

Opinnäytetyö (AMK)

Elektroniikka

Elektroniikkasuunnittelu

2016

Lauri Selin

I/O-MODUULIEN TUOTANTOTESTAUS- LAITTEISTO

Lauri Selin

I/O-MODUULIEN TUOTANTOTESTAUSLAITTEISTO

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli suunnitella ja toteuttaa testauslaitteisto viidelle eri I/O-moduulille. Testauksen tarkoitus on todeta, että moduuleista toimivat kaikki I/O-pinnit, tiedonsiirtoväylät, sarjaporttiyhteydet, pulssitulot ja analogiatulot. Myös moduuleihin kytkettävän tulostimen ja elektronisen työntömitan ehjyys piti pystyä toteamaan.

Laitteiston pääkomponentit ovat näyttömoduuli, testipiirilevy ja kytkentäyksikkö. Niiden lisäksi laitteistoon kuuluu neljä pulssianturia, 32 liitäntää keloille ja liitäntäpaikat sarjaporttiyhteyksille. Eri moduulien kytkemiseen valmistettiin monta erilaista kaapelia, koska valmiina olevat kaapelit eivät tähän työhön soveltuneet.

Lopputuloksena saatiin toimiva testauslaitteisto, jolla pystytään testaamaan kaikki moduuleihin liittyvät toiminnot. Lisäksi laitteisto vähentää moduulien testaamiseen kuluvaa aikaa huomattavasti, koska testausta varten ei enää tarvitse koota erillistä testikytkentää. Testauslaitteiston toimivuus todettiin testaamalla ehjiä moduuleja. Laitteistoa voidaan vielä parantaa kehittämällä testaamiseen tarkoitettu ohjelmisto, joka nopeuttaa testaamista entisestään.

ASIASANAT:

testaus, testauslaitteet, I/O, moduuli

Lauri Selin

TEST EQUIPMENT FOR I/O MODULES

The goal of this thesis was to design and assemble test equipment for five different I/O-modules. The purpose of the testing was to check that the following components are functional in the modules: I/O-pins, communication buses, serial port connections, PWM-inputs and analog inputs in addition to the functionality of a printer and an electronic caliper which are connected to the modules.

The main components of the test equipment are a display module, a testing circuit board and a coupling unit. In addition, there are four rotary encoders, 32 connections for coils and adapters for serial port connections. Normal connection cables were unfit for this project, therefore, many cables were custom-made in order to connect the modules to the test equipment.

As a result, a set of functional testing equipment was assembled. It is capable of testing all the functions associated with the modules and significantly reduces the time it takes to test the functionality of a module. The test equipment can be improved by making software for testing purposes which would further reduce the testing time.

KEYWORDS:

testing, test equipment, I/O, modules

SISÄLTÖ

KÄYTETYT LYHENTEET	7
1 JOHDANTO	8
2 LOGGER-JÄRJESTELMÄT JA -MODUULIT	9
2.1 Järjestelmät	9
2.1.1 Logger	9
2.1.2 iLogger	10
2.1.3 xLogger	11
2.2 Testattavat moduulit	11
2.2.1 LDC, Logger Display Controller	12
2.2.2 LHC, Logger Head Controller	12
2.2.3 LMID, Logger Multi Information Display	13
2.2.4 LXC, Logger Extension Controller	14
2.2.5 LMM, Logger Master Module	14
3 MODUULIEN TOIMINTA	15
3.1 CAN-väylä	15
3.2 Solenoidiventtiili	15
3.3 Pulssianturi	17
3.4 RS-232	18
3.5 Moduulien vikojen syitä	19
4 LAITTEISTON OSAT	20
4.1 Testipiirilevy LM29032	20
4.2 LHI, Logger Harvester Interface	21
4.3 Salkku	22
4.4 LDC, Logger Display Controller	23
5 TESTAUSLAITTEISTON KOKOAMINEN	25
5.1 Johdot ja kaapelit	25
5.2 Kelaliitännät	27
5.3 Pulssianturit	29
5.4 Parannusehdotuksia	31

6 TESTAUS	33
6.1 LDC	33
6.2 LHC	33
6.3 LXC	36
6.4 LMM ja LMID	36
6.5 Jatkokehitys	37
7 YHTEENVETO	38
LÄHTEET	39

LIITTEET

- Liite 1. LDC:n ja LXC:n pinnien järjestykset.
- Liite 2. Kaksi erilaista LHC:tä.
- Liite 3. Välikaapelit LHC:n 26-pinniseen liittimeen.
- Liite 4. LHC:n 34-pinnisen liitännän järjestys.
- Liite 5. LXC:n kytkentätaulukko.

KUVAT

Kuva 1. Logger-järjestelmän rakenne.	10
Kuva 2. iLogger-järjestelmän rakenne.	10
Kuva 3. xLogger-järjestelmän rakenne.	11
Kuva 4. Logger Display Controller.	12
Kuva 5. Logger Head Controller.	13
Kuva 6. Logger Multi Information Display.	13
Kuva 7. Logger Extension Controller.	14
Kuva 8. Logger Master Module	14
Kuva 9. CAN-väylä.	15
Kuva 10. Tyypillisen solenoidiventtiilin toiminta.	16
Kuva 11. Mekaanisen pulssianturin rakenne.	17
Kuva 12. Tässä työssä käytetty pulssianturi.	18
Kuva 13. RS-232:n pinnit.	19
Kuva 14. Testipiirilevy LM29032.	20
Kuva 15. Kytkimen ja ledin kytkentäkaavio.	21
Kuva 16. Kytkentäyksikkö LHI.	21
Kuva 17. LHI:n jännitteen rajoitus.	22
Kuva 18. Testauslaitteiston salkku.	22
Kuva 19. Elektroninen työntömitta.	23
Kuva 20. Tulostin.	24
Kuva 22. Testilaitteistosta irrallaan olevat johtimet.	27
Kuva 21. Lohkokaavio testauslaitteistosta.	28

Kuva 23. Kelaliitännät.	28
Kuva 24. Pulssianturien kytkentäkuva.	29
Kuva 25. Pulssianturit juotettuna alustaan.	30
Kuva 26. Pulssianturit koteloituna.	30
Kuva 27. Valmis testauslaitteisto.	31
Kuva 28. Pulssianturien testausvalikko.	34
Kuva 29. I/O-pinnien testausvalikko.	34
Kuva 30. LHC:n kategoriat.	35
Kuva 31. Kela kytkettynä testauslaitteistoon.	36
Kuva 32. LMM:n I/O-testausvalikko.	37

KÄYTETYT LYHENTEET

I/O	sisääntulo/ulostulo, input/output
LDC	Logger Display Controller, näyttömoduuli
LHC	Logger Head Controller, kouramoduuli
LHI	Logger Harvester Interface, kytkentäyksikkö
LMID	Logger Multi Information Display, näyttömoduuli
LMM	Logger Master Module, keskusyksikkömoduuli
LM29032	testipiirilevy
LXC	Logger Extension Controller, kahvaohjainmoduuli
PWM	Pulse-Width Modulation, pulssinleveysmodulaatio

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön toimeksiantaja Technion Oy suunnittelee ja valmistaa ohjausjärjestelmiä teollisuuden tarpeisiin. Joidenkin järjestelmien ohjausmoduulit toimeksiantaja valmistaa itse, mutta esimerkiksi Logger-metsäkonejärjestelmissä käytetyt moduulit valmistetaan toisessa yrityksessä. Tästä johtuen Technion Oy:lla ei ole valmista testauslaitteistoa kyseisille moduuleille. Mahdollisesti viallisten moduulien testaamista varten on pitänyt rakentaa oma kytkentä, mutta silläkään ei ole saatu kaikkia moduulien toimintoja testattua. Lisäksi yksittäisen moduulin testaamiseen on saattanut kulua aikaa pahimmillaan viikkoja, koska testikytkennän kokoamiseen on vain harvoin aikaa.

Tämän työn tarkoitus oli suunnitella ja toteuttaa testauslaitteisto, jolla saa kaikkien viiden toimeksiantajan metsäkonejärjestelmissä käytetyn moduulin ja kaikki niihin liittyvät toiminnot testattua nopeasti ja tehokkaasti. Testauslaitteiston piti olla tarpeeksi pienikokoinen, että sitä pystyy liikuttamaan helposti paikasta toiseen. Laitteiston piti olla yksinkertainen ja helppokäyttöinen, jotta testaaminen sujuisi mahdollisimman kätevästi. Varsinaista budjettia työlle ei annettu, mutta suunnittelussa otettiin kulut huomioon ja työ pyrittiin toteuttamaan minimaalisilla kustannuksilla.

Koska tämä työ ei ole yleisesti sovellettavissa, vaan sopii lähinnä vain toimeksiantajan omaan käyttöön, ei muita vastaavanlaisia opinnäytetöitä löytynyt. Lähimpänä tätä työtä lienee Jussi Kynäslahden opinnäytetyö ”Seulamoduulin testaus”. Siinä on kuitenkin keskeisessä osassa esimerkiksi hydraulinen käyttövoima, jota tässä työssä ei käytetä.

[1]

Tässä työssä esitellään testattavien moduulien tehtäviä ja ominaisuuksia sekä Logger-järjestelmiä, joissa moduuleja käytetään. Moduulien toimintaan liittyviä osa-alueita ja syitä moduulien vikaantumiseen käydään läpi. Lisäksi tarkastellaan testauslaitteiston osat, mitä vaiheita laitteiston suunnittelussa ja kokoamisessa oli sekä miten testaus eteni. Työn edetessä on pohdittu ja esitetty laitteiston käytettävyyteen liittyviä jatkokehitysideoita.

2 LOGGER-JÄRJESTELMÄT JA -MODUULIT

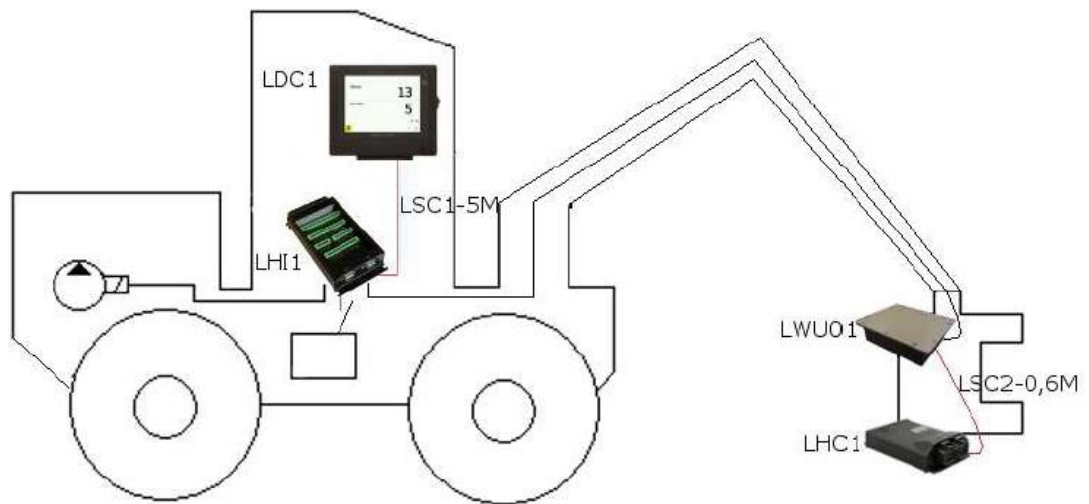
2.1 Järjestelmät

Loggerit ovat Technion Oy:n kehittämiä mittalaitejärjestelmiä metsäkoneille. Järjestelmissä on esimerkiksi työmaan tuotantotiedot, työajan seuranta ja katkaistavien puiden halkaisija ja pituus. Loggereita on kolme erilaista järjestelmää: Logger, iLogger ja xLogger. Logger on järjestelmänä yksinkertaisin ja xLogger monipuolisin. xLoggerissa on eniten toimintoja ja esimerkiksi puiden hintatiedot saatavilla, jotta kuljettaja pystyy tekemään optimaalisia kappaleita.

Kaikki järjestelmät perustuvat CAN-väylällä yhdistettyihin älykkäisiin ohjausmoduuleihin. Niissä on yhteensä viisi erilaista moduulia, joita tämän työn testilaitteella piti pystyä testaamaan. Yhteistä joka järjestelmälle on 24 V:n käyttöjännite ja joka järjestelmässä käytetään samaa kouramoduulia. [2]

2.1.1 Logger

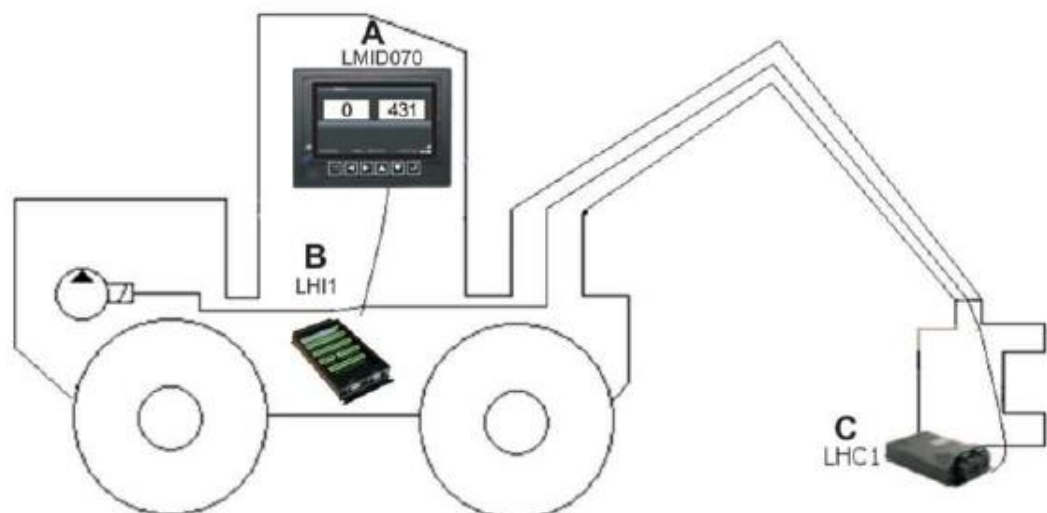
Logger-järjestelmän pääkomponentit ovat näyttömoduuli LDC, Logic Display Controller ja harvesteripäässä oleva LHC, Logger Head Controller. Ne ovat testilaitteella testattavia moduuleja. Järjestelmän rakenne on kuvassa 1 ja sen ominaisuuksia säädetään LDC:n kautta. LHI, Logger Harvester Interface, on Technion Oy:n kehittämä kytkentäyksikkö, jonka kautta järjestelmän johdotukset kulkevat ja harvesteripään toimintoja ohjataan LHI:hin kytkettyjen ohjauskahvojen kautta. Myös tämän työn testauslaitteistossa käytetään LHI:tä apuna. LWU, Logger Wiring Unit, on kytkentämoduuli kouraan ja LSC, Logger System Cable, tarkoittaa moduulien välisiä johtoja. LWU ja LSC eivät ole tämän työn kannalta oleellisia. [2]



Kuva 1. Logger-järjestelmän rakenne.

2.1.2 iLogger

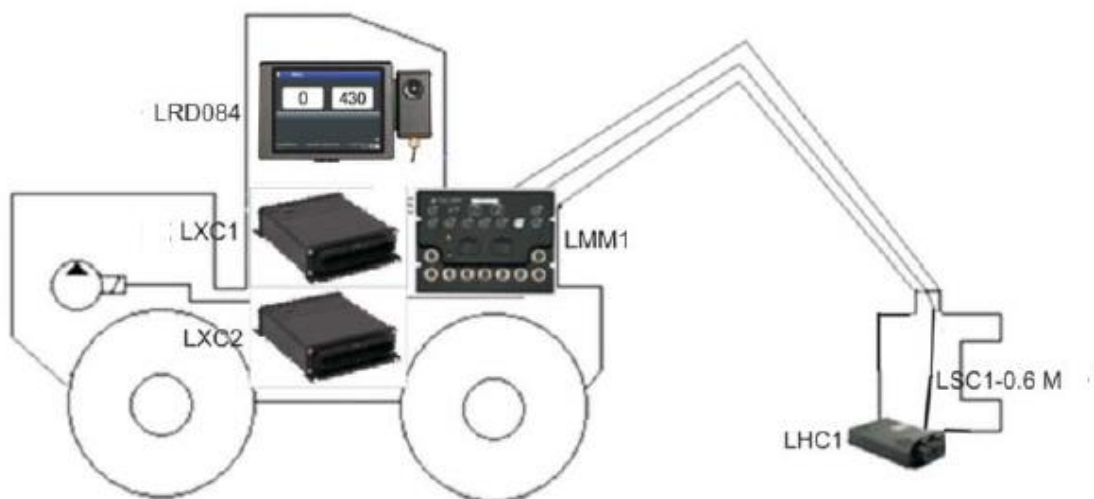
iLoggerin rakenne on kuvassa 2 ja sen LHI ja LHC ovat samat kuin Logger-järjestelmässä. Järjestelmän näyttömoduulina ja keskusyksikkönä on LMID, Logger Multi-Information Display, joka on monipuolisempi ja helppokäyttöisempi kuin Loggerissa käytettävä näyttö. LMID:tä ja kouramoduulia testataan tämän työn testilaitteella. [3]



Kuva 2. iLogger-järjestelmän rakenne.

2.1.3 xLogger

xLoggerin näyttö on kosketusnäytöllinen LRD084, Logger Remote Display, jossa ei ole näyttöominaisuuksien lisäksi tuloja tai lähtöjä, joten sitä ei tarvitse testilaitteella testata. LXC, Logger Extension Controller, on kahvaohjainmoduuli, johon kytketään kahvojen, lisänäppäinten ja pumppujen ohjaukset. Kahvaohjainmoduuleja on järjestelmässä 1–3 kappaletta. Järjestelmän keskusyksikkönä toimii LMM, Logger Master Module. Kaikki järjestelmän liitännät joitakin kahvojen ja pumppujen kytkentöjä lukuun ottamatta kierrätetään tämän yksikön kautta. LHC ohjaa harvesteria, kuten muissakin järjestelmissä. xLoggerin rakenne näkyy kuvassa 3. LMM, LXC ja LHC ovat xLoggerin testilaitteella testattavia moduuleja. [4]



Kuva 3. xLogger-järjestelmän rakenne.

2.2 Testattavat moduulit

I/O-moduulit ovat laitteita, joiden pinnit voidaan tarpeen mukaan ohjelmoida joko lähettämään tai vastaanottamaan tietoa. Tämän työn moduuleissa suurin osa I/O-pinneistä ovat digitaalisia, mutta osa on analogisia tai PWM- eli pulssinleveysmodulaatiopinnejä.

2.2.1 LDC, Logger Display Controller

LDC on Logger-järjestelmän näyttö- ja keskusyksikkö. Navigointi valikoissa tapahtuu kuvan 4 oikeassa alakulmassa olevan pulssipyörän avulla. LDC kytketään järjestelmään 44-pinnisen liitännän kautta ja niistä 31 pinniä ovat I/O-pinnejä. Moduuliin saa myös kaksi sarjaporttiyhteyttä, mutta liitäntää ei suoraan ole, joten Logger-järjestelmässä sarjaporttiyhteydet muodostetaan kytkentäyksikkö LHI:n kautta. LDC on myös osa tämän työn testauslaitteistoa. Liitteessä 1 näkyy LDC:n pinnit. [5]



Kuva 4. Logger Display Controller.

2.2.2 LHC, Logger Head Controller

LHC:tä eli kouramoduulia käytetään kaikissa Logger-järjestelmissä ja se ohjaa kaikkia harvesteripään toimintoja. Kuvassa 5 näkyy moduulin liitäntäpaikat 26- ja 34-pinnisille kaapeleille, eli yhteensä siinä on 60 pinniä, joista 48 ovat tuloja ja lähtöjä. Kaikilla toimeksiantajan asiakkailla on LHC:ssä eri tavalla ohjelmoidut pinnit, mikä aiheutti haasteita testilaitteen suunnittelemisessa, koska jokaista variaatiota tuli pystyä testaamaan. Kouramoduulin ollessa kytkettynä metsäkoneeseen, osa sen I/O-pinneistä on kytketty solenoidiventtiileihin, joilla ohjataan hydraulikanesteitä. Pelkästään tiedonsiirtoon käytettyyn I/O-pinniin verrattuna solenoidiventtiilipinnit vaativat paljon enemmän virtaa. Lisäksi moduulissa on pulssituloja, joiden avulla moduuli osaa kertoa esimerkiksi sahan sijainnin. Testauslaitteistossa vastaavanlaiset tilanteet pitää simuloida. [6]



Kuva 5. Logger Head Controller.

2.2.3 LMID, Logger Multi Information Display

LMID on iLogger-järjestelmän näyttö- ja keskusyksikkö. Navigointia varten on kuvassa 6 näkyvät neljä nuolinäppäintä, enter- ja takaisinnäppäin. LMID:ssä on liitännät kahdelle 26-pinniselle kaapelille. 52:sta pinnistä 37 on I/O-pinnejä. LDC:n tavoin LMID sisältää pinnejä kahdelle sarjaporttiyhteydelle ja sen lisäksi 4 pinniä on USB-yhteyttä varten. LMID on hyvin samankaltainen LMM:n kanssa ja toinen 26-pinnisistä liitännöistä onkin täysin samanlainen molemmissa moduuleissa. [7]



Kuva 6. Logger Multi Information Display.

2.2.4 LXC, Logger Extension Controller

LXC (kuva 7) on kahvaohjainmoduuli xLogger-järjestelmässä. Se muistuttaa pinnijärjestyksen osalta LDC:tä, kuten näkyy liittessä 1. Molemmissa on 44-pinnien liitäntä ja pinnien järjestys on enimmäkseen samanlainen, mutta koska LDC:ssä on varattu pinnejä sarjaporttiyhteyksiä varten ja LXC:ssä ei, siinä on 38 ohjelmoitavaa tuloa ja lähtöä, kun taas LDC:ssä niitä oli 31. Pinneistä kahdeksaa testataan tässä työssä analogiatuloina. [8]



Kuva 7. Logger Extension Controller.

2.2.5 LMM, Logger Master Module

LMM on xLogger-järjestelmän keskusyksikkö. LMID:n tavoin siinä on liitäntäpaikat kahdelle 26-pinniselle kaapelille. Liitäntäpaikat näkyvät kuvassa 8 keskellä. 40 I/O:n lisäksi sisältää muun muassa 3 CAN-liitäntää, 2 USB-liitäntää ja 4 videotuloa. Moduulista testataan kuitenkin vain tulot, lähdöt ja CAN-väylän toiminta. [9]



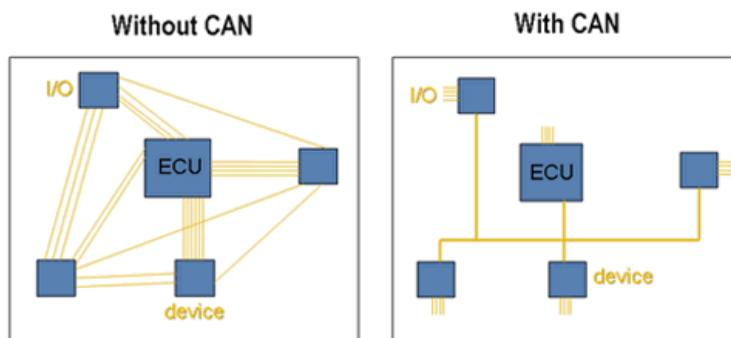
Kuva 8. Logger Master Module

3 MODUULIEN TOIMINTA

3.1 CAN-väylä

CAN-väylä on yleisesti ajoneuvoissa ja teollisuuslaitteissa käytetty tiedonsiirtoväylä. Kaikki tämän työn moduulit kommunikoivat CAN-väylän välityksellä. CAN-väylässä kaikki viestit välitetään kaikille verkossa oleville moduuleille ja jokainen moduuli pystyy määrittämään, kuuluuko viesti sille vai ei. Siksi ei tarvita montaa erillistä kaapelia kuljettamaan eri viestejä. Tilannetta selventää kuva 9. Vastaanottavia laitteita pystyy lisäämään CAN-verkkoon ilman minkäänlaisia verkkoon tehtäviä muutoksia ja niitä voi lisätä, vaikka verkko on käytössä jo. Jokaisella viestillä on 11-bittinen tunniste, joka määrää viestin tärkeyden. Tällöin samanaikaisista viesteistä se, jolla on korkein prioriteetti, menee ensin läpi. Alemman prioriteetin viesti odottaa, että väylä on vapaana, ennen kuin se lähetetään uudelleen. Tämän takia CAN-väylä on tehokas viestintäkeino reaaliaikaisissa ohjausjärjestelmissä.

Laite kytketään CAN-väylään CAN-HIGH ja CAN-LOW -nastoista. Molemmissa nastoissa on oletuksena 2,5 V:n jännite. Viestin kulkiessa CAN-H:n jännite nousee 3,5 volttiin ja CAN-L:n jännite laskee 1,5 volttiin. [10]

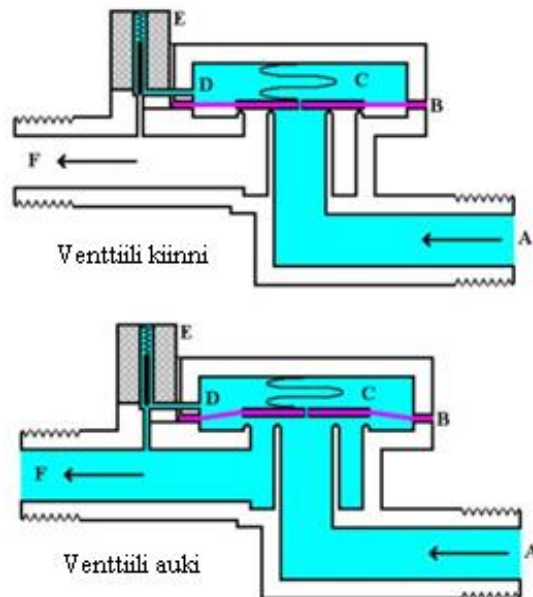


Kuva 9. CAN-väylä. [11]

3.2 Solenoidiventtiili

Solenoidiventtiili on elektromekaaninen laite, jolla ohjataan kaasun tai nesteen virtausta. Kun venttiilin kelaan syötetään virtaa, syntyy magneettikenttä, joka venttiilistä riippuen joko avaa tai sulkee sen.

Kuvassa 10 lepotilassa venttiilissä oleva ja siihen tuleva neste ovat paineen kannalta tasapainossa. Kalvossa (B) on pieni reikä, jonka kautta nestettä pääsee painekammioon (C). Voimaltaan heikko jousi pitää kalvoa paikallaan. Solenoidissa jousi pitää magneettisydäntä nesteen tukkeena. Kun solenoidiin johdetaan virta, magneettinen voima nostaa magneettisydäntä ylöspäin josta vastaan, jolloin painekammion ja nesteen sisääntulon välille syntyy paine-ero, joka nostaa kalvoa ja siten neste pääsee etenemään halutulla tavalla. Kun virta kytketään pois, magneettisydän palautuu nesteen tukkeeksi, jolloin myös kalvo palautuu jousen avustuksella takaisin lepotilaan. [13] [14]



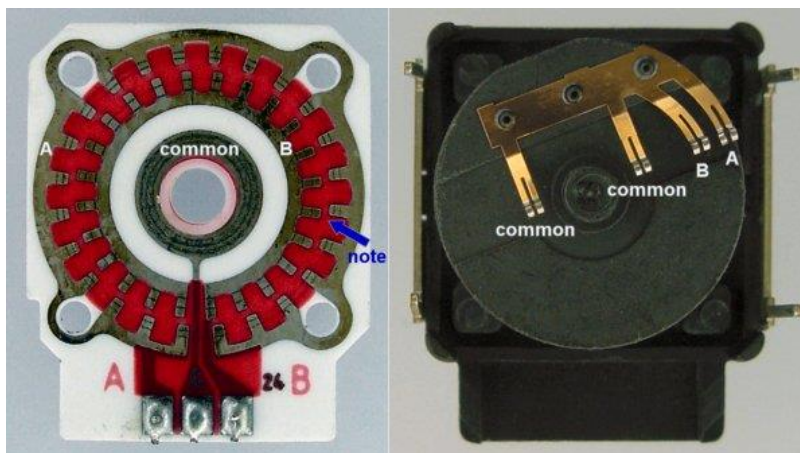
Kuva 10. Tyypillisen solenoidiventtiilin toiminta. [12]

LHC-kouramoduuliin kytketään Logger-järjestelmissä solenoidiventtiilejä. Testauslaitteistoon ei kuitenkaan haluttu hydraulikkajärjestelmää, joten sen sijaan kouramoduulin kytketään vain keloja, jolloin moduulin kannalta testaus vastaa oikeaa tilannetta.

3.3 Pulssianturi

Pulssianturi on elektromekaaninen laite, joka muuttaa varren asennon tai liikkeen analogiseksi tai digitaaliseksi signaaliksi. Vartta kiertämällä saadaan eri käyttökohteissa tietoa esimerkiksi nopeudesta, kierrosnopeudesta, sijainnista ja pyörimissuunnasta. Toimeksiantajan metsäkonejärjestelmissä pulssitulosignaaleilla saadaan tietää sahan sijainti sekä puun pituus ja halkaisija. Pulssianturit ovat yleensä toimintaperiaatteeltaan joko mekaanisia tai optisia. Tässä työssä käytetyt pulssianturit ovat mekaanisia.

Mekaanisessa pulssianturissa on metallilevy, josta on osittain leikattu metallia pois, kuten näkyy kuvassa 11 vasemmalla. Siinä on myös ylösvetovastuksen kautta jännitelähteessä kiinni olevia kontakteja. Pulssianturin vartta kiertämällä metallilevy pyörii niin, että jokainen kontakteista on jossain vaiheessa yhteydessä metalliin ja jossain vaiheessa yhteydessä maa-tasoon. Tällöin jännite siirtyy joko suoraan maihin tai moduulille. Näin syntyy binäärikoodia, esimerkiksi tässä työssä käytetyllä pulssianturilla 2-bittistä Gray-koodia $00 \rightarrow 01 \rightarrow 11 \rightarrow 10$. Gray-koodissa vain yksi bitti muuttuu kerralla, eli ei synny tilannetta, jossa molemmat bitit siirtyvät tilasta 1 tilaan 0. [15]



Kuva 11. Mekaanisen pulssianturin rakenne. [16]

Tähän työhön tulevien pulssiantureiden valinnassa tärkein kriteeri oli, että anturin tulee kestää yli 5 voltin jännite, koska muuten antureita käyttävä kouramoduuli ei välttämättä kykenisi tunnistamaan eroa on- ja off-tilojen välillä. Pulssianturiksi päädyttiin ottamaan

12 voltin jännitteellä toimiva anturi (kuva 12), koska kyseisen käyttöjännitteen saa otettua suoraan kouramoduulista.

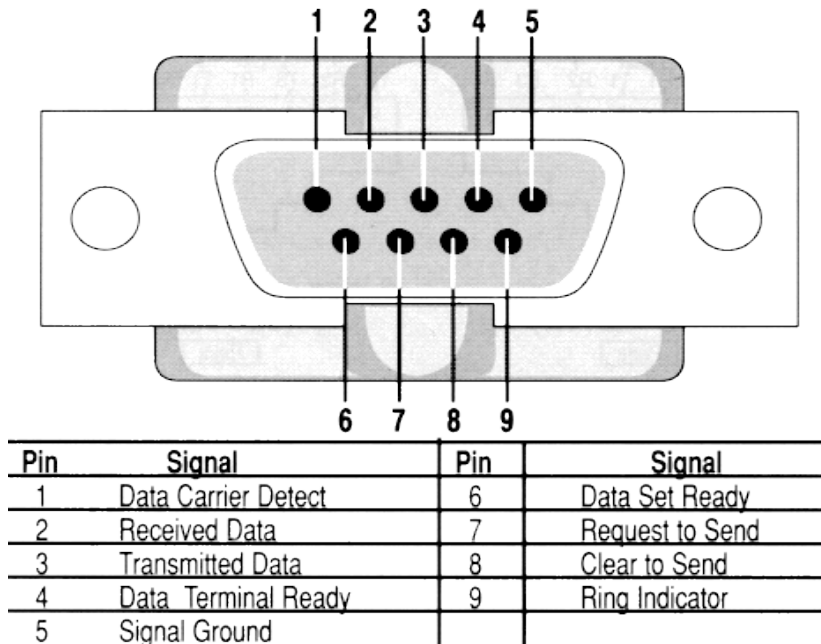


Kuva 12. Tässä työssä käytetty pulssianturi. [17]

3.4 RS-232

RS-232 (Recommended Standard 232) on tietokonelaitteiden välinen tietoliikenneportti, joka mahdollistaa sarjaliikenteen laitteiden välillä. Ennen kaikissa tietokoneissa käytettiin RS-232-portteja tulostimien, hiirien ja muiden yhdistämiseen, mutta nykyään USB-liittimet ovat enimmäkseen korvanneet RS-232:t, koska niissä on liian hitaat siirtonopeudet, suuret jännitevaihtelut ja itse liittimet ovat liian isoja. RS-232:ia käytetään kuitenkin vielä nykyään esimerkiksi teollisuuslaitteissa. Tässä työssä RS-232:n kautta liitetään moduuleihin tulostin ja elektroninen työntömitta. [18, 19]

Kuvassa 13 näkyy tässäkin työssä käytetty 9-pinninen RS-232-liitin ja pinnien selitykset. Tässä työssä käytetään vain pinnejä 2, 3 ja 5, jotka ovat saapuva data, lähtevä data ja signaalin maa.



Kuva 13. RS-232:n pinnit. [20]

3.5 Moduulien vikojen syitä

Yleisimmät moduulien viat liittyvät CAN-väylään, lähtöihin ja tuloihin.

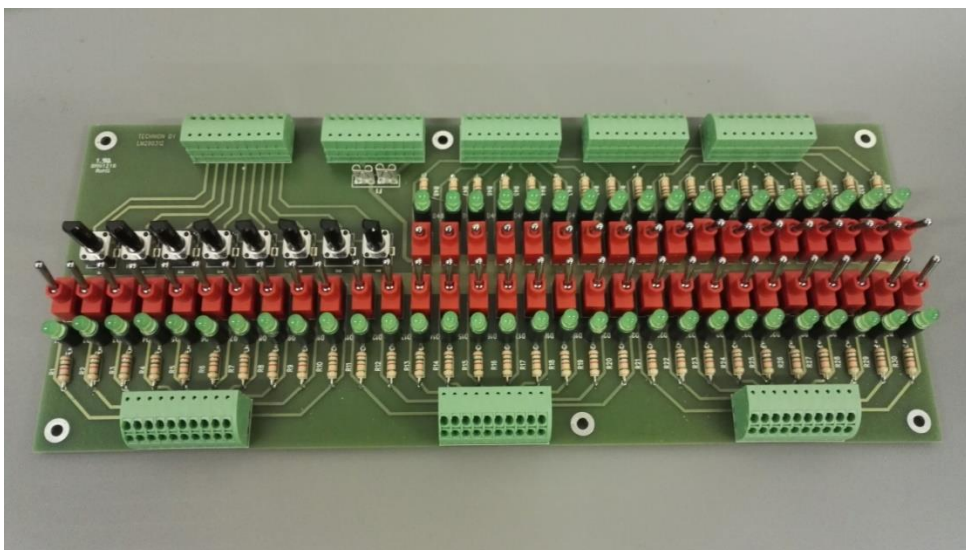
CAN-kommunikointiin liittyvät komponentit saattavat vaurioitua, jos metsäkoneen ja hakkuupään välinen kaapeli menee poikki, jolloin käyttäjännite ja maa saattavat kytkeytyä CAN-linjoihin. Moduuleissa on suojakomponentit, jotta ne kestävät lyhytaikaiset oikosulut, mutta käyttäjä saattaa esimerkiksi kytkeä poikki menneen kaapelin väärään paikkaan. Suojakomponentit lopulta pettävät ja CAN-väylään liittyvät komponentit rikkoutuvat.

Lähtöjen ja tulojen vikaantumisen taustalla on yleensä oikosulku solenoidiventtiilien keloissa tai oikosulku antureissa. CAN-väylän tavoin lähdoissa ja tuloissa on suojakomponentteja, mutta pitkäaikainen oikosulku voi rikkoa moduulin. Välillä myös palaa vain sulake, jolloin vaihdetaan uusi sulake ja sekin palaa. Sen jälkeen kokematon käyttäjä ei lähde tutkimaan vian syytä, vaan laittaa vain isomman sulakkeen, jolloin palaakin jokin moduulista. [23]

4 LAITTEISTON OSAT

4.1 Testipiirilevy LM29032

LM29032 on Technion Oy:n kehittämä testipiirilevy, jossa on 48 kytkintä ja lediä. Ledit ovat kytketty sarjaan 1,5 k Ω :n vastusten kanssa. Niiden lisäksi kuvassa 14 vasemmalla on 8 potentiometriä, joita käytetään moduulien analogiatulojen testaamiseen. Kytkimille syötetään LHI:n kautta virtalähteen antama jännite +24 V. Potentiometrien käyttöjännite tulee moduuleista, joiden kanssa niitä käytetään eli LHC:sta 3,3 V ja LXC:stä 5 V. Jokaiselle kytkimelle ja potentiometrille on kaksi kytkentäpaikkaa, joihin johtoja voi kytkeä. Testipiirilevyllä on myös useita kytkentäpaikkoja maatasolle ja käyttöjännitteelle. Piirilevyn rikkoutumisen voi estää lisäämällä siihen sulakkeen. Testipiirilevyn huono puoli on huonosti merkityt kytkimet. Jos haluaa vaihtaa tietyn kytkimen asentoa, on helpompi lähteä laskemaan, mikä kytkimistä on oikea, sen sijaan että lähtee katsomaan piirilevyn huonoista merkinnöistä, mikä kytkin on oikea.

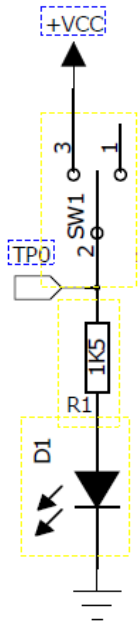


Kuva 14. Testipiirilevy LM29032.

Kuvassa 15 näkyy kytkimen ja ledin kytkentäkuva. Kytkimen yläasennossa käyttöjännite +24 V menee moduulille (TP0). Kytkimen ala-asennossa moduulista tuleva jännite menee vastuksen ja ledin kautta maihin, jolloin ledi syttyy.

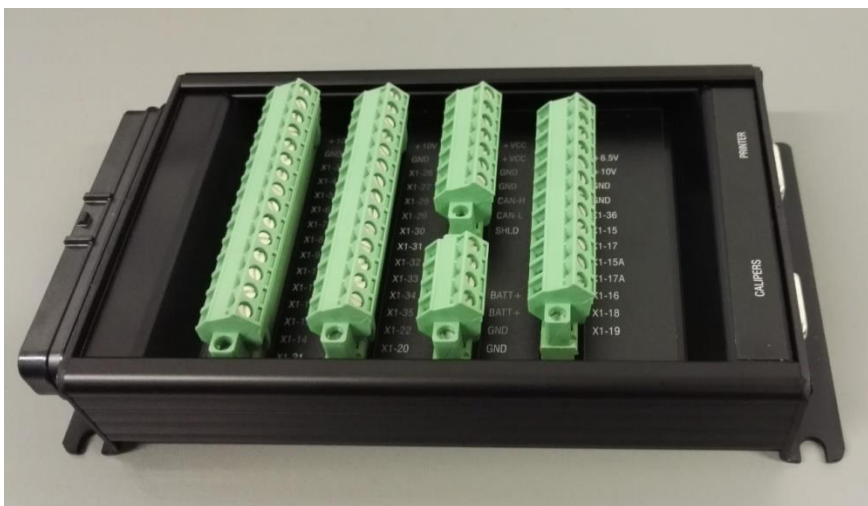
Tässä työssä kaikkien moduulien I/O-pinnit ovat testattavissa testipiirilevyn kautta, vaikka siinä on vain 48 paikkaa ja I/O-pinnejä moduuleissa on yhteensä 194. Tämä

onnistuu siksi, että testipiirilevy on kytketty kytkentäyksikkö LHI:hin, joka puolestaan kytketään testattavaan moduuliin.



Kuva 15. Kytkimen ja ledin kytkentäkaavio. [21]

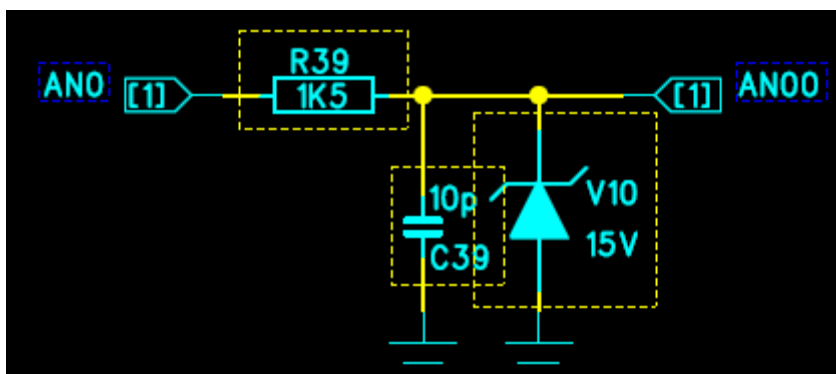
4.2 LHI, Logger Harvester Interface



Kuva 16. Kytkentäyksikkö LHI.

LHI:ssä on 31 tulojen ja lähtöjen kytkemiseen soveltuvaa pinniä, käyttöjännitepinnejä, maapisteitä ja CAN-H ja CAN-L -pinnit. Testauslaitteiston virtalähde kytketään LHI:hin

ja sen kautta kaikki testilaitteistoon kytkettävät moduulit ja testipiirilevy saavat tarvittavan käyttöjännitteen. LHI:n huono puoli on sen X1-3 – X1-10 -pinnit, koska ne ovat kuvan 17 osoittamalla tavalla rajoitettuja zener-diodilla korkeintaan +15 volttiin, jolloin niiden kautta ei voi testata moduulien lähtöjä, koska lähtöön tarvitaan +24 V.



Kuva 17. LHI:n jännitteen rajoitus. [22]

Kuvassa 16 on kytkentäyksikössä oikealla puolella valmiit liitäntäpaikat sarjaportteille, joten niiden testausta varten ei tarvinnut tehdä mitään ylimääräistä. LHI:ssä on liitäntä 44-pinniselle liittimelle, josta se kytketään testattaviin moduuleihin. Testipiirilevyn LHI on liitetty suoraan johdoilla LHI:n päältä.

4.3 Salkku



Kuva 18. Testauslaitteiston salkku.

Testauslaitteisto koottiin 530 x 400 x 220 mm muovisalkkuun (kuva 18).

4.4 LDC, Logger Display Controller

LDC on osana testauslaitteistoa LHC:n ja LXC:n testaamisessa, koska niiden testaus vaatii näytön ja keskusyksikön, jotka molemmat löytyvät LDC:stä. LDC on CAN-väylän kautta kytketty testattavaan moduuliin ja sen näytöstä näkyy testattavan moduulin asetukset ja toiminnot. Testattavissa näyttömoduuleissa ne näkyvät itsessään ilman tätä LDC:tä ja LMM-moduulia voidaan testata kosketusnäytön kanssa, koska moduuli voi itse toimia keskusyksikkönä. Moduulin lisättiin myös sarjaporttiliitännät, jotta sarjaportteilla kytketyn tulostimen (kuva 20) ja elektronisen työntömitan (kuva 19) ehjyyden voi todeta LDC:llä. Mikäli halutaan testata onko moduulissa ongelma sarjaporttiyhteyksien kanssa, voidaan tulostin tai työntömitta kytkeä moduuliin kytkentäyksikön kautta.



Kuva 19. Elektroninen työntömitta.

Metsäkoneessa tulostin on asennettu kiinteästi hyttiin. Yleensä sillä tulostetaan tuotantoraportteja, eli paljonko on tehty puita ja mitä tavaralajeja. Myös muita raportteja voidaan tulostaa, mutta tulostimen käyttö on vähenemässä, koska raportit saa järjestelmästä myös PDF-muodossa muistitikulle. [23]

5 TESTAUSLAITTEISTON KOKOAMINEN

Työn alussa perehdyttiin huolellisesti testilaitteella testattaviin moduuleihin, sekä kokonaisuuksiin, joissa niitä käytetään eli Logger-järjestelmiin. Perehtymisen jälkeen ryhdyttiin suunnittelemaan testilaitteeksi kokonaisuutta, jossa olisi mahdollisimman vähän johtoja ja muita osia. Etenkin kouramoduulien osalta suunnittelu oli haasteellista, koska erilaisia versioita oli yhteensä 15 erilaista. Esimerkki kahden eri version eroista on liitteessä 2. Yhtäläisyyksiä hakemalla saatiin kuitenkin kolme erilaista välikaapelia, joiden avulla pystytään testaamaan kaikkia erilaisia kouramoduuleja. Myös muiden moduulien välillä havaittiin yhtäläisyyksiä niin, että kaikki kytkennät ja kelaliitännät saatiin mahdutettua yhdelle testipiirilevylle.

5.1 Johdot ja kaapelit

Suunnittelun jälkeen alkoi kaapeleiden kokoaminen. Ainoastaan LDC:n ja kytkentäyksikön välinen kaapeli löytyi suoraan valmiina varastosta, koska kytkentäyksikkö on alun perin suunniteltukin käytettäväksi LDC:n kanssa. Osa kaapeleista koottiin käsin kuorimalla johdot ja puristamalla niihin liittimet. Suurinta osaa varten laadittiin kuitenkin johtotaulukko johtokonetta varten, joka teki oikeanlaiset johdot oikeilla liittimillä. Yhteensä johtoa meni testilaitteeseen yli 100 metriä. Valmiit kaapelit päällystettiin, jotta johdot pysyvät paremmin kasassa ja näyttävät paremmalta.

Kouramoduuli LHC:n 34-pinnisestä liitännästä on yhdeksän johtoa kiinni testipiirilevyssä. Niistä kahdeksan on siksi, että LHI:ssä on kahdeksan pinniä, jotka ovat rajoitettuna +15 volttiin, jolloin niiden kautta ei voida testata LHC:n I/O pinnejä lähtöinä. Yhdeksäs johto on siksi, että LHI:ssä on vain 31 I/O-paikkaa ja kouramoduulissa on 32 I/O-pinniä. Loput johdot ovat kiinni 44-pinnisessä liittimessä, joka kytketään kytkentäyksikköön kiinni.

LHC:n 26-pinninen liitäntä on kiinni testipiirilevyssä ja pulssianturikotelossa ja lisäksi käyttöjännite- ja maajohdot menevät LHI:n päälle. Niiden lisäksi CAN-johdot kytketään LHI:n päälle, koska liitäntäjohtoa ei kytketä LHI:hin 44-pinnisen liitännän kautta. Liitäntäjohto ei mene suoraan kiinni LHC-moduuliin, vaan pää sopii ainoastaan kolmeen erilliseen välikaapeliin, joiden kautta saadaan oikeat asiat testattua, LHC:n ohjelmoinnista riippuen. Välikaapeleiden erot näkyvät liitteessä 3. Osa

kouramoduuleista käyttää neljää pulssianturia ja osa kolmea. Kolmea anturia käyttävissä kouramoduuleissa on neljännen anturin tilalla normaaleja I/O-piinejä.

LXC:n ja LHI:n välinen liitäntäjohto on myös osittain kiinni testipiirilevyssä. LXC:ssä on analogiatuloja, joita testataan testipiirilevyn potentiometreillä, joten ne eivät voi mennä LHI:n kautta. Lisäksi moduulissa on I/O-nastoja niin, että kaikille ei ole tilaa kytkentäyksikköön menevässä 44-pinnisessä liittimessä. Jos LHI:ssä ei olisi osaa pinneistä rajoitettu +15 volttiin, voitaisiin analogiatuloja lukuun ottamatta kaikki kytkeä 44-pinniseen liittimeen. Nyt yksi johdoista piti kuitenkin kytkeä suoraan testipiirilevyn kiinni.

LHI:n ja LDC välisessä kaapelissa on molemmissa päissä 44-pinniset liittimet ja kaapeli löytyi valmiina varastosta. Testauslaitteistossa mukana olevalle LDC:lle menee LHI:n päältä CAN-, käyttöjännite- ja maajohdot. Kaapelissa on kiinni myös sarjaporttiliitännät.

LMID:ssä ja LMM:ssä on molemmissa kaksi 26-pinnistä liitäntää, joista toinen on molemmissa täysin samanlainen, joten niissä voidaan käyttää samaa kaapelia. Moduulien yhteinen kaapeli on kytkettynä testipiirilevylle. Testauslaitteistosta irrallisena on molemmille moduuleille omat kaapelit, joiden 44-pinninen pää kytketään kytkentäyksikköön.

Kaiken kaikkiaan kaapeleita tuli 11 erilaista:

Laitteistosta irrallaan olevat kaapelit (kuva 22):

- LHI – LDC (testattavaan moduuliin)
- LHI – LMM
- LHI – LMID
- LHC 26-pin välikaapelit (kolme erilaista).

Testipiirilevyssä osittain tai kokonaan kiinni olevat kaapelit:

- LHC 26-pin (kytketään välikaapeliin)
- LHC 34-pin
- LMM + LMID (sama kaapeli käy molempiin)

– LHI – LXC.

Lisäksi LHI:n päältä menee kaapeli testauslaitteiston osana olevaan LDC-moduuliin.

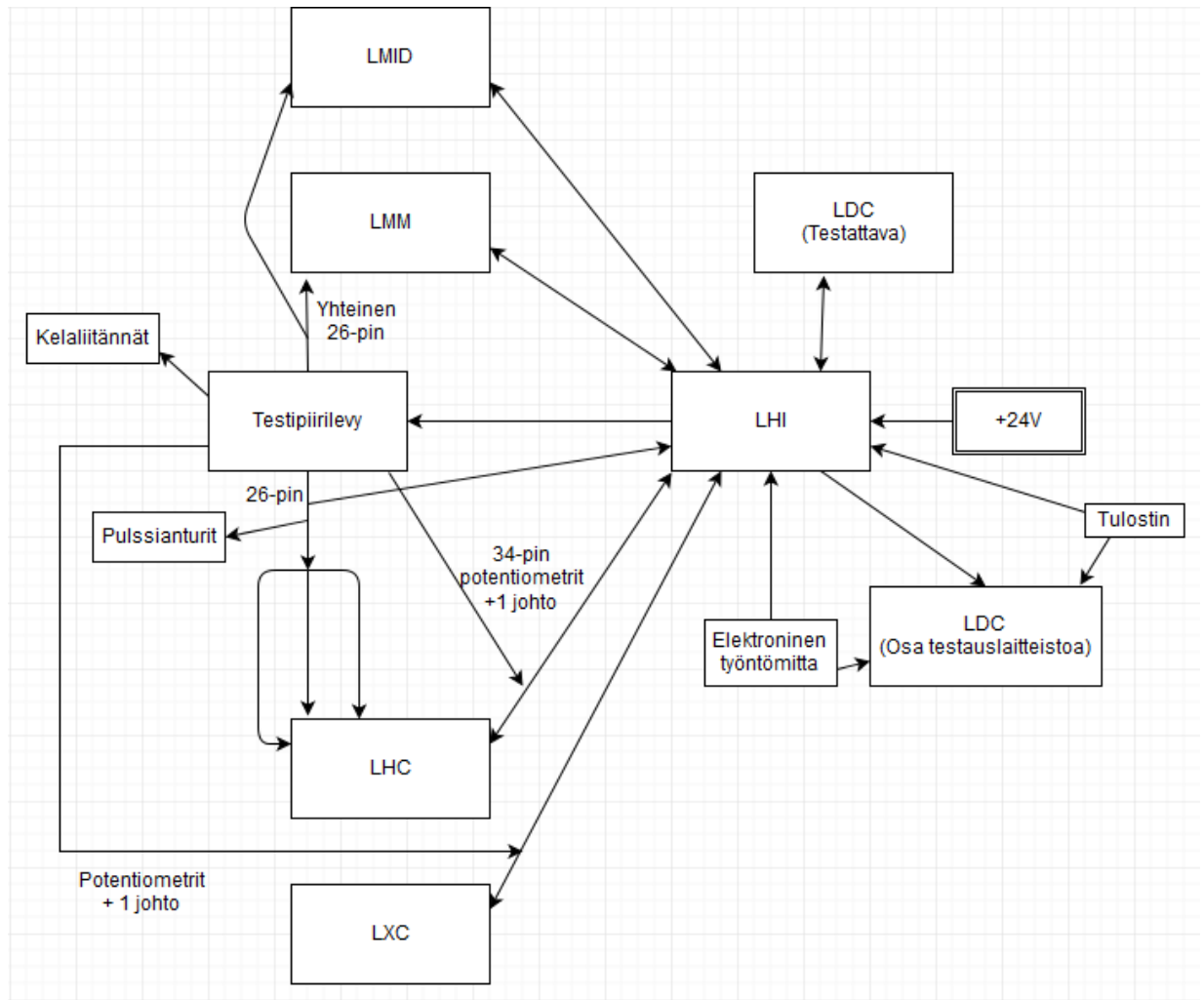


Kuva 21. Testilaitteistosta irrallaan olevat johtimet.

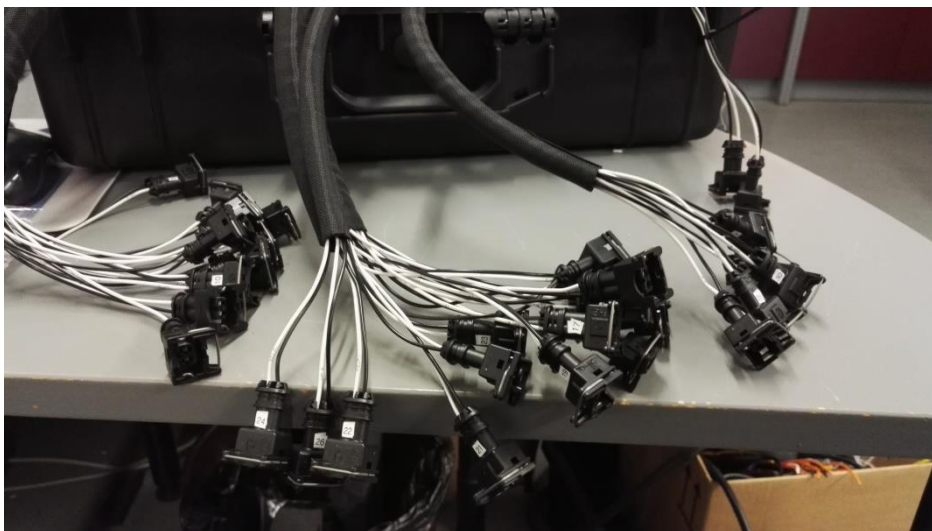
Kuvassa 21 on lohkoakaavio koko testauslaitteistosta. Moduuleista kuitenkin vain yksi on mahdollista kytkeä kerralla, eikä tarvettakaan useamman kytkemiselle ole, joten laitteisto on yksinkertaisempi miltä se aluksi näyttää.

5.2 Kelaliitännät

Keloihin meneviin liittimiin tarvittiin sekä maa-, että virtajohto. Jokainen kela tarvitsee oman virtajohdon, mutta majohtojen määrä minimoitiin yhdistämällä niitä kutistesukalla. Siten testipiirilevystä lähtee keloille 8 majohtoa 32:n sijaan. Kelaliittimien virtajohdot kiinnitettiin testipiirilevyyn, joten kytkimillä voidaan säätää tuleeko liittimelle virtaa vai ei. Kelaliittimet numeroitiin liitteen 4 mukaisesti niin, että numerot 9 ja 34 jäivät käyttämättä, koska kyseisissä pinneissä ei ole tuloja tai lähtöjä. Esimerkiksi jos haluaa kytkeä pinniin 17 kelan, valitaan kela numero 17. Kelaliitännät näkyvät kuvassa 23.



Kuva 22. Lohkokaavio testauslaitteistosta.

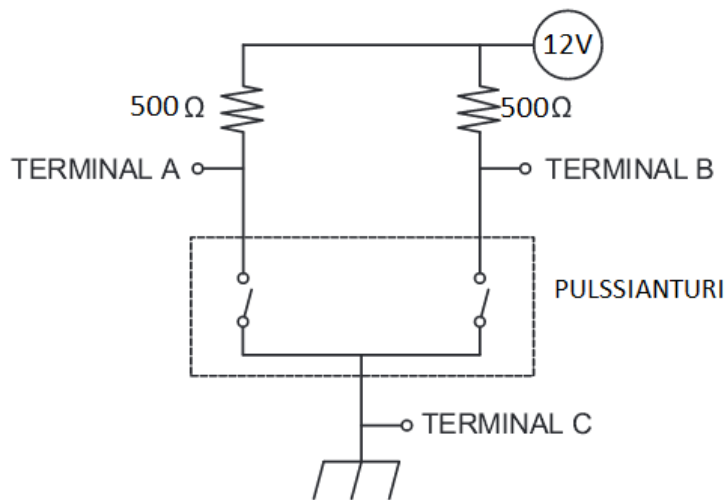


Kuva 23. Kelaliitännät.

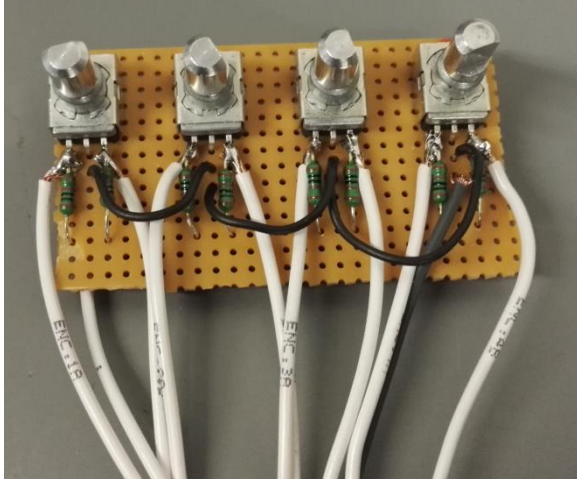
Testipiirilevyssä on jokaista kytkintä kohden paikat kahdelle johdolle, mutta kelaliitäntöjen vaatima kolmas johto saatiin lisättyä puristamalla kaksi johtoa yhteen liittimeen. Suunnittelussa piti huolehtia, että samassa kytkimessä kiinni olevat johdot eivät kuitenkaan haittaa toistensa toimintaa. Testipiirilevyssä onkin jokaista kytkintä kohden korkeintaan yksi johto aktiivisena.

5.3 Pulssianturit

Pulssianturit juotettiin alustaan kiinni $500\ \Omega$:n ylösvetovastusten kanssa kuvan 24 mukaisesti, ja systeemi koteloitiin (kuva 26), jotta mikään ei menisi rikki. Kuvassa 25 näkyy pulssianturit ilman koteloita. $500\ \Omega$:n vastukset saatiin juottamalla kaksi $1\ \text{k}\Omega$:n vastusta rinnan. Jussi Kynäslahti on työssään ”Seulamoduulin testaus” tehnyt pulssituloja varten liittimet, joihin voi kytkeä signaaligeneraattorin simulointia varten [1]. Pulssianturien käyttö on tässä työssä kuitenkin kätevämpää.



Kuva 24. Pulssianturien kytkentäkuva.



Kuva 25. Pulssianturit juotettuna alustaan.



Kuva 26. Pulssianturit koteloituna.

Kytkeyksikköön lisättiin vielä CAN-H:n ja CAN-L:n välille 120-ohminen vastus signaalien heijastumisen estämiseksi ja LDC-moduuli kiinnitettiin salkun kanteen. Valmis testauslaitteisto on kuvassa 27.



Kuva 27. Valmis testauslaitteisto.

5.4 Parannusehdotuksia

Laitteistosta voisi saada vähemmän sekavan näköisen käyttämällä sopivamman kokoisia johtoja. Työtä tehdessä käytettiin paljon vanhoja johdonpätkiä, joissa oli jo valmiina oikeat liittimet molemmissa päissä. Etenkin LHI:n ja testipiirilevyn väliset johdot ovat liian pitkiä ja vievät turhaa tilaa. Säästettiin kuitenkin aikaa ja rahaa, kun ei ryhdytty muokkaamaan johtoja tai valmistamaan kokonaan uusia. Laitteiston kokonaishinta saatiinkin pysymään kohtuullisena.

Laitteisto pyrittiin suunnittelemaan niin, että jokaisen moduulin kohdalla kytkimiä voisi käyttää siinä järjestyksessä kuin ne testipiirilevyllä ovat. Etenkin LXC:n kohdalla kytkinten käyttöjärjestys vaikuttaa kuitenkin epäloogiselta, mikä näkyy liitteessä 5. Syynä epäloogisuuteen on LHI:n rajoitettu I/O-pinnien määrä ja jännitteen rajoitukset

+15 volttiin. Muokkaamalla LHI:tä niin, että pinnien jänniterajoitukset poistuisivat, saataisiin LXC:n kytkennät järkevämmiksi.

LHI ja testipiirilevy ovat testauslaitteistosalkussa upotettuna pehmusteeseen, johon on kaiverrettu niille sopivat kolot. Parempaa kiinnitystä ei kuitenkaan ole, eli ne ovat käytännössä irrallaan. Laitteistoa olisi helpompi käyttää ja kuljettaa, jos ne olisi kunnolla kiinnitetty esimerkiksi ruuveilla. Tämä jätettiin tekemättä ajan puutteen vuoksi.

6 TESTAUS

Testilaitteiston testaamisessa käytettiin vain ehjiä moduuleita, jotta tiedetään, että testauksen aikana ilmenevät mahdolliset viat ovat virheitä testauslaitteistossa. Tarkoitus oli todeta, että kaikki on oikein kytketty ja että myös potentiometrit ja pulssisensorit toimivat.

6.1 LDC

Testaus aloitettiin tutkimalla testauslaitteistoon tulevaa LDC:tä. Moduuli kytkettiin kaapelilla, jossa on kaikki johdot mukana. Havaittiin, että näytöllä eri merkkivalot syttyivät ja sammuiivat, kun vastaavia kytkimiä aukaistiin ja suljettiin. Myös testipiirilevyn ledit syttyivät ja sammuiivat vastaavasti. Tulostin kytkettiin moduuliin ja saatiin tietoja tulostettua, joten sarjaporttiyhteyskin oli kunnossa. CAN-yhteyden toimiminen todettiin kytkemällä LDC testauslaitteistoon kaapelilla, joka kytketään testauslaitteiston osana olevaan näyttömoduuliin ja sen jälkeen kytkemällä esimerkiksi LHC-moduuli testilaitteeseen.

6.2 LHC

Seuraavaksi ryhdyttiin testaamaan kouramoduuli LHC:tä. Huomattiin, ettei sitä voitukaan testata senhetkiselällä kytkennällä, koska liitteessä 1 näkyvään Logger Display Controllerin pinniin 36 ("input for door switch") ei tullut virtaa. "Input for door switch" on turvatoimi moduulien oikeassa käyttökohteessa. Se tarkoittaa sitä, että kun moduulit ovat kytkettyinä metsäkoneeseen, ja metsäkoneen hytin ovi on auki, mitkään harvesteripään toiminnot eivät ole käytössä. Näin vähennetään onnettomuuden riskiä harvesteripään läheisyydessä, jos metsäkoneen kuljettaja menee ulos metsäkoneesta. Tämän testauslaitteiston kanssa ei vastaavia riskejä ole, joten LDC:n kytkentään lisättiin yksi johto suoraan LDC:n +10V:n referenssijännitepinnistä 25 pinniin 36, jolloin "metsäkoneen ovi on kiinni" ja LHC:n testaaminen onnistuu aina.

Kuvassa 28 näkyy LDC:n näyttö, kun testattiin pulssiantureita. Anturia kiertämällä vastaavien kohtien valot syttyivät ja sammuiivat. Jokainen anturi on kytketty kahteen

moduulin pinniin, joten esimerkiksi yhtä anturia kiertämällä "LENGHT A" ja "LENGTH B" valot syttyivät ja sammuivat.

Sensors		
<input checked="" type="radio"/>	SAW AT HOME	Head 1.8
<input type="radio"/>	TOP SAW AT HOME	Head 1.1
<input type="radio"/>	LENGTH A	Head 1.2
<input type="radio"/>	LENGTH B	Head 1.3
<input type="radio"/>	DIAMETER A	Head 1.6
<input type="radio"/>	DIAMETER B	Head 1.7
<input type="radio"/>	SAW POSITION A	Head 1.4
<input type="radio"/>	SAW POSITION B	Head 1.5
<input type="radio"/>	BUTT END SENSOR	Head 2.5

Kuva 28. Pulssianturien testausvalikko.

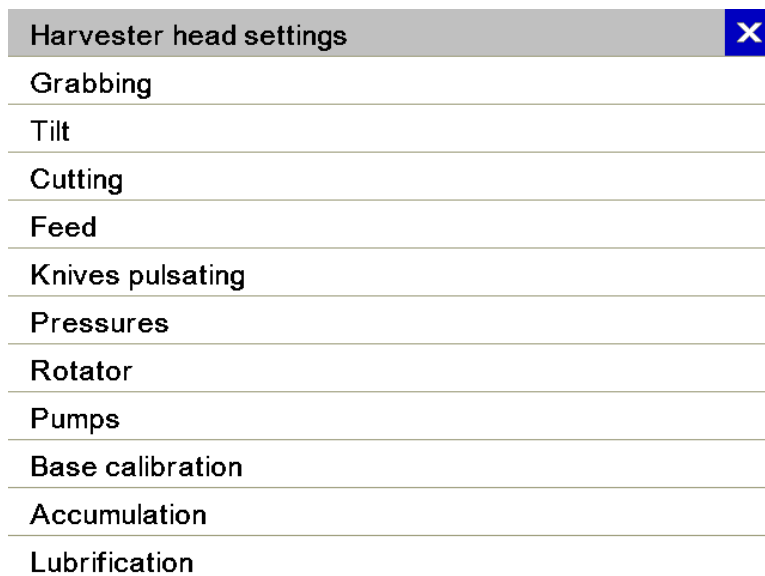
Analogiatuloja testattaessa yhden potentiometrin kiertäminen ei näyttänyt oikeita tuloksia, mutta vianselvityksessä huomattiin, että vian syynä olikin huono juotos testipiirilevyllä. Juotoksen korjaamisen jälkeen analogiatulot toimivat oikein, eli näytöllä arvot muuttuivat tasaisesti potentiometrejä kiertämällä.

Loput I/O:t testattiin liitteen 4 mukaisessa järjestyksessä. Johdot olivat oikein kytketty, ja moduuli oli ehjä, koska kytkinten asentoa säätämällä toimintoa vastaava valo syttyi näytössä, kuten "saw at home" kuvassa 29.

Cutting			
<input type="radio"/>	SAW MOTOR	Head 2.2	
<input type="radio"/>	SAW BLADE OUT	Head 2.3	
<input type="radio"/>	SAW BLADE PRESSURE	Head 2.21	
<input type="radio"/>	STUMP TREATMENT	Cabin 1.19	
<input type="radio"/>	TOP SAW	Head 2.17	
<input type="radio"/>	COLOR MARKING	Head 2.12	2.10 2.16
<input type="radio"/>	SAW CHAIN TENSIONING	Head 2.18	
<input type="radio"/>	SAW CHAIN GREASING	Head 2.15	
<input type="radio"/>	SAW BLADE IN	Head 2.20	
<input checked="" type="radio"/>	SAW AT HOME	Head 1.8	
<input type="radio"/>	TOP SAW AT HOME	Head 1.1	
<input type="radio"/>	PUMP 1	<input type="radio"/>	PUMP 2

Kuva 29. I/O-pinnien testausvalikko.

Kaikkien pinnien testaamiseen kului paljon turhaa aikaa, koska moduulien ohjelmistoissa pinnit eivät ole samalla tavalla järjestyksessä kuin näkyy liitteessä 4. Toiminnot ovat eri kategorioissa kuvan 30 osoittamalla tavalla, joten jos haluaa testata pinnit järjestyksessä, pitää jatkuvasti hyppiä kategoriasta toiseen. Moduulin asetuksia pitää myös muuttaa, jotta osaa pinneistä voidaan testata ja esimerkiksi ”saw at home” pitää olla aktivoituna. Lisäksi osa valikoista on salasanasuojauksen takana, jotta peruskäyttäjät eivät pääse muuttamaan väärä asetuksia. Koko kategorian testaaminen kerralla kategorioiden vaihtamisen sijaan olisi vielä hitaampaa, koska silloin pitäisi jatkuvasti etsiä testipiirilevyltä oikea kytkin. Johdot on kytketty testipiirilevylle niin, että ensimmäinen kytkin vastaa liitteessä 4 näkyvää pinniä X2-1, toinen pinniä X2-2 ja niin edelleen, joten pinnien testaus järjestyksessä on kannattavaa.



Kuva 30. LHC:n kategoriat.

Paine-pinneissä, esimerkiksi ”saw blade pressure” huomattiin, että kytkennät olivat oikein, koska vastaavat valot syttyivät kytkimistä. Valon syttyessä laite meni kuitenkin vikatilaan. Tämä johtuu siitä, että kyseiset pinnit vaativat paljon virtaa toimiakseen. Kytkemällä vastaavaan pinniin kela kuvan 31 mukaisesti, pinni meni pois vikatilasta.



Kuva 31. Kela kytkettynä testauslaitteistoon.

6.3 LXC

LXC:n testaus meni kuten LHC:n I/O-nastojen testaus. Ainoana erona oli, että LXC oli kytkettynä kaikkiin kahdeksaan potentiometriin, mutta näytössä oleva ohjelmisto pystyi näyttämään vain kuuden toiminnan. Kahden muun potentiometrin toiminta piti todeta mittaamalla yleismittarilla.

6.4 LMM ja LMID

LMM:n testauksessa otettiin LDC:n sijaan näytöksi LRD084 kosketusnäyttö, koska sekä LMM, että LDC ovat keskusyksikkömoduuleja. Molempien ollessa kytkettynä tulisi päällekkäisiä viestejä. Kosketusnäytön kanssa testaus sujui paljon nopeammin kuin LDC:n kanssa, koska valikoissa navigointi oli paljon helpompaa ja sen lisäksi kaikki I/O-pinnit näkyivät samassa paikassa, kuten näkyy kuvassa 32.

LMM-moduulin CAN-yhteyden toimiminen varmistettiin kytkemällä LHC systeemiin 26-pinnisen liitännän kautta. Liitäntään valittiin kolmesta välikaapelista se, jonka kanssa mikään kytkentä ei mene ristiin LMM:n kanssa eli liitteen 3 LHC3-välikaapeli. LMM onnistui ottamaan yhteyden LHC-moduuliin, joten CAN-yhteys oli kunnossa.

LMID:n testaus toimi muuten samalla tavalla kuin LMM:n, mutta näyttönä toimi moduuli itse. Myös LMID:n kanssa kytkettiin LHC kuten LMM:n kanssa, jotta nähtiin CAN-yhteyden toimivuus.



Kuva 32. LMM:n I/O-testausvalikko.

6.5 Jatkokehitys

LDC-moduuliin tulisi kehittää testausta varten ohjelmisto, jossa kaikkia pinnejä pystyy testaamaan samassa paikassa ja siinä järjestyksessä kuin ne on testipiirilevylle kytketty. Pinnejä tulisi pystyä testaamaan ilman, että moduulin asetuksia täytyisi muuttaa tai syöttää moduuliin salasanaa. LHC:n testaus sujuisi siten huomattavasti kätevämmän. Myös LXC:n pinnit voisi oikealla ohjelmistolla testata testipiirilevyn kytkimien kannalta järjestyksessä. Kaikista kehittynein olisi ohjelmisto, joka pystyisi itsenäisesti testaamaan kaikki pinnit ilman, että kytkimiä tarvitsisi säätää.

7 YHTEENVETO

Tässä työssä suunniteltiin ja koottiin testauslaitteisto viidelle metsäkoneissa käytetylle I/O-moduulille. Tavoitteena oli koota testauslaitteisto, jolla voidaan testata kaikki moduuleihin liittyvät osa-alueet ja nähdä missä on jotain vikaa. Laitteiston tuli olla helppokäyttöinen, pienikokoinen ja kohtuullisen hintainen.

Moduulien kytkemiseen valmistettiin tarkoitukseen sopivia kaapeleita, koska normaalit kaapelit eivät tähän työhön sopineet. Kelakytkennoille tehtiin omat liittimet ja pulssianturit juotettiin alustaan ja koteloitiin. Kaapelit ja johdot kiinnitettiin kytkentäyksikköön ja testipiirilevyyn ja osat sijoitettiin muovisalkkuun. Lopuksi testilaitteiston toiminta varmistettiin testaamalla ehjiä moduuleita.

Kaiken kaikkiaan työlle asetettu tavoite saavutettiin. Testauslaitteistolla pystytään testaamaan tehokkaasti kaikkia haluttuja moduuleja, ja kuka tahansa moduulien ohjelmistot jollakin tavalla tunteva osaa suorittaa testauksen. Testauslaitteistolla moduulien testaus sujuu huomattavasti tehokkaammin verrattuna toimeksiantajan edeltävään testijärjestelyyn. Laitteistoon tulevien osien kokonaishinta pysyi kohtuullisena. Testauksen aikana havaittiin, että laitteistosta voisi kuitenkin saada vielä helpommin käytettävän. Laitteiston käytettävyyden ja ulkomuodon suhteen esitettiin jatkokehitysideoita.

Tässä työssä toteutettu testauslaitteisto meni toimeksiantajan käyttöön. Testauslaitteisto on suunniteltu käytettäväksi vain viiden ennalta määritellyn ja toimeksiantajan ohjelmia sisältävien moduulin testaamiseen. Laitteisto ei siten sovellu yleiseen tai muiden yritysten käyttöön. Tulevaisuudessa toimeksiantaja kehittänee vielä testauslaitteistoa tekemällä testaustarkoitukseen sopivat ohjelmistot.

LÄHTEET

- [1] J. Kynäslahti. 2006. *Seulamoduulin testaus* [www-dokumentti]. Saatavilla: http://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/9859/TMP_objres.356.pdf. (Luettu: 10.7.2016)
- [2] Technion Oy. "Logger käyttöohje AFM v 1.0 FI" 2012 (pdf-dokumentti).
- [3] Technion Oy. "iLogger ownermanual AFM V343 FI" 2015 (pdf-dokumentti).
- [4] Technion Oy. "xLogger ownermanual AFM V343 FI" 2015 (pdf-dokumentti).
- [5] Exertus. *CDC1700S DATASHEET* [www-dokumentti]. Saatavilla: http://www.exertus.fi/files/Tiedostot/TechDoc_CDC1700S.pdf. (Luettu: 15.8.2016).
- [6] Exertus. *HCM2000S DATASHEET* [www-dokumentti]. Saatavilla: http://www.exertus.fi/files/Tiedostot/TechDoc_HCM2000S.pdf. (Luettu: 15.8.2016).
- [7] Exertus. 2014. *MID070S Technical Data Sheet* [www-dokumentti]. Saatavilla: http://www.exertus.fi/files/Tiedostot/TechDoc_MID070S.pdf. (Luettu: 15.8.2016).
- [8] Exertus. 2015. *CCM1100S Technical Data Sheet* [www-dokumentti]. Saatavilla: http://www.exertus.fi/files/Tiedostot/TechDoc_CCM1100S.pdf. (Luettu: 16.8.2016).
- [9] Exertus. 2014. *MIC1100S Technical Data Sheet* [www-dokumentti]. Saatavilla: http://www.exertus.fi/files/Tiedostot/TechDoc_MIC1100S.pdf. (Luettu: 16.8.2016).
- [10] Texas Instruments. 2008. *Introduction to the Controller Area Network (CAN)* [www-dokumentti]. Saatavilla: <http://www.ti.com/lit/an/sloa101a/sloa101a.pdf>. (Luettu: 25.7.2016).
- [11] National Instruments. 2014. *Controller Area Network (CAN) Overview* [www-dokumentti]. Saatavilla: <http://www.ni.com/white-paper/2732/en/>. (Luettu: 25.7.2016).
- [12] H. Khemani. 2009. *Parts of the Solenoid Valve. How Solenoid Valve Works?*. Saatavilla: <http://www.brighthubengineering.com/manufacturing-technology/56397-parts-of-the-solenoid-valve-how-solenoid-valve-works/>. (Luettu: 19.7.2016).
- [13] Solenoid-Valve-Info.com. *What is a Solenoid Valve?* [www-dokumentti]. Saatavilla: <http://www.solenoid-valve-info.com/solenoid-valve-definition.html>. (Luettu: 19.7.2016).
- [14] Solenoid Valve. Wikipedia. [www-dokumentti]. Saatavilla: https://en.wikipedia.org/wiki/Solenoid_valve. (Luettu: 19.7.2016).
- [15] Future Sky Equipment Co. llc. 2011. *How Rotary Encoder Work?* [www-dokumentti]. Saatavilla: <http://fse-news.blogspot.fi/2011/10/how-rotary-encoder-work.html>. (Luettu: 28.7.2016).
- [16] D. Cook. *Quadrature Encoding in a Rotary Encoder* [www-dokumentti]. Saatavilla: <http://www.robotroom.com/Counter5.html>. (Luettu: 28.7.2016).
- [17] Mouser Electronics. *774-290VAA5F201B2* [www-dokumentti]. Saatavilla: <http://www.mouser.fi/ProductDetail/CTS-Electronic-Components/290VAA5F201B2/?qs=sGAEpiMZZMsWp46O%252bq11WVnTrwFUVhLIAF%2fheK2w%2fOE%3d>. (Luettu: 5.8.2016).
- [18] RS-232. Wikipedia. [www-dokumentti]. Saatavilla: <https://en.wikipedia.org/wiki/RS-232>. (Luettu: 6.8.2016).

[19] B. Parikh. *RS232: Basics, Implementation & Specification* [www-dokumentti]. Saatavilla: <http://www.engineersgarage.com/articles/what-is-rs232>. (Luettu: 6.8.2016).

[20] ARC Electronics. *RS232 Data Interface* [www-dokumentti]. Saatavilla: <http://www.arcelect.com/rs232.htm>. (Luettu: 6.8.2016).

[21] Technion Oy. "LM290312_sch" 2012 (pdf-dokumentti).

[22] Technion Oy. "MCSC5101D-SCH" 2010 (pdf-dokumentti).

[23] M. Salokannel. Haastattelu. 17.10.2016

LDC:n ja LXC:n pinnien järjestykset

Logger Display Controller	
Pin	Function
X1-1	GND
X1-2	GND
X1-3	Input for sawing button
X1-4	Input for button
X1-5	Input for button
X1-6	Input for button
X1-7	Input for button
X1-8	Input for button
X1-9	Input for button
X1-10	Input for button
X1-11	Input for button
X1-12	Input for button
X1-13	Input for button
X1-14	Input for button
X1-15	Pump 1
X1-16	Input for button/Auxiliary 1
X1-17	Pump 2
X1-18	Input for button/Auxiliary 2
X1-19	Stump treatment
X1-20	Input for button
X1-21	Input for button
X1-22	Input for button
X1-23	+24V power supply for electronics
X1-24	+24V power supply for electronics
X1-25	+10V reference voltage for buttons
X1-26	Input for button
X1-27	Input for button
X1-28	Input for button
X1-29	Input for button
X1-30	Input for button
X1-31	Input for button
X1-32	Input for button
X1-33	Input for button
X1-34	Input for button
X1-35	Input for button
X1-36	Input for door switch
X1-37	Serial port/Tx (Printer)
X1-38	
X1-39	Serial port/Rx (Printer)
X1-40	
X1-41	Serial port/Tx (Calipers)
X1-42	Serial port/Rx (Calipers)
X1-43	CAN high
X1-44	CAN low

Logger eXtension Controller 1,	
Pin	Function
104-1	GND
104-2	Button input/Programmable output
104-3	Analog input
104-4	Analog input
104-5	Analog input
104-6	Analog input
104-7	Analog input
104-8	Analog input
104-9	Analog input
104-10	Analog input
104-11	Button input/Programmable output
104-12	Button input/Programmable output
104-13	Button input/Programmable output
104-14	Button input/Programmable output
104-15	Pump 1
104-16	Button input/Programmable output
104-17	Pump 2
104-18	Button input/Programmable output
104-19	Stump treatment
104-20	Button input/Programmable output
104-21	Button input/Programmable output
104-22	Button input/Programmable output
104-23	+24V power supply for electronics
104-24	+24V power supply for electronics
104-25	+5V reference voltage for buttons
104-26	Button input/Programmable output
104-27	Button input/Programmable output
104-28	Button input/Programmable output
104-29	Button input/Programmable output
104-30	Door switch input
104-31	Button input/Programmable output
104-32	Button input/Programmable output
104-33	Button input/Programmable output
104-34	Button input/Programmable output
104-35	Button input/Programmable output
104-36	
104-37	
104-38	Button input
104-39	Button input
104-40	Button input
104-41	Button input
104-42	Button input
104-43	CAN high
104-44	CAN low

Kaksi erilaista LHC:tä

Pin	Function
X1-1	Diameter 2A (Encoder PNP)
X1-2	Diameter 1A (Encoder PNP)
X1-3	Diameter 1B (Encoder PNP)
X1-4	Saw position A (Encoder PNP)
X1-5	Saw position B (Encoder PNP)
X1-6	Length A (Encoder PNP)
X1-7	Length B (Encoder PNP)
X1-8	Diameter 2B (Encoder PNP)
X1-9	Saw at home (PNP)
X1-10	Pressure gauge 3 (Analog 4-20mA)
X1-11	Pressure gauge 1 (Analog 4-20mA)
X1-12	Pressure gauge 4 (Analog 4-20mA)
X1-13	
X1-14	GND
X1-15	Pressure gauge 2 (Analog 4-20mA)
X1-16	Saw position (Analog 0-3300mV) / Top saw at home (PNP)
X1-17	
X1-18	
X1-19	CAN LOW
X1-20	GND
X1-21	GND
X1-22	+24V power supply for electronics
X1-23	+3,3V reference voltage (max. 100mA)
X1-24	+12V reference voltage (max. 100mA)
X1-25	
X1-26	CAN HIGH

Pin	Function
X1-1	Top saw at home (PNP)
X1-2	
X1-3	
X1-4	Saw bar position A (Encoder PNP)
X1-5	Saw bar position B (Encoder PNP)
X1-6	Length A (Encoder PNP)
X1-7	Length B (Encoder PNP)
X1-8	Main saw at home (PNP)
X1-9	Diameter left (Analog 0-3300mV)
X1-10	Pressure back knives (Analog 4-20mA)
X1-11	Pressure front knives (Analog 4-20mA)
X1-12	Pressure gauge 4 (Analog 4-20mA)
X1-13	Saw bar position (Analog 4-20mA)
X1-14	GND
X1-15	Pressure rollers (Analog 4-20mA)
X1-16	Diameter right (Analog 0-3300mV)
X1-17	
X1-18	
X1-19	CAN LOW
X1-20	GND
X1-21	GND
X1-22	+24V power supply for electronics
X1-23	+3,3V voltage reference (max. 100 mA)
X1-24	+12V voltage reference (max. 100 mA)
X1-25	
X1-26	CAN HIGH

Välikaapelit LHC:n 26-pinniseen liittimeen

LHC 1	26PIN	Kytkin		LHC 2	26PIN	Kytkin		LHC 3	26PIN	
1	17	32		1	1		Anturi 4	1	1	Anturi 4
2	2		Anturi 1	2	2		Anturi 1	2	2	Anturi 1
3	3		Anturi 1	3	3		Anturi 1	3	3	Anturi 1
4	4		Anturi 2	4	4		Anturi 2	4	4	Anturi 2
5	5		Anturi 2	5	17	32		5	5	Anturi 2
6	6		Anturi 3	6	6		Anturi 3	6	6	Anturi 3
7	7		Anturi 3	7	7		Anturi 3	7	7	Anturi 3
8	18	33		8	8		Anturi 4	8	8	Anturi 4
9	9		RV1	9	9		RV1	9	9	RV1
10	10			10	10			10	10	
11	11			11	11			11	11	
12	12			12	12			12	12	
13	13		RV5	13	13		RV5	13	13	RV5
14	14			14	14			14	14	
15	15			15	15			15	15	
16	16		RV7	16	16		RV7	16	16	RV7
17				17				17		
18				18				18		
19	19			19	19			19	19	
20	20			20	20			20	20	
21	21			21	21			21	21	
22	22			22	22			22	22	
23	23			23	23			23	23	
24	24			24	24			24	24	
25				25				25		
26	26			26	26			26	26	

LHC:n 34-pinnisen liitännän järjestys

Pin	Function
X2-1	Tilt float
X2-2	Saw motor
X2-3	Saw blade out
X2-4	Rotator float
X2-5	Butt end sensor / Acc. arms close
X2-6	Measure wheel out / Acc. arms open
X2-7	
X2-8	Rollers pressure
X2-9	+24V power supply for outputs
X2-10	Color 2
X2-11	Back knives pressure
X2-12	Color 1
X2-13	Tilt pressure
X2-14	Measure wheel in
X2-15	Saw chain lubrication
X2-16	Color 3
X2-17	Top saw
X2-18	Saw chain tensioning
X2-19	Front knives pressure
X2-20	Saw blade in
X2-21	Saw blade pressure
X2-22	Tilt up
X2-23	Tilt down
X2-24	Rollers open
X2-25	Rollers close
X2-26	Feed backward 1
X2-27	Feed forward 1
X2-28	Rotator left
X2-29	Rotator right
X2-30	Back knives close
X2-31	Back knife open
X2-32	Front knives close
X2-33	Front knives open
X2-34	+24V power supply for outputs

LXC:n kytkentätaulukko

LXC	LHI	LM290312	Kytkin	Logger eXtension Controller 1,	
PIN	PIN			Pin	Function
1	1			104-1	GND
2		J5-14	47	104-2	Button input/Programmable output
3		RV1		104-3	Analog input
4		RV2		104-4	Analog input
5		RV3		104-5	Analog input
6		RV4		104-6	Analog input
7		RV5		104-7	Analog input
8		RV6		104-8	Analog input
9		RV7		104-9	Analog input
10		RV8		104-10	Analog input
11	11		9	104-11	Button input/Programmable output
12	12		10	104-12	Button input/Programmable output
13	13		11	104-13	Button input/Programmable output
14	14		12	104-14	Button input/Programmable output
15	15		13	104-15	Pump 1
16	16		14	104-16	Button input/Programmable output
17	17		15	104-17	Pump 2
18	18		16	104-18	Button input/Programmable output
19	19		17	104-19	Stump treatment
20	20		18	104-20	Button input/Programmable output
21	21		19	104-21	Button input/Programmable output
22	22		20	104-22	Button input/Programmable output
23	23			104-23	+24V power supply for electronics
24	24			104-24	+24V power supply for electronics
25	25			104-25	+5V reference voltage for buttons
26	26		21	104-26	Button input/Programmable output
27	27		22	104-27	Button input/Programmable output
28	28		23	104-28	Button input/Programmable output
29	29		24	104-29	Button input/Programmable output
30	30		25	104-30	Door switch input
31	31		26	104-31	Button input/Programmable output
32	32		27	104-32	Button input/Programmable output
33	33		28	104-33	Button input/Programmable output
34	34		29	104-34	Button input/Programmable output
35	35		30	104-35	Button input/Programmable output
36	36		31	104-36	
37				104-37	
38	4		2	104-38	Button input
39	5		3	104-39	Button input
40	6		4	104-40	Button input
41	7		5	104-41	Button input
42	8		6	104-42	Button input
43	43			104-43	CAN high
44	44			104-44	CAN low