

# RAIDERELEEN TESTIYMPÄRISTÖ

Toni Karhu

2010

Oulun seudun ammattikorkeakoulu

# RAIDERELEEN TESTIYMPÄRISTÖ

Toni Karhu  
Opinnäytetyö  
8.11.2010  
Tietotekniikan koulutusohjelma  
Oulun seudun ammattikorkeakoulu

# OULUN SEUDUN AMMATTIKORKEAKOULU

# TIIVISTELMÄ

Koulutusohjelma

Tietotekniikka

Opinnäytetyö

Insinöörityö

Sivuja + Liitteitä

31 + 2

Suuntautumisvaihtoehto

Elektroniikka suunnittelu ja testaus

Aika

2010

Työn tilaaja

Oy VR-Rata Ab

Työn tekijä

Toni Karhu

Työn nimi

Raidereleen testiympäristö

Avainsanat

Ohjelmoitava logiikka, raidevirtapiiri, raiderele

Raiderele kuuluu osaksi raidevirtapiiriä, jonka avulla seurataan junien sijaintia tietyllä rataosuudella. Raidevirtapiiri on akselinlaskijan jälkeen yleisimmin käytetty junien sijaintia seuraava laite. Voidaan sanoa, että se on tärkein turvalaite koko rataliikenteessä ja sen toiminta täytyy olla sataprosenttisen varmaa.

Tämän työn tavoitteena oli toteuttaa Siemensin valmistamille raidereleille automaattinen testiympäristö ohjelmoitavan logiikan avulla. Testausohjelman tuli lukea releeltä kosketintiedot ja tarkastaa tiedon oikeellisuus. Testausohjelman tuli myös ilmoittaa käyttäjälle mahdolliset virhetiedot. Lisäksi työssä oli todennettava, että ohjelmoitavalla logiikalla voidaan toteuttaa luotettavia testiympäristöjä releille.

Testausympäristö toteutettiin Unitronicsin valmistamalla ohjelmoitavalla logiikalla, joka sisälsi näytön, näppäimistön ja tarvittavat tulo- ja lähtölinjat. Testiympäristöön rakennettiin erillinen releteline, jossa oli paikat kahdelle releelle. Ohjelmistoympäristönä toimi VisiLogic-ohjelmisto, joka on tarkoitettu ainoastaan Unitronicsin ohjelmoitavien logiikoiden ohjelmointiin.

Työssä onnistuttiin rakentamaan luotettava automaattinen testiympäristö raidereleille. Lisäksi työssä onnistuttiin todentamaan, että Unitronicsin ohjelmoitavien logiikoiden avulla voidaan rakentaa releille luotettavia testiympäristöjä.

# SISÄLTÖ

TIIVISTELMÄ.....	3
SISÄLTÖ.....	4
LYHENTEET.....	5
1 JOHDANTO.....	6
2 RAIDEVIRTAPIIRI.....	7
3 OHJELMOITAVAT LOGIIKAT.....	9
3.1 Ohjelmointikielet.....	9
3.2 Unitronicsin ohjelmoitavat logiikat.....	11
4 RAIDERELEEN TESTIYMPÄRISTÖN TOTEUTUS.....	15
4.1 Testiympäristön rakentaminen.....	15
4.2 Testausohjelman toteutus.....	17
4.2.1 Ohjelman rakenne.....	19
4.2.2 Käyttöliittymän toteutus.....	20
5 OHJELMISTON JA YMPÄRISTÖN TESTAUS.....	25
5.1 Ohjelmiston testaus.....	25
5.2 Testausympäristön testaus keinovioilla.....	26
6 YHTEENVETO.....	27
7 POHDINTA.....	29
LÄHTEET.....	30
LIITTEET	
Liite 1. Testausohjelman vuokaavio	
Liite 2. Unitronics logiikkaperhe	

## LYHENTEET

AC/DC	Alternating Current/ Direct Current, Vaihtovirta/Tasavirta
CAN	Controller Area Network, Automaatioväylä
CPU	Central Processing Unit, Keskusyksikkö
GSM	Global System for Mobile Communications, Matkapuhelinjärjestelmä
I/O	Input/Output, Sisääntulo/Ulostulo
LD	Ladder Diagram, Tikapuuohjelmointi
PLC	Programmable Logic Controller, Ohjelmoitava looginen ohjausjärjestelmä
SMS	Short Message Service, Tekstiviestijärjestelmä
STL	Statement List, Käskylistaohjelmointi

# 1 JOHDANTO

Opinnäytetyön tilaajana toimii Oy VR-Rata Ab, joka on suomen suurin rautateiden rakentaja. Yrityksen palvelut kattavat lähes kaiken suunnittelusta radanrakennukseen. Yrityksen asiakkaita ovat muun muassa valtio, kunnat, satamat sekä yksityiset yritykset. (1)

Opinnäytetyön lähtökohtana on tilaajan tarve automatisoida rautatieliikenteessä käytettävien releiden testiympäristöjä. Automatisointi on tarkoitus toteuttaa ohjelmoitavan logiikan avulla, sen yksinkertaisen ohjelmoitavuuden ja edullisuuden takia. Laitteistona toimii Unitronicsin valmistama, näytöllä ja näppäimillä varustettu, ohjelmoitava logiikkayksikkö sekä tarvittavat lisäosat.

Opinnäytetyön tarkoituksena on rakentaa Siemensin valmistamille raidevirtapiirien releille luotettava automaattinen testiympäristö. Tilaajalla on jo entuudestaan manuaalinen testiympäristö kyseisille releille, mikä on tarkoituksena osittain automatisoida. Testiympäristön automatisointi nopeuttaa releiden testausta. Lisäksi opinnäytetyön tavoitteena on todentaa, että Unitronicsin valmistamilla ohjelmoitavilla logiikoilla voidaan toteuttaa luotettavia testiympäristöjä releille.

Testiympäristön vaatimuksena on, että se vastaa maastossa olevaa järjestelmää. Relettä vedätetään 1 000 kertaa toimintavarmuuden todentamista varten. Releen koskettimilta mitataan jännitetieto ja käyttäjälle ilmoitetaan mahdollinen vikatieto koskettimilta. Vikatiedosta tulee selvittää kosketin, jossa vika on havaittu, sekä se, monennellako vedätyksellä tai päästöllä vika on havaittu. Ohjelman tulee myös ilmoittaa testin päätyttyä, menikö testi hyväksytysti läpi.

Tehtävä edellyttää perehtymistä raidevirtapiirien ja Siemensin raidereleen toimintaan. Lisäksi on perehdyttävä ohjelmoitavien logiikoiden toimintaan ja ohjelmointiin. Koska tilaaja-yrityksessä ei ole aikaisemmin käytetty Unitronicsin ohjelmoitavia logiikoita, tulee niihin tutustua itsenäisesti ilman tilaajan apua.

## 2 RAIDEVIRTAPIIRI

Raidevirtapiirin avulla saadaan junan sijaintitieto halutulta alueelta. Tätä aluetta kutsutaan eristetyksi raideosuudeksi. Raidevirtapiirin avulla voidaan varmistaa, ettei kulkutietä avata varatulle raideosuudelle. Tällä estetään junien törmäysmahdollisuus raideosuudella. Raidevirtapiiriä käytetään myös muissa toiminnoissa, esimerkiksi opastimen seis-asentoon laittamisessa vaihteen käynnön estämiseksi junan alla sekä tasoristeyksen varoituslaitteissa. (2, s.18–21.)

Raidevirtapiiri koostuu virtalähteestä, releestä ja raideosuudella olevista kiskoista. Raidevirtapiiri toimii siten, että kiskojen toiseen päähän on kytketty virtalähde ja toiseen päähän rele. Virtalähde syöttää kiskoja pitkin virtaa rataosuuden toisessa päässä olevalle releelle. Kun raideosuus on vapaana, virta kulkee kiskoja pitkin releen käämitysten kautta, jolloin rele on vetäneenä. Raideosuus on varattuna, kun siinä on juna tai jokin työkone. Tällöin virta kulkee junan tai työkonen akselien kautta, koska niissä on pienempi vastus kuin releen käämissä. Tästä seuraa se, että rele on päästäneenä. (2, s.21.)

Raideosuuksilla käytetään tasa- ja vaihtovirtalähteitä ja raiderele on sen mukainen. Radoilla on käytetty aikaisemmin 50 Hz:llä toimivia releitä, mutta nykyään ne on muutettu 75 Hz:llä ja pääsääntöisesti 125 Hz:llä toimiviksi releiksi. Releet on muutettu sen vuoksi, että radat on sähköistetty ja kiskoja käytetään myös veturin paluuvirran johtimina, eli kiskoissa kulkee myös 50 Hz:n taajainen jännite. (2, s.21.)

Raidevirtapiireissä tyypillisimpiä vaarallisten vikojen aiheuttajia ovat muun muassa kaluston aiheuttama huono oikosulku kiskojen välissä sekä relevika. Huono oikosulku kiskojen välissä voi aiheutua kiskossa olevasta jäästä tai ruosteesta. Releiden pitäisi toimia sataprosenttisella varmuudella, jos ne on huollettu oikein. (2, s.22.)

SIEMENS V25437-A1001-A2 on 2-asentomoottorirele, jota käytetään yleisesti raidevirtapiireissä raidereleenä (kuva 1). Aikaisemmin käytettyjen 50 Hz:n relei-

den sijaan käytetään nykyisin 125 Hz:n releitä ratojen sähköistysten vuoksi. (3, s.1.)



KUVA 1. SIEMENS V25437-A1001-A2

Moottorireleen toiminta perustuu kaksivaiheasynkronimoottoriin, jossa on oikosulkukäämitys ankkurissa. Moottori kytketään kahteen eri vaiheeseen, joita kutsutaan verkkovaiheeksi ja raidevaiheeksi. Verkkovaiheen jännite on 220 VAC ja raidevaiheen jännite on noin 33 VAC. Näiden kahden vaiheen vaihesiirtokulma on 90°. Releessä on yhteensä neljä kosketinta, joista kaksi on avautuvia ja kaksi sulkeutuvia. (3, s.1; 4, s.4.)



## 3 OHJELMOITAVAT LOGIIKAT

Ohjelmoitava logiikka on pieni tietokone, jota käytetään reaaliaikaisten automaatioprosessien ohjauksessa. Ohjelmoitavasta logiikasta käytetään yleisesti lyhennettä PLC (Programmable Logic Controller), joka tarkoittaa ohjelmoitavaa loogista ohjausjärjestelmää. Ohjelmoitavat logiikat otettiin käyttöön jo 1970-luvulla autoteollisuuden tuotantokoneissa. Niiden tarkoituksena oli korvata suuret rele- ja ajastinkytkennät. Ohjelmoitava logiikka koostuu yleensä keskusyksiköstä, tulo- ja lähtöyksiköistä, ohjelmamuistista sekä jännitteensyötöstä. (5, s. 19–20, 35.)

I/O-yksikköön (Input/Output-yksikkö) liitetään kaikki ulkoiset signaalit, joita logiikan pitää ohjata tai tulkita. I/O-yksiköitä on olemassa digitaalisia ja analogisia sekä näiden yhdistelmiä. Digitaaliset I/O-yksiköt käsittävät vain arvoja 0 ja 1, kun taas analogiset I/O-yksiköt käsittävät kaikkia mahdollisia jännite- ja virta-arvoja logiikan yksilökohtaisten rajojen puitteissa. Ohjelmamuistiin tallennetaan haluttu ohjelma eli käskyt, joita keskusyksikkö suorittaa. (5, s. 35.)

Keskusyksikön eli CPU:n (Central Processing Unit, CPU) tehtävänä on suorittaa muistiin tallennettu ohjelma. Toisin sanoen keskusyksikkö kirjoittaa lähtösignaaleihin oikeita arvoja ja tulkitsee tulosignaaleihin tulevia arvoja ohjelman määrittelemällä tavalla. Jännitelähteen tehtävänä on muodostaa kaikki logiikkaympäristön tarvitsemat jännitteet ja suodattaa siitä mahdolliset häiriöt. (5, s. 35.)

### 3.1 Ohjelmointikielet

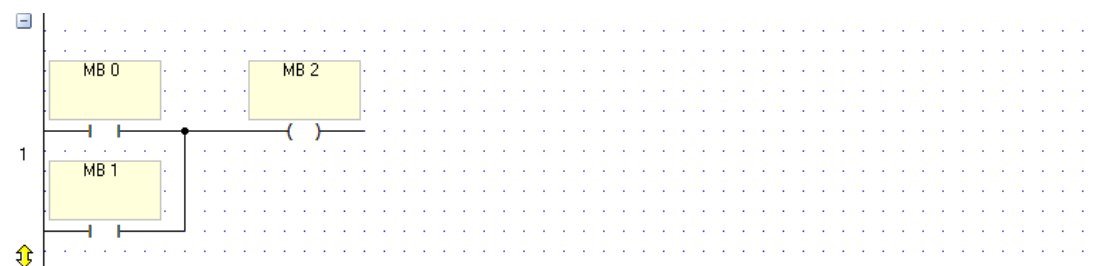
Ohjelmoitavissa logiikoissa käytetään yleisesti kahdenlaista ohjelmointikieltä: käskylistaohjelmointia sekä niin sanottua tikapuumaista ohjelmointikieltä. (6, s.23.)

Käskylistaohjelmointi eli STL (Statement List) on niin sanottua riviohjelmointia, joka muistuttaa hyvin paljon Assembly-ohjelmointikieltä (kuva 2). Käskyrivit koostuvat itse käskystä (OR, AND, yms.) sekä siihen liittyvästä operandista. Käskylistan käskyt noudattelevat pitkälti tikapuuohjelmointirakennetta, joka tarkoittaa sitä, että siinä on samoja käskyjä, mutta tekstimuodossa. (6, s.25–26.)

<b>Net 1</b>	!	MB	0
	/	MB	1
	=	MB	2

*KUVA 2. Käskylistaohjelmointi (Statement List, STL)*

Tikapuuohjelmointi (Ladder Diagram, LD) on ohjelmointikieli, joka mukailee relekaavioita (kuva 3). LD-ohjelmointi on perinteisin ohjelmointikieli ja se löytyy lähes jokaisen ohjelmoitavan logiikan ohjelmointityökaluista. LD-ohjelmoinnissa on käytössä relekaavion mukaisesti avautuvia ja sulkeutuvia piirejä, jotka muokalevat releen koskettimia. Lisäksi ohjelmoinnissa käytetään lähtöä esittävää symbolia, joka mukailee releen kelaan. (6, s.25–26.)



*KUVA 3. Tikapuuohjelmointi (Ladder Diagram, LD)*

Näiden lisäksi eri ohjelmointityökaluissa on omia moduuleita tai komponentteja, joilla on erilaisia toimintoja, kuten käskyt AND ja OR sekä erinäiset vertailupiirit. (6, s.23.)

### **3.2 Unitronicsin ohjelmoitavat logiikat**

Unitronicsin ohjelmoitavien logiikoiden perhe on hyvin laaja. Ohjelmoitavat logiikat on jaettu eri kategorioihin niiden ominaisuuksien mukaan, kuten liitteessä 2 on esitetty. Kategoriat voidaan jakaa seuraavanlaisesti:

- logiikat, joissa on PLC ja värillinen kosketusnäyttö
- logiikat, joissa on PLC ja kosketusnäyttö
- logiikat, joissa on PLC, graafinen näyttö ja näppäimistö
- logiikat, joissa on PLC, tekstipohjainen näyttö ja näppäimistö.

Kategorioissa on erilaisia ohjelmoitavia logiikoita, joiden ominaisuudet eroavat hieman toisistaan. Merkittävimmät eroavaisuudet löytyvät näytön koosta ja I/O-liityntöjen laajennettavuudesta. (7)

#### **Unitronics Vision130 -sarja**

Unitronics Vision130 -sarjan ohjelmoitavat logiikat sisältävät keskusyksikön, graafisen 2,4 tuuman näytön sekä näppäimistön. Lisäksi Vision130-sarjan logiikoissa on erilaisia kommunikaatiovaihtoehtoja, kuten Ethernet, GSM (Global System for Mobile Communications), SMS (Short Message Service), Modbus ja CAN (Controller Area Network). Vision130-sarjan logiikoista on olemassa 10 erilaista mallia, joiden I/O-liitynnät eroavat toisistaan. Vision130-sarjan logiikoihin on mahdollista saada jopa 256 I/O-liityntää lisämoduulien avulla.

Tilaajayritys on valinnut tähän työhön käytettäväksi V130-33-T38-mallin sen edullisuuden ja I/O-liityntöjen runsauden vuoksi (kuva 4). V130-33-T38-malli sisältää 20 digitaalista sisääntuloa sekä kaksi analogista sisääntuloa, jotka voidaan kytkentäpakoilla muuttaa myös digitaalisiksi. Keskusyksikössä on myös

16 transistoriohjattua digitaalista lähtöä. Keskusyksikön ohjelmointi tapahtuu RS232- tai RS485-liittynnän kautta tietokoneella. Mahdollisten lisälaitteiden liittäntä keskusyksikköön tapahtuu CAN-väylän kautta. Tällaisia lisälaitteita ovat muun muassa I/O-moduulit. (8, s.4.)



KUVA 4. Unitronics Vision130 (9)

EX-A1 on adapterimoduuli, joka tarvitaan liitettäessä keskusyksikköön I/O-moduuleita (kuva 5). EX-A1-moduulin ja keskusyksikön liitettä tapahtuu RJ45-kaapelilla. EX-A1- ja I/O-moduulien välinen liitettä tapahtuu I/O-moduulissa olevalla johtimella. EX-A1-moduuliin voi liittää maksimissaan kahdeksan I/O-moduulia sarjaan. (10)



*KUVA 5. EX-A1-adapterimoduuli*

IO-DI8-TO8 on I/O-moduuli, jossa on kahdeksan digitaalista sisääntuloa ja kahdeksan MOSFET-ohjattua digitaalista lähtöä (kuva 6). Moduulissa on myös jokaiselle tulolle ja lähdölle oma led-valo, joka kertoo, ovatko ne aktiivisena. (10)



*KUVA 6. IO-DI8-TO8 I/O-moduuli*

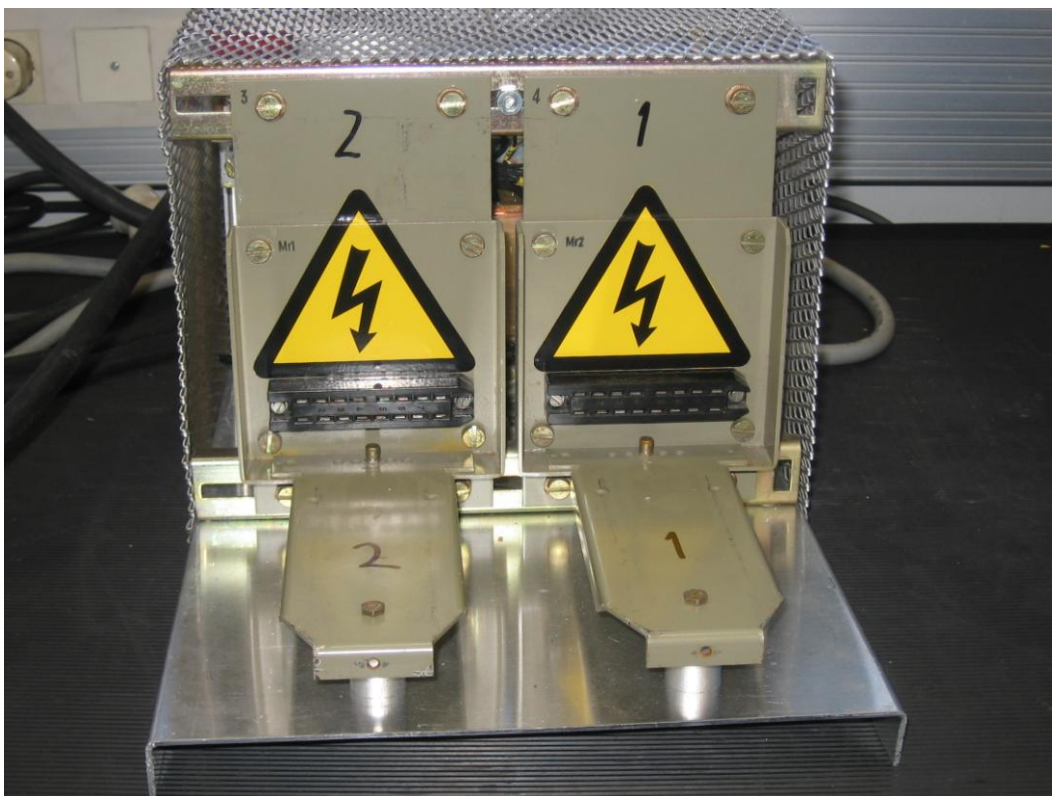
VisiLogic on Unitronicsin kehittämä ohjelmointiohjelmisto, joka on tarkoitettu ai-noastaan Unitronicsin logiikoiden ohjelmistojen kehittämiseen. Ohjelmien te-keminen tapahtuu tikapuumenetelmällä, mutta ohjelmistoon on lisätty runsaasti erilaisia ohjelmointia helpottavia osia muun muassa monenlaisia vertailupiirejä. VisiLogic sisältää myös erillisen HMI- (Human Machine Interface) suunnittelu-ympäristön, jolla voi suunnitella päätelaitteen käyttöliittymää. Suunnitteluympä-ristössä voidaan valita erilaisia graafisia moduuleita, jotka esittävät esimerkiksi jonkin muuttujan arvoa. Lisäksi HMI-työkalun avulla voi määritellä käyttöliitty-män näppäinkomentoja. (11)

## 4 RAIDERELEEN TESTIYMPÄRISTÖN TOTEUTUS

### 4.1 Testiympäristön rakentaminen

Testiympäristö voidaan jakaa kahteen eri osioon, reletelineeseen ja logiikkatelineeseen.

Releteline on teline, johon kytketään testattavat releet (kuva 7). Releteline koostuu pääosin kahdesta relepaikasta, muuntajasta ja suojakehikosta. Releteline toimii 125 Hz:n taajuisella 230 voltin kolmivaihevaihtojännitteellä. Releiden moottoreille syötettävä jännite on 30 VAC.



*KUVA 7. Releteline*

Logiikkatelineeseen on sijoitettu ohjelmoitava logiikka ja siihen tarvittavat lisäosat (kuva 8). Tässä ympäristössä käytetään Unitronics V130-33-T38 -ohjelmoitavaa logiikkaa sen edullisuuden vuoksi sekä siksi, että työn tarkoituksena on tutkia kyseisen logiikan soveltuvuutta releiden testauksessa. Logiikkateline koostuu keskusyksiköstä, yhdestä I/O-moduulista sekä näille tarvittavasta 24 voltin tasavirtalähteestä ja adapterimoduulista. Lisäksi telineestä löytyy väli-releet I/O-linjoille sekä riviliittimiä. Keskusyksikössä on itsessään jo muutamia I/O-linjoja, mutta ympäristön laajennettavuuden havainnollistamisen vuoksi siihen on käytetty lisä-I/O-moduulia.



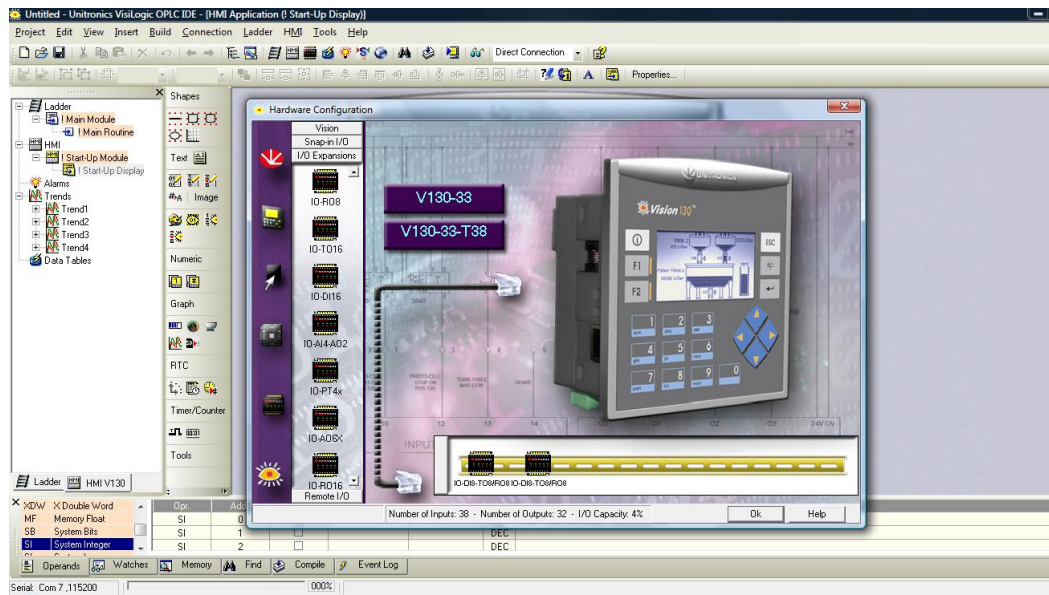
*KUVA 8. Logiikkateline*



Logiikkateline ja releteline kytketään yhteen välikaapelin avulla, jossa on 11 johdinta. Näistä johtimista kahdeksan on tarkoitettu kosketintiedoille, yksi releiden jännitteiden ohjaukseen ja kaksi 24 voltin kiinteälle tasajännitteelle.

## 4.2 Testausohjelman toteutus

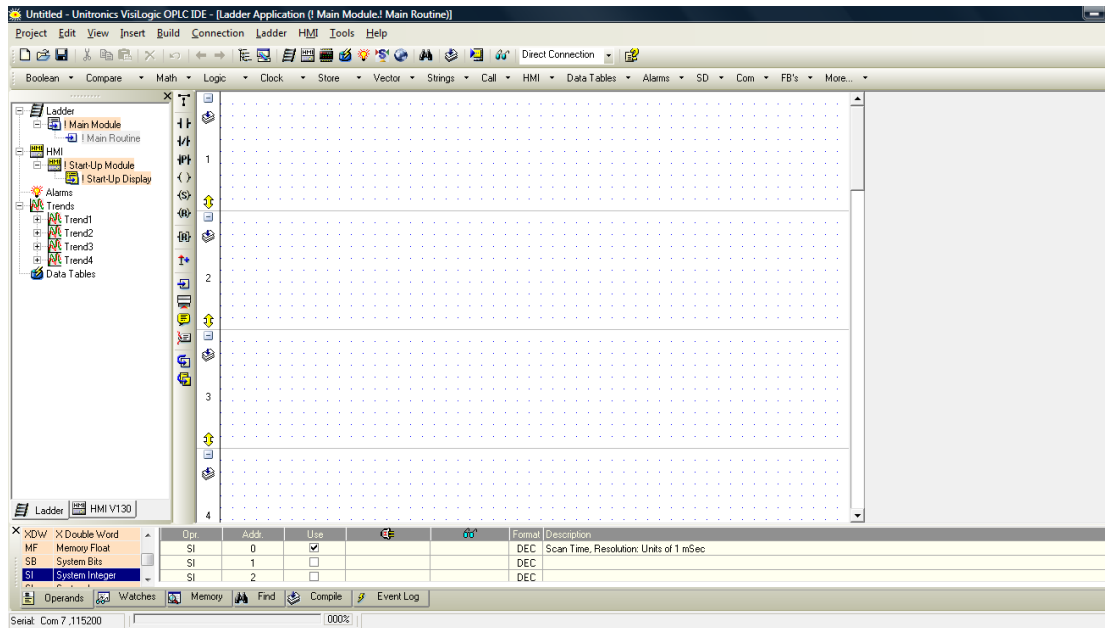
Testausohjelma on toteutettu Unitronicsin VisiLogic-ohjelmistoa käyttäen. Uusi projekti aloitetaan valitsemalla komponentit, joihin ohjelma tehdään (kuva 9).



KUVA 9. Komponenttien valinta VisiLogic-ohjelmistossa

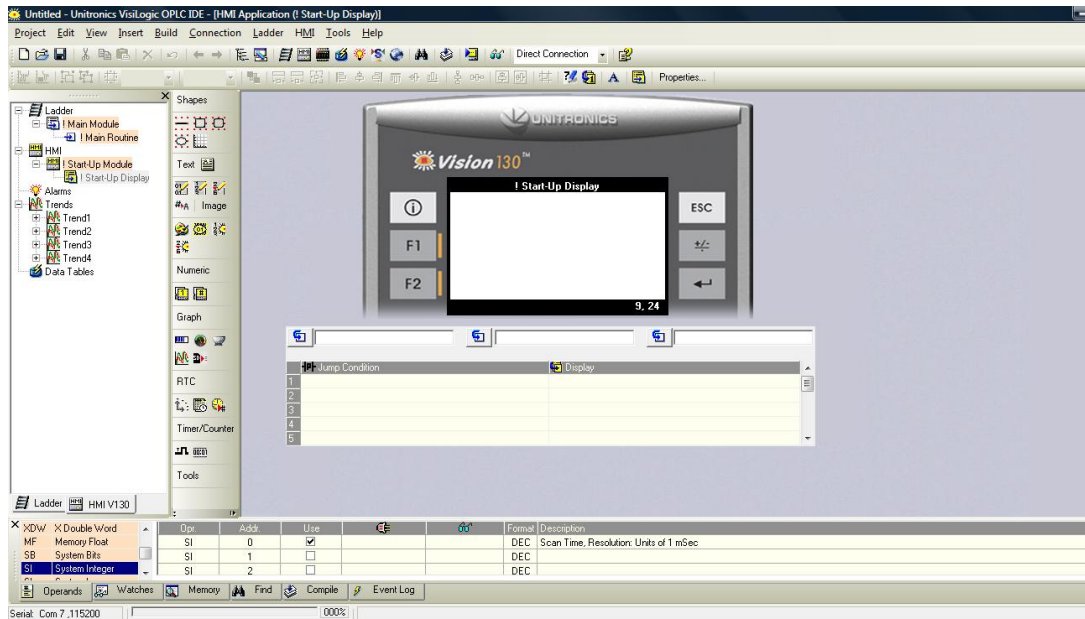
Ohjelman tekeminen sekä käyttöliittymän luominen voidaan aloittaa, kun komponentit on saatu valittua.

Itse ohjelma tehdään Ladder-ympäristössä, jossa ohjelmointi toteutetaan tika-puumallin mukaan. Kun uusi projekti aloitetaan, Ladder-ympäristöstä löytyy ai-noastaan tyhjä pääohjelma, jonka pohjalle varsinaista ohjelmaa aletaan raken-taa (kuva 10).



*KUVA 10. Ladder-ympäristön alkunäkymä*

Käyttöliittymän luonti tapahtuu HMI-ympäristössä (kuva 11). Uuden projektin alussa HMI-ympäristössä on tyhjä Start-Up-ikkuna, jonka pohjalle aletaan luoda käyttöliittymää ja eri ikkunoita.



KUVA 11. HMI-ympäristön alkunäkymä

## 4.2.1 Ohjelman rakenne

Testausohjelma on suunniteltu noudattamaan liitteen 1 mukaista vuokaaviota. Testausohjelma on toteutettu pääohjelmassa ilman aliohjelmia, koska ohjelmassa on suhteellisen yksinkertainen rakenne. Ohjelmassa on muutamia pääosioita, jotka ovat tärkeitä ohjelman toimivuuden kannalta. Pääosiot ovat rumpuosio, viiveosio, kosketintiedonvertailuosio, virheilmoitusten tarkasteluosio sekä muistinpalautusosio.

Rumpuosiossa on käytetty VisiLogicin Drum Sequencer -moduulia, johon määritellään ohjattavat digitaalilähdöt tai -muuttujat. Näitä digitaalilähtöjä voidaan asettaa määrätyn ajan välein valittuihin arvoihin, ykköseen tai nollaan. Tässä ohjelmassa asetetaan yhtä digitaalista lähtöä vuorotellen ykköseen ja nollaan sekunnin välein. Tämä digitaalinen lähtö ohjaa reletelineessä oleva välirelettä, joka taas kytkee testattavalle releelle jännitteet digitaalilähdön ollessa ykköse-

nä. Kun testattavalle releelle kytketään jännitteet, on rele niin sanotusti vetäneenä. Relettä vedätetään 1 000 kertaa, jotta saadaan luotettava testi aikaan.

Viiveosiossa tehdään viive kosketintietovertailulle, jotta testattava rele ehtii vaihtaa tilaa ennen vertailun tekemistä. Jos viivettä ei ole, kosketintieto ei välttämättä vastaa todellisuutta.

Kosketintiedonvertailuosiossa luetaan testattavan releen koskettimilta tulevia tietoja ja verrataan niitä oikeisiin arvoihin. Koskettimilta tuleva tieto tuodaan välireleiden kautta logiikan digitaalisille sisääntuloille. Jos kosketintieto poikkeaa oikeasta arvosta, siirretään koskettimen askellusluku sille varatulle muistialueelle, jota käyttäjä voi tarkastella testin aikana. Jokaiselle koskettimelle on tehty oma erillinen vertailuosio ja varattu oma muistialue keskusyksikön muistista.

Virheilmoitustentarkasteluosiossa tarkastellaan testin lopussa, onko testinaikana tullut virheilmoituksia kosketintiedoille varatuille muistialueille. Jos virheitä on tullut, ilmoitetaan siitä käyttäjälle.

Muistinpalautusosiossa koskettimien muistialueet ja muut muistialueet palautetaan lähtöarvoonsa, kun testi lopetetaan.

#### **4.2.2 Käyttöliittymän toteutus**

Käyttöliittymän suunnittelussa on käytetty VisiLogicin HMI-ympäristöä. Käyttöliittymässä on käytetty hyväksi keskusyksikössä olevaa näyttöä ja näppäimiä. Käyttöliittymä koostuu useasta eri ikkunasta, jotka opastavat käyttäjää eteenpäin testauksessa.

Aloitusikkuna aukeaa, kun logiikkatelineeseen kytketään virrat päälle. Ikkunassa näkyy testin nimi ja kellonaika. Ympäristössä voidaan testata yhtä tai kahta relettä samanaikaisesti. Tämän vuoksi tässä ikkunassa valitaan nuolinäppäimillä testattavien releiden lukumäärä. Enter-näppäintä painamalla käyttäjä voi aloittaa testauksen, jolloin testi lähtee saman tien käyntiin. (Kuva 12.)



KUVA 12. Aloitusikkuna

Testausikkuna aukeaa, kun aloitusikkunassa aloitetaan testaus. Ikkunassa näkyy ilmoitus ”TESTI KÄYNNISSÄ”, kun testaus on käynnissä. Testauksen saa halutessaan tauolle painamalla enter-näppäintä. Testausikkunassa näkyy askeleluku, joka tarkoittaa sitä, monestiko relettä on käännetty. Lisäksi testauksen edistymisestä on tehty graafinen ilmoitus havainnollisuuden parantamiseksi. Testiohjelma ilmoittaa virheistä testin päätyttyä, mutta käyttäjä pääsee halutessaan tarkastelemaan virheitä testin aikana F2-näppäintä painamalla. Käyttäjä voi myös halutessaan lopettaa testauksen kesken painamalla ESC-näppäintä. (Kuva 13.)



KUVA 13. Testausikkuna

Jokaiselle releen koskettimelle on tehty oma virheidentarkasteluikkuna. Koskettimella on ilmennyt virheitä testauksen aikana, mikäli virheidentarkasteluikkunassa näkyy muita lukuja kuin nolliä. Ikkunalle tuleva luku tarkoittaa askellustietoa, jonka avulla voidaan seurata onko virheiden ilmeneminen toistuvaa. Nuolinäppäimillä päästään tarkastelemaan muiden koskettimien virheitä. (Kuva 14.)



KUVA 14. Virheidentarkasteluikkuna

Testin päättyessä ohjelma ilmoittaa näytölle, menikö testi onnistuneesti läpi vai havaittiinko releissä virheitä. Näytölle tulee ilmoitus "TESTI PÄÄTTYI. EI VIRHEITÄ", mikäli testi meni onnistuneesti läpi. ESC-näppäintä painamalla päästään takaisin aloitusikkunaan. (Kuva 15.)



*KUVA 15. Testin päätyminen onnistuneesti*

Jos testin aikana ilmeni virheitä, ilmoitetaan testin päättyessä, missä koskettimissa virheitä ilmeni. Ikkunassa näkyvä OK-ilmoitus tarkoittaa sitä, ettei kyseisessä koskettimessa ilmennyt virheitä. (Kuva 16.)



*KUVA 16. Testin päätyminen virheellisesti*

Ohjelma varmistaa testauksen lopetuksen aina, kun testi halutaan lopettaa joko kesken testauksen tai testauksen päättymisen jälkeen. Tämän avulla estetään se, että testausta ei voida vahingossa lopettaa. (Kuva 17.)



*KUVA 17. Testin lopetuksen varmistaminen*



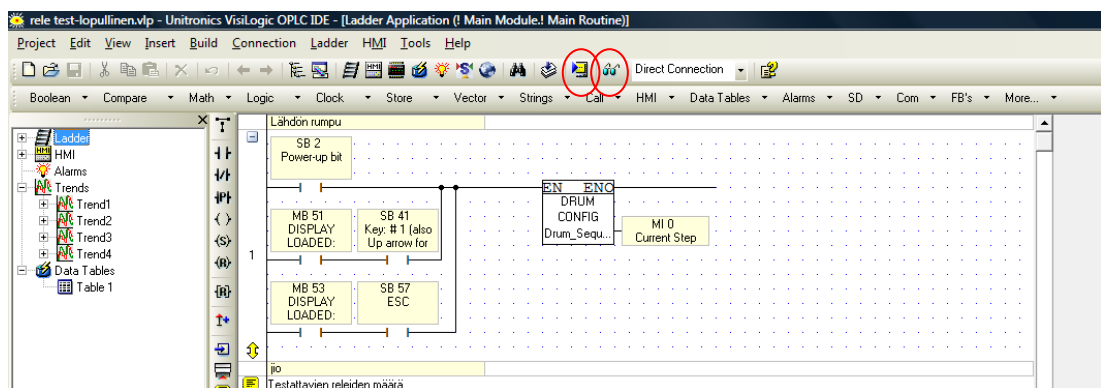
# 5 OHJELMISTON JA YMPÄRISTÖN TESTAUS

Testausympäristön testaukseen kuului ohjelmiston testaus testiympäristössä. Lisäksi koko ympäristö testattiin keinovikojen avulla.

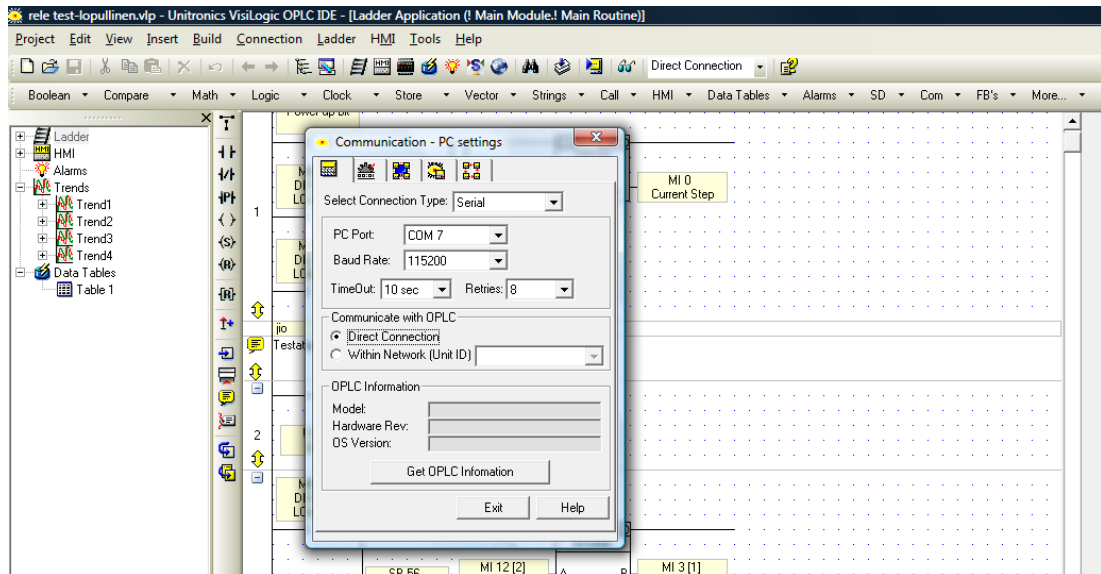
## 5.1 Ohjelmiston testaus

Ohjelmiston testaaminen aloitettiin jo ohjelmiston luontivaiheessa ohjelman havainnollistamisen vuoksi. VisiLogic-ohjelmistossa on "Online Test" -toiminto, jolla ohjelmaa voidaan testata tietokoneen ollessa kytkettynä logiikkaan.

Ennen testauksen aloittamista ohjelma täytyy ladata logiikkaan "Download"-toiminnon avulla (kuva 18). Koska lataus tapahtuu RS232-sarjaportin kautta, täytyy huolehtia siitä, että sarjaporttiasetukset ovat oikeat (kuva 19). Kun ohjelma on ladattu, valitaan työkalurivistä "Online Test" -toiminto, jolloin testauksen voi aloittaa (kuva 18). Testauksessa voidaan muuttaa halutessa ohjelman muuttujien arvoa. Lisäksi logiikan käyttöliittymä saadaan näkymään tietokoneen näytölle oikeanlaisena, mikä helpottaa testausta.



KUVA 18. Download- ja Online Test -toiminnot VisiLogic-ohjelmistossa



*KUVA 19. Sarjaporttiasetusten määrittäminen VisiLogic-ohjelmistossa*

Ohjelman toimivuus testattiin myös ilman tietokonetta pelkän logiikan avulla, jolloin testauksesta tuli loppukäytön kannalta todenmukaisempi.

## 5.2 Testausympäristön testaus keinovioilla

Testausympäristölle tehtiin koko ympäristön kattava testaus, jossa releille tehtiin erilaisia keinovikoja. Näitä keinovikoja olivat muun muassa koskettimien kontaktien häiritseminen sekä releen irrottaminen reletelineestä kesken testauksen. Tämän testin avulla saatiin selvyys ohjelman ja koko testausympäristön toimivuudesta. Saman testin aikana tilaajan henkilökunta testasi laitteen toimivuutta ja testausohjelman käyttöä.

## 6 YHTEENVETO

Tässä opinnäytetyössä tehtiin Siemensin raidereleelle testiympäristö, jossa mitattiin releen koskettimilta tulevaa tietoa. Testiympäristössä on runsaasti kehitys- ja laajennusmahdollisuuksia, joita voidaan hyödyntää myöhemmissä projekteissa. Näitä kehitysmahdollisuuksia on esitelty seuraavissa kappaleissa.

Tällä hetkellä releen paikalleen asettaminen telineeseen on pelkästään testaajan vastuulla. Relepaikkaan voitaisiin laittaa joko normaali mekaaninen tai kapasitiivinen kytkin, joka ilmoittaa releen paikallaan olosta testausohjelmalle.

Kun testausohjelmaa laajennetaan, kannattaa ohjelma toteuttaa aliohjelmien avulla. Aliohjelmien avulla on helpompi suunnitella suurempia kokonaisuuksia, ja ohjelmasta tulee helpommin luettava ja ylläpidettävä.

Jatkossa kannattaa huomioida, että jos logiikalla halutaan testata releitä, joissa on enemmän koskettimia, tarvitaan logiikkaan lisää I/O-moduuleita. Lisäksi logiikkaan pitää tehdä jonkin verran ohjelmallista muutosta kosketintietojen lisääntymisen vuoksi.

Mikäli halutaan mitata logiikan avulla releen veto- ja päästöjännitteitä, tämä voidaan toteuttaa keskusyksiköstä löytyvän analogisen sisääntulon avulla. Jännitteitä ei kuitenkaan voi suoraan liittää sisääntuloihin, koska sen jännitealue on 0–10 VDC ja releeltä mitattava vetojännite voi olla jopa 30 VAC. Tämän vuoksi jännitteenmittauspisteen ja analogisen sisääntulon välille täytyy laittaa AC/DC-muunnin ja jännite täytyy skaalata analogisen sisääntulon jännitealueelle sopivaksi. Mittausheräte täytyy ottaa koskettimen kautta. Jännitteen säätöön tarvitaan erillinen I/O-moduuli, jossa on analoginen ulostulo. Lisäksi säätämiseen tarvitaan sähköisesti ohjattava potentiometri, jota ohjataan analogisen ulostulon avulla.

Lisäksi testausohjelmaan voitaisiin lisätä toiminto, jolla saadaan testistä testiraportti. Testiraportissa olisi hyvä olla testaajan tiedot, testauspäivä, releen nu-

mero ja testaustiedot. Logiikan muistialueen rajallisuuden vuoksi tämän toteuttaminen edellyttää, että logiikka on kytketty tietokoneeseen, jolloin virhemuisti-alueet voidaan siirtää logiikasta löytyvään Data Table -kenttään, joka taas saadaan muutettua Excel-muotoon. Tämä Excel-tiedosto voidaan tallentaa tietokoneen muistiin. Lisäksi testausohjelmaan alkuun pitäisi lisätä kentät, johon testaaja voi kirjoittaa releen numeron. Päivämäärän ohjelma saa tietokoneen kautta tai se voidaan tarvittaessa lisätä testausohjelmaan. Testaajan tiedot saadaan raporttiin joko testaajan henkilökohtaisen salasanan avulla tai lisäämällä testausohjelmaan alkuun kenttä, josta testaaja voi valita omat tiedot.

## 7 POHDINTA

Työn tavoitteena oli rakentaa luotettava automaattinen testiympäristö raidereleille ohjelmoitavan logiikan avulla. Testiympäristölle oli määritelty muutamia vaatimuksia, joiden puitteissa ympäristö piti toteuttaa. Vaatimuksena oli, että relettä vedätetään 1 000 kertaa, koskettimilta mitataan jännitetieto ja käyttäjälle ilmoitetaan mahdollinen vikatieta koskettimilta. Vikatiedosta tuli selvitä kosketin, jossa vika havaittiin sekä monennellako vedätyksellä tai päästöllä vika havaittiin. Ohjelman piti myös ilmoittaa testin päätyttyä, menikö testi hyväksytysti läpi. Työssä onnistuttiin toteuttamaan vaatimusten mukainen testiympäristö määrätyn ajan puitteissa. Lisäksi työssä onnistuttiin todentamaan, että Unitronicsin logiikoilla voidaan toteuttaa luotettava testiympäristö releille.

Työn toteutus oli lähtökohtaisesti haastava, koska minulla ei ollut aikaisempaa kokemusta ohjelmoitavista logiikoista. Lisäksi Unitronicsin logiikat olivat itse tilaajallekin uusia, joten logiikkaan tuli tutustua itsenäisesti ilman tilaajan suurempaa apua. Logiikka tuli kuitenkin melko nopeasti tutuksi ja ohjelmoiminenkin onnistui, kun ohjelmointiympäristö tuli tutuksi.

Ohjelmoitavan logiikan avulla olisi voinut toteuttaa laajemmankin testiympäristön, mutta se ei olisi ollut mahdollista aikarajan puitteissa. Yhteenveto-osiossa on kerrottu muutamia jatkokehitysideoita.

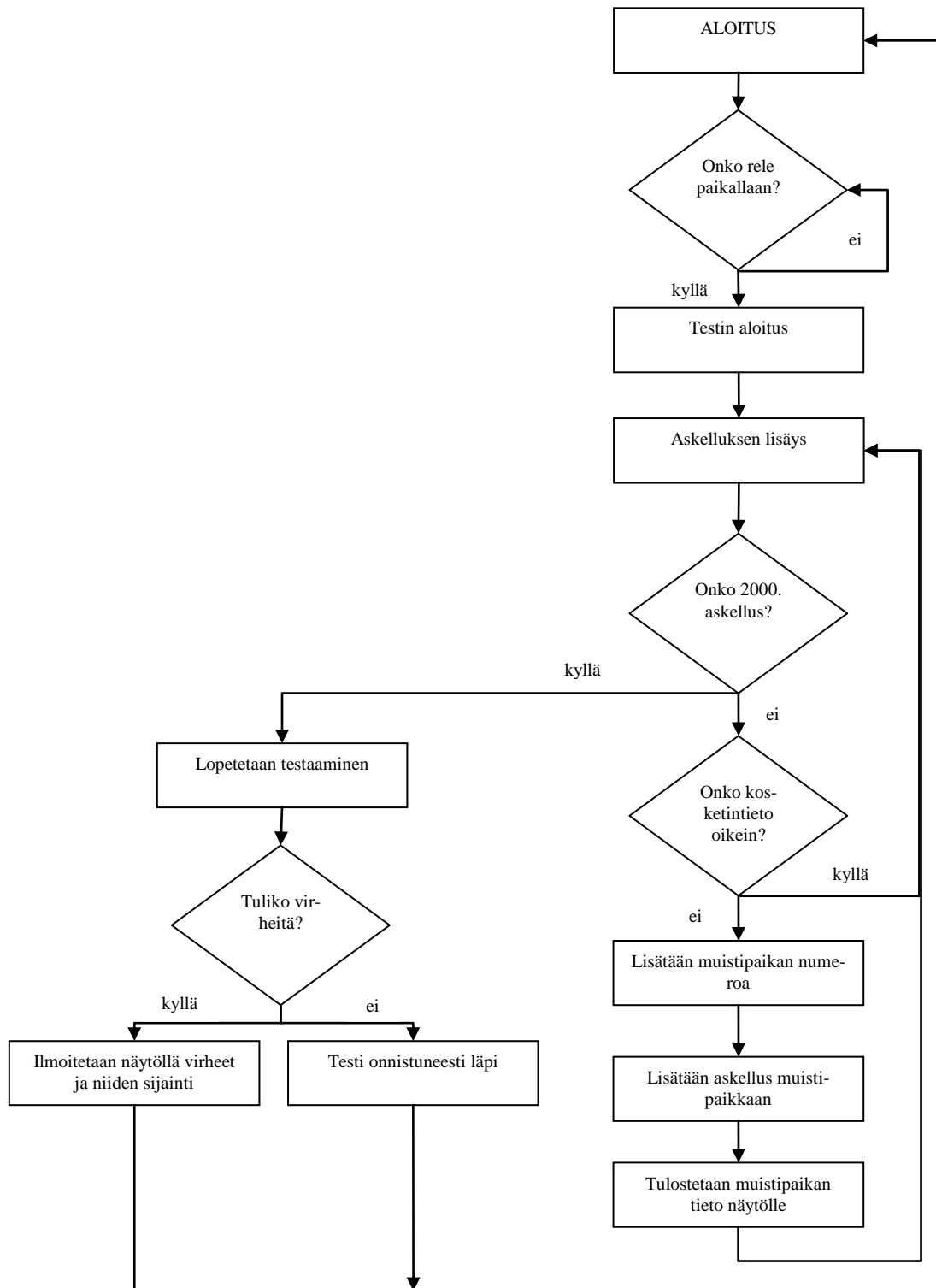
## LÄHTEET

1. VR Track. 2010. Etusivu. <http://www.vrtrack.fi/fi/index.html>. Hakupäivä 25.10.2010.
2. Turvalaiteoppi. 1973. Helsinki: Valtion painatuskeskus. Sisäinen dokumentti. Oy VR-Rata AB.
3. Siemens huolto-ohje 2-asentomoottorirelettä varten. Sisäinen dokumentti. Oy VR-Rata AB.
4. Mäntysaari, Reino. 1989. Tasoristeyslaitosten raidevirtapiirit sähköistetyllä radalla. Sisäinen dokumentti. Oy VR-Rata AB.
5. Ohjelmitava logiikka. Automaation perustieto. 1991. Espoo: Suomen Sähköurakoitsijaliitto ry.
6. Kokkonen, Juho 2009. Arkittamon hylynkäsittelyn automaatiojärjestelmän modernisointi. Kemi: Kemi-Tornion ammattikorkeakoulu, tekniikan yksikkö. Opinnäytetyö. Saatavissa: [https://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/2428/kokkonen\\_juho.pdf?sequence=1](https://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/2428/kokkonen_juho.pdf?sequence=1) . Hakupäivä 25.10.2010.
7. Unitronics. 2010. Product Overview (full descriptions). Saatavissa: [http://www.unitronics.com/Content.aspx?page=product\\_Overview\\_PLC](http://www.unitronics.com/Content.aspx?page=product_Overview_PLC). Hakupäivä 25.10.2010.
8. V130-33-T38 Technical Specifications. 2010. Saatavissa: [http://www.unitronics.com/Data/Uploads/V130/V130-33-T38\\_TECH-SPEC.pdf](http://www.unitronics.com/Data/Uploads/V130/V130-33-T38_TECH-SPEC.pdf). Hakupäivä 25.10.2010.
9. European A4\_2010\_Catalog-1.pdf. 2010. Saatavissa: <http://www.unitronics.com/Content.aspx?page=productoverview1>. Hakupäivä 25.10.2010.

10. I/O Expansions. 2010. Saatavissa:

<http://www.unitronics.com/Series.aspx?page=Vision570#Tab=Expansion>. Hakupäivä 25.10.2010.

11. Unitronics VisiLogic. Version 8.0.1. Help-tiedostot.





## PLC & Color Touchscreen HMI

---



### **Vision350™**

Power PLC, 3.5" Color Touchscreen, onboard, expandable I/Os (up to 512)



### **Vision570™**

Power PLC, 5.7" Color Touchpanel, Snap-in & expansion I/Os (up to 512)

## PLC & Touchpanel HMI

---



### **Vision280™**

Advanced PLC, 4.7" Touchpanel and keyboard, Snap-in and expansion I/Os (up to 256)



### **Vision290™**

Advanced PLC 5.7" Touchpanel, Snap-in and expansion I/Os (up to 256)



### **Vision530™**

Advanced PLC 5.7" Touchpanel, Snap-in and expansion I/Os (up to 256)

## **PLC & Graphic HMI**

---



### **Vision120™**

Small-and-powerful PLC, 2.4" Graphic LCD display and keypad, onboard, expandable I/Os (up to 166)



### **Vision130™**

Small-and-powerful PLC, 2.4" Graphic LCD display and keypad, onboard, expandable I/Os (up to 256)



### **Vision230™**

Advanced PLC, 3.2" Graphic LCD display and keyboard, Snap-in and expansion I/Os (up to 256)



### **Vision260™**

Advanced PLC, 5.4" Graphic LCD display and keyboard, Snap-in and expansion I/Os (up to 256)

## PLC & Text HMI

---



### **Jazz™**

Much more than a "smart relay". Full function PLC & HMI, with up to 40 on-board I/Os



### **M90/M91™**

Palm-size PLC, 2-line LCD display and keypad, up to 38 onboard I/Os (expandable up to 134)

Lähde: 7. Unitronics. 2010. Product Overview (full descriptions). Saatavissa: [http://www.unitronics.com/Content.aspx?page=product\\_Overview\\_PLC](http://www.unitronics.com/Content.aspx?page=product_Overview_PLC). Hakupäivä 25.10.2010.