

Risto Widberg

Liikeasemointijärjestelmän komponenttien testausmenetelmien kehittäminen

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Automaatiotekniikka

Insinööriytyö

10.8.2013

Tekijä(t) Otsikko Sivumäärä Aika	Risto Widberg Liikeasemointijärjestelmän komponenttien testausmenetelmien kehittäminen 28 sivua + 2 liitettä 10.8.2013
Tutkinto	insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Automaatiotekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	Kappaletavara-automaatio
Ohjaaja(t)	Sales Manager Antti Kuusela Lehtori Timo Tuominen
<p>Tämän työn tavoitteena oli kehittää testausmenetelmiä yksittäisille liikeasemointijärjestelmän komponenteille. Työ tehtiin laivojen ohjausjärjestelmien tuotantoon erikoistuneelle Navis Engineering Oy:lle.</p> <p>Työn taustalla vaikuttivat yrityksen tavoitteet helpottaa järjestelmätestausta. Yrityksessä käytössä ollut testausmenetelmä oli suunniteltu yksinomaan kokonaisten järjestelmien testaukseen, ja yksittäisten komponenttien testausmahdollisuuden puute oli koettu ongelmalliseksi. Yhteistyössä yrityksen asiantuntijoiden kanssa työtä varten valittiin tärkeimmät komponentit, joiden testausmenetelmiä tulisi kehittää.</p> <p>Työ vaati perehtymistä liikeasemointijärjestelmän toimintaan. Erityisesti huomiota piti kiinnittää niihin järjestelmän komponentteihin, joiden testauksen kehittämiseen työ keskittyi.</p> <p>Työn pääpaino oli yrityksen tärkeimmäksi näkemän komponentin, MOXA-kaapelin testauksen kehittämisessä. Projektin tavoitteena oli kehittää kaapelitesteri, jolla testauksen voi toteuttaa vaivattomasti.</p> <p>Toissijaisiksi kehityskohteiksi valittujen UPS- ja VRS-laitteiden testauksen kehittämistä lähestyttiin projektissa vain tutkimustyön muodossa.</p> <p>Tuloksena työstä saatiin toimiva laite MOXA-kaapelien testaukseen. Lisäksi muiden komponenttien kohdalla tehdyn tutkimustyön tuloksesta pystyttiin paremmin arvioimaan erillisen UPS- ja VRS- laitteiden testauksen toteutuksen kannattavuutta.</p>	
Avainsanat	liikeasemointijärjestelmä, testaus, UPS, VRS

Author(s) Title	Risto Widberg Test Method Development for DP-system Components
Number of Pages Date	28 pages + 2 appendices 10 August 2013
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Automation Engineering
Specialisation option	Manufacturing Automation
Instructor(s)	Antti Kuusela, Sales Manager Timo Tuominen, Senior Lecturer
<p>This Bachelor's thesis was conducted to ease the system testing in the production of Dynamic Positioning systems at Navis Engineering Oy.</p> <p>The test methods used at the company were designed for testing of full systems only and the lack of applications for testing of individual components had been found problematic. For this thesis, the most critical components in need of a test method were chosen in cooperation with the company's experts.</p> <p>Before the work on the developing of the test methods could be started, a research on Dynamic Positioning was carried out. Special attention was paid to the components, for which the new test methods were to be developed.</p> <p>The developing of a method for testing of MOXA-cables was set as a primary goal for this project. As a result for the project the company expected a working cable tester that would be easy to use and able to recognize all possible faults in a MOXA-cable.</p> <p>For a secondary goal, it was decided on to do research on the possible ways to execute the testing of UPS- and VRS devices.</p> <p>As a result of this thesis, a working cable tester for the testing of the MOXA-cables was built. With the tester, the testing of the MOXA-cables could be done considerably faster than before. Also the research done on the UPS- and VRS testing was found useful. With this research it was possible to evaluate the necessity of individual test methods for those components.</p>	
Keywords	dynamic positioning system, testing, UPS, VRS

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Navis Engineering Oy	2
3	Liikeasemointijärjestelmä	3
3.1	NavDP4000-liikeasemointijärjestelmän rakenne	4
3.2	Liikeasemointijärjestelmän toimintaperiaate	5
4	Työn tausta	6
4.1	Nykyinen testausmenetelmä	6
4.2	Testauksen kehittämistarve	7
4.3	MOXA-kaapeli	8
4.3.1	MOXA-kaapelitestauksen kehittämistarve	9
4.4	VRS	10
4.4.1	VRS-testauksen kehittämistarve	11
4.5	UPS	12
4.5.1	Online-UPS	12
4.5.2	UPS-laitteiden testauksen kehittämistarve	13
5	MOXA-kaapelitesteri	14
5.1	Yksinkertainen malli	14
5.2	Arduino-malli	15
5.2.1	Arduino Mega 2560	15
5.2.2	Laivan värinän simulointi Arduino-mallissa	16
5.3	MOXA-kaapelitesterin toteutus	17
5.3.1	Ohjelmointi	17
5.3.2	Testerin kytkennät	19
5.4	Tulos	20
6	UPS-testaus	22
6.1	Load Bank -testaus	22
6.2	Easy Capacity Test	22
6.3	Tulos	23
7	VRS-testaus	24

8	Yhteenveto	25
	Lähteet	27
	Liitteet	
	Liite 1. NavDP4000-liikeasemointijärjestelmän esimerkkikokoonpano	
	Liite 2. MOXA-kaapelitesterin piirikaavio	

Lyhenteet

DGPS	Differentiaalinen GPS-paikannus. GPS-paikannuksen alueellinen tarkennusmenetelmä.
DP	Dynamic Positioning. Laivan automaattinen paikoitus
DPS	Dynamic Positioning System. Liikeasemointijärjestelmä
FAT	Factory Acceptance Test. Laitteiston hyväksyttämistestaus.
GPS	Global Positioning System. Satelliittipaikannusjärjestelmä
GYRO	Gyroskooppi. Laivan kallistumisen tunnistava anturi.
HPR	Hydroacoustic position reference. Hydroakustinen vedenalainen paikannus.
IMO	International Maritime Organization. Kansainvälinen merenkulkujärjestö
I/O	Input/Output. Tulo ja lähtö -siirräntä
LR	Laser Radar. Laser-tutka
MRU	Motion Reference Unit. Laivan liikkeen tunnistava anturi.
NavDP4000	Navis Engineering Oy:n valmistama liikeasemointijärjestelmä
NMEA	National Marine Electronics Association. Merenkulun navigointilaitteiden kommunikoinnin standardisoimisjärjestö.
PRS	Position Reference Unit. Laivan paikannusjärjestelmä
PWM	Pulse Width Modulation. Pulssinleveysmodulaatio. Moduloititapa, jossa säädetään kuorman yli vaikuttavaa jännitettä muuttamalla pulssisuhdetta.
VRS	Vertical Reference Sensor. Laivan kallistumisen tunnistava anturi.

1 Johdanto

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on kartoittaa NavDP4000-liikeasemointijärjestelmän komponenttien testauksen tarvetta sekä tutkia ja kehittää uusia testausmenetelmiä. Työn tilaajana toimii Navis Engineering Oy. Tilauksen taustalla vaikuttavat yrityksen tavoitteet helpottaa järjestelmätestauksessa ilmenevien vikojen paikantamista ja estää viallisten komponenttien joutuminen asiakkaalle.

Koska liikeasemointijärjestelmä ei välttämättä käsitteenä ole tuttu alaan perehtymättömälle, työssä esitellään järjestelmän käyttötarkoitus, toimintaperiaate ja rakenne pääpiirteittäin. Lisäksi työssä esitellään Navis Engineering Oy liikeasemointijärjestelmiä tuottavana yrityksenä.

Työtä varten yritys on valinnut tärkeimmiksi katsomansa komponentit, joiden testausmenetelmien kehittämiseen työ keskittyy. Ensisijaiseksi tavoitteeksi kehitystyössä on asetettu toimiva laite tai menetelmä MOXA-kaapeleiden testaukseen. Ensisijaisen tavoitteen lisäksi tuloksena työstä odotetaan tutkimusta siitä, miten UPS- ja VRS-laitteiden testaus olisi mahdollista toteuttaa. Työssä esitellään nämä komponentit, niiden toimintaperiaatteet ja käyttötarkoitus osana liikeasemointijärjestelmää.

Koska MOXA-kaapelit ja VRS-laitteet ovat yrityksen omia tuotteita, niiden testaustarve kartoitetaan yhteistyössä yrityksen huolto- ja testaushenkilökunnan kanssa, käyttäen apuna heidän asiantuntemustaan ja kokemustaan komponenteissa aikaisemmin ilmenneistä vioista. UPS-laitteen testausmenetelmien tutkimisessa pyritään olemaan yhteydessä yrityksen käyttämien laitteiden valmistajan kanssa ja selvittämään mahdollisuutta soveltaa jo olemassa olevia testausohjelmia.

2 Navis Engineering Oy

Tämän insinööriyön tilaajana toimiva Navis Engineering Oy on Vantaalla pääkonttoriin pitävä, laivojen ohjausjärjestelmien tuotantoon erikoistunut yritys. Yrityksen päätuote on NavDP4000-liikeasemointijärjestelmä, mutta yritys tuottaa myös pienempiä Autopilot- ja Joystick Pilot -järjestelmiä sekä simulaattoreita DP-operaattorikoulutukseen. [1]

Navis Engineering perustettiin Pietarissa vuonna 1992. Tällöin yrityksen toiminta keskittyi liikeasemointijärjestelmien tuotantoon. Vuonna 1995 yritys aloitti myös autopilottien ja muiden laivan ohjausjärjestelmien valmistamisen. Vuonna 2005 yritys avasi uuden pääkonttorinsa Vantaalle ja aloitti myyntiverkostonsa laajentamisen. Vuonna 2006 yritys teki sopimuksen 36:n DPS-2 -luokan liikeasemointijärjestelmän toimittamisesta norjalaiselle Bourbon Offshore -huoltoalus varustamolle. Seuraavana vuonna tilausta jatkettiin vielä 40:llä DPS-2 -järjestelmällä. [1]

Viime vuosina yritys on vahvistanut asemaansa Aasian markkinoilla avaamalla myyntitoimiston Kiinaan ja Singaporeen. Nykyään Navis Engineering Oy:n asiakkaisiin kuuluu useita maailmanlaajuisesti tunnettuja telakoita ja varustamoita. Yritys on toimittanut ohjausjärjestelmiä muun muassa suomalaiselle M/S Viking Grace -matkustajalukselle. [1]

Tällä hetkellä yrityksessä työskentelee noin 80 henkilöä kolmessa eri maassa, joista 20 Suomessa. Yrityksen pääkonttorin yhteydessä toimii yrityksen tuotanto, huolto ja testaus. Tuote- ja ohjelmistokehitys sijaitsee Pietarissa. [1]



Kuva 1. Navis Engineering Oy:n logo.

3 Liikeasemointijärjestelmä

Liikeasemointijärjestelmä, joka tunnetaan paremmin englanninkielisen nimensä mukaan DP-järjestelmänä, on laivan ohjausjärjestelmä, joka säilyttää laivan paikan ja kulkusuunnan automaattisesti laivan omia potkureita käyttäen. [2, s. 3.]

Ensimmäiset liikeasemointijärjestelmät kehitettiin offshore-öljynporausteollisuuden tarpeisiin 1960-luvun alkupuolella. Liikeasemointijärjestelmien historia on vahvasti sidoksissa offshore-öljynporauksen kehitykseen. Vielä tänäkin päivänä offshore-öljynporausteollisuus on tärkeimpiä asiakkaita liikeasemointijärjestelmien tuottajille, mutta nykyään liikeasemointijärjestelmiä löytyy monenlaisista laivoista. NavDP4000-järjestelmiä on asennettu mm. öljynporauslauttojen tukialuksiin, tutkimusaluksiin, kaapelilaskijoihin, puoliupotettaviin nostoaluksiin ja palontorjunta-aluksiin. [3, s. 1.][1]

Liikeasemointijärjestelmät jaetaan neljään eri luokkaan:

- DPS-0 luokan järjestelmät tarjoavat manuaalisen paikoituksen ohjauksen ja automaattisen kulkusuunnan ohjauksen. [4, s. 1.]
- DPS-1 luokan järjestelmä kykenee automaattisesti ohjaamaan sekä laivan paikoitusta että kulkusuuntaa. [4, s. 2.]
- DPS-2 luokan järjestelmä on kahdennettu DPS-1 luokan järjestelmä, joka pysyy jatkamaan virheetöntä toimintaa minkä tahansa yksittäisen laitevian sattuessa, lukuun ottamatta vuodon tai tulipalon aiheuttaman kokonaisen osaston menetyksen. [4, s. 2.]
- DPS-3 luokan järjestelmä toimii kuten DPS-2 järjestelmä, mutta jatkaa toimintaansa myös kokonaisen osaston menetyksen aikana. DPS-3 luokan järjestelmät tulee olla kahdennettuja siten, että varajärjestelmä on vesi- ja paloeristetty pääjärjestelmästä. [4, s. 2.]

Navis Engineering Oy valmistaa luokkien DPS-0, DPS-1 ja DPS-2 järjestelmiä. DPS-3 -luokan järjestelmien tuotantoon on yrityksellä tekniset valmiudet, mutta yhtään DPS-3 -luokan projektia ei ole vielä toteutettu.

3.1 NavDP4000-liikeasemointijärjestelmän rakenne

Liikeasemointijärjestelmä on monimutkainen antureista, ohjausyksiköistä, tietokoneesta ja ohjausasemasta koostuva kokonaisuus, joka on kytketty laivan voimantuotantoon ja propulsiolaitteistoon laivan oman ohjausjärjestelmän rinnalle. Kun liikeasemointijärjestelmä otetaan käyttöön, siirtyy propulsiolaitteiston ohjaus järjestelmän automatiikan haltuun.

Uusi liikeasemointijärjestelmä suunnitellaan tapauskohtaisesti laivojen käyttötarkoituksiin sopivaksi, joten kahden eri järjestelmän välillä voi olla suuriakin eroja. Liitteessä 1. esitellään esimerkkikokoonpano NavDP4000-liikeasemointijärjestelmästä.

Anturit ovat tärkeä osa liikeasemointijärjestelmää. Liikeasemointijärjestelmien luokkavaatimusten mukaisesti jokaisen järjestelmän tulee sisältää vähintään seuraavat anturit: gyroskooppi, tuulianturi, VRS ja PRS. Näiden lisäksi järjestelmään voi kuulua lukuisia muita antureita laivan käyttötarkoituksesta riippuen. [5]

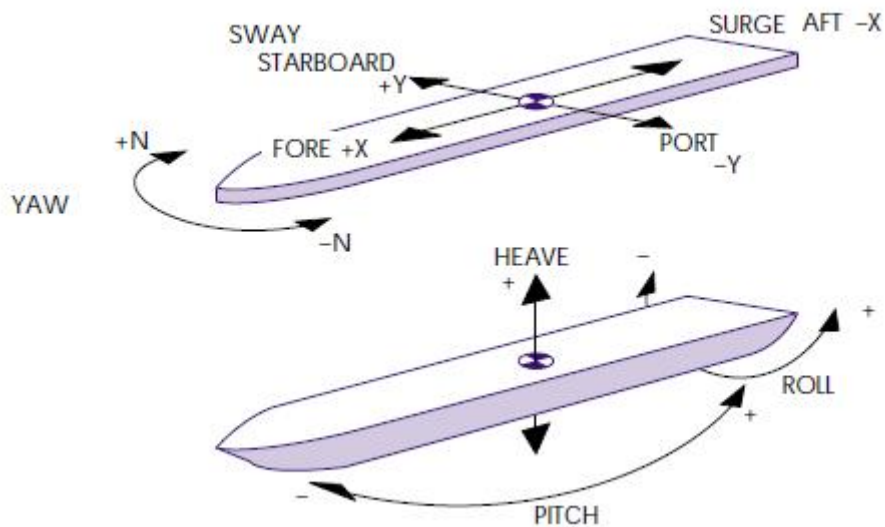
DP-operaattori ohjaa liikeasemointijärjestelmää ohjausasemasta käsin. Ohjausasema koostuu kosketusnäytöistä, joystickeistä ja ohjauspaneeleista. Myös järjestelmän tietokone on usein asennettu ohjausaseman läheisyyteen. Ohjausasema on kytketty muihin järjestelmään Operator Station Junction Boxeiksi kutsuttujen ristikytkentäyksiköiden kautta. Järjestelmään kuuluu myös ohjausyksiköitä, joiden kautta järjestelmä on liitetty laivan propulsiolaitteistoon ja voimantuotantoon.



Kuva 2. 3D-mallinnettu NavDP4000-liikeasemointijärjestelmän ohjausasema

3.2 Liikeasemointijärjestelmän toimintaperiaate

Aluksen liikkeellä on kuusi vapausastetta. Liikkeitä näillä vapausasteilla kutsutaan nimillä yaw (mutkailu), sway (huojunta), surge (työntyily), pitch (jyskintä), heave (kohoilu) ja roll (keinunta). Vapausasteet sijoittuvat suhteessa alukseen kuvan 3. mukaisesti. Liikeasemointijärjestelmällä kontrolloidaan aluksen yaw-, surge- ja sway-liikkeitä, mutta tarkkojen paikannustietojen saamiseksi järjestelmä myös tarkkailee laivan pitch- ja roll-liikkeitä. [6, s. 14-15; 7, s. 35.]



Kuva 3. Aluksen vapausasteet.[7, s. 2.]

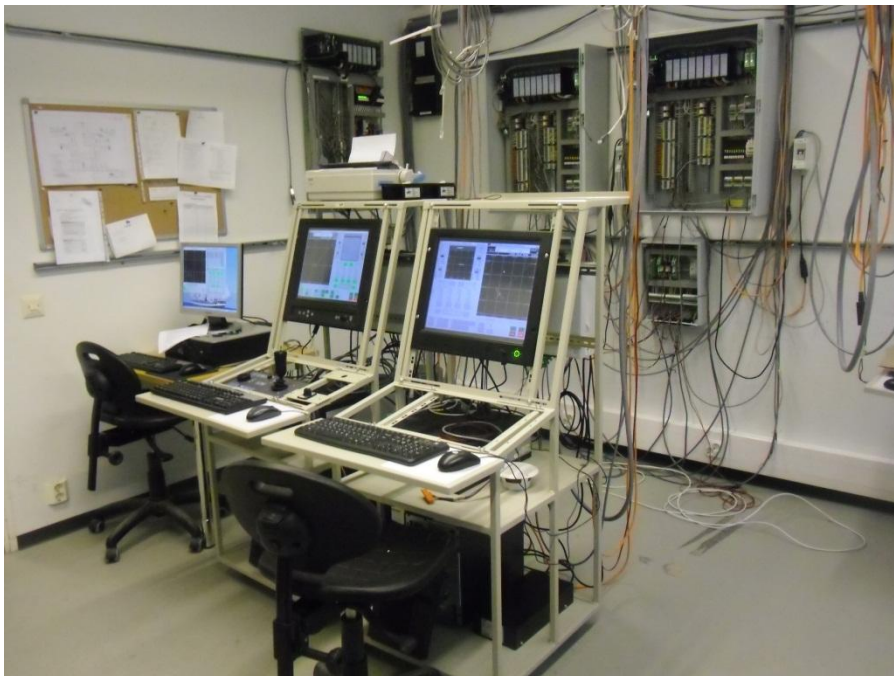
Nykyaikaisten liikeasemointijärjestelmien toiminta perustuu matemaattiseen malliin, jonka avulla pyritään ennustamaan aluksen tulevaa paikkaa, kulkusuuntaa ja nopeutta. Matemaattinen malli on hydrodynaaminen mallinnus aluksen ominaisuuksista, jonka tarkoitus on kuvata mahdollisimman tarkasti ulkoisten voimien vaikutusta aluksen liikkeeseen. Matemaattinen malli ei kuitenkaan koskaan ole täysin virheetön, vaan liikeasemointijärjestelmä pyrkii jatkuvasti korjaamaan aluksen paikkaa ja kulkusuuntaa. [6,s.18-19] [8,s.3-5]

4 Työn tausta

Liikeasemointijärjestelmien valmistuksessa testaus on tärkeässä asemassa. Antaessaan laivan ohjauksen NavDP-järjestelmän haltuun on asiakkaan voitava luottaa järjestelmän toimintavarmuuteen. Viallinen liikeasemointijärjestelmä voi pahimmassa tapauksessa aiheuttaa suuria materiaali-, ympäristö- tai henkilövahinkoja. Monimutkaisessa järjestelmässä esiintyvien valmistusvikojen korjaaminen on myös huomattavasti helpompaa yrityksen testitiloissa kuin laivalla. Tämän vuoksi jokainen NavDP4000-järjestelmä käy läpi testausprosessin, jossa järjestelmän toimivuus varmistetaan simulaatioympäristössä, ennen asiakkaalle luovuttamista.

4.1 Nykyinen testausmenetelmä

Yrityksen käyttämä testausprosessi perustuu testipenkkeihin, jotka koostuvat tietokoneesta ja I/O-yksiköstä. Testattava järjestelmä kytketään I/O-yksikön kautta testipenkkiin, jonka jälkeen testipenkin tietokoneelle ajetaan simulaatio-ohjelma. Laivojen yksilöllisten ominaisuuksien vuoksi myös simulaatio-ohjelmat on yksilöity asiakkaan antamien tietojen mukaan, laivan ominaisuuksia vastaaviksi.



Kuva 4. NavDP4000-liikeasemointijärjestelmä kytkettynä testipenkkiin.

Testipenkkiin kytketty järjestelmä käy läpi asiakkaan vaatiman luokituksen mukaisen testiprosessin. Testiprosessiin kuuluu järjestelmän toimivuuden varmistaminen erilaisissa simuloituissa sääolosuhteissa ja vikatiloiissa. Lisäksi prosessiin voi kuulua asiakkaan toivomia lisätestauksia.

Kun järjestelmä on todettu toimivaksi, voidaan sille suorittaa FAT, jossa järjestelmän toimivuuden varmistaa luokituksen edellyttämä yrityksen ulkopuolinen tarkastaja. FAT-tilaisuuksiin on usein myös kutsuttu asiakkaan edustajia, kuten järjestelmän tulevia DP-operaattoreita. Näin asiakas voi tutustua laitteen käyttöön jo testiolosuhteissa.

4.2 Testauksen kehittämistarve

Nykyinen testausmenetelmä on kehitetty yksinomaan kokonaisten järjestelmien testaukseen, sillä valtaosa yritykseltä lähtevistä tuotteista lähetetään kokonaisina järjestelminä. Toisinaan on kuitenkin tarpeellista lähettää asiakkaalle myös yksittäisiä komponentteja osana järjestelmän laajennusta tai varaosina.

Yksittäisten komponenttien testaukseen ei ole olemassa omia testausmenetelmiä, vaan komponentin toimivuus pyritään tarkastamaan liittämällä se osaksi toista testissä olevaa järjestelmää. On kuitenkin mahdollista, että sillä hetkellä kun testattuja komponentteja tarvittaisiin, testattavana ei ole järjestelmää, johon komponentin voisi kytkeä. Tällöin komponentin testaus joudutaan improvisoimaan, jolloin testaus voi käydä tarpeettoman työlääksi, eikä tulos välttämättä ole luotettava.

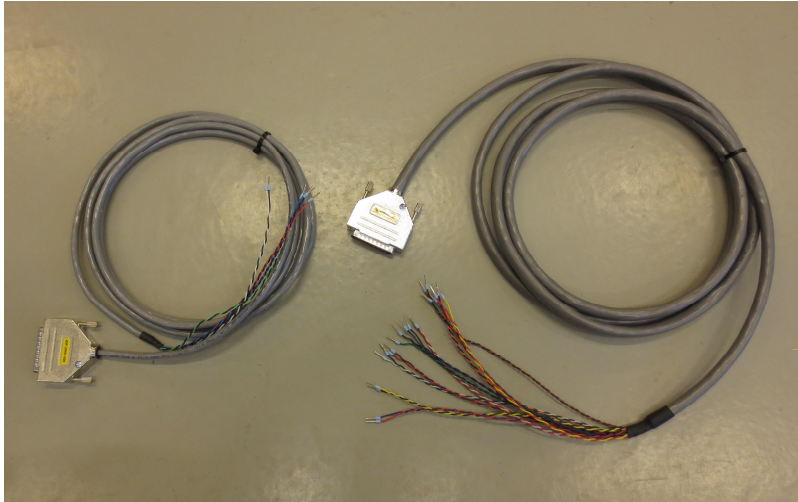
Tämän insinööriyön tarkoitus on tutkia ja kehittää testausmenetelmiä yksittäisille komponenteille. Tärkeimmiksi kehityskohteiksi yritys näkee seuraavien komponenttien testauksen:

- MOXA-kaapeli
- UPS
- VRS-kaltevuussensori.

Seuraavat kappaleet keskittyvät näiden komponenttien esittelyyn.

4.3 MOXA-kaapeli

Tärkeimmäksi kehityskohteeksi yritys on valinnut MOXA-kaapelin testauksen. MOXA-kaapeli on tiedonsiirtokaapeli, jota käytetään järjestelmän tietokoneen ja muiden komponenttien välisessä tiedonsiirrossa.



Kuva 5. Yrityksen käyttämät MOXA-kaapelit.

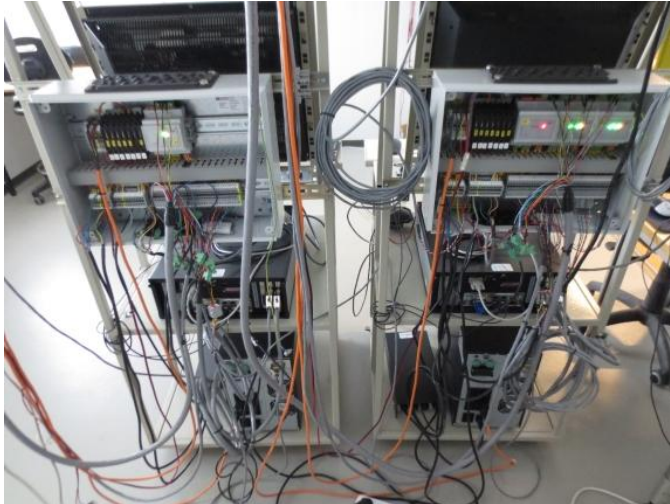
Rakenteeltaan kaapelit ovat PVC-kuorellista kierrettyä parikaapelia. Tietokoneeseen liitettävässä päässä on kaapelissa DB44 F -liitin. Kaapelin toinen pää kytketään riviliittimiin, joten pää on jätetty avoimeksi. Pään johtimet ovat valmiiksi holkitettu ja ylimääräiset parit leikattu lyhyiksi. Järjestelmässä käytetään MOXA-kaapelia 4- ja 11-parisena. Yritys valmistaa kaapelit itse.



Kuva 6. MOXA-kaapelin D-liitin.

4.3.1 MOXA-kaapelitestauksen kehittämistarve

MOXA-kaapeli on pieni, mutta keskeinen osa liikeasemointijärjestelmää, joten vika kaapelissa voi aiheuttaa häiriötä monessa eri järjestelmän osassa. Tämän vuoksi vian paikantaminen voi osoittautua aikaa vieväksi. Testattavien järjestelmien eroavaisuuksien vuoksi testipenkkiin asennetussa järjestelmässä on usein epäsiistejä ja sekavia kaapelivetoja, joiden seasta viallista kaapelia on myös usein vaikea yksilöidä.



Kuva 7. Tyypillinen testikytkentä.

MOXA-kaapeleita lähetetään asiakkaalle myös usein osana järjestelmän laajennusta, jolloin kaapeleiden testaus joudutaan tekemään yleismittarilla. Yleismittarilla tehtävä kaapelin toimivuuden tarkastaminen on tarpeettoman työläs prosessi, jossa helposti tapahtuu virheitä.

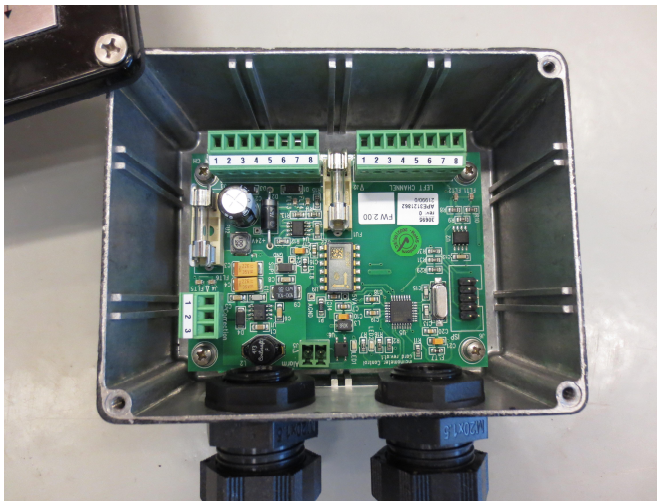
Jos MOXA-kaapelit pystyttäisiin jo valmistuksen yhteydessä toteamaan toimiviksi, voitaisiin hyllystä uutena otetun kaapelin toimivuuteen luottaa poikkeuksetta. Tämä helpotaisi osaltaan järjestelmätestausta, kun kaapelivian mahdollisuus olisi poissuljettu. Järjestelmälaajennuksen mukana asiakkaalle lähetettävät MOXA-kaapelit voitaisiin myös ottaa suoraan hyllystä työllistämättä järjestelmätestaajia.

Kehitettävällä menetelmällä tai laitteella tulisi pystyä havaitsemaan kaapelissa mahdollisesti esiintyvät kontaktihäiriöt, katkenneet johtimet ja johdinten väliset oikosulut. Yrityksen toive on myös, että testausmenetelmässä simuloitaisiin laivan tärinää.

4.4 VRS

Parhaimman mahdollisen GPS-signaalin saamiseksi GPS-antenni asennetaan laivan korkeimpaan kohtaan. Tämä johtaa siihen, että laivan keikkuminen voi aiheuttaa suurta vaihtelua GPS-antennin sijainnissa laivan painopisteeseen nähden, joka puolestaan aiheuttaa epätarkkuutta GPS-paikannuksessa. Keikkumisen vaikutus GPS-sijaintitietoon pystytään kuitenkin korjaamaan kallistumisanturin-, eli VRS:n mittaustiedon avulla. VRS mittaa laivan pitch- ja roll-liikkeitä ja järjestelmä käyttää VRS:n mittaustietoja korjauskertoimina GPS-paikannuksessa. [9, s. 1.]

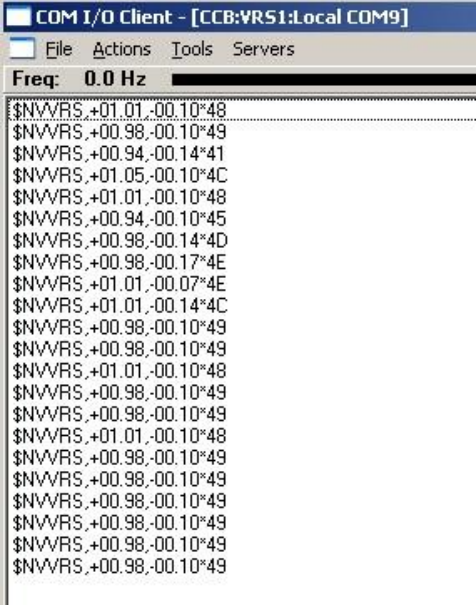
Yrityksen järjestelmissä käytettävän VRS:n toiminta perustuu Murata Electronics Oy:n kiihtyvyyssanturiin, joka havaitsee laivan kallistumisen painovoiman vaikutuskulman muutoksesta. VRS asennetaan mahdollisimman lähelle laivan painopistettä. Useimpien järjestelmissä on käytössä redundanttisuuden takaamiseksi useampi VRS-laite. VRS-laitteet ovat yrityksen omia tuotteita, mutta niiden valmistus on ulkoistettu suomalaiselle elektroniikkavalmistajalle Darekonille.



Kuva 8. Yrityksen järjestelmissä käytettä VRS.

Yrityksen VRS suorittaa mittauksia 10 Hz taajuudella, mittaustieto siirretään NMEA-standardin mukaisena datana RS-422-väylää pitkin järjestelmälle. Mittausviesti koostuu kuvan 9. mukaisesti tunnisteesta, mittaustiedoista sekä tarkistussummasta. Tarkistussumma on NMEA-standardissa käytettävä kahdesta heksadesimaalibitistä koostuva viesti, jolla varmistetaan siirretyn datan eheys. Mikäli järjestelmä havaitsee tarkistussummassa virheen, mittausviesti hylätään. Jos VRS lähettää useamman perättäisen

virheellisen mittaussviestin, laite pudotetaan pois käytöstä ja järjestelmä ottaa käyttöön rinnalle asennetun VRS-laitteen.



```
COM I/O Client - [CCB:VRS1:Local COM9]
File Actions Tools Servers
Freq: 0.0 Hz
$NVRS,+01.01,-00.10^48
$NVRS,+00.98,-00.10^49
$NVRS,+00.94,-00.14^41
$NVRS,+01.05,-00.10^4C
$NVRS,+01.01,-00.10^48
$NVRS,+00.94,-00.10^45
$NVRS,+00.98,-00.14^4D
$NVRS,+00.98,-00.17^4E
$NVRS,+01.01,-00.07^4E
$NVRS,+01.01,-00.14^4C
$NVRS,+00.98,-00.10^49
$NVRS,+00.98,-00.10^49
$NVRS,+01.01,-00.10^48
$NVRS,+00.98,-00.10^49
$NVRS,+00.98,-00.10^49
$NVRS,+01.01,-00.10^48
$NVRS,+00.98,-00.10^49
$NVRS,+00.98,-00.10^49
$NVRS,+00.98,-00.10^49
$NVRS,+00.98,-00.10^49
$NVRS,+00.98,-00.10^49
$NVRS,+00.98,-00.10^49
$NVRS,+00.98,-00.10^49
```

Kuva 9. VRS-mittaussviestejä. Viestin sisältö vasemmalta oikealle: tunniste, pitch, roll ja tarkistussumma.

4.4.1 VRS-testauksen kehittämistarve

Haastattelut yrityksen huoltoinsinöörin kanssa osoittivat, että vikoja VRS:n toiminnassa on tullut vastaan harvoin. Viat eivät koskaan ole ilmenneet epätarkkana mittaustuloksena, vaan mittaustiedon täydellisenä puuttumisena.

Taannoin yritykselle toimitettiin viallinen erä VRS-laitteita, joissa yksi pintaliitoskomponentti oli juotettu väärinpäin. Kytettäessä laitteeseen virta komponentti paloi välittömästi ja laite lopetti toimintansa. Yleisimmät VRS:n toimintahäiriöt johtuvat kuitenkin siitä, että asiakas on asentanut laitteen väärin. VRS tulisi asentaa oikeaan asentoon suhteessa laivaan ja laitteen tulisi olla eristetty laivan tärinästä. Suurimman osan VRS-ongelmista voisi siis ratkaista selkeillä asennusohjeilla. Tämä työ kuitenkin keskittyy testauksen kehittämiseen, joten asennusohjeiden kirjoittaminen joudutaan rajaamaan työn ulkopuolelle.

Yrityksen asiantuntijoiden mukaan VRS-laitteen toimivuuden varmistamiseksi riittäisi järkevän mittausviestin saaminen laitteesta. Laitteiden hyvä toimintavarmuus kuitenkin asettaa VRS-testauksen toissijaiseksi kehityskohteeksi.

4.5 UPS

Koska liikeasemointijärjestelmän tulee olla käytettävissä myös laivan sähköverkossa tapahtuvien jännitteen heilahteluiden tai katkokkien aikana, on jokainen NavDP-järjestelmä varustettu UPS-laitteella. Luokkavaatimusten mukaan liikeasemointijärjestelmän tulee pysyä käyttökunnossa 30 minuutin katkoksen ajan. NavDP:n UPS on mitoitettu pitämään järjestelmä käynnissä n. 90 minuutin ajan ilman verkkovirtaa.

Yritys käyttää järjestelmissään Eatonin valmistamia torni-mallisia 9130 2000VA Online-UPS -laitteita.

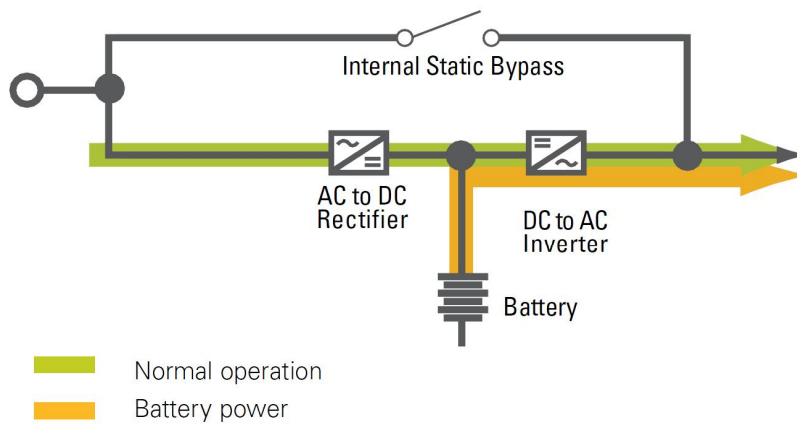


Kuva 10. Eaton 9130 2000VA UPS

4.5.1 Online-UPS

Online-UPS -laitteeksi kutsutaan UPS-laitetta, joka vastaa siihen kytketyn kuorman virran syötöstä jatkuvasti. Laite koostuu tasasuuntaajasta, akustosta ja vaihtosuuntaajasta. Normaaliutilassa virta kulkee sähköverkosta UPS:n tasasuuntaajaan. Tasasuunnattu virta johdetaan akuston lataamiseen sekä vaihtosuuntaajan kautta kuorman käyttövirraksi. Sähköverkossa tapahtuvan katkoksen aikana UPS jatkaa virransyöttöä käyt-

täen akustoonsa varautunutta tasajännitettä. Online-UPS suojaa kuormaa myös muilta sähköverkon häiriöiltä, kuten yli- ja alijännitepiikeiltä. [10, s. 11.]



Kuva 11. Online-UPS -laitteen topologia.

4.5.2 UPS-laitteiden testauksen kehittämistarve

Kehityskohteena UPS-testaus eroaa työn muista kohteista selvästi. UPS on komponenteista ainoa, joka ei ole yrityksen oma tuote ja on myös muita komponentteja huomattavasti monimutkaisempi järjestelmä.

Kehitystyössä on lisäksi otettava huomioon, että suurena UPS-laittevalmistajana, Eatonilla on varmasti käytössä kehittyneet laadunvalvontamenetelmät. On siis harkittava, onko pienen ja alaan erikoistumattoman yrityksen järkevää kehittää omia testausmenetelmiä laitteille, jotka alaan erikoistunut yritys on jo testannut. On myös todennäköistä, että UPS-laitteille on olemassa testausohjelmistoja, joiden avulla voidaan toteuttaa kaikki UPS-laitteelle vaadittavat testaukset. Tutkimustyö on siis järkevintä aloittaa ottamalla yhteyttä Eatoniin ja selvittämällä testausohjelmiston saatavuus.

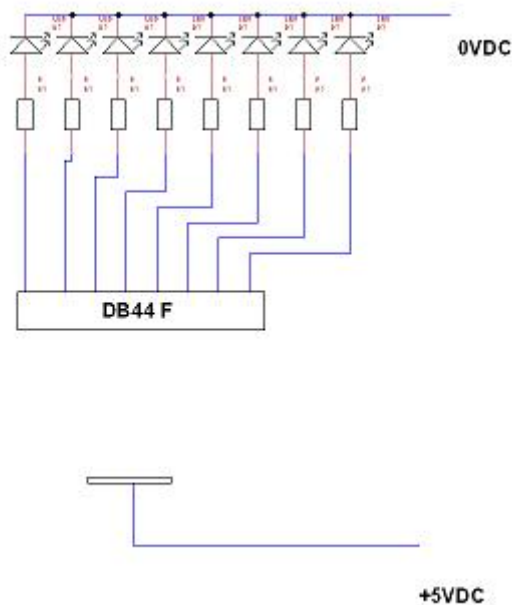
Testauksessa tulisi varmistaa UPS-laitteen kyky ylläpitää liikeasemointijärjestelmän toimintakyky syöttövirran katkoksin aikana.

5 MOXA-kaapelitesteri

MOXA-kaapeleiden testaukseen nähtiin parhaaksi vaihtoehtoiseksi menetelmäksi kaapelitesteri, jolla pystytään havaitsemaan viallisessa johdossa mahdollisesti esiintyvät oikosulut tai kontaktiviat. Vaihtoehtoisia ideoita kaapelitesterin toteuttamiseksi kehitettiin kaksi. Seuraavat kappaleet keskittyvät niiden esittelyyn.

5.1 Yksinkertainen malli

Yksinkertaisimmillaan kaapelitesteri voi koostua katodistaan yhteiseen 0-potentiaaliin kytketyistä LED-indikaattoreista, joita on yhtä monta kuin MOXA-kaapelin johtimia. LED-indikaattoreiden anodit ovat kytketty 44-napaiseen naaras D-liittimeen. Testattavan kaapelin avoimen pään johtimille ei tarvita liittimiä, vaan voidaan käyttää avointa +5 V -napaa.



Kuva 12. Yksinkertaisen mallin luonnos

Tässä mallissa kaapelin testaus toimii kytkemällä MOXA-kaapelin testerin D-liittimen vastakappaleeseen ja manuaalisesti viemällä kaapelin avoimen pään johtimet yksitellen testerin +-navalle. Jokaisen johtimen kohdalla vain sitä vastaavan LED-indikaattorin tulee syttyä. Väärän indikaattorin syttyminen voidaan tulkita kaapelin kytkentävirheeksi,

useamman indikaattorin syttyminen tarkoittaa oikosulkua johtimien välillä ja mikäli yksikään indikaattori ei syty, on kyseessä kontaktivika.

Yksinkertaisen mallin kehittämisessä törmättäisiin kuitenkin hyvin äkkiä umpikujaan. Yrityksen toivoman tärinän simulointiin vaaditaan testeriltä joka tapauksessa monimutkaisempaa laitteistoa, joten koko testi voidaan saman tien toteuttaa tärinäsimulaation vaatimalla laitteistolla, automaattisesti toimivana.

5.2 Arduino-malli

Huomattavasti monipuolisempi testi on mahdollista rakentaa käyttäen Arduino-kehitysalustaa. Arduino on halpa, avoimeen laitteistoon perustuva, ohjelmoitava kehitysalusta. Arduinoa käyttämällä voidaan rakentaa testi, jolla pystytään automaattisen testirutiinin avulla havaitsemaan kaapelin oikosulut, kytkentävirheet sekä kontaktiviat. Lisäksi Arduino mahdollistaa laivan tärinän simuloimisen.

5.2.1 Arduino Mega 2560

Arduino Mega 2560 on ATmega2560 mikrokontrolleripiirin ympärille rakennettu kehitysalusta.



Kuva 13. Arduino Mega 2560

Arduino Mega 2560 sisältää 54 digitaalista I/O pinniä, jotka voidaan ohjelmallisesti määrittää tuloiksi tai lähdöiksi. Kaapelitesterin tulee pystyä testaamaan 11 johdinparia,

joista jokainen vaatii kaksi digitaalista tuloa ja kaksi lähtöä. Näiden lisäksi vaaditaan vähintään kaksi tuloa käyttökytkimille ja neljä lähtöä LED-indikaattoreille. Arduino Megan pinnien määrä voidaan siis todeta riittäväksi. [11]

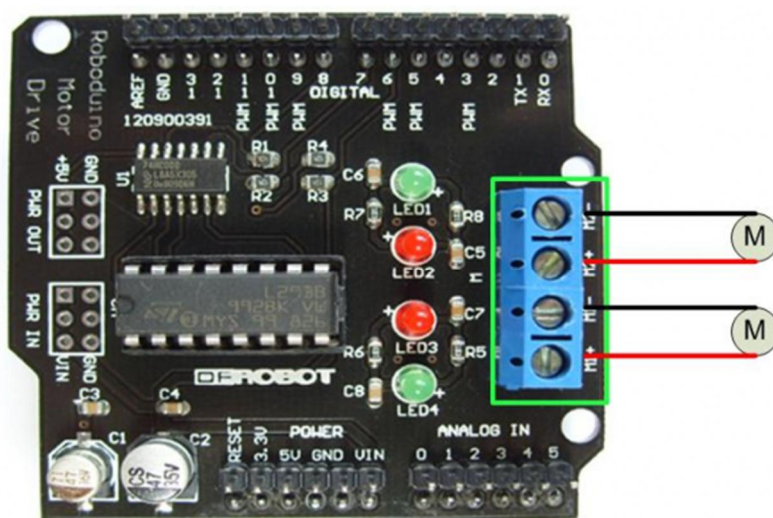
Kehitysalustassa on 256 kB:n Flash-muisti, josta 248 kB:ä on käytettävissä ohjelman tallentamiseen. Muistikapasiteetti on testerikäyttöön riittävä. [11]

Kehitysalustalle suositellaan 7-12V jännitelähdettä, jota varten alustassa on kiinteä 2.1mm naarasliitin. Yritykseltä löytyy käytöstä poistettuun lavavaakaan kuulunut 9V AC/DC-muuntaja, joka on mahdollista uudelleen käyttää testerin virtalähteenä. [11]

5.2.2 Laivan tärinän simulointi Arduino-mallissa

Helppoin ratkaisu laivan tärinän simulointiin on DC-moottori, jonka akseliin on kiinnitetty epäkesko paino. Moottori kiinnitetään kappaleeseen, jota halutaan täristää, tässä tapauksessa kaapelin D-liittimeen. Moottoria ajamalla eri nopeuksilla saadaan aikaan eri taajuisia tärinää.

Arduino-kehitysalustoille on saatavilla lisävarusteena Motor Shield-moottoriohjain, jolla pystytään ohjaamaan yhdestä kahteen DC-moottoria. Motor Shield on helppokäyttöinen, kehitysalustan päälle asennettava piirilevy, joka käyttää Arduinon PWM-, eli pulssinleveysmodulaatio-ominaisuutta moottorin nopeudensäätöön. [14]



Kuva 14. Arduinon Motor Shield laajennuspiiri.

5.3 MOXA-kaapelitesterin toteutus

MOXA-kaapelitesteri toteutettiin suunnitellun Arduino-mallin mukaisesti. Testerin rakennettiin kompaktiin muovikoteloon. Muovikotelon kanteen tuotiin kytkimet testattavan kaapelin valitsemiselle ja testausohjelman aloittamiselle. Kanteen asennettiin myös LED-indikaattorit. Testerissä on vastakappale MOXA-kaapelin D-liittimelle sekä riviliittimet kaapelin avoimelle päälle.

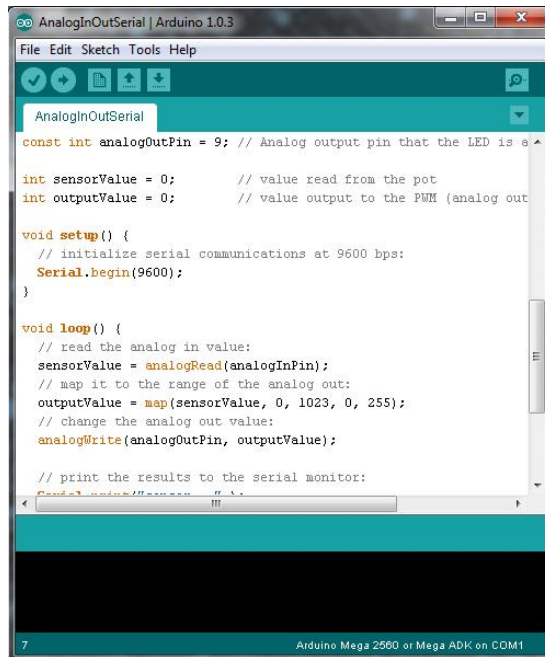
Kaapeli kytketään molemmista päistään testeriin ja valintakytkimellä valitaan testattava kaapeli. Testaus aloitetaan painamalla testerin Start-painonappia. Arduinon muistiin tallennettu testiohjelma käy yksitellen läpi kaapelin jokaisen johtimen, etsien kontaktivoikoja ja oikosulkuja.

Testauksen ollessa käynnissä kannen keltainen LED-indikaattori vilkkuu. Mikäli kaapeli osoittautuu ehjäksi, syttyy testerin kannessa oleva vihreä LED-indikaattori. Jos kaapelissa havaitaan vika, syttyy punainen LED-indikaattori.

5.3.1 Ohjelmointi

Arduino-kehitysalustan ohjelmointiin käytettiin Arduinon IDE ohjelmointiympäristöä. Ohjelma toteutettiin C-kielellä.

Arduino IDE on helppokäyttöinen ohjelmointiympäristö Arduino-kehitysalustojen ohjelmointiin. Ohjelmointiympäristö tarjoaa esimerkkikoodipätkiä yleisimpiin Arduino-alustan toimintoihin ja käteviä työkaluja ohjelmoinnin helpottamiseksi. Ohjelmointiympäristön yhteensopivuus Linux-käyttöjärjestelmän kanssa helpotti myös osaltaan työn suorittamista, sillä ohjelmointikäytössä ollut tietokone oli varustettu vain Linux-pohjaisella Ubuntu-käyttöjärjestelmällä.



```

AnalogInOutSerial
const int analogOutPin = 9; // Analog output pin that the LED is a

int sensorValue = 0;        // value read from the pot
int outputValue = 0;        // value output to the PWM (analog out)

void setup() {
  // initialize serial communications at 9600 bps:
  Serial.begin(9600);
}

void loop() {
  // read the analog in value:
  sensorValue = analogRead(analogInPin);
  // map it to the range of the analog out:
  outputValue = map(sensorValue, 0, 1023, 0, 255);
  // change the analog out value:
  analogWrite(analogOutPin, outputValue);

  // print the results to the serial monitor:
  Serial.print("Sensor Value: ");
  Serial.println(sensorValue);
  Serial.print("Output Value: ");
  Serial.println(outputValue);
}

```

Kuva 15. Arduino IDE -ohjelmointiympäristö.

Kaapelitesterin ohjelmointi ei vaatinut monimutkaisia ohjelmarakenteita, vaan yksinkertaisten osioiden toistoa useaan kertaan. Ohjelman voi karkeasti jakaa kahteen osaan: alustukseen ja testirutiiniin.

Alustuksessa ohjelma asettaa digitaaliset I/O pinnit testaukseen vaadittaviin Input- ja Output -tiloihin sekä nimeää muuttujat. Alustuksen suoritettuaan ohjelma jää odottamaan käyttäjän käskyä siirtyä testirutiiniin.

Kun käyttäjä on valintakytkimellä valinnut testattavan kaapelin ja painanut Start-painiketta, alkaa ohjelma yksitellen käydä läpi testattavan kaapelin johtimia. Testattava kaapeli yhdistää Arduinon Output-pinnit Input-pinneihin, jolloin Output-pinniin tehtävä tilamuutos näkyy välittömästi saman johtimen Input-pinnissä. Ohjelma kytkee kaikkien johtimien Output-pinnit HIGH-tilaan. Tämän jälkeen ohjelma käyttää jokaisen Output-pinnin johdin kerrallaan LOW-tilassa ja seuraa, että johtimien Input-pinnien tilat muuttuvat Output-pinnien mukaisiksi. Mikäli johtimien Input-pinnien tilat eivät täsmää Output-pinnien tilojen kanssa, voidaan todeta kaapelin olevan viallinen.

Oikosulut esiintyvät testissä siten, että tilamuutos yhteen Output-pinniin vaikuttaa useampaan Input-pinniin. Kontaktiviaksi voidaan päätellä Output-pinnin tilamuutos, joka ei vaikuta yhteenkään Input-pinniin.

Tätä työtä tehdessä Arduino IDE -ohjelmointiympäristön Serial Monitor -työkalu osoitautui erittäin hyödylliseksi. Serial Monitorilla pystytään vastaanottamaan ja lähettämään tietoja käynnissä olevalle kehitysalustalle. Työssä Serial Monitoria käytettiin pinnitilojen tarkkailuun jokaisen yksittäisen johdintestin jälkeen kuvan 16. mukaisesti. Näin pystyttiin vaihe vaiheelta seuraamaan ohjelman ajamista ja ohjelmassa esiintyvät viat saatiin helposti tunnistettua.

```

/dev/ttyACM0
Send
Johdin 14 =
111111111101111111
Johdin 15 =
111111111101111111
Johdin 16 =
111111111101111111
Johdin 17 =
111111111101111111
Johdin 18 =
111111111101111111
Johdin 19 =
111111111101111111
Johdin 20 =
111111111101111111
Johdin 21 =
111111111101111111
Johdin 22 =
111111111101111111
valinta =
1
start =
0
vika =
0

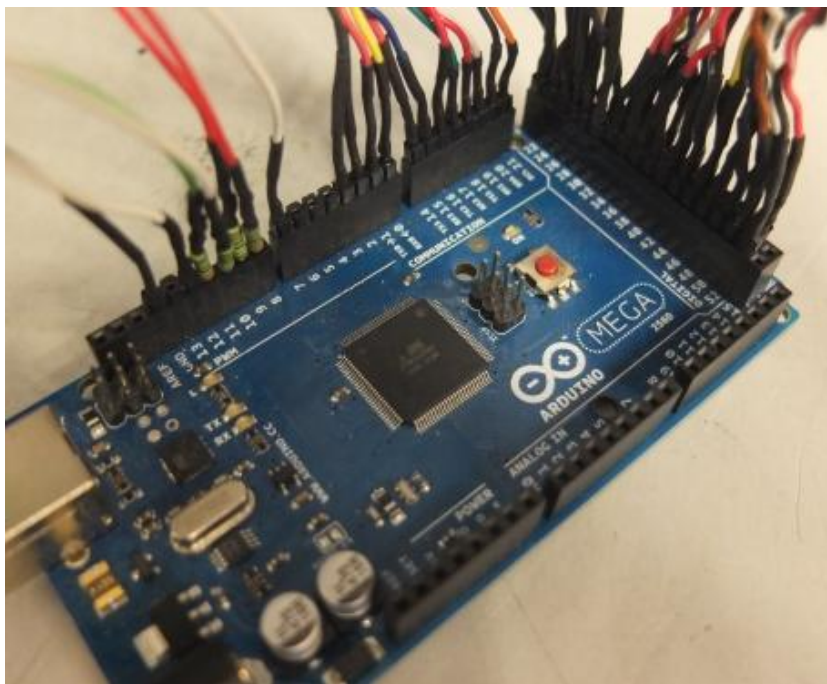
```

Kuva 16. Arduinon pinnien tilatietoja Serial Monitor -työkalulla katsottuna.

5.3.2 Testerin kytkennät

Arduinon monipuolisuuden vuoksi testerin toiminta oli mahdollista toteuttaa ohjelmallisesti. Tästä johtuen testerin fyysiset kytkennät pystyttiin tekemään erittäin yksinkertaisiksi. Lopullinen testeri sisältää Arduino Mega 2560 -kehitysalustan lisäksi ainoastaan kaksi kytkintä, neljä LED-indikaattoria etuvastuksineen, sekä D-liittimen vastakappaleen. Vastakappaleena testattavan kaapelin avoimelle päälle testerin kotelosta on tuotu ulos holkitetut johtimet, jotka voidaan liittää riviliittimiin. Piirikaavio on kokonaisuudessaan nähtävissä liitteessä 2.

Testerin kotelon kylkeen kiinnitetystä 44-napaisesta D-liittimen vastakappaleesta yhdistetään testattavan johdon johtimet parikaapelilla Arduinon Input-pinneihin. Testerin sisäiset johtimet noudattavat samaa värikoodausta testattavien kaapeleiden kanssa. Hyvän kontaktin varmistamiseksi Arduinoon liitettäville johtimille tehtiin liittimet piikkiriimasta. LED-indikaattorien etuvastukset juotettiin indikaattoreiden johtimien päihin, jotta johtimet saatiin pysymään kiinni Arduinossa varmemmin.



Kuva 17. Johtimien liitokset Arduinoon. Kuvassa vasemmalla näkyvät LED-indikaattorien etuvastukset.

5.4 Tulos

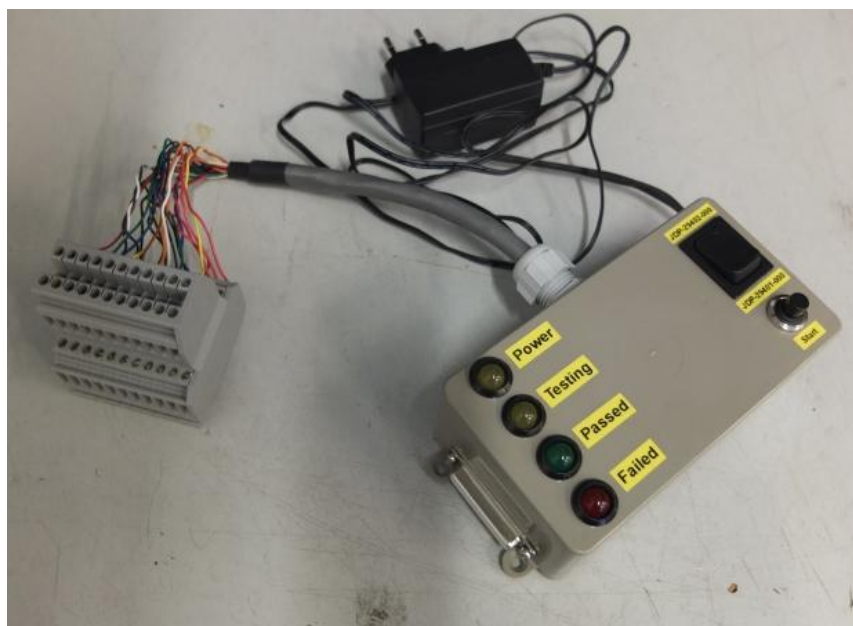
Tuloksena MOXA-kaapelitestauksen kehityksestä saatiin toimiva ja helppokäyttöinen kaapelitesteri, jolla kaapelin testaaminen on huomattavasti nopeampaa ja varmempaa kuin perinteisellä yleismittarilla. Testerin käyttö on myös helppo omaksua, eikä se vaadi erillisiä käyttöohjeita. Tämä todettiin antamalla testeri huoltoinsinöörin käyttöön ilman opastusta. Huoltoinsinööri näki välittömästi, miten testeriä käytetään.

Aikarajoitteiden vuoksi tärinäsimulaatiota ei ehditty toteuttamaan. Testerin toteutuksessa kuitenkin huomioitiin mahdollisuus tärinäsimulaation lisäämiseksi myöhemmin. Arduinon pinnejä jaettaessa eri käyttötarkoituksiin, jätettiin Motor Shieldin käyttämät kaksi

PWM-pinniä vapaaksi. Piikkirima- ja etuvastusliittimet helpottavat myös osaltaan Motor Shieldin lisäämisen vaatimien muutosten toteuttamista kytkentään. Kun Motor Shield asennetaan Arduino-levyn päälle, joudutaan Arduinoon tehdyt kytkennät irrottamaan. Helppojen liittimien ansiosta kytkentöjen irrottaminen ja uudelleen kytkeminen on vaivatonta. Tärinäsimulaatio vaatisi laitehankinnoiltaan ainoastaan Motor Shieldin ja yhden DC-moottorin.

Yritys oli tyytyväinen testerin toteutukseen. Erityiskiitosta sai testerin helposti omaksuttava käytettävyys. Huonoina puolina yritys näki ohjelman suomenkieliset muuttujat sekä Arduinon USB-liittimen sijainnin kotelon sisällä.

Testerä muutettiin yrityksen toiveiden mukaan. Koteloon tehtiin läpivienti Arduinon USB-liittimelle, jotta testerin ohjelmaan voitaisiin tehdä muutoksia koteloa avaamatta. Lisäksi ohjelman suomenkieliset muuttujat vaihdettiin englanninkielisiksi, jotta yrityksen venäläisten työntekijöiden olisi tulevaisuudessa helpompi tehdä muutoksia ohjelman koodiin.



Kuva 18. Valmis MOXA-kaapelitesteri

6 UPS-testaus

Työn kehityskohteista UPS-testaus on huomattavasti muita vaativampi. UPS-laitteen monimutkaisuus ja korkea käyttöjännite tuovat kehitystyöhön haasteita, joiden vuoksi uuden testausmenetelmän kehittäminen olisi jo yksinään riittävä aihe insinööriyölle. Laajemman aihealueen vuoksi tässä työssä keskitytään vain jo olemassa olevien testausmenetelmien kartoittamiseen sekä niiden käytettävyyden vertailuun Navis Engineering Oy:n näkökulmasta.

6.1 Load Bank -testaus

Yleisin tapa UPS-laitteen akkukeston testaukseen on nk. Load Bank -testaus. Menetelmässä UPS-laite kytketään testikuormaan ja irrotetaan sähköverkosta. UPS-testauksessa käytetään yleensä resistiivisiä testikuormia. Tavallisimmin testaus suoritetaan osana järjestelmien kausihuoltoa. [12]

Load Bank -testauksen toteuttaminen vaatii kalliin laitteiston, joka ei ole useimmille UPS-laitteita käyttäville yrityksille kannattava hankinta. Useimmat UPS-laitteiden toimittajat tarjoavat Load Bank -testauspalveluita yksittäisten UPS-laitteiden testaukseen. Nämä palvelut on kuitenkin tarkoitettu yrityksille, jotka käyttävät yksittäisiä UPS-laitteita esimerkiksi serverihuoneiden tai muun kriittisen laitteiston varavoimalähteenä. [12]

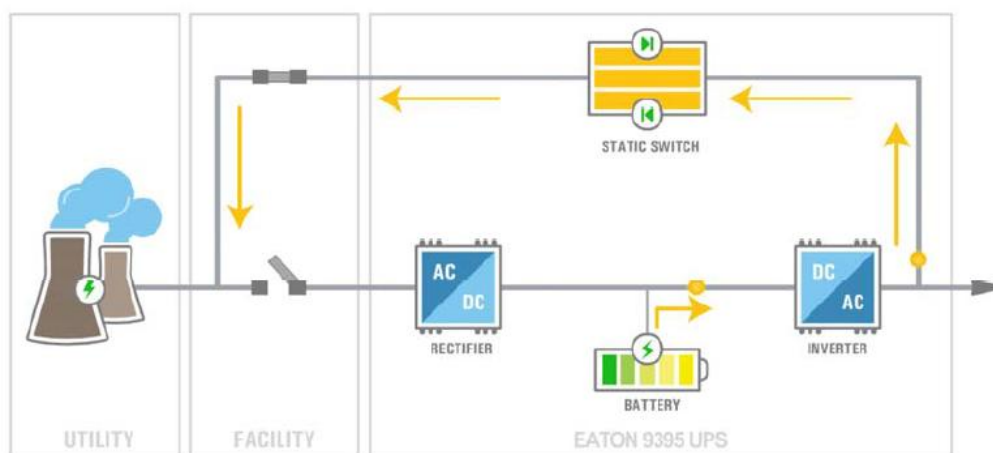
Navis Engineering Oy:n käyttöön tämä testausmenetelmä ei ole sopiva. Suurimpaan osaan yrityksen tuottamista liikeasemointijärjestelmistä kuuluu yksi tai useampi UPS-laite. Tästä johtuen testattavien UPS-laitteiden määrä on hyvin korkea. Load Bank -testaus olisi liian kallis vaihtoehto jokaisen erillisen UPS-laitteen testaamiseen.

6.2 Easy Capacity Test

Easy Capacity Test on Eatonin kehittämä testausmenetelmä, jolla UPS-laitteen akkukesto voidaan testata ilman erillistä testikuormaa. Menetelmässä käytetään testikuormana UPS-laitteen omia tasa- ja vaihtosuuntaajia. [13, s.1.]

Easy Capacity Test -menetelmällä testauksen voi suorittaa Eatonin valtuuttama huoltosinööri. Testattava UPS-laite liitetään tietokoneeseen, jolla ajetaan järjestelmän mukaan konfiguroitu testiohjelma. [13, s. 1.]

Menetelmässä säädetään UPS-laitteen vaihtosuuntaajan tuottaman vaihtojännitteen vaihe verkkojännitteen vaiheen edelle, jolloin UPS alkaa purkaa akustoaan takaisin verkkoon. Toisin kuin Load Bank -testauksessa, Easy Capacity Test -menetelmässä akuston purkautuva varaus käytetään hyödyksi muiden rakennuksen sähköverkkoon liitettyjen laitteiden käyttövirtana. [13, s. 2-3.]



Kuva 19. Akkukeston testaaminen Easy Capacity Test -menetelmällä. [13, s. 3.]

Load Bank -testaukseen verrattuna Easy Capacity Test on huomattavasti edullisempi ja helpompi menetelmä akkukeston testaamiseen. [13, s. 1.]

Easy Capacity Test -ominaisuus löytyy kuitenkin vain Eatonin suuremmista, 9395 UPS-laitteista, jotka olisivat reilusti ylivoimaisia ja liian kalliita Navis Engineering Oy:n käyttöön. [13, s. 1.]

6.3 Tulos

Työssä tutustuttiin kahteen menetelmään testata UPS-laitteen akkukestoa. Kumpakaan menetelmästä ei todettu yrityksen tarpeita vastaavaksi.

Nykyisessä yrityksen testiohjelmassa järjestelmän toimivuus pelkän UPS-laitteen varassa testataan luokkavaatimusten mukaisen 30 minuutin ajan, mutta ohjelmaan ei kuulu järjestelmän pitämistä pelkän UPS:n varassa pidempiä aikoja. Akkujen purkautumisajan määrittämiseksi pitäisi järjestelmä jättää UPS:n varaan huomattavasti pidemmäksi ajaksi, joka osaltaan hidastaisi testausprosessia, sekä työllistäisi testaushenkilökuntaa.

Olisi kuitenkin mahdollista jättää järjestelmä UPS:n varaan esimerkiksi kameravalvonnassa. Tämä voitaisiin jättää testiohjelman viimeiseksi osaksi, jolloin testaaja olisi vapaa siirtymään toisiin työtehtäviin akkujen purkautumisen ajaksi. Akkujen purkautumisaika olisi mahdollista jälkeinpäin selvittää videonauhalla. Testi ei kuitenkaan välttämättä antaisi realistista kuvaa akkukestosta, sillä laivaan asennetun järjestelmän virrankulutus voi erota testiympäristöön asennetun järjestelmän kulutuksesta.

Toimintavarmuudeltaan nykyiset UPS-laitteet ovat todettu hyväksi ja UPS-laitteiden akkukeston huomattava ylimitoitus luokkavaatimukseen nähden tuo osaltaan myös varmuutta UPS:n toimintaan varavoimalähteenä. Näistä syistä yritys ei näe tarpeelliseksi suurien investointien tekemisen UPS-testauksessa, joten tämän työn tuloksena yrityksessä ei oteta käyttöön uusia UPS-testausmenetelmiä.

7 VRS-testaus

VRS-laitteen testauksen kehittäminen jätettiin työssä pienemmälle huomiolle aikarajoitusten ja VRS:n vähäisen vikahistorian vuoksi. Työssä kuitenkin kehitettiin alustavia ideoita mahdollisesta VRS-testausmenetelmästä.

VRS-testaus voitaisiin toteuttaa yksinkertaisella NMEA-viestiä lukevalla tietokoneohjelmalla. VRS kytkettäisiin tietokoneeseen USB-RS422 -kaapelilla ja VRS-laitetta kallisteltaisiin manuaalisesti. Tietokoneen ruudulta voitaisiin tarkistaa mittausviestin eheys ja varmistaa mittaus tiedon muuttuvan oikean akselin suuntaisesti, kun laitetta kallistetaan.

Toistaiseksi yritys kuitenkin jatkaa VRS-laitteiden testausta kokonaisten järjestelmien testauksen yhteydessä. VRS:n kytkeminen testissä olevaan järjestelmään on nopea ja helppo toimenpide, joka pystytään tekemään järjestelmän käydessä.



Kuva 20. Kaksi VRS-laitetta kytkettynä testattavaan järjestelmään. Yksinkertaisen kytkennän vuoksi testattava VRS on nopea kytkeä ja irrottaa.

Varaosina lähtevien VRS-laitteiden testausta nykyisellä testausmenetelmällä voidaan kuitenkin helpottaa testaamalla laitteita varastoon. Näin voidaan varmistua siitä, että testattuja VRS-laitteita on saatavilla varaosina silloinkin, kun yhdessäkään testihuoneessa ei ole järjestelmää kytkettynä.

8 Yhteenveto

Tässä työssä tutkittiin komponenttitestausmenetelmien kehittämistä. Työn taustalla oli yrityksen tavoitteet kehittää yksittäisten komponenttien testausta nykyisen järjestelmätestauksen rinnalle.

Työ aloitettiin keskustelemalla yrityksen huolto-, tuotanto- ja testaushenkilökunnan kanssa. Keskustelun tarkoituksena oli selvittää tärkeimmät yksittäiset komponentit, joille testausmenetelmiä tulisi kehittää. Keskustelun tuloksena saatiin eriteltyä kolme tällaista komponenttia.

- MOXA-kaapeli
- UPS
- VRS.

Ennen kehitystyön aloittamista tutustuttiin komponentteihin ja niiden käyttötarkoituksiin osana liikeasemointijärjestelmää. Tärkeimmäksi tiedonlähteeksi koettiin haastattelut yrityksen asiantuntijoiden kanssa. Haastatteluilla selvitettiin myös mitä ominaisuuksia komponenteista pitäisi testata.

Projektin aikarajoitteiden vuoksi päätettiin kehitystyössä keskittyä MOXA-kaapelitestauksen kehittämiseen ja jo olemassa olevien UPS-testausmenetelmien kartoittamiseen. VRS-testaus jätettiin toissijaiseksi kehityskohteeksi.

Tärkeimpänä tuloksena työstä syntyi toimiva laite MOXA-kaapeleiden testaukseen. Toteutetulla kaapelitesterillä MOXA-kaapelin testaus onnistuu huomattavasti nopeammin ja testeri vastaa yrityksen projektille asettamia odotuksia. Vaikka toivottua laivan tärinän simulointiominaisuutta ei ehdittykään toteuttamaan, otettiin se huomioon kytkentöjä suunniteltaessa siten, että ominaisuus on mahdollista lisätä testeriin jälkepäin.

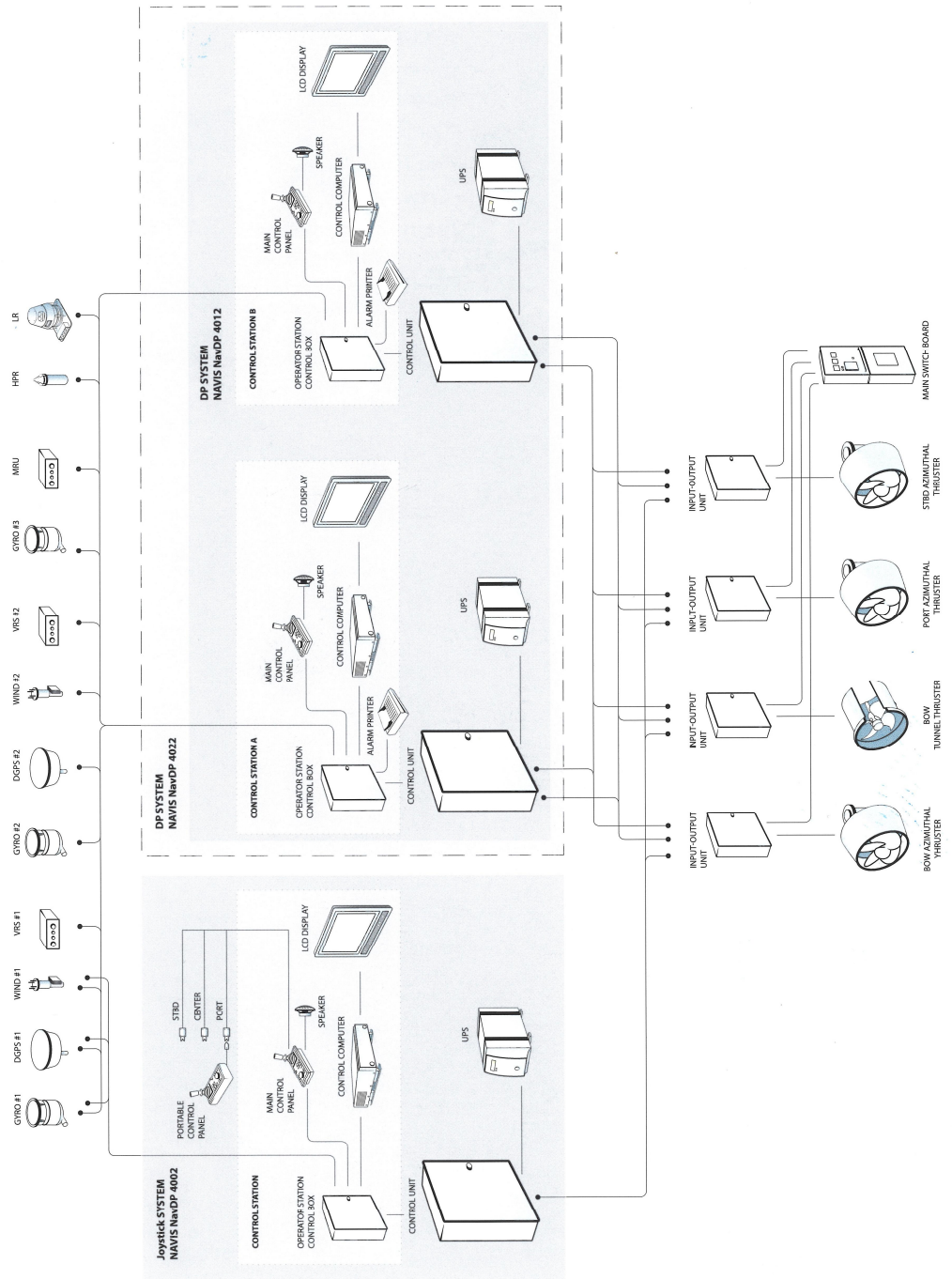
UPS-testausmenetelmien kartoituksessa vertailtiin kahta testimenetelmää ja niiden sopivuutta yrityksen käyttötarkoituksiin. Kummankaan menetelmän käyttöönottoa yritys ei nähnyt kannattavaksi. Tutkimustyötä olisi mahdollista jatkaa kehittämällä yrityksen nykyistä järjestelmätestausohjelmaa UPS-testauksen osalta.

Vaikka VRS-testauksen kehittämisestä luovuttiin jo projektin alkuvaiheilla, ehdittiin silti ideoida toteutettavissa oleva testausmenetelmä. Yritys kuitenkin jatkaa ainakin toistaiseksi VRS-laitteiden testausta vanhoilla testausmenetelmillä

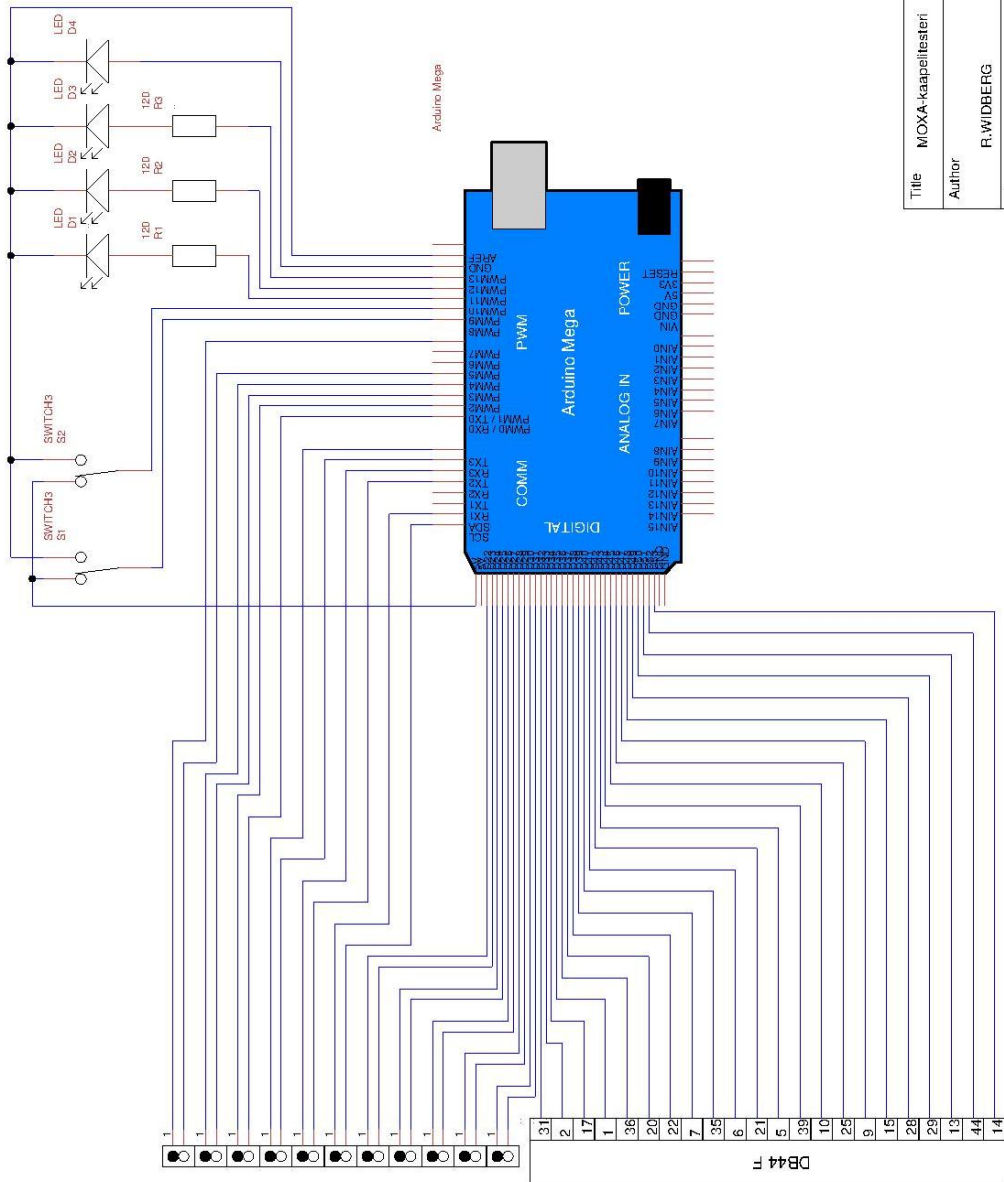
Lähteet

- 1 Navis Engineering Oy. 2012. Navis Engineering Vessel Motion Solutions -esite.
- 2 Bray, David J. 2010. DP Operator's Handbook. The Nautical Institute.
- 3 Faÿ, Hubert. 1990. Dynamic Positioning Systems: Principles, Design and Applications. Editions Technip.
- 4 American Bureau of Shipping. Guide for Dynamic Positioning Systems. ABS.
- 5 Navis Engineering Oy. DP System – Sensor requirements. Navis Engineering Oy:n sisäinen dokumentti.
- 6 Haanpää, Mikael – Sintonen, Sami. 2011. Dynaamisen paikanmäärityksen tekniikka ja koulutus. Opinnäytetyö. Kymenlaakson Ammattikorkeakoulu.
- 7 Alstom Power Conversion Ltd. 2000. Guide to Dynamic Positioning of Vessels. Alstom.
- 8 Holvik, Jon. 1998. Basics of Dynamic Positioning. Dynamic Positioning Comitee.
- 9 Balloch, Robert. 1998. Attitude Sensors for DP Systems. Dynamic Positioning Comitee.
- 10 Laitonen, Ville. 2013. Katkeamattoman sähkösyöttöjärjestelmän suunnittelu ja mitoitus palvelimelle. Opinnäytetyö. Turun Ammattikorkeakoulu.
- 11 Arduino Mega 2560. Tuote-esittely. <http://arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardMega2560>. Luettu 10.7.2013.
- 12 What is Load Bank Testing and how does it work? Verkkootikkeli. <http://www.upspower.co.uk/feeds/feeds/what-is-load-bank-testing-and-how-does-it-work.aspx>. Luettu 28.7.2013.
- 13 Eaton. 2009. Easy Capacity Test Application Note.
- 14 DFRobot. Arduino Motor Shield (L298N) manual. http://www.dfrobot.com/wiki/index.php?title=Arduino_Motor_Shield_%28L298N%29_%28SKU:DRI0009%29.

NavDP4000-liikeasemointijärjestelmän esimerkkikokoonpano



MOXA-kaapelitesterin piirikaavio



Title	MOXA-kaapelitesteri		
Author	R.WIDBERG		
File	C:\Users\Risto\Desktop\insinnyi\Cad1.dsn		
Revision	Date	02.08.2013	
1.0	Sheets	1 of 1	