Miika Mäkiaho

Pienjännitesähköjärjestelmän maadoitus pienaluksissa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Sähkötekniikka

Insinöörityö

23.5.2016

Metropolia

Tekijä(t) Otsikko Sivumäärä Aika	Miika Mäkiaho Pienjännitesähköjärjestelmän maadoitus pienaluksissa 21 sivua + 2 liitettä 23.5.2016
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Sähkötekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	Sähkövoimatekniikka
Ohjaaja(t)	Production Manager Richard Lax Lehtori Jukka Karppinen

Tämän insinöörityön tarkoitus on kartoittaa pienjännitejärjestelmän maadoitustapoja sekä maadoituksen vaikutuksia pienaluksissa. Työn aihe muodostui tilaajayrityksen tarpeesta kartoittaa standardien vaikutukset tarjoamiinsa tuotteisiin.

Työn pohjana käytetään tilaajayrityksen lippulaivatuotetta, Oceanvolt SEA -järjestelmää, joka koostuu kahdesta 15 kW:n sähkömoottorista, akustosta, laturi / invertteristä, generaattorista, aurinkopaneeleista sekä väyläpohjaisesta järjestelmän hallinta- ja informaatiolaitteistosta.

Työssä selvitetään aiheeseen liittyvä terminologia sekä kansainvälisien standardien asettamat vaatimukset referenssijärjestelmälle insinöörityöhön soveltuvin osin. Standardien vähäisyyden takia työssä nojataan myös alan kirjallisuudessa esitettyihin ratkaisuihin, jotka ohjautuvat asiaan perehtyneiden hyväksi toteamiin käytäntöihin. Työssä pyritään myös hyödyntämään samantapaisten järjestelmien ratkaisuja soveltuvilta osin.

Lopputuloksena esitetään standardien mukaiset, järjestelmää koskevat minimivaatimukset, sekä muutamia vaihtoehtoisia toteutustapoja järjestelmän maadoittamiselle.

Avainsanat	Pienjännite, Sähkömoottori, Pienalus, Maadoitus

Author(s) Title Number of Pages Date	Miika Mäkiaho ELV-System Grounding in Small Crafts 21 pages + 2 appendices 23 May 2016
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Electrical Engineering
Specialisation option	Electrical Power Engineering
Instructor(s)	Richard Lax, Production Manager Jukka Karppinen, Senior Lecturer

The purpose of this study was to map and present the grounding methods and effects of grounding of the electrical installations in small crafts. The subject was commissioned by a company, which needed to clarify the impacts of the relevant standards to the installation instructions of the systems provided by the company in question.

The study used the flagship product of the commissioning company as a reference point. The Oceanvolt SEA system that consists of 2pcs of 15kW electric motors, propulsion batteries, a charger/ Inverter, a diesel generator, a solar charge controller and CANBUS based control system.

The study lists and explains the terminology related to the subject. The thesis also clarifies the requirements related to the system by international standards. Due to lack of standardisation in the related application, subject related literature was also utilized. The literature is based on experiences gathered and compiled by experts and sailing enthusiasts making these installations in practise. The thesis refers to similar systems when applicable.

As a result, this study describes the minimum requirements set for the reference system and provides a few methods of grounding in practice.

Keywords	Extra Low Voltage, Electric Motor, Small Craft, Grounding

Sisällys

Lyhenteet

1 Johdanto 1

2 Referenssijärjestelmän kuvaus 2

2.1 Komponentit 3
2.2 Järjestelmän toiminta 4

3 Maadoitukseen liittyviä käsitteitä 7

3.1 Suojamaadoitus 8
3.2 Toiminnallinen maadoitus 9
3.3 Potentiaalintasaus 11
3.4 Galvaaninen erotus 12

4 Standardien vaatimukset 14

4.1 SFS-EN ISO 13297:en 14
4.2 SFS-EN ISO 10133:en 15
4.3 ABYC TE-30 16

5 Maadoituksen toteutustavat 17

5.1 Kelluva kaksijohdinjärjestelmä 17
5.2 Maadoitettu kaksijohdinjärjestelmä 18

6 Johtopäätelmät 19

Lähteet 21

Liitteet
Liite 1. Referenssijärjestelmän johdotuskaavio maadoitettuna
Liite 2. Referenssijärjestelmän johdotuskaavio kelluvana

Lyhenteet

BMS	Battery Management System. Litium akkujen yhteydessä käytettävä ulkoinen hallintajärjestelmä.
VDC	Volts of Direct Current. Tasajännite.
VAC	Volts of Alternating Current. Vaihtojannite.
IEC	International Electro technical Commission. Sähkötekniikan kansainvälisen standardoinnin kattojärjestö.
ISO	International Organization for Standardization. Kansainvälisen standardoinnin kattojärjestö
kW	Kilowatt. Kilowatti, tehon yksikkö.
kWh	Kilowatt hour. Kilowattitunti, energian yksikkö.
kVA	Kilovolt-ampere. Kilovolttiamppeeri, näennäistehön yksikko
$LiFePo_4$	Lithium iron phosphate, Litium-rautafosfaatti, tyypillinen akkukemia.
MPPT	Maximum power point tracking. Maksimi tehopisteen haku, aurinkolaturin käyttämä latausmetodi.
CAN	Controller area network. Automaatioväylä, käytetty ajoneuvoissa, koneissa ja teollisuuslaitteissa.
ELV	Extra low voltage. Jännite, joka johtimien välillä tai johtimen ja maan välillä ei normaalisti ylitä 50 V vaihtojännitettä (a.c.) tai 120 V sykkeetöntä tasajännitettä (d.c.)
SELV	Safety extra low voltage. sähköjärjestelmä, jossa jännite ei voi ylittää pienoisjännitettä (ELV) normaaliolosuhteissa ja yhden vian tapauksessa, mukaan luettuna maasulut toisissa piireissä

1 Johdanto

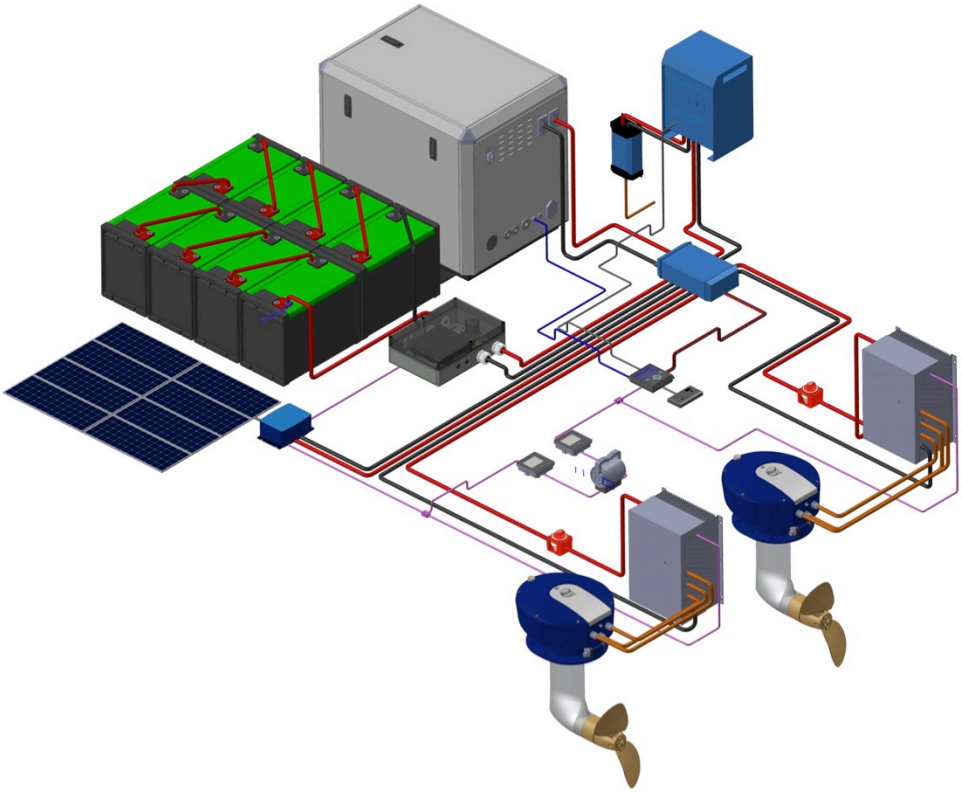
Tämän insinöörityön tarkoitus on kartoittaa pienjännitejärjestelmän maadoitustapoja ja vaikutuksia pienaluksissa tasasähkön osalta. Vaihtosähkön maadoitusta sivutaan myös, sillä samaa maadoituspistettä voidaan käyttää myös tasasähkön potentiaalintasaukseen. Työ toteutettiin tilaajayrityksen toiveesta selventää standardien vaatimuksia sekä toimenpiteestä aiheutuvia hyötyjä ja haittoja järjestelmäänsä koskien.

Työssä selvennetään maadoitukseen liittyvää terminologiaa soveltuvilta osin sekä käydään läpi järjestelmää koskevat standardit maadoituksen osalta.

Oceanvolt on kotimainen, palkintoja voittanut, sähkömoottoreita sekä energian hallintajärjestelmiä purjeveneille sekä katamaraaneille valmistava yritys. Oceanvoltin järjestelmät tarjoavat selkeitä etuja dieseliin verrattuna. Järjestelmät ovat hiljaisia, kevyitä sekä lähes huoltovapaita. Oceanvolt tarjoaa sekä vetojalka- että akselivetomoottorijärjestelmiä. Oceanvoltin vetojalkaratkaisut käyttävät patentoitua joustavaa kiinnitystä, mikä vaimentaa värinää moottorin runkoon. Tämä kiinnitystapa mahdollistaa myös asennuksen vanhoihin, olemassa oleviin moottoripeteihin ja järjestelmän pystyykin asentamaan mihinkä tahansa 20-100 jalkaiseen veneeseen. Oceanvoltin järjestelmät kykenevät tuottamaan energiaa purjehdittaessa, jopa 4 kW per moottori. Aurinkopaneeleilla sekä maasähköjärjestelmällä täydennettynä järjestelmä ei tarvitse generaattoria juuri ollenkaan purjehdittaessa. Perinteiseen dieselmoottoriin verrattuna Oceanvoltin sähkömoottorissa ei ole samanlailla kuluvia mekaanisia osia, jotka vaatisivat vaihtoa vuosihuoltojen yhteydessä. Asiakas voi säästää jopa 60% moottorin käyttökustannuksista, kun aluksella purjehditaan seitsemän tuntia päivässä, vuoden ympäri. Oceanvolt on myös kehittänyt älypuhelin applikaation, joka näyttää käyttäjälleen järjestelmän akuston varaustilan sekä yleistilanteen, kuin myös GPS paikannustiedon sekä muuta hyödyllistä informaatiota kaikkialla maailmassa. Tätä järjestelmää käyttää myös Oceanvoltin tukihenkilökunta monitoroidakseen, diagnosoidakseen sekä tarjotakseen etätukea alukselle, mikäli tuelle on tarvetta. Tätä järjestelmää kutsutaan nimellä ”Oceanvolt RSI- Remote Service Interface”. [1.]

2 Referenssijärjestelmän kuvaus

Tässä luvussa kuvataan referenssijärjestelmän komponentit sekä toiminta yleisellä tasolla. Järjestelmän kokoonpano riippuu asiakasprojektille asetetuista tavoitteista. Laitteisto mitoitetaan vastaamaan asiakkaan tarpeita. Kriittisimpinä mitoituskohtina järjestelmän kokoonpanolle toimivat aluksen ulkomitat, paino sekä haluttu toimintaetäisyys.



Kuva 1. Oceanvolt SEA -järjestelmän havainnekuva [2, s. 2]

Referenssijärjestelmäksi valikoitui Oceanvoltin SEA -järjestelmä, sillä se sisältää kaikki yrityksen myymät tuotteet. Oceanvolt myy myös suppeampia variaatioita järjestelmästään pienemmille aluksille, mutta insinöörityön tarkoituksena on löytää mahdollisimman yleispätevä ratkaisu järjestelmän maadoituksen toteutukselle.

Työn lopputulos tulee ohjaamaan yrityksen asiakkailleen antamia suosituksia järjestelmän asentamiseksi.

2.1 Komponentit

Referenssijärjestelmässä käytetään kahta nimellisteholtaan 15 kW:n, 34 VAC:n kesto-magneettimoottoria tuottamaan työntövoimaa sekä tarvittaessa regeneroimaan sähköä akustolle purjehdittaessa purjeilla. Moottoreiden toimintaa ohjaavat moottorinohjaimet (invertterit), jotka toimivat 48 VDC:n nimellisjännitteellä.

Energiavarastona referenssijärjestelmässä toimii tarkoitukseen mitoitettu, $LiFePo_4$ -kemiaan perustuva akusto. Akuston kokoluokka on tyypillisesti 16 kWh:n ja 32 kWh:n välillä. Yksittäinen akku koostuu neljästä kennosta, ja akkuja kytketään neljä kappaletta sarjaan järjestelmän nimellisjännitteen saavuttamiseksi.

Laturi / invertterinä referenssijärjestelmässä käytetään tyypillisesti 35 A:n tai 70 A:n latausvirran, 3 kVA:n tai 5 kVA:n invertteri tehon omaavaa laitetta akuston koosta sekä invertterin kuormasta riippuen. Riippuen tarpeesta useampi yksikkö voidaan kytkeä rinnakkain suuremman lataus- sekä invertteritehon saamiseksi tai muodostamaan kaksi tai kolmivaiheverkkoja alukseen.

Generaattorina referenssijärjestelmässä toimii joko 11 kW:n tai 14 kW:n dieselillä toimiva tasajännitegeneraattori.

Lisäenergiaa referenssijärjestelmässä akustolle saadaan myös auringosta. Paneeleiden lukumäärästä riippuen järjestelmässä käytetään yhtä tai useampaa MPPT -lataussäädintä.

Referenssijärjestelmän väyläpohjainen hallinta- sekä informaatiojärjestelmä koostuu moottorikohtaisista näytöistä ja hallintalaitteesta, mikä sisältää moottorikohtaiset kaasukahvat, sekä erillisestä informaationäytöstä, mikä kykenee tarvittaessa välittämään väylässä liikkuvan datan internetiin ja sieltä tekniseen tukeen. [2, 3.]

2.2 Järjestelmän toiminta

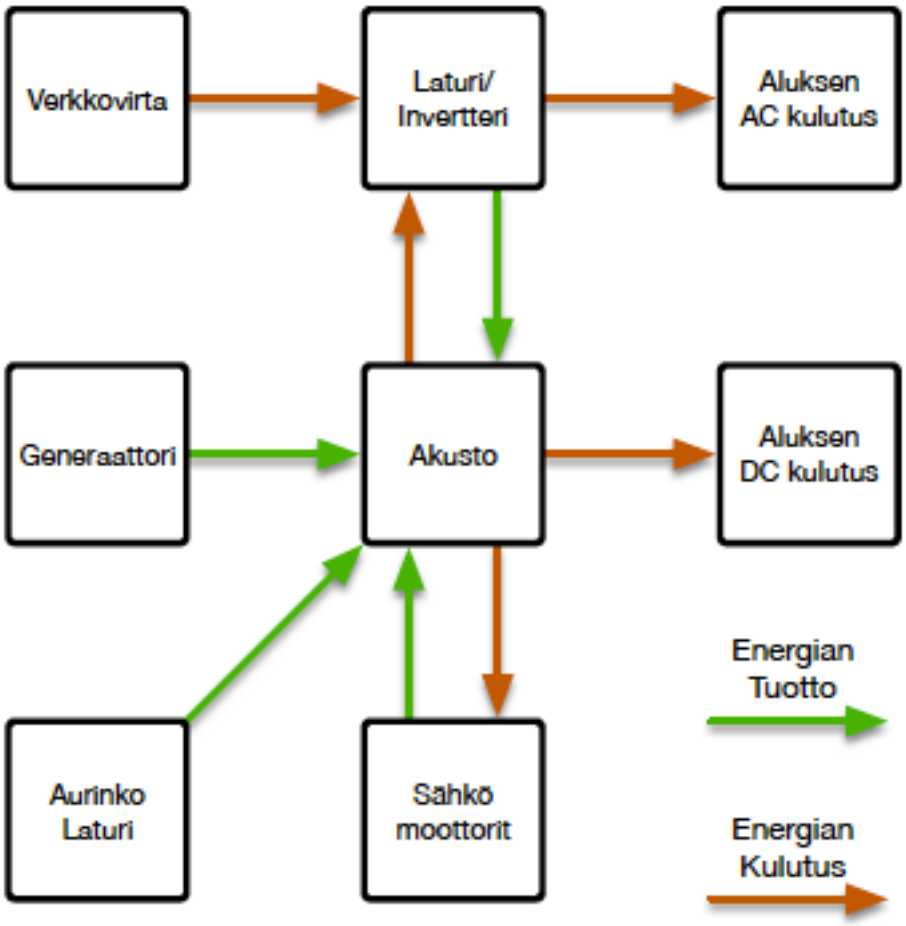
Moottorit tuottavat ajotilanteessa akuston energiasta mekaanista energiaa, joka välitetään vetojalan välityksellä potkurin kautta veteen. Purjehdittaessa moottoreita voidaan käyttää hyödyntämään osaa tuulen tuottamasta liike-energiasta akkujen lataukseen.

Energiavarastona toimiva akusto koostuu yksittäisistä moduuleista, mitkä taas koostuvat yksittäisistä soluista. Moduulit valvovat omaa tilaansa ja välittävät informaationsa BMS:lle. Moduulit myös kykenevät balansoimaan jännite-eroja solujensa välillä. BMS kerää akuston kaikkien moduulien informaation sekä toimii sen pohjalta parhaaksi katsomallaan tavalla. Sama laite myös välittää akkujen kriittiset tiedot, kuten kokonaisvaraustilan, ylimmän sekä alimman solujännitteen, ylimmän sekä alimman solulämpötilan järjestelmän ohjausväylään.

Laturi / invertteri mahdollistaa järjestelmän lataamisen maasähköllä aluksen ollessa satamassa. Laite myös mahdollistaa akuston käytön erinäisten 230 VAC:n tai 120 VAC:n komponenttien käyttämisen akkuvirralla aluksen ollessa vesillä. Akustosta riippuen laturi / invertterin laturin toimintaa ohjaa akkuvalmistajan latauskäyrä tai analoginen ON/OFF signaali BMS:ltä.

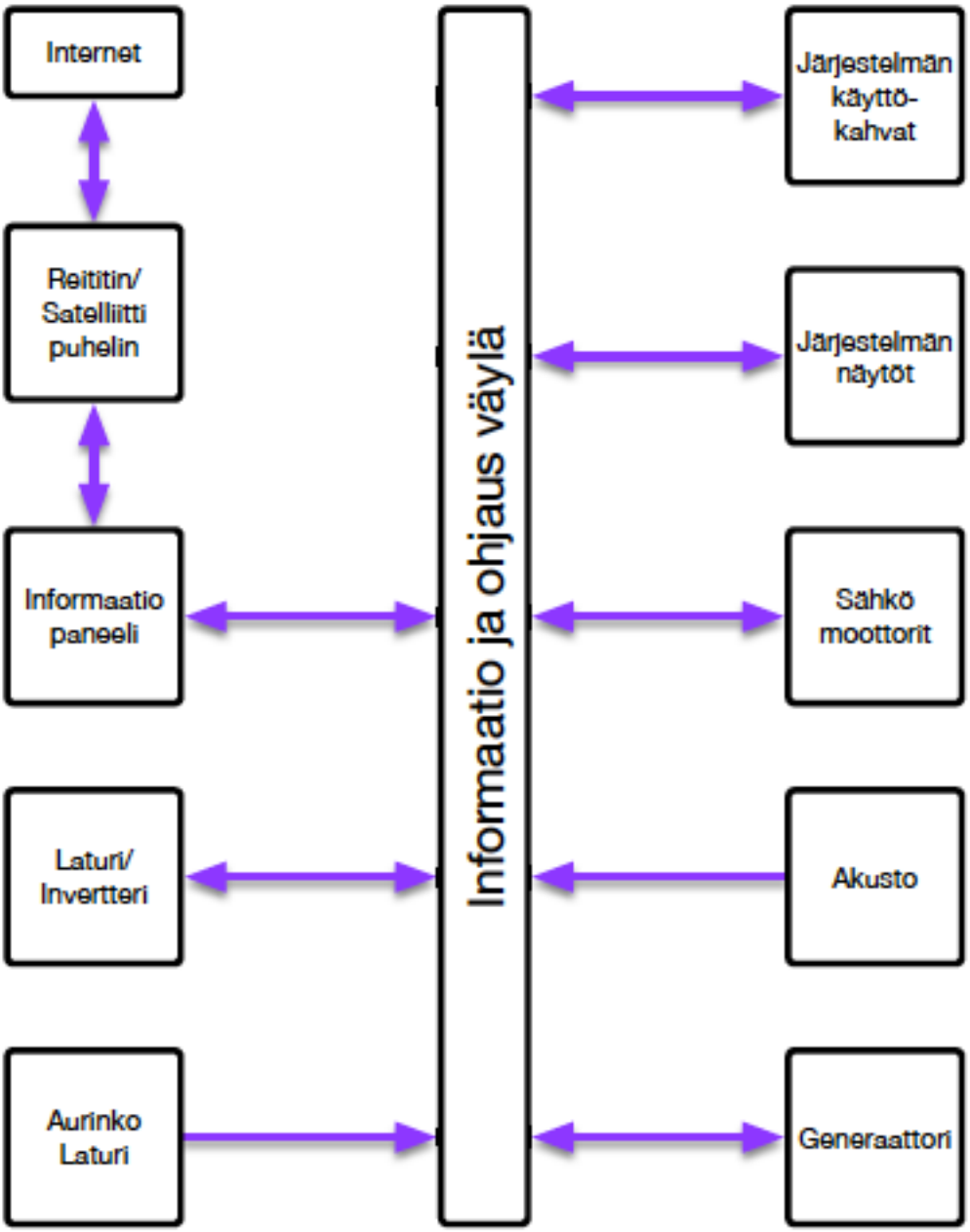
Generaattoria käytetään pidentämään järjestelmän toimintaetäisyyttä. Generaattoria ohjaa informaationäyttöön integroitu analoginen rele, joka toimii väylässä liikkuvan datan sekä sille määriteltyjen parametrien perusteella. Tämä mahdollistaa generaattorin käytön akkujen varaustilan ylläpitämiseen sekä kulutushuippujen tasaamiseen.

MPPT -lataussäätimet välittävät auringon tuottaman energian akustolle lisäten järjestelmän toimintaetäisyyttä. Lataussäätimet korvaavat osittain maasähkön tarpeen, varsinkin aluksen ollessa ankkuroituna paikassa, missä maasähköä ei ole saatavissa. Isoissa aluksissa paneeleilla on enemmän asennuspinta-alaa. Tällöin auringon tuottaman energian rooli korostuu entisestään.



Kuva 2. Järjestelmän toimintakaavio

Kuvasta 2 voidaan nähdä energian kulkureitit järjestelmässä. Propulsioakuston energia on hyödynnettävissä asiakkaan halutessa kaikkialla aluksen kulutuslaitteissa. Järjestelmän rakenteen johdosta aluksesta voidaan jättää pois erilliset hupiakkujärjestelmät, tai ainakin vähentää niiden kapasiteettia. Erillinen 12 VDC:n akusto on tarpeen vain generaattorin starttiin tai muihin 12 VDC:n jännitteellä toimivien, hetkellisesti suuria virtoja vaativien laitteiden kuten ankkurivinssien syöttämiseen. Erillisillä DC-DC-muuntimilla voidaan taata tasaisen kulutuksen omaavien laitteiden virran saanti.



Kuva 3. Informaation ja ohjausväylän toiminnan havainnekuva

Väyläpohjainen hallinta- sekä informaatiojärjestelmä mahdollistaa usean ohjaus- sekä informaatiopisteen sisällyttämisen järjestelmään. Internetiin kytketty informaationäyttö välittää järjestelmän tiedot tekniselle tuelle, sekä erilliselle, asiakkaalle suunnatulle informaatiosivulle, mistä voi tarkastella aluksen statistiikkaa graafisesti. Edellä mainittu mahdollistaa myös väylään kytkettyjen laitteiden päivityksen, konfiguroinnin sekä etäohjauksen internetin välityksellä. [2, 3.]

3 Maadoitukseen liittyviä käsitteitä

Pienjännitesähköasennuksen maadoitusjärjestelmän tehtävänä on tehdä mahdolliseksi sähköasennuksen turvallinen ja luotettava toiminta. Turvalliset ja toimivat sähköasennukset voidaan toteuttaa myös ilman maadoituksia, esim. käyttämällä SELV-järjestelmää, luokan 2 sähkölaitteita tai sopivia galvaanisia erottamisia. Mutta varsinkin laajoissa järjestelmissä maadoituksen käyttö on välttämätöntä.

Pienjänniteasennuksen maadoitusta koskevat perusvaatimukset on esitetty standardisarjan SFS 6000 osissa 4-41, Suojaus sähköiskulta ja 5-54 Maadoittaminen ja suojajohtimet. Nämä standardit perustuvat kansainvälisen sähköalan standardisointijärjestön IEC:n standardisarjan IEC 60364 vastaaviin osiin. Standardit IEC 60364-4-41 ja IEC 60364-5-54 ovat sähköiskulta suojaamista koskevia perusjulkaisuja. Niitä käytetään perustana sekä sähköasennusten että laitteiden sähköiskulta suojaamista koskevissa vaatimuksissa. Sähköiskuilta suojaamista koskee myös IEC-EN 61140 Suojaus sähköiskuilta. Asennusten ja laitteiden yhteiset ominaisuudet.

Maadoitusjärjestelmän rakenteen valintaan vaikuttavat mm. seuraavat seikat:

- asennuksen turvallisuusvaatimukset (syötön automaattisen poiskytkennän toiminta ja potentiaalintasaus)
- sähköjärjestelmän maadoitustapa (TN-, TT- tai IT-järjestelmä)
- pienjänniteasennusta syöttävän suurjänniteasennuksen vaikutukset, kun käytetään yhteistä maadoitusta
- rakennuksen käyttötarkoitus ja siinä käytettävien laitteiden asettamat vaatimukset
- rakennuksessa tarvittavat erilaiset maadoitusjärjestelmät, esim. Ylijännitesuojauksen, salamasuojauksen, suurjännitejärjestelmien ja erilaisten tietoliikennejärjestelmien maadoitukset
- rakennuksen mekaaninen rakenne kuten johtavat runkorakenteet, erilaiset LVI-järjestelmät yms.
- maadoituksista aiheutuvat välittömät ja välilliset kustannukset rakentamisvaiheessa ja rakennuksen käytön aikana.

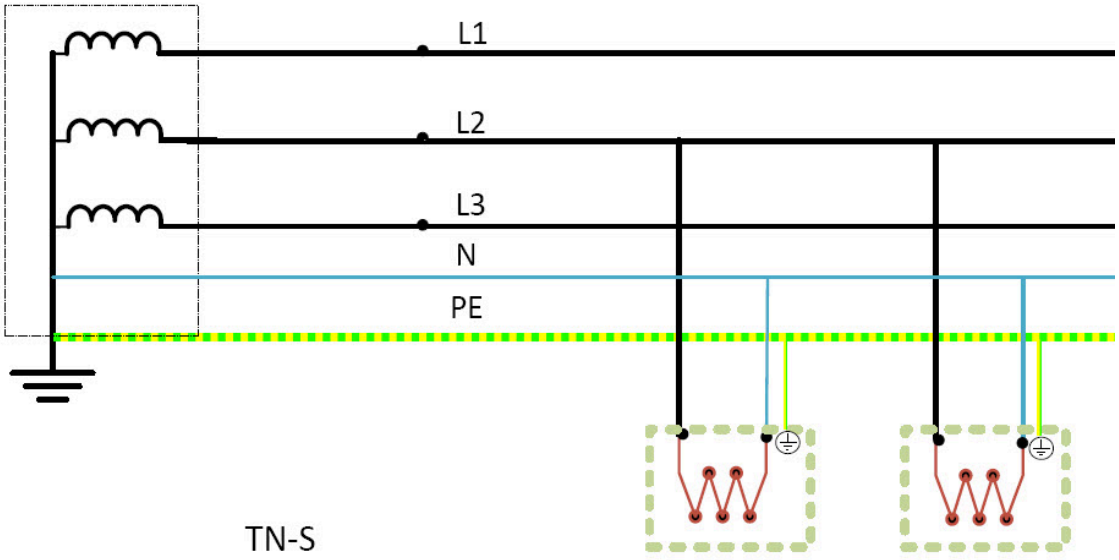
Nämä kaikki seikat vaikuttavat maadoitusjärjestelmän rakenteen suunnitteluun. Niinpä ei ole olemassa patenttiratkaisuja, jotka sopivat aina, vaan rakenteiden valinta vaatii aina perustietoja ja tapauskohtaista harkintaa. Malliratkaisujen väärä käyttö voi johtaa

joko liian kalliiseen tai huonosti toimivaan ratkaisuun. Varsinkin rakennuksen käytön aikaiset kustannukset on yleensä otettu huonosti huomioon. [4, s.31.]

Referenssijärjestelmän maadoitustavan valintaan vaikuttavat myös asennuskohteessa olevat muut sähköasennukset. Veneessä on todennäköisesti jo olemassa oleva hupiakkujärjestelmä, sekä vinsseihin tms. apulaitteisiin tarkoitettu akkujärjestelmä. Lisäksi laturi / invertteriä käytettäessä vikavirtasuojan toiminnan mahdollistamiseksi on käytettävä erillistä maadoituslevyä.

3.1 Suojamaadoitus

Suojamaadoituksella tarkoitetaan järjestelmän maadoittamista suojauksen takia. Suojamaadoitus liittyy sähköiskuilta suojaamiseen. Suojamaadoitus voi olla erillinen tai yhdistetty toiminnalliseen maadoitukseen. Maadoitusjärjestelmät on luokiteltu suojajohtimien kytkentöjen mukaan. Suomessa käytetään yleisesti TN-järjestelmää, missä suojamaadoitus yhdistetään järjestelmän maadoitukseen.[4, s. 16].



Kuva 4. TN-S-Järjestelmä [5]

Referenssijärjestelmän osalta suojamaadoitus on olennainen maasähkön sekä invertterin takia. Vaihtovirta-asennuksissa vikavirtasuojat ovat pakollisia standardien mukaan, täten vaihtovirran puoli pitää olla maadoitettu jollakin tapaa. Laturi / invertteriä käytettäessä kun alus ei ole kytkettynä maasähköön, on maadoitus saatava veneen rungosta tai erillisestä maadoituspisteestä.

Järjestelmän tasasähkökomponenttien osalta suojamaadoituksen tarve on kyseenalainen, sillä järjestelmä toimii ISO 10133:2012 -standardin asettaman jännitetason puitteissa.

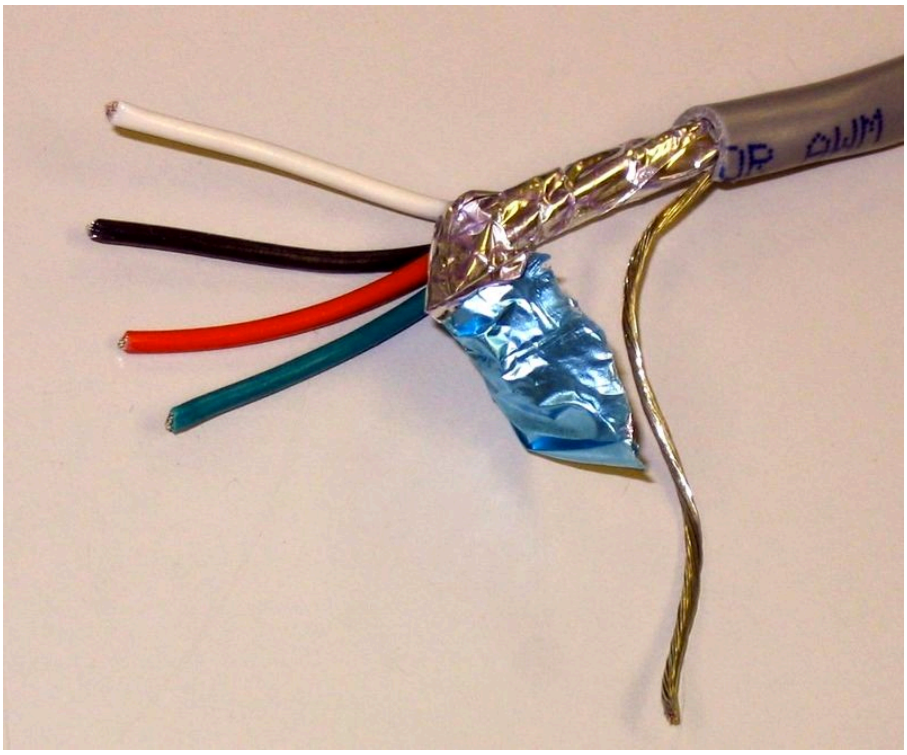
3.2 Toiminnallinen maadoitus

Toiminnallisella maadoituksella tarkoitetaan järjestelmän, asennuksen tai laitteen pisteen tai pisteiden maadoittamista jonkin muun syyn kuin sähköiskulta suojaamisen takia. Yleensä muu syy liittyy sähkölaitteiden häiriösuojaukseen. Sähköiskuilta suojaukseen ja häiriösuojaukseen liittyvien maadoitusten vaatimukset voivat olla keskenään ristiriitaisia. Häiriösuojaukseen liittyvissä maadoituksissa tulee usein käyttää kohdekohtaista harkintaa, kun taas sähköiskulta suojaamiseen liittyvissä maadoitusvaatimuksissa on selvät pelisäännöt. [4, s. 17]

Referenssijärjestelmässä tämä liittyy lähinnä sähkömagneettisten häiriöiden torjumiseen väyläpohjaisen ohjaus- ja informaatiojärjestelmän toiminnan varmistamiseksi.

Sähkömagneettinen häiriö on ulkoisen lähteen aiheuttama häiriö . Se voi muodostua ulkoisen lähteen säteilyn indusoituessa kahteen lähekkäiseen kappaleeseen joko kapasitiivisen tahattoman kytkennän tai tahattoman kosketuksen aiheuttaman johtumisen takia.

Dataväylien tapauksessa häiriöt aiheuttavat virheiden lisääntymistä tai jopa datan tuhoutumista. Niin keinotekoiset kun luonnollisetkin lähteet aiheuttavat elektromagneettista säteilyä aiheuttaen häiriöitä. Tällaisia ovat esimerkiksi pyörivät sähkökoneet, päälle/pois kytkeytyvät puolijohteet, radiosignaalilähteet, ukkosmyrskyt sekä auringon purkaukset.



Kuva 5. Esimerkki suojatusta kaapelista [6]

Referenssijärjestelmän hallinta- ja informaatioväylän johdotus on toteutettu yllämainitusta syystä suojatuilla kaapeleilla. Kaapelin ulkokuoren sekä johtimien välissä oleva punottu verkko muodostaa Faradayn häkin periaatetta noudattavan suojan toiminnallisille johtimille. Verkko kerää ulkopuolelta tulevat häiriöt itseensä ja johtaa ne turvallisesti maadoituspisteeseen täten eväten ulkoisten häiriöiden pääsyn johtimiin. Sama verkko ehkäisee myös järjestelmän aiheuttamia sähkömagneettisia häiriöitä. Suojatun kaapelin punos tulee olla maadoitettuna maadoituspisteeseen vain yhdestä piirin pisteestä, jotta vältytään maasilmukoilta.

Kyseinen punos tarjoaa myös suojaa mekaanista kulutusta vastaan. Asennusympäristönä alukset ovat haastavia erinäisten tärinöiden sekä yleisesti tilankäytön optimoinnista johtuvan kaapelointitilan monikäytöstä myös tavaran säilytykseen.

3.3 Potentiaalintasaus

Potentiaalintasauksella tarkoitetaan johtavien osien välistä sähköistä liitäntää, jonka tarkoituksena on saavuttaa tasapotentiaali.

Potentiaalintasaus voidaan jakaa

- pääpotentiaalin tasaukseen
- lisäpotentiaalin tasaukseen
- maadoittamattomaan potentiaalin tasaukseen.

Lisäpotentiaalintasausta nimitetään myös paikalliseksi potentiaalintasaukseksi. Maadoitukset liitetään yhteen rakennuksen potentiaalintasauksen kanssa. Potentiaalintasauksessa liitetään sähköisesti yhteen jännitteelle alttiit osat, käytännössä jännitteelle alttiisiin osiin liitetyt suojajohtimet ja muut johtavat osat.

Potentiaalintasausjohtimet ovat normaalikäytössä jännitteettömiä ja virrattomia. Potentiaalintasausjohtimessa voi kulkea virtaa, mikäli syntyy eristysvika jännitteisen osan ja muun johtavan osan välillä.

Tiloissa, joissa vaaditaan parempaa suojausta, voidaan käyttää lisäpotentiaalintasausta jolloin johtimet liitetään lisäpotentiaalintasauskiskoon, joka liitetään tilan sähkölaitteiden suojajohtimiin. Tällaisia kohteita ovat muun muassa lääkintätilat ja maatalouden rakennukset.

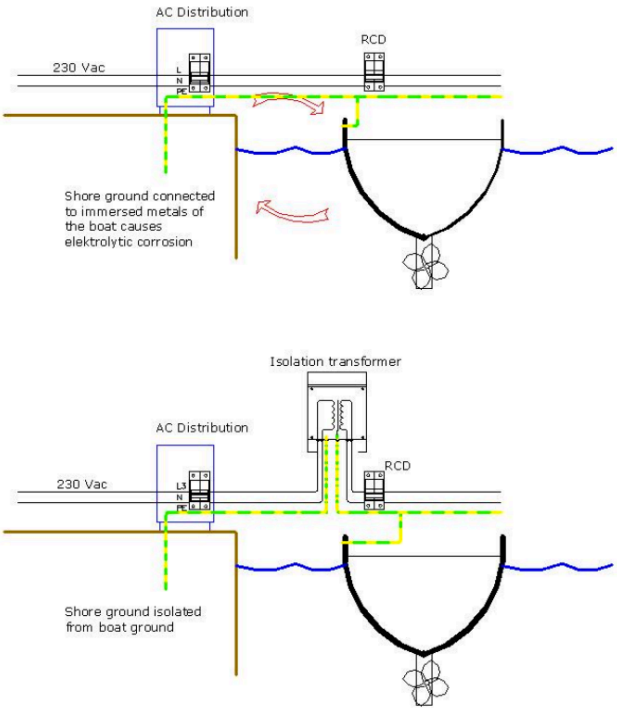
Potentiaalintasaus vaaditaan kaikissa rakennuksissa, se on keskeinen osa sähkölaitteiston suojausta. Jos potentiaalintasaus on maadoitettu, se on osa maadoitusjärjestelmää. Potentiaalintasaus voi olla myös maadoittamaton. Maadoittamatonta potentiaalintasausta voidaan käyttää esimerkiksi sähköisesti erotetussa laitteistossa yhdistämään eri laitteiden jännitteelle alttiit osat toisiinsa. [4, s. 21.]

Referenssijärjestelmässä potentiaalintasausta käytetään mahdollistamaan hallinta- ja informaationväylän toiminta. Tämä on tarpeen, sillä väyläpohjainen hallinta- ja informaatiojärjestelmä syöttää muutamia siihen liitettyjä komponentteja 12VDC jännitteellä, mikä muunnetaan propulsioakustosta. Tiettyjen järjestelmänosien käyttäessä akuston

negatiivista napaa referenssimaana tulee tällöin hallinta- ja informaatioväylän toiminnan takia syötön negatiivinen potentiaali kytkeä propulsioakuston negatiiviseen potentiaaliin, jotta referenssimaa on yhtenäinen väylän kaikilla osilla.

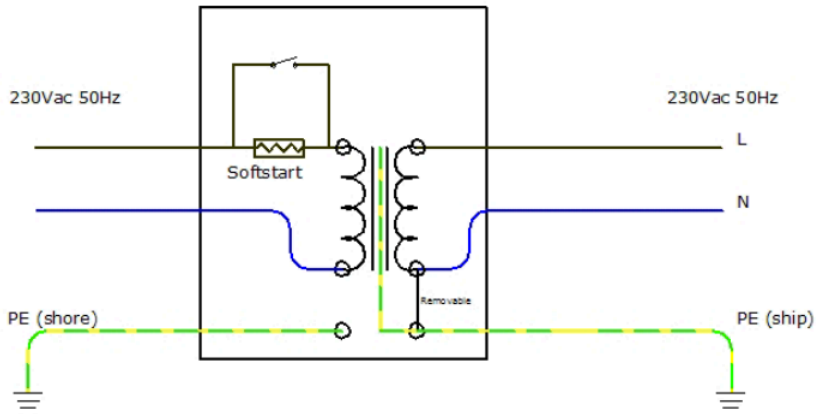
3.4 Galvaaninen erotus

Galvaanista korroosiota tapahtuu, kun kaksi eriarvoista, sähköisesti yhteydessä olevaa metallia, on altistettuna sähköä johtavalle nesteelle. Merivesi sekä makea vesi ovat sähköä johtavia nesteitä. Yleisesti aktiivisempi (epäjalompi) metalliseos sähköisestä parista syöpyy, kun taas vähemmän aktiivisempi (jalompi) materiaali on katodisesti suojattu. Syöpymisvauhti määräytyy useiden muuttujien perusteella, kuten sähköparin muodostavien materiaalien pinta-alojen välisestä suhteesta, väliaineena toimivan nesteen sähkönjohtamiskyvystä, lämpötilasta, sähköparin muodostavien materiaalien ominaisuuksista ja niin edelleen. Yleinen harhakäsitys on, että galvaanista korroosiota esiintyy vain teräs- sekä alumiinirunkoisissa aluksissa. Tosiasiassa sitä voi esiintyä missä tahansa aluksessa heti aluksen metalliosan koskettaessa veteen. Galvaaninen korroosio syövyttää uhraus anodit nopeasti ja alkaa sen jälkeen syövyttää aluksen metallisia osia heti, kun alus on kytketty maasähköön. [5.]



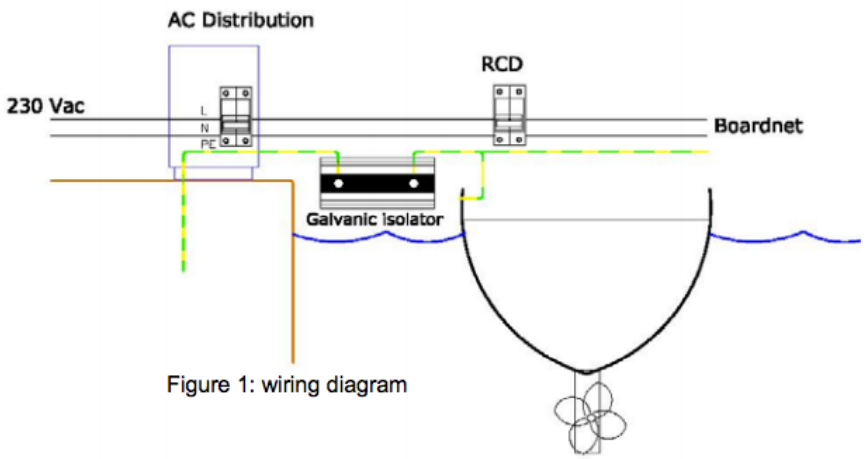
Kuva 6. Galvaanisen korroosion havainnekuva [5]

Paras tapa galvaanisen korroosion välttämiseksi on asentaa erotusmuuntaja tai galvaaninen erotin heti aluksen maasähköpistokkeen perään.



Kuva 7. Erotusmuuntajan kytkentä [5]

Yhdistämällä nolla sekä suojamaa erotusmuuntajan toisiossa varmistetaan aluksen sisäisten vikavirtasuojien toiminta. [5.]



Kuva 8. Galvaanisen erottimen kytkentä [6]

Galvaaninen erotin toimii muodostamalla diodien avulla kynnysjännitteen maasähkön suojamaan sekä aluksen suojamaan välille estäen tasavirran kulun kynnysjännitettä matalammilla jännitetasoilla. Diodien ollessa puolijohteita, minimaalista vuotovirtaa saattaa esiintyä, mutta tämän pitäisi olla merkityksetöntä uhrausanodien normaalin syöpymisen rinnalla. [6.]

4 Standardien vaatimukset

Tässä luvussa eritellään insinöörityöhön liittyvien sähköteknisten standardien asettavat vaatimukset referenssijärjestelmän maadoitukselle. Referenssijärjestelmässä olevan laturi / invertterin johdosta on olennaista myös käsitellä AC-järjestelmille asetettuja standardeja insinöörityöhön soveltuvilta osin.

4.1 SFS-EN ISO 13297:en

SFS-EN ISO 13297:en -standardi määrittelee viranomaisten asettamat vaatimukset yksivaiheisen vaihtosähköjärjestelmän asennuksille pienaluksissa. Referenssijärjestelmän maadoitukselle olennaiset osat on lueteltu seuraavasti:

- Suojamaajohtimen tulee olla joko vihreä tai vihreä keltaisella raidalla. Kumpaakaan edellä mainituista väreistä ei saa käyttää virtajohtimena. Potentiaalintasausjohdin tasasähkösovelluksissa (katso SFS-EN ISO 10133:en) käyttää myös vihreää tai vihreää keltaisella raidalla eristystä ja on yhdistetty useisiin eri tasasähkö laitteiden paljaisiin johtaviin osiin, muihin ulkoisiin johtaviin osiin sekä tasasähkön negatiiviseen maahaan / maadoitukseen.

- Suojajohtimen tulee olla kytkettynä aluksen tasasähkön negatiiviseen maahan / maadoitukseen niin lähelle akkujen negatiivista terminaalia kuin on käytännöllisesti mahdollista. Mikäli aluksen kattava vikavirtasuoja tai erotusmuuntaja on asennettuna järjestelmän pääsyöttöön ei tasasähköjärjestelmän tarvitse olla kytkettynä vaihtosähköjärjestelmän maasyötön suojamaahan.

- Täysin erotetun tasasähköjärjestelmän omaavissa aluksissa (katso SFS-EN ISO 10133:en) vaihtosähkön suojamaan tulee olla kytkettynä aluksen runkoon mikäli alus on metallirunkoinen, tai aluksen ulkoiseen maahan tai aluksen salamasuojauslevyyn, mikäli sellainen on asennettu.

- Metallirunkoisissa aluksissa suojajohdin tulee kytkeä arvioidun pilssirajan yläpuolelle.

- Nollajohdin tulee maadoittaa vain järjestelmän syötössä, esim. aluksessa olevan vaihtosähkögeneraattorin ulostulossa, erotus- tai polarisaatiomuuntajan toisiossa tai maasähköliitoksella. Maasähköliitoksella maadoitettaessa nollajohdin tulee maadoittaa maasähköjohdolla maasähkösyötön puolella eikä aluksen maadoituspisteissä.

- Kodinkoneiden sekä muiden kiinteästi asennettujen vaihtosähkö laitteiden kosketeltavat johtavat osat tulee olla maadoitettuja ellei laite kuulu 2. suojausluokkaan. [9.]

4.2 SFS-EN ISO 10133:en

SFS-EN ISO 10133:en -standardi määrittelee viranomaisten asettamat vaatimukset pienjännite-tasasähköjärjestelmän asennuksille pienaluksiin. Referenssijärjestelmän maadoitukselle olennaiset osat on lueteltu seuraavasti:

- Järjestelmän tulee olla joko kelluva kaksijohdinjärjestelmä tai negatiivisesta maadoitettu kaksijohdin järjestelmä (tästä eteenpäin ”maadoitettu kaksijohdinjärjestelmä”). Moottoriin asennetut järjestelmät voivat käyttää moottorin runkoa maadoituspisteenä. Maadoitetun kaksijohdinjärjestelmän päämaadoituspiste tulee olla joko moottorin negatiivinen terminaali tai riittävän virransiirtokyvyn omaava maadoituskisko. Aluksen runkoa ei saa käyttää virtaa kuljettavana johtimena. Moniakkujärjestelmillä tulee olla yhteinen negatiivinen piste. Poikkeuksena tiettyyn käyttötarkoitukseen omistetut, veneen muista järjestelmistä erotetut, järjestelmät kuten propulsiojärjestelmät jotka ovat selvästi erotetuiksi järjestelmiksi merkittyjä.

- Potentiaalin tasausjohdin tulee olla kytkettynä aluksen päämaadoituspisteeseen mikäli sellainen on asennettuna.

- Akkujen erotuskytkin tulee olla asennettuna positiiviseen johtimeen maadoitetuissa kaksijohdinjärjestelmissä tai vastaavasti positiiviseen sekä negatiiviseen johtimeen asennettuna (yhtäaikaisesti kytkeytyvät) kelluvassa kaksijohdinjärjestelmässä. Erotuskytkin tulee olla asennettuna sellaiseen paikkaan että siihen pääsee käsiksi nopeasti ja turvallisesti ilman työkaluja, lisäksi kytkimen tulee olla asennettuna niin lähelle akkua tai akkuryhmää kuin on käytännöllisesti mahdollista. Seuraavat asiat mahdollistavat poikkeuksen edellä mainitusta:

  - Ulkolaitamoottoria käyttävät alukset joilla on vain käynnistys- sekä navigointivalopiirit.

  - Elektroniset laitteet joilla on suojattu muisti sekä turvalaitteet kuten pilssipumput tai hälyttimet mikäli ne ovat erikseen suojattuja käytännöllisesti mahdollisimman lähelle akkujen positiivista napaa sijoitetulla automaattisulakkeella tai sulakkeella.

  - Moottori / polttoainetilan tuulettimet, mikäli ne ovat erikseen suojattuja käytännöllisesti mahdollisimman lähelle akkujen positiivista napaa sijoitetulla automaattisulakkeella tai sulakkeella.

  - Latauslaitteet mitkä ovat tarkoitettuja käytettäväksi kun alus on miehittämätön, esim. aurinkopaneelit tai tuuligeneraattorit, mikäli ne ovat erikseen suojattu suojattuja käytännöllisesti mahdollisimman lähelle akkujen positiivista napaa sijoitetulla automaattisulakkeella tai sulakkeella.

- Kaikki potentiaalintasausjohtimet tulee olla joko vihreitä tai vihreitä keltaisella raidalla tai vaihtoehtoisesti eristämättömiä. Vastaavilla väreillä eristettyjä johtimia ei saa käyttää virtajohtimena. Vaihtovirta suojajohtimet

(katso SFS-EN ISO 13297:en) käyttävät myös samoja värejä ja ne voidaan kytkeä aluksen moottorin negatiiviseen terminaaliin. [10.]

4.3 ABYC TE-30

ABYC TE-30 -standardi määrittelee viranomaisten asettamat vaatimukset sähköpropulsiojärjestelmän asennukselle pienaluksiin Yhdysvaltojen talousalueella. Referenssijärjestelmän maadoitukselle olennaiset osat on lueteltu seuraavasti:

- Aluksessa tulisi olla asennettuna maasulku vahti joka antaa varoituksen mikäli se havaitsee impedanssin mikä on pienempi kuin 500Ω/V jännitelähteen ja minkä tahansa johtavan pinnan välillä.
- Aluksen propulsion sähköjärjestelmän (esim. akustot, generaattorit, invertterit) tulisi olla eristetty veneen maadoitusjärjestelmästä.
- Propulsiojärjestelmän johtavien osien (esim. moottorin kotelo) tulisi olla kytkettynä aluksen maadoitusjärjestelmään ABYC E-11 AC & DC Sähköjärjestelmät pienaluksissa standardin mukaisesti.

Edellä mainitun ABYC E-11 -standardin ollessa identtinen SFS-EN ISO 13297:en sekä SFS-EN ISO 10133:en standardien kanssa, sen insinöörityöhön liittyvien osien erittelememinen ei ole tarpeellista erikseen. ABYC TE-30 -standardin vaatimuksien esitteleminen on olennaista insinöörityön osalta kahdesta syystä:

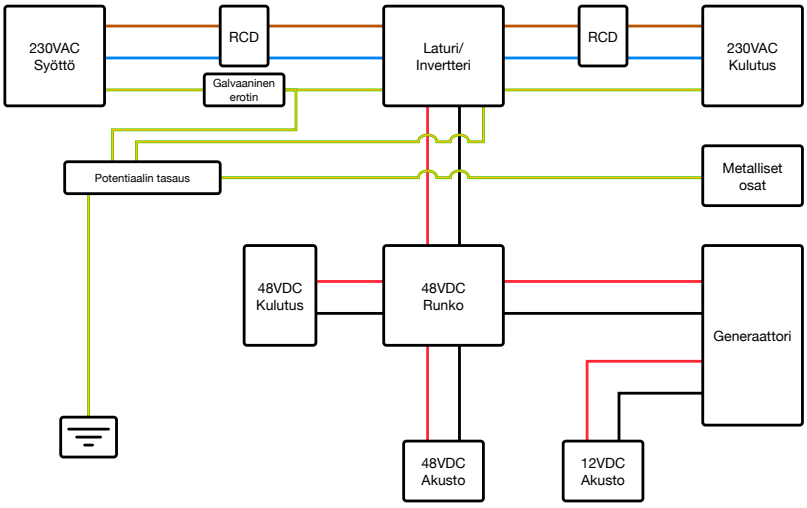
- ISO organisaatio ei ole julkaissut vastaavaa ohjeistusta sähköpropulsiojärjestelmille referenssijärjestelmän jänniteluokalle
- Yhdysvaltojen markkina-alue on yksi referenssijärjestelmän myyntialueista. Insinöörityön aiheen antaneella yrityksellä on täten tarve tietää myös kyseenomaisen markkina-alueen asettamat vaatimukset. [11.]

5 Maadoituksen toteutustavat

Piiriä maadoitettaessa on hyvä välttää tahattomien maasilmukoiden muodostuminen. Maasilmukka muodostuu, kun piiri on maadoitettu useista kohdista, mikäli jännite muuttuu kahden eri maadoituspisteen välillä. Koska maapotentiaalina ajatellaan yleisesti 0V, minkään muun jännitearvon läsnäolo maadoituspiirissä on epätoivottavaa. Tällaisten tilanteiden välttämiseksi olisi hyvä maadoittaa piirin komponentit rinnakkain samaan maadoituspisteeseen.

5.1 Kelluva kaksijohdinjärjestelmä

Sähköiset järjestelmät voidaan toteuttaa kelluvalla maalla monesta syystä: yksi näistä syistä on turvallisuus. Esimerkiksi puhelimen laturi on kytketty verkkoon muuntajan välityksellä, jolloin DC-virran paluureitillä sekä fyysisellä maalla ei ole suoraa sähköistä kontaktia. Varmistamalla että edellä mainittua suoraa kontaktia ei ole, on paljon helpompaa taata syötön turvallisuus.



Kuva 9. Kelluvan kaksijohdinjärjestelmän havainnekuva

Kuvassa 9 on huomionarvoista, että 230 VAC:n osalta on olennaista maadoittaa komponentit yleisen turvallisuuden takia. Lisäksi SFS 6000-7-709 (2012) -standardin mukaan huviveneen potentiaalintasausta (maadoitusta) ei saa liittää maasyötön suojajohtimeen. [12, s. 32]

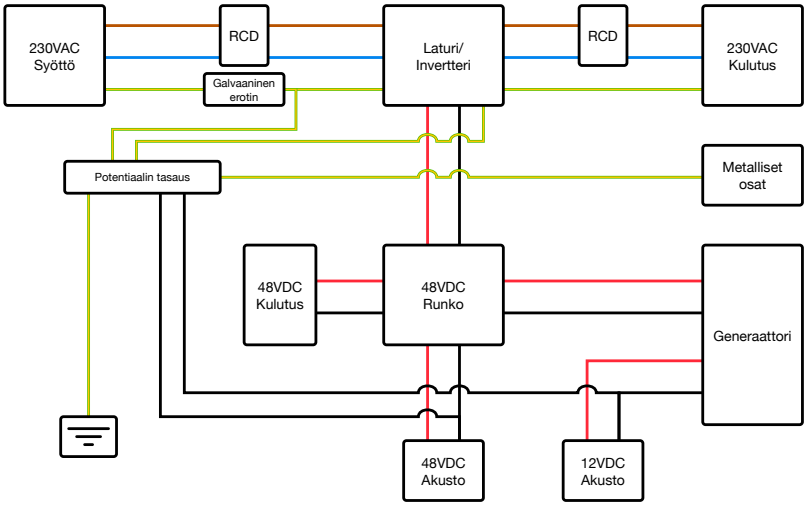
Generaattorin rungon liittäminen potentiaalintasaukseen luo mahdollisen reitin maasilmukalle. Huvivenekäytössä olevat kiinteästi asennetut generaattorit käyttävät voimanlähteinään merimoottoreita. Nämä moottorit käyttävät yleisesti moottorin runkoa nollapotentiaalina. Moottoreiden käyttäessä merivettä jäähdytykseen, mikäli generaattorin runko tai starttiakun miinusnapa on kytkettynä potentiaalintasaukseen, generaattorin ollessa käynnissä voi merivesi sulkea piirin generaattorin rungon kautta jäähdytysvettä pitkin maadoituspisteeseen.

Vanhemmat komponentit saattavat vaatia maadoituksen toimiakseen, mutta nykyisten laitteiden toimintavarmuus ei sitä enää erikseen vaadi, vaan potentiaalintasaus tapahtuu, kun laitteet on asennettu ja kytketty standardien mukaan. [12, s. 48-49]

5.2 Maadoitettu kaksijohdinjärjestelmä

Maadoitetussa kaksijohdinjärjestelmässä on olennaista, että kaikki nollapotentiaalit sekä sähköä johtavat laitteiston osat on maadoitettu rinnakkain yhdestä pisteestä. Tämä johtuu siitä, että satama alueilla on usein muita aluksia tai asennuksia, joiden maadoitus ei ole oikein toteutettu tai rakennemateriaaleja, mitkä muodostavat tahattomasti sähköisen parin. Mikäli alus on viallisen maadoituksen paluureitillä ja maadoitettu kahdesta tai useammasta pisteestä, sähkövirta käyttää aluksen potentiaalintasausta paluureittinään sen merivettä pienemmän resistanssin takia. Mikäli alus on maadoitettu useasta kohtaa, maadoituspisteiden materiaalit ovat todennäköisesti vähintään erilaisia puhtaudeltaan tai jopa eri metalleja, jolloin ne muodostavat myös sähköparin ja kuluttavat epäjalomman maadoituspisteen anodia normaalia nopeammin.

Moni nykyisistä venejärjestelmistä on toteutettu juuri maadoitetulla kaksijohdinjärjestelmällä, polttomoottoreiden käyttäessä runkoaan yleensä nollapotentiaalina. Aluksen 12 VDC:n järjestelmät maadoittuvat luonnollisesti moottorin rungosta vetojalan tai akselin kautta veteen.



Kuva 10. Maadoitetun kaksijohdinjärjestelmän havainnekuva

Mikäli maasähkösyötön erottamiseen käytetään galvaanisen erottimen sijaan erotusmuuntajaa, tulee nolla ja suojamaa olla yhdistettynä muuntajan toisiossa. Muuten syötön jälkeinen vikavirta ei toimi.

6 Johtopäätelmät

Kelluva kaksijohdinjärjestelmä on oikein toteutettuna yksinkertaisempi sekä turvallisempi vaihtoehto, etenkin alumiini- tai teräsrunkoisissa aluksissa ja soveltuu siten, lähes täydellisesti, varsinkin pienempien ilman laturi/invertteriä olevien järjestelmien toteutustavaksi. Oceanvoltin järjestelmä on läpäissyt EMC -testit ilman maadoitusta, joten maadoitus ei ole olennainen järjestelmän toiminnan kannalta.

Litium-akkuja käytettäessä kaksijohdinjärjestelmä on verrattain kalliimpi toteuttaa, sillä kyseiset akut käyttävät hallintajärjestelmän ohjaamaa kontaktoria akkujen pääkytkimenä. Tämän kontaktorin pitää pystyä katkaisemaan akkujen positiivinen ja negatiivinen johdin yhtäaikaisesti tai vaihtoehtoisesti hallintajärjestelmän pitää ohjata rinnakkain kahta identtistä kontaktoria.

Lyijyakkuja käytettäessä kustannusero ei ole niin suuri, sillä yksi- sekä kaksinapaisien akkukytkimien hintaero on 30 €:n luokkaa. [13]

Yleispätevää ratkaisua on vaikea löytää, sillä jokainen asennus on riippuvainen monesta seikasta. Kelluva kaksijohdinjärjestelmä on tämän insinöörityön aikana kerääntyneen tiedon pohjalta selkeämpi hahmottaa.

Asennuksen selkeys on myös tärkeää, sillä pois lukien vaihtosähköasennukset, muut järjestelmän komponentit voi asentaa kuka tahansa. Maadoitettua kaksijohdinjärjestelmä voi siis olla hieman halvempi toteuttaa, mutta vaatii huomattavasti enemmän perehtymistä asennuskohteen olemassa oleviin järjestelmiin.

Mikäli päädytään käyttämään maadoitettua kaksijohdinjärjestelmää, tulisi järjestelmä suojata vähintään galvaanisella erottimella. Erotusmuuntaja on kalliimpi, mutta luotettavampi ratkaisu maasähkösyötön aluksesta erottamiseksi.

Liitteenä olevat johdotuskaaviot näyttävät, kuinka maadoitettu sekä maadoittamaton kaksijohdinjärjestelmä tulisi johdottaa.

Lähteet

1 Oceanvolt Press Release, Sponsoring Conrad Coleman in Vendee Globe 2016 12.4.2016 http://oceanvolt.com/conrad-colman-vendee-globe-2016

2 Oceanvolt SEA Quick Installation Quide. Version 1.7. 25.1.2016.

3 Oceanvolt SEA Guide. Version 1.0. 30.3.2015.

4 Maadoituskirja 2014. Tiainen, Nurmisto, Koivula. STUL ry Espoo, Sähköinfo Oy.

5 Victron Energy, Isolation Transformers Datasheet.

6 Victron Energy, Galvanic Isolator Manual.

7 DIGMA-oppimisympäristö. Sähköasennusten perusteet. Jakelujärjestelmät. 3.4.2016 https://moodle.amk.fi/mod/book/tool/print/index.php?id=3851.

8 Suojattu kaapeli. https://en.wikipedia.org/wiki/Shielded_cable verkkojulkaisu, katsottu 2.4.2016.

9 SFS-EN ISO 13297:en. Small craft, Electrical systems, Alternating current installations. Suomen Standardoimisliitto SFS, 2000.

10 SFS-EN ISO 10133:en. Small craft, Electrical Systems, Extra-low-voltage DC installations. Suomen Standardoimisliitto SFS, 2012.

11 ABYC TE-30. Electric propulsion systems. American Boat & Yacht Council, 2009.

12 Sähkö ja Vene. STEK, 2015.

13 Marinea verkkokauppa. http://www.marinea.fi/blue_sea_1, katsottu 1.5.2016.

Referenssijärjestelmän johdotuskaavio maadoitettuna

OCEANVOLT

Electrical Diagrams

Page: 1/15

OCEANVOLT

Drawing List
Component List
Line Diagram (Power)
Line Diagram (Control)
Power Wiring Diagram
Control Wiring Diagram
Battery Pack Wiring Diagram
CCGX Wiring Diagram
Motor Controller Wiring Diagram
Charger / Inverter Wiring Diagram
Solar Charger Wiring Diagram
Generator Wiring Diagram
AC Wiring Reference
Auxiliary Reference
Fuse List

Document Details
Author: MM - Oceanvolt Ltd.
Date: 1.5.2016
Revision: #1
System: Oceanvolt SEA, Twin SD15
Project: Grounded
Customer: N/A

OCEANVOLT

Page: 2/15

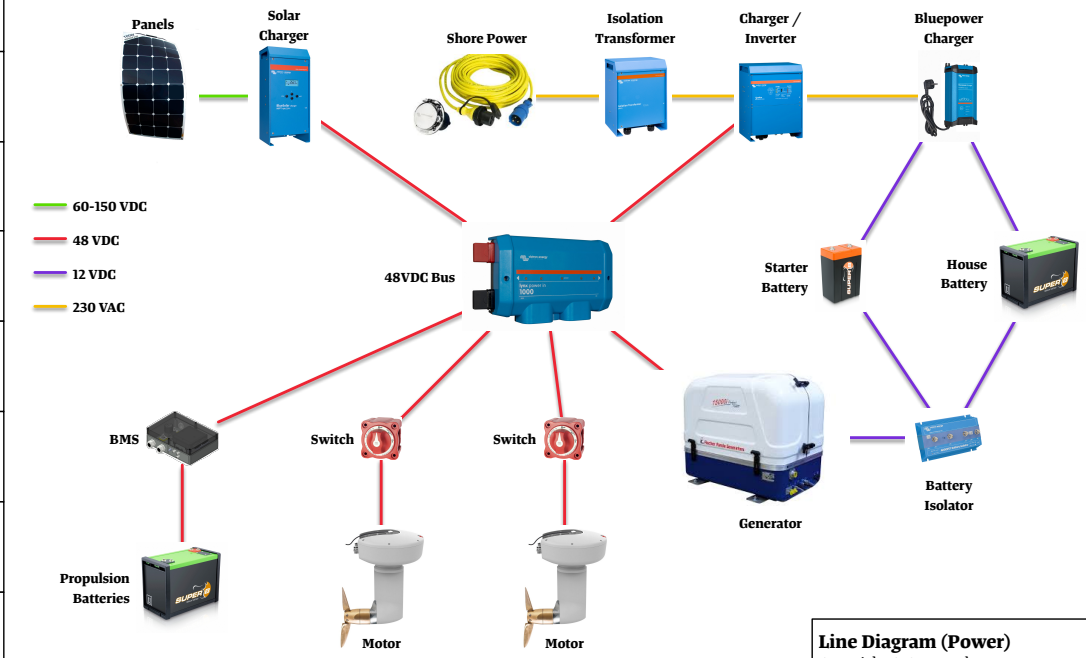
Component	Qty	Component	Qty
Oceanvolt Motor, SD15	2		
Oceanvolt Motor Controller, SD15	2		
Oceanvolt Display	2		
Oceanvolt Control Lever, Dual	1		
Victron Energy Busbar	4		
Victron Energy Quattro 48/10000/100 230VAC	1		
Victron Energy MPPT 150/70	1		
Victron Energy CCGX	1		
Victron Energy Multicontrol	1		
Victron Energy Isolation Transformer 3,6kVA	1		
Victron Energy Bluepower Charger (30A @ 12VDC, 3-Outputs)	1		
Victron Energy Argo FET Battery Isolator	1		
Blue Sea Main Switch (300A @ 48VDC)	2		
Blue Sea Terminal Fuse Block	3		
Blue Sea Terminal Fuse (200A @ 48VDC)	3		
Super-B SB12V160E-SC Battery Module	13		
Super-B BMS (600A @ 48VDC)	1		
Super-B Latching Relay (190A @ 12VDC)	1		
Super-B Battery Protector (250A @ 12VDC)	1		
Super-B SB12V15P-EC Battery Module	1		
Super-B BM01 Battery Monitor	1		
Fischer Panda AGT-11000 DC 48VDC Generator	1		
Sunbeam Flexible Solar Panel 100W	10		

Component List

Copyright © Oceanvolt

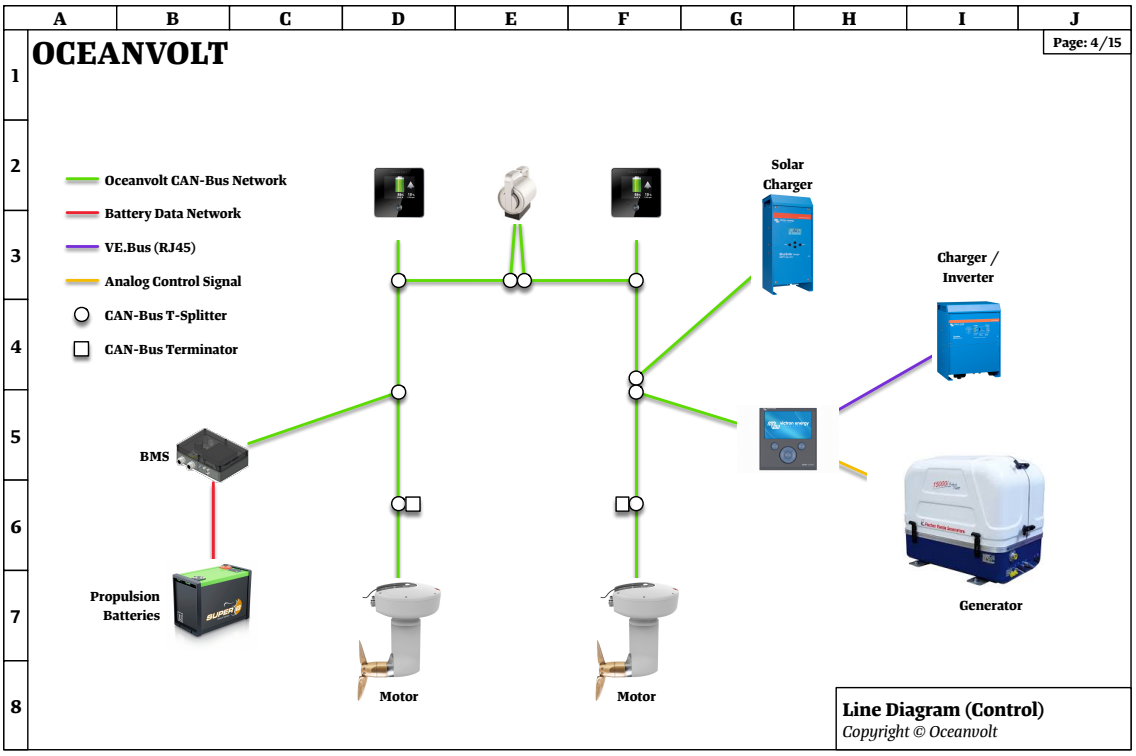
OCEANVOLT

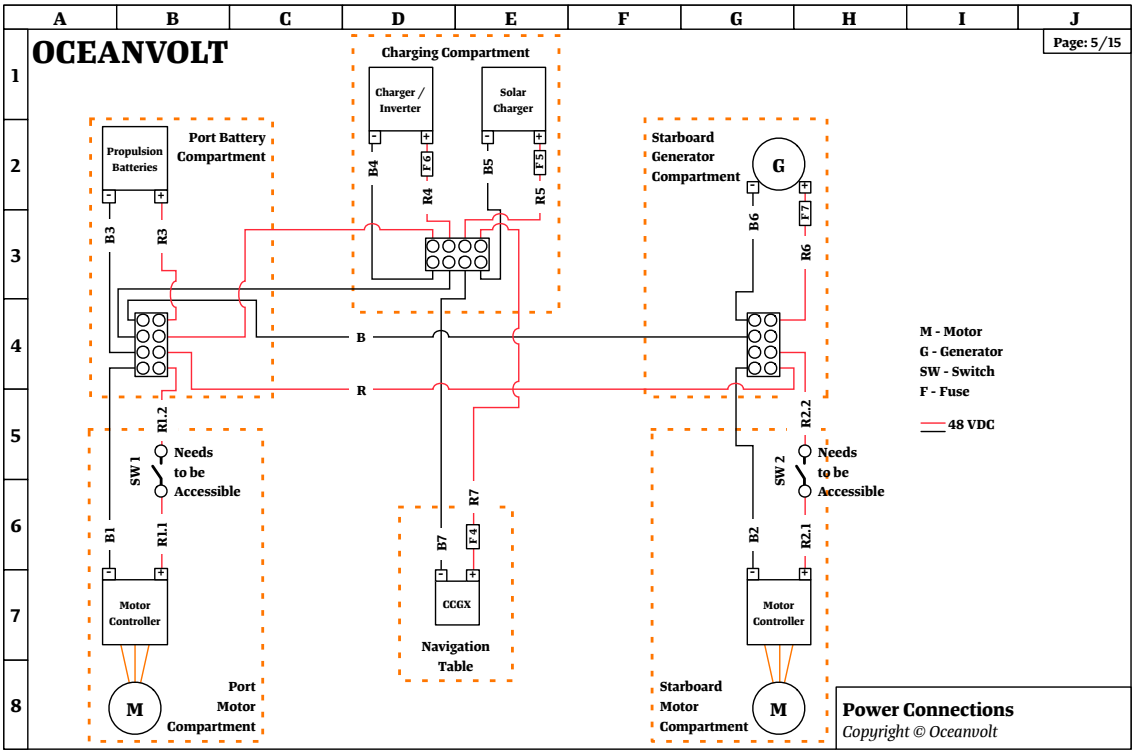
Page: 3/15

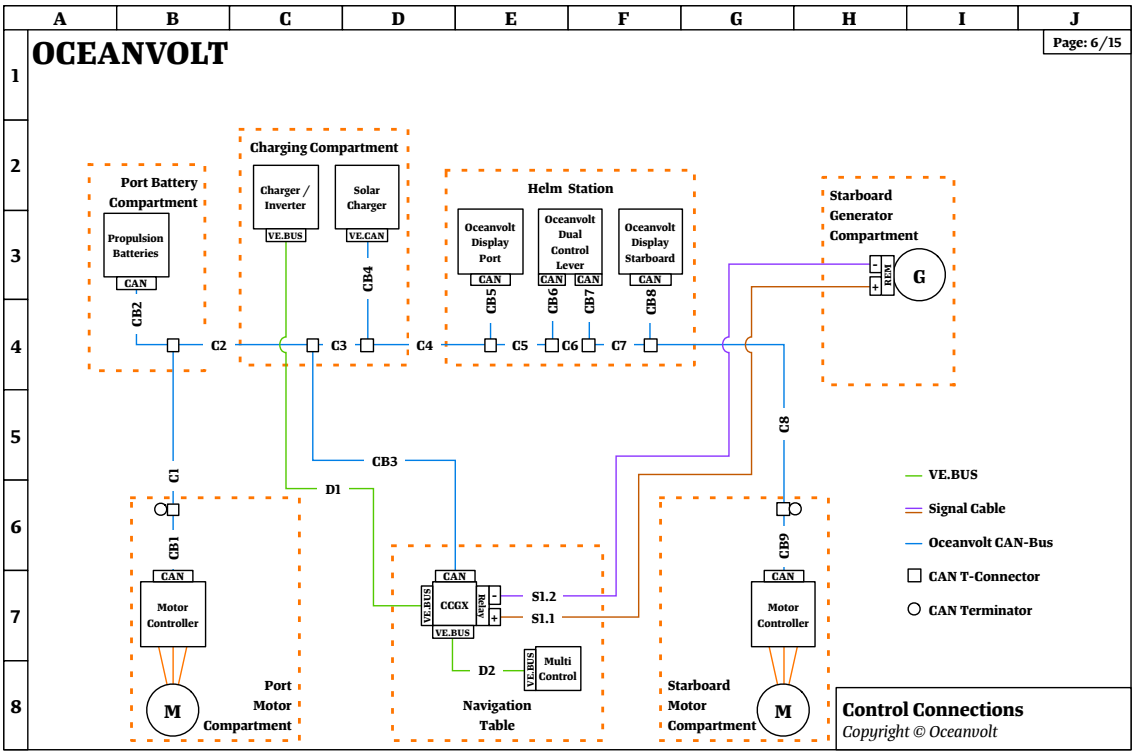


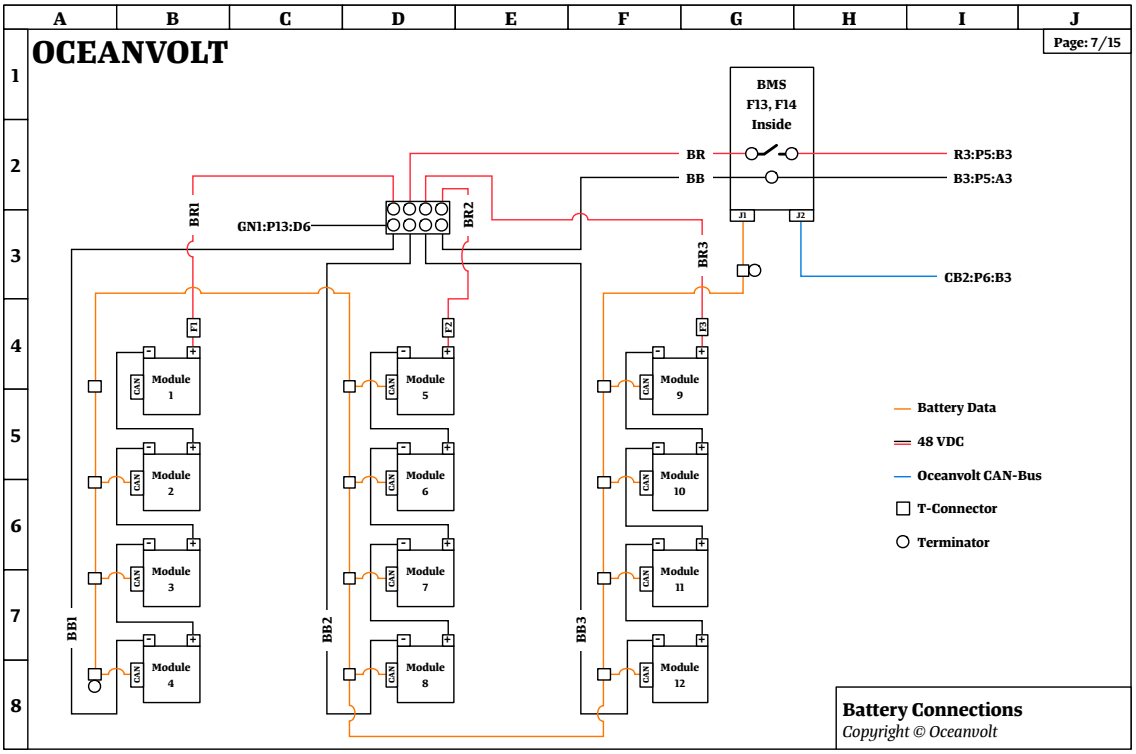
Line Diagram (Power)

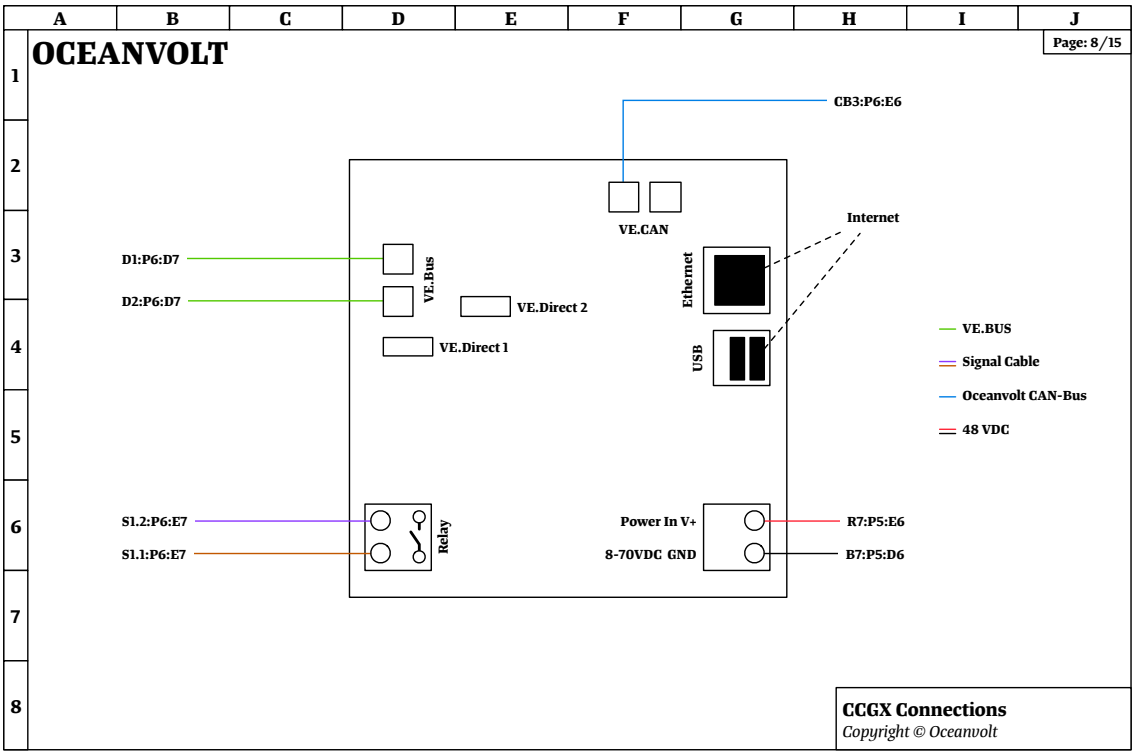
Copyright © Oceanvolt

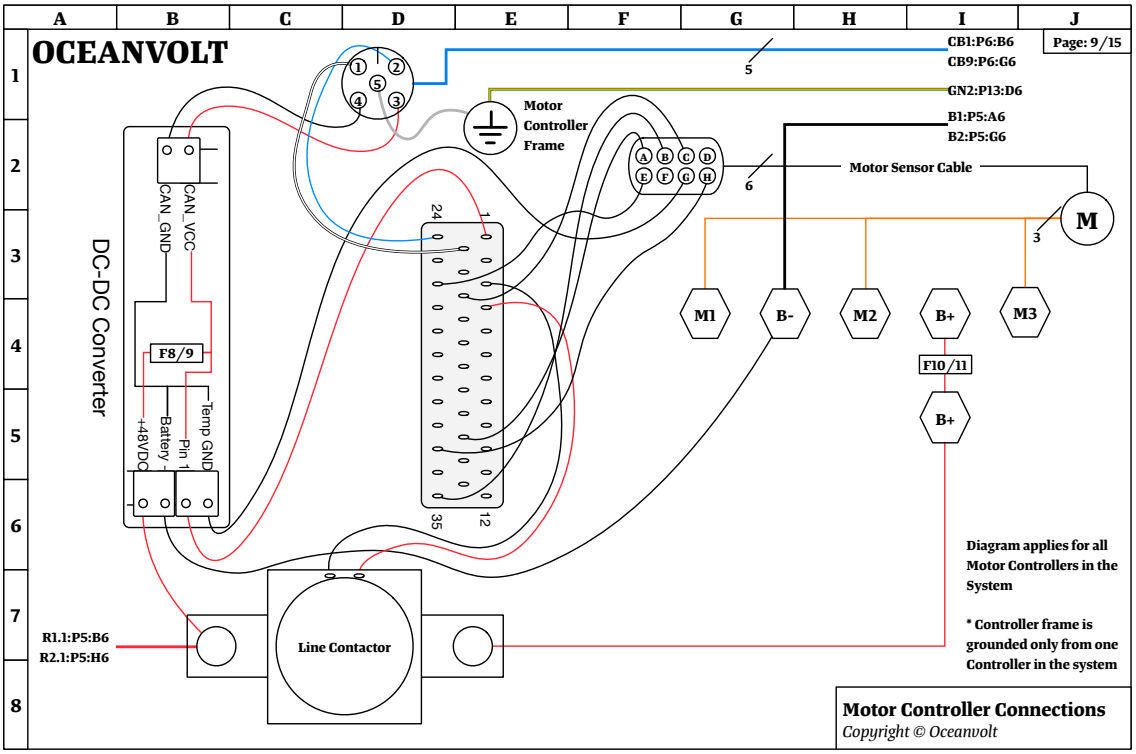

OCEANVOLT
Page: 4/15
Oceanvolt CAN-Bus Network
Battery Data Network
VE.Bus (RJ45)
Analog Control Signal
CAN-Bus T-Splitter
CAN-Bus Terminator
Solar Charger
Charger / Inverter
BMS
Propulsion Batteries
Generator
Motor
Motor
Line Diagram (Control)
Copyright © Oceanvolt

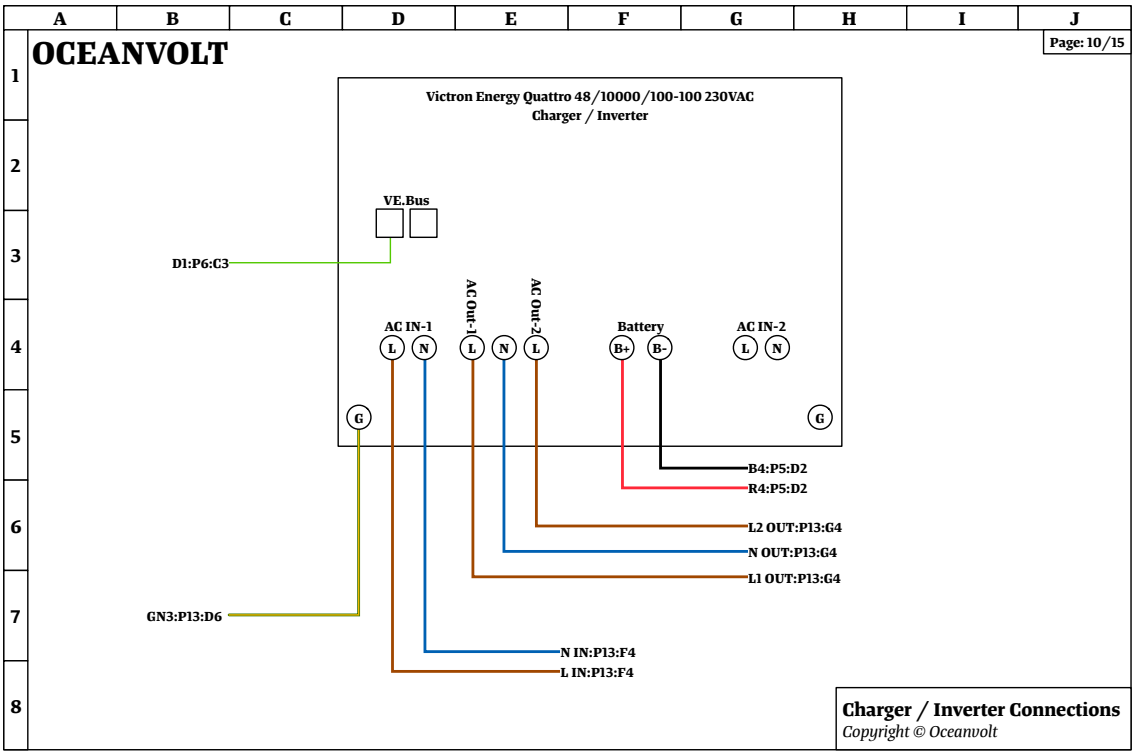

OCEANVOLT
Page: 5/15
Charging Compartment
Charger / Inverter
Solar Charger
Propulsion Batteries
Port Battery Compartment
Starboard Generator Compartment
B4
F6
R4
B5
F5
R5
B3
R3
B6
F7
R6
B
R
R1.2
R2.2
SW 1
Needs to be Accessible
SW 2
Needs to be Accessible
B1
R1.1
R7
B7
F4
B2
R2.1
Motor Controller
CCGX
Navigation Table
Motor Controller
Port Motor Compartment
Starboard Motor Compartment
M - Motor
G - Generator
SW - Switch
F - Fuse
48 VDC
Power Connections
Copyright © Oceanvolt

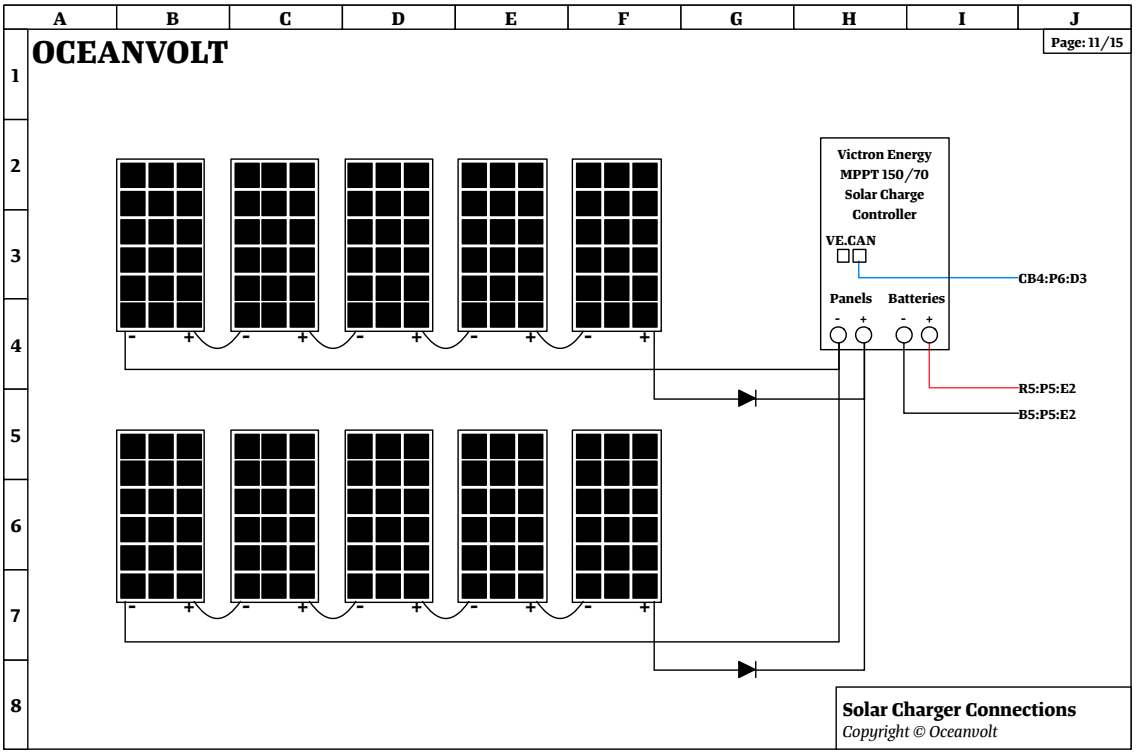

OCEANVOLT
Page: 6/15
Port Battery Compartment
Propulsion Batteries
CAN
CB2
C2
Charging Compartment
Charger / Inverter
VE.BUS
Solar Charger
VE.CAN
CB4
C3
C4
Helm Station
Oceanvolt Display Port
Oceanvolt Dual Control Lever
Oceanvolt Display Starboard
CB5
CB6
CB7
CB8
C5
C6
C7
Starboard Generator Compartment
BMS
G
C8
CB3
D1
C1
CB1
Motor Controller
M
Port Motor Compartment
CCGX
VE.BUS
Relay
S1.2
S1.1
D2
Multi Control
Navigation Table
CB9
Starboard Motor Compartment
VE.BUS
Signal Cable
Oceanvolt CAN-Bus
CAN T-Connector
CAN Terminator
Control Connections
Copyright © Oceanvolt

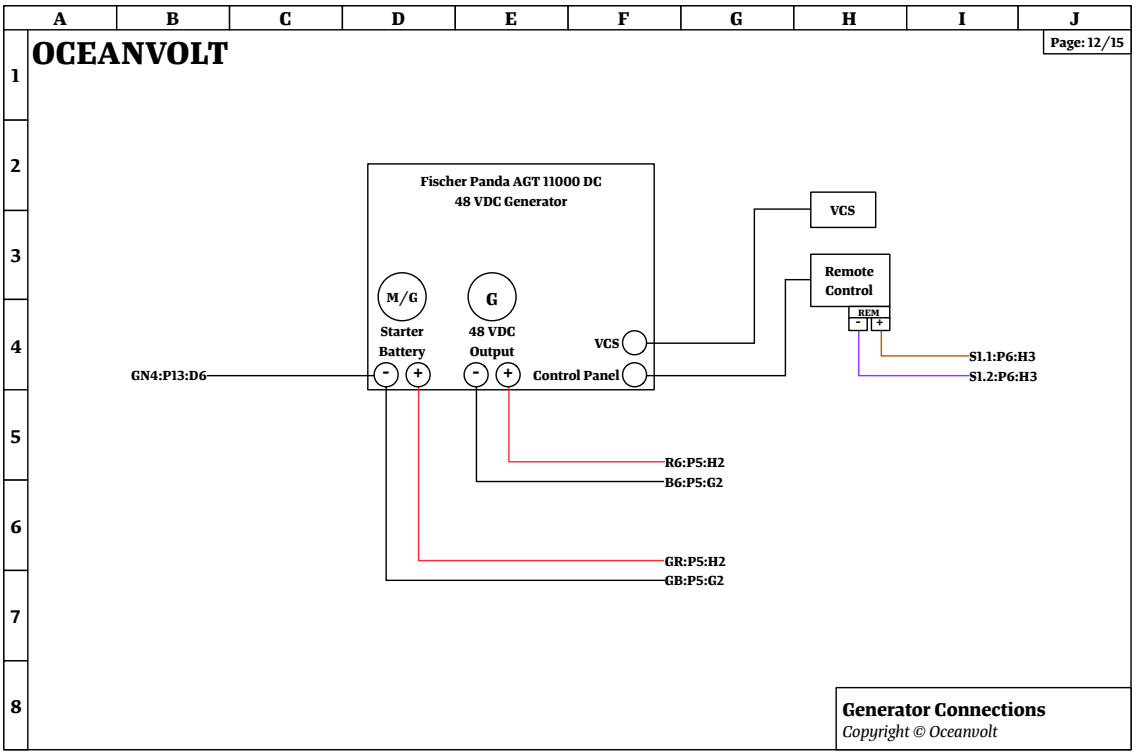

OCEANVOLT
Page: 7/15
BMS F13, F14 Inside
BR
BB
R3:P5:B3
B3:P5:A3
J1
J2
CB2:P6:B3
BR1
GN1:P13:D6
BR2
BR3
F1
F2
F3
Module 1
Module 2
Module 3
Module 4
Module 5
Module 6
Module 7
Module 8
Module 9
Module 10
Module 11
Module 12
BB1
BB2
BB3
Battery Data
48 VDC
Oceanvolt CAN-Bus
T-Connector
Terminator
Battery Connections
Copyright © Oceanvolt

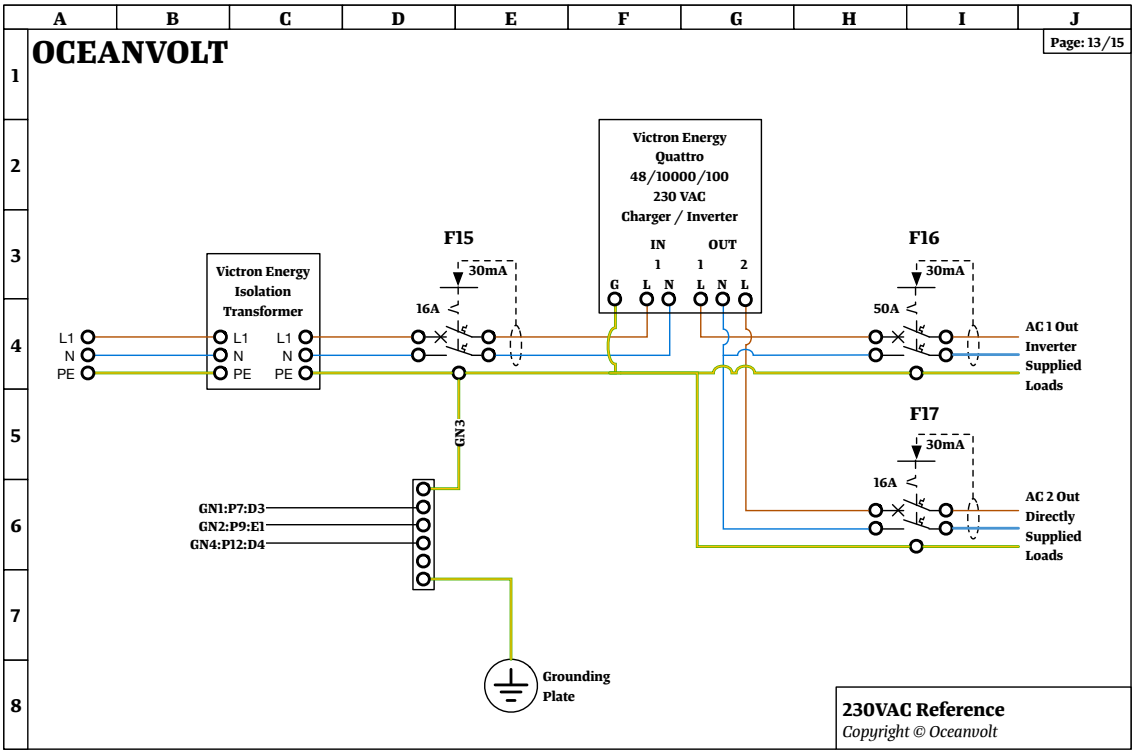

OCEANVOLT
Page: 8/15
CB3:P6:E6
VE.CAN
Internet
D1:P6:D7
D2:P6:D7
VE.Bus
VE.Direct 2
VE.Direct 1
Ethernet
USB
VE.BUS
Signal Cable
Oceanvolt CAN-Bus
48 VDC
S1.2:P6:E7
S1.1:P6:E7
Relay
Power In V+
8-70VDC GND
R7:P5:E6
B7:P5:D6
CCGX Connections
Copyright © Oceanvolt


OCEANVOLT
Page: 9/15
CB1:P6:B6
CB9:P6:G6
GN2:P13:D6
B1:P5:A6
B2:P5:G6
Motor Controller Frame
Motor Sensor Cable
M
DC-DC Converter
CAN_GND
CAN_VCC
F8/9
+48VDC
Battery -
Pin 1
Temp GND
M1
B-
M2
B+
M3
F10/11
B+
Line Contactor
R1.1:P5:B6
R2.1:P5:H6
Diagram applies for all Motor Controllers in the System
* Controller frame is grounded only from one Controller in the system
Motor Controller Connections
Copyright © Oceanvolt


OCEANVOLT
Page: 10/15
Victron Energy Quattro 48/10000/100-100 230VAC
Charger / Inverter
VE.Bus
D1:P6:C3
AC IN-1
AC Out-1
AC Out-2
Battery
AC IN-2
L
N
B+
B-
G
B4:P5:D2
R4:P5:D2
L2 OUT:P13:G4
N OUT:P13:G4
L1 OUT:P13:G4
GN3:P13:D6
N IN:P13:F4
L IN:P13:F4
Charger / Inverter Connections
Copyright © Oceanvolt

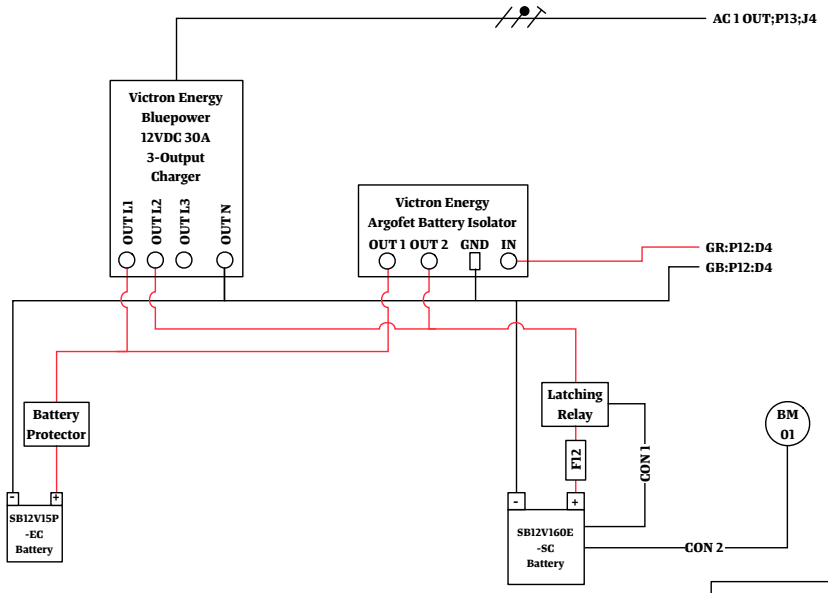

OCEANVOLT
Page: 11/15
Victron Energy
MPPT 150/70
Solar Charge
Controller
VE.CAN
CB4:P6:D3
Panels
Batteries
R5:P5:E2
B5:P5:E2
Solar Charger Connections
Copyright © Oceanvolt


OCEANVOLT
Page: 12/15
Fischer Panda AGT 11000 DC
48 VDC Generator
M/G
Starter
Battery
G
48 VDC
Output
VCS
Control Panel
VCS
Remote
Control
REM
GN4:P13:D6
S1.1:P6:H3
S1.2:P6:H3
R6:P5:H2
B6:P5:G2
GR:P5:H2
GB:P5:G2
Generator Connections
Copyright © Oceanvolt


OCEANVOLT
Page: 13/15
Victron Energy
Quattro
48/10000/100
230 VAC
Charger / Inverter
IN
OUT
G L N
1
L N L
1 2
Victron Energy
Isolation
Transformer
L1
N
PE
F15
30mA
16A
F16
30mA
50A
AC 1 Out
Inverter
Supplied
Loads
F17
30mA
16A
AC 2 Out
Directly
Supplied
Loads
GN3
GN1:P7:D3
GN2:P9:E1
GN4:P12:D4
Grounding
Plate
230VAC Reference
Copyright © Oceanvolt

OCEANVOLT

Page: 14/15



Auxiliary Reference

Copyright © Oceanvolt

OCEANVOLT

Page: 15/15

Name	Type	Voltage	Amperage	Location
F1	Terminal Fuse	48 VDC	300 A	P7:B4
F2	Terminal Fuse	48 VDC	300 A	P7:D4
F3	Terminal Fuse	48 VDC	300 A	P7:G4
F4	Automatic Fuse	48 VDC	2 A	P5:E6
F5	MIDI Fuse	48 VDC	60 A	P5:E2
F6	Stud Mounted Fuse	48 VDC	250 A	P5:D2
F7	Stud Mounted Fuse	48 VDC	250 A	P5:H3
F8	Ceramic Fuse	48 VDC	7 A	P7:B4
F9	Ceramic Fuse	48 VDC	7 A	P7:B4
F10	Stud Mounted Fuse	48 VDC	750 A	P7:I4
F11	Stud Mounted Fuse	48 VDC	750 A	P7:I4
F12	MEGA Fuse	32 VDC	200 A	P14:G6
F13	Ceramic Fuse	48 VDC	5 A	P7:G2
F14	Ceramic Fuse	48 VDC	5 A	P7:G2
F15	Automatic Fuse	230 VAC	16 A	P13:E4
F16	Automatic Fuse	230 VAC	50 A	P13:I4
F17	Automatic Fuse	230 VAC	16 A	P13:I6

Fuse List

Copyright © Oceanvolt

Referenssijärjestelmän johdotuskaavio kelluvana

OCEANVOLT

Electrical Diagrams

OCEANVOLT

Drawing List
Component List
Line Diagram (Power)
Line Diagram (Control)
Power Wiring Diagram
Control Wiring Diagram
Battery Pack Wiring Diagram
CCGX Wiring Diagram
Motor Controller Wiring Diagram
Charger / Inverter Wiring Diagram
Solar Charger Wiring Diagram
Generator Wiring Diagram
AC Wiring Reference
Auxiliary Reference
Fuse List

Document Details
Author: MM - Oceanvolt Ltd.
Date: 23.5.2016
Revision: #1
System: Oceanvolt SEA, Twin SD15
Project: Floating
Customer: N/A

OCEANVOLT

Page: 2/15

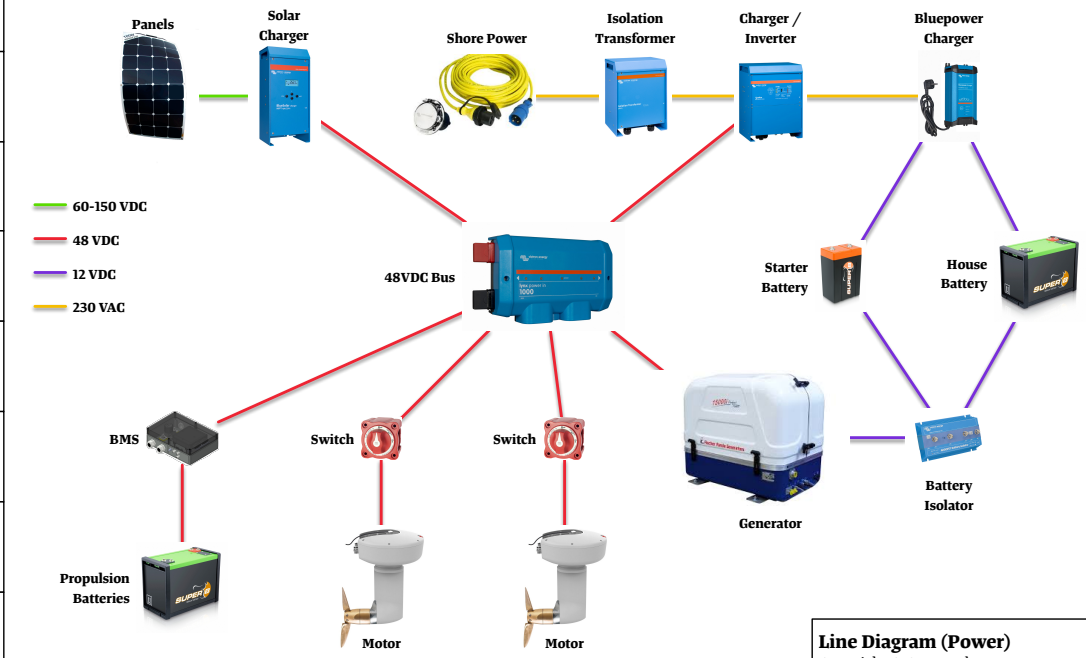
Component	Qty	Component	Qty
Oceanvolt Motor, SD15	2		
Oceanvolt Motor Controller, SD15	2		
Oceanvolt Display	2		
Oceanvolt Control Lever, Dual	1		
Victron Energy Busbar	4		
Victron Energy Quattro 48/10000/100 230VAC	1		
Victron Energy MPPT 150/70	1		
Victron Energy CCGX	1		
Victron Energy Multicontrol	1		
Victron Energy Isolation Transformer 3,6kVA	1		
Victron Energy Bluepower Charger (30A @ 12VDC, 3-Outputs)	1		
Victron Energy Argo FET Battery Isolator	1		
Blue Sea Main Switch (300A @ 48VDC)	2		
Blue Sea Terminal Fuse Block	3		
Blue Sea Terminal Fuse (200A @ 48VDC)	3		
Super-B SB12V160E-SC Battery Module	13		
Super-B BMS (600A @ 48VDC)	1		
Super-B Latching Relay (190A @ 12VDC)	1		
Super-B Battery Protector (250A @ 12VDC)	1		
Super-B SB12V15P-EC Battery Module	1		
Super-B BM01 Battery Monitor	1		
Fischer Panda AGT-11000 DC 48VDC Generator	1		
Sunbeam Flexible Solar Panel 100W	10		

Component List

Copyright © Oceanvolt

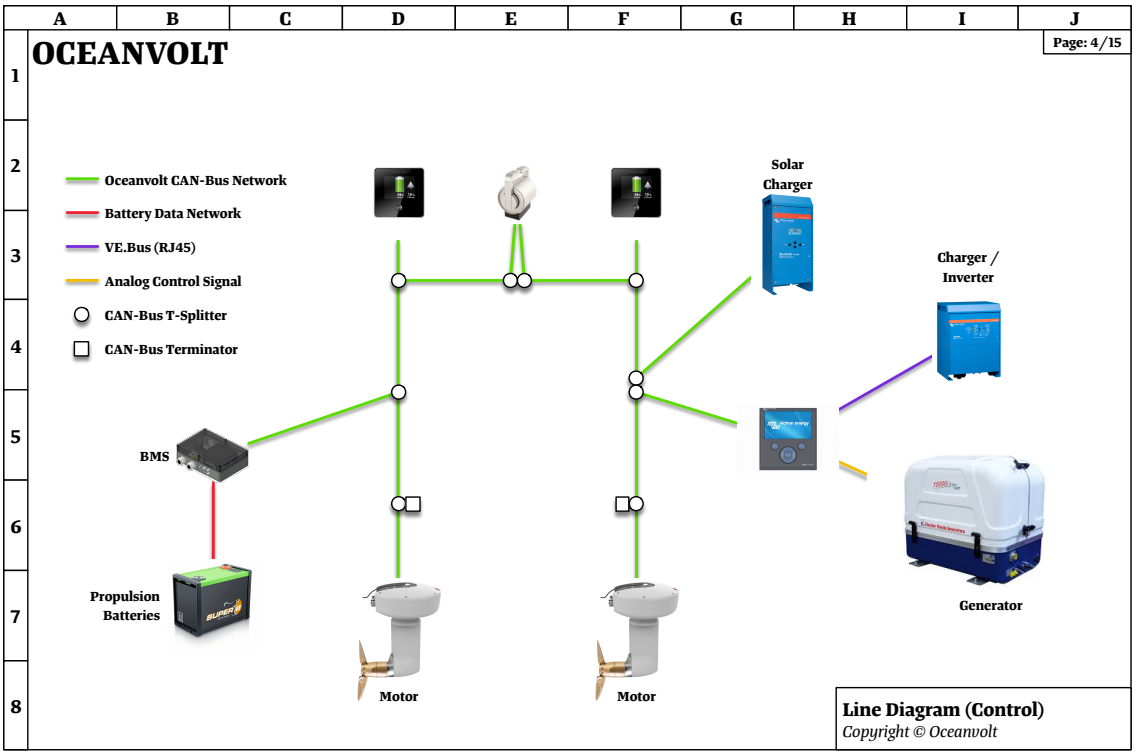
OCEANVOLT

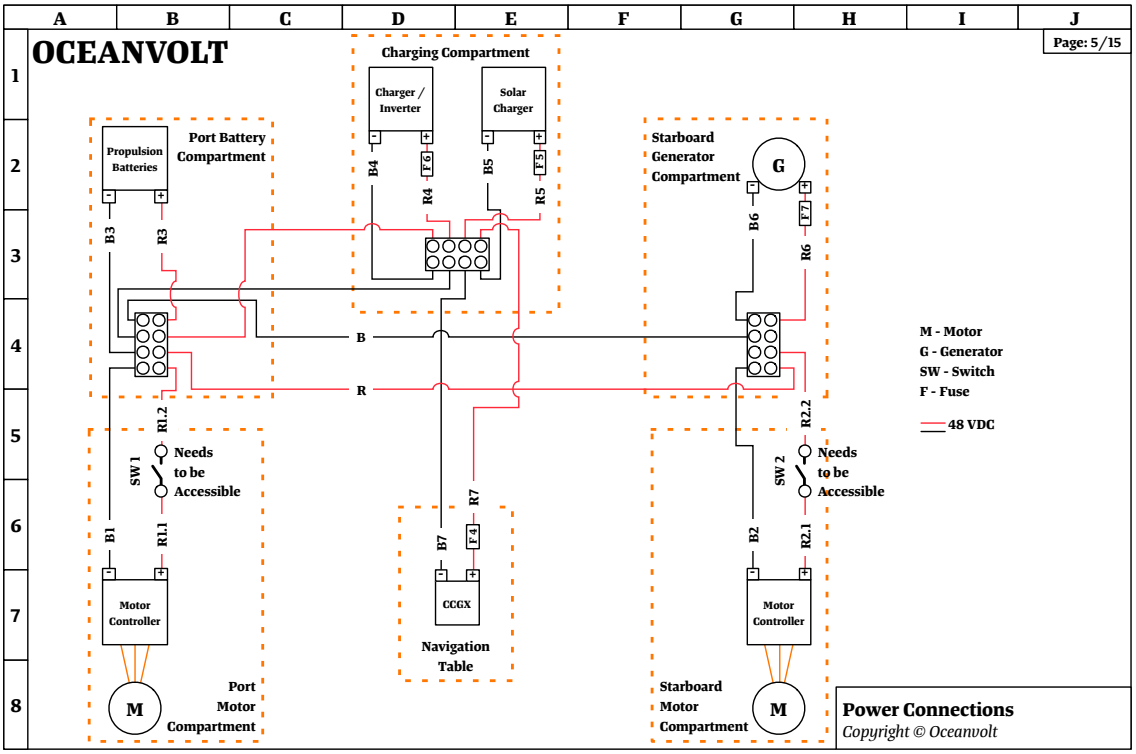
Page: 3/15

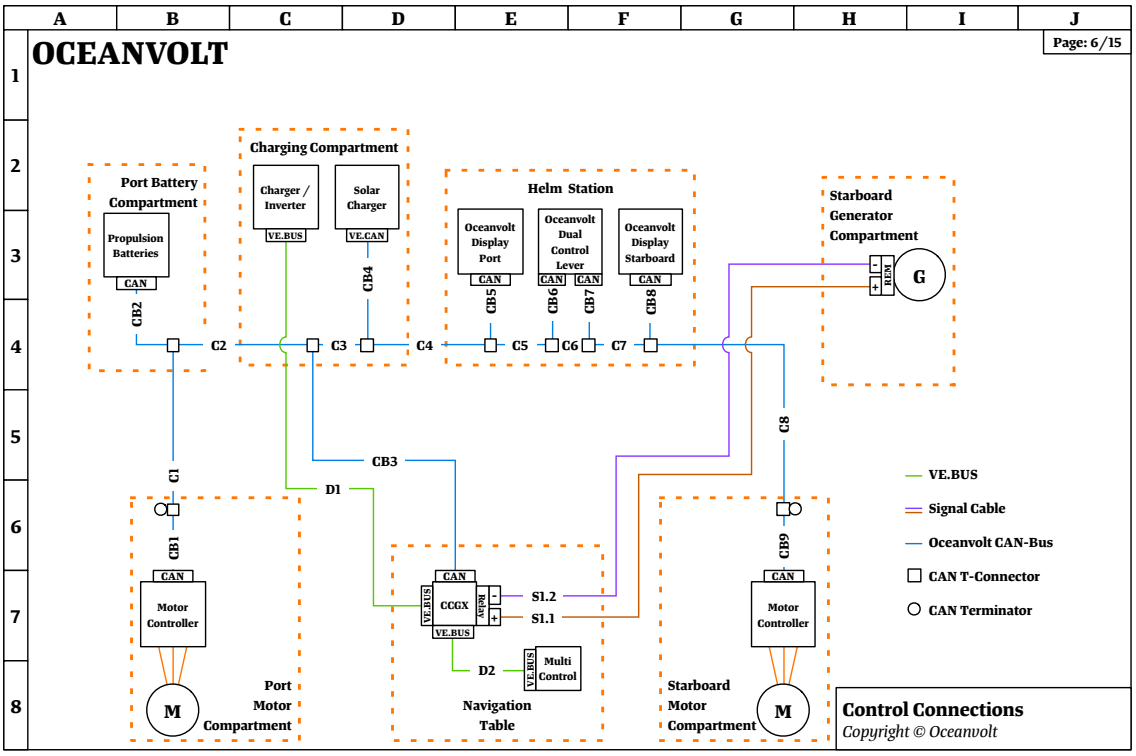


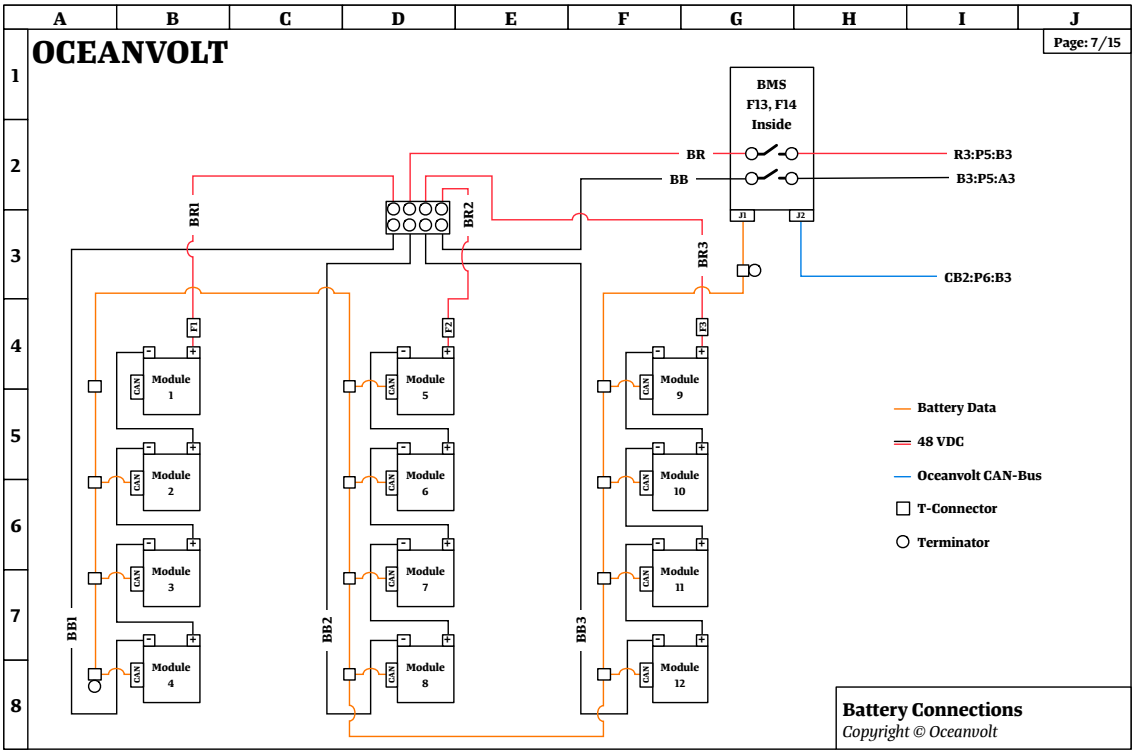
Line Diagram (Power)

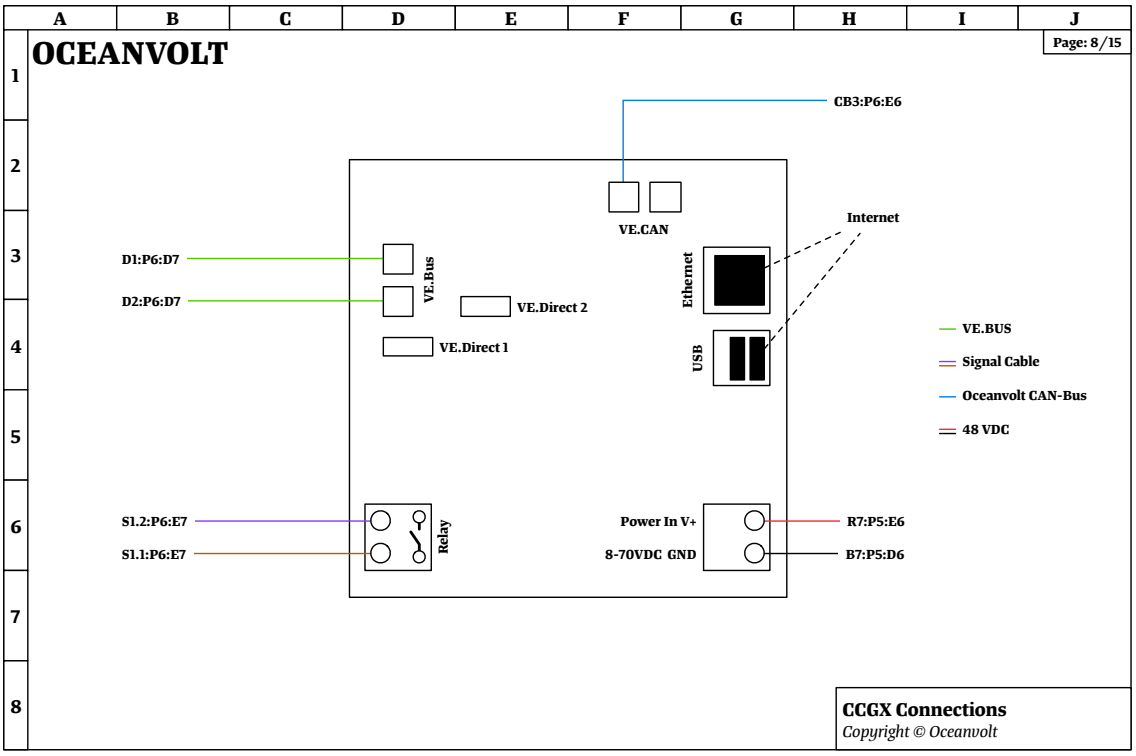
Copyright © Oceanvolt

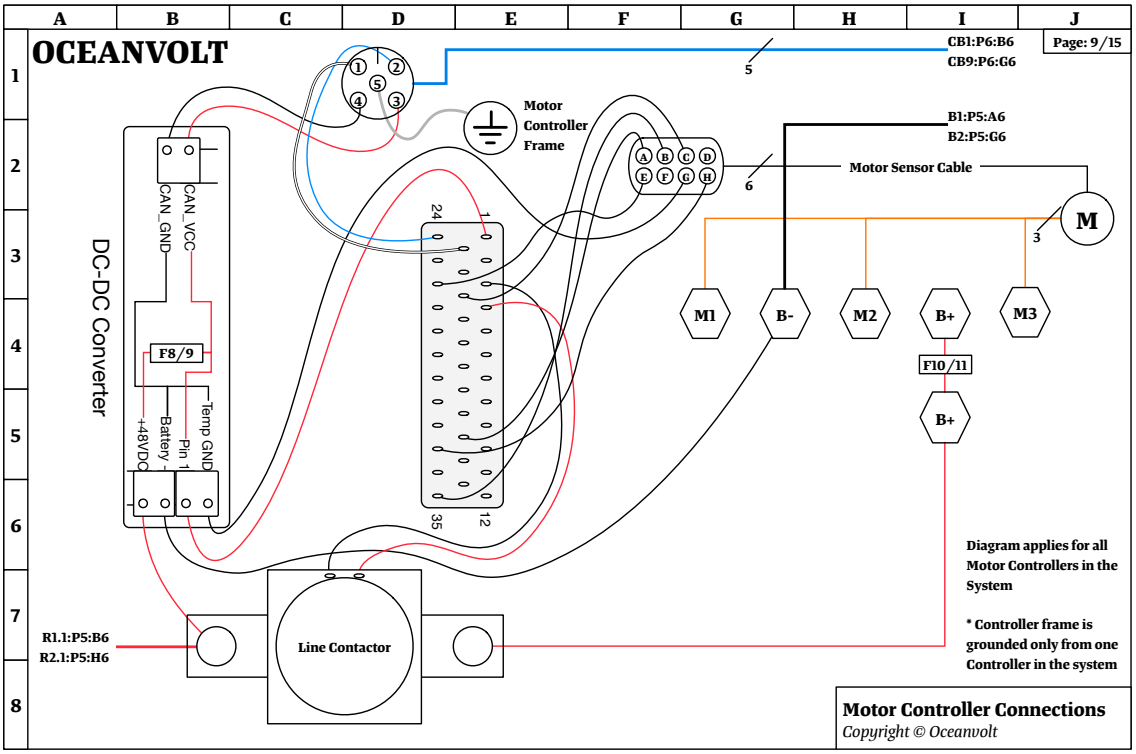

OCEANVOLT
Page: 4/15
Oceanvolt CAN-Bus Network
Battery Data Network
VE.Bus (RJ45)
Analog Control Signal
CAN-Bus T-Splitter
CAN-Bus Terminator
Solar Charger
Charger / Inverter
BMS
Propulsion Batteries
Generator
Motor
Motor
Line Diagram (Control)
Copyright © Oceanvolt

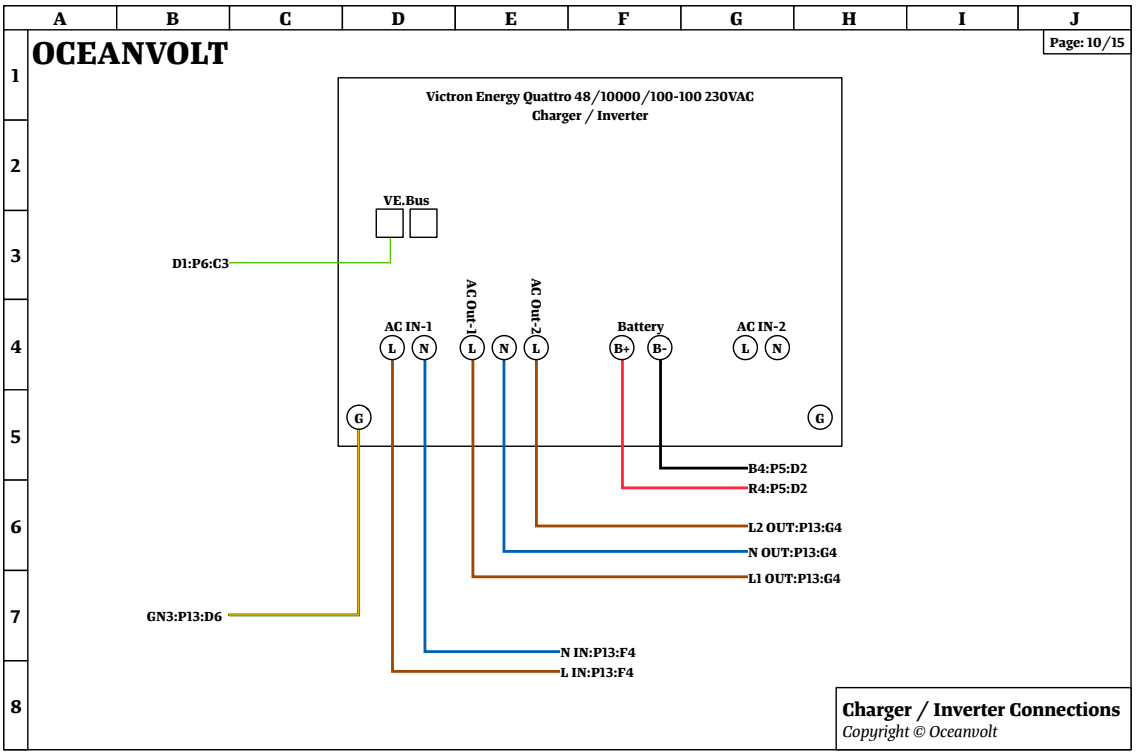

OCEANVOLT
Page: 5/15
Charging Compartment
Charger / Inverter
Solar Charger
Propulsion Batteries
Port Battery Compartment
Starboard Generator Compartment
B4
F6
R4
B5
F5
R5
B3
R3
B6
F7
R6
B
R
R1.2
R2.2
SW 1
Needs to be Accessible
SW 2
Needs to be Accessible
B1
R1.1
R7
B7
F4
B2
R2.1
Motor Controller
CCGX
Navigation Table
Motor Controller
Port Motor Compartment
Starboard Motor Compartment
M - Motor
G - Generator
SW - Switch
F - Fuse
48 VDC
Power Connections
Copyright © Oceanvolt

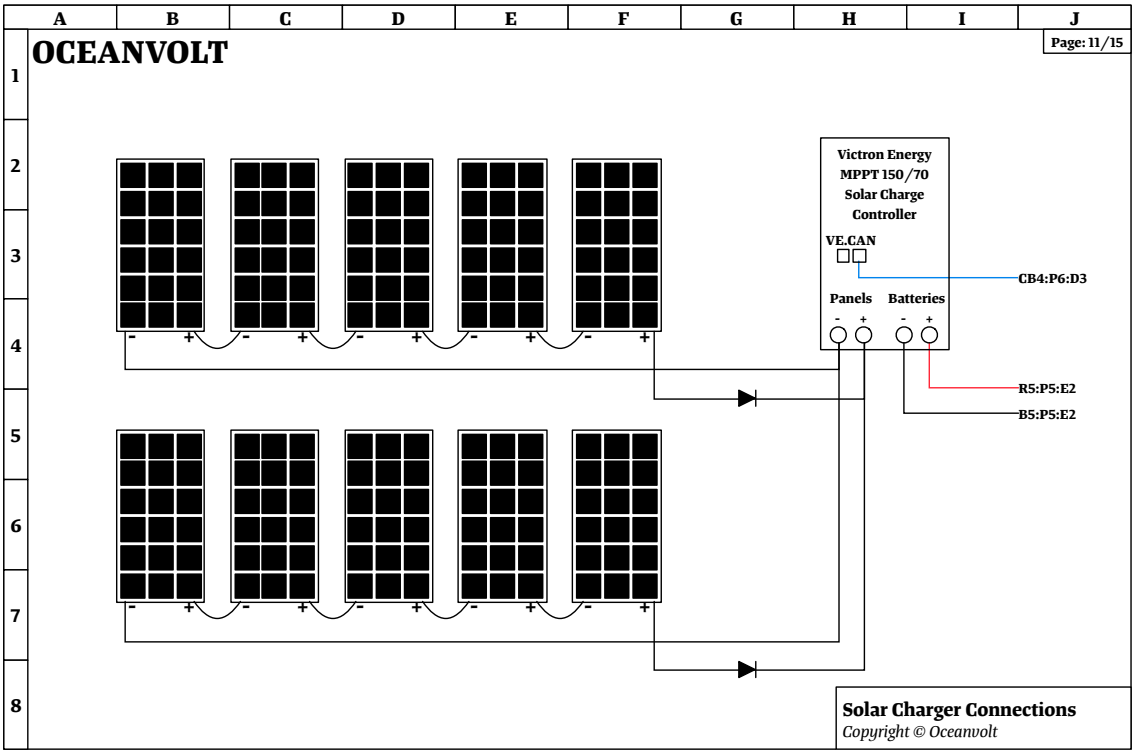

OCEANVOLT
Page: 6/15
Port Battery Compartment
Propulsion Batteries
CAN
CB2
C2
Charging Compartment
Charger / Inverter
VE.BUS
Solar Charger
VE.CAN
CB4
C3
C4
Helm Station
Oceanvolt Display Port
Oceanvolt Dual Control Lever
Oceanvolt Display Starboard
CB5
CB6
CB7
CB8
C5
C6
C7
Starboard Generator Compartment
BMS
G
C8
CB3
D1
C1
CB1
Motor Controller
M
Port Motor Compartment
CCGX
Relay
S1.2
S1.1
D2
Multi Control
Navigation Table
CB9
Starboard Motor Compartment
VE.BUS
Signal Cable
Oceanvolt CAN-Bus
CAN T-Connector
CAN Terminator
Control Connections
Copyright © Oceanvolt

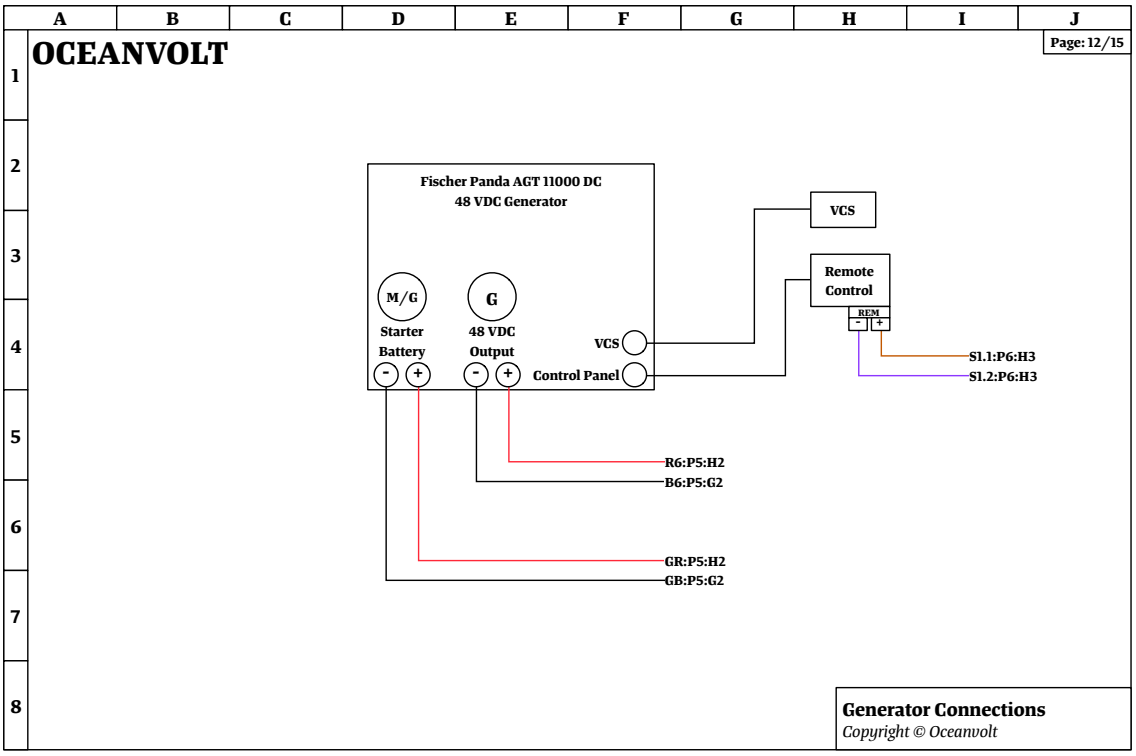

OCEANVOLT
Page: 7/15
BMS F13, F14 Inside
BR
BB
R3:P5:B3
B3:P5:A3
J1
J2
CB2:P6:B3
BR1
BR2
BR3
F1
F2
F3
Module 1
Module 2
Module 3
Module 4
Module 5
Module 6
Module 7
Module 8
Module 9
Module 10
Module 11
Module 12
BB1
BB2
BB3
Battery Data
48 VDC
Oceanvolt CAN-Bus
T-Connector
Terminator
Battery Connections
Copyright © Oceanvolt

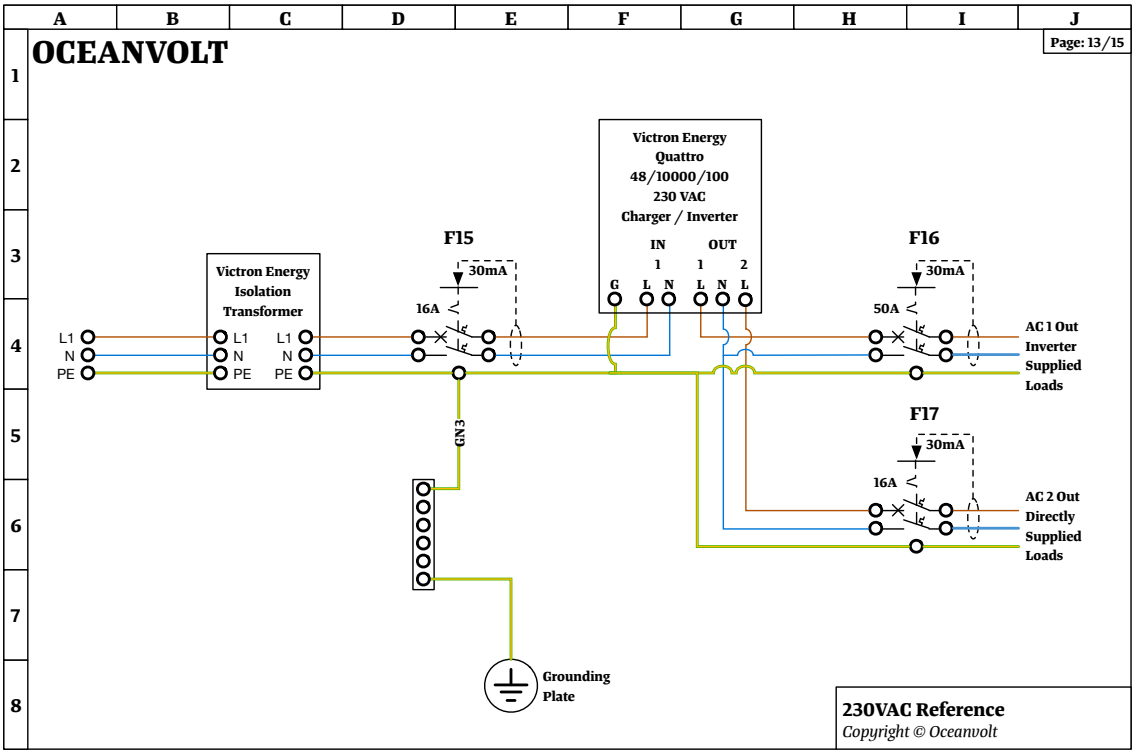

OCEANVOLT
Page: 8/15
CB3:P6:E6
VE.CAN
Internet
D1:P6:D7
D2:P6:D7
VE.Bus
VE.Direct 2
VE.Direct 1
Ethernet
USB
VE.BUS
Signal Cable
Oceanvolt CAN-Bus
48 VDC
S1.2:P6:E7
S1.1:P6:E7
Relay
Power In V+
8-70VDC GND
R7:P5:E6
B7:P5:D6
CCGX Connections
Copyright © Oceanvolt


OCEANVOLT
Page: 9/15
CB1:P6:B6
CB9:P6:G6
Motor Controller Frame
B1:P5:A6
B2:P5:G6
Motor Sensor Cable
M
DC-DC Converter
CAN_GND
CAN_VCC
F8/9
+48VDC
Battery -
Pin 1
Temp GND
M1
B-
M2
B+
M3
F10/11
B+
R1.1:P5:B6
R2.1:P5:H6
Line Contactor
Diagram applies for all Motor Controllers in the System
* Controller frame is grounded only from one Controller in the system
Motor Controller Connections
Copyright © Oceanvolt


OCEANVOLT
Page: 10/15
Victron Energy Quattro 48/10000/100-100 230VAC
Charger / Inverter
VE.Bus
D1:P6:C3
AC IN-1
L
N
AC Out-1
L
N
AC Out-2
L
Battery
B+
B-
AC IN-2
L
N
G
G
B4:P5:D2
R4:P5:D2
L2 OUT:P13:G4
N OUT:P13:G4
L1 OUT:P13:G4
GN3:P13:D6
N IN:P13:F4
L IN:P13:F4
Charger / Inverter Connections
Copyright © Oceanvolt

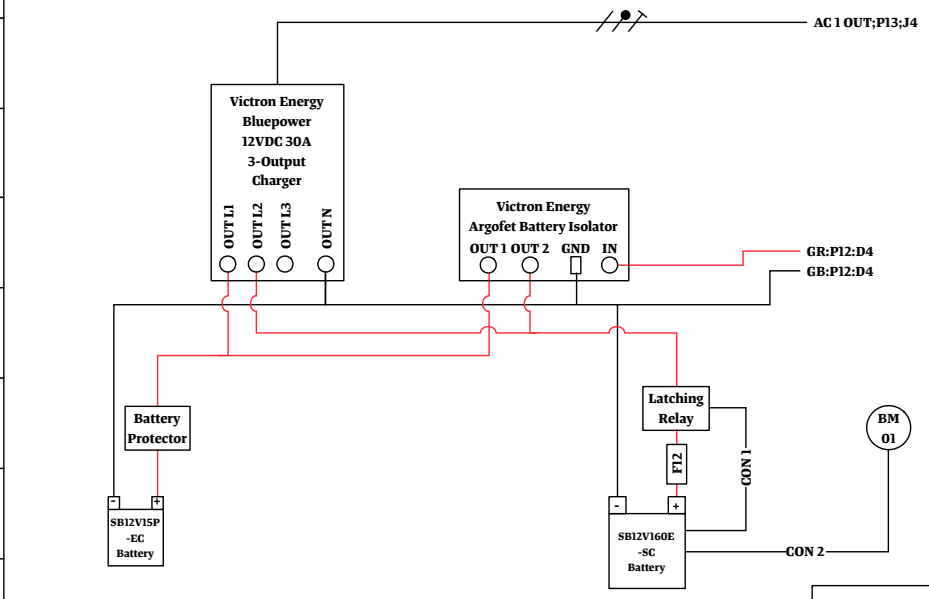

OCEANVOLT
Page: 11/15
Victron Energy
MPPT 150/70
Solar Charge
Controller
VE.CAN
CB4:P6:D3
Panels
Batteries
R5:P5:E2
B5:P5:E2
Solar Charger Connections
Copyright © Oceanvolt


OCEANVOLT
Page: 12/15
Fischer Panda AGT 11000 DC
48 VDC Generator
M/G
Starter
Battery
G
48 VDC
Output
VCS
Control Panel
VCS
Remote
Control
REM
S1.1:P6:H3
S1.2:P6:H3
R6:P5:H2
B6:P5:G2
GR:P5:H2
GB:P5:G2
Generator Connections
Copyright © Oceanvolt


OCEANVOLT
Page: 13/15
Victron Energy
Isolation
Transformer
L1
N
PE
Victron Energy
Quattro
48/10000/100
230 VAC
Charger / Inverter
IN
OUT
G L N
1
L N L
1 2
F15
30mA
16A
F16
30mA
50A
AC 1 Out
Inverter
Supplied
Loads
F17
30mA
16A
AC 2 Out
Directly
Supplied
Loads
GN3
Grounding
Plate
230VAC Reference
Copyright © Oceanvolt

OCEANVOLT

Page: 14/15



Auxiliary Reference

Copyright © Oceanvolt

OCEANVOLT

Page: 15/15

Name	Type	Voltage	Amperage	Location
F1	Terminal Fuse	48 VDC	300 A	P7:B4
F2	Terminal Fuse	48 VDC	300 A	P7:D4
F3	Terminal Fuse	48 VDC	300 A	P7:G4
F4	Automatic Fuse	48 VDC	2 A	P5:E6
F5	MIDI Fuse	48 VDC	60 A	P5:E2
F6	Stud Mounted Fuse	48 VDC	250 A	P5:D2
F7	Stud Mounted Fuse	48 VDC	250 A	P5:H3
F8	Ceramic Fuse	48 VDC	7 A	P7:B4
F9	Ceramic Fuse	48 VDC	7 A	P7:B4
F10	Stud Mounted Fuse	48 VDC	750 A	P7:I4
F11	Stud Mounted Fuse	48 VDC	750 A	P7:I4
F12	MEGA Fuse	32 VDC	200 A	P14:G6
F13	Ceramic Fuse	48 VDC	5 A	P7:G2
F14	Ceramic Fuse	48 VDC	5 A	P7:G2
F15	Automatic Fuse	230 VAC	16 A	P13:E4
F16	Automatic Fuse	230 VAC	50 A	P13:I4
F17	Automatic Fuse	230 VAC	16 A	P13:I6

Fuse List

Copyright © Oceanvolt