

samk



Satakunnan ammattikorkeakoulu
Satakunta University of Applied Sciences

SEVERI HEISKA

Eristystason valvonta ja hälytysjärjestelmän suunnittelu esimerkkiprojektissa

SÄHKÖ- JA AUTOMAATIOTEKNIIKAN
TUTKINTO-OHJELMA
2025

TIIVISTELMÄ

Heiska, Severi: Eristystason valvonta ja hälytysjärjestelmän suunnittelu esimerkkiprojektissa

Opinnäytetyö, AMK

Sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma

Maaliskuu 2025

Sivumäärä: 28

Eristystason valvonta on tärkeä osa sähköjärjestelmien turvallisuutta. Tämän opinnäytetyön aiheena oli tutustua eristystason valvontaan ja hälytysjärjestelmän suunnitteluun esimerkkiprojektia apuna käyttäen. Opinnäytetyö toteutettiin kankaanpäälaiselle Promeco Oy:lle. Eristystasonvalvonta toteutettiin saksalaisen Benderin valmistamilla laitteilla ja kohteena olivat laivojen pääjako-
taulut kelluvassa IT-verkossa. Promecolla oli jo ennestään käytetty yksittäisiä Benderin komponentteja, mutta ei tässä laajuudessa. Opinnäytetyö toteutettiin pääosin teoriapainotteisesti, mutta myös käytännön suunnittelua tapahtui.

ABSTRACT

Heiska, Severi: Designing of insulation level monitoring and alarm system in an example project

Bachelor's thesis

Electrical and Automation Engineering

March 2025

Number of pages: 28

The insulation monitoring is an important aspect of the safety of electrical systems. The topic of this thesis was to explore insulation monitoring and the design of alarm systems using a case project as a reference. The thesis was implemented for the Promeco Oy from Kankaanpää. The insulation monitoring was implemented by using devices manufactured by the German company Bender. Promeco had used some individual Bender components in the past already, but not to this extent. The focus was on the main and propulsion switchboards of ships in a floating IT network. This thesis was carried out mainly with a theoretical focus but there was practical designing also.

ALKUSANAT

Haluan kiittää yön toimeksiantajaa Promeco Oy:tä sekä työn ohjaajaa Tero Toivolaa mahdollisuudesta päästä tekemään tätä opinnäytetyötä. Haluan myös kiittää opinnäytetyön valvojaa Jarno Lainetta avusta tässä opinnäytetyössä.

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	6
2 TYÖN TOIMEKSIANTAJA	6
3 ERISTYSTASON VALVONTA KELLUVASSA IT-VERKOSSA	7
4 ESIMERKKIPROJEKTI	7
5 TYÖSSÄ KÄYTETTÄVÄT LAITTEET/KOMPONENTIT	8
5.1 Bender	8
5.2 Eristystason valvontajärjestelmä	9
5.3 Eristystason valvontarele iso685W-D-P	9
5.3.1 Käyttö ja navigointi	12
5.4 EDS440 eristysvian paikannin	14
5.5 CTAC-sarjan summavirtamuuntajat	15
6 KÄYTTÖÖNOTTO	20
6.1 Käyttöönottoprosessi yleisesti	20
6.2 Eristystason valvontareleen käyttöönotto	20
6.2.1 Asetusten muokkaus	21
6.3 Isometerin ja EDS440 yhteinen käyttöönotto	21
7 VERKKOYMPÄRISTÖ	21
7.1 Käyttöliittymä	22
7.1.1 Valikkorakenne	23
7.2 Parametrit ja niiden muutokset	24
7.2.1 Parametrit standard-versiossa	24
7.2.2 Parametrit EDS -valikkoalueella	25
7.2.3 Virhevalvonta	25
7.2.4 Parametrit Modbus -rekistereillä	26
7.2.5 Parametrien muuttaminen verkkoselaimessa	26
7.2.6 Kirjoitusoikeus parametrien muutokseen	27
8 YHTEENVETO	27
LÄHTEET	28

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön aiheena oli tutustua eristystason valvontajärjestelmään ja sen suunnitteluun laivojen päätauluratkaisuissa. Opinnäytetyössä eristystason valvontajärjestelmä toteutettiin esimerkkiprojektissa neljässä laivan päätauluratkaisuissa. Esimerkkiprojektissa on kaksi kappaletta 440 voltin päätauluja sekä kaksi kappaletta 690 voltin päätauluja. Esimerkkiprojektin sähköverkon taajuus on 60 hertsiä. Opinnäytetyön lisätavoitteena oli tuottaa toimeksiantajan avuksi erillinen liite, josta olisi tulevaisuudessa apua laitteiden ja järjestelmän käyttöönotossa sekä suunnittelussa.

2 TYÖN TOIMEKSIANTAJA

Toimeksiantaja työlle on Promeco Oy. Promecon kotipaikkana on Kankaanpää ja se harjoittaa liiketoimintaansa Suomessa ja Puolassa. Promecon ensimmäiset yksiköt perustettiin jo 1970-luvulla. Promeco toimittaa korkean tason sähkömekaanisia järjestelmiä ja palveluja omien alojensa markkinajohtajille. Promeco palvelee maailmanlaajuisesti asiakkaitaan mm. raideliikenne- ja meriteollisuudessa. Asiakkaina ovat mm. Meyer Turku, Rauma Marine Constructions, WE Tech sekä Alstom. Promeco toimittaa muun muassa erilaisia sähkökeskuksia ja sähkökeskusratkaisuja vesialusten sähkönjakeluverkkoon, propulsioon ja muihin käyttökohteisiin. Promecon valmistamia tuotteita käytetään ympäri maailmaa erikokoisissa aluksissa pienistä hinaajista suuriin risteilyaluksiin (Promeco, 2024).

Vuoden 2023 marraskuussa sijoituskonserni Finda hankki neljänkymmenen prosentin omistusosuuden Promecosta. Finda on suomalainen

sijoituskonserni, jonka sijoitusvarallisuus on noin miljardi euroa ja omavaraisuusaste 96.8% (Finda, 2025).

3 ERISTYSTASON VALVONTA KELLUVASSA IT-VERKOSSA

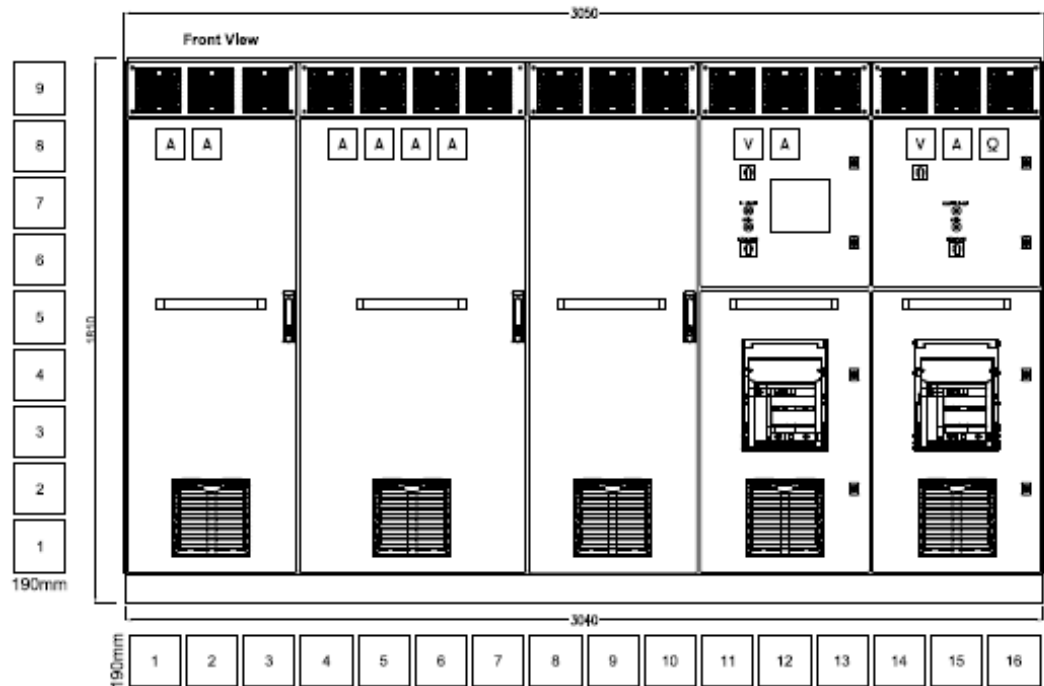
Eristystason valvonta kelluvassa IT-verkossa tarkoittaa verkon ja suojamaan välisen eristysvastuksen eli eristysresistanssin valvontaa. Hyvä eristystaso on Benderin mukaan 50-100 ohmin välillä per voltti (Bender, 2023).

IT-järjestelmää käytetään tilanteissa, kun sähkönsyötön jatkuvuus on erityisen tärkeää tai kriittistä. Käyttökohteita IT-järjestelmälle ovat muun muassa sairaalat sekä laivat. IT-verkossa yksi eristysvika ei aiheuta käytön keskeytystä eikä palovaaraa, kuten TT- ja TN-verkoissa.

IT-verkossa vika on helppo havaita maavuodonvalvontajärjestelmän avulla. Eristystason valvontajärjestelmä siis tuottaa hälytyksen, mikäli eristystaso laskee alle asetetun ensimmäisen hälytysrajan. Hälytysraja asetetaan siten, että korjaavia toimenpiteitä ehditään tekemään ennen käytön keskeytystä tai vauraa.

4 ESIMERKKIPROJEKTI

Esimerkkiprojektissa on kaksi kappaletta 440 voltin päätauluja sekä kaksi kappaletta 690 voltin päätauluja. Jokaisessa keskuksessa taajuutena on 60 hertsiä. Kuvasta 1 nähdään yhden 440 voltin päätaulun karkea layout-kuva. Projektin 690 voltin päätaulut ovat kokoluokaltaan huomattavasti suurempia.



Kuva 1: 440 voltin päätaulun layout -kuva (Promeco, 2023)

5 TYÖSSÄ KÄYTETTÄVÄT LAITTEET/KOMPONENTIT

5.1 Bender

Projektissa eristystason valvontaan käytetään Benderin eristystason valvontajärjestelmää. Yli 75 vuoden kokemuksella saksalainen perheyritys Bender on maailman johtava sähköturvallisuuustuotteiden valmistaja. Benderillä on yli 1160 työntekijää ja yli 15 prosenttia yrityksen resursseista käytetään tuotekehitykseen. Kaikki tuotteet valmistetaan Saksassa (Enkom-active, 2024).

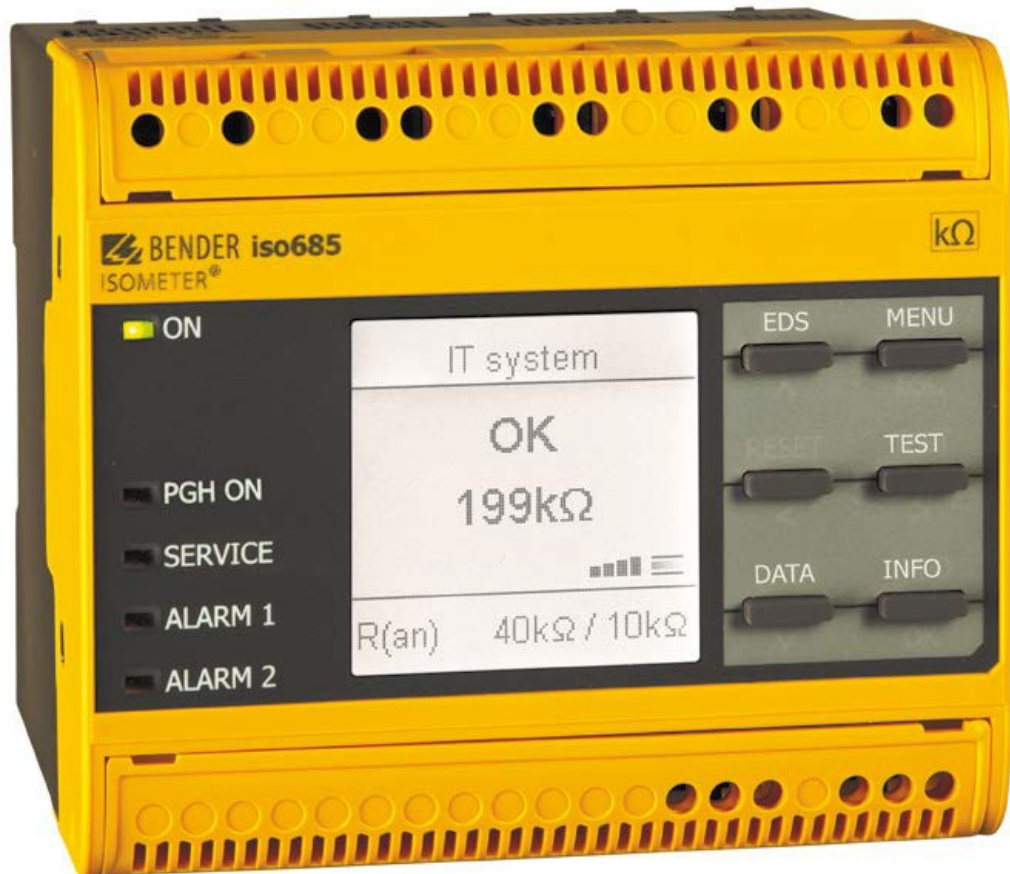
5.2 Eristystason valvontajärjestelmä

Eristystason valvontajärjestelmä valvoo verkon ja suojamaan välistä eristystasoa. Esimerkkiprojektissa yhden pääjakotaulun eristystason valvonnassa ja hälytysjärjestelmässä käytetään yhtä eristystason valvontarelettä, yhtä eristysvian paikanninta sekä summavirtamuuntajia. Esimerkkiprojektin jokaisessa pääjakotaulussa valvontareleet ja paikantimet olivat samoja sekä summavirtamuuntajat samankokoisia.

Esimerkkiprojektin pääjakotaulujen alakeskusten eristystason valvontamittaukset suoritetaan erillisellä kannettavalla etsintälaitteella. ”Kannettava etsintälaitteisto EDS3090PG sisältää irrallisen etsintäsignaalin lähettimen, joka yhdistetään keskukseen kun eristystason valvontarele on hälyttänyt ja käsipih-tiin yhdistetyllä vastaanottimella käydään eri lähtöjä järjestelmällisesti läpi.” (Enkom-active, 2025). Ryhmäkeskusten toimittajan tulee suunnittelussa huomioida tarvittava tilavaraus käsipihtimittarille kuluttajälähdöissä.

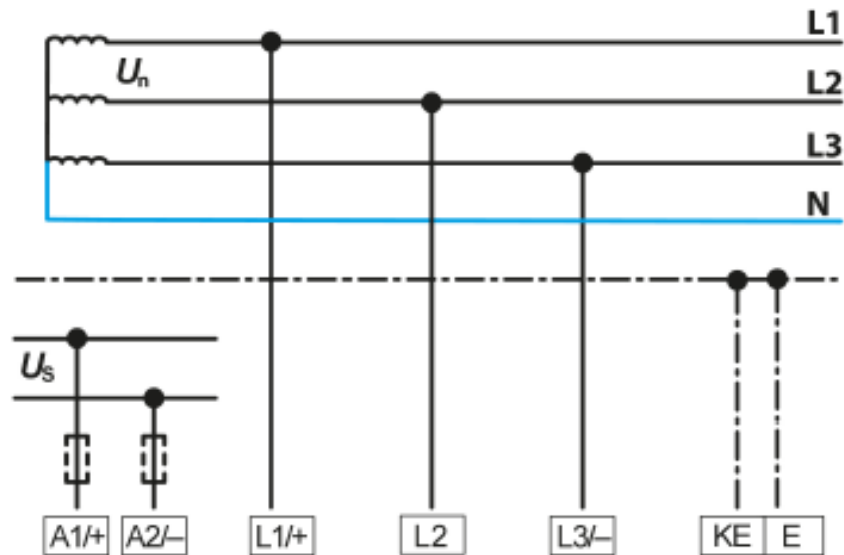
5.3 Eristystason valvontarele iso685W-D-P

Esimerkkiprojektissa työssä käytetään Benderin iso685 -eristystason valvontarelettä (kuva 2).



Kuva 2: Eristystason valvontarele iso685

IT-verkossa eristystason valvontarele mittaa eristystasoa koko muuntopiirin alueelta ja laukaisee hälytyksen mikäli eristystaso laskee alle asetetun hälytysrajan. Benderin eristystason valvontareleet mittaavat pelkästään eristysresistanssia. Kyseisen toiminnon ansiosta kapasitiivisten vikavirtojen osuus poistetaan mittauksesta ja näin vian havaitsemisen herkkyys on paljon parempi kuin maadoitetussa verkossa. Esimerkkiprojektissa jokaisessa päätaulussa tarvitaan yksi kappale valvontareleitä.



Kuva 3: Iso685 kytkentä 3(N)AC-järjestelmään (Bender, 2024)

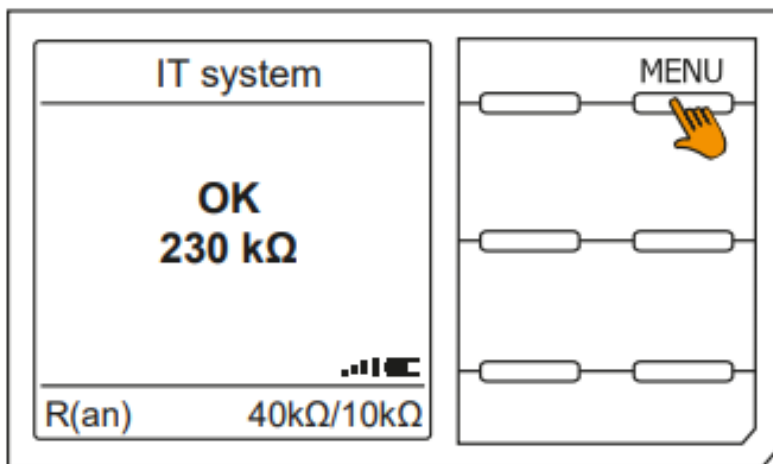
Esimerkkiprojektissa haluttiin valvontareleeltä tieto järjestelmän eristystasosta myös analogisiin mittareihin keskusten oviin (kuva 4). Tämä tieto tuotiin mittariin valvontareleesta mA-viestillä.



Kuva 4: Analogiamittari esimerkkiprojektin keskuksen ovenssa

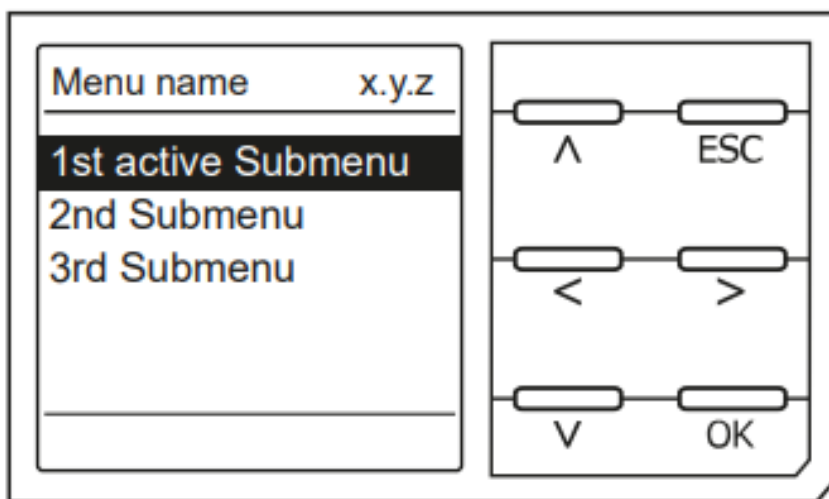
5.3.1 Käyttö ja navigointi

Eristystason valvontareleen valikko aktivoidaan painamalla MENU-painiketta (kuva 5).



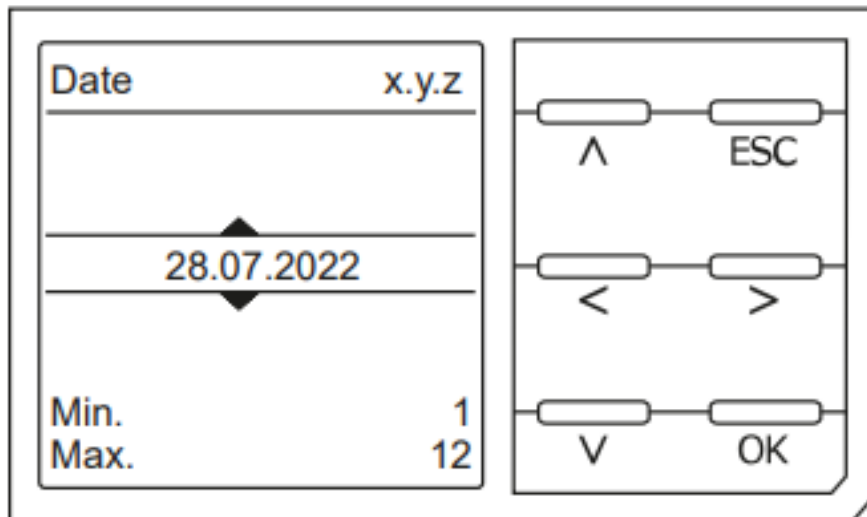
Kuva 5: Valikon aktivointi (Bender, 2024)

Valvontareleen valikoissa liikutaan käyttämällä painikkeita \wedge ja \vee . Seuraavaan alivalikkoon päästään painikkeella $>$ tai OK. Valikosta voidaan poistua painamalla painiketta $<$ tai painiketta ESC. Aloitussivulle päästään pitämällä ESC-painiketta pohjassa kahden sekunnin ajan.



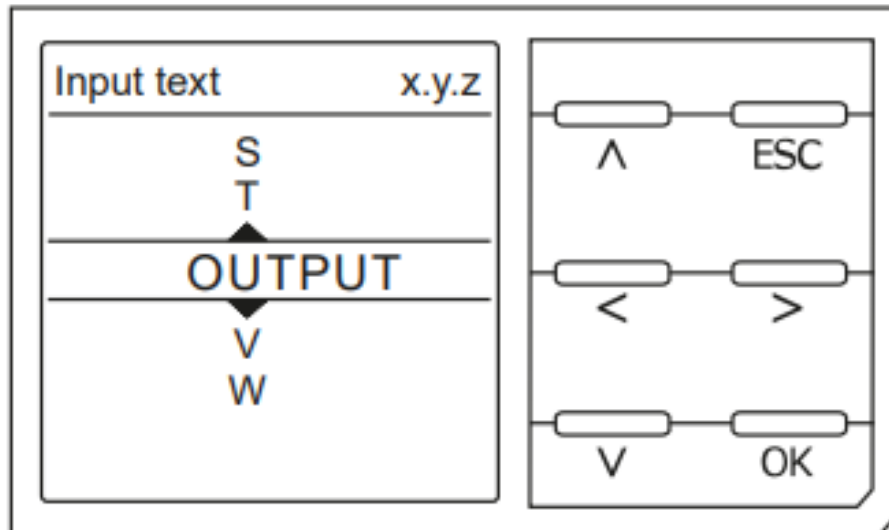
Kuva 6: Valikoissa liikkuminen (Bender, 2024)

Parametrien arvojen säätäminen (kuva 7) tapahtuu valitsemalla parametri painikkeilla < ja > sekä muuttamalla arvoja painikkeilla v ja ^ . Tehdyt muutokset vahvistetaan OK-painikkeella ja valikosta päästään poistumaan ESC-painikkeella.



Kuva 7: Arvojen säätäminen (Bender, 2024)

Merkkien/tekstin syöttäminen (kuva 8) tapahtuu valitsemalla ensin merkin sijainti näytöltä painikkeilla < ja >. Tämän jälkeen merkkiä voidaan vaihtaa painikkeilla ^ ja v. Merkki saadaan poistettua valitsemalla sen sijainti ja sitten painikkeilla v ja ^ valitsemalla "del". Syötetyt merkit vahvistetaan OK-painikkeella ja merkkien syöttämisestä poistutaan jälleen ESC-painikkeen avulla.

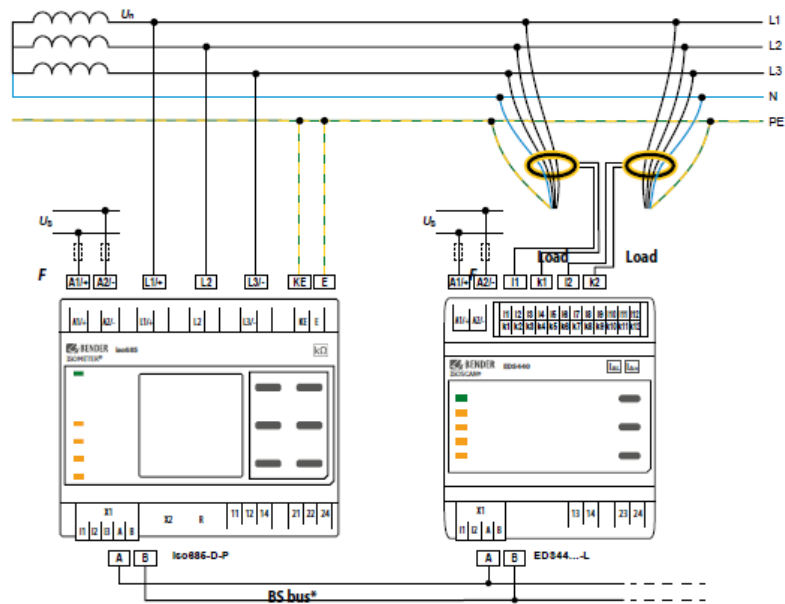


Kuva 8: Merkkien/tekstin syöttäminen (Bender, 2024)

5.4 EDS440 eristysvian paikannin

Esimerkkiprojektissa käytetään Benderin EDS440-eristysvian paikantimia. EDS440 on suunniteltu eristysvikojen havaitsemiseen ja se toimii yhdessä eristystason valvontareleen ja summavirtamuuntajien kanssa. Esimerkkiprojektissa jokaisessa päätaulussa tarvitaan yksi kappale paikantimia. Jopa kaksoista summavirtamuuntajaa voidaan yhdistää yhteen EDS440 -etsintälaitteeseen. Kuvasta 9 selviää EDS-laitteen kytkentä yhdessä iso685-eristystason valvontareleen ja summavirtamuuntajien kanssa ja kuvasta 10 nähdään laitteiden fyysinen asennus esimerkkiprojektin yhdessä päätauluista.

Wiring diagram to 3(N)AC system with Iso685-D-P



Kuva 9: Kytentäkuva (iso685, EDS ja summavirtamuuntajat) (Bender, 2021, ISOSCAN® EDS440/441)



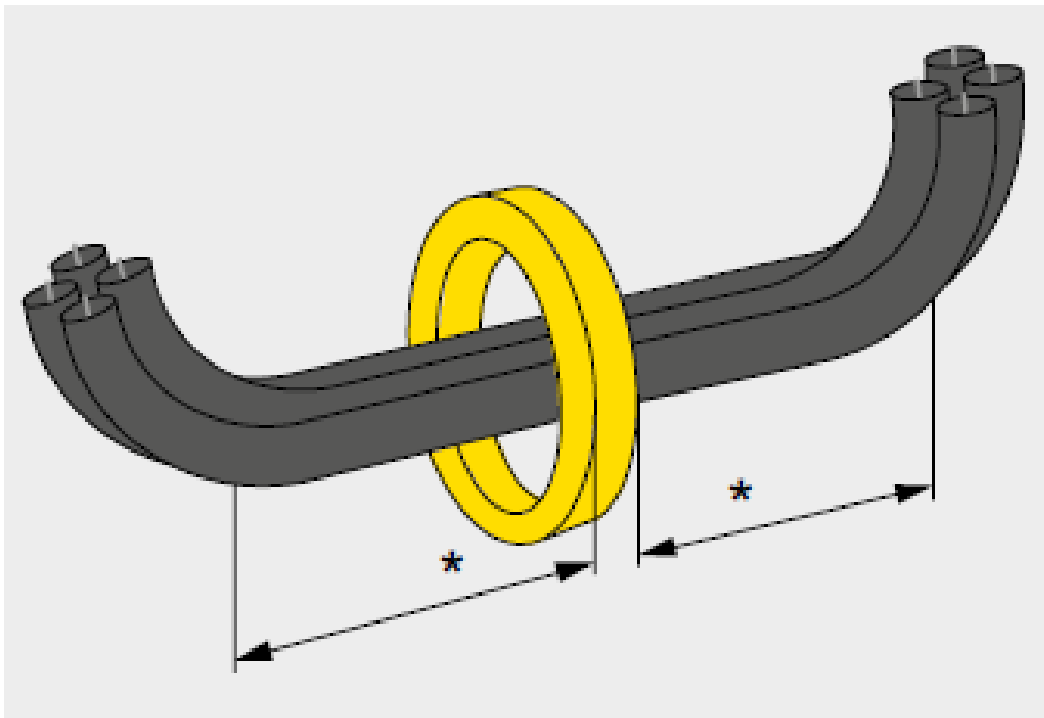
Kuva 10: Iso685 ja EDS asennettuna esimerkkiprojektin sähkökeskukseen.

5.5 CTAC-sarjan summavirtamuuntajat

Esimerkkiprojektissa käytetään Benderin CTAC -sarjan summavirtamuuntajia. Esimerkkiprojektissa asiakas on määrittänyt, kuinka monelta kuluttajalta se

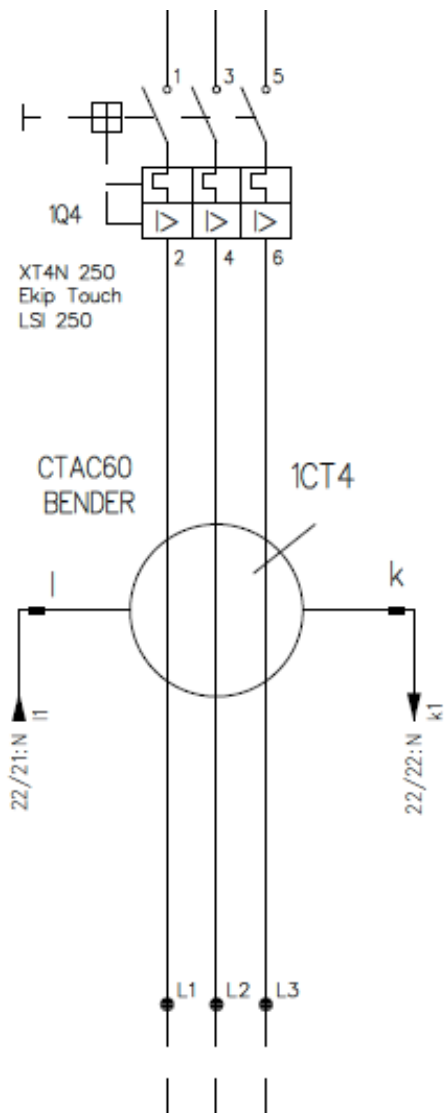
haluaa eristystason mittauksen/valvonnan. Yhtä summavirtamuuntajaa käytetään yhden kuluttajan valvonnassa.

Benderin CTAC -sarjan summavirtamuuntajat tarjoavat monta kokovaihtoehtoa eristystason valvontaan. Summavirtamuuntajia löytyy nimellisvirroiltaan 63 ampeerista aina 630 ampeeriin asti sekä sisähalkaisijoiltaan 20 millimetristä aina 210 millimetriin asti. Summavirtamuuntajan halkaisijatiedot ovat tärkeitä tietoja, sillä muuntajan sisähalkaisijan pitää olla vähintään kaksinkertainen verrattuna siitä läpi vietävän kaapelin halkaisijaan. Lisäksi ulkohalkaisijatietoa tarvitaan suunnitellessa summavirtamuuntajan paikkaa keskuksessa, sillä minimimatka siitä läpi vietävän kaapelin 90 asteen taivutukselle on oltava kaksinkertainen ulkohalkaisijaan verrattuna (kuva 11).



Kuva 11: Vaadittava suora matka ennen 90 asteen kulmaa. (Bender, 2021, LINETRAXX® CTAC series)

PE-johdinta ei viedä summavirtamuuntajan läpi. Kytkenästä ja johtimien viennistä esimerkkinä alla kuva 12. Mitattaessa useaa vaihetta, viedään kaikki vaiheet samasta summavirtamuuntajasta läpi. Esimerkkiprojektissa jokaisen summavirtamuuntajan läpi kulki kolme vaihejohdinta.



Kuva 12: Summavirtamuuntajan esimerkkikytkentä. (Promeco, 2023)

Summavirtamuuntajan läpi vietävä kaapeli keskitetään summavirtamuuntajan keskelle, esimerkiksi nippusiteiden tai erillisen tuen avulla. Lisäksi montaa summavirtamuuntajaa käytettäessä samassa keskuksessa, ne pyritään pitämään toisistaan mahdollisimman kaukana.

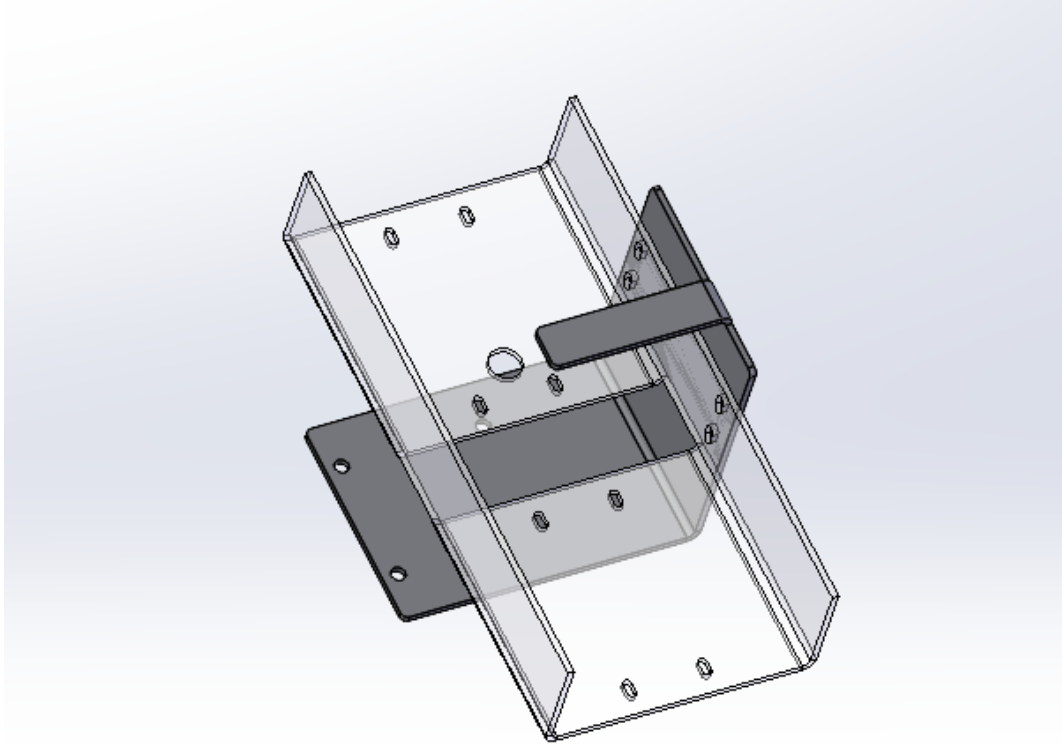
Esimerkkiprojektissa käytettiin CTAC -sarjan CTAC60-summavirtamuuntajia. CTAC60-summavirtamuuntajan sisähalkaisija on 60 millimetriä. Projektissa yksi ongelmista oli summavirtamuuntajien sijoitus keskuksissa, koska keskuksset olivat todella ahtaita (kuva 13).



Kuva 13: Esimerkkiasennus summavirtamuuntajien sijainnista

Summavirtamuuntajille suunniteltiin kolmen millimetrin sinkitystä teräslevystä tuki (kuva 14). Summavirtamuuntaja kiinnitettiin sen kolmen pohjareiän avulla tähän tukeen. Tämän lisäksi summavirtamuuntaja saatiin kiinnitettyä sen yläosasta nippusiteen tai nippusiteiden avulla tukeen ja näin tuennasta saatiin maksimaalinen hyöty irti. Asennusta helpottamaan suunniteltiin myös kolmen millimetrin muovilevystä kouru summavirtamuuntajan ympärille niin, että summavirtamuuntajasta läpivietävät kaapelit saatiin kiinnitettyä sekä keskitettyä.

Kourun avulla saatiin myös toteutettua vaadittu suora matka ennen 90 asteen taivutusta. Lisäksi summavirtamuuntajat asennettiin asentajien toimesta erilaisilla tukiraudoituksilla niille sopiviin kohtiin ja asentoihin päätaulujen sisällä.



Kuva 14: Tukikokoonpanon 3D-mallinnus. (Promeco, 2023)

Summavirtamuuntajien läpi viedyt ja keskitetyt kaapelit kytkettiin vielä riviliittimiin, joihin asiakas aikanaan tuo omat kaapelinsa. Tilanteessa, jossa kuluttajalta ei valvota eristystasoa, asiakas tuo kaapelinsa itse suoraan katkaisijaan kiinni.

6 KÄYTTÖÖNOTTO

6.1 Käyttöönottoprosessi yleisesti

Oikeanlainen käyttöönottoprosessi on tärkeää laitteiden ja järjestelmän toiminnan kannalta. Oikeanlaisella käyttöönotolla varmistetaan, että laitteet ja järjestelmät otetaan käyttöön optimaalisesti ja niiden suorituskyky on mahdollisimman hyvä heti alusta alkaen. Huolellisesti toteutettu käyttöönottoprosessi voi estää ongelmia, mitkä taas voivat johtaa toimintahäiriöihin ja mahdollisiin lisäkustannuksiin. Lisäksi oikeanlainen käyttöönottoprosessi helpottaa loppukäyttäjien sopeutumista uuteen järjestelmään.

6.2 Eristystason valvontareleen käyttöönotto

Laitetta ensimmäistä kertaa käynnistäessä seurataan ohjatun käyttöönotto toiminnon ohjeita. Ohjatun käyttöönotto toiminnon ohjeet tulevat näytölle.

Seuraavaksi valitaan järjestelmään kieli, jota käytetään valikoissa ja laitteen ilmoituksissa/viesteissä. Tämä jälkeen asetetaan järjestelmään oikeat aikasekä päivämäärätiedot, jotta hälytysilmoitukset laitteen muistihistoriassa ja eristystason arvo ajan kuluessa voidaan määrittää oikein graafisesti vain, mikäli aika ja päivämäärä ovat oikein.

Määritetään järjestelmän tyyppi (DC, AC vai 3AC). Kun järjestelmän tyyppi on asetettu, eristystason valvontarele mukautuu optimaalisesti seurattavaan järjestelmään. Järjestelmän tyyppi on olennainen tieto eristystason valvontareleelle, jotta se pystyy määrittämään eristysvastuksen oikein. Jotta eristystason valvontarele voidaan sovittaa optimaalisesti valvottavaan järjestelmään, valitaan profiili mikä sopii järjestelmään/asennuksiin. *Power circuits* -profiili sopii useimpiin IT-järjestelmiin. Muita vaihtoehtoja ovat mm. *Generator*, *Control circuits* tai *High capacitance*.

Asetetaan vastearvo Alarm 1:lle (esihälytys). Benderin suositus on 100 ohmia per voltti. Asetetaan vastearvo Alarm 2:lle (päähälytys). Benderin suositus on 50 ohmia per voltti. Alarm 2:n asettamisen jälkeen laite tekee itsetestauksen

(self test), alustavan mittauksen ja näyttää mitattavan IT-järjestelmän eristystason arvot. Tämän jälkeen käyttöönotto on suoritettu.

6.2.1 Asetusten muokkaus

Mikäli laite on jo aikaisemmin otettu käyttöön, se suorittaa itsetestauksen hie-man jännitteen päälle kytkemisen jälkeen. Jos tässä tilanteessa halutaan muokata ja muuttaa asetuksia, käynnistetään ohjattu käyttöönotto. Ohjattu käyttöönotto löytyy valikosta MENU: Device settings > Commissioning.

6.3 Isometerin ja EDS440 yhteinen käyttöönotto

Sammutetaan laitteiden jännitteet ja kytketään EDS440-paikannin Isometriin. Tämän jälkeen voidaan kytkeä jännitteet päälle. Asetetaan EDS-tila päälle Isometerin valikosta EDS > General > Modbus. Skannataan ja aktivoidaan mitauskanavat EDS > Scan channels ja EDS > Activate channels. Asetetaan maksimi paikannusvirta valikosta EDS > General > Current. Muokataan tarvittaessa lisää asetuksia Isometerin EDS-valikossa. Testataan järjestelmän toiminta sopivalla vastuksella, joka on puolet Alarm 2:n arvosta. Poistetaan vastus ja tämän jälkeen Isometer ja EDS440 ovat toimintakunnossa ja valmiina käyttöön.

7 VERKKOYMPÄRISTÖ

ISOMETER-sarjan valvontareleissä on integroitu verkkopalvelin, joka esittää laitteen tietoja verkkoselaimessa. Verkkoselaimesta voidaan lukea laitteiden mittaamia arvoja ja asettaa parametrejä. Bender suosittelee käytettäväksi verkkoselaimeksi Google Chromea, Mozilla Firefoxia tai Microsoft Edgeä.

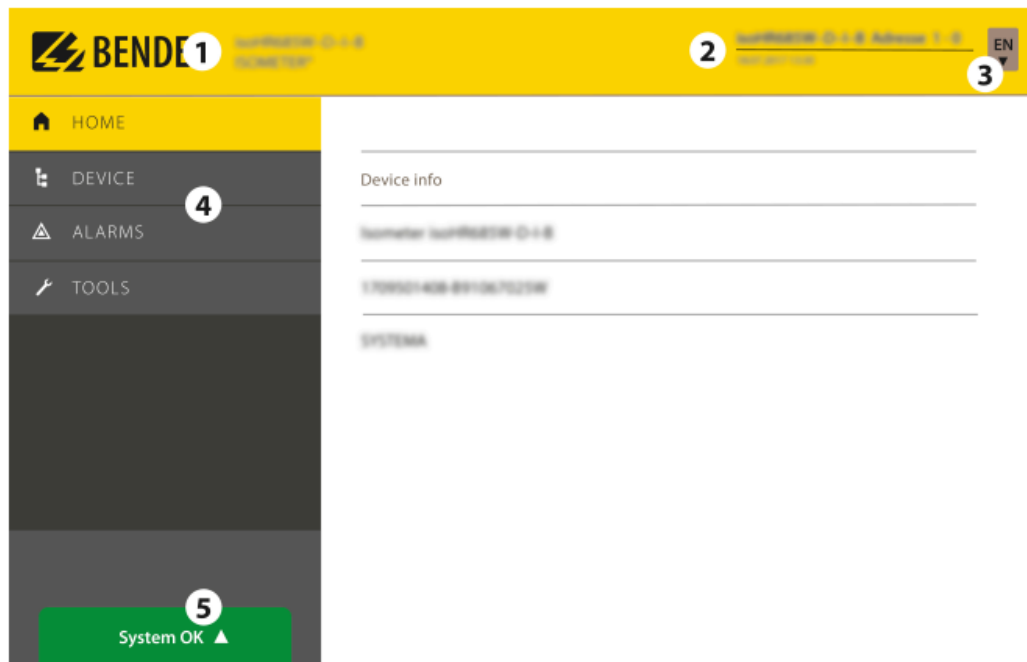
Verkkopalvelinta käytetään syöttämällä valvontareleen IP-osoite verkkoselaimeen. Releen IP-osoite löytyy sen valikosta MENU:Info > Ethernet.

Verkkopalvelin tarjoaa paljon mahdollisuuksia, mm:

- Laitetietojen näyttäminen
- Hälytysviestien näyttäminen
- Yksittäisten parametrien Modbus-tietojen näyttäminen
- Käytössä olevien rajapintojen näyttäminen
- Graafinen esitys eristysvastuksesta (isoGraph)
- Laiteparametrien asetusten määrittäminen
- Laitetekstien määrittäminen ja muokkaus

7.1 Käyttöliittymä

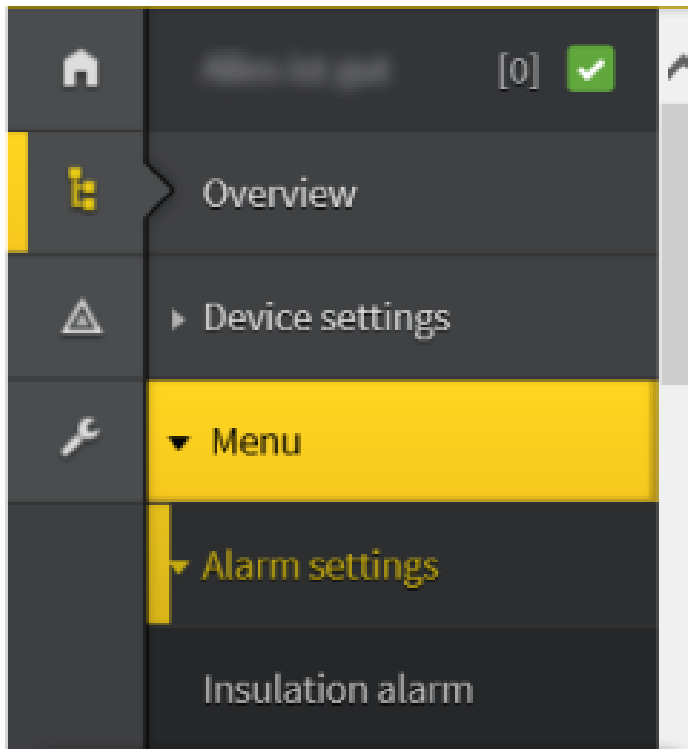
Käyttöliittymän (kuva 15) vasemmassa yläkulmassa nähdään Benderin logo sekä laitteen nimi. Oikeassa yläkulmassa nähdään järjestelmätietoja kuten laitteen osoite sekä verkkoselaimen päivämäärä ja kellonaika. Näiden vieressä oikealta löytyy vielä kieli-valikko. Vasemmalta sivulta löydetään verkkoselaimen päävalikko (HOME, DEVICE, ALARMS, TOOLS). Vasemmassa alakulmassa sijaitsee järjestelmäviestit, joko vihreällä "System OK" tai punaisella "Alarms". Mikäli on odottavia hälytyksiä (pending alarms), niin lisätietoja saadakseen napsautetaan punaista painiketta tai valitaan valikosta "Alarms".



Kuva 15: Käyttöliittymä (Bender, 2024)

7.1.1 Valikkorakenne

Päävalikko (kuva 16) sijaitsee selainikkunan vasemmassa laidassa. Aktivoitu valikon kohta näytetään joko keltaisella korostettuna tai keltaisella kirjoitettuna. Oikealla sijaitsevan vierityspalkin avulla saadaan näkyviin lisää valikkokohtia. Verkkoympäristön valikkorakenteen tarjoaa siihen liitetty laite, joten valikkorakenne voi olla hieman erilainen riippuen liitetystä laitteesta.



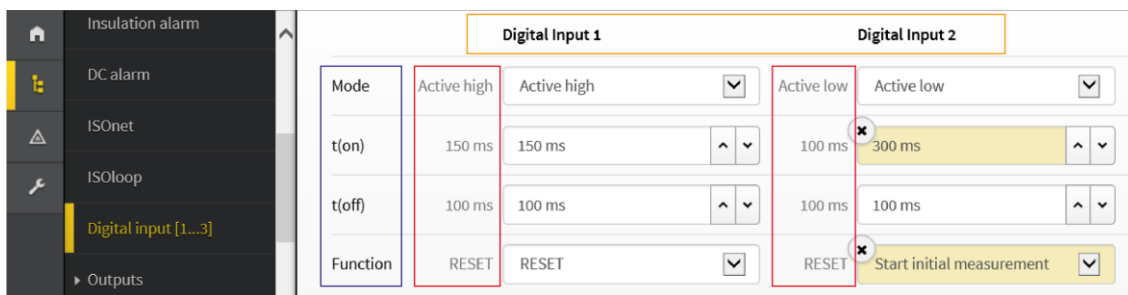
Kuva 16: Valikkorakenne. (Bender, 2024)

7.2 Parametrit ja niiden muutokset

Parametrit ovat laitteelle määritettyjä muuttujia ja ne ohjaavat laitteen toimintaa ja suorituskykyä. Verkkoselaimen kautta pääsy laitteiden asetuksiin on kätevä tapa hallita ja muokata laitteiden käyttäytymistä etäyhteydellä. Seuraavissa kappaleissa on kerrottu parametreista ja niiden muuttamisesta.

7.2.1 Parametrit standard-versiossa

Kuvasta 17 selviää, että inputit sijaitsevat vaakasuunnassa ylhäällä (oranssi kehys) ja vastaavat parametrit vasemmalla pystysuunnassa (sininen kehys). Nykyiset parametriarvot näkyvät syöttökentän vasemmalla puolella harmaalla fontilla (punainen kehys). Kyseiset arvot näkyvät myös syöttökentässä, mikäli niihin ei ole tehty muutoksia.



Kuva 17: Parametrit standard-versiossa (Bender, 2024)

7.2.2 Parametrit EDS -valikkoalueella

Luetteloissa, jossa on monia liitäntöjä (esim. EDS-järjestelmässä näytettävät kanavat), kanavat näytetään pystysuunnassa (oranssi kehys) ja niitä vastaavat parametrit vaakasuunnassa (sininen kehys). Keltaisella korostetut arvot ovat arvoja, joita on muutettu, mutta joita järjestelmä ei ole vielä hyväksynyt.

Channel [1 ... 12]							
Name	Active	CT	CT monitor	I Δ L	I Δ n	Type	
Select all	<input type="checkbox"/>	on	TypeA	on	200 μ A	100 mA	
1. BS bus: EDS 2 / Channel 1	<input type="checkbox"/>	on	TypeA	on	5 mA	10 A	EDS440x
2. BS bus: EDS 2 / Channel 2	<input type="checkbox"/>	changed name	on	TypeA	off	7 mA	1 A
3. BS bus: EDS 2 / Channel 3	<input type="checkbox"/>	on	TypeA	on	5 mA	10 A	EDS440x
4. BS bus: EDS 2 / Channel 4	<input type="checkbox"/>	on	TypeA	on	5 mA	10 A	EDS440x

Kuva 18: Parametrit EDS-valikkoalueella (Bender, 2024)

7.2.3 Virhevalvonta

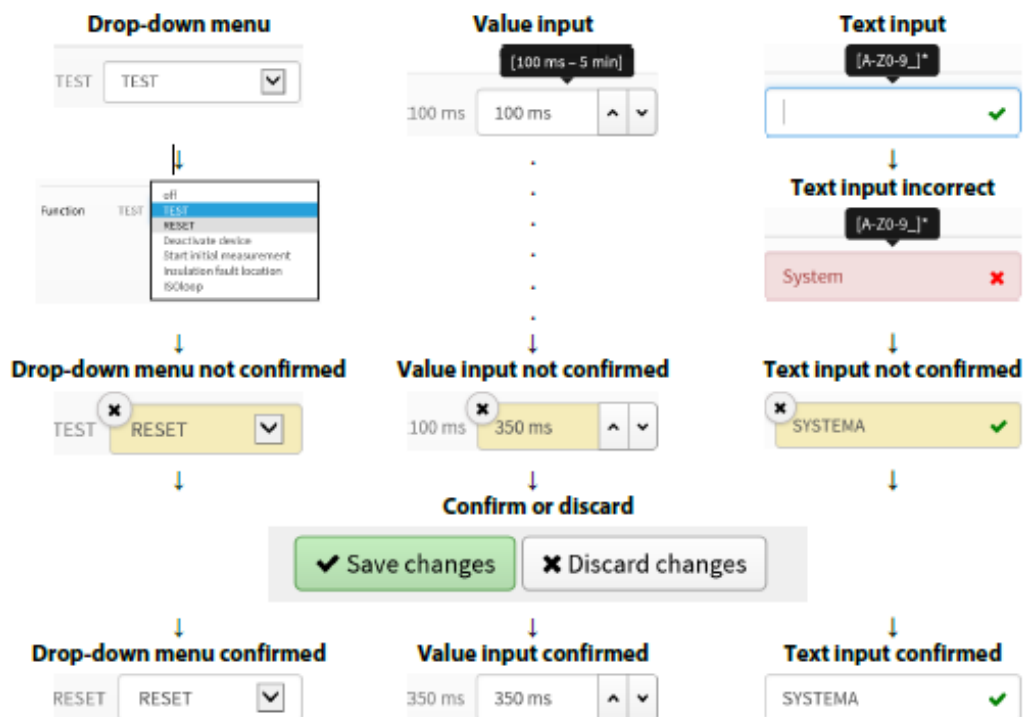
Joissakin tapauksissa järjestelmä odottaa, että syöttökenttään syötetään tiettyjä merkkejä. Järjestelmä voi odottaa syötettävän esimerkiksi vain isoja kirjaimia tai vain numeroita. Mikäli tällaisessa tapauksessa syöttökenttään syötetään virheellisiä merkkejä, esimerkiksi pienten kirjaimien sijasta isoja kirjaimia, värityy kyseinen syöttökenttä punaiseksi.

7.2.4 Parametrit Modbus -rekistereillä

Jokaiselle parametrille on määritetty Modbus -rekisteri, joka voidaan osoittaa avoimien Modbus TCP- tai Modbus RTU- liitäntöjen kautta. Nämä rekisterit ja niiden parametrit voidaan näyttää aktivoimalla asetus -valikon kautta TOOLS > Parameter addresses. Kun näyttö on aktivoitu, niin kaikki parametrit näytetään niitä vastaavien Modbus-rekisterien kanssa.

7.2.5 Parametrien muuttaminen verkkoselaimessa

Muutettujen arvojen syöttökentät korostetaan keltaisella. Muutoksia voidaan tehdä pudotusvalikon, arvojen syötön tai tekstisyötön avulla. Alla olevassa kuvassa 19 esimerkit eri tavoista.



Kuva 19: Parametrien muuttaminen verkkoselaimessa (Bender, 2024)

Kun arvoja muutetaan iso685 -laitteen valikossa, ne eivät automaattisesti päivity jo avoinna olevalle selainsivulle verkkopalvelimessa. Fyysisen laitteen valikossa muutetut arvot näkyvät verkkoselaimen valikossa keltaisella korostetuna, mutta edelleen vanhana arvona. Kyseisessä tilanteessa on kaksi

vaihtoehtoa: Mikäli halutaan vahvistaa fyysisessä laitteessa muutetut arvot ja saada ne näkyviin verkkoselaimessa, niin painetaan näytön alareunassa olevaa Tallenna (Save changes) -painiketta. Mikäli ei haluta vahvistaa fyysisessä laitteessa muutettuja arvoja ja halutaan pitää aiemmin asetetut arvot, niin painetaan näytön alareunassa olevaa Hylkää muutokset (Discard changes) -painiketta.

7.2.6 Kirjoitusoikeus parametrien muutoksiin

Kirjoitusoikeus verkkopalvelimelta iso685-laitteeseen voidaan estää. Kirjoitusoikeus voidaan estää laitteen valikossa tai suoraan verkkopalvelimen valikossa. Mikäli kirjoitusoikeus halutaan sallia uudelleen, voidaan se tehdä ainoastaan fyysisen laitteen valikossa. Laitteen tehdasasetuksena kirjoitusoikeus verkkopalvelimelta on estetty.

8 YHTEENVETO

Opinnäytetyössä pääsin tutustumaan laajalti eristystason valvontaan kellovassa IT-verkossa sekä Benderin laitteisiin. Sain olla suunnittelemassa eristystason valvonta- ja hälytysjärjestelmää esimerkkiprojektiin.

Yhtenä lisätavoitteena toimeksiantajalle käyttöönoton ja suunnittelun avuksi tuotettava erillinen liite ei valmistunut kokonaan ennen opinnäytetyön valmistumista. Liitteen muokkaaminen sekä täydentäminen jatkuu ja se valmistunee vuoden 2025 aikana.

Työn aihe oli mielenkiintoinen, mutta työssä oli myös paljon haasteita ja kokonaan uuden opettelemista ja oppimista. Työ oli pitkälti teoriapainotteista, mutta pääsin tekemään myös käytännön suunnittelua. Opin paljon eristystason valvonnasta sekä yleisesti laivojen sähköjärjestelmistä.

LÄHTEET

Bender. (2024). ISOMETER® iso685(W)-D/-S. Manual. Haettu 1.4.2024 osoitteesta <https://www.bender.de/en/products/insulation-monitoring/isometer-iso685/>

Bender. (2021). ISOSCAN® EDS440/441. Manual. Haettu 1.4.2024 osoitteesta <https://www.bender.de/en/products/insulation-fault-location/isoscan-eds440/>

Bender. (2021). LINETRAXX® CTAC series. Manual. Haettu 20.4.2024 osoitteesta: <https://www.bender.de/en/products/current-transformers/linetraxx-ctac-series/>

Enkom-active. (2024). Eristystason valvontareleet | Uusiutuva energia | Enkom Active (enkom-active.fi)

Enkom-active. (2025). [Eristysvian etsintälaitteet | Bender | Kaikki tuotteet | Enkom Active](#) (enkom-active.fi)

Promeco. (n.d.) Haettu 5.11.2024 osoitteesta <https://promeco.fi/fi/>

Finda (n.d). Haettu 9.3.2025 osoitteesta <https://finda.fi/yrityksen-esittely/>