



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
VASA YRKESHÖGSKOLA
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Hannu Savela

RELION 630 -SARJAN SUOJARELEEN
MUUNTAJAMODUULIN LIITTIMEN
TESTAUSJÄRJESTELMÄ

Tekniikka ja liikenne
2012

TIIVISTELMÄ

Tekijä	Hannu Savela
Opinnäytetyön nimi	RELION 630 -sarjan suojausmoduulin liittimen testausjärjestelmä
Vuosi	2012
Kieli	suomi
Sivumäärä	56 + 4 liitettä
Ohjaaja	Jukka Matila

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli tehdä asiakasliittimien testausjärjestelmä ABB Oy Sähkönjakeluautomaation Testaussuunnittelu - osastolle. Sähkönjakeluautomaation tuotannossa oli selvä tarve tällaiselle järjestelmälle, koska kyseessä olevia liittimiä ei testattu millään lailla ja tarkkuutta vaativa liittimien käsittely tehtiin sivuleikkureilla.

Testausjärjestelmässä on sovellettu tietotekniikkaa, elektroniikkaa, pneumatiikkaa ja mekaniikkaa. Opinnäytetyö painottuu tietotekniikkaan ja LabVIEW-ohjelmointiympäristöllä toteutettuun testiohjelmaan. Testiohjelma, yhdessä alihankkijan valmistaman testilaitteiston kanssa, luo kattavan kokonaisuuden liittimien testaustalle ja käsittelylle.

Testausjärjestelmän myötä liittimien testaus ja käsittely saatiin automatisoitua, minkä seurauksena tarkkuutta vaativa liittimen käsittely siirtyi testausjärjestelmän tekemäksi ja ihmisen inhimillisen virheen todennäköisyys liittimen käsittelyssä laski huomattavasti.

ABSTRACT

Author	Hannu Savela
Title	Test System of a RELION 630 Series IED's Transformer Module Connector
Year	2012
Language	Finnish
Pages	56 + 4 Appendices
Name of Supervisor	Jukka Matila

The goal of this thesis was to develop a connector Test System for ABB Distribution Automation Test Design Department. There was a clear need for this kind of system in the Distribution Automation Production, because the connectors in question were not tested and the precision requiring handling of the connectors was done by hand.

In the Test System information technology, electronics, pneumatics and mechanics are applied. This thesis emphasizes on information technology and on a test program implemented with LabVIEW development environment. The Test Program, together with the subcontractor manufactured hardware, creates a comprehensive ensemble for connector testing and handling.

Along with the Test System the connector testing and handling was automated, which in consequence passed the precision requiring connector handling to the Test System and the probability of human error decreased significantly.

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

1	JOHDANTO.....	9
1.1	ABB Oy	9
1.2	ABB Oy Sähkönjakeluautomaatio.....	9
1.3	Työn tavoite	9
2	JÄRJESTELMÄN TARVE.....	11
2.1	RELION 630 -sarjan suojareleet.....	11
2.1.1	RELION 630 -sarjan suojareleen muuntajamoduuli.....	11
2.2	RELION 630 -sarjan suojareleen muuntajamoduulin asiakasliitin	13
2.3	Asiakasliittimen käsittely opinnäytetyön aloitushetkellä.....	15
2.4	Testausjärjestelmän tuomat edut asiakasliittimen käsittelyyn	15
3	TESTAUSJÄRJESTELMÄN VAATIMUKSET.....	17
3.1	Asiakasliittimen sähköisten ominaisuuksien testaus.....	17
3.1.1	1KHL–alkuinen tunnistenumero, eli osanumero	17
3.2	Asiakasliittimen koodauspinnien poisto eli asiakasliittimen koodaus....	18
3.2.1	2RCA–alkuinen tunnistenumero, eli materiaalikoodi.....	18
3.3	Asiakasliittimen koodauspinnien poiston tarkastus	19
3.4	Asiakasliittimen sarjanumero ja testitulosten tallennus.....	19
4	LAITTEISTO	20
4.1	Testilaitte yleisesti.....	20
4.2	Advantech ARK 3440 PC-järjestelmä.....	20
4.3	NI USB 6525 -tiedonkeruulaite	21
4.4	Mekaniikka	22
4.4.1	Asiakasliittimen sähköisen testauksen neulat	22
4.4.2	Tarttuja	23
4.4.3	Asiakasliittimen koodauspinnien poiston tarkastuksen neulat....	24
4.4.4	Testilaitteen luokku ja sen tunnistimet.....	24
4.5	Viivakoodinlukijat	25
4.6	Sähköinen liukupöytä.....	25
4.6.1	Liukupöydän asetukset.....	26

4.6.2	Liukupöydän ohjausyksikön liittimet, signaalit ja kytkennät	27
4.6.3	Liukupöydän siirtäminen	29
5	TESTIOHJELMAN SUUNNITTELU	31
5.1	Asiakasliittimen testausprosessin määrittely	31
5.2	Testiohjelman rakenne	32
5.2.1	Testilaitteen käyttäjän turvallisuus.....	33
5.3	Käyttöliittymän suunnittelu	33
6	TESTIOHJELMAN TOTEUTUS	35
6.1	Ohjelmointiympäristö NI LabVIEW	35
6.1.1	NI-DAQmx	36
6.2	Laitteistorajapinta	36
6.2.1	Kirjoittaminen NI USB 6525 -tiedonkeruulaitteen uloslähtöihin	37
6.2.2	Lukeminen NI USB 6525 -tiedonkeruulaitteen sisääntuloista....	38
6.3	Viivakoodien lukeminen testiohjelmaan.....	39
6.4	Init-osio	41
6.5	Test-osio.....	44
6.5.1	Test-osion alustus.....	44
6.5.2	Testisilmukan alkuosa.....	45
6.5.3	Testilaitteen Pesä 1.....	46
6.5.4	Testilaitteen Pesä 2.....	49
6.5.5	Testisilmukan loppuosa.....	50
6.6	Close-osio	52
7	JÄRJESTELMÄN TESTAUS.....	54
8	YHTEENVETO	55
	LÄHTEET	56
	LIITTEET	

KUVIO- JA TAULUKKOLUETTELO

Kuvio 1. RELION 630 -sarjan suojareleet REF630, REM630 ja RET630. /2/	s. 11
Kuvio 2. RELION 630 -sarjan suojareleen muuntajamoduulin kortin reunaliitin.	s. 12
Kuvio 3. Muuntajamoduulin kortin reunaliittimen punaiset estopinnit.	s. 12
Kuvio 4. Muuntajamoduulin kortin reunaliittimen virta- ja jännitenapa.	s. 12
Kuvio 5. Asiakasliitin kytkettynä muuntajamoduulin kortin reunaliittimeen.	s. 13
Kuvio 6. Liittimeen painetut kuvat "täysikuu" ja "puolikuu".	s. 13
Kuvio 7. Asiakasliittimen koodauspinnit.	s. 14
Kuvio 8. Asiakasliittimen virta- ja jännitejohdinparin koodaus.	s. 14
Kuvio 9. Tunnistenumero asiakasliittimessä.	s. 15
Kuvio 10. Asiakasliittimen koodauspinnien poisto sivuleikkureilla.	s. 15
Kuvio 11. Osanumerotarra, jossa 2D Data Matrix -viivakoodi.	s. 18
Kuvio 12. Materiaalikooditarra, jossa 2D Data Matrix -viivakoodi.	s. 19
Kuvio 13. KL Mechanicsin valmistama testilaite.	s. 20
Kuvio 14. Advantech ARK-3340. Mitat: 22 cm x 11 cm x 20 cm. /6/	s. 21
Kuvio 15. Sähköisen testauksen pinnit alhaalla ja ylhäällä.	s. 23
Kuvio 16. Tarttuja auki ja kiinni.	s. 23
Kuvio 17. Koodauspinnien poiston tarkastukseen käytettävät pinnit.	s. 24
Kuvio 18. Testilaitteen sisälle sijoitettu viivakoodinlukija.	s. 25
Kuvio 19. SMC:n valmistama LES - sarjan sähköinen liukupöytä. /12/	s. 26
Kuvio 20. ACT Controller Setting Software. Step Data -ikkuna, etäisyysien määrittelyt.	s. 27
Kuvio 21. Ohjausyksikön jännitelähteen liitin CN1. /11/	s. 27
Kuvio 22. Sähköisen liukupöydän ohjausyksikön I/O – liitin CN5. /11/	s. 28
Kuvio 23. CN5 - liittimen kytkentäesimerkki. /11/	s. 28
Kuvio 24. CN5-liittimen signaalit ”Palaa nollopisteeseen” -käskyn aikana. /11/	s. 29
Kuvio 25. CN5-liittimen signaalit ”Asemointi”-käskyn aikana. /11/	s. 30
Kuvio 26. Yksinkertainen vuokaavio testiohjelman korkeimmalta tasolta.	s. 32
Kuvio 27. Testiohjelman käyttöliittymä.	s. 34
Kuvio 28. VI:n etupaneeli ja lohko-kaavio.	s. 36

Kuvio 29. Testilaitteen alustus.	s. 42
Kuvio 30. Työohjeen viivakoodin luku.	s. 43
Kuvio 31. Asiakasliittimen parametrit tekstitiedostossa.	s. 43
Kuvio 32. Run NEST1 VI.	s. 46
Kuvio 33. Cut Connector VI.	s. 48
Kuvio 34. Run NEST2 VI.	s. 49

LIITELUETTELO

LIITE 1. 630 Series: TRM/AIM (Phoenix)-liittimen koodaus.

LIITE 2. Testilaitteen sisääntulo/uloslähtö -kaavio.

LIITE 3. Asiakasliittimen testausprosessi.

LIITE 4. Testiohjelman vuokaavio.

1 JOHDANTO

1.1 ABB Oy

ABB muodostui tammikuussa 1988 ruotsalaisen Asean ja sveitsiläisen Brown Bowerin sähkötekniikan liiketoimintojen yhdistyessä /3/. Nykyään ABB on johtava sähkövoima- ja automaatioteknologiayhtymä, joka toimii noin 100 maassa. Henkilöstön määrä on yli 124 000. /4/

ABB:n ydinliiketoiminnat ovat: sähkövoimatuotteet, sähkövoimajärjestelmät, sähkökäytöt ja kappaletavara-automaatio, pienjännitetuotteet ja prosessiautomaatio. /4/

1.2 ABB Oy Sähkönjakeluautomaatio

Sähkönjakeluautomaation rooli ABB:lla on globaali vastuu sähkönjakelun suojaukseen tarkoitettujen tuotteiden kehityksestä, markkinoinnista, myynnistä ja tuotannosta. /5/ Sähkönjakeluautomaation tuotteita ovat suojareleet ja sähköverkon hallintajärjestelmät.

ABB Oy Sähkönjakeluautomaation liikevaihto vuonna 2010 oli 86 m€ ja se on globaali markkinajohtaja suojareleiden myynnissä. Yrityksessä työskentelee 241 henkilöä, joista 40 % tuotekehityksessä. Yli 90 % Sähkönjakeluautomaation tuotteista menee vientiin yli 70:een maahan. /5/

1.3 Työn tavoite

ABB Oy Sähkönjakeluautomaation tuotannossa valmistetaan RELION 630 -sarjan suojareleitä. Kun tällainen suojarele valmistuu, sen mukana lähetetään asiakkaalle liitinpaketti, joka sisältää suojareleeseen kytkettävät liittimet. Asiakas voi tilata liitinpaketin myös erillisenä tilauksena. Liitinpaketin sisältö on erilainen jokaisella suojareleen variantilla. Tämä tarkoittaa, että jokainen liitinpaketti on koottava oikeanlaisista liittimistä suojareleen variantin mukaan. Oikeanlaisella liittimellä tarkoitetaan liitintä, joka on käsitelty sopimaan juuri sille tarkoitettuun suojareleeseen sijaitsevaan vastakappaleeseen.

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on tehdä ABB Oy Sähkönjakeluautomaation tuotantoon järjestelmä, joka testaa ja käsittelee RELION 630 -sarjan suojaruleeseen kytkettäviä liittimiä.

2 JÄRJESTELMÄN TARVE

Tässä luvussa esitellään lyhyesti ABB:n RELION 630 -tuotesarja ja selvitetään miksi opinnäytetyön aiheena olevalle järjestelmälle on selvä tarve. Opinnäytetyön kannalta ei ole olennaista ymmärtää suojareleen toimintaa perusteellisesti, mutta on tärkeää ymmärtää, minkälainen vaikutus järjestelmän toimivuudella on itse suojareleeseen ja sen toimintaan.

2.1 RELION 630 -sarjan suojareleet

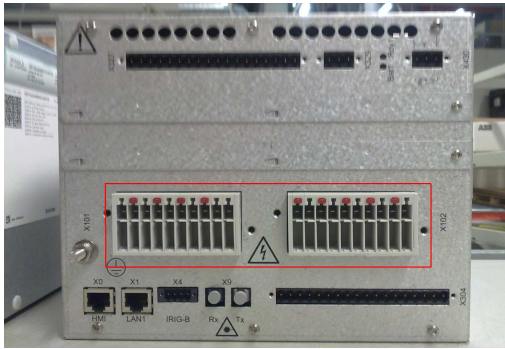
ABB:n RELION tuoteperheeseen kuuluva RELION 630 -tuotesarja (**Kuvio 1.**) tarjoaa joustavan ja skaalautuvan toiminnallisuuden ABB Oy Sähköjakeluautomaation asiakkaiden tarpeisiin sähköjakelussa sekä teollisuuden sovelluksissa. /2/ RELION 630 -sarjan mikroprosessoripohjaiset suojareleet on tarkoitettu sähkömoottoreiden, syöttölinjojen ja muuntajien suojaukseen, ohjaukseen, valvontaan ja arvojen mittaamiseen. /1/



Kuvio 1. RELION 630 -sarjan suojareleet REF630, REM630 ja RET630. /2/

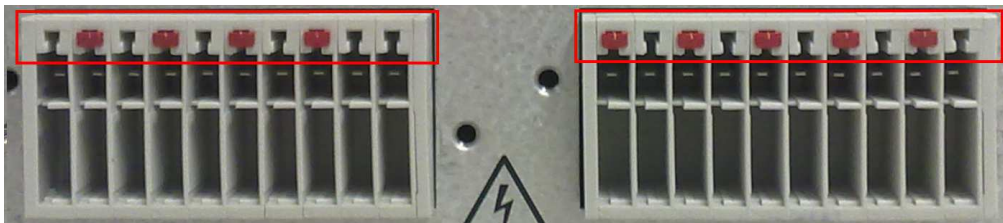
2.1.1 RELION 630 -sarjan suojareleen muuntajamoduuli

Suojareleen muuntajamoduulin tehtävä on muuntaa suojareleen mitaamat virrat ja jännitteet mittauslogiikalle sopiviksi. Muuntajamoduulin kortin reunaliitin, johon mitattavat virrat ja jännitteet kytketään, sijaitsevat suojareleen takaosassa (**Kuvio 2.**).



Kuvio 2. RELION 630 -sarjan suojarahleen muuntajamoduulin kortin reunaliitin.

Muuntajamoduulin kortin reunaliittimen yläosassa on punaisia estopinnejä (**Kuvio 3.**). Estopinnien järjestys ilmaisee, onko kyseessä virta- vai jännitenapa.



Kuvio 3. Muuntajamoduulin kortin reunaliittimen punaiset estopinnet.

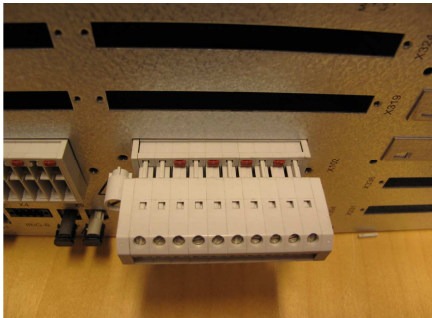
Kortin reunaliittimen virtanavasta on poistettu vasemman puoleinen estopala ja jännitenavasta on poistettu oikeanpuoleinen estopala (**Kuvio 4.**). Tällä tavalla virtanapaan tarkoitettu liitin ei sovi jännitenapaan.



Kuvio 4. Muuntajamoduulin kortin reunaliittimen virta- ja jännitenapa.

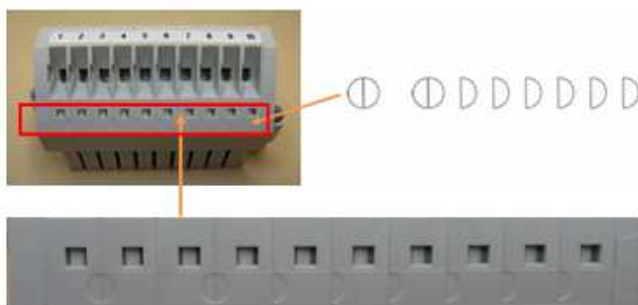
2.2 RELION 630 -sarjan suojareleen muuntajamoduulin asiakasliitin

Suojareleen muuntajamoduulin kortin reunaliittimeen kytketään Phoenixin valmistama asiakasliitin (**Kuvio 5**). Suojareleen mittaamia virtoja ja jännitteitä ei kytketä suoraan muuntajamoduulin kortin reunaliittimen, vaan ne kytketään asiakasliittimeen. Asiakasliittimellä tarkoitetaan liitintä, jonka asiakas kytkee suojarleeseen.



Kuvio 5. Asiakasliitin kytkettynä muuntajamoduulin kortin reunaliittimeen.

Asiakasliittimessä on viisi johdinparia. Jokaista johdinparia kuvaa liittimeen painettu kuvio. Kuvio kertoo, minkälaiseen vastakappaleeseen liittimen johdinpari kytketään. Johdinparien kuviot ovat "täysikuu" ja "puolikuu" (**Kuvio 6**). "Täysikuu" tarkoittaa, että johdinpari on oikosulussa. "Puolikuu" tarkoittaa, että johdinpari ei ole oikosulussa. Muuntajamoduulin kortin reunaliittimen virtanapaan kytkettävän johdinparin kuvio on "täysikuu" ja jännitenapaan kytkettävän johdinparin kuvio on "puolikuu". Kuviossa 6 on liitin, jossa 2 "täysikuuta" ja 3 "puolikuuta".



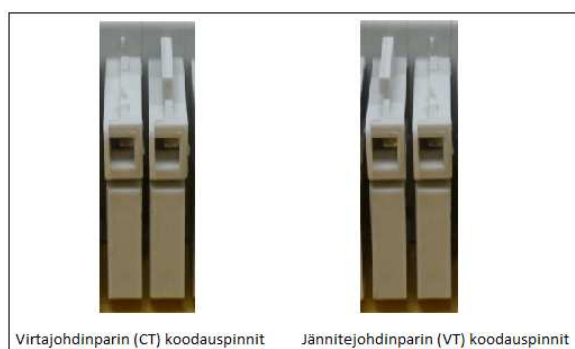
Kuvio 6. Liittimeen painetut kuviot "täysikuu" ja "puolikuu".

Asiakasliittimessä on 10 kappaletta irrotettavia pinnejä, joita kutsutaan koodauspinneiksi. Koodauspinnejä poistamalla tai säilyttämällä voidaan kontrolloida liittimen sopivuutta suojareleen muuntajamoduulin kortin reunaliittimeen. Kuvion 7 vasemmanpuoleisen asiakasliittimen koodauspinnejä ei ole poistettu, kun taas oikeanpuoleisen asiakasliittimen koodauspinnit on poistettu.



Kuvio 7. Asiakasliittimen koodauspinnit.

Koodauspinnit poistetaan siten, että muuntajamoduulin kortin reunaliittimen virtanapaan sopii vain asiakasliittimen virtajohdinpari eli johdinpari, jonka kuvio on "täysikuu". Asiakasliittimen jännitejohdinparin eli johdinpari, jonka kuvio on "puolikuu", koodauspinnit poistetaan siten, että jännitejohdinpari sopii vain muuntajamoduulin kortin reunaliittimen jännitenapaan (**Kuvio 8.**). Näin varmistetaan, että asiakasliitin sopii vain sille tarkoitettuun muuntajamoduulin kortin reunaliittimeen.



Kuvio 8. Asiakasliittimen virta- ja jännitejohdinparin koodaus.

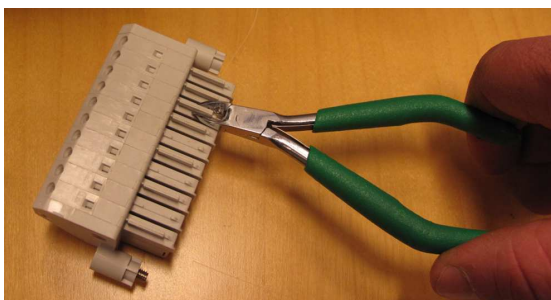
2.3 Asiakasliittimen käsittely opinnäytetyön aloitushetkellä

Asiakasliittimestä on neljä eri varianttia. Variantit voidaan erottaa toisistaan 1KHL-alkuisen tunnistenumeron (**Kuvio 9.**) ja "täysikuu"/"puolikuu" -kuvioiden perusteella.



Kuvio 9. Tunnistenumero asiakasliittimessä.

Jokaisesta variantista poistetaan eri koodauspinnit. Opinnäytetyön aloitushetkellä asiakasliittimen koodauspinnit poistettiin sivuleikkureilla (**Kuvio 10.**) ABB:lla tehtyjen ohjeiden mukaan (LIITE 1). Jokaiselle asiakasliittimen variantille on oma ohje. Asiakasliittimen sähköisiä ominaisuuksia, eli johdinparin oikosulkua, ei testattu ennen opinnäytetyön aloittamista.



Kuvio 10. Asiakasliittimen koodauspinnien poisto sivuleikkureilla.

2.4 Testausjärjestelmän tuomat edut asiakasliittimen käsittelyyn

Asiakasliittimen koodauspinnien poistaminen sivuleikkureilla vaatii tarkkuutta ja todennäköisyys virheisiin on korkea. Jos asiakasliittimestä on poistettu väärät koodauspinnit, se voidaan kytkeä väärään muuntajamoduulin kortin reunaliitti-

meen. Tällöin suoja-alueen vaurioitumisen ja sähköiskun kautta aiheutuvien henkilövahinkojen riski on suuri.

Testausjärjestelmän tärkein ominaisuus on asiakasliittimen koodauspinnien poiston automatisointi. Koneen tehdessä koodauspinnien poiston, työntekijän ei tarvitse keskittyä jokaisen koodauspinnan poistoon erikseen. Työntekijän pitää vain huolehtia siitä, että testausjärjestelmään asetetaan oikeanlainen asiakasliitin. Tällä tavoin ihmisen inhimillisen virheen kautta aiheutuvan riskin todennäköisyys laskee huomattavasti.

Testausjärjestelmän myötä asiakasliittimen käsittelystä tulee paljon kattavampi kuin mitä se oli ennen tämän opinnäytetyön aloittamista. Asiakasliittimen käsittelyyn tulee uusia ominaisuuksia, jotka varmistavat oikeanlaisen asiakasliittimen valmistumisen.

3 TESTAUSJÄRJESTELMÄN VAATIMUKSET

Tässä luvussa selvitetään asiakasliittimen testausjärjestelmän toiminnallisuus. Testausjärjestelmällä tarkoitetaan laitteiston ja ohjelmiston muodostamaa kokonaisuutta.

Varsinaista vaatimusmäärittelyä järjestelmälle ei laadittu, mutta ABB:lla suunniteltiin tarkasti mitä toimintoja järjestelmän tulee toteuttaa. Koska järjestelmä tehtiin vain tässä lopputyössä käsiteltävää tarkoitusta varten, oli asianmukaista luoda mahdollisimman kattava kokonaisuus asiakasliittimen käsittelylle.

Järjestelmän toiminnallisuutta on ollut laatimassa Sähkönjakeluautomaation tuotekehityksestä tuotteistuskordinaattori Jan Granlund, Sähkönjakeluautomaation tuotelaatupäällikkö Kari Latva-Rasku, Sähkönjakeluautomaation testaussuunnittelusta suunnittelija Timo Mannil ja Sähkönjakeluautomaation Hankintojen hallinnasta ostaja Jarmo Penttilä.

3.1 Asiakasliittimen sähköisten ominaisuuksien testaus

Järjestelmä testaa liittimen jokaisen johdinparin sähköisesti. Ainoa testattava ominaisuus johdinparista on oikosulku, johdinpari on joko oikosulussa tai ei. Liittimet testataan 24 V:n jännitteellä.

3.1.1 1KHL-alkuinen tunnistenumero, eli osanumero

Ennen opinnäytetyön aloitusta liittimessä oli 1KHL-alkuinen osanumero, joka kertoo liittimen sähköiset ominaisuudet. Osanumero oli painettu liittimen kylkeen ja sitä ei voitu lukea sähköiseen muotoon. Järjestelmän täytyy pystyä lukemaan osanumero, joten sen painantaan tarvittiin muutos. Liittimen toimittaja suostui vaihtamaan osanumeron painetusta tekstistä tarraan, jonka se liimaa liittimeen (**Kuvio 11.**). Tarrassa on tekstin lisäksi viivakoodinlukijalla sähköiseen muotoon luettava 2D Data Matrix -viivakoodi, joka sisältää osanumeron. Liitinvalmistajan tekemä 2D Data Matrix -viivakoodi on ABB Sähkönjakeluautomaation määrittysten mukainen.



Kuvio 11. Osanumerotarra, jossa 2D Data Matrix -viivakoodi.

3.2 Asiakasliittimen koodauspinnien poisto eli asiakasliittimen koodaus

Ennen liittimien testausjärjestelmää, ainoa liittimille tehtävä operaatio oli liittimen koodauspinnien poisto sivuleikkureilla, mikä on kuvattu kappaleessa 2.2. Nyt myös tämä operaatio siirtyy testijärjestelmän tekemäksi.

Tällä hetkellä liittimen jokainen variantti koodataan erilailla. Tulevaisuudessa saattaa tulla muutoksia, jotka vaativat, että sama liittimen variantti koodataan kahdella eri tavalla. Jotta järjestelmä pystyisi tähän, jokaiselle liittimen variantille luotiin oma 2RCA-alkuinen tunnistenumero.

3.2.1 2RCA-alkuinen tunnistenumero, eli materiaalikoodi

2RCA-tunnistenumerolla kerrotaan järjestelmälle liittimestä poistettavat koodauspinnit. Jokaisella liittimen variantilla on oma 2RCA-tunnistenumero, joka on myös valmiin, eli testatun ja koodatun liittimen materiaalikoodi.

Kuten osanumero, materiaalikoodi täytyy olla luettavissa testausjärjestelmään. Tämä tarkoitti, että materiaalikoodille oli luotava uusi tarra. Tarrassa on 2D Data Matrix -viivakoodi (**Kuvio 12.**), joka sisältää liittimen variantin materiaalikoodin. Tämä viivakoodi voidaan lukea sähköiseen muotoon viivakoodinlukijalla. Tarra tulostetaan ABB:lla ja se liimataan liittimen kylkeen eri puolelle kuin osanumerotarra.



Kuvio 12. Materiaalikooditarra, jossa 2D Data Matrix -viivakoodi.

3.3 Asiakasliittimen koodauspinnien poiston tarkastus

Asiakasliittimen koodauspinnien poiston jälkeen järjestelmä tarkastaa, että asiakasliittimestä on poistettu oikeat koodauspinnit. Näin varmistetaan, että asiakasliittimen koodaus on tehty oikein.

3.4 Asiakasliittimen sarjanumero ja testitulosten tallennus

Testausjärjestelmän myötä myös liittimen jäljitettävyyttä parannettiin. Liittimelle luotiin yksilöivä sarjanumero, joka tulostetaan samalle tarralle kuin materiaalikoodi ja luetaan testijärjestelmään samasta viivakoodista kuin materiaalikoodi. Jokaisen liittimen testitulokset tallennetaan sarjanumeron perusteella Microsoft Excel – tiedostoon. Testituloksilla tarkoitetaan asiakasliittimen sähköisen testausten ja koodauspinnien poiston tarkastuksen tuloksia.

4 LAITTEISTO

4.1 Testilaite yleisesti

Testilaite on valmistettu ainoastaan tässä opinnäytetyössä käsiteltävää tarkoitusta varten, joten se on räätälöity täysin Sähkönjakeluautomaation tarpeiden ja vaatimusten mukaisesti. Testilaitteen on suunnitellut ja valmistanut KL Mechanics Oy Oulunsalosta. KL Mechanics Oy on sopimusvalmistaja, joka on erikoistunut alihankintakoneistukseen /7/.



Kuvio 13. KL Mechanicsin valmistama testilaite.

Testilaite (**Kuvio 13.**) on hyvin tiivis kokonaisuus, jonka sisälle on sijoitettu kaikki liittimen käsittelyyn tarvittava toiminnallisuus mukaan lukien tietokone, joka ohjaa testausjärjestelmää. Laitteen ulkoiset mitat ovat 45,5 cm x 39,5 cm x 45,5 cm. Seuraavassa on kuvattu aliotsikoin mitä testilaite pitää sisällään.

4.2 Advantech ARK 3440 PC-järjestelmä

Laitteiston tärkein osa on PC, joka ohjaa koko testausjärjestelmää. PC:n valinnassa tärkeimmät vaatimukset olivat:

- Laaja käyttölämpötila-alue, koska PC sijoitetaan KL Mechanicsin tekemän testilaitteen sisälle. Testilaitteen sisällä lämpötila voi nousta huomattavasti korkeammaksi kuin huoneen lämpötila. On myös mahdollista, että samanlainen laitteisto lähetetään tulevaisuudessa ulkomaille lämpimämpään ilmastoon
- USB-porttien määrä, koska kaikki PC:n oheislaitteet (12 kpl) käyttävät USB-väylää.

Yllä mainittujen tärkeimpien vaatimusten perusteella päädyttiin passiivijäähdytiseen Advantech ARK-3440 PC -järjestelmään (**Kuvio 14.**), jonka käyttölämpötila-alue on $-20\text{ °C} - +55\text{ °C}$ ja siinä on 6 kappaletta USB – liityntöjä. /6/



Kuvio 14. Advantech ARK-3340. Mitat: 22 cm x 11 cm x 20 cm. /6/

4.3 NI USB 6525 -tiedonkeruulaite

Testilaitteen sisälle on sijoitettu 6 kappaletta National Instrumentsin valmistamia NI USB 6525 -tiedonkeruulaitteita, jotka kytketään tietokoneen USB-väylään. Yhdessä tiedonkeruulaitteessa on 8 digitaalista sisääntuloa ja 8 digitaalista uloslähtöä. NI USB 6525 -tiedonkeruulaitetta voidaan ohjata NI LabVIEW – ohjelmointiympäristöstä, jolla testiohjelma tullaan toteuttamaan. Tiedonkeruulaitteita voi ohjata myös NI Measurement & Automation Explorer –ohjelmasta. Koska käytössä on 6 samanlaista tiedonkeruulaitetta, on jokaiselle laitteelle annettava yksilöivä nimi. Tässä työssä tiedonkeruulaitteet on nimetty DEV1 - DEV6.

NI USB 6525:n jokaisella sisääntulolla on oma positiivinen ja negatiivinen liitännänapa, joihin sisääntulosignaali kytketään. Mitattavan sisääntulosignaalin arvo on negatiivisen ja positiivisen liitännän välillä vaikuttava jännite. Jos liitän-

tänapojen välinen jännite-ero on suurempi kuin 3,2V, sisääntulon arvo on 1. Liitäntänapojen välisen jännite-eron ollessa pienempi kuin 1,0V, sisääntulon arvo on 0. NI USB 6525:n sisääntulot kykenevät mittaamaan jännitteitä, jotka ovat välillä -60V – +60V. /9/

NI USB 6525:n jokaisella uloslähdöllä on liityntävanat A ja B. Kun uloslähtö ohjataan arvoon 1, laitteen sisällä oleva rele yhdistää liitäntänavat A:n ja B:n. Näin napaan A syötetty jännite saadaan navasta B ulos. /9/

4.4 Mekaniikka

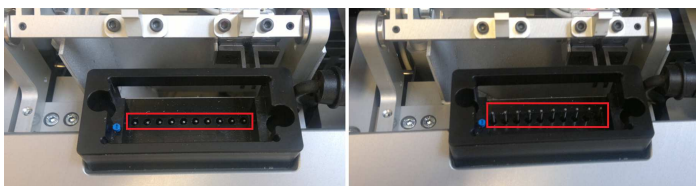
Testilaitteessa on mekaniikkaa, jonka avulla toteutetaan ABB:n vaatimusten mukainen asiakasliittimen käsittely. Mekaniikkasuunnittelun on toteuttanut KL Mechanics Oy.

Testilaitteen sisällä sijaitsevat kaksitoimiset ilmanpainesylinterit ohjaavat mekaanisia komponentteja. Ilmanpainesylinterit ovat kytketty releisiin, joita ohjataan NI USB 6525 -tiedonkeruulaitteilta tulevilla arvoilla. Ilmanpainesylinterien ja niitä ohjaavien releiden toimintaan ei tässä työssä tarkemmin perehdytä. Oleellista on tietää, mikä NI USB 6525 -tiedonkeruulaitteen uloslähtölinja ohjaa mitäkin mekaanista komponenttia (LIITE 2).

Testilaitteessa on 2 pesää asiakasliittimelle. Ensimmäisessä pesässä (tästä eteenpäin pesä 1) suoritetaan asiakasliittimen ensimmäinen sähköinen testi ja koodauspinnien poisto. Toisessa pesässä (tästä eteenpäin pesä 2) suoritetaan toinen sähköinen testi ja tarkastetaan koodauspinnien poiston tulos. Kummassakin pesässä on lukitussalpa, jolla liitin lukitaan pesään.

4.4.1 Asiakasliittimen sähköisen testauksen neulat

Asiakasliittimen sähköisten ominaisuuksien testaukseen käytetään testilaitteen pesän pohjasta nousevia neuloja, joihin voidaan johtaa sähköä (**Kuvio 15.**). Kun liitin on lukittu pesään, sähköisen testauksen neulat nostetaan ylös ohjaamalla ilmanpainesylinteriä. Ylös nostettuna neulat koskettavat asiakasliittimen liitäntänapoja.



Kuvio 15. Sähköisen testauksen pinnit alhaalla ja ylhäällä.

Neulat on numeroitu 1:stä 10:een vasemmalta oikealle. Neulat 1, 3, 5, 7 ja 9 on kytketty NI USB 6525 -tiedonkeruulaitteen uloslähtöihin ja neulat 2, 4, 6, 8 ja 10 on kytketty NI USB 6525 -tiedonkeruulaitteen sisääntuloihin. Eli asiakasliittimen jokaisen johdinparin ensimmäinen liitännänapa on kytketty tiedonkeruulaitteen uloslähtöön ja toinen liitännänapa tiedonkeruulaitteen sisääntuloon. Johdinparin oikosulku testataan ohjaamalla johdinparin uloslähtöön kytketty liitännänapa arvoon 1, jonka jälkeen luetaan johdinparin toiseen liitännänapaan kytketty sisääntulo. Jos sisääntulon arvo on 1, johdinpari on oikosulussa. Sama toiminnallisuus on testilaitteen molemmissa pesissä.

4.4.2 Tarttuja

Asiakasliittimen koodauspinnien poistoon käytetään tarttujaa, joka tarttuu asiakasliittimen koodauspinniin ja vetää sen irti asiakasliittimestä. Tarttujaa ohjataan kahdella ilmanpainesylinterillä. Ensimmäinen ilmanpainesylinteri liikuttaa tarttujaa eteen ja taakse ja toinen ilmanpainesylinteri ohjaa tarttujan auki tai kiinni asentoon. Kuviossa 16 on tarttuja eteen työnnettynä ja auki sekä kiinni asennoissa. Tarttuja on sijoitettu testilaitteen pesän 1 taakse ja se on kiinnitetty siirrettävään sähköiseen liukupöytään, josta kerrotaan tarkemmin luvussa 4.6.



Kuvio 16. Tarttuja auki ja kiinni.

4.4.3 Asiakasliittimen koodauspinnien poiston tarkastuksen neulat

Koodauspinnien poiston tarkastukseen käytetään siirrettäviä neuloja, jotka sijaitsevat testilaitteen pesän 2 takana (**Kuvio 17.**).



Kuvio 17. Koodauspinnien poiston tarkastukseen käytettävät pinnit.

Neulat on numeroitu 1:stä 10:een vasemmalta oikealle. Numerointi vastaa asiakasliittimen koodauspinnien numerointia. Neulat siirretään pesän takaa kohti asiakasliittimen koodauspinnejä ohjaamalla ilmanpainesylinteriä, jonka jälkeen neuloihin kytketään + 24 V:n jännite. Neulan osuessa asiakasliittimen paikalla olevaan koodauspinniin, koodauspinni painaa neulaa taaksepäin, jolloin neula johtaa sähköä. Neulat on kytketty NI USB 6525 -tiedonkeruulaitteiden sisääntuloihin, joiden arvoista saadaan selville paikallaan olevat koodauspinnit. Jos sisääntulon arvo on 1, koodauspinni on paikallaan.

4.4.4 Testilaitteen luukku ja sen tunnistimet

On tärkeää, että testilaite ei tee mitään ennen kuin sen luukku on suljettu ja lukittu. Tämän vuoksi luukun tila täytyy pystyä havaitsemaan. Testilaitteessa on mikrokytkin, joka on kytketty NI USB 6525 -tiedonkeruulaitteen sisääntuloon. Testilaitteen luukun ollessa kiinni, mikrokytkin yhdistää sisääntuloon + 24 V:n jännitteen. Luukun ollessa kiinni sisääntulon arvo on 1.

Testilaitteen luukku saadaan lukittua Omron-turvakytkimen avulla. Turvakytkimeen on kytketty NI USB 6525 -tiedonkeruulaitteen yksi uloslähtö ja yksi sisääntulo. Uloslähtöä ohjaamalla saadaan testilaitteen luukku lukittua ja sisääntulosta saadaan tieto siitä, onko luukku lukossa vai ei.

4.5 Viivakoodinlukijat

Testilaitteessa on käytössä 3 viivakoodinlukijaa, jotka on kytketty tietokoneen USB-väylään. Kun viivakoodinlukijalla luetaan viivakoodi, viivakoodin sisältämät merkit tulevat tietokoneen näytölle aivan kuin ne olisi kirjoitettu näppäimistöä. Viivakoodinlukija naamioituu näppäimistöksi.

Viivakoodinlukijoista 1 on tavallinen käsilukija, joka lukee viivakoodin painamalla liipaisinta. 2 viivakoodinlukijaa on sijoitettu testilaitteen sisälle (**Kuvio 18.**). Näihin testilaitteen sisälle sijoitettuihin viivakoodinlukijoihin on asetettu automaattiluku päälle. Viivakoodinlukija lukee viivakoodin aina, kun sellainen ilmestyy lukijan näkökenttään. Lukijoiden eteen on asetettu este, joka peittää lukijan kameran. Kun lukijan on aika lukea viivakoodi, kameran peittävä este siirretään pois kameran edestä.



Kuvio 18. Testilaitteen sisälle sijoitettu viivakoodinlukija.

Testilaitteen sisälle sijoitetun viivakoodinlukijan etäisyys liittimen viivakoodista täytyy olla juuri oikea, koska liittintä ei voida liikuttaa viivakoodia lukiessa. Esimerkiksi kaupan kassalla myyjä liikuttaa tuotetta sopivaan etäisyyteen viivakoodinlukijasta, jotta viivakoodinlukija lukee tuotteessa olevan viivakoodin. Testilaitteessa tällaista mahdollisuutta ei ole, koska liitin on lukossa testilaitteen sisällä.

4.6 Sähköinen liukupöytä

Liittimen koodauspinnejä poistettaessa, poiston tekevää tarttujaa täytyy pystyä siirtämään. Tarttujan siirtämiseen käytetään SMC:n valmistamaa LESH8K-75 -sähköistä liukupöytää (**Kuvio 19.**). Laitteessa on sähkömoottori, joka sijaitsee ko-

telon sisällä liukuvan osan alla. Sähköisen liukupöydän ulkoiset mitat ovat 124.5 mm x 36.0 mm x 58.5 mm.

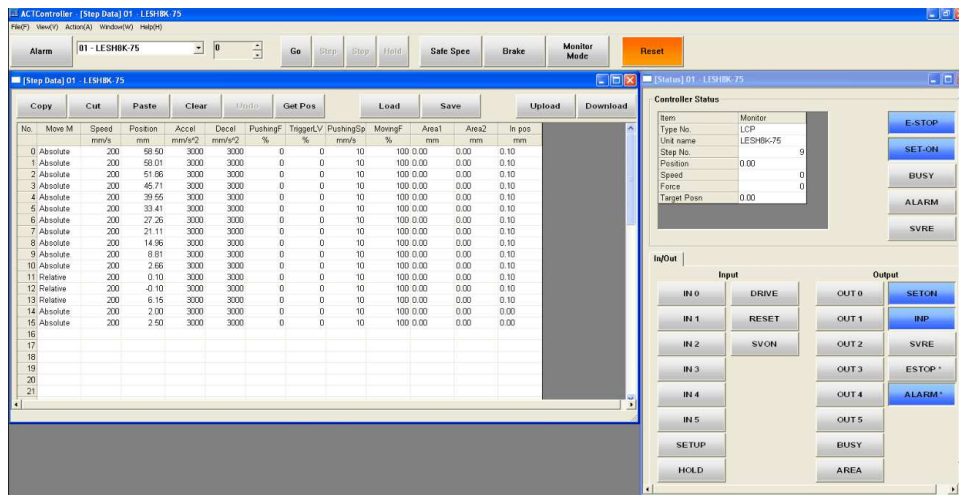


Kuvio 19. SMC:n valmistama LES - sarjan sähköinen liukupöytä. /12/

Sähköinen liukupöytä kytketään sille tarkoitettuun ohjausyksikköön, jolle liukupöydän ohjauksikäskyt annetaan. Ohjausyksikkö kytketään tietokoneen USB-väylään ja ohjausyksikön I/O-liitin (engl. Parallel I/O Connector) kytketään NI USB 6525 -tiedonkeruulaitteeseen. Näin sähköistä liukupöytää voidaan ohjata tietokoneelta liukupöydän omalla ohjelmalla sekä NI USB 6525 -tiedonkeruulaitteelta tulevilla arvoilla.

4.6.1 Liukupöydän asetukset

Liukupöydälle voidaan asettaa 64 eri siirtoetäisyyttä. Etäisyydet asetetaan joko absoluuttisena etäisyytenä liukupöydän nollapisteestä tai suhteellisena etäisyytenä senhetkisestä paikasta. Jokaiselle etäisyydelle asetetaan omat parametrit. Tällaisia parametreja ovat esimerkiksi nopeus, kiihtyvyys ja hidastuvuus. Tässä työssä tarvitaan 10 absoluuttista etäisyyttä, koska asiakasliittimessä on 10 koodauspinniä. Etäisyydet asetetaan liukupöydän omalla ohjelmalla, joka ottaa yhteyden liukupöydän ohjausyksikköön. Asiakasliittimen koodauspinnien etäisyydet määritellään ohjelman Step Data -ikkunan Position-sarakkeen riveille 1–10 (**Kuvio 20.**). Rivinumeroa kutsutaan Step Data -numeroksi. Liukupöydän ohjelman Step Data -ikkunan Position-sarakkeen rivin 1 arvo on sama kuin asiakasliittimen paikan 1 koodauspinnin etäisyys liukupöydän nollapisteestä. Kun etäisyydet ja niiden parametrit on asetettu, tiedot lähetetään ohjausyksikölle Download-painikkeella.



Kuvio 20. ACT Controller Setting Software. Step Data -ikkuna, etäisyyksien määrittelyt.

4.6.2 Liukupöydän ohjausyksikön liittimet, signaalit ja kytkennät

Ohjausyksikössä on kaksi liittintä, joiden signaaleja on pystyttävä käsittelemään testiohjelmasta, jotta liukupöytä voidaan ohjata haluttuun etäisyyteen. Seuraavassa selvitetään tarkemmin näiden liittimien signaalit ja kytkennät.

Ohjausyksikön jännitelähteen liittimeen CN1 (**Kuvio 21.**) kytketään ohjausyksikön ja sähkömoottorin käyttöjännitteet sekä liukupöydän lukon ja Hätä/Seis -komennon ohjaussignaalit.

CN1 Power Supply Connector Terminal for LECP6

Terminal name	Function	Function details
0V	Common supply (-)	M24V terminal/C24V terminal/EMG terminal/BK RLS terminal are common (-).
M24V	Motor power supply (+)	This is the motor power supply (+) that is supplied to the controller.
C24V	Control power supply (+)	This is the control power supply (+) that is supplied to the controller.
EMG	Stop (+)	This is the input (+) that releases the stop.
BK RLS	Lock release (+)	This is the input (+) that releases the lock.

Kuvio 21. Ohjausyksikön jännitelähteen liitin CN1. /11/

Kun testilaitteessa on virta päällä, ohjausyksikölle ja sähkömoottorille tulee 24 V:n käyttöjännite. Sähkömoottorin ja ohjausyksikön käyttöjännitteitä ei ohjata millään tavalla. Lukko ja Hätä/Seis -komento, jotka ovat CN1 liittimen liitännänavat BK RLS ja EMG, kytketään NI USB 6525 -tiedonkeruulaitteen uloslähtöihin.

Varsinaiset liukupöydän ohjaussignaalit sijaitsevat ohjausyksikön I/O -liittimessä CN5. Kuviossa 22 on CN5 -liittimen sisältämät signaalit.

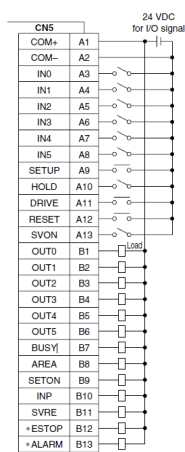
Input Signal		Output Signal	
Name	Contents	Name	Contents
COM+	Connects the power supply 24 V for input/output signal	OUT0 to OUT5	Outputs the step data No. during operation
COM-	Connects the power supply 0 V for input/output signal	BUSY	Outputs when the actuator is moving
IN0 to IN5	Step data specified Bit No. (Input is instructed in the combination of IN0 to 5.)	AREA	Outputs within the step data area output setting range
SETUP	Instruction to return to the original position	SETON	Outputs when returning to the original position
HOLD	Operation is temporarily stopped.	INP	Outputs when target position or target force is reached (Turns on when the positioning or pushing is completed.)
DRIVE	Instruction to drive	SVRE	Outputs when servo is on
RESET	Alarm reset and operation interruption	+ESTOP ^{Note}	Not output when EMG stop is instructed
SVON	Servo ON instruction	+ALARM ^{Note}	Not output when alarm is generated

Note) These signals are output when the power supply of the controller is ON. (N.C.)

Kuvio 22. Sähköisen liukupöydän ohjausyksikön I/O – liitin CN5. /11/

Signaaleista on syytä mainita erikseen sisääntulosignaalit ”IN0 to IN5”. Näihin kuuteen signaaliin annetaan tieto, joka määrittää mihin etäisyyteen liukupöytä siirretään. Tieto annetaan binäärilukuna, joka vastaa jonkin etäisyyden Step Data -numeroa.

Jokaiselle signaalille on oma liitännänapa (**Kuvio 23.**). CN5 -liittimen sisääntulojen liitännänavat on nimetty A:lla alkaviksi ja uloslähtöjen liitännänavat on nimetty B:llä alkaviksi. CN5-liittimen kytkentä on periaatteeltaan hyvin yksinkertainen. CN5 -liittimen uloslähdöt on kytketty NI USB 6525 -tiedonkeruulaitteen sisääntuloihin ja CN5 -liittimen sisääntulot NI USB 6525 -tiedonkeruulaitteen uloslähtöihin.



Kuvio 23. CN5 - liittimen kytkentäesimerkki. /11/

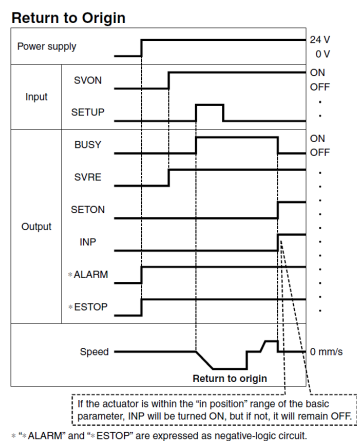
4.6.3 Liukupöydän siirtäminen

Liukupöydän ohjaukset annetaan tietokoneelta, joka ohjaa liukupöydän ohjausyksikön I/O-liittimeen kytkettyä NI USB 6525 -tiedonkeruulaitetta. Liukupöydää voidaan liikuttaa myös sen mukana tulleella ohjelmalla. On tärkeää ymmärtää signaalitasolla liukupöydän toimintaa.

Ennen kuin liukupöydää voidaan liikuttaa, on vapautettava liukupöydän lukko ja Hätä/Seis -komento. Tämä tehdään antamalla arvo 1 CN1-liittimen BK RLS ja EMG signaaleihin. Kun liukupöytä on vapaa liikkumaan, sen sähkömoottori kytketään päälle. Sähkömoottori käynnistyy kun CN5-liittimen SVON-signaaliin annetaan arvo 1. Tämän jälkeen liukupöydälle voidaan antaa ohjaukset.

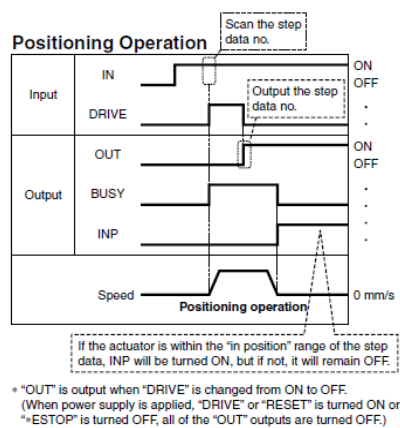
Liukupöydän ohjaukset ovat melko yksinkertaisia. Tässä opinnäytetyössä käytetään vain kahta ohjaukset. Liukupöydän ei tarvitse kuin liikkua sille annettuun etäisyyteen ja nollapisteeseen.

”Palaa Nollapisteeseen” -ohjaukset (Kuvio 24.) toteutetaan antamalla arvo 1 CN5-liittimen SETUP -signaaliin. Kun liukupöytä on saavuttanut kohdesijainnin, tässä tapauksessa nollapisteeseen, CN5-liittimen INP-signaali vaihtuu arvoon 1. INP-signaalista voidaan lukea, koska liukupöytä on paikallaan.



Kuvio 24. CN5-liittimen signaalit ”Palaa nollapisteeseen” -käskyn aikana. /11/

Liukupöytää voidaan liikuttaa haluttuun etäisyyteen nollassa "Asemointi"-ohjauskäskyllä (**Kuvio 25.**). Halutun etäisyyden Step Data -numero annetaan binäärimuodossa CN5-liittimen IN0–IN5 signaaleihin. Esimerkiksi etäisyyteen 1 liikuttaessa, IN0 – signaaliin annetaan arvo 1, ja IN1–IN5 signaaleihin arvo 0. Arvoista muodostuu binääriluku 00001. Tämän jälkeen CN5-liittimen DRIVE-signaaliin annetaan arvo 1. Liukupöytä lukee IN0–IN5 -signaaleihin määritellyn etäisyyden DRIVE-signaalin nousevalla reunalla. Etäisyys 1:een on asetettu arvo 58.01 mm. Kun liukupöytä saavuttaa etäisyyden 58.01, CN5-liittimen INP-signaali vaihtuu arvoon 1.



Kuvio 25. CN5-liittimen signaalit "Asemointi"-käskyn aikana. /11/

Ohjauskäskyn epäonnistuessa liukupöytä antaa hälytyksen, joka voidaan lukea CN5-liittimen ALARM-signaalista. Hälytyksen tyypistä riippuen, hälytys nollataan joko ohjaamalla CN5-liittimen RESET-signaali arvoon 1 tai katkaisemalla virta liukupöydän ohjausyksiköstä.

5 TESTIOHJELMAN SUUNNITTELU

5.1 Asiakasliittimen testausprosessin määrittely

Ennen testiohjelman suunnittelua määriteltiin asiakasliittimen testausprosessi. Testausprosessin määrittelyllä haettiin tarkennusta siihen, miten käyttäjän tulee käyttää testilaitetta. Testausprosessin määrittelyssä oli mukana tuotteistuskordinaattori Jan Granlund Sähköjakeluautomaation tuotekehityksestä.

Kun asiakasliittimien testaus aloitetaan, testausjärjestelmä tarvitsee jonkinlaisen aloitusparametrin, jonka perusteella se tietää mitä asiakasliittimen varianttia testataan. Näin ollen jokaiselle asiakasliittimen variantille luotiin uusi työohje, joka perustuu asiakasliittimen 2RCA-alkuiseen materiaalikoodiin. Työohjeessa on viivakoodi, joka sisältää testattavan asiakasliittimen materiaalikoodin. Viivakoodi luetaan testausjärjestelmään vain kerran heti testiohjelman käynnistyttyä. Tämä tarkoittaa, että testausjärjestelmällä voidaan testata vain yhtä asiakasliittimen varianttia kerralla. Jos varianttia halutaan vaihtaa, on testiohjelma käynnistettävä uudelleen, jonka jälkeen testiohjelmaan voidaan lukea uusi työohjeen viivakoodi.

Työohjeen viivakoodin lukemisen jälkeen alkaa varsinainen asiakasliittimien testaus. Kun asiakasliitin otetaan valmistajalta tulleesta laatikosta, asiakasliittimeen on liimattu vain yksi tarra, eli osanumerotarra. Osanumerotarran viivakoodi luetaan testiohjelmaan, jonka jälkeen asiakasliittimeen liimataan materiaalikooditarran. Tällä tavoin testaajalle ei tule epäselvyyttä siitä, minkä tarran viivakoodi testiohjelmaan täytyy lukea.

Kun testaaja asettaa asiakasliittimen testilaitteen pesään 1, testiohjelma lähtee käyntiin ja testilaite lukee materiaalikooditarran viivakoodin. Testilaite seuraa, että jokainen liitin siirretään testilaitteen pesästä 1 suoraan pesään 2. Asiakasliittintä voidaan seurata sen sarjanumeron perusteella. Näin varmistetaan, että jokainen asiakasliitin on ollut testilaitteen molemmissa pesissä.

Kun asiakasliittimelle on suoritettu molempien pesien testit onnistuneesti, se siirretään laatikkoon odottamaan pakkauskäsittelyä.

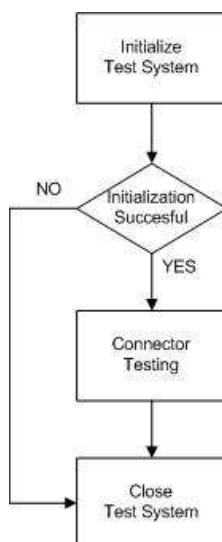
Prosessikaaviossa (LIITE 3) on kuvattu asiakasliittimen valmistajan (Phoenix), asiakasliittimien testauksen tekevän alihankkijan (Finvacon) ja ABB:n tekemät prosessit. Testilaitteen tekemät prosessit on kuvattu harmaalla.

5.2 Testiohjelman rakenne

ABB Oy Sähköjakeluautomaation Testaussuunnittelusta vaadittiin, että testiohjelmassa on 3 osiota. Nämä osiot ovat:

- INIT eli alustusosio: Testilaitteen alustus ja testattavan liittimen tietojen haku. Suoritetaan vain kerran heti testiohjelman käynnistyttyä.
- TEST eli testausosio: Asiakasliittimien testaus ja testitulosten tallennus. Testiohjelma pysyy tässä osiossa liittimien testauksen ajan.
- CLOSE eli lopetusosio: Testilaitteen hallittu sulkeminen ja uloslähtöjen nollaus. Suoritetaan vain, kun testiohjelma suljetaan.

Kuviossa 26 on yksinkertainen kuvaus siitä, kuinka testiohjelma kutsuu yllä mainittuja osioita. INIT-, TEST- ja CLOSE- osiot on kuvattu tarkemmin liitteen 4 vuokaaviossa ja niiden toteutusosioissa luvussa 6.



Kuvio 26. Yksinkertainen vuokaavio testiohjelman korkeimmalta tasolta.

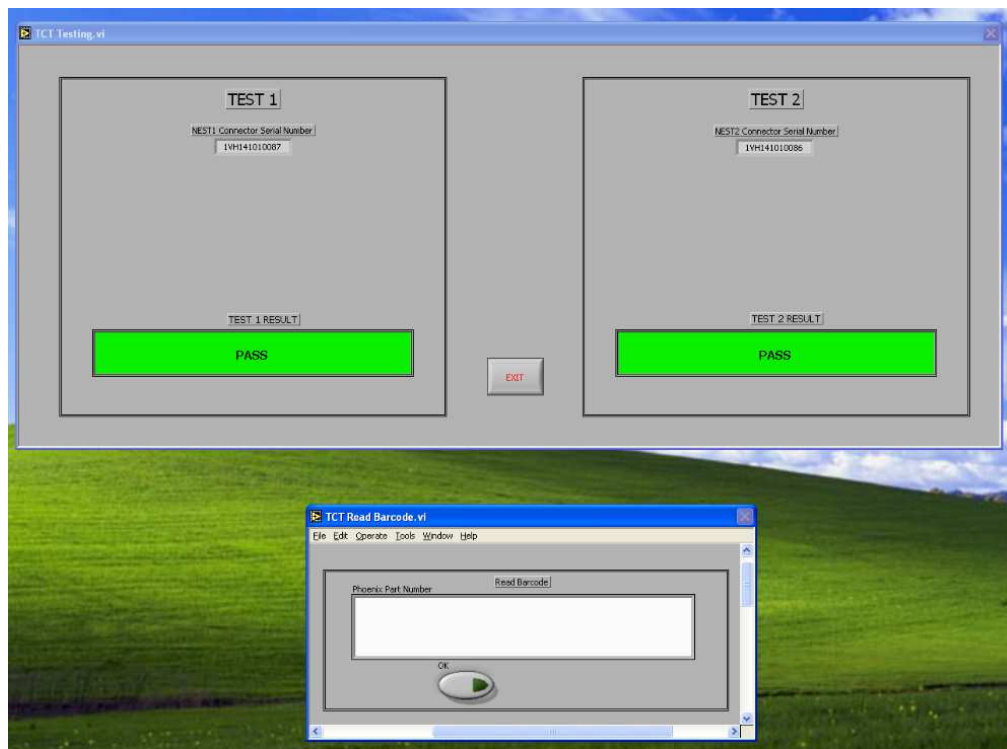
5.2.1 Testilaitteen käyttäjän turvallisuus

Koska testilaitteen sisällä on liikkuvia osia ja asiakasliittimien liitännänapoihin johdetaan sähköä, testiohjelman suunnittelussa on otettu huomioon testilaitteen käyttäjän turvallisuus. Henkilövahinkojen välttämiseksi käyttäjän pääsy testilaitteen sisälle on estettävä testilaitteen toiminnan aikana. Tässä yhteydessä testilaitteen luukun turvakytkimen paluuarvo, eli onko luukku lukossa vai ei, osoittautuu välttämättömäksi. Koska testilaitte voi aiheuttaa fyysisen vamman tai sähköiskun, luukun lukituksesta on aina varmistuttava. Mikäli luukku ei mene lukkoon, testilaitte ei aloita toimintaa.

5.3 Käyttöliittymän suunnittelu

Kun alustusvaihe on suoritettu, avautuu testiohjelman käyttöliittymä. Asiakasliittimen testausprosessi määrittelee, että testaaja lukee vain yhden viivakoodin testiohjelman. Näin ollen käyttöliittymästä oli mahdollista tehdä hyvin yksinkertainen.

Käyttöliittymässä on erilliset osat testilaitteen molemmille pesille, koska testilaitteella voidaan testata kahta asiakasliittintä samanaikaisesti (**Kuvio 27.**). Molemmissa osissa on kentät asiakasliittimien sarjanumeroille ja testituloksille. Kuviossa 27 näkyy tilanne, jossa molempien pesien testit ovat menneet läpi. Asiakasliittimien testauksen aikana käyttöliittymään ilmestyy edistymispalkit. Testiohjelman ollessa IDLE-tilassa (LIITE 4), ainoat käyttöliittymän aktiiviset komponentit ovat EXIT-painike ja luettavalle viivakoodille tarkoitettu kenttä, joka on erillisessä ikkunassa.



Kuvio 27. Testiohjelman käyttöliittymä.

6 TESTIOHJELMAN TOTEUTUS

Testiohjelmaa suoritetaan testilaitteen sisälle sijoitetulla tietokoneella, jossa on Windows XP -käyttöjärjestelmä. LabVIEW:lla toteutettu testiohjelma hallitsee testilaitteen mekaniikkaa ja elektroniikkaa NI USB 6525 -tiedonkeruulaitteiden kautta.

Testiohjelman nimi on RE630 TCT, mikä on lyhenne sanoista RELION 630 Transformer Connector Tester. Testiohjelman suunnittelussa ja toteutuksessa on ollut mukana suunnittelija Timo Mannil Sähkönjakeluautomaation testaussuunnittelusta.

6.1 Ohjelmointiympäristö NI LabVIEW

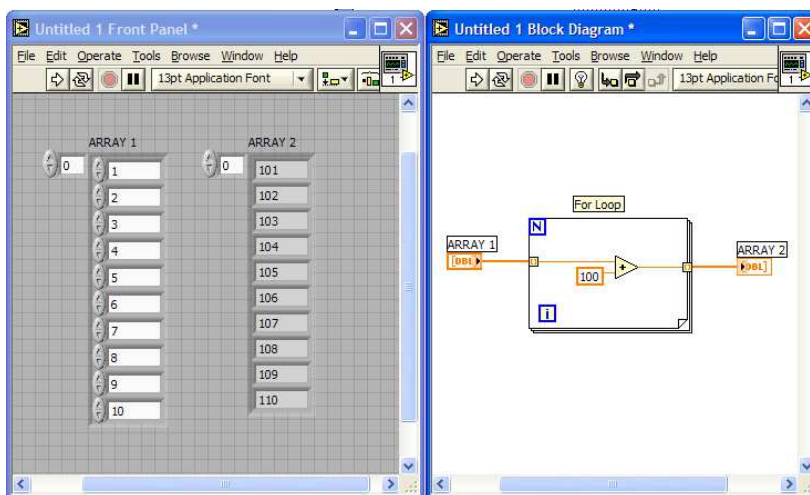
LabVIEW on National Instrumentsin kehittämä graafinen ohjelmointiympäristö, joka ilmestyi vuonna 1986. Sitä käytetään maailmanlaajuisesti teollisuudessa mitaus-, testaus- ja ohjausjärjestelmien kehittämiseen. /10/ LabVIEW ohjelmointiympäristö on tarjolla useille käyttöjärjestelmille, joista yleisimpiä ovat Windows, Linux ja MAC OS. Tässä opinnäytetyössä on käytetty LabVIEW versiota 7.1.

LabVIEW ohjelmakoodi tehdään graafisella G-ohjelmointikielellä. Ohjelmakoodi koostuu LabVIEW Virtual Instrumenteista, joita kutsutaan VI:ksi. VI:tä kutsutaan LabVIEW-funktioksi.

VI koostuu etupaneelistä (engl. Front Panel) ja lohkokaaviosta (engl. Block Diagram). VI:n etupaneeli on käyttäjälle näkyvä osa VI:stä ja lohkokaavio sisältää ohjelmakoodin.

Ohjelmakoodissa käytetään kuvakkeita, joita yhdistetään toisiinsa vetämällä johto kuvakkeiden välille. Kun etupaneelin lisätään komponentti, komponentille ilmestyy kuvake myös lohkokaavioon. LabVIEW tarjoaa paljon valmiita funktioita moniin eri tarkoituksiin.

Kuviossa 28 on yksinkertainen esimerkki VI:stä, joka lisää taulukon ARRAY 1 jokaiseen soluun luvun 100 ja tallentaa tuloksen taulukkoon ARRAY 2. Esimerkissä on käytetty For-silmukkaa, joka näkyy lohkokaaavion keskellä. Vasemmalla VI:n etupaneeli ja oikealla VI:n lohkokaavio.



Kuvio 28. VI:n etupaneeli ja lohkokaavio.

Ohjelman suoritus etenee johtoja pitkin ja suoritusta voi tarkkailla helposti painamalla ”Highlight Execution” -painikkeen pohjaan.

6.1.1 NI-DAQmx

NI-DAQmx on National Instrumentsin tarjoama ajuriohjelmisto sen valmistamille tiedonkeruulaitteille. Ajuriohjelmisto sisältää rajapinnan, jonka avulla voidaan hallita NI USB 6525 -tiedonkeruulaitteita suoraan LabVIEW:sta. /8/ NI USB 6525 -tiedonkeruulaitteita on käytössä myös muissa ABB Sähköjarkeluautomaation testausjärjestelmissä. Tästä johtuen Sähköjarkeluautomaation Testaussuunnittelulla oli olemassa valmiit LabVIEW-funktiot NI USB 6525 -tiedonkeruulaitteiden käsittelyyn, joita voitiin hyödyntää tässä opinnäytetyössä.

6.2 Laitteistorajapinta

Testilaitteessa on 80 sisääntulo/uloslähtö -kytkentää kuudessa NI USB 6525 -tiedonkeruulaitteessa. Koska testilaitteen mekaniikan käyttö on testiohjelman olennaisin osa, oli asianmukaista tutustua heti aluksi NI USB 6525 -

tiedonkeruulaitteiden käsittelyyn LabVIEW:sta. NI USB 6525 -tiedonkeruulaitteiden käsittely LabVIEW:sta on kuvattu seuraavassa yksityiskohdaisesti.

6.2.1 Kirjoittaminen NI USB 6525 -tiedonkeruulaitteen uloslähtöihin

NI USB 6525 -tiedonkeruulaitteen uloslähtöjä ohjataan Read/Write USB-6525 DO VI:llä, jonka parametrit ovat:

- action: toiminta (Create, Write, Read, Clear).
- task in: mittaustehtävän nimi.
- Dev/port/lines: Laite/portti/linjat, esimerkiksi Dev1/port0/line0.
- data: Uloslähtöön/lähtöihin kirjoitettavat arvot. Esimerkiksi TRUE.
- error in: LabVIEW-virhekoodi.
- time to settle (0 ms): Kuinka monta millisekuntia odotetaan funktion lopussa. Oletusarvo 0 ms.

Read/Write USB-6525 DO VI:n paluuarvot ovat:

- task out: mittaustehtävän nimi.
- states: uloslähtöjen tilat.
- error out: LabVIEW-virhekoodi.

Ennen kuin NI USB 6525 -tiedonkeruulaiteen uloslähtöihin voidaan kirjoittaa arvoja, täytyy luoda "NI-DAQmx task", joka on eräänlainen mittaustehtävä. Mittaustehtävä saadaan luotua Read/Write USB-6525 VI:llä, kun action-parametrin arvoksi asetetaan Create, ja DEV/port/lines -parametriin annetaan arvo, joka viittaa olemassa olevaan tiedonkeruulaitteeseen ja sen uloslähtöihin.

Kun mittaustehtävä on luotu, uloslähtöön voidaan kirjoittaa arvo samalla VI:llä. Samaa VI:tä kutsutaan heti uudestaan eri parametreilla. Read/Write USB-6525 DO VI:n task out -paluuarvo edellisestä kutsusta johdotetaan suoraan VI:n task in -parametriin, ja action-parametrin arvoksi vaihdetaan Write. Data-parametriin johdotetaan taulukko, jossa on uloslähtöihin kirjoitettavat arvot. Taulukon koko täytyy olla sama kuin uloslähtöjen määrä mittaustehtävässä.

Arvojen kirjoittamisen jälkeen mittaustehtävä voidaan tuhota. Mittaustehtävä tuhoetaan Read/Write USB-6525 DO VI:llä johdottamalla mittaustehtävän nimi task in -parametriin, ja action-parametrin arvoksi asetetaan Clear.

Testiohjelmassa uloslähtöjen arvojen kirjoitukset on tehty edellä kuvatulla tavalla, muutamaa poikkeusta lukuun ottamatta, eli mittaustehtävä tuhoetaan heti arvojen kirjoittamisen jälkeen. Tämä aiheuttaa sen, että sama mittaustehtävä joudutaan aina luomaan uudestaan kun uudet arvot kirjoitetaan. Mittaustehtävien tuhoaminen tuo kuitenkin testiohjelmaan vikasietoisuutta. Jos tiedonkeruulaite menee viikatilaan silloin, kun siihen on luotu mittaustehtävä, pelkkä laitteen nollaaminen (engl. reset) ei riitä. Tällöin myös luotu mittaustehtävä on tuhottava. Tämä tarkoittaa, että luodun mittaustehtävän nimi täytyy tietää, jotta se saadaan tuhottua. Mittaustehtävän nimen selville saaminen voi olla ongelmallista, ja tästä johtuen myös tiedonkeruulaitteen toiminnallisuuden palauttaminen voi olla ongelmallista. Testiohjelmassa mittaustehtävien jatkuva luominen ja tuhoaminen ei aiheuta minkäänlaista ongelmaa, koska testiohjelmassa ei ole mitään aika-kriittistä.

6.2.2 Lukeminen NI USB 6525 -tiedonkeruulaitteen sisääntuloista

NI USB 6525 -tiedonkeruulaitteiden sisääntulojen arvoja voidaan lukea Read USB-6525 DI VI:llä, jonka parametrit ovat:

- lines: Laite/portti/linjat, esimerkiksi Dev1/port1/line1.
- error in: LabVIEW-virhekoodi.

Read USB-6525 DI VI:n paluuarvot ovat:

- data: sisääntulojen arvot.
- error out: LabVIEW-virhekoodi.

NI USB 6525 -tiedonkeruulaitteen arvot luetaan johdottamalla luettavat sisääntulot Read USB-6525 VI:n lines-parametriin. Sisääntulojen arvot on luettavissa VI:n data-paluuarvosta. Data-paluuarvo on taulukko, jonka koko on sama kuin lines-parametrin sisääntulojen määrä.

6.3 Viivakoodien lukeminen testiohjelmaan

Testausjärjestelmää varten asiakasliittimelle luotiin 2 uutta viivakoodia. Viivakoodit on luettava testiohjelmaan, jotta tiedetään mitä asiakasliittimen varianttia testataan. Alustusosiossa luetaan myös työhöjeen viivakoodi.

Kaikki viivakoodit luetaan testiohjelmaan TCT Read Barcode VI:llä. Tämä VI oli tehty jo aikaisemmin Sähkönjakeluautomaation Testaussuunnitteluosastolla. Muutamilla muutoksilla ja lisäyksillä VI:tä voitiin hyödyntää testiohjelmassa. TCT Read Barcode VI on kuvattu seuraavassa yksityiskohtaisesti, koska viivakoodien lukeminen on erittäin tärkeä osa testiohjelmaa.

TCT Read Barcode VI:n parametrit ovat:

- Found?: ei käytössä.
- Error Text: ei käytössä.
- Barcode length: luettavan viivakoodin pituus.
- Barcode pattern: Luettavan viivakoodin kaava. Esimerkiksi, jos parametri on [0-9][0-9], VI odottaa viivakoodissa olevan 2 numeroa.
- Caption Text: Ikkunassa näkyvä otsikkoteksti, kertoo mitä viivakoodia ollaan lukemassa. Esimerkiksi "Work Instruction Barcode" tai "Phoenix Part Number".
- error in: LabVIEW-virhekoodi.
- Enable Lid State Polling: aktivoidaanko testilaitteen luukun tilan pollaus.
- CANCEL Button Visible: näytetäänkö CANCEL-painike.

TCT Read Barcode VI:n paluuarvot ovat:

- SN Barcode: luettu viivakoodi.
- Lid Closed by User: sulkiko käyttäjä testilaitteen luukun.
- CANCEL: painoiko käyttäjä CANCEL-painiketta.
- error out: LabVIEW-virhekoodi.

TCT Read Barcode VI:ssa on 2 painiketta, "OK" ja "CANCEL". VI:n toiminta perustuu While-silmukan sisällä olevaan Event Structureen, joka on LabVIEW:stä löytyvä toiminto. Event Structureen voidaan määrittellä tapahtumia (engl. Event), joiden tapahtuessa VI suorittaa tietyn koodin. TCT Read Barcode VI:n Event Structureen on määritelty 3 tapahtumaa, jotka ovat:

- "OK":Value Change: OK-painikkeen arvo muuttuu, eli OK-painiketta on painettu.
- "CANCEL":Value Change: CANCEL -painikkeen arvo muuttuu, eli CANCEL-painiketta on painettu.
- Timeout: mitään ei tapahtunut.

Kun TCT Read Barcode VI:ia kutsutaan, se avautuu uuteen ikkunaan (**Kuvio 30.**) ja kenttä, johon viivakoodi luetaan, on automaattisesti aktiivinen.

Sähkönjakeluautomaation tuotannon viivakoodinlukijoihin on määritelty ENTER-merkki viivakoodinluvun jälkeen. Viivakoodinlukijasta tulee luettu viivakoodi ja "ENTER". TCT Read Barcode VI:n OK-painike on sidottu ENTER-merkkiin. Kun viivakoodista tulee ENTER-merkki, se painaa TCT Read Barcode VI:n OK-painiketta. Kun OK-painiketta on painettu, "OK":Value Change -tapahtuma suoritetaan. Tässä tapahtumassa VI tarkastaa onko viivakoodin pituus oikea ja onko viivakoodi kaavan mukainen. Jos viivakoodi on väärin, VI antaa virheilmoituksen ja siirtyy odottamaan uutta viivakoodia. Viivakoodin ollessa oikein VI sulkeutuu ja luettu viivakoodi kirjoitetaan SN Barcode -paluuarvoon.

CANCEL-painiketta painettaessa, "CANCEL":Value Change -tapahtuma suoritetaan. Tämä tapahtuma sulkee VI:n ja asettaa CANCEL-paluuarvoksi TRUE. Näin VI saadaan suljettua ilman viivakoodin lukemista.

Enable Lid State Polling -parametrin arvon ollessa TRUE, TCT Read Barcode VI tarkkailee testilaitteen luukun tilaa. Luukun tila luetaan Get Lid State VI:lla, joka käyttää Read USB 6525 DI VI:ia. Jos testilaitteen luukku avataan ja suljetaan, ja testilaitteen jälkimmäisessä pesässä on liitin, TCT Read Barcode VI sulkeutuu.

Jos VI sulkeutuu edellä mainituilla ehdoilla, Lid Closed by User -paluuarvoksi asetetaan TRUE.

6.4 Init-osio

Testiohjelman ensimmäinen tehtävä on alustaa testilaitte. Alustus tehdään TCT Init VI:lla, joka alustaa testilaitteen ja lukee työohjeen viivakoodin, jonka perusteella se hakee asiakasliittimen variantin parametrit.

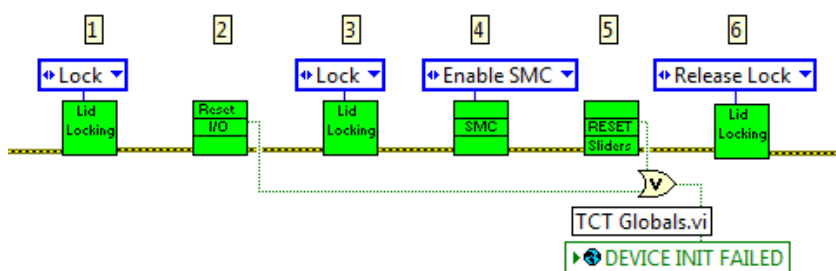
Kun TCT Init VI:ta kutsutaan, avautuu uusi ikkuna, jossa on vain edistymispalkki. Ensimmäisenä TCT Init VI luo lokitiedoston, joka on tavallinen tekstitiedosto. Jos lokitiedostoa ei onnistuta luomaan, testiohjelma antaa varoituksen. Tämän jälkeen tarkastetaan onko kaikki NI USB 6525 -tiedonkeruulaitteet toimintakunnossa.

Tiedonkeruulaitteiden tarkastus tehdään TCT Poll I/O VI:lla. Ensimmäisenä TCT Poll I/O VI nollaa tiedonkeruulaitteen DAQmx Reset Device.vi -funktiolla, joka tulee NI-DAQmx -ajuriohjelmiston mukana. Jos tiedonkeruulaite saadaan nollattua, siihen luodaan mittaustehtävä, joka tuhoetaan heti luonnin jälkeen. Näiden 3 operaation (Reset, Create Task, Clear Task) onnistuttua tiedonkeruulaite voidaan todeta toimivaksi. TCT Poll I/O VI käy kaikki tiedonkeruulaitteet läpi samalla tavalla. Jos jonkin NI USB 6525 -tiedonkeruulaitteen tarkastus ei mene läpi, testiohjelma antaa virheviestin ja sulkeutuu. Jos jokin tiedonkeruulaitteista ei toimi, asiakasliittimien testausta ei voida aloittaa.

Jos kaikki tiedonkeruulaitteet on todettu toimiviksi aloitetaan testilaitteen alustaminen. Laitteen alustaminen tapahtuu Kuviossa 29 kuvatulla tavalla.

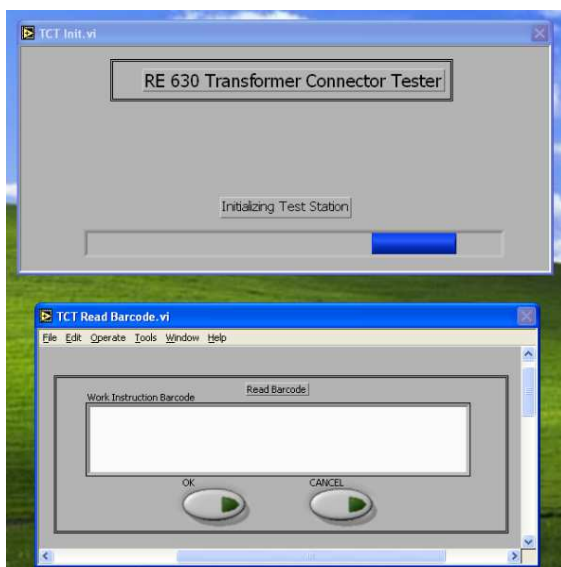
1. Lukitaan testilaitteen luokku Lid Locking VI:lla. Jos luokkua ei saada lukittua 3:ssa sekunnissa, Lid Locking VI palauttaa virheen.
2. Nollataan kaikkien NI USB 6525 -tiedonkeruulaitteiden kaikki uloslähdöt Reset I/O VI:lla.

3. Lukitaan testilaitteen luukku uudestaan, koska luukun lukko avautuu Reset I/O VI kutsussa. Tässä on otettu huomioon käyttäjän turvallisuus. Aina kun testilaite tekee jotain, luukku on lukossa.
4. Aktivoidaan sähköinen liukupöytä Enable/Disable SMC VI:lla. Tämä VI vapauttaa liukupöydän lukon ja Häätä/Seis -komennon, ja käynnistää liukupöydän sähkömoottorin luvussa 4.6.3 kuvatulla tavalla. Liukupöydän ohjauksyksikön SVRE-signaali, josta saadaan tieto onko sähkömoottori päällä, ei ole kytketty mihinkään tiedonkeruulaitteeseen. Tästä johtuen Enable/Disable SMC VI odottaa 2 sekuntia sähkömoottorin käynnistymistä, kuitenkin tietämättä onko sähkömoottori käynnistynyt.
5. Sähköiselle liukupöydälle annetaan Palaa Nollapisteeseen -komento Reset Sliders VI:lla. Komento annetaan luvussa 4.6.3 kuvatulla tavalla.
6. Avataan testilaitteen luukun lukko Lid Locking VI:lla.



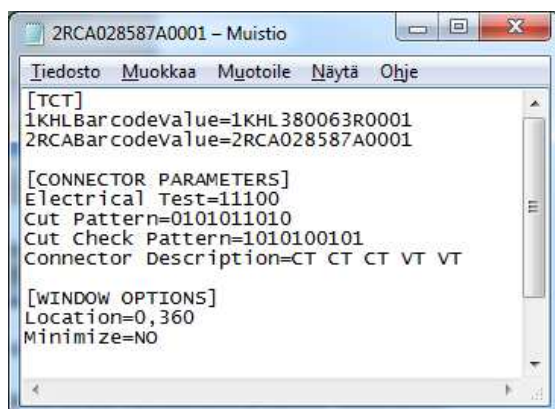
Kuvio 29. Testilaitteen alustus.

Testilaitteen alustuksen jälkeen tarkastetaan, tapahtuiko virheitä alustuksen aikana. Jos virheitä ei tapahtunut, luetaan asiakasliittimen työohjeen viivakoodi TCT Read Barcode VI:lla. Tässä kohtaa TCT Read Barcode VI:n Caption Text -kentässä lukee "Work Instruction Barcode" ja CANCEL-painike on näkyvillä (**Kuvio 30.**). Käyttäjä voi peruuttaa viivakoodin lukemisen CANCEL-painikkeella, jolloin testiohjelma sulkeutuu.



Kuvio 30. Työohjeen viivakoodin luku.

Viivakoodin lukemisen jälkeen luetaan asiakasliittimen parametrit tekstitiedostosta (**Kuvio 31.**). Asiakasliittimestä on 4 eri varianttia. Varianteilla on eri materiaalikoodi, joten tekstitiedostot on nimetty varianttien materiaalikoodien mukaan (2RCA028587A0001.txt, 2RCA028588A0001.txt, 2RCA028589A0001, 2RCA028590A0001.txt).



Kuvio 31. Asiakasliittimen parametrit tekstitiedostossa.

Tekstitiedosto luetaan TCT Read INI VI:lla, joka oli tehty jo aikaisemmin Sähköjarkeluautomaation Testaussuunnitteluosastolla. Pienillä muutoksilla ja lisäyksillä tätäkin VI:ta voitiin hyödyntää opinnäytetyössä.

TCT Read INI VI:lle annetaan parametreina tiedostopolku ja ryhmien nimet, joista arvoja halutaan lukea. Tässä tapauksessa ryhmien nimet ovat TCT ja CONNECTOR PARAMETERS (**Kuvio 31.**). TCT Read INI VI kutsuu TCT Read INI-File VI:ta, joka lukee tiedostosta asiakasliittimen parametrit. TCT Read INI-File VI:iin on määritelty luettavien asiakasliittimen parametrien nimet. Parametrien nimet näkyvät kuviossa 31 yhtä kuin -merkin vasemmalla puolella. Yhtä kuin -merkin oikealla puolella ovat parametrien arvot.

TCT Read INI VI palauttaa 2 paluuarvoa, joissa on luettujen parametrien arvot. Paluuarvot ovat tietorakenteeltaan Cluster-tyyppisiä. Asiakasliittimen parametrit tarkastetaan Validate Params VI:llä, joka tarkastaa etteivät parametrit ole tyhjiä. Jos Validate Params VI ei palauta virhettä, asiakasliittimen parametrit tallennetaan Clustereista globaaleihin muuttujiin. Testiohjelmassa voidaan käyttää globaaleja muuttujia tähän tarkoitukseen, koska asiakasliittimen parametrien arvot eivät muutu testiohjelman suorituksen aikana.

Parametrien lukemisen jälkeen luodaan Microsoft Excel -tiedosto testituloksille. Tiedosto luodaan TCT Create Result File VI:lla aikaleiman perusteella. VI kirjoittaa tiedostoon myös otsikkotiedot. Kun tiedosto on luotu, ohjataan jännite Omron-turvakytkimen merkkivalolle, joka palaa kun testilaitteen luukku on auki.

Jos TCT Init VI:n suoritus tapahtuu ilman virheitä, testiohjelma kutsuu TCT Testing VI:ta.

6.5 Test-osio

Testiohjelman TEST-osiossa (TCT Testing VI) tapahtuu asiakasliittimien testaus, koodaus ja testitulosten tallennus. Testiohjelman suoritus pysyy tässä osiossa niin kauan kuin liittimiä testataan.

6.5.1 Test-osion alustus

Ensimmäisenä TEST-osiossa luodaan jono asiakasliittimen sarjanumeroille (tästä eteenpäin Serial Numbers -jono). Jonoon tallennetaan myös tieto siitä, mille riville asiakasliittimen testitulokset tallennetaan testitulostiedostoon. Tulosrivin numero

on sidottu asiakasliittimen sarjanumeroon. Jonon luonnin jälkeen alustetaan tulos- ja virhemuuttujat, ja asetetaan edistymispalkit pois näkyvistä. EXIT-painike asetetaan näkyville.

6.5.2 Testisilmukan alkuosa

Alustusten jälkeen TCT Testing VI:n suoritus etenee WHILE-silmukkaan, jossa se pysyy niin kauan kuin asiakasliittimiä testataan. Tätä silmukkaa kutsutaan testisilmukaksi. Seuraavassa kuvattu testisilmukan suoritus on yleinen kuvaus testisilmukan yhdestä suorituskerrasta.

Testisilmukka aloitetaan kutsumalla TCT Read Barcode VI:ta, jolloin avautuu uusi ikkuna viivakoodille. Tässä kohtaa TCT Read Barcode VI:n CANCEL-painike ei ole näkyvillä, ja Enable Lid State Polling -parametri asetetaan arvoon TRUE. Tämä on testiohjelman IDLE-tila (LIITE 4), eli testiohjelma odottaa jotain tapahtuvan. Asiakasliittimen testausprosessi määrittelee, että tässä vaiheessa testiohjelmaan täytyy lukea asiakasliittimen osanumerotarran viivakoodi. Tällöin TCT Read Barcode VI:n Caption Text -kentässä lukee "Phoenix Part Number".

Testaaja eli testilaitteen käyttäjä, lukee viivakoodin käsilukijalla testiohjelmaan tai sulkee testilaitteen kannen, jolloin testilaitteen pesässä 2 on oltava asiakasliitin. Testaaja voi tässä vaiheessa myös painaa EXIT-painiketta, jolloin testiohjelma sulkeutuu.

Kun TCT Read Barcode VI sulkeutuu, poistetaan testisilmukan edellisen suorituskerran tulokset näytöltä ja nollataan globaalit muuttujat, joita tarvitaan testisilmukan jokaisella suorituskerralla. Nämä tehdään IDLE-tilan jälkeen, koska testisilmukan edellisen suorituskerran testitulokset näkyvät ruudulla IDLE-tilassa. Seuraavaksi tutkitaan onko EXIT-painiketta painettu. Jos ei ole, EXIT-painike asetetaan pois näkyvistä, ja edetään asiakasliittimien testaukseen.

Jos TCT Read Barcode VI:n Lid Closed by User -paluuarvo on FALSE, testiohjelmaa odottaa testilaitteen luukun avaamista ja sulkemista. Jos paluuarvo on TRUE, luukku on jo suljettu, eikä sitä tarvitse odottaa. Kun luukku on kiinni, se lukitaan.

Luukun lukitsemisen jälkeen tutkitaan missä testilaitteen pesissä on asiakasliittimet. Tämä tehdään Check Nests VI:lla, jonka Connectors in Place -paluuarvo viittaa asiakasliittimien määrään testilaitteessa seuraavasti:

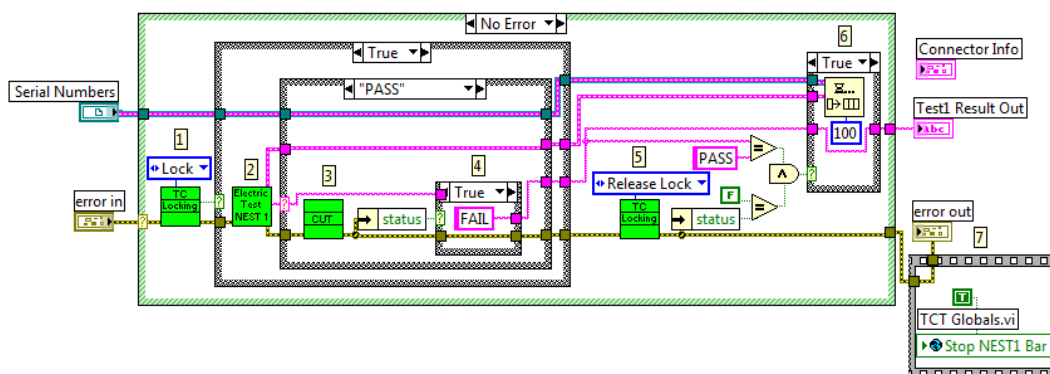
- 0: ei asiakasliittimiä testilaitteessa.
- 1: asiakasliitin testilaitteen pesässä 1.
- 2: asiakasliitin testilaitteen pesässä 2.
- 3: asiakasliittimet testilaitteen molemmissa pesissä.

Kun paluuarvo on saatu, tutkitaan mitkä pesät aloittavat testauksen. Pesä 1 aloittaa testauksen, jos pesässä 1 on asiakasliitin, ja osanumerotarrasta luettu viivakoodi, vastaa alustusvaiheessa tekstitiedostosta luettua parametria 1KHLBarcodeValue. Pesä 2 aloittaa testauksen, jos pesässä 2 on liitin. Testilaitteen pesien edistymispalkit asetetaan näkyviin samoilla ehdoilla.

Testilaitteen pesät toimivat omina kokonaisuuksinaan. Pesät voivat ajaa testejänsä samaan aikaan tai yksinään. Asiakasliittimen täytyy kuitenkin läpäistä pesän 1 testit, ennen kuin se voidaan testata pesässä 2.

6.5.3 Testilaitteen Pesä 1

Pesän 1 testit suoritetaan kutsumalla RUN NEST1 VI:ta (**Kuvio 32.**). Jos pesä 1 testaa yksin asiakasliittimien Serial Numbers -jono tyhjätyään (Flush Queue).



Kuvio 32. Run NEST1 VI.

Aina kun Run NEST1 VI:ta kutsutaan, asetetaan pesän 1 edistymispalkki näkyville. Ensimmäisenä Run NEST1 VI kutsuu Connector Locking VI:ta, joka lukitsee asiakasliittimen testilaitteen pesään 1. Jos asiakasliitintä ei saa lukittua, testi loppuu ja tuloksena on FAIL.

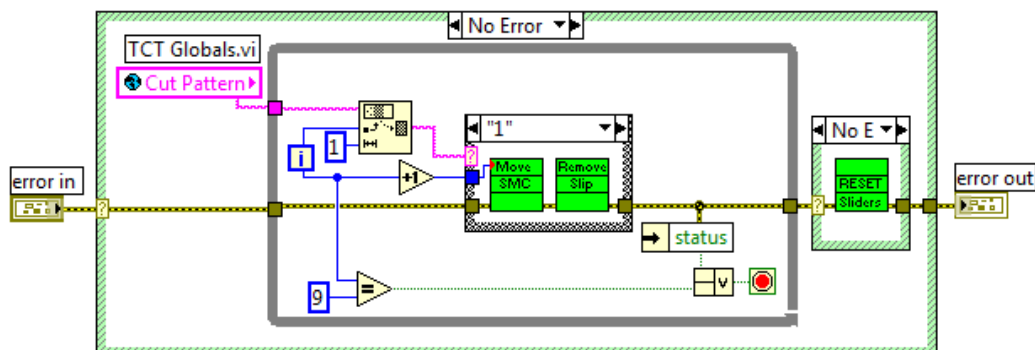
Lukituksen onnistuessa kutsutaan Electrical Test NEST1 VI:ta, joka lukee asiakasliittimen materiaalikooditarran viivakoodin ja testaa asiakasliittimen johdinparien oikosulut.

Viivakoodi luetaan TCT Read Barcode VI:lla. Kun viivakoodille tarkoitettu ikkuna on avautunut, testilaitteen sisällä olevan viivakoodinlukijan, joka on pesän 1 vieressä, edestä poistetaan näköeste. Viivakoodista saadaan asiakasliittimen materiaalikoodi ja sarjanumero. Kun viivakoodi on luettu, siirretään lukijan näköeste takasin paikalleen. Jos molemmat pesät testaavat samaan aikaan, Pesä 2 odottaa tässä vaiheessa NEST1 Barcode Ready -globaalin muuttujan TRUE arvoa. Pesä 2 odottaa, että pesän 1 viivakoodinluku on valmis. Joten viivakoodin lukemisen jälkeen kirjoitetaan TRUE NEST1 Barcode Ready -globaaliin muuttujaan. Viivakoodista luettu materiaalikoodi tarkastetaan, että se vastaa tekstitiedostosta luettua parametria 2RCABarcodeValue. Sarjanumero tallennetaan globaaliin muuttujaan, josta TCT Testing VI lukee sen näytölle. Jos materiaalikoodi on oikein, testataan asiakasliittimen johdinparien oikosulut.

Oikosulut testataan luvussa 4.4.1 kuvatulla tavalla. Read USB-6525 DI VI:lla saadaan taulukko, jossa on pesän 1 sähköiseen testaukseen käytetyn NI USB 6526 -tiedonkeruulaitteen sisääntulojen arvot. Taulukon arvoja verrataan alustusosiossa tekstitiedostosta luettuun Electrical Test -parametriin, joka kertoo johdinparien oikosulut. Esimerkiksi arvo "11100" kertoo, että 3 ensimmäistä johdinparia on oikosulussa ja 2 viimeistä ei. Testin jälkeen tulokset tallennetaan Excel-tiedostoon Save Test Result VI:lla.

Jos Electrical Test NEST1 VI:n suoritus on mennyt läpi ilman virheitä, ja asiakasliittimen sähköisen testin tulos on PASS, asiakasliittimen koodauspinnit poistetaan. Koodauspinnit poistetaan kutsumalla Cut Connector VI:ta, joka poistaa koo-

dauspinnit tekstitiedostosta luetun Cut Pattern -parametrin perusteella (**Kuvio 33.**).



Kuvio 33. Cut Connector VI.

Cut Pattern -parametri on merkkijono, jossa on 1:iä ja 0:ia. 1 tarkoittaa, että koodauspinni poistetaan ja 0 tarkoittaa, että koodauspinniä ei poisteta. 1:set on sijoitettu niille paikoille parametriin, joista asiakasliittimen kohdista poistetaan koodauspinni. Esimerkiksi Cut Pattern -parametrin arvo "0101011010" tarkoittaa, että asiakasliittimen kohdista 2,4,6,7 ja 9 poistetaan koodauspinni. Parametri, luettuna vasemmalta oikealla, vastaa asiakasliittimen paikkoja 1–10.

Cut Connector VI lukee Cut Pattern -parametrissa 1:en merkin kerrallaan. Jos merkki on 1, se siirtää sähköisen liukupöydän sen koodauspinnan luo, mistä paikasta merkki 1 parametrissa tuli. Jos parametrin ensimmäinen merkki on 1, liukupöytä siirtyy asiakasliittimen paikkaan 1. Liukupöytää, johon koodauspinnien poiston tekevä tarttuja on kiinnitetty, siirretään Move SMC to Slot VI:lla, joka antaa liukupöydälle "Aseointi"-käskyn (Positioning Operation). Move SMC to Slot VI:lle annetaan parametrina paikan numero, johon se siirtää liukupöydän. Asiakasliittimen koodauspinnien etäisyydet on määritelty liukupöydän ohjasyksikköön. Parametrilla 1 Move SMC to Slot VI siirtää liukupöydän asiakasliittimen koodauspinnan 1 taakse. "Aseointi"-käskyn jälkeen, Move SMC to Slot VI odottaa, että liukupöydän INP-signaali tulee arvoon 1.

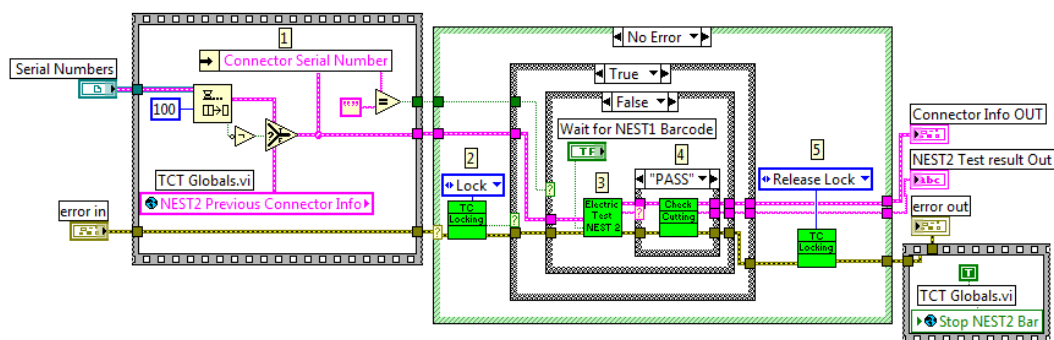
Kun liukupöytä on siirretty, poistetaan asiakasliittimen koodauspinni Remove Slip VI:lla. Tarttujaa ohjaavissa ilmanpainesylintereissä, niin kuin kaikissa muissakin,

on tunnistimet, joista voidaan lukea milloin tarttuja on saavuttanut tietyn asennon. Remove Slip VI ohjaa tarttujan eteen, kiinni, taakse ja auki. Näin tarttuja vetää koodauspinnin irti liittimestä. Tämä toistetaan 2 kertaa jokaisen koodauspinnin kohdalla. Kun poistoliike on toistettu 2 kertaa, tarttuja tekee vielä kiinni-auki -liikkeen, jolla varmistetaan, ettei koodauspinnit jää kiinni tarttujaan. Kun Cut Pattern -parametri on käyty kokonaisuudessaan läpi, liukupöytä siirretään nollapisteeseen Reset Sliders VI:lla. Liukupöytää ohjaavat VI:t tarkastavat aina, että tarttuja on vedetty taakse, ennen kuin ne liikuttavat liukupöytää.

Kun Cut Connector VI on suoritettu, avataan pesän 1 asiakasliittimen lukituslappi. Lopuksi tarkastetaan tapahtuiko koodauspinnien poistossa virheitä. Jos virheitä ei tapahtunut, ja sähköisen testin tulos on PASS, asiakasliittimen sarjanumero tallennetaan Serial Numbers -jonoon. Lopuksi pysäytetään pesän 1 edistymispalkki.

6.5.4 Testilaitteen Pesä 2

Testilaitteen pesän 2 testit suorittaa Run NEST2 VI (**Kuvio 34.**).



Kuvio 34. Run NEST2 VI.

Aina kun Run NEST2 VI:ta kutsutaan, asetetaan pesän 2 edistymispalkki näkyville. Run NEST2 VI tarkastaa, löytyykö Serial Numbers -jonosta sarjanumero. Jos ei löydy, tutkitaan sisältääkö NEST2 Previous Connector Info -globaali muuttuja sarjanumeroa. Tämän globaalin muuttujan tarkoitus on kuvattu tarkemmin luvussa 6.5.5.

Asiakasliitin lukitaan testilaitteen pesään 2. Jos asiakasliittimelle ei löytynyt sarjanumeroa, ja testilaitteen pesässä 2 on asiakasliitin, testiohjelma antaa virhevi-

tin. Virheviesti kertoo, että pesässä 2 olevalle asiakasliittimelle ei ole suoritettu pesän 1 testejä. Jos asiakasliittimelle löytyi sarjanumero, kutsutaan Electrical Test NEST2 VI:ta.

Electrical Test NEST2 VI testaa asiakasliittimen johdinparien oikosulut. Electrical Test NEST2 VI:n toiminta on sama kuin Electrical Test NEST1 VI:n muutamaa lisäystä lukuun ottamatta. Electrical Test NEST2 tarkastaa, vastaako Serial Numbers -jonosta saatu sarjanumero pesässä 2 olevan asiakasliittimen materiaalikooditarran sarjanumeroa. Jos Electrical Test NEST2 VI:n Wait for NEST1 Barcode -parametrin arvo on TRUE, täytyy odottaa, että pesän 1 viivakoodinluku on valmis. Wait for NEST1 Barcode -parametrin arvo on TRUE silloin, kun molemmat testilaitteen pesät testaavat. Kun materiaalikooditarran viivakoodi on luettu, ja tarhasta saatu sarjanumero vastaa, Serial Numbers -jonosta saatua sarjanumeroa, testataan asiakasliittimen johdinparien oikosulut. Testin jälkeen tulos tallennetaan Excel -tiedostoon.

Jos johdinparien oikosulkujen testin tulos on PASS, tarkastetaan koodauspinnien poiston tulos. Tämä tehdään kutsumalla Check Cutting VI:ta. Paikallaan olevat koodauspinnit saadaan selville luvussa 4.4.3 kuvatulla tavalla. Read Pins 3 VI, joka kutsuu Read USB-6525 DI VI:ta, palauttaa taulukon, jonka arvoja verrataan tekstitiedostosta luettuun Cut Check -parametriin. Esimerkiksi Cut Check -parametrin arvo "1010100101" kertoo, että asiakasliittimen paikoissa 1,3,5,8 ja 10 on koodauspinni paikallaan. Testin jälkeen tulos tallennetaan Excel-tiedostoon. Lopuksi pysäytetään pesän 2 edistymispalkki.

6.5.5 Testisilmukan loppuosa

Kun molempien pesien testit on suoritettu, pesien edistymispalkit otetaan pois näkyvistä. Jos molempien pesien testien suoritus on edennyt ilman virheitä, TCT Testing VI tutkii pesien testien tuloksia. Pesän 2 asiakasliitin lukitaan pesään 2 uudelleen, jos pesän 2 testituloksia on PASS ja pesän 1 testituloksia on FAIL (LIITE 3). Tällöin pesän 2 asiakasliittimen tiedot tallennetaan NEST2 Previous Connector Info -globaalin muuttujaan, koska se testataan uudestaan testisilmukan seuraavalla suorituskerralla. Uudelleen lukitseminen tehdään sen takia, ettei testaaaja epä-

huomiossa laita asiakasliitintä, jonka testit eivät menneet läpi valmiiden asiakasliittimien joukkoon.

Kun testien tulokset on tutkittu, näytetään testien tulokset näytöllä. Tämä tehdään Show NEST1 Result- ja Show NEST2 Result VI:lla. Testille on 3 eri tulosta ja ne näkyvät ruudulla seuraavasti:

- PASS: Testi läpi. Tuloksentä, jossa teksti PASS muuttuu vihreäksi.
- FAIL: Testi ei läpi. Tuloksentä, jossa teksti FAIL muuttuu punaiseksi ja vilkkuu. Käyttöliittymään tulee näkyviin uusi kenttä, jossa on kuvaus miksi testi ei mennyt läpi.
- SYSTEM ERROR: Virhe testin suorituksen aikana. Tuloksentä, jossa teksti SYSTEM ERROR muuttuu punaiseksi ja vilkkuu.

Testisilmukan lopussa kutsutaan Check Device Status VI:ta, joka tutkii testien aikana tapahtuneet virheet. Ensimmäisenä tutkitaan LabVIEW:n omat virheviestit. Tällaisia virheviestejä voi olla esimerkiksi ilmoitus siitä, että LabVIEW ei saanut kirjoitettua arvoja NI USB 6525 -tiedonkeruulaitteelle, tai sarjanumeroa ei saatu lisättyä Serial Numbers -jonoon. Jos LabVIEW-virhe eli virhe, jolla LabVIEW:n oma virhekuvaus on tapahtunut, virhekuvaus näytetään näytöllä ja testaajaa kehoitetaan hylkäämään liitin. Tällaisessa tilanteessa testin tulos on SYSTEM ERROR.

LabVIEW:n omien virheiden jälkeen tutkitaan laitteistovirheet. Kaikissa testilaitteen ilmanpainesylintereissä on tunnistimet. Tunnistimista saadaan tietoa siitä, missä asennossa jokin testilaitteen mekaaninen komponentti on. Esimerkiksi pesän 1 sähköisen testauksen pinneille on tunnistimet nimeltä "Pinnit 1 Work" ja "Pinnit 1 Home". Jos jokin mekaaninen komponentti ei 3:n sekunnin sisällä saavuta tavoiteltua tilaa, testiohjelma kirjoittaa virhekuvaus globaaliin Device Errors - taulukkoon. Tällaisia virhekuvaus ovat:

- LID LOCKING: virhe testilaitteen luukun lukon käsittelyssä.
- CONNECTOR LOCKING1: virhe pesän 1 asiakasliittimen lukitsemisessa.

- CONNECTOR LOCKING2: virhe pesän 2 asiakasliittimen lukitsemisessa.
- PINS1: virhe pesän 1 sähköisen testauksen neulojen siirrossa.
- PINS2: virhe pesän 2 sähköisen testauksen neulojen siirrossa.
- PINS3: virhe koodauspinnien poiston tarkastukseen neulojen siirrossa.
- SMC: virhe sähköisen liukupöydän siirrossa.
- CUTTER: virhe tarttujan käsittelyssä.

Check Device Status VI käy läpi Device Errors -taulukon. Jos taulukosta löytyy jokin yllä mainituista virhekuvauksista, Check Device Status VI tutkii virheen antanutta mekaanista komponenttia. Jos esimerkiksi PINS1-virhe löytyy Device Errors -taulukosta, Check Device Status VI yrittää nostaa ja laskea pesän 1 sähköisen testauksen neulat. Virheen antanutta mekaanista komponenttia käytetään aina ON ja OFF, tai HOME ja WORK, tiloissa. Jos komponentti toimii tässä vaiheessa kuten pitää, eli virhe ei enää ilmennyt, Check Device Status VI sulkeutuu. Testin tulos on tässä vaiheessa SYSTEM ERROR. Jos virhettä ei saada korjattua, eli mekaaninen komponentti ei toimi kuten pitäisi, Check Device VI kirjoittaa näytölle virheilmoituksen. Virheilmoitus kertoo, mikä mekaaninen komponentti aiheutti virheen. Tämän jälkeen testiohjelma sulkeutuu, koska asiakasliittimiä ei voida testata, jos jokin mekaaninen komponentti ei toimi. Check Device Status VI kirjoittaa kaikki virheet loki-tiedostoon. Jos virheitä ei tapahtunut testien aikana, Check Device Status VI ei tee mitään.

Check Device Status VI:n jälkeen avataan testilaitteen luukun lukko. Viimeisenä testisilmukassa asetetaan EXIT-painike näkyville, minkä jälkeen testiohjelman suoritus etenee testisilmukan seuraavan suorituskerran alkuun, eli IDLE-tilaan.

6.6 Close-osio

Testilaitte suljetaan hallitusti TCT Close VI:lla. Aina kun testiohjelma suljetaan, tai se sulkeutuu itsestään jonkin virheen takia, suoritetaan TCT Close VI.

Kun TCT Close VI:ta kutsutaan, avautuu uusi ikkuna, jossa on vain edistymispalkki. Testiohjelman lopetusosio aloitetaan lukitsemalla testilaitteen luukku, jon-

ka jälkeen tutkitaan onko ohjelman suorituksen aikana ilmennyt laitteistovirheitä. Tämä saadaan tietää Device Failure -muutujasta, joka on TCT Close VI:n parametri. Jos testiohjelman suorituksen aikana ei ole ilmennyt laitteistovirheitä, annetaan sähköiselle liukupöydälle Palaa Nollapisteeseen -käsky. Käskyä ei suoriteta, jos testiohjelma on sulkeutumassa laitteistovirheen takia. Tämä siksi, että sähköisen liukupöydän siirtämä tarttuja on voinut jäädä työnnetyksi eteen-asentoon. Jos liukupöytää siirretään tarttujan ollessa eteen-asennossa, ja testilaitteen pesässä on asiakasliitin, laitteisto voi vaurioitua. Riippumatta siitä, onko sähköinen liukupöytä nollapisteessä, se kytketään pois päältä Enable/Disable SMC VI:lla. Seuraavaksi nollataan kaikkien NI USB 6525 -tiedonkeruulaitteiden kaikki uloslähdöt ja avataan testilaitteen luukun lukko. Viimeisenä tarkastetaan, onko testilaitteen sisällä jäänyt asiakasliittimiä. Jos testilaitteessa on asiakasliittimiä, avautuu uusi ikkuna, jossa on Connectors Locked- ja OK-painikkeet. Asiakasliittimien ollessa lukittuna testilaitteen sisällä, eli asiakasliittimiä ei saa poistettua testilaitteen sisältä, käyttäjä voi painaa Connectors Locked -painiketta. Jos käyttäjä painaa OK-painiketta, testiohjelma tarkastaa uudestaan, poistettiinkö asiakasliittimet testilaitteesta. Kun asiakasliittimet on poistettu testilaitteen sisältä, tai käyttäjä on painanut Connectors Locked -painiketta, testiohjelma sulkeutuu.

7 JÄRJESTELMÄN TESTAUS

Pyysimme ABB Oy Sähkönjakeluautomaation tuotannosta työntekijää testaamaan 120 kappaletta asiakasliittimiä testilaitteella. 120 kappaleen sarjassa oli 30 kappaletta jokaista asiakasliittimen varianttia.

Lyhyen ohjeistuksen jälkeen työntekijä ymmärsi, kuinka testilaitetta tulee käyttää ja kuinka asiakasliittimiä kierrätetään testilaitteessa. Tämä oli ensimmäinen huomio siitä, että testijärjestelmästä onnistuttiin tekemään yksinkertainen.

120 kappaleen sarjasta yhden asiakasliittimen koodauspinnit oli poistettu väärin. Tästä asiakasliittimestä oli 1 koodauspinni jäänyt poistamatta. Kuitenkin tulos koodauspinnien poiston osalta oli erittäin hyvä. Testilaitte poisti kokonaisuudessaan 600 (120 x 5) koodauspinniä, joista 1 jäi poistamatta. Kun tämä sama asiakasliitin, josta koodauspinni jäi poistamatta, testattiin uudelleen, testit menivät läpi.

6:n asiakasliittimen materiaalikooditarran viivakoodia testilaitte ei saanut luettua. Oli kuitenkin odotettavissa, että viivakoodien lukemisessa saattaa tulla ongelmia. Materiaalikooditarran viivakoodin lukeminen vaatii, että tarra on liimattu juuri oikeaan kohtaan asiakasliittimessä. Valaistus on myös tärkeä tekijä viivakoodin lukemisessa. Laitoimme erillisen lampun osoittamaan suoraan viivakoodeja, mutta siitä huolimatta niitä jäi lukematta. Tulos on kuitenkin kokonaisuutta ajatellen hyvä.

4:n asiakasliittimen kohdalla pesän 1 viivakoodinlukija luki materiaalikoodin tarran viivakoodin 2 kertaa. Tästä johtuen sama viivakoodi tulee luetuksi molempiin pesiin, jos testilaitteen pesät testaavat samaan aikaan. Tämä aiheuttaa virheen testilaitteen pesässä 2, koska asiakasliittimen sarjanumero on tällöin väärä.

Testauksen tulokset olivat kuitenkin kokonaisuudessaan erittäin hyvät. 120 kappaleen sarjasta vain 11 asiakasliittintä ei mennyt ensimmäisellä kerralla testeistä läpi. Ensimmäisen testauskerran läpimenoprosentti oli yli 90.

8 YHTEENVETO

Opinnäytetyössä suunniteltiin ja toteutettiin testausjärjestelmä RELION 630 -sarjan suojaaleen muuntajamoduulin asiakasliittimille. Testausjärjestelmä toteuttaa kaikki sille asetetut vaatimukset ja se tullaan ottamaan käyttöön ABB OY Sähköjakeluautomaation tuotannossa.

Kokonaisen testausjärjestelmän kehittäminen oli laaja kokonaisuus. Työ eteni kuitenkin koko ajan, eikä minkäänlaisia ylitsepääsemättömiltä tuntuvia ongelmia esiintynyt. Työssä oli paljon uusia asioita, joista on varmasti hyötyä tulevaisuudessa. Varsinkin testilaitteen mekaniikan käsittely LabVIEW:lla, ja LabVIEW:iin tutustuminen, antoi paljon ymmärrystä tuotannon testausjärjestelmistä yleisellä tasolla.

Tämä opinnäytetyö on ohjelmointityö, jonka tärkein tarkoitus oli testiohjelman toteutus. Olen suuntautunut opinnoissani sulautettuihin järjestelmiin ja ohjelmistotekniikkaan, joten opinnäytetyö tukee hyvin opintojani.

LÄHTEET

- /1/ ABB Oy 2011. 630 series Technical Presentation. Yleinen koulutusmateriaali.
- /2/ ABB Oy 2011. ABB 630 Series - Relion. Viitattu 24.6.2011.
<http://www.abb.com/product/us/9AAF401104.aspx>
- /3/ ABB Oy 2011. ABB Lyhyesti, Historia. Viitattu 10.6.2011.
<http://www.abb.fi/cawp/fiabb251/4c7fb86040626fd9c2256b2000427c68.aspx>
- /4/ ABB Oy 2011. ABB Lyhyesti, Ydinliiketoiminnat. Viitattu 10.6.2011.
<http://www.abb.fi/cawp/fiabb251/5b3b47abc1e9e75dc2256b20003f96db.aspx?v=ED92&leftdb=global/fiabb/fiabb251.nsf&e=fi&leftmi=b69958d6e9604a20c2256b3a00455105>
- /5/ Ahonen, T. 2009. Medium Voltage Products, Finland. General Presentation. Julkaisematon esitysmateriaali ABB:n sisäiseen käyttöön.
- /6/ Elkome Online 2011. Advantech ARK-3440. Viitattu 23.9.2011.
http://www.elkome.fi/verkkokauppa/product_info.php?cPath=150_176&products_id=1662
- /7/ KL Mechanics 2011. Yritys. Viitattu 23.9.2011.
<http://www.klmechanics.fi/>
- /8/ National Instruments 2011. NI - DAQmx Measurement Services Software. Viitattu 20.10.2011. <http://www.ni.com/dataacquisition/nidaqmx.htm>
- /9/ National Instruments 2011. User Guide and Specifications NI USB-6525. Viitattu 23.9.2011. <http://www.ni.com/pdf/manuals/371818b.pdf>
- /10/ National Instruments 2011. What Is NI LabVIEW? Viitattu 20.10.2011.
<http://www.ni.com/labview/whatis/>
- /11/ SMC 2011. Electric Slide Table Series LES. Viitattu 30.9.2011.
http://www.smclv.lv/failai/les_eu.pdf
- /12/ SMC Corporation of America 2011. Electric linear slide actuator. Viitattu 30.9.2011. <http://www.directindustry.com/prod/smc-corporation-of-america/electric-linear-slide-actuators-15143-571580.html>

630 series: TRM/AIM (Phoenix)-liittimen koodaus: 1KHL380066R0001



Tarkasta, että numerointi on asennettu kuvan mukaisesti omaan uraansa.

Tarkasta, että nuolella merkityllä alueella on alla olevan kuvan mukainen kuvio

DDDDDDDDDD



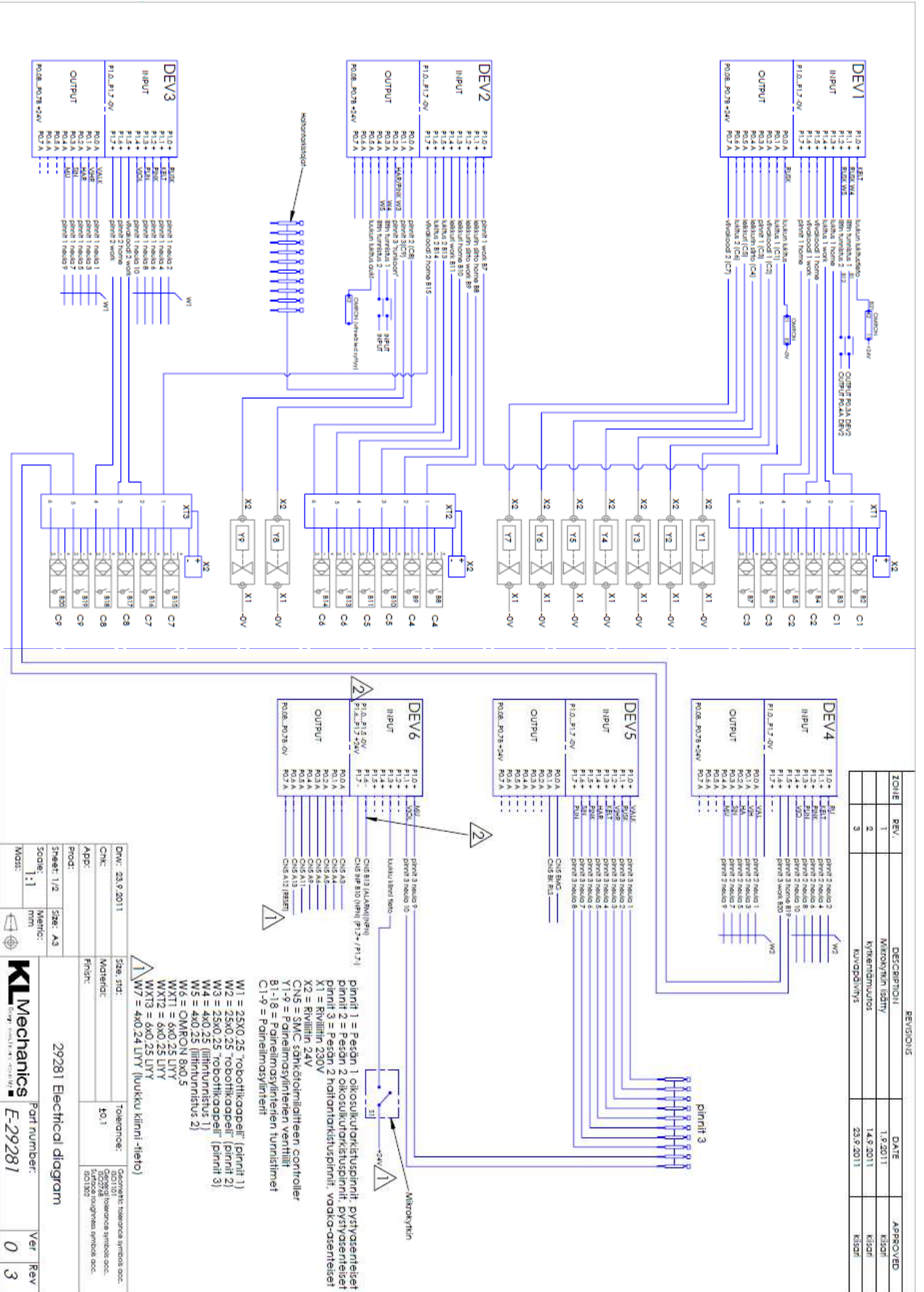
Tarkasta, että numero liittimen kyljessä vastaa ohjeen numeroa **1KHL380066R0001**.



Poista koodauspalat kuvan mukaisesti sivuleikkureilla tai muulla tarkoitukseen sopivalla työkalulla.

HUOM:

Mikäli väärä koodauspala irtoaa on liitin romutettava eikä sitä saa toimittaa eteenpäin



ZONE	REV.	DESCRIPTION	DATE	APPROVED
1	1	Mikrotyökin isäntä	1.9.2011	KISSA
2	2	KYRÄNÄMÄN	14.9.2011	KISSA
3	3	KUOPPIOVAI	23.9.2011	KISSA

29281 Electrical diagram

Part number: **E-29281**

Ver Rev: **0 3**

Scale: 1:1

Sheet: 1/2

Size: A3

Metric: mm

Appr. Finish:

DWG: 23.9.2011

CHK: Mänttinen

Appr. Finish:

Geometric tolerance symbols: ISO 1101

Surface texture symbols: ISO 1357

Surface roughness symbols: ISO 1358

Tolerance: ±0.1

29281 Electrical diagram

- W1 = 25X0.25 "robottikappeli" (päänti 1)
- W2 = 25X0.25 "robottikappeli" (päänti 2)
- W3 = 25X0.25 "robottikappeli" (päänti 3)
- W4 = 4X0.25 (liittimistöus 1)
- W5 = 4X0.25 (liittimistöus 2)
- W6 = OMRON 8X0.5
- WXT1 = 6X0.25 LVY
- WXT2 = 6X0.25 LVY
- WXT3 = 6X0.25 LVY
- W7 = 4X0.24 LVY (huuku kiinni -fiesto)
- C1 = Paimelmasylinteri
- C2 = Paimelmasylinteri
- C3 = Paimelmasylinteri
- C4 = Paimelmasylinteri
- C5 = Paimelmasylinteri
- C6 = Paimelmasylinteri
- C7 = Paimelmasylinteri
- C8 = Paimelmasylinteri
- C9 = Paimelmasylinteri

