

Tommi Laurila

UPS-LAITTEISTON UUSIMINEN TURVALAITETILASSA

Ylivieska-Kokkola-rataosuus

UPS-LAITTEISTON UUSIMINEN TURVALAITETILASSA

Ylivieska-Kokkola-rataosuus

Tommi Laurila
Opinnäytetyö
Syksy 2022
Sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinto-
ohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma, Sähkötekniikka

Tekijä: Tommi Laurila

Opinnäytetyön nimi: UPS-laitteen uusiminen turvalaitetilassa

Opinnäytetyön englanninkielinen nimi: Renewal of UPS system in signalling system housing

Työn ohjaaja(t): Esa Silomaa

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2023

Sivumäärä: 39 + 5 liitettä

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli suunnitella ja toteuttaa UPS-laitteen ja akuston vaihto Yli-vieska-Kokkola-rataosuudelle. Projekti sisälsi kokonaisuudessaan laitteiston uusimisen viiteen eri kohteeseen, ja tässä opinnäytetyössä käsitellään yhtä näistä kohteista. Tehtävään kuului myös suunnitella kytkentämuutokset ryhmäkeskuksiin, jossa asennettiin vaihtokytkimen tilalle kytkinvarokkeella toteutettu huolto-ohituskytkin. Akustoon suunniteltiin samalla jännitteenjako-kytkentä, jolla akusto jaettiin alle <120 V piireihin. Opinnäytetyön toimeksiantajana on NRC Group Finland Oy.

Turvalaitetilaan piti ensimmäisenä suunnitella kytkentämuutos huolto-ohituskytkennälle, joka mahdollistaa turvalaitteiden virransyötön siirron katkottomasti UPS-laitteelta verkkosähkölle. Tämän lisäksi kohteeseen suunniteltiin piiri- ja kytkentäkaaviot akustolle sekä näiden huoltokytkimille. Projektin tavoitteena oli samalla varmistaa, että uusi laitteisto täyttää Väyläviraston asettamat vaatimukset.

Työn tuloksena UPS-laitteisto päivitettiin ABB:n toimittamaan järjestelmään Väyläviraston vaatimusten mukaisesti modulaariseksi ja redundanttiseksi, ja akuston vaihdolla varmistettiin, että laite-tilan varavoima kestää Väyläviraston vaatiman kuuden tunnin ajan. Samalla saatiin parannettua merkittävästi kohteen toiminta- ja huoltovarmuutta sekä työturvallisuutta. Työ toteutettiin syksyllä 2022.

Asiasanat: Sähkörata, asetinlaite, turvalaite, UPS, virransyöttö, akusto

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Degree Programme in Electrical and Automation Engineering, Electrical Engineering

Author: Tommi Laurila
Title of thesis: Renewal of UPS system in signalling system housing
Supervisor(s): Esa Silomaa
Term and year when the thesis was submitted: Spring 2023
Number of pages: 39 + 5 appendices

The purpose of this project was to update a new ABB UPS system for a signalling system housing, which is located in a railway line between the cities of Ylivieska-Kokkola. The whole project included five different locations, and this thesis is focused on one of those locations. Updating the UPS system also required some modifications to the main switchboard, which allows the user to disconnect the UPS from the critical loads without producing any sorts of interruptions to the signalling systems. The work was done for NRC Group Finland Oy, and the client was the Finnish Transport Infrastructure Agency.

The aim of this work was to make sure that the new UPS system is in line with the regulations and obligations made by the Finnish Transport Infrastructure Agency, which includes the requirement of reserve power for six hours from the batteries. It is also a requirement, that the new UPS system is redundant and modular.

This project was done during autumn of 2022. During the project the UPS system along with the batteries was updated, with the modifications to the main switchboard. The wiring diagrams were also updated, which shows the function of the circuits. The purpose of the diagrams is to show the electricians how the battery circuit is coupled so that the maintenance work in the location is safer.

Keywords: Electrified railway line, interlock, signaling system, UPS, power supply, battery

ALKULAUSE

Haluan kiittää työnantajaani NRC Group Finland Oy:tä mahdollisuudesta toteuttaa opinnäytetyö kiinnostavasta aiheesta. Haluan kiittää myös esimiestäni Antti Huitulaa sekä projektipäällikkö Pekka Riikosta saamastani tuesta opinnäytetyöhön ja opiskeluun liittyen.

Opinnäytetyöni ohjaamisesta kiitän lehtori Esa Silomaata ja tekstinohjauksesta kielikeskuksen lehtoria Arja Maunumäkeä. Lisäksi kiitos kuuluu myös kaikille opettajille Oulun ammattikorkeakoulussa, jotka omalla työllään ovat pitäneet huolen siitä, että olen päässyt tähän pisteeseen opinnoissani.

Lopuksi haluan kiittää avopuolisoani henkisestä tuesta, jota olen saanut opintojen aikana kiireisestä lapsiarjesta huolimatta.

Oulussa 22.01.2023

Tommi Laurila

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	9
2	YLIVIESKA-KOKKOLA-RATAOSUUS.....	10
2.1	Opinnäytetyön kohde	11
2.2	UPS-laitteen ohituskytkentä	12
3	VÄYLÄVIRASTON ERIKOISMÄÄRÄYKSET	18
4	UPS-TOPOLOGIAT	20
4.1	Stand-by UPS.....	21
4.2	Line-interactive UPS.....	22
4.3	Double conversion UPS	24
5	MITOITUSPERUSTEET	27
6	UPS-JÄRJESTELMIEN VERTAILU.....	28
6.1	UPS-laitteet	28
6.2	Akustot	31
6.3	Jännitteenjako	36
7	YHTEENVETO	39
	LÄHTEET.....	40

SANASTO

Asetinlaite	Asetinlaite on järjestelmä, jota käytetään junaliikenteessä junakulku- teiden varmistamiseen. Asetinlaite varmistaa kulkutie-ehtojen täytty- misen ja toteuttaa toimenpiteillään kulkutien varmistamisen.
Laitetila	Laitetila sisältää turvalaitteita, jotka vastaavat matkustaja- ja junatur- vallisuudesta. Turvalaitteita ovat asetinlaitteisiin, suojustusjärjestel- miin, varoituslaitoksiin sekä junien kulunvalvonta-, kauko-ohjaus- ja laskumäkijärjestelmiin liittyvät laitteet. Laitetilasta käytetään myös ni- mitystä turvalaitekoju.
Liikennepaikka	Liikennepaikka on liikenteenohjausta ja matkustaja- ja/tai tavaralii- kennettä varten rajattu alue, jonka radanpitäjä on määritellyt liiken- nepaikaksi. Liikennepaikka voi sisältää eri käyttötarkoituksiin varat- tuja raiteita ja on osittain tai kokonaan liikenteenohjauksen piirissä.
Modulaarisuus	Modulaarisuus tarkoittaa laiteratkaisua, jonka sisällä on samantehoi- sia yksiköitä. Yksiköt muodostavat laitteen kokonaistehon, ja yksi- köitä voidaan lisätä järjestelmään tarpeiden mukaan. Moduulit muo- dostavat yhdessä laitteen kokonaistehon.
Redundanttisuus	UPS-järjestelmissä toteutus, jossa rinnakkaisia yksiköitä on enem- män kuin käyttö tai kuormitus edellyttää. Yhden yksikön vioittuminen ei häiritse järjestelmää ja kuorma pysyy varmistettuna.
Raiteenvaihtopaikka	Kaksi- tai useampiraiteisen rataosuuden liikennepaikka, jossa vaih- teiden avulla junat voidaan ohjata rinnakkaiselta raiteelta toiselle rin- nakkaiselle raiteelle. Raiteenvaihtopaikoilla ei ole asemarakennusta, vaan siellä on pelkästään laitetila. Ovat olemassa ainoastaan liiken- teenhoitoa varten.

Redundanttisuus	UPS-järjestelmissä toteutus, jossa rinnakkaisia yksiköitä on enemmän kuin käyttö tai kuormitus edellyttää. Yhden yksikön vioittuminen ei häiritse järjestelmää ja kuorma pysyy varmistettuna.
UPS-laite	UPS-järjestelmän laitekokonaisuus, joka mahdollistaa UPS-verkon jatkuvan sähkön saannin. UPS-laitteiston pääosat ovat akusto, tasa-suuntaaja, vaihtosuuntaaja sekä staattinen ohituskytkin ja huolto-ohituskytkin.
Suojastusjärjestelmä	Suojastusjärjestelmällä tarkoitetaan rautateiden turvalaitetekniikan osa-aluetta, jossa teknisten laitteistojen avulla valvotaan ja ohjataan liikennepaikkojen välisellä osuudella liikkuvien yksiköiden kulkua. Suojastusjärjestelmän antamia opasteita seuraamalla yksiköt välttävät peräänajot ja yhteentörmäykset. Lisäksi suojastusjärjestelmä mahdollistaa liikennepaikkojen välillä paremman välityskyvyn, eli junat voivat liikennöidä rataosalla tiheämmin.

1 JOHDANTO

Tämä opinnäytetyö tehdään osana projektia, jossa uusitaan viiden turvalaitetilan UPS-laite akustoineen Ylivieska-Kokkola-rataosuudelle. Projektiin kuuluu kahden asetinlaitteen sekä kolmen turvalaittekojun muutostyöt.

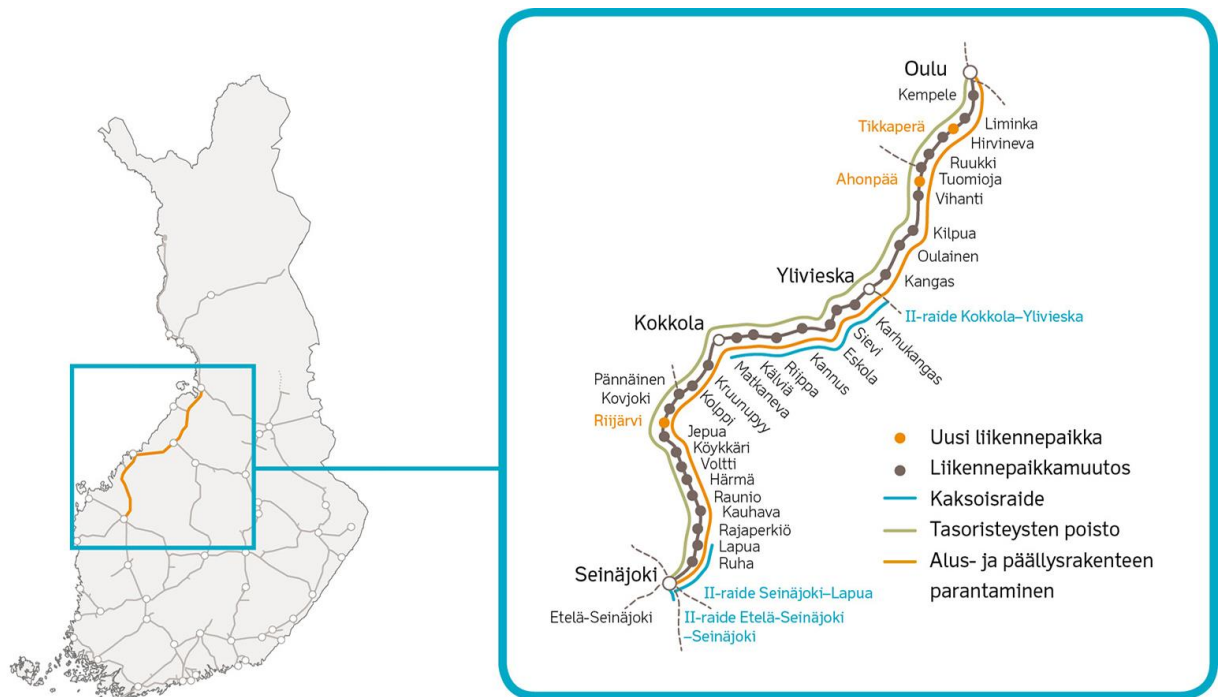
Asetinlaitteet ja turvalaitetilat ovat tärkeä osa rautatieliikenteen sujuvuutta ja turvallisuutta. Asetinlaitteet ja turvalaitetilat pitävät sisällään kriittisiä komponentteja, joilla turvataan junien kulkutiet liikennepaikoilla ja linjaosuuksilla. Tästä syystä asetinlaitteen katkeamaton virransyöttö on erittäin tärkeä osa turvallisen ja tuottavan junaliikenteen kannalta. Asetinlaitteen sammuminen aiheuttaa junaliikenteen pysähtymisen kokonaan. Tästä syystä myös varavoiman mitoitukseen on kiinnitettävä erityistä huomiota.

Työn tavoitteena on esitellä turvalaitetilan merkitystä junaliikenteelle ja tutustua uuteen UPS-järjestelmään. Työn kohteeksi valittiin laitetilä rataosuudelta, jossa virransyöttö saneerattiin. Työssä tutustutaan erilaisiin UPS-järjestelmiin ja varmistetaan laitteen sopivuus perehtymällä Väyläviraston turvalaitteiden virransyöttöä koskeviin erikoisohjeisiin.

Urakan kohteissa pääurakoitsijana toimii NRC Group Finland Oy, jolle opinnäytetyö tehdään. NRC Group on Pohjoismaiden johtava raideinfra-alan toimija, joka työllistää noin 2000 ammattilaista Suomessa, Ruotsissa sekä Norjassa. Konsernin liikevaihto on noin 586 MEUR. NRC Group Finland toimii kunnossapitäjänä rataosalla, jossa urakan kohteet sijaitsevat.

2 YLIVIESKA-KOKKOLA-RATAOSUUS

Ylivieska-Kokkola-rataosuus on osa Pohjanmaan rataa. Pohjanmaan rata on 335 kilometriä pitkä rataosuus Seinäjoelta Ouluun, ja se on yksi Suomen tiheimmin liikennöidyistä rataosista (kuva 1). Vuonna 2021 Seinäjoen ja Kokkolan välillä tehtiin noin 1,2 miljoonaa henkilöliikenteen matkaa. Kokkolan ja Ylivieskan välillä matkoja tehtiin noin miljoona ja myös Ylivieskan ja Oulun välillä puolestaan noin miljoona. Vuonna 2021 tavaraliikenteen kuljetusvirta välin vilkkaimmalla osuudella oli jopa 6900 nettotonnia. Seinäjoki-Oulu välillä käynnistettiin vuonna 2007 ratahanke, joka oli valmistuessaan Suomen suurin infra-alan hanke. Ratahankkeen budjetti oli 880 M€. Kyseisessä hankkeessa perusparannettiin raidetta 335 kilometriä, joista 105 kilometriä oli uutta kaksoisraideosuutta. Kaksoisraide rakennettiin välille Etelä-Seinäjoki-Lapua sekä Kokkola-Ylivieska. Lisäksi radan turvalaite- ja sähköratajärjestelmää uudistettiin. Hanke valmistui kokonaisuudessaan vuonna 2017. (1.)



KUVA 1. SKOL-hankekartta (1).

2.1 Opinnäytetyön kohde

Kaksoisraide Ylivieskan ja Kokkolan välillä otettiin raideliikenteen käyttöön vaiheittain. Ensimmäisenä valmistui kaksoisraide Kokkolasta Matkanevalle sekä Kälviältä Riippaan vuonna 2014. Yksi tämän urakan kohteista on laitetila, joka sijaitsee Ylivieska-Kokkola-rataosuudella, joka on myös tämän opinnäytetyön aiheena. Laitetila (kuva 2), sisältää raideliikenteen ohjaus- ja turvalaitteiden lisäksi myös tavanomaista talotekniikkaa. Lisäksi laitetilassa on Schneiderin toimittama UPS-laite akustoineen, joka toimii virransyöttönä ja varavoimana.



KUVA 2. Turvalaitetila

2.2 UPS-laitteen ohituskytkentä

UPS-laitteistojen ohitukset voidaan toteuttaa kahdella toisistaan poikkeavalla tavalla: staattinen ohitus ja huolto-ohitus. Staattinen ohituskytkin on yleensä laitteen sisälle rakennettu toiminto, jonka avulla pyritään UPS-laitteen vikatilanteessa siirtämään kriittisen kuorman syöttö automaattisesti ja katkotta varasyötölle. Huolto-ohitus tarkoittaa ohitusta, jolla UPS-laitteisto voidaan sisäisesti ohittaa laitteen huollon tai vaihdon ajaksi. Huolto-ohituksen merkittävin etu on se, että laitteisto saadaan erotettua syöttöverkosta katkaisematta kriittisen kuorman syöttöä junaliikenteen turvalaitteille. (2, s.14–24.)

Laitetilassa tehtiin ryhmäkeskukseen muutos, jolla UPS-laitteen huollettavuutta parannettiin. Ennen muutostöitä ryhmäkeskuksella käytettiin ns. vaihtokytkintä. Vaihtokytkin on 3-vaiheinen kytkin, jolla voidaan siirtää kuorman syöttö UPS-laitteelta verkkosyötölle (kuva 4). Kuvassa 5 on kyseinen kytkin kuvattuna keskuksen sisältä. Vaihtokytkintä kutsutaan myös juontokytkimeksi. Ongelmaksi muodostuu tällaisessa ratkaisussa se, että juontokytkimessä on 0-asento, joka syötön siirrossa katkaisee sähkönsyötön kuormille kokonaan. Tällaisessa tilanteessa muodostuu merkittäviä häiriöitä kuormille ja sitä kautta junaliikenteelle.

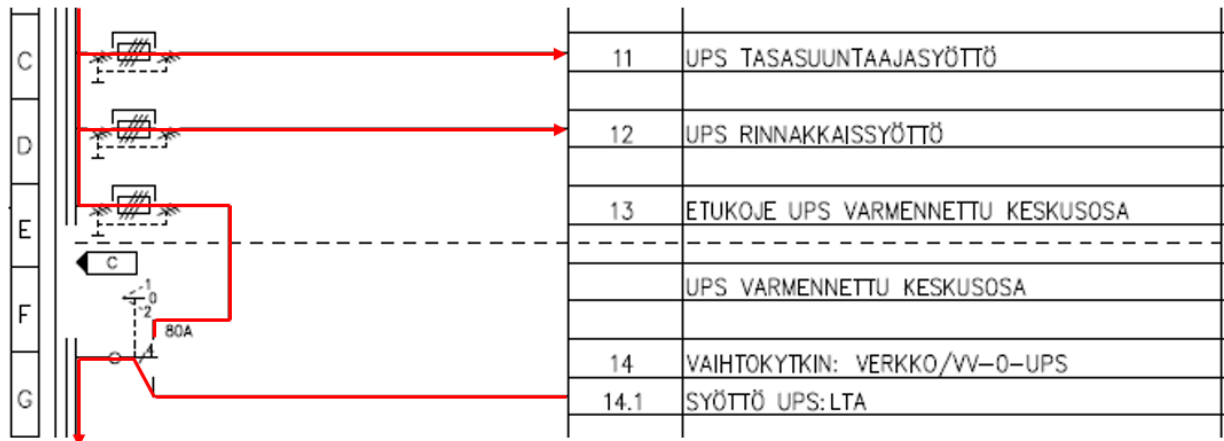


KUVA 4. Juontokytin Q14 ryhmäkeskuksessa



KUVA 5. Juontokytkin Q14 asetettuna 0-asentoon kuvattuna keskuksen sisältä

Jotta katkeamaton virransyöttö turvalaitteille voitaisiin UPS-laitteen vaihdon ja huollon aikana varmistaa, oli välttämätöntä suunnitella ryhmäkeskukseen virransyöttömuutos. Ennen kytkentämuutosta verkkosähkö syötettiin kytkimen Q14 ”verkko”-liittimiin sekä UPS-laitteelle. UPS-laitteiston erottamiseksi juontokytkin piti kääntää 0-asennon kautta verkolle, jolloin turvalaitteiden syöttö olisi katkennut, koska juontokytkimen 0-asento katkaisee syötön kuormilta kokonaan (kuva 6).

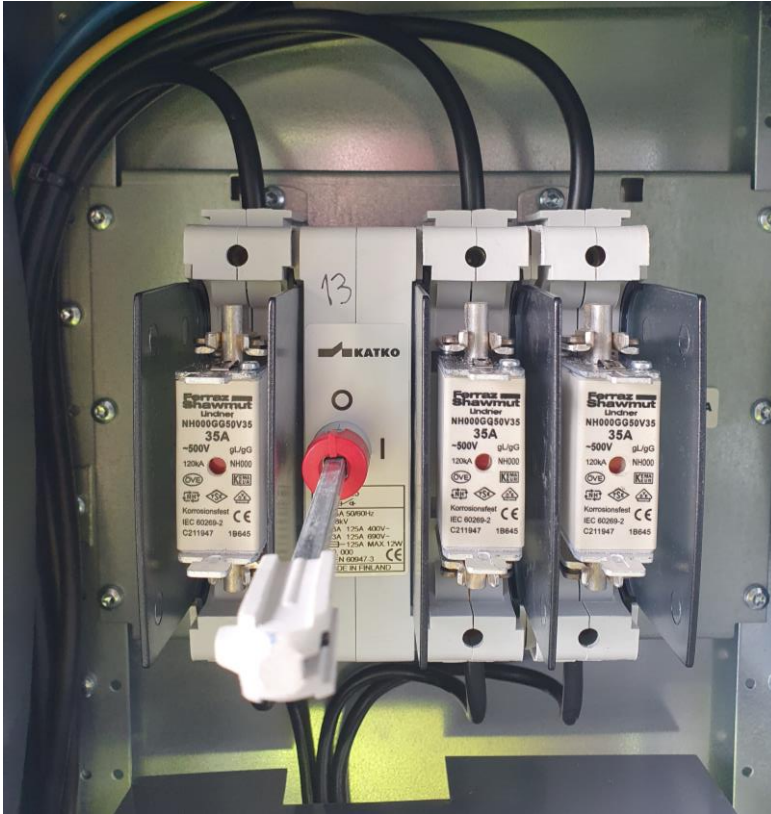


KUVA 6. Kuormien syöttö perustilassa ennen kytkentämuutosta

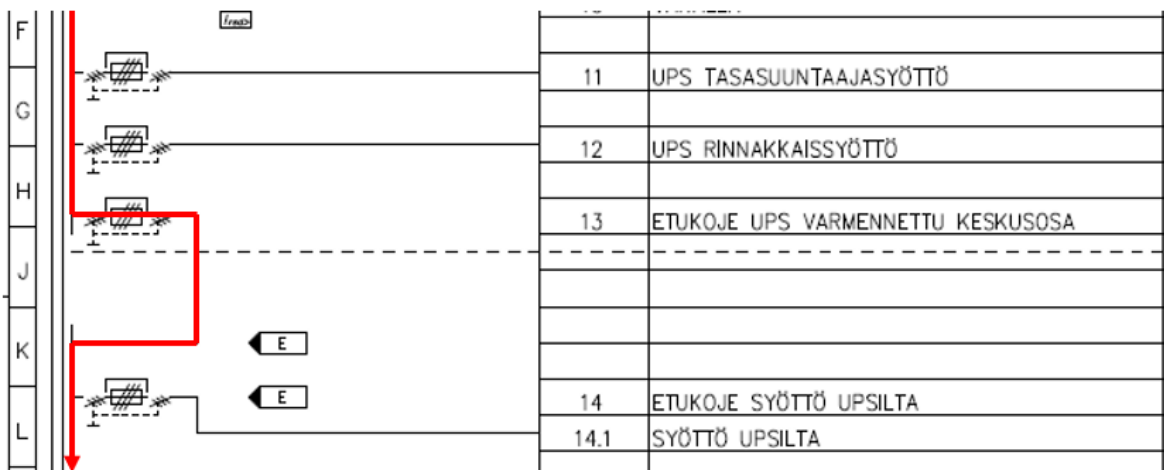
Käytännössä muutos toteutettiin siten, että juontokytkin Q14 poistettiin ja tilalle vaihdettiin KATKO Oy:n valmistama kytkinvaroke (kuva 7). Tämän lisäksi etukojeelta Q13 "ETUKOJE UPS VARMENNETTU KESKUSOSA" tuleva syöttökaapeli käännettiin suoraan kuormille. Tämän toteutuksen myötä voidaan turvalaitteiden syöttö kääntää katkottomasti verkolle seuraavan toimenpiteen mukaisesti:

- asetetaan UPS-laitteisto huolto-ohitukselle laitevalmistajan ohjeen mukaan
- käännetään etukoje Q13 "ETUKOJE UPS VARMENNETTU KESKUSOSA" ON-asentoon
- avataan kytkin Q14 "SYÖTTÖ UPSILTA"
- avataan kytkimet Q11 ja Q12 eli UPS-laitetta syöttävät kytkimet.

Kuormaa syötetään nyt verkon avulla, ja UPS voidaan irrottaa järjestelmästä huollon tai vaihdon ajaksi (kuva 8).



KUVA 7. KATKO KVKE 3125-kytkinvaroke kuvattuna keskuksen sisältä



KUVA 8. Kuormien syöttö huolto-ohituksella

Huolto-ohitukselle siirtyessä on kiinnitettävä erityistä huomiota kytkentäjärjestykseen. Jos huolto-ohituskytkentä suoritetaan ennen UPS-laitteen sammuttamista, saattaa syntyä tilanne, jossa UPS-laitteen vaihtosuuntaaja ja sähköjakeluyhtiön sähköverkko ovat rinnakkain. Mikäli vaihtosuuntaajan jännite on korkeammassa potentiaalissa kuin sähköverkko, se pyrkii syöttämään sähköverkkoa. Tämä vastaa oikosulkua laitteen lähdössä. Mikäli sähköjakeluyhtiön verkko on korkeammassa potentiaalissa kuin UPS-laitteen vaihtosuuntaaja, syöttää sähköjakeluyhtiön verkko sähköä DC-piireihin ja akustoon vaihtosuuntaajan kautta. DC-piiriin tällöin syntyy ylijännite, jolloin ohjauslogiikka pysäyttää UPS-laitteen. (2, s. 24.)

3 VÄYLÄVIRASTON ERIKOISMÄÄRÄYKSET

Väylävirasto on muodostanut vuonna 2016 turvalaitteiden virransyöttöasennuksia sekä UPS-järjestelmien mitoituksia koskevia ohjeistuksia ja erikoismääräyksiä. Standardin SFS 6000-1 kohdassa 11.3 on todettu, että kyseinen standardi ei koske sähköratalaitteistoja, mukaan luettuna liikkuva kalusto ja merkinantolaitteet. Tämän perusteella turvalaiteasennuksissa SFS 6000-standardisarjaa ei tarvitse kaikilta osin ehdottomasti noudattaa. Merkinantolaitteet tarkoittavat tässä yhteydessä turvalaitteita, koska standardin englanninkielisessä versiossa käytetään sanaa ”signalling systems”, jonka oikea käännös on ”rautateiden turvalaitteet”. Kyseessä on EU-kielenkäytössä vakiintunut termi. (3, s. 1.)

Väyläviraston ohjeet LIVI/6682/06.04.01/2016 ja LIVI/6683/06.04.01/2016 on tehty vuonna 2016, ja kohde on valmistunut vuonna 2014. Tästä syystä tämän laittilan sähköistä toteutusta ei saisi enää toteuttaa sellaisena kuin se nyt on.

Väyläviraston ohjeessa 6683 mainitaan kappaleessa 3.1, että UPS-laitteen syöttämät lähdöt tulisi toteuttaa säteittäisenä eikä ketjuttamalla kuten turvalaitetilassa on tehty. Lisäksi UPS-laitteen ja kuorman välissä tulisi olla mahdollisimman vähän suojalaitteita kuten katkaisijoita, sulakkeita ja johdonsuojakatkaisijoita. Säteittäisen verkon etuna on se, että jakeluverkon suojaus voidaan rakentaa selektiiviseksi. Lisäksi säteittäinen toteutus vikatilanteessa rajoittaa vian vaikutusalueen pienemmälle alueelle, jolloin junaliikennehaitta ei olisi niin laaja. Tämä voi myös mahdollistaa pienemmän UPS-laitteen valinnan, koska pienempi suoja tarvitsee toimiakseen pienemmän oikosulkuvirran. UPS-laitteen kuormien suojalaitteena sallitaan käytettävän kompaktikatkaisijoita, mutta ei kuitenkaan useaa sarjaan kytkettyä, koska sarjaan kytketyissä kompaktikatkaisijoissa ongelma on se, että katkaisijoiden laukaisuviiveet kertaantuvat. (3, s. 7.)

Väylävirasto myös edellyttää, että turvalaitejärjestelmien tärkeyden sekä käytettävyyden vuoksi UPS-laitteistot tulisi rakentaa redundanttisiksi, eli UPS-laite koostuisi esimerkiksi kahdesta rinnakkäyvästä moduulista, jolloin vika- tai huoltotilanteen sattuessa toinen moduuli korvaisi väliaikaisesti vaihdettavan moduulin katkaisematta syöttöä kriittisille kuormille. Kohteessa on tällä hetkellä UPS-laitteena Schneiderin toimittama MGE Galaxy 5500, joka ei ole modulaarinen ratkaisu. UPS-järjes-

telmä on akustoineen tässä kohteessa tullut elinkaarensa päähän, jonka takia UPS-laitteisto akustoineen vaihdetaan uusiin. Huolto- ja käyttövarmuuden lisäämiseksi uusi UPS-laitteisto tulee olemaan redundanttinen ja modulaarinen järjestelmä.

4 UPS-TOPOLOGIAT

UPS-laitteen tehtävänä on varmistaa häiriötön ja katkoton sähkönsyöttö kriittisille laitteille ja järjestelmille, joiden toiminta saattaa häiriintyä huonolaatuisen verkkojännitteen tai verkon katkeamisen vuoksi. Katkeamatonta sähkönsyötön järjestelmää kutsutaan englanniksi nimellä "Uninterruptable power supply" eli UPS. Järjestelmiä, joiden suojaamiseksi UPS-laitteet soveltuvat, ovat esimerkiksi:

- tietokoneet
- automaatiojärjestelmät
- hälytys- ja turvajärjestelmät
- sairaaloiden kriittiset järjestelmät
- teollisuuden prosessit
- rautatieliikenteen turvalaitteet.

Herkät elektroniset laitteet edellyttävät suojausta sähköverkkojen häiriöiltä. Esimerkiksi ukkonen, sähkölaitosten käyttöhäiriöt, suurtaajuiset häiriöt sekä moottorit voivat aiheuttaa häiriöitä. Häiriölähteet voivat aiheuttaa monenlaisia ongelmia, joita ovat:

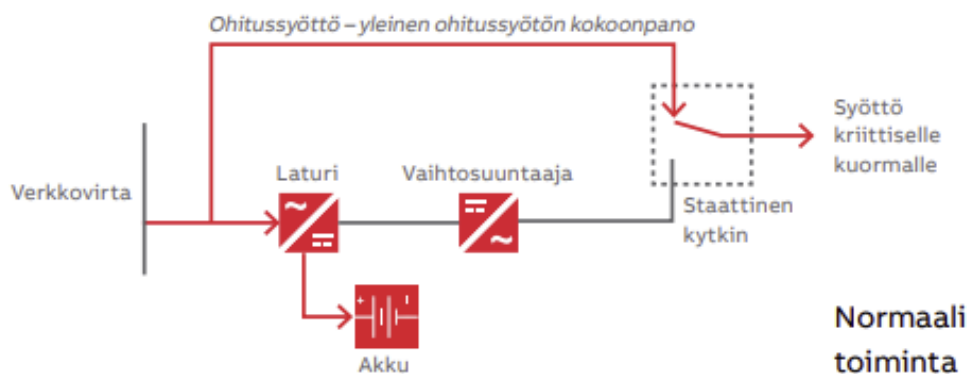
- kytkentä- ja vikatilanteiden aiheuttamat jännitepiikit
- verkkokatkos
- yli- ja alijännitteet
- taajuusvaihtelut sekä häiriöjännitteet.

ST-kortissa 52.35.01 on esitetty kolme UPS-järjestelmien päätyyppiä. Näitä kutsutaan myös topologioiksi. Niiden määritelmät pohjautuvat standardiin SFS-EN 62040-3.

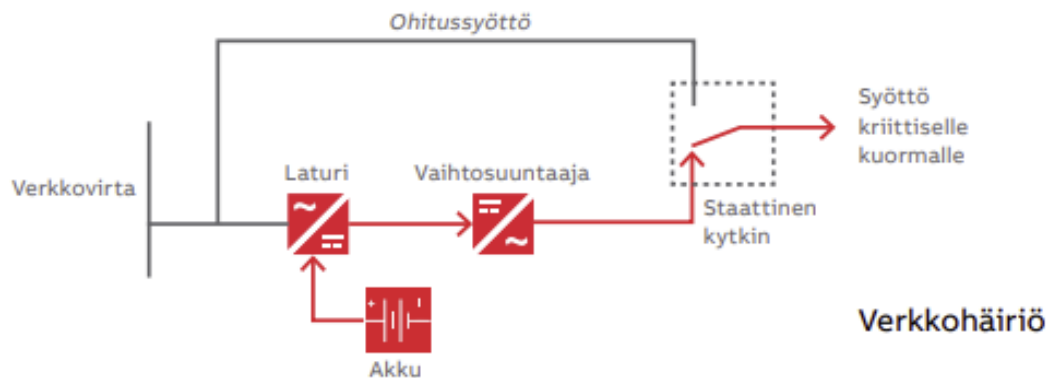
4.1 Stand-by UPS

Stand-by UPS (Off-line UPS) soveltuu työasemien, kassapääätteiden sekä muiden pienten, alle kVA:n kuormien, syöttöön. Verkkosyöttötilanteessa jännite syötetään pääjohdosta suodattimen kautta kuormille (kuva 10). Jännitekatkojen ja suurien jännitevaihteluiden aikana teho siirretään vaihtosuuntaajaan. (kuva 11). Laturi ylläpitää akuston varausjännitettä vikatilanteita varten. Vaihtosuuntaaja toimii siis vain vika- ja häiriötilanteissa, jolloin sähkö syötetään kuormille akuston kautta.

Off-line-tekniikan etuna on kevyt ja edullinen rakenne sekä hyvä hyötysuhde. Selkeä puute Off-line-tekniikassa on heikko verkkojännitteen suodatus ja korjaus. (2, s. 7.)



KUVA 10. Off-line UPS normaalitilanteessa (6, s.7).

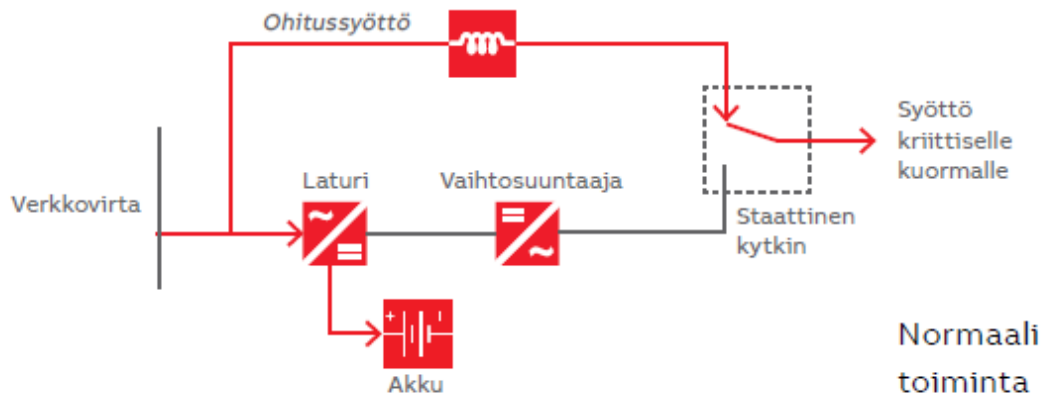


KUVA 11. Off-line UPS verkkohäiriön aikana (6, s.7).

Sähköverkon vikatilanteessa kuormaa syötetään akustolta vaihtosuuntaajalle. Vaihtosuuntaaja muuttaa akkuihin varatun tasavirran vaihtovirraksi. Vaihtosuuntaajan kytkeytyminen tapahtuu n. 2–10 ms:n viiveellä. Tästä syystä Off-line-tekniikka ei sovellu turvalaitteiden syöttöön.

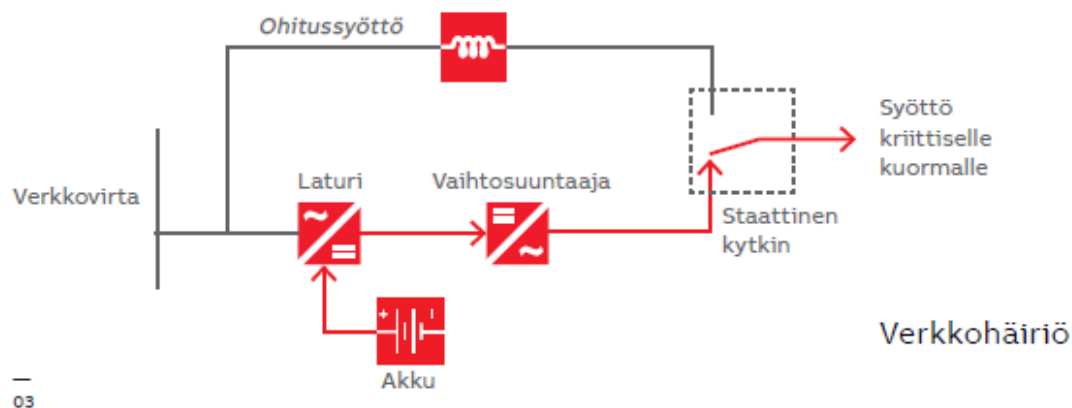
4.2 Line-interactive UPS

Line-interaktiivinen UPS on toimintaperiaatteeltaan hyvin samankaltainen kuin aiemmin käsitelty Off-line UPS eli stand-by UPS. Käyttöympäristönä on useimmiten ns. toimisto-olosuhteet, joissa pääasialliset ongelmat ovat jännitekatkokset. Merkittävin ero stand-by UPS-laitteen ja Line-interaktiivisen ratkaisun välillä on ohitusverkkoon lisätty syöttökuristin, joka vaihtosuuntaajan kanssa korjaa sähköverkon häiriöitä. Taajuuskorjausta ei line-interaktiivisessa järjestelmässä ole, joten sitä ei suositella generaattorikäyttöihin. Normaalitylanteessa verkkosähkö suodatetaan, ja laturi lataa akustoa (kuva 12). (4, s. 22.)



KUVA 12. Line-interaktiivinen UPS perustilassa 6, s.3).

Mikäli syöttävän verkon jännite katkeaa, kuormaa syötetään akuston ja vaihtosuuntaajan kautta kuormille (kuva 13). Syötön vaihtuessa vaihtosuuntaajalle lähtöjännitteessä näkyy alle 4 ms:n katkosaika. Vaikka syötön siirto onkin lyhyt, tämä ei siltikään takaa varmistettua syöttöä turvalaitteille. Tästä syystä Line-interaktiivinen topologia ei sovellu rautatiekäyttöön (5, s.11).



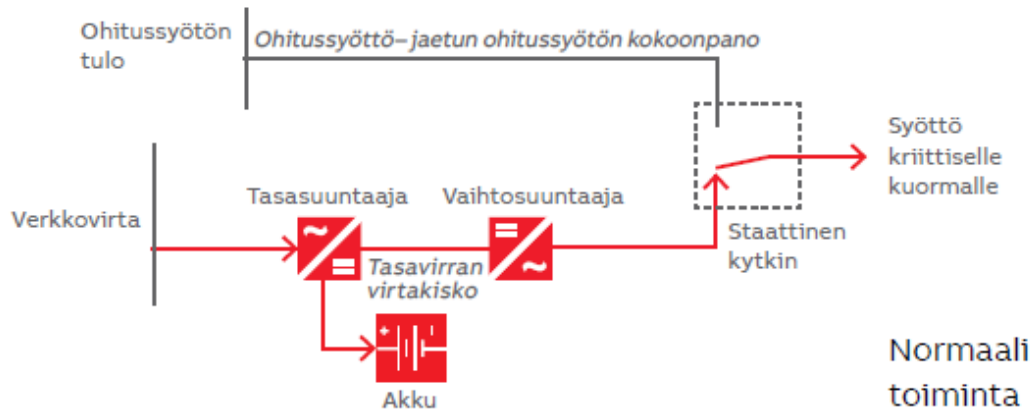
KUVA 13. Line-interaktiivinen UPS häiriötilanteessa (6, s.3)

4.3 Double conversion UPS

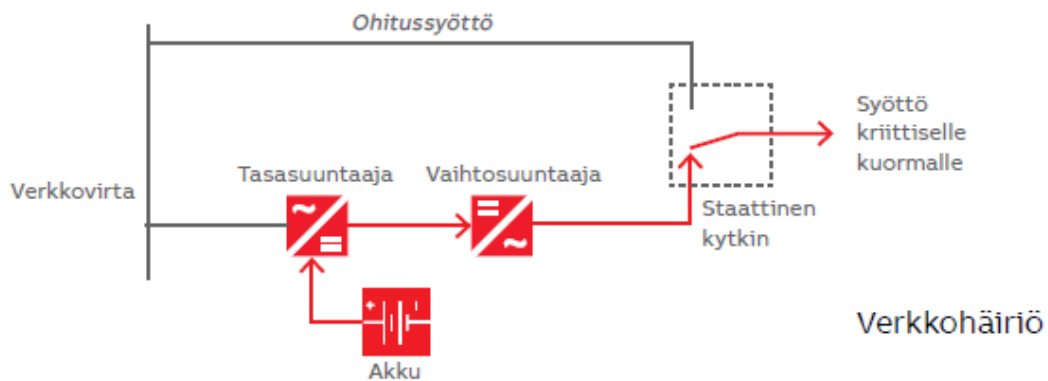
Double conversion UPS eli kaksoismuunnos UPS on nykyisin eniten käytetty tekniikka UPS-ratkaisuissa. Kaksoismuunnostekniikan UPS-laitteessa sähköverkon teho kuormille ensin tasasuunnataan ja sitten vaihtosuunnataan. Tästä tulee nimitys kaksoismuunnos. Kaksoismuunnos-UPS-laitteessa akkulaturi on korvattu tasasuuntaajalla. Kaksoismuunnos-UPS on aiempiin sovelluksiin verrattuna luotettavin vaihtoehto kriittiselle sähkösyötölle.

Kaksoismuunnos-UPS-laitteen etuna on lähtöjännitteen riippumattomuus syöttävän verkon jännite- ja taajuusvaihteluista. Stand-by- ja Line-interactive UPS-laitteissa taajuuden korjausta ei ole.

Kuten kuvasta 14 nähdään, kuorma saa syöttönsä aina vaihtosuuntaajalta. Näin suojataan kuormaa verkon häiriöiltä tasa- ja vaihtosuuntauksen toimiessa häiriönkorjaajana kuorman ja sähköverkon välillä, toisin kuin aiemmin esitellyissä tekniikoissa. Mikäli syöttävä verkko katkeaa (kuva 15), staattisen kytkimen ei tarvitse vaihtaa asentoa. Tästä syystä verkon syöttö on katkeamaton verkkokatkon aikana.

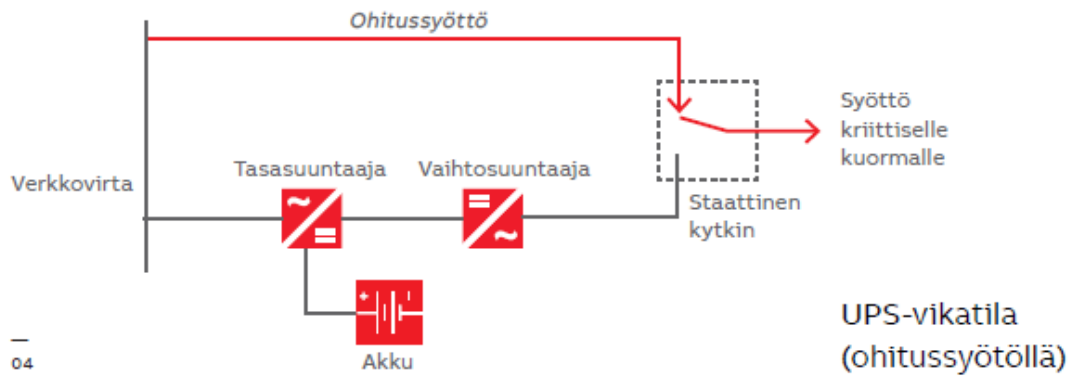


KUVA 14. Kaksoismuunnos-UPS perustilassa (6, s.9).



KUVA 15. Kaksoismuunnos-UPS verkkohäiriön aikana (6, s.9)

Mikäli UPS-laitteen tasasuuntaaja havaitsee syöttävässä verkossa kriittisiä häiriöitä, se ryhtyy välittömästi syöttämään vaihtosuuntaajaa akustolta (kuva 16). Tämä mahdollistaa sen, että kuormien syöttö ei katkea missään välissä. Sähköverkon normalisoituessa UPS-laite siirtyy syöttämään kuormia tasasuuntaajan ja vaihtosuuntaajan kautta sekä lataa akut. Jos käy niin, että akut tyhjenevät ennen verkon palautumista, vaihtosuuntaaja sammuu. (6, s. 8.)



KUVA 16. Kaksoismuunnos-UPS ohitussyötöllä (6, s.9).

Ohitussyötöllä staattinen kytkin vaihtaa asentoa, eikä kuorma ole enää UPS-laitteella varmistettu. Ohitussyöttöä käytetään yleensä vain huolto- ja vikatilanteissa, ja se on toteutettu sisäisellä staattisella ohituskytkimellä. Staattinen ohituskytkin on laite, jonka avulla pyritään siirtämään kuorman syöttö automaattisesti ja katkotta ohitussyötölle eli varasyötölle. Ylikuormitustilanteissa vanhemmat UPS-laitteet siirtyivät välittömästi staattiselle ohitukselle, kun ylikuorma havaittiin. Uusissa laitteissa vaihtosuuntaaja pyrkii syöttämään kriittistä kuormaa niin kauan kuin vaihtosuuntaajaa voidaan ylikuormittaa ja vasta sen jälkeen siirtää kuorman staattiselle ohitukselle. (2, s. 16.)

5 MITOITUSPERUSTEET

UPS-laitteiston mitoituksessa otetaan huomioon ensisijaisesti kuorman suuruus. Täytyy ottaa kuitenkin huomioon se, ettei järjestelmää alimitoiteta siten, että laitteistoa joudutaan kuormittamaan lähes 100 %:n kuormitusasteella. Toisaalta 20 %:n kuormitusasteella toimiva UPS on hyötysuhteeltaan niin heikko, että sitäkin tulee välttää. ST 52.35.02 ohjeistaa mitoitusta karkeasti siten, että laitteistoa ei kuormitettaisi enempää kuin 80 % sen nimellistehosta, mutta kuormitusaste olisi kuitenkin vähintään 40 %. (7, s 4.)

Erikoissovelluksissa nimellistehoa tärkeämpi mitoitusuure on usein UPS-laitteen kyky syöttää oikosulkuvirtaa akkukäytöllä. Tällaisissa tapauksissa voi käydä niin, että UPS-laitteet ylimitoitetaan kuorman suhteen siten, että kuormitusaste saattaa jäädä alle 10 %: in. Tällöin laitteen häviöihin saattaa kulua enemmän tehoa kuin varsinaiseen hyötykuormaan. Mikäli kuorman puolella on esimerkiksi sähkömoottoreita, tulee ottaa huomioon näiden ottama käynnistysvirta. UPS-laitteisto saattaa selvitä kuorman käynnistämistä verkkosyöttötilanteessa siirtymällä staattiseen ohitukseen, mutta akkukäytöllä kuormitettavuus ja oikosulkuvirran syöttökyky ei välttämättä riitä. (7, s 4.)

Väyläviraston mitoitusvaatimukset poikkeavat ST-kortiston mitoitusvaatimuksista. Väyläviraston ohje LIVI/6683/06.04.01/2016 ohjeistaa, että yksittäisen UPS-laitteen nimellisteho määritetään siten, että arvioitu lopullinen kuorma laajennus huomioon otettuna on maksimissaan 45 % UPS-laitteen nimellisnäennäistehosta. Laajennusvara tulee huomioida liittymää mitoittaessa ja hankittaessa. Väylävirasto vaatii, että laitteistossa on vähintään kaksi moduulia, ja UPS-laitteen moduulikehikossa pitää olla tällöin tilaa kolmannelle moduulille. Sen jälkeen voidaan lisätä moduuleita järjestelmän vaatiman oikosulkuvirran mukaan. (8, s. 4.)

6 UPS-JÄRJESTELMIEN VERTAILU

UPS-laitteiston valinta ja siihen liittyvien muutostöiden sisältö oli suunniteltu ennen opinnäytetyön aloittamista. UPS-laitteisto akustoineen oli tullut elinkaarensa päähän, jolloin Väylävirasto näki tarpeelliseksi järjestelmän uusimisen. Vanhaan laitteistoon olisi voitu tehdä myös elinkaarihuolto, joka olisi pitänyt sisällään kondensaattoreiden sekä tuulettimien vaihdon. Samalla olisi voitu vaihtaa akusto uuteen, mutta lisävaatimusten takia laitteisto ei olisi ollut siitä huolimatta Väyläviraston asettamien vaatimuksien mukainen. Laitteiston uusimisen myötä UPS-laitteiston ja siihen kuuluvan akuston elinkaarta pidennettiin, ja huoltotöiden sähköturvallisuuksi parannettiin.

6.1 UPS-laitteet

Ennen järjestelmän uudistusta laitetilassa oli UPS-laitteena Schneiderin MGE GALAXY 5500, jonka nimellisteho on 80 kVA (kuva 17). Laite on kaksoismuunnostekniikalla toteutettu. Hankintavaiheessa oli UPS-laite mitoitettu liian suureksi, jolloin laite kävi hyötysuhteeltaan joutokäynnillä, mikä puolestaan lyhensi UPS-laitteen ja akuston elinkaarta. Laite oli tullut elinkaarensa päähän, joten se piti vaihtaa.



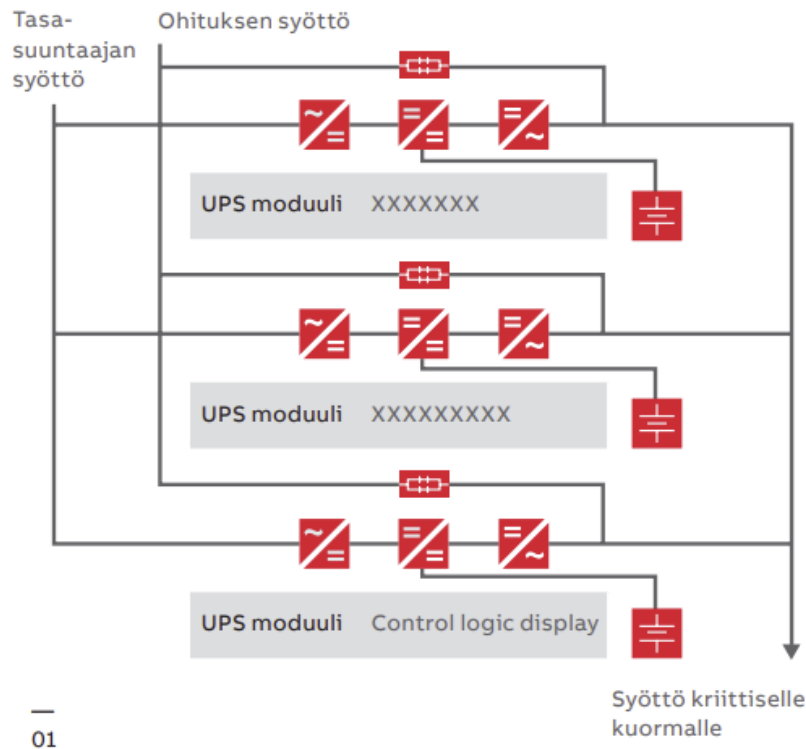
KUVA 17. Schneiderin MGE Galaxy 5500

Uudeksi laitteeksi valittiin ABB:n DPA UPScale S2 ST80 (kuva 19), koska se täyttää luvussa 3 mainitut ehdot, eli se on modulaarinen ja kaksoismuunnostekniikalla toteutettu. Etuna oli myös se, että ABB:n toimittama UPS-laite on myös kooltaan pienempi kuin Schneiderin UPS-laite, mikä pienensi muutostöiden edellyttämää lisätilan tarvetta. Akustoon liittyvät muutostyöt olisivat olleet toteutettavissa myös vanhalla UPS-laitteella, mutta tällöin laitetila olisi tullut liian ahtaaksi, koska akukatkaisijat vaativat paljon tilaa.



KUVA 19. DPA UPSCALE S2 ST80.

ABB:n toimittaman UPS-laitteen ehdoton vahvuus on sen modulaarisuus (kuva 20). Laitteisto on monipuolisesti laajennettavissa ja sen sisältämä Online swap modularity (OSM) mahdollistaa moduulin vaihdon käytön aikana, jolloin laite voidaan huoltaa junaliikennettä häiritsemättä. DPA UPScale S2 ST80:n konsepti on suunniteltu täysin redundanttiseksi kokonaisuudeksi. Jokainen UPS-moduuli sisältää kaikki tarpeelliset komponentit ja ohjelmistot itsenäistä toimintaa varten, joten viikatilanteessa viallinen moduuli eristetään automaattisesti, jolloin muut moduulit pitävät yllä kokonaisuuden toimintaa. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että viallisen moduulin syöttämät kuormat siirtyvät katkottomasti muiden moduulien vastuulle. ABB kutsuu tätä laitteiston toimintatapaa hajautetuksi rinnakkaisarkkitehtuuriksi (decentralized parallel architecture DPA™). (9, s. 3).



—
01

KUVA 20. Hajautettu rinnakkaisarkkitehtuuri kaaviona (9, s.3).

Laitetilan UPS-laitteessa on kaksi moduulia, jotka kykenevät syöttämään 80 A:n oikosulkuvirtaa moduulia kohden, joten kyseisen laitteen oikosulkuvirta kokonaisuudessaan on 160 A. Modulaarisuus on tästäkin syystä joustava ratkaisu, koska moduulien määrää muuttamalla voidaan reagoida verkon muutoksiin myös jälkikäteen. Tällä tavalla vältetään järjestelmän ylirajoituksesta hankintavaiheessa.

6.2 Akustot

Vanha akusto oli Exiden valmistama, Sprinter-tuotesarjan XP12V2500 (kuva 21). Kyseessä on 12 voltin akku, jonka nimelliskapasiteetti on 69,5 Ah. Akusto koostui kahdesta 36 akun stringistä (kuva 22), jolloin järjestelmän kokonaiskapasiteetti oli 139 Ah ja nimellisjännite 432 V. Akku on toteutettu

VRLA-tekniikalla, joka tulee sanoista Ventil Regulated Lead Acid. Suomeksi se tarkoittaa venttiiliohjattua, suljettua lyijyhappoakkua. Akku on huoltovapaa.



KUVA 21. Sprinter XP12V2500



KUVA 22. Vanha UPS-laitteisto laitetilassa

Uudeksi akustoksi valittiin saman valmistajan tuote, MARATHON-tuotesarjan XL12V70 (kuva 23). Kyseessä on 12 voltin akku, jonka nimelliskapasiteetti on 66,6 Ah. Koska alkuperäinen akusto oli mitoitettu ohjeiden mukaisesti kuuden tunnin varakäyntiajalle, ei akuston kokonaiskapasiteettia ollut tarvetta muuttaa. Uusi akusto koostuu kahdesta 40 akun stringistä, jolloin järjestelmän kokonaiskapasiteetti on $2 \cdot 66,6 \text{ Ah} = 133 \text{ Ah}$ ja nimellisjännite on $40 \cdot 12 \text{ V} = 480 \text{ V}$ (kuva 24). Väylävirasto vaatii, että akuston vanheneminen otetaan huomioon varakäyntiaikaa määrittäessä. Käytännössä se lasketaan niin, että kerrotaan nimelliskuormitus kertoimella 1,25 tai jaetaan akustokapasiteetti kertoimella 0,8 (8, s. 13).



KUVA 23. MARATHON XL12V70



KUVA 24. Uusi UPS-laite ja akusto laitetilassa

Turvallaitetilan akustosta tarvittava teho on 7 kW. Tehontarve oli määritelty alkuperäisen laitteiston hankinta- ja suunnitteluvaiheessa. Laskennallisesti kahdeksan tunnin varakäyntiajalle tarvittavien akkujen lukumäärä voidaan määrittellä seuraavien kaavojen avulla:

Akuston nimellisvirta:

$$I_{AKUSTO} = P / U = 7000 \text{ W} / 12 \text{ V} = 583 \text{ A} \quad (\text{KAAVA 1})$$

jossa P on vaadittava teho akustolta ja U on yksittäisen akun nimellisjännite.

Kahdeksan tunnin vaatima nimellisvirta:

$$Q_{8\text{tuntia}} = I * t = 583 \text{ A} * 8 \text{ h} = 4664 \text{ Ah} \quad (\text{KAAVA 2})$$

jossa I on akuston nimellisvirta ja t on vaadittu varakäyntiaika mitoitusta varten.

Tarvittava akkujen lukumäärä:

$$L_{\text{kmAKKU}} = Q_{8\text{tuntia}} / Q_{\text{akku}} = 4664 \text{ Ah} / 66,6 \text{ Ah} = 70 \text{ kpl} \quad (\text{KAAVA 3})$$

jossa $Q_{8\text{tuntia}}$ on kahdeksan tunnin vaatima nimellisvirta ja Q_{akku} on yksittäisen akun kapasiteetti.

Yhden akun varakäyntiaika:

$$Q_{\text{akku}} / I_{\text{AKUSTO}} = 66,6 \text{ Ah} / 583 \text{ A} = 0,114 \text{ h} = 6,84 \text{ min} \quad (\text{KAAVA 4})$$

jossa Q_{akku} on yksittäisen akun kapasiteetti ja I_{AKUSTO} on akuston nimellisvirta.

Järjestelmän varakäyntiaika:

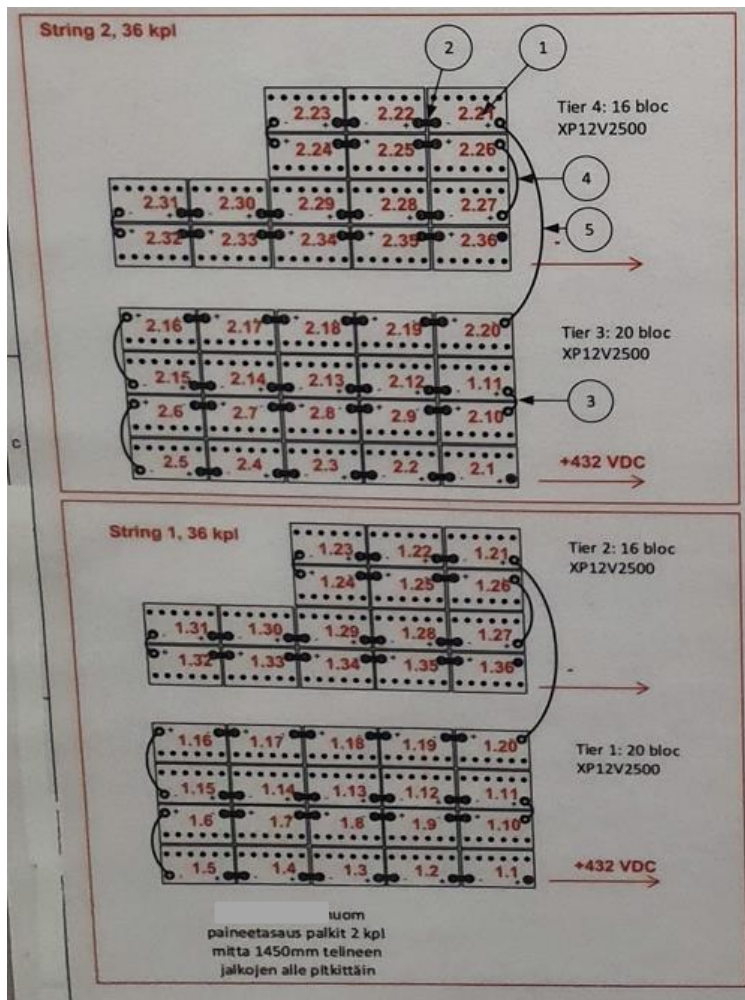
$$80 \text{ akkua} * 6,84 \text{ min} = 9,12 \text{ h} \quad (\text{KAAVA 5})$$

Laskelmista nähdään, että uusi akusto on mitoitettu vaatimusten mukaisesti. 80 akun kokonaisuuteen päädyttiin siitähän syystä, että näin voidaan täyttää akkuteline kokonaisuudessaan akuilla, ja poikkeustilanteita varten suunniteltu jännitteenjakokytkentä voidaan toteuttaa.

Vanhasta laitteistosta poiketen ABB:n UPS-laitteen akusto kytketään keskipistekytkenällä. Keskipistekytkenä tarkoittaa sitä, että akustojen piirien väliin tehdään keinotekoinen nollapiste. Vaihtoehtoisesti keskipiste voidaan tehdä puolijohteiden avulla moduulin sisällä.

6.3 Jännitteenjako

Vanha akusto oli jaettu kahteen eri stringiin siten, että yksittäisen stringin nimellisjännite oli 432 V (kuva 1). Ongelmaksi huollon kannalta muodostui se, että mikäli yksittäinen akku haluttiin vaihtaa, niin silloin työ oli aina jännitetyötä, joka vaatii aina erillisen luvan sähkötöiden johtajalta. Standardi SFS 6002 määrittelee jännitetyön rajaksi 50 V vaihtojännitettä tai 120 V sykkeetöntä tasajännitettä. Uuden akuston kytkentä suunniteltiin siten, että yksittäisen akun vaihto voidaan tehdä ilman jännitetyömenetelmää eli yksittäisen piirin jännite jää alle 120 V:n. Käytännössä yksittäinen akkuhylly jaettiin kolmeen osaan, jolloin yhden piirin akkumäärä on 6–7 akkua. Tällä tavalla yhden piirin jännite on 72 V-84 V, nimellisjännitteellä laskettuna. Todellisuudessa jännite on tätä suurempi, koska ehyen akun napajännite on yli 13 voltia, mikä täytyi ottaa huomioon laskennassa.



KUVA 25. Vanhan akuston kytkentäkaavio

Koska vanhassa akustossa ei ollut jännitteenjakokytkentää, piti uuden akuston suunnittelussa ottaa huomioon myös kytkennän kaapelointi. Kaapelointi piti toteuttaa kaksoiseristetyllä kaapelilla, ja mahdollisuuksien mukaan käytettiin vanhaa kaapelia hyödyksi. Uusi akusto kaapelointiin jännitteenjaon osalta kaksoiseristetyllä, 50 mm² :n kuparikaapelilla (kuva 26). UPS-laitteen ja akkukatkaisijan välillä käytettiin vanhaa kaapelia, joka oli myös kaksoiseristettyä.



KUVA 26. Akkukaapeli FG161X50

Koko akuston sähkönsyötön suojaukseksi asennettiin ABB:n kaksi 250 A:n kompaktikatkaisijaa (kuva 27). Vanhan akuston suojalaitteena oli yksi kompaktikatkaisija. Kahdella akustokatkaisijalla saadaan akusto jaettua kahteen stringiin siten, että vaikka toinen stringi on poissa käytöstä eli jännitteettömänä, niin laitetilassa on silti hyödynnettävissä varavoimaa. Käytännössä varavoiman kapasiteetti putoaa huolto- tai vikatilanteessa 50 %:iin, eli vähintään kolmeen tuntiin. Jännitteenjaon vuoksi akkujen väliin asennettiin OUTEKO:n 250 A:n kuormankytkimet (kuva 28). Yksityiskohtaisempi kuva akuston kytkennästä ja jännitteenjaosta on liitteessä X.



KUVA 27. ABB:n akustokatkaisijat



KUVA 28. OUTEKO:n kuormankytkimet eli jännitteenjakokytkimet

7 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tavoitteena oli suunnitella ja toteuttaa laiteilaan kytkentämuutokset huolto-ohituskytkennälle sekä piiri- ja kytkentäkaaviot akustolle ja siihen liittyvälle jännitteenjaolle. Lisäksi tavoitteena oli tuoda työssä esille Väyläviraston erikoismääräykset ja niiden tuomat erityispiirteet rautatieympäristön sähkösuunnitteluun.

UPS-laitteiden topologioihin perehtyessä huomattiin, että redundanttinen, moduuleilla toteutettu kaksoismuunnos UPS-laitteisto on selkeästi parhain vaihtoehto rautateiden turvalaitteiden syötölle. Häiriönsuodatuksen lisäksi moduulein toteutettu järjestelmä tuo runsaasti mahdollisuuksia sähköverkon laajennuksille sekä toiminta- ja huoltovarmuutta kriittisten kuormien syötölle arkkitehtuurinsa ansiosta. Erityisesti maailmanpoliittisten tapahtumien seurauksena syntynyt energiakriisi tuo paljon epävarmuutta sähkömarkkinoille ja sen toiminnalle, joten kriittisten toimintojen sähköntuotantoon ja niiden varavoimajärjestelmiin tulee kiinnittää erityistä huomiota tulevaisuudessa.

Opinnäytetyön aikana havaittiin myös, että Väyläviraston erikoismääräykset ovat vielä hieman puutteellisia. Väyläviraston ohjeet mainitsevat ainoastaan niin, että varavoimajärjestelmän kytkeytyessä ohjausvirtapiirien syötön tulee olla katkoton. Korkeintaan kolmen sekunnin katkos sallitaan muissa kuin tietokoneasetinlaitteissa. Ohjeissa tulisi ottaa huomioon myös UPS-laitteiston huollettavuus ja viankorjaus, eli UPS-laitteisto voitaisiin erottaa muusta järjestelmästä siten, että kriittisten ohjauspiirien syöttö ei katkeaisi. Tämän projektin yhteydessä virransyöttöä muutettiin siten, että jatkossa UPS-laite ja akusto voidaan erottaa järjestelmästä katkottomasti. Turvalaitteiden virransyöttöjen suunnittelussa tulisi pohtia valintakriteerien tarkennusta.

Opinnäytetyön aihe liittyi vahvasti omaan työnkuvaani, ja projektin parissa oli ilo työskennellä. On tiedossa, että samalla rataosuudella, jossa projekti tehtiin, on UPS-laitteistoja, jotka ovat tulossa lähiaikoina elinkaarensa päähän. Myös näihin kohteisiin olisi syytä tehdä samanlainen toteutus kuin tässä kyseisessä opinnäytetyössä. Lisäksi laitekanta ikääntyy muillakin rataosilla, joten on selvää, että sielläkin tullaan uusimaan turvalaitetekniikka ja näiden sähkönsyöttö. Työ synnytti laajaa kiinnostusta UPS-laitteisiin, ja erityisesti varavoimajärjestelmien toteutuksiin ja niiden sovelluksiin rautatieympäristössä.

LÄHTEET

1. Ratahanke Seinäjoki-Oulu. 2022. Väylävirasto. Hakupäivä 28.10.2022. <https://vayla.fi/skol>.
2. Soininen, Lasse 2008. UPS-laitteiden ohituskytkennät. Tampereen ammattikorkeakoulu. Sähkötekniikan koulutusohjelma. Opinnäytetyö. Hakupäivä 12.9.2022. <https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-201003064578>.
3. Turvalaitteiden virransyöttöasennusten sähköturvallisuuutta koskevat Liikenneviraston erikoismääräykset. 2016. Väylävirasto. Hakupäivä 28.10.2022. https://ava.vaylapilvi.fi/ava/Julkaisut/Liikennevirasto/ohje_2016_turvalaitteiden_virransyottoasennusten_web.pdf.
4. Ylinen, Marko 2010. UPS suunnittelu ja mitoitus. Satakunnan ammattikorkeakoulu. Sähkötekniikan koulutusohjelma. Opinnäytetyö. Hakupäivä 11.9.2022. <https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-201101171421>.
5. Parttimaa, Jesse 2021. Turvalaitetilan UPS-järjestelmän uusiminen. Metropolia ammattikorkeakoulu. Sähkövoimatekniikka. Opinnäytetyö. Hakupäivä 14.12.2022. <https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2021122290417>
6. UPS-laitteet 1–50 kVA. 2019. ABB Oy. Hakupäivä 05.11.2022. https://library.e.abb.com/public/80d68449207949f28d0b285cfd61548a/ABB_UPS_LOW_POWER_Catalogue.pdf.
7. ST 52.35.02 2010. UPS-laitteella varmennetun sähkönjakelujärjestelmän suunnittelu ja toteutus. Sähkötieto ry. Hakupäivä 15.12.2022. <https://severi.sahkoinfo.fi/Account/LogOn?ReturnUrl=%2fitem%2f3940%3fsearch%3d52.35.02&search=52.35.02>. Vaatii lisenssin.
8. Turvalaitteiden sähkönsyötöt ja UPS-laitteiden mitoitus. 2016. Väylävirasto. Hakupäivä 28.10.2022. https://ava.vaylapilvi.fi/ava/Julkaisut/Liikennevirasto/ohje_2016_turvalaitteiden_sahkonsyotot_web.pdf.
9. DPA UPScale ST 10-200 kW. Modulaarinen UPS pieniin ja keskisuuriin varmennetun tehon tarpeisiin 2017. ABB Oy. Hakupäivä 15.12.2022. <https://search.abb.com/library/Download.aspx?DocumentID=04-2827&LanguageCode=fi&DocumentPartId=&Action=Launch>.

LIITTEET

Liite 1 Lyhyt yhteenveto UPSin jälkeisen verkon mitoittamisesta

Liite 2 Tekniset tiedot

Liite 3 UPS hälytykset

Liite 4 Piirikaavio 80 akun kytkennästä

Liite 5 Esimerkkikytkentä yhden hyllyn piiristä

4 Lyhyt yhteenveto UPSin jälkeisen verkon mitoittamisesta

- Määritellään tarvittava alustava UPSin nimellisteho. Selvitetään UPSin 20 ms oikosulkuvirta-arvo aiotusta UPS-laitteesta.
- Määritetään tarkka kaapelipituus UPSilta UPSin ryhmäkeskukselle ja siitä edelleen syötettävälle laitteistolle asti (pituudessa pitää ottaa huomioon myös kaapeleiden pystyosuudet).
- Selvitetään laitekaapin syötön tarvitsema suojalaitteen nimellisvirta.
- Lasketaan asennuksessa mahdollisesti käytettävien kaapeleiden maksimipituudet, joilla suoja toimii 20 ms kuluessa.
- Lasketaan jännitteen alenema. Jos jännitteen alenema on sallittua suurempi, valitaan paksumpi kaapeli.
- Jos oikosulkuvirta ei riitä, eikä suojalaitetta pystytä pienentämään, tutkitaan, onko edullisempi kasvattaa oikosulkuvirtaa vai asentaa paksumpi kaapeli.
- Jos on useita kaappeja kaukana, tällöin on ehkä edullisempaa kasvattaa lisämoduulilla oikosulkuvirtaa kuin asentaa paksumpi kaapeli useammalle kaapille.
- Määritetään UPSin lopullinen nimellisteho, tarvittavien moduulien lukumäärä sekä akuston koko kuudentunnin varakäyntiajalla.
- Samalla rataosalla pyritään käyttämään samanlaisia UPSeja ja modulaarisissa laitteissa saman tehoisia moduuleita kunnossapidon helpottamisen vuoksi.
- Määritetään akustosulakkeiden ja akustokytkimien koko.
- Määritetään UPSin tarvitsemat syötönpuoleiset suojalaitteet (sulakkeet) UPSin kuormituksen mukaisesti.
- Määritetään laitetilan sähköliittymän koko.





















5 Poikkeaminen mitoitusohjeista

Mitoitusohjeesta voidaan poiketa Liikenneviraston luvalla, koskien UPSin nimellistehoa tulevaisuuden tarpeisiin varautumista varten (koskee liittymän mitoitusta ja sen suuruutta).

Suojauksen toimivuuden ja toiminta-aikojen vaatimuksista ei saa kuitenkaan poiketa niissä uusissa järjestelmissä, jotka otetaan käyttöön tämän ohjeen julkaisemisen jälkeen.

Technical specifications

GENERAL DATA	ST 40	ST 60	ST 80	ST 120
Number of UPS modules	2	3	4	6
Maximum number of inbuilt batteries	80	240	-	-
Maximum output power	40kW	60kW	80kW	120kW
Output power factor	1.0			
Topology	True online double conversion			
Parallel configuration	Up to six modules			
UPS type	Modular (Decentralized Parallel Architecture)			
Cable entry	Front access			
INPUT				
Nominal input voltage	3 × 380/220 V + N, 3 × 400/230 V + N, 3 × 415/240 V + N			
Voltage tolerance	For loads <100% (-23%, +15%), <80% (-30%, +15%), <60% (-40%, +15%) (Ref. to 3 × 400/230 V)			
Input distortion THDi	≤ 3% at 100%			
Frequency	35–70 Hz			
Power factor	0.99 at 100% load			
OUTPUT				
Rated output voltage	3 × 380/220 V + N, 3 × 400/230 V + N, 3 × 415/240 V + N			
Voltage distortion	<1.5% (Ref. to 3 × 400/230 V)			
Frequency	50 or 60 Hz			
Overload capability	10 min.: up to 125% or 1 min.: up to 150%			
Unbalanced load	100% possible			
Crest factor	3 : 1			
EFFICIENCY				
Overall efficiency	Up to 95.5%			
In eco-mode configuration	98%			
ENVIRONMENT				
Storage temperature	–25–70 °C			
Operating temperature	0–40 °C			
Altitude configuration	1000 m without derating			
COMMUNICATIONS				
LCD display	Yes (per module)			
LEDs	LED for notification and alarm			
Communication ports	USB, RS-232, SNMP slot, potential-free contacts			
STANDARDS				
Safety	IEC/EN 62040-1-1, IEC/EN 60950-1			
Electromagnetic compatibility (EMC)	IEC/EN 62040-2, IEC/EN 61000-3-2			
Performance	IEC/EN 61000-3-3, IEC/EN 61000-6-2			
Product certification	CE			
WEIGHT, DIMENSIONS				
Weight (with modules/without batteries)	Up to 136 kg	Up to 238 kg	Up to 169 kg	Up to 263 kg
Dimensions W × H × D (mm)	550 × 1135 × 770	550 × 1975 × 770	550 × 1135 × 770	550 × 1975 × 770

Block	Terminal	Contact	Signal	On Display	Function
X2	X2 / 1	NO 	ALARM	MAINS_OK	Mains Present
	X2 / 2	NC 		Mains Failure	
	X2 / 3	C 		Common	
	X2 / 4	NO 	Message	LOAD_ON_INV	Load on Inverter
	X2 / 5	NC 		(Load on Mains bypass)	
	X2 / 6	C 		Common	
	X2 / 7	NO 	ALARM	BATT_LOW	Battery Low
	X2 / 8	NC 		Battery OK	
	X2 / 9	C 		Common	
	X2 / 10	NO 	Message	LOAD_ON_MAINS	Load on bypass (Mains)
	X2 / 11	NC 		(Load on Inverter)	
	X2 / 12	C 		Common	
	X2 / 13	NO 	ALARM	COMMON_ALARM	Common Alarm (System)
	X2 / 14	NC 		NO Alarm Condition	
	X2 / 15	C 		Common	
X1	X1 / 1	 IN	+ 12Vdc		Customer IN 1 (default as Generator Operation)
	X1 / 2	GND	GND		(NC = Generator ON)
	X1 / 3	 IN	+ 12Vdc		Customer IN 2
	X1 / 4	GND	GND		(Function on request, to be defined)
	X1 / 5	 IN	+ 3.3Vdc		Temperature Battery
	X1 / 6	GND	GND		(If connected , the battery charger current if depending of the battery temp.)
	X1 / 7	 IN	+ 12Vdc		Remote Shut down
	X1 / 8	GND	GND		(Do not remove the factory mounted bridge until external Remote Shut down is connected)
	X1 / 9	 IN	+ 12Vdc		12 Vdc source
	X1 / 10	GND	GND		(max. 200 mA load)

Phoenix Spring Terminals (X1...X2) Connection

