

Markus Vitikkala

Nesteytettyä maakaasua kuljettavan tankkerin sähkötaulun erotus- ja kytkentäohje sekä E-tutor harjoitus

Merenkulun koulutusohjelma
2017

Nesteytettyä maakaasua kuljettavan tankkerin sähkötaulun erotus- ja kytkentäohje sekä E-tutor harjoitus

Vitikkala, Markus
Satakunnan ammattikorkeakoulu
Merenkulun koulutusohjelma
Syyskuu 2017
Sivumäärä: 28
Liitteitä: 28

Asiasanat: LNG, Maakaasu, Simulaattori, Ohjekirja, Harjoitukset

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on helpottaa ja auttaa Satakunnan Ammattikorkeakoulun sekä Länsirannikon Koulutus Oy Winnovan opettajien opetusta Transas technological simulator 5000 käytössä diesel-sähköisen nesteytettyä kaasua kuljettavan tankkerin harjoituksissa.

Opinnäytetyössä tutkittiin ja selvitettiin sähkötaulun erotus- ja kytkentäsuunnitelma automaatiikkaa hyväksi käyttäen, sekä täysin manuaalisesti kulussa olevalle diesel-sähköiselle nesteytettyä kaasua kuljettavalle tankkerille siten, ettei erotus- tai kytkentä aiheuta laivan käytölle kriittisiä häiriöitä ja laiva pystyy jatkamaan kulkuaan normaalisti.

Opinnäytetyöhön sisältyi myös E-tutor harjoitusohjelman tekeminen Transas technological simulaattorille. E-tutor ohjelma tarkkailee ja pisteyttää harjoituksen oppilaalle, joka joko erottaa- tai kytkee sähköpäätaulua.

Opinnäytetyö on suunnattu sähkö- sekä konemestarinlinjan opiskelijoille.

SATAKUNTA UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES SIMULATOR
EXERCISES FOR DIESEL-ELECTRIC LNG-VESSEL

Vitikkala, Markus

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences

Marine Engineering

Sep 2017

Number of pages: 28

Appendices: 28

Keywords: LNG, Liquefied natural gas, Simulator, Manual, Exercise

The purpose of this thesis is to help teachers of Satakunta University of Applied Sciences and Winnova in education of Transas technological simulator 5000 in dual fuel diesel-electric liquefied natural gas-carrier exercises.

The object of this thesis was to create clear and understandable manual for isolation- and connecting of one part of the main switchboard with the help on automation, and completely manually without compromising vessels travel.

This thesis also contains E-tutor exercise program for LNG vessel. E-tutor monitors and scores student who does the isolation- or connecting exercise to the main switchboard.

The primary target group of this thesis consist of electro-technical officer- and engineer students

SISÄLLYS

1	LYHENTEET.....	5
2	JOHDANTO.....	6
	2.1 Opinnäytetyön tarkoitus	6
	2.2 Opinnäytetyön lähtötilanne	6
	2.3 Opinnäytetyön tavoitteet	7
3	SIMULAATTORI.....	8
	3.1 Simulaattorin esittely.....	8
	3.2 Simulaattorin rooli opetuksessa.....	10
	3.3 simulaattoriharjoitukset	11
4	NESTEYTETTY KAASU	13
	4.1 Nesteytetty nestekaasu	13
	4.2 Nesteytetty maakaasu (LNG)	13
	4.3 Maakaasua kuljettava säiliöalus	14
5	HARJOITUKSESSA KÄYTETTÄVÄT LAITTEET	16
	5.1 Korkeajännitepäätaulu.....	16
	5.2 Matalajännitepäätaulu	17
	5.3 Tehonhallintajärjestelmä (PMS).....	17
	5.4 Muuntajat.....	18
	5.5 Katkaisijat.....	19
	5.6 Generaattorit.....	20
	5.7 Pääkone (pääpropulsio)	22
	5.8 Evaporaattori	23
6	HARJOITUS	25
	6.1 Simulaattorin LNG alus.....	25
	6.2 Harjoituksen aloittaminen	25
7	YHTEENVETO	26
	LÄHTEET.....	28
	LIITTEET	

1 LYHENTEET

SAMK = Satakunnan Ammattikorkeakoulu

LPG = Liquefied petroleum gas (nesteytetty nestekaasu)

LNG = Liquefied natural gas (nesteytetty maakaasu)

STCW = Merenkulkijoiden koulutusta, pätevyyskirjoja ja vahdinpitoa koskeva kansainvälinen yleissopimus

TG = Turbo generator (turbogeneraattori)

ER = Engine room (konehuone)

LO = Lubrication oil (Voiteluöljy)

IAS = Integrated alarm system (integroitu hälytysjärjestelmä)

PM = Primary motor (Pääkone)

BCC = Bridge control console (Komentosillan ohjauspaneeli)

MSB = Main switchboard (Päätaulu)

LV = Low voltage (Matalajännite)

HV = High voltage (Korkeajännite)

MG = Motor generator (Apukone)

2 JOHDANTO

2.1 Opinnäytetyön tarkoitus

Opinnäytetyössä tutkittiin ja tehtiin diesel-sähköisen nesteytettyä maakaasua kuljettavan tankkerin sähkötaulun kytkentä- ja erotusohjeet automatiikkaa hyväksi käyttäen, sekä täysin manuaalisesti. Opinnäytetyöhön kuuluu myös E-tutor harjoitusohjelman teko sähkötaulun kytkennälle ja erottamiselle.

Tehtyjen ohjeiden avulla Satakunnan Ammattikorkeakoulun ja Länsirannikon Koulutus Oy Winnovan opettajat voivat keskittyä paremmin ja aikaa säästämällä opetukseen nesteytettyä maakaasua kuljettavan tankkerin harjoituksissa.

Opinnäytetyössä esitellään E-tutor ohjelmisto ja kerrotaan sen toimintaperiaate. Liitteenä simulaattorin käynnistys ja sammutus sekä sähkötaulun erotus- ja kytkentäohjeet.

2.2 Opinnäytetyön lähtötilanne

Tätä opinnäytetyötä on lähdetty tekemään opettajien pyynnöstä Satakunnan Ammattikorkeakoulun sekä Länsirannikon Koulutus Oy Winnovan Transas technology 5000 simulaattorille.

Simulaattorista ei aikaisemmin ole tehty ohjeita sähkötauluun liittyvissä harjoituksissa, eikä E-tutor ohjelmoinnista, pois lukien Transaksen E-tutor ohjelmoinnin mallivideo.

Opinnäytetyötä tehtiin yritys-erehdys -menetelmällä. Tekijä on itse laivasähköasentaja, joka opiskelee myös laivasähkömestarin erikoisammattitutkintoon, joten teoreettista ja käytännön osaamista oli laivan sähköverkosta ennen työn aloittamista.

2.3 Opinnäytetyön tavoitteet

Opinnäytetyön tarkoituksena on tehdä selkeät ja helposti ymmärrettävät ohjeet diesel-sähköisen LNG tankkerin sähkötaulun erottamiselle ja kytkemiselle ilman, että se vaarantaa laivan normaalia kulkua.

Ohjeissa perehdytään manuaalisesti sekä automatiikkaa hyväksi käyttäen erotettaviin katkaisijoihin, generaattoreiden käynnistämisiin ja sammuttamisiin sekä pääpropulsion ja siihen liittyvien apujärjestelmien hallintaan.

Opinnäytetyön tavoitteena selkeiden ohjeiden lisäksi on saada harjoitusta tekevä henkilö ymmärtämään, miten laivan sähköjärjestelmä toimii, ja miten eri laitteet ja kytkimet vaikuttavat laivan sähköverkkoon niitä kytkiessä tai eroitettaessa sähköpäätaulusta.

E-tutor ohjelman tarkoitus on auttaa opettajia seuraamaan harjoitusta tekeviä oppilaita helpommin, koska ohjelmaan on rakennettu reaaliaikainen pisteseuranta, joka ilmoittaa harjoituksen aikana mitä laitteita ja kytkimiä on käytetty.

2.4 Tutkimusmenetelmä

Opinnäytetyön tutkimusmenetelmänä on käytetty monimuotoista tutkimusmenetelmää. Opinnäytetyö tehtiin ns. yritys-erehdys tyylillä, koska simulaattorille ei ole aikaisemmin tehty ohjeita siitä miten sähkötaulu erotetaan tai kytketään. Tekijällä on sähkömiehen koulutus, sekä kokemusta laivan sähköjärjestelmistä. Opinnäytetyö on pääsääntöisesti suunnattu laivasähkömestarin erikoisammattitutkintoon opiskeleville oppilaille.

3 SIMULAATTORI

3.1 Simulaattorin esittely

Simulaattorina toimii Transas technological simulator 5000.

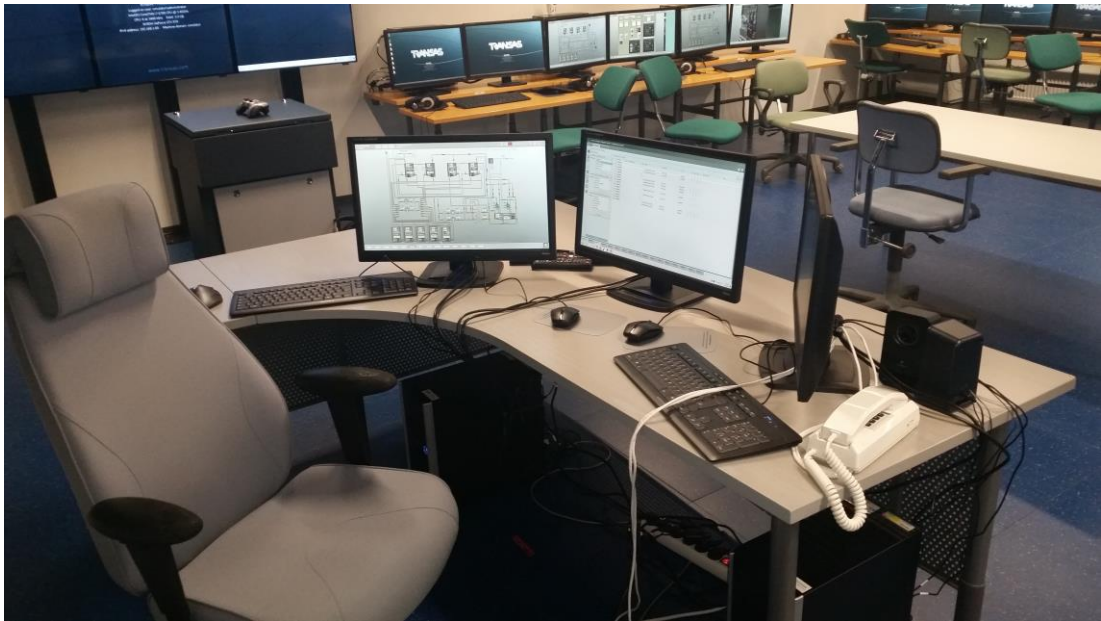
Simulaattorikeskuksella on kaksi käyttäjätahoa, Satakunnan Ammattikorkeakoulu (SAMK) ja Länsirannikon Koulutus Oy Winnova. Kummatkin koulutuksen järjestäjät ovat STCW-auditoituja. Simulaattorissa järjestetään perusopetusta sekä lisä- ja täydennyskoulutusta.

Simulaattorikeskuksen yhteydessä käytetään markkinointinimeä Rauma Maritime Training Centre. Nimeä käyttävät yhteistyössä Satakunnan Ammattikorkeakoulu ja Länsirannikon Koulutus Oy Winnova. (Löytökorpi 2016, 3)

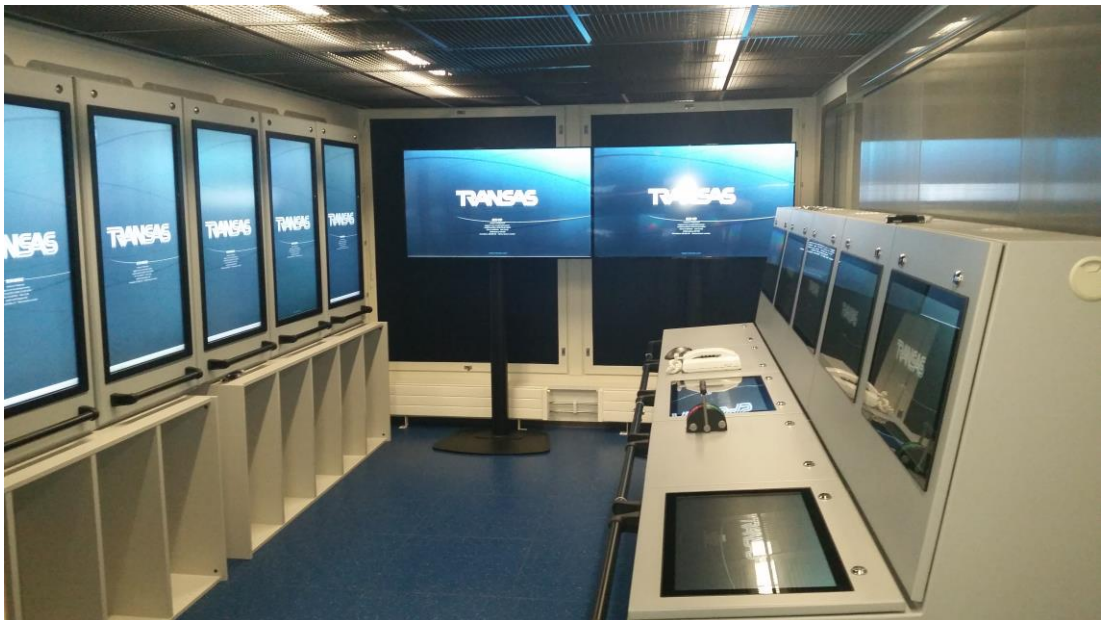
Simulaattorilla voidaan tehdä harjoituksia niin kansi- kuin konepuolellekin, Simulaattorilla saadaan erittäin laaja ja kattava kosketus laivan laitteisiin, ajoon, navigointiin ja vikatilanteisiin ennen oikeaa työympäristöä, koska simulaattorissa voidaan turvallisesti tehdä virheitä sekä ottaa niistä opiksi. Aidoissa laivaympäristöissä virheiden tekeminen harjoittelijana tai työntekijä voi olla hengenvaarallista tai se voi vaikuttaa merkittävästi ympäristöön tai omaisuuteen.



Kuva 1. Simulaattorin opetustietokoneet (Vitikkala)



Kuva 2. Päätietokoneet. PC87 ECLS-INS (Vitikkala)



Kuva 3. Konevalvomo (Vitikkala)



Kuva 4. Konehuone (Vitikkala)

3.2 Simulaattorin rooli opetuksessa

Nykypäivänä laivassa on erittäin suuri määrä sähköllä toimivia laitteita, ja koko laivan toiminta perustuu nimenomaan sähköiseen toimintavarmuuteen. Simulaattorilla pystytään tekemään harjoitteita turvallisesti niin kone- kuin sähköpuolellekin, vaarantamatta ja riskeeraamatta omaisuutta, omaa tai toisten turvallisuutta.

Vaikka Rauman koululaiva Fannyn myynti ja käytöstä poistaminen aiheuttivat hämmennystä ja kysymyksiä siitä miten oppilaat saavat kone- tai kansipuolen kokemusta ennen laivaharjoitteluun lähtöä, todellisuudessa simulaattorin laitteet, toiminta ja niihin saatavat ohjelmistot ja harjoitteet ajavat opetuksessa koululaivan ohi.

Simulaattorissa pystytään antamaan opetusta niin kansi- ja konepuolen opiskelijoille ja kyselyiden perusteella opettajat sekä oppilaat ovat todenneet simulaattorin toimivaksi. Oppilaat pystyvät yksin ja omassa rauhassa tutustumaan eri laitteisiin, piirustuksiin ja toimintoihin ilman pelkoa virheistä, jotka voisivat olla kohtalokkaita aidossa työympäristössä. Toki simulaattorissa on vielä ohjelmavirheitä, mutta ne tullaan aikanaan korjaamaan.

3.3 Simulaattoriharjoitukset

Transas simulaattorilla voidaan tehdä erittäin hyviä ja laajoja harjoitteita mitä erilaisimpiin tilanteisiin. Ensin valitaan haluttu laivatyyppi, jonka jälkeen voidaan käynnistää E-tutor ohjelmisto, sen avulla voidaan rakentaa simulaattorille ohjelma, johon voidaan asettaa erityyppisiä parametrejä tai tapahtumia, jotka ilmenevät harjoitusohjelmassa haluttuna ajankohtana tai muun tehdyn toimenpiteen jälkeen (esimerkiksi voidaan ohjelmoida haluttu hälytys aktivoitumaan, kun harjoitusta on kulunut 10 minuuttia, tai kun paine ylittää asetetun arvon).

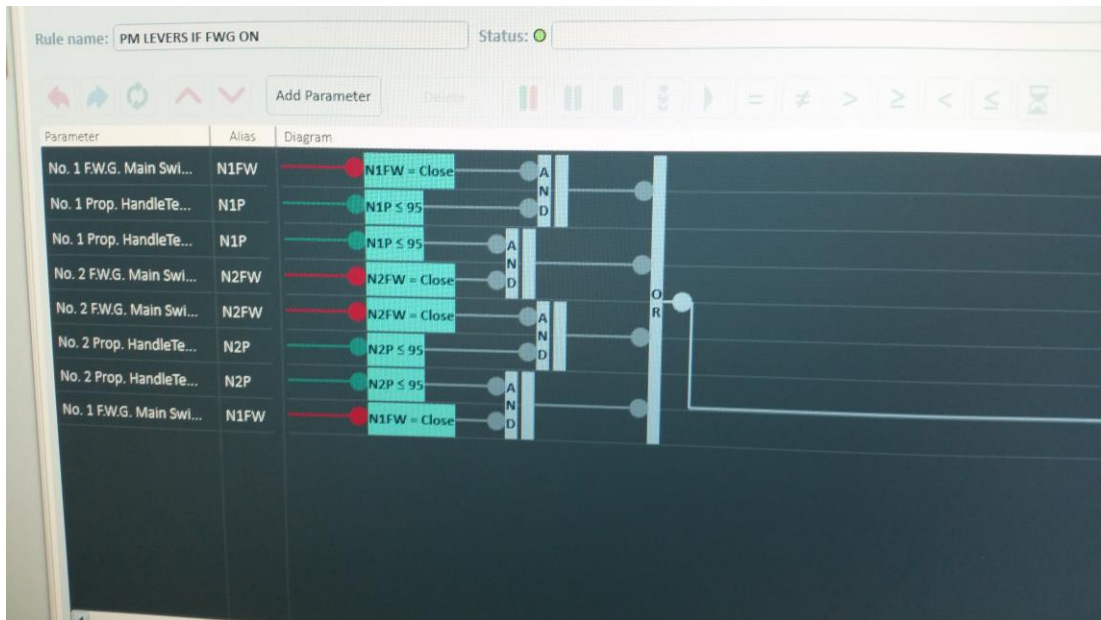
Tässä opinnäytetyössä tehtiin E-tutor harjoitusohjelma diesel-sähköisen LNG aluksen korkeajännitepäätaulun erottamiselle sekä takaisin kytkemiselle. Ohjelma lisää tai poistaa pisteitä riippuen siitä, miten, mitkä ja missä järjestyksessä laitteet on kytketty päälle tai pois.



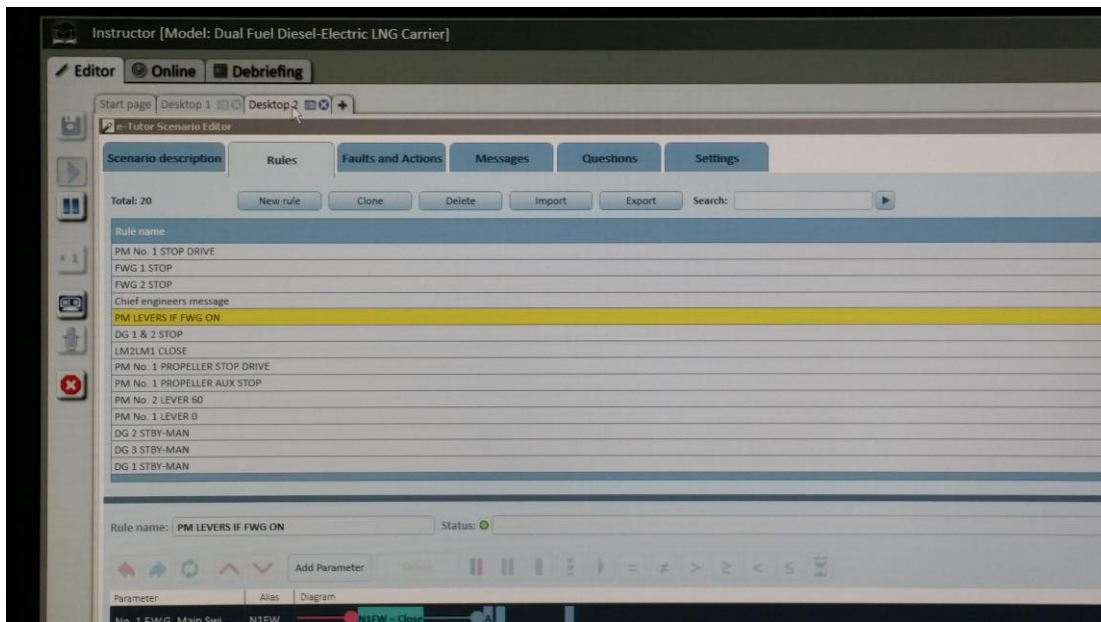
The screenshot shows the 'Performance monitor' software interface. At the top, there are tabs for 'Trainee monitor', 'Trainee management', 'Instructor management', 'Register', and 'Settings'. Below the tabs, it indicates 'Total count: 1' and a 'Help' button. A profile card for the instructor is displayed, showing a yellow helmet icon and the following details: Name: Instructor, Status: Online, Bridge: HVMSB ISOLATIK, Exercise: In progress, Model: Dual Fuel Diesel, Grade: A (270), and Time: 00:05:17. Below the profile card, there are buttons for 'View report', 'Export to excel', 'Save to register', 'Close trainee info', and 'Print report'. The main area contains a table titled 'Detailed exercise information' with the following data:

Time	Exercise time	Event name	Penalty	Award	Weight	Total score	Action
9/22/2017 3:27:20 PM	00:00:07.2420000	FWG 1 STOP	0	10	1	110	X
9/22/2017 3:27:21 PM	00:00:08.2420000	FWG 2 STOP	0	10	1	120	X
9/22/2017 3:27:25 PM	00:00:12.4420000	PM No. 2 LEVER 60	0	10	1	130	X
9/22/2017 3:27:27 PM	00:00:13.6420000	PM No. 1 LEVER 0	0	10	1	140	X
9/22/2017 3:27:27 PM	00:00:14.1420000	PM No. 1 PROPELLER STOP DRIVE	0	10	1	150	X
9/22/2017 3:27:28 PM	00:00:14.8420000	PM No. 1 PROPELLER AUX STOP	0	10	1	160	X
9/22/2017 3:27:33 PM	00:00:20.0410000	Chief engineers message	0	0	1	160	X
9/22/2017 3:27:41 PM	00:00:28.0410000	DG 3 STBY-MAN	0	10	1	170	X
9/22/2017 3:27:42 PM	00:00:28.7410000	DG 2 STBY-MAN	0	10	1	180	X
9/22/2017 3:27:42 PM	00:00:29.4410000	DG 1 STBY-MAN	0	10	1	190	X
9/22/2017 3:27:58 PM	00:00:44.5400000	LM1LM1 CLOSED	0	10	1	200	X
9/22/2017 3:28:05 PM	00:00:51.6400000	LM1LM2 CLOSED	0	25	1	225	X
9/22/2017 3:28:06 PM	00:00:53.2400000	LM1HM1 OPEN	0	25	1	250	X
9/22/2017 3:28:20 PM	00:01:07.3390000	Bus-Tie No. 1 LOCAL	0	10	1	260	X
9/22/2017 3:28:23 PM	00:01:09.7390000	Bus-Tie No. 1 OPEN	0	10	1	270	X
9/22/2017 3:28:37 PM	00:01:24.2380000	EXERCISE COMPLETE	0	0	1	270	X

Kuva 5. E-tutor harjoituksen valvonta (Vitikkala)



Kuva 6. E-tutor ohjelmointia (Vitikkala)



Kuva 7. E-tutor komentojen nimiä (Vitikkala)

4 NESTEYTETTY KAASU

4.1 Nesteytetty nestekaasu

Öljyteollisuus on luokitellut hiilivetyjä sisältävät aineet, kuten propaanin, butaanin ja niiden sekoituksen LPG:ksi. Nykypäivänä LPG:tä käytetään monissa eri teollisuuden laitteissa ja laitoksissa. LPG voidaan paineistaa nesteeksi, mikä tekee siitä erittäin helpon kuljetettavan, joka on myös yksi sen tärkeimmistä ominaisuuksista.

Paineistuksessa täytyy kuitenkin ottaa huomioon tiettyjä seikkoja, ja ainakin yhden ehdon tulee täytyä:

1. Kaasun täytyy olla paineistettu ympäristön lämpötilassa
2. Kaasun tulee olla täysin jäädytetty kiehumispisteessä, nestekaasun kiehumispiste vaihtelee -30 celsius -48 celsiusasteeseen
3. Kaasun on oltava puolittain jäädytetty alennettuun lämpötilaan ja paineistettu (Marineinsight www-sivut 2017)

4.2 Nesteytetty maakaasu (LNG)

LNG on maakaasua puhdistetussa ja nestemäisessä muodossa.

Kirkas, väritön ja hajuton neste koostuu pääasiassa metaanista (CH₄).

Lisäksi siinä on pieniä pitoisuuksia muita hiilivetyjä (esim. etaania, propaania ja butaania) ja inerttejä aineita, kuten typpeä. Nesteytetty maakaasu on siten puhdas ja hallittavissa oleva polttoaine, jolla on hyvä suorituskyky kaikissa käyttökohteissa. (AGA www-sivut 2017)

4.3 Maakaasua kuljettava säiliöalus

Maakaasua kuljettava säiliöalus, eli LNG/LPG tankkeri on suunniteltu kuljettamaan nesteytettyä neste- tai maakaasua lastinaan. Lastitankit ovat joko kiinteät tai irralliset.

Kiinteät tankit ovat säiliöitä, jotka muodostavat aluksen ensisijaisen rakenteellisen osan ja vaikuttavat rungon rakenteeseen kohdistuviin kuormiin. Niitä käytetään pääasiassa tapauksissa, joissa nestekaasua kuljetetaan olosuhteissa, jotka ovat lähellä ilmakehän tilaa. (Marineinsight [www-sivut](#). 2017).

Nesteytetty kaasu on säilötty eristettyyn tankkiin, joka on -20°C – -196°C lämpötilassa. (Vega [www-sivut](#). 2017)



Kuva 13. LNG tankkeri kiinteillä tankeilla (Chakraborty, 2016)



Kuva 14. Irrallinen kaasutankki (Tiger industrial rentals, 2016)

5 HARJOITUKSESSA KÄYTETTÄVÄT LAITTEET

5.1 Korkeajännitepäätaulu

Laivan generaattorit (apukoneet, akseligenaattorit) tuottavat sähköä laivan korkeajännitepäätauluun, josta se jakaantuu pienempiin tauluihin (matalajännitepäätaulu) sekä suurimmille kuluttajille.



Kuva 15. Korkeajännitepäätaulu (Siemens, 2006)

Laivan korkeajännitepäätaulussa ovat generaattorikatkaisijat, kiskojen välikatkaisijat ja suurimmat sähköä kuluttavat laitteet. Korkeajännitepäätaululla tarkoitetaan päätaulua, jonka jännite on yli 1000 V. Yleisimmät laivalla käytetyistä korkeajännitepäätauluista ovat jännitteeltään 3.3 kV, 6.6 kV ja 11 Kv.

Korkeajännitepäätauluja käytetään laivoissa jossa on suuri tehon tarve, erityisesti suurissa konttialuksissa käytettäviin reefer säiliöihin sekä LNG/LPG tankkereihin, joissa on suuri jäähdytystehon tarve (himtcollege www-sivut. 2016).

5.2 Matalajännitepäätaulu

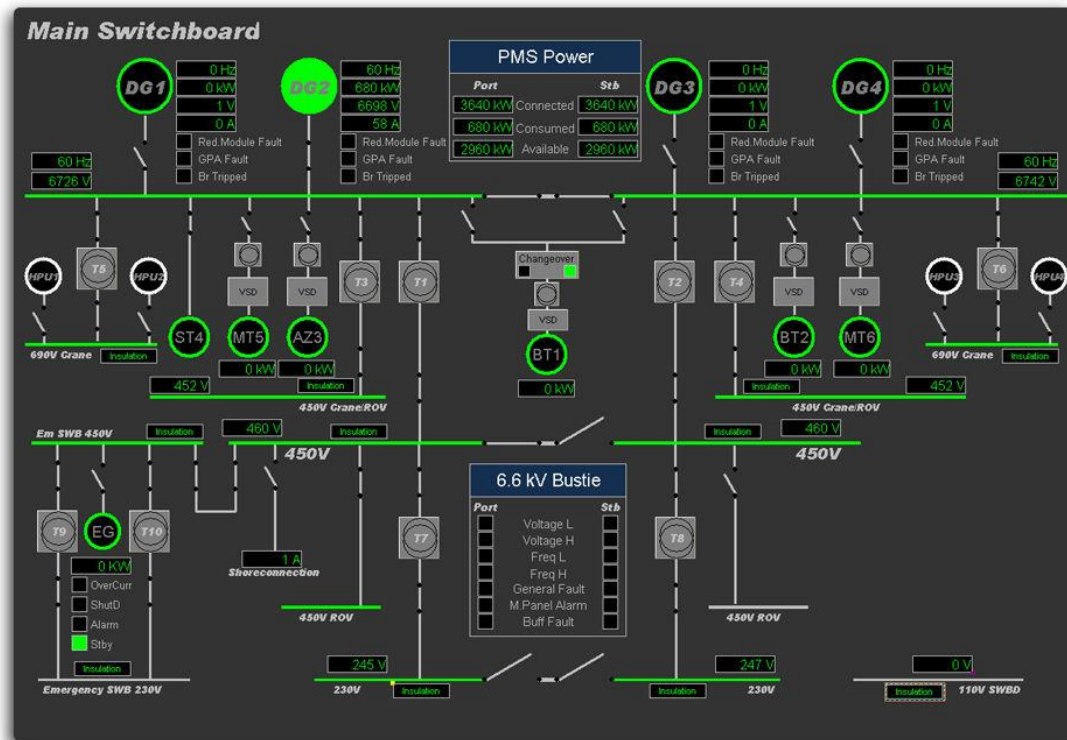
Yleisesti laivoissa on käytössä päätauluna matalajännitepäätaulu, joka on tarkoitettu alle 1000 V jännitteille. Generaattorit syöttävät 440-690 V jännitettä ja haluttua virtaa (riippuu kulutuksesta) josta teho jakaantuu eri kuluttujille ja pienemmille päätauluille.



Kuva 16. Matalajännitepäätaulut (Sam-electronics. Low voltage switchboards, 2017)

5.3 Tehonhallintajärjestelmä (PMS)

Virranhallintajärjestelmä eli power management system (PMS) on laivoissa käytetty järjestelmä, josta hallitaan ja operoidaan tärkeimpiä sähköisiä laitteita, päätaulujen katkaisijoita sekä pää- ja apukoneita.



Kuva 17. Esimerkki virranhallintajärjestelmästä (Mies power management. Power management, 2015)

5.4 Muuntajat

Muuntajia käytetään laiva- ja meriteollisuudessa esimerkiksi ohjauslaitteissa ja -järjestelmissä, ankkurointijärjestelmissä, lastiluukkujen ohjausjärjestelmissä, valaistuksessa ja monissa muissa sovelluksissa joissa lasketaan tai nostetaan vaihtosähköjännitettä eri järjestelmien välillä. (Intertrafo www-sivut. 2017)

Muuntajia voidaan käyttää myös suojaerotusmuuntajana. Jos jännitteen muutos ei vaadi suojaerotusta, ratkaisuna voi olla säästökytkentämuuntaja joka on kooltaan pienempi ja kustannustehokkaampi. (Trafox www-sivut. 2017)

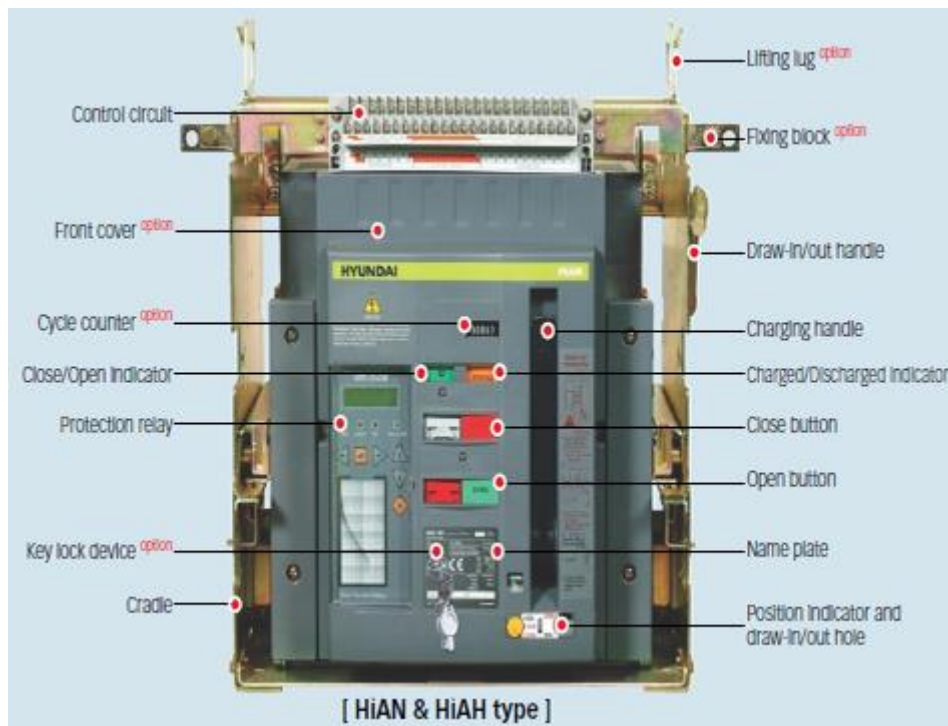


Kuva 18. Muuntaja (ttnet.net products, 2017)

5.5 Katkaisijat

Generaattori- ja kiskojen katkaisijat (ACB) on laivoilla käytössä kaikissa generaattoreissa, moottorikeskuksissa ja kiskojen erotuksissa. Katkaisijoiden tarkoituksena on varmistaa turvallinen laitteiden erottaminen sähköverkosta, niin automaattisesti- kuin manuaalisestikin.

Katkaisijat on varustettu turvakytkimillä, jotka automaattisesti avautuvat ylikuormasta tai muusta häiriötilanteesta ja näin estävät mahdolliset tulipalot sekä valokaaret.



Kuva 19. Generaattorikatkaisija toimintoinen. (Fajr al hind, 2011)

5.6 Generaattorit

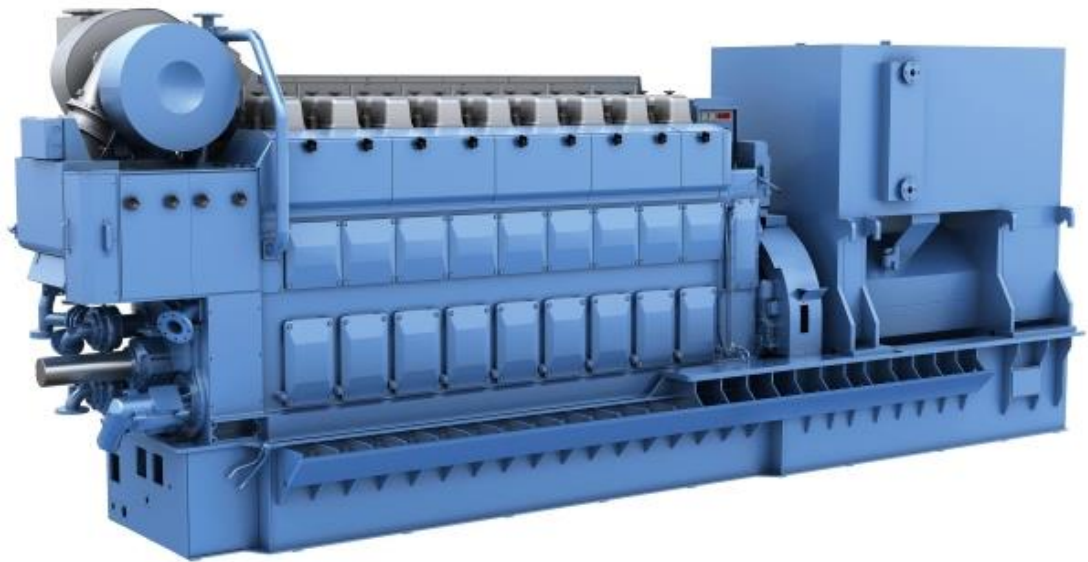
Laivojen sähköntuotanto on täysin generaattoreiden varassa, ja siksi generaattorit ovatkin yksi laivan tärkeimmistä laitteista. Generaattoreita käyttää konehenkilöstö, mutta yleensä PMS käynnistää- tai sammuttaa generaattoreita sähkön tarpeen mukaan.

Generaattorin on työkone, joka muodostaa sähköä mekaanisesta liike-energiasta. Liike-energia saadaan tavallisimmin generaattorin yhteydessä olevasta polttomoottorista (myös vesiturbiini tai höyry voivat tulla kysymykseen)

Generaattorissa on kaksi tärkeää komponenttia: staattori ja roottori, joiden avulla se tuottaa sähköä. Generaattorin toimintaperiaate on yksinkertaisesti se, että generaattori pyörittää diesel moottorin avulla magneettia, joka saa elektronit virtaamaan staattorin käämeissä.



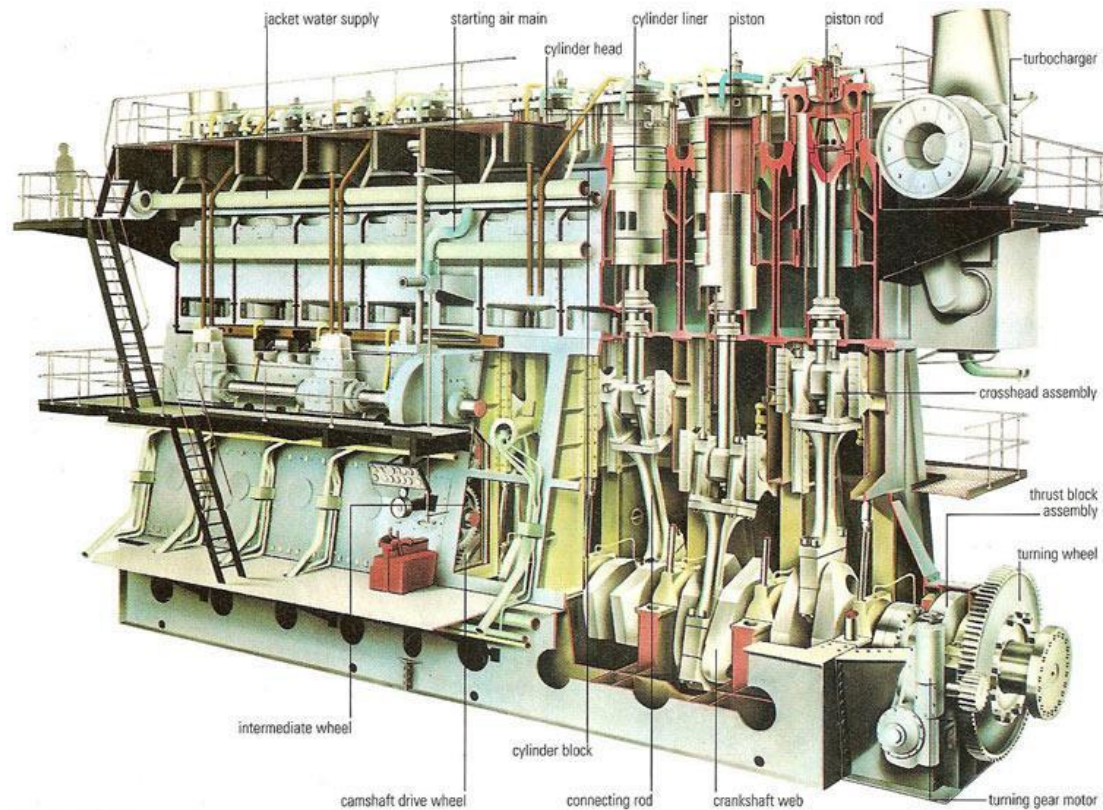
Kuva 20. Generaattoria pyörittävä moottori (Wärtsilä gen set, 2017)



Kuva 21. Moottori sekä generaattori (ship-technology, 2017)

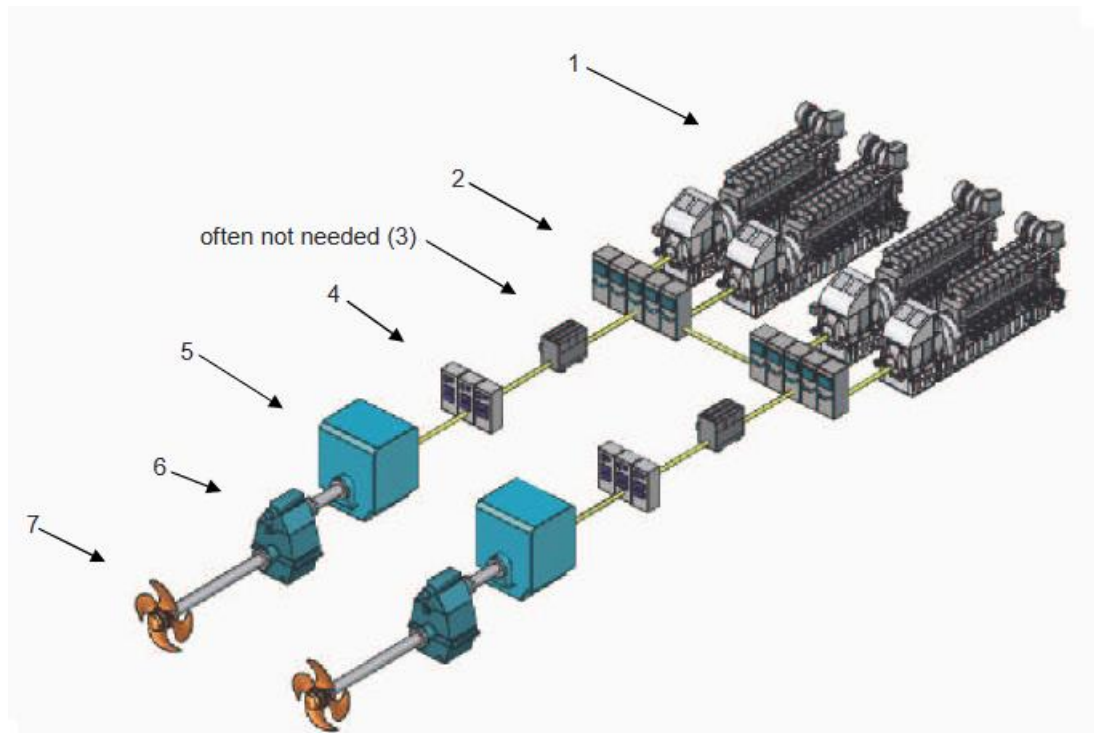
5.7 Pääkone (pääpropulsio)

Laivan pääkone pyörittää kampaakselia mekaanisella liike-energialla, joka saadaan aikaiseksi sylintereihin syötettävän polttoaineen palamisesta syntyvällä paineella. Kampaakseli pyörittää laivan potkuria jolla saadaan aikaiseksi vetävä- tai työntävä voima laivan liikuttamiseen. Yleisesti pääkoneina on 4- ja 2 tahtiset diesel-moottorit.



Kuva 22. Laivan moottori (LinkedIn, 2015)

Tässä harjoituksessa on pääpropulsiona käytetty ABB:n dieselsähköistä AMZ 1120MR08 LSF 11700 kW, 3000 V, 2294 A, 60 Hz/43,47 Hz, 652 RPM sähkömoottoria



Kuva 23. Diesel-sähköisen laivan propulsiojärjestelmä (marine.man.eu, 2017)

1. Pääkoneet ja generaattorit
2. Päätaulut
3. Muuntajat (ei tarvita jos on taajuusmuuttajat)
4. Taajuusmuuttajat
5. Propulsiomoottorit
6. Vaihteisto
7. Potkurit

5.8 Evaporaattori

Evaporaattori, eli makean veden keitin, on laivoissa käytetty laite, joka tekee merivedestä teknistä- tai juomakelpoista vettä. Evaporaattori on elintärkeä laite laivoilla, koska laiva voi pitkänkin aikaa seilata käymättä satamassa, josta saisi vettä.



Kuva 24. Wärtsilä evaporaattori. (Wärtsilä, 2017)

6 HARJOITUS

6.1 Simulaattorin LNG alus

Tässä opinnäytetyössä on käytetty kaksoispolttoaineella toimivaa nesteytettyä maakaasua kuljettavaa tankkeria. Tankkerin pituus on 299,9 m pitkä, leveys 45,8 m, syväys 11,5 m, keskinopeus 19,5 solmua ja lastitankkien kapasiteetti 170,200 m³.



Kuva 25. LNG tankkeri (ERS 5000 techsim, 2015)

6.2 Harjoituksen aloittaminen

Harjoituksen alussa laiva on merenkulussa raskaalla polttoöljyllä, jossa molemmat pääkoneet käyvät ja laiva liikkuu eteenpäin n. 21 solmua. Kaikki laitteet toimivat normaalisti. Hälytyslistalla on kolme hälytystä, mikä johtuu siitä, ettei kyseinen laite ole normaalisti päällä. Hälytykset harjoituksen alussa ovat:

TG LO Inlet Pressure low

TG EMCY stop valve close

T/G cond. water pums press. low.

Harjoituksen ohjeet ovat opinnäytetyössä liitteenä.

7 YHTEENVETO

Opinnäytetyö tehtiin Satakunnan Ammattikorkeakoulun ja Länsirannikon Koulutus Oy Winnovan opettajien pyynnöstä diesel-sähköiselle LNG tankkerille. Opinnäytetyössä selvitettiin ja tehtiin ohjeet sähköpäätaulun erotukselle ja takaisin kytkennälle siten, ettei se aiheuta vaaratilannetta laivan kululle. Opinnäytetyössä tehtiin myös E-tutor harjoitus, jonka avulla opettajat pystyvät seuraamaan useaa oppilasta samaan aikaan. E-tutor harjoitus antaa oppilaille kuvan siitä, miten laivan eri laitteet ja sähköverkko käyttäytyy, kun katkaisijoita ja muita laitteita kytketään päälle tai pois päältä laivan sähköverkosta.

Simulaattorille ei ole aikaisemmin tehty ohjeita sähköpäätaulun erottamiselle tai kytkemiselle LNG aluksella, eikä esimerkkiohjelmaa E-tutorilla, joten aikaa kului huomattavan paljon, että sähköpäätaulun erottamisohjeet saatiin sellaiseen muotoon, jota kuka vain pystyy hyödyntämään. Erotusohjeet on tehty sekä automatiikkaa käyttäen, että toimittaessa täysin manuaalisesti. E-tutorilla tehtiin toimiva ja käytännöllinen ohjelma sähköpäätaulun erottamis- sekä kytkentä harjoitukselle ilman automatiikan apua, eli E-tutor ohjelma on rakennettu manuaalista erotus/kytkentätapaa silmällä pitäen.

Opinnäytetyö on tarkoitettu sähkömestariksi opiskeleville oppilaille, joilla on jo ennestään vahva tieto-taito simulaatioharjoituksessa käytettävistä laitteista.

Opinnäytetyön tavoitteisiin päästiin ja sen tuloksena syntyivät selkeät ohjeet ja toimiva E-tutor ohjelma. Tämän opinnäytetyön ohjeita voidaan soveltaa myös muihin simulaattorissa oleviin harjoituksiin sähkötaulun erottamiseksi ja kytkemiseksi.

Simulaattorilla on helppo tehdä harjoituksia sen jälkeen kun on sisäistänyt miten E-tutor ohjelmaa käytetään. Omasta mielestäni E-tutor ohjelmalla voisi tehdä harjoituksia tilanteille, jossa jokin laite vikaantuu, ja oppilaan on löydettävä ja ratkaistava ongelma tietyn ajan kuluessa. Tällaiset vikatilanteet ovat arkipäivää laivalla, ja simulaattorissa oppilaat oppisivat loogisen ajattelutavan vikaa etsiessään.

Simulaattorin ja E-tutorin välillä törmäsin muutamiin ongelmiin, missä E-tutorilla oleva laite on eri kuin simulaattorissa (esimerkiksi propulsioon moottoreiden tehonsäätö (lever) oli nimetty väärinpäin, eli propulsioon motor 1 lever simulaattorissa oli propulsioon motor 2 lever E-tutorissa).

LÄHTEET

Marineinsight www-sivut. 2017. viitattu 24.8.2017, <http://www.marineinsight.com/naval-architecture/understanding-design-liquefied-gas-carriers/>

AGA www-sivut. 2017. viitattu 15.8.2017, http://www.aga.fi/internet.lg.lg.fin/fi/images/AGA%20LNG%20Brochure%20FI634_169000.pdf?v=1.0,

Löytökorpi M. 2016. Rauma Maritime Center/Simulaattorikeskuksen toimintakäsikirja, viitattu 16.8.2017

Löytökorpi M. 2016. Rauma Maritime Center/Simulaattorikeskuksen toimintakäsikirja, liite 8, viitattu 17.8.2016

EDU www-sivut. 2010. viitattu 30.8.2017, http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/kunnossapito/sahkotekniikka_b6_sahkokunnossapidon_toiminnot.html

Himtcollege www-sivut. 2016. Viitattu 27.9.2017. <https://www.himtcollege.com/admin/file/tpaper/High-voltage-systems-and-their-development-in-marine-field-8-9-2016-16-38-53.pdf>

Intertrafo www-sivut. 2017. Viitattu 27.9.2017. https://www.intertrafo.fi/tuotealueet/muuntajat/marine-offshore_muuntajat

Vega www-sivut. 2017. Viitattu 9.10.2017. https://www.vega.com/en/home_sv/Applications/Ship-and-yacht-building/Shipbuilding/Cargo-tanks-on-LNG-carriers

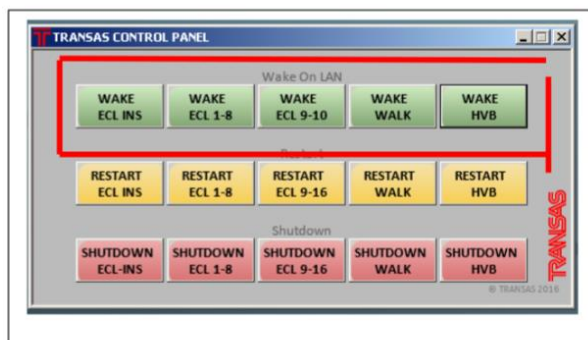
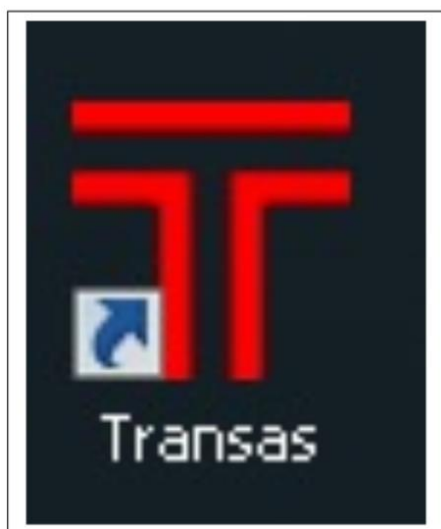
Trafox www-sivut. 2017. Viitattu 9.10.2017. <http://www.trafox.fi/tuotteet/tehomuuntajat/3-vaiheiset-tehomuuntajat-tehosarja-ekosarja-saastokytketyt-ja-hairionvaimennusmuuntajat/>

SIMULAATTORIN KÄYNNISTYS

Käynnistä tietokone PC87 ECLS-INS

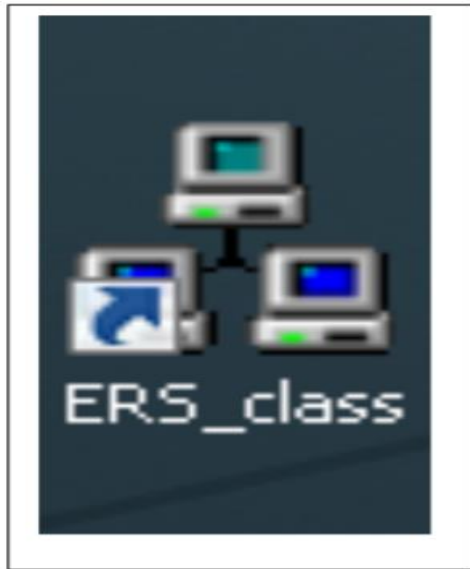
Odota, että tietokone käynnistyy ja windows käyttöjärjestelmä lataantuu. Simulaattorin ohjaajan työpiste on nyt auki

Käynnistä loput tietokoneet ”wake-up-lan” toiminnolla. Tuplaklikkaa ohjaajan tietokoneen työpöydältä punaista Transas ikonia. Tämän jälkeen avautuu uusi ikkuna, josta käynnistetään loput tietokoneet



Kuva 8. Transas ohjauspaneeli (Löytökorpi)

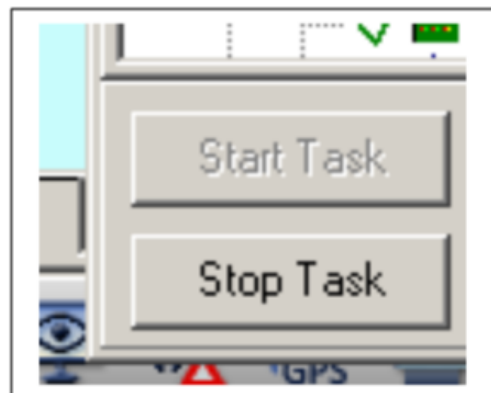
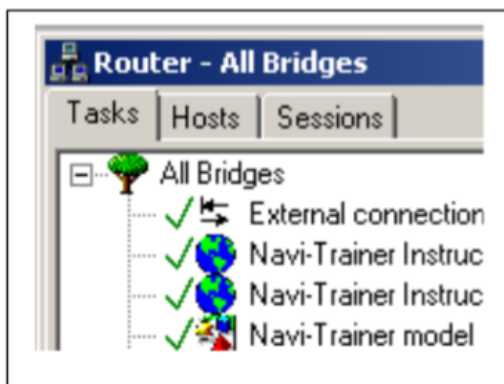
Avaa reititin



Kuva 9. (Löytökorpi)

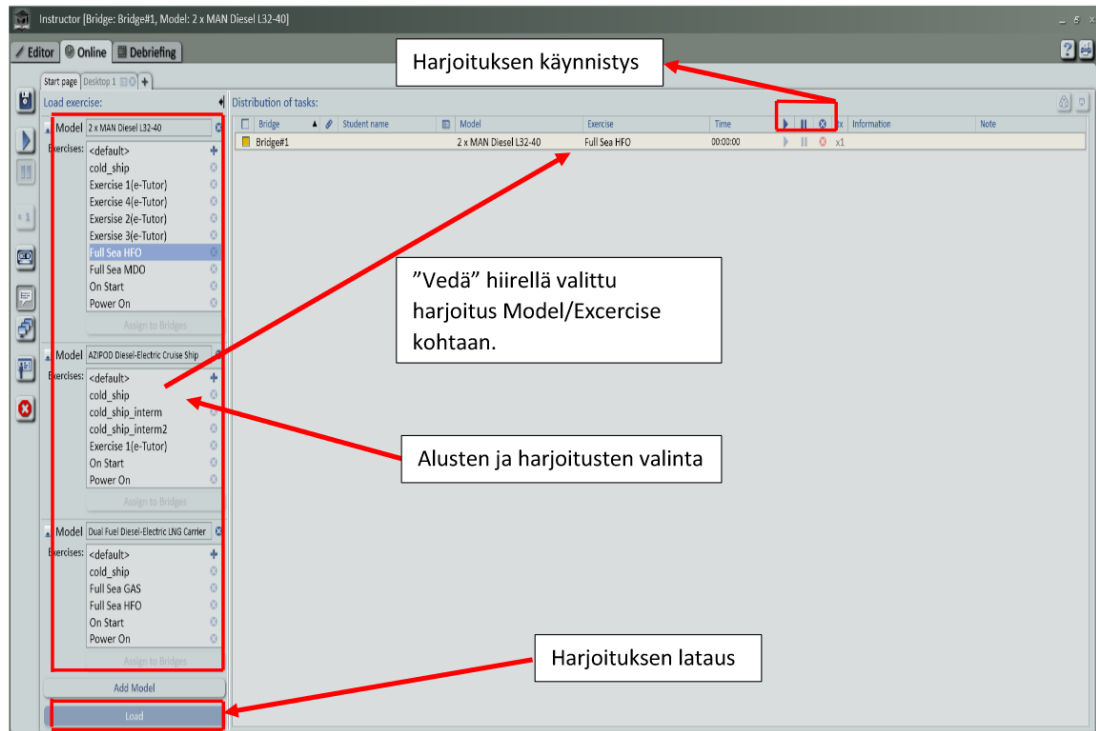
Reititin hakee tietokoneet verkkoon ja palvelimen käytettäväksi. Kun tietokone on verkossa ja käyttövalmiina, merkitään sitä reitittimessä vihreällä v-merkillä. Mikäli verkossa on ongelmia, merkinä siitä on punainen x.

Joskus ongelmatilanteissa joudutaan hakemaan tietokoneet manuaalisesti serverin käytettäväksi. Tämä tapahtuu ”start task- ja host” -toiminnoilla



Kuva 10. (Löytökorpi)

Lataa harjoitus



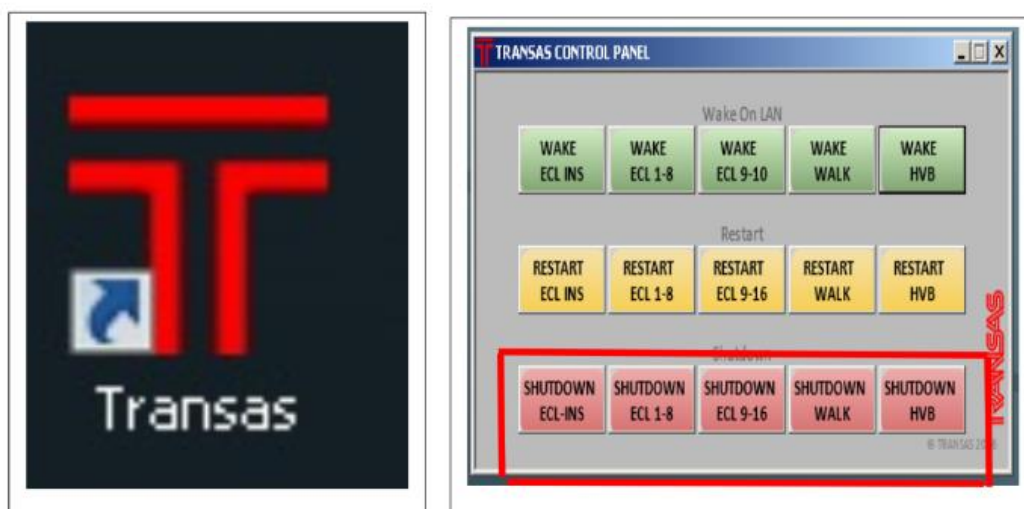
Kuva 11. (Löytökorpi)

Valitaan laiva- ja harjoitusmalli, vedetään hiirellä valittu harjoitus "model/exercise"-kohtaan. Latadaan harjoitus painamalla "load" ja käynnistetään harjoitus (Löytökorpi, 2016)

SIMULAATTORIN SAMMUTUS

Keskeytä ja sulje simulaattoriharjoitus

Tupla klikkaa ohjaajan tietokoneen työpöydältä punaista Transas ikonia, jolloin avautuu uusi ikkuna, josta tietokoneet voidaan sammuttaa

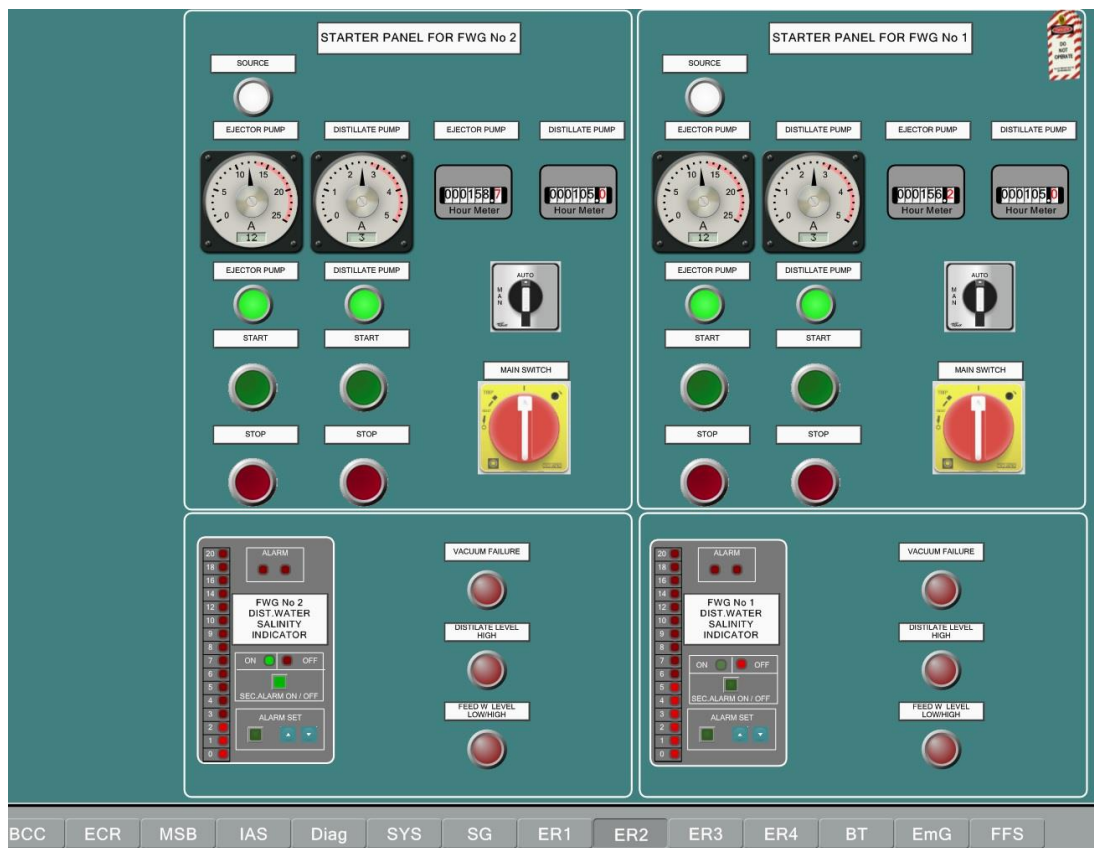


Kuva 12. (Löytökorpi)

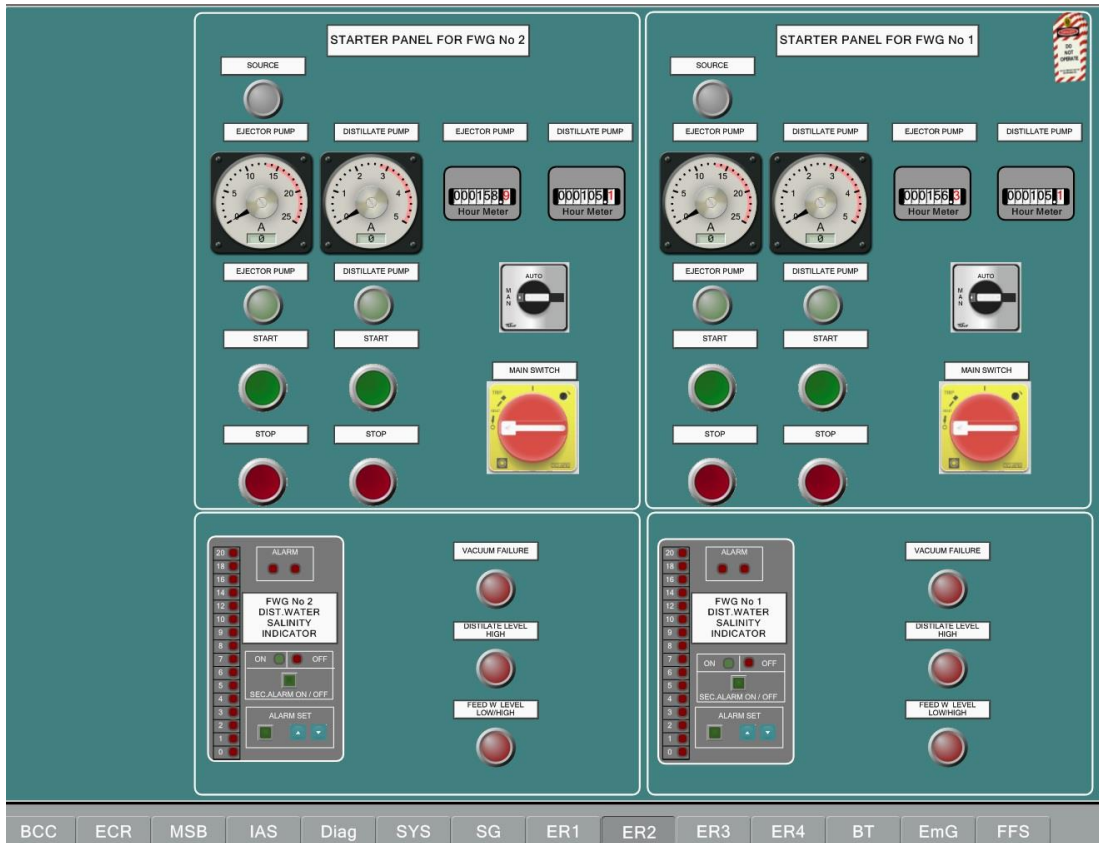
Sammuta ohjaajan tietokone PC87 ECLS-INS. Normaali windows käyttöjärjestelmän sammutus. (Löytökorpi, 2016)

SÄHKÖTAULUN EROTUSOHJEET AUTOMATIIKALLA

1. Sammutetaan ensimmäiseksi evaporaattori. Sijainti: ER2 > Fresh water generator COP

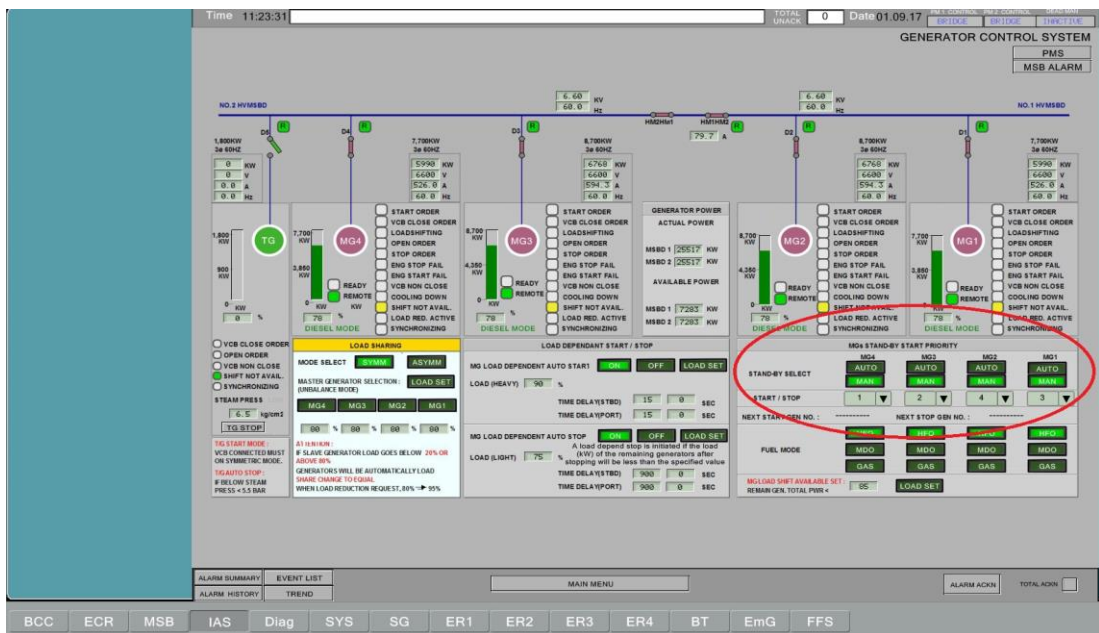


Evaporaattori normaalissa toiminnassa



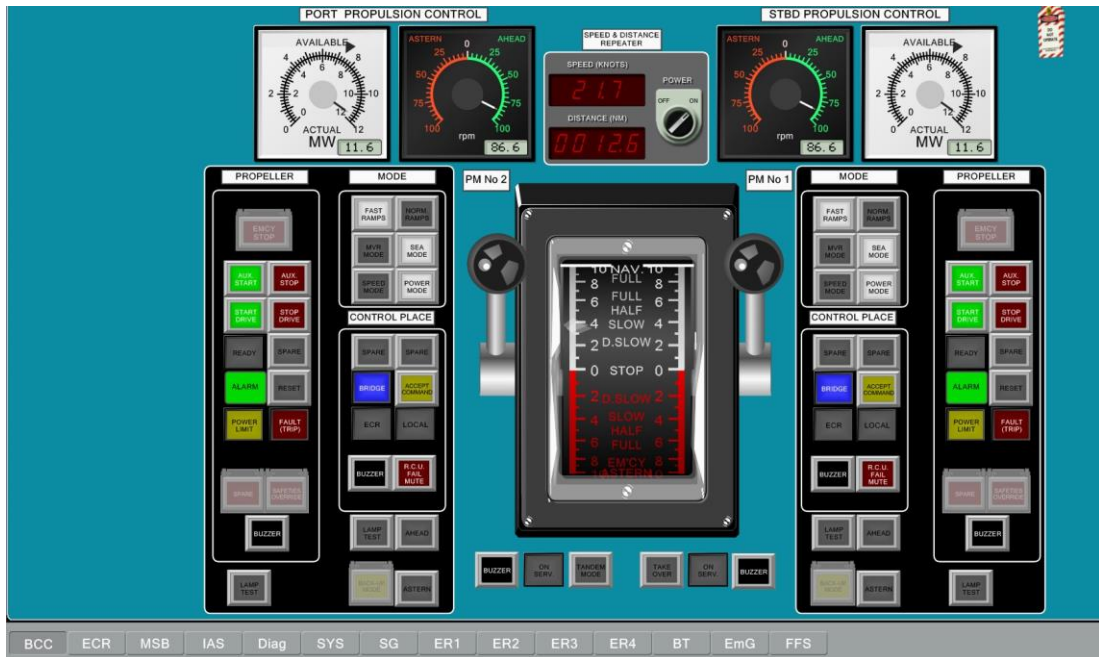
Evaporaattori sammutettu

- Laitetaan generaattorit manuaalille ja standby toiminnot toiseen järjestykseen.
IAS > Generator Control System

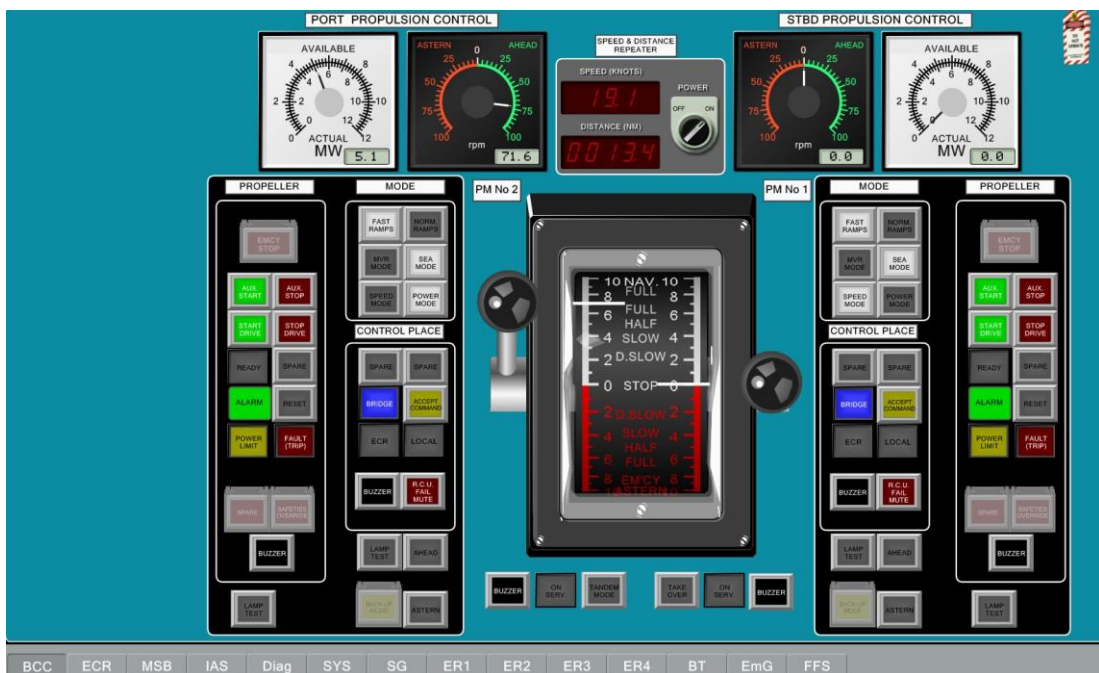


Generator control system. Kuvassa standby toiminnot ja järjestyks

- Lasketaan moottoreiden tehoa ottamalla 2. pääkoneen kaasua alaspäin ja 1. pääkoneen kaasu kokonaan pois. BCC > BCC PM Control Panel

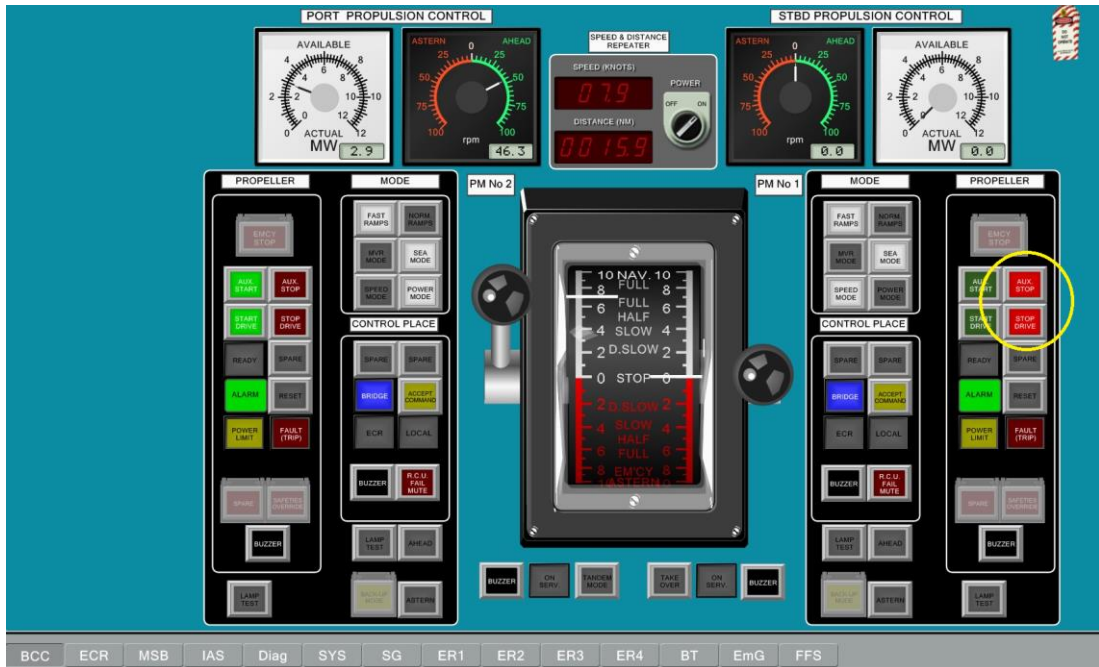


Komentosillan ohjauspaneeli ennen toimenpiteitä



Komentosillan ohjauspaneeli toimenpiteiden jälkeen

4. Kun 1. pääkoneen tehot ja kierrokset ovat nolilla, voidaan moottori sammuttaa painamalla potkurin “DRIVE STOP” ja “AUX. STOP” -nappuloita. Tämä antaa “PORT- & STBD Jack Up Pump Pressure Low” ja “N & D-End Oil Flow Low” hälytykset



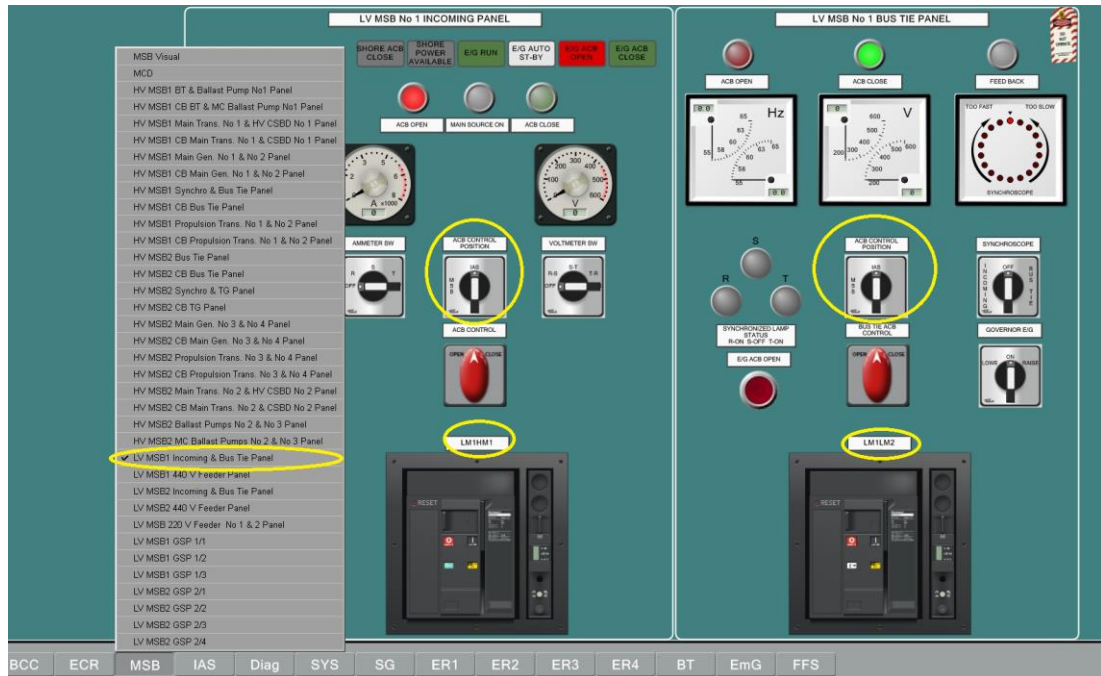
Koneen- ja apulaitteiden sammutus

Point-ID	Description	Value	Unit	Limit 1	Limit 2	Status
PM 1	PORT Jack Up Pump N-END Pressure Low	0	bar	150		LOW
PM 1	STBD Jack Up Pump D-END Pressure Low	0	bar	150		LOW
PM 1	N-End Oil Flow Low	0.00	l/min	2.00		LOW
PM 1	D-End Oil Flow Low	0.00	l/min	10.00		LOW
TG LO	Inlet Pressure Low	0.2	bar	0.5		LOW
TG	EMCY Stop Valve Close					ALARM
T/G	Cond. Water Pumps Press. Low	0.0	bar	2.0		LOW

ALARM SUMMARY	EVENT LIST	MAIN MENU	ALARM ACKN	TOTAL ACKN
ALARM HISTORY	TREND			

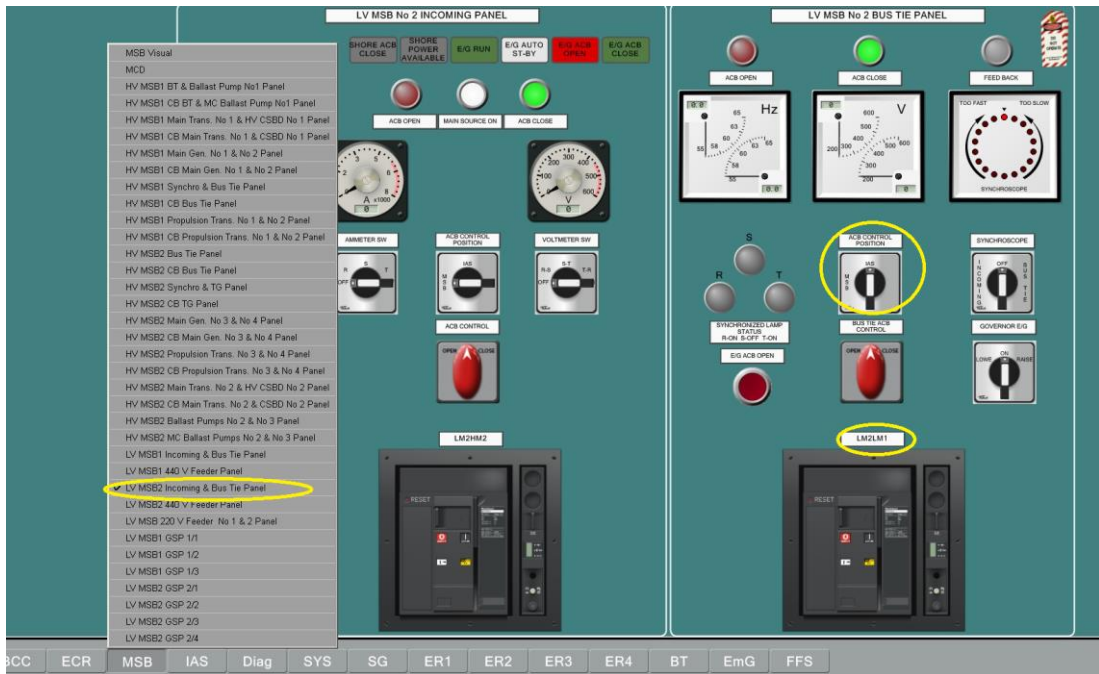
Hälytysluettelo 1. pääkoneen sammutuksen jälkeen

- Vaihdetaan päätaulun LM1HM1 ja LM1LM2 kytkimien automaatio kontrolli päätaululta (MSB) integroidulle hälytysjärjestelmälle (IAS). MSB > LV MSB1 Incoming & Bus Tie Panel



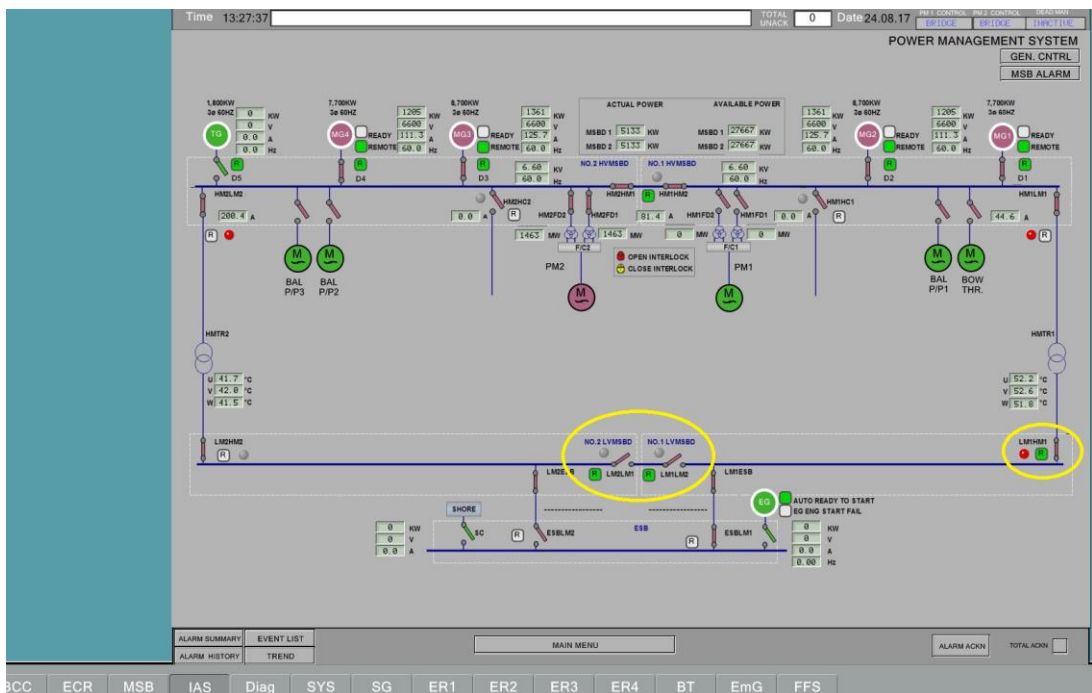
LM1HM1 ja LM1LM2 Kytkimien kontrollin vaihto

- Vaihdetaan LM2LM1 kytkimen automaatio integroidulle hälytysjärjestelmälle (IAS). MSB > LV MSB2 Incoming & Bus Tie Panel



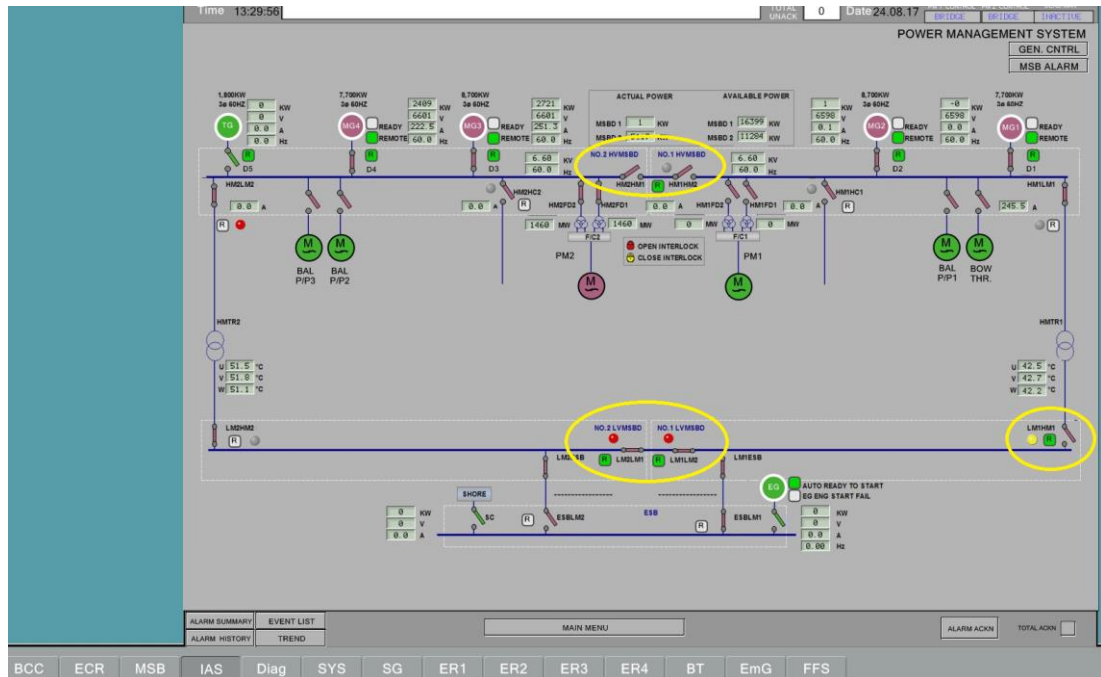
LM2LM1 kytkimen kontrollin vaihto

Nyt kytkimiä voidaan operoida integroidulta virranhallintajärjestelmästä. IAS > Power Management System



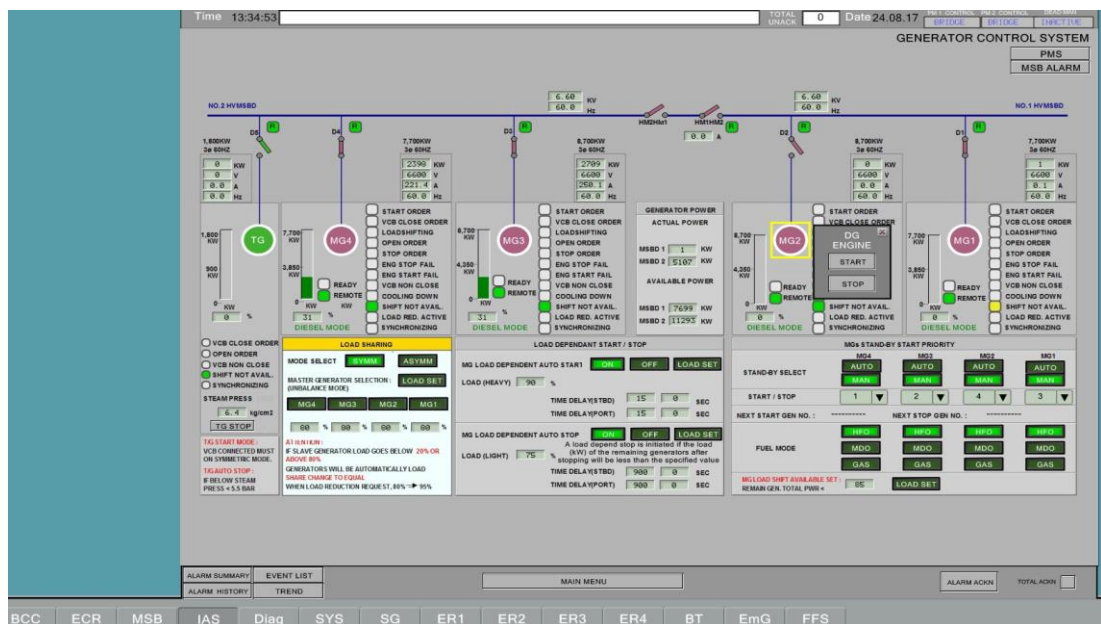
Integroidun hälytysjärjestelmän virranhallintajärjestelmä

- Laitetaan LM2LM1 ja LM1LM2 kytkimet kiinni, simulaattorin automaatiikka antaa muutaman sekunnin aikaa avata kytkimen LM1HM1. Jos kytkintä LM1HM1 ei avata, avaa automaattikka automaattisesti kytkimen LM1LM2



Kytkimien vaihtaminen toisinpäin

- Sammutetaan generaattori MG2 avaamalla kytkin D2 ja painamalla MG2 kuvaketta, josta painetaan DG engine STOP. IAS > Generator control system



Apukone 2 sammutus

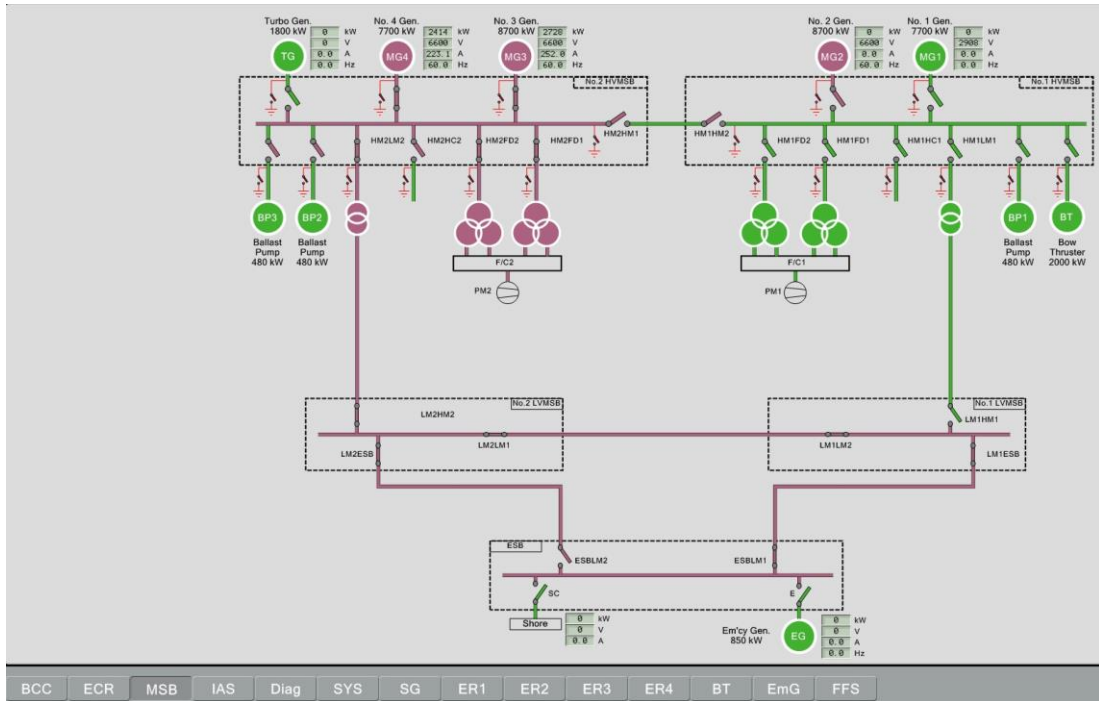
9. Simulaattori ei anna sammuttaa viimeistä korkeajännitepäätaulussa olevaa konetta automatiikalla, joten se täytyy sammuttaa käsin. ER2 > MG 1 LOP



Apukone 2 manuaalinen ohjauspaneeli

10. Käännetään generaattori “paikallis (LOCAL)” -asentoon, jonka jälkeen käytetään generaattorin paikallispaneelia (local operating panel)

Mene: “Päävalikko (MAIN MENU)” > “Koneen käynnistys/pysäytys (ENGINE START/STOP)” > “Pysäytys (STOP)” > “Varmistus (CONFIRMATION)”. Tämän jälkeen vaihda “paikallisohtaus (LOCAL)” asento takaisin “etä -käyttöön (REMOTE)”

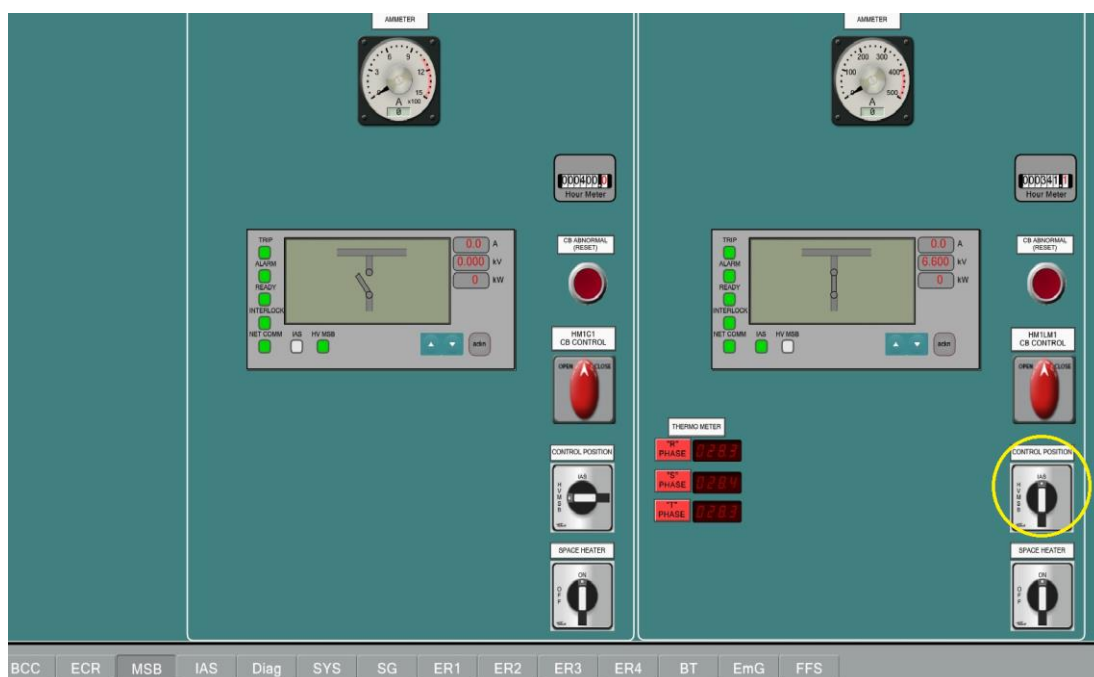


Korkeajännitepäätaulu HVMSB 1 jännitteetön

SÄHKÖTAULUN TAKAISINKYTKENTÄ AUTOMATIIKALLA

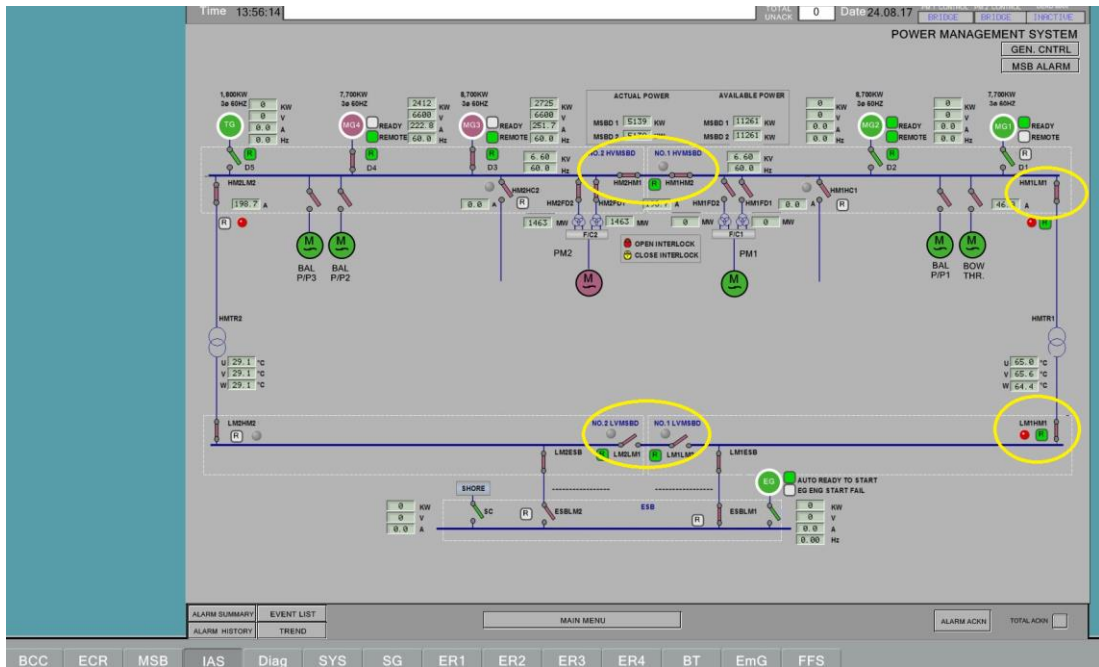
Korkeajännitepäätaulu 1:n takaisinkytkentä jännitteelliseksi.

1. Laitetaan HM1LM1 kytkimen automaatio päätaululta (MSB) integroidulle hälytysjärjestelmälle (IAS). MSB > HV MSB1 Main Trans. No 1 & HV CSBD No 1 Panel



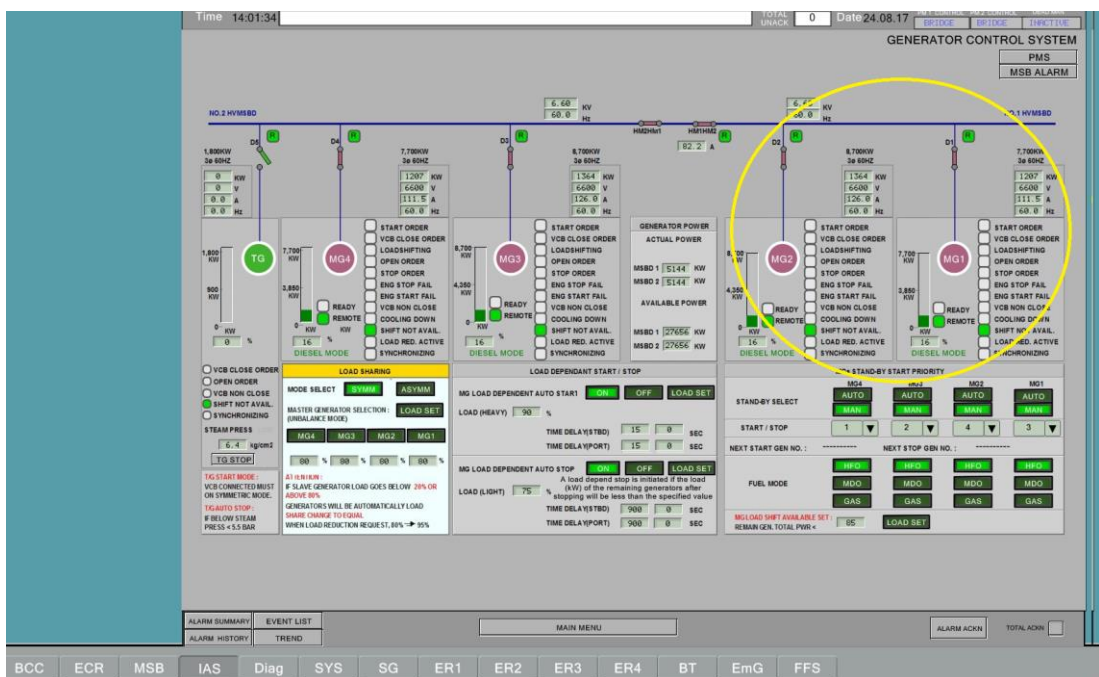
HM1LM1 kytkimen kontrollin vaihto

2. HM1HM2 ja HM1LM1 kytkimet kiinni. Tämän jälkeen automatiikka antaa muutaman sekunnin aikaa laittaa kytkimen LM1HM1 kiinni ja avaamaan kytkimet LM1LM2 sekä LM2LM1



HM1HM2 ja HM1LM1 kytkimet kiinni

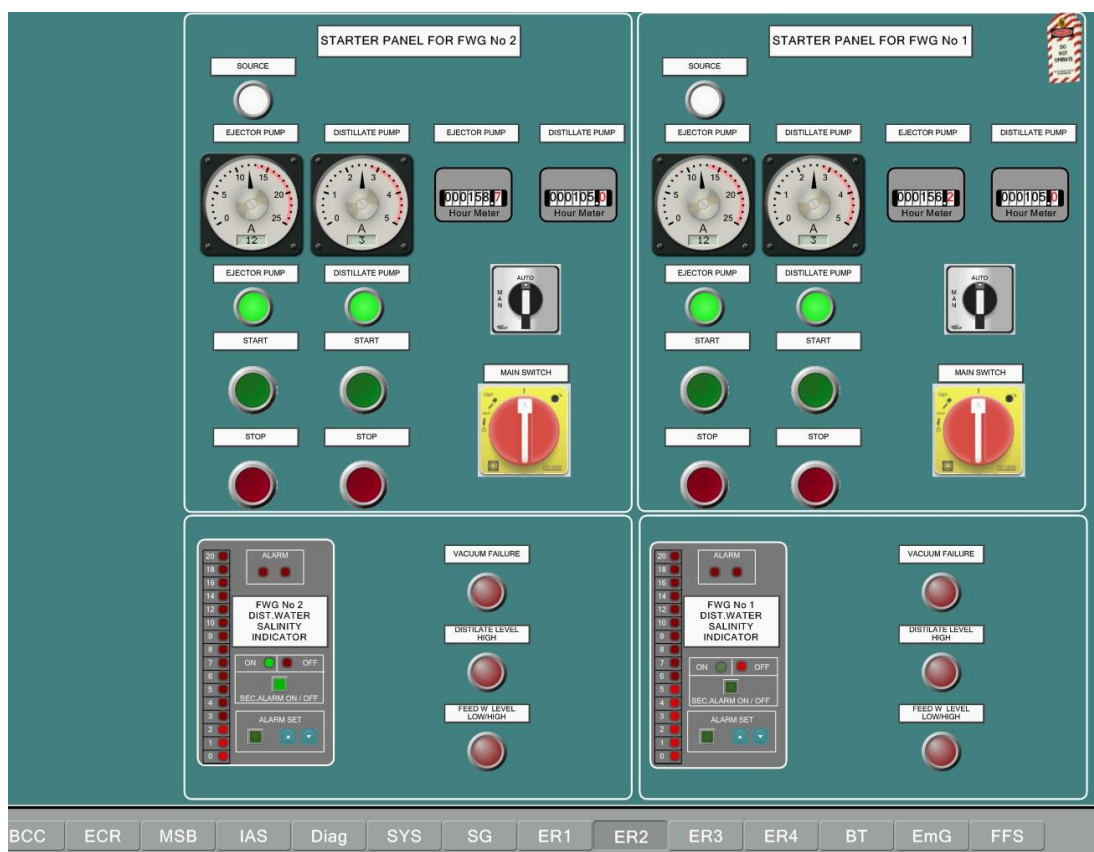
- Käynnistetään generaattorit MG2 ja MG1 sekä laitetaan kytkimet kiinni. Automaatiikka tahdistaa generaattorit automaattisesti. IAS > Generator Control System



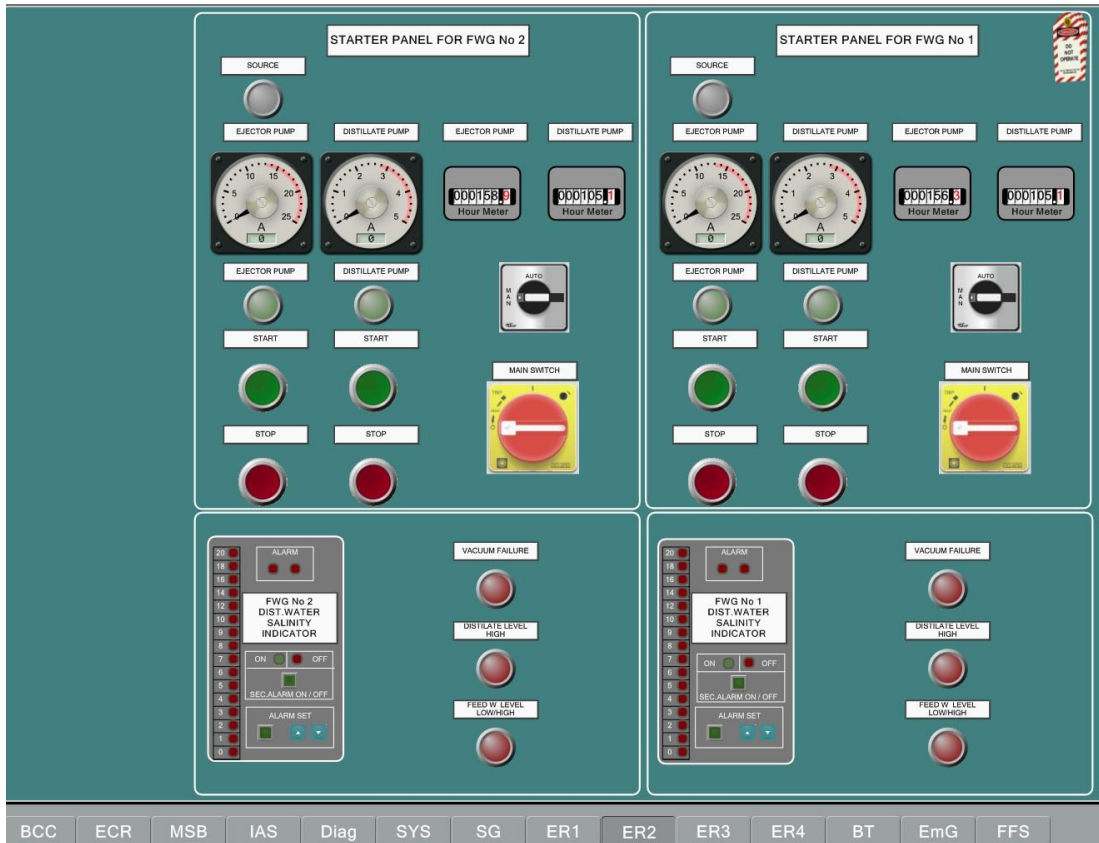
Generaattori 1 ja 2 takaisinkytkentä

SÄHKÖTAULUN EROTUSOHJEET MANUAALISESTI

1. Sammutetaan evaporaattori. ER2 > Fresh water generator COP

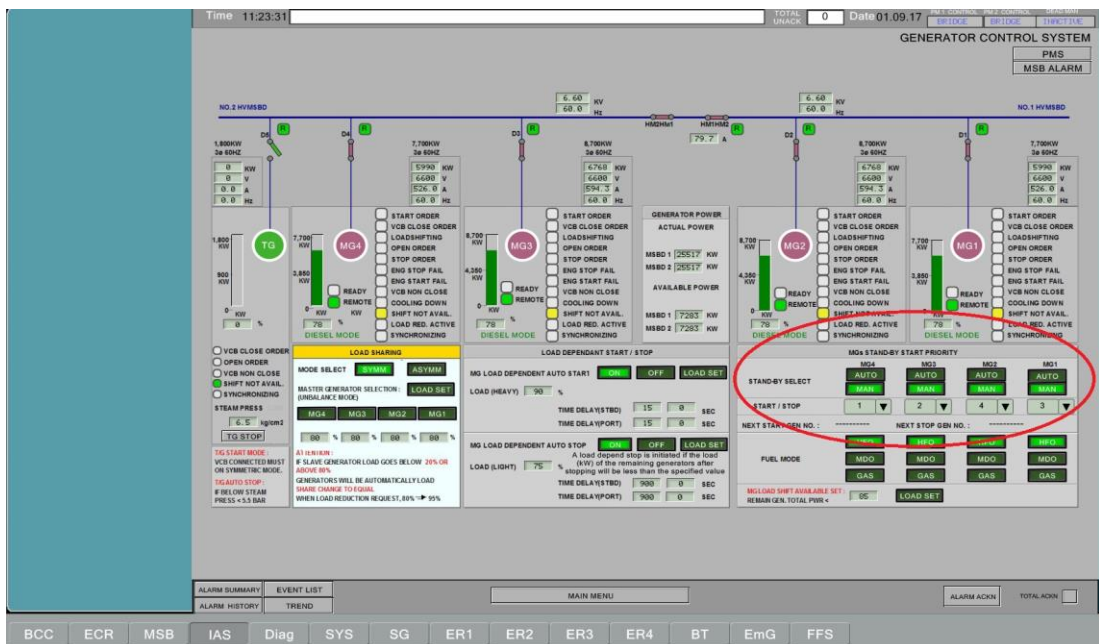


Evaporaattori normaalissa toiminnassa



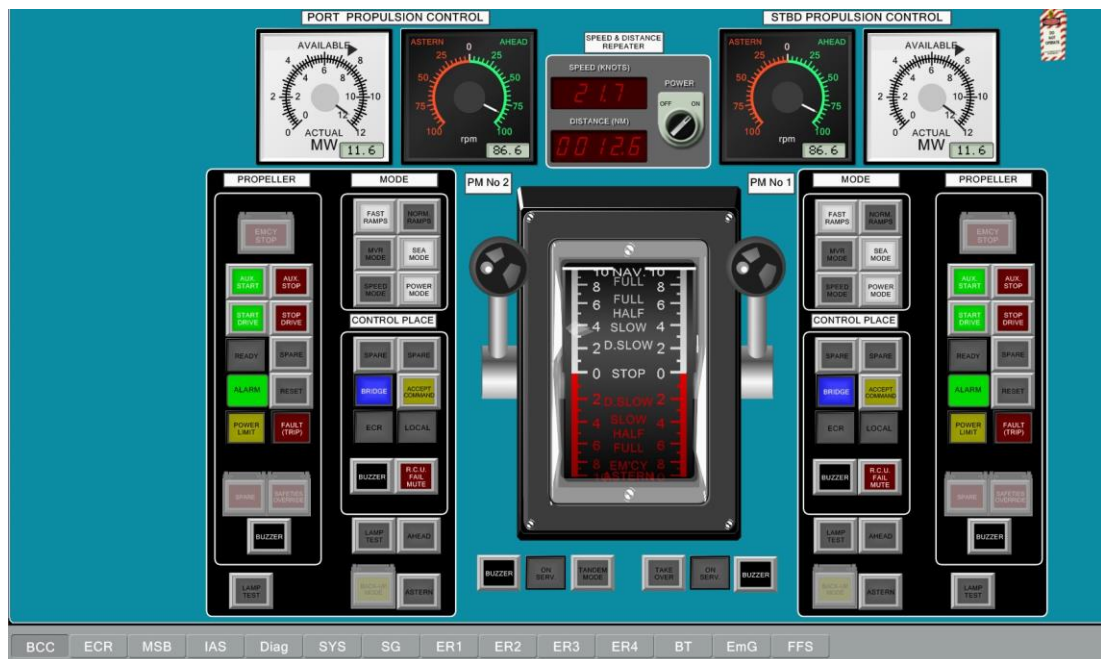
Evaporaattori sammutettu

2. Generaattorit laitetaan manuaalille ja standby toiminnot toiseen järjestykseen.
IAS > Generator Control System

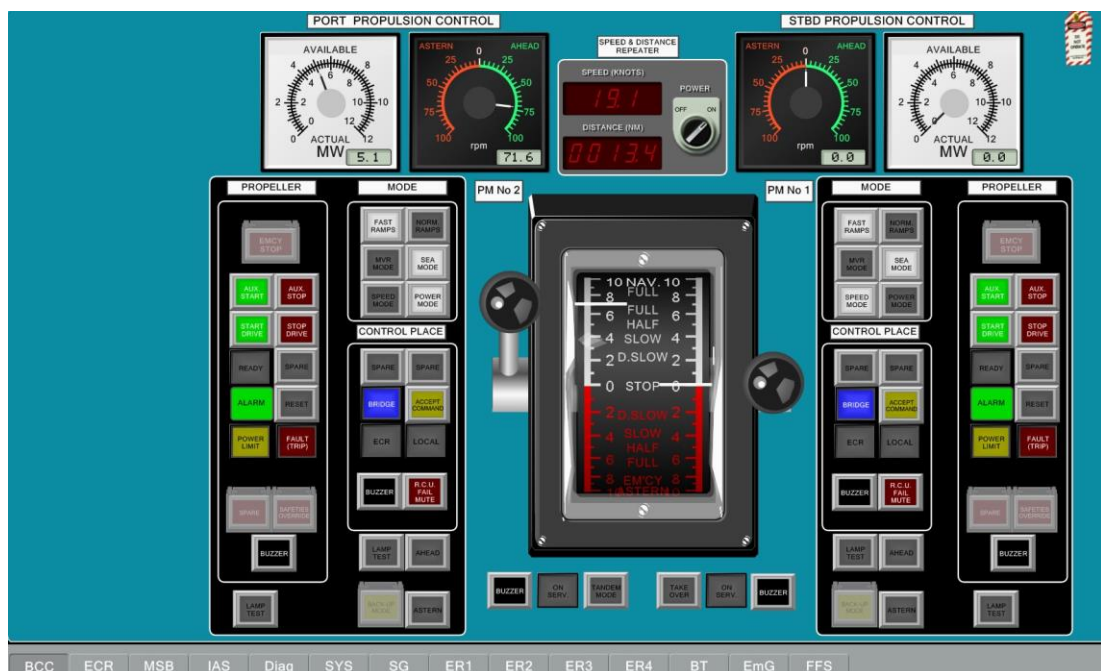


Generator control system. Kuvassa standby toiminnot ja tärkeysjärjestys

- Lasketaan moottoreiden tehoa ottamalla 2. pääkoneen kaasua alaspäin ja 1. pääkoneen kaasu kokonaan pois. BCC > BCC PM Control Panel

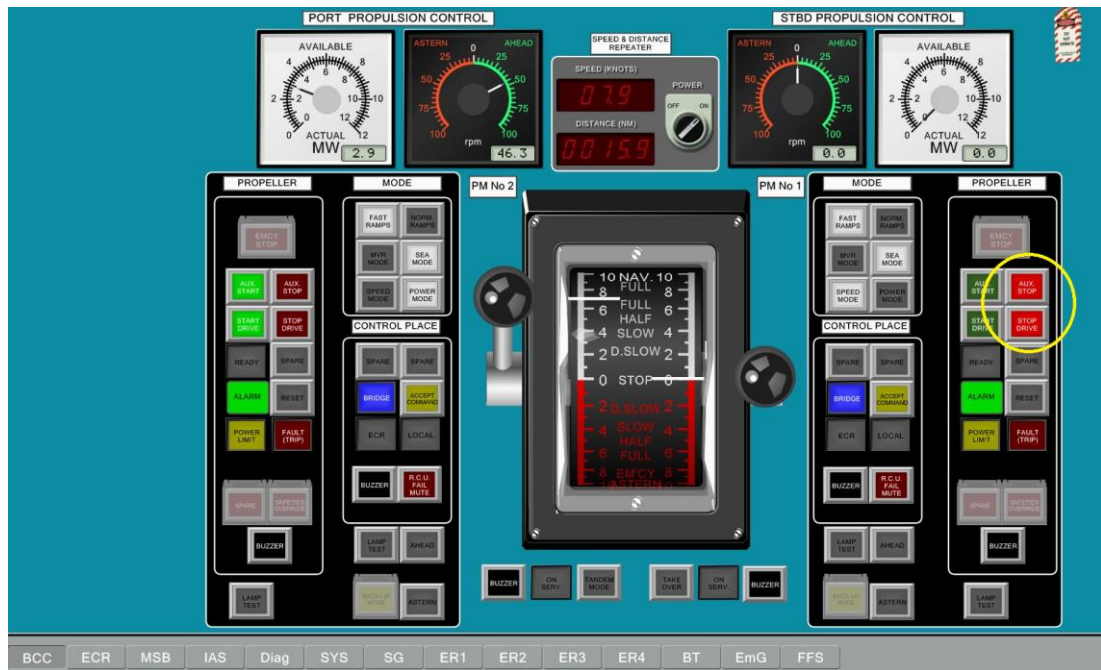


Komentosillan ohjauspaneeli ennen toimenpiteitä



Komentosillan ohjauspaneeli toimenpiteiden jälkeen

4. Kun 1. pääkoneen tehot ja kierrokset ovat nolilla, voidaan moottori sammuttaa painamalla potkurin “DRIVE STOP” ja “AUX. STOP” -nappuloita. Tämä antaa “PORT- & STBD Jack Up Pump Pressure Low” ja “N & D-End Oil Flow Low” hälytykset

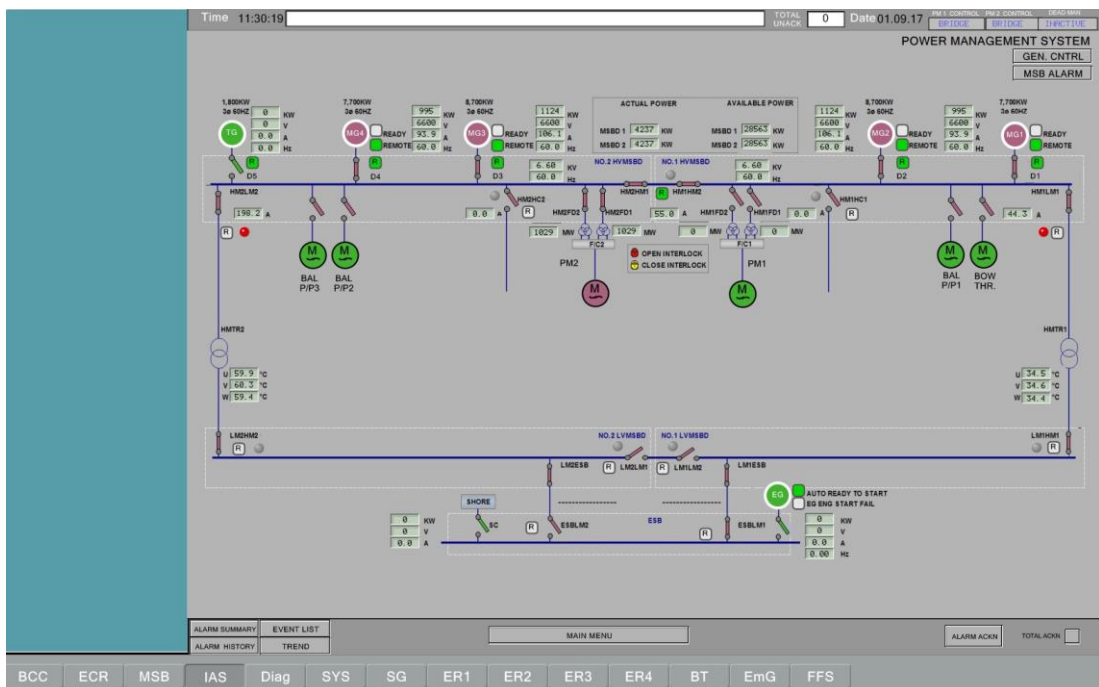


Koneen- ja apulaitteiden sammutus

Point-ID	Description	Value	Unit	Limit 1	Limit 2	Status
PM 1 PORT Jack Up Pump	N-END Pressure Low	0	bar	150		LOW
PM 1 STBD Jack Up Pump	D-END Pressure Low	0	bar	150		LOW
PM 1 N-End	Oil Flow Low	0.00	l/min	2.00		LOW
PM 1 D-End	Oil Flow Low	0.00	l/min	10.00		LOW
TG LO	Inlet Pressure Low	0.2	bar	0.5		LOW
TG EMCY	Stop Valve Close					ALARM
T/G Cond.	Water Pumps Press. Low	0.0	bar	2.0		LOW

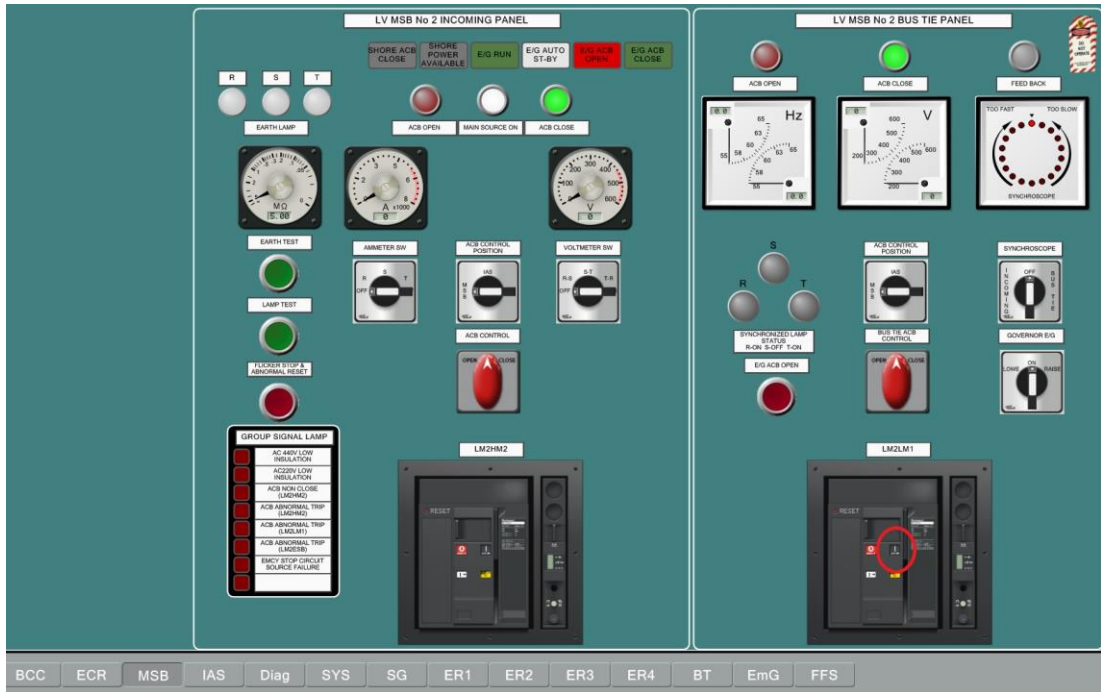
ALARM SUMMARY	EVENT LIST	MAIN MENU		ALARM ACKN	TOTAL ACKN
ALARM HISTORY	TREND				

Hälytysluettelo 1. pääkoneen sammutuksen jälkeen

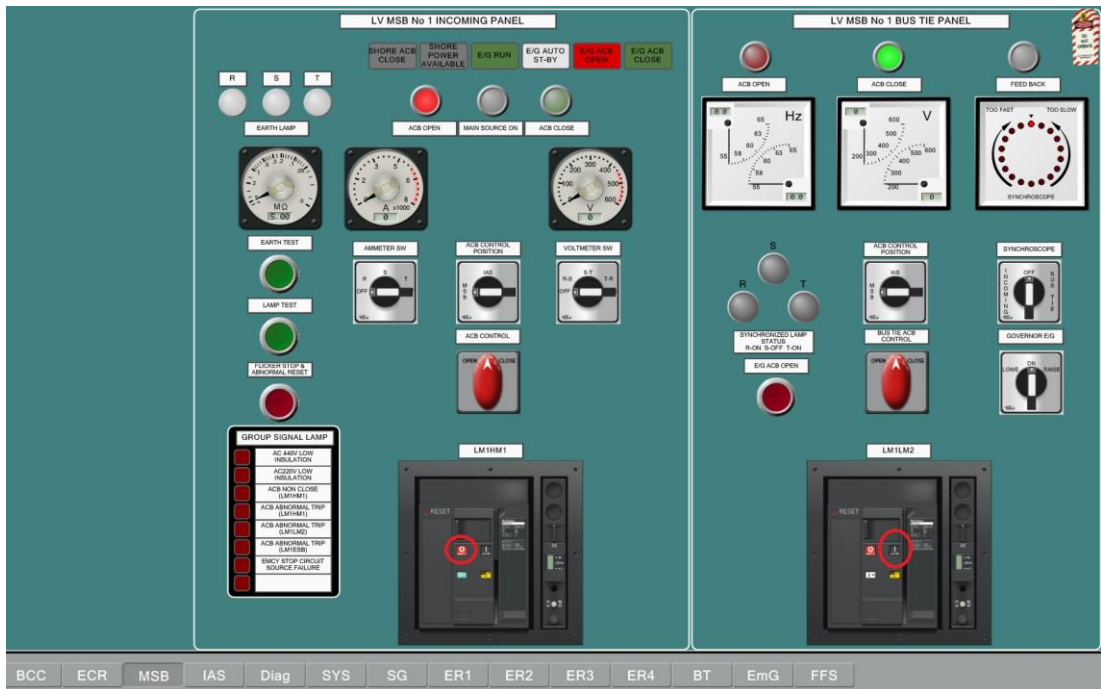


Sähköjärjestelmä ennen suurjännitepäätaulun erotuksen aloittamista

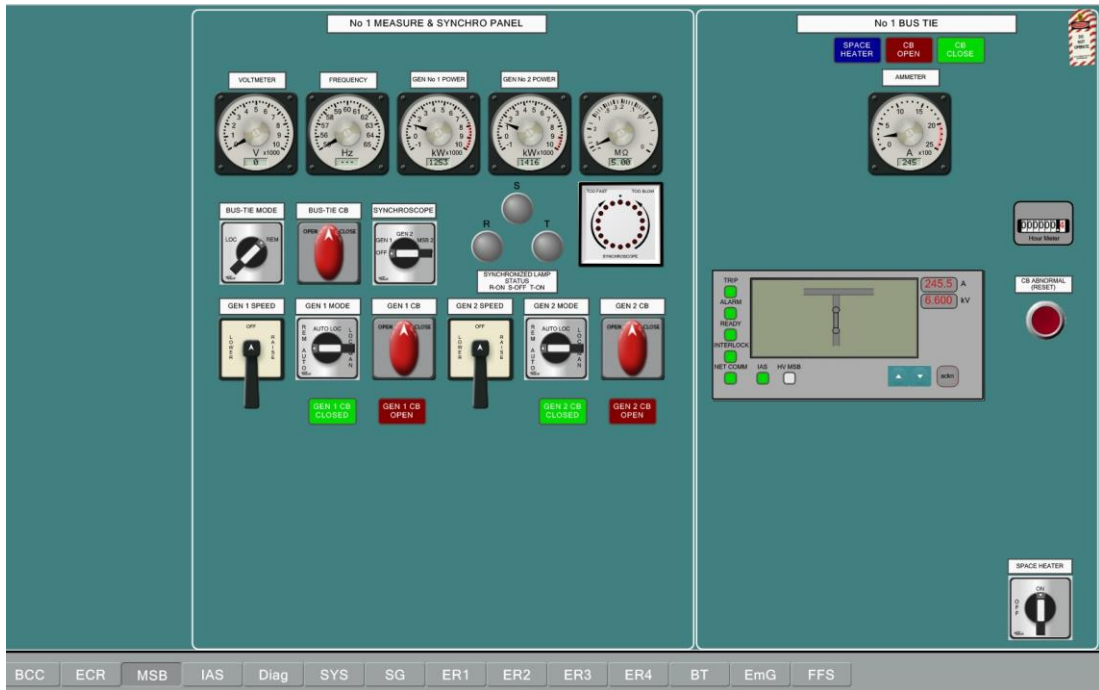
5. Kytkin LM2LM1 laitetaan kiinni katkaisijasta. MSB > LV MSB2 Incoming & Bus Tie Panel



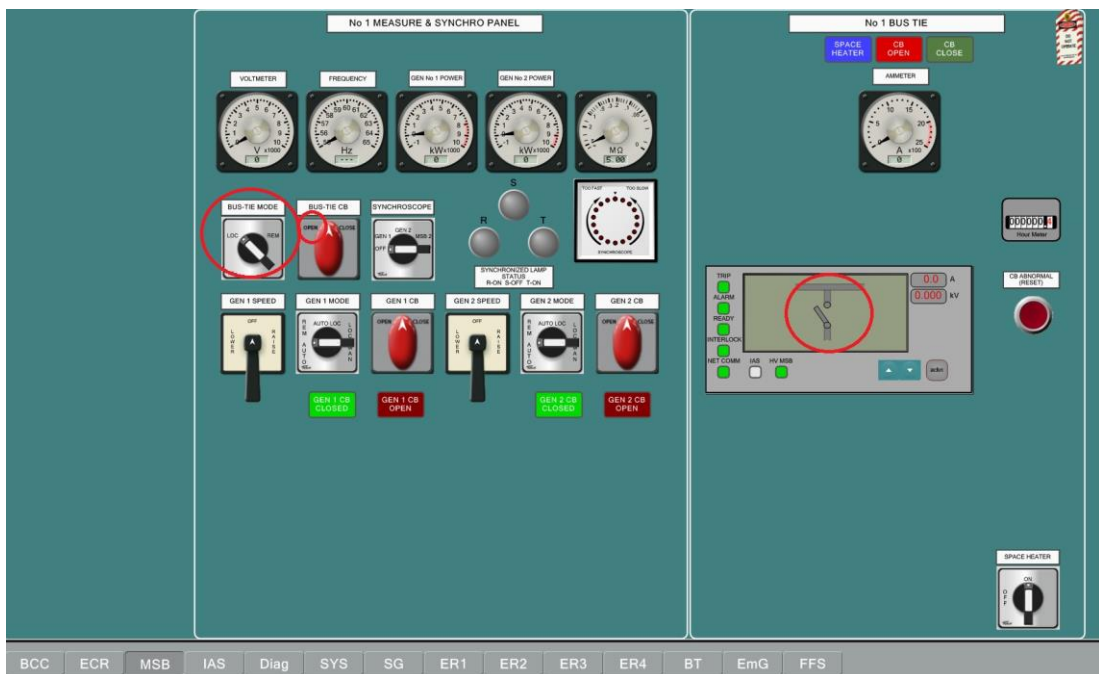
6. Kytkin LM1LM2 laitetaan kiinni ja avataan välittömästi kytkin LM1HM1.
MSB > LV MSB1 Incoming & Bus Tie Panel



7. Avataan bus tie no. 1 laittamalla bus-tie mode: "LOCAL" and painetaan bus-tie CB "OPEN". MSB > HV MSB1 Synchro & Bus Tie Panel



No. 1 Bus Tie ennen toimenpiteitä



No. 1 Bus Tie toimenpiteiden jälkeen

Korkeajännitepäätaulu no. 1 on kokonaan erotettu. Aloitetaan kiskojen kylmäksi saattaminen pysäyttämällä generaattori no. 2. ER2 > MG 2 LOP

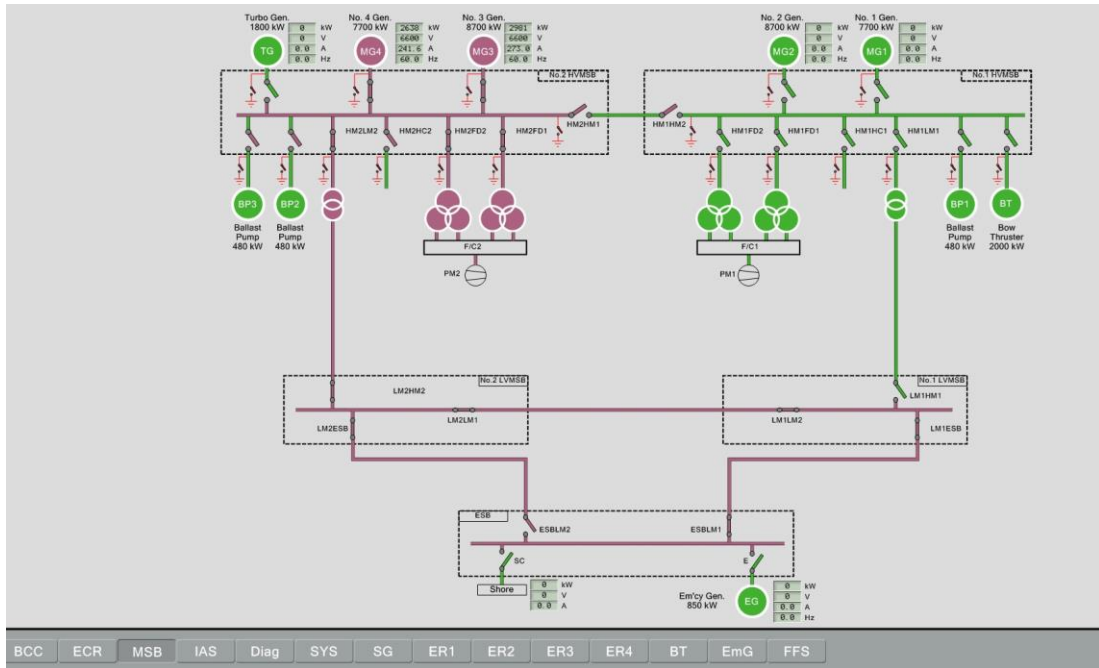


Apukone 2 ohjauspaneeli

- Käännetään generaattori “paikallis (LOCAL)” -asentoon, jonka jälkeen käytetään generaattorin paikallispaneelia (local operating panel)

“Päävalikko (MAIN MENU)” > “Koneen käynnistys/pysäytys (ENGINE START/STOP)” > “Pysäytys (STOP)” > “Varmistus (CONFIRMATION)”.

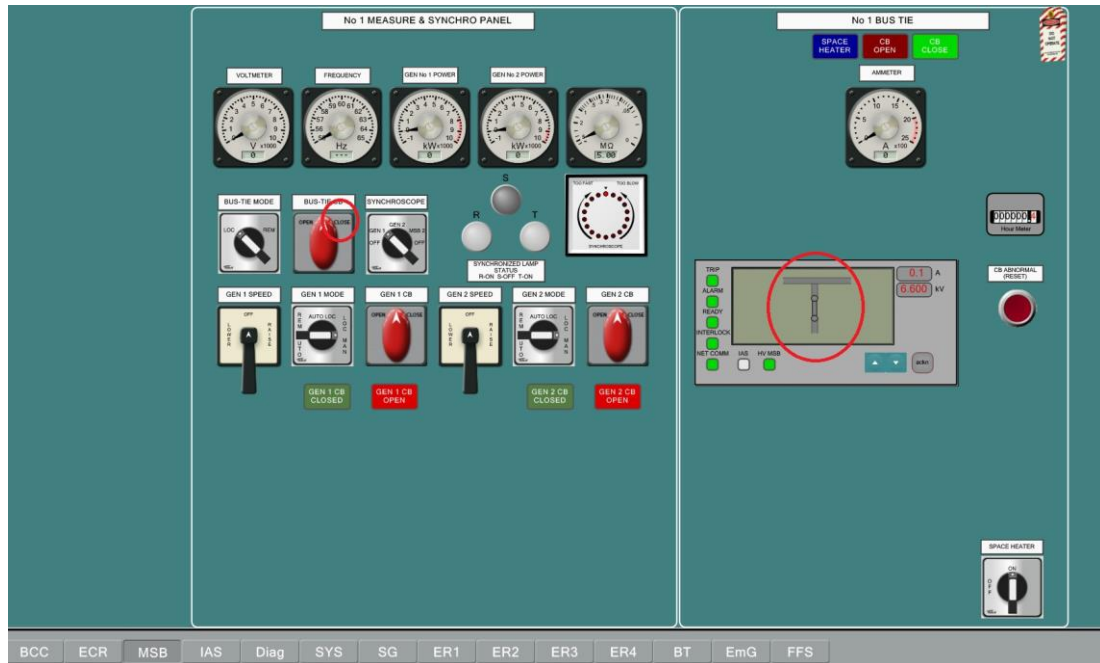
Tehdään samat toimenpiteet generaattori no. 1. Kun molemmat generaattorit on sammutettu, korkeajännitepöytä no. 1 on täysin jännitteetön



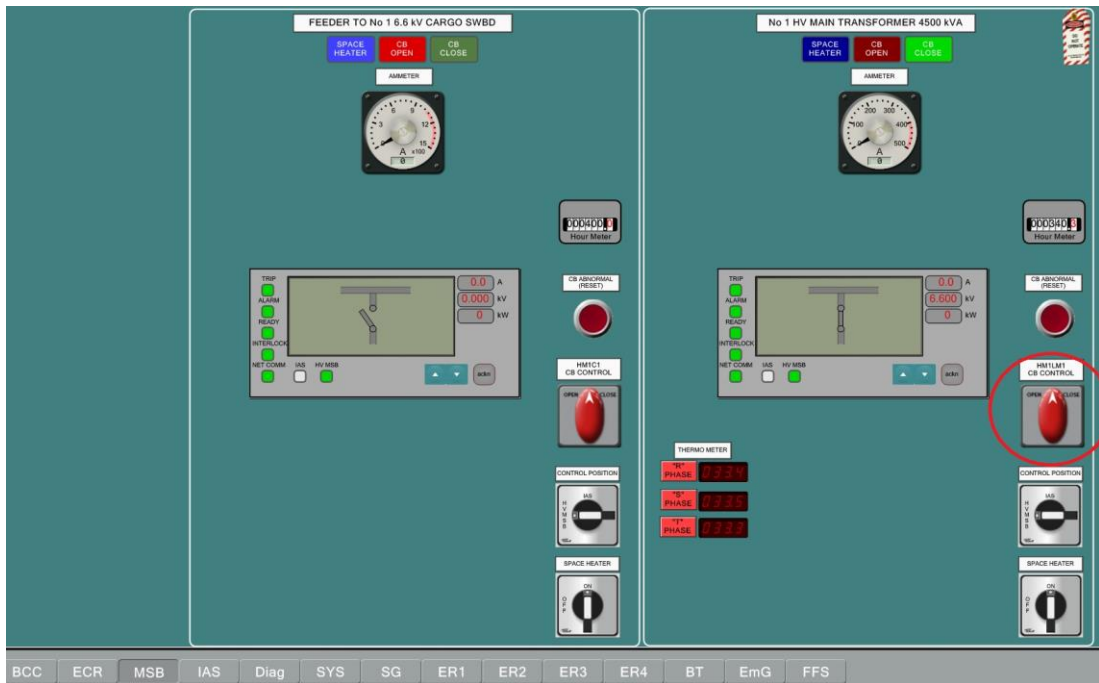
No. 1 HVMSB jännitteetön

SÄHKÖTAULUN KYTKENTÄOHJEET MANUAALISESTI

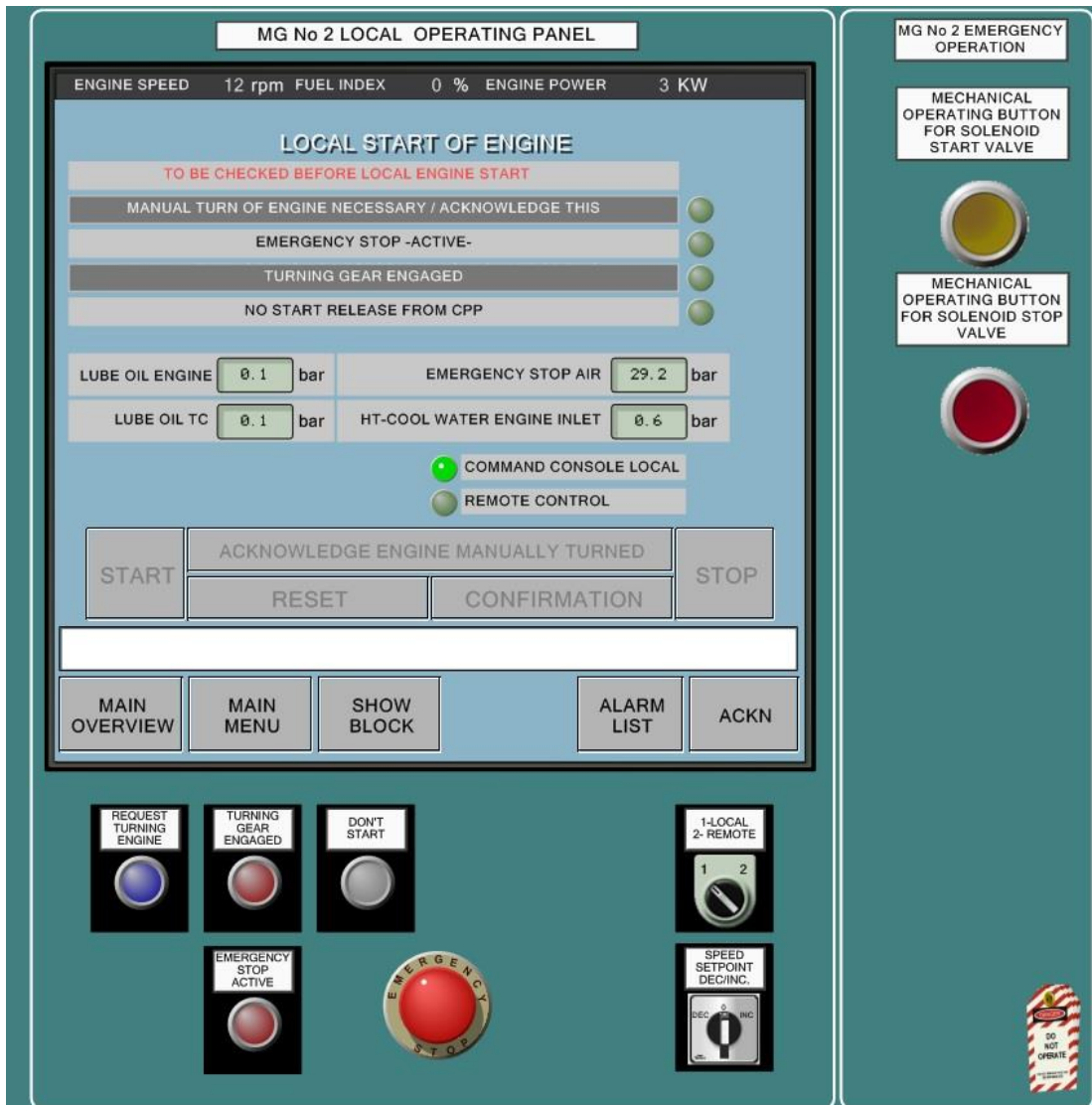
- No. 1 bus-tie laitetaan kiinni manuaalisesti painamalla bus-tie CB kytkin asentoon ”CLOSE”. MSB > HB MSB1 Synchro & Bus Tie Panel



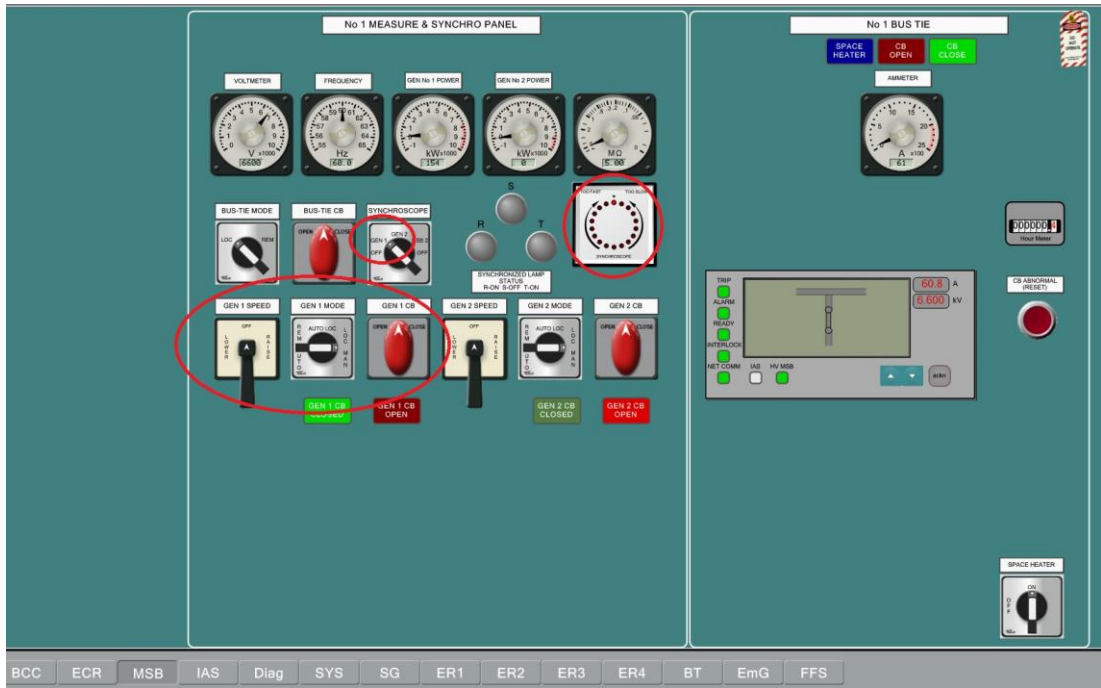
- No. 1 HV main transformer 4500 kVA kytkin HM1LM1 laitetaan kiinni. MSB > HV MSB1 Main Trans. No 1 & HV CSBD No 1 Panel



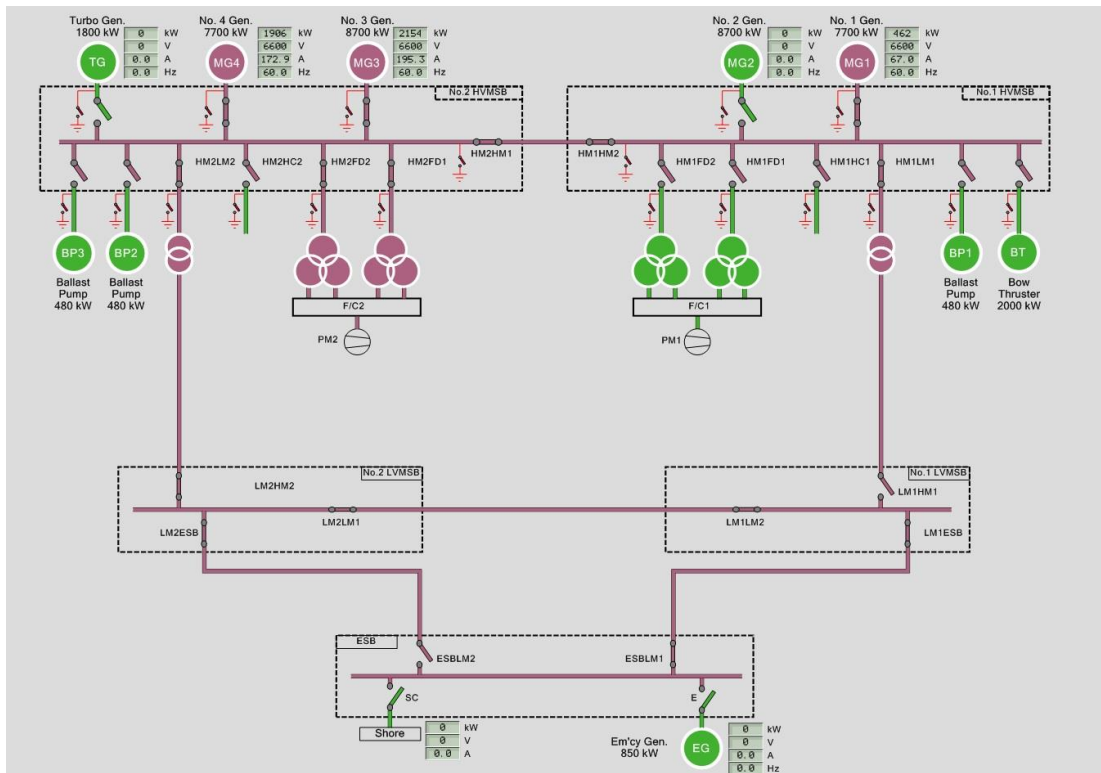
3. Käynnistetään generaattori no. 1 tai no. 2 ohjauspaneelista. ER2 > MG 1 tai 2 LOP



- Tahdistetaan generaattorit verkkoon. MSB > HV MSB1 Synchro & Bus Tie Panel



- LM1HM1 laitetaan kiinni ja välittömästi avataan katkaisija LM1LM2. MSB > LV MSB1 Incoming & Bus Tie Panel



Apukoneen tahdistuksen jälkeen sähköverkko on normaalissa toiminnassa