

LAURI KOSKELA

**Prioriteettimoduulien
määräaikaistestaus ja tarvittavat
työkalut**

SÄHKÖ- JA AUTOMAATIOTEKNIIKAN
KOULUTUSOHJELMA
2023

Tekijä Koskela, Lauri	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Päivämäärä 03/2023
	Sivumäärä 39	Julkaisun kieli Suomi
Julkaisun nimi Prioriteettimoduulien määräaikaistestaus ja tarvittavat työkalut		
Tutkinto-ohjelma Sähkö- ja automaatiotekniikan koulutusohjelma		
<p>Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli määrittellä testilaitte prioriteettimoduuleille määräaikaistestaamista varten. Tavoitteena oli myös korjata aikaisempi dokumentaatio testiä varten ja selvittää missä testaus tulisi suorittaa. Työ aloitettiin moduulien käyttöönottolaitteilla.</p> <p>Työssä käydään läpi prioriteettimoduulien toiminta, toimintaympäristö sekä testaus. Testaukset aloitettiin käyttöönottolaitteella, jonka avulla käytiin läpi kaikki mahdolliset testaukset. Lopussa vertailtiin eri vaihtoehtoja testilaitteen tyypille ja esitellään testilaitte.</p> <p>Testilaitteesta saatiin määritettyä vaatimusten mukainen. Dokumentointi saatiin kuntoon.</p>		
Asiasanat		

Author Koskela, Lauri	Type of Publication Bachelor's thesis	Date 03/2023
	Number of pages 39	Language of publication: Finnish
Title of publication Testing of priority modules and required tools.		
Degree program Degree program in electrical and automation engineering		
<p>The aim of this thesis was to define a test device for priority modules for periodic testing. The aim was also to correct the previous documentation for the test and to find out where the testing should be done. The work started with a similar device used in the implementation of the modules.</p> <p>The work reviews the operation of the priority modules, the operating environment, and testing. The tests were started with a commissioning device that was used for all possible tests. At the end, different options for test device types were compared and the test device is presented.</p> <p>The pre-plan for the test device was successful and the documentation was fixed.</p>		
<u>Key words</u>		

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	6
2 MÄÄRÄAIKAISTESTAUS	7
2.1 Testin tarkoitus	7
2.2 Testin toteutus.....	7
3 LAITEYMPÄRISTÖ	7
4 PRIORITEETTIMODUULIT	8
5 DOKUMENTOINTI JA TESTIT	8
5.1 Dokumentin validointi.....	8
5.2 AV42 PLD testit	9
5.2.1 Testi 1 Turvallisuuskomentojen prioriteetti	9
5.2.2 Testi 2 Samanaikaisen manuaali- ja turvaohjauksen testaus.....	10
5.2.3 Testi 3 Manuaaliohjausten priorisointi.....	11
5.2.4 Testi 4 Signaalin UOFF poisto signaalilla OPDIS.....	12
5.2.5 Testi 5 Turva-automaation ohjaukset auki ja kiinni suuntaan.....	13
5.2.6 Testi 6 Varavalvomom lampputesti.....	15
5.2.7 Testi 7 Virhelampun testaus.....	15
5.2.8 Testi 8 Turva-automaation määräaikaiskokeen testin aloitus	16
5.2.9 Testi 9 Virhe input signaalien testaus	16
5.3 SPLM1-PC11 PLD testit	17
5.3.1 Testi 1 Turvallisuuskomentojen prioriteetti	17
5.3.2 Testi 2 osa1 Samanaikaisen manuaali ja turvaohjauksen testaus	18
5.3.3 Testi 2 osa2 Automaattisten TXP komentojen testaus	19
5.3.4 Testi 3 Manuaaliohjausten priorisointi.....	20
5.3.5 Testi 4 Turva-automaation ohjaukset auki ja kiinni suuntaan.....	21
5.3.6 Testi 5 turva-automaation määräaikaiskokeen testin aloitus.....	24
5.4 AV42 Software parametrit.....	24
6 TESTILAITTEEN MÄÄRITTELY	26
6.1 Automaattinen testilaite.....	26
6.1.1 Automaattisen testilaitteen edut	26
6.1.2 Automaattisen testilaitteen heikkoudet	26
6.2 Manuaali testilaite.....	27
6.2.1 Manuaalin testilaitteen edut	27
6.2.2 Manuaalin testilaitteen heikkoudet.....	27
6.3 Vertailun lopputulos.....	27
7 TESTILAITE	29

8 TEHTY TYÖ	36
9 LOPPUTULOS	37
LÄHTEET	
LIITTEET	

1 JOHDANTO

Teollisuuden voimalla on käytössään prioriteettimoduuleja, jotka priorisoivat laiteohjauksia olkiluoto 3 ydinvoimalalla. Priorisointi toteutetaan AV42 ja SPLM1-PC11 moduuleilla. Kyseisille korteille on olemassa määritelty määräaikaistestaus korteista löytyvälle PLD:lle, jonka suorittamista varten vaaditaan uusi testilaite. Määräaikaistesteille on luotu testidokumentti, joka tulee tarkastaa mahdollisilta virheiltä.

Opinnäytetyössäni tullaan perehtymään prioriteettimoduulien testaamiseen, toimintaan sekä käyttöympäristöön. Korteihin perehtymisen jälkeen suoritetaan määräaikaistestaus, jonka pohjalta voidaan tehdä vaaditut muutokset määräaikaistestin dokumentointiin. Moduulikorttien testaamista varten otetaan käyttöön Teollisuuden voiman käyttämä käyttöönottolaitte, jonka avulla saadaan suoritettua testit pääosin. Kun moduulien testit on suoritettu ja dokumentaatio korjattu, siirrytään testilaitteen määrittelyyn.

Opinnäytetyöni lopussa määritellään testilaite, jonka pohjana käytetään korteille tarkoitettua käyttöönottolaitetta. Testilaitteen määrittelyssä tullaan käymään läpi kaikki työn teettäjän vaatimukset, sekä useiden eri laitevaihtoehtojen vertailu. Määrittelyn jälkeen esitellään valmiiksi määritelty testilaite, jonka pohjalta käyttöön tuleva testilaite tullaan suunnittelemaan.

2 MÄÄRÄAIKAISTESTAUS

2.1 Testin tarkoitus

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on määritellä testilaitte, jota tullaan käyttämään prioriteettimoduulien AV42 ja SPLM1-PC11 kiinteiden sisään- ja ulostulojen testaamiseen. Moduuleita tulee testata 1-2 vuoden välein, jotta moduulien turvallinen ohjaus ja ajaminen ovat varmaa. Sisään- ja ulostulot testataan käymällä läpi moduuleista löytyvä PLD logiikka. Tällöin voidaan todeta sisään- ja ulostulojen, PLD:N sekä laitteiden sisäisten signaalien toimivuus.

2.2 Testin toteutus

Testiä varten prioriteettimoduuleja haetaan automaatiotiloista. Korttien tilalle asennetaan vastaavat kortit. Kortit viedään simulaatioympäristöön, jossa niiden oikea toiminta pystytään varmentamaan testilaitteistolla. Testien jälkeen testatut moduulit viedään varastoon myöhempää käyttöä varten. Kun seuraavat testattavat kortit haetaan kentältä, otetaan viimeksi testatut kortit varastosta ja viedään uusien testattavien korttien tilalle.

Testiä varten kortti otetaan omasta paikastaan pois ja kiinnitetään testilaitteeseen. Tämän jälkeen testilaitteessa oleva 64-pinninen liitin asetetaan kortin paikalle kaappiin, jotta saadaan virta signaaleja varten. Sitten testataan syöttämällä vaaditut signaalit testikohtaisesti. Kun kaikki testit on käyty läpi, irrotetaan testilaitte k korttipaikasta ja kortti asetetaan takaisin.

3 LAITEYMPÄRISTÖ

LIITE 1: Laiteympäristön kuvaus

4 PRIORITEETTIMODUULIT

LIITE 2: Prioriteettimoduulit

5 DOKUMENTOINTI JA TESTIT

Opinnäytetyön alussa käytettiin Arevan luomaa testidokumenttia D02-ASA-01-000-565. Dokumentti sisälsi testitaulukot, korttien parametrit, laitteen kytkentäohjeet sekä testin taustatiedot. Dokumentissa oli ennakolta tiedossa virheitä, mutta virheet eivät kaikki olleet vielä tiedossa. Osana opinnäytetyötä oli löytää, sekä korjata kyseiset virheet.

Dokumentissa olevaa taustatietoa ja testiselostusta tullaan käyttämään määritellyn testilaitteen kanssa. Tässä opinnäytetyön osassa esitellään määräaikaistestit, sekä jokaiselle testille korjattu taulukko dokumentista.

5.1 Dokumentin validointi

Testidokumentin testitaulukot käytiin läpi hyödyntämällä moduulien käyttöönottolaitetta. Käyttöönottolaitteella saatiin signaaleille simuloitua signaali 1, katkaistua eli signaalin arvoksi saatiin 0 sekä päästettyä läpi kaikki TXS kaapista tulevat signaalit. Kaikkia signaaleja ei saatu ohjattua 1/0 kytkimellä, näihin signaaleihin voitiin vaikuttaa vain TXS kaapista tulevilla signaaleilla. Testien täyttämisen onnistumista varten oli pakko hyödyntää simulaatioympäristön ohjauksia, sekä lisämoduulia, jolla voitiin käsin katkaista signaalin syöttö kortille. Erillisen simuloinnin ja lisämoduulin takia oli tarvetta uudelle testilaitteelle.

5.2 AV42 PLD testit

AV42 sisältää yhdeksän eri testausta

5.2.1 Testi 1 Turvallisuuskomentojen prioriteetti

AV42 saa ohjauksen auki signaaleilla SFON1 ja SFON2 ja kiinni signaaleilla SFOFF1 ja SFOFF2. AV42 priorisoi signaalit järjestyksessä SFOFF1 > SFON1 > SFOFF2 > SFON2. Testin tarkoituksena on tarkistaa ohjausten toiminta sekä varmistaa eri turva-automaatiojärjestelmiltä tulevien signaalien priorisointi.

Taulukko 1. AV-42 testi 1

TRQNON = TRQNOFF = 1; MNEN1 = 1; all other inputs = 0
Case 1

Inputs					Outputs			
SFON 1	SFON 2	SFOFF 1	SFOFF2	wait >... ms until...	CMDON	CMDOFF	CBON	CBOFF
0	0	0	0	50	0	0	0	0
1	0	0	0	etc	1	0	0	0
0	1	0	0		1	0	0	0
1	1	0	0		1	0	0	0
0	0	1	0		0	1	0	0
1	0	1	0		0	1	0	0
0	1	1	0		0	1	0	0
1	1	1	0		0	1	0	0
0	0	0	1		0	1	0	0
1	0	0	1		1	0	0	0
0	1	0	1		0	1	0	0
1	1	0	1		1	0	0	0
0	0	1	1		0	1	0	0
1	0	1	1		0	1	0	0
0	1	1	1		0	1	0	0
1	1	1	1		0	1	0	0
0	0	0	0		0	0	0	0

5.2.2 Testi 2 Samanaikaisen manuaali- ja turvaohjauksen testaus

AV42 saa manuaaliohjauksen auki signaalilla MNON1 ja kiinni MNOFF1, turvasignaalin auki SFON1 ja SFOFF1, UOFF (undervoltage) turvasignaalin kiinni suuntaan sekä NSFEN turvasignaalin. NSFEN estää kaikki operatiiviset ja manuaalit ohjaukset. Testin tarkoituksena on varmistaa, että AV42 priorisoi turvasignaalit manuaaliohjauksen yli.

Taulukko 2. AV-42 testi 2

TRQNON = TRQNOFF = 1; MNEN = 1; all other
inputs = 0

Case 2

AV42

Inputs							Outputs			
MNO N1	MNOF F1	UO FF	SFO N1	SFOF F1	NSFEN	wait >... ms until...	CMD ON	CMDO FF	CBO N	CBO FF
0	0	0	0	0	0	50	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	etc	1	0	0	0
1	0	0	0	1	0		0	1	0	0
1	0	0	0	0	1		0	0	0	0
0	1	0	0	0	0		0	1	0	0
0	1	0	1	0	0		1	0	0	0
0	1	0	0	0	1		0	0	0	0
0	0	1	0	0	0		0	1	0	0
0	0	1	1	0	0		1	0	0	0
0	0	1	0	0	1		0	1	0	0
0	0	0	0	0	0		0	0	0	0

5.2.3 Testi 3 Manuaaliohjausten priorisointi

AV42 saa manuaaliohjauksen MNON auki ja MNOFF kiinni CRSEL (valvomon vaihto) poistaa päällä olevat manuaaliohjaukset. STOP signaali poistaa ohjaukset muistista. Testin tarkoitus on varmistaa ohjauksen toimivuus molempiin suuntiin. Tarkistetaan lopuksi, että STOP signaali poistaa kaikki ohjaukset heti.

Taulukko 3. AV-42 testi 3

TRQNON = TRQNOFF = 1; MNEN = 1; OPDIS / AVDIS = 1; all other inputs = 0
Case 3

Inputs					Outputs			
CRSE L	MNO N	MNOFF	STOP	wait >... ms until...	CMDON	CMDOFF	CBON	CBOF F
0	0	0	0	50	0	0	0	0
0	1	0	0	etc	1	0	0	0
0	0	0	0		1	0	0	0
0	0	0	1		0	0	0	0
0	1	1	0		0	1	0	0
0	0	1	0		0	1	0	0
0	0	0	0		0	1	0	0
0	0	0	1		0	0	0	0
0	1	0	1		1	0	0	0
0	0	0	1		0	0	0	0
0	0	1	1		0	1	0	0
0	1	0	0		1	0	0	0
1	0	0	0		0	0	0	0
1	0	1	0		0	0	0	0
0	0	1	0		0	1	0	0
0	0	0	1		0	0	0	0
0	0	0	0		0	0	0	0

5.2.4 Testi 4 Signaalin UOFF poisto signaalilla OPDIS

Testataan UOFF (alijännite) signaalin poiskytkentä käyttämällä signaalia OPDIS.

Mikäli OPDIS on päällä UOFF signaalilla ei ole vaikutusta.

Taulukko 4. AV-42 testi 4

TRQNON = TRQNOFF = 1; all other inputs = 0

Case 4

Inputs			Outputs			
OPDIS1	UOFF	wait >... ms until...	CMDON	CMDOFF	CBON	CBOFF
0	0	50	0	0	0	0
0	1	etc	0	1	0	0
1	1		0	0	0	0
0	0		0	0	0	0

5.2.5 Testi 5 Turva-automaation ohjaukset auki ja kiinni suuntaan

AV42 saa positiosignaalit TLON auki ja TLOFF kiinni. AV42 saa turvasignaalin SFON auki ja SFOFF kiinni. AV42 parametri ONTL mahdollistaa ohjauksen terminoinnin vain päätyrajatiedon mukaan. Testin tarkoitus on varmistaa turva-automaatiolta tulevien ohjausten suoritus toimilaitteelta tulevan tilatiedon ja asetettujen parametrien mukaan. Esim. mikäli TLON signaali on päällä ja ONTL parametri on pois päältä CMDON=1 ohjausta ei terminoida pelkän päätyrajatiedon TLON=1 mukaan vaan signaalin terminointiin vaadittaisiin lisäksi myös TRQNON=0 signaali. Tarkistetaan myös, että ONTL signaali ohjaa käyttölaitetta päätyrajatiedon mukaan Esim. SFON=1 ohjaa venttiiliä auki suuntaan ja terminoi ohjauksen pelkän päätyrajatiedon TLON=1 mukaan silloin kun parametri ONTL=1 on asetettu ja SFOFF=1 ohjaa venttiiliä kiinni suuntaan ja terminoi ohjauksen pelkän päätyrajatiedon TLOFF=1 mukaan silloin kun parametri OFFTL=1 on asetettu.

Taulukko 5. AV-42 testi 5 auki suuntaan

**TRQNOFF = 1; all other
inputs = 0.**

Case 5 (Termination in open position)

Inputs							Outputs			
TLO FF	TLO N	TRQON (TRQN ON)	SFON	SFOFF	ONTL	wait >... ms until...	CMD ON	CMD OFF	CBO N	CBO FF
0	0	0 (1)	0	0	0	50	0	0	0	0
0	0	0 (1)	1	0	0	etc.	1	0	0	0
0	1	0 (1)	1	0	0		1	0	1	0
0	1	1 (0)	1	0	0		0	0	1	0
0	0	1 (0)	1	0	0		1	0	0	0
1	0	1 (0)	1	0	0	50	1	0	0	0
1	0	1 (0)	1	0	0	100	1	0	0	1
0	0	0 (1)	0	1	0	50	0	1	0	0
0	0	0 (1)	0	0	1		0	0	0	0
0	1	0 (1)	1	0	1		0	0	1	0
0	1	1 (0)	1	0	1		0	0	1	0
0	0	1 (0)	1	0	1		1	0	0	0
1	0	0 (1)	0	1	1		0	1	0	1
0	0	0 (1)	1	0	1		1	0	0	0
0	0	0 (1)	0	0	0		0	0	0	0

Taulukko 6 testi 5 kiinni suuntaan

**TRQNON = 1; all other
inputs = 0.**

Case 5 (Termination in closed position)

Inputs							Outputs			
TLO FF	TLO N	TRQOFF (TRQNO FF)	SFON	SFOFF	OFFTL	wait >... ms until...	CMD ON	CMD OFF	CBO N	CBO FF
0	0	0 (1)	0	0	0	50	0	0	0	0
0	0	0 (1)	0	1	0	etc.	0	1	0	0
1	0	0 (1)	0	1	0		0	1	0	1
1	0	1 (0)	0	1	0		0	0	0	1
0	0	1 (0)	0	1	0		0	1	0	0
0	1	1 (0)	0	1	0	50	0	1	0	0
0	1	1 (0)	0	1	0	100	0	1	1	0
0	0	0 (1)	1	0	0	50	1	0	0	0
0	0	0 (1)	0	0	1		0	0	0	0
1	0	0 (1)	0	1	1		0	0	0	1
1	0	1 (0)	0	1	1		0	0	0	1
0	0	1 (0)	0	1	1		0	1	0	0
0	1	0 (1)	1	0	1		1	0	1	0
0	0	0 (1)	0	1	1		0	1	0	0
0	0	0 (1)	0	0	0		0	0	0	0

5.2.6 Testi 6 Varavalvomon lampputesti

AV42 saa manuaaliohjaussignaalit MNEN-2, MNON-2, MNOFF-2 ja STOP-2. Lampputesti päälle signaalin LPT 2. Testataan, että kaikki lamput syttyvät lampputestillä (LPT-2) ja manuaaliohjauksilla testataan yksittäiset lamput lampputestin aikana.

Taulukko 7. AV-42 testi 6

Desktille 2 /
AV42

Inputs						Outputs		
LPT 2	MNEN- 2	MNON- 2	MNOFF- 2	STOP- 2	wait >... ms until...	CBON- 2	CBOFF- 2	CBMAL -2
0	0	0	0	0	50	0	0	0
1	0	0	0	0		1	1	1
1	1	0	0	0		0	0	1
1	0	1	0	0		0	1	1
1	0	0	1	0		1	0	1
1	0	0	0	1		0	0	1
0	0	0	0	0		0	0	0

5.2.7 Testi 7 Virhelampun testaus

Testataan virhe LED lamppu signaalille CBMAL-1 kytkemällä päälle lampputesti LPT-1

Taulukko 8. AV-42 testi 7

LPT1	wait >... ms until...	CBMAL-1
0	50	0
1		1
0		0

5.2.8 Testi 8 Turva-automaation määräaikauskokeen testin aloitus

Testataan, että signaali SFTIN kytkee päälle turvatarkistussignaali CBSFTON ja CBSFTOFF turva-automaation määräaikauskokeen suorittamista varten.

Taulukko 9. AV-42 testi 8

SFTIN	wait >... ms until...	CBSFTON	CBSFTOFF
0	50	0	0
1		1	1
0		0	0

5.2.9 Testi 9 Virhe input signaalien testaus

AV42 saa virhesignaali TP, PCBTRIP ja MTV, joiden on tarkoitus kytkeä päälle FDFLT virhetilasignaali.

Taulukko 10. AV-42 testi 9

TP	PCBTRIP	MTV	wait >... ms until...	FDFLT
0	0	0	150	0
1	0	0		1
0	0	0		0
0	1	0		1
0	0	0		0
0	0	1		1
0	0	0		0

5.3 SPLM1-PC11 PLD testit

SPLM1-PC11 sisältää viisi eri testausta

5.3.1 Testi 1 Turvallisuuskomentojen prioriteetti

SPLM1-PC11 saa ohjauksen auki signaaleilla SFON1 ja SFON2 ja kiinni signaaleilla SFOFF1 ja SFOFF2. SPLM1-PC11 priorisoi signaalit järjestyksessä SFOFF1 > SFON1 > SFOFF2 > SFON2. Testin tarkoituksena on tarkistaa ohjauksen toiminta sekä priorisointi.

Taulukko 11. SPLM1-PC11 testi 1

TRQNON = TRQNOFF = 1; MNEN1 = 1; all other inputs = 0
Case 1

Inputs					Outputs			
SFON 1	SFON 2	SFOFF 1	SFOFF2	wait >... ms until...	CMDON	CMDOFF	CBON	CBOFF
0	0	0	0	50	0	0	0	0
1	0	0	0	etc	1	0	0	0
0	1	0	0		1	0	0	0
1	1	0	0		1	0	0	0
0	0	1	0		0	1	0	0
1	0	1	0		0	1	0	0
0	1	1	0		0	1	0	0
1	1	1	0		0	1	0	0
0	0	0	1		0	1	0	0
1	0	0	1		1	0	0	0
0	1	0	1		0	1	0	0
1	1	0	1		1	0	0	0
0	0	1	1		0	1	0	0
1	0	1	1		0	1	0	0
0	1	1	1		0	1	0	0
1	1	1	1		0	1	0	0
0	0	0	0		0	0	0	0

5.3.2 Testi 2 osa1 Samanaikaisen manuaali ja turvaohjauksen testaus

SPLM1-PC11 saa manuaaliohjauksen auki signaalilla MNON1 ja kiinni MNOFF1, turvasignaalin auki SFON1 ja SFOFF1, sekä NSFEN turvasignaalin. NSFEN estää kaikki operatiiviset ja manuaalit ohjaukset. Testin tarkoituksena on varmistaa, että SPLM1-PC11 priorisoi turvasignaalit manuaaliohjauksen yli.

Taulukko 12. SPLM1-PC11 testi 2.1

TRQNON = TRQNOFF = 1; MNEN = 1; AVDIS = 1; all
other inputs = 0
Case 2.1
PC11

Inputs						Outputs			
MNO N	MNO FF	SFO N1	SFOFF1	NSFE N	wait >... ms until...	CMDO N	CMDO FF	CBO N	CBO FF
0	0	0	0	0	50	0	0	0	0
1	0	0	0	0	etc	1	0	0	0
1	0	0	1	0		0	1	0	0
1	0	0	0	1		0	0	0	0
0	1	0	0	0		0	1	0	0
0	1	1	0	0		1	0	0	0
0	1	0	0	1		0	0	0	0
0	0	0	0	0		0	0	0	0

5.3.3 Testi 2 osa2 Automaattisten TXP komentojen testaus

SPLM1-PC11 saa AV42 moduulin kautta automaattiohjauksen auki signaalilla AVON ja kiinni AVOFF. Signaali AVDIS estää AV42 kautta tulevat käyttöautomaation (TXP) ohjaukset ja aktivoi manuaaliohjaukset valvomosta sekä NSFEN estää kaikki muut paitsi turva-automaation ohjaukset. Testin tarkoituksena on testata, että AVDIS sekä NSFEN estävät automaattisen ohjauksen kortille ja että kortin automaattinen ohjaus toimii oikein.

Taulukko 13. SPLM1-PC11 testi 2.2

TRQNON = TRQNOFF = 1; MNEN = 0; all other inputs = 0

Case 2.2 PC11

AVON	AVOFF	AVDIS	NSFEN	wait >... ms until...	CMDON	CMDOFF
0	0	0	0	50	0	0
1	0	0	0		1	0
1	1	0	0		0	1
0	1	0	0		0	1
0	1	1	0		0	0
1	0	1	0		0	0
0	1	0	0		0	1
0	1	0	1		0	0
1	0	0	0		1	0
1	0	0	1		0	0
0	0	0	0		0	0

5.3.4 Testi 3 Manuaaliohjausten priorisointi

SPLM1-PC11 saa manuaaliohjauksen MNON auki ja MNOFF kiinni. CRSEL signaali pitää manuaaliohjauksen muistissa, vaikka PC11 saisi ohjauksen uuteen suuntaan. STOP signaali poistaa ohjaukset muistista. Testin tarkoitus on varmistaa ohjauksen toimivuus molempiin suuntiin. Tarkistetaan, että CRSEL jättää ohjauksen muistiin, vaikka laitetta ohjattaisiin eri suuntaan ja lopuksi testataan, että STOP signaali poistaa kaikki ohjaukset heti.

Taulukko 14. SPLM1-PC11 testi 3

TRQNON = TRQNOFF = 1; MNEN = 1; OPDIS / AVDIS = 1; all other inputs = 0

Case 3

Inputs					Outputs			
CRSEL	MNON	MNOFF	STOP	wait >... ms until...	CMDON	CMDOFF	CBON	CBOFF
0	0	0	0	50	0	0	0	0
0	1	0	0	etc	1	0	0	0
0	0	0	0		1	0	0	0
0	0	0	1		0	0	0	0
0	1	1	0		0	1	0	0
0	0	1	0		0	1	0	0
0	0	0	0		0	1	0	0
0	0	0	1		0	0	0	0
0	1	0	1		1	0	0	0
0	0	0	1		0	0	0	0
0	0	1	1		0	1	0	0
0	1	0	0		1	0	0	0
1	0	0	0		1	0	0	0
1	0	1	0		1	0	0	0
0	0	1	0		0	1	0	0
0	0	0	1		0	0	0	0
0	0	0	0		0	0	0	0

5.3.5 Testi 4 Turva-automaation ohjaukset auki ja kiinni suuntaan

SPLM1-PC11 saa positiosignaalit TLON auki ja TLOFF kiinni. SPLM1-PC11 saa turvasignaalin SFON auki ja SFOFF kiinni. SPLM1-PC11 parametri ONTL mahdollistaa ohjauksen terminoinnin vain päätyrajatiedon mukaan. Testin tarkoitus on varmistaa turva-automaatiolta tulevien ohjausten suoritus toimilaitteelta tulevan tilatiedon ja asetettujen parametrien mukaan. Esim. mikäli TLON signaali on päällä ja ONTL parametri on pois päältä CMDON=1 ohjausta ei terminoida pelkän päätyrajatiedon TLON=1 mukaan, vaan signaalin terminointiin vaadittaisiin lisäksi myös TRQNON=0 signaali. Tarkistetaan myös, että ONTL=1 signaali ohjaa venttiiliä tilasignaalin TLON-1 mukaan esim. SFON=1 ohjaa venttiiliä auki suuntaan ja terminoi ohjauksen pelkän päätyrajatiedon TLON=1 mukaan silloin kun parametri ONTL=1 on asetettu ja SFOFF=1 ohjaa venttiiliä kiinni suuntaan ja terminoi ohjauksen pelkän päätyrajatiedon TLOFF=1 mukaan silloin kun parametri OFFTL=1 on asetettu.

Taulukko 15. SPLM1-PC11 testi 4 auki suuntaan

TRQNOFF = 1; all other**inputs = 0.**

Case 5 (Termination in open position)

Inputs							Outputs			
TLO FF	TLO N	TRQON (TRQN ON)	SFON	SFOFF	ONTL	wait >... ms until...	CMD ON	CMD OFF	CBO N	CBO FF
0	0	0 (1)	0	0	0	50	0	0	0	0
0	0	0 (1)	1	0	0	etc.	1	0	0	0
0	1	0 (1)	1	0	0		1	0	1	0
0	1	1 (0)	1	0	0		0	0	1	0
0	0	1 (0)	1	0	0		1	0	0	0
1	0	1 (0)	1	0	0	50	1	0	0	0
1	0	1 (0)	1	0	0	100	1	0	0	1
0	0	0 (1)	0	1	0	50	0	1	0	0
0	0	0 (1)	0	0	1		0	0	0	0
0	1	0 (1)	1	0	1		0	0	1	0
0	1	1 (0)	1	0	1		0	0	1	0
0	0	1 (0)	1	0	1		1	0	0	0
1	0	0 (1)	0	1	1		0	1	0	1
0	0	0 (1)	1	0	1		1	0	0	0
0	0	0 (1)	0	0	0		0	0	0	0

Taulukko 15 SPLM1-PC11 testi 4 kiinni suuntaan

**TRQNON = 1; all other
inputs = 0.**

Case 5 (Termination in closed position)

Inputs							Outputs			
TLO FF	TLO N	TRQOFF (TRQNO FF)	SFON	SFOFF	OFFTL	wait >... ms until...	CMD ON	CMD OFF	CBO N	CBO FF
0	0	0 (1)	0	0	0	50	0	0	0	0
0	0	0 (1)	0	1	0	etc.	0	1	0	0
1	0	0 (1)	0	1	0		0	1	0	1
1	0	1 (0)	0	1	0		0	0	0	1
0	0	1 (0)	0	1	0		0	1	0	0
0	1	1 (0)	0	1	0	50	0	1	0	0
0	1	1 (0)	0	1	0	100	0	1	1	0
0	0	0 (1)	1	0	0	50	1	0	0	0
0	0	0 (1)	0	0	1		0	0	0	0
1	0	0 (1)	0	1	1		0	0	0	1
1	0	1 (0)	0	1	1		0	0	0	1
0	0	1 (0)	0	1	1		0	1	0	0
0	1	0 (1)	1	0	1		1	0	1	0
0	0	0 (1)	0	1	1		0	1	0	0
0	0	0 (1)	0	0	0		0	0	0	0

5.3.6 Testi 5 turva-automaation määräaikauskokeen testin aloitus

Testataan, että signaalit SFTIN ja AVCBSFTOFF käynnistävät turvatarkistussignaalit CBSFTON ja CBSFTOFF overlapping testin suorittamista varten.

Taulukko 16. SPLM1-PC11 testi 5
PC11 test initiation / overlapping test

AVCBSFTOFF	SFTIN	wait >... ms until...	CBSFTON	CBSFTOFF
0	0		0	0
0	1	50	0	0
1	1		1	1
0	1		1	1
0	0		0	0

5.4 AV42 Software parametrit

Dokumentin yksi tärkeimpiä osuuksia oli AV42 moduulin parametrilista testausta varten. Parametrit tarkistettiin vertaamalla testin vaatimuksia, testatessa löytyneitä ongelmia sekä testin alkuperäistä listaa. Lopulliseksi toimivaksi software parametrilistaksi saatiin seuraavanlainen:

Taulukko 17. AV42 testiparametrit

parametri	tila	
WRBHAZU WRBHAAZ WRBHAAUF WRBHAEA WRBSZU WRBSAZ WRBSAUF WRBSEA	1	Signaalit estävät double-1 virhetilan syntymistä, joka aiheuttaa mm. FDFLT signaalin syntymisen. kaikki signaalit
WEFNSZU WEFNSAZ WEFNSAUF WEFNSEA	0	Signaalit voivat estää manuaalia ohjausta. kaikki signaalit
TUM	6000	Undervoltage signaalin monitorointiaika, valitaan kaikesta suurin aika, jotta vältytään häiriöiltä
TWS	0	palautumisviive virran palattua. Kun undervoltage signaali kytetään pois testissä, laite palaa heti normaalitilaan ilman viivettä
RWA=RWE RDE	1	check-back kontakteja. haluttu kontakti on limit-position (RWA) sekä NORMALLY OPEN contact Torque checkback (RDE) NORMALLY CLOSED. Väärä arvo voi vaikuttaa haluttuun outputtiin.
RMS MTU	0	check-back kontakteja. halutut kontaktit ovat limit-position, Motor temperature (MTU) sekä Switchgear (RMS) NORMALLY OPEN contact Torque checkback NORMALLY CLOSED. Väärä arvo voi vaikuttaa haluttuun outputtiin.
EIZAUF EIZZU	0	Limit position aito arvo, väärä arvo sekoittaa lopputuloksia taulukoissa, kun ohjataan TLON, TLOFF, TRQNON, TRQNOFF inputteja.
LZMF TGL TVE	0	RUNTIME sekä position monitorointeja, joita ei tarvita testissä kaikille arvoksi
BEL	1	määritellään moottori ohjattu venttiili
BBV	1	manuaaliohjaus ilman profibussia
PBR	0	Priorisoidaan ohjaus suuntaan CLOSE
VZL	0	määritellään haluttu status profibussin poiskytkentää varten. Haluttu tila on "no preferred status"
BUSLESS	1	Moduuli toimii ilman PROFIBUS yhteyttä
FUNR INSTNR	0	Moduuli toimii ilman PROFIBUS yhteyttä

6 TESTILAITTEEN MÄÄRITTELY

Testilaitteen määrittelyä varten tehtiin erilaisten vaihtoehtojen vertailu parhaan mahdollisen testilaitteen määrittelyä varten. Testilaitteen vertailussa tuli huomioida laitteen vaatimukset, rakenne sekä käyttöympäristö. AV42:n parametointi jää testilaitteen määrittelyn ulkopuolelle, sillä parametointi vaatii omat ohjelmistonsa, joita ei saada lisättyä testilaitteeseen.

6.1 Automaattinen testilaite

Vertailussa yhtenä vaihtoehtona oli automaattinen testilaite. Automaattisen testilaitteen tarkoitus on suorittaa määräaikaistesti syklimäisesti läpi. Laite ohjelmoitaisiin syöttämään inputit korttiin ja lukemaan vaaditut outputit. Tämän jälkeen testilaite esittäisi lopputulokset taulukkokohtaiseksi ja ilmoittaisi testin onnistumisen/epäonnistumisen. Lopuksi laite loisi raportin testistä.

6.1.1 Automaattisen testilaitteen edut

Automaattisen testilaitteen käyttäminen olisi yksinkertaista. Laite tekisi testin itse, eikä testaajan tarvitse itse suorittaa jokaista testiä erikseen. Automaattinen testilaite loisi itse valmiin testiraportin, joka tarvitsee muuten luoda erikseen paperisena versiona. Automaattinen laite olisi myös nopeampi verrattuna manuaaliseen testilaitteeseen.

6.1.2 Automaattisen testilaitteen heikkoudet

Automaattinen testilaite olisi kustannuksiltaan huomattavasti kalliimpi kuin manuaalinen testilaite. Automaattisen testilaitteen tulosten luotettavuuden osoittaminen olisi haastavaa.

6.2 Manuaali testilaite

Toisena vaihtoehtona oli manuaali testilaite. Manuaali testilaitteelle oli kaksi eri vaihtoehtoa, yksi testilaite molemmille korteille sekä kummallekin kortille oma testilaite. Manuaalin testilaitteen tarkoitus on syöttää signaalit kytkimien avulla ja näyttää päälle asettuneet outputit LED lampuilla.

6.2.1 Manuaalin testilaitteen edut

Manuaali testilaite olisi erittäin yksinkertainen ja halpa valmistaa. Manuaali testilaite on myös helppo käyttää. Yhdellä testilaitteella saataisiin molemmat kortit testattua vaihtamatta laitetta korttien mukaisesti. Mahdolliset parametriongelmat olisi helpompi huomata manuaalilla testilaitteella, verrattuna automaattiseen.

6.2.2 Manuaalin testilaitteen heikkoudet

Testiraportti pitää luoda erikseen manuaalia testilaitetta käytettäessä. Testit täytyy tehdä itse, jolloin testaaja saattaa asettaa signaalien asetukset väärin ja helposti ymmärrettävän dokumentoinnin tärkeys kasvaa. Testien suorittaminen kestää kauemmin kuin automaattisella. Yksi testilaite vaatisi samat komponentit kuin kaksi testilaitetta, jolloin yhteen laitteeseen tulisi kaksi kertaa enemmän komponentteja kuin kahteen erilliseen. Tällöin yhden testilaitteen toteuttamisesta tulisi vaikeampaa, sekä laitetta olisi vaikeampi käyttää kytkimien ja LED lamppujen määrän takia.

6.3 Vertailun lopputulos

Vertailun lopputuloksena päädyttiin manuaaliin testilaitteeseen. Manuaali testilaite vastasi TVO:n vaatimuksia paremmin kuin automaattinen testilaite. Automaattinen testilaite olisi vaatinut huomattavasti enemmän suunnittelua ja olisi kustantanut myös huomattavasti enemmän. Testi on kokonaisuudessaan vielä hyvin yksinkertainen ja lyhyt, jolloin automaatiolaitteen helppokäyttöisyys ja nopeus ei tekisi huomattavaa eroa. Testiraportti jää ainoaksi manuaalilaitteen heikkoudeksi ja automaattisen

testilaitteen huomattavaksi eduksi, mutta raportti on yksinkertainen tuottaa. Tällöin työtä tulee hieman lisää, mutta ei liaksi.

Lopuksi verrattiin vielä manuaalit testilaitteet toistensa kanssa. Manuaalien testilaitteiden välillä päädyttiin kahteen erilliseen laitteeseen, eli molemmille korteille oma testilaite. Yhteen testilaitteeseen olisi pitänyt asentaa molempien testilaitteiden komponentin yhteen laitteeseen. Vaikka korteilla on täysin identtiset liittimet, molempien korttien pinneihin ei saada asennettua haluttuja signaaleja samanaikaisesti. Inputteja ja outputteja on AV42 47 kappaletta ja PC1 1 42 kappaletta. Mikäli olisi tehty vain yksi testilaite, olisi siihen tullut kaksi korttipaikkaa, sekä 89 inputtia ja outputtia. Testien suorittaminen ja seuraaminen olisi vaikeutunut ja testilaitteesta olisi tullut todella suurikokoinen ja epämukava kuljettaa.

7 TESTILAITE

Taulukko 18. SPLM1-PC11 pinnien signaalit ja vaaditut komponentit

PC11			
PIN	DESIGNATION	SIGNAL TYPE	REQ.COMPONENTS
b02	power	+ 24 v dc	
b04	mnoff	Binary input	input switch+led
b06	cdlt	Binary input	input switch+led
b10	n.c.	Don't connect	
b14 + f28 loop	loop cdoff	Internal signal	
b20	control	Internal signal	
b22	offtl	Parameter	input switch+led
b24	ontl	Parameter	input switch+led
b26	sfon-2	Binary input	input switch+led
b28	trqnoff	Binary input	input switch+led
b30	cmdon	Binary output	output led
b32	power	+ 24 v dc	
d02	power	+ 24 v dc	
d04 + z24 loop	loop cdon	Internal signal	
d06	cboff	Binary output	output led
d08	n.c.	Don't connect	
d10	stop	Binary input	input switch+led
d12	n.c	Don't connect	
d14	n.c.	Don't connect	
d18	n.c.	Don't connect	
d22	n.c.	Don't connect	
d24	cbsfton	Binary output	output led
d26 + f04 loop	loop cbsft	Internal signal	
d28	cmdoff	Binary output	output led
d30	sfoff-2	Binary input	input switch+led
d32	power	+ 24 v dc	
f02	avon	Binary input	input switch+led
f06	cbon	Binary output	output led
f08	mnen	Binary input	input switch+led
f12	csv	Binary output	output led
f14	n.c.	Don't connect	
f18	zero refrence voltage	GND	
f20	error	Internal signal	
f22	trqsf	Binary input	input switch+led
f24	nsfen	Binary input	input switch+led
f26	sfon-1	Binary input	input switch+led
f30	avcboff	Binary input	input switch+led
f32	cbsftoff	Binary input	input switch+led

z02	zero reference voltage	GND	
z04	avdis	Binary input	input switch+led
z06 + z30 loop	loop tlon	Binary input	input switch+led
z08	avoff	Binary input	input switch+led
z10	crsel	Binary input	input switch+led
z12	avcbon	Binary input	input switch+led
z14 + z22 loop	loop tloff	Binary input	input switch+led
z16	mnon	Binary input	input switch+led
z18	avcsftoff	Binary input	input switch+led
z20	trqnon	Binary input	input switch+led
z26	sftin	Binary input	input switch+led
z28	sfoff-1	Binary input	input switch+led
z32	zero reference voltage	GND	

Taulukko 19. PC11 Signaalit

SIGNAL	MEANING	SIGNAL	MEANING
mnoff	Manual OFF / CLOSE command	cbon	“OPEN limit position switch responded” signal for desktile
cdlt	Desktil lamp test	mnen	Enable manual commands
loop cdoft	Operational OFF / CLOSE command	trqsf	Commands from the safety I&C are terminated when the torque limit switch responds
offtl	CLOSE commands are terminated when the respective travel limit switch responds	nsfen	Safety I&C command: "Inhibit operational I&C commands"
ontl	OPEN commands are terminated when the respective travel limit switch responds	sfon-1	ON / OPEN command from the safety I&C
sfon-2	ON / OPEN command from the safety I&C	avcboff	“Indication OFF / CLOSED” signal from the AV42
trqnoff	“CLOSED torque switch has not responded” checkback	csftoff	“Reactor protection system test OFF / CLOSE” checkback
cmdon	ON / OPEN command to the drive	avdis	Ignore commands from AV42, evaluate desk tile commands
loop cdon	Operational ON / OPEN command	loop tlon	“OPEN travel limit switch responded” checkback
cboff	“CLOSED limit position switch responded” signal for desktile	avoff	OFF / CLOSE command from AV42

stop	Manual STOP command	crsel	Control room selection
cbsfton	“Reactor protection system test ON / OPEN” checkback	avcbon	“Indication ON / OPEN” signal from AV42
loop cbsft	“Inhibit operational commands” due to an active command or missing enable from the safety I&C	loop tloff	“CLOSED travel limit switch responded” checkback
cmdoff	OFF / CLOSE command to the drive	mnon	Manual ON / OPEN command
sfoff-2	OFF / CLOSE command from the safety I&C	avcbsftoff	Checkback “reactor protection system test active” from AV42
avon	ON / OPEN command from the AV42	trqnon	“OPEN torque switch has not responded” checkback
cbon	“OPEN limit position switch responded” signal for desktile	sftin	Reactor protection system test initialization signal
mnen	Enable manual commands	sfoff-1	OFF / CLOSE command from the safety I&C

Taulukko 20. AV42 pinnien signaalit ja vaaditut komponentit

AV42			
PIN	DESIGNATION	SIGNAL TYPE	REQ. COMPONENTS
b02	zero reference voltage	GND	
b04	sfon-2	Binary input	input switch+led
b06	cbon-2	Binary output	output led
b08	mnoff-1	Binary input	input switch+led
b10	n.c	Don't connect	
b12	n.c.	Don't connect	
b14	fdflt	Binary output	output led
b16	ontl	Parameter	input switch+led
b18	bus	bus address	input switch+led
b20	bus	+ 24 v dc	
b22	bus	bus address	input switch+led
b24	bus	+ 24 v dc	
b26	bus	bus address	input switch+led
b28	bus	bus address	input switch+led
b30	csv	Binary output	output led

b32	zero reference voltage	GND	
d02	sfon-1	Binary input	input switch+led
d04	sfoff-2	Binary input	input switch+led
d06	crsel	Binary input	input switch+led
d08	mnen-1	Binary input	input switch+led
d10	mnoff-2	Binary input	input switch+led
d12	trqsf	Parameter	input switch+led
d14	tlbrk	Parameter	input switch+led
d16	offtl	Parameter	input switch+led
d18	trqnon	Binary input	input switch+led
d20	n.c.	Don't connect	
d22	uoff	Binary input	input switch+led
d24	tlon	Binary input	input switch+led
d26	tp	Binary input	input switch+led
d28	opdis-1	Binary input	input switch+led
d30	stop-2	Binary input	input switch+led
d32	lpt-2	Binary input	input switch+led
f02	nsfen	Binary input	input switch+led
f04	sfoff-1	Binary input	input switch+led
f06	sftin	Binary input	input switch+led
fo8	mnon1	input switch+led	input switch+led
f10	mnon-2	Binary input	input switch+led
f12	mnen-2	Binary input	input switch+led
f14	endsg	Binary input	input switch+led
f16	n.c.	Don't connect	
f18	trqnoff	Binary input	input switch+led
f20	n.c.	Don't connect	
f22	mtv	Binary input	input switch+led
f24	pcbtrip	Binary input	input switch+led
f26	tloff	Binary input	input switch+led
f28	sflt	Binary input	input switch+led
f30	stop-1	Binary input	input switch+led
f32	lpt-1	Binary input	input switch+led
z02	power	+ 24 v dc	
z08	cboff-2	Binary output	output led
z10	cbon-1	Binary output	output led
z12	cboff-1	Binary output	output led
z14	n.c.	Don't connect	
z16	cbmal-1	Binary output	output led
z18	cbmal-2	Binary output	output led
z20	cmdoff	Binary output	output led
z22	chsftoff	Binary input	input switch+led
z24	cmdon	Binary output	output led
z26	chsfton	Binary input	input switch+led
z28	control	Internal signal	
z30	n.c.	Don't connect	

z32	power	+ 24 v dc	
-----	-------	-----------	--

Taulukko 21. AV42 Signaalit

SIGNAL	MEANING	SIGNAL	MEANING
sfon-2	OPEN/ON command from the safety I&C	mnon-2	Manual OPEN /ON command from control room 2
cbon-2	Checkback: OPEN/ON indication on desktille in control room 2	mnen-2	Enable for manual command from control room 2
mnon-1	Manual CLOSE/OFF command from control room 1	endsg	Command termination in the switchgear
fdflt	Checkback: feeder fault	trqnoff	Checkback: CLOSED torque switch has NOT responded
ontl	Termination of OPEN/ON actuation command via travel-limit switch alone	mtv	Checkback: motor temperature violation
sfon-1	OPEN/ON command from the safety I&C	pcbtrip	Checkback: power circuit breaker (fuse) trip
sfoff-2	CLOSE/OFF command from the safety I&C	tloff	Checkback: CLOSED travel-limit switch has responded
crsel	Control room selection	lpt-1	Lamp test button on desktille in control room 1
mnen-1	Enable for manual command from control room 1	cboff-2	Checkback: CLOSED/OFF indication on desktille in control room 2
mnoff-2	Manual CLOSE/OFF command from control room 2	cbon-1	Checkback: OPEN/ON indication on desktille in control room 1
trqsf	Torque has priority over safety I&C	cboff-1	Checkback: CLOSED/OFF indication on desktille in control room 1
tlbrk	Travel-limit switch is NC contact	cbmal-1	Checkback: FAULT indication on desktille in control room 1
offtl	CLOSE/OFF termination via travel-limit switch alone	cbmal-2	Checkback: FAULT indication on desktille in control room 2
trqnon	Checkback: OPEN torque switch has NOT responded	cmdoff	CLOSE/OFF command to the switchgear
uoff	Checkback: undervoltage limit	cmdon	OPEN/ON command to the switchgear

	signal		
tlon	Checkback: OPEN travel-limit switch has responded	sflt	Lamp test on reactor protection panel

Yllä olevista taulukoista nähdään laitteen syöttämät signaalit, sekä signaalien pinnipaikat laitteesta löytyvästä kortin liittimestä. Taulukoista 18 ja 20 nähdään signaalien nimet, signaalityypit, vaaditut komponentit sekä pinnipaikka signaaleille ja komponenteille. Taulukoista 19 ja 21 esitetään signaalit.

Testilaitteen kotelon kanteen merkataan jokaisen syötettävän ja luettavan signaalin nimi, signaalien nimet löytyvät DESIGNATION sarakkeesta. Taulukoissa 19 ja 21 esitellään signaalien tarkoitus ja toiminta. SIGNAL TYPE sarakkeesta voidaan tarkistaa signaalin tyyppi. N.C. (not connected) merkatut pinnit jätetään täysin kytkemättä, sillä kyseiset signaalit aiheuttavat häiriöitä ja virhetiloja testitilanteessa. Internal signal on kortin sisällä oleva ohjaussignaali, jonka moduuli itse asettaa päälle ja käyttää signaalien ohjaamiseen.

REQUIRED COMPONENTS (vaaditut komponentit) sarakkeesta löytyvät vaadittavat komponentit signaalien syöttämistä ja tarkistamista varten. Input-signaaleja varten on käytössä perinteinen 0/1 kytkin, sekä LED valo. Kytkimille syötetään virta, joka kulkee kytkimen läpi LED lamppuun ja siitä jatkaa sille tarkoitettuun pinniin. LED valon tarkoitus inputeissa on seurata mille pinnille kulkee virtaa, tämä tekee testaamisesta mukavampaa, sekä kytkinten toimivuus on helppo tarkistaa. Output-signaaleja varten asennetaan vain LED valo, joka syttyy, kun signaali tulee aktiiviseksi.

Kortin kytkentää varten käytetään EN 60603-2 64 pinnistä naaras liittintä, jonka pinnit on kirjattu PIN sarakkeeseen. Liitin kytketään testilaitteen kotelon kylkeen, johon kortti kiinnitetään testauksen suorittamiseksi. PC11 kortin taulukosta löytyvä LOOP merkkkaus tarkoittaa testausliittimestä löytyvien pinnien yhteen kytkemistä, jolloin molempia pinnejä voidaan ohjata yhdellä kytkimellä samanaikaisesti tai kortin sisäinen signaali ohjataan esteettä läpi.

Taulukko 22. Tarvikelista testilaitteelle.

Parts list	AV42	SPLM1-PC11
Switches on/off NO	29	26
LED	38	30
Connector to module	en 60603 64 pin female	en 60603-2 64 pin female
Connector to power source	en 60603 64 pin male	en 60603-2 64 pin male
64 pin wiring+cable	1 cable for power	1 cable for power

Yllä olevasta taulukosta löytyy tarvittavat komponentit, tarvikkeet sekä komponenttien määrät.

Taulukko 23. Korttien virran syöttö.

Power	PC-11 pin	AV-42 pin
+ 24 V DC	D02+B02+D32+B32	Z02+B20+B24+Z32
Zero reference voltage		
GND	Z02+Z32+F18	B02+B32
Signal voltage		
24 V DC	all input switches	all input switches
Current consumption		
≤ 475 mA		
Monitoring current		
≤ 100 mA		
contact voltage		
48 V		

Testilaitteelle voidaan ottaa virta testattavan kortin paikalta TXS kaapista SR-3U kiskolta tai vaihtoehtoisesti erillisestä 24 V lähteestä. Korttiin syötetään 24 voltia tasavirtaa. Kortin käyttämä oma virta asennetaan SPLM1-PC11 pinneihin D02+B02+D32+B32 ja monitoroinnin virta pinneihin Z02+Z32+F18. AV-42 virta syötetään pinneihin Z02+B20+B24 ja monitoroinnin virta pinneihin B02+B32. Jokainen inputsignaaleja syöttävä kytkin kytketään myös 24 V lähteeseen.

Testausta varten AV-42 irrotetaan PROFIBUS yhteydestä, jotta testaus ilman PROFIBUS:a on mahdollista, tulee muuttaa AV-42:n software parametointi taulukko 16 mukaiseksi.

8 TEHTY TYÖ

Opinnäytetyön tekeminen alkoi tutustumalla työhön. Aluksi tutustuin moduuleihin, joille testilaitte määriteltiin. Tutustuin TVO:n tarjoamiin dokumentteihin, joissa käytiin läpi moduulien rakenne, sekä toiminta. Tämän jälkeen moduuleita alettiin tutkia simulointi ympäristössä. Moduulien toimintoja alettiin tutkia laitteella, jolla moduuleille tehdään käyttöönotto. Testilaitetta ei ole tarkoitettu testaamaan kortissa olevia kytkentöjä, joten moduulin signaalien kokeilussa oli vielä hankaluuksia.

Moduulien testaukseen otettiin mukaan testidokumentit. Testidokumentit tarvitsivat korjauksia, mutta alussa ne olivat suuntaa antavia. Kun ajan myötä moduulit tulivat tutummaksi ja tutummaksi. Testaaminen alkoi olla sujuvaa käyttöönottolaitteella, mutta hankaluuksia oli vielä.

Moduulien testaamiseen vaadittiin parametrimuutoksia, joita käyttöönottolaitteella ei voinut tehdä. Parametrejä alettiin muuttamaan simulointiympäristön simulaattorista. Parametrien muuntamiseen vaadittiin kyseisen moduulin eristäminen simuloinnista, ottamalla kortissa valmiiksi olevat parametrit talteen ja asentamalla testiparametrit.

Parametrien tutkimisen jälkeen, molemmille korteille saatiin toteutettua kaikki vaadittavat signaalitestit, jotka vaadittiin kaikkien signaaliyhteyksien testaamiseen. Tulosten pohjalta luotiin uudet testitaulukot, kun kaikki signaalit saatiin testattua oikein ja testidokumenteista löytyvät virheet saatiin korjattua. Lopuksi kirjattiin kaikki vaadittavat testiparametrit ja uudet testitaulukot opinnäytetyöhön.

Tämän jälkeen aloin suunnittelemaan uuden testilaitteen vaatimuksia. Aloitin miettimällä mikä olisi yksinkertaisin tapa testata kaikki signaalit. Joten mietin käyttöönottolaitteen pohjalta, miten kortin kytkennät menevät. Sitten mietin, miten kaikki signaalit voisi testata laitteella. Tämän pohjalta kirjoitin taulukoihin kaikki signaalit toimintoineen, sekä kaikki testilaitteen sisäiset kytkennät.

Kun kaikki tämä oli tehty opinnäytetyöni tuli valmiiksi. Laitteen esisuunnitelma valmis ja uudet testiohjeet luotu.

9 LOPPUTULOS

Testilaitteen esisuunnitelma saatiin suoritettua. Esisuunnitelmasta saadaan selville laitteen vaatimat tarvikkeet, perusohjeistus rakentamiseen, laitteen tehonkäyttö, käyttöympäristö sekä käyttöohjeistus. Esisuunnitelma siirtyy laitteen lopullisen suunnitelman tekijälle, joka luo laitteelle piirrokset, lopulliset asennusohjeet sekä vaadittavat laitedokumentit.

Testidokumenttien validointi saatiin suoritettua kokonaisuudessaan. Dokumentin parametrilistasta löytyi virheellisiä tilamerkintöjä ja testaustaulukoista löytyi virheellisiä ohjaussignaaleja sekä testituloksia. Testidokumenteista luotiin korjausehdotukset alkuperäiseen dokumenttiin ja lähetettiin Arevalle. Areva suorittaa lopullisen korjauksen testidokumenttiin.

LÄHTEET

AV42 Priority Actuation and Control Module Topical Report. AREVA. (2006).
osoite: <https://www.nrc.gov/docs/ML0633/ML063380086.pdf>

AV42 Priority Module control Types 1 to 3. AREVA. (2015).

AV42 Priority Module, Data Sheet AREVA. (2015).

Maintenance Training System HBS/PACS Hardware Detailed Design Documentation 8
1CLE51 AREVA. (2019).

Methodology for 100% Combinatorial Testing of the U.S. EPR™ Priority
Module. AREVA. (2011).

MTS PACS Hardware design description. AREVA. (2019).

Priority Actuator Control System System Description. AREVA. (2019).

Specification for the PACS periodic test PT9 including checks of the hardwired I/Os.
AREVA Siemens. (2020).

SPLM1-PC11 Priority control. (AREVA). (2016).

TELEPERM® XS Systemübersicht. AREVA. (2012).

Verification of FPGA application design by model checking. Pakonen, Antti. (2016).
osoite: <https://www.vttresearch.com/sites/default/files/julkaisut/muut/2016/OA-Verification-of-FPGA-Application%20.pdf>

LIITTEET

LIITE 1: Laiteympäristön kuvaus

Sisältää luottamuksellista aineistoa ja on jätetty pois tästä versiosta

LIITE 2: Prioriteettimoduulit

Sisältää luottamuksellista aineistoa ja on jätetty pois tästä versiosta