



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU  
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Jere Tikkanen

# 615-LOPPUKOESTUKSEN PÄIVITYS RELION-ALUSTALLE

Tekniikka  
2020

## TIIVISTELMÄ

Tekijä	Jere Tikkanen
Opinnäytetyön nimi	615 LOPPUKOESTUKSEN PÄIVITYS RELION ALUS- TALLE
Vuosi	2020
Kieli	suomi
Sivumäärä	43 + 9 liitettä
Ohjaaja	Mikko Västi

---

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli muokata RELION-alusta, adapteri sekä ohjelmistot toimimaan 615-tuotteelle ABB Oy Distribution Solutions-yksikölle. Järjestelmälle olisi tarvetta, sillä se lisää tarkkuutta ja lisääisi testikapasiteettia 615 tuotteita valmistavilla tehtailla.

Testijärjestelmässä on käytetty elektroniikkaa, tietotekniikkaa ja mekaniikkaa. Opinnäytetyö on suurimmaksi osaksi tietotekniikkaa ja LabView G-kielellä suoritettua testiohjelman luomista ja muokkausta. Testiohjelman ja mekaniikan muokaus toimivan kokonaisuuden muodostamiseksi 615-releen lopputestaukselle RELION-alustalla.

Lopputuloksena saatiin testattua 615-releen kortti kohtaiset testit RELION-alustalla.

VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU  
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES  
Sähkötekniikka

## ABSTRACT

Author	Jere Tikkanen
Title	Upgrading of 615 final testing to RELION platform
Year	2020
Language	Finnish
Pages	43 + 9 Appendices
Name of Supervisor	Mikko Västi

---

The aim of this thesis was to modify the RELION 630/620 test station, -adapter and software to work with the 615-product for ABB Oy Distribution Solutions. There is a need for the system as it increases the reliability of the tests and test capacity worldwide.

The test system uses electronics, information technology and mechanics. The thesis mostly deals with information technology and focuses on the creation and editing of a test programs in the LabView G language. Modification to the test program and mechanics permits testing of the 615-relay on RELION-platform

As a result, the card-specific tests of the 615 relay were tested at the RELION-test station.

---

Keywords                      LabView, 615, test station

# SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

KUVALUETTELO

KÄYTETYT LYHENTEET

LIITELUETTELO

1	JOHDANTO .....	10
1.1	ABB Oy .....	10
1.1.1	ABB Oy Distribution Solutions.....	10
1.2	Työn tavoite .....	10
2	TUOTEESITTELY .....	11
2.1	Tuoteperheet .....	11
2.2	Komponentit .....	13
2.2.1	Kortit ja komponentit .....	13
3	RELEIDEN TESTAUSPROSESSI.....	15
3.1	Testausprosessin toiminta.....	15
3.1.1	INIT-alustusosio .....	16
3.1.2	TEST-testausosio .....	17
3.1.3	CLOSE-lopetusosio .....	18
3.2	Moduulitestaus .....	18
3.2.1	AIM-testaus .....	20
3.2.2	BIO-testaus .....	23
3.2.3	PSM-testaus .....	24
3.2.4	COM-testaus .....	25
4	TESTILAITTEISTO .....	28
4.1	Mittalaitteet ja teholähteet .....	28
4.1.1	NI-USB6525 .....	28

4.1.2	Keysight E3649A.....	29
4.1.3	Agilent 6645A .....	29
4.1.4	TDK-Lambda GEN 300-25.....	29
4.1.5	Omicron CMC256 .....	29
4.1.6	Agilent 3458A(DMM) .....	29
4.2	Testiadapteri.....	30
5	MEKAANISET MUUTOKSET .....	32
5.1	Sovituskappale 615 releelle 620-adapteriin.....	32
5.2	DMM-johdotuksen toteutus.....	34
6	KOODIN TOTEUTUS.....	35
6.1	LabView-ohjelmointiympäristö.....	35
6.2	620 -> 615-koodimuutokset.....	36
6.3	DMM-ohjauksen toteutus .....	38
6.3.1	DMM VI:n toiminta.....	39
7	RELEEN TESTAUS MUOKATULLA KOESTUSLAITTESITOLLA .....	40
7.1	Testauksen kulku.....	41
7.2	Tulokset .....	41
8	YHTEENVETO .....	43
8.1	Työn kulku.....	43
8.2	Saavutettiiniko tavoitteet.....	43
8.3	Jatkotutkimusaiheet.....	43
	LÄHTEET .....	44

**KÄYTETYT LYHENTEET**

VI	Virtuaalinen Instrumentti
LV	LabView
SLD	Single Line Diagram, yksirivinen kaavio
AIM	Analog Input Module, analoginen sisääntulomoduuli
BIO	Binary Input Output, binaari sisääntulomoduuli
SIM	Sensor Input Module, sensori sisääntulomoduuli
COM	Communication module or Common connection, kommunikaatiomoduuli
RTD	Resistance temperature detector, vastuslämpötila-anturi
DMM	Digital Multi Meter, digitaalinen yleismittari
BI	Binary Input, binaari sisääntulo
BO	Binary Output, binaari ulostulo
CMD	Command Prompt, komentokehote
IP	Internet Protocol Address, internetprotokollaosoite
MMS	Manufacturing Message Specification, valmistussanomien määrittely
RID	Relay Identification Data, releen tunnistetieto
IRF	Internal Relay Fault, releen sisäinen vika
ARP	Address Resolution Protocol, osoitteenmuunnosyhteyskäytäntö
LLB	LabView Application Program Library, LabView applikaatio kirjasto

## KUVALUETTELO

<b>Kuva 1.</b> RELION 615-sarjan suojureleitä/5/.....	11
<b>Kuva 2.</b> RELION 620-sarjan suojureleitä. /6/.....	12
<b>Kuva 3.</b> RELION 630-sarjan suojureleitä. /13/.....	12
<b>Kuva 4.</b> RELION tuoteperheiden ominaisuuksien eri suojausfunktiot. /4/.....	13
<b>Kuva 5.</b> 615-tuotteen korttipaikat /13/.....	14
<b>Kuva 6.</b> Yksinkertaistettu vuokaavio testiohjelmasta. ....	15
<b>Kuva 7.</b> Testiohjelma alustusosiossa.....	16
<b>Kuva 8.</b> Testiohjelma testausosiossa.....	17
<b>Kuva 9.</b> Testiohjelma lopetus osiossa.....	18
<b>Kuva 10.</b> Vakiotestit releelle.....	19
<b>Kuva 11.</b> AIM-binaaritestit testausosiossa.....	20
<b>Kuva 12.</b> AIM-jännitekanavatestit testausosiossa.....	21
<b>Kuva 13.</b> AIM-virtakanavatestit testausosiossa.....	22
<b>Kuva 14.</b> BIO-binaaritestin testausosio.....	23
<b>Kuva 15.</b> PSM-testin testausosio.....	24
<b>Kuva 16.</b> Etu- ja takaportin kommunikointi.....	25
<b>Kuva 17.</b> IRIG-B-testi testausosio.....	26
<b>Kuva 18.</b> Serial Communication testausosio.....	27
<b>Kuva 19.</b> Relion-testiasema.....	28
<b>Kuva 20.</b> Testiadapteri tuki kiinnikkeillä.....	30
<b>Kuva 21.</b> Rajapinta.....	31
<b>Kuva 22.</b> Kytkentälaatikko.....	31
<b>Kuva 23.</b> Adapterin pohjalle tuleva tukiosa.....	32
<b>Kuva 24.</b> Releen yläreunaan tarkoitettu lukitusosa.....	33
<b>Kuva 25.</b> Adapterin maadoitustuesta poistettava osa.....	33
<b>Kuva 26.</b> NI USB 6525-rajapintaliittymäpisteet.....	34
<b>Kuva 27.</b> Agilent 3458A rajapintaliittymäpisteet.....	34
<b>Kuva 28.</b> Esimerkki LabView VI:n toiminnasta.....	35
<b>Kuva 29.</b> Testimuutokset.....	36
<b>Kuva 30.</b> LLB:n sisällä olevien VI tiedostojen uudelleennimeäminen.....	37
<b>Kuva 31.</b> TST-tiedostojen uudelleennimeäminen.....	37

<b>Kuva 32.</b> Testitiedostojen uudelleenlinkitys.....	38
<b>Kuva 33.</b> AIM-virtakanava testi DMM-mittauksella. ....	39
<b>Kuva 34.</b> Testattava rele .....	40
<b>Kuva 35.</b> Testitulokset releen korteille.....	41

**LIITELUETTELO**

**LIITE 1.** AIM0005 -ja AIM0006-testiprosessit

**LIITE 2.** BIO-testiprosessi

**LIITE 3.** PSM-testiprosessi

**LIITE 4.** Ethernet -ja IRIG-B-testiprosessit

**LIITE 5.** Sarja kommunikointi testiprosessi

**LIITE 6.** AIM0005-testiproessi DMM lisäyksellä

**LIITE 7.** AIM0006 Jännitekanavien testit

**LIITE 8.** DMM johdotus

**LIITE 9** IED-explorer ohjelmisto

# 1 JOHDANTO

## 1.1 ABB Oy

ABB muodostettiin tammikuussa 1988 ruotsalaisen Asean ja sveitsiläisen Brown Boverin sähkötekni-  
nisten liiketoimintojen yhdistämisellä 50-50 periaatteella. Nykyään ABB:n tarjonta kattaa sähköis-  
tystuotteet, robotit ja liikkeenohjauksen sekä sähköverkkoratkaisut ja teollisuusautomaation. /1/ ABB  
toimii yli 100 maassa ja työllistää noin 147 000 ihmistä. /2/

### 1.1.1 ABB Oy Distribution Solutions

ABB Oy Distribution Solutions valmistaa sähkönjakeluverkon suojusteille sekä ohjaus-, automaatio-  
-ja valvontalaitteita. Suojusteilla havaitaan sähköverkkojen vikoja ja viestitään niistä eteenpäin, suo-  
jataan ihmishenkiä, suojustaan laitteistoja sekä taataan sähkönjakelun luotettavuus. /3/

## 1.2 Työn tavoite

ABB Oy Distribution Solutions-tehtaalla valmistetaan 615-suojusteille. Tällä hetkellä suojusteiden  
lopputestaus suoritetaan PROCKET-alustalla. Työn tavoitteena on saada 615-lopputestaus toimi-  
maan RELION-alustalla. Tällä päivityksellä saadaan Suomessa ja maailmanlaajuisesti lisää testaus-  
kapasiteettia 615-tuoteperheelle. Tässä opinnäytetyössä tuli ratkaista kaksi ongelmaa, mitä mekaani-  
sia muutoksia laitteistoon tuli tehdä ja mitä ohjelmallisia muutoksia lopputestausohjelmistoon tuli  
tehdä, jotta sillä voi suorittaa 615-releen testausta. Mekaanisten ongelmien ratkaisut löytyvät luvusta  
5 ja ohjelmistollisten ongelmien luvusta 6. Luvussa 3 käydään läpi releen lopputestausprosessi ja  
luvussa 4 mistä laitteisto koostuu. Luvussa 7 käydään läpi ongelmien ratkaisut ja toimivatko ne.

## 2 TUOTEESITTELY

Tässä luvussa esitellään ABB:n RELION 615- ja 620 tuotesarjat. Opinnäyteyön osalta ei ole olennaista ymmärtää suojauslaitteiden lopullista toimintaa syvällisesti, mutta on tärkeää ymmärtää miksi releet ja niiden kortit tulee koestaa.

### 2.1 Tuoteperheet

ABB:n Distribution Solutions-yksikössä tuotetaan tällä hetkellä 615-, 620-, 630- ja 640-tuoteperheitä kolmella tuotantolinjalla sekä muutamaa vanhempaa tuoteperhettä erikseen. Suurivolyymisin tuoteperhe, jota tuotetaan, on 615-suojauslaitteet.

#### 615-tuoteperhe

ABB Oy:n 615-releet, jotka kuuluvat RELION-tuoteperheeseen (**Kuva 1.**) tarjoaa useita vakiokonfiguraatioita ja on ideaali valinta monenlaisiin sovelluksiin jakelun suojelemissa ja ohjauksessa. /5/



**Kuva 1.** RELION 615-sarjan suojauslaitteita/5/

#### 620-tuoteperhe

ABB Oy:n 620-releet, jotka kuuluvat RELION-tuoteperheeseen tarjoaa (**Kuva 2.**) vakiokokoonpanot ja ominaisuudet. /6/ 620-releet soveltuvat syöttölaitteiden, moottorien, muuntajien ja syöttölaitteiden automaation suojaamiseen. /4/



**Kuva 2.** RELION 620-sarjan suojareleitä. /6/


630-tuoteperhe

ABB Oy:n 630-releet, jotka kuuluvat RELION-tuoteperheeseen tarjoaa joustavan ja skaalautuvan toiminnallisuuden, joka sopeutuu erilaisiin syöttölaitteiden-, muuntajan ja moottorin suojausten ja ohjauksen tarpeisiin sähköjakeluverkossa ja teollisissa sovelluksissa. /14/



**Kuva 3.** RELION 630-sarjan suojareleitä. /13/

Kuvasta 4 voimme vertailla ABB:n RELION-tuoteperheiden suojausominaisuuksia toisiinsa.



Application	Type	500	670	650	640	630	620	615	611	610 (not active)	605
Feeder protection	REF				■	■	■	■	■	■	■
Bay control	REC		■	■				■			
Transformer protection	RET		■	■	■	■	■	■			
Line distance protection	REL		■	■	■						
Line differential protection	RED		■	■	■			■			
Motor protection	REM				■	■	■	■	■	■	■
Generator protection	REG		■	■	■	■		■			
Busbar protection	REB	■	■	■	■				■		
Capacitor bank protection	REV				■			■			
Wide area protection	RES		■								
Breaker protection	REQ			■							
Voltage protection	REU							■	■	■	
Current protection	REJ										■/■
Load-shedding	PML					■					
Feeder automation	RER						■	■			
Railway application	RER		■								

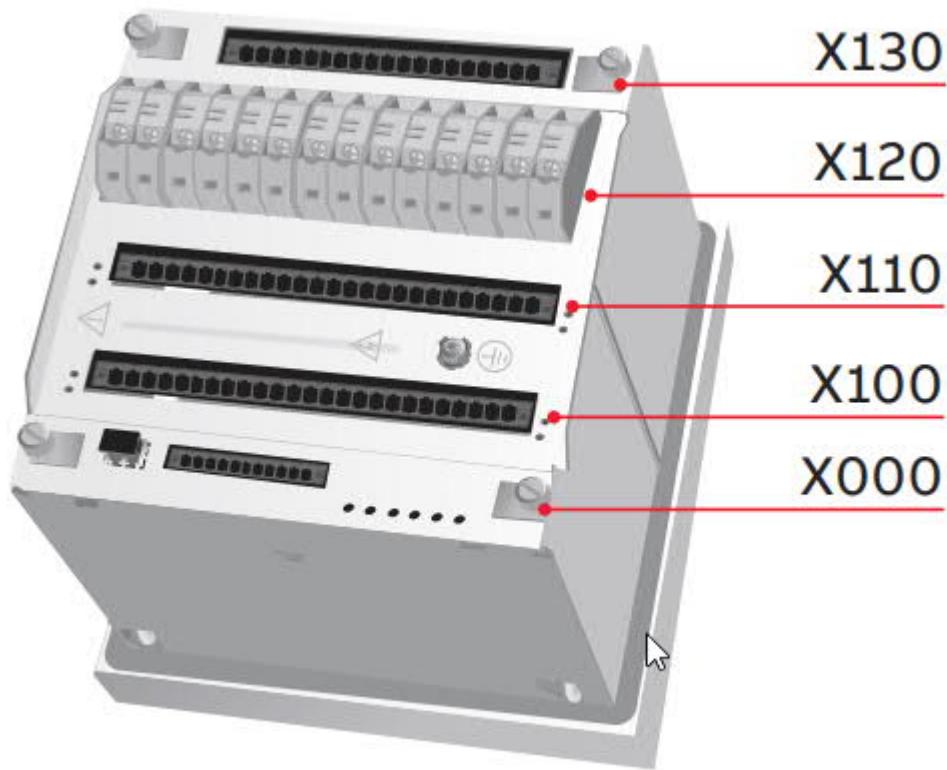
**Kuva 4.** RELION tuoteperheiden ominaisuuksien eri suojausfunktiot. /4/

## 2.2 Komponentit

Relion-tuoteperheen 615- ja 620-releet muodostuvat relekotelosta, pistoyksiköstä ja näihin valittavista komponenteista. Opinnäytetyön kannalta tärkeimmät osat ovat asiakkaan valitsemat kortit (AIM, BIO, PSM jne.).

### 2.2.1 Kortit ja komponentit

Tässä käydään läpi REF615-kotelon paikat, niihin mahdollisesti valittavat korttityypit sekä muut komponentit. Releeseen valittavat kortit ja komponentit jakautuvat seuraavanlaisesti. (**Kuva 5.**)



**Kuva 5.** 615-tuotteen korttipaikat /13/

X130: Tämä paikka releen kotelosta sisältää BIO-, AIM-, RTD- tai SIM-kortin.

X120: Tämä paikka voi sisältää vain AIM-kortin.

X110: Tämä paikka voi sisältää vain BIO-kortin

X100: Tämä paikka sisältää releen PSM-kortin.

X000: Tämä paikka sisältää releen COM-kortin.

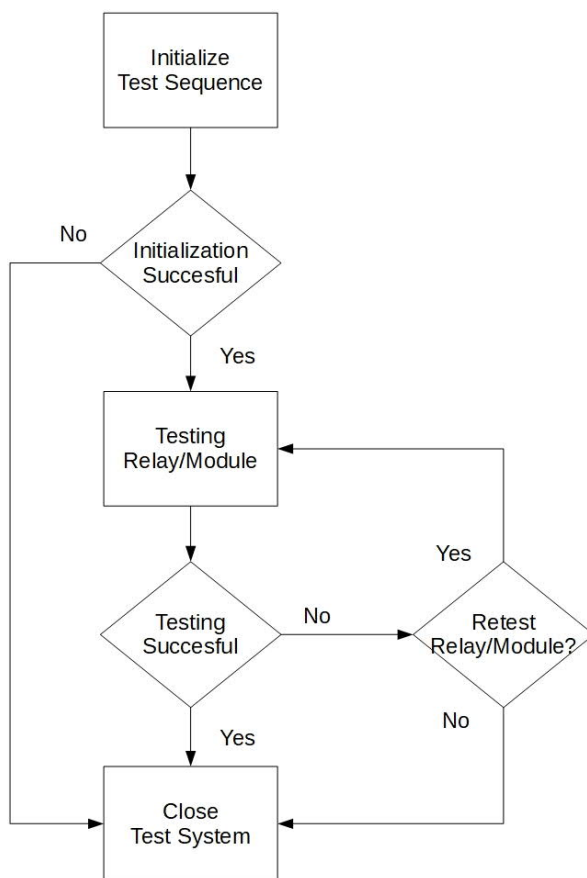
CPU eli releen prosessori pysyy aina samana riippumatta muista valinnoista.

DISPLAY/LHMI eli releen näyttö, josta on kaksi vaihtoehtoa, joko pieni näyttö, joka näyttää vain siihen asetetut halutut arvot tai suurempi näyttö, johon voi myös ohjelmoida SLD-kuvion.

### 3 RELEIDEN TESTAUSPROSESSI

#### 3.1 Testausprosessin toiminta

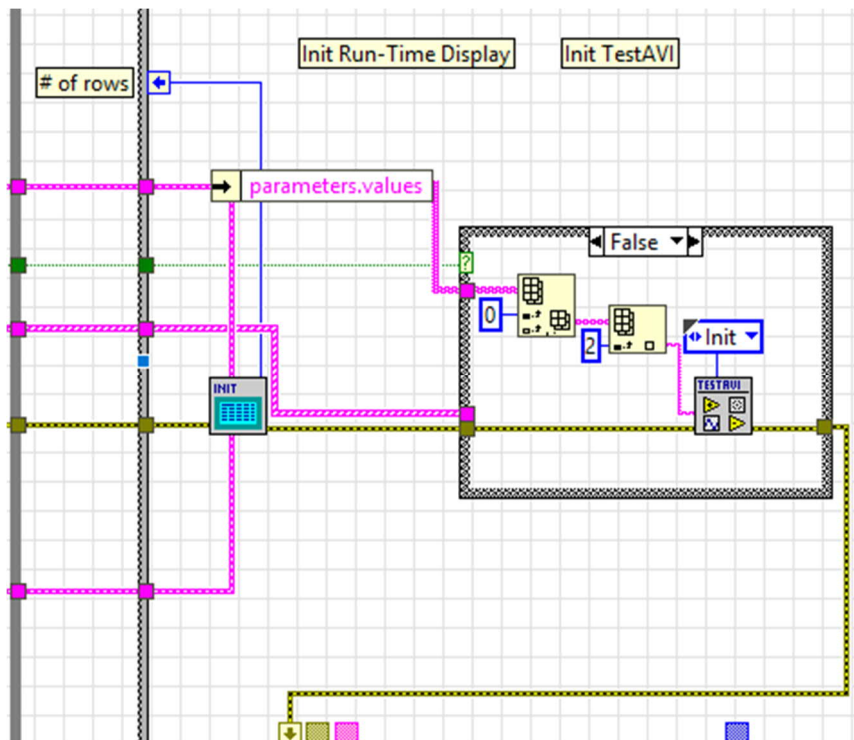
Kuvassa 6 on yksinkertainen kuvaus siitä, miten testiohjelma kutsuu alla olevia osioita. Testausosiossa käydään työssä käytetyn releen kortti kohtaiset testit läpi, josta on kerrottu enemmän luvussa 3.2. Jokainen releellä tehtävä testi tehdään samalla tavalla kierrättämällä ylemmän tason kautta.



**Kuva 6.** Yksinkertaistettu vuokaavio testiohjelmasta.

### 3.1.1 INIT-alustusosio

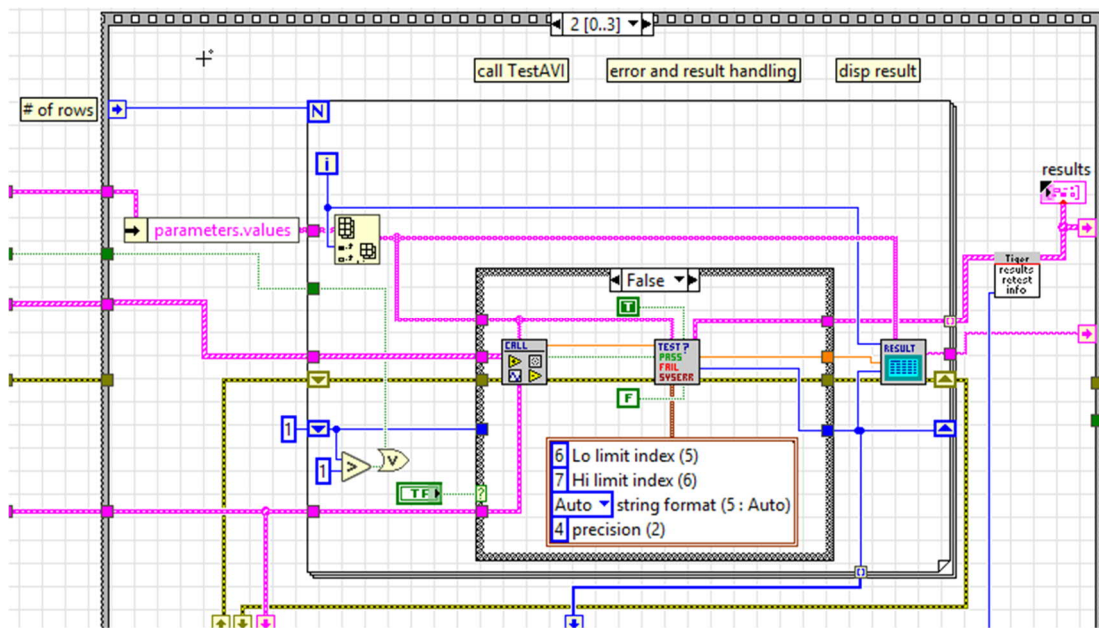
Suoritetaan testiaseman alustus testiä varten ja testattavan releen tietojen haku. Ensimmäiseksi haetaan testikohtaiset parametrit sekä moduulidata ja nämä puretaan taulukkoon. Seuraavaksi testi hakee rajapintatiedot testiä varten. Nämä tiedot syötetään testikohtaiseen TESTAVI VI:hin. Ajetaan TESTAVI alustusosiossa. Jos mikään alustusosion kohta epäonnistuu, testiohjelma lopettaa testauksen. **(Kuva 7.)** Alustusosion sisällä olevat funktiot ovat kortti-/testikohtaisia ja niitä käydään tarkemmin läpi luvussa 3.2.



**Kuva 7.** Testiohjelma alustusosiossa

### 3.1.2 TEST-testausosio

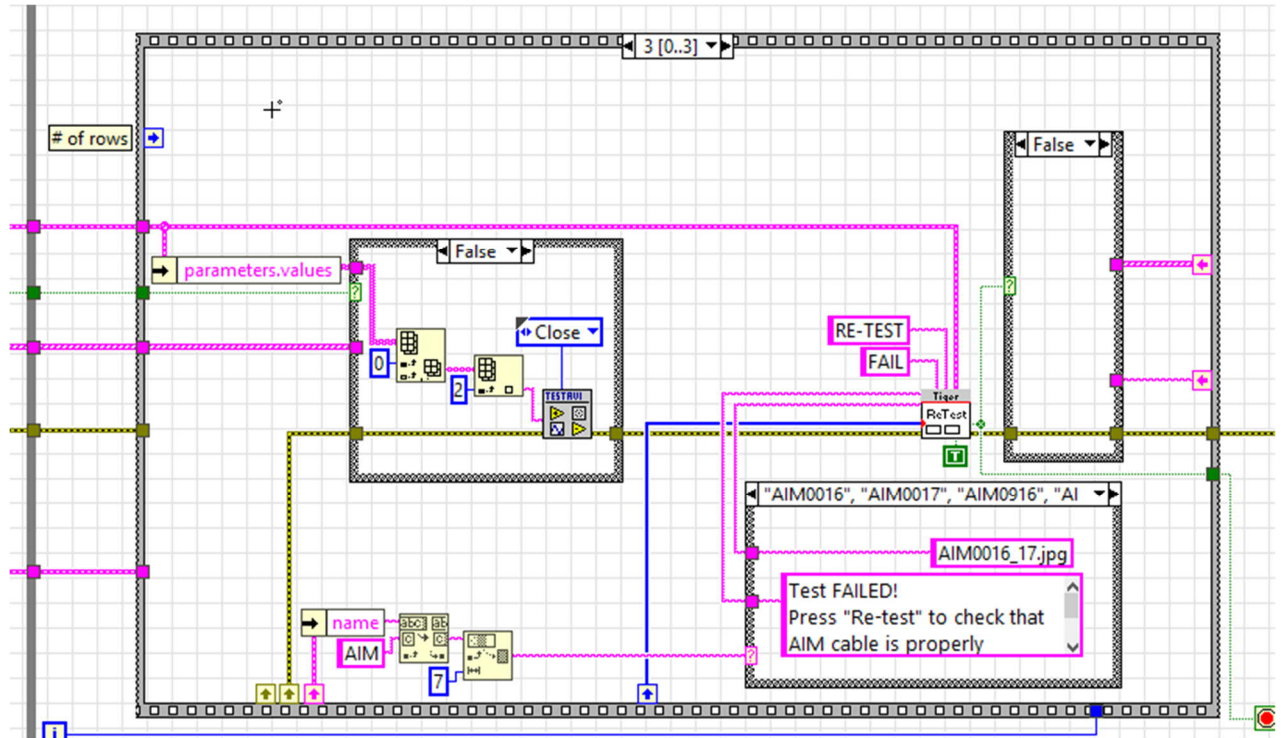
Test eli testausosion ajaminen ja testitulosten käsittely ja tallennus taulukkoon. Kutsutaan testin CALL VI:tä, joka purkaa testin parametrit tietokannasta saadusta taulukosta. Seuraavaksi parametrit syötetään TESTAVI VI:hin ja se ajetaan testaus tilassa ja tarkastetaan, läpäisikö rele testin. **(Kuva 8.)** Luvussa 3.2 käydään tarkemmin läpi korttikohtaiset testit, joita tarvitaan tässä opinnäytetyössä.



**Kuva 8.** Testiohjelma testausosiossa

### 3.1.3 CLOSE-lopetusosio

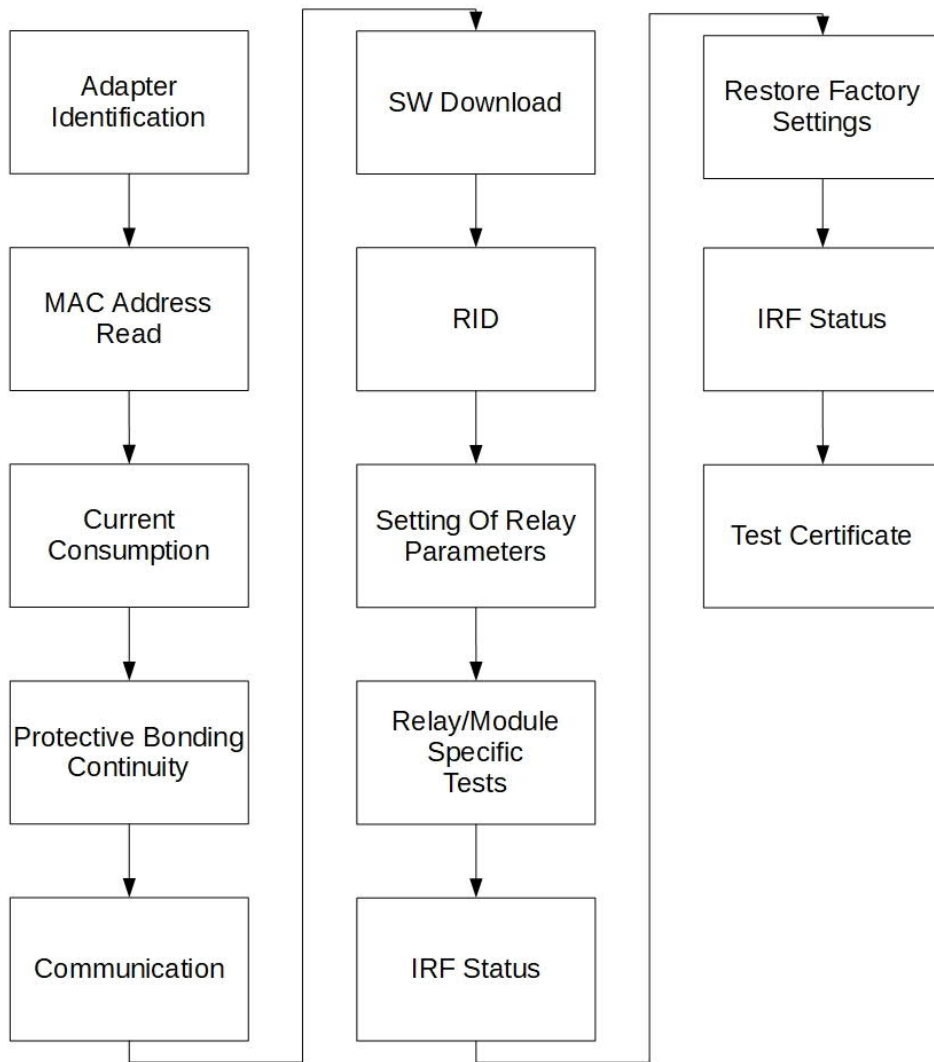
Close eli lopetusosiossa suljetaan mittalaitteiden ulostulot ja resetoitetaan ne. Testistä riippuen voi ohjelmisto antaa vain vikailmoituksen ja lopettaa testauksen tai uudelleentestausmahdollisuuden apukuvilla. **(Kuva 9.)** Lopuksi tallennetaan tulokset tietokantaan.



**Kuva 9.** Testiohjelma lopetus osiossa

## 3.2 Moduulitestaus

Releellä testataan aina siihen valitut korttikohtaiset testit, sekä vakiotestit **(Kuva 10.)** jotka ovat samat jokaisella releellä. Korttikohtaisia testejä releissä on AIM-, BIO-, COM-, RTD- ja SIM-kortin testaus. Muut testit ovat samat kaikille tuotteille ja aina samassa järjestyksessä. Jokainen releelle tehty testi kierrätetään aina ylemmän tason kautta, joka on esitetty luvussa 3.1.



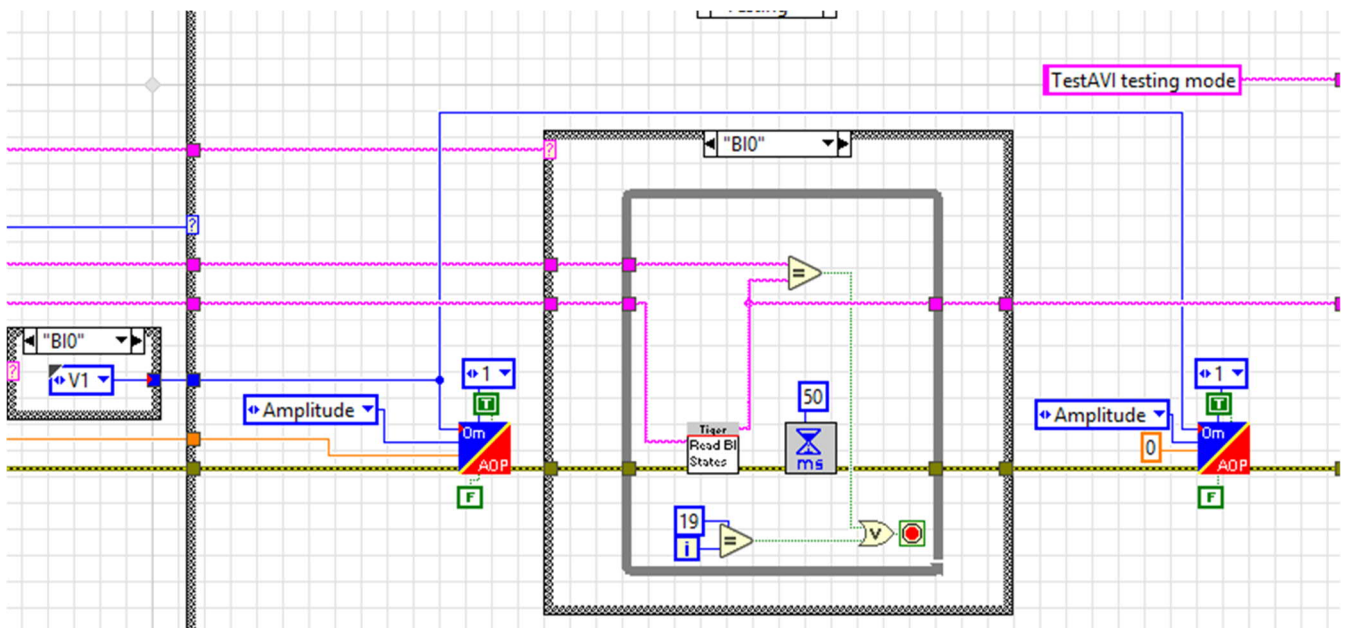
**Kuva 10.** Vakiotestit releelle

### 3.2.1 AIM-testaus

Tässä opinnäytetyössä tarvittavat AIM-testit ovat AIM-binaari- ja jännitekanavien testaus (AIM0006) sekä AIM virtakanavien testaus (AIM0005).

AIM-binaaritestin alustusosiossa haetaan testiparametrit. (LIITE 1)

AIM binaaritestin testausosiossa asetetaan omicronin binaari sisääntulon lähde, luetaan releen tila ja asetetaan lopuksi omicronin binaari ulostulo nolaksi. (**Kuva 11.**)

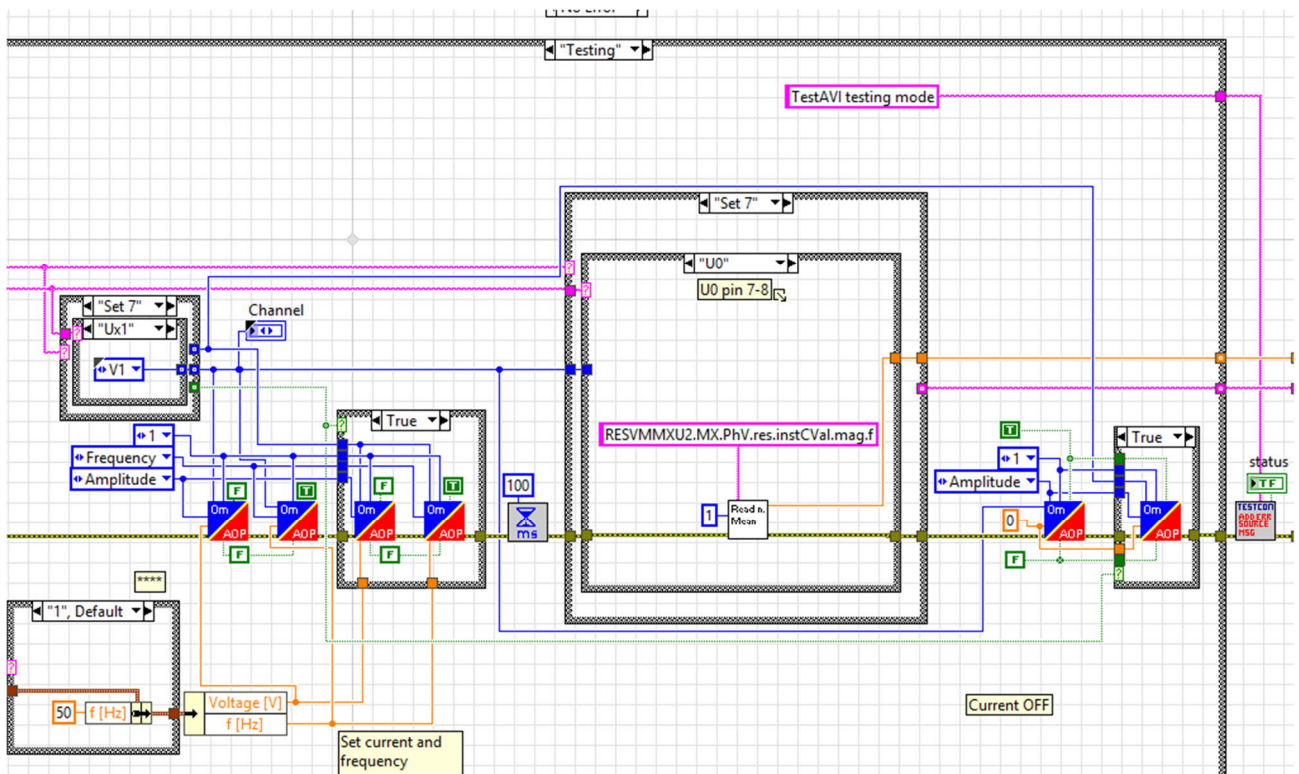


**Kuva 11.** AIM-binaaritestin testausosiossa

AIM-binaaritestin koko testausprosessi ja lopetusosio löytyvät liitteestä 1.

AIM-jännitekanavien testin alustusosiossa otetaan talteen releen taajuus asetus ja asetetaan jännite tasot releelle.

AIM-jännitekanavien testausosiossa annetaan asetukset omicronille, kysytään releeltä tulos 5 kertaa ja otetaan sen keskiarvo sekä asetetaan omicronin ulostulot nolliin. **(Kuva 12.)**

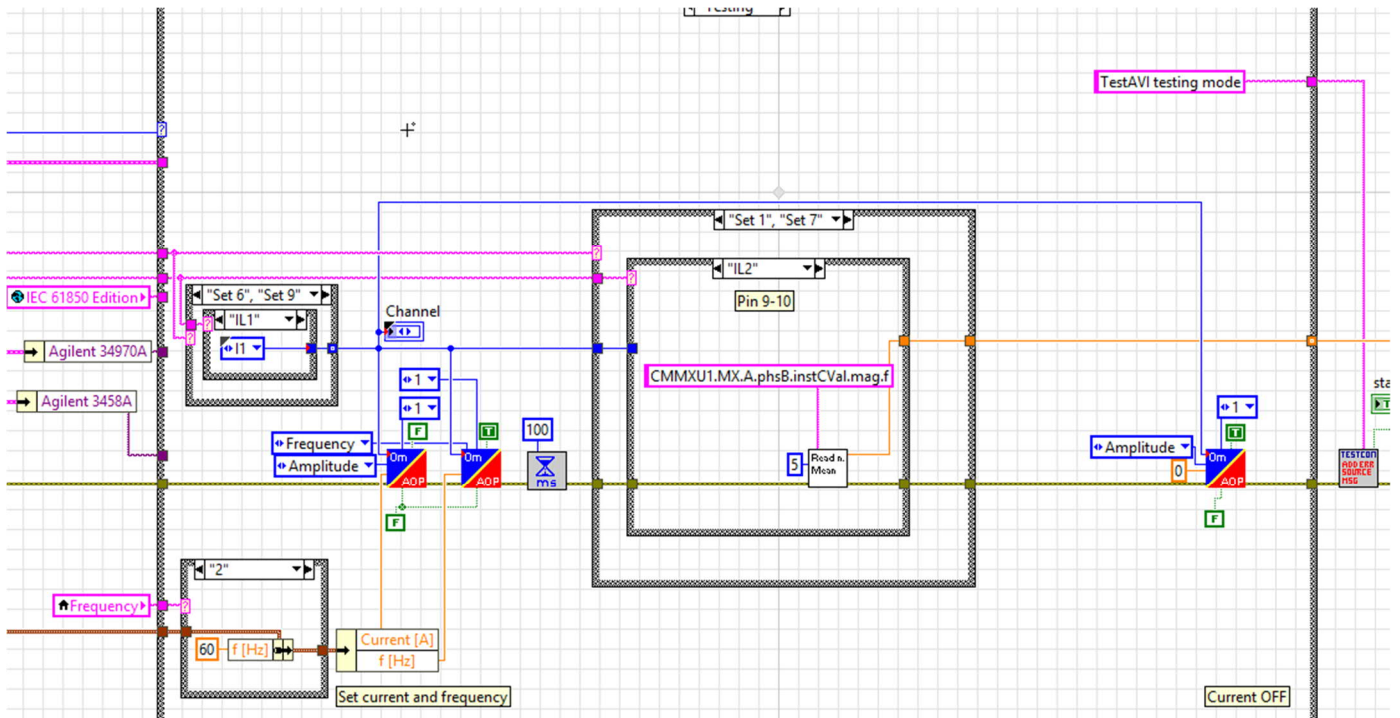


**Kuva 12.** AIM-jännitekanavatesti testausosiossa

Lopetus osiossa poistetaan releen näytöltä virheet. Koko testausprosessi löytyy liitteestä 7.

AIM-virtakanavien testin alustusosiossa alustetaan testilaitteisto, joka näkyy tarkemmin liitteessä 1.

AIM-virtakanavien testin testausosiossa annetaan omicronille virta- sekä taajuusasetukset. Seuraavaksi kysytään releeltä MMS-komennoilla haluttuja arvoja. Lopuksi asetetaan omicronin virta-ulos- tulot nolnaan. **(Kuva 13.)**



**Kuva 13.** AIM-virtakanavatesti testausosiossa

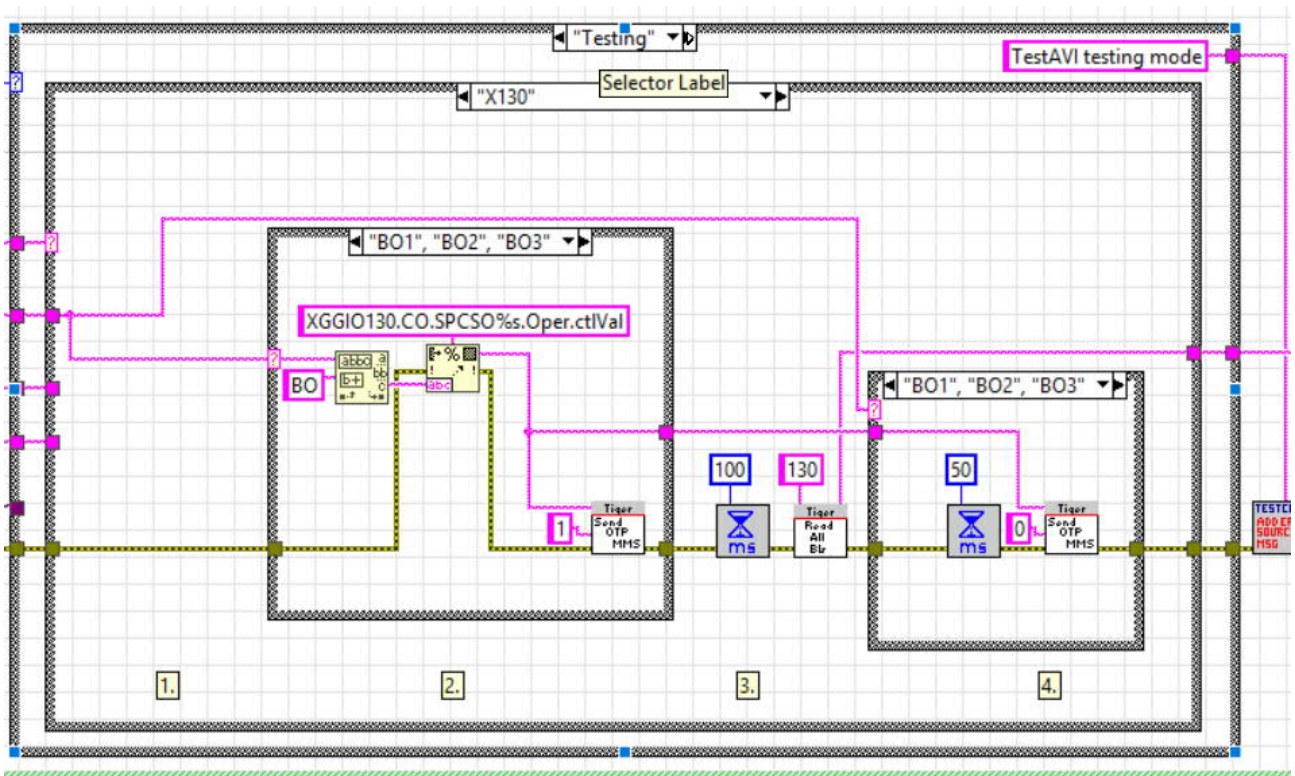
AIM-virtakanavien testin lopetusosio ja koko testiprosessi löytyvät liitteestä 1.

### 3.2.2 BIO-testaus

BIO-testien alustusosiossa alustetaan E3649A DC-teholähde. (LIITE2)

Testausosiossa valitaan tietokannasta releen korteista riippuva paikkatieto. Seuraavaksi tarkastetaan, mikäli BO-kanava on määritelty testiparametreissa ja asetetaan päälle. Luetaan BI-kanavien tila valitusta paikkatiedosta releeltä ja lopuksi, jos BO-kanavat on asetettu päälle, asetetaan ne pois päältä.

(Kuva 14.)



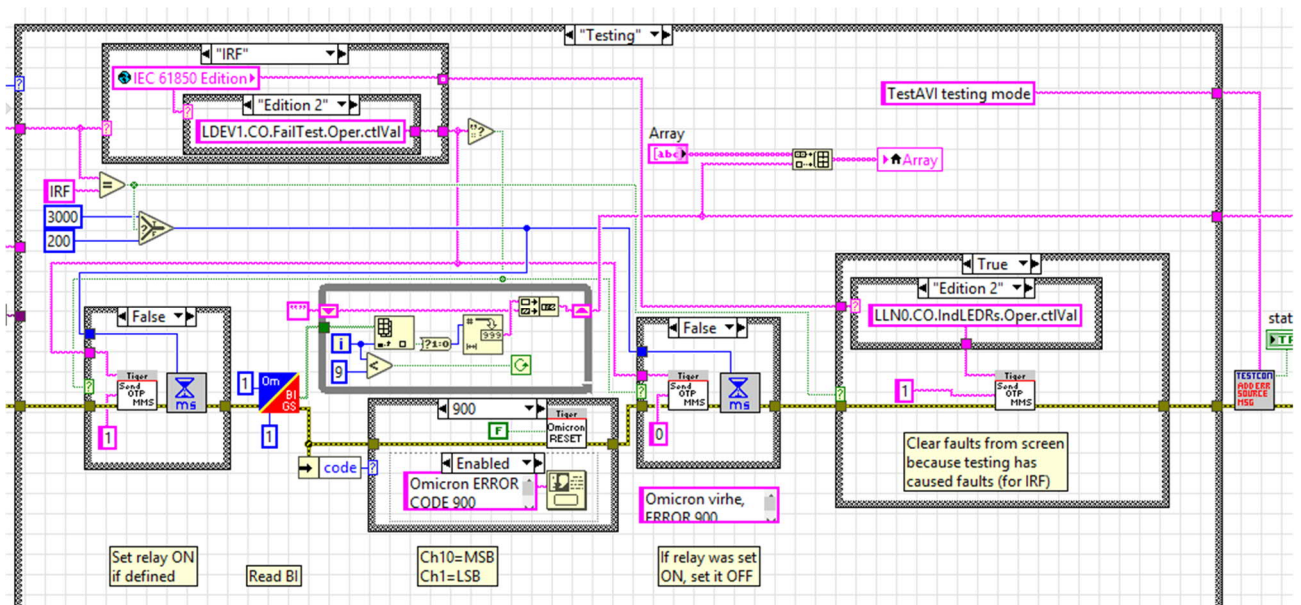
**Kuva 14.** BIO-binaaritestin testausosio

Lopetusosiossa asetetaan 3469A:n jännite ja virtakanavat nolnaan.

### 3.2.3 PSM-testaus

PSM-testin alustusosiossa haetaan testiparametrit tietokannasta ja alustetaan testilaitteisto, joka näkyy liitteestä 3.

PSM-testin testausosiossa valitaan haluttu kanava mitä mitataan, jos mitataan IRF tilaa tulee rele asettaa päälle. Luetaan kaikki tietokannasta tulevat kanavaparametrit. Jos IRF-testi suoritettiin, asetetaan rele pois päältä ja tyhjennetään virheet releeltä. **(Kuva 15.)**



**Kuva 15.** PSM-testin testausosio

Lopetusosiossa asetetaan E3649A jännite ja virta nolnaan. Koko testi näkyy liitteestä 3.

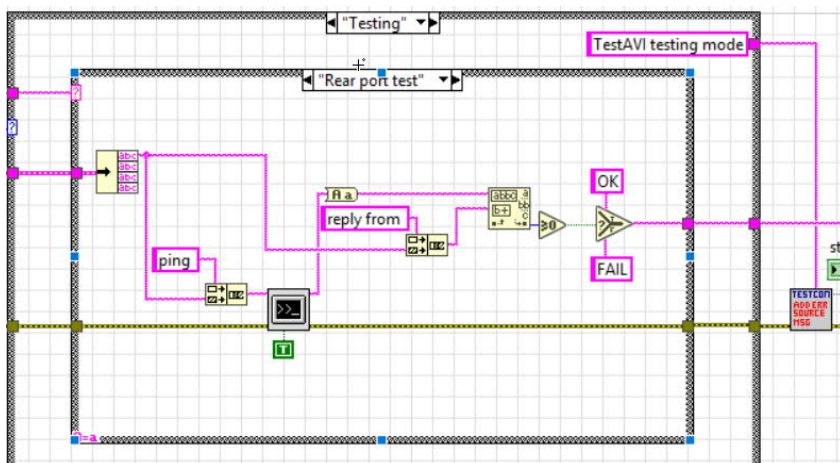
### 3.2.4 COM-testaus

COM-testauksen eli kommunikointitestauksen protokollana ethernet testeissä käytetään modbusia. Kommunikointitestejä releelle on seuraavat: ethernet portit-, sarjakommunikointi-, IRIG-B-, modbus-sarjakommunikointi- ja ARC testi(valokuitu). Tässä opinnäytetyössä tarvitaan vain ethernet, IRIG-B, sekä sarjakommunikointi, jotka käydään läpi seuraavissa kappaleissa.

#### 3.2.4.1 Ethernet kommunikointi

Tässä kommunikointitestissä alustusosiossa tyhjennetään Windows 10:n ARP-taulukot CMD-komennolla arp -d. Testausosiossa valitaan ensin releen etu -ja takaportin IP-osoitteet ja kirjoitetaan ne globaalin muuttujaan. Seuraavaksi käytetään ping-komentoa kumpaankin porttiin ja tarkastetaan, että ne vastaavat. Lopetusosiossa tarkistetaan toimiko ping-komento vai tulee ko relettä testata uudelleen.

(**Kuva 16.**) Liitteestä 3 löytyy testin tarkempi vuokaavio.

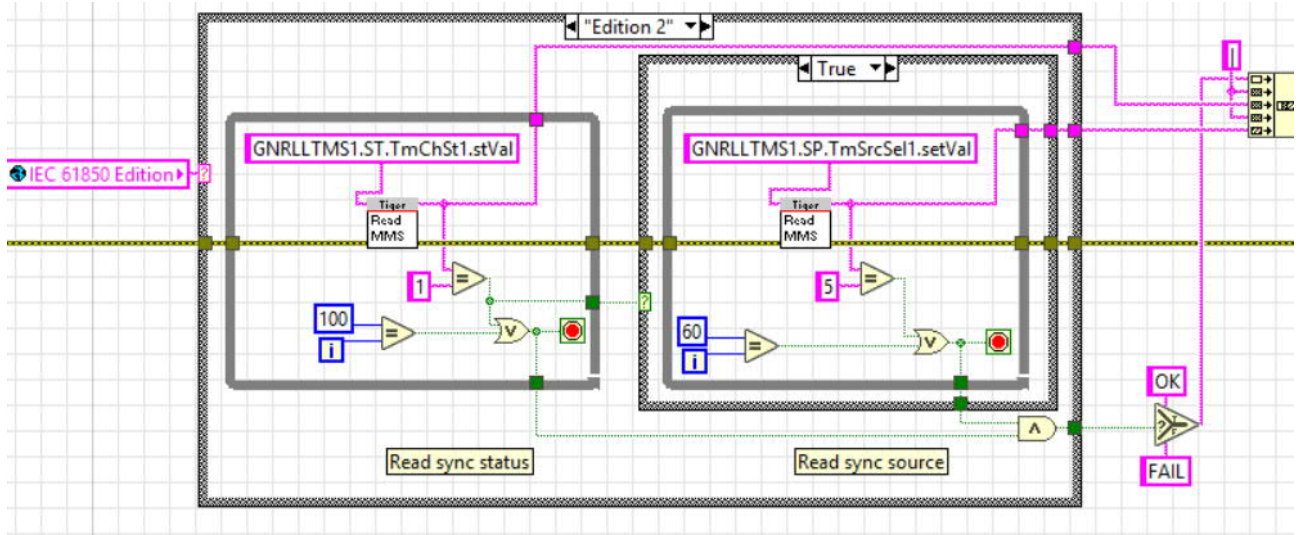


**Kuva 16.** Etu- ja takaportin kommunikointi

### 3.2.4.2 IRIG-B-testaus

Alustusosiossa alustetaan omicron IRIG-B-mittausta varten ja tallennetaan parametrit releeseen. Testin tarkempi vuokaavio löytyy liitteestä 4.

Testausosiossa luetaan releen synkronointitila ja lähde. Nämä yhdistetään yhdeksi merkkijonoksi. (Kuva 17.)



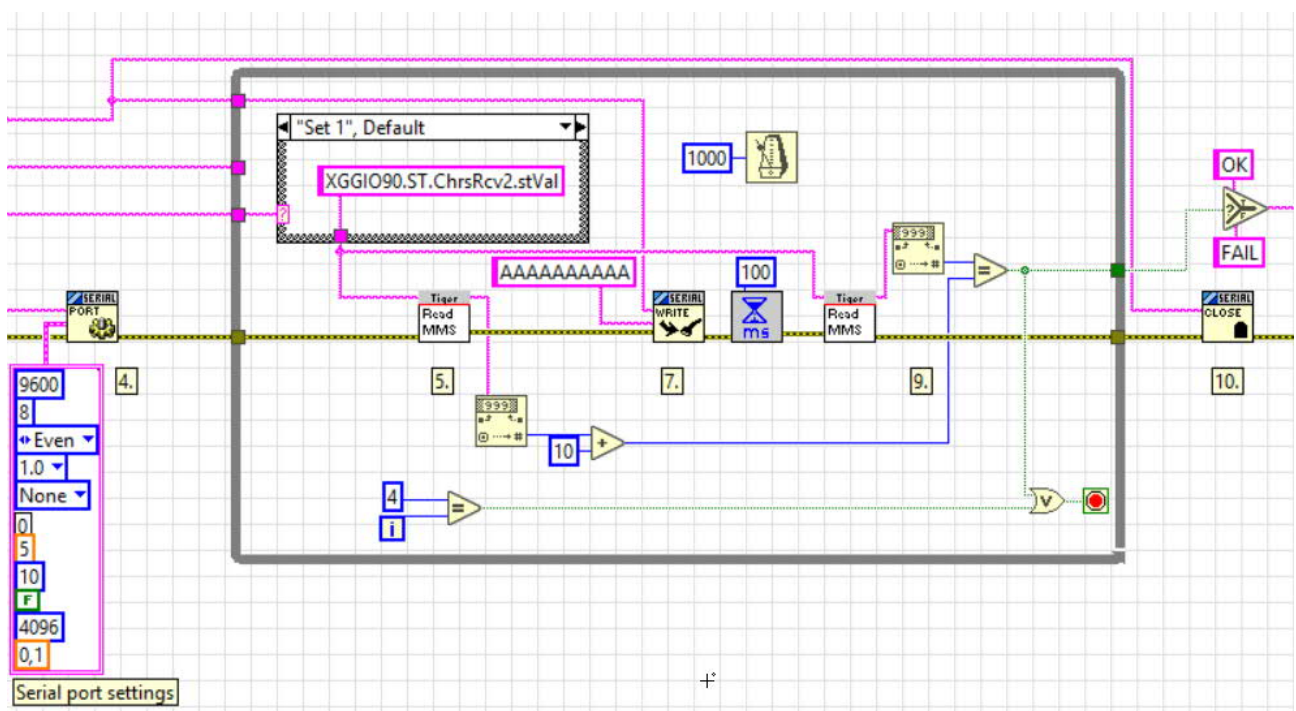
**Kuva 17.** IRIG-B-testi testausosio

Lopetusosiossa palautetaan aikaisemmin tallentamamme synkronointilähde alkuperäiseksi sekä omicronin input nolaksi.

### 3.2.4.3 Serial Communication-testaus

Alustusosiossa otetaan releestä alkuperäiset MMS-asetukset talteen ja tämän jälkeen asetetaan tietokannasta kortille tarkoitetut asetukset testiä varten. Tässä tapauksessa asetetaan releen sarjaportti toimimaan COM2-portti ja nelijohdintilassa.

Testausosiossa alustetaan sarjaportti ja annetaan sille kovakoodatut asetukset kommunikointia varten. Tämän jälkeen käytetään tietokannasta saatua kortille tarkoitettua MMS-arvoa ja luetaan se releeltä. Luetaan merkit, jotka saadaan releeltä. Lähetetään "AAAAAAAAA" sarjaportin läpi. Tarkistetaan, että rele on saanut merkit ja suljetaan yhteys. **(Kuva 18.)**



**Kuva 18.** Serial Communication testausosio

## 4 TESTILAITTEISTO

Testilaitteisto muodostuu ABB:n RELION-alustasta sekä testiadapterista. Alusta ja testiadapteri on suunniteltu ja valmistettu yhteistyössä alihankkijan kanssa.



**Kuva 19.** Relion-testiasema

Testiasema (**Kuva 19.**) on räätälöity 630 sekä 620 testausta varten. Se sisältää kaiken koestukseen tarvittavan mittalaitteiston sekä PC:n. Seuraavaksi kuvataan mitä testilaitteita testiasema pitää sisällään.

### 4.1 Mittalaitteet ja teholähteet

#### 4.1.1 NI-USB6525

Testiasema sisältää yhden kappaleen National Instrumentsin valmistamaa USB 6525-tiedonkeruulaitetta, joka kytketään PC:n USB-väylään. Testiasema käyttää NI 6525-laitetta DMM:n ohjaukseen.

NI USB 6525-laitetta ohjataan LabView-ympäristössä testien aikana, sitä voi myös ohjata NI MAX-ohjelmiston kautta. NI USB 6525 sisältää kahdeksan  $\pm$  VDC-kanavasta kanavaan eristettyä digitaalista sisääntuloa, kahdeksan 60 VDC/30Vrms kanavasta kanavaan eritettyä puolijohdereleulostuloa ja 32 bittisen laskimen. /10/ NI USB 6525-tiedonkeruulaitetta käytetään luvuissa 3.2.1 ja 3.2.3 läpi käydyissä AIM- ja SIM-testeissä.

#### **4.1.2 Keysight E3649A**

Testiasemassa on yksi kappale Keysight technologiesin valmistama E3649A tehrolähde. E3649:sta saa ulos 30W-100W tehoa, se sisältää etu - ja takaterminaalin uloslähdöt sekä siinä on kahdelle eri alueelle ulostulot. /11/ Laitetta käytetään luvussa 3.2.2 läpi käydyssä BIO-input ja-output-testissä. Teholähdettä ohjataan GBIP-väylän kautta testauksen aikana.

#### **4.1.3 Agilent 6645A**

Testiasemassa on yksi kappale Keysight technologiesin valmistama 6645A DC-tehrolähde. Laitetta käytetään apusähkönä releelle. 6645A:n ohjelmointi sekä ohjaus tapahtuu GBIP-väylän kautta.

#### **4.1.4 TDK-Lambda GEN 300-25**

Testiasemassa on yksi kappale TDK Lamdan Genesys 300-25-tehrolähde. TDK-Lambdaa käytetään maadoituksen jatkuvuuden mittaukseen testauksen alussa.

#### **4.1.5 Omicron CMC256**

Testiasema sisältää yhden kappaleen Omikronin CMC256plus, joka on korkean tarkkuuden reletesteri ja universaali kalibraattori /13/. Omicronia käytetään AIM-, SIM-, BIO- ja COM-testeissä, jotka käytiin läpi luvussa 3.2.

#### **4.1.6 Agilent 3458A(DMM)**

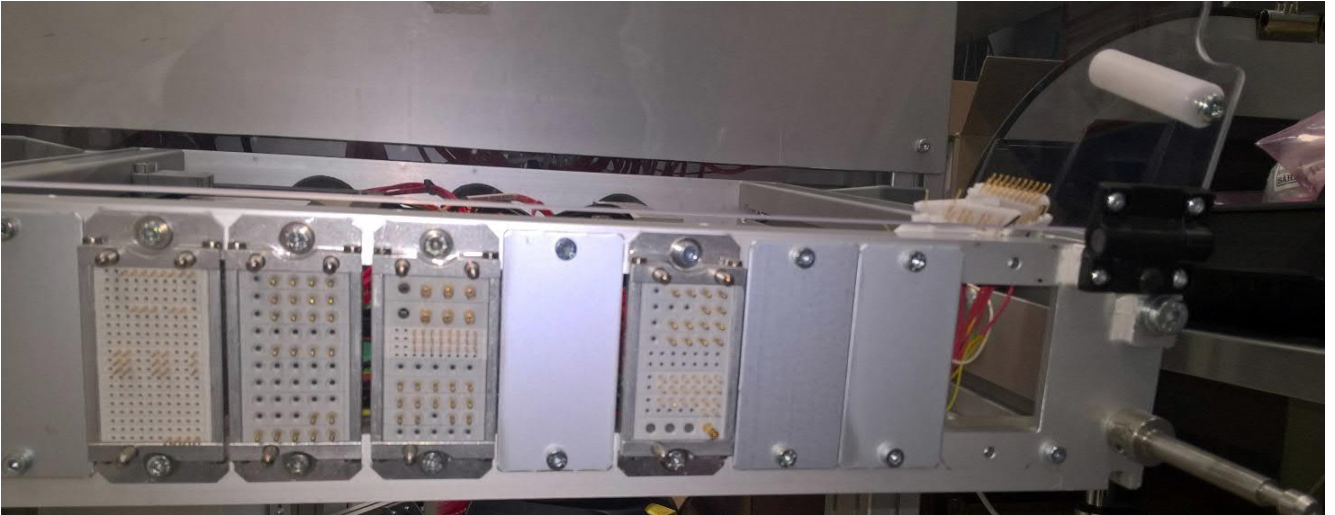
Testiasema sisältää yhden kappaleen Keysight Technologiesin 3458A digitaalisen yleismittarin. Mittalaitetta käytetään varmentamaan testaustulosten tarkkuus sekä muiden laitteiden kalibroinnin toimivuus. DMM:n toimintaa testeissä käydään lähemmin läpi luvussa 6.3.1

## 4.2 Testiadapteri

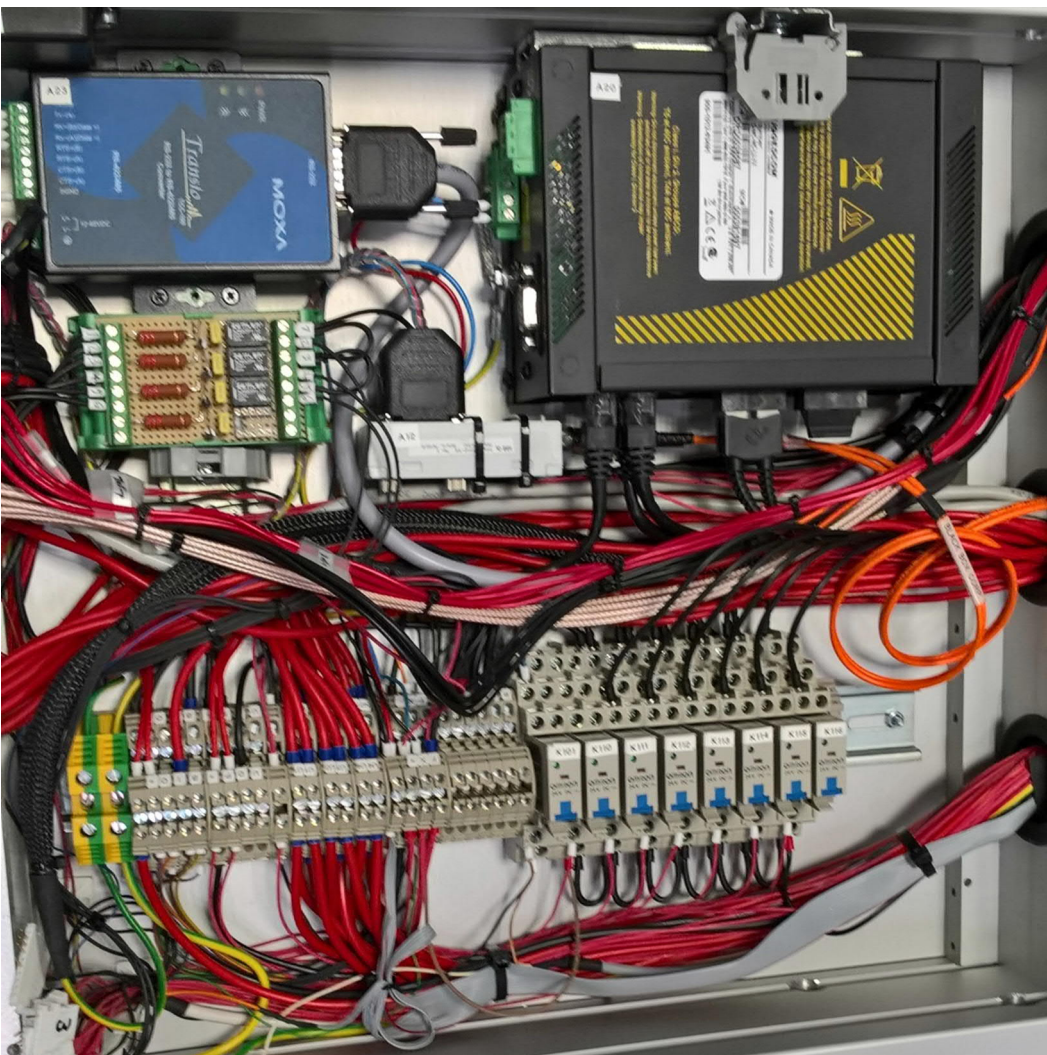
Testiadapteri muodostuu kiinnitinpuolesta (**Kuva 20.**) ja rajapinnan sisältävästä kytkentälaatikosta (**Kuva 21.**), joka sisältää RS232=>RS422 muuntimen, kahdeksan kappaletta 24 voltin releitä, riviliitännät sekä kuitumuuntimen. (**Kuva 22.**) Kiinnittimen ja kytkentälaatikon väliset johdotukset on tehty adapterin liittimien kiinnittimessä olevien liittimien takana olevassa välitilassa.



**Kuva 20.** Testiadapteri tuki kiinnikkeillä



**Kuva 21.** Rajapinta



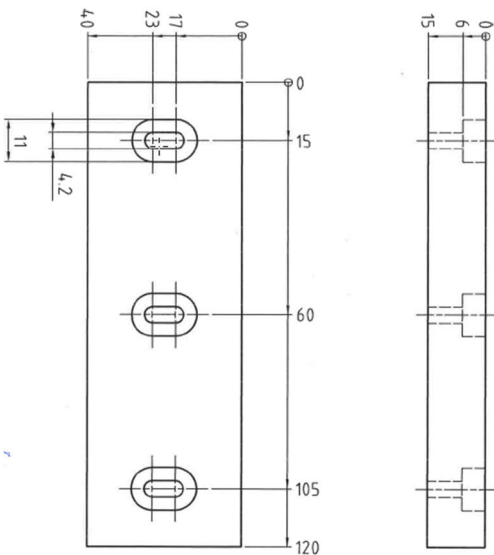
**Kuva 22.** Kytkentälaatikko

## 5 MEKAANISET MUUTOKSET

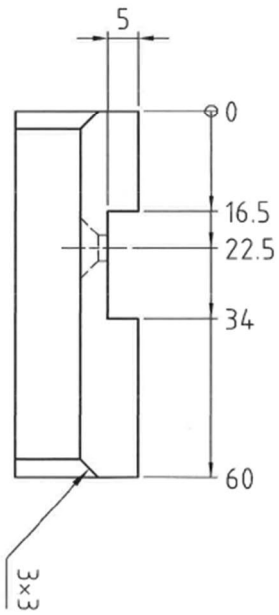
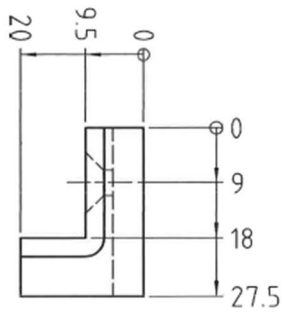
Ensimmäinen versio mekaanisista muutoksista luodaan itse prototyypinä ja toimivan version jälkeen alihankkija suunnittelee lopullisen version. Adapterin kiinnitin puolelle tuli lisätä tuet 615 tuotetta varten, jotka näkyvät kuvassa 21. Testiadapterin kytkentä laatikkoon lisätään DMM testiä varten neljä relekorttia, neljä kontaktoria sekä rajapintaan neulat asemaan kytkemistä varten, jotka on käyty läpi luvuissa 5.2 ja 6.3.1.

### 5.1 Sovituskappale 615 releelle 620-adapteriin

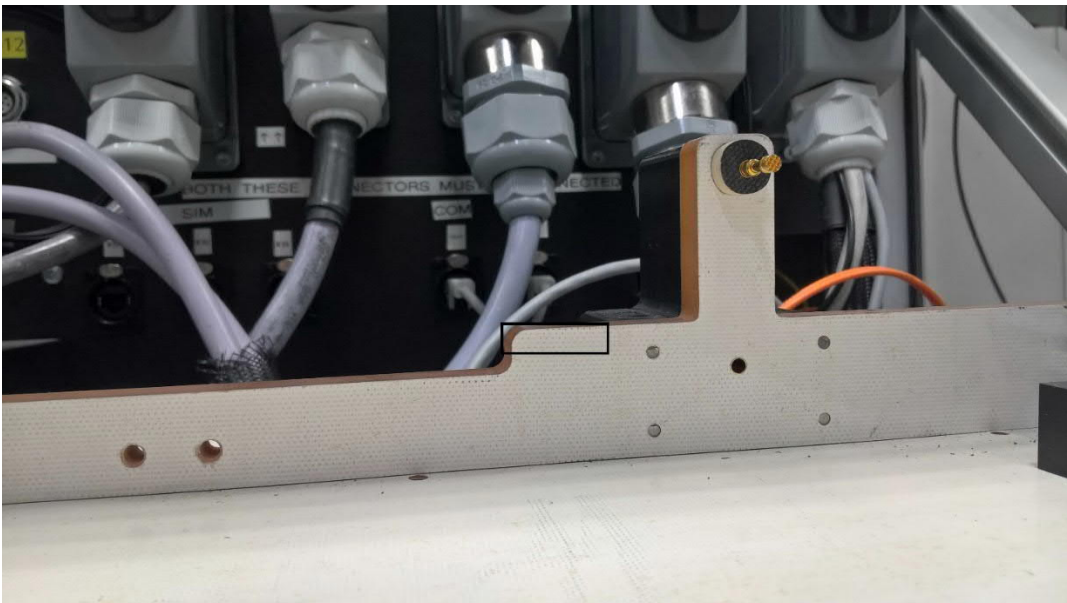
Adapterin pohjalle tuli suunnitella tuki releelle (**Kuva 23.**) sekä lukitusmekanismi, joka pitää releen paikallaan adapterissa testauksen ajan. (**Kuva 24.**) Adapterin maadoitustukea tuli madaltaa n. 5 millimetriä, sillä 615 releen AIM-liitin otti siihen kiinni. (**Kuva 25.**)



**Kuva 23.** Adapterin pohjalle tuleva tukiosa.



**Kuva 24.** Releen yläreunaan tarkoitettu lukitusosa



**Kuva 25.** Adapterin maadoitustuesta poistettava osa.

## 5.2 DMM-johdotuksen toteutus

DMM-ohjausta varten tulee testiadapteriin lisätä neljä kappaletta relekortteja, joita ohjataan NI USB 6525-tiedonkeruulaitteen ulostuloilla. Nämä relekortit sisältävät jokainen neljä kappaletta vaihtokyt-kentäreleitä, joita kytketään erillisillä neljällä releellä. 6525 USB-tiedonkeruulaitteen johdotus tuodaan adapterin ensimmäisen rajapintaliittymän alimpiin neulapositioneihin. **(Kuva 26.)**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	X117	NI USB-6525 DIO	P0.0A	P0.1A	P0.2A	P0.3A	P0.4A	P0.5A	P0.6A	P0.7A	EMPTY	EMPTY
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	X118	NI USB-6525 DIO	P0.0B	P0.1B	P0.2B	P0.3B	P0.4B	P0.5B	P0.6B	P0.7B	EMPTY	EMPTY
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	X119	NI USB-6525 DIO	P1.0+	P1.1+	P1.2+	P1.3+	P1.4+	P1.5+	P1.6+	P1.7+	EMPTY	EMPTY
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	X120	NI USB-6525 DIO	P1.0-	P1.1-	P1.2-	P1.3-	P1.4-	P1.5-	P1.6-	P1.7-	EMPTY	EMPTY

**Kuva 26.** NI USB 6525-rajapintaliittymäpisteet.

Agilent 3458A:n neulaliittymät tuodaan adapterin kuudennen rajapintaliittymän alimpiin neulapositioneihin. **(Kuva 26.)** Rajapintaliittymät näkyvät kuvasta 19.

1	2	3	4	5	X611	Agilent 3458A	S-	-	+	S-	I	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗
---	---	---	---	---	------	---------------	----	---	---	----	---	---	---	---	---	---

**Kuva 27.** Agilent 3458A rajapintaliittymäpisteet

Kun nämä johdotukset ovat tehty lisätään adapterin kytkentä rasiaan ohjausreleet, sekä relekortit, joiden kytkennät näkyvät liitteistä 8, 9 ja 10.

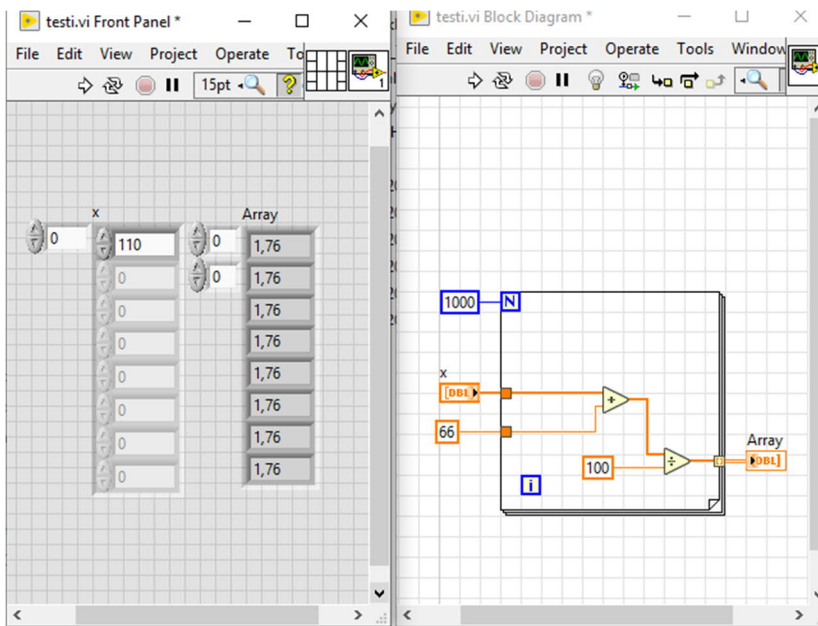
## 6 KOODIN TOTEUTUS

### 6.1 LabView-ohjelmointiympäristö

LabView on National Instrumentsin vuonna 1986 luoma graafinen ohjelmointiympäristö, joka mahdollistaa ohjelmoinnin G-kielellä. Alun perin se kehitettiin työkaluksi testilaitteiden ohjaamiseksi, mutta sen sovellukset ovat levinneet muuhunkin kuin testausinstrumentointiin. LabView toimii Windows-, OS X- ja Linux- alustoilla. /7/

LabView VI (Virtual Instrument) koostuu etupaneelistä sekä lohkokaaviosta. Loppukäyttäjä näkee etupaneelin ja ohjelmoija lohkokaavion, joka sisältää ohjelmakoodin. LabViewin graafisessa ohjelmointikielessä ohjelma rakennetaan kuvakkeilla ja niiden välisillä johdoilla. Jos etupaneeliin lisätään kuvake myös lohkokaavioon, ilmestyy kuvake. /8/

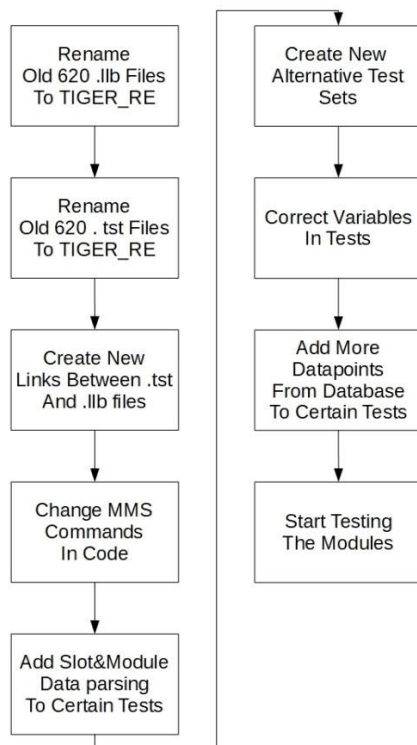
Kuvassa 28 on esimerkki, joka lisää käyttäjän antaman määrän numeroon 66 ja jakaa tämän sadalla. Lopuksi Vi syöttää tämän tuloksen tuhat kertaa taulukkoon for-silmukan sisällä.



**Kuva 28.** Esimerkki LabView VI:n toiminnasta

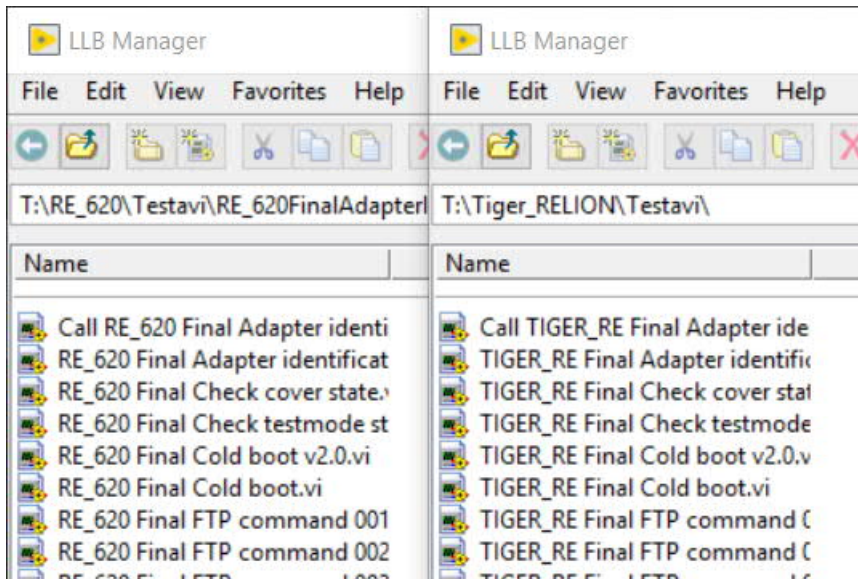
## 6.2 620 -> 615-koodimuutokset

Tuoteperheen RELION testikoodien nimeksi tuli TIGER\_RE. Testikoodi toteutettiin suoraan muok-  
kaamalla RE 620-koodeja toimimaan TIGER 615-tuotteilla. Testimuutokset näkyvät kuvasta 29 ja  
osa muutoksista käyty läpi tarkemmin alla.



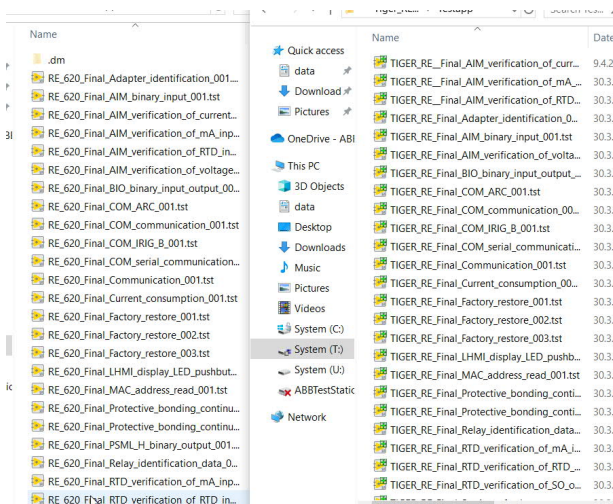
**Kuva 29.** Testimuutokset

Koodimuutokset tuli aloittaa antamalla uudelle testifunktiolle nimi. Päädettiin nimeen TIGER\_RE. Ensimmäiseksi tuli uudelleennimetä kaikki 620-llb tiedostojen sisällä olevat VI-tiedostot. **(Kuva 30.)**



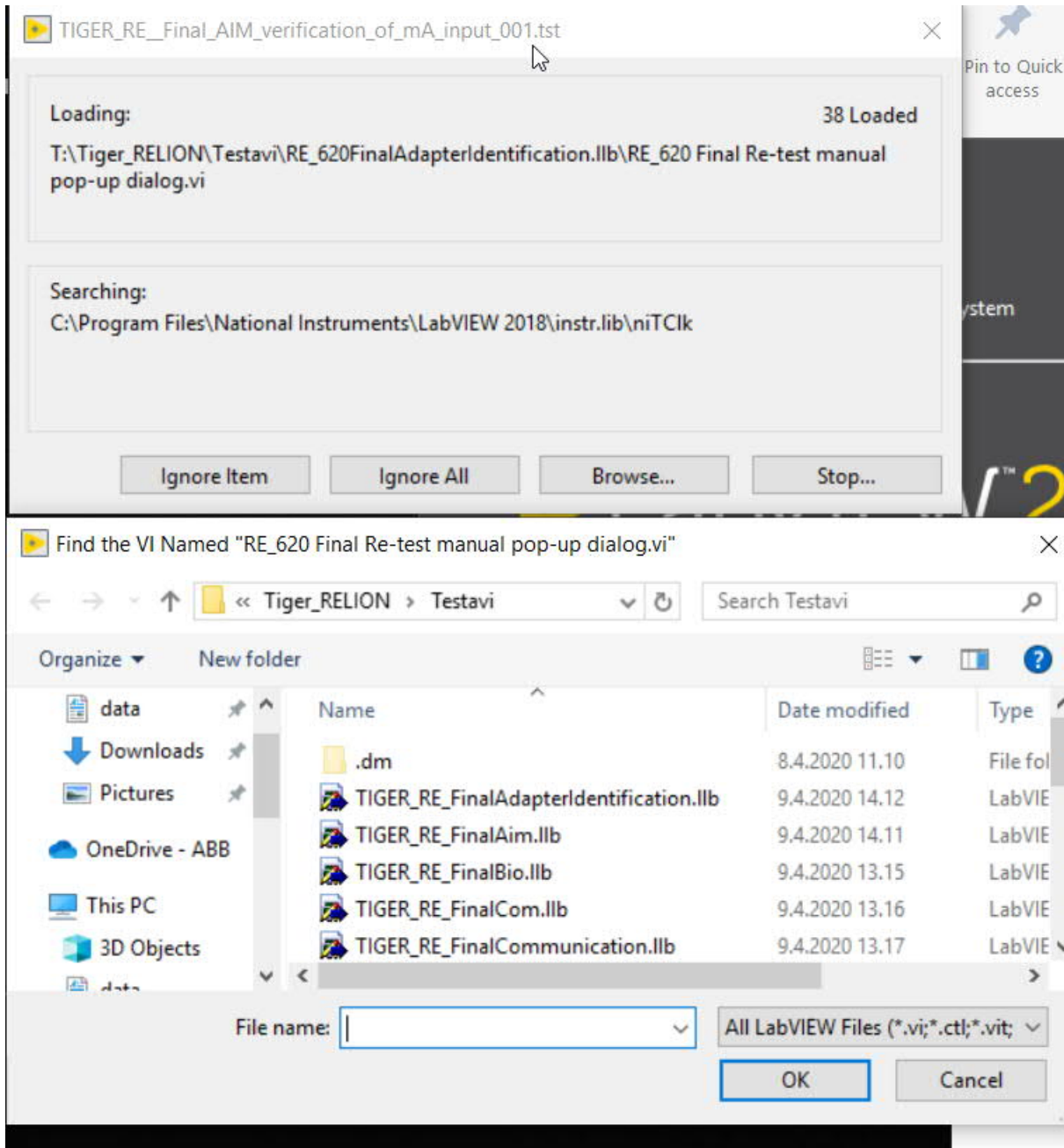
**Kuva 30.** LLB:n sisällä olevien VI tiedostojen uudelleennimeäminen

Tämän jälkeen uudelleennimettiin tst-testitiedostot. (**Kuva 31.**)



**Kuva 31.** TST-tiedostojen uudelleennimeäminen

Lopuksi kaikkien VI ja tst tiedostojen välille tulee ehdä uudelleenlinkitykset. (**Kuva 32.**)



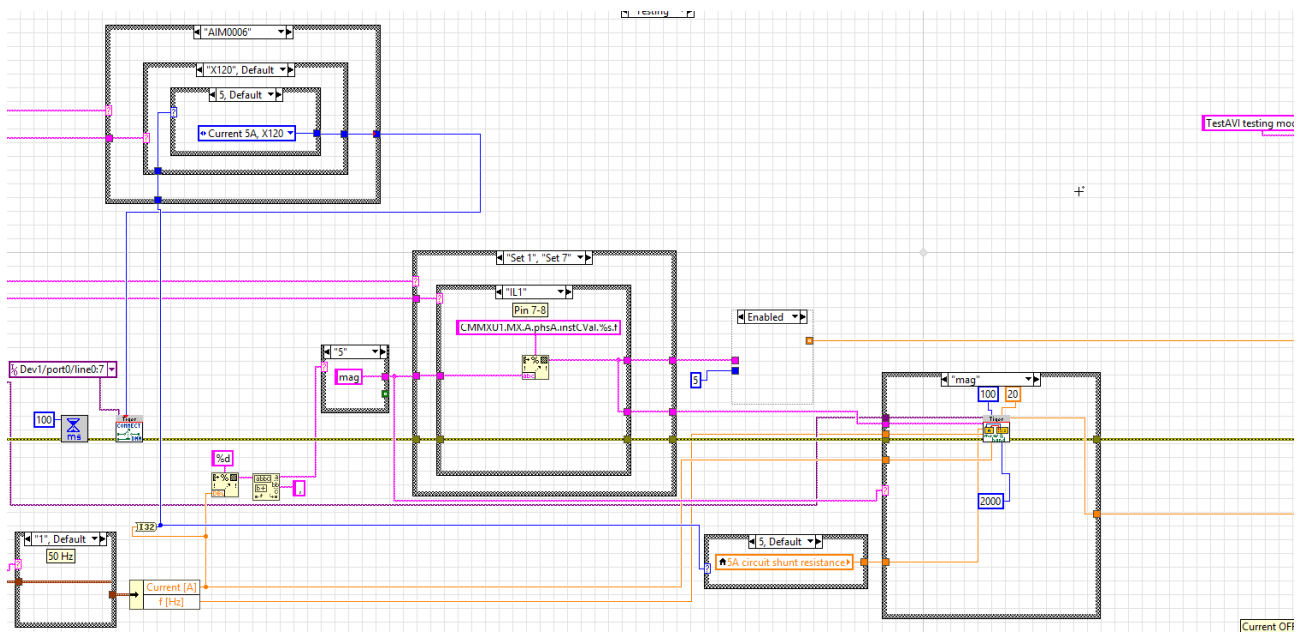
**Kuva 32.** Testitiedostojen uudelleenlinkitys

### 6.3 DMM-ohjauksen toteutus

DMM-varmennus vertaa saatuja 1 ja 5 ampeerin resistansseja ja niiden avulla laskettua virtaa omicronin ulostuloarvoihin, jolloin saadaan varmistettua, että omicronin mittaustulokset toimivat. DMM-varmennus lisätään kaikkiin SIM-, ja AIM-testeihin.

### 6.3.1 DMM VI:n toiminta

Liitteessä numero 6 on AIM-virtakanavatesti DMM:n lisäyksen jälkeen. Vertaamalla sitä liitteen 1 AIM virtakanavatestiin huomaamme seuraavat muutokset. omicronin alustus ja sulkeminen on siirretty alustus- ja lopetusosioihin. Alustusosioon on lisätty shunttivastusten mittausta viiden ja yhden ampeerin mittauksilla sekä DMM:n alustus. Testausosioon on lisätty DMM:n virta-asetuksen valinta, MMS-viestin muodostaminen testiparametreista, DMM mittaus (**Kuva 33.**) sekä mahdollisuus vaihekulman mittausta varten.



**Kuva 33.** AIM-virtakanava testi DMM-mittauksella.

Lasketaan jännitealue vastuksen resistanssista ja testissä käytettävästä virrasta annetaan jännitealue DMM:lle. Mitataan otanta, tässä tapauksessa 100 kappaletta ja lasketaan DMM:n jännite Fouriermuunnoksella. Luetaan arvo releeltä kolmesti. Lasketaan virta DMM:n jännitteen sekä vastuksen resistanssin avulla. Varmistetaan vertailulla, pysyykö DMM:n virta-arvo määritetyissä rajoissa ja jos ei ole generoidaan virhekoodi.

## 7 RELEEN TESTAUS MUOKATULLA KOESTUSLAITTEISTOLLA

Testattavan releen tilauskoodi on HBFKBCADCBBBBMN11G. **(Kuva 33.)** Se koostuu seuraavista korteista:

COM0023, AIM0006, PSM0004, BPL0001, CPU0007, DIS0012, AIM0005 ja BIO0005.

Näillä korteilla tulee testata luvussa 4 läpi käydyt testit:

COM: Ethernet-portti, IRIG-B ja sarjakommunikointi.

PSM: Binaariulostulojen tarkastus.

BIO: Binaarisisään -ja ulostulojen tarkastus.

AIM0005: Virtakanavien mittausta ja niiden arvojen rajoissa pysyminen.

AIM0006: Binaarisisääntulojen tarkastus ja jännitekanavien testaus.



**Kuva 34.** Testattava rele

## 7.1 Testauksen kulku

Rele testattiin kortti kerrallaan manuaalisesti, testit ajettiin järjestyksessä COM, -AIM, - BIO ja PSM testit.

## 7.2 Tulokset

Kuvasta 35 näemme lopulliset releen korttikohtaisten testien tulokset, joiden vikasyitä ja kuinka ne korjattiin, on selitetty tässä luvussa.

Testi	Testikerrat	Tulos	Vika syy(t)
<b>COM-testit</b>			
Ethernet porttien testi	1	Hyväksyty	
IRIG-B-testi	3	Hyväksyty	Testiadapterin kytkentävirhe,
<b>Sarjaportti testit</b>			
Sarjakommunikointi RS485	2	Hyväksyty	Gloaalissa muuttujassa väärä arvo
Sarjakommunikointi RS232/D9	5	Hylätty	MMS komento oli virheellinen
<b>AIM-testit</b>			
AIM0005-virtakanava testi	4	Hyväksyty	Testi ei saanut COM porttia auki ja kirjoitettua siihen dataa
AIM0006-binaari testi	1	Hyväksyty	
AIM0006-jännitekanavien testi	1	Hyväksyty	Releen synkronointi lähteen asetus oli väärässä tilassa
<b>BIO-testit</b>			
BIO0005-binaari testi	2	Hyväksyty	Testiohjelman ei ollut lisätty kommunikaation asettelu
<b>PSM-testit</b>			
PSM-binaariulostulojen testi	5	Hylätty	IRF-kanavan kommunikointi ei toimi halutusti

### Kuva 35. Testitulokset releen korteille

IRIG-B-testi vaati kolme yritystä toimiakseen. Ensimmäisellä yrityksellä adapterissa oli kytkentävirhe ja toisella yrityksellä moduulikohtaisessa koodissa oli väärä globaali muuttuja. Tämä virhe saatiin poistettua korjaamalla kytkentä ja muuttuja.

Sarja kommunikointitesti RS485-vaati kaksi testiyritystä toimiakseen. Ensimmäisellä kerralla MMS komennot koodissa olivat väärät releelle. Toisella testillä komennot olivat oikein ja rele läpäisi testin. Sarjakommunikointitesti D9/RS232 läpäisi alustusosion, mutta jäi testaus osiossa releelle lähetettävään MMS komentoon jumiin.

AIM0005-virtakanava testi vaati 4 yritystä. Releen synkronointilähteen asetus, joka normaalisti asetettaisiin setting of relay parameter vakiotestissä tuli asettaa IED-Explorer (**LIITE11.**) ohjelmistolla pois päältä, sillä muuten virtakanavien vahvistuksien asettelu on lukittu. Tämän asetuksen vaihtamisen jälkeen testi meni läpi.

AIM0006-binaari testi meni läpi ensimmäisellä yrityksellä ilman virheitä myös jännitekanavien mitaus toimi ensimmäisellä yrityksellä.

BIO0005-binaari sisään -ja ulostulo testi epäonnistui ensimmäisellä kerralla, sillä relettä ei ollut asetettu oikeaan kommunikaatiotilaan. Kommunikaationtilan korjaamisen jälkeen rele läpäisi testin.

PSM-binaariulostulojen tarkastus kaikki muut kanavat toimivat paitsi IRF testi.

## **8 YHTEENVETO**

### **8.1 Työn kulku**

Opinnäytetyössä suunniteltiin ja muokattiin 615-releen testauksen toteuttamiskelpoisuus RELION-alustalla. Opinnäytetyön tekeminen eteni koko ajan, eikä suurempia esteitä ollut. Ainoat ongelmat johtuivat DMM-lisäykseen vaadittavien komponenttien toimitusajoista ja muutamasta ohjelmointi-virheestä.

### **8.2 Saavutettiin tavoitteet**

Opinnäytetyössä saatiin todistettua, että testaus toimii RELION-alustalla. Työssä jäi tekemättä DMM-muutosten lopullinen testaus puuttuvien komponenttien takia. Kahta testiä ei saatu toimimaan opinnäytetyön aikataulussa.

### **8.3 Jatkotutkimusaiheet**

620-lopputestiadapterin automatisointi käyttäen relematriisia

Tällä hetkellä tuotetta testataan yhteen kytkettävillä konfiguraatio kohtaisilla kaapeleilla. Tämä tulisi korvata automaattisesti ohjattavalla neulapedillä. Neulapedin ohjaus vaatii uuden päivitetyn version relematriisista ja sen ohjauksesta.

Back end-solution kehitys:

Testeille tulisi kehittää back end-tietokantaan tuotteen kaikki eri parametrit ja vakiotestit sisältävät testijonot. Uudet testijonot tulisi linkittää oikeisiin testitiedostoihin. Myös testitulosten käsittely tulee viimeistellä ja osoittaa oikean tuoteperheen alle.

## LÄHTEET

- /1/ ABB Oy 2020. ABB lyhyesti, historia Viitattu 26.3.2020  
<https://new.abb.com/fi/abb-lyhyesti/historia>
- /2/ ABB Oy 2020. ABB lyhyesti Viitattu 26.3.2020  
<https://new.abb.com/fi/abb-lyhyesti>
- /3/ ABB Oy 2020. ABB lyhyesti, liiketoiminnot Distribution Solutions Viitattu 26.3.2020  
<https://new.abb.com/fi/abb-lyhyesti/suomessa/liiketoiminnot/distribution-solutions>
- /4/ ABB Oy 2020. ABB substation-automation, relion product family Viitattu 26.3.2020  
<https://new.abb.com/substation-automation/products/protection-control/relion-product-family>
- /5/ ABB Oy 2020 ABB substation-automation relion 615 series Viitattu 30.3.2020  
<https://new.abb.com/substation-automation/products/protection-control/relion-product-family/relion-615-series>
- /6/ ABB Oy 2020 ABB substation-automation relion 620 series Viitattu 30.3.2020  
<https://new.abb.com/substation-automation/products/protection-control/relion-product-family/relion-620-series>
- /7/ Electronics-notes what is labview Viitattu 19.4.2020  
<https://www.electronics-notes.com/articles/test-methods/labview/what-is-labview.php>
- /8/ Electronic notes VIs virtual instruments Viitattu 19.4.2020  
<https://www.electronics-notes.com/articles/test-methods/labview/vis-virtual-instruments.php>
- /10/ NI USB 6525 manuaali Viitattu 15.4.2020  
<http://www.ni.com/pdf/manuals/371818b.pdf>
- /11/ Keysight E3640A series manual Viitattu 16.4.2020  
<https://www.keysight.com/dk/en/assets/7018-06827/data-sheets/5968-7355.pdf>
- /12/ Omicron cmc256plus Viitattu 16.4.2020  
<https://www.omicronenergy.com/en/products/cmc-256plus/>
- /13/ ABB card exchange instructions

[https://library.e.abb.com/public/6d2af26f1f454d4f9996d9863a3b29ad/RE\\_611\\_615\\_cei\\_756896\\_LREnd\\_17062019.pdf](https://library.e.abb.com/public/6d2af26f1f454d4f9996d9863a3b29ad/RE_611_615_cei_756896_LREnd_17062019.pdf)

/14/ ABB Oy 2020 ABB substation-automation relion 630 series Viitattu 21.5.2020

<https://new.abb.com/substation-automation/products/protection-control/relion-product-family/relion-630-series>