

Lassi Lumme

TESTAUSLAITE TEHDASTESTEIHIN

Sähkö –ja automaatiotekniikan koulutusohjelma
2019

Testauslaite tehdastesteihin

Lumme Lassi

Satakunnan ammattikorkeakoulu

Sähkö –ja automaatiotekniikan koulutusohjelma

Tammikuu 2019

Sivumäärä: 41

Liitteitä: 0

Asiasanat: tehdastestaus, Siemens, käyttöliittymä,

Tämä työ on tehty Cargotec Finland Oy:n Tampereen yksikölle Kalmarille. Työn aiheena oli tehdastesteihin tarkoitetun testauslaitteen prototyypin suunnittelu ja toteutus. Myös testauksesta saatavien tulosten raportointi osana isompaa tehdastestauskokonaisuutta sekä laitteen käyttämisen opastus sisältyivät työhön.

Työ helpottaa tehdastestausta ja parantaa varmuutta täysin toimivan kokonaisuuden toimittamiseksi. Työ keskittyi I/O tarkastuksiin osana isompaa tehdastestauskokonaisuutta. Työssä testauskohteena oli etäohjauskonsoli.

Työ aloitettiin määrittämällä testauslaitteeseen tarvittavat komponentit. Komponenttien saapumista edeltävänä aikana tehtiin suunnittelua ja tutkimustyötä. Komponenttien saavuttua edettiin toteutusvaiheeseen.

Valmis testauslaite koostui Siemensin ohjelmoitavasta logiikasta ja kosketusnäytöstä. Kokonaisuus asennettiin iskunkestävään suojasalkkuun.

Työn tuloksena saatua laitetta voidaan käyttää tehdastestauksen tukena ja konseptia jatkokehittää.

Työn raportoinnissa asioita on yleistetty ja teknisiä yksityiskohtia esitetty Kalmarin kanssa sovituissa rajoissa.

Factory acceptance testing device

Lumme Lassi

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in electrical and automation engineering

January 2019

Number of pages: 41

Appendices: 0

Keywords: factory acceptance testing, Siemens, user interface

This thesis was commissioned by Kalmar which is a part of Cargotec Finland Oy located in Tampere. The purpose of this thesis was to develop a prototype for a factory acceptance testing device. Also testing documentation and device handling instructions were in the scope of this thesis

This thesis makes factory acceptance testing easier and improves the certainty for a fully functional customer delivery. Main focus of this thesis was the I/O testing as a part of the overall factory acceptance test.

Thesis was started with defining components for the device. During the component delivery time planning and design work was being done. After components arrived, implementation phase was carried out.

The final device consisted of a Siemens PLC and HMI panel. Components were installed in a shock proof case.

The device developed as a result of this thesis can be used in factory acceptance testing and further developed.

In this report certain things have been generalized and technical details are presented within boundaries agreed with Kalmar.

TERMIT JA LYHENTEET

I/O	Tulo ja lähtösignaalit (Input / Output)
Etä I/O-yksikkö	Tulo ja lähtöpiiri, joka on tuotu lähelle toimilaitetta
Fail-safe	Koneturvallisuus standardeja noudattava tuotemalli
PROFINET	Teollisuus-Ethernet-standardi
PROFIsafe	Siemensin turvatiedonsiirto hybridiväyläteknikka
TIA Portal	Siemensin kehittämä ohjelmointiympäristö
Logiikka	Automaatio prosessien ohjauksessa käytetty tietokone
LLDP	Link Layer Discovery Protocol
IP-osoite	Internetin protokolla osoite
Device Name	Laitteen uniikki tunnus Profinet verkossa
Ohjelmakirjasto	Kokoelma ohjelmoituja toiminnallisuuksia
Konfigurointi	Laitteen asetuksien määrittäminen

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	7
2	KALMAR.....	8
2.1	Yleistä	8
2.2	Konttien käsittelylaitteet	9
3	TEHDASTESTAUS.....	11
4	RATKAISTAVA ONGELMA.....	13
4.1	Ongelma.....	13
4.2	Ratkaisu.....	14
5	SUUNNITTELU	14
5.1	Alustava suunnittelu.....	14
5.2	Komponentti valinnat.....	15
5.2.1	Logiikka.....	15
5.2.2	Näyttöpaneeli.....	16
5.2.3	Virtalähde	17
5.2.4	Kotelointi.....	18
5.3	Käyttöliittymä	18
6	TOTEUTUS	19
6.1	Komponenttien asennus	19
6.2	Ohjelmointi	23
6.2.1	Konfigurointi	23
6.2.2	Ohjelmointi PROFIsafe osoite	23
6.2.3	Ohjelmointi toiminnallinen testaus.....	25
6.3	Käyttöliittymä	27
6.3.1	Pääsivu.....	27
6.3.2	PROFIsafe osoitteen asetus	28
6.3.3	Digitaalitulot ja -lähdöt.....	29
6.3.4	Fail-safe digitaalitulot.....	30
6.3.5	Analogiatulot	31
6.3.6	Analogialähdöt	33
6.3.7	Watch table	34
6.3.8	Diagnostiikka.....	35
7	TESTIN SUORITTAMINEN	36
7.1	Laitteen käyttäminen.....	36
7.2	Dokumentointi	38
8	LOPPUPÄÄTELMÄT	39

8.1	Toteutuksen arviointi	39
8.2	Jatkokehitysideat.....	40
LÄHTEET.....		41

1 JOHDANTO

Tehdastestaus on tärkeä vaihe laitteen toimitusprosessissa. Testiin voi kuulua testattavasta laitteesta riippuen monia eri vaiheita ja testejä. Testin suorittamiseen voidaan käyttää mittareita, silmämqääräistä tarkastelua, simulointia, erilaisten testitilanteiden suorittamista tai muita menetelmiä.

Jos laite käsittelee I/O-tietoja, tulee sille tehdä I/O-testi. Perinteisesti esimerkiksi logiikan I/O-testi on tehty tietokonetta ja logiikan ohjelmointiympäristöä käyttäen. Tämä vaatii tietämystä logiikkaohjelmoinnista ja ohjelmointiympäristöistä. Siemensin logiikoiden tapauksessa tämä vaatii myös lisenssit ohjelmien käyttämiseen.

Työn idea oli mahdollistaa I/O-testin tekeminen ilman ohjelmointiympäristöä ja tuntemusta ohjelmointiympäristöistä. Visiona oli tehdä testauslaite, jota pystyisi käyttämään esimerkiksi tehtaassa sähköasentaja ainoastaa laitteen käyttämiseen vaaditulla yksinkertaisella ymmärryksellä.

Opinnäytetyössä esitelty laite oli tarkoitettu etäohjauskonsolien testaamiseen. Laitteen konseptia voitaisiin hyödyntää useaan eri kohteeseen.

2 KALMAR

2.1 Yleistä

Kalmar on Cargotec Oyj:n liiketoiminta-alue. Cargotecin liiketoimialueita ovat myös MacGregor, joka erikoistuu laivojen lastinkäsittelyratkaisuihin sekä Hiab, joka erikoistuu ajoneuvojen lastinkäsittelylaitteisiin. Kalmar tarjoaa konttien käsittelylaitteita, terminaalautomaattioratkaisuja, ohjelmistoja ja palveluita. Vuoden 2017 lopussa Kalmarilla oli yli 5 700 työntekijää 30 eri maassa, joista suurimpia ovat Yhdysvallat, Malesia, Ruotsi, Kiina, Suomi, Puola, Espanja, Intia ja Alankomaat. Suomessa Kalmarin toimipiste sijaitsee Tampereella Ruskon teollisuusalueella.



Kuva 1. Kalmarin testikenttä Tampereella.

Suuri osa maailman tavaraliikenteestä kuljetetaan meriteitse merikonteissa. Vuonna 2015 merikuljetuksista noin 90 prosenttia irtotavaralastista kuljetettiin konteissa ja koko meriliikenteestä yli 60 prosenttia oli konttiliikennettä. Kalmar liikuttaa yhtä

neljäsosaa maailman konttiliikenteestä sekä toimittaa satama-ja terminaaliratkaisuita ympäri maailmaa. (wikipedia.fi) (Cargotec.com)



Kuva 2. Konttiterminaali.

2.2 Konttien käsittelylaitteet

Kalmar tarjoaa konttien ja muun tavarankäsittelyyn monipuolisen laitevalikoiman. Laitteisiin kuuluvat mm. terminaalitraktorit, kurottajat, haarukkatrukit, konttilukit ja konttinosturit. (kalmarglobal.com)



Kuva 3. Automaattinen konttilukki.

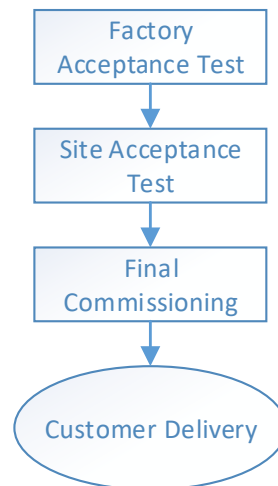
Konttien käsittely tehdään satamissa ja konttiterminalleissa. Käsittelyä varten on kehitetty erilaisia laitteita ja kontin eri liikuttamisen vaiheille on omansa. Mereltä laivan kyydistä kontti usein nousee STS (Ship To Shore) satamanosturilla. Tämän jälkeen matka jatkuu tyypillisesti konttilukin kyydissä joko varastoon tai konttinosturille, joka hoitaa korkeavarastoinnin. Pois terminaalista kontti kulkee joko lukilla tai konttinosturilla. Erilaisia toimintatapoja sekä satama -ja terminaaliratkaisuja on monia.



Kuva 4. Automaattinen konttinosturi.

3 TEHDASTESTAUS

Tehdastestaus, tunnettu myös nimellä FAT (Factory Accpetance Testing) on laitteiston tai ohjelmiston toimittajan ja tilaajan toteuttama dokumentoitu toiminnallinen tarkastus. Tarkastus suoritetaan laitteille ja ohjelmistoille toimittajan tiloissa fyysisenä testinä tai esimerkiksi simuloimalla. Testin suorittaa tilaajan käyttöönottotarkastaja, ulkopuolinen toimija tai toimittaja. Tehdastestaus on usein osa suurempaa kokonaisuutta toimituksessa. Toimitukseen kuuluu usein myös kohteessa tehtävä testaus SAT (Site Accpetance Testing), loppu käyttöönotto sekä luovutus. Kuva 5 esittää tiivistetysti toimitusprosessin.



Kuva 5. Toimitusprosessi tiivistettynä.

Tehdastestauksen tarkoitus on varmistaa laitteiston tai ohjelmiston toimivuus ennen toimitusta. Laitteiston ja ohjelmiston tulee täyttää niille määritetyt vaatimukset ja määräykset. Testi suoritetaan ennalta määritetyn testisuunnitelma mukaisesti. Testaus voi sisältää ennalta määritettyä testitapauksia, toiminnallisuuksien testausta ja yksittäisten komponenttien tarkastuksia. Testin tulokset dokumentoidaan ennalta laadittuun tarkastuspöytäkirjaan.

Tehdastestaus on olennainen osa esimerkiksi Kalmarin mahdollisesti toimittamaa terminaaliratkaisua. Jokainen terminaalin osa (konttilukit, konttinosturit, etäohjauskonsolit, sähkökaapit, yms.) on tehdastestattu. Näin varmistetaan asiakkaan kohteessa tapahtuvan asennustyön ja käyttöönoton sujuminen ongelmitta.

Taulukossa 1. on esitetty mahdollinen esimerkki sähkölaitteen tehdastestausprosessin vaiheista, sekä testien kuvaukset

Taulukko 1. Tehdastestausprosessi

Testi	Kuvaus
Silmämääräinen tarkastus.	Tarkastetaan kohde silmämääräisesti.
Maadoituksen jatkuvuus.	Varmistetaan maadoituksen jatkuvuus mittaamalla.
KytKentöjen tarkastus.	Tarkastetaan yleismittarilla kahden kytkentäpisteen väliltä.
Eristysresistanssi mittaus.	Varmistetaan riittävä eristysresistanssi mittaamalla.
Jännitemittaukset.	Tarkastetaan virtalähteiden jännitteet mittaamalla.
I/O tarkastus.	Tarkastetaan tulo –ja lähtösignaalien toiminta esimerkiksi logiikalta.
Komponenttien tarkastus.	Tarkastetaan esimerkiksi painonappien, merkkivalojen ja hätä-seiskeytkinten fyysinen toiminta.

4 RATKAISTAVA ONGELMA

4.1 Ongelma

Kalmar halusi kehittää prototyypin testauslaitteesta tai testausprosessista I/O testauksen helpottamiseen. Sitä tuli pystyä käyttämään ilman erityisosaamista, esimerkiksi ilman tuntemusta logiikkaohjelmoinnista ja ohjelmointiympäristöistä. Laitteen tuli olla helppokäyttöinen ja käyttöliittymän selkeä. Kriteereinä olivat myös kompaktius helpon kuljettamisen mahdollistamiseksi, tehdasympäristöihin soveltuva kestävä rakenne ja hyvä toimintavarmuus.

4.2 Ratkaisu

Tehdastestauksen yhteydessä tehtävään I/O-testaukseen kehitettäisiin laite testin suorittamiseen. Testilaitteen pääkomponentit tulisivat olemaan Siemensin logiikka ja näyttöpaneeli.

Suunnittelussa päädyttiin testilaitteeseen useasta syystä tietokoneella ja logiikalla suoritettavan testin sijasta. Tietokonetta ja logiikkaa käytettäessä tarvitsee käyttäjällä olla kokemusta käytettävästä ohjelmasta, tässä tapauksessa TIA-Portalista. Testilaitetta käytettäessä tarvitsee käyttäjän ainoastaan hallita laitteen käyttöliittymä. Testilaitetta käytettäessä ei käyttäjälle tule ongelmia palomuurien, ohjelmien kaatumisen ja muiden tietokonetta käytettäessä mahdollisten ongelmien kanssa. Testilaitteelle voidaan luoda visuaalinen käyttöliittymä, joka auttaa käyttäjää testin suorittamisessa.

Testilaitetta käytettäessä voidaan testiä nopeuttaa. Kytkentäpisteiden välistä tarkastusta ei välttämättä enää tarvita, koska esimerkiksi painonapilta tulevan signaalin toiminta voidaan todentaa käyttöliittymästä ja mittaaminen jää vikatilantesiin. Analogiatulosten toiminta ja arvo voidaan myös todentaa käyttöliittymästä, jolloin kytkentäpisteiden välinen mittaus ja esimerkiksi ohjainlaitteelta tulevan jänniteviestin mittaus voidaan jättää vikatilanteisiin.

5 SUUNNITTELU

5.1 Alustava suunnittelu

Testilaitteesta oli jo kehittynyt alustava idea ratkaistavasta ongelmasta keskusteltaessa. Kun oli saatu lupa laitteen rakentamiseen ja komponentti hankintoihi, alettiin ideaa jalostamaan käyttötarkoitukseen soveltuvaksi.

Suunnittelu aloitettiin kartoittamalla tarvittavat komponentit. Komponentti valinnoissa Siemens oli looginen valinta, koska testattavassa kohteessa oli Siemensin etä I/O-yksikkö ET200SP. Myös muissa mahdollisesti testattavissa kohteissa on Siemensin etä I/O-yksiköitä.

I/O datan käsittelyä varten tarvittiin ohjelmoitava logiikka. Testattavan kohteen yksinkertaisen I/O tarkastelun voisi tehdä myös Siemensin tarjoamalla ilmaisella käyttöönottoa helpottamaan tarkoitettulla Proneta ohjelmalla. Proneta tosin ei tue PROFIsafe kommunikointia, joten fail-safe komponentteja ei pystyisi testaamaan. Logiikka yhdessä näyttöpaneelin kanssa tarjoaa myös mahdollisuuden erilaisten toiminnollisuuksien ja visualisoinnin toteuttamiseksi.

5.2 Komponentti valinnat

Komponenttivalinnat perustuivat testattavassa kohteessa olevaan hajautettuun I/O-yksikköön, testilaitteeseen tulevaan käyttöliittymään sekä muihin laitteen teknisiin tarpeisiin.

5.2.1 Logiikka

Testattavassa kohteessa oli Siemensin fail-safe tulokortti F-DI 8x24VDC HF, joten PROFIsafe kommunikointia varten logiikan tuli olla myös fail-safe mallinen. Logiikaksi valittiin aluksi Siemens S7 1200F-sarjan CPU 1212FC. Logiikka oli sopivan kevyt malli tarkoitukseen ja tuki PROFIsafe kommunikointia.

Kun toiminnallisen testauksen ohjelmointi logiikalle ja näyttöpaneelille oli alustavasti valmis huomattiin, että PROFIsafe osoitteen asetusta ei saataisi toimimaan suunnitellusti. 1212FC suunniteltiin korvattavan 1500-sarjan logiikalla, koska PROFIsafe kommunikointia varten tarvittava PROFIsafe osoitteen asetusta voitiin toteuttaa näyttöpaneelia käyttäen vain 1500-sarjan logiikalla, johtuen käytetyn ohjelmakirjaston rajoitteista.

Logiikaksi löytyi sattumalta S7-1500 sarjan 1515F-2 PN, joka oli toisessa projektissa korvattu tehokkaammalla mallilla. Kyseinen logiikka sopi tarkoitukseen hyvin ja siinä oli myös 3 Profinet porttia, jolloin alkuperäisen kokoonpanon ethernetkytkin voitiin jättää pois.

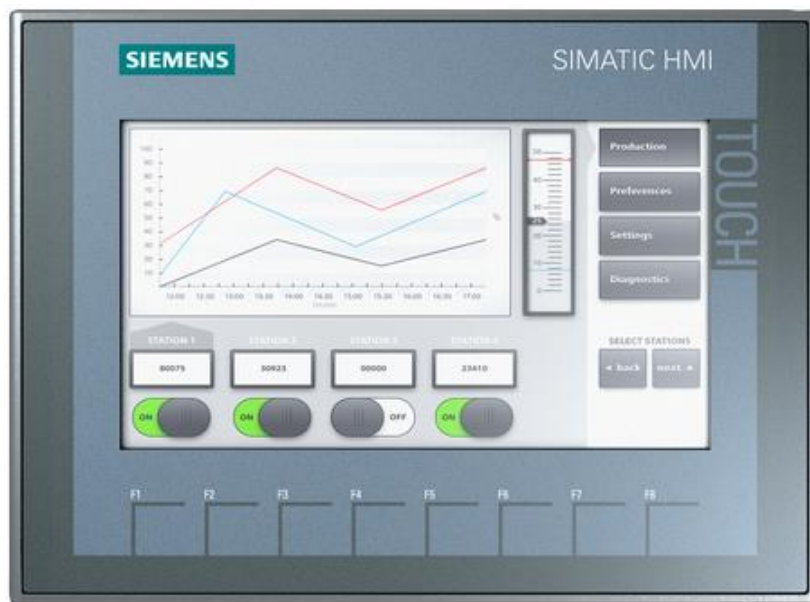


Kuva 6. CPU 1515F-2 PN

5.2.2 Näyttöpaneeli

Näyttöpaneeliksi käyttöliittymää varten valittiin Siemensin SIMATIC HMI Basic Panel-tuoteperheen kuuluva KTP 700. Näyttössä on 7 tuumainen TFT paneeli, 800x400 px resoluutiolla. Kehyksen alareunassa on 8 fyysistä painiketta. Paneeli on kestävä ja teollisuusolosuhteisiin sopiva, joten se soveltui ympäristöihin, joissa testauslaitetta tultaisiin käyttämään.

Paneelissa on Profinet liitäntä ohjelmointia ja kommunikointia varten. Paneelissa on myös USB liitäntä, jonka kautta voidaan USB muistitikkoa käyttäen ladata ohjelma. Työssä käytettiin USB muistitikkoa ohjelmointia varten, johtuen logiikan Profinet liitäntöjen ominaisuuksista.



Kuva 7. KTP 700

5.2.3 Virtalähde

Virtalähteeksi valittiin Siemensin S7-1200 tuoteperheeseen kuuluva PM1207. Kyseinen virtalähde on kompakti ja profiililtaan matala, jolloin se soveltui hyvin asennuttavaksi pieneen tilaan. PM1207 virtalähteessä on kaksi 24VDC lähtöä, jotka riittävät logiikan ja näyttöpaneelin jännitteensyöttöön. Virtalähteen kaksi jännitesyöttä antavat yhteensä 2.5A enimmäislähtövirran. Virtalähde on oikosulku- ja ylijännitesuojattu.



Kuva 8. PM1207

5.2.4 Kotelointi

Komponenttien kotelointia varten valittiin iskunkestävä suojasalkku. Salkkua on helppo kuljettaa ja komponentit ovat hyvin suojatut salkun ollessa kiinni. Salkun alaosaan oli hyvin tilaa logiikalle, ja virtalähteelle. Salkun kansi oli tarpeeksi syvä näyttöpaneelin asennusta varten. Myös tarvittavat kaapeloinnit mahtuivat salkun alaosaan.



Kuva 9. Suojsalkku

Muita tarvittavia komponentteja kotelointia ja asennusta varten olivat ethernetkaapelit, virtakaapeli, virtajohtimet sekä erilaiset kiinnitys tarpeet kuten DIN-kisko, pultit ja mutterit.

5.3 Käyttöliittymä

Käyttöliittymän suunnittelu lähti loppukäyttäjän näkökulmasta. Käyttöliittymän tuli olla ymmärrettävissä henkilölle, jolla ei ole tuntemusta logiikkaohjelmoinnista tai ohjelmointiympäristöistä. Testauksen helpottamiseksi visualisointi oli tärkeää. Käyttöliittymän tuli olla selkeä, looginen ja helposti navigoitavissa. Käytetty KTP 700 Basic Panel näyttöpaneeli ja Suunnitteluohjelma WinCC Basic rajoittivat käyttöliittymän suunnittelua ja toteutusta hieman.

6 TOTEUTUS

6.1 Komponenttien asennus

Komponentit asennettiin suojasalkkuun. Laukuksi valikoitui FixitTools DM1202. Salkkuun koottu kokonaisuus oli helposti kuljetettavissa. Komponentit ovat suojassa kuljetuksen ja varastoinnin ajan ulkoisilta elementeiltä. Laukku oli iskunkestävä, mutta ei virallisesti kaasu –ja vesitiivis.



TYÖKALUSALKKU 350X295X150MM TIIVISTETTY MUOK.SISUS

DM1202

- muovia, iskunkestävä
- vaahtomuovilla tiivistetty sisäpuoli
- pehmeä tartuntakahva
- sisämitat L 305 x S 230 x K 100 mm + kansi 35 mm
- ulkomitat L 350 x S 295 x K 150 mm

Kuva 10. Salkun tiedot

Näyttöpaneeli sijoitettiin kanteen. Kanteen sijoitettuna näyttöpaneeli oli luonnollisesti katseltavissa ja käytettävissä, kun salkku avataan. Näyttöpaneelin asennusta varten tehtiin kehikko muovilevystä, jolla näyttö saatiin kiinnitettyä laukussa olleisiin kiinnityspisteisiin. Kehikon ja kannen reunojen väliin jätettiin ilmarako näyttöpaneelin kuumentumisen estämiseksi. Näyttöpaneelin virtajohdot ja ethernetkaapeli suojattiin johtospiraalilla.



Kuva 11. Näyttöpaneelin asennus

Virtalähde ja logiikka sijoitettiin laukun alaosaan. Virtalähteen kiinnitystä varten muokattiin osio DIN-kiskoa. Kiskon päät taivutettiin laukun reunojen mukaisiksi, jolloin kisko saatiin pulteilla kiinnitettyä laukun sivuista. Näin ollen kiskon kiinnitykseen käytetyt pultit eivät naarmuta pöytäpintoja laukun ollessa pöydällä. Logiikka asennettiin Siemensin S7-1500 sarjan logiikoille tarkoitettuun asennuskiskoon. Komponentteja ei suojattu erillisellä kosketussuojalla, koska Siemensin komponenteissa oli jo kosketussuojat ja näin komponentit myös saivat enemmän jäähdytystä.



Kuva 12. Komponenttien asennukset

Kaapeleille jätettiin tila laukun alaosaan. Virtakaapeli ja ethernetkaapelit mahtuivat alaosaan komponenttien viereen. Laitteen virtakaapelin sekä etä I/O-yksikköön kytkettävän ethernetkaapelin pituus oli 2.5m. Tietokonetta varten olevan keltaisen ethernetkaapelin pituus oli metri.



Kuva 13. Komponenttien asennukset

6.2 Ohjelmointi

Logiikan ja näyttöpaneelin ohjelmointiin käytettiin Siemensin TIA-portal v15.1 ohjelmointiympäristöä, johon oli STEP 7 Professional Combo ja STEP 7 Safety Advanced Combo lisenssit.

Laitetta varten tehtiin kaksi erillistä ohjelmaa, jotka tallennettiin Siemensin muistikorteille. Toiminnallista testausta varten tehtiin oma ohjelmansa ja PROFIsafe osoitteen asettamiselle tarvittiin oma ohjelmansa. Ohjelmien vaihtaminen logiikkaan tapahtui muistikorttia vaihtamalla.

6.2.1 Konfigurointi

Logiikalle, näyttöpaneelille sekä etä I/O-yksikölle määritettiin IP-osoitteet. Logiikka konfiguroitiin käyttämään topologiaa. Topologian käyttöönotto TIA-portalissa mahdollistaa LLDP protokollan käytön Profinet verkossa. LLDP protokolla mahdollistaa laitteiden tunnistamisen verkossa ja niiden automaattisen käyttöönoton. Logiikalle mahdollistettiin myös device name-laitetunnuksen ylikirjoitus ja laitetunnuksen automaattinen luonti. Näin kun Profinet verkkoon kytketään laite tai laite vaihdetaan, logiikka määrittää sille IP-osoitteen ja laitetunnuksen automaattisesti.

Kummankin ohjelman logiikat konfiguroitiin identtisesti, jotta IP-osoitteiden ja laitetunnusten asetus tapahtuu automaattisesti riippumatta asetusta muistikortista.

ET200SP etä I/O-yksikön moduulit konfiguroitiin vastaamaan testattavan kohteen toimilaitteiden tarpeita. Fail-safe tulokortin ja analogia tulokorttien kanavien asetukset konfiguroitiin toimilaitteiden mukaisiksi.

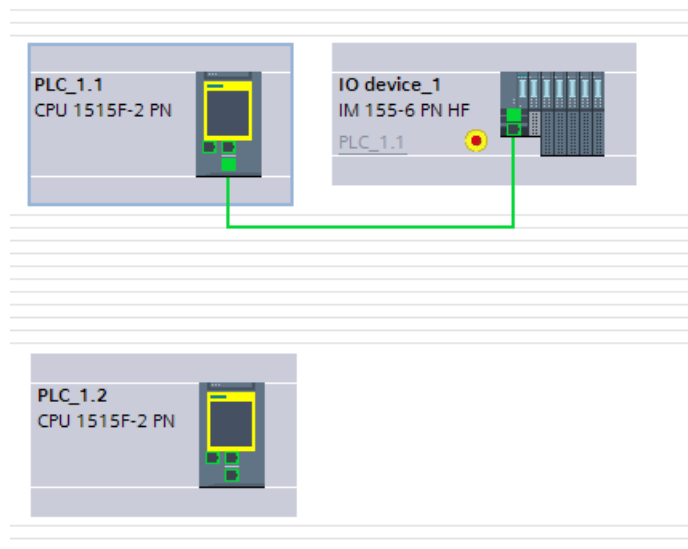
6.2.2 Ohjelmointi PROFIsafe osoite

PROFIsafe kommunikointia varten tarvitsee logiikan ja fail-safe I/O moduulin välille määrittää PROFIsafe osoite. Normaalisti tämä tapahtuu TIA-portalin kautta, mutta

työssä kaikkien osoitteiden määrittäminen haluttiin automaattiseksi tai näyttöpaneelilta tehtäväksi.

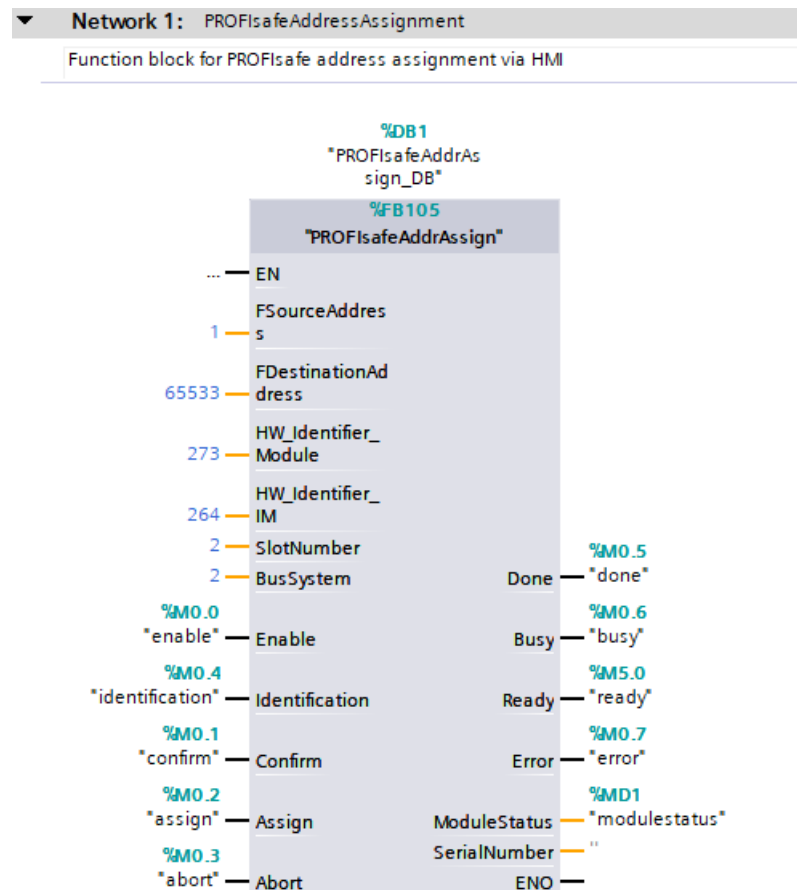
PROFIsafe osoitteen määrittämiseen käytettiin Siemensin tekemää ohjelmakirjastoa FAddressAssignment_V2.01. Kirjaston käyttöönotto suoritettiin Siemensin ohjelmakirjastolle tekemän ohjeen mukaisesti.

FAddressAssignment_V2.01 ohjelmakirjaston käyttäminen vaati konfiguraatioon kaksi erillistä logiikkaa, PLC_1.1 ja PLC_1.2. Kuvassa 14 on esitetty FAddressAssignment ohjelman topologia ja laitteet.



Kuva 14. Topologia

Kuvassa 15 on esitetty PROFIsafeAddrAssign toiminnallisuuslohko tuotuna OB1 organisaatiolohkoon syklisiä ohjelmankäsittelyä varten.

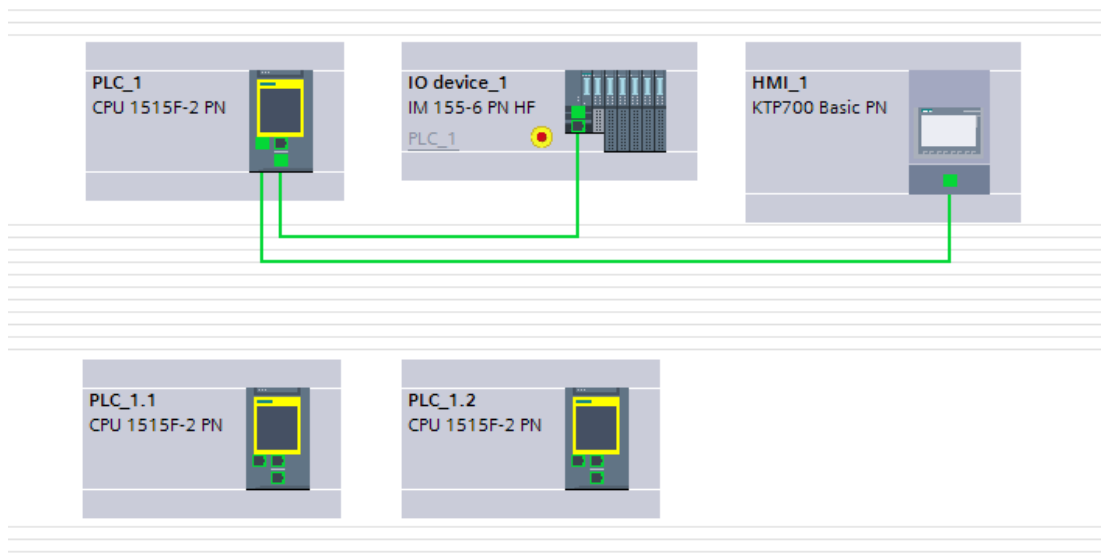


Kuva 15. PROFIsafeAddrAssign toiminnallisuuslohko

6.2.3 Ohjelmointi toiminnallinen testaus

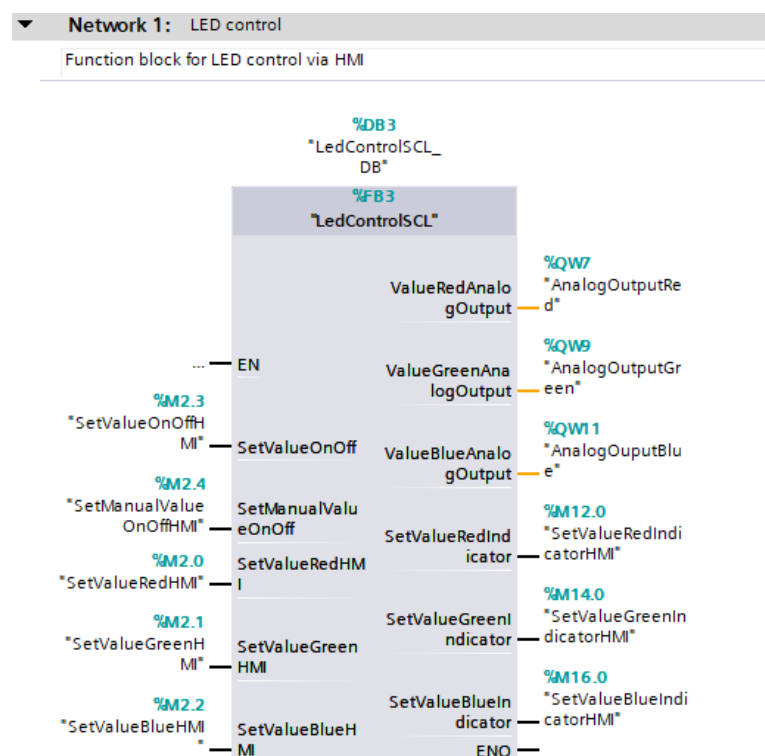
Testattavassa kohteessa oli digitaalituloja, digitaalilähtöjä ja analogiatuloja. Työtä tehtäessä oli tiedossa, että kohteeseen saattaa tulla analogialähtökortti, joten toiminnallisuus sen testaamiseksi tehtiin valmiiksi. Digitaalitulot ja -lähdöt sekä analogiatulot eivät vaatineet logiikalle ohjelmallista käsittelyä testauksen toteuttamiseksi, vaan ne voitiin tuoda suoraan näyttöpaneelin ohjelmaan. Analogialähtöjä varten tehtiin myös logiikkaan ohjelma testauksen toteuttamiseksi.

Myös näyttöpaneelin ohjelmointi tehtiin samassa TIA-portal projektissa toiminnallisen testauksen kanssa. Näyttöpaneelin ja logiikan tulee olla samassa projektissa, jotta niiden välille voidaan luoda yhteys. Tästä syystä myös PROFIsafe osoitteen asetus ohjelmassa oleva laitekonfiguraatio luotiin samaan projektiin. Näin näyttöpaneelia pystyttiin käyttämään kahdella erillisellä mustikortilla olevien ohjelmien kanssa.



Kuva 16. Topologia

Kuvassa 17 on esitetty LedControlSCL toiminnallisuuslohko tuotuna OB1 organisaatiolohkoon syklistä ohjelmankäsittelyä varten.



Kuva 17. LedControlSCL toiminnallisuuslohko

6.3 Käyttöliittymä

Käyttöliittymään luotiin sivuja testattaville kohteille. Sivuja luotiin useampi käyttöliittymän selkeyttämiseksi. Yhdelle sivulle ei haluttu tuoda liikaa sisältöä ja sivut sisälsivät aina yhden kokonaisuuden. Esimekiksi painonapit olivat omalla sivullaan ja jokaiselle ohjainsauvalle luotiin oma sivunsa.

Visualisoinnilla haluttiin helpottaa käyttäjän tekemää testiä. Komponentit pyrittiin kuvaamaan mahdollisimman todellisuutta vastaavina ja selkeinä. Painikkeista tehtiin tarpeeksi suuria, jotta niitä oli helppo käyttää näytöltä. Tekstit tehtiin tarpeeksi suurella fontilla, jotta ne olivat selkeästi luettavissa.

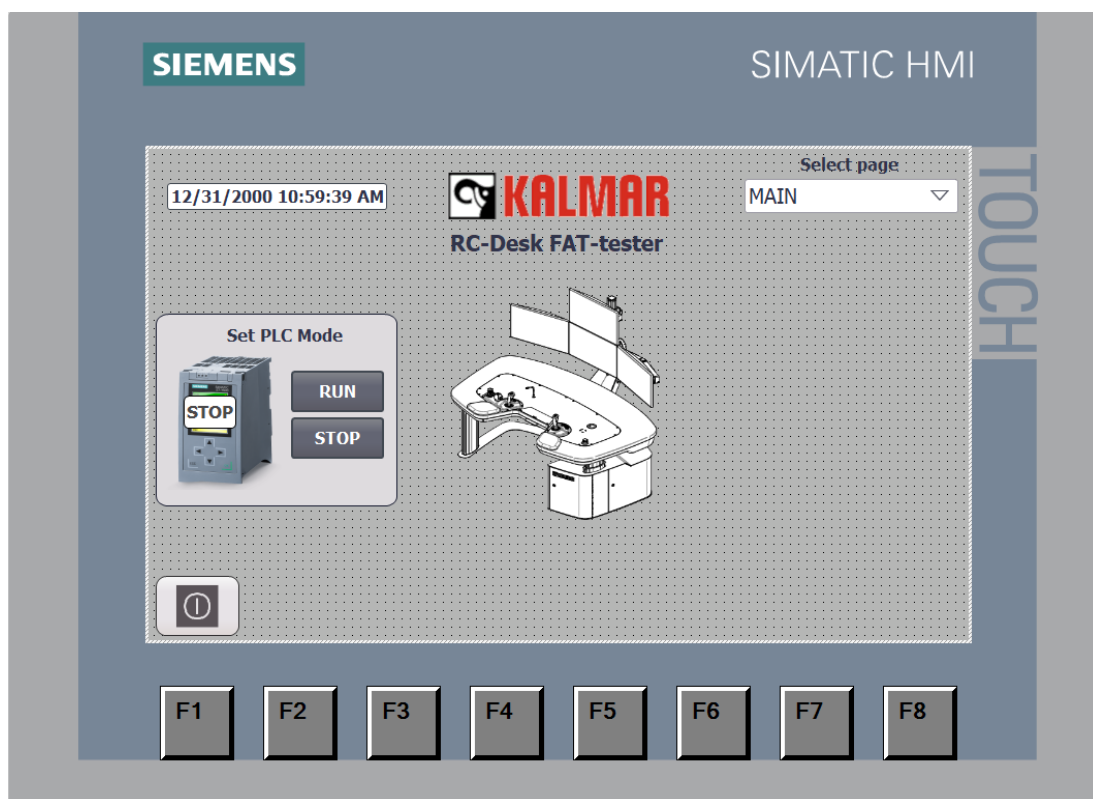
Käyttöliittymässä käytetyt tunnukset perustuvat testattavan kohteet sähkökaavioissa käytettyihin symboleihin. Yhtenevä nimeäminen käyttöliittymän ja sähkökaavioiden välillä helpottaa vian hakua.

Kun käyttöliittymästä oli alustava versio olemassa, testattiin laitetta mahdollisten loppukäyttäjien kanssa. Käyttäjien antaman palautteen perusteella käyttöliittymä todettiin toimivaksi, mutta muutamia parannuksia tehtiin.

6.3.1 Pääsivu

Pääsivulla on tuotu ilmi, mille testattavalle kohteelle laite on konfiguroitu. Tässä tapauksessa kohteena oli etä-ohjauskonsoli. Sivulla on esitetty kellonaika ja päivämäärä, joka vastaa myös diagnostiikkasivulla olevaa kellonaikaa ja päivämäärä. Oikeassa yläkulmassa on alasvetovalikko, minkä kautta käyttäjän on helppo navigoida eri sivujen välillä. Sama alasvetovalikko löytyy jokaiselta sivulta. Vasemmalla on logiikan käynnissä / seis tieto, ja painikkeet tilan valitsemiseksi. Logiikan fyysinen käynnistyskytkin on asennustavasta johtuen hankalasti käytettävissä, joten tilan muuttaminen mahdollistettiin myös näyttöpaneelilta. Vasemmalla alhaalla on painike, jolla näytön ohjelma keskeytetään ja samalla siirrytään näyttöpaneelin asetuksiin.

Näyttöpaneelin asetuksien kautta voidaan sille ladata uusi ohjelma USB muistitikusta, muuttaa kellonaikaa ja suorittaa muita hyödyllisiä toimintoja.

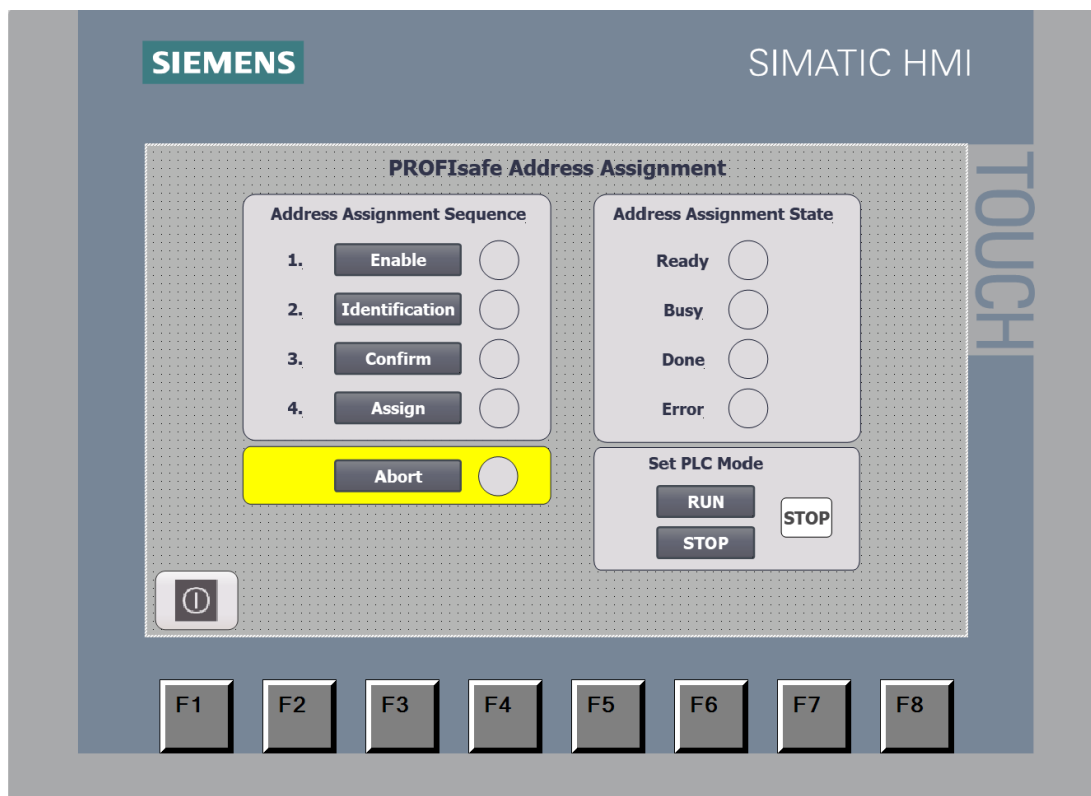


Kuva 18. Pääsivu

6.3.2 PROFIsafe osoitteen asetus

PROFIsafe osoitteen asettamissivulta voidaan käyttää osoitteen asetussekvenssiä, keskeyttää asetus sekä tarkastella osoitteen asettamisen tilatietoja. Sivulta voidaan myös vaihtaa logiikan tilaa ja avata näyttöpaneelin asetukset.

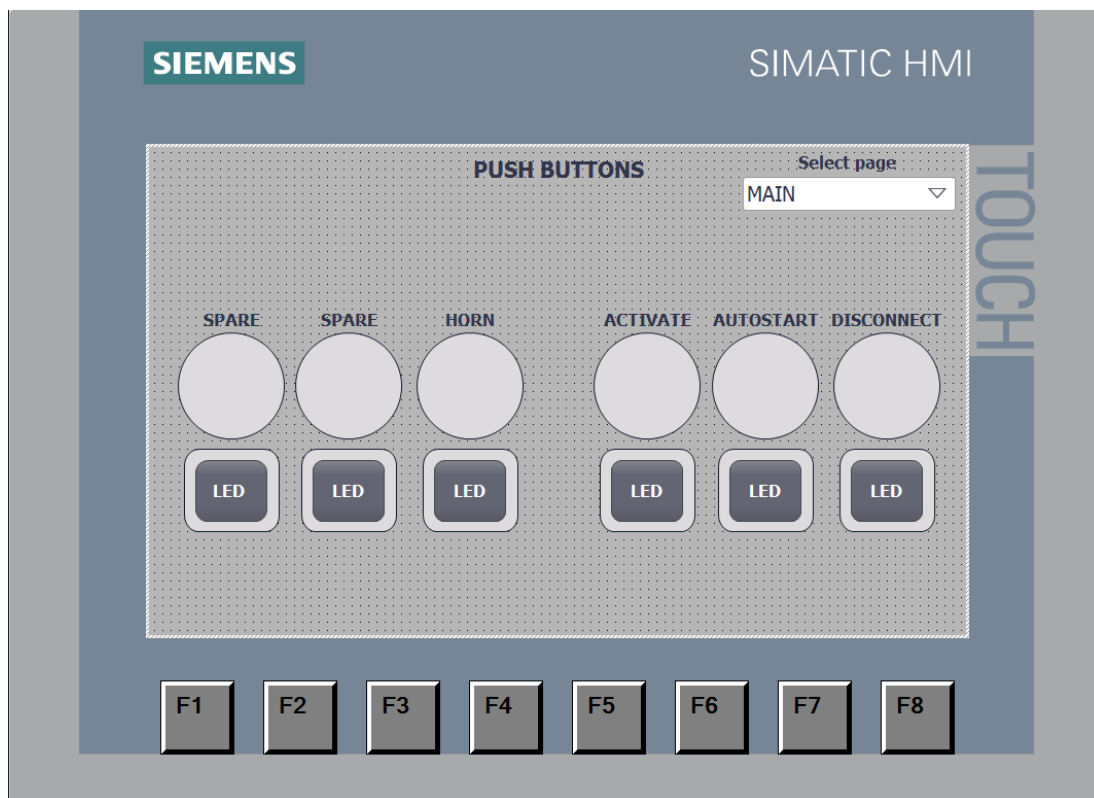
PROFIsafe osoitteen asettamissivu aukeaa automaattisesti, kun logiikkaan asetetaan osoitteen asettamiselle tarkoitettu muistikortti. Sivua ei ole käytettävissä toiminnallisen testin aikana. Sivulta siirrytään myös automaattisesti pois, kun toiminnallisen testin muistikortti asetetaan logiikkaan.



Kuva 19. PROFIsafe osoitteen asetus

6.3.3 Digitaalitulot ja -lähdöt

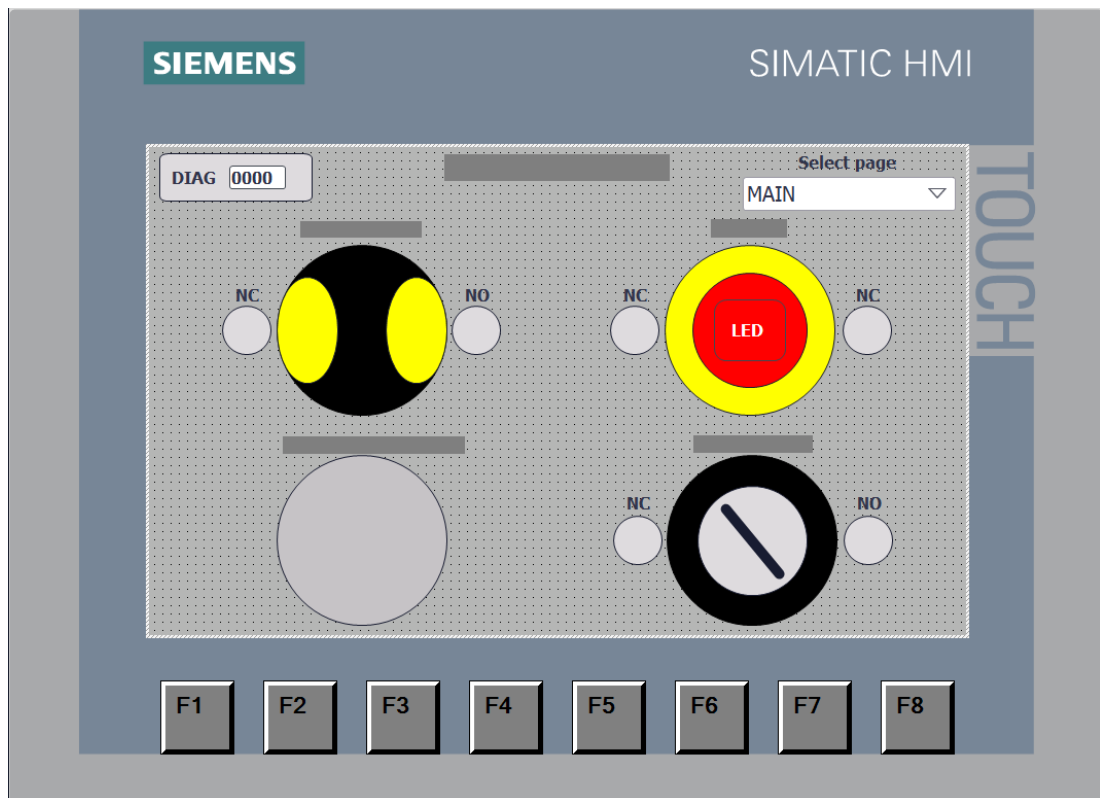
Testattavassa kohteessa on painonappeja, joissa on LED-valot. Painikettestisivulle on tuotu symbolit painikkeen tilatiedon ilmaisemiseksi. Painikkeet on aseteltu vastaamaan niiden fyysistä järjestystä ja digitaalitulon tilan muuttuessa symboli vaihtaa väriä osoittaen käyttäjälle signaalin toimivan. Painikkeiden LED-valot on myös mahdollista ohjata päälle testisivulta LED-painiketta painamalla. LED-painikkeen ympäröimä väri ilmaisee, kun digitaalilähtö on ohjattu päälle.



Kuva 20. Digitaalitulot ja -lähdöt

6.3.4 Fail-safe digitaalitulot

Fail-safe digitaalitulojen testauksessa tavoitteena on todentaa signaalien toiminta ja Fail-safe digitaalitulokortin toiminta. Sivulla on esitetty testattavat kohteet graafisesti todellisia kohteita vastaavina. Kahdennetut signaalit on nimetty NC (Normally Closed) tai NO (Normally Open), riippuen onko kyseessä normaalisti suljettu -tai auki oleva kontakti. Näin testaajan on helppo tarkastella onko kyseinen signaali oikeassa tilassa. Vasemman ylänurkassa on fail-safe tulokortin diagnostiikkaviesti.

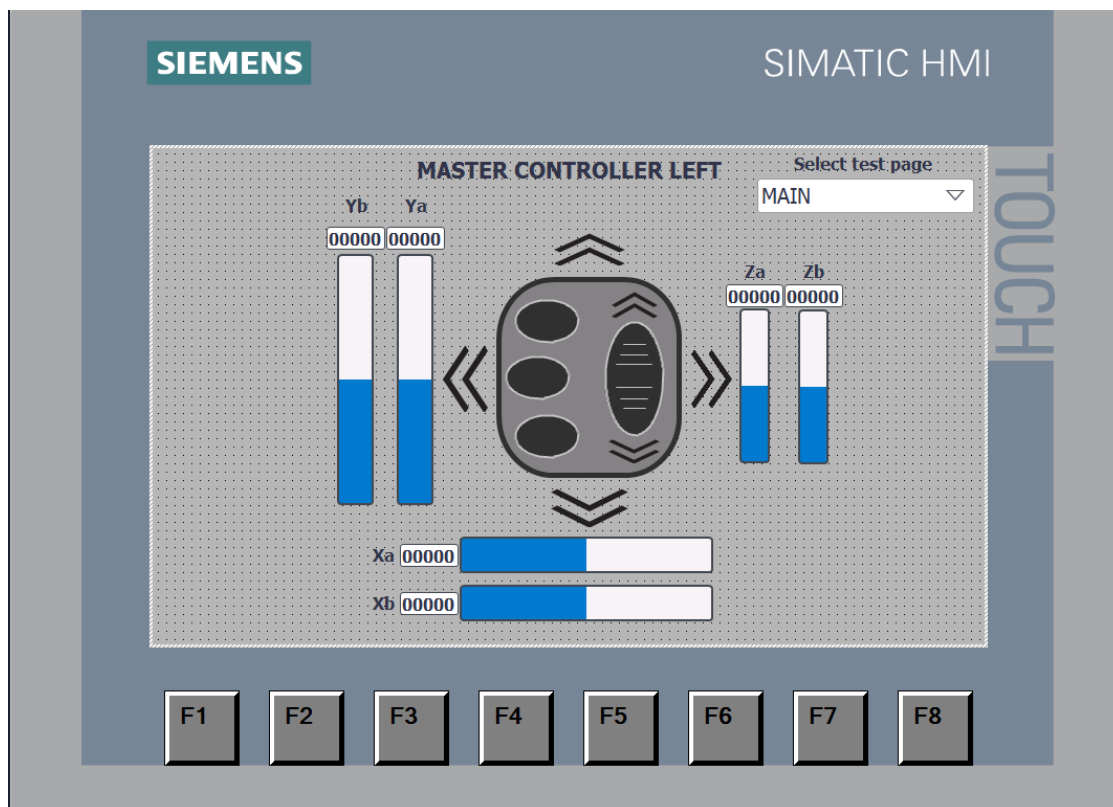


Kuva 21. Fail-safe digitaali tulot

6.3.5 Analogiatulot

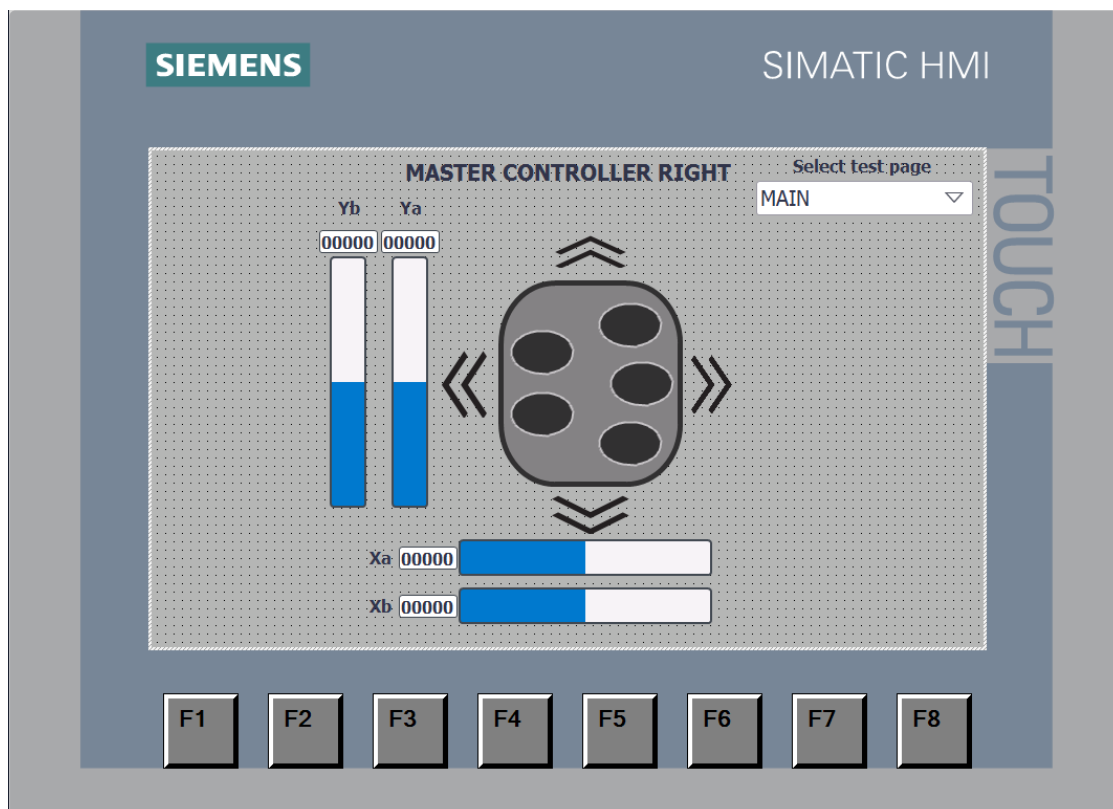
Testattavassa kohteessa on kolme ohjainsauvaa. Ohjainsauvojen X, Y ja Z akselien signaalit on kahdennetut. A-signaali vastaa ohjainsauvan liikettä ja B-signaali käyttäytyy käänteisesti. Esimerkiksi liikuttaessa ohjainsauvaa Y-akselin positiiviseen suunnan mukaisesti, A-signaalin arvo kasvaa ja B-signaali laskee.

Ohjainsauvat on kuvattu testattavien ohjainsauvojen mukaisesti ylhäältä katsottaessa. Ohjainsauvojen kahdennetut signaalit on kuvattu visuaalisesti laskevina ja nousevina palkkeina, sekä analogiatulon arvona 0 – 27648. A-signaaleita kuvastavat palkit liikkuvat ohjainsauvojen liikkeen mukaisesti ja B-signaaleja kuvaavat palkit käänteisesti. Näin testaajan on helppo todentaa, onko oikea signaali ohjainsauvalta kytketty oikeaan kanavaan.



Kuva 22. Analogiatulot

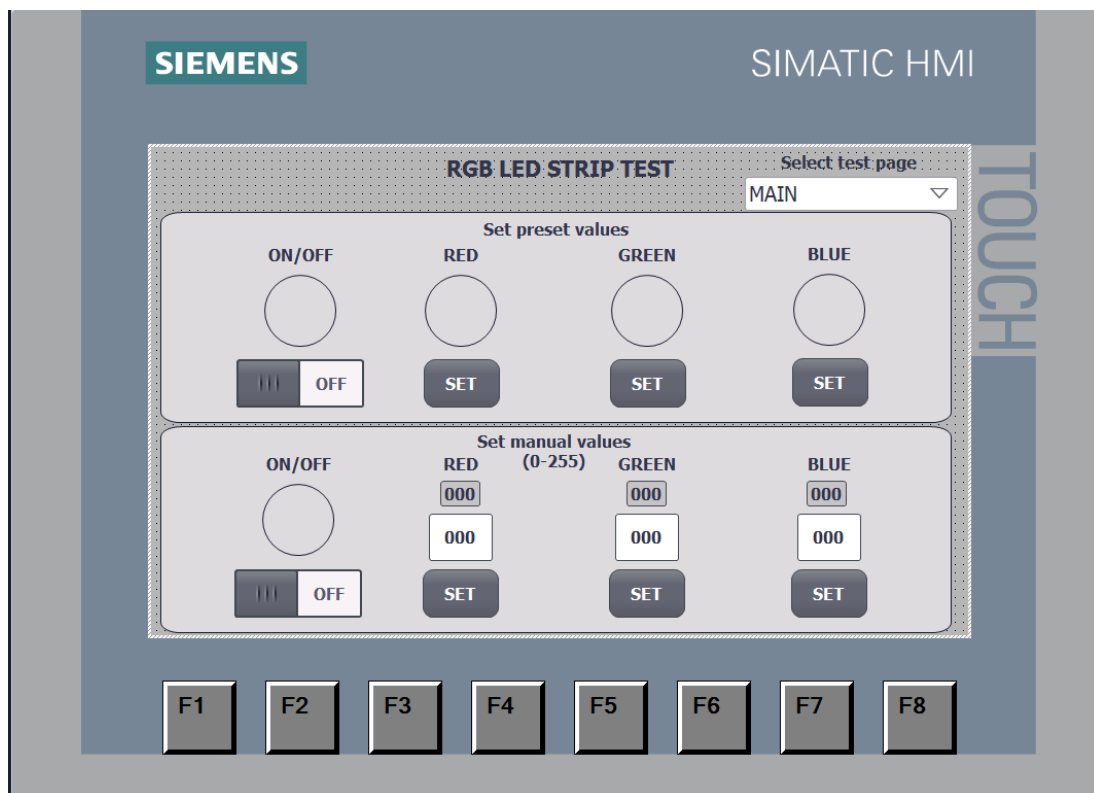
Analogiatulo sivuilla tarkastella myös ohjainsauvassa olevien painonappien digitaalituloja. Ohjainsauvan painiketta painettaessa, vastaavan painikkeen väri vaihtuu osoittaen signaalin toimivuuden. Testaajan on helppo näin todentaa toimiiko signaali ja onko se kytketty oikein.



Kuva 23. Analogiatulot

6.3.6 Analogialähdöt

Analogialähtötestin tavoite on todentaa analogialähtöjen ja ohjattavien komponenttien toiminta. Analogia lähtökortin 0-10V signaalilla ohjattiin RGB-LED-ohjainta. Testisivulla voidaan asettaa esiasetettuja arvoja sekä syöttää manuaalisia arvoja analogialähtökortille.

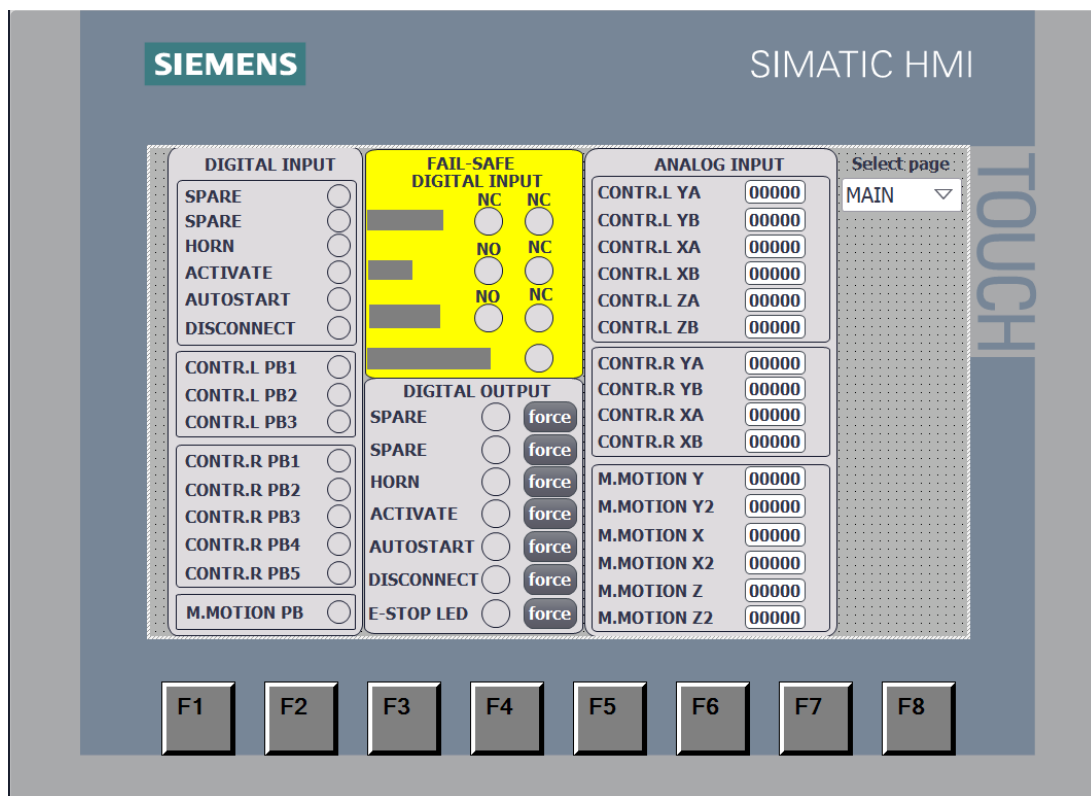


Kuva 24. Analogialähdöt

6.3.7 Watch table

Testattavista kohteista tehtiin myös yhteenveto watch table tyyliselle-sivulle. Watch table on Siemensin ohjelmointiympäristöissä käytetty näkymä, missä logiikan tulo- ja lähtötiedot on koottu yhteen näkymään ja niiden tilatietoja voidaan tarkastella reaaliaikaisesti.

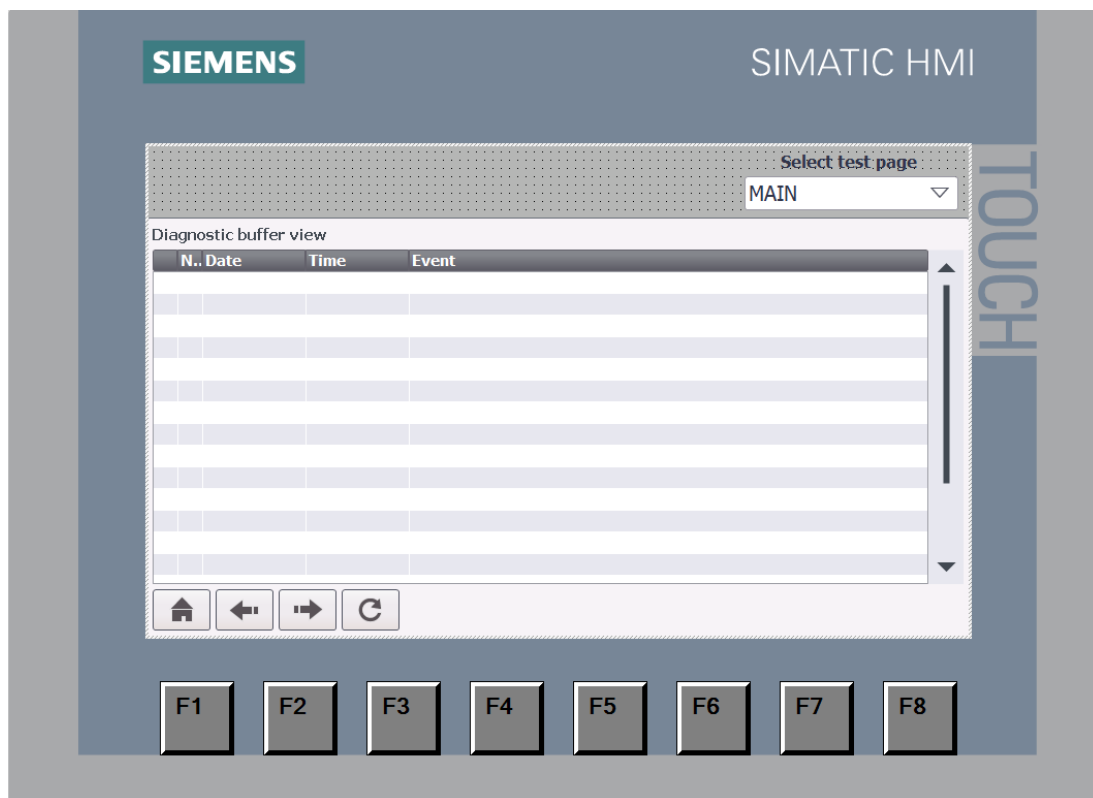
Watch table sivulla ei ole visuaalisaatiota auttamaan testin tekemisessä. Kokeneen käyttäjän on kuitenkin helppo tehdä testi nopeammin watch table-sivua käyttäen.



Kuva 25. Watch table

6.3.8 Diagnostiikka

Testaamisen tueksi on tehty erillinen diagnostiikkasivu. Diagnostiikkaviestejä voi käyttää vianhaussa. Diagnostiikkabufferi antaa esimerkiksi ilmoituksia logiikan ja etä I/O-yksikön moduulien vioista, Profinet ja PROFIsafe yhteyksien ongelmista sekä näyttöpaneelin vioista. Etä I/O-yksikön moduuleille voidaan asettaa sisäistä diagnostiikkaa, esimerkiksi moduulin syöttöjännitettä ja kanavien ominaisuuksia valvomaan. Myös näiden diagnostiikkaviestit esitetään diagnostiikkabufferissa.



Kuva 26. Diagnostiikka

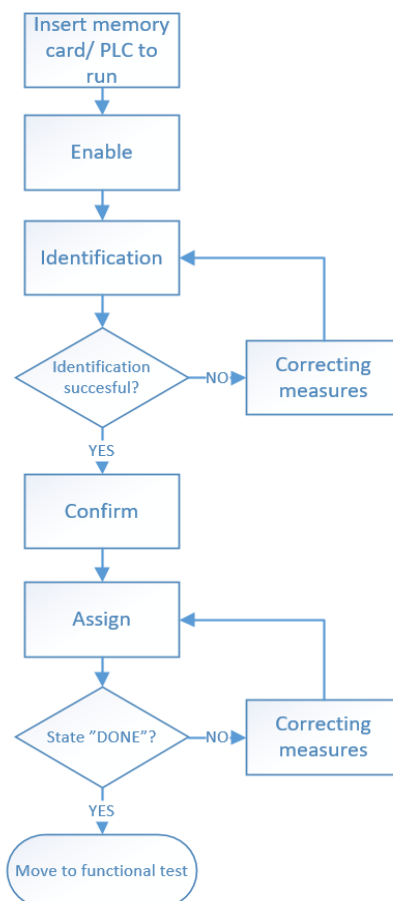
7 TESTIN SUORITTAMINEN

7.1 Laitteen käyttäminen

Laitteen käyttäminen aloitetaan kytkemällä siihen syöttöjännite salkussa olevalla pistotulpalla. Seuraavaksi liitetään testattavan kohteen etä I/O-yksikkö harmalla ethernetkaapelilla. On tärkeää kytkeä kaapeli oikeaan Profinet porttiin, tässä tapauksessa ensimmäiseen. Keltainen ethernetkaapeli on tarkoitettu tietokoneelle mahdollista ohjelmointia varten, sitä ei tule käyttää. Yhteys voidaan tarkastaa etä I/O-yksikön Profinet adapterimoduulin portin tilatietoa esittävän vihreän ledin palamisesta.

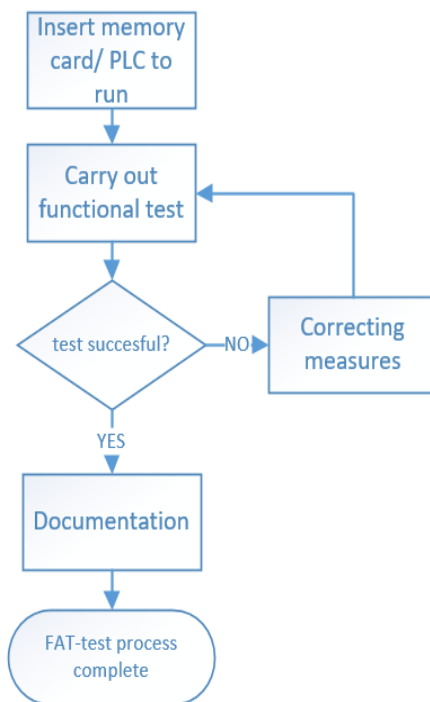
Kun laite on päällä ja Profinet yhteys on muodostettu, asetetaan PROFIsafe osoite. Tässä tapauksessa F-DI 8x24VDC HF moduulille. Osoitteen asetusta varten logiikkaan tulee asettaa muistikortti, jolla on osoitteen asetusohjelma. Osoitteen

asettaminen tapahtuu PROFIsafe Address Assignment sivun kautta address assignment sequence -sekvenssiä noudattamalla. Kuvassa 27 on esitetty osoitteen asettamisen vuokaavio.



Kuva 27. PRFOIsafe osoitteen asettamisen vuokaavio

Toiminnalliseen testiin siirrytään vaihtamalla logiikkaan toiminnallisen testin muistikortti. Näyttöpaneeli siirtyy automaattisesti toiminnallisen testin pääsivulle, jonka jälkeen logiikka tulee asettaa käyntiin. Tämän jälkeen käyttäjä voi suorittaa toiminnallisen testin ja raportoida tulokset. Kuvassa 28 on esitetty toiminnallisen testin vuokaavio.



Kuva 28. toiminnallisen testin vuokaavio

7.2 Dokumentointi

I/O testin tulokset tulee dokumentoida osana tehdastestausprosessia. Dokumentoinnin avulla pystytään todentamaan, että tarvittavat testit on tehty. Myös vikatilanteet ja korjaavat toimenpiteet tulee kirjata ylös.

Kuvassa 29 on esitetty osa tehdastestauslistan sivusta, johon I/O-testin tulokset kirjataan. Dokumenttiin kirjataan kyseisen projektin ja laitteen tiedot. Dokumentista löytyy myös referenssi kyseisen laitteen sähkökuviin ja lista ennen I/O-testiä tehtävistä toimenpiteistä.

Machine ID											
Project / Work No											
Electrical installation area		Remote Console									
LOCATION		Tampere, Finland									
7. I/O TESTS											
Installation documents:		Circuit diagram: 181155-4600-F									
Arrangements:		Before starting I/O-tests the following phases must be done: 1. Machine card fill complete 2. Visual check complete 3. Grounding continuity measurements complete 4. Insulation resistance measurements complete 5. DATA cables measurement complete 6. Power supply measurements tests and checks complete Do the tests row-by-row.									
Circuit	Sheet	Instrument	Description	Address location	I/O Address	Required value	Test Pass >	Inspect Init/Date	Note		
REMOTE I/O		ET200SP	Remote I/O -A100 ON			status LEDs OK	X				
		-A101 Base Unit	Base units powered			24VDC	X				
		-A104 Base Unit	Base units powered			24VDC	X				
A101		Pushbutton -S3	SignalHom	-A101:1 (DI)			X				
		Master Controller Right PB3	Contr.R. PB3Spare	-A101:2 (DI)			X				
		Master Controller Right PB5	Contr.R. PB5Microphone	-A101:3 (DI)			X				
		Master Controller Right PB4	Contr.R. PB4Spare	-A101:4 (DI)			X				
		Pushbutton -S13	SignalActivate	-A101:5 (DI)			X				
		Pushbutton -S15	SignalDisconnect	-A101:6 (DI)			X				
		Master Controller Left PB1	Contr.L. PB1MenuSelect	-A101:7 (DI)			X				
		Master Controller Left PB2	Contr.L. PB2MenuUp	-A101:8 (DI)			X				
		Master Controller Left PB3	Contr.L. PB3MenuDown	-A101:9 (DI)			X				
		Master Controller Right PB1	Contr.R. PB1TwistLock	-A101:9 (DI)			X				
		Master Controller Right PB2	Contr.R. PB2TwistUnlock	-A101:10 (DI)			X				
		Micro Motion Controller PB	MicroContr.PB	-A101:11 (DI)			X				
		Pushbutton -S16	SignalSpare1	-A101:12 (DI)			X				
				-A101:13 (DI)			X				
		Pushbutton -S14	SignalAutoStart	-A101:14 (DI)			X				
	Pushbutton -S17	SignalSpare2	-A101:15 (DI)			X					

Kuva 29. I/O testi lista

8 LOPPUPÄÄTELMÄT

8.1 Toteutuksen arviointi

Työssä tehdastestauslaitteesta saatiin suunnitelmien mukainen ja testatavan kohteen testaamiseen soveltuva. Laitteen kokoonpano oli suurilta osin odotuksien mukainen ja todettiin toimivaksi. Käyttöliittymä oli helposti käytettävissä ja selkeä, mutta KPT700 näyttöpaneeli oli välttävän kokoinen. Salkkuun asennettu kokonaisuus todettiin helpoksi kuljettaa.

Testiä tehtäessä visualisaatio todettiin hyödylliseksi vikojen nopeassa ja helpossa tunnistamisessa. Esimerkiksi ohjainsauvojen kanavien ollessa väärin kytkettynä, oli vika helppo todentaa kanavien arvoja esittävien palkkien ja fyysisen ohjaimen liikkeitä vertaamalla.

8.2 Jatkokehitysideat

Jotta laitteesta saataisiin joustavampi, voitaisiin Siemensin logiikkaan ottaa käyttöön Configuration control. Tällä toiminnolla voidaan logiikan laitekonfiguraatioon tuoda esimerkiksi useampi eri I/O-yksikkö eri moduulivariaatioilla. Käyttäjä voi realiajassa valita minkä variaation ottaa käyttöönsä esimerkiksi näyttöpaneelia käyttäen ilman, että logiikkaa tarvitsisi tietokoneella uudelleen konfiguroida. Näin laitetta voitaisiin teoriassa käyttää useamman kuin yhden kohteen, tai saman laitteen eri variaatioiden testaukseen.

Salkkuun voitaisiin laittaa testilaitteen lisäksi VPN reititin. VPN reitittimen avulla logiikkaa voitaisiin ohjelmoida tai testata etänä. Etäohjelmoinnista voisi olla hyötyä tilanteessa, jossa laite on ulkomailla ja logiikan ohjelmaan tai laitekonfiguraatioon tarvitsee tehdä muutoksia.

LÄHTEET

https://fi.wikipedia.org/wiki/Kontti#cite_note-TS_24.4.2016-2. Viitattu 14.1.2019

<https://www.cargotec.com/fi/cargotec/tama-on-cargotec/>. Viitattu 14.1.2019

<https://www.kalmarglobal.com>. Viitattu 14.1.2019

<https://wiki.metropolia.fi/display/alykas/Tehdastestit+ja+kelpuutus>. Viitattu 14.1.2019

https://en.wikipedia.org/wiki/Link_Layer_Discovery_Protocol. Viitattu 14.1.2019