id=864&chapterid=155>.
11. STEK. Vikavirtasuoja. Hakupäivä 9.3.2023. <https://stek.fi/sahkoasennuksen-suojausperiaatteet/vikavirtasuoja/>.
12. Energiateollisuus. Sähkötoimituksen laatu- ja toimitustapavirheen sovellusohje. Hakupäivä 9.3.2023. [https://energia.fi/files/881/Sahkontoimituksen\\_laatu\\_ja\\_toimitustapavirheen\\_sovellusohje\\_2014.pdf](https://energia.fi/files/881/Sahkontoimituksen_laatu_ja_toimitustapavirheen_sovellusohje_2014.pdf).
13. Sesko. Sesko ry. Hakupäivä 20.2.2023. [https://sesko.fi/sesko\\_ry/](https://sesko.fi/sesko_ry/).
14. SFS 6000-4-42:2022. Suojaus lämmön vaikutuksilta. Suomen Standardisoimisliitto SFS ry.
15. SFS 6001:2018. Suurjännitesähköasennukset. Suomen Standardoimisliitto SFS ry.
16. Tranemo workwear. Valokaari. Hakupäivä 9.3.2023. <https://www.tranemoworkwear.fi/valokaari>.
17. Lyssos enterprises. Kuvakaappaus. ELECTPRO® G2L ULTRASOFT 900 HIGH Level Linemen Electric Arc Flash Protective Clothing (63 ATPV). Hakupäivä 15.3.2023. <https://lyssos.com/product/electpro-g2l-ultrasoft-900-high-level-linemen-electric-arc-flash-protective-clothing-63-atpv/>.
18. Schneider electric. VAMP 321 Arc Flash Protection System. Laitemanuaali.
19. Schneider electric. VAM I/O Units. Laitemanuaali
20. Direct industry. Optical data cable. Kuvakaappaus Hakupäivä 2.3.2023. <https://www.directindustry.com/prod/vamp/product-33843-963001.html>.

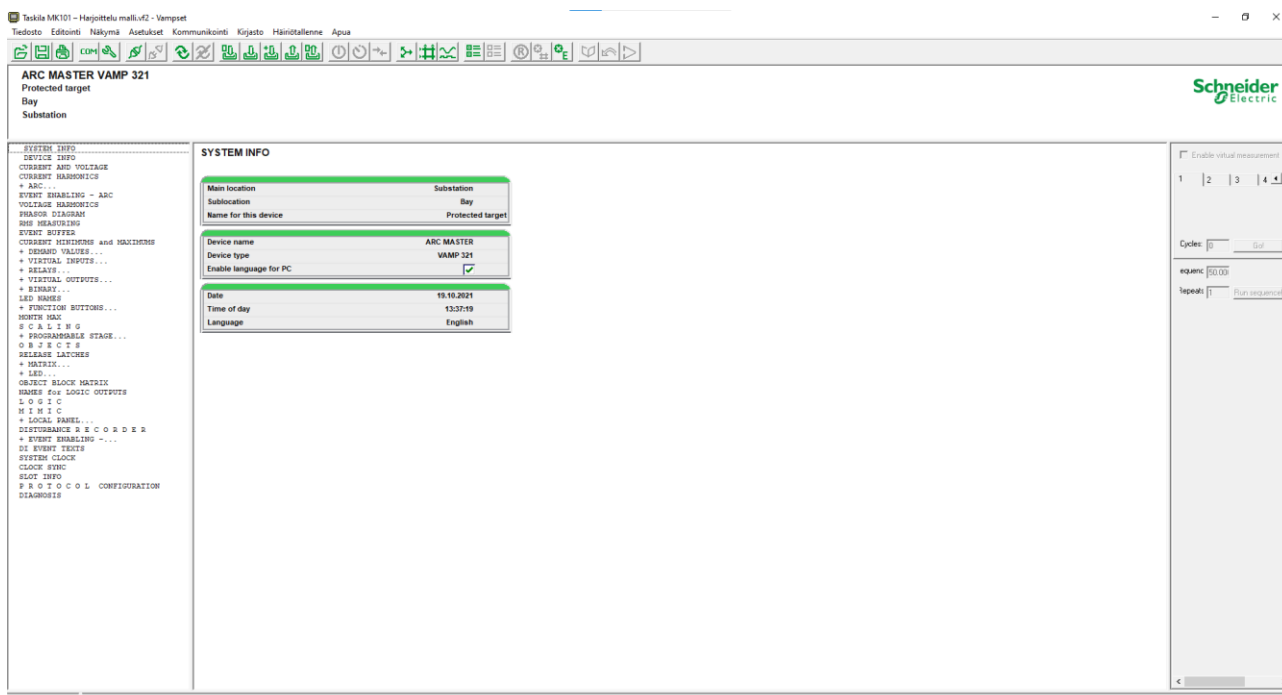
21. Schneider electric. VAMP 121/VAMP 121D. Laitemanuaali
22. Schneider electric. VAMPSET Setting and configuration tool. Ohjelmistomanuaali
23. Perel OY. Reletesteri Megger SVERKER 900. Kuvakaappaus. Hakupäivä 9.3.2023.  
<https://www.perel.fi/tuotteet/73283325/reletesteri-megger-sverker-900>.

# VAMP-releen konfigurointiohje

## Sisällys

1.	OHJELMAN ESITTELY.....	2
2.	PC:N YHDISTÄMINEN LAITTEESEEN VAMPSET OHJELMALLA.....	2
2.1.	KOMMUNIKAATIOASETUKSET.....	2
3.	KÄYTTÄJÄTASON VALINTA.....	3
4.	KONFIGUROINTITIETOJEN SYÖTTÖ .....	3
4.1.	SYSTEM INFO .....	3
4.2.	DEVICE INFO .....	4
4.3.	CURRENT AND VOLTAGE .....	4
4.4.	CURRENT HARMONICS .....	5
4.5.	VALOKAARISUOJAN KONFIGUROINTI.....	5
4.6.	ARC VALIKKO.....	6
4.7.	ARC PROTECTION.....	6
4.8.	ARC I/O BUS.....	7
4.9.	ARC MATRIX – CURRENT .....	8
4.10.	ARC MATRIX – LIGHT .....	9
4.11.	ARC MATRIX – OUTPUT .....	10
4.12.	EVENT ENABLING – ARC .....	11
4.13.	FUNKTIONÄPPÄIMEN OHJELMOINTI LUKITUSTEN POISTAMISEKSI .....	11
5.	VIRTUAL MEASUREMENT -SIMULOINTI .....	12
6.	MIMIC -KÄYTTÖLIITTYMÄOHJELMOINTI .....	12
7.	OBJECTS -KATKAISIJOIDEN OHJAUKSEN KONFIGUROINTI.....	13
8.	LOGIC -SUOJAUSJÄRJESTELMÄN OHJAUSVALIKKO .....	13
9.	VAM I/O-YKSIKÖIDEN KONFIGUROINTI.....	13
10.	VALOKAARIANTURI RELEYKSIKÖIDEN OSOITTEIDEN MÄÄRITTÄMINEN .....	14

# 1. OHJELMAN ESITTELY



KUVA 1. Vampset päänäkymä releasetuksista

Vampset-ohjelmalla konfiguroidaan VAMP-releitä. Ohjelmalla tehdyt konfiguraatiot voidaan myös tulostaa ja tallentaa myöhempää käyttöä varten. Vampsetilla voidaan lukea releen tiedot sekä häiriötallenteet suoraan laitteesta. Vampset tallentaa releen asetukset vef-tiedostoon ja häiriötallenteet voidaan tallentaa cfg-tiedostoon. Tämä helpottaa uuden releen konfigurointia. Ohjelmalla pystytään siirtämään konfigurointeja saman tyyppisten laitteiden välillä. Konfigurointeja on myös helppo jakaa PC:n kovalevyllä. Tämä ohje on koottu Vampset ohjelmaversiosta 2.2.209

Vampset on yhteensopiva useiden Windows-käyttöjärjestelmien kanssa ilman PC:n konfiguroimista. Vampset toimii kaikkien VAMP-mittaus- ja valvontayksiköiden, VAMP 321-valokaarisuojausjärjestelmän, sekä VAMP-suojareleiden kanssa. Tämä helpottaa ohjelmiston ja laitteiden käyttöönottoa.

## 2. PC:N YHDISTÄMINEN LAITTEeseen VAMPSET OHJELMALLA

### 2.1. KOMMUNIKAATIOASETUKSET

Ensimmäisenä kannattaa tarkistaa kommunikaatioasetukset "Asetukset" valikon alta. Kommunikaatioasetuksista päätetään, yhdistetäänkö laitteeseen sarjaportin vai internetin välityksellä, jos yhdistetään sarjaportilla, valitaan Port-valikosta oikea portti oletuksena, tämä on COM1. Samalla kannattaa tarkistaa, että releen ja sarjaväylän nopeus on sama. Nopeuden voi tarkistaa VAMP-releen etupaneelista conf-valikosta. Oletusasetuksena nopeus on 38400 bps. Valokaarisuojaan voidaan yhdistää myös internetin välityksellä, jolloin täytyy osoittaa releen IP-osoite ja portti. viiveasetuksia on hyvä säätää, jos yhteys releelle on hidas ja tarvitaan pitempiä vasteaikoja tietojen siirtoon.

### 3. KÄYTTÄJÄTASON VALINTA

Konfiguraatitiedostoa avatessa tai suoja-releeseen yhdistäessä laite kysyy salasanaa käyttäjätasolle. Käyttäjätasoja on kolme: konfiguraattori, operaattori ja käyttäjä. konfiguraattori- ja operaattoritasot on suojattu salanasoilla: 2 (konfiguraattori) ja 1 (operaattori). Eri käyttäjätasoilla on eri oikeudet muokata asetuksia, joista konfiguraattorilla on laajimmat oikeudet.

### 4. KONFIGUROINTITIIETOJEN SYÖTTÖ

#### 4.1. SYSTEM INFO

Tämä on ensimmäinen ruutu, joka aukeaa, kun yhteys on muodostettu releeseen tai avataan muokattavan releen konfiguraatitiedosto Vampsetissa. Alla olevaan kuvan taulukkoon olisi hyvä täyttää releen tiedot sen sijainnista ja suojattavasta kohteesta.

SYSTEM INFO	
Main location	Substation
Sublocation	Bay
Name for this device	Protected target
Device name	ARC MASTER
Device type	VAMP 321
Enable language for PC	<input checked="" type="checkbox"/>
Date	19.10.2021
Time of day	13:37:19
Language	English

KUVA 2. Järjestelmätieto-valikko

## 4.2. DEVICE INFO

Device info -sivulta löytyy laitetiedot, kuten releen sarjanumero, tilausnumero, ohjelmaversio, flash-muistin määrä ja emolevyn ohjelmaversio. Samasta ikkunasta löytyy myös käyttötasot eri yhteyksillä laitteeseen, salasanan vaihtoasetukset, kalibroinnin päiväys ja sen suorittaja.

DEVICE INFO	
S/N	EB212640002
VID	15570
Order code	VAMP 321-ABAAA-AAAAA-A2
Program version	V20.117
Motherboard FPGA program version	V2.02
FLASH memory size	8 MB
Panel access level	USER
PC access level	CONF
HTTP access level	USER
Tested by	Pyry Polonen
Calibration date	2021-7-1
Change operator password	*
Change configurator password	*

KUVA 3. Laitetieto-valikko

## 4.3. CURRENT AND VOLTAGE

Virta- ja jännitevalikossa voi tarkastella releen mittaamia jännite- ja virta-arvoja. Valikossa näkyy vaihevirrat, jäännösvirta (Io1 residual current) ja releen mittaama taajuus.

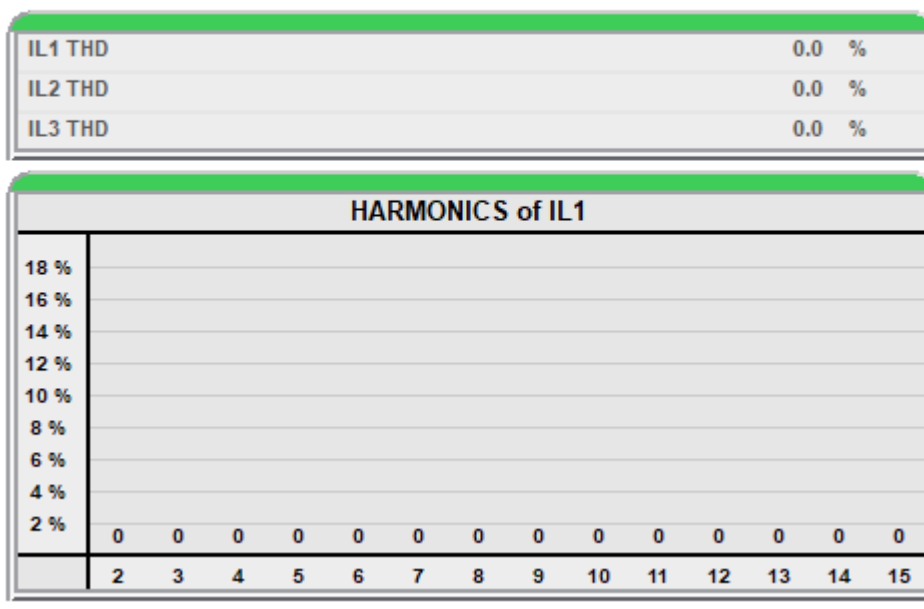
CURRENT AND VOLTAGE	
Phase current IL1	0 A
Phase current IL2	0 A
Phase current IL3	0 A
Io1 residual current	0.00 A
Calculated Io	0.00 A
Zero sequence voltage	0.0 %
Frequency	0.000 Hz
<b>Adapted frequency</b>	<b>50 Hz</b>

KUVA 4. Jännite- ja virtavalikko

#### 4.4. CURRENT HARMONICS

Virtaharmonisointi-valikossa visualisoidaan verkossa olevia harmonisia yliaaltoja prosenttiosuuksina virrasta ja yliaaltokertojen suhde pylväskaaviona vaiheittain.

#### CURRENT HARMONICS



KUVA 5. virtaharmonisointi ruutu

#### 4.5. VALOKAARISUOJAN KONFIGUROIINTI

Valokaarisuojareleen konfigurointi kannattaa aloittaa SCALING-valikosta kuvassa 6. SCALING-valikossa asetetaan valokaarisuojareleen virranmittauspiirin virtamuuntajan ja jännitemuuntajan tiedot. Suojarele suorittaa mittauksia ja laskelmia näiden arvojen perusteella.

#### SCALING

CT primary	1600 A
CT secondary	5 A
Nominal input	5 A

VT primary	11000 V
------------	---------

Io1 CT primary	50 A
Io1 CT secondary	5.0 A
Nominal Io1 input	5.0 A

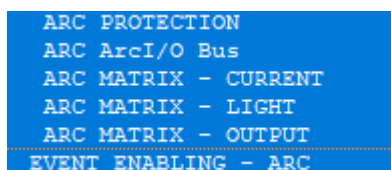
VTo secondary	100.000 V
Voltage meas. mode	Uo
Frequency adaptation mode	Auto
Adapted frequency	50.0 Hz
Angle memory duration	0.50 s

KUVA 6 Scaling-valikko



#### 4.6. ARC VALIKKO

Valokaariasetukset löytyvät vasemmasta reunasta ARC-valikon alta, josta aukeaa kuvan 6 valikot. Näistä valikoista konfiguroidaan ne asetukset, joiden perusteella halutaan lähettää laukaisuviesti katkaisijalle.



KUVA 7. Valokaariasetus-valikot

#### 4.7. ARC PROTECTION

Tästä valikosta voidaan asentaa ja tarkastella valoantureita, asetella ylivirta- ja jäännösvirtalaukaisu arvot, asettaa laukaisuviiveitä ja laukaisupulssipituuksia valokaarivaiheille.

##### ARC PROTECTION

Settings	
>int. pick-up setting	2000 A
>int. pick-up setting	0.80 pu
lo1>int. pick-up setting	60 A
lo1>int. pick-up setting	1.20 pu
Install arc sensors & I/O units	-
Installation state	Ready

Current measurement states	
Measurement	State
>int.	0
lo1>int.	0

Arc Stages						
Stage	Stage Enabled	Trip delay [x1ms]	Min. hold time [x10ms]	State	DI to block stage	
1	On	0	2	0	-	
2	On	0	2	0	-	
3	Off	0	2	0	-	
4	Off	0	2	0	-	
5	Off	0	2	0	-	
6	Off	0	2	0	-	
7	Off	0	2	0	-	
8	Off	0	2	0	-	

Local Arc Sensors Installed	
Sensor	Arc sensor status

KUVA 8. Valokaarisuojaus-valikko.

Settings-ikkunassa ensimmäisenä ilmoitetaan releen havahtumisvirta (I>int. pick-up setting) ampeeriarvona, ja sen alapuolella on tätä vastaava per unit -arvo, joka vastaa prosenttilukua virtamuuntajan ensiöpuolella olevasta virrasta. Tämä virta-arvo on asetettu Scaling-valikossa. Virran asetteluarvon alapuolella on jäännösvirran asetteluarvo, joka on esitetty samalla tavalla kuin releen

havahtumisvirta. Jäännösvirran alapuolella on valokaarianturin asennus, josta voi viivaa klikkaamalla valita pudotus valikosta "install" -toiminnon. Tämä aloittaa valokaariantureiden asentamisen releeseen. Odoti kunnes "installation state" -kohdassa lukee "ready" ja asennus on valmis.

ARC stages -valikossa voidaan ottaa suojausvaiheet käyttöön ja sammuttaa ne. Valikosta voidaan myös säätää valokaarilaukaisuviiveitä. Jos järjestelmässä tapahtuu hetkellisiä valokaaria anturien läheisyydessä, näillä viiveillä poistetaan tarpeettomat laukaisut. Jos anturille tuleva valo poistuu viiveen aikana, valokaarisuoja ei lähetä laukaisuviestiä katkaisijalle. Laukaisuviivettä voidaan säätää 0–255 ms välillä ja laukaisupulssin pituutta arvojen 2–255. Oletusarvo tällä alueella on 2, mikä tarkoittaa 20 ms aikaa. Viiveen vieressä on myös laukaisuviestin pulssin pituuden säätö, joka säätää, kuinka pitkä viestipulssi lähetetään keskuksen katkaisijalle.

Valikon alimmassa sarakkeessa on listattuna asennetut valokaarianturit ja näiden tilat joko 1 tai 0. Valikko on tyhjä, jos muokataan olemassa olevaa konfigurointi tiedostoa ilman yhteyttä valokaarireleeseen.

#### 4.8. ARC I/O BUS

ARC I/O -bus-valikosta hallinnoidaan laitteen väyläkommunikointia. Valikosta voi esimerkiksi muuttaa laitteiden välisiä isäntä/orjasuhteita sekä ohjata eri tietoja väylään lähetettäväksi.

ARC ArcI/O Bus

**Settings**

Communication mode	Master
Forward >int. to >ext.	<input type="checkbox"/>
Forward Io>int. to >ext.	<input type="checkbox"/>

**Current measurement states**

Arc >ext state	0
----------------	---

**Zones**

Zone	State
1	0
2	0
3	0
4	0

**Installed I/O units**

I/O unit Address	Zone / >ext.	Connected sensors	Activated sensors	Sensor error	Clear registers	Connected
1	Zone 1	(7)3,4,5,6,7,8,9	-	-	-	Yes
2	Zone 1	(8)1,2,3,4,5,6,7,8	-	-	-	Yes

**Installed VAMP321 units**

I/O unit Address	Status	Connected
------------------	--------	-----------

KUVA 9. Valokaarikeskusyksikön väyläasetukset.

Settings-valikossa ensimmäisenä asetuksena voidaan valita, onko konfiguroitava valokaarisuoja master vai slave. Keskusyksiköitä tai alayksiköitä voidaan asentaa 16 kappaletta rinnan yhteen järjestelmään. Master/slave-asetuksen alapuolella voidaan valita virtatietojen lähettämisestä väylään. Ylempänä ovat vaiheiden L1, L2 ja L3 ylivirtatiedot ja niiden alapuolella jäännösylivirtatiedot väylään. Settings-valikon alapuolelta löytyy järjestelmään liittyviä väylätietoja.

## 4.9. ARC MATRIX – CURRENT

ARC MATRIX - CURRENT								
	Arc stage 1	Arc stage 2	Arc stage 3	Arc stage 4	Arc stage 5	Arc stage 6	Arc stage 7	Arc stage 8
I>int.	○							
Io1>int.								
I>ext.								
Binary input 1								
Binary input 2								
Binary input 3								
GOOSE NI								
Virtual output 1								
Virtual output 2								
Virtual output 3								
Virtual output 4								
Virtual output 5								
Virtual output 6								

KUVA 10. virtamatriisi

Virtamatriisista valitaan ehdot, joita käytetään laukaisupäätöksen tekemisessä. Jos laukaisu halutaan toteuttaa pelkästään valon perusteella, jätetään tämä matriisi silloin tyhjäksi. Jos virtamatriisiin valitaan useampia kriteereitä suojausvaiheelle, täytyy kaikkien ehtojen täytyttyä ennen kuin lähetetään laukaisukäsky katkaisijalle.

Taulukko 1. Virtamatriisin parametri ryhmät

I>int.	Vamp321 virranmittauksesta havaitsema vaiheen L1, L2, L3 ylivirta
Io1>int.	Vamp321 virtamittauksella havaittu jäännösylivirta
I>ext.	ARC-väylästä tuleva ylivirtatieto
Binary input 1–3	Binäärituloista havaittu laukaisu viesti
Goose NI	Goose viestistä tullut laukaisuviesti
Virtual output 1–6	Virtuaali lähtöön ohjelmoitu laukaisu käsky
Arc stage 1–8	suojausvaiheet 1–8

## 4.10. ARC MATRIX – LIGHT

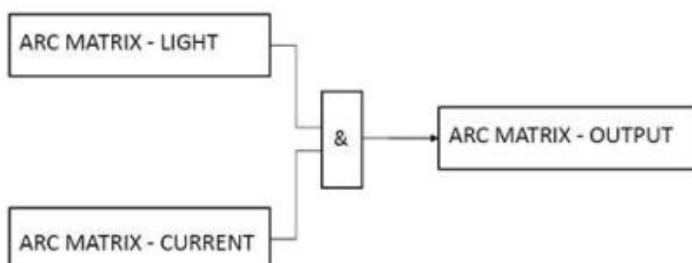
Valomatriisista valitaan ehdot valoperustaiselle laukaisulle.

ARC MATRIX - LIGHT								
	Arc stage 1	Arc stage 2	Arc stage 3	Arc stage 4	Arc stage 5	Arc stage 6	Arc stage 7	Arc stage 8
Arc sensor 1								
Arc sensor 2								
Zone 1	○							
Zone 2								
Zone 3								
Zone 4								
Binary input 1								
Binary input 2								
Binary input 3								
GOOSE NI								
Virtual output 1								
Virtual output 2								
Virtual output 3								
Virtual output 4								
Virtual output 5								
Virtual output 6								

KUVA 11. Valokaarimatriisi

Taulukko 2. Valomatriisin parametriryhmät

Arc sensor 1,2	Valokaarianturilta tuleva valotieto
Zone 1–4	rele yksiköiden suojausalueet (asetetaan DIP-kytkimillä)
Binary input 1–3	Binääritulosta tullut valotieto
Goose NI	Goose viestistä tullut valotieto
Virtual output 1–6	Virtuaali lähtöön ohjelmoitu laukaisutieto
Arc stage 1–8	Suojausvaiheet 1–8

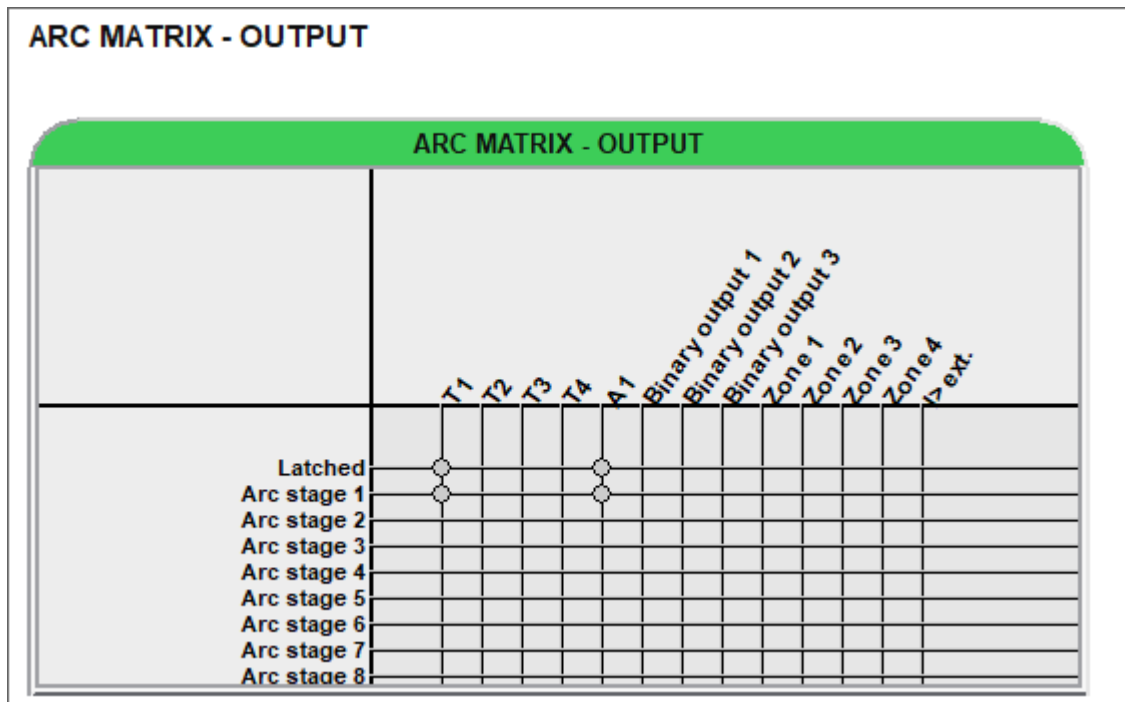


KUVA 12. Matriisien toimintaperiaate.

Jos valomatriisiin ja virtamatriisiin on tehty valintoja, muodostetaan matriisien välille looginen JA-portti, joka ohjaa valokaarilaukaisutietoa.

## 4.11. ARC MATRIX – OUTPUT

Tässä matriisissa osoitetaan mihin lähtöihin valokaaritieto vietään.





KUVA 13. Lähtöjen määrittymatriisi

T1-T4	Laukaisureleet
A1	Hälytysrele
Binary output 1–3	Binääri lähdöt 1–3
Zone 1–4	Alue 1–4
>ext.	Ylivirtatieto väylään
Latched	Lukitus

TAULUKKO 3. Lähtömatriisi parametri ryhmät.

Kuvan 8 konfiguraatiossa laukaisuviesti lähetetään laukaisureleellä T1, kun valokaarivaiheen 1 laukaisuehdot toteutuvat. Samalla lukitaan laukaisuviesti. Valokaarivaiheen 1 laukaisun toteutuessa vietään myös hälytysviesti hälytysreleen A1 kautta, ja tämä lähtö lukitaan. Kun lähdöihin laitetaan lukitukset, käyttäjän täytyy käydä nämä manuaalisesti kuittaamassa suojalaitteistosta laukaisun jälkeen. Lukitukset voidaan poistaa suoraan Vamp321-paneelistä tai F1-näppäimestä, kunhan näppäimen ensin ohjelmoi tähän tarkoitukseen. Ohjelmointiin ohjeet alla. Vamp321 paneelistä

lukitusten kuittaus tapahtuu painamalla , jonka jälkeen painetaan  ja valitaan "release" parametri ja painetaan **OK**.

#### 4.12. EVENT ENABLING – ARC

Event enabling -matriisissa määritetään kaikki tapahtumat, jotka kirjataan tapahtumarekisteriin.

Act on event = tapahtuma päälle

Act off event = tapahtuma pois päältä

Tapahtumarekisteri löytyy "EVENT BUFFER" -valikon alta vasemmasta reunasta.

#### 4.13. FUNKTIONÄPPÄIMEN OHJELMOINTI LUKITUSTEN POISTAMISEKSI

Funktionäppäimen ohjelmointiin on kaksi vaihtoehtoa. Helpoin vaihtoehto on valita vasemmasta reunasta "FUNCTION BUTTONS" valikko, ja sen alta uudestaan "FUNCTION BUTTONS" avautuu kuvan 10 mukainen valikko.

##### FUNCTION BUTTONS

FUNCTION BUTTONS			
Button	State	Selected control	Selected Object
F1	0	PrgFncs	-
F2	0	PrgFncs	-

F1 pulse length (0=infinite)	1.00 s
F2 pulse length (0=infinite)	1.00 s

Programmable functions for F1	
Release all latches	<input checked="" type="checkbox"/>
Clear I/O units' registers	<input type="checkbox"/>
Install arc sensors & I/O units	<input type="checkbox"/>

Programmable functions for F2	
Release all latches	<input type="checkbox"/>
Clear I/O units' registers	<input type="checkbox"/>
Install arc sensors & I/O units	<input type="checkbox"/>

KUVA 14. Funktionäppäin-valikko

Valitse F1 tai F2 -näppäimen kohdalta Selected Control -valikosta "PrgFncs" ja laita vastaavan painikkeen "Programmable functions for F1 tai F2" -valikkoon merkki ruutuun "release all latches". Samalla kannattaa asettaa painikkeelle "pulse length" -kohtaan esim. 1 s aika. Tämän jälkeen päivitä tiedot releelle.

Toinen tapa asettaa F1 tai F2 -näppäin kuittaukseksi on valita "selected control" -kohtaan joku virtuaalitulo. Virtuaalitulon asettaminen tähän kohtaan käytännössä tarkoittaa sitä, että kun funktionäppäintä painetaan, niin virtuaalitulo menee päälle. Tämän jälkeen mennään "RELEASE LATCHES" -valikkoon ja valitaan "DI to release latches" -kohtaan aikaisemmin valittu virtuaalitulo.

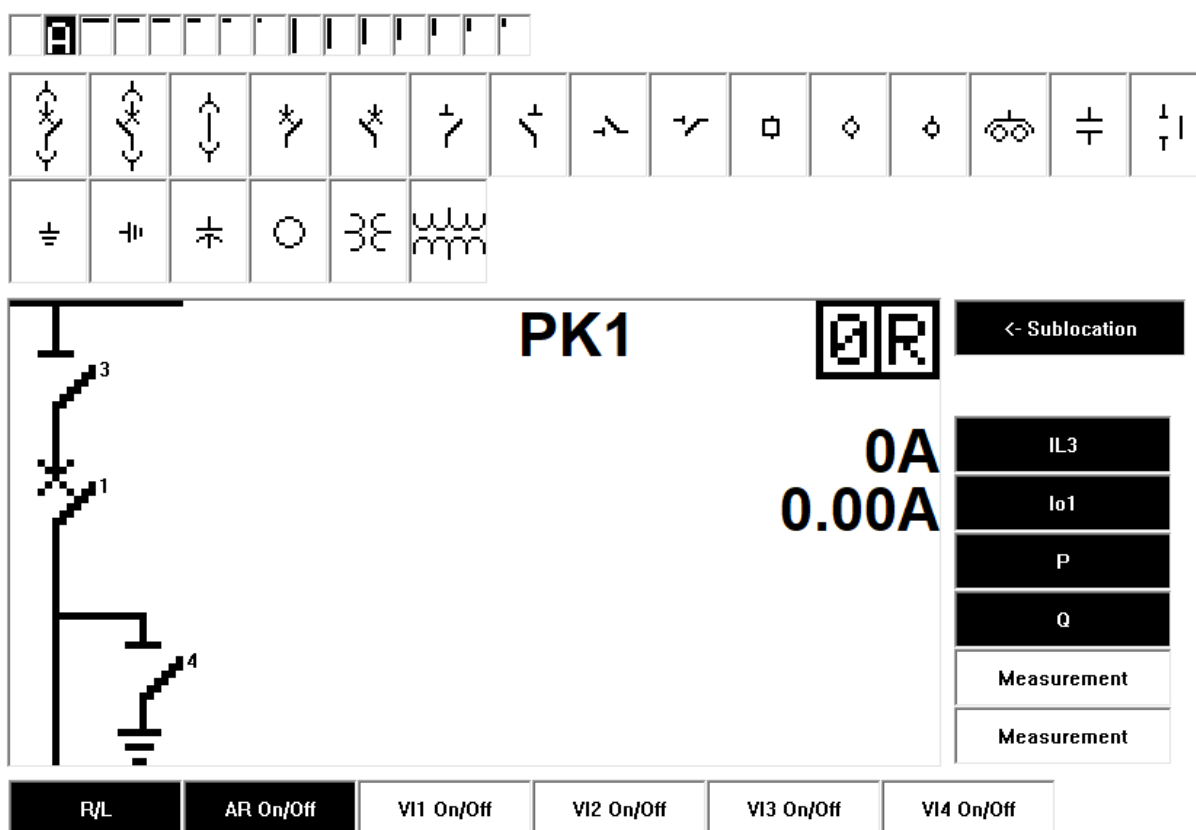
**Virtuaalilähtö toimii kuin rele. Virtuaalitulolla annetaan toimintatieto virtuaalilähdölle, joka suorittaa toiminnon laitteen sisällä.**

## 5. VIRTUAL MEASUREMENT -SIMULOINTI


Vampset-ohjelman oikeassa reunassa on Virtual measurement -valikko, jolla voidaan simuloida erilaisia vikatilanteita. Virtual measurement -toiminto on tarkoitettu pääasiassa SCADA-järjestelmän kommunikoinnin testaamiseen. Virtual measurement -toiminnolla voidaan syöttää digitaalisia ylivirta- ja vaihekulmatietoja valokaarisuojalle. HUOM! Virtual measurement -toimintoa ei voida käyttää tarkastusmittaukseen standardin SFS 6000-6:2017 mukaan. Virtual measurement -toiminto vaatii toimiakseen vähintään valokaarisuojan ohjelmistoversion 10.74 ja Vampset-version 2.2.73. Virtual measurement voidaan aktivoida, kun tietokone on yhdistetty valokaarisuojaan ja valokaarisuojasta on luettu kaikki asetukset.

## 6. MIMIC -KÄYTTÖLIITTYMÄOHJELMOINTI

MIMIC [15%]



KUVA. 15 Mimic-valikko

Mimic-valikosta muokataan Vamp321-keskussyksikön näytössä olevaa näkymää. Mimic- ja Objects-valikot ovat yhteydessä toisiinsa. Valikon yläreunassa on erilaisia piirroskomponentteja, joilla voidaan kuvata esimerkiksi sähkökeskuksen katkaisijoita ja erottimia. Katkaisijoiden vieressä olevat pienet numerot kuvastavat katkaisijan objektinumeroa (objektivalikosta lisää myöhemmin). Oikeasta reunasta voidaan valita näkyviin keskuksen tunnus ja erilaisia mittauksia. Valikon alariviltä on valittavissa erilaisia virtuaalisia näppäimiä, kuten paikallis- ja etäohjaus (R/L), Auto-Reclose (AR On/Off) ja neljä eri virtuaalituloa. Näyttöön voidaan lisätä tekstiä valitsemalla  vaihtoehto

ylävalikosta esimerkiksi katkaisijat kannattaa nimetä, että ne on helpompi tunnistaa kuvasta, varsinkin jos katkaisijoille on tehty logiikkaa.

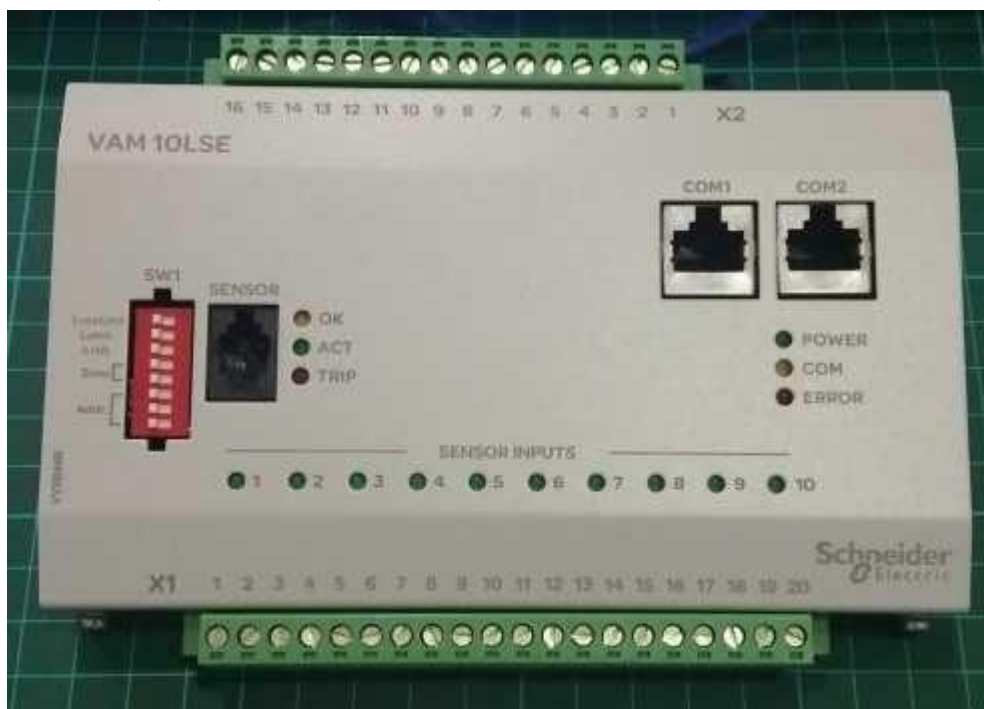
## 7. OBJECTS -KATKAISIJOIDEN OHJAUSEN KONFIGUROINTI

Objects-valikosta säädetään Mimic-valikon katkaisijoiden ohjausta. Valikosta voidaan muun muassa määrittää digitaaliset inputit, jotka kertovat katkaisijan asennosta joko ohjelmallisesti, etäohjauksella tai paikallisohjauksella. Tästä valikosta voidaan myös säätää virtuaalisen katkaisijan viestin pituutta. Kun halutaan säätää katkaisijan asetuksia, täytyy tarkistaa Mimic-valikosta katkaisijan numero, joka vastaa objektinumeroa.

## 8. LOGIC -SUOJAUSJÄRJESTELMÄN OHJAUSVALIKKO

Logic-valikosta voidaan rakentaa logiikkaa, jolla voidaan ohjata joko keskusyksikön toimintaa tai luoda ohjausviestejä ulospäin katkaisijoille tai muille valokaariyksiköille.

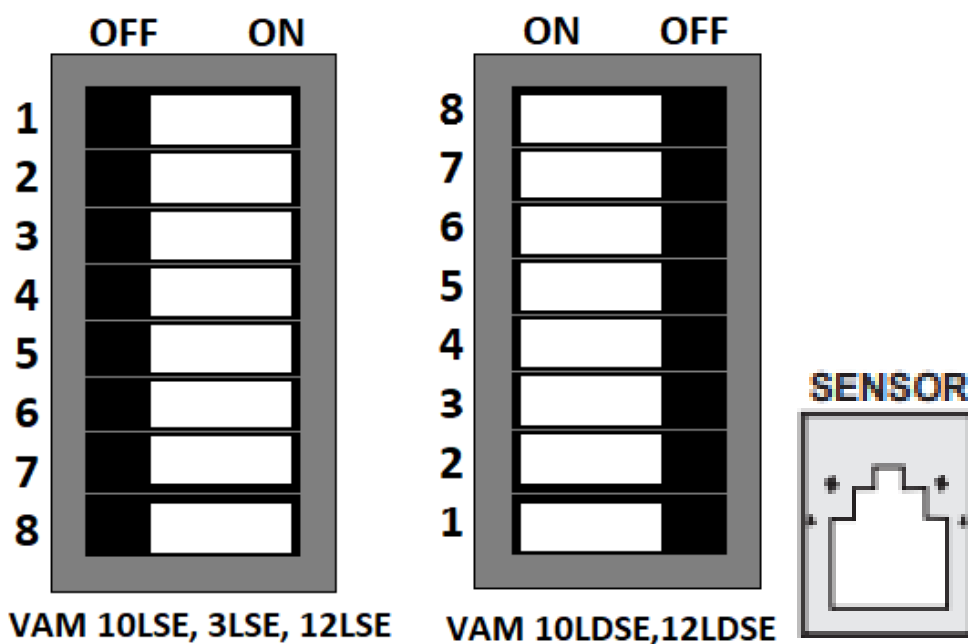
## 9. VAM I/O-YKSIKÖIDEN KONFIGUROINTI



KUVA 16. VAM 10LSE I/O yksikkö.

Vamp321 valokaarivikakeskusyksikköön voidaan kytkeä joko 16 alayksikköä tai keskusyksikköä isäntä/orja-protokollalla. Jos kytkettäviä I/O-yksiköitä on neljä tai vähemmän, ei yksiköille tarvitse tuoda ulkoista virransyöttöä, vaan ne saavat toimintavirtansa COM-portin kautta keskusyksiköltä. I/O-yksiköissä on etupaneelissa ohjelmoitavat DIP-kytkimet, portti siirrettävälle valokaarianturille ja kaksi muiden yksiköiden kanssa kommunikointiin tarkoitettua COM-porttia. Valokaariyksiköiden ala- ja yläreunassa on riviliittimet X1 ja X2. X1-riviliitin on tarkoitettu valokaariantureiden kytkemiseen ja X2-riviliittimeen voidaan kytkeä esimerkiksi toiselta yksiköltä tuleva väylä, ulkopuolinen virtalähde, lämpötila-anturi tai lähettää laukaisuviestejä yms.





KUVA 17. Alayksiköiden DIP-kytkimet ja siirrettävän sensorin portti Vam I/O-yksiköissä

## 10. VALOKAARIANTURI RELEYKSIKÖIDEN OSOITTEIDEN MÄÄRITTÄMINEN

Vamp-valokaariantureiden kanssa voidaan käyttää erilaisia releyksiköitä, joihin voidaan liittää useampia valokaariantureita. Näille releyksiköille voidaan määrittää omat osoitteensa ja alueensa, joiden avulla vikakohdan löytäminen helpottuu. Releyksiköiden osoitteet ja alueet asetetaan releyksikössä olevilla DIP-kytkimillä. Jokaisella kytkimellä on oma painoarvonsa, joka määrittää yksikön alueen ja osoitteen. Releyksikkö voidaan määrittää neljään eri alueeseen, joista jokaisessa on kahdeksan eri osoitetta. Katso taulukko 5

TAULUKKO 5. Alueiden osoiteryhmät

Alue 1	Osoitteet 0–7
Alue 2	Osoitteet 8–15
Alue 3	Osoitteet 16–23
Alue 4	Osoitteet 24–31

Releyksikön DIP-kytkimien painoarvot määräytyvät taulukon 6 mukaisesti. Jos kytkin on OFF asennossa sen painoarvo on nolla. Kytkin numero neljä on käytössä ainoastaan 10LSE/10LDSE, 12LSE/12LDSE ja 3LSE/3LDSE malleissa.

TAULUKKO 6. Kytkimien painoarvot.

KYTKIMEN NUMERO	PAINOARVO
8	1
7	2
6	4
5	8
4	16

Näiden kahden taulukon avulla voidaan määrittää alayksiköiden osoitteet. Esimerkiksi Alueen 1 osoite 0 tilanteessa asetettaisiin releyksikön viisi alinta DIP-kytkintä OFF asentoon ( $0+0+0+0+0=0$ ). Alue 2 osoite 9 taas vastaisi kytkimen kahdeksan ja viisi laittamista ON asentoon ( $1+0+0+8+0=9$ ). Käytännössä DIP-kytkimien yhteenlaskettu painoarvo antaa alayksikölle alueensa ja osoitteensa taulukon 5 perusteella.