

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU  
Sähkötekniikan koulutusohjelma  
Talotekniikka

Tutkintotyö

Lasse Soininen

## UPS-LAITTEIDEN OHITUSKYTKENNÄT

Työn ohjaaja  
Työn teettäjä  
Tampere 2008

Insinööri, Martti Honkiniemi  
Sähkösuomilammi Oy, toimitusjohtaja Sami Suomilammi

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU

Sähkötekniikka

Talotekniikka

Soininen, Lasse

UPS-laitteiden ohituskytkennät

Tutkintotyö

40 sivua + 7 liitesivua

Työn ohjaaja

Martti Honkiniemi

Työn teettäjä

Sähkösuomilammi Oy, valvojana  
tj Sami Suomilammi

Toukokuu 2008

Hakusanat: UPS, ohitus, staattinen ohitus, huolto-ohitus

## TIIVISTELMÄ

UPS-laitteiden käyttö on yleistynyt, koska yhä useampi kriittinen prosessi ei salli sähkönsyötöstä aiheutuvaa toiminnan katkosta. UPS-laitteen vikaantuessa kuorma siirtyy automaattisesti ja katkotta ohitukselle, keskeyttämättä kriittistä prosessia.

Tämän työn tarkoituksena on ollut kerätä UPS-laitteiden ohitukseen liittyvää tietoa, sekä käytännön sovelluksen avulla selvittää UPS-keskuksen hankintaa laitevalmistajan kautta. Työssä on esitelty UPS-laitteiden eri topologioita, rinnankäyvän järjestelmän pääperiaatteet. Tämän lisäksi on perehdytty tarkemmin UPS-laitteiden ohitukseen. Työssä on kerrottu staattisen-, sekä huolto-ohituskytkimen toiminnasta sekä erilaisista niihin liittyvistä sovelluksista. Työn loppuun on kerätty yhteenveto ohitusten toiminnasta ja käyttösovelluksista.

TAMPERE University of Applied sciences

Electrical engineering

Building services engineering

Soininen, Lasse

Engineering Thesis

Thesis Supervisor

Commissioning company

UPS Bypass connections

40 pages + 7 appendices

Martti Honkiniemi

Sähkösuomilammi Oy. Supervisor Sami Suomilammi (president)

May 2008

Keywords: UPS, bypass, static bypass, manual bypass

## ABSTRACT

The use of UPS-systems is on the increase as a considerable number of critical processes do not allow operational breaks. In case of a UPS malfunction, the load is automatically transferred to the bypass, without an operational break.

The purpose of this thesis is to glean information about UPS bypassing and try to find out by practical applications whether it is possible to purchase UPS switchboard through a manufacturer. Different UPS topologies and the basic rules of bridged systems are represented in this thesis. Added to this, the goal is to familiarize oneself deeper with UPS bypassing. Different kinds of mechanical applications of static and manual bypass are presented in the thesis. A summary of the operation and mechanical applications is provided at the end of the thesis.

## SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ.....	2
ABSTRACT .....	3
1. JOHDANTO.....	5
2. UPS-LAITE.....	6
1.1 Off-line UPS .....	7
1.2 Line interactive UPS (single conversion).....	9
1.3 Kaksoismuunnostekniikan on-line UPS .....	9
3. ERILAISET UPS:N RINNAKKAISKÄYTTÖÖN LIITTYVÄT SOVELLUKSET .....	10
4. UPS-LAITTEIDEN OHITUSKYTKENNÄT.....	14
5. UPS-LAITTEEN STAATTINEN OHITUS.....	14
1.4 Staattisen ohituskytkennän vaikutus lisäpotentiaalintasaukseen.....	15
1.5 Staattisen ohituskytkennän sovellukset .....	16
6. UPS-LAITTEEN HUOLTO-OHITUS.....	22
1.6 Huolto-ohituksen käyttötarpeet .....	23
1.7 Huolto-ohituskytkennän toteutusmallit .....	24
1.8 Erilaiset huolto-ohituskytkimet .....	26
7. KÄYTÄNNÖN ESIMERKKI UPS-JÄRJESTELMÄSTÄ.....	34
8. OHITUSTEN TOIMINTA JA KÄYTTÖSOVELLUKSET YHTEENVETO .....	35
LOPPUPÄÄTELMÄT .....	38
LÄHDELUETTELO .....	39
LIITTEET	

- Kahdella kytkimellä toteutettu huolto-ohitusyksikkö
- Kahdella kytkimellä toteutetun huolto-ohituksen johdotuskaavio
- Kolmella kytkimellä toteutettu huolto-ohitusyksikkö
- Kolmella kytkimellä toteutetun huolto-ohituksen johdotuskaavio
- Eaton UPS-vakiokeskus UPS-keskusaavio
- Laboratorion UPS-keskuksen keskusaavio

## 1. JOHDANTO

Toimeksiantajana tässä työssä on toiminut Sähkösuomilampi Oy, joka on havainnut tarvetta selvittää UPS-laitteiden ohikytkeentöihin liittyviä seikkoja ja syventää tietämystä ohituskytkentöjen vaikutuksesta UPS-järjestelmien suunnitteluun ja laitteiden valintaan. Lisäksi tarkoituksena on selvittää mahdollisuutta hankkia UPS-keskus laitevalmistajan kautta.

Viime vuosina on globaalisti huomattu miten keskeinen osa sähkön saatavuudella on erilaisten kriittisten prosessien toiminnassa. Mitä herkempi prosessi on, sitä tärkeämpää on sen sähkön saatavuuden varmistaminen. Järjestelmän kriittisyyden kasvaessa myös järjestelmän muiden osien luotettavuudelle asetetaan lisävaatimuksia. /1, s. 13/

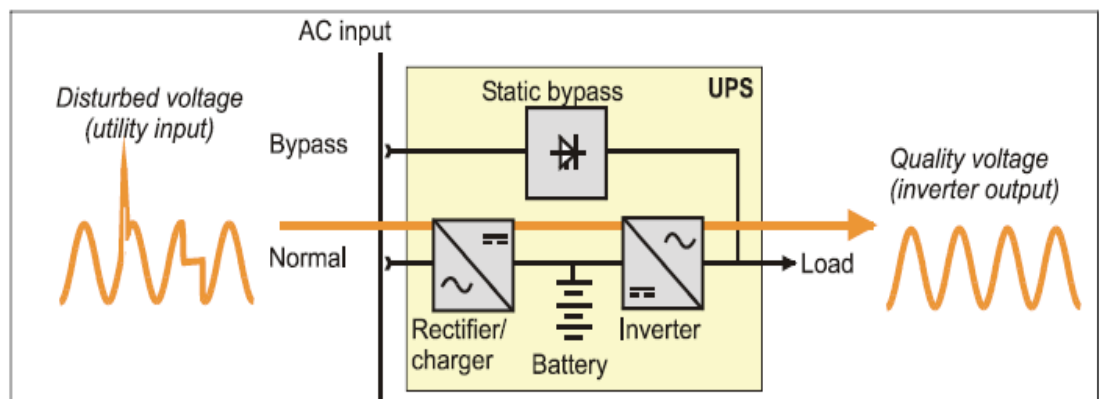
Tässä työssä esitellään UPS-laitteiden eri topologiat ja rinnankäyvän järjestelmän pääperiaatteet. Tämän lisäksi työssä perehdytään tarkemmin UPS-laitteiden ohitukseen. Työssä kerrotaan staattisen ohituskytkimen toiminnasta sekä erilaisista staattiseen ohitukseen liittyvistä sovelluksista. Työssä kerrotaan myös huolto-ohituskytkimen toiminnasta ja sen käyttösovelluksista sekä erilaisista huolto-ohituksen toteutustavoista.

Työssä käsitellään UPS-keskuksen hankintaa, jota tutkitaan käytännön sovelluksen kautta. Työssä ei oteta kantaa käytännön sovelluksen kustannuksiin, UPS-laitteen mitoittamiseen eikä sovelluksessa esiintyvän UPS-laitteen muihin ominaisuuksiin.

Tämän työn valmistumisen edellytyksenä on ollut kahden laitevalmistajan edustajan apu työtä tehdessä ja tietoa hankittaessa. Erityinen kiitos asennuspäällikkö Juha Tummavuori Eaton Power Quality ja myyntipäällikkö Maunu Suttinen MGE UPS SYSTEMS Finland Oy.

## 2. UPS-LAITE

UPS-laitteella (Uninterruptible Power Supply) tarkoitetaan staattista tehoelektronikan laitetta, joka akkujensa avulla turvaa katkottoman sähkönsyötön kriittisimmille kuormille. UPS-laitteella on sähkönsyötön lisäksi kaksi päätehtävää, joista ensimmäinen on parantaa tietylle kuormalle menevän sähkön laatua poistamalla verkosta saapuvat häiriötekijät (kuva 1). Toinen UPS-laitteen tehtävistä on muodostaa kuormalle kaksi syöttölinjaa; pääsyöttölinja ja varasyöttölinja eli staattinen ohituslinja. Varasyöttölinjaa käytetään tilanteissa, jossa UPS-laite ei kykene vikatilanteen vuoksi ylläpitämään verkkojännitettä akkujensa avulla vaan siirtyy staattiselle ohitukselle. /2, s. 28/



**Kuva 1** UPS-laite poistaa verkossa esiintyvät häiriöt /3/

EN/IEC 62040-3 -standardi luokittelee kolme eri tyyppistä UPS-laite topologiaa, jotka ovat

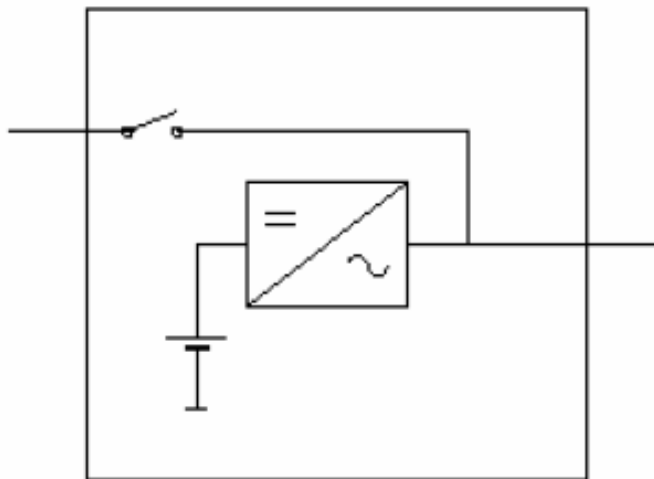
- off-line
- line Interactive
- kaksoismuunnostekniikan on-line.

## 1.1 Off-line UPS

Off-line UPS (Stand-by UPS) soveltuu PC-laitteiden, työasemien, kassapäätteiden, kotimikrojen sekä muiden pienten, alle 2 kVA:n kuormien syöttöön /3, s. 2/.

Normaalissa toimintatilassa off-line UPS (kuva 2) syöttää jännitteen suoraan tai suodattimen kautta kuormalle. Akusto pidetään tällaisessa tilanteessa puskurivarauksessa, mutta vaihtosuuntaaja ei aktiivisesti tee normaalisyötössä lähtöjännitettä. Vaihtosuuntaaja kytketään syöttämään kuormaa vasta, kun verkkojännitteen huomataan poikkeavan normaalista toleranssista. Akusto kytketään toimintaan vasta toleranssin poiketessa, josta aiheutuu 2-10 ms:n pituinen kytkentäviive. /2, s 29/

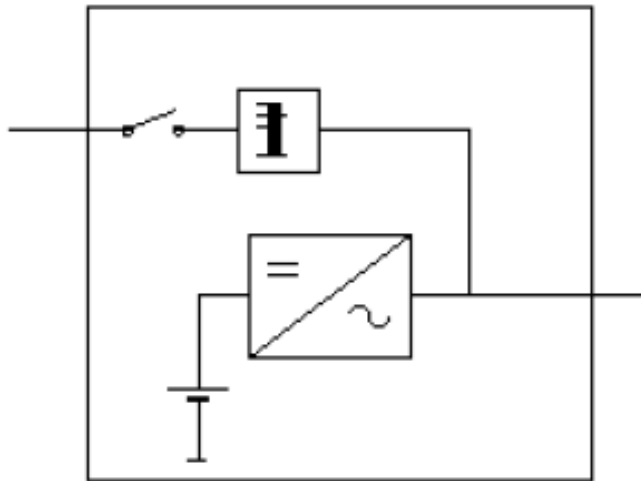
Off-line-tekniikan etuina voidaan pitää kevyttä ja edullista rakennetta sekä hyvää hyötysuhdetta. Selkeänä puutteena pidetään verkkojännitteen heikkoa suodatusta ja korjausta sekä yleensä sopimattomuutta pidempiin varakäyntiaikoihin. Suodattamattomana verkkoon menevä kuormitusvirta nähdään niin ikään puutteena. /2, s 29/



**Kuva 2** Off-line UPS /3/

**Line interactive off-line UPS**

Line interactive off-line UPS (kuva 3) eroaa ratkaisuna edellisestä siinä, että normaalitilanteessa virta syötetään kuormalle säätäjän kautta. Säätäjän toiminta perustuu käämikytkin-periaatteeseen, jossa korjataan lähtöjännitettä portaittain verkkojännitteen vaihdellessa. Jännitteen katkeaminen käynnistää vaihtosuuntaajan, joka alkaa syöttää kuormaa akuista saatavalla energialla. Tällainen UPS-ratkaisu soveltuu ympäristöön, jossa verkkojännitteen taso vaihtelee huomattavasti. Akuston energiaa käytetään ainoastaan jännitekatkon aikana. Sähkön syöttö siirtyy akustolle ilman jännitekatkoa, kun verkkojännitteessä on taajuusvaihtelua, joka aiheutuu esimerkiksi varavoimakäytöstä. /3, s. 2/

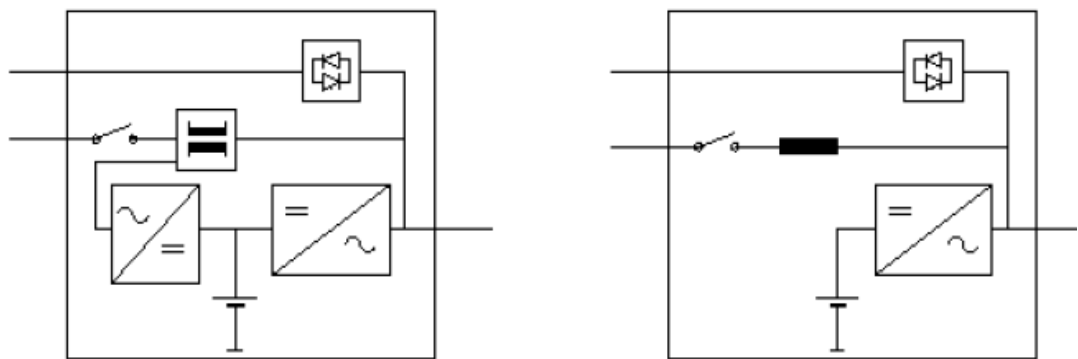


**Kuva 3** Line interactive offline UPS /3/



## 1.2 Line interactive UPS (single conversion)

Line-interaktiivisen UPS:n toiminta perustuu ratkaisuun, jossa syöttävän verkon rinnalla toimii rinnakkaissäätäjä (kuva 4). Normaalioltilanteessa jännite syötetään kriittiselle kuormalle suoraan verkosta suodattimien kautta. Jännitteen vaihdelta UPS:n lähtöjännitettä säädetään rinnakkaissäätimellä vaihekulmaa muuntamalla. Tämän kaltainen säätötapa näkyy syöttävään verkkoon hyvin induktiivisena. Vaihekulman korjaamiseksi UPS on varustettu Delta Converterilla (kuva 4). Varavoimakäytöllä taajuuden vaihtelut saattavat olla niin suuria, ettei UPS pysty korjaamaan niitä, ja se siirtyy akkukäytölle katkaisten verkkosyötön. Taajuuden palaututtua sallittuihin raja-arvoihin UPS siirtää sähkön syötön takaisin verkkosyötölle ja akkujen lataaminen käynnistyy. /3, s. 3, 4/



Line interactive UPS Delta converterilla

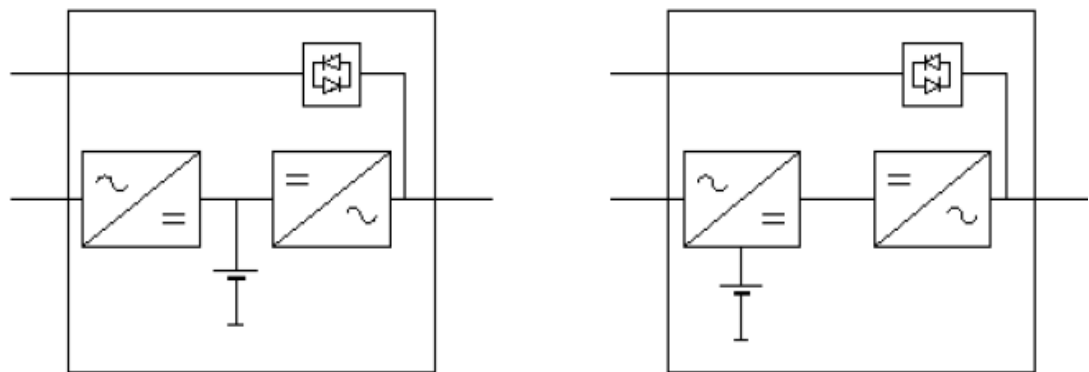
Line interactive UPS

**Kuva 4** Line interactive UPS /3/

## 1.3 Kaksoismuunnostekniikan on-line UPS

Kaksoismuunnostekniikan (double conversion) on-line UPS:ssa koko verkon vaatima sähköteho tasasuunnataan ja vaihtosuunnataan, josta tulee nimitys ”Double Conversion; kahden muunnoksen UPS” (kuva 5). Tämän kaltaisessa UPS:ssa lähtöjännite on aina vaihtosuuntaajan muodostamaa. Akusto pidetään jatkuvasti puskurivarauksessa ja se on heti valmis syöttämään vaihtosuuntaajaa, kun tasasuuntaaja pysähtyy. Ylikuormitus- tai UPS:n vikatilanteissa kuorma siirtyy

katkotta elektronisen ohituskytkimen kautta verkkosyötölle ja palaa takaisin vaihtosuuntaajan syötölle ylikuormituksen tasaannuttua tai häiriön poistuttua. Etuina on-line -tekniikassa on lähtöjännitteen riippumattomuus syöttävän verkon jännitteen vaihteluista, jännitepiikeistä, taajuusvaihteluista ym. häiriöistä. Suureltaan jännitetason tai taajuuden poikkeamat eivät aiheuta UPS:n siirtymistä akkusuötölle vaan tasasuuntaaja kykenee syöttämään tarvittavan virran vaihtosuuntaajalle. /3, s. 3; 2, s. 30/



**Kuva 5** Kaksoismuunnostekniikan on-line UPS /3/

### 3. ERILAISET UPS:N RINNAKKAISKÄYTTÖÖN LIITTYVÄT SOVELLUKSET

UPS-laitteiston käyttövarmuus ei aina yksinään riitä. Mitä herkemmästä ja mitä moninaisemmasta prosessista on kyse, sitä suurempi riski sähkön katkeaminen tai heikkeneminen on. Eräissä tapauksissa prosessin katkeaminen aiheuttaa liian suuren kustannuksen, joten yhden UPS-laitteen tuoma varmuus syöttävänä järjestelmänä on liian pieni. Tämän kaltaisten prosessien varmistus perustuu rinnankäyvään järjestelmään.

Rinnankäyviä UPS-järjestelmiä käytetään kahdessa hieman pääperiaatteiltaan toisistaan poikkeavassa sovelluksessa. Nämä sovellukset ovat kapasiteetti- ja redundanssijärjestelmä. Valinta redundanssi- ja kapasiteettitilan välillä voidaan suorittaa parametrivalinnalla. On kuitenkin tärkeää huomioida, että järjestelmän toimintatapa vaikuttaa lähdön kuormitettavuuteen ja järjestelmän kokonaisluotettavuuteen. /4, s. 8/

### **Redundanssijärjestelmä**

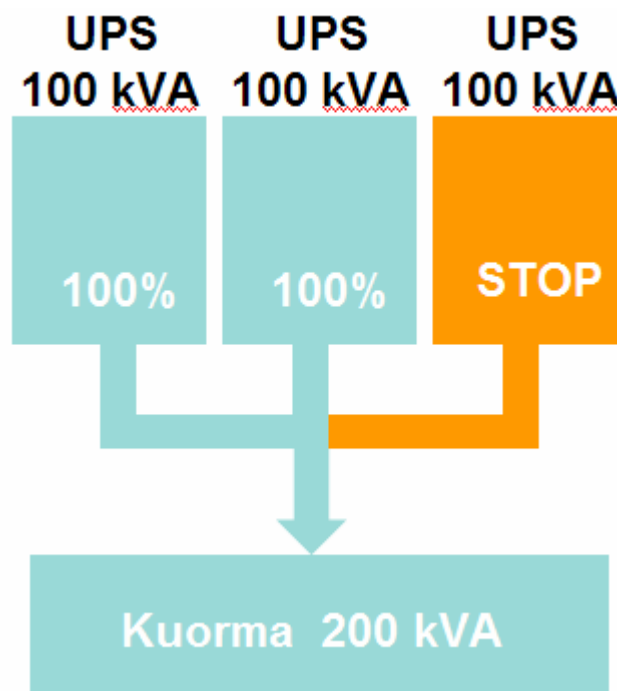
Redundantissa eli ”kahdennetussa” järjestelmässä rinnankytkettyjä yksiköitä on enemmän kuin kuormituksen edellyttämä määrä. Redundanssijärjestelmän avulla sähkönsyötössä saavutetaan parempi luotettavuus, joka saadaan aikaan kytkemällä rinnan N+1 UPS-yksikköä, tässä N tarkoittaa kuorman vaatimien UPS-yksiköiden määrää. Tämän kaltainen kytkentä sallii yhden rinnankytketyn yksikön vioittumisen tai huoltotilanteen vuoksi yhden yksikön irtikytkennän, jolloin N yksikköä kykenevät edelleen syöttämään kriittistä kuormaa.

Kun varmennusjärjestelmä on toteutettu redundanttisena, voidaan sen luotettavuudesta tältä osin tinkiä ja hyväksyä, että vikatilanteen sattuessa toinen komponentti korvaa toisen. Tämän kaltainen toimintamalli aiheuttaa kuitenkin sen, ettei järjestelmä ole enää redundanttinen vikatilanteen jälkeen joten korjaustoimenpiteet on aloitettava ja varaosat on saatava riittävän nopeasti vikatilanteen sattuessa. Redundanttisuus voidaan toteuttaa myös jakeluverkon osalta, jolloin varavoimajärjestelmien luotettavuutta saadaan parannettua entisestään. /1, s. 46, 50/

**Esimerkki 1 UPS-laitetason redundanssi N+1**

Esimerkkitapauksessa syötettävä kuorma on suuruudeltaan 200 kVA, jota syötetään kolmella 100 kVA UPS-laitteella. Jokainen järjestelmässä oleva UPS-laite syöttää kolmanneksen kuormasta normaalitilanteessa.

Vikatilanteessa tai huollon yhteydessä yksi laitteista voidaan pysäyttää kriittisen kuorman syötön vaarantumatta (kuva 6). /5, s. 29/

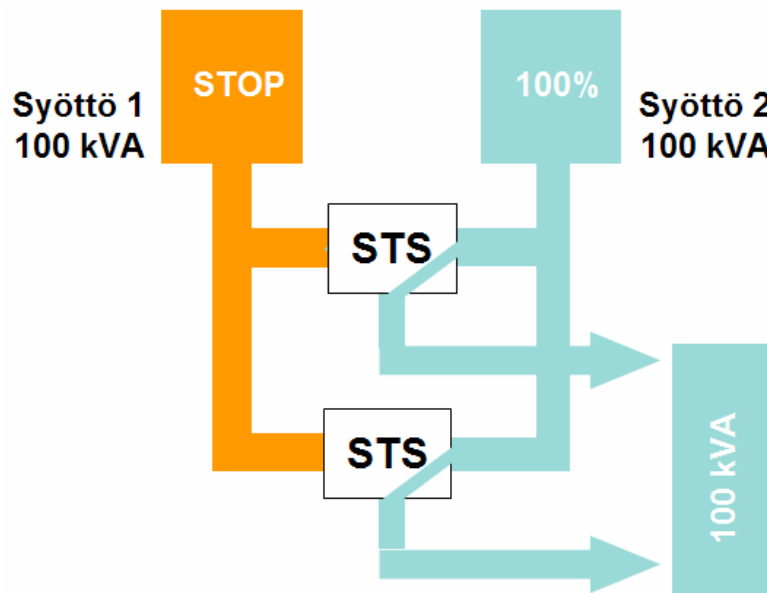


**Kuva 6** UPS-laitetason redundantti /5/

## Esimerkki 2 Jakelutason redundanssi N+1

Kun järjestelmä rakennetaan redundanttiseksi myös jakelutasolla, voidaan sen luotettavuus saada entistä paremmaksi (kuva 7). Esimerkkitalanteessa järjestelmää syötetään normaalitalanteessa koko ajan kahden UPS:n sekä kahden jakelutien kautta. Vika- tai huoltotilanteessa staattiset ohituskytkimet muuttavat järjestelmän syöttöreittiä siten, että kuormalle ohjataan aina riittävästi tehoa.

UPS voidaan erottaa järjestelmästä vikatilanteessa tai huollon ajaksi staattisten kytkinten avulla. /5, s. 30/



**Kuva 7** Jakelutason redundanti N+1 /5/

## Kapasiteettijärjestelmä

Kapasiteettijärjestelmässä ei sovelleta N+1-mitoitusperiaatetta. Järjestelmän kokoonpano on lähes sama kuin redundanttisen järjestelmän. Ero on vain siinä, että UPS-yksiköissä parametointi on toteutettu siten, että käytössä on koko järjestelmästä saatava kapasiteetti. Kapasiteettijärjestelmän luotettavuus on selvästi redundanssijärjestelmää huonompi, joka on seurausta täydessä käytössä olevasta kapasiteetista. /4, s. 8/

## 4. UPS-LAITTEIDEN OHITUSKYTKENNÄT

ST-kortti 830.60 määrittelee UPS-laitteen ohituskytkennät seuraavasti: ”Ohitus tarkoittaa UPS-laitteen tasasuuntaus-vaihtosuuntaus yksikön ja lähtömuuntajan ohittavaa UPS-verkon syöttöreittiä.” /6, s. 2/

UPS-laitteiston ohitukset jakautuvat kahteen toiminnoiltaan toisistaan poikkeavaan ohitustapaan: staattinen ohitus ja huolto-ohitus. Ohituskytkentöjen tehtävänä on UPS-laitteen vikaantuessa tai UPS-verkossa esiintyvän oikosulun ym. vian esiintyessä luoda kriittisen kuorman syöttämiseksi varasyöttölinja, jolle UPS-laite siirtyy katkotta. Ohituskytkennän avulla vikaantunut UPS-laite voidaan irrottaa syötettävästä verkosta. Kytettäessä UPS-laitteisto takaisin toimintaan ohituskäytöltä on muistettava varmistaa, ettei kukaan työskentele enää laitteiston jännitteisiksi tulevissa osissa. /1, s. 127/

UPS-laitteen syötössä käytetään kolmea erilaista variaatiota, jotka ovat 1/1-, 3/1-, ja 3/3-vaiheinen syöttö. Toisin sanoen UPS-laitteen syöttö voi olla joko 1- tai 3-vaiheinen ja lähtö 1- tai 3-vaiheinen. Mikäli lähtö on 1-vaiheinen, ovat myös staattinen ohitus sekä huolto-ohitus 1-vaiheisia. /6, s. 3/

Varavoimajärjestelmän ulkoiset ohitukset mitoitetaan kriittistä kuormaa syöttävän järjestelmän perusteella.

## 5. UPS-LAITTEEN STAATTINEN OHITUS

ST-kortti 830.60 määrittelee staattisen ohituskytkennän seuraavasti: ”Staattisella ohituksella tarkoitetaan elektronisen kytkimen avulla toteutettua ohitusta.” /6, s.2/

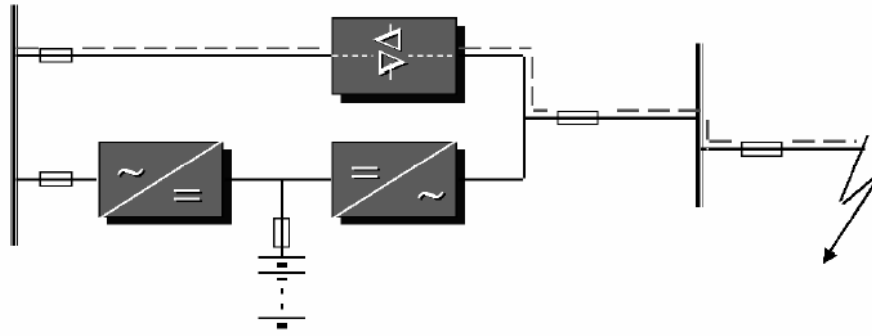
Staattinen ohituskytkin on laite, jonka avulla pyritään siihen, että UPS-laitteen vikaantuessa kriittisen kuorman syöttäminen siirtyy automaattisesti ja katkotta varasyötölle. Automaattisen toiminnan lisäksi staattisen ohituskytkimen tulee olla myös käsin käytettävissä siten, ettei kuorman siirtäminen verkkosyötölle aiheuta jännitekatkosta. Jotta kuorman siirtäminen katkottomasti akuilta verkkosyötölle olisi mahdollista, on kytkimen seurattava verkkojännitettä ja oltava tahdistettuna siihen. /2, s. 28/

Ylikuormitustilanteessa vanhemmat UPS-mallit siirtyivät heti ylikuorman havaittuaan staattiselle ohitukselle. Nykyisissä laitteissa vaihtosuuntaaja pyrkii syöttämään kriittistä kuormaa niin kauan kuin vaihtosuuntaajaa voidaan ylikuormittaa ja vasta sen jälkeen siirtää kuorman staattiselle ohitukselle. /7/

Staattisia ohituskytkimiä käytetään kahden muunnoksen on-line UPS-laitteissa. Jo pienissäkin esim. 700–2000 VA:n UPS:ssa on staattinen ohituskytkin. Staattinen ohituskytkin muodostuu tyristori-tyristorikytkimestä tai kontaktori-tyristorikytkimestä, jolloin kontaktori on vaihtosuuntaajan lähdössä ja tyristorikytkin ohituksessa. Siirto vaihtosuuntaajalta ohitukselle tai toisinpäin tapahtuu katkotta, koska vaihtotilanteessa molemmat kytkinosat ovat hetken johtavassa tilassa. Yhtäaikainen johtava tila on pituudeltaan n. 5...10 ms. /7; 8/

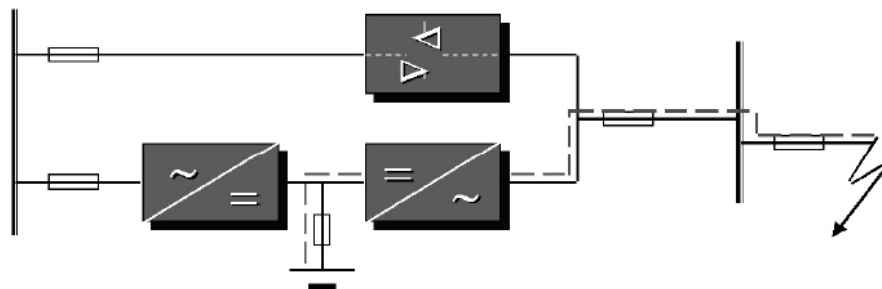
## 1.4 Staattisen ohituskytkennän vaikutus lisäpotentiaalintasaukseen

Kriittisen kuorman syöttöverkon vikaantuessa ja yleisen sähköverkon ollessa jännitteisenä UPS-laite siirtää oikosulkuvirran syöttävälle verkolle staattisen kytkimen avulla, jolloin oikosulkuvirralla saavutetaan korkeampi arvo ja tätä kautta suojalaitteiden nopeampi toiminta-aika (kuva 8). Vikatilanteessa ohitus tapahtuu, kun virta syötettävässä verkossa nousee UPS-laitteen virtarajalle. Kun virtapiirin suojalaite on laukaistu, siirtyy syöttö takaisin UPS-laitteelle. Ohjauksen staattiselle ohitukselle siirtymiseen antaa UPS-laitteen valvontalogiikka. /7/



**Kuva 8** Staattisen ohituskytkimen kautta syötetty oikosulkuvirta /3/

Sähkökatkoksen aikana tilanne muuttuu. Tällöin oikosulkuvirran syöttämisestä vastaa UPS-laitteen vaihtosuuntaaja (kuva 9). Akustolta saatava ja vaihtosuuntaajan muodostama oikosulkukapasiteetti on korkein virta, jonka vaihtosuuntaaja kykenee syöttämään, kun lähtöjännitteen laskeminen sallitaan. Oikein valituilla suojalaitteilla viallinen osa saadaan erotettua sitä syöttävästä verkosta tarvittavassa ajassa. /3, s. 11/



**Kuva 9** UPS-vaihtosuuntaaja syöttää oikosulkuvirran /3/

SFS 6000-5-55 määrittää lisävaatimuksia staattisen vaihtosuuntaajan eli UPS-laitteiston syöttämälle järjestelmälle. Näitä vaatimuksia käsitellään kohdassa 551.4.3.

Jos staattisella vaihtosuuntaajalla syötetyn sähköasennuksen osien vikasuojaus riippuu siitä sulkeutuuko ohituskytkin automaattisesti ja toimivatko ohituskytkimen syötönpuoleiset suojalaitteet kohdan 411.3 mukaisessa ajassa, niin vaihtosuuntaajan kuormituspuolella on käytettävä kohdan 415.2 mukaista lisäpotentialintasausta samanaikaisesti kosketeltavien jännitteelle alttiiden osien ja muiden metalliosien välillä /14, s. 5/.

## 1.5 Staattisen ohituskytkennän sovellukset



Staattinen ohituskytkin voi olla joko UPS-laitteeseen sisään rakennettu tai ulkoinen yksikkö. Pienissä järjestelmissä, joissa järjestelmää syötetään vain yhden UPS-laitteen avulla, staattinen ohituskytkin on usein rakennettu UPS-laitteen sisään. Suurissa rinnankäyvissä järjestelmissä staattinen ohituskytkin voi olla myös järjestelmän rinnalla toimiva oma yksikkönsä, joka vikatilanteessa toimii staattisena ohituskytkimenä koko rinnankäyvälle järjestelmälle.

### Yhden UPS-Laitteen tilanne

Yhden UPS-laitteen tilanteessa staattinen ohituskytkin siirtää kuorman syötön ohituslinjaan, kun sen vaihtosuuntaaja on ylikuormitettu tai se ei enää pysty syöttämään kriittistä verkkoa (kuva 10). Staattisen ohituskytkimen on siirrettävä syöttö aiheuttamatta jännitteen syötössä katkosta. Lähtö on suojattu laukaisevalla ylivirtasuojalla, joka erottaa vikaantuneen UPS:n kuorman rinnansyöttölinjasta. Eräissä UPS-tyypeissä hyötysuhteen optimointitoiminto sallii staattisen kytkimen toiminnan myös silloin, kun verkossa ei esiinny häiriötaajuuksia ja verkkojännite on tarpeeksi tasaista. Tämän kaltaisessa järjestelmässä staattinen ohituskytkin on rakennettu UPS-laitteen sisään. /4, s. 10/



**Kuva 10** Staattinen ohitus yksi UPS /5/

### N+1-mitoitettu rinnankäyvä järjestelmä

Rinnankäyvässä UPS-järjestelmässä on useampia UPS-laitteita (kuva 11). Kaikissa järjestelmään liitetyissä yksiköissä on oma staattinen ohituskytkin. Lisäksi järjestelmällä on yksi yhteinen huolto-ohituskytkin. UPS-laitteiden rinnankytkennällä saadaan nostettua järjestelmän toimintavarmuutta, mutta tällaisella järjestelmällä on yksi heikkous: Koska kaikissa yksiköissä on oma staattinen ohituskytkin, on niiden ylikuormitustilanteessa toimittava tarkasti yhtäaikaisesti, jotta ei tulisi tilannetta, jossa koko kriittinen kuorma siirtyy yhden UPS-laitteen syötettäväksi. /9/

Vikatilanteessa vikaantunut UPS-laite eristetään muista yksiköistä ja muut jatkavat kuorman syöttämistä. Tällöin vikaantunut yksikkö voidaan huoltaa järjestelmän yhä toimiessa. Vikaantunut yksikkö ei saa siirtyä staattiselle ohitukselle. Ylikuormitustilanteessa staattisen ohituksen yhtäaikainen toiminta voidaan toteuttaa liittämällä UPS-laitteet CAN-väylään, jonka avulla siirto staattiselle ohitukselle voidaan suorittaa tarkasti yhtäaikaisesti. /19/



**Kuva 11** N+1 mitoitettu rinnankäyvä järjestelmä /5/

**N+1-mitoitettu rinnankäyvä järjestelmä, yhteinen staattinen ohitus**

UPS-laitteiden rinnankäynti voidaan toteuttaa myös kytkemällä UPS-laitteet normaalisti rinnan ja asentamalla järjestelmälle ulkoinen staattinen ohituskytkin. Tällöin staattinen ohituskytkin ei ole laitekohtainen vaan se on kytketty järjestelmän rinnalle omana yksikkönään (kuva 12). Ulkoisen staattisen ohituskytkimen syöttö voidaan tuoda eri suunnasta ja eri keskukselta kuin UPS-laitteiden syötöt. Tällaisessa tilanteessa syöttävän verkon puolella esiintyvä vika ei katkaise staattisen ohituksen syöttöä ja kriittinen kuorma pysyy jännitteisenä.

Kytkemällä staattinen ohituskytkin verkon rinnalle saadaan järjestelmän luotettavuutta lisättyä entisestään. Vikatilanteessa järjestelmän rinnalle kytketty ulkoinen staattinen ohituskytkin toimii kaikkien järjestelmässä olevien UPS-laitteiden staattisena ohituksena ja näin ollen usean staattisen ohituksen eriaikaisuudesta johtuvaa ongelmaa ei tämänkaltaisessa verkossa esiinny. /9/ Huoltotilanteessa ulkoisen staattisen ohituskytkimen avulla kriittisen kuorman syöttäminen voidaan siirtää staattiselle ohitukselle. Mikäli staattinen ohituskytkin vaatii huoltoa, voidaan syöttö siirtää staattiselta ohitukselta huolto-ohitukselle, jolloin sekä UPS-laitteet että ulkoinen staattinen ohituskytkin voidaan irrottaa syöttävästä verkosta huoltoa varten.



**Kuva 12** N+1-mitoitettu rinnankäyvä järjestelmä, yhteinen staattinen ohitus /5/

**N+1-rinnankäyvä järjestelmä, kaksi staattista ohitusta**

Erittäin kriittisissä prosesseissa järjestelmän luotettavuutta voidaan parantaa vielä lisäämällä järjestelmän rinnalle toinen staattinen ohitusyksikkö. UPS-laitteet ja staattiset ohituskytkimet saavat kaikki syöttönsä eri suunnasta (kuva 13). /9/

Ylikuormitus- tai huoltotilanteessa syöttö voidaan siirtää staattiselle ohitukselle aivan kuten aikaisemmin esitetyissäkin järjestelmissä. Siirtäminen on kuitenkin suoritettava siten, että staattisten ohituskytkinten ollessa kytkettynä rinnan, on niiden molempien oltava tahdistettuna syötettävään verkkoon. Staattiset ohituskytkimet eivät kommunikoi keskenään, eivätkä ne siis tiedä toistensa olemassaolosta. Tahdistuksen yksiköt tekevät kommunikoimalla UPS-laitteiden kanssa. Oikosulkuilanteessa molemmat staattiset ohituskytkimet havahtuvat ja pyrkivät siirtämään kuorman verkkosyötölle. Myös huoltotilanteessa molempien staattisten ohitusten tulee olla tarkasti tahdistettuna UPS-järjestelmän verkkoon ennen kuin kuorma siirretään staattiselle ohitukselle. Huoltotilanteessa molemmat staattiset ohituskytkimet ovat aktiivisia ja syöttävät kriittistä kuormaa. /10/



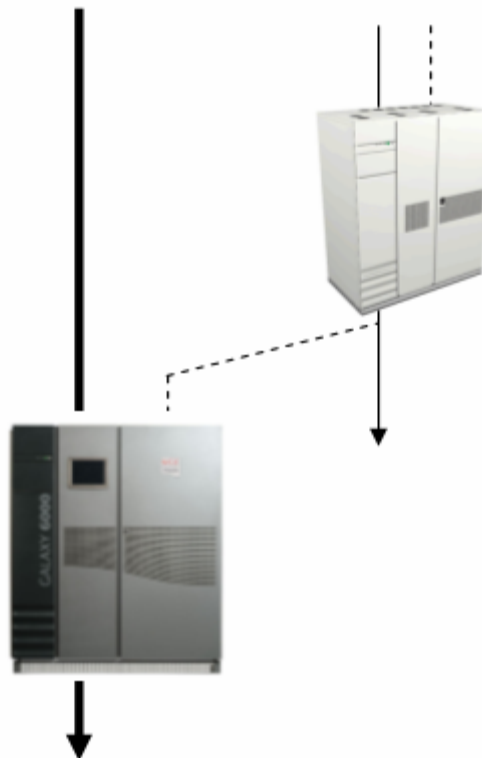
**Kuva 13** N+1-mitotettu rinnankäyvä järjestelmä, kaksi staattista ohitusta /5/

## Erotettu redundantti

### Yksi syöttö

Päivitetäessä tai lisättäessä vanhaan UPS-järjestelmään kapasiteettia törmätään usein ongelmaan, joka muodostuu siitä, että UPS-järjestelmä vaatii rinnankäytössä täysin samanlaisen ja samantehoisen UPS-laitteen. Uuden UPS-laitteen lisääminen vanhaan järjestelmään on näin ollen hankalaa. Tämä ongelma voidaan kuitenkin välttää rakentamalla järjestelmään erotettu redundantti.

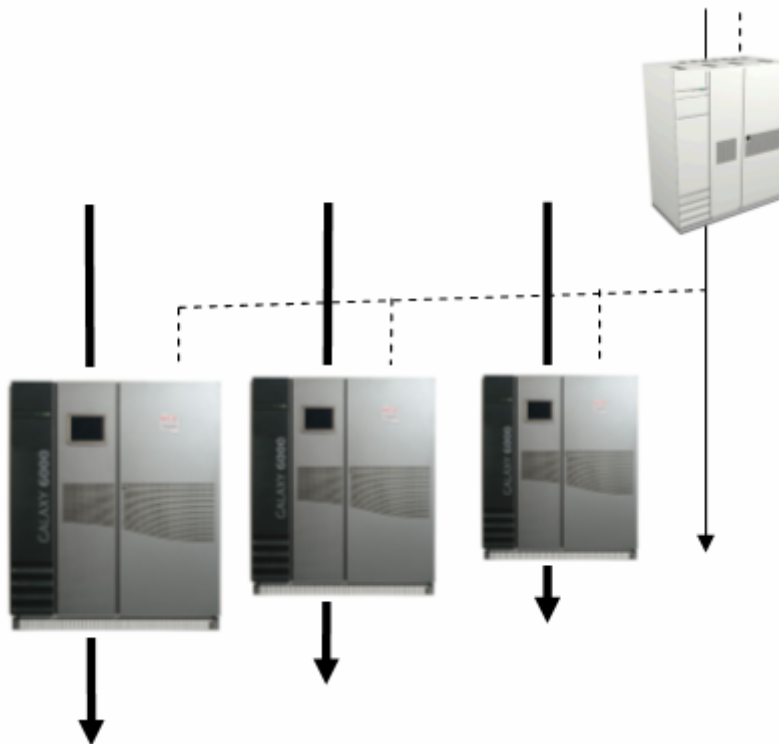
Erotetun redundantin järjestelmässä vanha UPS-laite toimii kriittistä kuormaa syöttävänä yksikkönä kuten ennen päivitystä. Vanhan yksikön rinnalle kytketään uusi UPS-laite, joka syöttää vanhan yksikön staattista ohitusta (kuva 14). Tämän kaltaista järjestelmää käytetään, kun halutaan parantaa käytettävyyttä kohteessa, jossa on käytössä erilaisia UPS-laitteita. /9/



**Kuva 14** Erotettu redundantti /5/

### Useita syöttöjä

N+1-mitoitettuun rinnankäyvään järjestelmään voidaan soveltaa samaa erotetun redundantin menetelmää. Tässä sovelluksessa vanhan rinnankäyvän UPS-järjestelmän kaikkien UPS-laitteiden staattisia ohituskytkentöjä syötetään erillisellä UPS-laitteella (kuva 15). Näin voidaan parantaa koko järjestelmän toimintavarmuutta uusimatta koko järjestelmää. /9/



**Kuva 15** Erotettu redundantti, useita syöttöjä /5/

## 6. UPS-LAITTEEN HUOLTO-OHITUS

ST-kortti 830.60 määrittelee ohituskytkennän seuraavasti: ”Huolto-ohituksella tarkoitetaan ohitusta, jolla UPS-laite voidaan sisäisesti ohittaa laitteen huollon ajaksi.” /6/

## 1.6 Huolto-ohituksen käyttötarpeet

Huolto-ohituskytkentä UPS-laitteistossa tarvitaan, jotta se saadaan erotettua verkosta katkaisematta verkon jännitettä pysyvästi. Huolto-ohituskytkentää ei yleensä voida suorittaa suoraan, koska se vaatii UPS-laitteen siirtämisen staattiselle ohitukselle. Huolto-ohituskytkentää tarvitaan siinä tilanteessa, että UPS-verkko vikaantuu siten, ettei staattinen ohituskytkentä toimi, jolloin kriittinen kuorma on jännitteetön. Tämä kuitenkin on erittäin epätodennäköistä ottaen huomioon nykyisten laitteiden vikaantumistodennäköisyyden. Mikäli tämän kaltainen tilanne kuitenkin ilmenee, voidaan huoltokytkimellä ohittaa UPS-järjestelmä ja kriittinen kuorma saadaan taas jännitteiseksi. /1, s. 127/

Merkittävämpi etu huolto-ohituskytkennällä saavutetaan UPS-laitteen huollon yhteydessä, koska ulkoisen huolto-ohituskytkimen avulla voidaan UPS-laite erottaa syöttävästä verkosta huollon sitä vaatiessa. Siirrettäessä UPS-laite staattiselle ohitukselle ja sen jälkeen huolto-ohitukselle, voidaan kriittinen kuorma siirtää eri syötölle täysin katkotta.

Jos huolto-ohituskytkin on rakennettu ulkoisesti joko erilliseen koteloon tai UPS-keskukseen, on järjestelmä mahdollista erottaa syöttävästä verkosta, jolloin se voidaan kuljettaa välittömästi huoltoon tai huolto voidaan tehdä paikallisesti ja turvallisesti UPS-verkosta irtikytkettynä. On kuitenkin muistettava, ettei huolto-ohituskytkin tee UPS-laitteen akustoa jännitteettömäksi.

## 1.7 Huolto-ohituskytkennän toteutusmallit

Huolto-ohituskytkentä voidaan suorittaa usealla eri tavalla. Ohituskytkentä voidaan toteuttaa rakentamalla se kahdella tai kolmella kytkimellä. Se voidaan rakentaa myös juontokytkimellä. Kahdella tai kolmella erillisellä kytkimellä rakennettaessa on erityisen tärkeää liittää huolto-ohituskytkimien läheisyyteen ohjeet ohituskytkennän suorittamisesta. Kahden tai kolmen kytkimen huolto-ohituskytkentää ei saa suorittaa ellei UPS-laite ole jo sammunut tai laitetta ei ole siirretty staattiselle ohitukselle. Mikäli huolto-ohituskytkentä suoritetaan ennen UPS-laitteen sammuttamista, saattaa syntyä tilanne, jossa UPS-laitteen vaihtosuuntaaja ja valtakunnan sähköverkko ovat rinnakkain. Mikäli vaihtosuuntaajan jännite on korkeammassa potentiaalissa kuin sähköverkko, pyrkii se syöttämään sähköverkkoa. Tämä vastaa laitteen lähdössä oikosulkua, jolloin laite sammuttaa itsensä. Mikäli valtakunnan verkon potentiaali on UPS-vaihtosuuntaajan potentiaalia korkeampi, syöttää valtakunnan verkko sähköä vaihtosuuntaajan kautta DC-piireihin ja akustoon. DC-jännite puolelle syntyy ylijännite, jolloin UPS-laitteen ohjauslogiikka pysäyttää UPS-laitteen. /7/

### **Kahdella erillisellä kytkimellä toteutettu huolto-ohituskytkentä**

Liitteessä 1 on esitettyä 20–30 kVA:n järjestelmälle tarkoitettu, kahdella erillisellä kytkimellä toteutettu huolto-ohituskytkentä. Huolto-ohitusyksikön kannessa on muistutus staattiselle ohitukselle siirtämisestä ennen huolto-ohituksen kytkemistä toimintaan.

Liitteessä 2 on esitettyä 3/1-vaiheinen UPS-järjestelmä, jonka rinnalle on rakennettu kahdella erillisellä kytkimellä toteutettu huolto-ohituskytkentä. Huolto-ohitus asetetaan aktiiviseksi kytkimillä S1 ja S2. Normaalisessa tilanteessa UPS-laitteen staattinen ohituskytkin ei ole päällä. Ulkopuolisen huolto-ohituskytkimen



kytkin S1 on kiinni ja kytkin S2 auki. UPS-laitteen vikaantuessa tai laitetta huollettaessa UPS-laitteen sisäinen ohituskytkin kytketään toimintaan, jonka jälkeen kytkin S2 kytketään kiinni ja kytkin S1 kytketään auki. Tämän jälkeen UPS-laite voidaan irrottaa syöttävästä verkosta huoltoa varten. /7/

Tämän kaltainen toteutus ei ole kuitenkaan siinä mielessä hyvä, koska kytkinten vääräaikainen tai huolimaton käyttö saattaa johtaa tilanteeseen, jossa UPS-laite toimii syöttävän verkon rinnalla. Toisaalta ohituskytkennän rakentaminen on edullisempaa tavallisten kytkinten avulla.

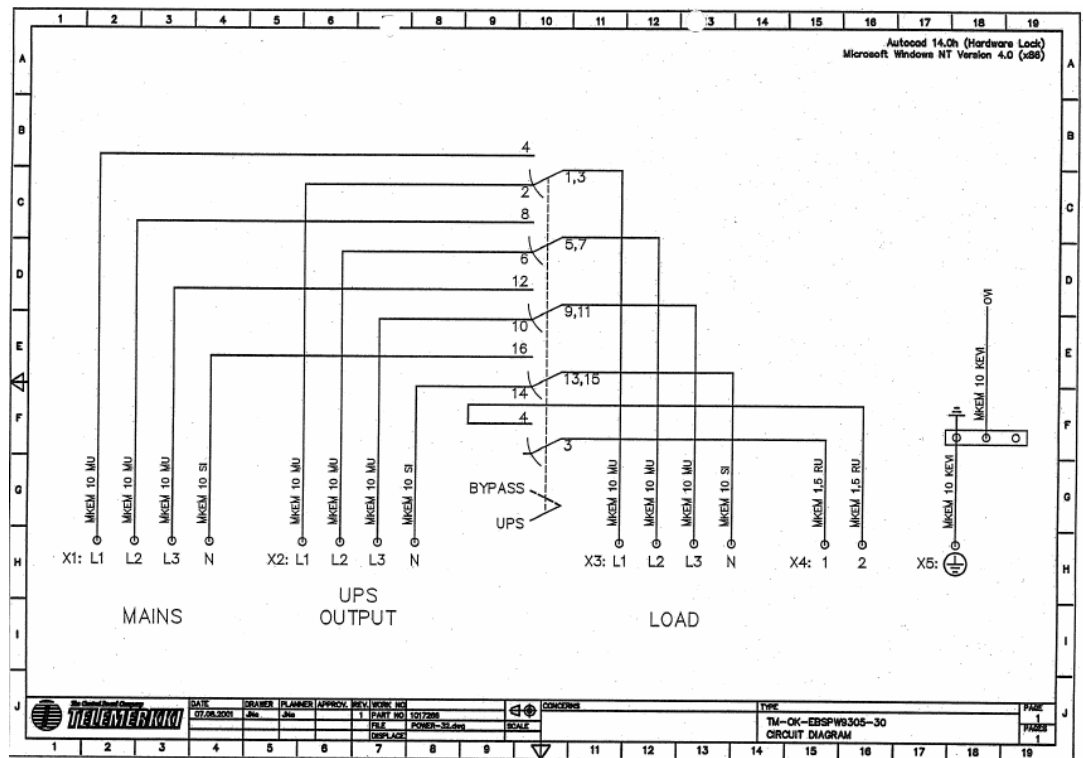
### **Kolmella erillisellä kytkimellä toteutettu huolto-ohituskytkentä**

Liitteessä 3 on esitettyä 20-30kVA:n kuormalle tarkoitettu, kolmella erillisellä kytkimellä toteutettu huolto-ohituskytkin. Liitteessä 3 esitetään lisäksi 3/3-vaiheinen UPS-järjestelmä, jonka rinnalle on asennettu lisäakustoyksikkö. Johdotuskaaviosta voimme myös havaita, että huolto-ohituskytkentä on tehty ulkoista manuaalista ohituskytkintä hyväksikäyttäen. /7/

Normaalitilanteessa kytkin S1 on auki, S2 kiinni ja S3 kiinni ja kriittinen kuorma saa syöttönsä UPS-laitteen vaihtosuuntaajan kautta. Vika- tai huoltotilanteessa 3/3-vaiheinen UPS-järjestelmä siirretään ohitukselle siirtämällä UPS-laite ensin staattiselle ohitukselle, mikäli UPS-laite on päällä. Seuraavaksi kytketään kytkin S1 kiinni, S3 kytketään auki ja S2 kytketään auki. Edellä oleva toimenpide tulee suorittaa tarkasti ohjeen mukaisessa järjestyksessä, jotta välttyttäisiin rinnankäynniltä. Ohitustilanteen purkaminen suoritetaan tarkasti päinvastaisessa järjestyksessä. /7/

### **Juontokytkimellä toteutettu huolto-ohituskytkentä**

Huolto-ohituskytkennässä suositellaan käytettäväksi juontokytkintä. Juontokytkin on kytkin, jonka toiminta eroaa normaaliin kytkimeen verrattuna siinä, että se vaihtaa kärkiensä tilaa siten, että se päästää vanhan kytkennän irti vasta kun vaihtokärjet ovat muodostaneet uuden kytkennän.

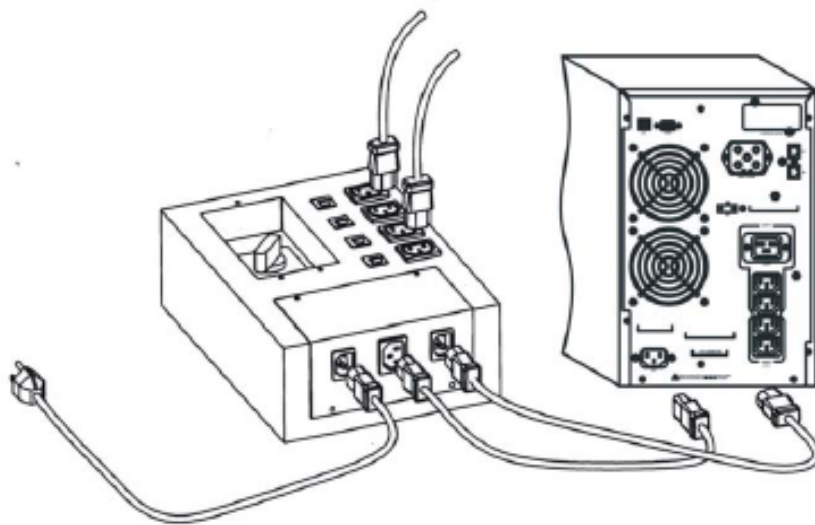


**Kuva 16** Juontokytkimellä toteutettu huolto-ohituskytkentä /15/

Kytkimen vaihtaessa tilaansa se muodostaa lyhyeksi hetkeksi yhteyden molempiin vaihtokärkiinsä (kuva 16). Kärkien vaihtaessa asentoaan ei synny jännitekatkosta ollenkaan. Juontokytkimessä on yksi ylimääräinen kärkipari 3, 4. Tämä kärkipari toimii juontokytkimessä apukoskettimena. Juontokytkimen vaihtaessa tilaansa apukärki vaihtaa tilaansa noin 10 ms ennen varsinaista vaihtotoimenpidettä. Apukoskettimen ennakkoa hyväksikäyttäen UPS-laite saa tiedon huolto-ohituskytkennästä ennen varsinaista kytkentää ja näin ollen sillä on aikaa siirtää itsensä staattiselle ohitukselle ennen huoltokytkennän kytkeytymistä. Periaatteena on kuitenkin siirtää UPS-laite staattiselle ohitukselle aina ennen huolto-ohituksen kytkeytymistä. /7/

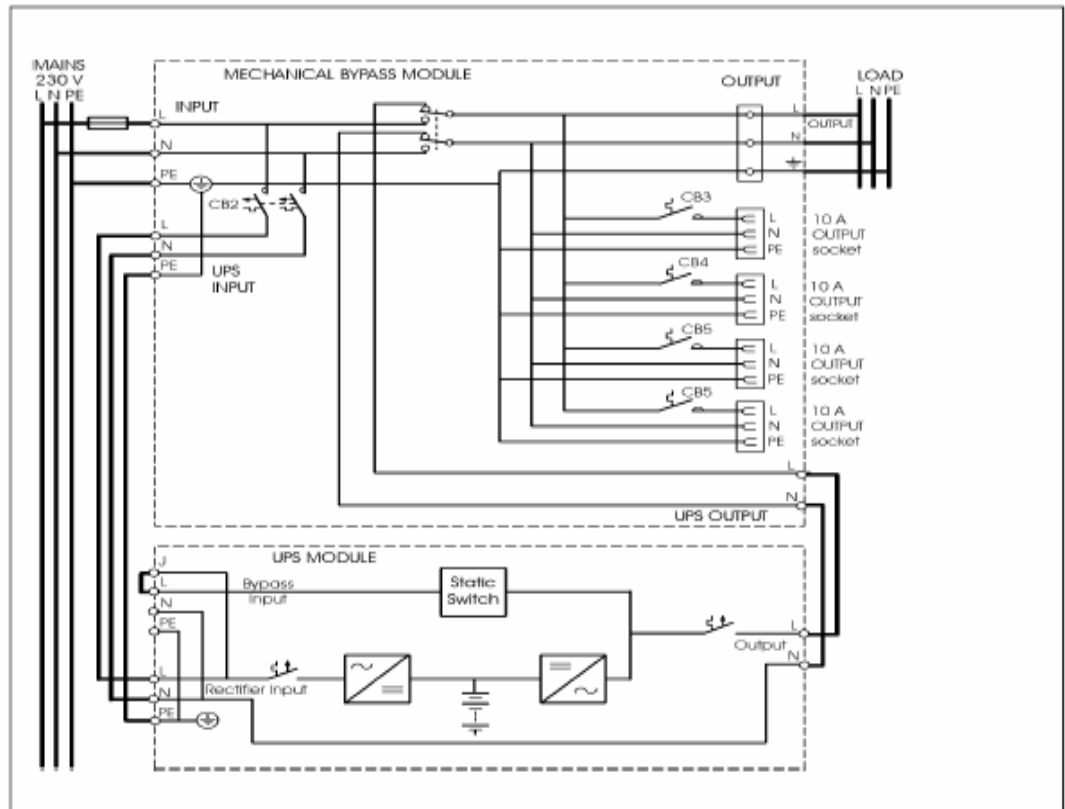
## 1.8 Erilaiset huolto-ohituskytkimet

Huolto-ohituskytkin voi olla ulkoinen laite tai se voi olla myös rakennettuna UPS-laitteen sisään tai UPS-keskukseen. Huolto-ohituskytkimen koko kasvaa luonnollisesti syötettävän tehon kasvaessa. Kuvissa 17, 20 ja 22 on esitettyinä eri laitevalmistajien eri teholuokkiin tarkoitettuja ulkoisia huolto-ohituskytkimiä. Kuvassa 23 ja liitteessä 5 ovat esitettyinä UPS-laitteeseen integroitu ja UPS-keskukseen integroitu huolto-ohituskytkin. Ensimmäinen kytkin on Powerwaren valmistama ja se on tarkoitettu 700–3000 VA:n UPS-laitteille.



**Kuva 17** Powerware Bp-2000 Ulkoinen huolto-ohitusyksikkö /11/

Powerware Bp-2000 on ulkoinen huolto-ohituskytkin, joka asennetaan järjestelmään erillisenä yksikkönä (kuva 17). Ulkoisen ohituksen yksikössä on myös 10A lisäliitännäspaikkoja, joita voidaan hyödyntää UPS-verkon laajentamisessa (kuva 18). /11/

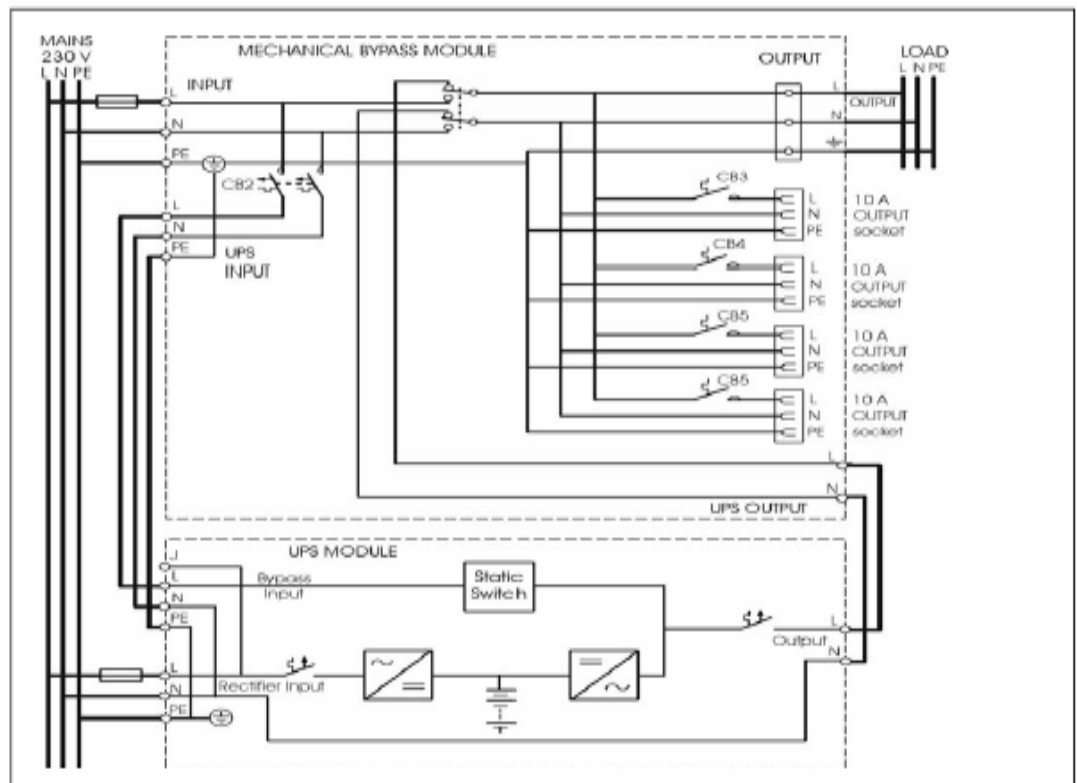


**Kuva 18** UPS-laitteen syöttäminen ulkoisen ohituksen kautta /11/

Kuvasta 18 nähdään, että käytössä oleva ohituskytkin on tarkoitettu 1/1-vaiheisen UPS-järjestelmän manuaaliseksi huolto-ohituskytkimeksi. Se kytketään syöttävän verkon ja UPS-laitteen väliin siten, että UPS-laite saa syöttönsä ulkoisen ohituskytkimen kautta. UPS-lähtö on kytketty huolto-ohituskytkimen UPS-output-liittimeen, jonka kautta syötetään kriittistä kuormaa.

Huoltotilanteessa UPS-laite kytketään staattiselle ohitukselle, jolloin ulkoinen ohitus voidaan kytkeä aktiiviseksi ja UPS-laite voidaan irrottaa syöttävästä verkosta. Kyseisessä kytkentämallissa huolto-ohituksella ja UPS-laitteella on yhteinen syöttö, jolloin kahdennetun verkon tuomaa toimintavarmuutta ei saavuteta. /11, s. 7/

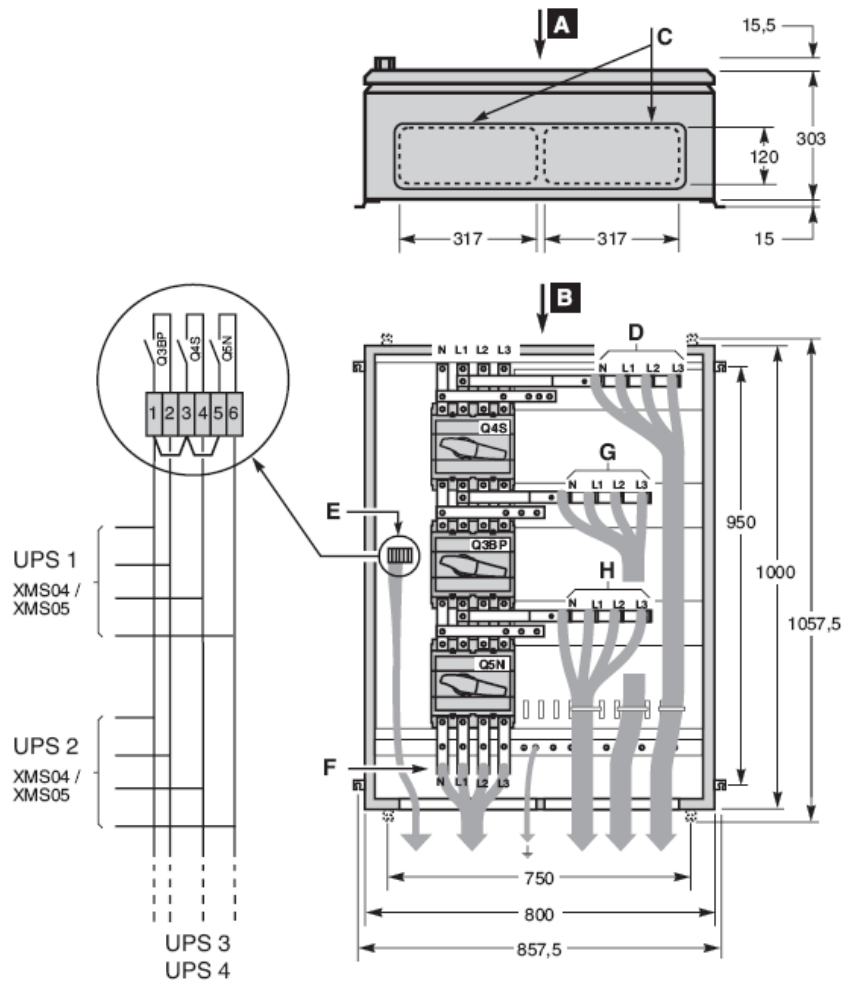
BP-2000 voidaan kytkeä myös käyttäen useamman syötön periaatetta, jolloin staattinen ohituskytkin saa syöttönsä ulkoisen ohituskytkimen kautta ja UPS-laite saa syöttönsä suoraan verkosta (kuva 19). Järjestelmä voidaan myös kytkeä siten, että UPS-laite, staattinen ohituskytkin ja ulkoinen huolto-ohituskytkin saavat kaikki oman syöttönsä, jolloin järjestelmän luotettavuus paranee.



**Kuva 19** Ulkoisella ohituksella ja UPS-laitteella oma syöttö /11/

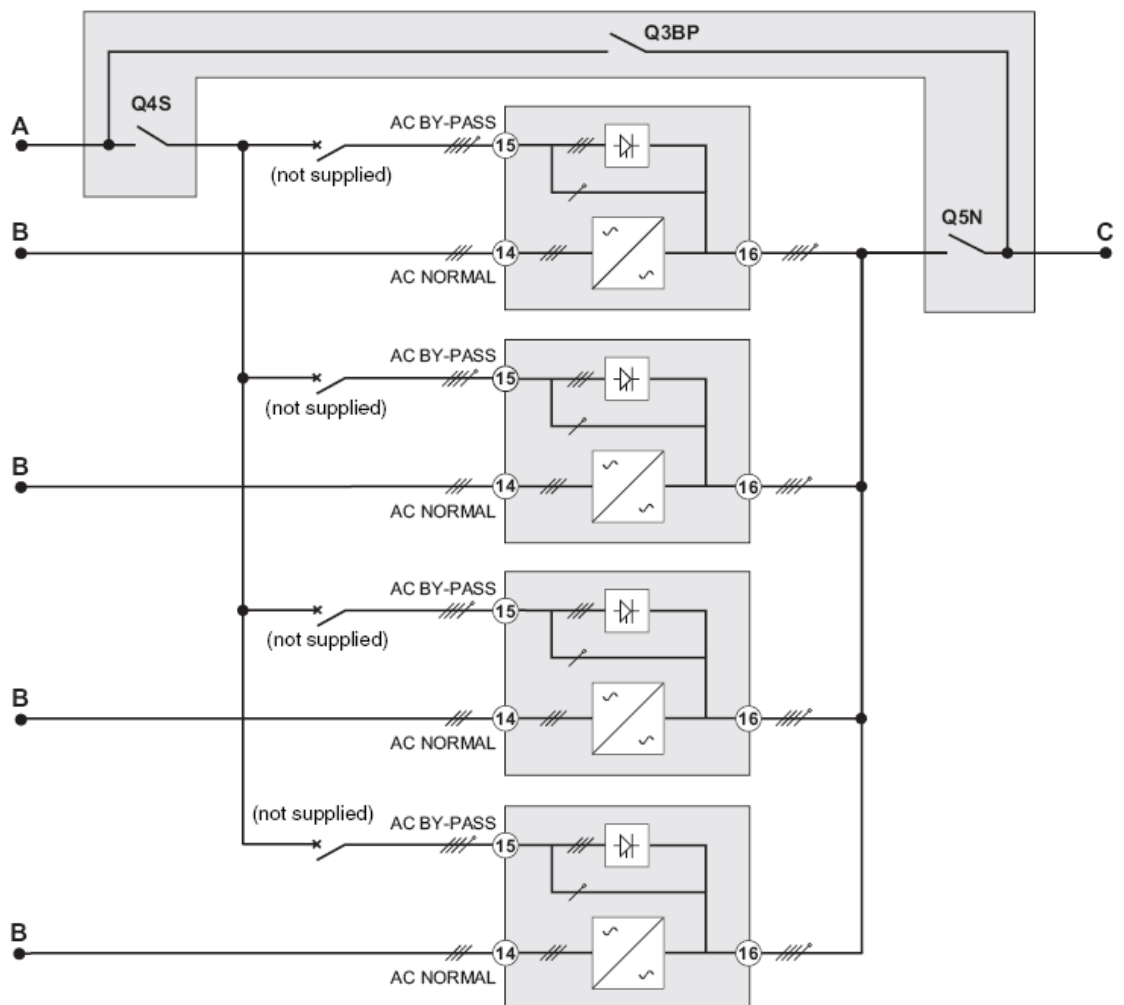
Toisena versiona on esitelty MGE:n valmistama kolmella erillisellä kytkimellä toteutettu ulkoinen ohitusyksikkö, joka on tarkoitettu teholuokkaan 150 kVA (kuva 20). Malli soveltuu koko rinnankäyvän järjestelmän huolto-ohitukseksi.

Järjestelmän siirtäminen huolto-ohitukselle tapahtuu samalla periaatteella kuin liitteessä 3 esitetyllä järjestelmällä. /12, s. 24/



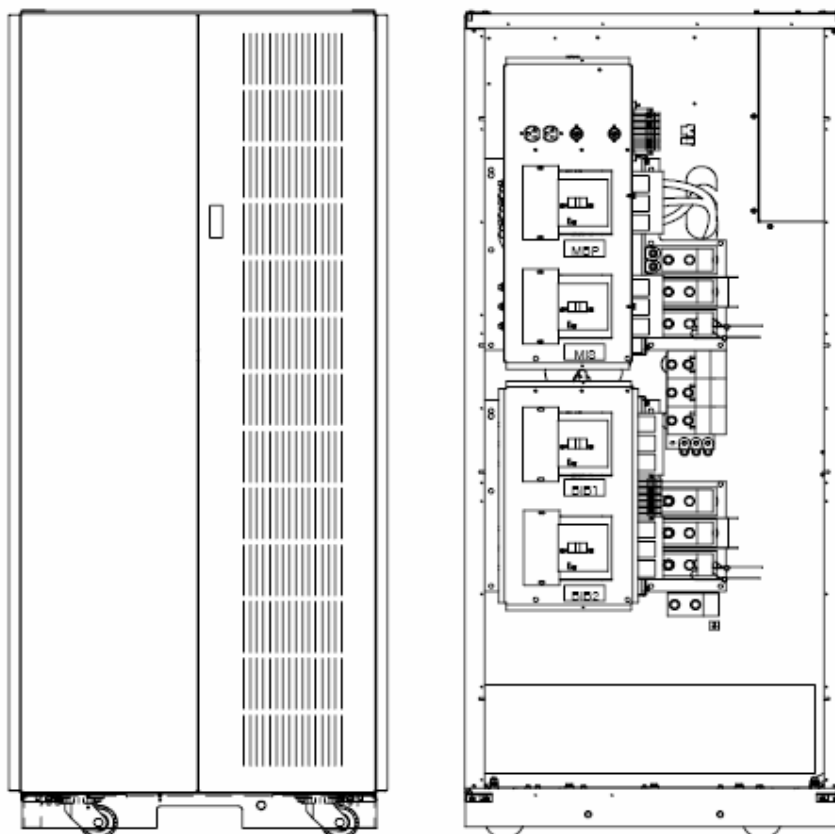
**Kuva 20** 150kVA ohituskytkentä /12/

Rinnankytketyn järjestelmän yläpuolella on kolmella erillisellä kytkimellä toteutettu huolto-ohitusyksikkö (kuva 21). Huolto-ohitus tehdään kytkinten Q4S, Q3BP ja Q5N avulla. Järjestelmän staattiset ohituskytkimet saavat syöttönsä huolto-ohitusyksikön kautta. Huolto-ohitukseen kytketyt staattisen ohituksen syötöt kytketään tähteen, jolloin jokaisen lähtevän kaapelin tulee olla samanpituinen ja samanvahvuinen. /12, s. 20/



**Kuva 21** Rinnankytketyn järjestelmän ohituskytkentä /12/

Kolmantena versiona on esitetty Powerwaren 9315 ulkoinen ohituskytkin. Se on tarkoitettu teholuokkaan 200–500 kVA (kuva 22). Ulkoisen ohitusyksikön oikeanpuoleisen oven sisäpuolelle on asennettu ohjeet järjestelmän huolto-ohitukselle siirtämiseksi. Huolto-ohituskytkin on vapaasti pyörillä kulkeva yksikkö (kuva 22). /13, s. 17/



**Kuva 22** Powerware 9315 /13/



Neljäntenä versiona on esitelty Powerware 9305-151-N-7. UPS-laitteessa on sisäänrakennettu huolto-ohituskytkin (kuva 23). Normaalisessa käyttötilanteessa huolto-ohituskytkin on päätykannen alla, jolloin sen käyttäminen vaatii etukannen irrottamisen. Tällöin on pohdittava mitä muita toimenpiteitä huolto-ohituksen aktivoiminen vaatii.

9305-mallissa ei ole mahdollista siirtää UPS-laitetta manuaalisesti staattiselle ohitukselle. Laite siirtyy staattiselle ohitukselle vika tai ylikuormitustilanteessa.

Huolto-ohituskytkin on tässä laitteessa toteutettu juontokytkimellä, jossa yksi kärkipari sulkeutuu muita ennen. Se lähettää viestin UPS-laitteelle, joka siirtää itsensä staattiselle ohitukselle ennen huolto-ohitukselle siirtymistä.

/18/



**Kuva 23** Integroitu huolto-ohitus

Viidentenä versiona huolto-ohituksen toteuttamisesta on keskuksen kanteen asennettu huolto-ohituskytkin Q2, joka on toteutettu juontokytkimellä (liite 5). Ulkoinen huolto-ohituskytkin voidaan asentaa vaihtoehtoisesti myös keskuksen kannen alle, jonka seurauksena sen käyttäminen vaatii keskuksen avaamisen. Valinta kytkimen asentamisesta, kanteen tai sen alle, tehdään keskuksen käytön perusteella. Esimerkiksi liikerakennuksessa huolto-ohituskytkin voidaan asentaa keskuksen kanteen, jolloin vikatilanteen sattuessa opastettu henkilö voi suorittaa ohituksen.

## 7. KÄYTÄNNÖN ESIMERKKI UPS-JÄRJESTELMÄSTÄ

Tämän projektin tarkoituksena oli pohjustaa laboratorioympäristöön rakennettavan UPS-järjestelmän toteuttamista. Projekti ajoittuu järjestelmän suunnitteluvaiheeseen. Käytännön esimerkkinä toimii Tampereen Ammattikorkeakoulun sähköosaston laboratorioon hankittu 15 kVA:n UPS-laite. Se on tarkoitus rakentaa osaksi opetusympäristöä, jossa sen toimintaa voidaan erilaisilla kokeilla tutkia.

UPS-laite on Powerware Oy:n valmistama PW9305-151-N-7. Se on 15 kVA:n kaksoismuunnostekniikalla toteutettu on-line UPS. UPS-laitteen rinnalla toimii lisäakustoyksikkö PW9150-BAT I-A. Laite on ollut usean vuoden ajan jännitteettömänä, joten sen akut ovat todennäköisesti vanhentuneet. Tämä sovellus on poikkeuksellinen, koska järjestelmä rakennetaan UPS-laitteen eikä prosessin ympärille.

Tavoitteena oli suunnitella järjestelmälle keskus sekä siihen integroitu huolto-ohitus juontokytkimellä. Keskus pyritään hankkimaan UPS-laitteen toimittaneelta yritykseltä, jotta se varmasti soveltuu käyttökohteeseen. Samalla voidaan selvittää onko keskuksen hankkiminen mahdollista laitetoimituksen yhteydessä.

Laboratorioon suunnitellun laitteiston on toimittanut Powerware Oy (nykyään Eaton Power Quality Oy), joten keskuksen hankkimista tiedusteltiin sieltä. Kävi ilmi, että keskuksen hankkiminen tämän laitetoimittajan kautta on mahdollista.

Seuraavaksi pyrittiin määrittelemään UPS-järjestelmän varsinainen käyttötarkoitus. Laitteiston käyttötarkoituksen määrittäminen oli hankalaa, koska käytäntö on osoittanut opetuslaboratorioympäristössä sen, että tutkittavien ilmiöiden ja tehtävien töiden varsinaiset sovellukset syntyvät useimmiten vasta valmiin järjestelmän ollessa toiminnassa. Varsinaista käyttötarkoitusta ei laitteistolle pystytty tässä vaiheessa määrittämään, mutta se ei ollut projektin etenemisen kannalta välttämätöntä, koska sovellukseen tuleva laitteisto oli jo olemassa.

Tilaaajan tarpeiden ja toiveiden pohjalta järjestelmälle suunniteltiin keskus (liite 6). Keskuksen suunnitteleminen suoritettiin pitkälti Eatonin vakiokeskuksen pohjalta, johon lisättiin tilaaajan edellyttämät muutokset. UPS-keskuksen keskuskaaviosta voidaan havaita manuaalisen, keskuksen integroidun huolto-ohituskytkimen toiminta (liite 6). Kytkimeen lisätty potentiaalivapaa kärki sulkeutuu ennen kytkimen muita kärkiä toimittaen UPS-laitteelle tiedon tulevasta huolto-ohituksesta.

Eaton toimittaa 15 kVA:n vakiokeskuksia (liite 5). Laboratorio-ympäristöön rakennettava keskus valmistettaneen samanlaiseen, mutta korkeudeltaan korkeampaan keskuksen. Keskuksen korkeutta lisätään, jotta siihen jää tilaa mahdollisille lisäsovelluksille. Keskuksen suunnitellun juonto-kytkimen valmistaminen tapahtuu tilaustyönä, joten keskuksen hankkimiseen on varattava enemmän aikaa.

Uusia akkuja ei projektin tässä vaiheessa vielä tilattu, koska oli olettavissa, että järjestelmän käyttöönotto siirtyy myöhemmäksi ajankohdaksi. Keskustelimme akkujen hankinnasta laitetoimittajan kanssa, mutta totesimme, ettei niiden hankkiminen ole mielekästä projektin tässä vaiheessa, koska ne joutuisivat olemaan määrittelemättömän ajan ilman latausvirtaa.

UPS-järjestelmän käyttöönotosta kerättiin projektikansio, johon liitettiin tähänastiset suunnitelmat ja järjestelmään liittyvät muut dokumentit.

## 8. OHITUSTEN TOIMINTA JA KÄYTTÖSOVELLUKSET

### YHTEENVETO

Ohituksella tarkoitetaan UPS-laitteen tasasuuntaus-vaihtosuuntaus -yksikön ja lähtömuuntajan ohittavaa UPS-verkon syöttöreittiä. Ohituskytkentöjen tehtävänä on UPS-laitteen vikaantuessa tai UPS-verkossa esiintyvän oikosulun ym. vian esiintyessä luoda kriittisen kuorman syöttämiseksi varasyöttölinja, jolle UPS-laite siirtyy katkotta. Ohituskytkennän avulla vikaantunut UPS-laite voidaan irrottaa syötettävästä verkosta. UPS-laitteen syöttö voi olla joko 1- tai 3-vaiheinen ja lähtö 1- tai 3-vaiheinen. Mikäli lähtö on 1-vaiheinen, ovat myös staattinen ohitus sekä huolto-ohitus 1-vaiheisia. /1, s. 127; 6, s. 2-3/

UPS-laitteiston ohitukset jakautuvat kahteen toiminnoiltaan toisistaan poikkeavaan ohitustapaan, jotka ovat staattinen ohitus ja huolto-ohitus. Sekä staattinen että huolto-ohitus voivat olla UPS-laitteeseen integroituja tai ulkoisia riippuen järjestelmän koosta ja toteutustavasta. Staattinen ohituskytkin ja huolto-ohituskytkin siirtävät syötön pois UPS-laitteen vaihtosuuntaajalta, mutta on kuitenkin huomioitava, etteivät ne tee akustoa jännitteettömäksi, jolloin sähköiskun vaara on yhä olemassa. Kytettäessä UPS-laitteisto takaisin toimintaan ohituskäytöltä on muistettava varmistaa, ettei kukaan työskentele enää laitteiston jännitteisiksi tulevissa osissa.

Staattinen ohituskytkin on UPS-laitteen sisään rakennettu laite, jonka avulla pyritään siihen, että UPS-laitteen vikaantuessa kriittisen kuorman syöttäminen siirtyy automaattisesti ja katkotta varasyötölle. Automaattisen toiminnan lisäksi staattisen ohituskytkimen tulee olla myös käsin käytettävissä siten, ettei kuorman siirtäminen verkkosyötölle aiheuta jännitekatkosta. Jotta kuorman siirtäminen katkottomasti akuilta verkkosyötölle olisi mahdollista, on kytkimen seurattava verkkojännitettä ja oltava tahdistettuna siihen. /2, s. 28/

Rinnankytketyissä järjestelmissä staattinen ohituskytkin voi olla myös järjestelmän ulkopuolelle rakennettu erillinen yksikkö, jolloin se toimii koko järjestelmän yhteisenä ohituksena. Parannettaessa järjestelmän toimintavarmuutta entisestään järjestelmään voidaan rakentaa toinen ulkoinen staattinen kytkin, jonka seurauksena järjestelmä on redundanttinen myös varasyötön osalta.

Pienissä järjestelmissä UPS-laitteen huolto saadaan hoidettua sisäisen staattisen ohituksen, tai hallitun sähkökatkon avulla. Jokaisessa kriittistä kuormaa syöttävässä järjestelmässä tulisi kuitenkin olla ulkoinen huolto-ohituskytkin, jonka avulla UPS-laite voidaan irrottaa syöttävästä verkosta. Huolto-ohituskytkin on laite, jonka avulla UPS-laitetta syöttävä verkko voidaan ohittaa huollon yhteydessä. Mikäli huolto-ohitus on rakennettu ulkoiseksi, voidaan UPS-laite erottaa syöttävästä verkosta huollon sitä vaatiessa. Siirrettäessä UPS-laite staattiselle ohitukselle ja sen jälkeen huolto-ohitukselle, voidaan kriittinen kuorma siirtää eri syötölle täysin katkotta.

Ulkoinen huolto-ohituskytkin voidaan rakentaa usealla eri tavalla. Rakennettaessa se kahdella tai kolmella kytkimellä, on aina muistettava sijoittaa huolto-ohituksen läheisyyteen ohjeet kytkennän suorittamisesta. On myös tärkeää, että kytkennän suorittava henkilö on riittävän opastettu ja kytkimen läheisyydessä oleva ohjeistus toimisi lähinnä kertaavana ohjeena. Huolto-ohitus voidaan toteuttaa myös juontokytkimen avulla. Juontokytkimessä voi olla kärkipari, joka sulkeutuu ennen muita kärkiä lähettäen tiedon UPS-laitteelle tulevasta siirrosta.

Sähkösuunnittelijan on otettava huomioon suunnitteluvaiheessa ulkoisen ohituksen tilavaraukseen. Rakennettaessa uutta järjestelmää laitevalmistajalta saadaan ohjeita laitteiston sijoittamisesta ja sen vaatimasta tilasta. Mikäli järjestelmä on erityisen suuri, on otettava huomioon myös sen lattiaan kohdistama paino. Staattisen ja huolto-ohituksen mitoitus toteutetaan UPS-laitteiston mitoituksen mukaisesti.

## LOPPUPÄÄTELMÄT

Työn alussa tavoitteena oli rakentaa huolto-ohituskytkentä automaattiseksi. Nopeasti kuitenkin selvisi, ettei huolto-ohituksen automatisointi ole järkevää, koska sen käyttö rajoittuu useimmiten huoltotilanteisiin.

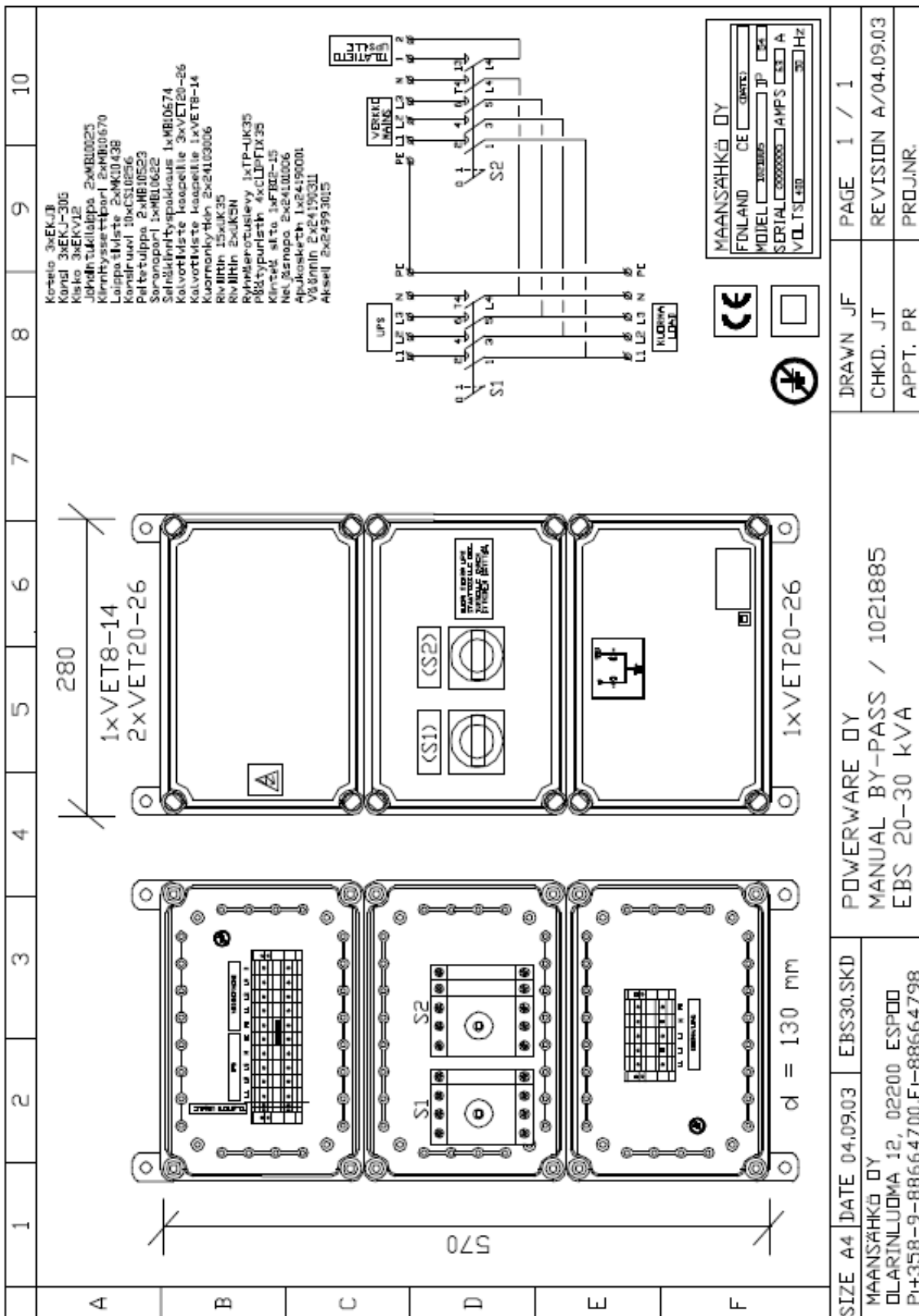
Eräänä työn tavoitteena oli tiedustella laitevalmistajilta huolto-ohituksen integroitavuudesta UPS-keskukseen. Eri laitevalmistajilla on hieman erilainen tapa toteuttaa huolto-ohitus ja tästä johtuen valmistajasta riippuen huolto-ohituksen integroiminen on mahdollista ja toisissa tapauksissa huolto-ohitus on aina omassa kotelossaan. Myös UPS-keskuksen hankkiminen laitetoimituksen yhteydessä tai erikseen on mahdollista esimerkiksi Eaton Power Quality Oy:n kautta.

## LÄHDELUETTELO

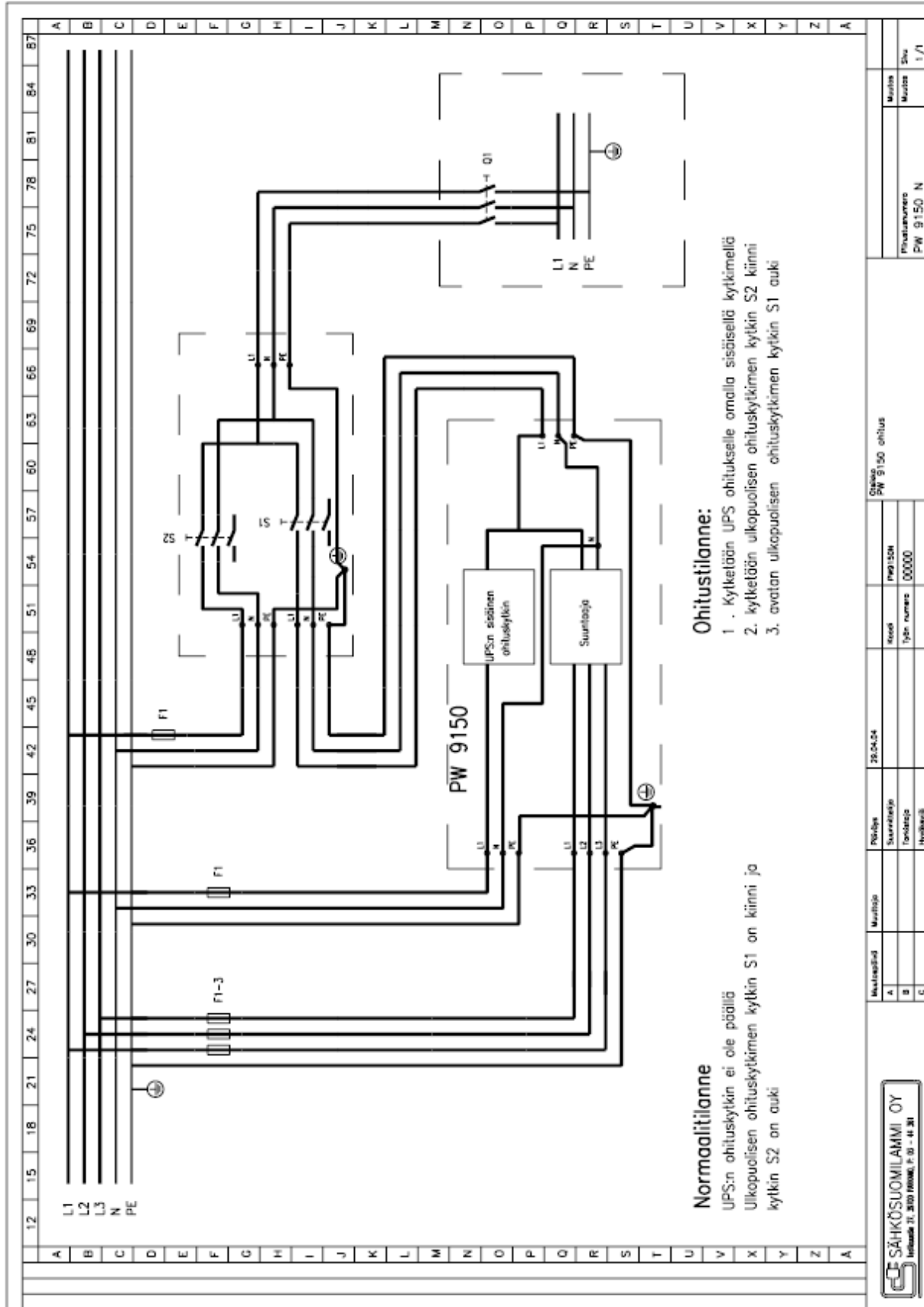
- 1 Bovellan Kari, Hakanen Pertti, Heikkilä Jorma, Kapp Henri, Kivekäs Seppo, Kousa Pertti, Poikonen Pasi, Sahlström Tapani, Tummavuori Juha, ST-käsikirja 20. Sähköinfo Oy. Espoo 2005. 232 s.
- 2 ABB, teknisiä tietoja ja taulukoita – käsikirja, luku 3.5 UPS-laitteet. 07.2000. 48 s. Saatavissa:  
<http://www.abb.fi/cawp/fiabb255/816ed499bb0d20a8c2256936003e64ed.aspx>
- 3 Tummavuori Juha, UPS-laitteen valinta ja asennus. Eaton Power Quality Oy. 19 s.
- 4 Powerware 9305, Käyttö- ja asennusohje 20 - 80 kVA rinnankäyvät UPS-järjestelmät. 1018390 versio c. 2003. 52 s.
- 5 Suttinen Maunu, Myyntipäällikkö. Schneider college, 13.3.2008. Perinteiset UPS-järjestelmät sekä kokonaisratkaisut IT-ympäristön virransyöttöön ja jäähdytykseen. Kurssimateriaali. MGE UPS SYSTEMS Finland Oy. 42 s.
- 6 Sähköinfo Oy, ST-kortisto, ST 830.60 UPS-Asennukset. Laadittu 15.6.1993
- 7 Tummavuori Juha, Vastauksia kysymyksiisi. [sähköposti viesti.] 4.4.2008
- 8 Tummavuori Juha. Päättyö [sähköposti viesti.] 4.1.2008
- 9 Suttinen Maunu, Myyntipäällikkö. Schneider college, 13.3.2008. Perinteiset UPS-järjestelmät sekä kokonaisratkaisut IT-ympäristön virransyöttöön ja jäähdytykseen. MGE UPS SYSTEMS Finland Oy.
- 10 Suttinen Maunu, Single source kysymykset [sähköposti viesti.] 28.3.2008
- 11 Powerware Bp-2000, Installation instruction mechanical bypass option. 9 s.

- 12 MGE UPS SYSTEMS Finland Oy Galaxy-5000, Installation and user manual. 62 s.
- 13 Powerware, 1395 Maintenance Bypass module 200-500kVA, asennus- ja käyttöohje. 51 s.
- 14 Suomen standardoimisliitto SFS, SFS-6000-5-55. 2 painos. Vahvistettu 2007-05-28. 16 s.
- 15 Telemerkki Oy. JNe. 7.8.2001, rev. 1
- 16 Maansähkö Oy, JF. 4.9.2003, rev. A/04.09.03
- 17 Maansähkö Oy, KW. 4.9.2003, rev. A/19.04.04
- 18 Tummavuori Juha, asennuspäällikkö. haastattelu 18.4.2008. Eaton Power Quality Oy.
- 19 Tummavuori Juha, asennuspäällikkö. puhelinkeskustelu 28.4.2008. Eaton Power Quality Oy.





SIZE A4	DATE 04.09.03	EBS30.SKD	POWERWARE OY	DRAWN JF	PAGE 1 / 1
MAANSÄHKÖ OY	DLARINLUOMA 12, 02200 ESPOO	PI+358-9-88664700,FI-88664798	MANUAL BY-PASS / 1021885	CHKD. JT	REVISION A/04.09.03
			EBS 20-30 kVA	APPT. PR	PROJ.NR.



**Normaalitilanne**

UPS:n ohituskytkin ei ole päällä  
 Ulkopuolisen ohituskytkimen kytkin S1 on kiinni ja  
 kytkin S2 on auki

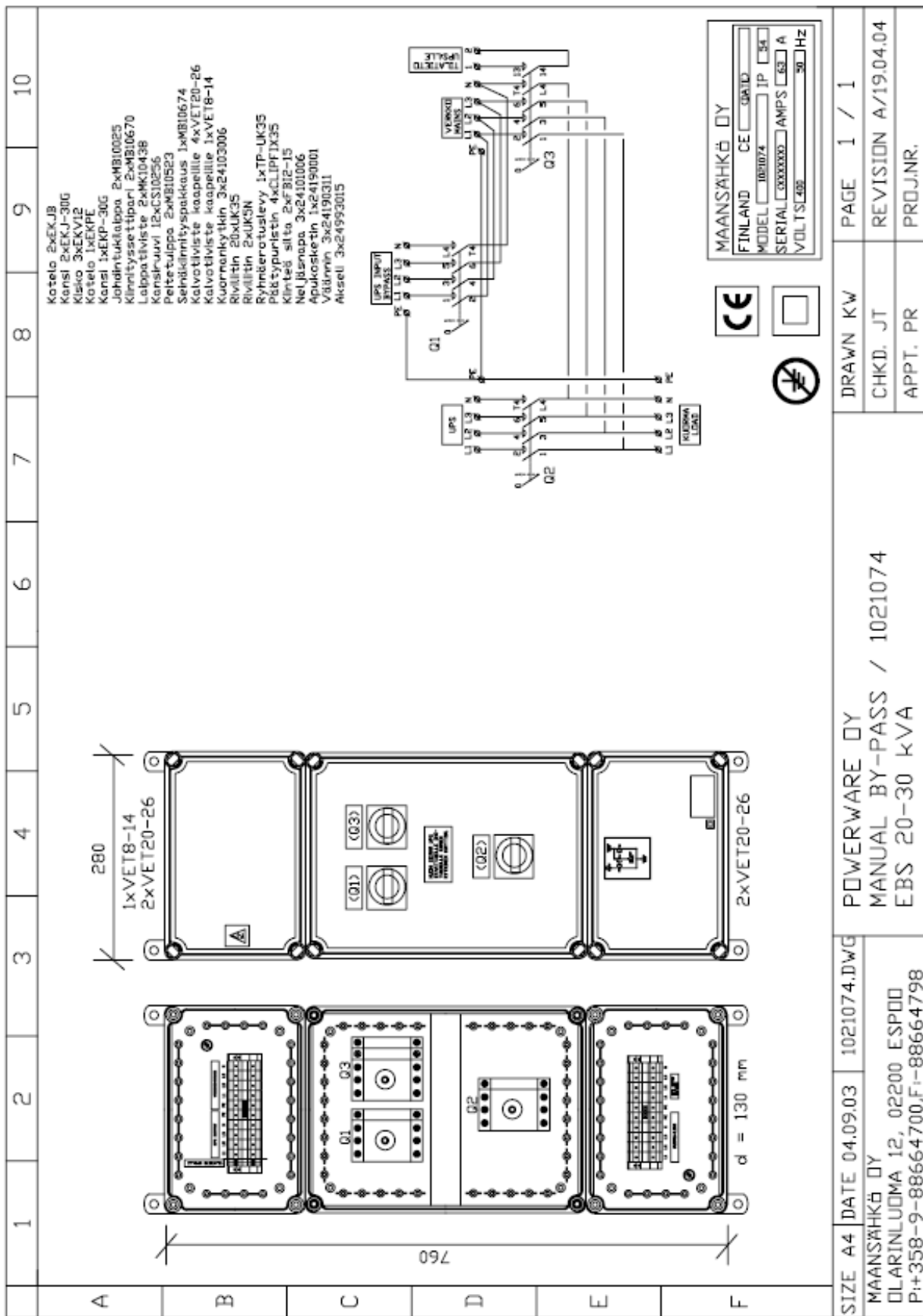
**Ohitustilanne:**

1. Kytkeään UPS ohitukselle omalla sisäisellä kytkimellä
2. Kytkeään ulkopuolisen ohituskytkimen kytkin S2 kiinni
3. Avataan ulkopuolisen ohituskytkimen kytkin S1 auki

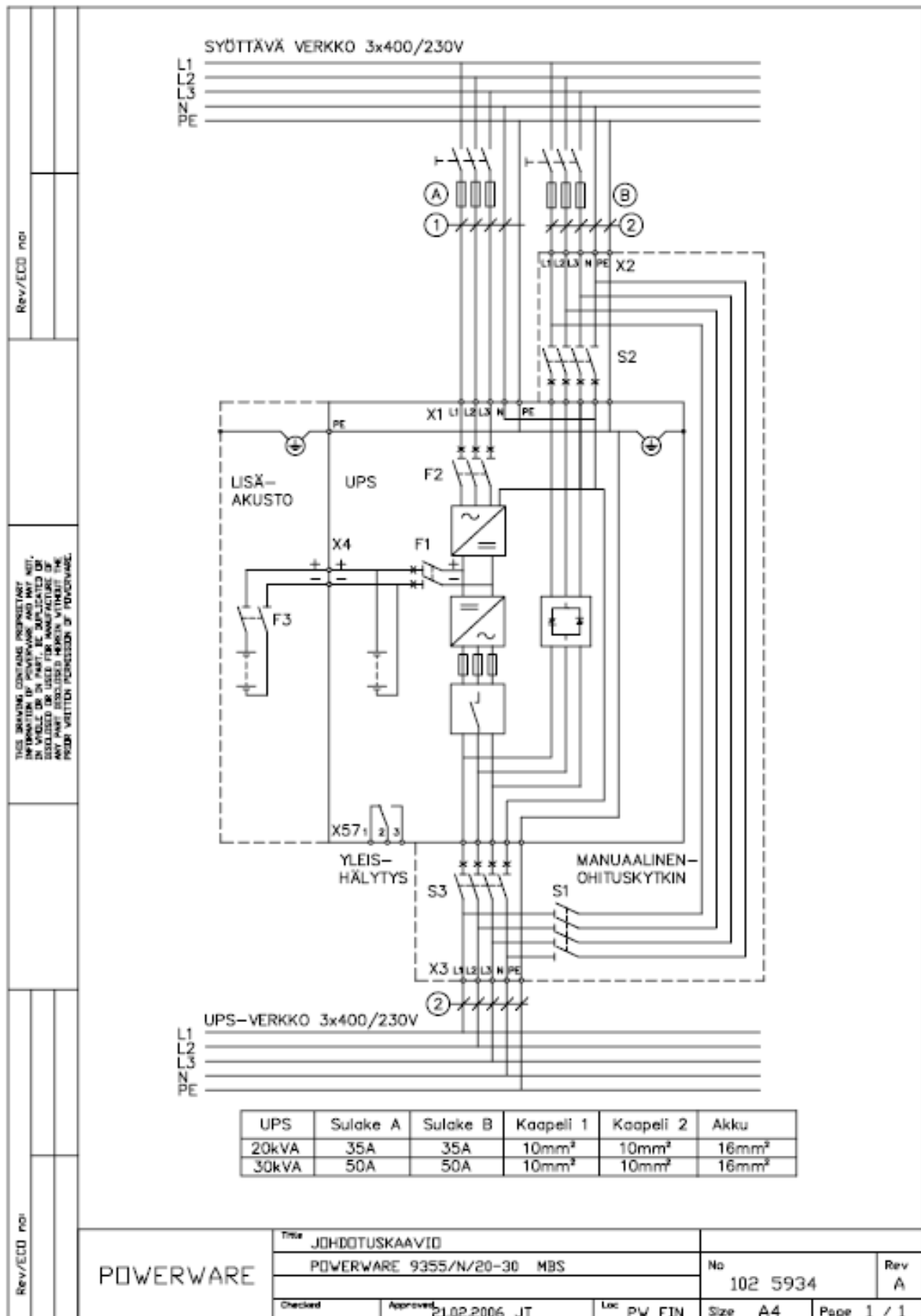
Määrätyksiä		Määritys		Pöytäkirja		28.04.04		Oikeus		PW 9150 ohitus		Puhutelunumero		PW 9150 N		Muutoksia		Sivu	
A																			
B																			
C																			



SÄHKÖSUOMILAMMI OY  
 Tehtaankatu 11, 00200 Helsinki, P. 09 - 41 31



SIZE A4	DATE 04.09.03	1021074.DWG	POWERWARE OY	DRAWN KW	PAGE 1 / 1
MAANSÄHKÖ OY	OLARINLUOMA 12, 02200 ESPOO	PI-358-9-88664700.FI-88664798	MANUAL BY-PASS / 1021074	CHKD. JT	REVISION A/19.04.04
			EBS 20-30 kVA	APPT. PR	PROJ.NR.





<p>D muutos E muutos F muutos</p>	<h3 style="text-align: center;">A SÄHKÖTEKNILLISET TIEDOT</h3> <p style="text-align: center;">KESKUS</p> <p>1. Nimellisjännite <math>U_n</math> 400 V</p> <p>2. Jännitehäviö keskukseen <math>U_n</math> %</p> <p>3. Taajuus <math>f</math> 50 Hz</p> <p>4. Nimellisvirta <math>I_n</math> 25 A</p> <p>5. Oikosulkukestoisuus terminen <math>I_s</math> kA dynaaminen <math>I_d</math> kA E 3:n mukaan <input type="checkbox"/></p> <p>6. Keskuksen häviöteho <math>P_n</math> kW</p> <p>7. Kiskot tai johtimet AC L1 <input checked="" type="checkbox"/> L2 <input checked="" type="checkbox"/> L3 <input checked="" type="checkbox"/> N <input checked="" type="checkbox"/> PE <input checked="" type="checkbox"/> PEN <input type="checkbox"/></p> <p>8. Kiskot tai johtimet DC L+ <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/> L- <input type="checkbox"/> PE <input type="checkbox"/></p> <p>9. Ohjousjännite U V f Hz I A S kVA</p> <p>10. Apujännite 1 _____ 11. Apujännite 2 _____</p> <p style="text-align: center;">LIITETTÄVÄT KUORMITUKSET</p> <p>12. Jakelu järjestelmä käyttömaadoitettu 4j TN-C-S <input type="checkbox"/> käyttömaadoitettu 5j TN-S <input checked="" type="checkbox"/> käyttömaadoittamaton IT <input type="checkbox"/></p> <p>13. Teho asennettu S _____ kVA tasattu S _____ kVA</p> <p>14. Tehokerroin cos <math>\phi</math> _____</p> <p>15. Lämmitystehon osuus _____ kW</p> <h3 style="text-align: center;">B RAKENNETIEDOT</h3> <p>1. Keskuksija kenno <input checked="" type="checkbox"/> katelo <input type="checkbox"/> kehikko <input type="checkbox"/></p> <p>2. Katelointiluokka min IP 20 _____</p> <p>3. Keskuksen rakenne 1-puoleinen <input checked="" type="checkbox"/> 2-puoleinen <input type="checkbox"/> 2 kpl 1-puoleisia selät vastakkain <input type="checkbox"/></p> <p>4. Asennustapa pinnalle <input checked="" type="checkbox"/> uppoan <input type="checkbox"/> putkituskotelolla <input type="checkbox"/></p> <p>5. Kiinnitys seinään <input checked="" type="checkbox"/> lattiaan <input type="checkbox"/></p> <p>6. Asennus- ja tukirakenteet sidekiskot <input type="checkbox"/> jalustat <input type="checkbox"/></p> <p>7. Keskuksen yhtenäinen ovilaite lukolla <input type="checkbox"/> salvalla <input type="checkbox"/> kolmioavain <input checked="" type="checkbox"/> Ablayavain <input type="checkbox"/></p> <p>8. Keskuksen oven ja kansien avautumiskulma min 90 astetta <input type="checkbox"/> min 180 astetta <input checked="" type="checkbox"/></p>	<p>9. Kansien saronointi kytkentäkentät <input type="checkbox"/> kojekentät <input type="checkbox"/> kiskokotelokentät <input checked="" type="checkbox"/> kaikki <input type="checkbox"/></p> <p>10. Pintakäsittely valmistajan normaali <input checked="" type="checkbox"/> erillisen ohjeen mukaan <input type="checkbox"/></p> <p>11. Asennustila leveys _____ m korkeus, normaali <input checked="" type="checkbox"/> muu _____ m syvyys, normaali <input checked="" type="checkbox"/> muu _____ m</p> <p>12. Ympäristön lämpötila normaali 20...25 C <input checked="" type="checkbox"/> min _____ °C max _____ °C</p> <p>13. Kennokeskuksen kaapelikuitut 1 kpl/kenttä <input type="checkbox"/> 1 kpl/2 kenttää <input type="checkbox"/> valmistajan normaali <input type="checkbox"/> leveys _____ m</p> <p>14. Lattialla seisovan keskuksen alhaalla olevat läpiviennit avoin <input type="checkbox"/> palonkestävä <input type="checkbox"/></p> <h3 style="text-align: center;">C TUNNUSMERKINNÄT</h3> <p>1. Tunnusmerkinnät valmistajan normaali <input checked="" type="checkbox"/> erillinen ohje (sähköselitys) <input type="checkbox"/></p> <p>2. Keskuksen tunnuskieli valmistajan normaali <input checked="" type="checkbox"/> erillinen ohje (sähköselitys) <input type="checkbox"/></p> <p>3. Kansikojeiden tunnuskieliset valmistajan normaali <input checked="" type="checkbox"/> erillinen ohje (sähköselitys) <input type="checkbox"/></p> <p>4. Kennokeskuksen kenttien merkintä juokseva numerointi <input checked="" type="checkbox"/> -- vasemmalta oikealle <input type="checkbox"/> -- oikealta vasemmalta <input type="checkbox"/> erillinen ohje (sähköselitys) <input type="checkbox"/></p> <p>5. Kennokeskuksen lähtöjen merkintä juokseva numerointi <input checked="" type="checkbox"/> kentän n:ro + juokseva numero <input type="checkbox"/> erillinen ohje (sähköselitys) <input type="checkbox"/></p> <p>6. Sisäisten kojeiden merkintä valmistajan normaali <input checked="" type="checkbox"/> erillinen ohje (sähköselitys) <input type="checkbox"/></p> <p>7. Sisäisten johtimien merkinnät ei suoriteta <input checked="" type="checkbox"/> erillinen ohje (sähköselitys) <input type="checkbox"/></p> <p>8. Erillinen kieli "KESKUSSESSÄ VERAS OHJAUSJÄNNITTE" "PÄÄKYTKIN EI KATKAISE JÄNNITETTÄ" KAUKOLÄMMÖN MITTALUKSELTA" <input type="checkbox"/></p> <h3 style="text-align: center;">D KALUSTETIEDOT</h3> <p>1. Keskuksen kalustus valmistajan normaali <input checked="" type="checkbox"/> erillinen ohje (sähköselitys) <input type="checkbox"/></p> <p>2. Kalustuksen tyyppi kiinteä <input checked="" type="checkbox"/> ulosotettava <input type="checkbox"/> ulosvedettävä <input type="checkbox"/></p> <p>3. Kalustustapa keskitetty <input type="checkbox"/> yksikköjähdöt <input type="checkbox"/></p>	<p>4. Merkkilamput hehkulamput <input type="checkbox"/> hohtolamput <input type="checkbox"/> LED-lamput <input type="checkbox"/></p> <p>5. Laskutusmittareiden toimittaja sähkölaitos <input type="checkbox"/> keskusvalmistaja <input type="checkbox"/></p> <p>6. Laskutusmittamuuntajien toimittaja sähkölaitos <input type="checkbox"/> keskusvalmistaja <input type="checkbox"/></p> <h3 style="text-align: center;">E KAAPELOINTITIEDOT</h3> <p>1. Syöttö kaapeli <input checked="" type="checkbox"/> kiskosto <input type="checkbox"/> laji _____ MCMK _____ poikkipinta _____ 4x6+6 _____ pituus jännitehäviön laskemiseksi 25 m</p> <p>2. Syötön tulosuunta alhaalta ylhäältä <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>3. Syötön sijainti vasemmalla <input type="checkbox"/> oikealla <input type="checkbox"/> keskellä <input type="checkbox"/></p> <p>4. Pöösikaapeleiden lähtösuunta alas <input checked="" type="checkbox"/> ylös <input type="checkbox"/></p> <p>5. Pöösikaapeleiden liittäminen kojeisiin kojeisiin yli 16mm riviliittimiin L <input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> PE <input type="checkbox"/></p> <p>6. Ohjouskaapeleiden lähtösuunta alas <input checked="" type="checkbox"/> ylös <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>7. Ohjouskaapelit liitetään riviliittimiin <input checked="" type="checkbox"/></p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p><b>HUOM:</b></p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> </div>	
<p>A muutos 8.4.2008 LS B muutos 9.4.2008 LS C muutos</p>	<p>JPS-keskus</p>	<p>Suunn. LS /25.3.08 Pilt. LS Tark.</p>	<p>Keskustunnus JK UPS Lehti 1/2 Pinnusnumero</p>	<p>Työnumero</p> <p style="font-size: 2em; font-weight: bold;">SÄH UPS</p>

		KESKUS	RYHMÄ	OSOITE	A/A	JOHDOTUS	
D muutos E muutos F muutos		Pääkytkin			25	5 x 6 MCMK	
		HÄTÄ-SEIS kontaktori					
		HÄTÄ-SEIS piiri liitetään olemassa olevaan järjestelmään					
		Virtasilmukat tieto riviliittimille X1:					
		Jännitetieto riviliittimille X1:					
		Johdonsuojakatkaisija					
		UPS tasasuuntaaja					
		Johdonsuojakatkaisija					
		Staattinen ohitus					
		Vaihtokytkin juonnolla					
A muutos B muutos C muutos		Jännitetieto riviliittimille X1:					
		Virtasilmukat tieto riviliittimille X1:					
		UPS-syöttö					
		Tilatieto UPS:lle					
		Johdonsuojakatkaisija	10	B			
		Johdonsuojakatkaisija	10	B			
		Johdonsuojakatkaisija	10	B			
		Johdonsuojakatkaisija	10	B			
Johdonsuojakatkaisija	10	B					
Johdonsuojakatkaisija	10	B					
Johdonsuojakatkaisija	10	B					
		UPS-keskus	Suunn. L5 /25.3.08	Keskiäsuunnus JK UPS	Työnumero		
			Piirt. L5	Lehti 2/2	Pivustusnumero		
					SÄH UPS		