

Olli-Eemeli Paavilainen

Xamkin voimalaitossimulaattorin IAS ja prosessiliitynnät

Opinnäytetyö
Merenkulun koulutus

2021



**Kaakkois-Suomen
ammattikorkeakoulu**

Tekijä/Tekijät	Tutkinto	Aika
Olli-Eemeli Paavilainen	Insinööri (AMK)	Syyskuu 2021
Opinnäytetyön nimi		
Xamkin voimalaitossimulaattorin IAS & prosessiliitynnät		38 sivua 10 liitesivua
Toimeksiantaja		
Kalle Suoniemi, Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu		
Ohjaaja		
Kalle Suoniemi, Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu		
Tiivistelmä		
<p>Opinnäytetyö oli osa projektia, jossa rakennettiin Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulun Kotkan kampuksen merenkulun sähkölaboratorioon voimalaitossimulaattori. Sen tarkoituksena on simuloida laivan sähköntuotantoa ja sähköverkon toimintaa, sekä näiden ohjaamista integroidun automaatiojärjestelmän avulla. Simulaattorin tarkoituksena on toimia Kotkan kampuksen merenkulun opetuksen apuna. Simulaattorin suunnittelu ja rakennus on toteutettu yhteistyössä Valmetin kanssa, joka valmisti ja toimitti automaatiojärjestelmän sovellukset sekä komponentit.</p> <p>Opinnäytetyö oli produktiivinen työ, jonka tarkoituksena oli suunnitella ja toteuttaa prosessiliitynnät sähköä tuottavien dieselgeneraattoreiden ja sähköpäätaulun, sekä automaatiojärjestelmän kesken koulun merenkulun sähkölaboratorion tiloissa. Prosessiliityntöjen avulla simulaattorin dieselgeneraattoreita ja sähköpäätaulua voidaan ohjata automaatiojärjestelmällä.</p> <p>Työn lopputuloksena on laadittu raportti, jossa selvitetään kuinka simulaattorin prosessiliitynnät ja sen suunnittelu on toteutettu. Lisäksi on myös selvitetty laivojen integroidun automaatiojärjestelmän, sekä koululle rakennetun voimalaitossimulaattorin rakennetta ja toimintaa.</p> <p>Tavoitteena on, että työtä pystytään hyödyntämään vastaavanlaisten järjestelmien suunnittelussa ja rakennuksessa, sekä merenkulun sähkö- ja automaatiotekniikan opetuksen apuna.</p>		
Asiasanat		
Integroitu automaatiojärjestelmä, prosessiliitynnät, laiva-automaatiojärjestelmä, sähköntuotanto, merenkulku		

Author (authors)	Degree	Time
Olli-Eemeli Paavilainen	Bachelor of engineering	September 2021
Thesis title		
The xamk power plant simulator's IAS and the process connections		38 pages 10 pages of appendices
Commissioned by		
Kalle Suoniemi, South-Eastern Finland University of Applied Sciences		
Supervisor		
Kalle Suoniemi, South-Eastern Finland University of Applied Sciences		
Abstract		
<p>The thesis was part of a project to build a power plant simulator in the maritime electricity laboratory of the Kotka campus of the South-Eastern Finland University of Applied Sciences. Its purpose is to simulate the electricity production and electricity network operation of the ship and control them with an integrated automation system. The purpose of the simulator is to assist in the teaching of marine engineering on the Kotka campus. The design and construction of the simulator has been carried out in cooperation with Valmet, which manufactured and delivered the automation system applications and components.</p> <p>The thesis was a productive work, the purpose of which was to design and construct process connections between an automation system and the electricity-generating diesel generators and the electrical main panel, in the school's maritime electrical laboratory. With the process connections, the automation system can be used to control the simulator's diesel generators and electrical switchboard.</p> <p>As a result of the thesis, a report has been prepared, which explains how the process interfaces between the simulator and its design have been implemented. In addition, the structure and operation of the integrated ship automation system and the power plant simulator built for the school have also been studied.</p> <p>The aim is to be able to utilize the work in the design and construction of similar systems, as well as in the teaching of electrical and automation technology in marine engineering.</p>		
Keywords		
integrated automation system, process connections, ship automation system, generation of electricity, maritime		

1	JOHDANTO.....	7
2	LAIVAN INTEGROITU AUTOMAATIOJÄRJESTELMÄ.....	8
2.1	Lisäohjausjärjestelmä.....	8
2.2	Hälytys- ja valvontajärjestelmä.....	9
2.3	Tehonjakojärjestelmä.....	9
2.4	HVAC.....	9
2.5	IAS:n rakenne.....	9
2.6	Prosessiliitännät.....	10
2.6.1	Analogyksiköt.....	10
2.6.2	Binääriyksiköt.....	11
2.7	Vaatimuksia laivan prosessin ohjaukseen ja valvontaan.....	13
2.7.1	Kahdennus.....	13
3	XAMKIN VOIMALAITOS.....	14
3.1	Sähköpäätaulu.....	14
3.2	Generaattorit.....	15
4	SIMULAATTORIN AUTOMAATIOJÄRJESTELMÄ.....	15
4.1	Kommunikointiväylät.....	16
4.1.1	Järjestelmäväylä.....	16
4.1.2	Kenttäväylä.....	17
4.2	I/O-kabinetit.....	17
4.2.1	I/O-kabinetti 1.....	18
4.2.2	I/O-kabinetti 2.....	20
4.2.3	Ethernet-kytkin.....	22
4.2.4	Prosessinohjain.....	22
4.2.5	Väyläkytkin ja Profibus-adapteri.....	23
4.2.6	I/O-yksikkö.....	24
4.2.7	IPSP-tehonlähde.....	25

4.2.8	IBC-väyläohjain.....	25
4.3	Valvomoasema.....	26
5	AUTOMAATIOJÄRJESTELMÄN LIITTÄMINEN PROSESSIIN	26
5.1	Liityntä sähköpäätauluun	27
5.1.1	Kenttä 1	28
5.1.2	Kenttä 2	29
5.1.3	Kenttä 3	29
5.1.4	Kenttä 4	31
5.1.5	Kenttä 5	32
5.1.6	Kenttä 6	33
5.2	Liityntä I/O-kabinettiin	34
6	YHTEENVETO	36
	LÄHTEET.....	37

LIITTEET

1. I/O-kabinetti 1 I/O-korttien piirikaaviot
2. IO-kabinetti 2 I/O-korttien piirikaaviot

Lyhenteet ja käsitteet

AC	Vaihtovirta
AC	Air conditioning. Ilmastointi.
AI	Analogitulo
AO	Analogilähtö
BI	Binääritulo
BO	Binäärilähtö
DC	Tasavirta
HVAC	Heating, ventilation & air condition. Suomeksi LVI eli lämmitys-, vesi- ja ilmastointijärjestelmä.
IAS	Integrated automation system. Integroitu automaatiojärjestelmä eli laivan pääautomaatiojärjestelmä.
I/O	Tulo- ja lähtöyksiköt
PID-säädin	Proportional-integral-derivate-säädin. Suomeksi suhteellinen, integroiva ja derivoiva-säädin.
PMS	Power management system. Tehonjakojärjestelmä, joka hallinnoi aluksen generaattoreita ja suuria kuluttajia.
PS	Port side. Englanninkielinen merenkulun termi, joka tarkoittaa vasenta puolta.
SB	Starboard. Englanninkielinen merenkulun termi, joka tarkoittaa oikeaa puolta.
SOLAS	Safety of life at sea.

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön aihe on osa projektia, jossa rakennettiin Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulun Kotkan kampukselle simulaattori, jonka tarkoituksena on simuloida laivan sähköverkon toimintaa, tehontuotantoa ja toimia merenkulun opetuksen apuna.

Työn tarkoituksena on luoda raportti laivojen sekä simulaattorin integroidusta automaatiojärjestelmän rakenteesta ja toiminnasta, sekä toteuttaa järjestelmän prosessiin liittäminen, jolloin simulaattorin generaattoreita ja sähköpäätaulua voidaan ohjata automaatiojärjestelmän avulla.

Simulaattori sisältää voimalaitoksen, johon kuuluu kaksi sähköä tuottavaa dieselgeneraattoria ja sähköpäätaulu, sekä integroidun automaatiojärjestelmän voimalaitoksen ohjaukseen. Simulaattorin avulla pystytään simuloimaan aluksen integroidun automaatiojärjestelmän toimintaa ja sen erilaisia vikatiloja. Lisäksi pystytään myös opettelemaan järjestelmän valvontaa, ohjausta sekä tehonhallintaa, kuten generaattoreiden verkkoon tahdistamista ja irti kytkemistä.

Projekti toteutettiin yhteistyössä Valmetin kanssa, joka toimitti automaatiojärjestelmän komponentit ja sovellukset, sekä oli mukana automaatiojärjestelmän suunnittelussa.

2 LAIVAN INTEGROITU AUTOMAATIOJÄRJESTELMÄ

Integroitu automaatiojärjestelmä (IAS) tarkoittaa järjestelmää, joka sisältää prosessiasemat ja valvomoasemat sekä niihin kuuluvat ohjelmistot. Tällainen automaatiojärjestelmä toimitetaan yhtenä kokonaisuutena (Mäkinen ym. 2009, 218).

Automaatiojärjestelmän tehtävänä on kerätä prosessista erilaista mittaustietoa, joiden avulla järjestelmä laskee tarvittavat ohjaukset ja toteuttaa eri toimilaitteiden ohjaukset automaattisesti. Kerätyt tiedot ovat järjestelmän operaattorin saatavilla valvomopäätteiden kautta sekä käyttäjä voi myös hallita ja vaikuttaa toimilaitteiden ohjauksiin tarpeen mukaan. (TTT-käsikirja 2000–07, 1.)

IAS:lla on oikein keskeinen rooli modernien laivojen toiminnan kannalta, koska sillä on liitännäspinta kaikkiin laivan ohjausjärjestelmiin ja sen kautta ohjataan laivan tärkeimpiä toimintoja, kuten kuljetuskoneistoa ja voimantuotantoa (Nurmi 2017, 5). Laivan IAS mahdollistaa valvonta-, hälytys- ja tiedonhankinta-toiminnot sekä integroi hallinta- ja valvontatoiminnot yhteen järjestelmään. Se sisältää yleensä erilaisia alijärjestelmiä, kuten lisäohjausjärjestelmän, hälytys- ja valvontajärjestelmän sekä tehonjakojärjestelmän (PMS) (Pepliński 2019, 99&100).

2.1 Lisäohjausjärjestelmä

Lisäohjausjärjestelmä (Auxiliary control system) valvoo ja ohjaa useita apujärjestelmiä. Sen tehtävänä on tarjota käytännöllinen operaattorin käyttöliittymä ja varmistaa, että laivan apujärjestelmät toimivat turvallisesti ja tehokkaasti suunniteltujen rajoitusten sekä hälytysrajojen puitteissa. Tyypillisesti lisäohjausjärjestelmän moduulit sisältävät esimerkiksi pumppujen ja venttiilien ohjaukset, tankin tasojen mittaukset ja PID-säätimet (Pepliński 2019, 101).

2.2 Hälytys- ja valvontajärjestelmä

Hälytys- ja valvontajärjestelmä tuottaa ajankohtaista ja toiminnallista tietoa kaikista aluksen laitteista sekä ilmaisee kuuluvasti ja visuaalisesti kaikenlaiset vikatilat, jotka tarvitsevat miehistön huomiota. Sen päätehtävänä on tiedon prosessointi hälytyksiä varten sekä tietojen ilmaisu ja varastointi. Järjestelmä on varustettu sisäänrakennetuilla itsediagnostiikkaominaisuuksilla. (Pepliński 2019, 103.)

2.3 Tehonjakojärjestelmä

Tehonjakojärjestelmä eli PMS on yleensä osa integroitua automaatiojärjestelmää ja se huolehtii sähkögeneraattoreiden, sähkötaulujen ja suurien kuluttajien hallinnasta. Se varmistaa, että sähkökapasiteetti on jatkuvasti yhdenmukainen laivan sähköntarpeen kanssa. PMS huolehtii siitä, että aluksen pääsähkökuluttajat eivät ylikuormita sähköntuotannon kapasiteettia edes tilanteessa, missä jokin generaattoreista sammuisi odottamattomasti. PMS käynnistää ja sammuttaa aina tarpeen vaatiessa automaattisesti ylimääräiset generaattorit sekä joskus vähentää suurien kuluttajien kuormaa ylikuormituksen välttämiseksi (Pepliński 2019, 107).

2.4 HVAC

HVAC-automaation avulla pystytään AC-yksiköiden ja puhaltimien avulla takaamaan oikeanlainen ilmasto tiloihin, jossa kenttälaitteet sijaitsevat. HVAC-automaatio sisältää eri antureita, toimielimiä, tuulettimien käynnistimiä ja lauhduttimia, joilta tulevat signaalit viedään I/O-kaappien kautta prosessiasemille (Lehto 2014, 25–26.)

2.5 IAS:n rakenne

Integroidut automaatiojärjestelmät ovat tyypillisesti hajautettuja järjestelmiä, jotka koostuvat eri tehtäviä hoitavista asemista ja järjestelmistä. Näitä asemia ovat muun muassa prosessi- ja valvomoasemat, järjestelmäväylät sekä ohjelmointilaitteet (TTT-käsikirja 2000–07, 1).

Käyttäjän ja järjestelmän välistä kanssakäymistä hoitaa useat redundanttiset eli kahdennetut valvomoasemat. Kyseiset asemat tarjoavat käyttöliittymän aluksen prosessin ohjausjärjestelmään, hälytyksiin, trendeihin sekä raportointijärjestelmään. Yhdellä valvomoasemalla voidaan muuttaa parametriarvoja, jotka siten päivittyvät automaattisesti muilla asemilla. Kaikki valvonta sekä automaatiotoiminnot tapahtuvat hajautetuilla prosessiyksiköillä (Pepliński 2019, 100.)

IAS on liitetty ohjattavaan prosessiin prosessiasemien kautta. Nämä asemat hoitavat itsenäisesti tarvittavat säädöt, mittaukset sekä logiikka- ja ohjaustoiminnot. Prosessin keräämät tiedot välittyvät prosessiasemien kautta muille asemille ja käyttäjille sekä samalla muilta asemilta ja käyttäjiltä tulevat asetusarvot ja ohjaukset välittyvät prosessiasemien kautta prosessiin (Kippo & Tikka 2008, 48.)

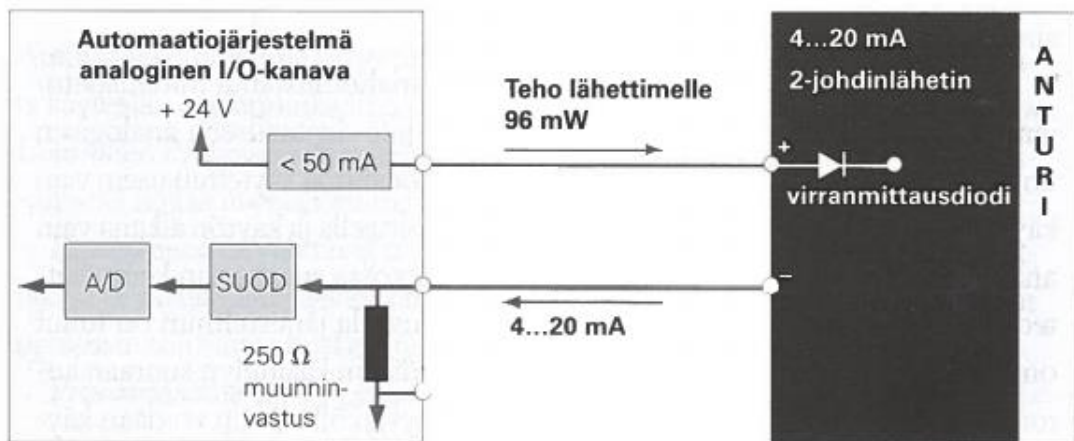
2.6 Prosessiliitynnät

Prosessiasemat liittyvät prosessiin kenttäväylän avulla hajautettujen I/O-yksiköiden kautta. Tyypillisimmät prosessiliitynnät ovat analogiset ja binääriset tulo- ja lähtöyksiköt (Kippo & Tikka 2008, 48–49.) Analogisilla liitännöillä voidaan lukea analogisia mittaustietoja sekä ohjailla esimerkiksi venttiilien asentoa. Binääriliitännät välittävät rajakytkimien auki/kiinni-tietoja sekä releiden tarvitsemaa binääristä ohjaustietoa (Kippo & Tikka 2008, 50 & 53.) Tulo- ja lähtöyksiköitä voidaan kutsua myös I/O-korteiksi.

2.6.1 Analogiyksiköt

Analogilähtöyksiköillä (AO) voidaan ohjata esimerkiksi venttiilin asentoa tai moottorin pyörimisnopeutta 4–20 milliampeerin standardiviestin avulla (Kippo & Tikka 2008, 49). Analogituloyksiköitä (AI) käytetään automaatiojärjestelmän analogisten 0/4...20 mA virtaviestien mittaamiseen (Valmet 2018a, 1). Analogituloyksiköitä voidaan käyttää esimerkiksi dieselgeneraattorin tehon mittauksessa.

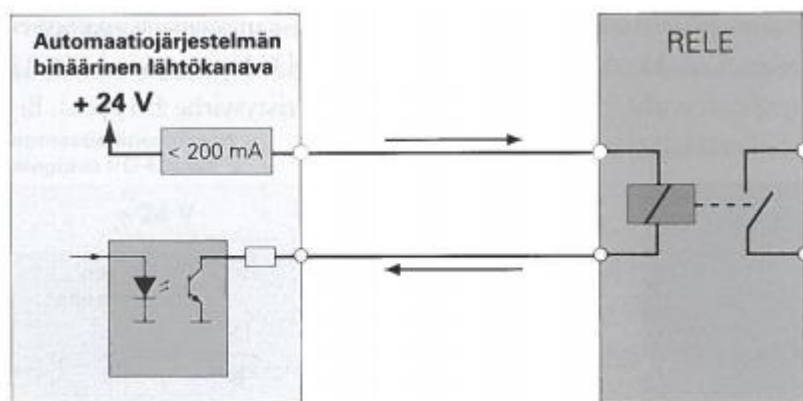
Kuvassa 1 on esimerkki analogisesta tuloyksiköstä, jossa kortilta syötetään mittaustuloksi käyttötehoa ja lähteen muuttaa mittaustiedon 4–20 mA:n virtaviestiksi, minkä se lähettää takaisin kortille. Jos kenttälaitteen tehontarve on suurempi kuin 96 mW, tarvitaan erillinen johdin, aktiivilähteen tai tehonlähde syöttämään käyttötehoa (Kippo & Tikka 2008, 52).



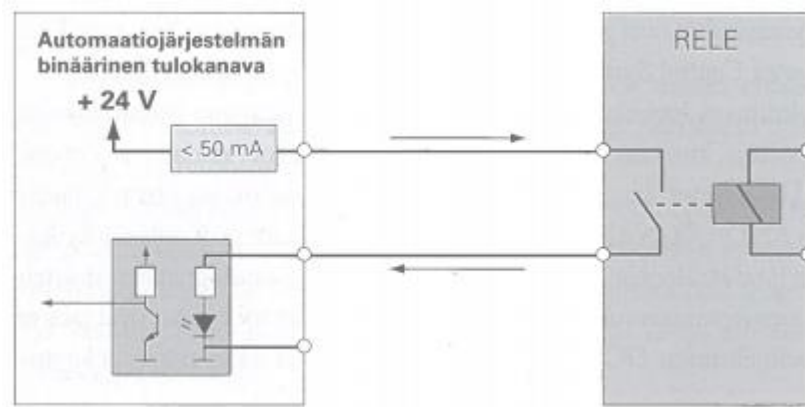
Kuva 1. Esimerkki analogisesta mittauspiiristä 2-johdinkytkenällä (Kippo & Tikka 2008, 50)

2.6.2 Binääriyksiköt

Binäärilähtöyksiköillä (BO) suoritetaan erilaisia päälle/pois- tai auki/kiinni-ohjauksia. Binäärituloyksiköillä (BI) saadaan tutkittua prosessin eri rajakytkimien tilatietoja, eli onko jokin katkaisin auki vai kiinni (Kippo & Tikka 2008, 49).

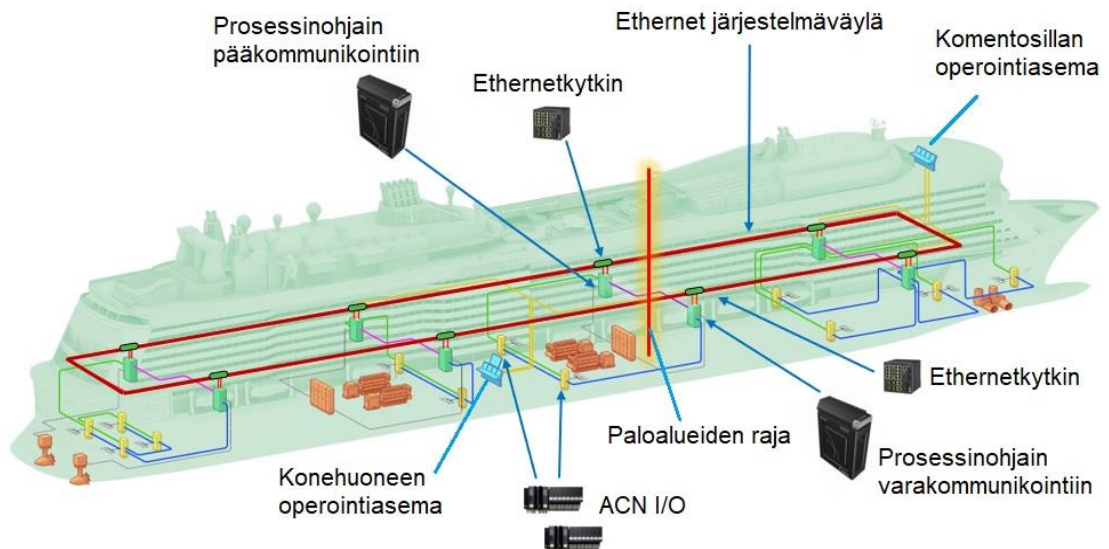


Kuva 2. Binäärilähtöyksikkö, jossa toteutetaan releen auki/kiinni -ohjaus (Kippo & Tikka 2008, 54)



Kuva 3. Binäärituloyksikkö, jossa tutkii releen auki/kiinni tilatietoa (Kippo & Tikka 2008, 53)

Kuvassa 4 on esimerkki Valmet DNA -laiva-automaatiojärjestelmän rakenteesta aluksella. Eri puolille laivaa sijoitetut ethernet-kytkimet ja prosessiohjainten muodostamat prosessiasemat sekä valvomoasemat ovat järjestelmäväylän välityksellä yhteydessä toisiinsa. Prosessiasemat ovat puolestaan kenttäväylän kautta yhteydessä I/O-kenttäasemiin ja kentälaitteisiin. Prosessia pystytään ohjaamaan sekä komentosillan, että konehuoneen valvomoasemilta. Automaatiojärjestelmä on jaettu myös eri paloalueisiin toimintakyvyn varmistamiseksi tulipalotilanteissa.



Kuva 4. Havainnollistava kuva Valmet DNA marine -automaatiojärjestelmän rakenteesta aluksella (Valmet 2020, muokattu)

2.7 Vaatimuksia laivan prosessin ohjaukseen ja valvontaan

Vaatimuksia ja sääntöjä on laadittu SOLAS (Safety of Life at Sea) dokumenttiin, joka on kansainvälisen merenkulkujärjestön IMO:n (International maritime organisation) laatima ja ylläpitämä. Miehittämättömän konehuoneen säännöt ja vaatimukset löytyvät SOLAS-dokumentin kohdasta Chapter II-1 part E Additional requirements for periodically unattended machinery spaces.

Aluksessa, jossa on ajoittain miehittämättömät konetilat, tulee olla turvallista operointia varten luotu sen kaltaiset järjestelyt, että niiden toiminta vastaa kaikissa olosuhteissa miehitettynä olevia koneistotilojen toimintaa (SOLAS 2020, 117).

Laivan automaatio- ja hälytysjärjestelmän tulee mahdollistaa esimerkiksi aluksen propulsiokoneiston ohjauksen sekä hätäpysäytyksen komentosillalta. Komentosillalta annettujen ohjaukskäskyjen täytyy indikoitua aluksen konevalvomossa tai tarvittaessa propulsiokoneiston ohjauspisteessä. Hälytysten tulee välittyä aluksen konevalvomoon, propulsiokoneiston ohjauspisteelle sekä konemestareiden asuintiloihin. Komentosillalle täytyy välittyä kaikki hälytykset, jotka vaativat toimintaa tai huomiota. (SOLAS 2020, 118–119.)

Nämä vaatimukset vaikuttavat konkreettisesti hyvin paljon laivan integroituun automaatiojärjestelmään. Automaatiojärjestelmästä tulee saada kaikki tarvittava tieto konejärjestelmistä reaaliajassa ja historiatrendeinä, joka taas määrittelee esimerkiksi käytettävien antureiden toiminnollisuuksia. Järjestelmiä pitää pystyä ohjaamaan reaaliajassa (Nurmi 2017, 5).

2.7.1 Kahdennus

Olellainen tekijä automaatiojärjestelmän toiminnassa on sen luotettavuus, sillä sen on tarkoitettu toimivan pitkiä aikoja yhtäjaksoisesti. Luotettavuuden takaamiseksi järjestelmän tärkeimmät osat ja komponentit, kuten prosessorit ja väylät on kahdennettu eli niitä löytyy järjestelmästä ainakin kaksi kappaletta. Tällöin, jos toinen kahdennetuista komponenteista vikaantuu, ei järjestelmän toiminta vaarannu. Järjestelmiin on myös sisällytetty itsediagnostiikkaohjelmistoja, joiden avulla laitteet valvovat oman toimintansa tasoa sekä hälytysjärjestelmiä (TTT-käsikirja 2000–07, 3).

3 XAMKIN VOIMALAITOS

Koululle rakennettavan simulaattorin tarkoituksena on luoda opetusympäristö, jossa simuloidaan laivan sähköverkon toimintaa. Siinä Valmet DNAn integroitu automaatiojärjestelmä ohjaa prosessiliitäntöjen kautta sähköpäätaulua ja sähköä tuottavia generaattoreita.

3.1 Sähköpäätaulu



Kuva 5. Sähköpäätaulu (Paavilainen 2021)

Sähköpäätaulu on jaettu kahtia oikeaksi ja vasemmaksi puoleksi kiskokatkaisijalla. Sähköpäätauluun on kytketty kaksi dieselgeneraattoria, jotka tuottavat ja syöttävät tauluun sähköä sekä kaksi moottorilähtöä, jotka käyttävät taulun sähköä. Päätaulusta löytyy myös maistasyöttö, jossa päätaulu on yhdistetty valtakunnan sähköverkkoon. Tämä maistasyöttö eroaa kuitenkin oikean aluksen maistasyötöstä siten, että simulaattorin sähköpäätaulu syöttää sähköä valtakunnan sähköverkkoon, joka toimii generaattoreiden kuormana. Oikean aluksen maistasyöttö toimii toisin päin, eli alukselle syötetään sähköä maista.

Sähköpäätaulun suunnitteli Telesilta Oy, joka toimitti myös siihen liittyvät piirustukset sekä I/O-signaalilistat.

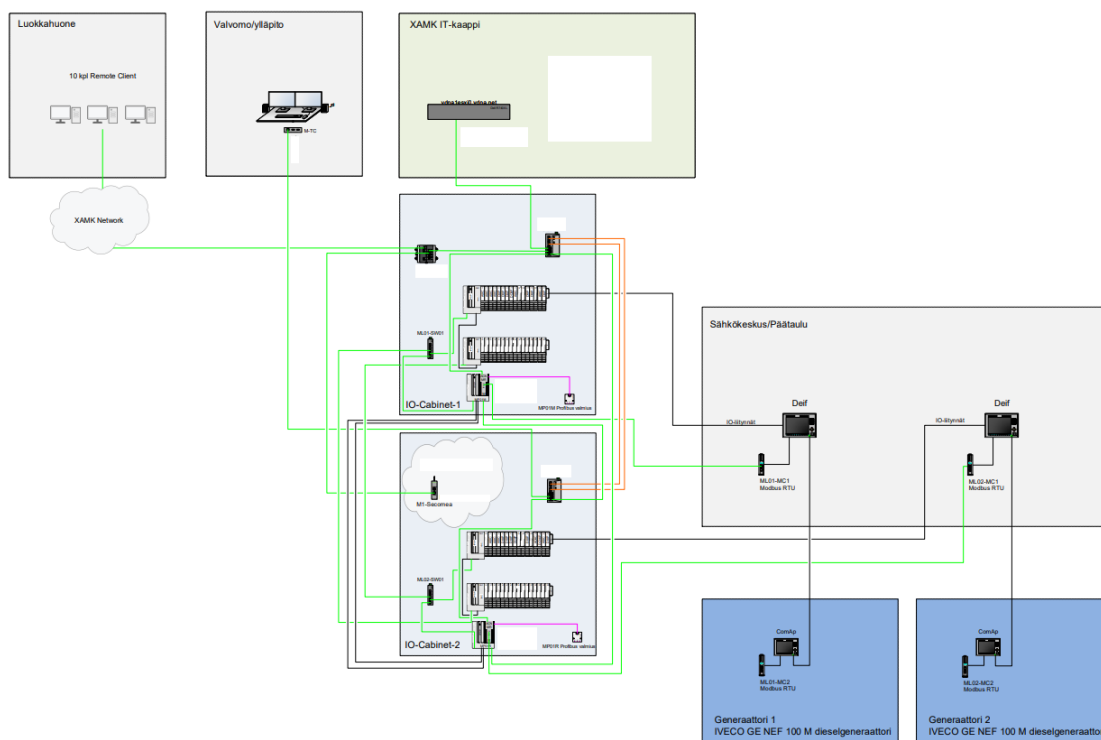
3.2 Generaattorit

Generaattorit on asennettu kampuksen pihalle, sähkölaboratorion ulkopuolelle. Generaattorit ovat IVECO GP110 -dieselmootorilla pyöritettäviä 400 Voltin ja 100 kVA:n vierasmagnetoituja kolmivaiheisia tahtigeneraattoreita.

Pääsähkötalulta on viety kaapelointi generaattoreille. Dieselgeneraattorin kyljessä on Comap ID-DCU-marine -moottorinohjausyksikkö, jonka tehtävänä on ohjata generaattoria pyörittävää dieselmoottoria. Comapilta on yhteys RJ45 sarjaliikenneväylällä Valmet DNA:han. Väylän avulla ei voida antaa tai vastaanottaa minkäänlaisia ohjaustietoja vaan väylässä kulkee vain tilatietoja moottorilta.

4 SIMULAATTORIN AUTOMAATIOJÄRJESTELMÄ

Simulaattorin integroitu automaatiojärjestelmä koostuu valvomoasemasta, jossa voidaan suorittaa käyttäjän ja järjestelmän välistä kommunikointia ja automaatiojärjestelmän ohjausta, sekä I/O-kabineteista, jotka sisältävät prosessinohjaimet, väyläkytkimet ja I/O-yksiköt. I/O-kabinetit muodostavat järjestelmän prosessiasemat.



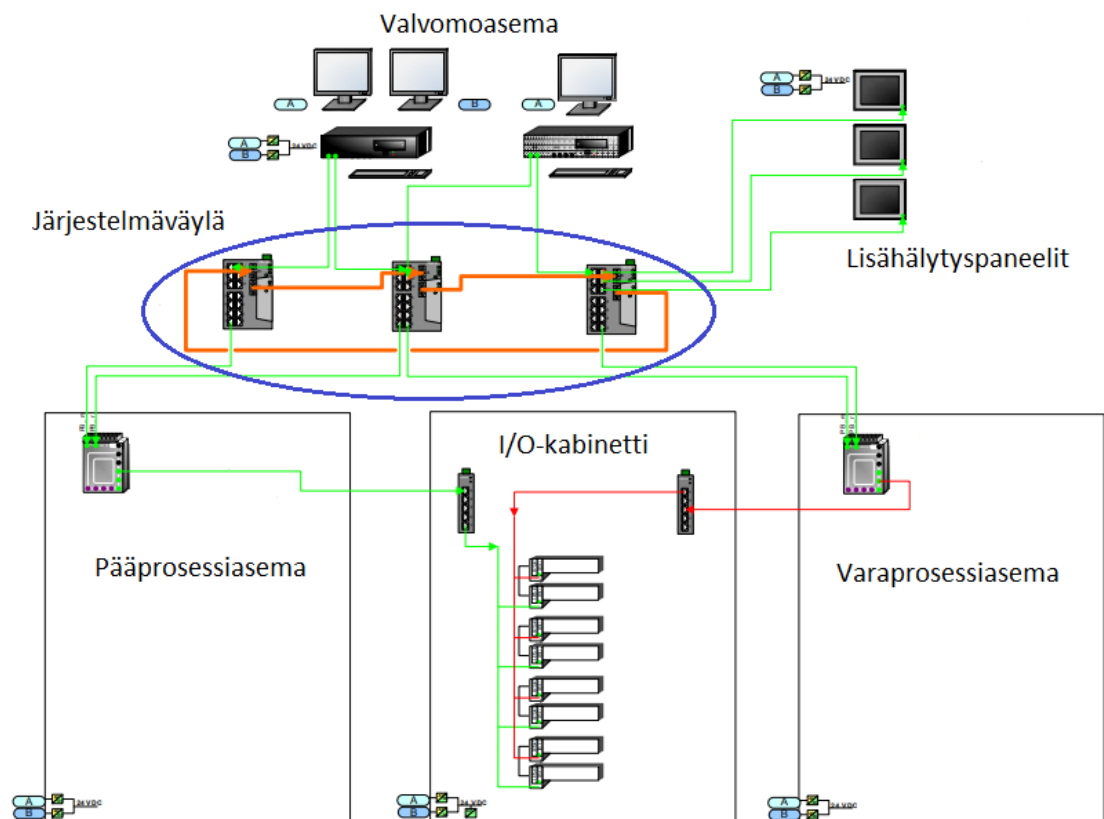
Kuva 6. Koulun simulaattorin automaatiojärjestelmän rakenne (Valmet 2021a)

4.1 Kommunikointiväylät

Järjestelmässä on kaksi eri ethernetväylätasoa, järjestelmäväylä sekä kenttäväylä, jotka hoitavat komponenttien ja asemien välistä tiedonvälitystä ja kommunikointia (Valmet 2015, 8).

4.1.1 Järjestelmäväylä

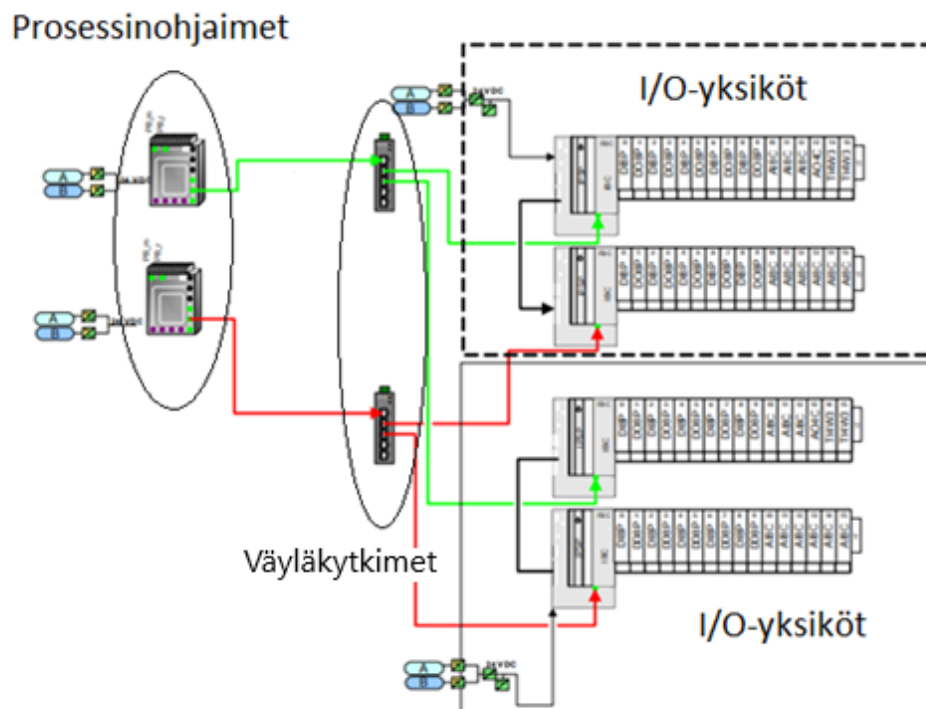
Järjestelmäväylä yhdistää järjestelmän I/O-kabinetit ja valvomoaseman toisiinsa. Molemmissa I/O-kaapeissa sijaitsee ethernet-kytkimet, jotka ovat järjestelmäväylän kautta yhdistetty toisiinsa muodostaen rengasverkon. Rengasverkon avulla saadaan aikaan kahdennus, jolloin laite- tai linjavian ilmentyessä järjestelmän toiminta ei vaarannu (Valmet 2015, 8.) Molempien I/O-kabinettien ethernet-kytkimiltä on yhteys kumpaankin prosessinohjaimeen, jolloin prosessinohjaimet voivat lähettää tietoa eteenpäin kummankin kytkimen kautta valvomoasemalle.



Kuva 7. Esimerkkikuva järjestelmäväylän ja Valmet DNA automaatiojärjestelmän rakenteesta, (Valmet 2015, 6, muokattu)

4.1.2 Kenttäväylä

Kenttäväylä yhdistää prosessiohjaimet tulo- ja lähtöyksiköihin. Kenttäväylä on myös kahdennettu, jolloin jokaisen tulo- ja lähtöryhmän piirissä on oma väyläohjain sekä pää- että varakommunikaatio. Tämä tarkoittaa sitä, että kaikki tasot I/O-kortteja, I/O-yksiköjä sekä linjoja myöten ovat kahdennettuja (Valmet 2015, 10.) Molemmat prosessiohjaimet ovat yhteydessä molempien I/O-kabinettien tulo- ja lähtöyksiköihin.



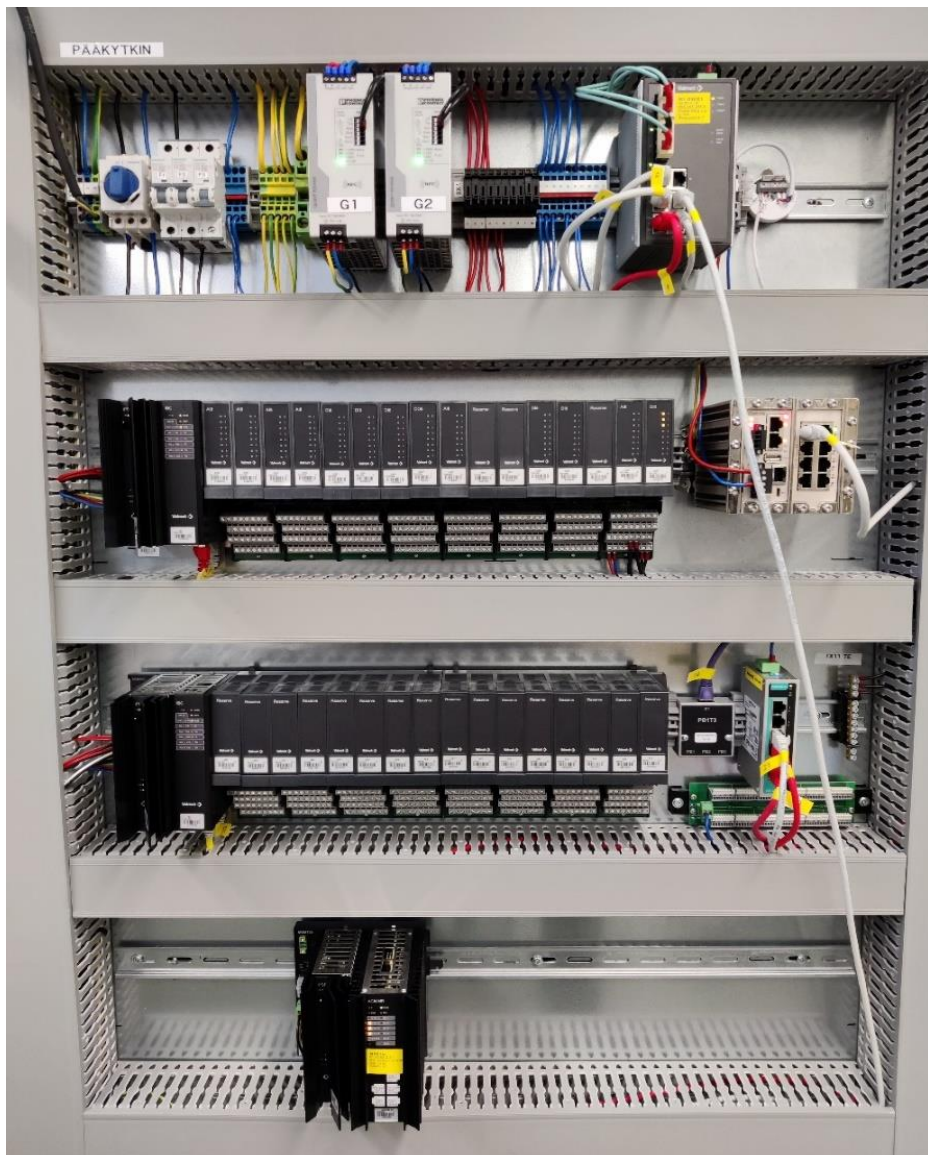
Kuva 8. Esimerkkikuva Valmet DNA:n kenttäväylän rakenteesta (Valmet 2015, 10, muokattu)

4.2 I/O-kabinetit

I/O-kabinetteja on kaksi kappaletta, jolla saadaan aikaan aikaan vaadittu kahdennus järjestelmässä. Molemmat I/O-kabinetit ovat sisällöltään lähes identtiset ja ne pitävät sisällään muun muassa tehonlähteet, ethernet-kytkimet, väyläkytkimet, väyläohjaimet, I/O-yksiköt sekä prosessiohjaimet.

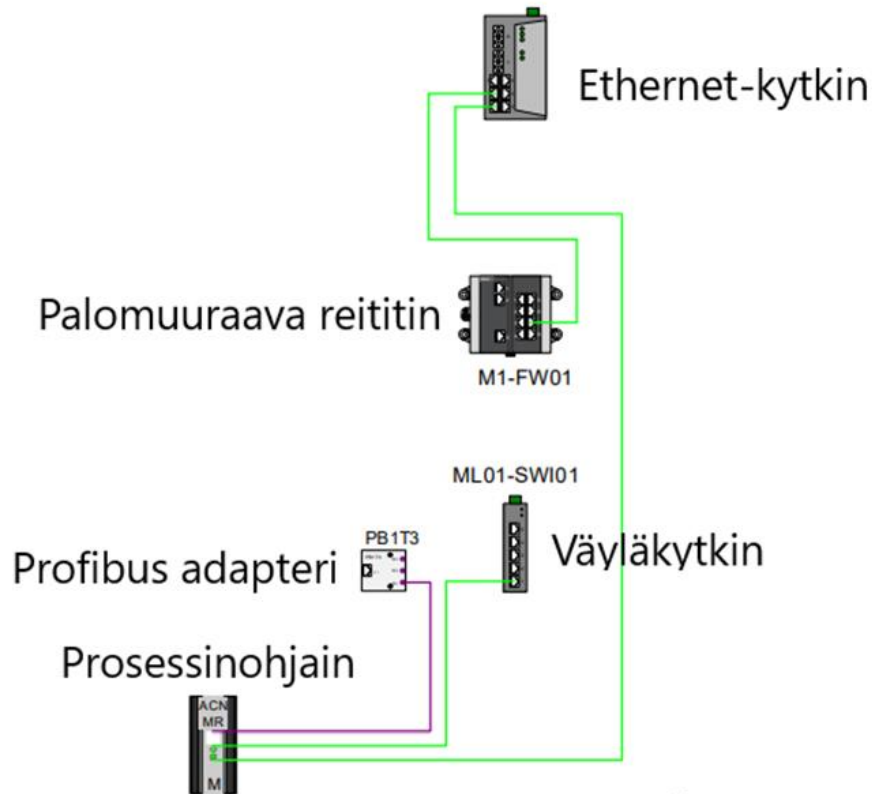
4.2.1 I/O-kabinetti 1

I/O-kabinetin sisällä komponentit on asennettu asennusalustoille neljälle riville. Ylimmällä rivillä on kaapin virtamuuntajat sekä Valmet DNA Ethernet-kytkin, jonka kautta I/O-kabinetti on järjestelmäväylää pitkin yhteydessä järjestelmän muihin asemiin. Kahdelta keskimmaiselta riviltä löytyy I/O-yksiköt, joista ylempi on käytössä ja alempi varalla, sekä palomuurauava reititin ja väyläkytkimet. Alimmalla rivillä sijaitsee prosessinohjain, joka sisältää prosessinohjauspalvelimen, sekä prosessiohjaimen tehonlähde.



Kuva 9. I/O-Kabinetti 1 (Paavilainen 2021)

I/O-kaapin Ethernet-kytkimeltä on yhteys palomuurauvalle reitittimelle sekä prosessinohjaimelle. Palomuurauvan reitittimen kautta automaatiojärjestelmä on kytketty koulun verkkoon, jolloin automaatiojärjestelmän ohjausta voidaan suorittaa etänä. Palomuurauvalta reitittimeltä on myös ethernet yhteys I/O-kabinetissa 2 sijaitsevaan reititinlaitteeseen.



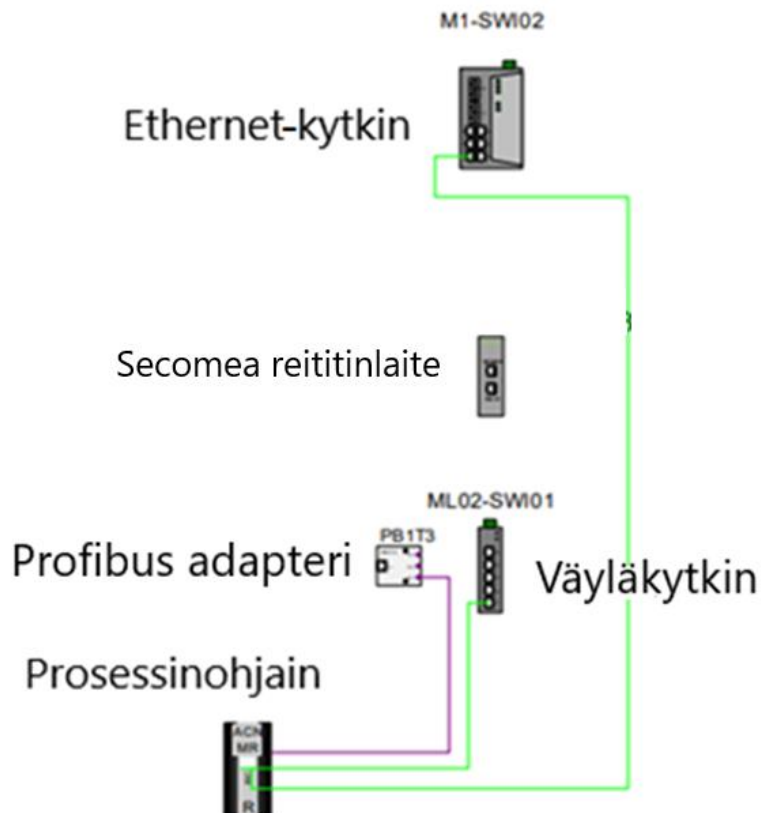
Kuva 10. I/O-kabinetti 1:sen Ethernet-liitynnät (Valmet 2021b, muokattu)

Prosessinohjain on yhteydessä I/O-yksiköihin kenttäväylän kautta. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että prosessinohjaimelta on ethernetiyhteys väyläkytkimeen. Kytkimen kautta prosessinohjain on yhteydessä I/O-yksikön väyläohjaimelle. Kahdennuksen vuoksi väyläkytkimeltä on yhteys myös I/O-kabinetti 2:en varalla olevalle I/O-kehikolle, jolloin prosessinohjain on yhteydessä molempiin I/O-kaappeihin. Prosessinohjaimilta on yhteys modbus-sarjapäivälyllä suoraan DEIF PPU 300 -generaattorinohjausyksikölle, sekä profibus valmiusadapterille.

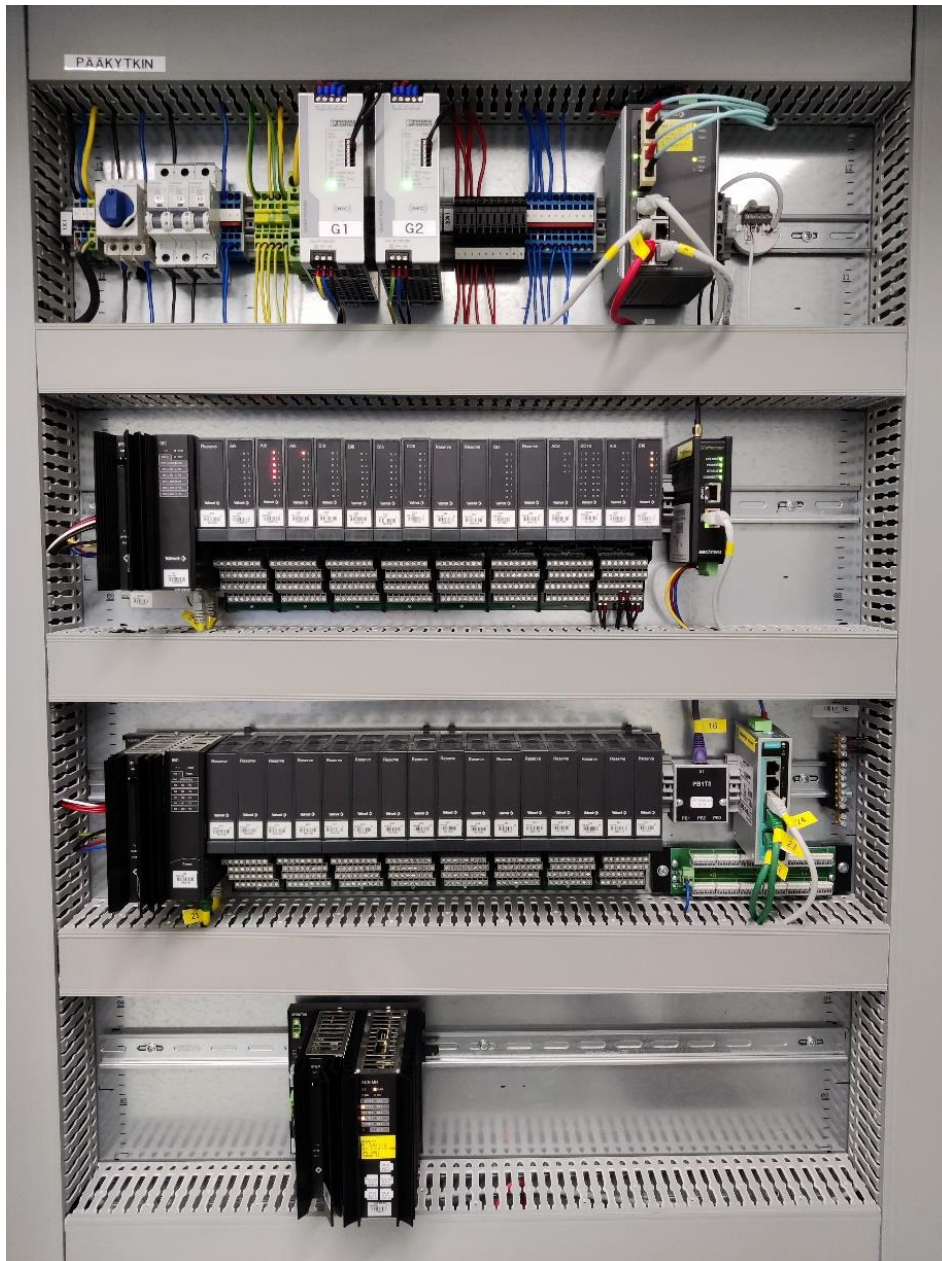
4.2.2 I/O-kabinetti 2

I/O-kabinetti 2 on sisällöltään lähes identtinen, kuin I/O-kabinetti 1. Erona on se, että palomuuraaavan reitittimen tilalla on Secomean reititinlaite. Reititinlaite on yhteydessä I/O-kabinetti 1:n palomuuraaavalle reitittimelle ja sen kautta ethernet-kytkimeen.

Väylä rakenne on samanlainen kuin kaapissa 1. Ethernet-kytkimeltä on yhteys prosessinohjaimelle ja sieltä edelleen väyläkytkimen kautta I/O-yksikköön. Prosessinohjaimelta on yhteys myös Profibus-adapterille sekä sarjaväyläyhteys sähköpäätaulun toiseen generaattorin ohjausyksikköön.



Kuva 11. I/O-kabinetti 2 Ethernet-liittynät (Valmet 2021c, muokattu)



Kuva 12. I/O-kabinetti 2 (Paavilainen 2021)

4.2.3 Ethernet-kytkin



Kuva 13. Ethernet-kytkin (Paavilainen 2021)

Ethernet-kytkimet ovat hallittuja kytkimiä, jotka yhdistävät järjestelmäväylän avulla kaikki järjestelmän asemat toisiinsa. Hallittu kytkin on laite, jota voidaan määrittää ja hallita, sekä se antaa mahdollisuuden hallita verkkoa ja kaikkea laitteen läpi kulkevaa liikennettä (Edmonds 2019.)

4.2.4 Prosessinohjain

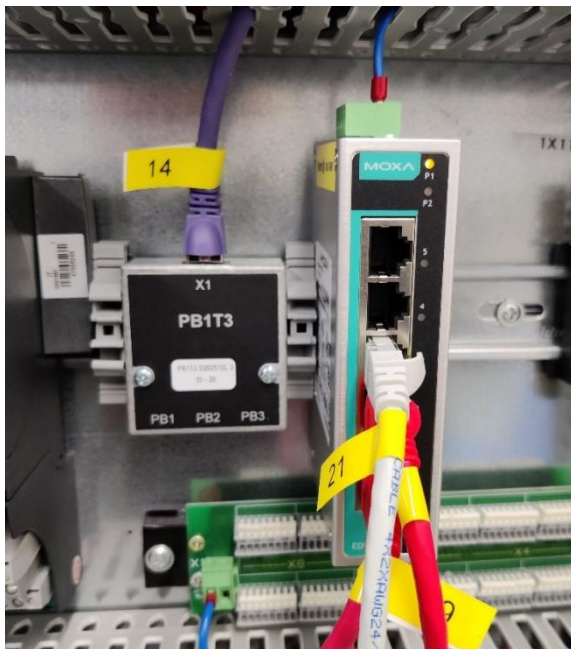
Valmetin ACN MR G2 -prosessiohjain on asennettu I/O-kehikolle yhdessä ISPS-teholähteen kanssa. Prosessiohjaimet ovat itsenäisesti operoivia tietokoneita, jotka ohjaavat verkon liikennettä ja suorittavat loogisia toimintoja, matemaattisia laskentoja, hälytysten valvontaa sekä trendien keräystä. (Valmet 2015, 7.)



Kuva 14. IPSP-tehonlähde & Prosessinohjain (Paavilainen 2021)

4.2.5 Väyläkytkin ja Profibus-adapteri

Väyläkytkin on niin kutsuttu tyhmäkytkin, jonka avulla saadaan ethernetväylä jaettava useampaan kohteeseen. Kytkimen välityksellä molemmat prosessinohjaimet ovat yhteydessä kummankin I/O-kabinettien I/O-yksiköihin. Profibus-adapterilla on saatu järjestelmään valmius hoitaa tietoliikennettä Profibus-väylän avulla.



Kuva 15. Profibus-adapteri & väylämuunnin (Paavilainen 2021)

4.2.6 I/O-yksikkö



Kuva 16. ACN I/O-yksikkö (Paavilainen 2021)

Valmet ACN I/O -yksikkö sisältää kokonaisuudessaan tehonlähteen, väyläohjaimen sekä analogisia ja binäärisiä tulo- ja lähtöyksiköitä, joita voidaan kutsua myös I/O-korteiksi. Simulaattorin automaatiojärjestelmän I/O-kabineteissa I/O-kortteja on yhteensä 25 kappaletta.

Analogituloyksiköt ovat Valmet DNA:n kahdeksankanavaisia AIC8N-kortteja. AIC8N yksikössä kanavat 0–3 ovat kiinteästi kentältä syötettäviä. Kanavat 4–7 voi valita joko kentältä tai kortilta syötettäviksi. Yksikön syöttäessä kanavia 4–7 yksikkö rajoittaa syöttövirtaa sekä valvoo syöttöjännitettä (Valmet 2018a, 1).

Analogilähtöyksiköt ovat nelikanavaisia AO4C-kortteja. Yksikön AO4C lähdöt ovat 0/4...20 mA:n virtaviestejä ja kanavien kenttäpiirien sisäinen resistanssi on 0 ohmia. AO4C-yksikkö valvoo kenttäpiirin katkosta ja oikosulkua (Valmet 2018b, 1).

Binäärituloyksiköt ovat DI8P kahdeksankanavaisia digitaalitulokortteja. Kenttäpiirin jännitesyötöt on toteutettu FXIS-ristikytkentälevyllä, josta saadaan 24 voltin jännitettä piiriin (Valmet 2018c, 1).

Binäärilähtöyksiköitä löytyy kahdenlaisia. DO8P on kahdeksankanavainen digitaalilähtöyksikkö, joka sisältää kanavakohtaisen virtarajoitetun jännitesyötön

(Valmet 2018e,1). DO16P on 16-kanavainen digitaalilähtöyksikkö, joka sisältää kanavakohtaisen virtarajoitetun digitaalilähdön 24 V/200 mA. Yksikön jokaisella lähtökanavalla on normaalisti auki oleva galvaanisesti erotettu puoli-johdekytkin. Kenttäpiirin 0 V paluuvirta voidaan kytkeä FXOS- tai FXOW-risti-kytkentälevyllä järjestelmään (Valmet 2018f, 1).

4.2.7 IPSP-tehonlähde

IPSP on tasavirran tehonlähdeyksikkö. IPSP muodostaa IBC-väyläohjaimen ja I/O-yksiköiden tarvitsemat käyttöjännitteet. IPSP valvoo asennusalustan kautta I/O-yksiköille kulkevan kenttäjännitteen arvoa. Jos kenttäjännite putoaa alle 15 VDC:n, antaa IPSP-teholähde hälytyksen FSFLT-signaalilla ja merkkivalolla F. Signaalia monitoroi IBC-väyläohjain (Valmet 2018h, 1&4.)

4.2.8 IBC-väyläohjain



Kuva 17. IPSP-tehonlähde & IBC-väyläohjain (Paavilainen 2021)

IBC-väyläohjain on prosessiväyläohjain, joka yhdistää prosessinohjaimet ja I/O-yksiköt. IBC kytkeytyy prosessinohjaimen 10/100 Mbit/s Ethernet-lii-ty-

nän avulla ja I/O-yksiköihin asynkronisen 1,5 Mbit/s sarjaväylän kautta (Valmet 2018i). IBC on asennettu yhdessä ISPS-tehonlähteen kanssa I/O-kiskon päähän.

4.3 Valvomoasema

Simulaattorin valvomoasema on sijoitettu luokkahuoneeseen. Valvomoasemalta löytyy palvelin, tietokoneet ja näytöt, jotka sisältävät muun muassa Valmet DNA automaatiojärjestelmän käyttöliittymän ja erilaiset palvelimet, kuten hälytys- ja varmistuspalvelimet.

Valvomoasemien tietokonenäytöt toimivat käyttöliittymän käyttöpaneelina, joissa sijaitsee DNA Operate -käyttöliittymä. DNA Operate on prosessin valvontaan ja ohjaukseen tarkoitettu käyttöliittymä. Tämän avulla voidaan toteuttaa käyttäjän ja järjestelmän välistä kommunikointia. (Valmet 2019, 2.) Käyttöliittymä sisältää erilaisia ikkunoita, jotka esittävät grafiikkaa kontrolloidusta prosessista ja hälytysten tapahtumalistaa, sekä erilaisia työkaluja prosessin ohjaukseen. Käyttöliittymä sisältää myös erilaisia Valmetin ohjelmistomoduuleja, kuten DNA-hälytyspalvelimen ja DNA-varmistuspalvelinaseman.

Hälytyspalvelin suorittaa kaikkien prosessiohjainten tai järjestelmädiagnostiikan havaitsemien hälytysten käsittelyn sekä listauksen. Se on myös kahdennettu, jolloin sekä pää- että varapalvelin toimivat erillisillä tietokoneilla. Hälytysten tallennuksen toteuttaa DNA-historian. Se on tallennuspalvelin, jonne taltioituu mittausarvoja sekä hälytystapahtumia, jotka ovat käytettävissä trendejä, raportteja ja analyyseja varten. Varmistuspalvelinasema sisältää konfigurointiohjelmat kaikille järjestelmän asemille (Valmet 2015, 7.)

5 AUTOMAATIOJÄRJESTELMÄN LIITTÄMINEN PROSESSIIN

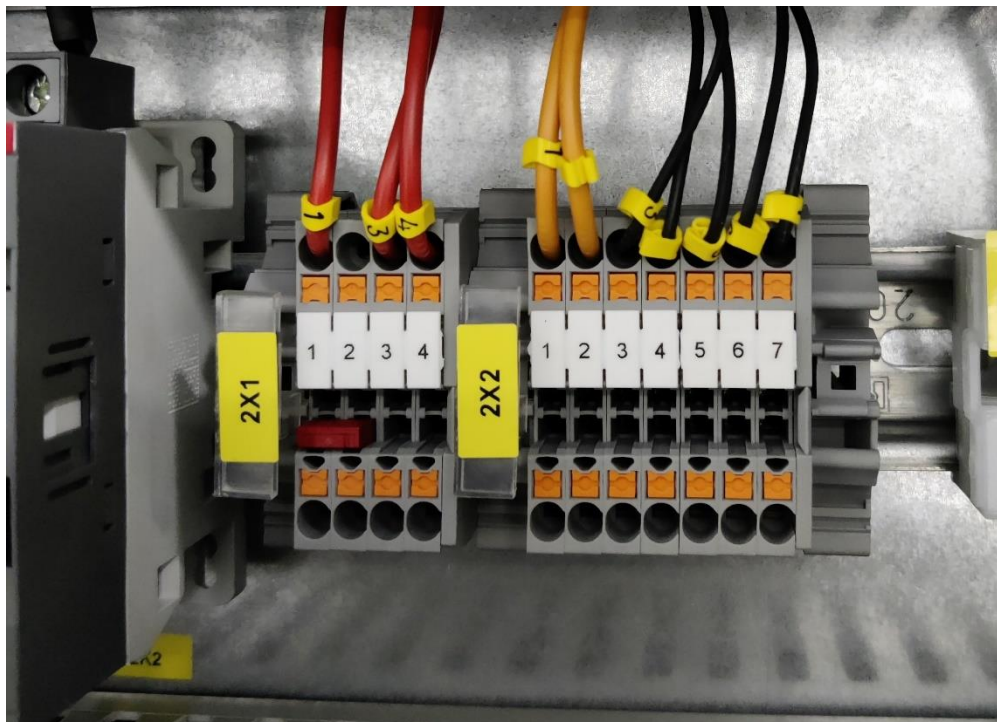
Valmet DNA on liitetty prosessiin I/O-liityntöjen sekä sarjaväylän kautta. Automaatiojärjestelmän I/O-kabinetin kaapeliliittimiltä on viety päätaululle kymmenparista kaapelia, jotka ovat liitettynä sähköpäätaulun riviliittimille. Sarjaväyläliitynnät kulkevat generaattorin ohjausyksiköiltä I/O-kabineteissa sijaitseville prosessiohjaimille.

Telesilta Oy toimitti I/O-pisteluetellon, jossa on lueteltu jokainen sähköpäätaulun komponentin ohjaustoiminto, hälytys- ja tilatieto, sekä valmiiksi piirretyt piirikaaviopiirustukset sähköpäätaulusta, joista ilmenee näiden riviliitinosoitteet, joihin kaapelit kytketään.

Näiden avulla on suunniteltu ja piirretty simulaattorin I/O-korttien piirikaaviopiirustukset (LIITE 1 ja 2), joissa on esitetty automaatiojärjestelmän I/O-signaalit, niiden korttipaikka I/O-kortilla ja riviliitinosoite päätaulussa, sekä kaapelin ja kaapeliparin numerot. Piirikaavioiden perusteella toteutettiin automaatiojärjestelmän prosessiliityntä I/O-kaappien ja sähköpäätaulun välille.

5.1 Liityntä sähköpäätauluun

Sähköpäätaulu on jaettu toimintojen mukaan kuuteen eri kenttään. Jokainen kenttä käsittää yhden kaapin sähköpäätaulussa, joka sisältää eri komponentteja riippuen kentän toiminnoista. Esimerkiksi kentässä 1. kytketään dieselgeneraattori 1 syöttämään sähköä sähköpäätauluun, jolloin se sisältää kyseisen dieselgeneraattori ohjauskomponentit, kuten katkaisimet. Sähköpäätaulun jokaisen kentän kaapissa sijaitsee riviliittimet, joihin kytketään sekä automaatiojärjestelmään että dieselgeneraattoreille lähtevät kenttäkaapelit tilatietoja ja



Kuva 18. Riviliittimet, joihin kenttäkaapelit kytketään (Paavilainen 2021)

ohjaussignaaleja varten. Pääsääntöisesti riviliitinosoitteet on jaettu eri kaap-
peihin siten, että kyseisen kaapin komponenttien ohjaussignaalit ja tilatiedot
on kytketty sen kaapin riviliittimille.

5.1.1 Kenttä 1

Sähköpäätaulun 1. kentästä löytyy dieselgeneraattori 1:n ohjaukset ja kom-
ponentit, joilla voidaan kytkeä generaattori syöttämään sähköä sähköpäätau-
luun. Kaapissa on generaattorin katkaisija 1Q1, generaattorisytön kaapelin
ampeeri- ja jännitemittaus, generaattoria pyörittävän dieselmoottorin käynnis-
tys- ja pysäytysnapit sekä alitaajuus- ja yli- ja alijännitemittaus. Ensimmäi-
sessä kentässä sijaitsee myös DEIF PPU 300 -generaattorin ohjausyksikkö,
jonka tunnus on 1A1. Ohjausyksikön tehtävänä on toimia Valmet DNA:n alai-
suudessa ja hoitaa generaattoreiden tahdistus, suojaus sekä antaa käsky
moottorille kierrosten alennukseen ja nostamiseen. Generaattoreita voidaan
sis ohjata paikallisesti ohjausyksikön käyttöpaneelilta tai automaatiojärjestel-
män avulla.

Kentästä 1 löytyy riviliittimet 1X1-1X4, joilta automaatiojärjestelmään on kyt-
ketty sähköpäätaulun vasemmanpuolen alitaajuus-, alijännite- ja ylijännitehäly-
tykset sekä generaattorikatkaisijan 1Q1 auki/kiinni ohjaukset. Generaatto-
rinohjausyksiköltä lähtee sarjaväylän kautta automaatiojärjestelmään gene-
raattori 1:n virran, jännitteen ja taajuuden tilatiedot. Dieselmoottorin start/stop -
käskyt sekä dieselgeneraattorilta tuleva hätäpysäytyssignaali ovat myös kyt-
ketty kentän 1 riviliittimille.

Taulukko 1. Automaatiojärjestelmän kaapelikytkennät 1. kentässä

1X1	SIGNAALI	
1	EC 6130	DG1 Katkaisin kiinni komento
2		
1	EC 6132	DG1 Katkaisin auki komento
3		

1X3	SIGNAALI	
1	EA6105	MS Ylijännitehälytys PS
2		
3	EA6106	MS Alijännitehälytys PS
4		
5	EA6104	MS Matalataajuushälytys PS
6		

Taulukko 2. Generaattorille lähtevän kaapelin kytkennät 1. kentässä

1X1	SIGNAALI
4	DG1 Hätäseis
5	
6	Diesel 1 Käynnistys
7	
6	Diesel 1 Pysäytys
8	

5.1.2 Kenttä 2

Päätaulun 2. kentästä löytyy 1. moottorilähtö sekä sen katkaisija 2Q1. Moottorilähtö on mitoitettu koulun moottoripenkeille, joilla voidaan simuloida tulevaisuudessa esimerkiksi propulsiojärjestelmän moottoreita. Kentässä sijaitsee myös varalla oleva moottorilähtö 2Q2, joka ei ole tällä hetkellä käytössä.

Kentässä 2 sijaitsee riviliittimet 2X1 ja 2X2, joille on kytketty kenttäkaapeli moottorilähdön katkaisijan 2Q1 tilatietoja ja ohjaussignaaleja varten.

Taulukko 3. Automaatiojärjestelmän kaapelikytkennät 2. kentässä

2X2	SIGNAALI	
1	EC 6160	2Q1 Katkaisin kiinni komento
2		
2	EC 6162	2Q1 Katkaisin auki komento
4		

2X2	SIGNAALI	
1	EI 6164	2Q1 Katkaisin valmis etäkäytölle
2		
3	EI 6221	2Q1 Katkaisin auki
4		
3	EI 6161	2Q1 Katkaisin kiinni
5		
6	EI 6163	2Q1 Katkaisin lauennut
7		

5.1.3 Kenttä 3

Kolmannen kentän kaapista löytyy päätaulun kahteen puoleen erottava 800 ampeerin kiskokatkaisin, generaattoreiden manuaalinen kierrosluvun säätö, dieselgeneraattoreiden ja maistasyötön synkronointi, jännite- ja taajuusmittarit sekä synkronoinnin taajuus.

Kaapin ovista löytyy kytkimet molempien generaattoreiden kierrosluvun nostamiseen ja alentamiseen, irti /auki-painikkeet generaattoreiden ja maasyötön katkaisimien ohjaukseen sekä synkronoinnin valintakytkin. Näiden avulla voidaan suorittaa generaattoreiden tai maasyötön manuaalisynkronointi muuttamalla generaattoreiden kierroslukua. Synkronoinnilla sovitetaan generaattorin tai maasyötön jännitetaso ja taajuus yhteen verkon tai toisen generaattorin kanssa, jolloin ne voidaan kytkeä yhteen ilman syntyviä takatehoa tai suurempia virta- ja jännitemuutoksia (Veteli 2015, 17).

Kytkimet kierrosluvun muuttamiseksi ovat yhteydessä generaattorin ohjausyksikköön, johon ne antavat käskyt halutusta muutoksesta ja ohjausyksikkö lähettää käskyn eteenpäin generaattorille.

Päätaulu voidaan asettaa kaapista kytkimellä 3S3 automaattiasentoon, jolloin synkronointi pystytään toteuttamaan automaatiojärjestelmän avulla valvomoasemalta käsin.

Kentän 3 riviliittimille on kytketty sähköpäätaulun taajuus- sekä yli- ja alijännitehälytykset, sähkökatkos- ja maavuotohälytykset, generaattorikatkaisimien tilatiedot ja laukeamishälytykset sekä generaattoreiden tehon tilatiedot. 3. kenttään on kytketty myös sähköpäätaulun 230 VAC:n apujännite, joka muunnetaan 5. kentän muuntimilla 24 VDC:n ohjausjännitteeksi.

Taulukko 4. Automaatiojärjestelmän kaapelikytkennät 3. kentässä

3X5	
1	230VAC Apujännite
2	
3	230VAC Apujännite (Vara)
4	

3X9	SIGNAALI	
1	EI 6131	DG1 Katkaisin kiinni
2		
3	EI 6212	DG1 Katkaisin auki
4		
5	EI 6133	DG1 Katkaisin lauennut
6		
7	EA 6137	DG1 Suojarelevika
8		
9	EI 6136	DG1 Teho
10		

3X10	SIGNAALI	
1	EI 6141	DG2 Katkaisin kiinni
2		
3	EI	DG2 Katkaisin auki
4		
5	EA 6143	DG2 Katkaisin lauennut
6		
7	EA 6147	DG2 Suojarelevika
8		
9	EI 6146	DG2 Teho
10		

3X11	SIGNAALI	
1	EA 6108	MS Bus SB Blackout
2		
3	EA 6101	MS Bus PS Blackout
4		
5	EA 6110	MS Eristysvikahälytys SB
6		
7	EA 6103	MS Eristysvikahälytys PS
8		
9	EI 6220	3S3 Kytkin automaattilla
10		
13	EI 6120	MS Bustie katkaisin kiinni
14		

5.1.4 Kenttä 4

Kenttä 4:ssa sijaitsee dieselgeneraattori 2:n kytkennät ja ohjaukset. Kaapista löytyy myös samanlainen DEIF PPU 300 -generaattorin ohjausyksikkö, kuin kentästä 1. Samalla tavalla tämänkin ohjausyksikön tehtävänä on toimia Valmet DNA:n alaisuudessa ja hoitaa generaattori 2:n tahdistus, suojaus sekä antaa käsky moottorille kierrosten alennukseen ja nostamiseen. Generaattorikatkaisin 4Q1 hoitaa generaattorisytön irti / auki-toiminnot. Ovessa sijaitsee dieselmootorin käynnistys- ja pysäytys painikkeet sekä mittareista voidaan lukea generaattorin kaapelin virta ja jännite sekä generaattorin teho kilowatteina.

Taulukko 5. Automaatiojärjestelmän kaapelikytkennät 4. kentässä

4X1	SIGNAALI	
1	EC 6140	DG2 Katkaisin kiinni komento
2		
1	EC 6142	DG2 Katkaisin auki komento
3		

4. kentän riviliittimiltä on kaapelikytkennät dieselgeneraattorille, jonka kautta kulkee generaattoria pyörittävän dieselmoottorin ohjaukset sekä dieselgeneraattorilta tuleva hätäpysäytyksen tieto.

Taulukko 6. Generaattorin kaapelikytkennät 4. kentässä

4X1	SIGNAALI
4	DG2 Hätäseis
5	
6	Diesel 2 Käynnistys
7	
6	Diesel 2 Pysäytys
8	

5.1.5 Kenttä 5

Kenttä 5 sisältää maasyötön liittynnän sekä sen ohjauksen komponentit. Katkaisija 5Q1 hoitaa maasyötön irti / auki-kytkennän. Kenttäkaapin sisällä on taajuus- ja virta-anturit sekä synkronointirele, joka tarkistaa synkronointiehtojen täyttymiset. Synkronointirele 5A1 mittaa, että maaverkon jännitteen ja kiskojännitteen synkronoinnille asetetut jännite-eron, vaihekulman ja taajuuden jättämien synkronointiehdot ovat sallittujen rajojen sisällä. Ehtojen täytyessä se sulkee maasyötön katkaisijan 5Q, jolloin päätauluun syötetään sähkö valtakunnan verkosta (DEIF A/S 2020).

Kenttäkaapissa sijaitsee muuntajat, joiden avulla muutetaan päätaulun 3. kentän riviliittimille tuotu 230VAC:n apujännite päätaulun 24 VDC:n ohjausjännitteeksi.

Kentän riviliittimille on kytketty maasyötön katkaisimen ohjaukset ja tilatiedot sekä maasyötön virran, taajuuden sekä tehon mittauksien tiedot.

Taulukko 7. Automaatiojärjestelmän kaapelikytkennät 5. kentässä

5X1	SIGNAALI	
1	EC 6153	SC Ohjaus auki IAS:sta
2		
1	EC 6154	SC Ohjaus kiinni IAS:sta
3		
4	EI 6151	MS1 SC Katkaisin kiinni
5		

5X2	SIGNAALI	
3	EI 6150	MS1 SC Katkaisin valmis etäkäytölle
4		
7	EI 6155	Taajuus IAS:iin
8		
9	EI 6152	MS1 Maaliitanta virta
10		
11	EI 6156	kWh Pulsseja IAS:iin
12		

5.1.6 Kenttä 6

Kenttä 6 on samanlainen kuin kenttä 2. Siinä sijaitsee toisen moottorilähdön ohjaukset ja komponentit. Moottorikatkaisija 6Q1 hoitaa moottorilähdön irti / auki -kytkennän. Kentässä sijaitsee myös varalla oleva moottorilähtö 6Q2, joka ei tällä hetkellä ole käytössä.

6. kentän riviliittimille on kytketty moottorilähdön katkaisijan 6Q1 ohjaussignaalit sekä tilatiedot.

Taulukko 8. Automaatiojärjestelmän kaapelikytkennät 6. kentässä

6X1	SIGNAALI	
1	EC 6170	6Q1 Katkaisin kiinni komento
3		
2	EC 6170	6Q1 Katkaisin auki komento
4		

6X2	SIGNAALI	
1	EI 6174	6Q1 Katkaisin valmis etäkäytölle
2		
3	EI	6Q1 Katkaisin auki
4		
3	EI 6171	6Q1 Katkaisin kiinni
5		
6	EA 6173	6Q1 Katkaisin lauennut
7		

5.2 Liityntä I/O-kabinettiin

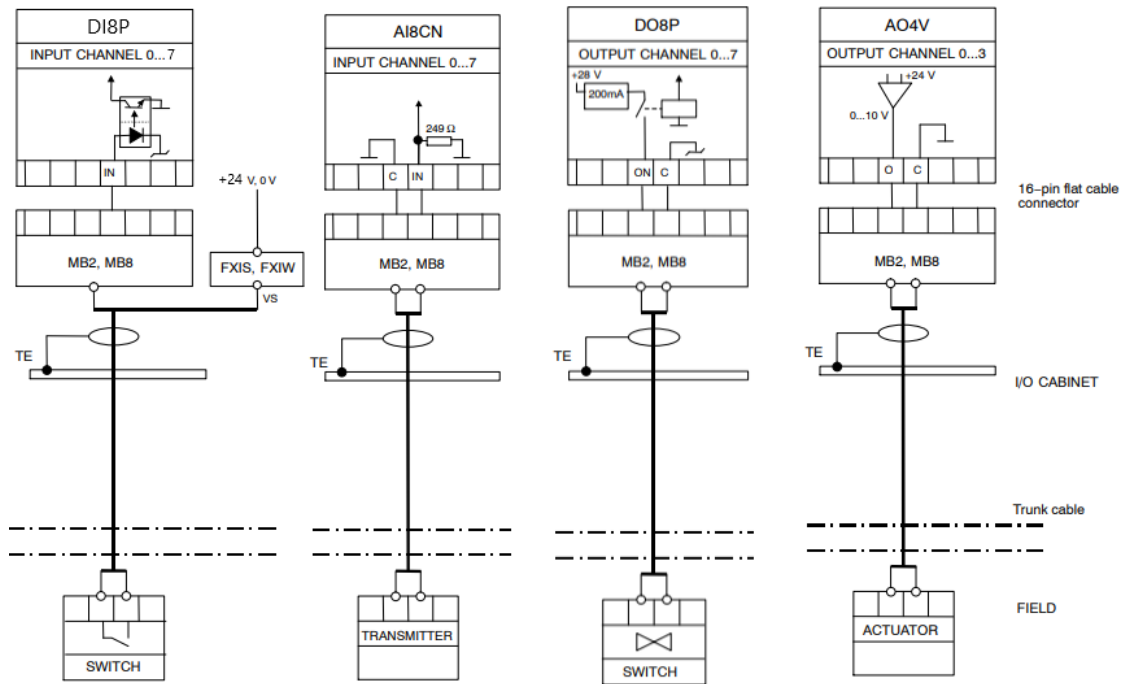
Kenttäkaapelit on kytketty I/O-kabineteissa I/O-korttien alapuolella oleville kaapeliliittimille. Jokaiselle kortille on oma kaapeliliitin, joka sisältää 16 numeroitua pistikettä. Jokaiselle kanavalle on kaksi pistikettä, joille kenttäkaapelin kaapeliparit on kytketty.



Kuva 19. Kaapeliliittimet kenttäkaapelin kaapelipareille (Paavilainen 2021)

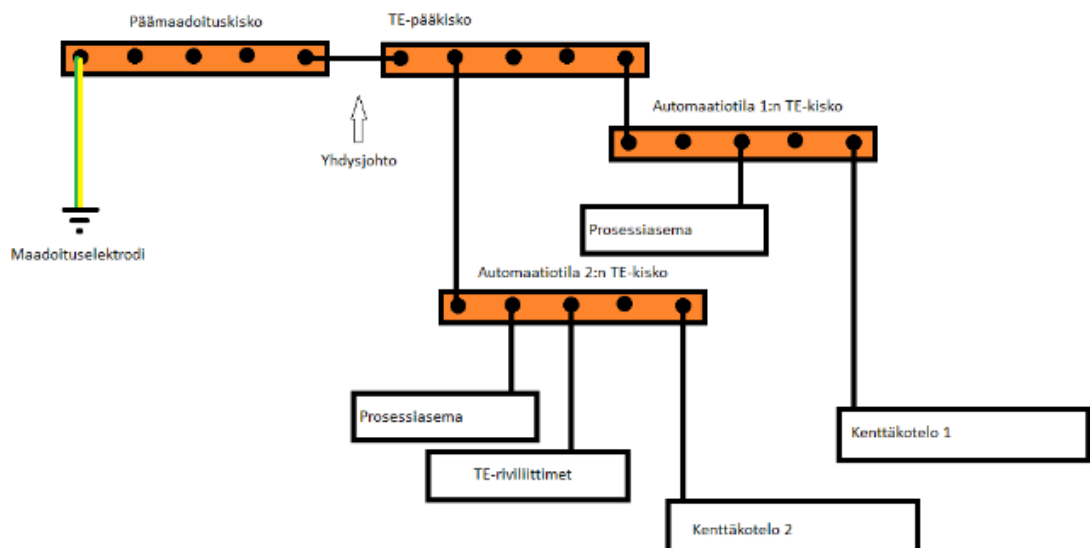
Automaatiojärjestelmän signaalit on jaettu kahden I/O-kabinetin I/O-kortteille siten, että dieselgeneraattori 1: sen, moottorilähdön katkaisijan 2Q1 sekä sähköpäätaulun PS-puolen hälytys- ja tilatietosignaalit kulkevat I/O-kabinetti 1: sen kautta ja dieselgeneraattori 2: sen, maistasyötön, moottorilähdön katkaisijan 6Q1 sekä sähköpäätaulun SB-puolen hälytys- ja tilatietosignaalit kulkevat I/O-kabinetti 2: sen kautta. Signaalien korttipaikat ja kaapeliliitynnät I/O-kabineteissa on esitetty I/O-korttien piirikaaviopiirustuksissa (liitteet 1 ja 2).

Kaapeliparin valkoinen plussajohto on kytketty parittomaan pistikkeeseen ja sininen miinusjohto parilliseen paitsi binääritulokorttien, joissa kaapeliparin plussajohto kytkettiin FXIS-ristikytkentälevylle, josta saatiin piirin 24 Voltin jännitteensyöttö.



Kuva 20. I/O-korttien kaapelikytkennät (Valmet 2018a; Valmet 2018b; Valmet 2018c; Valmet 2018e, muokattu)

Kenttäkaapeli ja sen kaapeliparit on maadoitettu I/O-kabinettien TE-maadoituskiskoon. TE-maadoitus tarkoittaa häiriötöntä maadoitusta ja sitä käytetään herkkien laitteiden, kuten teollisuuden tiedonsiirtokaapelien, häiriösuojaukseen. TE-maadoitus ei suojaa laitteistoa sähköiskuilta. Häiriösuojamaa on rakenteeltaan tähtimäinen, jossa vain yksi piste on yhteydessä päämaadoituskiskoon ja varsinaiseen maahan (Aalto 2015, 8).



Kuva 21. TE-maadoituksen periaatekuva (Aalto 2015, 8)

6 YHTEENVETO

Tämän opinnäytetyön aiheena oli luoda raportti laivojen sekä Koululle rakennettavan simulaattorin integroidusta automaatiojärjestelmän rakenteesta ja toiminnasta, sekä toteuttaa järjestelmän prosessiin liittäminen, jolloin simulaattorin generaattoreita ja sähköpäätaulua voidaan ohjata automaatiojärjestelmän avulla.

Opinnäytetyö oli produktiivinen työ, jonka pääpaino oli prosessiliityntöjen suunnittelussa ja rakentamisessa. Produktiivinen osuus oli melko haastava, sillä itselläni ei ollut aiempaa kokemusta näin suuren automaatiojärjestelmän rakenteesta ja toiminnasta, ja etenkin työn alkuvaiheilla kului paljon aikaa sen selvittelyyn sekä opetteluun.

Työtä voidaan pitää onnistuneena, sillä tavoitteeseen päästiin. Koulun sähkölaboratorion tiloihin saatiin rakennettua prosessiliitynnät voimalaitoksen ja automaatiojärjestelmän komponenttien välille. Tämän lisäksi prosessi saatiin myös dokumentoitua tähän opinnäytetyöhön hyvin. Yksi tavoite opinnäytetyölle oli myös toimia merenkulun sähkö- ja automaatiotekniikan opetuksen tukena, johon uskon tämän työn pystyvän, sillä työssä on selostettu melko kattavasti laiva-automaatiojärjestelmän sekä simulaattorin rakentaneesta ja toiminnasta. Työstä on varmasti myös apua vastaavanlaisten järjestelmien suunnittelussa ja rakentamisessa tulevaisuudessa.

Simulaattori ja sen automaatiojärjestelmä eivät ole vielä valmiit, vaan tämän työn julkaisuvaiheessa projekti on vielä kesken.

LÄHTEET

Aalto, J. 2015. Prosessiautomaation häiriösuojaus. Satakunnan ammattikorkeakoulu. Sähkötekniikan koulutusohjelma. Opinnäytetyö. Saatavissa: https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/98019/aalto_joni.pdf?sequence=1&isAllowed=y [Viitattu 20.5.2021].

ABB Oy. TTT-käsikirja 2000–07 luku 24 prosessiautomaatio. Helsinki: ABB Oy.

DEIF A/S. 2020. HAS-111DG Paralleling relay. DEIF A/S internetsivu. Saatavissa: <https://www.deif.com/products/has-111dg/> [Viitattu 2.4.2021].

Edmonds, R. 2019. How to choose between managed an unmanaged network switch. Windowscentral internetsivu. Saatavissa: <https://www.windowscentral.com/should-you-buy-managed-or-unmanaged-switch#managed> [Viitattu 21.5.2021].

International Maritime Organization. 2020. SOLAS consolidated edition 2020. Lontoo: International Maritime Organisation.

Kippo, K & Tikka, A. 2008. Automaatiotekniikan perusteet. Helsinki: Edita.

Lehto, P. 2014. Laiva-automaation suunnittelun ohjeistus. Turun ammattikorkeakoulu. Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma. Opinnäytetyö. Saatavissa: https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/70923/Pasi_Lehto.pdf?sequence=1&isAllowed=y [Viitattu 20.5.2021].

Mäkinen, M. J.J. Kallio, R. Tantarimäki. 2009. Prosessiteollisuuden sähkö- ja automaatioasennukset. Helsinki: Otava.

Nurmi, M. 2017. Laivan integroidun automaatiojärjestelmän käyttöönottoprosessi. Metropolia ammattikorkeakoulu. Automaatiotekniikan koulutusohjelma. Opinnäytetyö. Saatavissa: https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/129286/Nurmi_Matias.pdf?sequence=1&isAllowed=y [Viitattu 3.4.2021].

Paavilainen, O-E. 2021.

Pepliński, H. 2019. Ship and mobile offshore unit automation. Amsterdam: Gulf Professional publishing.

Valmet 2015. Failure mode & effect analysis. Pdf-tiedosto. Valmetin hallussa oleva tiedosto.

Valmet 2020. DNA marine automation system. Power Point-esitysmateriaali. Valmetin hallussa oleva tiedosto.

Valmet 2019. DNA Operate -käyttöohje. Pdf-tiedosto. Valmetin hallussa oleva tiedosto.

Valmet 2018a. ACN I/O-yksiköt M80-sarja: AI8CN-manuaali. Pdf-tiedosto. Valmetin hallussa oleva tiedosto.

Valmet 2018b. ACN I/O-yksiköt M80-sarja: AO4-manuaali. Pdf-tiedosto. Valmetin hallussa oleva tiedosto.

Valmet 2018c. ACN I/O-yksiköt M80-sarja: DI8P-manuaali. Pdf-tiedosto. Valmetin hallussa oleva tiedosto.

Valmet 2018d. ACN I/O-yksiköt M80-sarja: DI16P-manuaali. Pdf-tiedosto. Valmetin hallussa oleva tiedosto.

Valmet 2018e. ACN I/O-yksiköt M80-sarja: DO8P-manuaali. Pdf-tiedosto. Valmetin hallussa oleva tiedosto.

Valmet 2018f. ACN I/O-yksiköt M80-sarja: DO16P-manuaali. Pdf-tiedosto. Valmetin hallussa oleva tiedosto.

Valmet 2018g. DNA Report-käyttöohje. Pdf-tiedosto. Valmetin hallussa oleva tiedosto

Valmet 2018h. Tehonsyöttöyksiköt: IPSP-manuaali. Pdf-tiedosto. Valmetin hallussa oleva tiedosto.

Valmet 2018i. Väyläliityntäyksiköt: IBC-manuaali. Pdf-tiedosto. Valmetin hallussa oleva tiedosto.

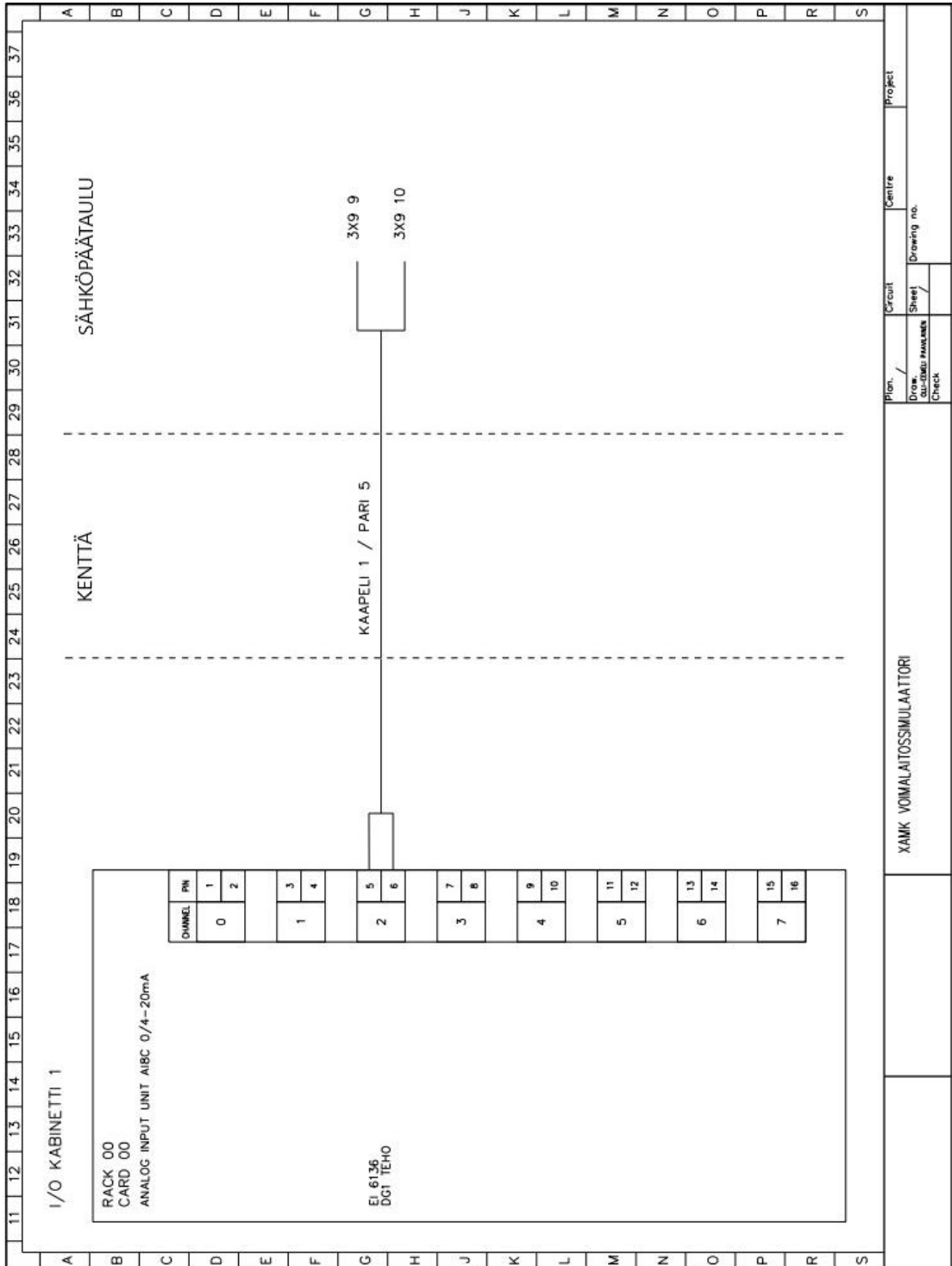
Valmet 2021a. Xamk automaatiojärjestelmän I/O-ryhmät ja kytkennät -piirustus. Pdf-tiedosto. Valmetin hallussa oleva tiedosto.

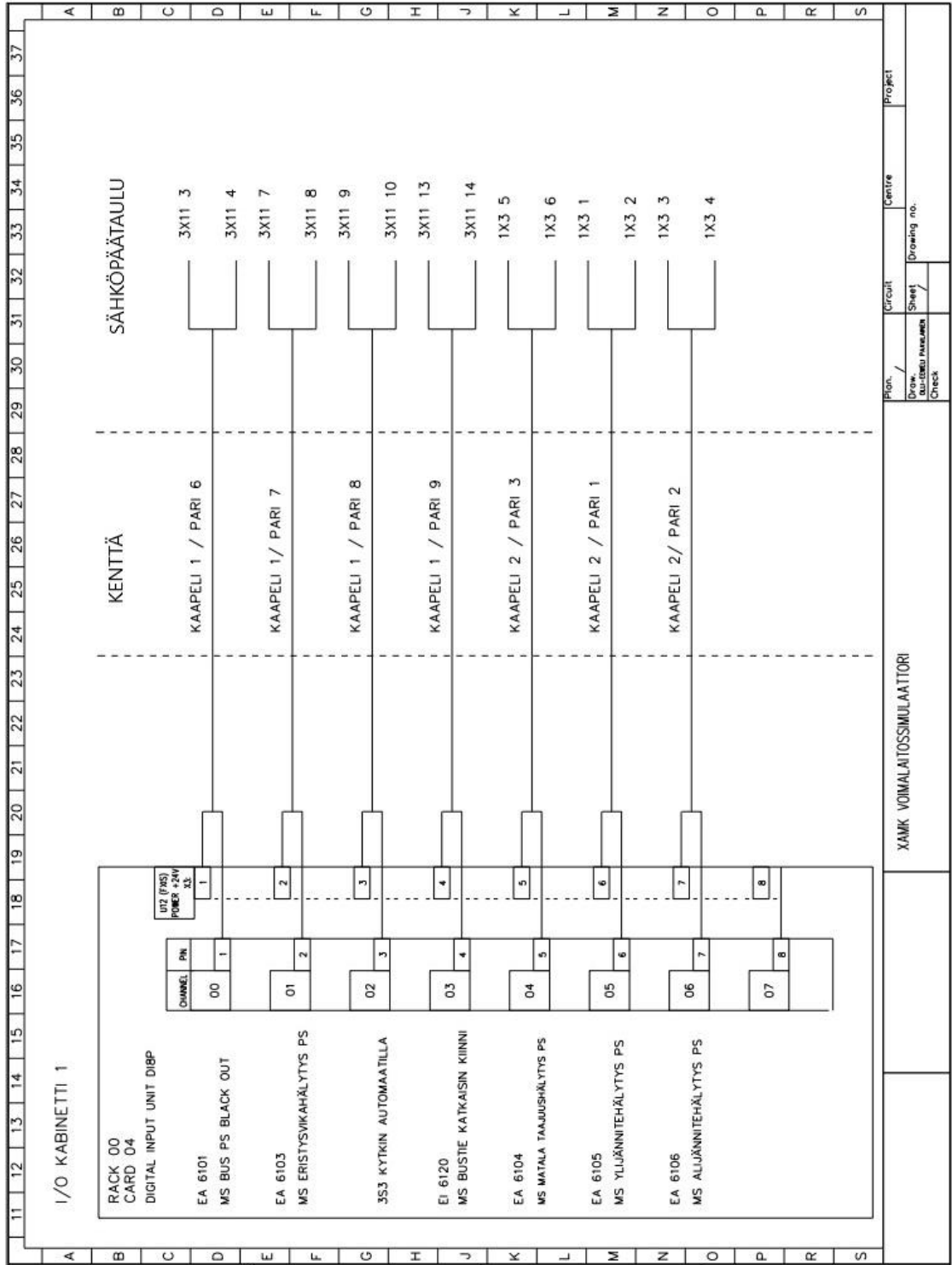
Valmet 2021b. Xamk I/O-cabinet 1-piirustus. Pdf-tiedosto. Valmetin hallussa olevaa tiedosto.

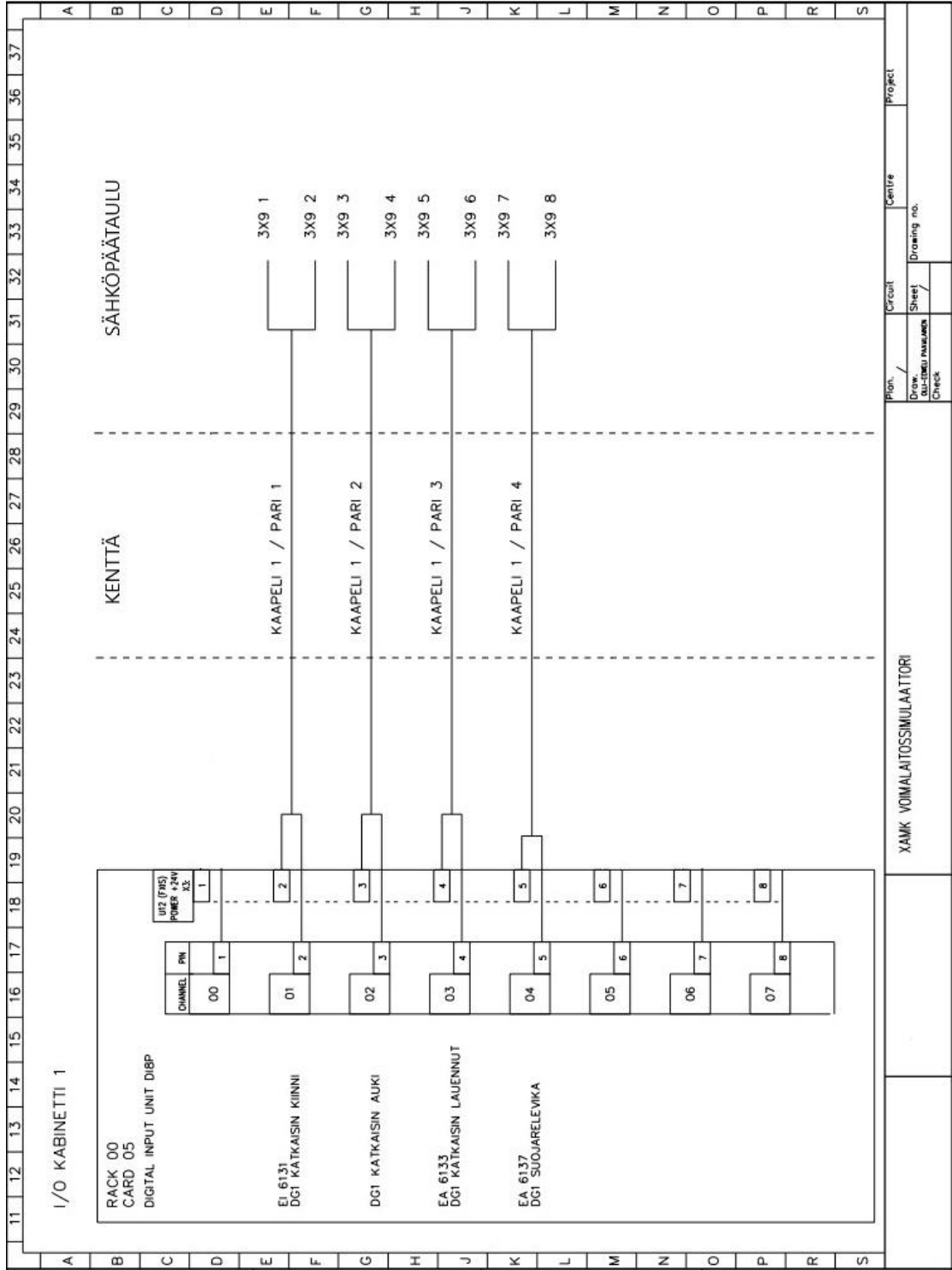
Valmet 2021c. Xamk I/O-cabinet 2-piirustus. Pdf-tiedosto. Valmetin hallussa tiedosto.

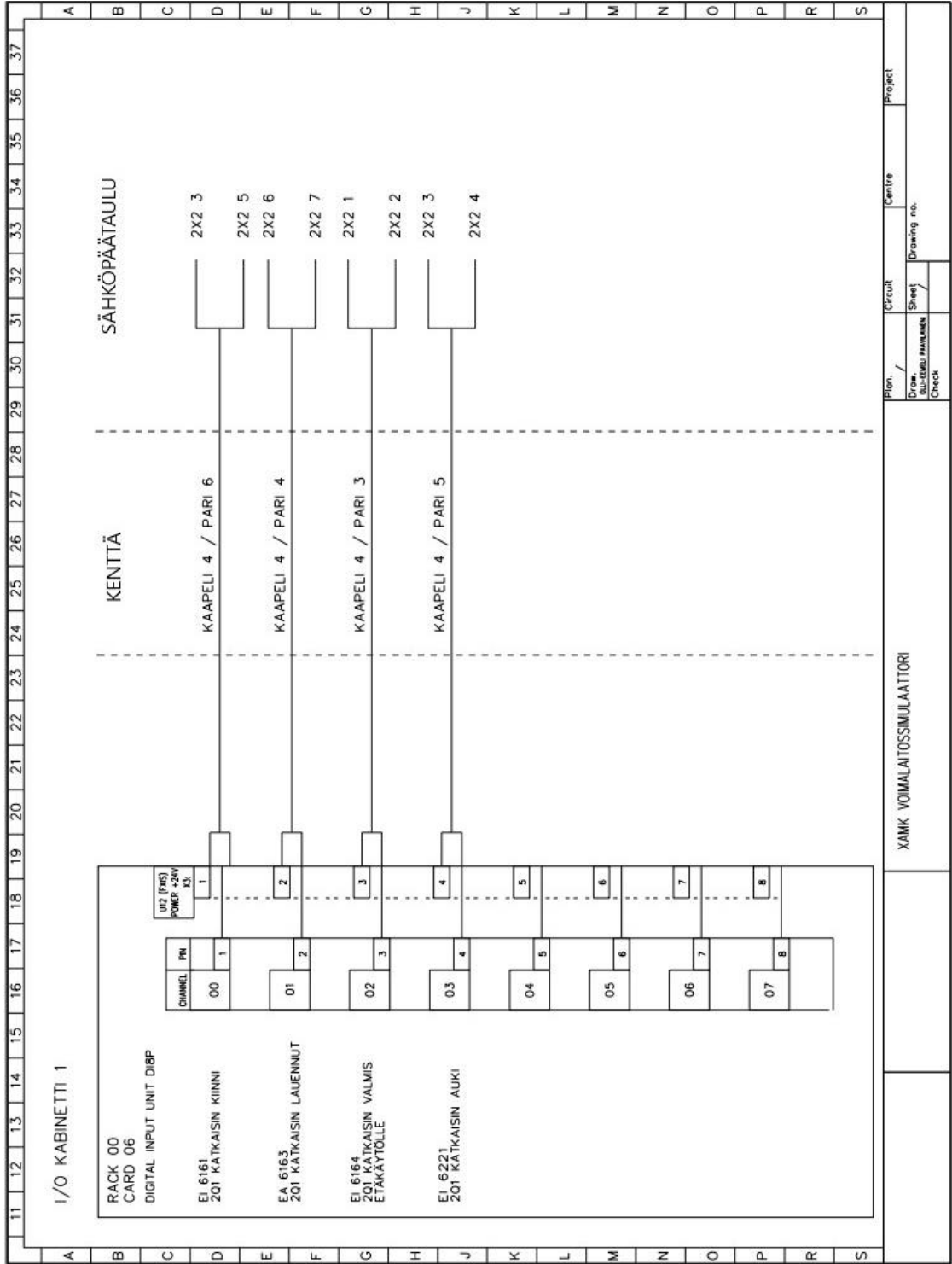
Veteli, J. 2015. Generaattorin saarekekäyttö ja suojausten testaus. Lapin ammattikorkeakoulu. Sähkötekniikan koulutusohjelma. Opinnäytetyö. Saatavissa: https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/102956/Opinnaytetyo_JVeteli_lopullinen.pdf?sequence=1&isAllowed=y [Viitattu 15.5.2021].

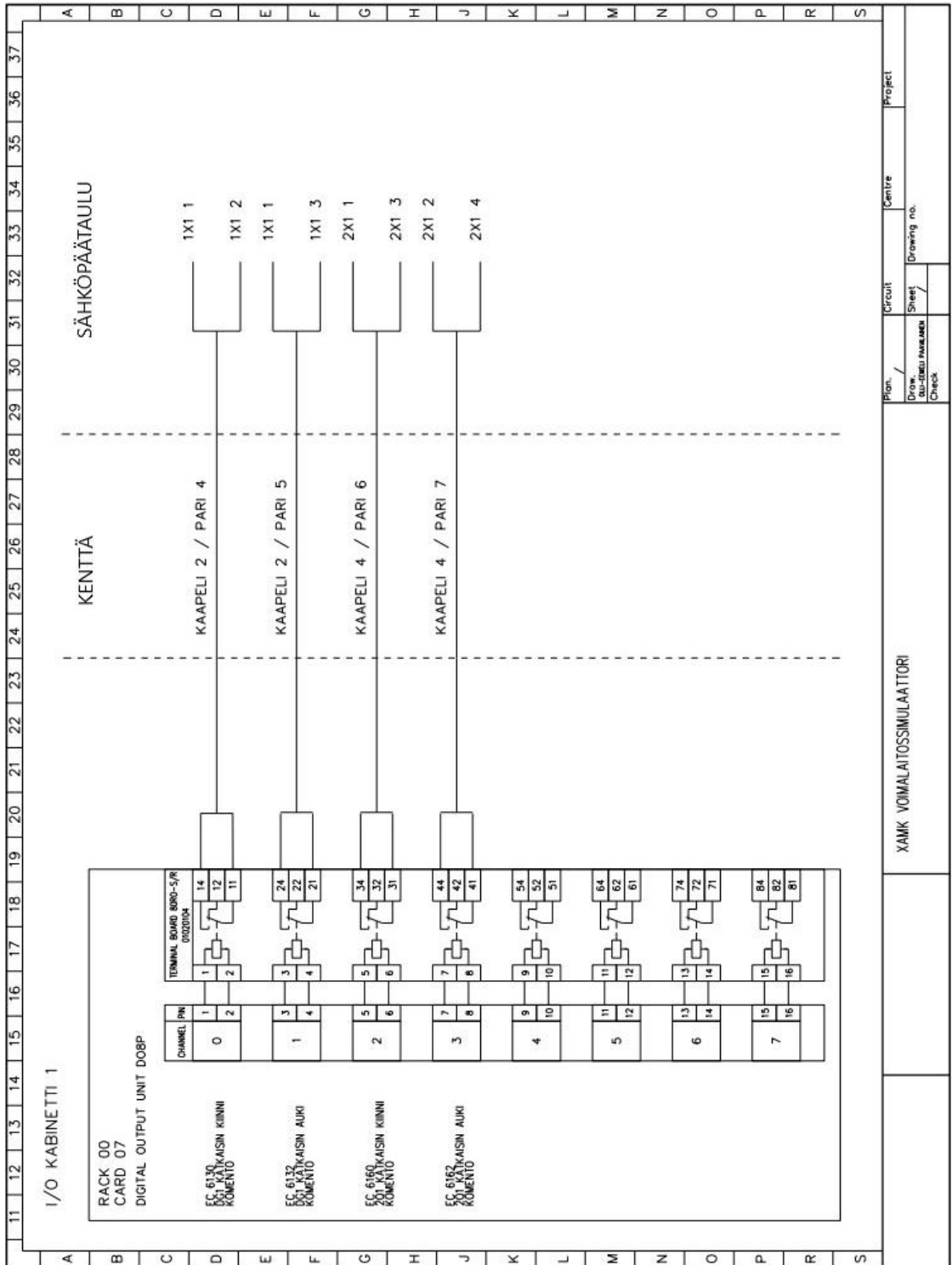
I/O-KABINETTI 1 I/O-KORTTIEN PIIRIKAAVIOT



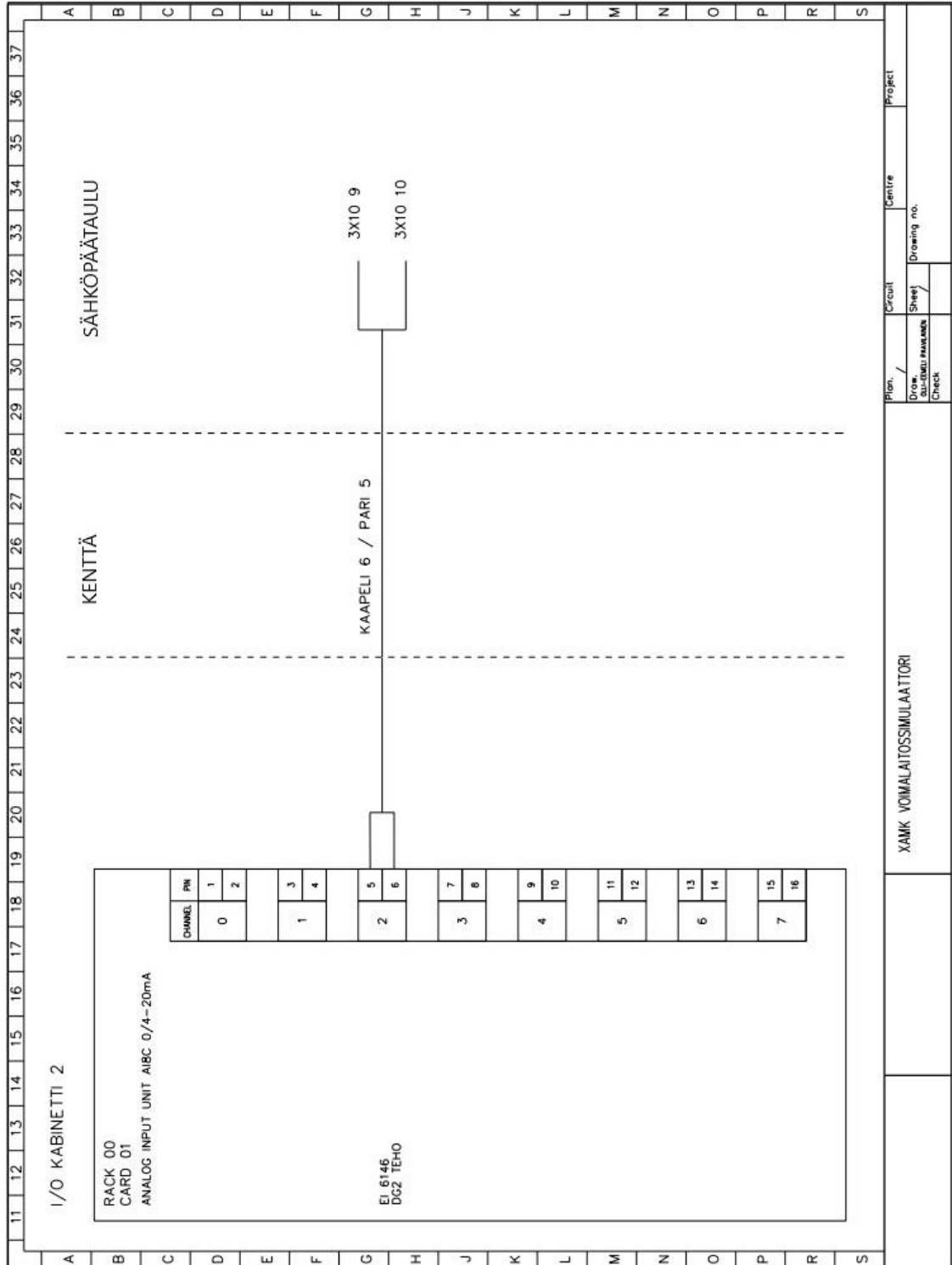






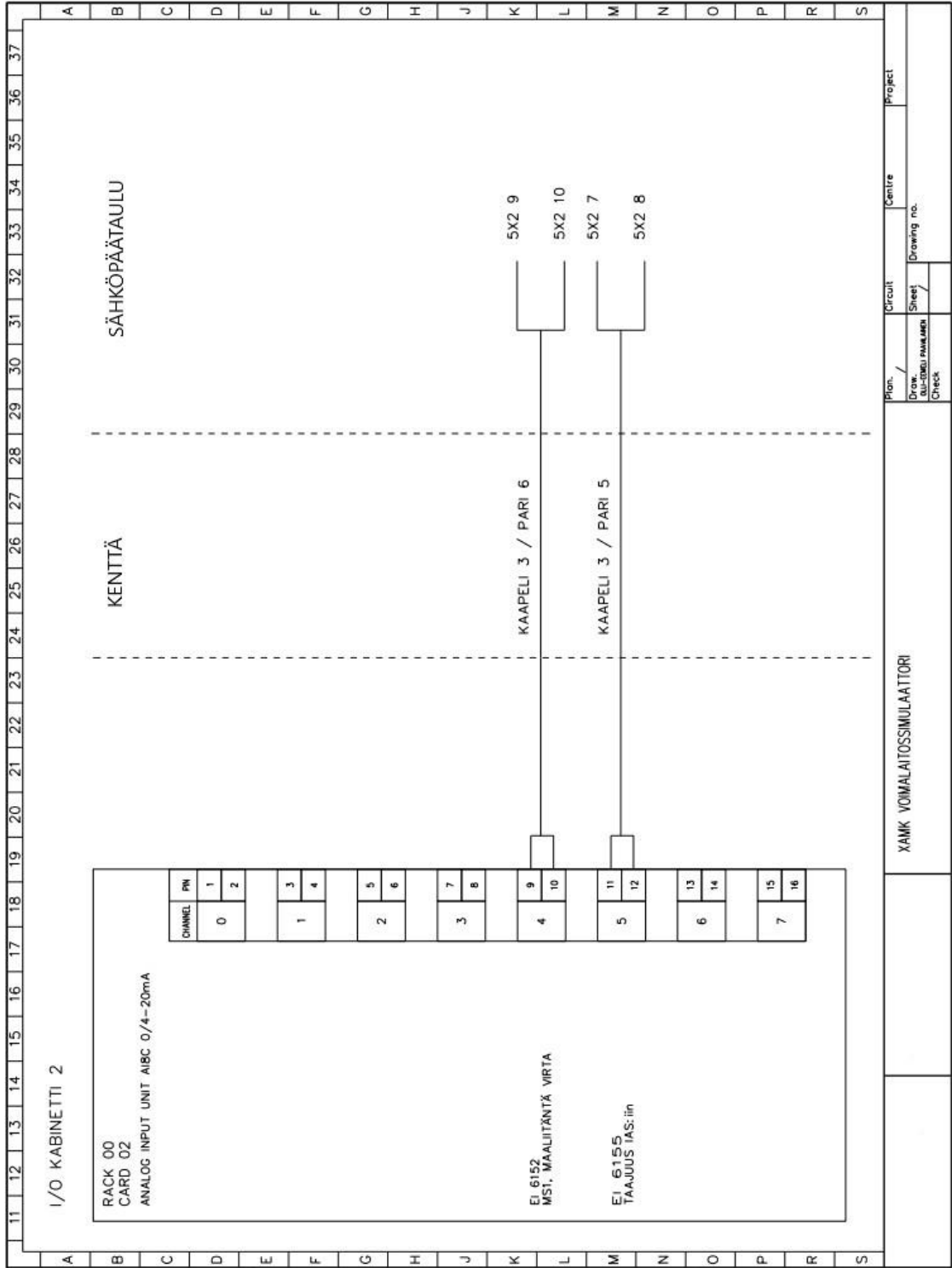


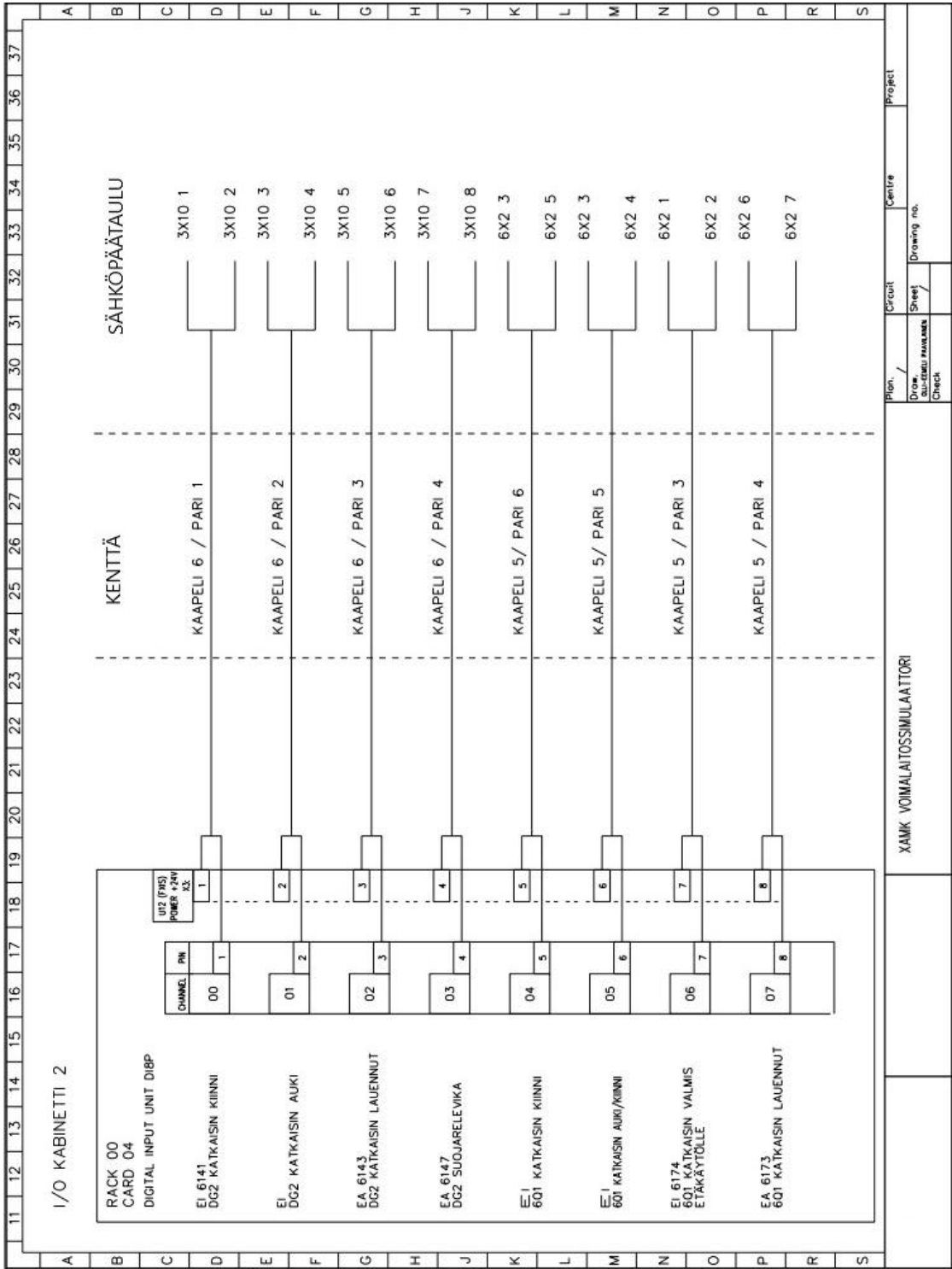
I/O-KABINETTI 2 I/O-KORTTIEN PIIRIKAAVIOT

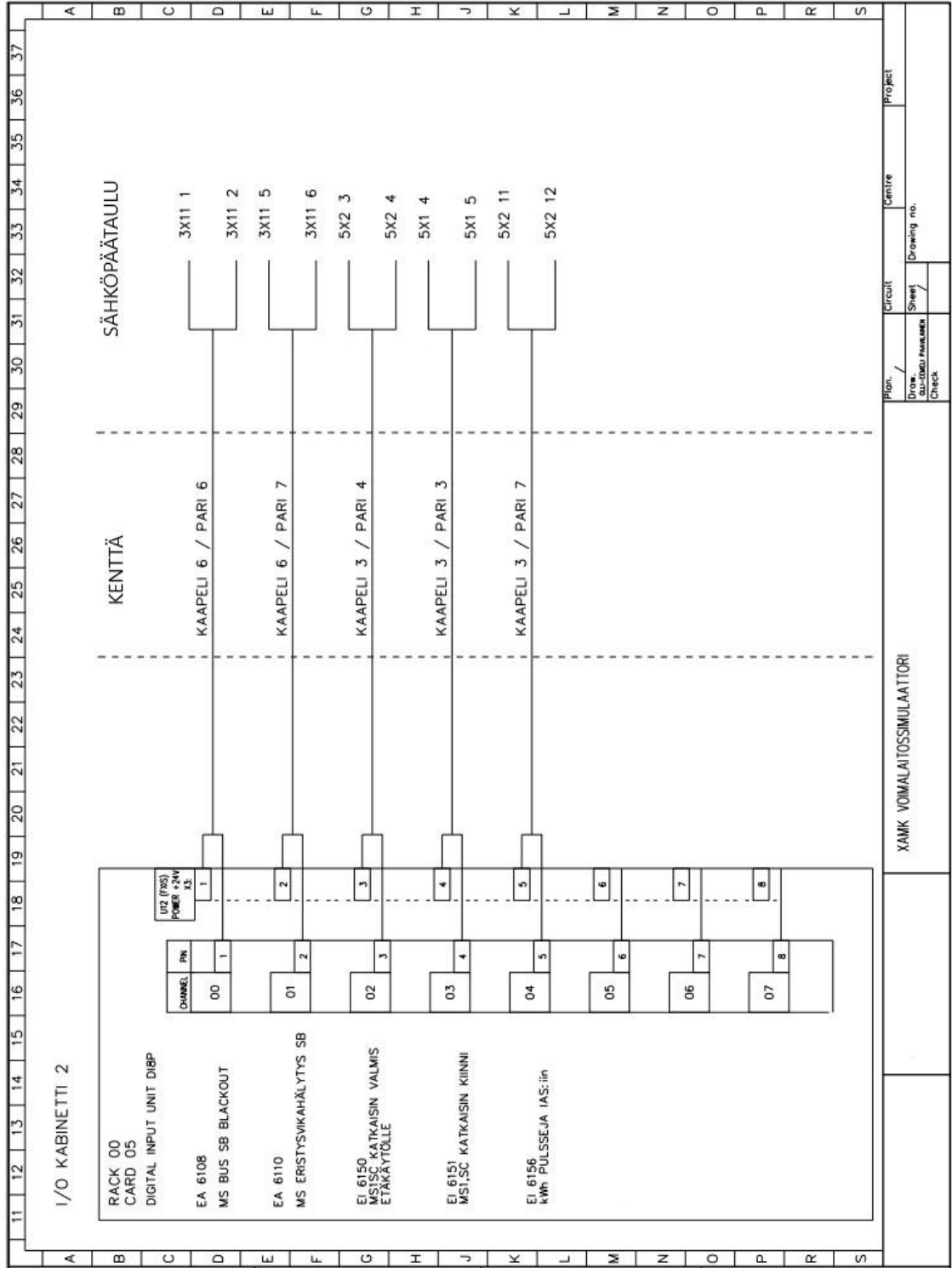


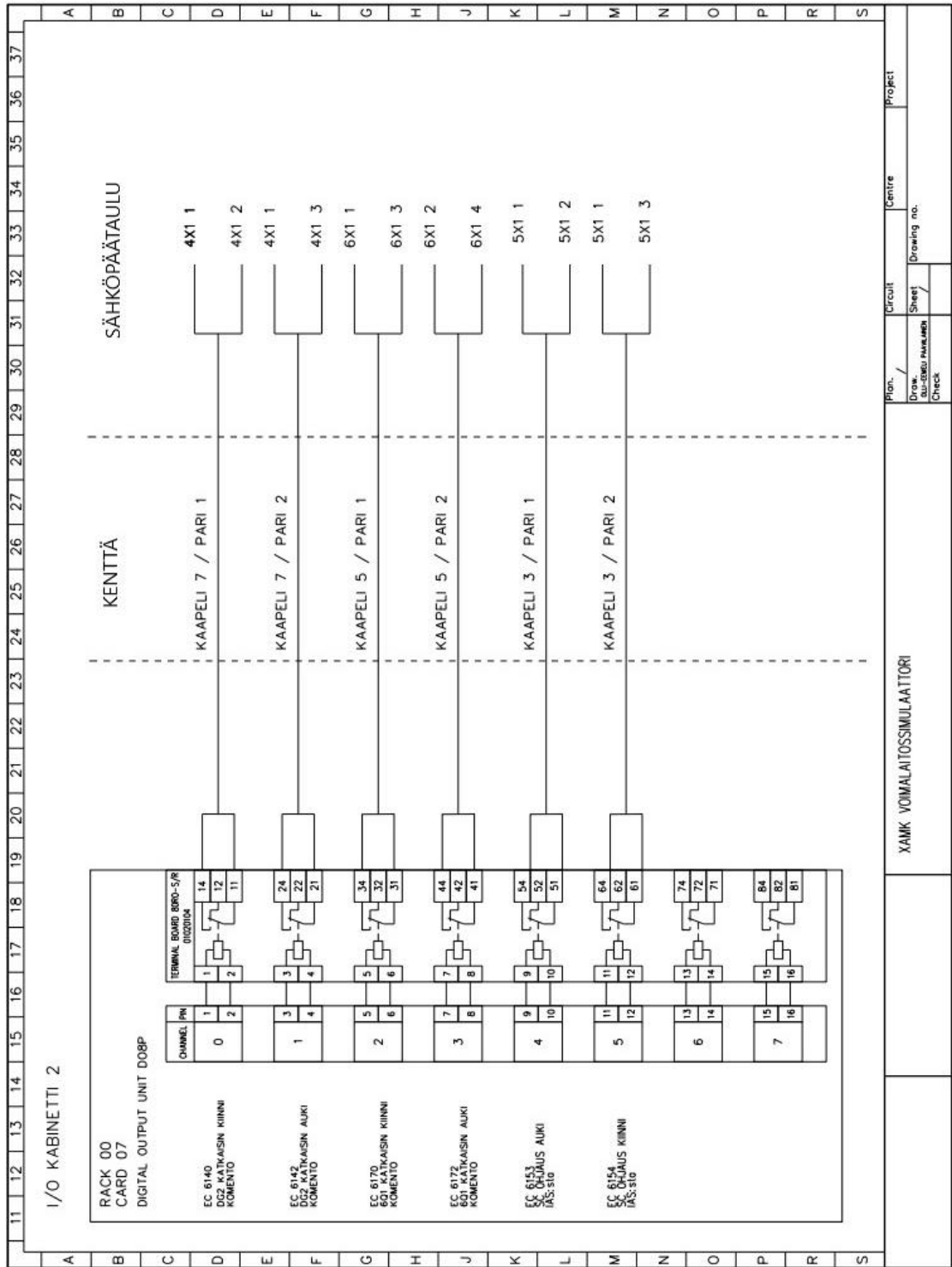
XAMK VOIMALAITOSSIMULAATTORI

Plan. / Draw. / SUORITUS Check	Circuit Sheet / Drawing no.	Centre Project
---	-----------------------------------	-------------------









Plan. / Draw. no.	Centre	Project
Check	Sheet / Drawing no.	