

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU

Sähkötekniikan koulutusohjelma

Automaatiotekniikka

Tutkintotyö

Jonne Järvensivu

SÄHKÖKAAPIN TARKASTUS OHJELMOITAVALLA LOGIIKALLA

Työn valvoja

DI Mikko Numminen

Työn teettäjä

KMT Group Oy, ohjaajana insinööri Mikko Linna

Tampere 2006

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU

Sähkötekniikan koulutusohjelma

Automaatiotekniikka

Järvensivu, Jonne	Sähkökaapin tarkastus ohjelmoitavalla logiikalla
Tutkintotyö	28 sivua + 49 liitesivua
Työn valvojana	DI Mikko Numminen
Työn teettäjä	KMT Group Oy, ohjaajana insinööri Mikko Linna
Maaliskuu 2006	
Hakusanat	Ohjelmoitava logiikka, valvomo-ohjelmisto

TIIVISTELMÄ

Työn tarkoituksena oli muuttaa ihmisen suorittama tarkastus koneen tekemäksi. Tarkastuksen kohteena oli kiskokaluston sähkönjakelukaappi (S-kaappi), joita valmistaa KMT Group Oy. Tarkastuksen kohteena sähkönjakelukaapissa olivat johdinkytkenät. Kytkenöiden pitää olla oikein ennen sähköjen kytkentää. Kytkijät ovat voineet tehdä virheitä, joten heidän tekemänsä kytkennät on tarkastettava. Työn tarkoituksena oli nopeuttaa tarkastajan suorittamaa johdinkytkenöiden tarkastusta. Koneen ollessa osa tarkastusprosessia saadaan työ entistä varmemmaksi ja nopeammaksi. Ennen tarkastaja suoritti mittaukset käsin eikä niistä jäänyt merkintää mihinkään. Koneen avulla saatiin mahdolliseksi tulostaa tarkastusraportti tarkastetuista kytkennöistä, jolloin suoritusta tarkastuksesta jää kirjallinen dokumentti. Työssä käytettiin OMRON CJ1M -logiikkaa ja logiikan ohjelmointiohjelmana CX-programmeria ja valvomo-ohjelmistona InTouchia. Nämä ohjelmat ja logiikka valittiin niistä aiemmin saatujen hyvien kokemusten perusteella. Kone on ollut käytössä ja havaittu nopeaksi ja toimivaksi kokonaisuudeksi. Tarkoituksena on saada kone toimimaan myös muissa yrityksen sähkönjakelukaapeissa.

TAMPERE POLYTECHNIK

Electrical Engineering

Automation Engineering

Järvensivu, Jonne The substations inspection with programmable logic

Engineering Thesis 28 pages + 49 appendices

Thesis Supervisor MSc Mikko Numminen

Commissioning Company KMT Group Oy. Supervisor: engineer Mikko Linna

March 2006

Keywords programmable logic, visualization software

ABSTRACT

The purpose of this study is to change the manual inspection operation so that it is done by machine. The target is substation. The subjects of inspection were wire connections. The connections must be exactly connected, before electricity is switched on. The purpose was to speed up the inspector's work. When the machine is a part of the inspection process the work becomes more effective and reliable. The machine also makes it possible to print a report of the inspection. Choosing of the logic and programs was based on the earlier good experiences with them. The machine has been in use and it has served its purpose. The purpose is to use the machine also in the company's other substations.

SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

SISÄLLYSLUETTELO	4
1 JOHDANTO.....	5
2 TARKASTUSKONEEN OSIEN VALINNAT	7
2.1 LAITTEISTON VALINTA.....	7
2.2 OHJELMISTOJEN VALINTA.....	8
2.3 TIETOKONEEN VALINTA	9
3 KYTKENNÄT	10
4 OHJELMOITAVAN LOGIIKAN OHJELMA	12
4.1 OHJELMAN KUVAUS	12
4.2 OHJELMAN LUONTI LOGIikkaAN	13
5 VALVOMO-OHJELMISTO.....	17
5.1 VALVOMO-OHJELMISTON ASENNUS JA YHTEYSKÄYTÄNTÖ.....	17
5.2 VALVOMO-OHJELMAN LUONTI.....	18
6 TARKASTUSRAPORTTI	23
7 TARKASTUSOHJELMAN TESTAUS	25
8 KÄYTTÖOHJE.....	26
9 TULOKSET	27
10 TULOSTEN TARKASTELO	27
LÄHTEET	29

LIITTEET

- 1 Käyttöohje
- 2 Tarkastusraportti
- 3 Ohjelmitavan logiikan symbolilista
- 4 Ohjelmitavan logiikan ohjelma
- 5 Valvomo-ohjelman näytöt

1 JOHDANTO

Työ alkoi KMT Group Oy:n tarpeesta kehittää sähkönjakelukaappiensa tarkastusta entistä nopeammaksi ja varmemmaksi koneen suorittamaksi operaatioksi. KMT Group Oy sijaitsee Kankaanpäässä Pansian teollisuusalueella ja se toimii mekaniikan ja sähkötekniikan järjestelmätoimittajana. Yritys valmistaa sähkönjakelu- ja ohjausjärjestelmiä sekä koneita ja mekaanisia ohutlevyrakenteita raideliikennevälineisiin, tutkimuslaitteisiin, laivanrakennus-, offshore- ja koneenrakennusteollisuuteen. Yritys on perustettu vuonna 1980 ja se työllistää tällä hetkellä noin 140 henkilöä.

Yrityksen tavoitteena oli kehittää tarkastustoimintaansa ja saada siihen kuluva aika entistä lyhyemmäksi. Kun aikaa kuluu yhä vähemmän tarkastukseen, saadaan tuotteiden läpimenoaika entistä pienemmäksi ja tuotantovarmuus suuremmaksi. Tarkastushenkilön entistä lyhyempi työaika tuo myös suuria säästöjä.

Tarkastuksen kehittämisessä otettiin kohteeksi johdinkytkenät. Kytkejöiden jälkeen on tarkastajan vielä tarkastettava kytkennät ennen sähköjen kytkentää. Tarkastajalle kuuluu myös muita tarkastustoimia, kuten jännitekokeet ja muut sellaiset, mutta työssä keskityttiin johdinkytkenöiden tarkastuksen muuttamiseen koneella tapahtuvaksi.

Ennen tarkastaja suoritti kytkentöjen tarkastuksen käsin yleismittarin avulla ja kaikki tarkastukset olivat tarkastajan varassa. On otettava huomioon, että myös tarkastaja voi tehdä virheitä. Tarkastuksesta ei jäänyt mitään muuta raporttia kuin tarkastajan nimikirjoitus siitä, että tarkastus oli tehty. Tavoitteena oli saada tarkastuskoneen myötä myös raportti tarkastetuista kytkennöistä.

KMT Group Oy valmistaa useita erilaisia sähkökeskuksia ja tarkastuksen kehittäminen päätettiin aloittaa kiskokaluston sähkönjakelukaapille (S-kaappi kuva 1). Kaapin johdinkytkenät ovat yksinkertaiset. Kytkenät muodostuvat pääasiassa sähkönjakelusta, eikä kaapissa ole heikkovirtakomponentteja. Kaappi sisältää

kontaktoreita, automaattisia johdonsuojakatkaisijoita, katkaisimia, kytkimiä ja merkkilamppuja. Kaapin sisällä on kupariset syöttökiskot, joihin on helppo ja nopea kytkeä johdot hauenleukaliittimillä. Kyseinen kaappi otettiin tarkasteluun, koska siinä on lähtöliittimet. Näihin lähtöliittimiin on ohjelmoitava logiikka helppo kytkeä pikaliittimen avulla. Myöhemmin, mikäli tämä kehittäminen onnistuu hyvin, on tavoitteena kehittää myös muiden KMT Group Oy:n valmistamien kaappien tarkastusta.



Kuva 1 S-kaappi

Työssä oli tarkoituksena käyttää apuna ohjelmoitavaa logiikkaa ja siihen liitettyä tietokonetta. Tietokoneella ohjelmistoina olisivat logiikan ohjelmointi-ohjelma, valvomo-ohjelmisto sekä ohjelma raportin tulostusta varten. Tietokoneena oli tarkoitus käyttää kannettavaa tietokonetta, sillä se veisi vähemmän tilaa kuin perinteinen. Koko tarkastuskone oli tarkoituksena sijoittaa liikuteltaviin vaunuihin, johon voisi liittää myös muita tarkastuksessa tarvittavia työkaluja. Tarkastuskoneen ollessa liikuteltava ei tarkastus ole sidoksissa mihinkään tiettyyn pisteeseen. Tällöin on mahdollista liikkua lähelle sähkökaappeja, eikä aikaa hukkaannu raskaiden sähkökaappien liikutteluun.

2 TARKASTUSKONEEN OSIEN VALINNAT

2.1 LAITTEISTON VALINTA

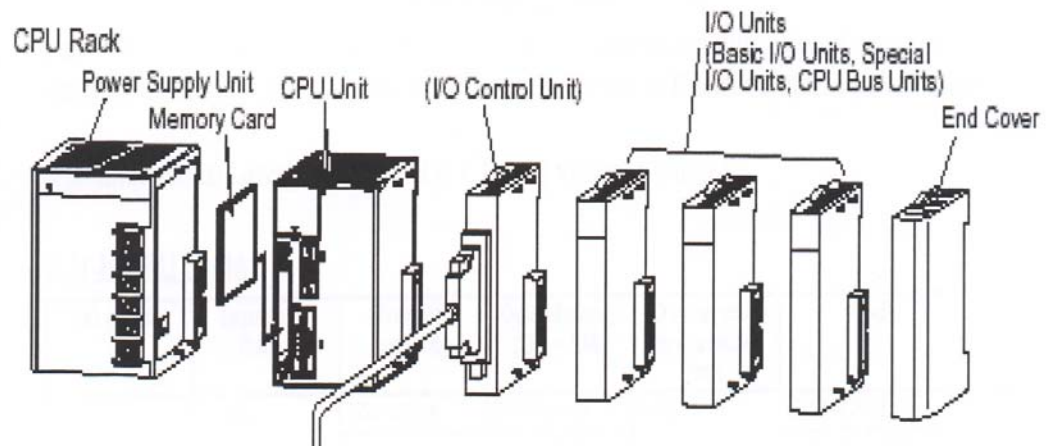
Ensimmäisenä työnä oli osien tilaus ja työtä olikin suunniteltava tarkkaan myös tulevaisuutta ja tarkastuksen jatkokehittelyä varten. Osien tilaus aloitettiin ohjelmoitavasta logiikasta, joksi valittiin OMRON siitä aikaisemmin saatujen hyvien kokemusten vuoksi. OMRONin jälleenmyyjän ohjeistuksella valittiin OMRONin eri tuoteperheistä käyttöön SYSMAC C -tuoteperheen ohjelmoitava logiikka. Tästä tuoteperheestä valittiin käyttöön CJ1M-logiikka. CJ1M-logiikan yksiköt kiinnitetään toisiinsa yksiköiden ylä- ja alapuolella olevilla salvoilla, jolloin erillistä taustakehikkoa ei tarvita. CJ1M-logiikka on kooltaan pieni, mutta nopea ja laajan käskykannan omaava ohjelmoitava logiikka. Logiikka on rakenteeltaan modulaarinen, ja sen tulojen ja lähtöjen määrä voi olla yhteensä maksimissaan 640 bittiä. Nämä ominaisuudet sopivat työhön ja laajennusvarakin riittää tulevaisuutta varten. Työssä tarvittiin vähintään 24 logiikan sisäänmenoa, sillä tarkastuksen kohteena olevassa keskuksessa olevat lähtöliittimet olivat 24-napaisia. Tulevaisuutta ajatellen tilattiin kuitenkin 64 sisäänmenoa, sillä KMT Group Oy:llä on tuotteissaan myös paljon 64-napaisia lähtöliittimiä. Tulokortit tilattiin kuitenkin 16-napaisina, ja niitä tilattiin neljä kappaletta. 16-napaisissa korteissa on sinällään liittimet, jolloin kytkennät saadaan suoraan ohjelmoitavaan logiikkaan ja järjestelmä entistä yksinkertaisemmaksi. Lähtökortiksi tilattiin 16-

napainen lähtökortti, josta tarvittiin käyttöön kolme lähtöä. Näillä kolmella lähdöllä ohjattiin vaihetta (L), nollaa (N) ja PE-vaiheita.

Logiikka muodostui seuraavista osista:

Virtalähde	CJ1W-PA202	
CPU	CJ1M-CPU12	
Tulokortit	CJ1W-ID211	neljä kappaletta
Lähtökortti	CJ1W-OD201	
Päätylevy	CJ1W-TER01	

Logiikan kytkentäjärjestys on määrätty seuraavasti: virtalähde kuuluu vasemmalle, seuraavaksi CPU, jonka jälkeen tulo- ja lähtökortit ja lopuksi päätylevy. Logiikan kortit tarvitsevat myös ulkoisen 24 voltin jännitelähteen, sillä korteilla ei ole sisäistä jännitteensyöttöä. Jännitelähteeksi valittiin Phoenix 230V/24V/3A -jännitelähde. Logiikan kytkentäjärjestys on esitetty kuvassa 2.



Kuva 2 Logiikan kytkentäjärjestys /1/

2.2 OHJELMISTOJEN VALINTA

OMRON-logiikan ohjelmointia varten valittiin CX-Programmer 3.0 -ohjelma. CX-Programmer on 32-bittinen Windows 95/98/ME/NT/2000/XP yhteensopiva ohjelmointiympäristö OMRONin ohjelmoitaville logiikoille. CX-Programmer-

ohjelmassa on sisälle rakennettu CX-Server-ohjelmisto, jolla se pystyy ottamaan suoraan yhteyden OMRON-logiikkaan.

Valvomo-ohjelmistoksi valittiin InTouch 9.5 -ohjelmisto. Tällä ohjelmalla pystyy tuomaan näkyviin logiikan tulojen ja lähtöjen tiloja sekä määräämään logiikan ohjauksia. Tarkoituksena oli aluksi myös tehdä tarkastusraportti InTouchin avulla, mutta myöhemmin kävi selville, että tarkastusraportti on helpompi tehdä eri ohjelmalla. Tarkastusraportti tehtiin Microsoft Excel -ohjelmalla, jolla saatiin tarkastuksen tulokset suoraan taulukkomuotoon. InTouch- ja Excel-ohjelmat eivät sisällä CX-Programmerin tapaan yhteysohjelmaa logiikkaan, joten tarvittiin vielä yhteysohjelma. Yhteysohjelmaksi valittiin Klinkmann Oy:n Omrontoolbus OPC and DDE Server -ohjelma, jolla saatiin yhteys logiikan ja InTouch- ja Excel-ohjelmien välillä. Yhteysohjelman avulla muodostui logiikkaan yhteys, jolloin oli mahdollista hakea arvoja logiikasta ja antaa niitä sille.

2.3 TIETOKONEEN VALINTA

Tietokoneen valinnassa oli otettava huomioon tarkastuspisteen rajoitettu tila ja tarkastuspisteen liikuteltavuus. Näiden syiden vuoksi valittiin tietokoneeksi kannettava tietokone. Ohjelmistojen laitteistovaatimuksista oli selvitettävä, kuinka nopea tietokone tarvitaan. InTouch-valvomo-ohjelmisto osoittautui raskaimmaksi sovellukseksi, joten sen järjestelmävaatimukset määrasivät tietokoneen rakenteen. Tarkoituksena oli käyttää yrityksen vanhaa tietokonetta, joten oli selvitettävä, riittävätkö sen ominaisuudet ohjelmalle. InTouch-ohjelman vaatimukset olivat vähintään:

1,2 GHz Pentium III	-tasoinen prosessori
512 MB RAM	vapaata keskusmuistia
2 GB RAM	vapaata tallennusmuistia.

Tietokone osoittautui riittäväksi tälle ohjelmistolle.

3 KYTKENNÄT

Sähkönjakelukaapin 24-napaiseen lähtöliittimeen ohjelmoitava logiikka kytkettiin 24:llä MKEM-tyypin 0,75 mm²:n mustalla johdolla. Johdot asennettiin muoviseen verkkosukkaan, jotta ne eivät altistu mekaaniselle rasitukselle. Pikaliittimeen johdot liitettiin puristettavalla piikillä, joka muodosti yhteyden liittimen naaraspuoleen. Johtojen toiset päät liitettiin logiikkaan taulukon 1 mukaisesti.

Taulukko 1 Pikaliittimen kytkennät logiikkaan

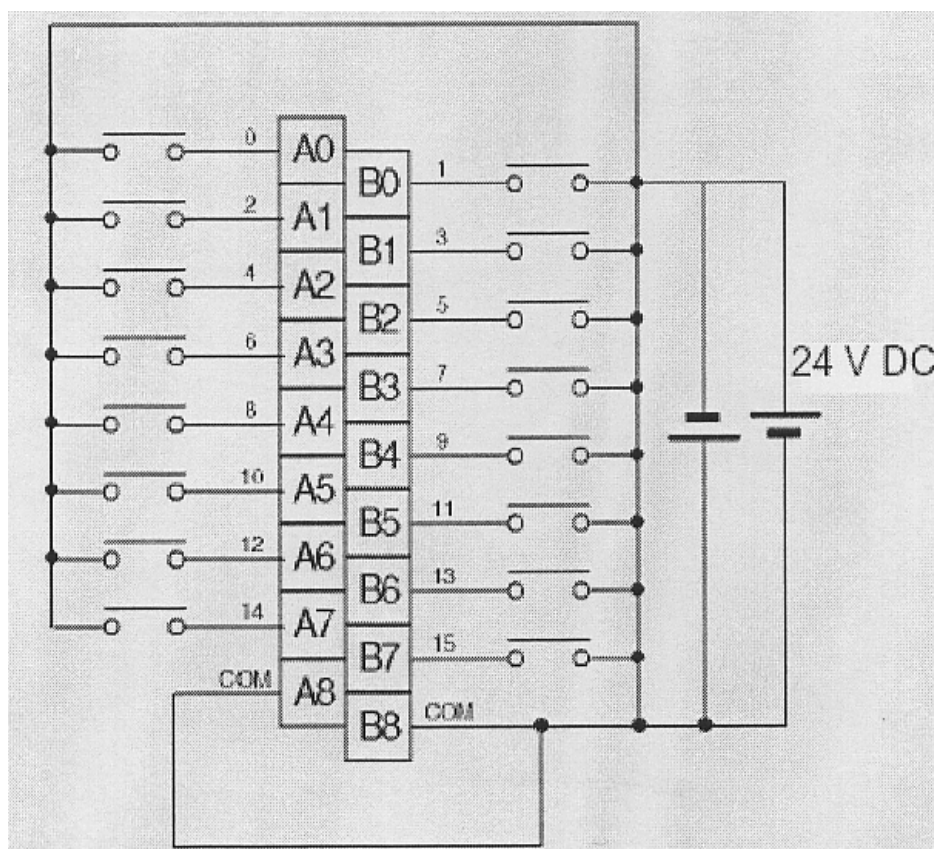
Tulokortti 0	Pikaliittimen nasta	Tulokortti 1	Pikaliittimen nasta
0.0	1	1.0	17
0.1	2	1.1	18
0.2	3	1.2	19
0.3	4	1.3	20
0.4	5	1.4	21
0.5	6	1.5	22
0.6	7	1.6	23
0.7	8	1.7	24
0.8	9		
0.9	10		
0.10	11		
0.11	12		
0.12	13		
0.13	14		
0.14	15		
0.15	16		

Logiikan lähtökortilta tarvittiin kolme lähtöä. Eri vaiheita merkittiin eri värisillä johtimilla, jotta ne olisi helppo havaita. Vaiheen (L) kytkennässä käytettiin MKEM-tyypin 0,75 mm²:n mustaa johtoa, nollan (N) vaaleansinistä johtoa ja PE:n keltavihreää johtoa. Johtimien päihin asennettiin hauenleukaliittimet, joita on nopea käyttää ja asentaa kiinni sähkönjakelukaapin kuparikiskoon. Logiikkaan kytkettiin vaiheet taulukon 2 mukaisesti.

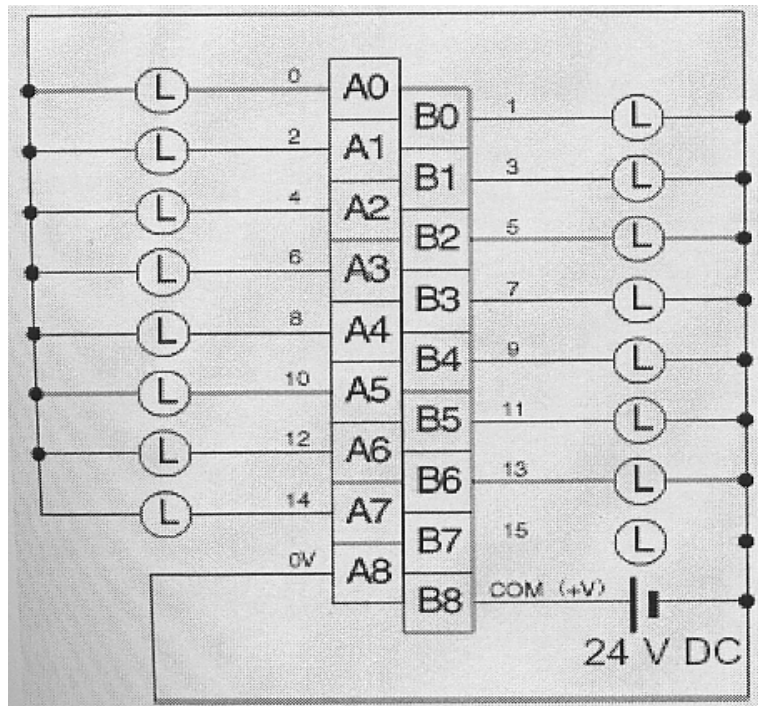
Taulukko 2 Vaiheiden kytkennät logiikkaan

Lähtökortti	Sähkönjakelukaappi
4.0	L
4.1	N
4.2	PE

Tulo- ja lähtökorteilla ei ole sisäistä jännitelähdettä, joten ne tarvitsevat ulkoisen 24 voltin jännitesyötön. Ulkoisen jännitelähteen kytkentä tulokortille selviää kuvasta 3 ja lähtökortille kuvasta 4.



Kuva 3 Tulokortin ulkoinen jännitesyöttö /1/



Kuva 4 Lähtökortin ulkoinen jännitesyöttö /1/

4 OHJELMOITAVAN LOGIIKAN OHJELMA

4.1 OHJELMAN KUVAUS

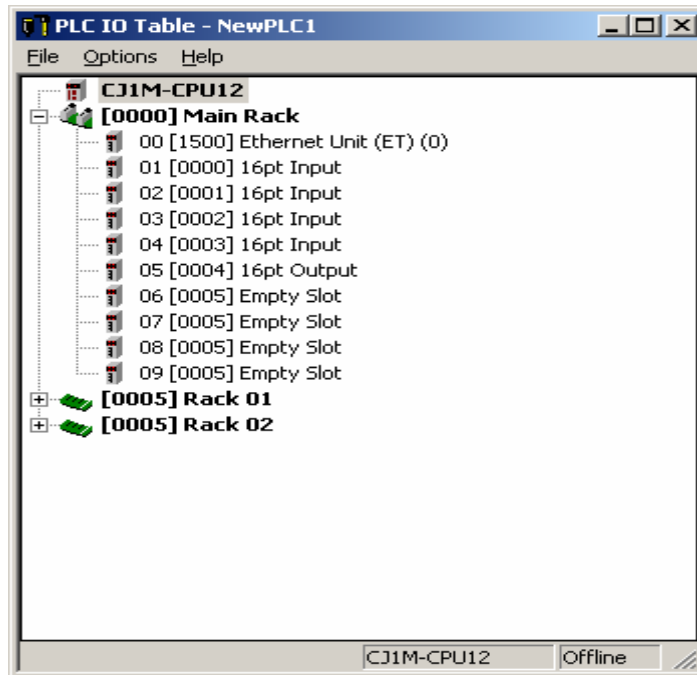
Tavoitteena oli tehdä mahdollisimman yksinkertainen ohjelma, joka olisi jokaisen tarkastettavan lähtöliittimen osalta samankaltainen. InTouch-ohjelmaan luotiin näyttö, jossa sijaitsevat jokaisen lähtöliittimen tarkastettavat komponentit ja lamput, jotka ilmoittavat tarkastuksen onnistumisesta. Ennen jokaista tarkastettavaa komponenttia on näytöllä ohjeet toimenpiteistä, jotka on tehtävä ennen tarkastuksen aloitusta näiden komponenttien osalta. Jokaisen komponentin kohdalla on painike, josta tarkastus näiden osalta aloitetaan. Tällöin tarkastuksen alaiseen sähköjaketukaappiin syötetään ohjelmoitavan logiikan lähtökortilta 24 voltin tasajännite sekunnin välein eri vaiheisiin (L, N ja PE). 24 voltin tasajännite syötetään kaapin syöttökiskoihin, minkä jälkeen virta kulkee tarkastuksen alaiseen olevan piirin läpi. Virran läpäistyä piirin oikein siitä tulee tieto ohjelmoitavan logiikan tulokortille kaappiin kytketyn 24-napaisen lähtöliittimen kautta. InTouch-ohjelman näytöllä syttyy nyt lamppu järjestyksessä L, N ja PE, jos piiri on kunnossa eli oikein kytketty. Mikäli lamppu ei syty, on kytkentä tarkastettava

manuaalisesti ja ajettava tarkastusohjelma uudelleen kyseisen piirin osalta. Piirin ollessa kunnossa eli oikein kytketty, syttyy InTouch-ohjelman näytössä lamppu ja samalla logiikan sisäiseen rekisteriin jää merkintä kyseisen piirin onnistuneesta tarkastuksesta. Tämä tieto voidaan myöhemmin hakea logiikasta ja tulostaa tarkastusraportti.

4.2 OHJELMAN LUONTI LOGIIKKAAN

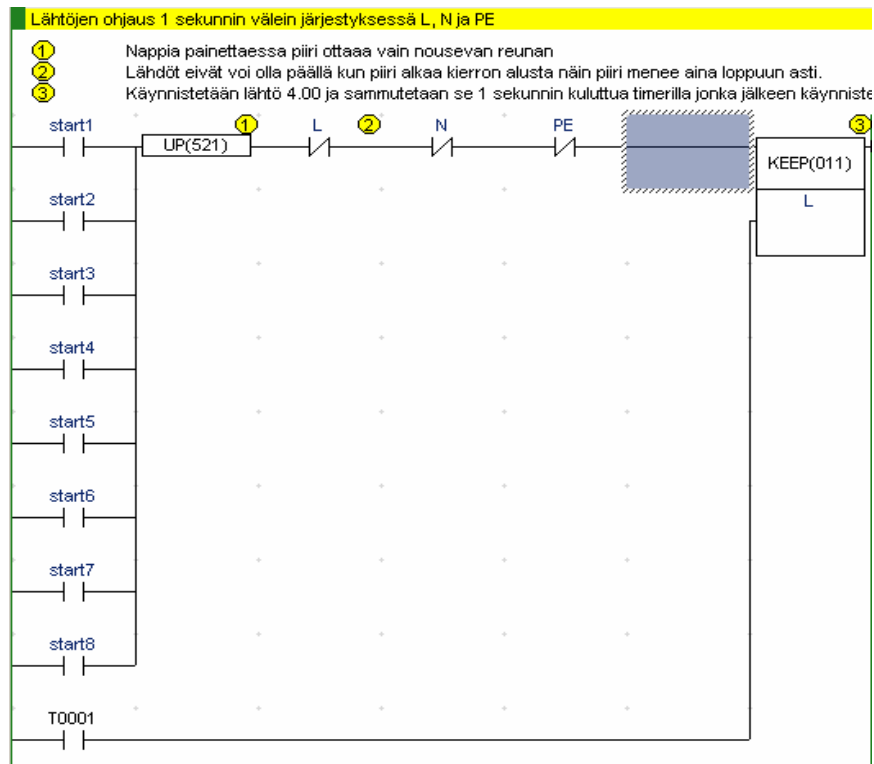
CX-Programmer-ohjelmaa käytettiin ohjelman luontiin ohjelmoitavaan logiikkaan. CX-Programmerin asennuksen jälkeen siihen oli luotava uusi projekti tätä työtä varten. Uudessa projektissa oli aluksi määriteltävä projektin nimi. Projektille määriteltiin käytettävä logiikkatyyppi (OMRON CJ1M -logiikka) sekä logiikan CPU:n tyyppi (CPU 12). Projektissa on myös määriteltävä yhteyskäytäntö logiikan ja tietokoneen välillä. Tässä tapauksessa käytettiin Toolbus-protokollaa, joka on sarjayhteys. Toolbus-protokollaa varten oli projektiin määriteltävä portti, jota tietokone käyttää liittyessään logiikkaan. Tässä tapauksessa portti oli COM1.

CX-Programmer-ohjelmaan pitää määrittää I/O-taulu, josta selviävät logiikan kortit ja korttien lukumäärät. Ohjelma osaa luoda I/O-taulun itse, käyttäjän tarvitsee vain kytkeä kaapeli logiikkaan ja määrittää yhteyskäytäntö oikeaksi. I/O-taulun ollessa valmis on CX-Programmer valmis käytettäväksi. Samasta taulusta saadaan selville tulo- ja lähtökorttien osoitteet, esimerkiksi ensimmäisen tulokortin ensimmäinen bitti on osoitteessa 0.0.(kuva 5)

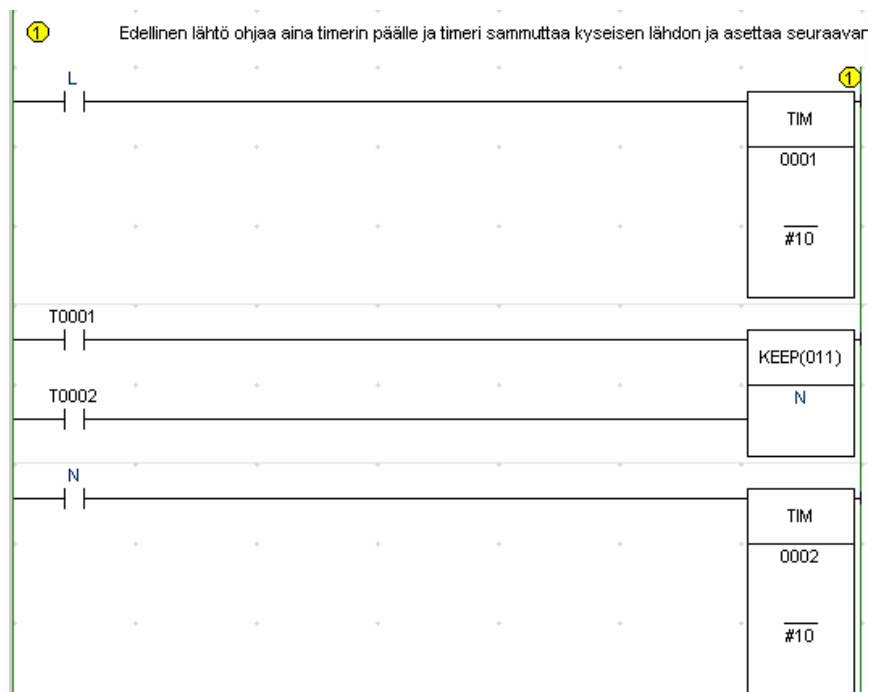


Kuva 5 I/O-taulu

Asetusten määrittelyn jälkeen alkoi ohjelman luonti logiikkaan. Ensimmäiseksi alettiin luoda lähtökorttien ohjausta, jolloin InTouch-ohjelmassa painiketta painettaessa kytkeytyvät lähtökortin lähdöt 4.0, 4.1 ja 4.2 sekunnin välein. Samalla on otettava huomioon käyttäjän mahdolliset ei-toivotut toiminnot, kuten painikkeen painaminen useita kertoja. Tämä saatiin estettyä UP(521)-toimilohkolla, joka ottaa vain yhden nousevan reunan. Uudelleenohjaus estettiin käyttämällä lähtöjä invertoituina ohjaamaan KEEP(011)-toimilohkoa. Tällöin lähdön ollessa kytkettynä, lähtöjen ohjausta ei voi kytkeä uudelleen päälle, vaan lähtöjen ohjaus on suoritettava alusta loppuun. Jos nämä ehdot toteutuvat ja start-painike on painettuna, eivätkä lähdöt ole päällä, kytkeytyy lähtö 4.0 (L). Samalla käynnistyy ajastin (TIM 0001), joka laskee yhden sekunnin ajan. Kun yksi sekunti on kulunut, nollataan lähdön 4.0 (L) tila ja kytetään lähtö 4.1 (N). Samalla käynnistetään ajastin (TIM 0002), joka jälleen laskee sekunnin ajan. Yhden sekunnin kuluttua nollataan lähdön 4.1 (N) tila ja kytetään lähtö 4.2 (PE). Samalla käynnistetään ajastin (TIM 0003), joka jälleen laskee sekunnin ajan. Yhden sekunnin kuluttua nollataan lähdön 4.2 (PE) tila. Lähtöjen ohjaus on nyt loppunut ja lähtöjen ohjaus voidaan haluttaessa kytkeä päälle uudelleen painamalla jotakin start-painiketta. Lähtöjen ohjaukset näkyvät kuvissa 6 ja 7.



Kuva 6 Lähtöjen ohjaus päälle



Kuva 7 Lähtö ohjaa seuraavan lähdon päälle

Jokaiselle lähtöliittimelle luotiin oma ohjelma ja niistä saadut tarkastustulokset tallennetaan logiikan muistiin. Ohjelmoitavasta logiikasta otettiin käyttöön tarkastustulosten tallennusta varten apumuistialue W. W-apumuistialueen laajuus on 512 sanaa ja sille voidaan syöttää sanat W000-W511. Tämä muistialue on varattu vapaaseen apumuistikäyttöön. Ohjelmoitava logiikka tietää, mikä lähtöliitin on tarkastuksen alaisena, sillä InTouch-ohjelma asettaa aina tietyn bitin sen mukaan, mitä lähtöliitintä ollaan tarkastamassa. Tämä bitti näkyy kuvassa 8 nimellä skx01-liitin. Tieto tarkastuksen onnistumisesta tallentuu W-apumuistialueen muistipaikkaan, joka on nimetty liittimen ja sen tarkastuksen alaisena olevan nastan mukaan. Tieto tarkastamisen onnistumisesta tallentuu vain, jos lähtö ja tarkastettava nasta asettuvat yhtä aikaa, eli tarkastettava piiri on oikein kytketty.



Kuva 8 Tarkastustiedon tallennus W-apumuistialueelle

Tallennustiedot, jotka tallentuvat logiikan W-apumuistialueelle jokaisen tarkastetun piirin osalta, asettavat kyseisen bitin tilaan yksi. Tämä tila säilyy W-apumuistialueella niin kauan, kunnes bitti asetetaan tilaan nolla. Tätä toimintoa varten tehtiin InTouch-ohjelmaan nollaus-painike, joka ohjaa ohjelmoitavassa logiikassa nollausbittiä W100.00. Tämän bitin asettuessa tilaan yksi nollautuvat kaikki tarkastustiedot logiikan W-apumuistialueelta. Tämä toimenpide on tehtävä aina aloitettaessa uusi tarkastus, muuten ohjelmoitavan logiikan muistissa olisivat vanhat tarkastustiedot, jotka eivät vastaisi uuden tarkastuksen tuloksia. Kun vanhat tulokset ovat voimassa ja kun ne ovat tilassa yksi, ei uusi tarkastus asettaisi niitä tilaan nolla, vaikka piirin kytkentä olisikin väärin. Tarkastusjärjestelmä on rakennettu siten, että oletustila on nolla ja tarkastuksen jälkeen piirin ollessa kunnossa asettuu sen tilaksi yksi. Nollausbitin toiminta on esitetty kuvassa 9.



Kuva 9 Tarkastustulosten nollaus W-apumuistialueelta

Ohjelmien luonnin jälkeen ne on siirrettävä ohjelmoitavaan logiikkaan CX-Programmerista. Ohjelmien siirron jälkeen ne pysyvät logiikan muistissa, eikä CX-Programmer-ohjelmaa enää tarvitse käyttää. Ainoastaan muutoksia tehtäessä ohjelmaan on käytettävä CX-Programmeria. Mikäli ohjelmaa on muutettu CX-Programmerissa, on se jälleen siirrettävä ohjelmoitavan logiikan muistiin.

5 VALVOMO-OHJELMISTO

5.1 VALVOMO-OHJELMISTON ASENNUS JA YHTEYSKÄYTÄNTÖ

Valvomo-ohjelmistona käytettiin InTouch 9.5 -ohjelmaa. Ohjelman asennus sujui helposti yksinkertaisen asennusohjelman avulla. InTouch-ohjelma sisältää itse asiassa kaksi eri ohjelmaa: WindowMakerin, jolla luodaan valvomonäytöt sekä asetetaan painikkeiden ja lamppujen ohjaukset, tilat ynnä muut sellaiset tiedot ja WindowViewerin, josta valvomonäyttöjä ohjataan sekä nähdään niiden tilat. InTouch-ohjelma ei sisällä samanlaista valmista yhteyskäytäntöä ohjelmoitavan logiikan ja ohjelman välillä kuten esimerkiksi CX-Programmer. InTouch-ohjelman jälleenmyyjä (<http://www.klinkman.fi/>) kuitenkin tarjoaa kotisivuillaan valmiita yhteysohjelmia eri logiikoiden ja InTouch-ohjelman välillä.

Klinkman Oy:n yhteysohjelmista valittiin logiikan mukainen yhteysohjelma. Yhteyskäytäntöohjelmia OMRON-logiikoille oli useita erilaisia, sillä mahdollisuutena on käyttää eri yhteysprotokollia. Käyttöön otettiin Toolbus-protokolla, sillä samaa protokollaa käytettiin jo CX-Programmer-ohjelman kanssa ja se toimi hyvin. Ohjelmaksi valittiin OMRON Toolbus OPC and DDE Server -ohjelma (OMRTOOLBUS). Ohjelman asennus sujui hyvin, mutta sitten tuli ongelmia. Yhteys ei toiminutkaan InTouch-ohjelman ja logiikan välillä. Asetukset

oli määritelty OMRTOOLBUS-ohjelmaan järjestelmän mukaisesti, mutta yhteydenotto ohjelmoitavaan logiikkaan ei toiminutkaan, vaan ohjelma meni aikakatkaisun jälkeen vikatilaan. Olikin otettava huomioon, ettei OMRTOOLBUS-ohjelma sisältänyt samanlaista automaattista linjanopeuden säädintä kuin CX-Programmer-ohjelman sisältämä CX-Server-ohjelma sisältää.

Linjanopeudet oli asennettava käsin ohjelmoitavasta logiikasta ja OMRTOOLBUS-ohjelmasta samoiksi. Ohjelmoitavan logiikan DIP-kytkimistä oli asetettava linjanopeuden säätö manuaaliseksi, koska vakioarvona oli automaatti, eivätkä silloin käsin syötetyt nopeudet vaikuttaneet. Kytkemällä DIP-kytkimistä PIN 4 päälle määräytyvät portin asetukset ohjelmoitavan logiikan PLC:n mukaisiksi. Muuttamalla CX-Programmerin avulla ohjelmoitavan logiikan PLC:n nopeudet samaksi kuin OMRTOOLBUS-ohjelmassa saatiin yhteys toimimaan suoraan käynnistämällä OMRTOOLBUS-ohjelma.

5.2 VALVOMO-OHJELMAN LUONTI

InTouch-ohjelman käynnistämisen jälkeen oli luotava uusi projekti työtä varten. Projekti nimettiin nimellä tarkastus. Projektin luonnin jälkeen käynnistettiin WindowMaker-ohjelma, jolla pystyi luomaan valvomonäyttöjä. OMRON Toolbus OPC and DDE Server Help -toiminnon avulla saatiin selville, kuinka ohjata logiikan W-apumuistialueen bittejä suoraan.

Logiikalla on kolme toimintatilaa Run, Monitor ja Stop/Program:

RUN-tilassa suoritetaan sovellusohjelmaa sekä IO-päivitykset.

MONITOR-tila on kuten RUN-tila, mutta nyt voidaan oheislaitteesta, kuten käsiohjelmointilaite tai CX-Programmer, käsin suorittaa pakko-ohjauksia ja ajonaikaista ohjelmanmuokkausta eli *Online Editointia*.

STOP/PROGRAM-tila on tila, jolloin ohjelmaa ja IO-päivityksiä ei suoriteta.

Stop/Program-tila on ohjelmointitila. /1/

Logiikka oli perusasetusten mukaisesti Run-tilassa eikä voinut vastaanottaa

InTouch-ohjelman ohjauksia. Logiikan tila oli siis vaihdettava Monitor-tilaan, jotta

ohjaukset toimisivat. Tämä tapahtuu CX-Programmerin avulla PLC-setupista, sieltä määrätään logiikka käynnistymään Monitor-tilaan. Tiedot tallennettiin logiikkaan ja nyt InTouch-ohjelmalla pystyi ohjaamaan ja lukemaan ohjelmoitavan logiikan bittejä.

Tavoitteena oli tehdä valvomonäyttöistä samanlaisia, ainoastaan komponenttien määrä ja positiotunnukset vaihtuisivat. Näyttöjen rakenne olisi kuitenkin samankaltainen. Jokaiselle lähtöliittimelle tulisi oma näyttönsä, jossa näkyvät tarkastuksen alaiset komponentit, merkkilamput tarkastamisen onnistumisesta sekä ennen tarkastusta tehtävät toimenpiteet. Tarkoituksena oli myös tehdä ohje-näyttö, johon voi aina siirtyä, mikäli tarkastuksen aikana tarvitaan ohjeistusta johonkin tilanteeseen. Ennen jokaista tarkastusta pitää vanhat tarkastustulokset nollata. Tarkastustulosten nollausta varten luotiin myös oma näyttö. Näyttöjen välillä pitää myös päästä liikkumaan helposti, siksi luotiin joka näytölle näyttöjen valintarivi. Tämä valintarivi on jokaisessa näytössä samanlainen. Valintariviltä näkyy käytössä oleva näyttö eri värillä ja klikkaamalla voi vaihtaa toiseen näyttöön.

Painike, joka aloittaa lähtöjen ohjauksen, sisältää näytöllä myös positiotunnuksen komponentista, joka on kytkettävä päälle tarkastuksen ajaksi. Esimerkitapauksessa (kuva 10) suoja-automaatin positiotunnus on SKF12, joka on kytkettävä päälle piirin tarkastuksen ajaksi. Painikkeelle on määritelty W-apumuistialueelta bitti, joka ohjelmoitavassa logiikassa on määritelty lähtöjen ohjauksen start-bitiksi. Painikkeen päällä on punaisella tekstillä ennen tarkastusta tehtävät toimenpiteet, tässä tapauksessa on kontaktori SSK04 kytkettävä päälle. Nyt painiketta painettaessa logiikka saa käskyn käynnistää lähtöjen ohjauksen. Tällöin logiikka syöttää lähtökortiltaan vaiheet L, N ja PE sekunnin välein kaappiin. Kontaktorin SSK04 ja suoja-automaatin SKF12 ollessa päällä ja piirin oikein kytkettynä vaihtavat merkkilamput L, N ja PE värinsä vihreäksi vuorotellen sekunnin ajaksi. Järjestys on sama kuin vaiheiden syöttöjärjestys eli L, N ja PE. Tarkastaja näkee nyt merkkilamppujen väristä ja järjestyksestä, oliko kytkentä tehty oikein. Mikäli tarkastaja ei ehtinyt havainnoimaan lamppujen tilan muutosta, voi hän ajaa tarkastuksen piirin osalta uudelleen. On otettava huomioon, ettei tarkastajan tarvitse muistaa tarkastuksen tulosta, sillä tiedot tallentuvat logiikan W-

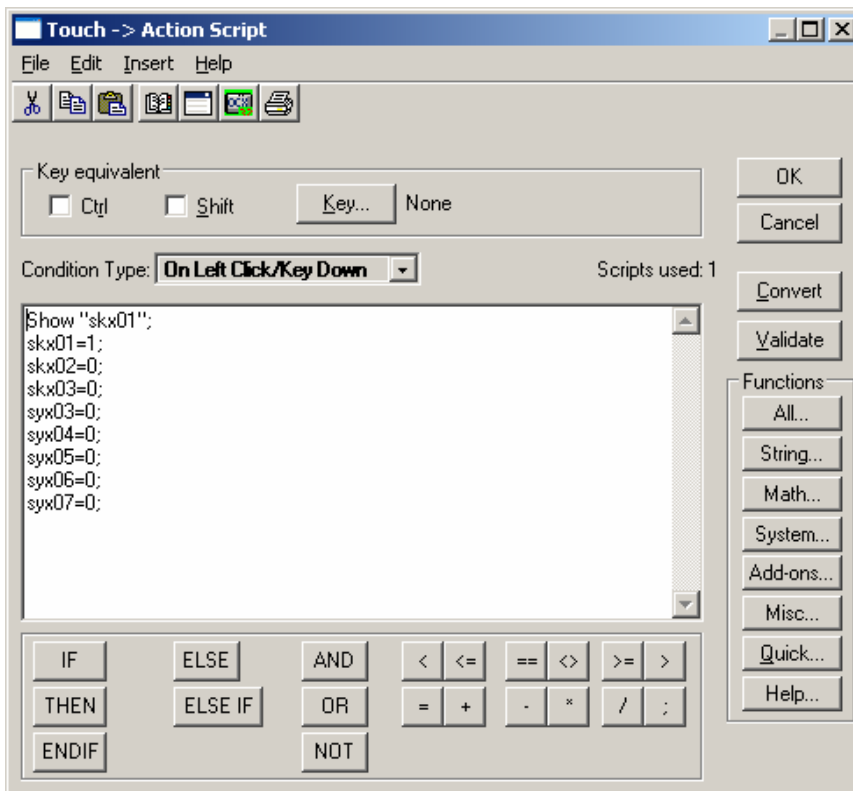
apumuistialueelle, josta ne voidaan myöhemmin hakea tarkastusraportin tulostusta varten.



Kuva 10 Tarkastettavan komponentin näyttöosat

Komponentteja on näytöllä eli yhdellä lähtöliittimellä enintään kahdeksan kappaletta. Eri lähtöliittimillä on eri määrä komponentteja, mutta kaikissa näytöissä komponentit ovat samalla kohtaa näyttöä.

Luotaessa ikkunoiden vaihtopainikkeita oli logiikalle saatava myös tieto, mikä lähtöliitin on tarkastuksen alaisena. Tämä toteutettiin siten, että jokaisessa näytönvaihtopainikkeessa on sisällä scripti, joka asettaa näytön määrittävän bitin tilaan yksi ja muiden näyttöjen näytön määrittävät bitit tilaan nolla. Samassa scriptissä on myös Show-käsä, joka avaa halutun näytön (kuva 11).



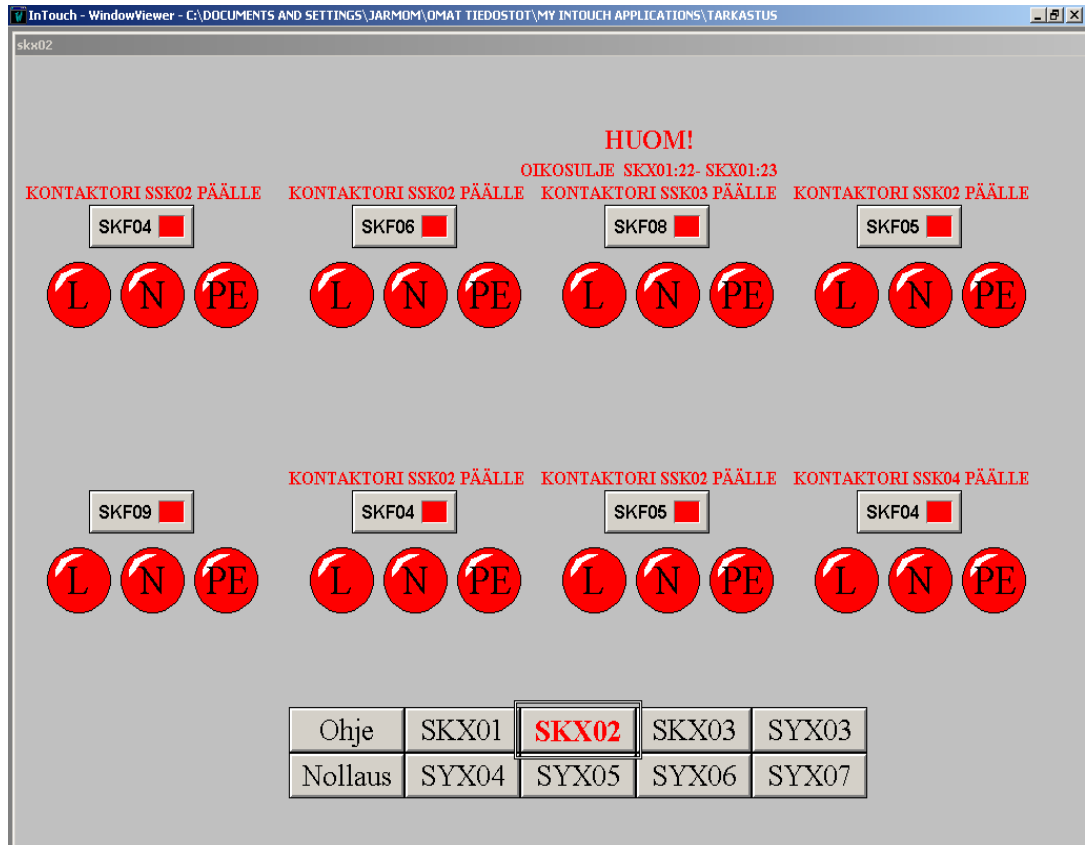
Kuva 11 SKX01-näytönvalintapainikkeen scriptti

Näyttöjen valintapainikerivillä ovat kymmenen eri näytön valintapainikkeet: Ohje- ja Nollausnäytöt sekä kahdeksan eri lähtöliittimen näytöt (kuva 12).

Ohje	SKX01	SKX02	SKX03	SYX03
Nollaus	SYX04	SYX05	SYX06	SYX07

Kuva 12 Näyttöjen valintapainikerivi

Esimerkkinä voidaan näyttää SKX02-lähtöliittimen tarkastusnäyttö (kuva 13). Se sisältää kahdeksan eri tarkastettavaa komponenttia. Pääväreinä on käytetty harmaata ja punaista. Harmaa pohja on oletus InTouch-ohjelmassa. Punainen teksti erottuu hyvin harmaata taustaa vasten, joten se valittiin tekstien väriksi. Lamput ovat perustilassaan punaisia ja piirin tarkastuksen ollessa käynnissä ja tarkastuksen ollessa kunnossa ne muuttavat värinsä vihreiksi.



Kuva 13 SKX02-lähtöliittimen tarkastusnäyttö

Näyttöjen valmistuttua poistettiin WindowViewer-ohjelmasta kaikki valikot. Tämä tapahtui yksinkertaisesti valikosta valitsemalla. Tämä tehtiin siksi, ettei tarkastaja vahingossa pääse muuttamaan ohjelman tai näyttöjen asetuksia. Tarkastaja ei tarvitse tarkastuksessa kuin WindowViewer-ohjelmaa, joten myös linkit WindowMaker-ohjelmaan poistettiin.

6 TARKASTUSRAPORTTI

Tarkoituksena oli saada tarkastuksesta piirien osalta myös kirjallinen dokumentti. Ennen tarkastaja oli vain pannut tarkastusraporttiin nimikirjoituksensa tarkastuksen tekemisestä. Tavoitteena oli saada tarkastusraportti jokaisen piirin osalta. Näin saadaan myös asiakkaalle kirjallinen dokumentti tarkastusten tekemisestä. Tarkastusraportti oli tarkoitus tehdä InTouch-ohjelman avulla. OMRON Toolbus OPC and DDE Server Help -tiedostosta kävi ilmi, että OMRTOOLBUS-ohjelman avulla on myös mahdollista tuoda tietoja logiikasta Microsoft Excel -taulukko-ohjelmaan. Tarkastusraportti tehtiinkin Microsoft Excel -taulukko-ohjelmalla. Tällöin tiedot saisi valmiiksi taulukkomuotoon, eikä taulukoita tarvitse rakentaa InTouch-ohjelmaan.

Yhteys ohjelmoitavan logiikan ja Microsoft Excel -taulukko-ohjelman välillä toimii kuten yhteys InTouch-ohjelman ja ohjelmoitavan logiikan välillä. Molemmat käyttävät OMRTOOLBUS-ohjelmaa yhteyttä varten. OMRTOOLBUS-ohjelman täytyy olla päällä käynnistettäessä Microsoft Excel -taulukko-ohjelma. Tarkoituksena oli hakea tiedot tarkastuksen onnistumisesta logiikan W-apumuistialueelta, johon tiedot oli tallennettu. Tiedot logiikasta Microsoft Excel -taulukko-ohjelmaan saa syöttämällä soluun tietyn kaavan, joka määrittelee ohjelmoitavasta logiikasta haettavan muistipaikan. Kaava selviää OMRON Toolbus OPC and DDE Server Help -tiedostosta. Sen pitää olla seuraavanlaista muotoa =OMRTOOLBUS|topic!item. OMRTOOLBUS on yhteysohjelma. Topic määrittelee yhteysasetusten nimen, joka on nimetty yhteys-nimellä. Item määrittelee ohjelmoitavan logiikan osoitteen muodon; esimerkiksi haettaessa W-apumuistialueelta sanan 12 bitti kolme tulee item kirjoittaa muotoon W12.03.

Tarkastusraportti muodostettiin jokaisen lähtöliittimen mukaisesti napanumerojärjestykseen. Tarkastusraportin vasemmassa laidassa nähdään tarkastettava komponentti. Seuraavassa sarakkeessa nähdään pikaliittimen positiotunnus ja napanumero. Linjan tila -sarake näyttää 0, mikäli tarkastus on epäonnistunut eli piiri ei ole oikein kytketty. Linjan tila -sarake näyttää 1, mikäli tarkastus on onnistunut eli piiri on oikein kytketty. Testin tulossarake ilmaisee samaa kuin Linja

tila -sarake, mutta nyt tulos annetaan englanninkielisillä termeillä failed, jolloin tarkastus on epäonnistunut ja passed, jolloin tarkastus on onnistunut. HUOM!-sarakeessa ilmoitetaan erikoisehdot, jotka on pitänyt ottaa huomioon tarkastusta tehtäessä (kuva 14).

Positiotunnus		Pikaliitin	Linjan tila	Testin tulos	HUOM!
SKF03	L	SKX01 1	0	failed	
	N	SKX01 2	0	failed	
SKF01	L	SKX01 3	0	failed	Kontaktori SSK01 Päällä
	N	SKX01 4	0	failed	
SKF02	L	SKX01 5	0	failed	Kontaktori SSK01 Päällä
	N	SKX01 6	0	failed	
SKF19	L	SKX01 7	0	failed	
SKF19	N	SKX01 8	0	failed	
SKF19	PE	SKX01 9	0	failed	
SKF12	L	SKX01 16	0	failed	Kontaktori SSK04 Päällä
SKF12	N	SKX01 17	0	failed	
SKF12	PE	SKX01 18	0	failed	
SKF10	L	SKX01 19	0	failed	
SKF10	N	SKX01 20	0	failed	
SKF10	PE	SKX01 21	0	failed	

Kuva 14 Tarkastusraportti lähtöliittimen SKX01 osalta

7 TARKASTUSOHJELMAN TESTAUS

Tarkastusohjelman valmistuttua oli laitteisto testattava. Testikohteeksi otettiin valmiiksi käsin tarkastettu kaappi. Näin tiedettiin kytkentöjen olevan kunnossa. Ensimmäisen pikaliittimen tarkastuksessa havaittiin virhe. Lähdöt asettuivat oikein sekunnin välein, mutta silti merkkilamput eivät aina syttyneet InTouch-ohjelmassa. Ongelma johtui OMRON Toolbus OPC and DDE Server -ohjelmasta. Ongelma oli tietojen päivitysvälissä, joka vakioasetuksena oli sekunti. Asettamalla päivitysväli kymmenenteen osaan eli 0,1 sekuntiin poistui ongelma välittömästi.

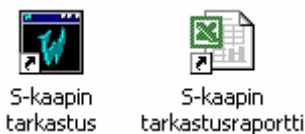
Testaus aloitettiin alusta. Nyt tarkastus sujui hyvin muutaman ensimmäisen liittimen osalta. Tietojen tallennus W-apumuistialueelle tarkastettiin käynnistämällä tarkastusraportti, tiedot olivat tallentuneet apumuistiin. Tietojen nollauskin onnistui täydellisesti nollaus-näytön nollaus-painikkeesta. Tarkastuksen edetessä havaittiin ongelma SKX03-lähtöliittimen komponentin SKF13 tarkastuksessa. Lamput syttyivät väärin, ensin syttyi lamppu L, kuten pitikin, mutta sen jälkeen syttyivät lamput L ja N, mikä ei ollut oikein. L- ja N-lampun syttymisen jälkeen syttyi lamppu PE aivan normaalisti. Ongelman ratkaisu löytyi piirikaavion avulla. Tarkastettavaan piiriin kuului SKK01 jännitevalvontareleen kela, joka päästi virran kulkemaan kelan läpi syötettäessä sitä N-vaiheeseen. Tällöin myös L-lamppu syttyi. Ongelma saatiin poistettua lisäämällä ennen tarkastusta tehtäviin ohjeisiin johdon irrottaminen SKK01 A1 -navasta. Piiri tarkastettiin uudelleen ja lamput syttyivät nyt oikeassa järjestyksessä L, N ja PE. Tiedot tallentuivat myös oikein apumuistialueelle.

Kaapin tarkastus aloitettiin jälleen alusta ja kaikista lähtöliittimistä saatiin hyväksytyt tarkastustulokset. Nyt tiedettiin, että kaikkien piirien tiedot tallentuivat apumuistialueelle ja ne voitiin hakea tarkastusraporttiin. Nyt tehtävänä oli tutkia järjestelmän toimintaa, mikäli piirit eivät olisi oikein kytketty. Useita eri kokeita tehtiin jokaisella lähtöliittimellä. Vaiheita kytkettiin ristiin, jolloin lamput syttyivät väärässä järjestyksessä eivätkä tiedot tallentuneet apumuistialueelle. Johtoja poistettiin liittimiltä tai jätettiin kytkemättä pyydettyjä komponentteja päälle, jolloin lamput eivät syttyneet eivätkä tiedot tallentuneet apumuistialueelle.

Järjestelmä oli havaittu toimivaksi ja merkkilamppujen näyttävän piirien tilat oikein. Tietojen tallennus W-apumuistialueelle toimi ja tiedot voitiin hakea myöhemmin tarkastusraporttiin. Testausvaiheessa havaittiin, että komponenttien vaihto päälle ja pois sujui hyvin. Kuitenkin välillä sattui tilanne, jolloin vanha tarkastettava komponentti oli jäänyt päälle, mutta se huomattiin heti lamppujen syttyessä. Testauksen tulokset vaikuttivat hyviltä.

8 KÄYTTÖOHJE

Tarkastusohjelmiston valmistuttua ja testauksien suoritusten jälkeen oli vuorossa käyttöohjeen teko. Windowsin työpöydälle luotiin pikakuvakkeet tarkastajaa varten tarkastusohjelmasta ja tarkastusraportista (kuva 15). Näin tarkastajan on helppo ja nopea aloittaa tarkastus.



Kuva 15 Pikakuvakkeet tarkastusohjelmiin

Käyttöohjeet tehtiin askel-askeleelta-tyyppisiksi, joita seuratessa tarkastus lähtisi varmasti oikein käyntiin. Käyttöohjeet aloitettiin johtimien kytkennästä ja merkki-valojen tarkastamisesta. Sen jälkeen laadittiin askelmaiset ohjeet ohjelmien käynnistämiseen sekä niiden käyttöön. Mukaan liitettiin myös ohjeita mahdollisia vikatilanteita varten. Käyttöohje luotiin samalla, kun kaappia tarkastettiin, jotta mikään vaihe ei olisi jäänyt pois. Käyttöohjeiden valmistuttua käytiin tarkastus ohjeineen läpi, jotta havaittiin, ettei ohjeista puutu mitään. Tarkastajakin totesi ohjeet hyväksi eikä kaivannut lisäohjeita. Tarkastusohjelmaan sisällytettiin myös ohje-näyttö, johon saattoi palata kesken tarkastuksen, mikäli kaipasi ohjetta johonkin asiaan.

9 TULOKSET

Työlle asetetut tavoitteet onnistuivat. Tarkastus siirrettiin käsin suoritettavasta operaatiosta niin pitkälle koneen suorittamaksi, kuin se tässä tapauksessa oli mahdollista. Tarkastuksesta haluttu kirjallinen dokumentti on nyt tarkastuskoneen myötä mahdollinen tulostaa ja liittää tarkastuspöytäkirjan liitteeksi. Tarkastajan mahdolliset virheet ilmenevät tarkastusraportista ja tarkastus voidaan suorittaa uudelleen näiden piirien osalta. Tarkastukseen kuluva aika piti saada entistä lyhyemmäksi ja aika saatiinkin murto-osaan käsin suoritettavasta ajasta. Tarkastusraportti tarkastetuista piireistä on liitteenä 2.

10 TULOSTEN TARKASTELU

Testaus osoitti tarkastuskoneen toimivaksi laitteistoksi tarkastukseen. Ennen tarkastajan käsin suorittamassa tarkastuksessa saattoi jäädä joitain piirejä tarkastamatta. Tämä johtui siitä, ettei tarkastuksesta jäänyt mitään kirjallista dokumenttia. Kaikki tarkastustoiminnot olivat tarkastajan varassa. Tarkastuskoneen myötä tarkastuksesta jää kirjallinen dokumentti, joka voidaan antaa asiakkaalle ja näin todistaa tarkastus suoritetuksi. Tarkastajan mahdolliset virheet tarkastuksen aikana, esimerkiksi väärän tai usean komponentin päälle pano, ilmenevät tarkastusraportista. Näin tarkastaja havaitsee virheensä ja voi tehdä tarkastuksen uudelleen. Tarkastus on näin ollen saatu varmaksi, eikä se ole enää niin riippuvainen tarkastajasta. Tarkastajan tekemät virheet saadaan näin suodatettua pois.

Tarkastuskoneen käyttö on helppoa ja jokaisesta tarkastusvaiheesta on käyttöohjeet. Tarkastuskoneen käytössä tarvitsee vain kytkeä oikeat komponentit päälle ja painaa painiketta näytöltä, minkä jälkeen kyseinen piiri tarkastetaan.

Tarkastuskoneen oli määrä nopeuttaa tarkastustoimintaa ja saada siihen kuluva aika entistä lyhyemmäksi. Ennen tarkastajan käsin suorittamaan johdinkytkentöjen tarkastukseen kului noin viisi tuntia. Nykyään tarkastuskoneen myötä johdinkytkentöjen tarkastamiseen kuluva aika on noin 30 minuuttia.

Tarkastuskone on havaittu käytössä hyväksi ja yrityksellä on tavoitteena kehittää tarkastuskonetta sopivaksi myös muihin sähkönjakelukaappeihin. Ainoa vaatimus kaapeissa ovat lähtöliittimet, joihin ohjelmoitava logiikka saadaan helposti kytkettyä. Mikäli lähtöliittimiä ei ole, muodostuu ohjelmoitavan logiikan kytkentä liian hankalaksi ja aikaa vieväksi. Tällöin tarkastuskonetta ei kannata käyttää kaapin johdinkytkentöjen tarkastukseen.

LÄHTEET

Painetut lähteet

- 1 CX-Programmer –ohjelmointi Peruskoulutus [CJ1M]. OMRON ELECTRONICS OY.
- 2 CX-Programmer 3.0 Käyttäjän opas. OMRON ELECTRONICS OY.
- 3 CX-Programmer User Manual Version 3.0 OMRON ELECTRONICS OY 2002.
- 4 CX-Programmer V3 Introduction Guide. OMRON ELECTRONICS OY.

Sähköiset lähteet

- 5 CX-Programmer 3.0 HELP [Ohjelman sisäinen Ohje-tiedosto]
- 6 InTouch 9.5 HELP [Ohjelman sisäinen Ohje-tiedosto]
- 7 OMRON Toolbus OPC and DDE Server HELP [Ohjelman sisäinen Ohje-tiedosto]