

Markku Sippola

M/S Fannyn PMS järjestelmän modernisointi

Automaatioteknologian koulutusohjelma

2010



M/S FANNYN PMS JÄRJESTELMÄN MODERNISOINTI

Sippola, Markku
Satakunnan ammattikorkeakoulu
Automaatioteknologian koulutusohjelma
Joulukuu 2010
Ohjaaja: Ahvenjärvi Sauli
Sivumäärä: 41
Liitteitä: 22

Asiasanat: PMS, generaattori, apukoneautomaatio, meriturvallisuus

Tämän opinnäytetyön aiheena oli M/S Fannyn PMS (power management system) järjestelmän modernisointi. Aluksen senhetkinen järjestelmä ei toiminut kunnolla, ja valmistajan lopetettua toimintansa ei teknistä tukea ollut saatavilla. Aluksen apukoneautomaatiojärjestelmä oli uusittu vuonna 2000. Uudistus ei kuitenkaan ollut onnistunut, joten järjestelmä ei vastannut merenkulun asettamia turvallisuusvaatimuksia. Alusta käytetään koulutustarkoituksiin, joten merellä liikuttaessa pitää laitteiston toimia tarkoituksenmukaisesti.

Tämä opinnäytetyö on tehty yhdessä ensimmäisen ja toisen vuoden laivasähköopiskelijoiden kanssa, osana opetussuunnitelman mukaista apukoneautomaatiokurssia. Järjestelmä, joka asennettiin, on tämän hetken moderneimpia ja sopii siten hyvin koulutustarkoituksiin. Järjestelmän asentamisen lisäksi opiskelijat saivat arvokasta oppia projektisuunnittelusta, projektin toteutuksesta, sähkökuvien teosta ja niiden lukemisesta.

Opinnäytetyön lopputuloksena alukseen saatiin asennettua moderni ja toimiva järjestelmä. Sekä opinnäytetyön tekijä että opiskelijat saivat tärkeää tietoa nykyaikaisesta järjestelmästä. Saatua oppia tullaan käyttämään hyväksi myös seuraavia laivasähköasentajaopiskelijoita koulutettaessa.

THE MODERNIZATION OF THE M/S FANNY'S POWER MANAGEMENT SYSTEM

Sippola, Markku

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences

Master degree programme of Automation Technology.

December 2010

Supervisor: Ahvenjärvi, Sauli

Number of Pages: 41

Appendices: 22

Key Words: PMS, generators, Sea safety

The purpose of the thesis was to modernize the PMS (power management system) of the M/S Fanny because the system of the vessel was not operating properly. Moreover, there was no technical support available after the manufacturer of the system had terminated its operation. The auxiliary engine automation system had been renewed in 2000. However, the renovation was not successful, and therefore the system did not meet the safety standards of seafaring. The vessel is used for maritime students' training purposes, and the machinery has to operate as required when the vessel is at sea.

The thesis is completed together with the second and third year ship electrician students, as part of the curriculum's auxiliary engine automation course. The installed PMS system is one of the most advanced systems available at the moment. Thus, it is suitable for training purposes. In addition to the installation of the system, the students learned how to plan and carry out a project. They also learned how to make electrical drawings and read them.

As a result of the project, the vessel was fitted with a sophisticated and reliable PMS system. The author of the thesis, as well as the students involved, gained valuable knowledge on the advanced PMS system. The new skills and knowledge will be put to use in training ship electricians

SISÄLLYS

LYHENTEIDEN JA MERKKIEN SELITYKSET	6
1 JOHDANTO.....	8
2 RAUMAN MERIKOULU	9
2.1 Historiaa	9
2.2 Laivasähkömieslinja	9
2.3 Länsirannikon koulutus Oy.....	11
3 M/S FANNY	12
4 APUKONEAUTOMAATIO.....	13
4.1 Apukone	16
4.2 Fannyn vanha järjestelmä	16
5 TEKNINEN TARKASTELU.....	18
6 HANKINNAN VAIKUTUS OPETUKSEEN JA SEN KEHITTÄMISEEN	19
6.1 Vahtikonemestarin ammattitaitovaatimukset	20
6.2 Korjaajan ammattitaitovaatimukset	21
6.3 Laivasähköasentajan ammattitaitovaatimukset.....	21
7 DEIF	22
7.1 DEIF-VIERAILU	23
8 PPM-3 SUOJAUS- JA TEHON HALLINTAJÄRJESTELMÄ	24
8.1 PPM-3-vakiotoimintojen kuvaus	25
8.1.1 Sääötävät	25
8.1.2 Polttoainetta säästävä tekniikka	25
8.1.3 Multi-master-järjestelmä	26
8.1.4 Vikasietoinen viestintä	26
8.1.5 Joustavat sovellusasetukset	26
8.1.6 Suojaukset	27
9 ASENNUS.....	28
9.1 Asennus	28
9.2 Käyttöönotto	30
9.3 Koeajot	32
9.3.1 Suojareleen säätö.....	32
9.3.2 Kuormitus- ja synkronointiajot	34
9.3.3 Merikoeajo	35
10 PROJEKTIN VAIKUTUS APUKONEAUTOMAATIO-KURSSIIN	36
11 YHTEENVETO	38

LÄHTEET.....	40
LIITELUETTELO	

LYHENTEIDEN JA MERKKIEN SELITYKSET

AVR on automaattinen jännitteen säätäjä.

Bulkkialus on tavanomainen alus.

CAN, Controller Area Network, on automaatioväylä, käytännössä 2-parinen kierretty parikaapeli.

DP-järjestelmä; dynamic positionig, on aluksen liikkeen hallintajärjestelmä, jolla laivan positio ja suunta voidaan automaattisesti ylläpitää propulsiolaitteiden ja ohjauspotkureiden avulla.

DP-luokka 1 & 2, luokassa 1 aluksen ohjausjärjestelmä varmentamaton. Luokassa 2 ohjausjärjestelmä on kahdennettu, eli kestää minkä tahansa yksittäisen vian, paitsi jos vika on tulipalon tai vuodon aiheuttama.

EMC, elektromagnetic compatibility, sähkömagneettinen yhteensopivuus

EMS, energy management system, on energian hallintajärjestelmä.

GOV on kierrosnopeussäädin.

Kp, säätäjän vahvistus

kW, MW ovat tehon yksiköitä.

kVAr on loistehon yksikkö.

M/S aluksen nimen edessä tarkoittaa motor ship.

PAAPUURI on aluksen kulkusuuntaan nähden vasen puoli.

PID, Proportional-integral-derivative-säädin, säätötekniikan perussäädin

PMS-järjestelmä; Power Management System on aluksen sähkönsyötön automaatiojärjestelmä.

PROPULSIOTAULU on sähkökeskus, josta ohjataan sähköisen potkurijärjestelmän taajuusmuuttajia.

RO-RO (roll on- roll of) tarkoittaa peräporttialusta.

STCW-95, International Convention on Standards of Training, Certification and Watchkeeping for Seafarers on kansainvälisen merenkulkujärjestön (IMO) vuonna 1995 Lontoossa hyväksymä kansainvälistä merenkulkijoiden koulutusta, pätevyyskirjoja ja vahdinpitoa koskeva yleissopimus.

STYYRPUURI on aluksen kulkusuuntaan nähden oikea puoli.

Tankkeri on tankkialus.

T_d, säätäjän derivointiaika

T_i, säätäjän integrointiaika

UPS; Uninterruptible Power Supply, on järjestelmä tai laite, jonka tehtävä on taata tasainen virransyöttö lyhyissä katkoksissa ja syöttöjännitteen epätasaisuuksissa.

1 JOHDANTO

Tämä opinnäytetyö on tehty Satakunnan ammattikorkeakoulun automaatioteknologi-
an ylempää ammattikorkeakoulututkintoa varten. Ylemmän ammattikorkeakoulutut-
kinnon opinnäytetyön tavoitteena on kehittää ja osoittaa opiskelijan kykyä soveltaa
tutkimustietoa ja käyttää valittuja menetelmiä työelämän ongelmien erittelyyn ja rat-
kaisemiseen sekä valmiutta itsenäiseen vaativaan asiantuntijatyöhön. Tavoitteena on
tuottaa lisäarvoa työn teettäjälle työelämän kehitystyön sekä sovellettavan tekniikan
kautta ja toisaalta lisäarvoa opiskelijalle mahdollisuutena soveltaa kursseilla opiskel-
tuja asioita käytännön kohteisiin.

Tämän työn tarkoituksena oli tutkia eri valmistajien järjestelmiä ja niiden soveltu-
vuutta koulutuskäyttöön ja kehittää apukonejärjestelmää koulualus M/S Fannylla
vastaamaan tämän päivän vaatimuksia. Koulualus on jo 36 vuotta vanha, ja apu-
koneautomaatiota on uusittu viimeksi vuonna 2000. Järjestelmä toimi kuitenkin epä-
luotettavasti ja käyttö koulutusaluksena oli riski. Kehityskohteena oli myös tulevien
sähkömiesten koulutus apukoneautomaatiokurssin näkökulmasta.

Työssä tutkittiin eri valmistajien vaihtoehtoja tähän kohteeseen. Vertailemalla val-
mistajien laitteiden toimintoja ja hinta-laatu -suhdetta päädyttiin Deifin vaihtoehtoon.

2 RAUMAN MERIKOULU

2.1 Historiaa

Merenkulkualan koulutus on luultavasti Suomen vanhinta ammatillista koulutusta. Suomessa ensimmäinen merikoulu aloitti toimintansa jo vuonna 1813. Tätä ennenkin Suomessa on opetettu merenkulkualaa, mutta koulutus ei ollut vielä tässä vaiheessa kovinkaan järjestäytynyttä. Oppiminen tapahtui usein saman suvun sisällä sukupolvelta toiselle (Uola 2000,10).

Suomenkielinen Rauman merikoulu perustettiin vuonna 1880. Koulun perustamisaikaa saivat aikaan kiistaa Rauman ja Porin välille, koska Pori olisi myös halunnut oman merikoulun. Pieni Rauma sai kuitenkin luvan perustaa merikoulunsa Porin ja Uudenkaupungin vastuksesta ja epäilyistä huolimatta (Uola 2000, 14).

Koulun perustamiselle oli perustellut syyt, sillä pienestä koostaan huolimatta, asukasluku tuolloin 3500 henkeä, pääasiallinen elinkeino oli merenkulku. Siitä lähtien Raumalla on annettu merenkulun opetusta kouluttamalla merikapteeneita, perämiehiä ja muita kauppamerenkulun ammattilaisia. Koulutusta on annettu jo 130 vuotta, merenkulun opetus on muuttunut tuona aikana purjelaivakauden teoriakoulutuksesta 2000-luvun monipuoliseksi, elektronista osaamista hyödyntäväksi koulutusmuodoksi (Uola 2000, 17).

2.2 Laivasähkömieslinja

Laivasähköalan koulutus alkoi merenkulkualan ammattikoulutuksen laajentuessa 1960-luvulla. Ammatillinen koulutus perustettiin pitkän historian omaavan merenkulkualan päällystökoulutuksen rinnalle ja myös miehistötason opetus siirtyi merimiesammattikoulujen vastuulle (Anttila R & Laine J, 38).

Aluksi laivasähkömiehiksi opiskelevilta edellytettiin 18 vuoden ikää ja joko kaksi- tai kolmevuotista ammattikoulun sähkömieslinjan käymistä tai kahden vuoden kokemusta

sähkötöistä. Laivasähkömiehen opintolinjan kesto 1970-luvulla oli kolme lukukautta eli käytännössä 1,5 vuotta (Uola 2000, 141).

Laivasähkömieskoulutuksen pääsyvaatimukset ovat muuttuneet nykypäivään mennessä niin, että enää ei vaadita aiempaa sähköalan koulutusta tai kokemusta koulutukseen pääsemiseksi. Samalla peruskoulupohjaisen koulutuksen pituudeksi tuli ilman työharjoittelua kolme vuotta ja ylioppilaspohjaisen koulutuksen vastaavasti kaksi vuotta (Anttila R & Laine J, 38).

Laivasähkömiehet tekevät töitä kaikilla maailman rahti- ja matkustaja-aluksilla. Työ vaatii paineensietokykyä sekä kykyä itsenäiseen työskentelyyn, sillä tavallista on, että yksi laivasähkömies vastaa usein kaikista aluksen sähkölaitteista. Merellä apu on kaukana ja töistä on suoriuduttava kulloinkin vallitsevissa olosuhteissa käytettävissä olevilla työkaluilla.

Laivasähkömiehiltä vaaditaan ammatillista moniosaamista, sillä yleensä heiltä edellytetään myös kansi- ja konepuolen tehtäviin osallistumista. Laivassa sähkömiehen on hallittava laivan valaistusjärjestelmät, sähkömoottorit, generaattorit, ohjauslaitteet sekä tele- ja turvallisuusjärjestelmät. Työ tapahtuu usein ahtaissa ja sokkeloisissa laivatiloissa ja edellyttää järjestelmällisyyttä ja päättelykykyä. Myös metallimiehen taidoista on hyötyä.

Laivasähkömiehen tehtäviin pätevoidytään laivasähköasentajan koulutuksen jälkeen. Kaikista ei ole haastavaan työhön maailman merillä, mutta päteville kavereille alatarjoaa lukuisia mahdollisuuksia. Koulutukseen sisältyy noin kahden kuukauden pituinen harjoittelujakso laivalla, ellei opiskelijalla ole jo aikaisempaa vastaavaa työkokemusta.

Laivasähköasentajan koulutus antaa mahdollisuuden suorittaa S3-luokan sähköpätevyyden, joka oikeuttaa myös maissa tehtävään sähköurakointiin. Winnova Oy:n lisäksi laivasähköasentajaksi voi opiskella ruotsiksi Ålands sjömansskolassa Maarianhaminassa. (sähköala.fi www-sivut 2010.)

2.3 Länsirannikon koulutus Oy

Rauman ammattiopisto yhdistyi Porin ammattiopiston, Innova Länsi-Suomen aikuis-koulutuskeskuksen ja Porin aikuiskoulutuskeskuksen kanssa Länsirannikon koulutus Oy:ksi 1.1.2010. Länsirannikon koulutus Oy on monialainen ammatillinen oppilaitos, jolla on tutkintoon johtavaa koulutusta yli 30 eri perustutkintoon. Koulutusta saa usealta paikkakunnalta, jotka ovat Rauma, Pori, Laitila, Uusikaupunki ja Ulvila. Länsirannikon koulutus Oy:llä on tarjota myös työyhteisöille laaja-alaisesti koulutus- ja kehittämispalveluja. Käytettävissä ovat koulutustarjonnan peruspalvelut, mutta myös työyhteisökohtaisesti räätälöitävät osaamisen kehittämispalvelut. Suurempi koulutusyhtiö mahdollistaa mm.

- alueen elinkeinoelämän tarpeisiin kohdennetun koulutuksen tarjoamisen
- paremman resursoinnin
- monipuolisen tarjonnan
- laadukkaamman toiminnan

Yhtiöllä on yli 60 miljoonan euron liikevaihto, opiskelijoita 6000 ja henkilökuntaa n. 800. Hallitus valittiin huhtikuussa 2009 ja yhtiön toimiva johto aloitti työnsä 1.5.2009. (Winnova Oy:n www-sivut 2010.)

3 M/S FANNY

M/S Fanny on rakennettu Turussa Laivateollisuuden telakalla 1974, ja alkuperäisen suunnitelman mukaan siitä oli määrä tulla merenkulkuopetuksen ja kalastuskoulun yhteinen koulutusalus. Sitä varten aluksen alkuperäisvarustukseen kuului mm. trooli. Alun perin alus oli Kotkan merikoulun hallinnassa ja kävi satunnaisesti Raumalla. Aluksen alkuperäinen nimi oli M/S RAI.

RAI oli kooltaan varsin vaatimaton, pituutta vain 28,3 metriä. Alus kuitenkin pidennettiin ja aluksen nykyinen mitta on 35,7 metriä. Alus on käytössä Rauman merikoulun ja Satakunnan ammattikorkeakoulun käytännön harjoittelussa. Koulualuksen pää tarkoitus on antaa opetusta käytännössä aluksen eri toiminnoista, kuten STCW-95-sopimuksessa on määritelty.

Koulualus Fannyn koulupurjehdukset suuntautuvat lähisaaristoon ja Itämerelle. Lisäksi alusta käytetään mm. etsintä-, pelastus- ja pelastautumisharjoituksiin sekä aluksen ohjailukoulutukseen.



Kuva 1. M/S Fanny Suojan laiturissa

4 APUKONEAUTOMAATIO

Apukoneautomaatiikka on kasvanut tarpeelliseksi apukoneiden automaattisen käynnistyksen ja generaattorin synkronoinnin takia, ja samalla se on muodostunut apuvälineeksi laivan käyttäjälle sähköjärjestelmien ohjaamisessa. Perinteisesti laivan käyttäjä suoritti apukoneautomaatiikan suorittamat tehtävät manuaalisesti esimerkiksi käynnistämällä ja pysäyttämällä generaattorit seuraamalla virtaa laivan verkossa mm. jäljellä olevaa tehoa, kW, kVAr, kVA, taajuutta jne.

Ennen generaattoreiden synkronointi suoritettiin manuaalisesti (pimeälampputahdistus) mikä aiheutti sähkökatkoja (black out), jotka johtuivat huonosti koulutetusta henkilökunnasta. Tämän takia manuaalista synkronointia yhä harjoitellaan eri laivasimulaattoreissa (konehuonesimulaattoreissa). Manuaalista synkronointia harjoitellaan vielä merikoulun sähköverstaan apukonesimulaattorissa. Kuitenkin nykyaikainen apukoneautomaatiikka on kehittynyt huomattavasti pidemmälle, erityisesti sähköpotkureiden asennusten takia.

Sähkökäyttöisten pääpotkureiden eli sähköpropulsion suuri suosion kasvu 1990-luvun risteilijöissä, jäänmurtajissa ja öljynporauslaivoissa loi uudet vaatimukset tehon/sähkön hallinnalle. Tällaisessa aluksessa kaikki asennetut sähkölaitteet muodostavat yhtenäisen sähköjakelujärjestelmän, jossa kaikki kuormitustilanteet, käynnistysvirtapiikit ja verkkohäiriöt aiheuttavat kuormaa ja synnyttävät toinen toisiinsa vaikuttavia häiriöitä. Uuden sukupolven aluksissa sähköjakelujärjestelmä on monimutkainen kokonaisuus, joka sisältää pitkälle kehitettyjä suojausjärjestelmiä. Järjestelmien suunnittelussa on myös huomioitava toimintojen selkeys ja käyttäjäystävällisyys.

Apukoneautomaatiikan optimaalinen käyttö ja hallinta on tärkeää aluksen turvallisen operoinnin kannalta. Yksi tärkeä tällaisen toiminnan seuraus on parempi energian hyödyntäminen, jonka tuloksena on pienempi polttoaineen kulutus, millä on merkitystä, sillä polttoainekulut on yksi suurimmista aluksen käyttökustannuksista.

Järjestelmien standardisointi ja hintojen lasku takaavat paremman yhteensopivuuden eri valmistajien välillä, ja vaikutus näkyy myös vähemmän automatisoiduissa sovel-

lutuksissa (tankkerit, ro-ro- ja bulkkialukset), joissa täten on paremmat ja vakaammat ohjausjärjestelmät.

Apukoneautomaatiikasta on tullut sisäänrakennettu elementti integroiduille sähköautomaatio- ja DP-järjestelmille. Perinteisesti PMS-järjestelmä on analysoinut vain hetkellistä tilannetta verkossa ja ottanut huomioon rajoitetun määrän käyttäjiä ja niiden järjestelmiä.

Viime vuosina kehittyneitä toimintoja on lisätty PMS-järjestelmiin, jotta on mahdollista kontrolloida sähkön tuottoa ja kulutusta optimoimalla välitön virran syöttö ja käyttö. Tämä on syynä miksi samaa järjestelmää kutsutaan EMS:ksi (energy management system). Tavallisesti eri termejä on käytetty samasta järjestelmästä, joten ei ole suurta eroa, kutsutaanko sitä EMS:ksi vai PMS:ksi. Kuitenkin on tärkeää tunnistaa erot, tavanomaisen PMS:n toimintojen ja kehittyneiden toimintojen välillä, jotka avaavat mahdollisuuksia uusien parannusten tekemiseen sähkökatkosten ehkäisemiseksi.

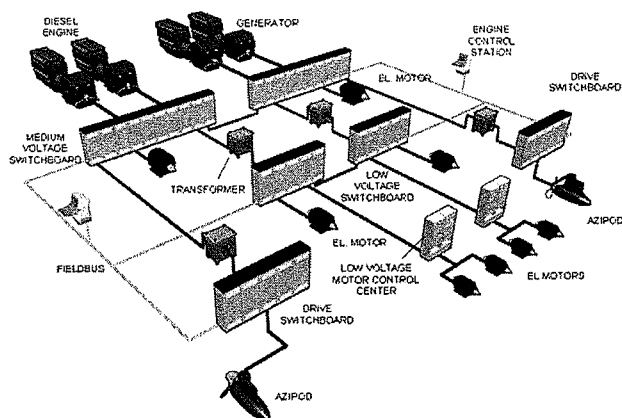
Apukoneautomaatiikka on laivan hallintajärjestelmän kriittinen osa. Usein se jaetaan eri hallintaosioihin, jotka voivat toimia yhdessä ja voivat jakaa tietoa toistensa välillä tai toimia itsenäisesti hätätilannetapauksissa tai esimerkiksi kun aluksessa täytyy toimia jaetulla päätaululla (DP-luokka 1 & 2). Apukoneautomaatiikka antaa tehoa, kun sitä tarvitaan ja estää blackout-tilanteet. Apukoneautomaatiikkaan kuuluvat laitteet sisältävät muun muassa moottorit, generaattorit, sähkötaulut ja ohjauksen yhdessä automaatiolaitteiston kanssa, joka suorittaa tarvittavan tietojen käsittelyn (laskualgoritmit).

Sähköjärjestelmä koostuu generaattoreista, kuluttajista ja jakelujärjestelmästä. Keskinopeuksisia dieselmootteita käytetään ensisijaisesti generaattorien pyörittämiseen. Mekaaninen lujuus, luotettavuus, nopea kuorman vaihteluun mukautuminen, vakaa lähtötaajuus ja toiminnan turvallisuus ovat syitä siihen, että sillä on vahva jalansija voimakoneita valittaessa (lukuun ottamatta polttoaineen kulutusta).

Muuntajia käytetään oikean jännitteen synnyttämiseksi vaihtelevataajuuksille potkureille ja sähkömoottoreille, joita usein käytetään 1500 V:lla. Muuntajat ovat teholtaan

25 - 30 MW. Pienjännitetaulut syöttävät sähköä pienitehoisille kuluttajille kuten pumpuille, kompressoreille, ilmastoinnille jne. tehoa noin 100 - 200 kW ja 690V tai 440V. Erikoisherkillä laitteille pitäisi syöttää verkkovirtaa UPS:lta (Uninterruptible Power Supply), joka tarjoaa puhdasta sinimuotoista sähköä todella pienillä yliaalloilla sekä virta- ja jännitevääristymillä.

Kuva 2.1 sisältää kaksi itsenäistä järjestelmää, yksi paapuurin puolella ja toinen aluksen styyrpuurin puolella. Kummallakin järjestelmällä on oma generaattori, keskijännitetaulu, pienjännitetaulu ja potkurit taajuusmuuttajakäytöillä (vaihtonopeuksinen propulsiotaulu). Kaikki sähköjärjestelmän osat moderneissa aluksissa, omilla ohjaimilla tai ilman, on kytketty aluksen ohjaus/valvontajärjestelmään, jossa yksittäiset signaalit tuodaan järjestelmään joko erillisillä signaalijohtimilla tai väylällä.



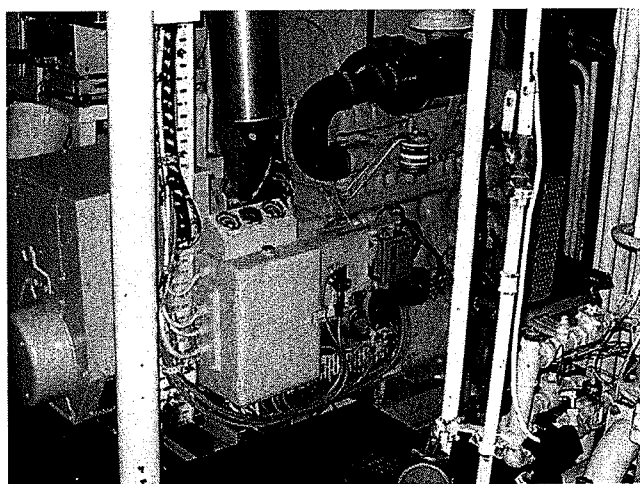
Kuva 2.1 Marine Power System (ABB Marine)

Laivan sähköjärjestelmä voidaan jakaa esimerkiksi seuraaviin osiin:

1. Sähköntuotantojärjestelmä
2. Sähköjakelujärjestelmä, sisältäen keskijännitetaulun ja taulukatkaisijan (yleensä jaettu kahteen tai useampaan osaan)
3. Muuntajat, jotka syöttävät eri jännitteitä
4. Matalajännitetaulut ja moottorinhallintakeskukset
5. Taajuusmuuntajat potkurimoottoreille jne.
6. Harmonisten häiriöiden suoja
7. Pyörivämuunnin puhtaan virran jakeluun
8. UPS:t, herkille laitteille ja automaatiojärjestelmille
9. Korkea- ja matalajännitteiset moottorit eri tarpeisiin

4.1 Apukone

Apukone on dieselmootorilla varustettu generaattori. M/S Fannylla moottorit ovat 4-sylinterisiä Valmetin 411 CMG-merimoottoreita. Generaattorit ovat teholtaan 38 kW ja pystyvät syöttämään virtaa 68,3 A per generaattori. Generaattoreissa on sisäinen jännitteen säätäjä.



Kuva 3. Apukone, dieselmoottori ja generaattori

4.2 Fannyn vanha järjestelmä

Fannyn alkuperäiset apukoneet vaihdettiin vuonna 1990. Koneet olivat jo vanhoja ja todettiin, että niihin ei voinut vaihtaa sylinteriputkia. Koneiden vaihdon yhteydessä saatiin sopimus aikaan ja vanhat apukoneet saivat jäädä merikoulun konesaliin. Nykyään koneet toimivat koulussa tapahtuvassa opetuksessa niin sähkömiehille manuaalisessa tahdistusharjoituksessa kuin korjaajilla ja vahtikonemestareilla huoltoharjoituskohteena. Fannyn apukoneautomaatiojärjestelmä on uusittu viimeksi vuonna 2000. Järjestelmä oli jo aikansa elänyt ja elinkaarensa lopussa. Aluksessa huomattiin myös häiriöitä kuten valojen välkkymistä, joka johtui jännitteen ja taajuuden heilahteluista. Muutostyössä kuitenkin jätettiin osa vanhasta järjestelmästä käyttöön eli modernisoinnista tuli melkoisen sekava lopputulokseltaan. Modernisoinnin yhteydes-

sä sähkökuvat jäivät päivittämättä tai päivitettiin puutteellisesti. Käyttöönotto suoritettiin hätäisesti ja työ otettiin liian aikaisin vastaan. Seurauksena oli, että järjestelmä ei milloinkaan toiminut moitteettomasti vaan aiheutti toiminnallaan suurta epävarmuutta merimatkojen aikana.

Jälkeenpäin kun järjestelmää yritettiin korjata, todettiin, että järjestelmän myynyt norjalainen yritys oli lopettanut toimintansa ja suomalainen yhteistyökumppani ei ollut enää kiinnostunut kyseisestä tapauksesta. Järjestelmä oli rakennettu logiikalla, johon ei saatu ohjelmointiohjelmaa, joten mitään selvyyttä siitä, miten systeemi toimii, ei koskaan saatu.

5 TEKNINEN TARKASTELU

Kun vanha järjestelmä todettiin vialliseksi, piti miettiä toimenpiteitä, joilla systeemi saataisiin jälleen toimintakuntoiseksi. Mahdollisuuksia oli kaksi, joko vanhan järjestelmän kunnostaminen tai kokonaan uuden järjestelmän hankkiminen. Vanhan järjestelmän korjausta yritettiin kotimaisen Autrosafen kautta, koska Norjasta ei vastattu lukuisista yhteydenottopyynnöistä huolimatta. Autosafe lupasi hoitaa yhteyden Norjaan, jos vain rahat riittäisivät. Pitkän harkinnan tuloksena päätettiin kuitenkin olla tilaamatta kallista miestä Norjasta. Jatkossa ongelmat voisivat olla kuitenkin samat, sillä järjestelmä ei ollut kovin toimintavarma.

Kun järjestelmä päätettiin uusida, mahdollisuuksia oli niin järjestelmän, kuin toimittajienkin suhteen. Ensiksi piti miettiä järjestelmän rakenne, oliko se integroitu valvomo ja PMS-systeemi vai itsenäinen PMS-systeemi. Todettiin kuitenkin, että Fannyn valvomo oli uusittu lähiaikoina ja se toimi moitteettomasti, jolloin koko järjestelmän päivitys olisi turhaa ja kallista. Tämän jälkeen kartoitettiin eri toimittajat, joita oli useita. Kaikkien toimittajien itsenäiset PMS-järjestelmät olivat suurin piirtein samoilla ominaisuuksilla varustettu. Joillakin oli jopa sama yksikkö, ainoastaan valmistajan logo oli eri. Harkinnassa toimittajasta päädyttiin kuitenkin Deifiin, jonka hyvä maine ja aktiivisuus projektissa oli hyvä.

Deifin valikoimassa oli kolme eri järjestelmävaihtoehtoa, joko erilliskomponenteista koottu, PPU tai PPM-3. Erilliskomponenteista koottu oli kuitenkin jo vanhanaikainen. Sen kokoonpano tulisi olemaan työläs ja hankalampi. Lisäksi siitä tulisi kalliimpi. PPU on Deifin valmistama ns. välimalli, josta oli kokemuksia laitetoimittajalta, telakoilta ja myös koulun oppilastöistä. Kuitenkin se olisi ollut jo vanhentunut malli. Näin tarkastelun jälkeen vaihtoehdoksi jäi PPM-3.

6 HANKINNAN VAIKUTUS OPETUKSEEN JA SEN KEHITTÄMISEEN

Hanke koskee periaatteessa merenkulun opetuksessa kolmea eri linjaa, jotka ovat kansi- ja konekorjauksen koulutusohjelma tai osaamisala, korjaaja; konepäällystön koulutusohjelma tai osaamisala, vahtikonemestari; sähkökäytön koulutusohjelma tai osaamisala, laivasähköasentaja.

Tutkintojen tavoitteena on sellainen ammatillinen aluksen käytön, huollon ja kunnossapidon perusosaaminen, että tutkinnon suorittanut saa koulutuksen ja työkokemuksen perusteella suorittamansa koulutusohjelman opintoja vastaavan pätevyyskirjan ja voi aloittaa työskentelyn aluksella tai muissa sellaisissa tehtävissä, joihin tarvitaan edellä mainitun mukaista pätevyyttä ja osaamista. Tutkinnon ammatillista ydinosaamista ovat meri- ja alusturvallisuuden ylläpitäminen ja aluksen käyttö kansainvälisten sekä kansallisten säädösten ja määräysten edellyttämällä tavalla (Opetushallitus. 2010, Ammatillisen perustutkinnon perusteet, määräys 36/011/2010).

Hankintaa määriteltäessä mietittiin myös sitä, miten hankinta vaikuttaa opetukseen tai esimerkiksi opetussuunnitelman määrittelyyn. Sähköpuolen opettajien vastuulla oli myös vahtiperämiehien ja korjaajien sähkötekniikan perusteiden opetus ja siihen sisältyvä automaation osuus. Tähän asti kurssit ovat olleet hyvin teoriapainotteiset ja kunnolliset käytännön esimerkit tai harjoitteet ovat olleet vähissä. Kunnollinen, uudenaikainen ja toimiva järjestelmä, joka on hyvin dokumentoitu, mahdollistaa kunnollisen teoriamateriaalin. Myös käytännönläheiset harjoittelut tulisivat mahdollisiksi.

Fannya käytetään syksyisin ja keväisin ajoharjoitteluun Rauman edustalla. Ajon aikana oppilaat pitävät ruoria ja määrittelevät myös kurssin, sekä harjoittelevat tähtämistä. Samalla ajon aikana voisi myös konehuoneessa harjoitella apukoneautomaatiikan eri tehtäviä, joita olisivat esimerkiksi aluksen irrotus maasähköstä, apukoneiden käynnistys ja tahdistus. Ajonaikainen apukoneiden huolto, vaatii toisen koneen käynnistykseen ja tahdistamiseen verkkoon ja huollettavan apukoneen irrotuksen verkosta, pysäytyksen on myös tärkeätä hallita.

Opetuksen kannalta edellä mainitut ovat todella käytännönläheisiä ja tarpeellisia tehtäviä. Samojen tehtävien hallintaa monet varustamot edellyttävät palkatessaan miehistöä aluksilleen. Tehtävät voisi myös sisällyttää kurssin näyttökokeeseen, jossa pystytään havainnoimaan todellinen osaaminen. Näyttökokeen aikana voitaisiin vielä korjata virheelliset toiminnot ja käsitykset. Tämä koskisi kaikkia korjaaja-, vahtikonemestari- ja sähköasentajaoppilaita. Sähköoppilaat saisivat sen lisäksi tarkempaa laitekohtaista opetusta sekä perehdytystä ohjelmointiin, häiriöihin ja yksikön vaihtoon mahdollisessa vikaantumistilanteessa. Sähköoppilaiden näyttöön voisi ajatella esimerkiksi yksikön vaihdon ja parametrien asettelun käyttöönottoineen. Tämä olisi todella käytännönläheinen ja mielenkiintoinen tehtävä. Tehtävän suorittaminen onnistuneesti lisäisi oppilaan itsevarmuutta ja motivaatiota.

6.1 Vahtikonemestarin ammattitaitovaatimukset

Laivakonetekniikan osalta vahtikonemestarin ammattitaitovaatimukset määritellään seuraavasti:

Opiskelija tai tutkinnon suorittaja osaa toimia konevahtipäällikkönä, valmistella koneiden ja koneistojen käyttöönoton ja ajaa ne alas. Valvoa ja ohjata erityyppisten kattiloiden ja paineastioiden käyttöä. Käyttää, valvoa ja huoltaa pää- ja apukoneistoja sekä niiden oheislaitteistoja, ohjaus- ja valvontajärjestelmiä ja ohjata muita koneiston prosesseja merellä ja satamassa. Tehdä mittauksia konekäytössä, huollossa ja asennuksessa. Käsitellä, ohjata, valvoa ja mitata polttoaineen, veden, voiteluaineiden ja tarvikkeiden täydennystä ja siirtoa. Pitää kone- ja öljypäiväkirjoja. Tyypillisimpien koneiden tai koneistojen käyttöhäiriöiden vianetsinnän ja toimenpiteet vaurioiden ehkäisemiseksi tai minimoimiseksi. Kommunikoida englanniksi ja käyttää englanninkielisiä tietolähteitä. (Opetushallitus. 2010, Ammatillisen perustutkinnon perusteet, määräys 36/011/2010)

6.2 Korjaajan ammattitaitovaatimukset

Laivakonetekniikan osalta korjaajan ammattitaitovaatimukset määritellään seuraavasti:

Opiskelija tai tutkinnon suorittaja osaa huoltaa pääkoneita, apukoneita ja höyrykattiloita. Siirtää ja käsitellä painolastia, poltto- ja voiteluaineita. Huoltaa kylmälaitteita. Tehdä mittauksia huollossa ja asennuksessa. Varastoida konehuoneen tarvikkeita. Ottaa tehtävissään huomioon terveyteen, turvallisuuteen ja toimintakykyyn vaikuttavat asiat. Huolehtia työympäristönsä järjestyksestä, siisteydestä ja viihtyisyydestä. Noudattaa työssään yrittäjyyden ja sisäisen yrittäjyyden periaatteita ja laatujärjestelmien vaatimuksia. (Opetushallitus. 2010, Ammatillisen perustutkinnon perusteet, määräys 36/011/2010)

6.3 Laivasähköasentajan ammattitaitovaatimukset

Sähköntuotantojärjestelmien osalta laivasähköasentajan ammattitaitovaatimukset määritellään seuraavasti:

Opiskelija tai tutkinnon suorittaja

Tuntee aluksen sähkövoimalaitoksen (PMS/EMS) toimintaperiaatteen, toiminnan ja yleisimmät järjestelmäkomponentit siten, että osaa vikatilanteessa suorittaa järjestelmällisesti vianhakumittauksia laitedokumentteja hyväksikäyttäen. Osaa suorittaa yleisimmät huoltotoimenpiteet tahtigeneraattoreille. Osaa suorittaa generaattorien käsintahdistuksen aluksen sähköverkkoon sekä tehdä siihen liittyvät tarkastukset. (Opetushallitus. 2010, Ammatillisen perustutkinnon perusteet, määräys 36/011/2010)

Fannyn järjestelmän modernisointi tukisi ylläolevien ammattitaitovaatimusten saavuttamista täydellisesti.

7 DEIF

Deif (Danish Electro Instrument Factory) perustettiin vuonna 1933. Perustajana Erling Foss ja kaksi hänen kumppaniaan. Alkuvaiheessa yhtiön pääasiallinen toiminta muodostui sähkömagneettisten mittauslaitteiden kokoonpanosta ja asennuksesta. Tuotannossa keskityttiin tarkkuutta ja luotettavuutta vaativiin sovelluksiin. (http://www.deif.com/About_DEIF-1.aspx)

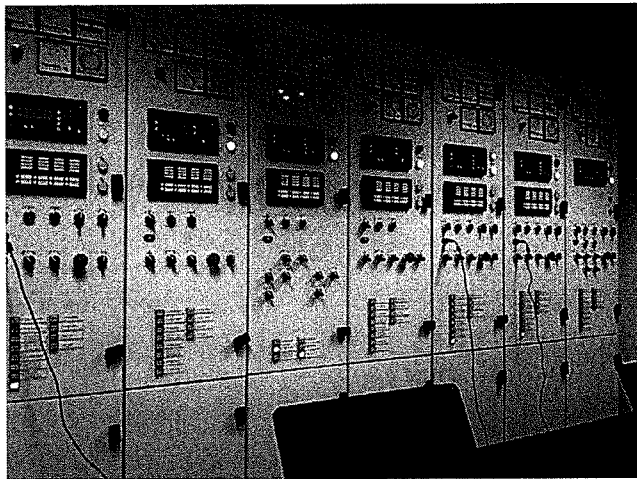
Tänään Deif:n omistaa ja sitä hallinnoi perustajan poika, Toke Foss. Tuotanto ja kehitys sijaitsevat Tanskassa, mutta Deif myy ja palvelee tuotteitaan maailmanlaajuisesti. Tuotteista on tullut erittäin kehittyneitä ja niitä markkinoidaan myös tietointensivisillä liiketoiminta-alueilla, kuten moottori- ja generaattorihjauksiin, vaihdinstrumentointeihin, komentosillan instrumentointeihin ja uusiutuvien energialähteiden ohjauksiin, kuten esimerkiksi tuulivoimalat. (http://www.deif.com/About_DEIF-1.aspx)

Luotettava energian saanti kaikissa oloissa on tärkeää monissa tilanteissa. Paitsi aluksilla tietenkin, lentokentillä, sairaaloissa ja syrjäisillä seuduilla, joissa ei ehkä ole luotettavaa julkista energiatoimittajaa. Tällöin voidaan olla täysin riippuvaisia dieselgeneraattoreista, ja käytetään luotettavaksi osoittautunutta Power Management-järjestelmää. (http://www.deif.com/About_DEIF-1.aspx)

7.1 DEIF-VIERAILU

Maaliskuussa suoritettiin vierailu Deifin päämajassa Skivessä, Tanskassa. Vierailun aikana tutustuttiin Deifin tuotantolaitokseen ja tuotteisiin. Deifin tuotantolaitos on kooltaan 3600 m² ja siellä oli suunnittelu-, kokoonpano- ja testausosastot. Henkilökuntaa Skivessä on noin 400. Testaus laitteille on monipuolinen, ja se sisältää erittäin monipuoliset testaukset, esimerkiksi EMC, kylmä, lämpö, värinä yms. Laitos tuottaa käyttämänsä lämpöenergian ja sähkön omilla apukoneilla, sähköä riittää jopa myyntiin asti. Samalla näillä laitteilla suoritetaan myös pitempiaikaisia testejä.

Vierailun aikana käytiin myös kahden päivän kurssi PPM-3 laitteesta. Kurssi sisälsi suunnittelun, asennuksen ja käyttöönoton. Teoriaosuuden jälkeen käytännön osuus suoritettiin simulaattorilla. Tämä kurssi antoi hyvän valmiuden tämän työn suorittamiseen.



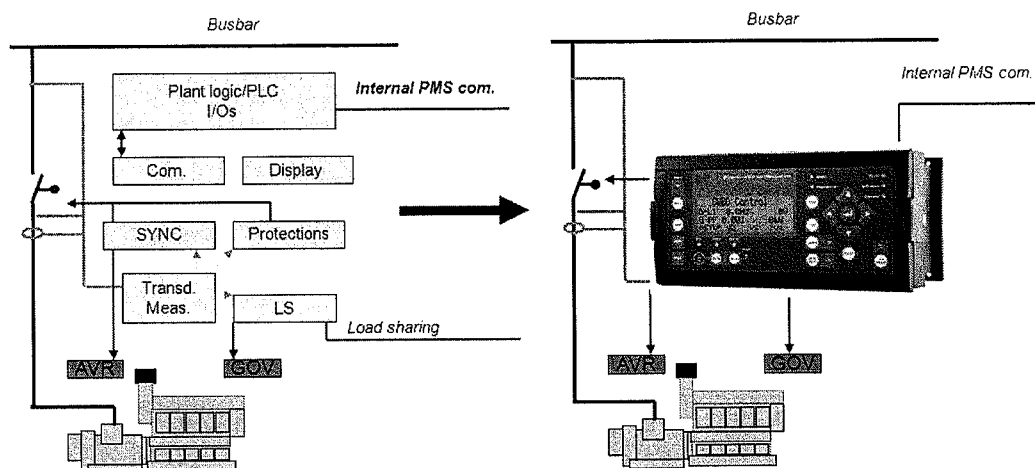
Kuva 4 Deifin PPM-3-simulaattori

8 PPM-3 SUOJAUS- JA TEHON HALLINTAJÄRJESTELMÄ

PPM-3 on moniajojärjestelmä, joka on täysin integroitu, standardi tehon hallintajärjestelmä ilman turhia sisäisiä yhteyksiä. Se pystyy käsittelemään 1 – 16 dieselgeneraattoria, 1 hätägeneraattorin, 8 väyläkatkaisijaa, 2 akseligenaattoria ja 2 sata-maohjausta, kaikki samassa järjestelmässä.

Mikroprosessoripohjainen ohjausyksikkö sisältää kaikki tarvittavat suojaustoiminnot. Yksikkö sisältää tarvittavat kolmivaiheiset mittauspiirit ja näyttää kaikki mitattavat arvot ja hälytykset LCD-näytössä.

Käyttäjystävällinen ohjelmointityökalu tekee käyttöönoton ja suunnittelun suhteellisen helpoksi.



Kuva 5. PPM-3, periaatekuva

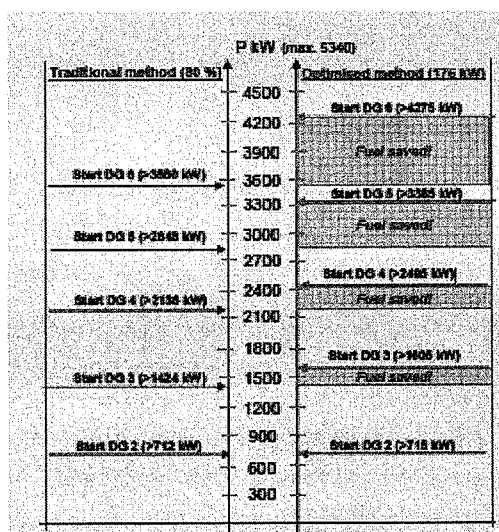
8.1 PPM-3-vakiotoimintojen kuvaus

8.1.1 Sääötävät

Yksikkö sisältää neljä erilaista sääötappaa, jotka ovat kuorman jako, kiinteä taajuus, kiinteä teho ja taajuusohjaus.

8.1.2 Polttoainetta säästävä tekniikka

Aluksissa, joissa on paljon eritehoisia apukoneita, saadaan tehon optimoinnilla paljon säästöä aikaa. Järjestelmä ohjaa tehon tarpeen mukaan apukoneita niin, että seuraava apukone lähtee vähän myöhemmin käyntiin, kuitenkin niin, että tehon tarve on taattu.



Kuva 6. Polttoaineen säästövertailu

Käytössä on myös lämpötilariippuvainen jäähdytysajo, joka tarkoittaa sitä, että normaalikäytössä apukoneen irrotessa verkosta konetta jäähdytetään määrätyn ajan ennen kuin se pysäytetään. Tässä ajotavassa riippuu dieselin lämpötilasta, suoritetaanko jäähdytysajoa vai pysäytetäänkö apukone saman tien. Tämä säästää myös polttoainetta, varsinkin jos suurista apukoneista on kysymys.

Järjestelmä kykenee myös vaihtamaan apukoneiden prioriteettijärjestystä itsenäisesti. Näin saadaan muodostettua aina optimaalinen kombinaatio käytettävissä olevista apukoneista.

8.1.3 Multi-master-järjestelmä

PPM-3 on Multi-Master-järjestelmä, jossa kaikki tärkeät tiedot lähetetään kaikista yksiköistä kaikkiin yksiköihin, jolloin kaikki yksiköt saavat tiedon omasta asemasta. Tämä järjestelmä tekee sovelluksesta immuunin häiriöille. Tämä tarkoittaa sitä, että jos järjestelmässä yksi ohjausyksikkö hajoaa, se poistuu pelistä ja toimivien yksiköiden prioriteetti muuttuu.

8.1.4 Vikasietoinen viestintä

PPM-3 keskustelee muiden yksiköiden kanssa CAN-väylällä, joita on kaksi kappaletta. Toisen vioittuminen ei vielä pysäytä järjestelmää.

8.1.5 Joustavat sovellusasetukset

PPM-3 on ohjelmoitavissa PC-ohjelmalla Software 3, joka on Windows-pohjainen käyttöönotto- ja parametrintiohjelma. Ohjelma on monipuolinen ja ystävällinen käyttää.

8.1.6 Suojaukset

Kytettävä generaattori on suojattu takateholta, ylikuormalta, ylivirralla, ylijännitteeltä, alijännitteeltä, yli/alitaajuudelta, jännitteestä riippuvaisesta ylivirrasta ja virta/jännite-epäbalanssilta. Laite suojaa kiskostoa ylijännitteeltä, alijännitteeltä, ylitaajuudelta, alitaajuudelta ja jännitteen epäbalanssilta.



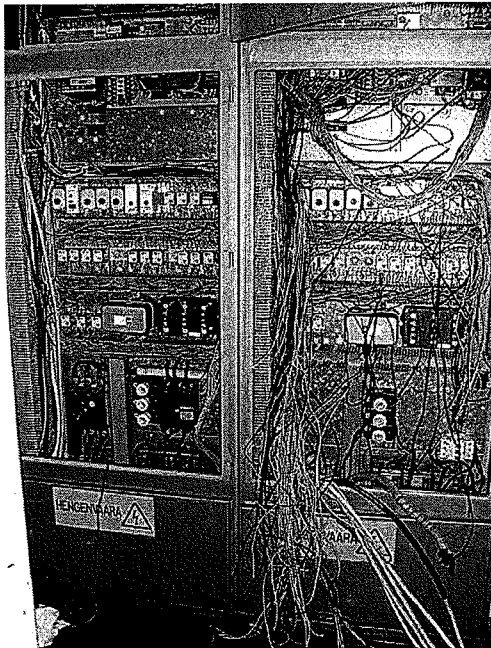
Kuva 7. PPM-3 yksikkö

9 ASENNUS

9.1 Asennus

Asennus aloitettiin viikolla 11. Laivasähköasentaja-opiskelijat tyhjensivät sähkökaapit vanhasta tekniikasta. Työ oli vaativa, sillä vanhat sähkökuvat muutoksineen eivät pitäneet paikkaansa ja erityisen varovainen piti olla kaapeleiden irrotuksessa ja kai-kista piti mitata jännitteettömyys. Työ vei kolmelta oppilaalta kaksi työpäivää.

Kaappien pohjalevyt ja ovet vietiin koululle ja uusien osien asennus tehtiin sähköluokassa.



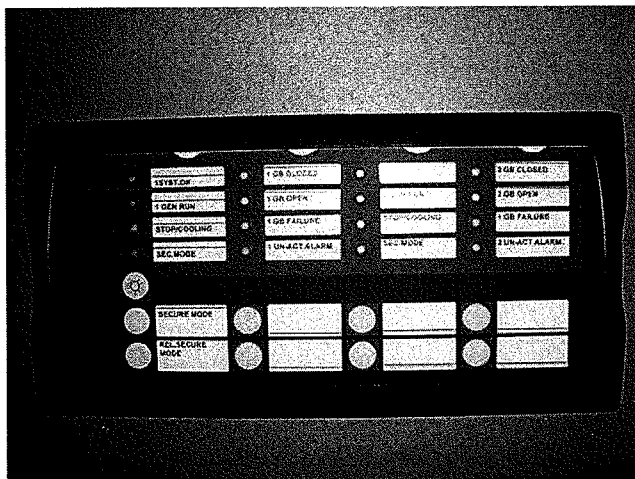
Kuva 8. Vanha järjestelmä. Purkaminen alkuvaiheessa.

Uusille laitteille suunniteltiin layout, jonka mukaan oppilaat asensivat uudet osat aluslevylle. Levylle asennettiin PPM-3, generaattorikatkaisija, 6 kpl apukontaktoreita, riviliittimiä, 6 kpl 2A automaattisulakkeita ja johtokourua. Laitteasennuksen jälkeen johdotettiin generaattorikatkaisija ja testattiin sen toiminta. Myös kaikki muu mahdollinen johdotettiin jo luokassa, jotta asennus Fannyssa sujuisi joutuisasti.

Pohjalevyt asennettiin takaisin kaappeihin, jotta muu johdotustyö voisi alkaa. Tämäkin oli tarkoitus tehdä oppilastyönä, mutta tässä vaiheessa ilmoitettiin, että Fanny pitää olla purjehduskunnossa viikolla 16. Tämä sai aikaan sen, että asennustyötä piti alkaa tehdä itse iltaisin ja viikonloppuisin aikataulussa pysymiseksi. Johdotustyö deifin manuaalien ja muun oheismateriaalin kanssa oli suhteellisen yksikertainen, mutta aikaa vievä osuus.

2-generaattori käynnistettiin ensimmäisen kerran 7.4.2010 ja 1-generaattori 9.4.2010. Viimeiseksi komentosillalle asennettiin lisäoperointipaneeli. Paneelin led-näytöstä pystyy näkemään apukoneiden tilat ja painonapeilla pystytään hallitsemaan tarpeen vaatiessa komentosillalta apukoneita.

Paneeli on monikäyttöinen, ja sen pystyy ohjelmoimaan jälkepäin uudestaan jos käytön aikana havaitaan vielä jotain puutteita. Nyt paneelin ohjelmoinnista vastasivat oppilaat.



Kuva 9. Komentosillan AOP-2 paneeli

9.2 Käyttöönotto

Laitteiden varsinainen käyttöönotto aloitettiin 10.4.2010. Tässä vaiheessa tarkistettiin kaikki sisääntulot ja varmistettiin, että kaikki suojalaitteet toimivat, kuten öljynpaine- ja vedenlämpöanturit. Näille annettiin myös prioriteetti, joka hälytyksen sattuessa pysäyttää apukoneen välittömästi. Tässä tapauksessa prioriteetteja oli valittavana kolme: varoitus, hälytys, pysäytys. Antureille asennettiin myös ns. ”wire break”-toiminto, joka antaa hälytyksen kaapelivauriosta.

Parametrien asettelussa voi käyttää joko paneelia ovesa tai tietokonetta. Käyttöönottoaikana käytettiin molempia tapoja; näin testattiin myös paneelin käyttökelpoisuus käyttöönotossa.

Käyttöönotossa yksikölle annetaan kaikki tärkeimmät tiedot generaattoreista, kuten maksimiteho 38 kW, virta 68,5 A, taajuus 50 Hz, maksimikierrosluku 1500 rpm. Koska järjestelmän tarkoituksena on varmistaa tehonsaanti kaikkina aikoina, on myös varmistettava, että CAN-automaatioväylä toimii ja yksiköt keskustelevat keskenään. PPM-3 on varustettu kahdella CAN- väylällä, A- ja B-väylä. Tällä on aikaansaatu varmistus: jos jompikumpi väylistä vikaantuu, ottaa toinen väylä hallinnan ja järjestelmä ei mene vikatilaan. Väylän toiminta mahdollistaa kuorman jaon ja esimerkiksi prioriteetin valinnan.

Suojaustoiminnot on asetettu jo tehtaalla, mutta ne on syytä käydä läpi yksityiskohdaisesti. Näin varmistetaan, että generaattori ja sähköverkko on suojattu mahdollisissa häiriötilanteissa. Mahdollisia häiriötilanteita ovat esimerkiksi generaattorin tai verkon puolen ali/ylijännite, yli/alitaajuus, epäbalanssi eli taajuus ja jännite heittelevät, yms.

Määriteltävänä on myös hälytysten seuraus. Järjestelmässä voidaan kaikki hälytykset muokata tekemään seuraavia asioita: varoitus, generaattorikatkaisijan ”trippaus” eli

avataan katkaisija, ”trippaus” ja apukoneen pysäytys, hätäpysäytys ja normaali alasajo.

Myös toisarvoiset kuormat eli vähemmän tärkeät kuormitukset on asetettava. Jos generaattorin virta nousee 100 % tai sitä suuremmaksi 10 sekunnin ajaksi, pudottaa järjestelmä ne pois verkosta ja antaa hälytyksen.

Seuraavaksi suoritetaan toiminta-asetusten muokkaus. Näitä asetuksia on käyntitiedon valinta, joka voidaan valita joko taajuuden perusteella tai jos moottorin vauhtipyörällä on anturi, kerrotaan järjestelmälle vauhtipyörän hampaiden lukumäärä. Tässä tapauksessa niitä on 128. Myös starttausaika määritellään, mikä tarkoittaa sitä, että kun moottorin kierrosluku on nousut esimerkiksi yli 400 rpm, lopettaa järjestelmä starttaamisen. Epäonnistuneiden käynnistysten määrä annetaan, Fannylla se määriteltiin kolmeksi. Jos diesel ei käynnisty kolmannella kerralla, tulee hälytys ja yksikkö lopettaa käynnistysyritykset. Viimeinen asetusmuokkaus on jäähdytysajan asettelu, joka on konekohtainen ja perustuu käyttöönoton aikaiseen kokemukseen. Alkuarvona annettiin 240 sek. Jäähdytysaika on aika, jonka moottori käy generaattorikatkaisijan aukeamisen jälkeen, jotta moottori jäähtyisi eikä tekisi heti pysähdyttyään jäähdytysvesihälytystä. Tämä on tärkeä parametri varsinkin turbodieseleillä varustettuihin generaattoreihin.

Seuraavaksi asetetaan synkronointiparametrit. Näillä parametreilla määritellään, koska generaattori voidaan kytkeä verkkoon toisen generaattorin tai maasähkön rinnalle. Määritellään ns. sulkeutumisikkuna, jonka aikana generaattorikatkaisijan pitää sulkeutua. Arvo annetaan asteissa ja on 10°. Asteluku tarkoittaa generaattorin tuottaman sähkön ja verkon välisestä suurimmasta sallitusta vaihe-erokulmasta. Tämän lisäksi annetaan synkronointiaika, joka on noin 50 ms. Näillä parametreilla varmistetaan, että tahdistushetkellä tahdistettavan generaattorin generaattorikatkaisijan molemmilla puolilla taajuus, jännite ja vaihekulma ovat samat. Tahdistuksessa pahimmassa tapauksessa, jos vaihekulmien ero on 180°, on oikosulkujännite 800 V ja oikosulkuvirrat sen mukaiset.

Viimeiseksi viritetään nopeuden säädin, joka säätää apukoneen kierroksia tarvittaessa. Kierrossäädin on analoginen säädin ja toimii PID-periaatteella. Ensiksi viritetään vain Kp, jolloin Td ja Ti pitää olla asetettuna 0 sekunniksi. Tämän jälkeen nostetaan

Kp-arvoa niin kauan, kunnes säätö tulee epästabiiliksi. Tätä voi seurata tietokoneella Deif utility softwarren trendinäytöllä. Kun nopeussäädin alkaa värähdellä, saatu arvo puolitetaan.

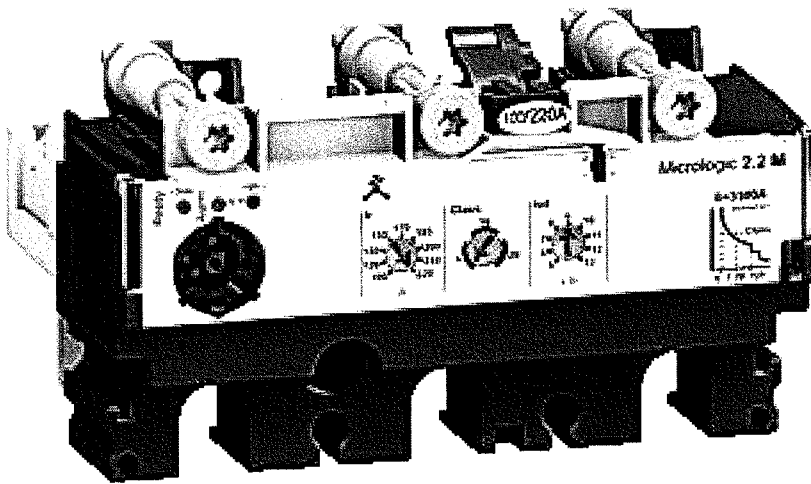
Seuraavaksi viritetään Ti. Nostetaan Ti:n arvo korkeaksi esimerkiksi 30 sek. Tämän, jälkeen Ti-arvoa lasketaan askel askeleelta, kunnes säädin alkaa jälleen värähdellä. Tämän jälkeen asetetaan Ti-arvo 1,5 – 1,7 kertaa suuremmaksi kuin nyt saatu arvo. Viimeiseksi viritetään Td. Lisätään Td-arvoa niin kauan, kunnes säädin alkaa värähdellä ja vähennetään arvosta 50 %...70 %. Tarvittaessa viritäminen voidaan uusua, jos jostain syystä järjestelmä muuttuu epästabiiliksi säädön aikana.

Fannyn generaattoreissa on sisään asennetut jännitesäätäjät, joten AVR-säätö on tarpeeton. Molempien generaattoreiden käydessä lauantaina 10.4.2010 ne tahdistettiin ensimmäisen kerran verkkoon ongelmitta.

9.3 Koeajot

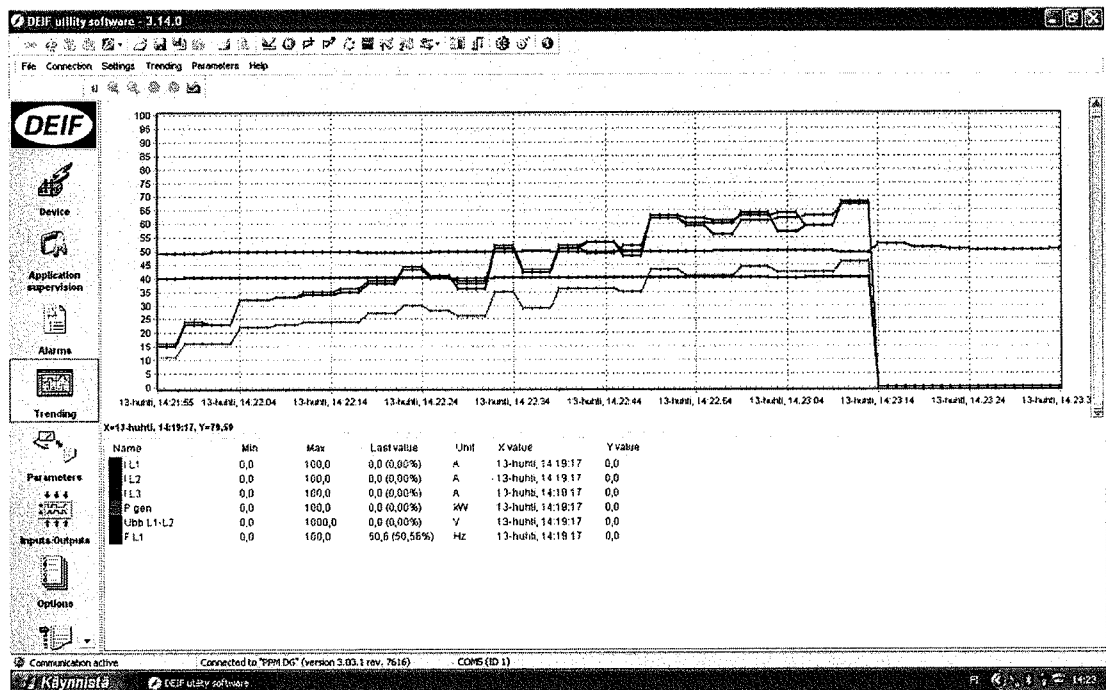
9.3.1 Suojareleen säätö

Koeajot suoritettiin 13.4.2010. Ensiksi säädettiin generaattorikatkaisijan Compact NSX 100 maksimivirta suojareleestä Micrologic 2.2, joka on elektroninen suojarele kaapeli- ja laitesuojaukseen sähkönjakelun sovelluksissa. Säätö tapahtui asettelemalla ensiksi generaattorin maksimivirta $I_n = 63$ ampeeriin. Sen jälkeen pitkäaikainen ylivirtasuojaus $I_r = 0,4 \dots 1 \times I_n$, tässä tapauksessa $0,95 \times 63A = 59,85A$. Seuraavaksi lyhytaikainen ylivirtasuojaus $I_{sd} = I_r \times 5 = 59,85 \times 299,25 A$, mikä on käytännössä oikosulkuvirta.



Kuva 9. Micrologic 2.2 suojarеле

Suojarелеen säädön jälkeen testattiin releen toimivuus kuormittamalla generaattori kerrallaan vesivastuksella niin kauan, kunnes rele ”trippasi” eli laukesi.



Kuva 10. Suojarелеen säätö. Kuvan trendinäytössä näkyy, miten katkaisija ”trippaa”, kun suojarелеen arvot ylittyvät.

9.3.2 Kuormitus- ja synkronointiajot

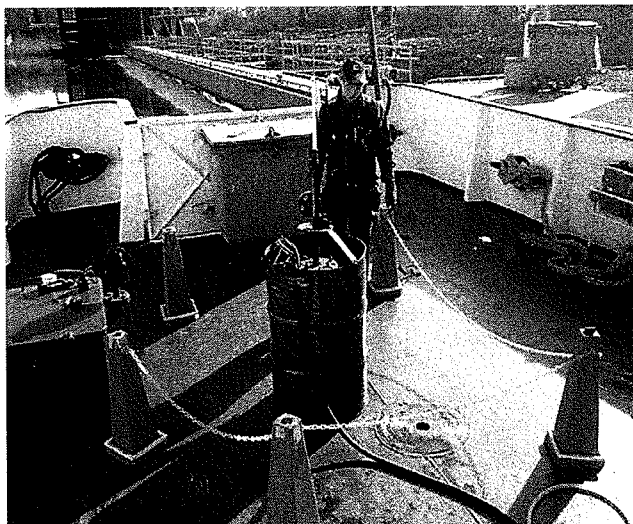
Apukoneautomaation tärkein tehtävä aluksessa on varmistaa joka hetki tarvittava energian saanti. Tämän toteamiseksi suoritettiin kuormitusajo, jossa generaattoreiden tuottama energia ajettiin vesivastukseen.

Koeajo aloitettiin asettamalla molemmat apukoneen PMS-moodiin, jossa automatiikka hoitaa kaiken esiasetettujen parametrien mukaan. PMS-moodissa molemmat apukoneet ovat käyttövalmiina ja prioriteetissa pienempi käynnistyy ja kytkee generaattorikatkaisijan kiskoon.

Kuormitus aloitettiin tyhjäkäynnillä eli virtaa ei kulkenut vesivastukseen lainkaan. Tämän jälkeen vastusta säätämällä saatiin virta nousemaan portaattomasti, mutta aina tasan kymmenluvun tullessa pidettiin pieni tauko ja merkittiin arvot ylös. Parametrit on asetettu niin, että kun apukoneen teho on noussut 80%:iin, tulee toinen apukone mukaan. Kone käynnistyy ja automatiikka kytkee generaattorikatkaisijan synkronoinnin jälkeen kiskoon ensimmäisen apukoneen rinnalle. Automatiikka käyttäytyi juuri asetetulla tavalla ja toinen apukone tuli mukaan.

Tämän jälkeen kuormitusta lisättiin vielä 75 A ja seurattiin, miten automatiikka ja apukoneet käyttäytyvät. Kaikki kuitenkin toimi niin kuin pitikin. Seuraavaksi kuormitusta ryhdyttiin laskemaan tarkoituksena selvittää, millä kuormalla automatiikka kytkee toisen apukoneen irti kiskosta ja suorittaa jäähdytysajon, jonka jälkeen apukone pysähtyy. Kuorman pudotessa tasolle 18 A/ apukone automatiikka toimi edellä kuvatulla tavalla kuten oli suunniteltu.

Näitä testejä suoritettiin välillä prioriteettia vaihtamalla 2 - 3 kertaa/apukone. Näillä koeajoilla varmistettiin järjestelmän toimivuus ja luotettavuus.

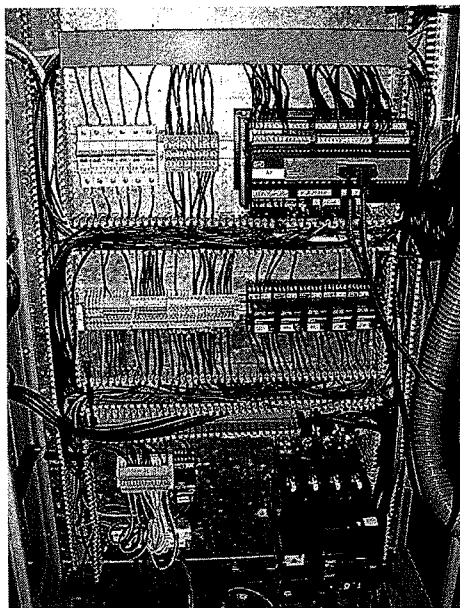


Kuva 11. Vesivastus

9.3.3 Merikoeajo

Maanantaina 19.4.2010 suoritettiin merikoeajo, jossa testattiin PMS-järjestelmä tosi-tilanteessa. Samalla koekäytettiin myös alukseen talvella asennetut Furunon tutkat.

1. apukone käynnistettiin ja tahdistettiin maaverkkoon, minkä jälkeen maakaapeli irrotettiin. Merikoeajon aikana vaihdettiin apukoneiden prioriteettia ja ”semi mode”-asennon kautta vaihdettiin tehon syöttö 2. apukoneelle. Koeajon aikana ei ilmennyt mitään ongelmia.



Kuva 12. PPM-3 asennettu vanhaan kaappiin

10 PROJEKTIN VAIKUTUS APUKONEAUTOMAATIO-KURSSIIN

Opetussuunnitelmassa laiva-automaatiotekniikan kurssi on kestoltaan 11 ov ja siitä apukoneautomaatiokurssin pituus on 3 ov. Kurssin sisältöön on määritelty tavoitteet ja keskeiset asiat. Niiden mukaan opiskelija tuntee aluksilla käytettävät virtalähteet niin, että pystyy tekemään vikadiagnoosin toimimattomasta laitteesta. Opiskelija tuntee myös apukoneautomaatiikan toiminnot niin, että pystyy vikatapauksessa paikallistamaan viallisen lohkon ja turvaamaan aluksen kulun sekä turvallisuuden edellyttämän minimienergian saannin. Opiskelijan tulee myös osata prosessipohjaisten ohjaus- ja valvontajärjestelmien perusteita niin, että hän kykenee dokumentointia hyväksi käyttäen tarkistamaan ohjelmasta mittaus- ja ohjaustoiminnot sekä lataamaan ohjelman valvontaan ja prosessiohjaukseen (Opetushallitus 2004, Ammatillisen peruskoulutuksen opetussuunnitelman ja näyttötutkinnon perusteet, s 72).

Vuonna 2008 tehtiin laivojen sähkökäytön koulutuksen kehittämistarveselvitys. Selvityksen tekivät Riku Anttila ja Jarno Laine. Selvityksessä haastateltiin useita osapuolia, joita kyseinen koulutus koskettaa. Keskeisiä toimijoita ovat työnantajat eli varustamot. Joulukuussa 2008 julkistetun varustamobarometrin mukaan 67 % kyselyyn vastanneista merenkulkualan vaikuttajista arvioi, että alan koulutus ei vastaa elinkeinon tarpeita. Vastauksissa korostettiin erityisesti sitä, että nykyinen koulutusjärjestelmä on liian teoreettinen ja koulutusaika liian pitkä ja toivottiin käytännönläheisempää lähestymistapaa. Esimerkiksi laivaharjoittelua toivottiin lisää. Tavoitteena pitäisi olla, että merenkulku saa ammattitaitoista ja osaavaa henkilökuntaa kaikkiin vakansseihin.

Laivasähköalan erityisenä rasitteena on koettu ammatillisen erikoisosaamiseen liittyvän opintomateriaalin puuttuminen (Anttila R & Laine J, s 53 - 55). Selvitystyössä haastateltiin myös kuutta entistä laivasähköalan opiskelijaa, näkemyksiä koulutuksesta ja työstä laivalla. Haastateltujen työkokemus vaihteli kolmen kuukauden ja yhdeksän vuoden välillä. Kaikki haastateltavat olivat yksimielisiä siitä, että koulutus on antanut riittävän pohjan laivasähkömiehen työhön. Osa oli sitä mieltä, että koulutus,

riittää vanhempiin laivoihin, mutta uudemmissa laivoissa laajempi automaation tietämys olisi avuksi (Anttila R & Laine J, s 68).

No, mikä on tämän lopputyön vaikutus seuraaviin apukoneautomaatio-kursseihin? Ennen tämän työn alkua kurssi perustui lähinnä vanhoihin materiaaleihin, joita käytiin läpi. Mukana oli myös tuoreempia, lähinnä mainosmateriaalia. Materiaalin läpikäymisen jälkeen käytiin käytännön toimia läpi, joko koulun vanhentuneella päätaululla tai koulualuksien samaa ikäluokka olevilla laitteilla. Kuitenkin elämme tätä päivää ja uudet alukset ovat varustettu paljon uudemmilla järjestelmillä. Meidän pitää varmistaa, että koulusta valmistuneet sähkömiehet pystyvät toimimaan merellä itsenäisesti uudempienkin järjestelmien kanssa. Vaikka uusia apukoneautomaatiojärjestelmiä tekee useampikin toimittaja, pääsääntöisesti niiden toimintatapa on suurin piirtein sama. Joten käymällä hyvin läpi yksi järjestelmä, pärjää myös muiden kanssa.

Tämän projektin myötä saimme myös opintomateriaaliksi kaikki Deifin tuottamat manuaalit, jotka ovat yksityiskohtaisia ja päivitysversiot löytyvät aina verkosta ja ne ovat vapaasti käytettävissä.

11 YHTEENVETO

Projekti aloitettiin syksyllä 2009 ja lähtökohtana oli Fannyn toimintavarmuuden lisääminen. Selvitystyössä kartoitettiin potentiaaliset laitetoimittajat ja heidän halunsa ryhtyä yhteistyöhön koulun kanssa.

Valmarine oli tehnyt 2008 koululle mittavan projektin, jossa asennettiin uusi konevalvomo-ohjelmisto. Konevalvomoon oli liitetty konesalin Wärtsilän W32 päämoottori ja kaksi apukonetta. Valmarine ilmoitti olevansa kiinnostunut tekemään myös Fannyn modernisoinnin. Valmarine oli myös kokemuksemme perusteella hyvä yhteistyökumppani, jolta sai hyvää tuotetukea.

Mietinnän jälkeen kuitenkin päädyttiin Deifin ratkaisuun. Valinnassa vaikuttivat hyvät kokemukset Deifin tuotteista ja Deifin vastaanotto kaikissa ratkaisevissa asioissa. Näitä asioita oli esimerkiksi hinta: saimme kaikki laitteet puoleen hintaan. Deif lupasi myös kouluttaa meidät Tanskassa, jos tilaus syntyisi. Vierailu Tanskassa oli antoisaa ja kurssi todella auttoi tämän projektin läpiviemistä. Missään vaiheessa emme jääneet yksin, vaan aina kun tuli kysyttävää, ystävät Tanskassa auttoivat eteenpäin. Ehkä projektin antoisin puoli oli se, että saimme hyviä ystäviä.

Projektin alussa oli suunnitelma, että oppilaat tekisivät suurimman osan fyysisestä työstä ja itse olisin vain projektin vetäjä ja päälle katsoja. Myös oppilaat olivat alussa innoissaan, kun pääsivät todellisiin töihin. Kuitenkin syksyllä päätös järjestelmän-toimittajasta venyi ja työn aloittaminen samalla. Deifin toimittamien tavaroiden saapueissa oli jo aikaa kulunut turhan paljon. Tämä aiheutti sen, että asennusten alkaessa viikolla 11 tuli ilmoitus, että alus pitäisi olla purjehduskunnossa viikolla 16. Pelkääntään oppilastyönä projektia ei voinut ajatella, sillä opetussuunnitelmassa ei ole otettu tätä projektia huomioon ja oppilailla ei ollut lukujärjestyksessä tarpeeksi aikaa. Tämä johti siihen, että projektin kunnialliseksi läpiviemiseksi piti itse ottaa osaa asennukseen. Kevään kaikki viikonloput ja osa illoista kului siis aluksen konehuoneessa. Projekti saatiin kuitenkin valmiiksi ajoissa eikä takaiskuja tullut. Oppilaiden osuus töistä oli vanhan keskuksen purku, pohjalevyjen kasaus uusilla komponenteilla, pohjalevy-

jen asennus Fannylle ja osa johdotustyöstä. Oppilaiden kanssa suunnittelimme layoutin ja sähköpiirustukset, jotka opettaja piirsi Cad-ohjelmalla. Oppilaat olivat myös mukana käyttöönotossa ja kuormitusajossa. Oppilaat myös ohjelmoiva lisänäyttöpaneelin komentosillalle.

Lopputuloksena saatiin siis toimiva apukoneautomaatiikka. Tähän asti opetussuunnitelmassa on ollut apukoneautomaatio-kurssi, jossa on käyty läpi Fannyn vanhaa järjestelmää ja M/s Hakunin järjestelmää sekä harjoiteltu koulun sähköverstaan päätaululla. Kuitenkin kaikki on ollut jo aikansa elänyttä tekniikkaa.

Tämän projektin lopputuloksena opetuksen tarpeisiin on käytettävissä järjestelmä, joka on uusinta saatavilla olevaa tekniikkaa ja seuraavat kurssit voivat hyödyntää sitä. Kurssin sisältö muutettiin myös tukemaan uutta tekniikkaa.

Myös Deif on halukas käyttämään Fannya referenssinä, ei niinkään itse aluksen vuoksi, olihan heillä referenssejä jo vaikka kuinka paljon. Projektin seurauksena saatiin Suomeen asiantuntijoita, jotka pystyvät kertomaan mahdollisille uusille suomalaisille asiakkaille tästä tuotteesta.

Opinnäytetyön tekijän näkökulmasta työ onnistui odotusten mukaisesti ja koulu sai, mitä tilasi ja on tyytyväinen. Tekijälle projektin paras anti oli uuden tekniikan omaksuminen ja yhteistyö, jota tehtiin projektin edetessä Deifin edustajien kanssa.

LÄHTEET

Anttila R & Laine J. 2008. Laivojen sähkökäytön koulutuksen kehittämistarveselvitys.

Deif, Application notes. [Viitattu 8.3.2009] Saatavissa:
<http://www.deif.com/Files/Filer/Documentation/Files/4189340582.pdf>.

Deif, Designers reference handbook. [Viitattu 8.3.2009] Saatavissa:
<http://www.deif.com/Files/Filer/Documentation/Files/4189340583.pdf>.

Deif, General guidelines for commissioning. [Viitattu 3.4.2009] Saatavissa:
<http://www.deif.com/Files/Filer/Documentation/Files/4189340447.pdf>.

Deif, Installation instructions. [Viitattu 3.4.2009] Saatavissa:
<http://www.deif.com/Files/Filer/Documentation/Files/4189340582.pdf>.

Deif, Operator's manual. [Viitattu 6.4.2009] Saatavissa:
<http://www.deif.com/Files/Filer/Documentation/Files/4189340579.pdf>

Deif, Quick start guide. [Viitattu 8.3.2009] Saatavissa:
<http://www.deif.com/Files/Filer/Documentation/Files/4189340603.pdf>.

Opetushallitus. 2004, Ammatillisen peruskoulutuksen opetussuunnitelman ja näyttötutkinnon perusteet. Helsinki. Edita Prima Oy.

Opetushallitus. 2010, Ammatillisen perustutkinnon perusteet, määräys 36/011/2010. Oy Fram Ab, Vaasa 2010.

Sähköala.fi www-sivut [Viitattu 30.11.2010] Saatavissa:
<http://www.sahkoala.fi>

Uola M.2000. Merenkulun opetusta Raumalla 1880 - 2000. Vammala. Vammalan kirjapaino Oy.

Winnova Oy:n www-sivut.[Viitattu1.12.2010]Saatavissa: <http://www.winnova.fi>

LIITELUETTELO

Apukoneiden käyttöohjeet	Liite 1,2 ja 3
Koulualus Fannyn tutkalaiteet uusittiin	Liite 4
Sertifikaatti	Liite 5
Sähkökuvat, kaapiston layout	Liite 6
Sähkökuvat, pohjalevy gen 1	Liite 7
Sähkökuvat, pohjalevy gen 2	Liite 8
Sähkökuvat, PPM wirings gen 1	Liite 9
Sähkökuvat, PPM wirings gen 2	Liite 10
Sähkökuvat, PPM-3 johdotus gen 1	Liite 11
Sähkökuvat, PPM-3 johdotus gen 2	Liite 12
Sähkökuvat, gen 1 antureiden liitännät	Liite 13
Sähkökuvat, gen 2 antureiden liitännät	Liite 14
Sähkökuvat, mittaristo gen 1	Liite 15
Sähkökuvat, mittaristo gen 2	Liite 16
Sähkökuvat, Gb 1 ohjaus	Liite 17
Sähkökuvat, Gb 2 ohjaus	Liite 18
Sähkökuvat, riviliittimet gen 1	Liite 19
Sähkökuvat, riviliittimet gen 2	Liite 20
Sähkökuvat, GOV 1	Liite 21
Sähkökuvat, GOV 2	Liite 22

APUKONEIDEN KÄYNNISTYSOHJEET

Apukoneiden käynnistys, kun maasähkö on kytkettynä

- Avaa pohjakaivo BB apukoneelle.
- Tarkista moottoreiden jäähdytysvedet ja öljyt.
- Käännä kummankin apukoneen päävirtakytkin asentoon ”SWB”.
- Valitse kumman apukoneen haluat käynnistää. Paina sen koneen käyttöpaneelista ”1st PRIOR”-painiketta. Varmista, että vihreä led-valo syttyy.
- Käännä valitun apukoneen päävirta katkaisija asentoon ”PMS”.
- Varmista käyttöpaneelista, että automaatti on päällä.”AUTO”-painikkeen vieressä palaa vihreä led-valo.
- Apukone käynnistyy. Vihreä led ”RUN” syttyy.
- Odota, että generaattori tahdistuu verkkoon. ”CLOSED” led-valo syttyy.
- Käännä toisen apukoneen päävirtakytkin asentoon ”PMS” ja varmista käyttöpaneelista, että automaattimoodi on käytössä.
- Käännä maista syötön-kytkin asentoon nolla.
- Irrota maista syötön-kaapeli.

Koneiden sammutus, maista syöttöön siirtyminen

- Varmista, että maista syötön-kytkin on asennossa nolla.
- Kytke maista syötön kaapeli.
- Käännä kummankin apukoneen päävirtakatkaisija asentoon ”SWB”.
- Irrota generaattori verkosta painamalla punaista ”GB OFF”-nappia. Varmista, että generaattori irtoaa verkosta.
- Käännä maista otto-kytkin asentoon 1.
- Anna apukoneen käydä tyhjäkäyntiä noin 5 minuuttia.
- Pysäytä apukone, painamalla ”EMERGENCY STOP”-nappi pohjaan.
- Palauta ”EMERGENCY STOP”-painike normaali asentoon.
- Jätä apukoneiden päävirtakytkimet ”SWB”-asentoon. Käännä apukoneiden päävirtakatkaisija ”OFF”-asentoon vain, kun satamassa oloaika on pitkä.

Koneen käynnistys ja tahdistus, toisen rinnalle semi-automoodilla

- Varmista, että kummankin apukoneen päävirtakatkaisija on asennossa "PMS".
- Paina käynnistettävän apukoneen käyttöpaneelista "SEMI AUTO"-painiketta, vihreä merkkivalo syttyy.
- Käynnistä apukone painamalla vihreää "START"-painiketta.
- Odota, että apukone käynnistyy. Vihreä led "RUN" syttyy.
- Tahdistusta generaattori painamalla vihreällä ympäröityä "CLOSED"-painiketta. Tahdistus on tapahtunut, kun "CLOSED" led jää palamaan vihreänä.

Apukoneen pysäytys semi-auto moodilla.

HUOM! Automatiikka ei hyväksy "Black Out"-tilannetta. Jos sammutettava apukone on ainoa käynnissä oleva kone, automatiikka ei suostu pysäyttämään sitä.

- Varmista, että apukoneen päävirtakatkaisija on asennossa "PMS".
- Valitse käyttöpaneelista semi-auto moodi painamalla "SEMI AUTO"-painiketta. Varmista, että vihreä led syttyy.
- Irrota generaattori verkosta painamalla punaisella ympäröityä "OPEN"-painiketta.
- Pysäytä apukone painamalla punaista "STOP"-painiketta.
- Automatiikka alkaa laskea jäähdytys aikaa. Näytössä teksti "Cooling down".
- Apukone pysähtyy.

Apukoneen pysäytys, painonapeilla (SWB)

- Käännä apukoneen päävirtakatkaisija asentoon ”SWB”.
- Irrota generaattori verkosta painamalla punaista ”GB OFF”-nappia.
- Anna apukoneen käydä noin 5 minuuttia tyhjäkäyntiä.
- Sammuta apukone painamalla punainen ”EMERGENCY STOP”- nappi pohjaan. Tai avaamalla sähkökeskus ja kääntämällä ”STOP”-releen (K1.5/K2.5) oranssia läppää itseesi päin.

Manuaalinen yhden koneen käynnistys, hätätapauksissa

- Käännä apukoneen päävirtakatkaisija asentoon ”SWB”
- Avaa sähkökeskus ja käynnistä apukone releestä ”START” (K1.4/K2.4). Käännä releessä olevaa oranssia läppää toisesta reunasta itseesi päin, kunnes apukone käynnistyy.
- Aja taajuus 50 Hz:iin, kääntämällä ”DOWN/UP”-kytkintä vaadittuun suuntaan.
- Kytke generaattori verkkoon painamalla vihreää ”GB ON”-nappia.
- Tarkista taajuus. Pidä taajuus 50 Hz:ssä ”DOWN/UP”-kytkimellä.

KOULUALUS FANNYN TUTKALAITTEET UUSITTIIN

RAUMA JA ALUE | 28.03.2010 klo 07.15 |

Länsirannikon Koulutus Oy:n Winnovan merenkulku- ja turva-alan eli tuttavallisemmin Rauman merikoulun koulualus Fanny pääsee keväällä vesille entistä ehompana ja mikä merkittäväntä myös entistä turvallisempina. Vuonna 1974 rakennettuun Fannyyn on asennettu talven aikana uudet tutkalaitteet samoin kuin uusi sähkön tuottamisen varmistava apukoneautomaatiikka.

Rahaa opetuskäytön ja toimivuuden kannalta välttämättömiin uudistuksiin kului yhteensä noin 50 000 euroa. Loppusumma olisi huomattavasti suurempi, mikäli työ olisi pitänyt teettää ulkopuolisilla ammattilaisilla.

– Nyt liikkeelle lähdettiin oppilasideasta. Uudistustyöt puolestaan toteutettiin mahdollisimman pitkälle oppilasvoimin, mikä säästi meiltä huomattavia summia Fannyn päällikkönä toimiva lehtori Jukka-Pekka Kiuru paljastaa.

Tutkalaitteiston uusimisen suunnitteli oppilastyönään Jari Nieminen, joka valmistui Raumalta vahtiperämieheksi. Työn valvomisesta ja sen pääosin toteuttaneiden oppilaiden ohjauksesta vastasi sähköalan lehtori Jarno Laine yhteistyössä Rauma Electronicsin Sakari Liipolan kanssa.



Tanskalaisen DEIF:n valmistaman apukoneautomaatiikan asennusta puolestaan valvoi ja ohjasi merikoulun toinen sähköpuolen lehtori Markku Sippola.

Jari Niemisen mukaan Fannyn vanhat tutkalaitteet olivat auttamattomasti liian vanhat, jotta niistä olisi enää ollut todellista hyötyä opetuskäyttöön.

Furunon valmistama uusi järjestelmä pitää sisällään tutkien lisäksi satelliittikompassin ja radiopuhelimen. Remontin yhteydessä kaikki elektroniset järjestelmät myös päivitettiin.

– Nyt meilläkin on samanlaiset vehkeet kuin oikeissakin laivoissa on, eikä enää tarvitse pelleillä millään antiikkijutuilla. Uudistuksen myötä myös turvallisuus parani huomattavasti, Kiuru vertaa.

ASKO TANHUANPÄÄ, LÄNSI-SUOMI



This is to certify that


Markku Sippola


has successfully completed the

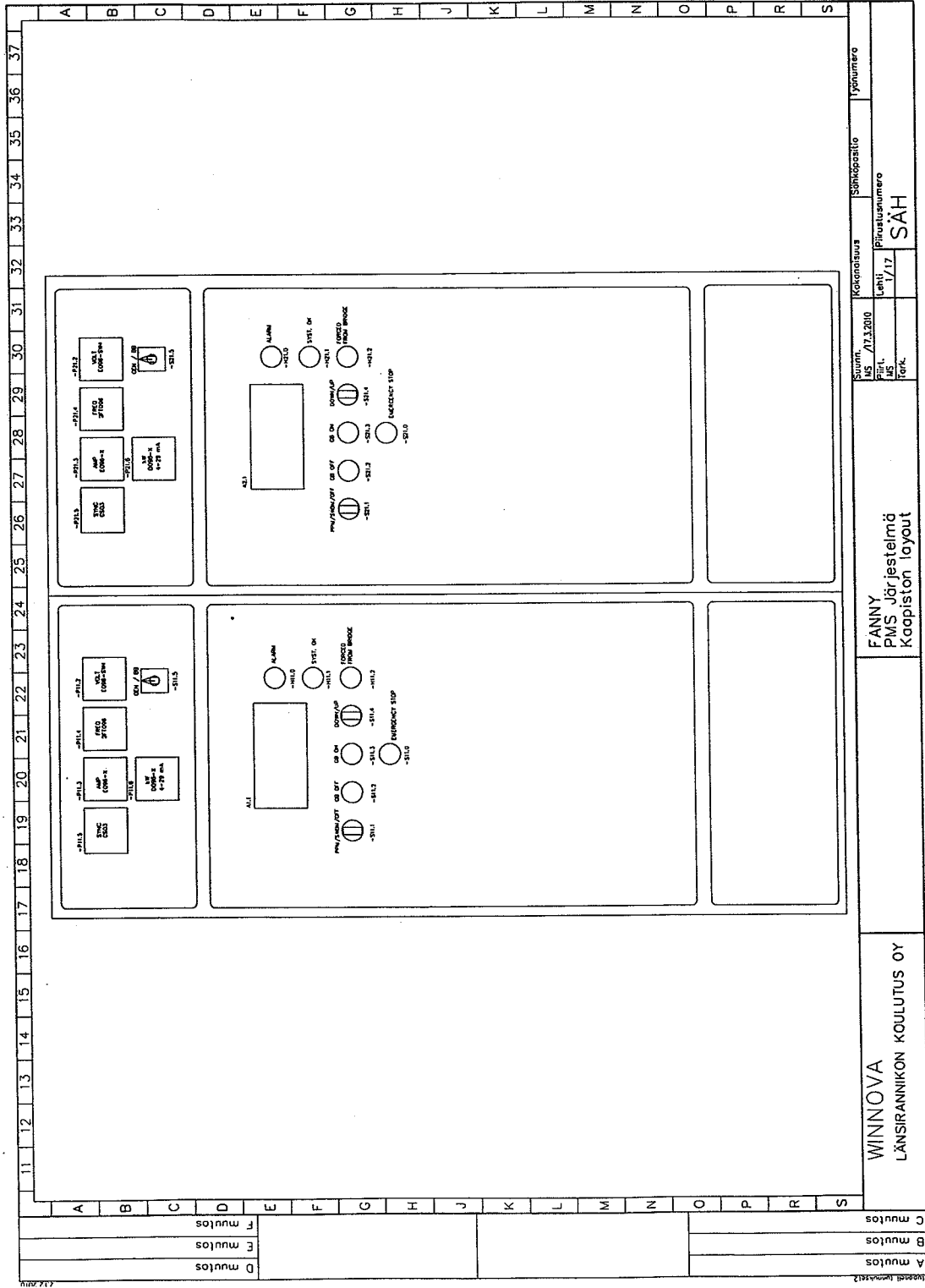
DEIF PPM 3 Service/Designer

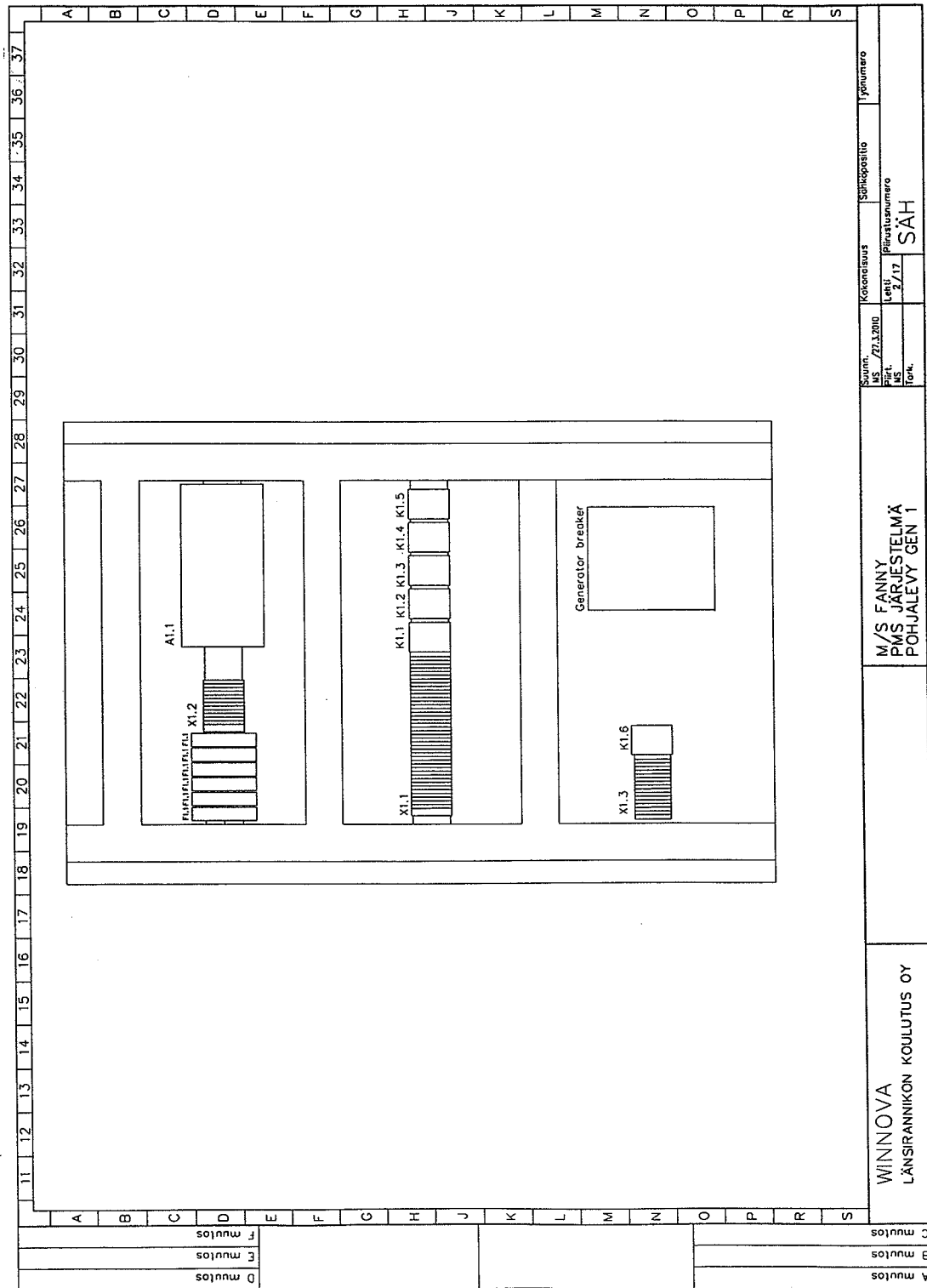
Training Course

March 3, 2010


Morten B. Madsen
Support Engineer
DEIF A/S


Henrik Vester
Support Engineer
DEIF A/S



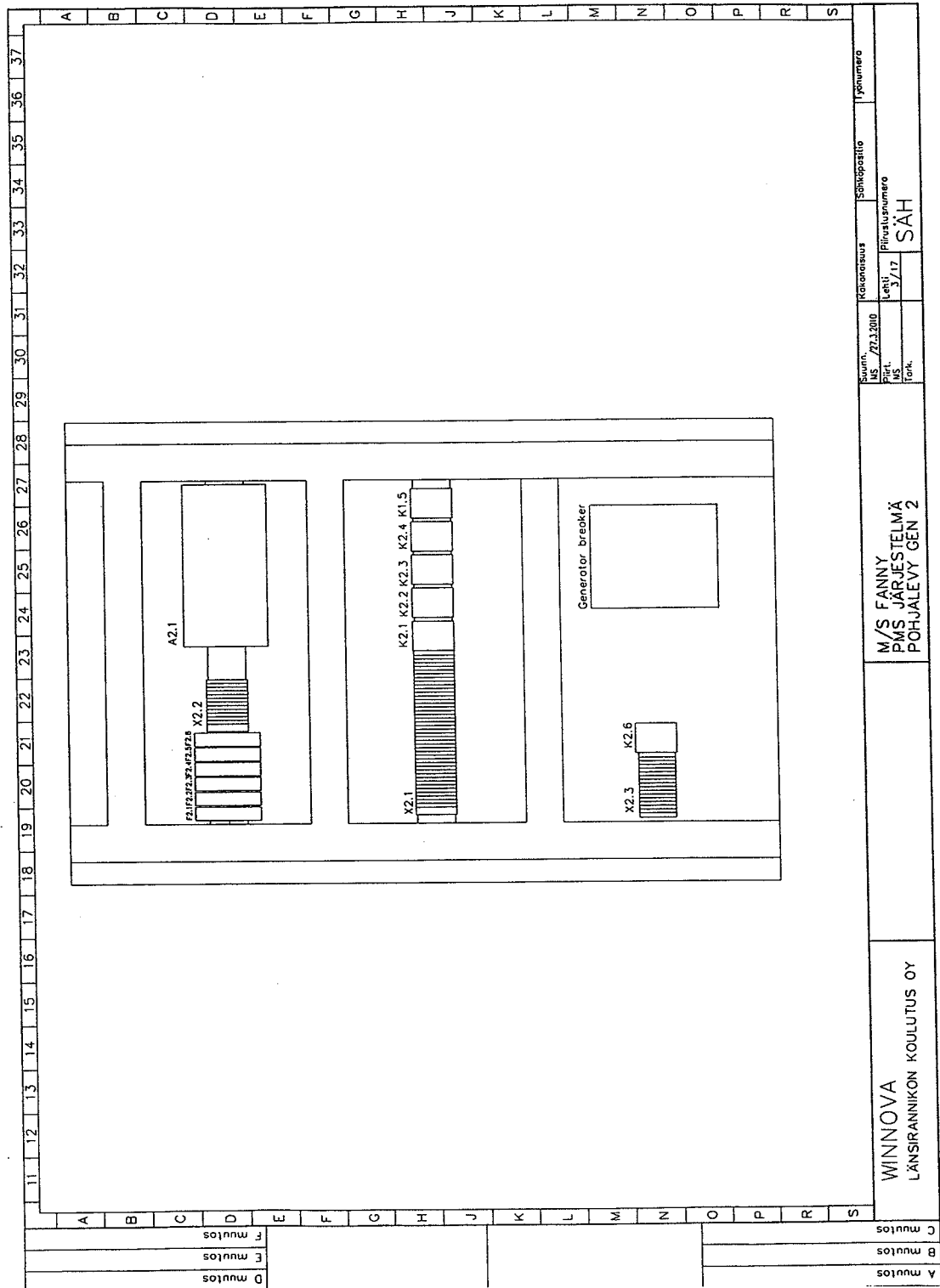


WINNOVA
LÄNSIRANNIKON KOULUTUS OY

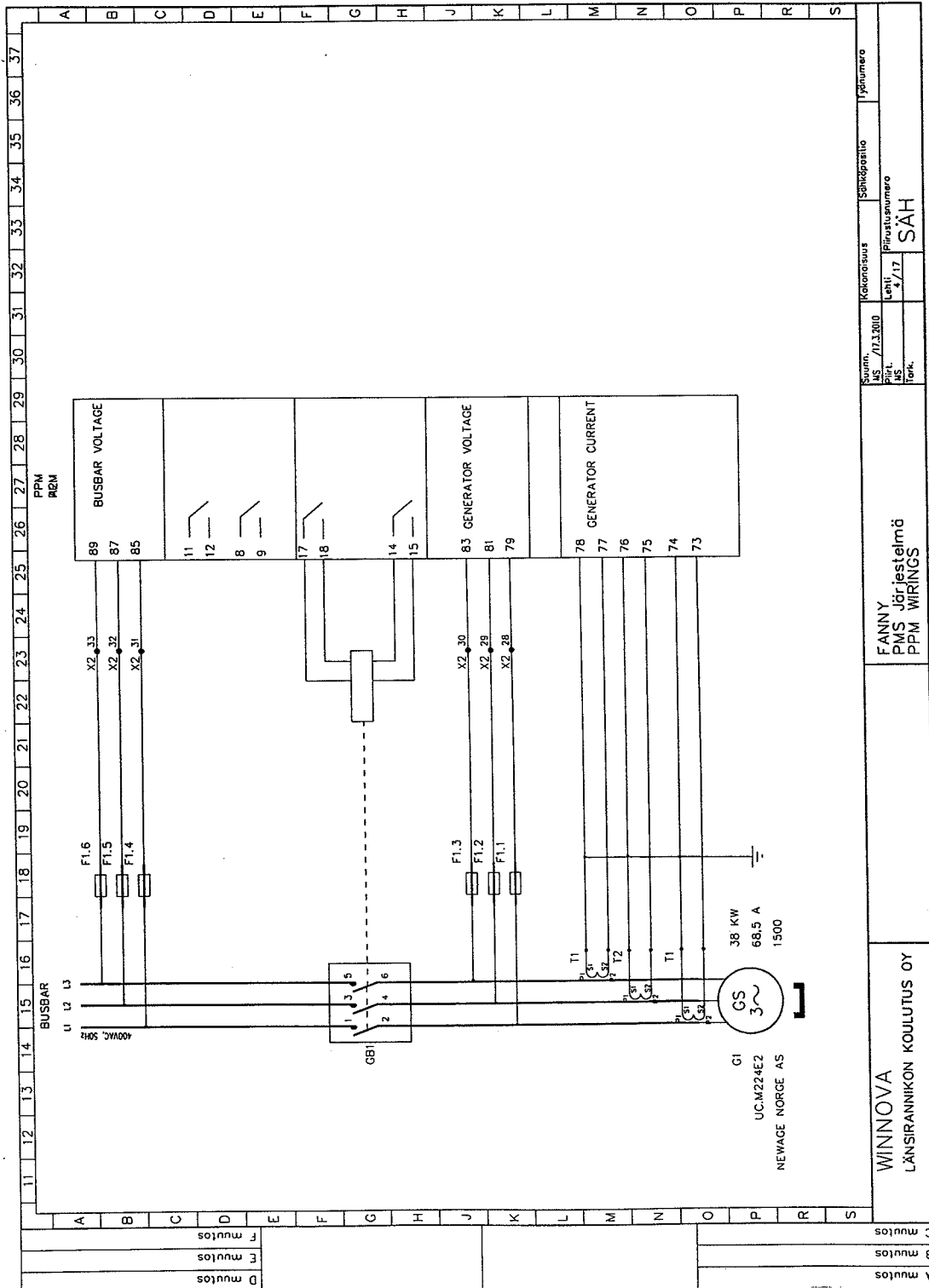
M/S FANNY
PMS JÄRJESTELMÄ
POHJALEVY GEN 1

Summa	Kokonaissuus	Sähköpostin	työnumero
MS / 7/7.3.200			
Part.	Lehti	Piirustusnumero	
MS	2/17		SÄH
Torh.			

A	muitos
B	muitos
C	muitos
D	muitos
E	muitos
F	muitos
G	
H	
J	
K	
L	
M	
N	
O	
P	
R	
S	



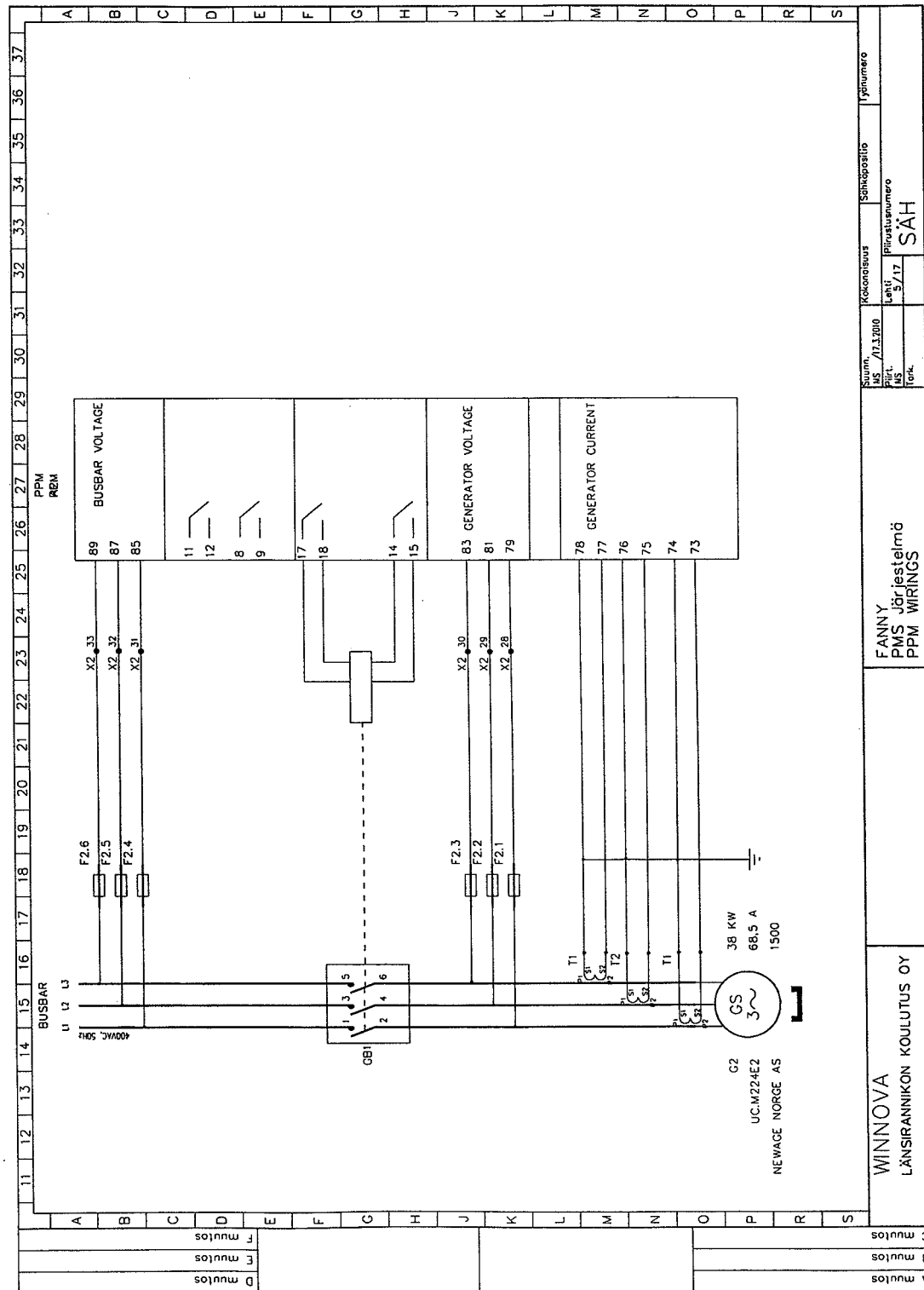
A multos	WINNOVA LÄNSIRANNIKON KOULUTUS OY		M/S FANNY PMS JÄRJESTELMÄ POHJALEVY GEN 2		Suunn. MS /27.3.2010		Kokonaissuus		Sähköpiiritti		Tyyppinumero	
B multos					Piih. MS		Lehti. 3/17		Piirustusnumero		SÄH	
C multos					Tarkk.							



Suunn. /17.1.2010		Kokonaissuus	Sähköpiirito	Yhteysnumero
MS	MS	Lehti	Piirustusnumero	
MS	MS	4/17	SÄH	
WINNOVA		LÄNSIRANNIKON KOULUTUS OY		FANNY Järjestelmä PPM WIRINGS

C mutoles
B mutoles
A mutoles

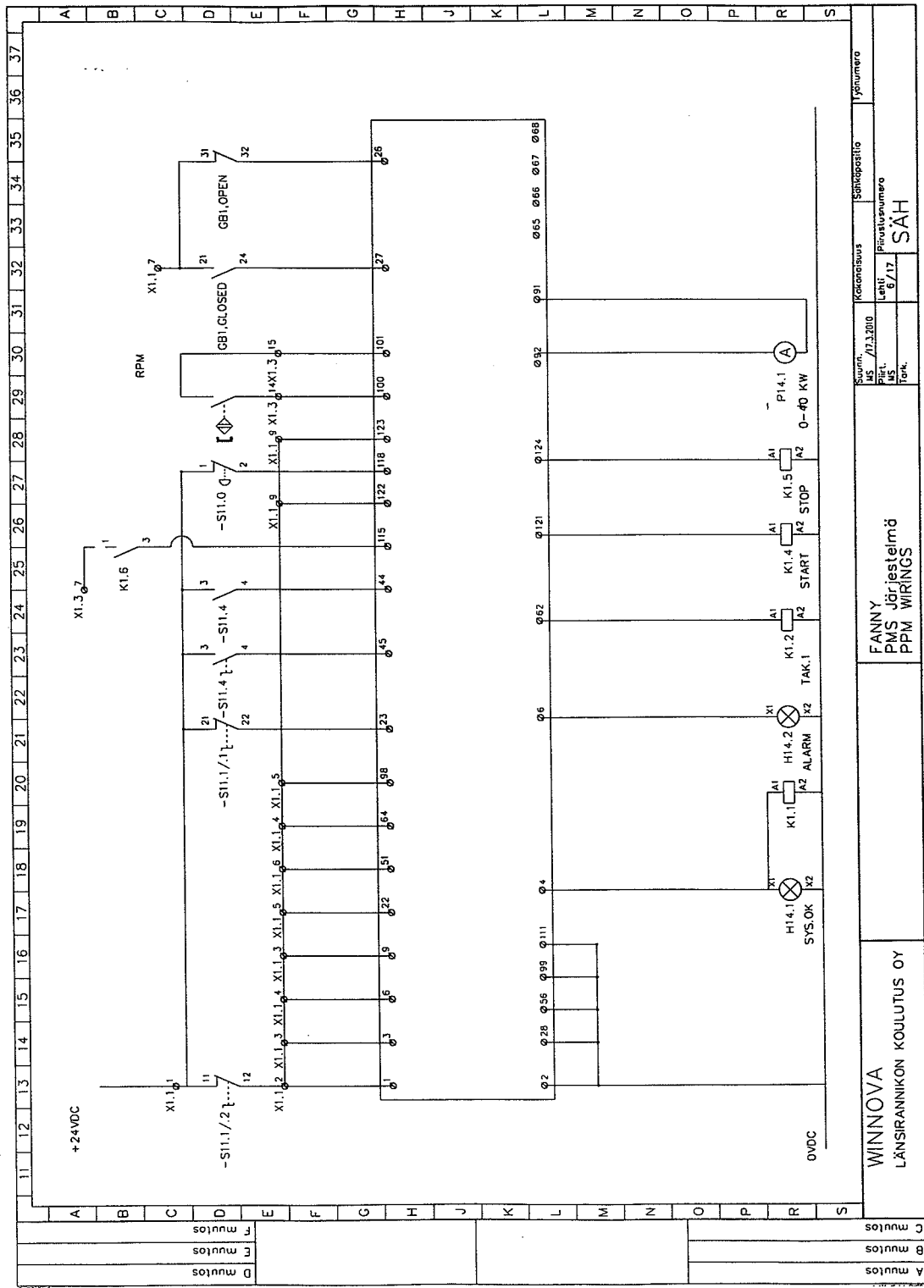
D mutoles
E mutoles
F mutoles



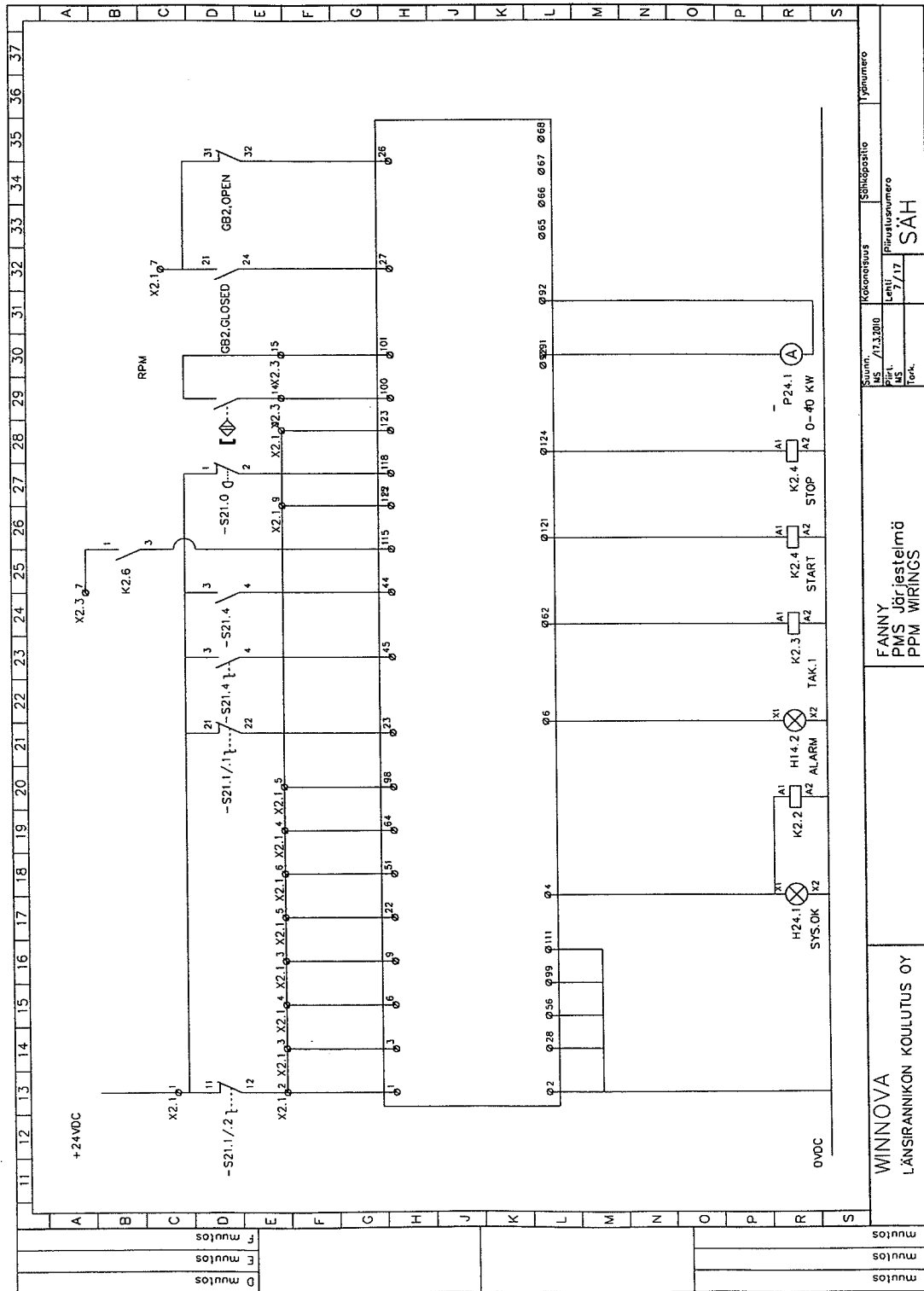
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37
----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M	N	O	P	R	S
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

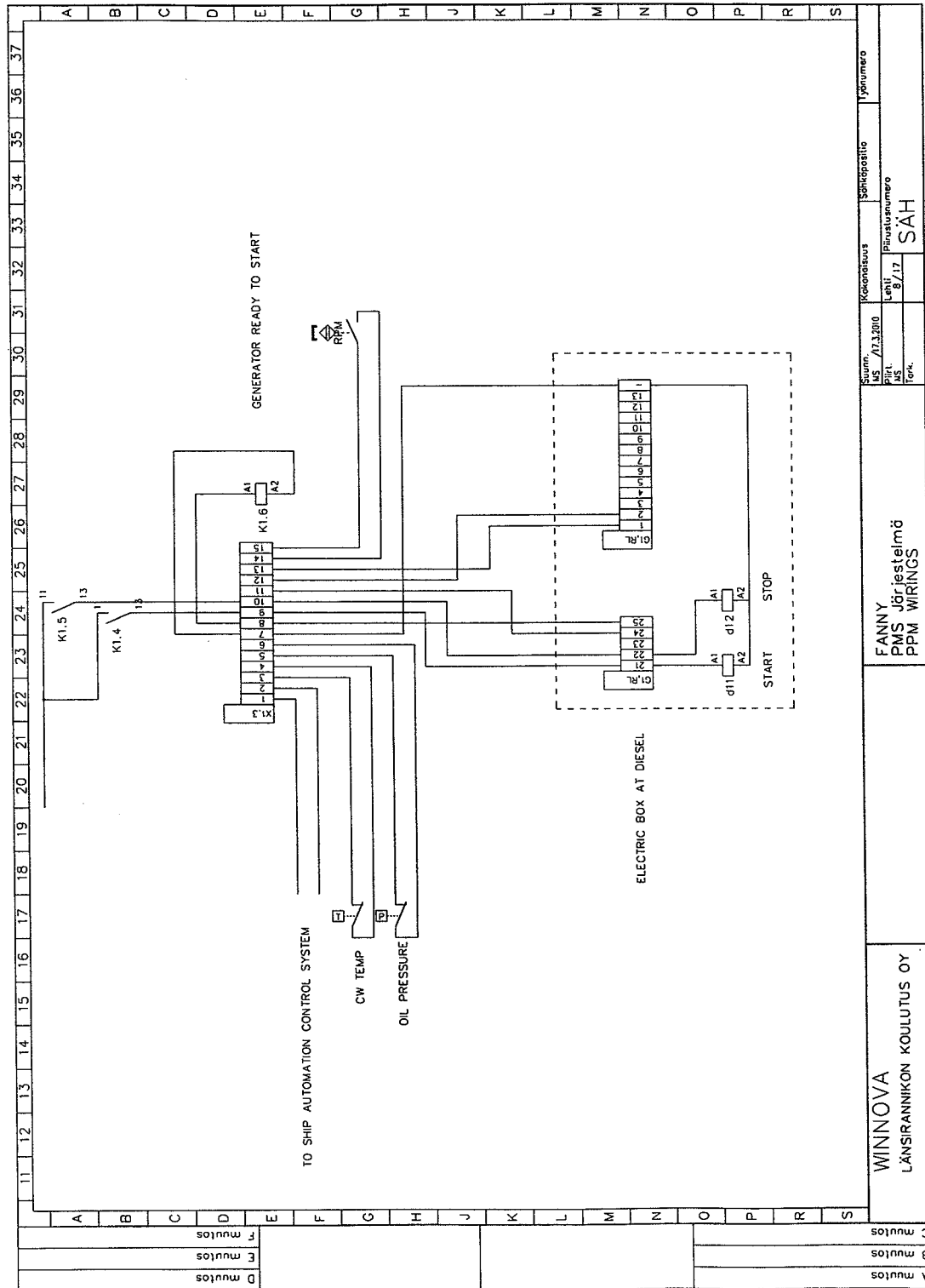
A muutos		B muutos		C muutos		WINNOVA LÄNSIRANNIKON KOULUTUS OY		FANNY Järjestelmä PMS WIRINGS PPM		Suunn. MS /17.1.2006		Kokonaissuus		Sähköpiirros		Työnumero	
										PiiL. MS		Lehti 5/17		Piirustusnumero		SÄH	



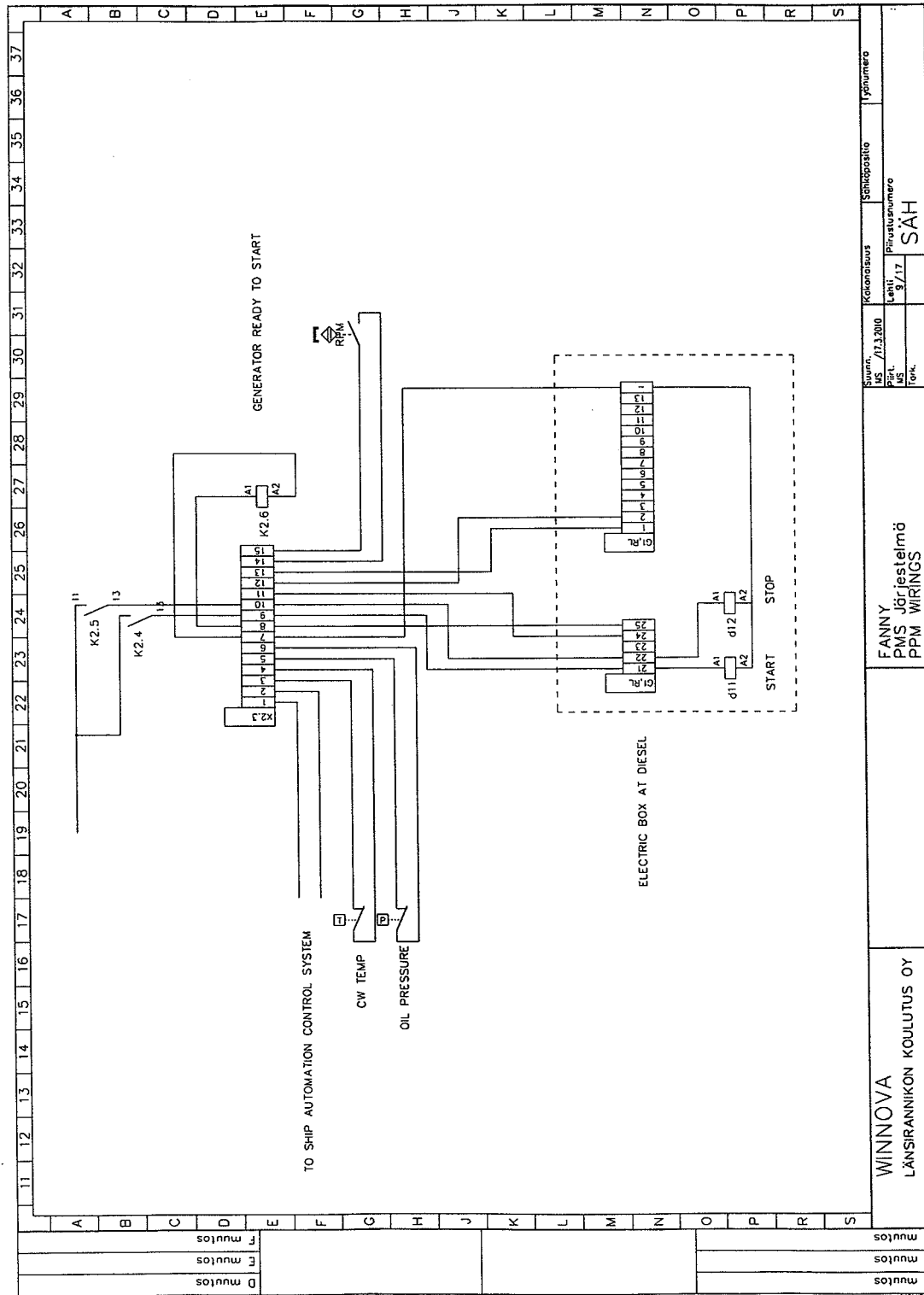
A murtos		WINNOVA		LÄNSIRANNIKON KOULUTUS OY		FANNY PMS Järjestelmä PPM WIRINGS		Suunn. MS /17.2.2010		Kokoonpääs		Schickastilo		Työnumero	
B murtos								Pilt. MS		Lehti 6/17		Piiusnumero		SAH	
C murtos								Parl.							



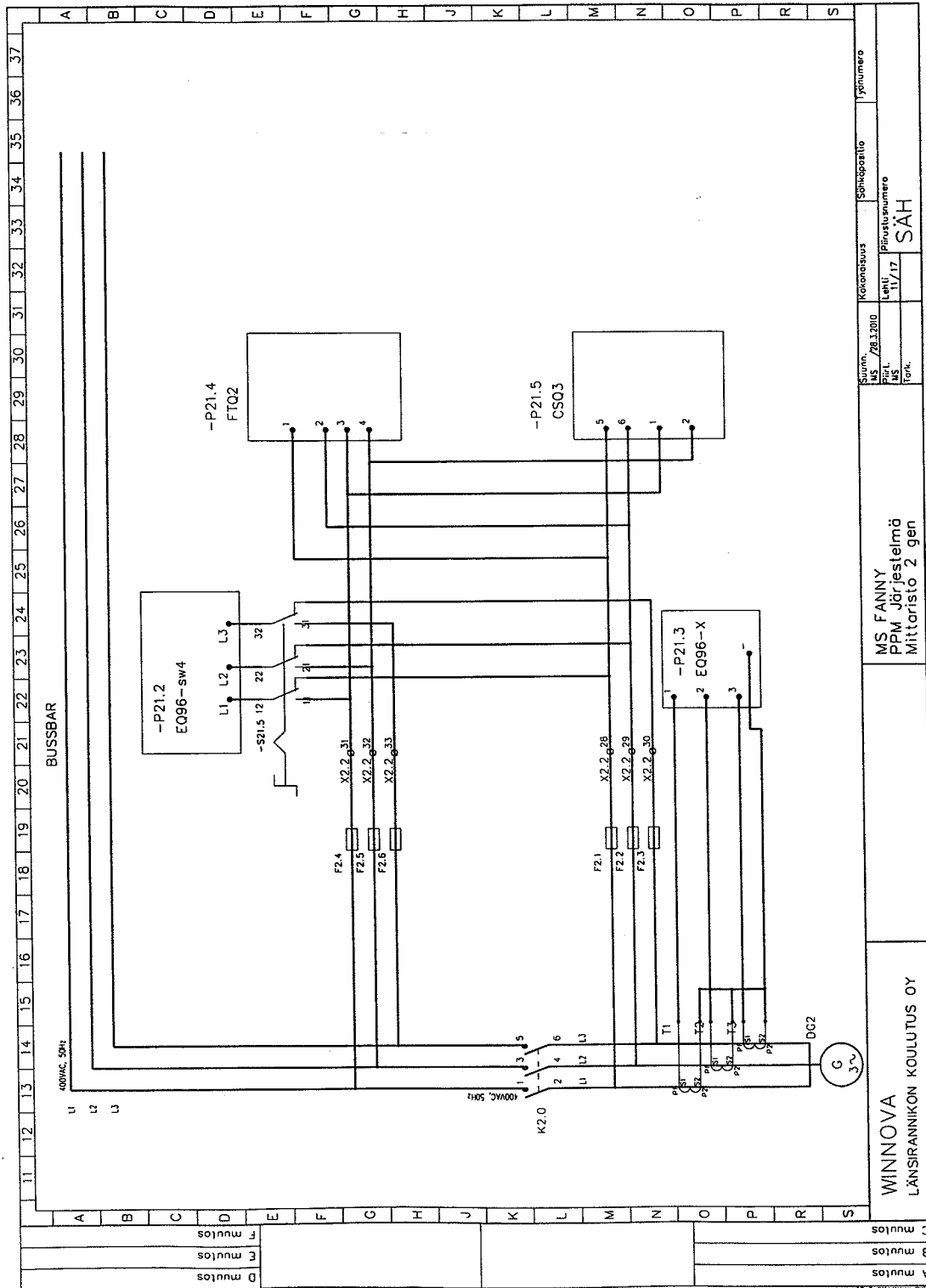
WINNOVA LÄNSIRANNIKON KOULUTUS OY	FANNY JÄRISTEIMÄ PPM WIRINGS	Suunn. / 13.3.200 Piirt. MS Torok. MS	Kokoontulotus Lehti 7/17	Sähköpiirros Piirustusnumero SÄH	Yhteinen numero
--------------------------------------	---------------------------------	---	-----------------------------	--	-----------------



A	muitos	WINNOVA	FANNY	työnnumero
B	muitos	LÄNSIRANNIKON KOULUTUS OY	Järjestelmä	Kokonaistulos
C	muitos		PMS	Lehti
			PPM	8/17
			WIRINGS	Privatunumero
			SÄH	



A mutes		WINNOVA		FANNY		Kokonaissius		Sisipöytä		T:nro	
B mutes		LÄNSIRANNIKON KOULUTUS OY		PMS Järjestelmä		MS / 13.3.2010		Lahti		Päivä	
C mutes				PPM WIRINGS		9 / 17		MS		SÄH	



WINNOVA
LÄNSIRANNIKON KOULUTUS OY

MS FANNY
PPM Järjestelmä
Mittaristo 2 gen

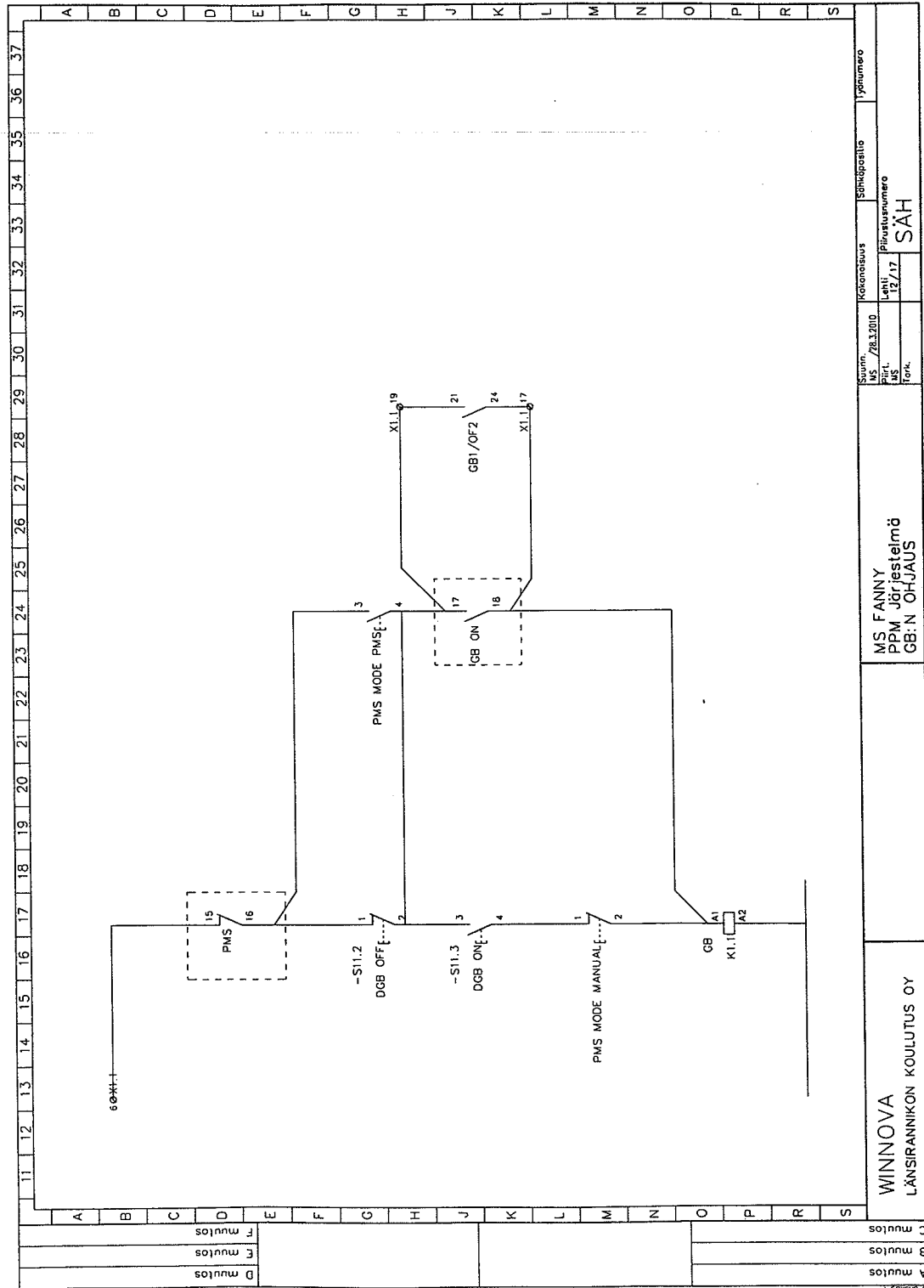
Siunaus MS /78.1.2010	Kevonotaus	Sähköpaikka	Yönumero
Pöytä MS	Lehti 11/17	Piirustusnumero	SÄH
Tark.			

11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37

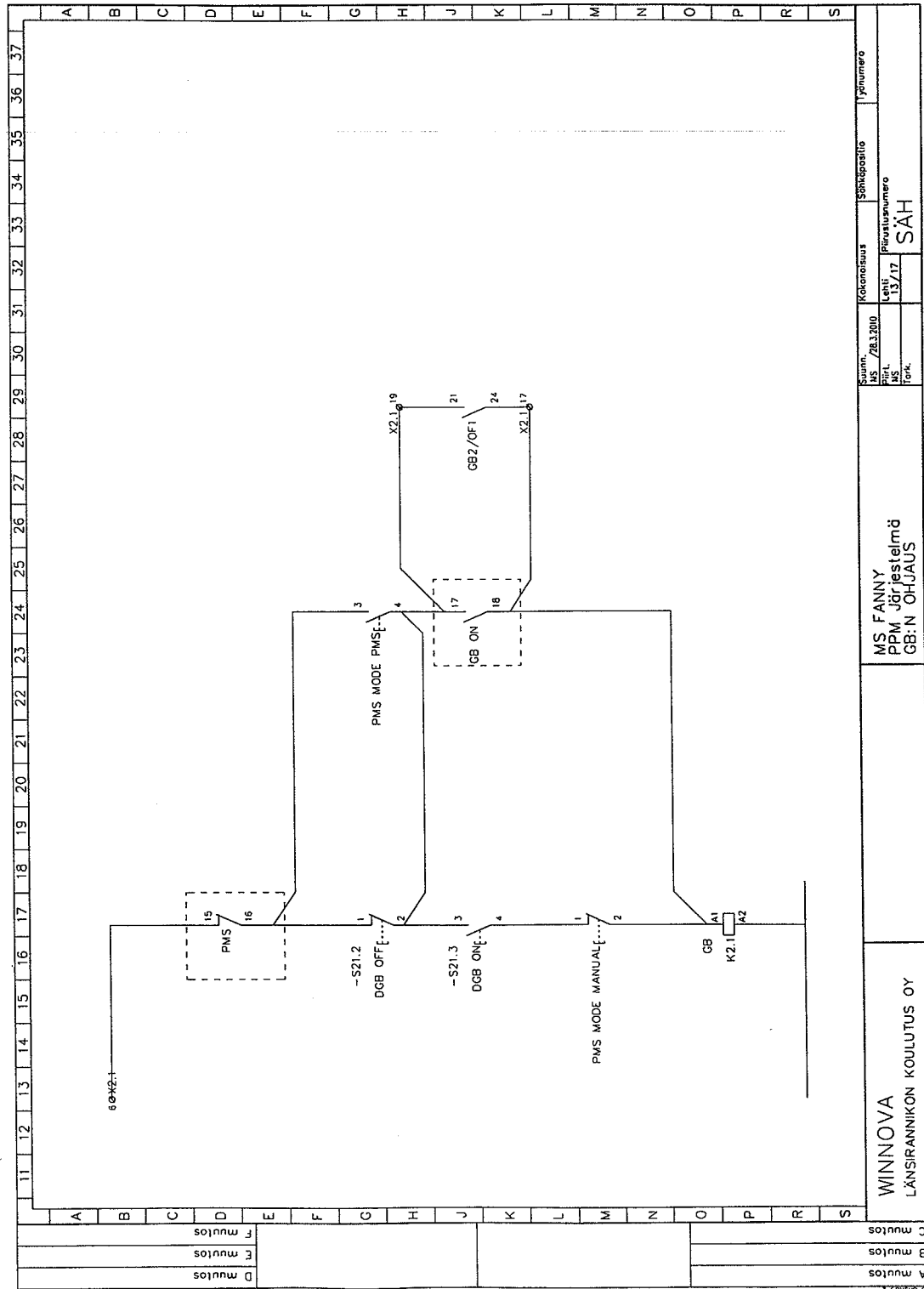
A B C D E F G H J K L M N O P R S

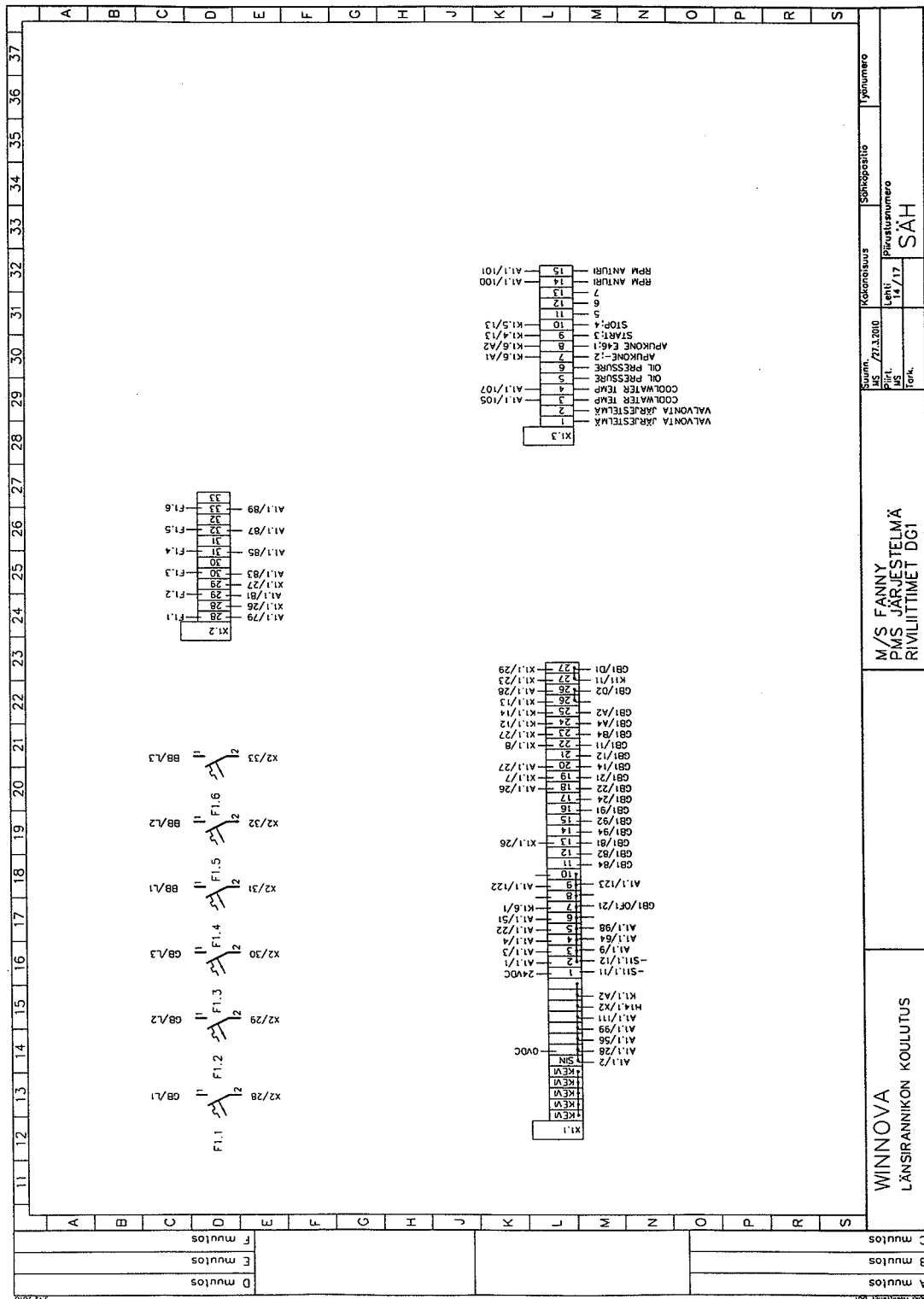
A muutos
B muutos
C muutos

D muutos
E muutos
F muutos

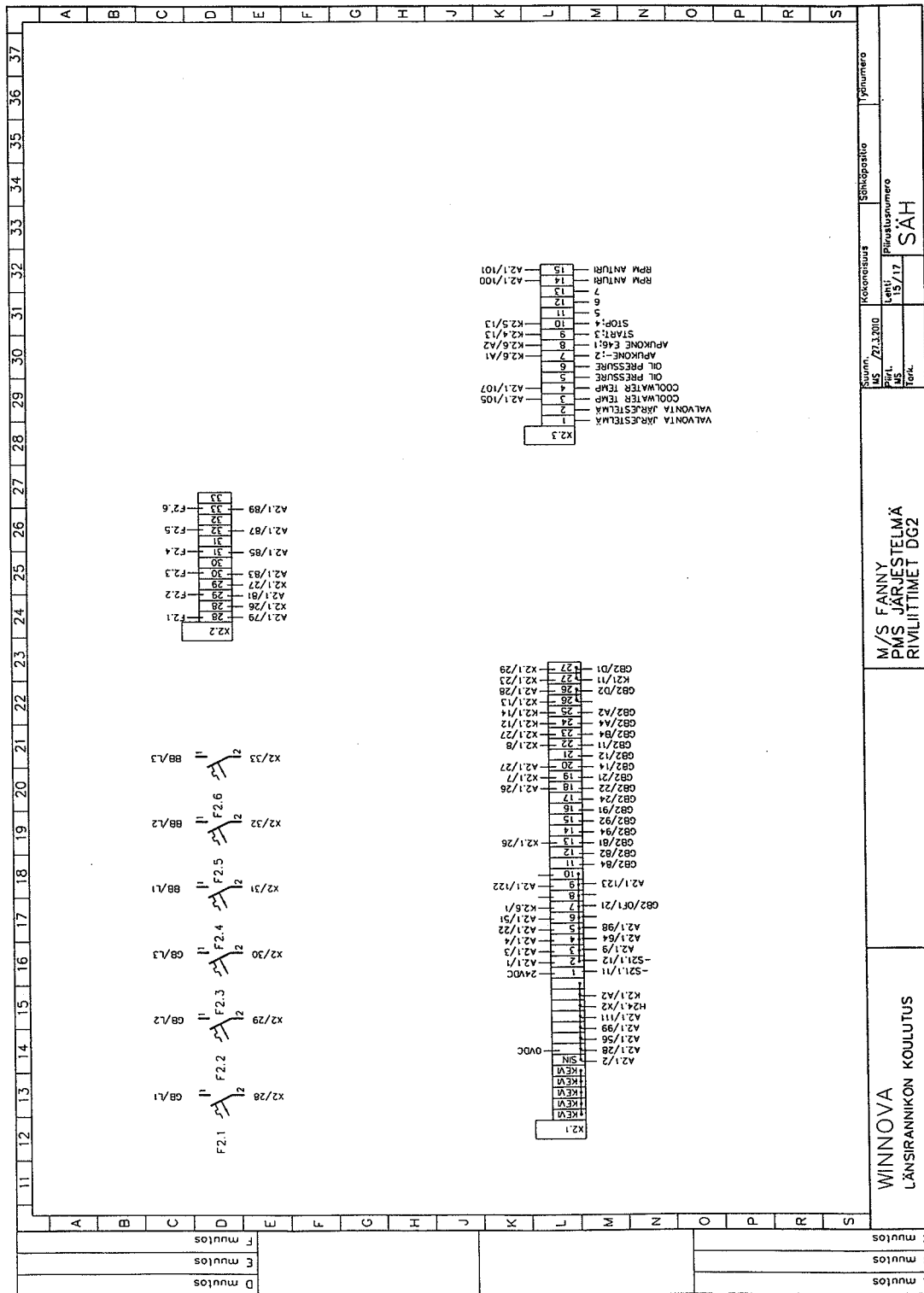


A multos		WINNOVA LÄNSIRANNIKON KOULUTUS OY		MS FANNY PPM järjestelemä GB: N OHJAUS		Sähköpaatto		Työnumero	
B multos						Kokonaissuus		Pöytänumero	
C multos						Suurin. MS /28.12010		Lait. MS /12/17	
						Tork.		SAH	





A muutos		WINNOVA LÄNSIRANNIKON KOULUTUS	
B muutos		M/S FANNY PMS JÄRJESTELMÄ RIVILITTIMET DGI	
C muutos		Käynnös Summ. / 27.12.2000 Pila / MS Lehti / 14 / 17 SÄH	
		Sähköposti Työnnumero	



A multos	WINNOVA LÄNSIRANNIKON KOULUTUS	M/S FANNY PMS JÄRJESTELMÄ RIVILITTIMET DG2	<table border="1"> <tr> <td>Terä.</td> <td>MS</td> <td>MS</td> <td>MS</td> </tr> <tr> <td>Terä.</td> <td>MS</td> <td>MS</td> <td>MS</td> </tr> <tr> <td>Terä.</td> <td>MS</td> <td>MS</td> <td>MS</td> </tr> <tr> <td>Terä.</td> <td>MS</td> <td>MS</td> <td>MS</td> </tr> </table>	Terä.	MS	MS	MS	Terä.	MS	MS	MS	Terä.	MS	MS	MS	Terä.	MS	MS	MS	<table border="1"> <tr> <td>Yhtymännumero</td> <td>Sähköpostiosoite</td> <td>Kokouksen päiväys</td> <td>27.3.2000</td> </tr> <tr> <td>Projektiluokitus</td> <td>Projektiluokitus</td> <td>Projektiluokitus</td> <td>Projektiluokitus</td> </tr> <tr> <td>Projektiluokitus</td> <td>Projektiluokitus</td> <td>Projektiluokitus</td> <td>Projektiluokitus</td> </tr> <tr> <td>Projektiluokitus</td> <td>Projektiluokitus</td> <td>Projektiluokitus</td> <td>Projektiluokitus</td> </tr> </table>	Yhtymännumero	Sähköpostiosoite	Kokouksen päiväys	27.3.2000	Projektiluokitus	Projektiluokitus	Projektiluokitus	Projektiluokitus	Projektiluokitus	Projektiluokitus	Projektiluokitus	Projektiluokitus	Projektiluokitus	Projektiluokitus	Projektiluokitus	Projektiluokitus
Terä.	MS	MS	MS																																	
Terä.	MS	MS	MS																																	
Terä.	MS	MS	MS																																	
Terä.	MS	MS	MS																																	
Yhtymännumero	Sähköpostiosoite	Kokouksen päiväys	27.3.2000																																	
Projektiluokitus	Projektiluokitus	Projektiluokitus	Projektiluokitus																																	
Projektiluokitus	Projektiluokitus	Projektiluokitus	Projektiluokitus																																	
Projektiluokitus	Projektiluokitus	Projektiluokitus	Projektiluokitus																																	

