

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

Automaatiotekniikka

Marko Kanervo

PANIMOTYNNYRILINJAN OHJAUSJÄRJESTELMÄN MODERNISOINTI

Opinnäytetyö 2010

TIIVISTELMÄ

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

Automaatiotekniikka

KANERVO, MARKO	Panimotynnyriliinjan ohjausjärjestelmän modernisointi
Opinnäytetyö	36 sivua + 19 liitesivua
Työn ohjaaja	Laboratorioinsinööri Vesa Kankkunen
Toimeksiantaja	Oy Hartwall AB
Syyskuu 2010	
Avainsanat	Siemens S5, Siemens S7, Simatic, Step7, modernisointi, ohjausjärjestelmät, logiikka, robotit, teollisuusautomaatio

Opinnäytetyön aiheena on panimotynnyriliinjan lavaaja- ja purkurobottien logiikka-ohjausjärjestelmien modernisointi. Robotit oli toteutettu Siemens S5 -sarjan logiikalla 1990-luvun alkupuolella, ja logiikkajärjestelmät oli tarkoituksena modernisoida uudempaan Siemens S7 -sarjaan.

Sähkösuunnittelussa on käytetty Kyndata CADs-ohjelmaa, jolla on piirretty olemassa olevista sähkökuvista päivitetty versiot. Panimotynnyriliinjan lavaaja- ja purkurobottien käyttöliittymät pysyivät samoina, joten modernisointi koskee vain logiikkayksiköitä, logiikkaohjelmaa ja sähkökuvia.

Siemens S5 -sarjan logiikkaohjelma käännettiin Siemens Step7 Manager-ohjelmalla, josta löytyy erillinen S5-S7-käännösohjelma. Käännöksen jälkeen logiikkaohjelmaan lisättiin kommentit ja tarvittavat muutokset. Vanhan logiikkaohjelman kommenttien ja symbolien puuttuessa vanha ohjelma oli vaikeasti luettavaa. Uusi S7-ohjelma sisältää kommentit ja symbolit, jolloin ohjelman luettavuus parani.

Panimotynnyriliinjan logiikkaohjausjärjestelmän koeajot olivat kahdessa eri vaiheessa. Ensimmäisessä vaiheessa logiikkaohjelma koeajettiin Step7-ohjelmalla, ja sen todettiin olevan kunnossa. Toisessa vaiheessa logiikkayksiköt asennettiin paikoilleen ja koeajettiin. Molemmat vaiheet sujuivat ongelmitta. Opinnäytetyö onnistui hyvin eikä suurempia ongelmia asennuksessa tai suunnittelussa ilmennyt.

ABSTRACT

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

University of Applied Sciences

Automation Engineering

KANERVO, MARKO

Modernization of a programmable Controller in a Barrel
Brewing Line

Bachelor's Thesis

36 pages + 19 pages of appendices

Supervisor

Vesa Kankkunen, Laboratory Engineer

Commissioned by

Oy Hartwall Ab, Lahti Brewery

September 2010

Keywords

Siemens S5, Siemens S7, Simatic, Step7, modernization,
control systems, logic, robot, industrial automation

The subject of thesis is the modernization of a logic control system used in the palletizing and unloading robots of a barrel brewing line. The robots had been equipped with the Siemens S5 series logic at the beginning of the 1990s, and the aim of the project was to modernize them to work on the newer S7 series.

A CADS program designed by Kyndata Ltd was used for the electrical engineering. Updated versions over an existing picture were drawn by using this program. The user interfaces of the barrel brewing line palletizer and of the unloading robots remained unchanged so the modernization concerned the logic units, the logic program and electricity pictures.

The Siemens S5 series logic program was translated with the Siemens Step7 Manager program, which comes with separate S5-S7 translating software. After the translation, comments and necessary amendments were added to the logic program. With the old logic program lacking the comments and symbols, it was quite difficult to interpret the program. The new S7 software contains the comments and symbols, which makes the software easier to interpret.

The test drives of the logic control system at the barrel brewing line were executed at two different stages. During the first stage, the logic program was operated programmatically. During the second stage, the logic units were installed and test-run. Both stages went through smoothly. In the course of the project, neither the planning nor the installation of the thesis presented any problems.

ALKUSANAT

Tämä opinnäytetyö on toteutettu Oy Hartwall Ab:n, Lahden tehtaalle. Opinnäytetyön aiheena oli modernisoida panimotynnyriinlinjaston lavaaja- ja purkurobottien Siemens Simatic S5 -sarjan logiikkajärjestelmät uusiin Siemens Simatic S7 -sarjan logiikkajärjestelmiin. Opinnäytetyössä keskityttiin lavaajarobotin logiikkajärjestelmien toimintaan ja modernisointiin. Purkajarobotti uusittiin samalla, mutta sähkö- ja logiikkaohjelmointikuvat ovat lavaajarobotista.

Haluan kiittää Oy Hartwall Ab:n työnjohtajaa Mika Kilkkiä sekä Kymenlaakson ammattikorkeakoulun laboratorioinsinööriä Vesa Kankkusta ohjauksesta ja tuesta opinnäytetyön eri vaiheissa.

Lahdessa 10.10.2010

TEKNINEN SANASTO

AWL	Saksankielinen vastine käskylistalle
CADS	Kymdata Oy:n CAD-pohjainen suunnitteluohjelmisto
CPU	Keskusyksikkö
FB	Toimintayksikkö, joka sisältää staattista dataa
FBD	Logiikkakaavio
FC	Toiminta, jossa ei sisällä staattista dataa
LAD	Tikapuukaavio
MMC	Micro Memory Card, joka on Flash-muistikorttityyppi
OB	Organisaatioyksikkö
RAM	Keskusmuisti
STL	Käskylista
PLC	Ohjelmoitava logiikkayksikkö

SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

ALKUSANAT

TEKNINEN SANASTO

1	JOHDANTO	8
1.1	Työn taustat ja tavoitteet	8
1.2	Oy Hartwall AB	8
2	PANIMOTYNNYRILINJASTO	9
2.1	Purkajabotti	10
2.2	Täyttökoneet	11
2.3	Lavaajabotti	12
3	OHJELMOITAVIEN LOGIIKKAJÄRJESTELMIEN MODERNISOINNIN HAASTEET	13
3.1	Logiikkajärjestelmän modernisointi	14
4	LOGIIKKAJÄRJESTELMÄT	14
4.1	Siemens S5-100U -logiikkajärjestelmä	15
4.2	Siemens S7-300 -logiikkajärjestelmä	18
5	LOGIIKKASOVELLUKSEN SUUNNITTELU	21
5.1	Logiikkajärjestelmälaitteiden valinta	22
5.2	Laitekonfiguraatio	22
5.3	Logiikkaohjelma	23
5.4	Converting S5 Files -sovellus	24
5.5	Rakenne	27
5.6	FC2-automaattiajolahko	29
5.7	FC3-käsiäjolahko	29
5.8	FC4-moottorihjauslohko	30
5.9	Valmis ohjelma	30

6 OHJELMOITAVIEN LOGIIKKAJÄRJESTELMIEN ASENNUS JA TESTAUS	30
6.1 Testaus	31
6.2 IO-testaus	32
6.3 Koeajo	32
7 YHTEENVETO	33
LÄHTEET	35
LIITTEET	
Liite 1. Panimotynnyriliinjaston pohjapiirros	
Liite 2. Logiikkayksiköiden IO-lähdöt sähkökuvina	
Liite 3. Sähkökuvat taajuusmuuttajista	
Liite 4. Logiikkayksiköiden IO-tulot sähkökuvina	
Liite 5. IO-lista lavaajarobotin logiikkaohjelmasta	

1 JOHDANTO

1.1 Työn taustat ja tavoitteet

Oy Hartwall Ab:n Lahden tuotantolaitoksella on käytössä panimotynnyriliinjasto, joka täyttää 30 litran panimotynnyreitä ravintoloiden tarpeisiin oluella sekä kivennäisvesillä. Opinnäytetyön tavoitteena on uudistaa panimotynnyriliinjastossa sijaitsevien Jopal-merkkisten lavaaja- ja purkajarobottien logiikkayksiköt vanhoista Siemens S5-100U-malleista uusiin Siemens S7-300-sarjan logiikkayksiköihin. Vanhaa Siemens S5-logiikkaa on käytetty panimotynnyriliinjastossa paljon, mutta sitä ei ole vielä vaihdettu Siemens Simatic S7 -sarjaan. Vanhojen S5-järjestelmien uusinta on ajankohtaista, koska varaosia ei ole saatavilla muutaman vuoden kuluttua. [1]

Tavoitteena on vaihtaa molempien lavaaja- ja purkajarobottien ohjausjärjestelmät Siemens S5-100U:sta uusiin Siemens S7-314-yksiköihin. Tässä opinnäytetyössä keskitytään kuitenkin vain lavaajarobotin modernisointiin ja purkajarobotin osalta selostetaan sen toimintaa ja asennusta. Lavaaja- ja purkajarobottien ohjauspulpetit pysyvät samoina, joten modernisointi koskee vain logiikkajärjestelmää ja sen ohjelmaa. Tavoitteena on myös käyttää sähkökuvien piirtämiseen CADS-ohjelmaa ja piirtää molempien robottien sähkökuvat sähköiseen muotoon. Sähkökuvien piirtäminen sähköiseen muotoon on tärkeää, koska Hartwallilla on tietokanta, jossa jokaisesta linjastosta on olemassa sähkökuvat ja logiikkakuvat. Tietokannasta kuvat löytyvät helposti ja nopeasti, kun niitä tarvitaan.[1]

1.2 Oy Hartwall AB

Hartwallin tuotevalikoimaan kuuluu oluita, siidereitä ja long drink -juomia, pullotettuja vesiä, virvoitusjuomia, erikoisjuomia sekä tytäryhtiö Hartwa-Traden kautta viinejä ja muita alkoholijuomia. Tunnetuimmat tuotemerkit ovat Hartwall Jaffa, Upcider, sekä Lapin Kulta, Karjala, Foster's ja Heineken-oluet. Oy Hartwall Ab:n Lahden tehdas on huippumoderni tuotantolaitos ja logistiikkakeskus ja se on suomalaisen elintarvike-

otollisuuden suurin investointi kautta aikojen. [2]



Kuva 1 Kuvassa on Oy Hartwall Ab tuotantolaitos Lahdessa. [3]

Hartwall Lahden tuotantolaitoksessa valmistuvat kaikki panimojuomat vesistä ja virvoitusjuomista oluisiin ja siidereihin. Hartwall Lahti on pitkälle automatisoitu, joustava ja kustannustehokas laitos, jossa erityistä huomiota on kiinnitetty juomien laatuun ja toiminnan ympäristöseikkoihin. Laitoksen laitteiden ja prosessien valinnassa on kiinnitetty erityistä huomiota niiden veden- ja energiankulutukseen. Pääenergialähteenä on maakaasu. [2]

Sisälogistiikka ja keräily on pitkälle automatisoitu ja Hartwallin tiloissa sijaitsee Suomen suurin automaattivarasto. Hartwall Lahden logistinen sijainti on koko maata ajatellen alan painopisteessä, joten Hartwall kykenee toimittamaan asiakkailleen tuotteet nopeasti tilauksen saapumisesta. [2]

2 PANIMOTYNNYRILINJASTO

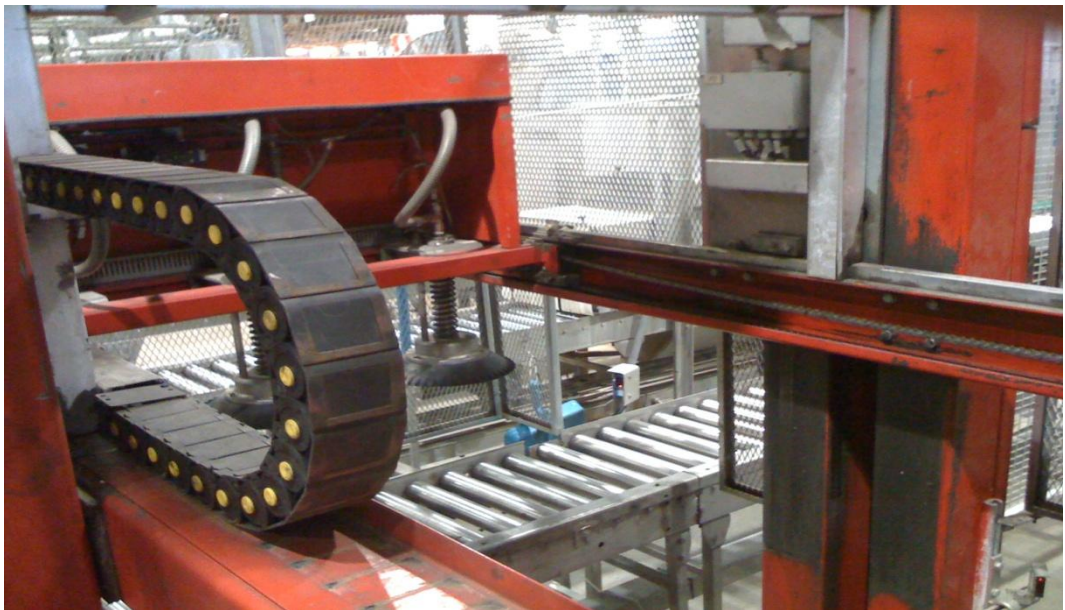
Lahden Hartwallin panimotynnyriliinja on automaattinen linjasto, jossa ravintoloihin menevät panimotynnyrit kulkevat robottien lävitse täyttökoneille, jotka täyttävät tyhjätkä panimotynnyrit uudelleen oluella tai kivennäisvedellä. Linjasto koostuu lavaaja- ja purkuroboteista, panimotynnyrien pesukoneesta, täyttökoneista sekä panimotynnyrikuljettimista [liite 1].

Panimotynnyriliinjasto on ollut käytössä alun perin Heinolassa Mallasjuomalla, josta se siirrettiin ensiksi Lahden keskustassa sijainneeseen panimoon ja lopuksi nykyisel-

leen paikalleen Hartwallin tiloihin 2000-luvun alkupuolella. Panimotynnyrilinjastoa on monen siirtämisen jälkeen modernisoitu mm. täyttökoneiden ja lavaaja- ja purkajarobottien osalta. Modernisointien vuoksi panimotynnyrilinjasto on erittäin toimiva ja tehokas panimotynnyrien tuotantolinja.

2.1 Purkajarobotti

Panimotynnyrilinjaston alkupäässä tyhjat panimotynnyrit tulevat lavanippuina lavakuljettimille, joilta kuljettimet siirtävät lavat purkajarobotille. Ravintoloilta palautuvat panimotynnyrit ovat usein likaisia ja niiden päällä voi olla vanhoja etikettejä, jotka poistetaan erillisellä imurilla. Ilman etikettien ja roskien poistoa purkajarobotin imukupit (kuva 2) menevät häiriöön, mikä häiritsee tuotantoa. Purkajarobotti siirtää lavoilta tyhjat panimotynnyrit panimotynnyrikuljettimelle kolme kerrallaan, ja sieltä panimotynnyrit jatkavat matkaansa panimotynnyrikuljettimia pitkin pesukoneeseen.



Kuva 2. Kuvassa on purkajarobotti ja sen imukupit.

Panimotynnyrien pesu tapahtuu kolmessa eri vaiheessa. Ensimmäisessä vaiheessa panimotynnyrit kulkevat tehokkaan imurin lävitse, joka poistaa tynnyreiden korkkiosasta ylimääräisen roskan. Roskat ja vanhat korkit voivat haitata panimotynnyrien uudelleen täyttämistä. Toisessa vaiheessa panimotynnyrit kulkeutuvat pesukoneen läpi, jossa ne puhdistetaan ulkoisesta liasta. Toisen vaiheen pesu tapahtuu kuumalla vedellä, joka poistaa esimerkiksi olutjämmät panimotynnyreistä. Kolmannessa vaiheessa panimo-

tynnyrit puhdistetaan sisältäpäin lipeällä, joka on yleisesti käytössä oleva kemikaali pullojen ja panimotynnyreiden puhdistamiseen. Ennen kolmatta vaihetta on vielä erillinen laite, joka tarkistaa tynnyreiden tiiveyden, jolloin panimotynnyrit paineistetaan ilmalla. Paineen lisäyksen jälkeen laite toteaa, vuotaako panimotynnyri; jos vuotoa esiintyy, laite hylkää panimotynnyrin erilliselle hylkäyslinjalle. Hylkäyslinjasta panimotynnyrit siirretään korjaamoon, jossa vuotavat panimotynnyrit korjataan varaosilla.

Näiden kolmen vaiheen jälkeen panimotynnyrit huuhdellaan vielä sisältä ja höyrytetään mahdollisten bakteerien poistamiseksi. Huuhtelu on tärkeää, jotta saadaan bakteerien lisäksi poistettua myrkylliset pesuainejäämät panimotynnyreistä. Näiden vaiheiden jälkeen voidaan panimotynnyrit täyttää uudelleen. Uudelleen täyttäminen säästää ympäristöä, koska samoja panimotynnyreitä käytetään monta kertaa niiden elinkaaren aikana.

2.2 Täyttökoneet

Kun panimotynnyrit on pesty ja siirretty linjastoon, siirtyvät ne täyttökoneille, joissa ne täytetään uudelleen. Panimotynnyreiden uudelleen täyttäminen tapahtuu kolmessa eri osiossa. Ensimmäiseksi täyttökone linja ottaa panimotynnyrin sisään koneeseen, jossa se asettuu täyttöventtiilin päälle. Täyttöventtiilistä virtaa panimotynnyriin huuhteluvettä, joka huuhtelee sen. Täyttökoneen keskivaiheella panimotynnyrit tyhjenetään, jotta ne voidaan täyttää viimeisessä vaiheessa valmiilla tuotteella. Täyttökoneita on panimotynnyrilinjastossa yhteensä viisi kappaletta (kuva 3). Panimotynnyrilinjasto on tehokas, koska yhden täyttökoneen häiriö ei vaikuta muihin täyttökoneisiin, jolloin tuotanto ei kärsi. Täyttökoneessa on myös erilaisia tuotteen laadunvalvontaan liittyviä toimintoja. Yksi tuotteen laatuun vaikuttava tekijä on panimotynnyrin täyttömäärä, jota valvotaan virtausmittarilla.



Kuva 3 Kuvassa on panimotynnyrilinjaston täyttökoneet.

2.3 Lavaajarobotti

Täyttökoneen jälkeen panimotynnyrit kulkeutuvat kuljetinta pitkin kääntöpaikalle, jossa ne käännetään korkki ylöspäin. Panimotynnyrit punnitaan vielä ennen lavaamista erillisellä panimotynnyrivaa'alla. Punnitseminen on erittäin tärkeää, että saadaan asiakkaille juuri oikea litramäärä panimotynnyriin. Jos punnituksessa havaitaan vajaa panimotynnyri, se siirtyy itsestään hylkylinjalle. Oikean painoiset panimotynnyrit siirtyvät lavaajarobotille (kuva 4), joka siirtää kolme tynnyriä kerrallaan lavalle imukuppien avulla.



Kuva 4 Kuvassa on lavaajarobotti, joka lavaa täydet panimotynnyrit lavalle.

Panimolavalle mahtuu yhteensä kuusi panimotynnyriä, jolloin lavaajarobotin pitää nostaa lavalle kaksi kolmen panimotynnyrin nippua. Lavan tullessa täyteen panimotynnyreistä, siirtyy se lavausnosturille (kuva 5), joka niputtaa kolmen lavan nippuja varastoon. Lavaajarobotin tärkein osa on panimotynnyreiden keskittäjä, koska ilman keskitystä panimotynnyrit menevät vinoon lavalla. Jos lavoilla olevat panimotynnyrit menevät vinoon, voi lavanippu kaatua automaattivarastossa ja tukkia varaston toiminnan useiksi tunneiksi. Lavakeskittäjä toimii paineilmalla siten, että kaksi paineilmasylinteriä painaa panimotynnyrit keskelle lavaa yhtäaikaaisesti.



Kuva 5 Kuvassa on lavausrobotin jälkeinen lavausnosturi.

3 OHJELMOITAVIEN LOGIIKKAJÄRJESTELMIEN MODERNISOINNIN HAASTEET

Nykyaikainen juomateollisuus tarvitsee paljon ohjelmoitavia logiikkajärjestelmiä. Uusien linjastojen kaikki koneelliset toiminnot tapahtuvat ohjelmoitavien logiikoiden avulla Hartwallilla, mikä tuo haasteita automaatiokunnossapitoon. Tällainen haaste on esimerkiksi uusien linjastojen käyttöönotto, johon usein valmistaudutaan hyvissä ajoin koulutuksella. Koulutus tapahtuu usean kuukauden ajan linjaan tutustumisella ja erilaisten automaatiotoimintojen opettelulla.

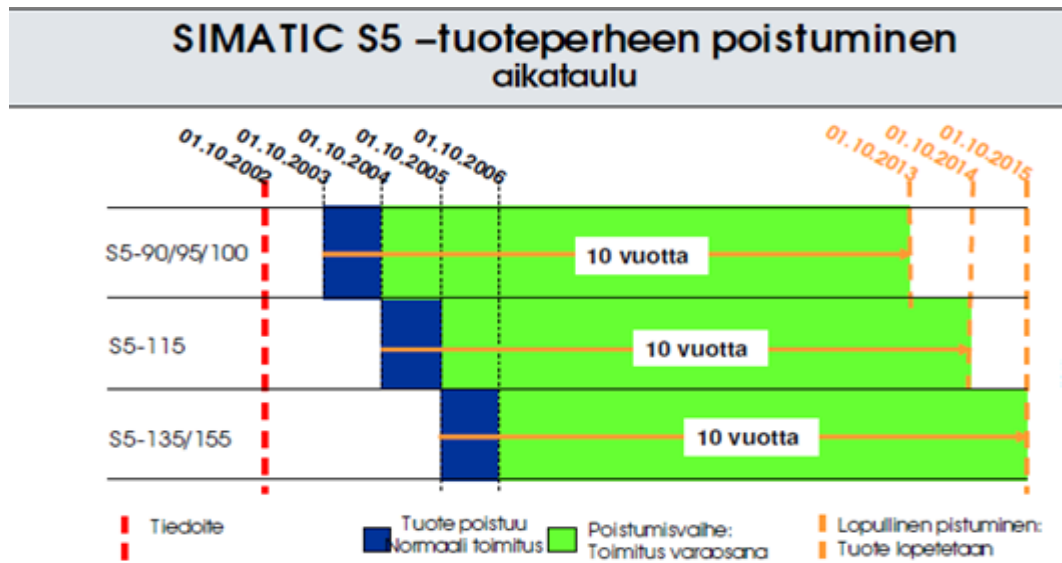
Hartwallilla automaatiokunnossapito on toteutettu perinteisellä tavalla, jossa yrityksellä on omia työntekijöitä automaatiokunnossapidossa. Automaatiokunnossapitäjät hoitavat linjastojen sähkö- ja automaatiokunnossapitoon liittyvät viat. Suuremmat ongelmat usein ulkoistetaan ulkopuoliselle yritykselle, esimerkiksi sellaiselle, jolta on tilattu laitteet, jotka vaativat huoltoa. Oman yrityksen automaatiokunnossapito-osasto pystyi hoitamaan suuremman ongelman, mutta ongelman selvittämisessä ja korjaamisessa menisi liian paljon aikaa. Tällöin ulkopuolinen kunnossapito tulee edullisemmaksi.

3.1 Logiikkajärjestelmän modernisointi

Siemens-logiikkajärjestelmät, jotka modernisoitiin tässä opinnäytetyössä, olivat malliltaan S5-100U. Ne kuuluvat Siemensin S5 -sarjan vanhimpiin ohjelmoitaviin logiikkayksiköihin. S5 -sarja on tullut tiensä päähän markkinoilla, ja muutaman vuoden päästä on monen yrityksen syytä vaihtaa uudempiin järjestelmiin ohjelmoitavat logiikkayksikkönsä. Uusien logiikkajärjestelmien modernisoinnista aiheutuu monelle yritykselle lisäkustannuksia. Lisäkustannukset ovat väistämättömiä, jos yritys haluaa säilyttää esimerkiksi linjaston tuotannon häiriöttömänä. Monet yritykset eivät tiedä, että esimerkiksi vanhoja Siemens S5 -sarjan tuotteita ei ole enää tarjolla muutaman vuoden kuluttua.

4 LOGIIKKAJÄRJESTELMÄT

Lavaaja- ja purkajarobotit on toteutettu Siemens S5-100U -logiikalla, joka oli yleinen logiikkajärjestelmä 1990-luvun alussa, kunnes Siemens kehitti uuden S7 -sarjansa vuonna 1995. Siemens S5 -sarja poistui tilausasiakirjoista 1.10.2003, minkä jälkeen varaosia toimitetaan vuoteen 2013 saakka. Vuoden 2013 jälkeen varaosatoimitukset lopetetaan. [4]



Kuva 6 Kuvasta näkyy Siemens Simatic S5 -sarjan markkinoilta poistumisen aikataulu [5]

4.1 Siemens S5-100U -logiikkajärjestelmä

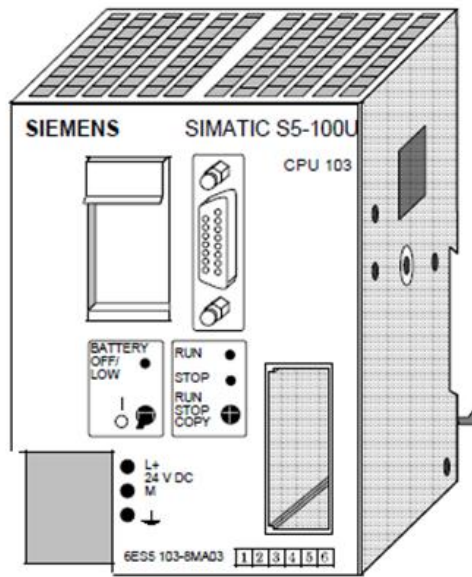
S5-100U (kuva 7) on suunniteltu pieniin automaatio-ohjauksiin, mutta laite kuitenkin käsittää maksimissaan 256 digitaalista ja 32 analogista lähtöä sekä tuloa. Näin ollen se kykenee käsittelemään myös keskisuuria kone- ja prosessiohjaustoimintoja. Keskusyksikkö on häiriövarma, ja sitä voidaan ohjelmoida useilla eri laitteilla. Siemens S5-100U -logiikkayksikkö on ollut suosittu laitteisto, jota on monessa yrityksessä käytetty. [6] Hartwallin panimotynnyriliinjastossa kaikki ohjaukset on toteutettu Siemens S5-sarjalla, mutta modernisoitu ajan mittaan uusiin ohjausjärjestelmiin, kuten tässäkin opinnäytetyössä oli tarkoituksena.



Kuva 7 Kuvassa on lavaajarobotin Siemens S5-100U CPU ja IO-kortit.

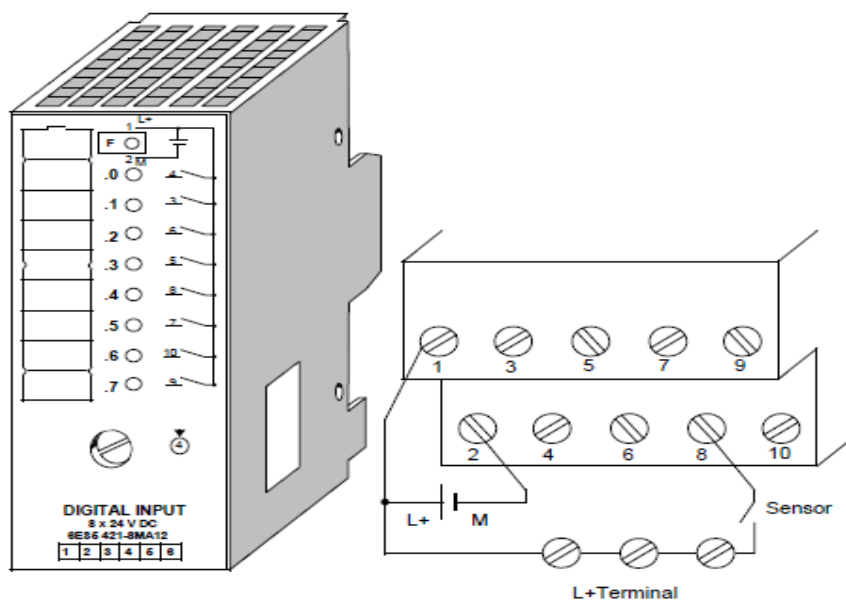
Keskusyksikkö tarvitsee toimiakseen 24 voltin jännitteen. Keskusyksikköön voidaan myös tarvittaessa liittää 115 tai 230 voltin jännite, jolloin pitää lisätä virransyöttöyksikkö PS 930 tai PS 950 keskusyksikön viereen. Virransyöttöyksiköt takaavat häiriötömän virransyötön keskusyksikköön. [6]

Lavaaja- ja purkajarobotti tarvitsivat molemmat yhden keskusyksikön, jotka olivat malliltaan S5-100U CPU 103 (6ES5 103-8MA03), jossa on käytetty sisäistä RAM-muistia (yhteensä 1024 tavua). CPU voidaan ohjelmoida kolmella eri esitystavalla, FBD, STL sekä LAD, mutta yleisimpänä ohjelmointitapana käytettiin STL-käskymuotoista ohjelmointia. Keskusyksiköihin voidaan ohjelmoida maksimissaan 128 laskentalohkoa, 128 ajastinlohkoa, FB-lohkoja 255, OB-lohkoja 8 ja DB-lohkoja 253. CPU 103 kykeni tekemään keskeytymätöntä ohjelman kiertoa 500 ms ajassa. [7]



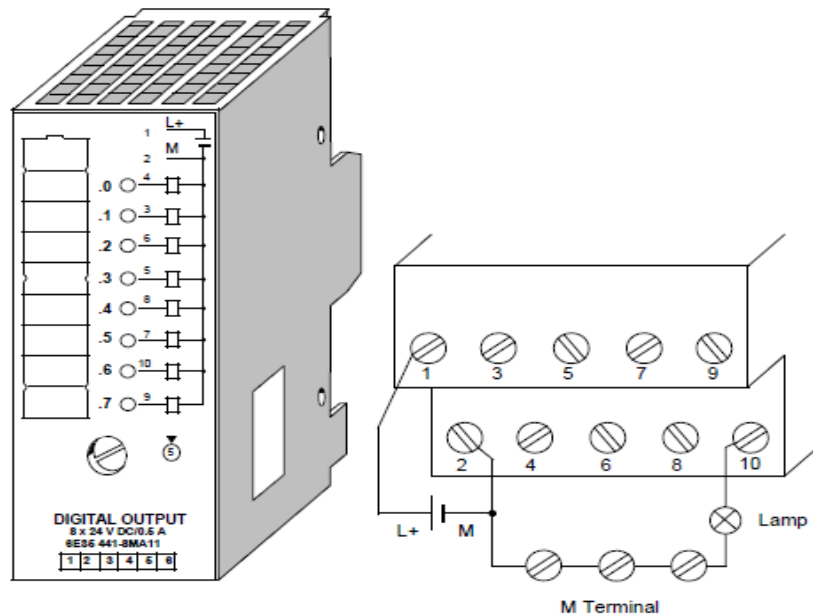
Kuva 8 Kuvassa on Siemens Simatic S5-100U -keskusyksikkö CPU 103. [7]

Lavaaja- ja purkajarobotin kumpaankin ohjausjärjestelmään kuului myös kuusi digitaalista tulokorttia, jotka olivat malliltaan 8x24 V DC ja tilausnumero oli 6ES5 421-8MA12. Digitaalisessa tulokortissa on kahdeksan kanavaa (0-7). Digitaalinen input-kortti käsitti kahdeksan tuloa, jolloin kortteja tarvittiin useita. Siemens S5-115U -mallisessa logiikkayksikössä kuitenkin on nelinkertainen määrä tuloja, jolloin saatiin pienempään tilaan useampi kortti. [7]



Kuva 9 Kuvassa on digitaalinen tulokortti, jossa on kahdeksan tulokanavaa [7]

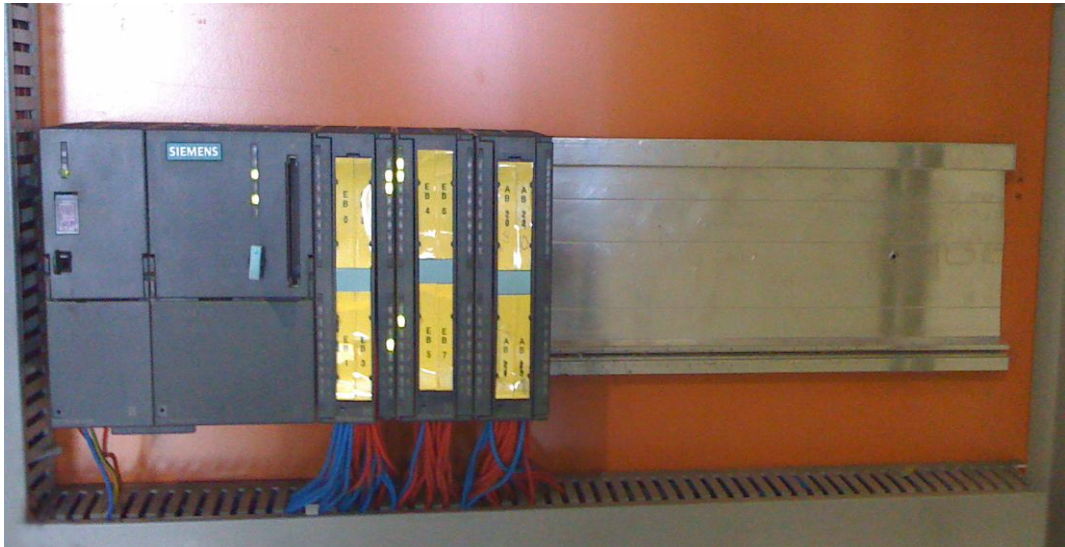
Lavaaja- ja purkajarobottien digitaalinen lähtökortti oli tilausnumeroltaan 6ES5 421-8MA12, jossa oli 8 lähtösoitetta. Lähtökortissa 24 voltin virtasyöttö tuli vain yhteen pisteeseen, jolloin tarvittiin suuremmille magneettiventtiileille usein lisävirta. Lähtökortin virtaviesti kuitenkin riittää kontaktoreille ja merkkilampuille erinomaisesti. [7]



Kuva 10 Kuvassa digitaalinen lähtökortti, jossa on kahdeksan lähtöä [7]

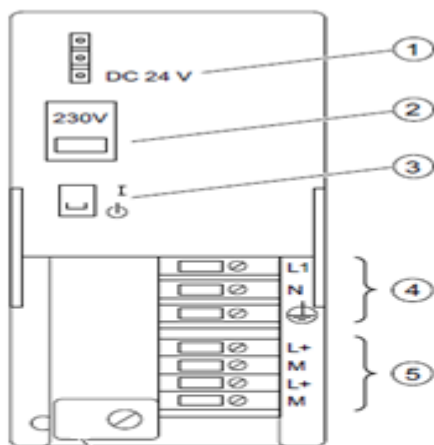
4.2 Siemens S7-300-logiikkajärjestelmä

Lavaaja- ja purkurobotteihin tulivat Siemens Simatic S7-314-ohjelmoitavat logiikkayksiköt (kuva 11), joiden tilausnumero on 6ES7 314-1AE04-0AB0. CPU on riittävä näihin robottien ohjauksiin, koska väyläliityntäominaisuutta ei tarvittu. CPU olisi voinut olla myös sellainen, jossa on väyläliitännämahdollisuus, jolloin olisi voinut helposti vaihtaa taajuusmuuttajat väyläliitännäisiksi vaihtamatta CPU-yksiköitä. Valittu Simatic S7-314 on luotettava CPU-yksikkö, jossa on sisäistä työmuistia 128 kilobittiä, ja on laajennettavissa erillisellä MMC-muistikortilla. Muistikortti saa kuitenkin olla maksimissaan kahdeksan megatavun kokoinen, mutta Siemens Simatic Step7-ohjelmat eivät ole kovinkaan paljon muistia vieviä, vaikka itse ohjelma olisikin laaja.[8]



Kuva 11 Kuvassa on lavaajarobotin Siemens S7-314 CPU ja IO-kortit

Keskusyksikkö tarvitsee toimiakseen 24 voltin jännitteen, joka saatiin CPU:n vierelle sijoitetusta virtalähteestä PS 307, jonka tilausnumero on 6ES7 307-1BA00-0AA0. Virtalähde tarvitsee 120 - 230 voltin jännitteen toimiakseen. Virtalähteestä saadaan häiriötön jännite CPU:lle, jolloin saadaan luotettava laitekokonaisuus.

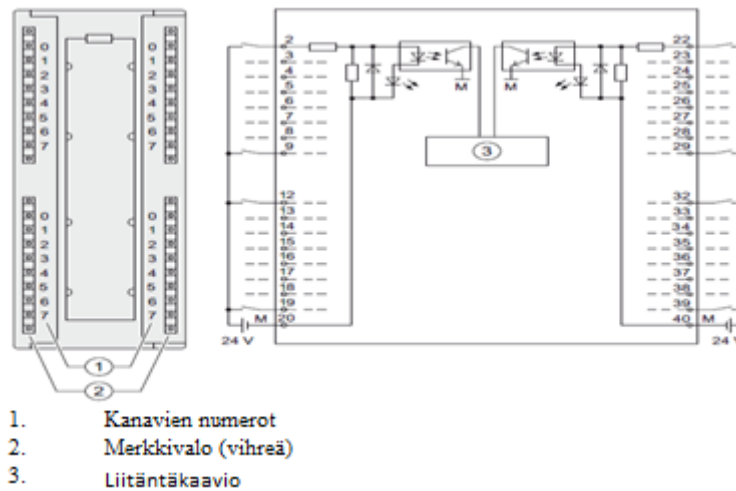


1. 24 VDC merkkivalo
2. Jännitevalitsin
3. 24 VDC ON/OFF-kytkin:
4. Päävirtatulot
5. Kaksi 24 V lähtöä

Kuva 12 Kuvassa on virtalähde PS 307; 2A. [9]

Lavaaja- ja purkurobotteihin tuli kaksi Siemens Simatic S7-300 -sarjaan kuuluvaa digitaalista input-korttia. Kortit olivat malliltaan DI32xDC24V, joiden tilausnumerot

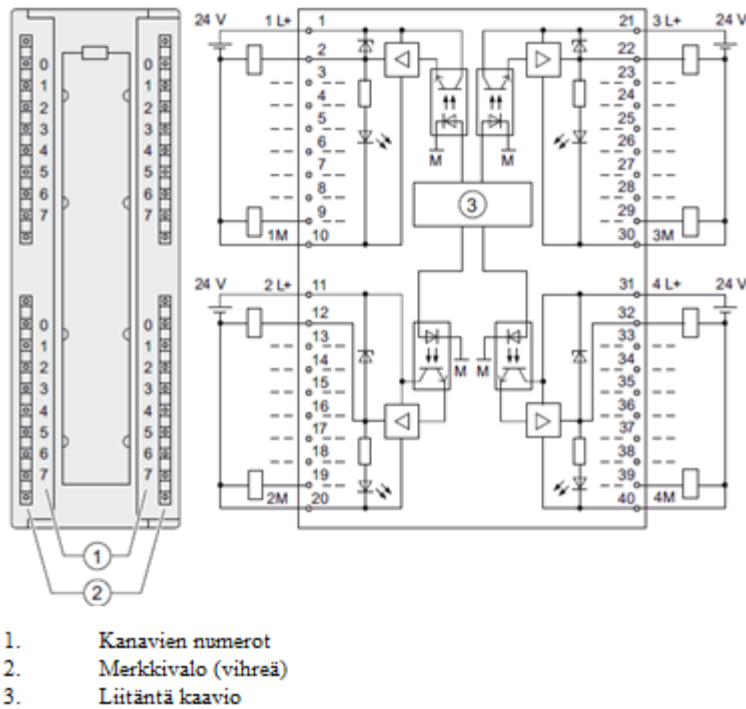
ovat 6ES7 321-1BL80-0AA0. Jokaisessa kortissa on 32 kanavaa. Digitaalinen input-kortti on nopea signaalin käsittelijä, joka kykenee käsittelemään 0 - 1 signaalin 1,2 - 4,8 ms ajassa. Digitaalinen input-kortti voidaan asentaa ohjattavasta kohteesta maksimissaan 1000 metrin päähän. Kaapelin tulee olla suojattu, jotta saavutetaan 1000 metrin etäisyys. Jos kaapeli on suojaamaton, voidaan kortti asettaa maksimissaan 600 metrin etäisyydelle ohjattavasta kohteesta. [9]



Kuva 13 Kuvassa on digitaalinen input-kortti SM 321; DI 32 x DC 24 V. [9]

Molempiin robotteihin asennettiin yksi digitaalinen output-kortti, joka oli malliltaan DO32xDC24V/0.5A ja tilausnumeroltaan 6ES7 322-1BL00-0AA0 (kuva 14). Digitaalisen output-kortilla voidaan ohjata maksimissaan viiden watin tehoista lähtöä. Digitaalinen output-kortti voidaan sijoittaa digitaalisen input-kortin tavoin maksimissaan 1000 metrin päähän ohjattavasta kohteesta, jos kaapeli on suojattu. Suojaamattomalla kaapelilla etäisyys voi olla 600 metriä ohjattavasta kohteesta. [9]

Digitaalisessa output-kortissa jokaiselle kanavalle täytyy kytkeä oma 24 voltin jännite; tällöin output-osoitteet saavat tarvittavan signaalin ohjattavaan kohteeseen. Output-kortti on erittäin nopea 0 - 1 signaalin käsittelyssä. Kortti kykenee suorittamaan 0 - 1 signaalin aikaan 100 μ s ja 1 - 0 signaalin 500 μ s.[9]



Kuva 14 Kuvassa on digitaalinen output-kortti SM 322; DO 32 x DC 24 V/ 0,5 A. [9]

5 LOGIKKASOVELLUKSEN SUUNNITTELU

Lavaaja- ja purkurobotin logiikkajärjestelmän modernisoinnin suunnittelu aloitettiin kartoittamalla, mitä halutaan uudistaa ja mitä jo käytössä olevaa jätetään jäljelle. Tiedossa oli, että ohjauspulpetit pysyvät samoina, joten sähkösuunnittelun osalta tehtäväksi jäi vain piirtää uudelleen sähkökuvat logiikkajärjestelmän uusista IO-osoitteista ja taajuusmuuntimien vaihtuvat output-osoitteet. [Liitteet 2,3 ja 4]

Sähkösuunnittelun jälkeen valittiin ohjelmoitavat logiikkalaitteet, jotka vastaavat parhaiten aikaisemmin käytössä ollutta S5-logiikkaa. Laitevalinnassa otettiin huomioon myös yrityksen omat kunnossapitovarastot, jotka vaikuttivat myös valintoihin. Koska yrityksessä on käytössä pääasiassa Siemensin logiikkayksiköitä, oikeastaan muita ohjelmoitavien logiikoiden valmistajia ei otettu huomioon laitevalinnassa. Sähkösuunnittelun ja laitevalintojen jälkeen, voitiin ryhtyä tekemään logiikkaohjelmasta toimivaa Siemens Simatic S7-ohjelmaa vanhan ohjelman pohjalta.

5.1 Logiikkajärjestelmälaitteiden valinta

Logiikkajärjestelmän valintaperuste määräytyi yrityksen omien kunnossapitovarastojen perusteella, koska yrityksellä on olemassa omia varastoja, joita voidaan hyödyntää varaosina ja modernisoinnissa. Panimotynnyriinjaston lavaaja- ja purkurobotit oli alun perin suunniteltu S5-100U-järjestelmälle, joka sopii erinomaisesti pienehköjen ohjauksien suorittamiseen. Moottoriohjaukset on suunniteltu perinteisillä kontaktoriohjauksilla, joten CPU-yksiköiden ei tarvitse sisältää väyläliitäntäominaisuutta. Väyläliitännän olisi voinut toteuttaa, mutta tällöin olisi pitänyt modernisoida myös taajuusmuuttajat sellaisiksi, joissa olisi väyläliitäntäominaisuus. Väyläliitännällä olisi myös voitu toteuttaa monipuolisempi käyttöliittymä, jossa vanhat käyttökytkimet (kuva 26) olisi korvattu esimerkiksi Siemens Simatic HMI -kosketusnäytöllä [10]. Kosketusnäyttö olisi tällöin korvannut käyttöpaneelit kokonaisuudessaan, jolloin olisi tarvinnut käyttää vähemmän IO-kortteja. Kosketusnäyttö on hyvä ratkaisu, jolla voidaan vähentää IO-kortteja, koska kytkimet sijaitsevat kosketusnäytössä. Ottaen huomioon injaston logiikkayksiköiden tarpeet valittiin injastoon CPU-yksiköksi Siemens Simatic S7-314, koska päädyttiin säilyttämään vanhat käyttöpaneelit ja taajuusmuuttajat.

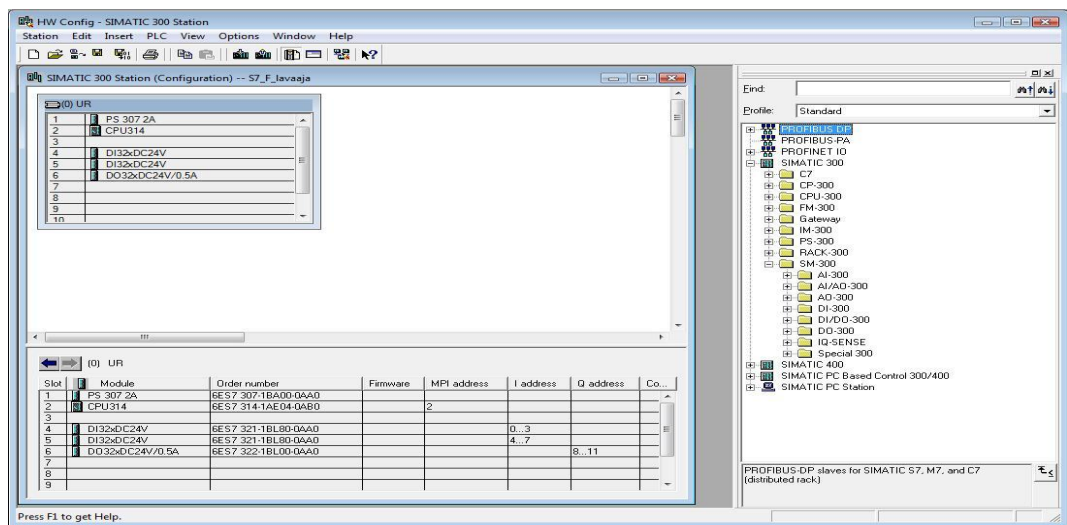
Lavaaja- ja purkajaroboteissa output-osoitteita oli yhteensä 42, jotka mahtuivat kuuteen S5 -sarjan input-korttiin. Uudessa järjestelmässä digitaalisia input-kortteja tarvitaan vain kaksi, joissa kummassakin on 32 IO-kanavaa. Digitaalisiin tuloihin olisi riittänyt yksi 32 ja yksi 16 kanavaa sisältävä IO-kortti, mutta päädyttiin laittamaan kaksi 32 kanavaa sisältävää korttia, jos myöhemmin tulee tarvetta lisätä digitaalisia tuloja esimerkiksi uusien rajatietojen lisäämiseksi. Lavaaja- ja purkurobottien lähtöosoitteita on 21 kolmessa output-kortissa, jolloin tarvittiin vain yksi digitaalinen output-kortti, jossa on 32 IO-osoitetta.

5.2 Laitekonfiguraatio

Laitekonfiguraatio suunniteltiin, kun tiedettiin, mitä laitteita tarvittiin mukaan järjestelmään. Ilman laitekonfigurointia ei ohjelma itsestään osaa kommunikoida laitteiston kanssa. Laitekonfiguraatio aloitettiin Simatic Manager-ohjelmassa olevalla HW Config -sovelluksella. HW Config -sovelluksessa määritetään kuvan 15 mukaisesti tarvittavat laitteet kiskolle. HW Config -sovelluksessa on kirjasto, josta löytää kaikki Sie-

mens Simatic S7 -perheen laitteet. Kirjastosta voidaan hakea laitteet niiden tilausnumeroilla, jotka löytyvät logiikkayksiköiden rungosta.

Laitekonfiguraatiossa laitekisko täydennetään samassa järjestyksessä, kuin laitteet ovat todellisuudessaakin. Ensimmäiselle kiskopaikalle tuli PS 307 -virtalähde. Toiselle kiskopaikalle tuli CPU-yksikkö S7-314. Digitaaliset tulo- ja lähtökortit tulivat kiskopaikoille 4 - 6. Laitekonfiguraatio määrää myös osoitteiden alueet. Digitaalisilla input-korteilla osoitteeksi tulivat I 0.0 - 7.7. Digitaalinen output-kortti tuli kuudennelle korttipaikalle, jolloin osoitteeksi tuli Q 8.0 - 11.7.



Kuva 15 Kuvassa laitteistokonfiguraatio, johon on lisätty tarvittavat yksiköt.

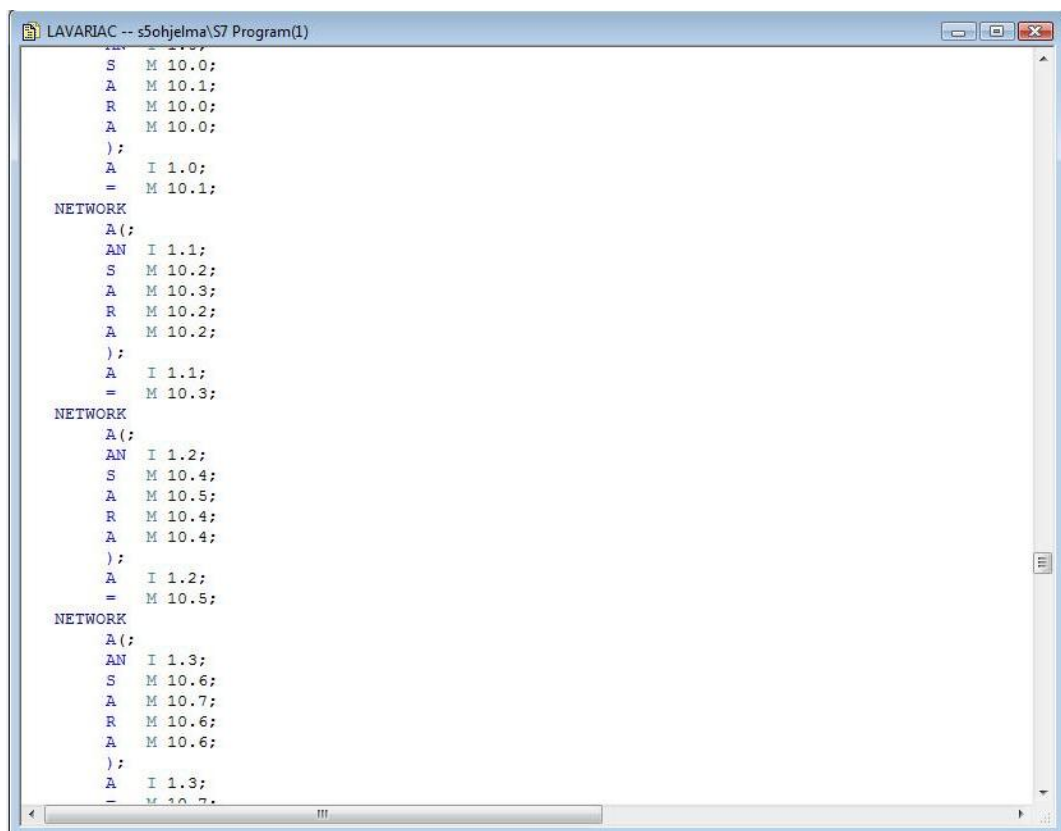
Kuvasta 15 näkyy, että konfiguraatiossa kiskopaikka kolme on tyhjänä. Sen Siemens on varannut omalle IO-laajennusyksikölle, jolla saadaan enemmän IO-kortteja käyttöön. Konfiguraatiossa ei voida sijoittaa kolmannelle paikalle muuta kuin liitäntäyksikkö. [11]

5.3 Logiikkaohjelma

Siemens Simatic S5 -logiikkaohjelma täytyi muuntaa Simatic S7 -muotoon, koska S5- ja S7-ohjelmat eroavat hyvin paljon toisistaan eivätkä ole suoraan toimivia keskenään. Muuntamiseen on kuitenkin kehitetty hyviä ohjelmistotyökaluja, koska monet yritykset joutuvat lähiaikoina uusimaan S5-logiikkaa uuteen varaosien loppuessa.

5.4 Converting S5 Files -sovellus

Vanha S5 -logiikkaohjelma piti kääntää S7-ohjelmaksi, jotta ohjelma saatiin ohjelma toimimaan yhdessä S7-300-logiikkajärjestelmän kanssa. Vanhan ohjelman kääntäminen aloitettiin lataamalla ohjelma S5-100U:n CPU:lta. S5-100U-ohjelman lataus onnistui vanhalla tietokoneella, jossa oli Siemensin S5:n ohjelmointiohjelma ja Windows 95. Vanhan ohjelman lataaminen olisi hankalaa ilman vanhaa tietokonetta, koska uusiin Windows-käyttöjärjestelmiin ei ole saatavilla helposti ohjelmaa, jolla voisi yhdistää Siemens S5 -sarjan CPU:lle. Vanhan ohjelman latauksen jälkeen selvisi, että siinä ei kuitenkaan ollut lainkaan kommentteja digitaalisista lähdöistä, tuloista tai merkkierioitteista. Kommenttien puuttuminen johtui ohjelman iästä, koska siihen aikaan ei ollut mahdollista kirjoittaa itse ohjelmaan kommentteja. Kommenttien puuttuessa vanha ohjelma oli vaikealukuista (kuva 16).



```

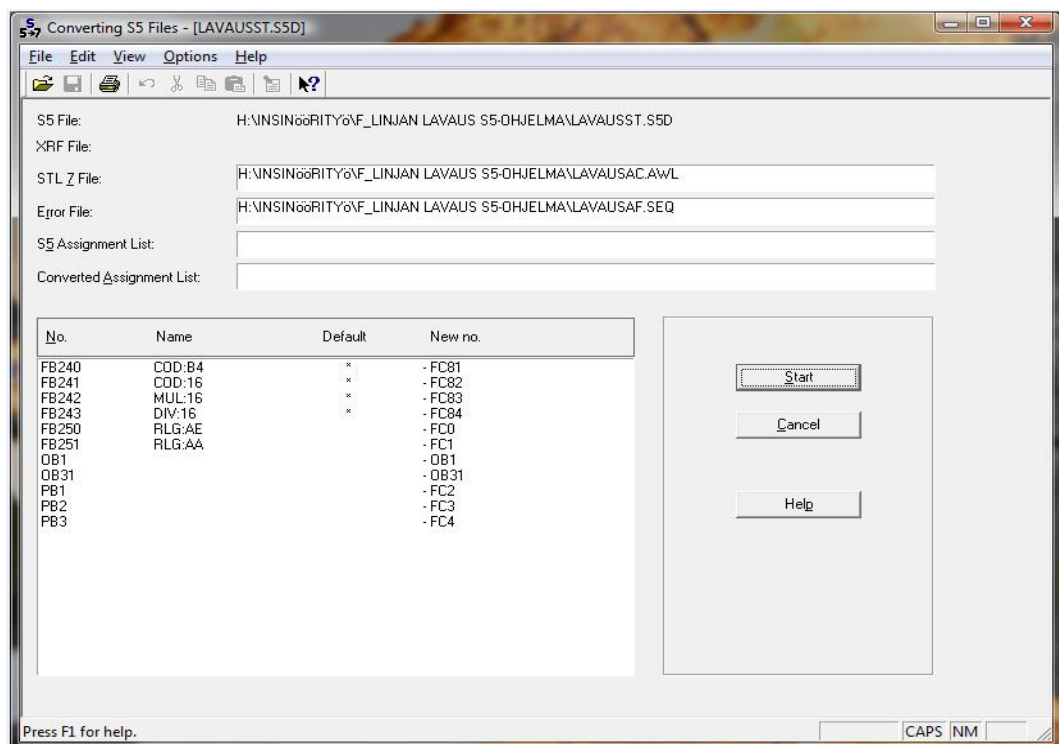
LAVARIAC -- s5ohjelma\S7 Program(1)
S M 10.0;
A M 10.1;
R M 10.0;
A M 10.0;
);
A I 1.0;
= M 10.1;
NETWORK
A (;
AN I 1.1;
S M 10.2;
A M 10.3;
R M 10.2;
A M 10.2;
);
A I 1.1;
= M 10.3;
NETWORK
A (;
AN I 1.2;
S M 10.4;
A M 10.5;
R M 10.4;
A M 10.4;
);
A I 1.2;
= M 10.5;
NETWORK
A (;
AN I 1.3;
S M 10.6;
A M 10.7;
R M 10.6;
A M 10.6;
);
A I 1.3;
= M 10.7;

```

Kuva 16 Kuvassa on kommentoimatonta lavaajrobotin Siemens S5-ohjelmaa.

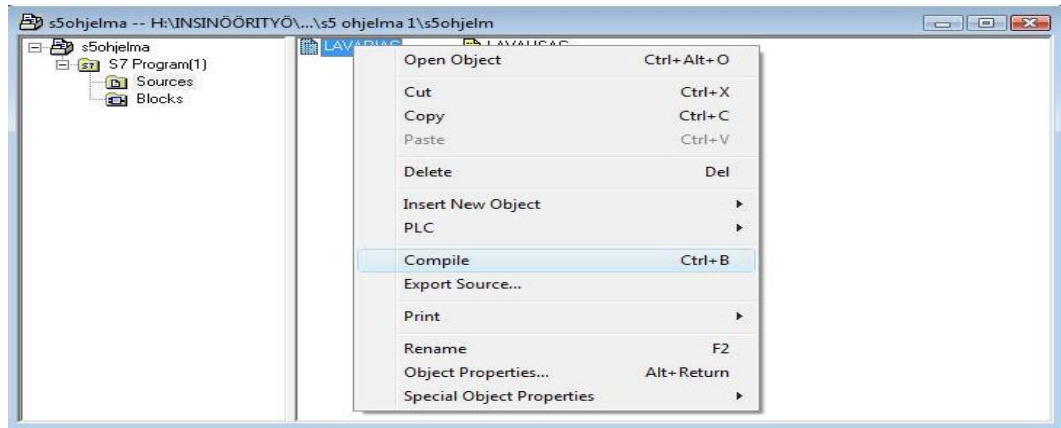
Siemens Simatic Manager-ohjelma sisältää Converting S5 Files -sovelluksen, jolla vanha ohjelma voidaan kätevästi kääntää. Vanha ohjelma ladattiin S5-100U-yksiköstä

S5D-tiedostona, joka avattiin kääntäjäohjelmalla. Avattu tiedosto avautuu kääntöohjelmaan, joka tekee S5D-tiedostosta STL-käskymuotoisen tiedoston (kuva 17). Start-painiketta painettaessa kääntöohjelma kääntää ohjelman, mutta vanhassa S5-ohjelmassa ei ollut mukana XRF-tiedostoa, jolloin vanhan ohjelman lohkoja ei voitu järjestää vanhan kutsumisjärjestyksen mukaisesti. XRF-tiedoston puuttuminen ei kuitenkaan haitannut, koska ohjelma muuntaa vanhat lohkot loogiseen järjestykseen automaattisesti, mikä helpotti työtä huomattavasti. Looginen järjestys tarkoitti tässä ohjelmassa, että vanhan ohjelman OB1-, PB1-, PB2- ja PB3-lohkot kääntyivät suoraan uuden ohjelman OB1-, FC2-, FC3-, FC4-lohkoihin.



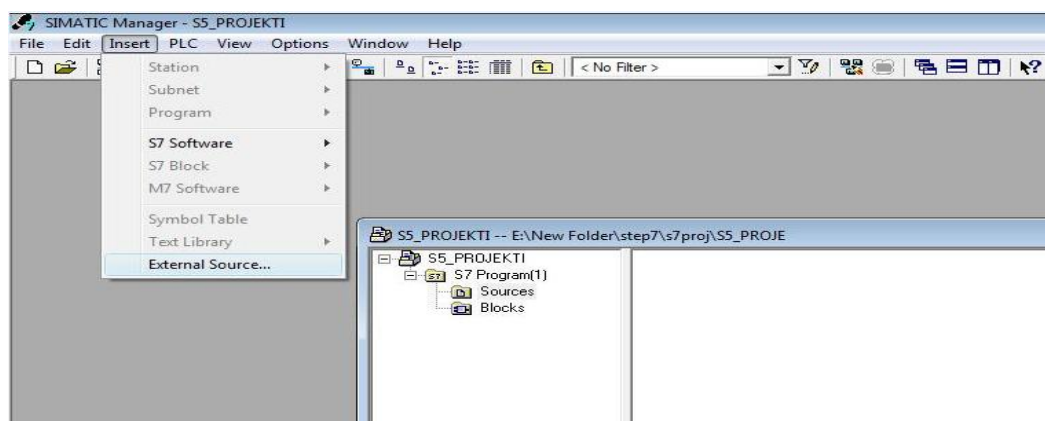
Kuva 17 Kuvassa on Converting S5 Files -sovellus

STL-käskymuotoinen tiedosto tallentui haluttuun kansioon, josta se avattiin Step7 Managerilla. Uuteen Step7-projektiin käännetty tiedosto lisättiin kuvan 19 mukaisesti external source-kohtaa painamalla. Käännetty tiedosto siirtyy Step7-projektissa olevaan sources-kansioon. Kansiossa näkyy käännetty ohjelma.

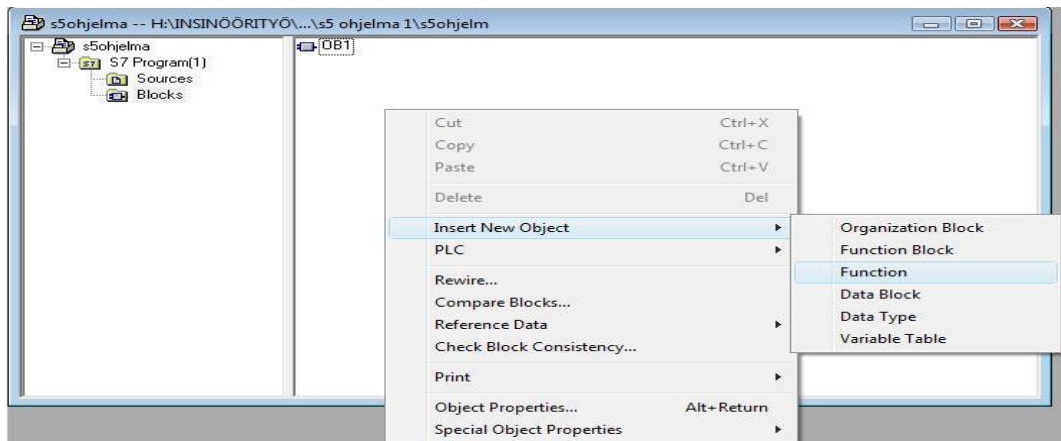


Kuva 18 Kuvassa on käännetyn ohjelman siirtäminen uusiin lohkoihin.

Ennen kuin käännetty ohjelma voidaan siirtää eli combiloida (kuva 18) sources-kansiosta on luotava tarvittavat lohkot Step7-ohjelmaan. Kuvasta 17 huomataan, että vanhassa ohjelmassa oli lohkot OB1, PB1, PB2 ja PB3. Uudessa ohjelmassa tulee olla lohkot OB1, FC2, FC3 ja FC4, jotka vastaavat vanhan ohjelman runkoa. Uudet lohkot tulee ennen siirtoa (kuva 20) luoda blocks-kansioon Step7-ohjelmassa, jotta siirtäminen onnistuu ilman virheitä. Vanhan ohjelman kääntäminen onnistuu kyllä uusien lohkojen lisäämistä, mutta tällöin käännohjelma siirtää vanhan ohjelman ainoastaan yhteen lohkoon (OB1), jolloin ohjelmasta ei tule selkeä.

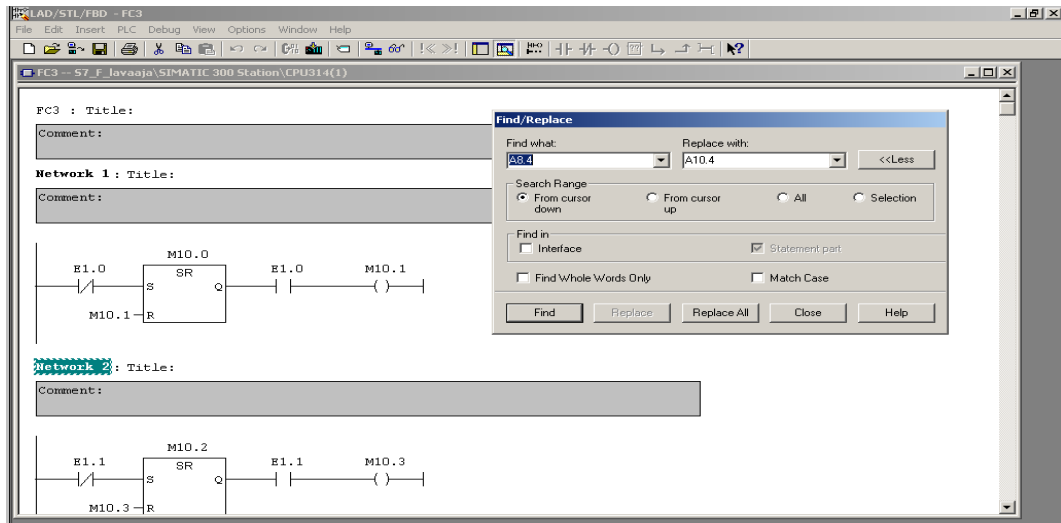


Kuva 19 Kuvassa on käännetyn tiedoston lisääminen Step7-projektiin.



Kuva 20 Kuvassa on uusien logiikkaohjelmalohkojen lisääminen Step7-ohjelmaan

Kääntämisen onnistuttua piti ohjelmaan tehdä vielä osoitemuutoksia. Vanhan ja uuden ohjelman IO-osoitteet poikkesivat paljon toisistaan. Osoitteiden muuttaminen onnistui kätevästi Step7-ohjelmassa find/replace-toiminnolla (kuva 21). Tämä toiminto on kätevä, koska se muuttaa kaikkiin lohkoihin halutun IO-osoitteen. Osoitteiden korvaaminen säästää aikaa ja ennen kaikkea vähentää virheiden esiintymistä.

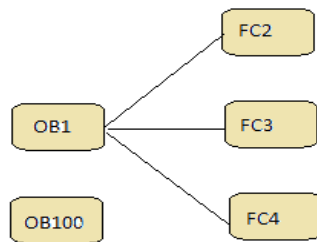


Kuva 21 Kuvasta näkyy osoitteiden muuttaminen Siemens Simatic S7-ohjelmaan.

5.5 Rakenne

Uusi Siemens Step7-ohjelma alkoi OB1-lohkosta (kuva 22), josta kutsutaan FC2-, FC3- ja FC4-lohkoihin. Step7-ohjelma kiertää syklisellä kierrolla koko ohjelmaa. Jaoteltu ohjelmointi on yleistä. Sen avulla voidaan helposti tarkkailla esimerkiksi häiriöti-

lanteessa eri lohkojen toimintaa, ja jaottelu tekee ohjelmasta havainnollisemman. Logiikkaohjelman jaottelu säästää myös suuremmissa ohjelmissa muistia, kun voidaan kullakin hetkellä käyttää tarvittavaa lohkoa tarvittavassa paikassa. Ohjelma voisi olla myös kokonaan OB1-lohkossa, mutta tällöin se olisi vaikealukuista, koska kaikki toiminnot olisivat peräkkäin samassa lohkossa.



Kuva 22 Kuvassa on OB1-lohko, josta kutsutaan muihin lohkoihin.

Uuden ohjelman rakenne sisältää monta erilaista lohkoa, joista osa tulee automaattisesti, kun luodaan uusi projekti. Esimerkiksi OB100-lohkoon voidaan ohjelmoida sellainen ohjelma, joka pyörähtää vain kerran ympäri CPU:n käynnistyttyä. Tällainen lohko on kätevä, jos halutaan jonkun toiminnon tapahtuvan ennen muiden toimintojen alkua esimerkiksi sähkökatkoksen jälkeen. Tässä projektissa käytössä olivat perusrunko, johon kuului lohkot OB1, FC2, FC3 ja FC4, jotka riittivät linjaston toimintoihin erinomaisesti.

5.6 FC2-automaattiajoloikko

Automaattiajoloikkoon eli ohjelmassa lohkkoon FC2, on koottu kaikki ohjelmassa olevat automaattiajoon liittyvät toiminnot. FC2-lohko sisältää myös lavaussekvenssin (kuva 24), jossa lavaajabotti tekee askeleittain tietyt toiminnot, jotta aloitusehdot täyttyvät. Automaattiajo ei aloita toimintaa, jos aloitussekvenssistä jää yksikin askel toteutumatta. FC2-lohkkoon voidaan helposti myös muuttaa automaattiajossa tapahtuvia asioita, esimerkiksi vakuumpumpun käyntiaikaa voidaan säätää halutunlaiseksi.

```
Network : LAVAUSSEKVENSSIN ALOITUSEHDOT
Comment:

AN "M1.1" M1.1 -- ASKEL 1: ALAS (HIDAS)
AN "M1.2" M1.2 -- ASKEL 2: ALAS
AN "M1.3" M1.3 -- IMU PAALLE
AN "M1.4" M1.4 -- ASKEL 4: YLOS (NOPEA)
AN "M1.5" M1.5 -- ASKEL 5:YLOS (HIDAS)
AN "M1.6" M1.6 -- ASTIAT YLARAJALLA
AN "M1.7" M1.7 -- ASKEL 7: SIIRTO LAVAUSPAIKALLA
AN "M2.0" M2.0 -- ASKEL 8: SIIRTO LAVALLE (HIDAS)
AN "M2.1" M2.1 -- ASKEL 9: ALAS (NOPEA)
AN "M2.2" M2.2 -- ASKEL 10: ALAS (HIDAS)
AN "M2.3" M2.3 -- ASKEL 11: IMU POIS
AN "M2.4" M2.4 -- PUHALIUS
AN "M2.5" M2.5 -- ASKEL 13: NOSTO (NOPEA)
AN "M2.6" M2.6 -- ASKEL 14: NOSTO (HIDAS)
AN "M2.7" M2.7 -- ASKEL 15: SIIRTO OTTOPAIKALLE (NOPEA)
AN "M3.0" M3.0 -- ASKEL 16: SIIRTO OTTOPAIKALLE (HIDAS)
AN "M4.1" M4.1 -- ASKEL 3.4: YLHAALLA
AN "M4.2" M4.2 -- ASKEL 3.5: IMUHAIRIO
AN "M4.3" M4.3 -- RIVILASKURI
AN "M4.4" M4.4 -- RIVILASKURI VERTAILUT
AN "M8.1" M8.1 -- ASKEL 3.1: IMUHAIRIO
= "M1.0" M1.0 -- LAVAUSSEKV. ALOITUS
```

Kuva 23 Kuvassa on lavaussekvenssin aloitusehdot.

5.7 FC3-käsiajoloikko

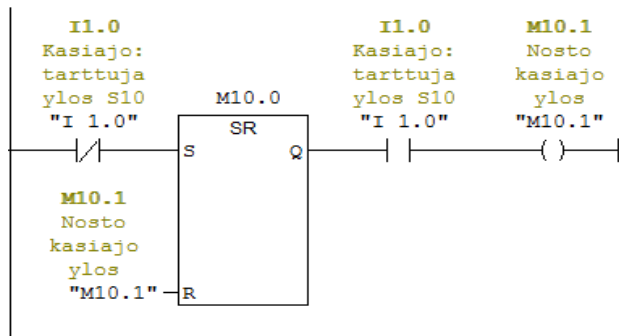
Käsiajotoiminnot ovat koottuina FC3-lohkkoon, jonne kutsutaan OB1-lohkosta. Käsiajotoiminnot on tarkoituksella eritelty. Ohjelman luettavuus paranee huomattavasti, kun ohjelma jaotellaan. FC3-lohkokolla oli myös suuri merkitys, kun linjastoa testattiin. Testauksessa tarkkailtiin käsiajotoimintoja FC3-lohkosta.

FC3 : Title:

Comment:

Network 1 : NOSTON KASIAJO YLOS, PULSSI

Comment:



Kuva 24 Kuvassa on lavaajarobotin FC3-lohkosta pätkä ohjelmaa.

5.8 FC4-moottoriohjauslohko

Ohjelman moottoriohjaukset sekä venttiiliohjaukset ovat koottuina FC4-lohkoon, jolloin voidaan seurata moottoreiden ja venttiileiden toimintaa esimerkiksi häiriötilanteissa. Logiikkalähtöjen sijainti samassa lohkossa mahdollistaa uusien lähtöjen lisäyksen ohjelmaan, jos niitä tarvitsee tulevaisuudessa lisätä.

5.9 Valmis ohjelma

Valmis Siemens Simatic S7-ohjelma valmistui lavaajarobottiin, ja liitteestä 5 nähdään kaikki IO-osoitteet, jotka ohjelmaan tuli. Lavaajarobotin IO-tuloja on yhteensä 41 kappaletta ja IO-lähtöjä yhteensä 17. Lavaajarobotin ohjelmassa on myös käytetty virtuaalisia merkkeriosoitteita yhteensä 64. Ajastimia ohjelmassa oli 14, joilla esimerkiksi ajastettiin vakuumpumpun käyntiaikaa. Yhteenlaskettu osoiteavaruus ohjelmassa oli 136 osoitetta. Tärkein osa ohjelmaa oli osoitteiden kommentointi, jotta ohjelma olisi helposti luettavaa.

6 OHJELMOITAVIEN LOGIIKKAJÄRJESTELMIEN ASENNUS JA TESTAUS

Lavaaja- ja purkurobotin asennus aloitettiin poistamalla vanhat logiikkayksiköt sähkökeskuksista. Asennuksessa oli tärkeää muistaa, että ei sekoita logiikkayksiköiden tulo- ja lähtöjohtoja, joten ne siirsin johto kerrallaan vanhasta IO-kortista uuteen kort-

tiin. Johto kerrallaan siirrettäessä minimoitiin virheet, jotka olisivat voineet aiheutua esimerkiksi, siitä jos osoitteen IO.0 johto kytkettäisiin IO-kortin osoitepaikkaan IO.1. Johtojen uusiminen oli myös tärkeää, koska vanhassa S5-logiikassa kaikki johdot olivat samanvärisiä, jolloin johtojen tunnistaminen oli mahdotonta. Keskuksesta ei vaihdettu muuta kuin vanhat Siemens S5-ohjausyksiköt, jolloin uudet Siemens S7-yksiköt saatiin kiinnitettyä olemassa oleviin riviliitinpaikkoihin. Sähkökeskuksen seinään kiinnitettiin Siemens Simatic S7-300 yhteensopiva kisko, johon voi myöhemmin kätevästi lisätä ja poistaa logiikkayksiköitä. Kisko kiinnitettiin pop-niiteillä seinään, minkä jälkeen se vielä maadoitettiin erillisellä maadoitusjohdolla.

Kiskon asentamisen jälkeen aloitettiin itse asennus. Se tehtiin hardware configuraation mukaisesti, jossa ensimmäisenä asennettiin virtalähde kiskoon. Virtalähteen rinnalle tuli CPU-yksikkö ja IO-kortit. IO-kortit asennettiin siinä järjestyksessä, kuin logiikka-johdot olivat riviliittimissä.

6.1 Testaus

Uusi logiikkaohjelma ladattiin CPU:lle, jolloin huomattiin suurin osa virheistä, joita logiikkaohjelman lohkoissa oli ohjelmakäännöksen jälkeen. Etenkin ajastimissa oli pientä heittoa ajoissa, jolloin oikeiden aikojen asettamiseksi täytyi tarkastaa mitä tarkoittaa S5-ohjelman symbolit. Vanhan S5-järjestelmän ohjelmointisymboleita oli vaikea löytää, mutta onneksi Kymenlaakson ammattikorkeakoululla oli jäljellä manuaaleja, joista löytyi tarvittavat tiedot [6]. Vanhassa ohjelmassa ajastimia oli kahta eri mallia, vetohidastus ja päästöhidastus (kuva 25). Nämä ajastimet hoitivat tässä vanhassa ohjelmassa esimerkiksi vakuumpumpun imun viivettä.

```

NETZWERK 13          00C3          IMU PAALLA - VIIVE
M 0.0      +-----+      T 11
            ---! & !      +-----+
M 1.3      ---! !-----!T!-!O!
            +-----+      !
            KT 010.1  --!TW DU!-
                       ! DE!-
                       --!R  Q!-
                       +-----+

NETZWERK 39          0222
M 2.4      +-----+
            ---!>=1!      +-----+
M 4.2      ---! !-----! & !      T 10
            +-----+      !
            M 0.0      ---! !-----!O!-!T!
                       +-----+      !
                       KT 003.2  --!TW DU!-
                                       ! DE!-
                                       --!R  Q!-
                                       +-----+

```

Kuva 25 Kuvassa ovat Siemens S5-ohjelmoinnissa käytettävät päästöhidastus- ja veto- hidastusajastimet.

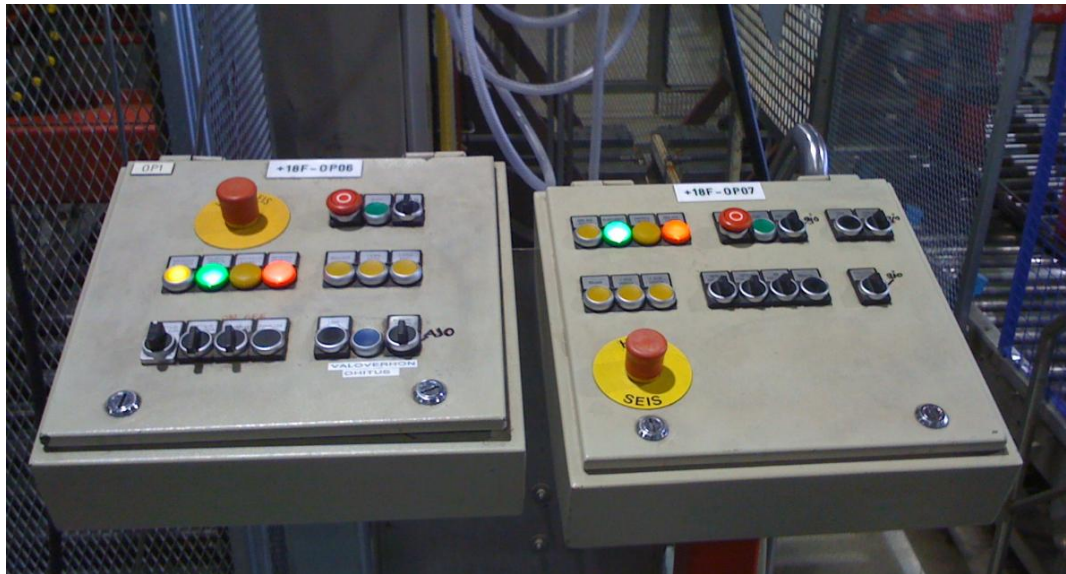
6.2 IO-testaus

IO-testaus oli helpointa tehdä asennuksen jälkeen. Testasin kuitenkin uutta logiikkaohjelmaa muutamasta kohdasta asentamalla kytkimen tulokortille ja merkkilampun lähtökortille, jolloin näin, toimiiko esimerkiksi vakuumpumpun käsikäytöllä käynnistys. Tämä pieni testi onnistui moitteettomasti, ja sen jälkeen aloitin testauksen linjastossa. IO-testausta olisi voinut toteuttaa myös laajempaan kokonaisuutena, jolloin esimerkiksi kaikkiin IO-kortteihin olisi kytketty erilliset kytkimet ja lamput. Tällainen testaaminen olisi kuitenkin ollut hankalaa, koska tuloja ja lähtöjä oli paljon. Testauksessa ensiksi laitettiin virrat päälle logiikalle, jolloin nähtiin, alkaako ohjelma tehdä ylimääräisiä liikkeitä tai palaako ylimääräisiä valoja käyttöpaneelissa. IO-testauksessa kaikki toimivat päällisin puolin moitteettomasti, minkä jälkeen voitiin aloittaa linjaston koeajot.

6.3 Koeajo

Koeajo suoritettiin käsiajolla, jolloin voitiin hallita robottia erillisillä ohjauspulpetissa sijaitsevilla kytkimillä (kuva 26). Koeajossa selvisikin nopeasti, että ajettaessa robotin nostokelkkaa (kuva 4) eteenpäin kelkka ei hidastanut vauhtiaan vaan törmäsi kiskon pätyyn. Ongelma johtui väärästä osoitteesta, joka antaa rajakytkimeltä käskyn asettaa hitaamman nopeuden taajuusmuuttajalle. Väärä osoite oli jäänyt korjaamatta ohjelman kääntämisen jälkeen, mutta osoitteen vaihtamisen jälkeen robotti toimi halutulla taval-

la. Muita ongelmia ei koeajoissa ilmennyt, jolloin voitiin aloittaa huoletta linjan normaali tuotanto.



Kuva 26 Kuvassa on lavaaja- ja purkajarobottien ohjauspulpetit.

Koeajossa testattiin myös, kuinka linjasto reagoi sähkökatkokseen logiikkaohjausjärjestelmän vaihtamisen jälkeen. Testi suoritettiin ajamalla ensin linjasto täyteen ja ensimmäisen täyden lavan jälkeen katkaistiin virrat logiikkayksiköiltä. Virran katkaisun jälkeen logiikkaohjelma palaa alkutilaan ja unohtaa samalla täyden lavan linjalle. Täysi lava täytyi näin ollen siirtää käsiohjauksella pois lavauspaikalta. Sähkökatkoksen sattuessa ei testien mukaan tapahdu mitään sellaista, että siitä aiheutuisi suurta haittaa.

7 YHTEENVETO

Opinnäytetyö onnistui suunnitellulla tavalla. Tarkoituksena oli modernisoida panimotynnyrilinjaston lavaaja- ja purkajarobottien logiikkayksiköt vanhasta Siemens S5-sarjasta uuteen Siemens S7-sarjaan. Modernisointi on ajankohtainen asia monessa yrityksessä, koska varaosia vanhaan Siemens Simatic S5-sarjaan ei ole saatavissa muutaman vuoden kuluttua. Modernisointiin liittyi paljon haasteita, esimerkiksi miten uusiin logiikkayksiköihin saataisiin käännettyä uudet ohjelmat ja miten asennus sujuisi. Vanhan logiikkajärjestelmän ohjelma täytyi kääntää sopivaksi Siemens Simatic S7-muotoon, jolloin logiikkaohjelmointiin piti perehtyä. Vanha S5-ohjelma ei ollut yhteensopiva uuden järjestelmän kanssa.

Ohjelman kääntäminen oli suurin osa opinnäytetyössä, mutta kääntämiseen on kuitenkin kehitetty hyviä työkaluja, esimerkiksi Simatic Manager-ohjelmistossa Converting-sovellus, joka auttoi projektissa. Ohjelman kääntäminen tuntui aluksi hankalalta, koska en ollut aikaisemmin kokeillut käännösohjelmaa, jolla voidaan kääntää Siemens S5-ohjelmia uusiin S7-ohjelmiin. Kääntämisohjelman lisäksi Siemensillä on hyviä manuaaleja kääntämisestä, ja niistä oli todella paljon apua.

Ohjelman kääntämisen jälkeen aloitettiin asennukset, jotka täytyi aloittaa samaan aikaan, kuin panimotynnyriliinjastossa suoritettiin vuosihuolto. Vuosihuollon yhteydessä uuden logiikkaohjelman asennus ja testaus voitiin suorittaa rauhallisesti. Asennus oli minulle uutta, koska en ollut aikaisemmin ollut mukana näin laajassa projektissa.

Opinnäytetyön toteuttaminen oli projekti, jossa pääsin työskentelemään logiikkaohjelmien ja laitteiden parissa. Kokemusta karttui myös sähkösuunnittelutyökalu CADSOhjelman käytöstä, koska uuden logiikkajärjestelmän sähkökuvat eivät olleet sähköisessä muodossa. Sähköiseen muotoon siirrettiin molempien robottien sähkökuvat, mutta tässä opinnäytetyössä keskityttiin lähinnä lavaajarobotin kuviin, jotka ovat liitteinä.

Uusien kuvien piirtäminen oli aluksi hankalaa. Koska en ollut ennen opinnäytetyötä selaillut erilaisten piirtosymbolien kirjastoa, oikeiden symbolien löytämisessä meni aikaa. Sain apua kuitenkin Hartwallin työntekijöiltä, jolloin piirtäminen alkoi onnistua paremmin ja sähkökuvat saatiin piirrettyä ja siirrettyä sähköiseen muotoon. Opinnäytetyössä onnistuttiin modernisoimaan ohjelmoitavat logiikkajärjestelmät, joten asetettu tavoite saavutettiin.

LÄHTEET

1. Kilkki, Mika, työnjohtaja. Oy Hartwall Ab. [Haastattelu 5.10.2009]
2. Oy Hartwall AB:n Internet-sivut. Saatavissa:
<http://www.hartwall.fi/fi/Hartwall/Hartwall/Yritys/>. [Viitattu 20.12.2009]
3. MH-Betoni Oy:n Internet-sivut. Saatavissa:
<http://www.mh-betoni.fi/referenssit/kuvat/Hartwall.jpg/>. [Viitattu 23.4.2010]
4. Siemens Oy:n Internet-sivut. Saatavissa:
<http://www.siemens.fi/CMSADwww.nsf/all/EBA46CA550D46306C225707B003B1B5B/>. [Viitattu 4.3.2010]
5. Siemens Oy:n Internet-sivut. Saatavissa:
[http://www.siemens.fi/CMSADfiles.nsf/all/E2DB555B10270973C225707B003ADAF9/\\$file/S5toS7liite.pdf/](http://www.siemens.fi/CMSADfiles.nsf/all/E2DB555B10270973C225707B003ADAF9/$file/S5toS7liite.pdf/). [Viitattu 4.3.2010]
6. Automaatiolaite Siemens Simatic S5-100U, luettelo ST 52.1
Siemens osakeyhtiö 1986
7. Siemens Oy:n Internet-sivut. Saatavissa:
http://cache.automation.siemens.com/dnl/jg/jg0NzE0OQAA_1091978_HB/6ES5%20998-0UB23.pdf. [Viitattu 10.3.2010]
8. Siemens Oy:n Internet-sivut. Saatavissa:
http://cache.automation.siemens.com/dnl_iis/zU/zUyOTg5OQAA_12996906_HB/s7300_cpu_31xc_and_cpu_31x_manual_en%2DUS_en%2DUS.pdf. [Viitattu 28.3.2010]
9. Siemens Oy:n Internet-sivut. Saatavissa:
http://support.automation.siemens.com/WW/llisapi.dll/csfetch/15229053/S7pcshwb_e.pdf?func=cslib.csFetch&nodeid=15230187. [Viitattu 1.5.2010]

10. Siemens Oy:n Internet-sivut. Saatavissa:

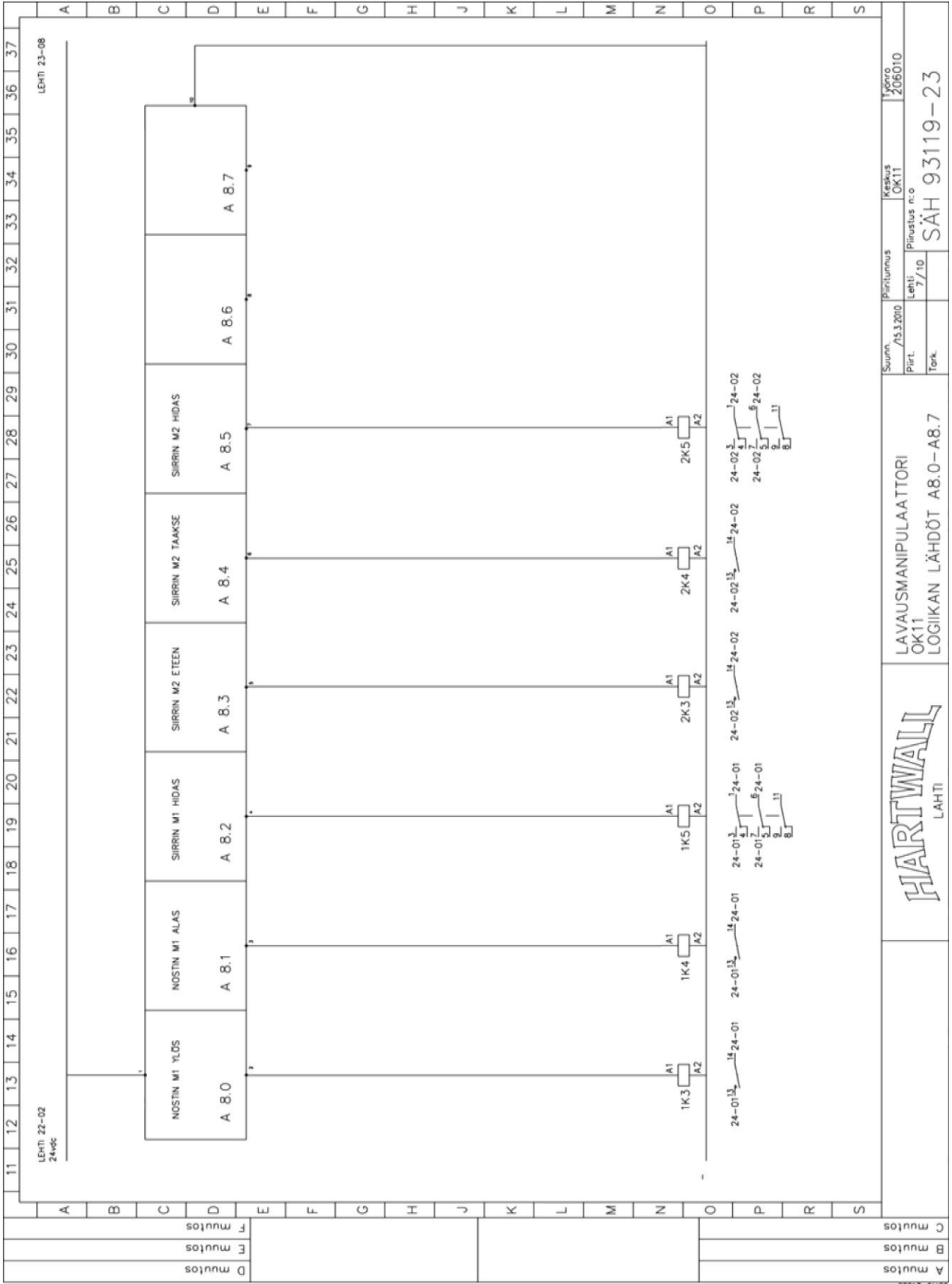
http://www.siemens.com/finland/fi/industry/teollisuuden_tuotteet_ja_ratkaisut/tuotesivut/automaatiotekniikka/kayttoliittymat/operointipaneelit/kosketusnaytot.htm

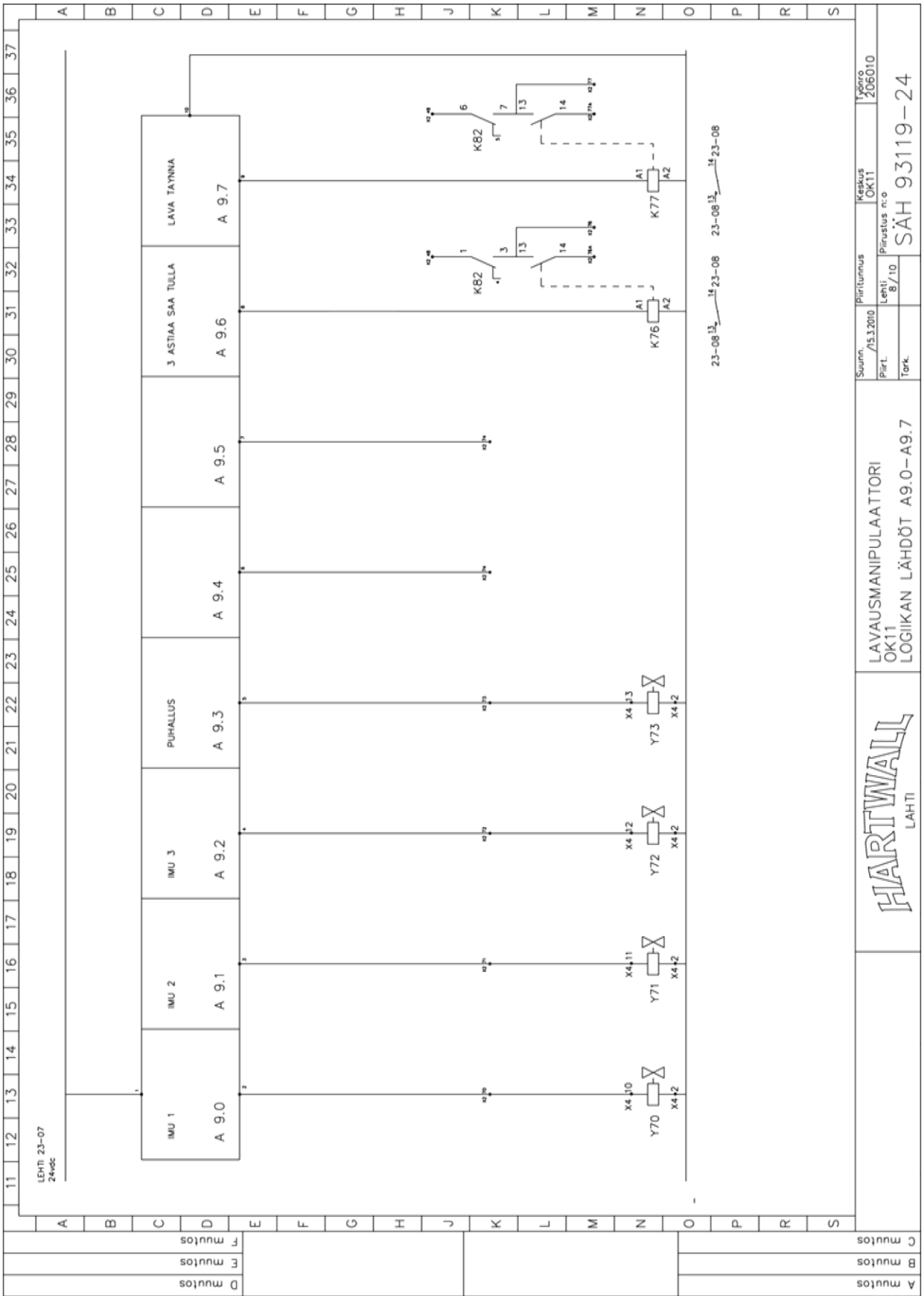
[Viitattu 1.9.2010]

11. Siemens Oy:n Internet-sivut. Saatavissa:

[http://www.siemens.fi/CMSADwww.nsf/C53425D305F0079BC22570EB0049595E/\\$file/S7300YksikkotiedotReferenssikirja.pdf](http://www.siemens.fi/CMSADwww.nsf/C53425D305F0079BC22570EB0049595E/$file/S7300YksikkotiedotReferenssikirja.pdf)

[Viitattu 27.9.2010]

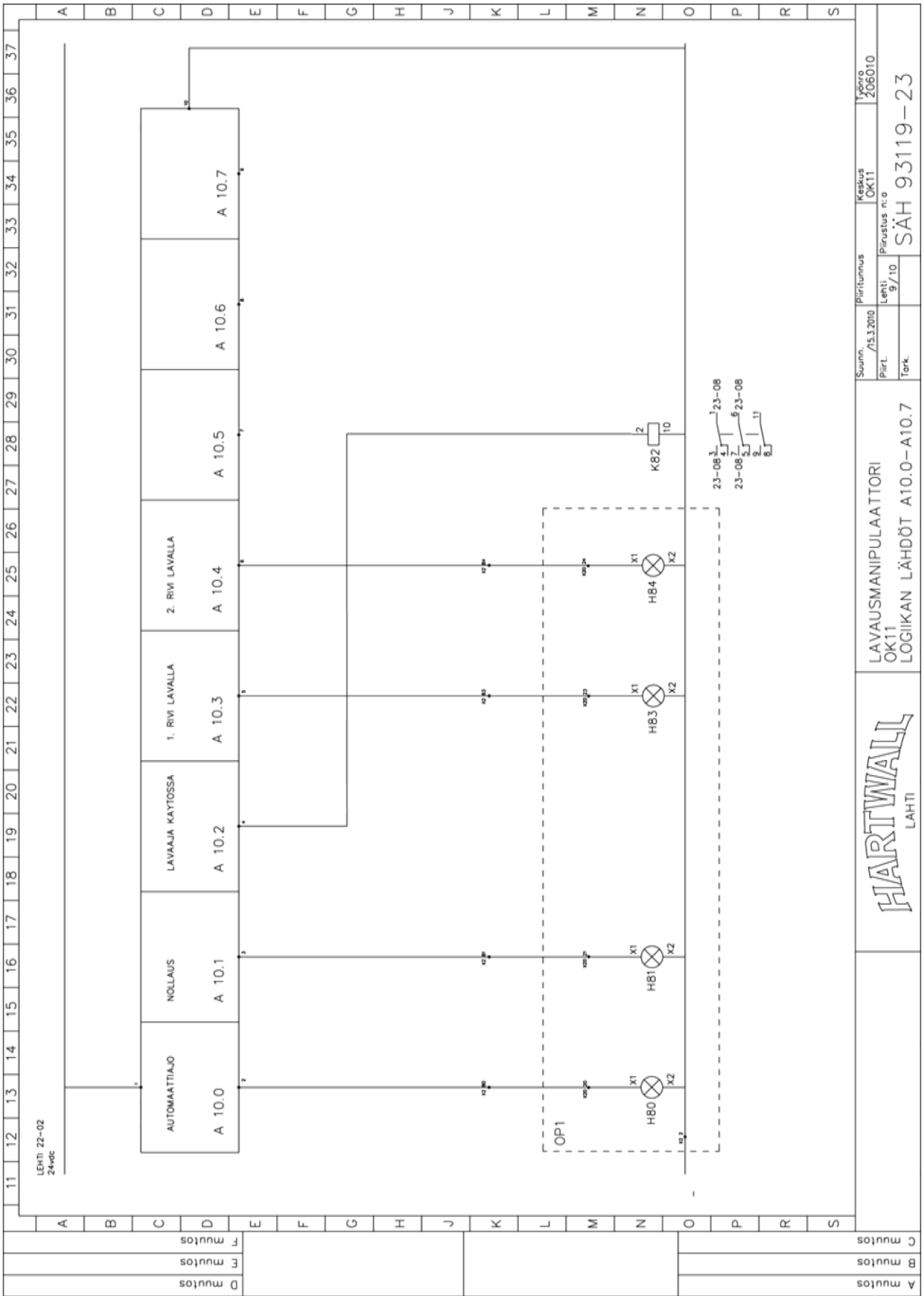




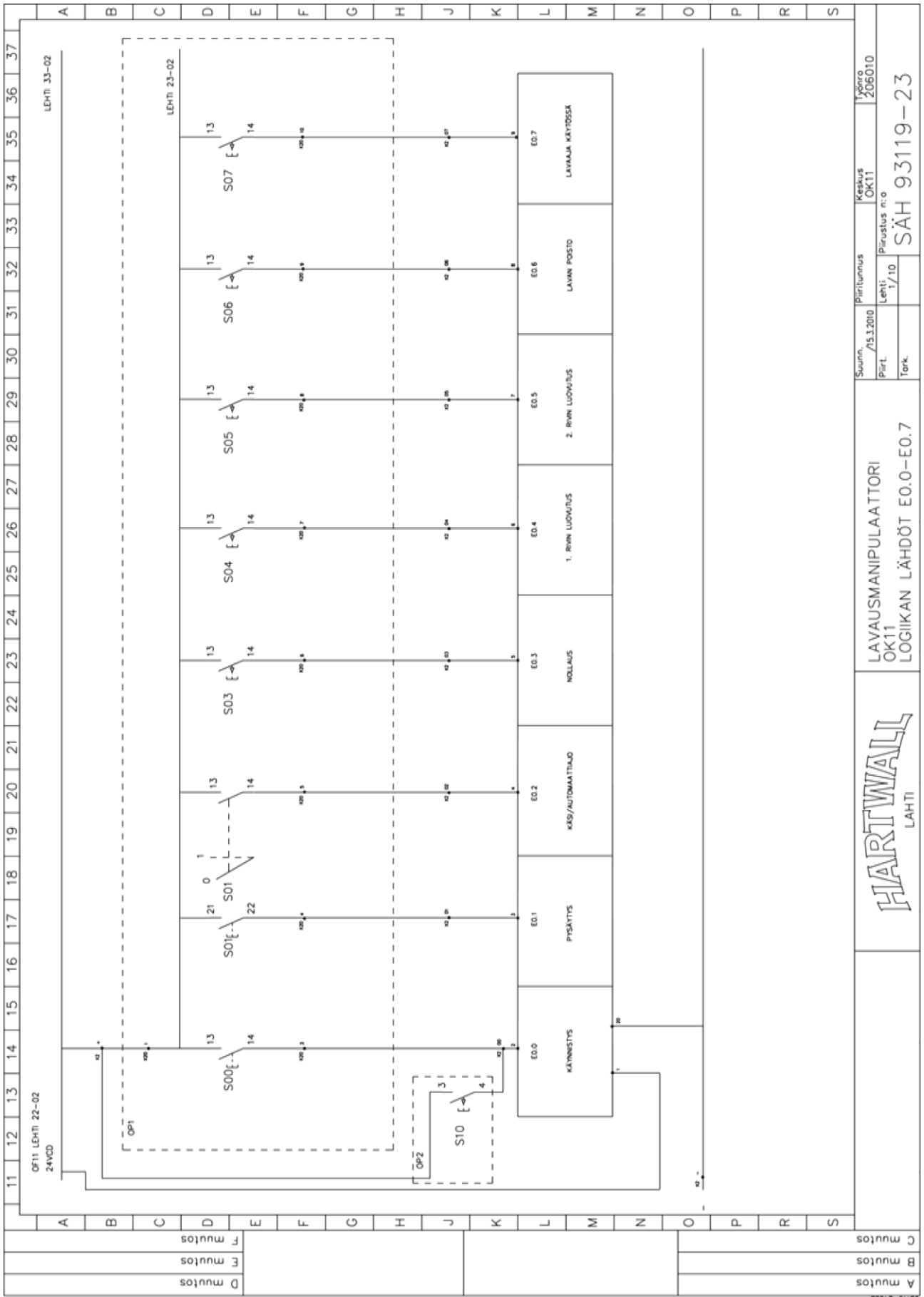
23-08¹³ 14 23-08 25-08¹³ 15 23-08

Suunn. /15.3.2010		Piirustus n:o	Ypöncö
Piir.	Lehti B/10	OK11	206010
Tork.		SÄH 93119-24	
HARTWALL LAHTI			
LAVAUSMANIPULAATTORI OK11 LOGIIKAN LÄHDÖT A9.0-A9.7			

A	D muutos
B	E muutos
C	F muutos



93119-24003



HARTWALL
LAHTI

LAVAUSMANIPULAATTORI
OK11
LOGIIKAN LÄHDÖT E0.0-E0.7

Työno. 206010

Keskus OK11

Pirttunus

Suunn. /15.3.2010

Pirtt. 1/10

SÄH 93119-23

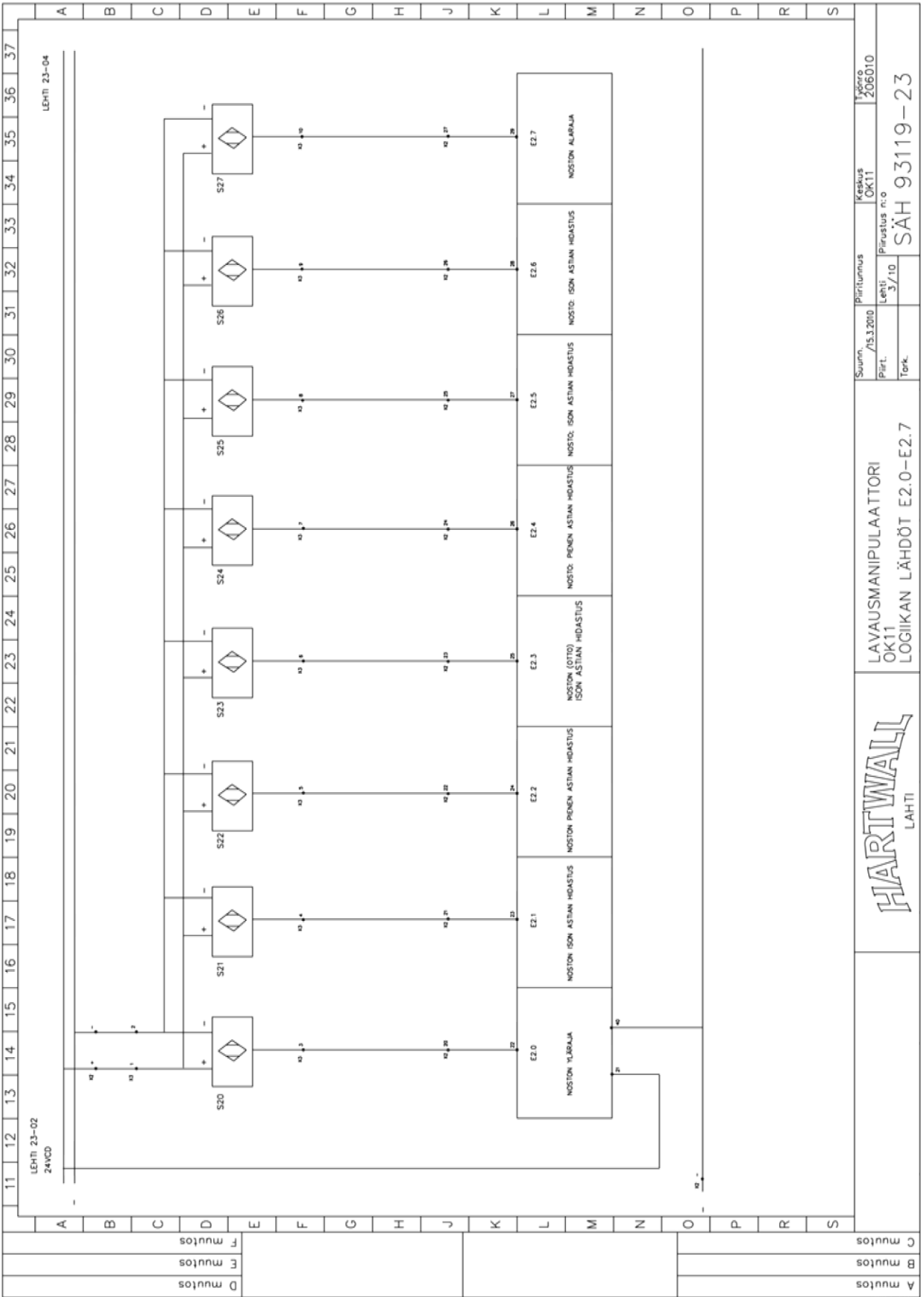
Pirustus n:o

Tark.

A mutos

B mutos

C mutos



Suunn. /15.1.2010
Päiv. 3/10
Tark.

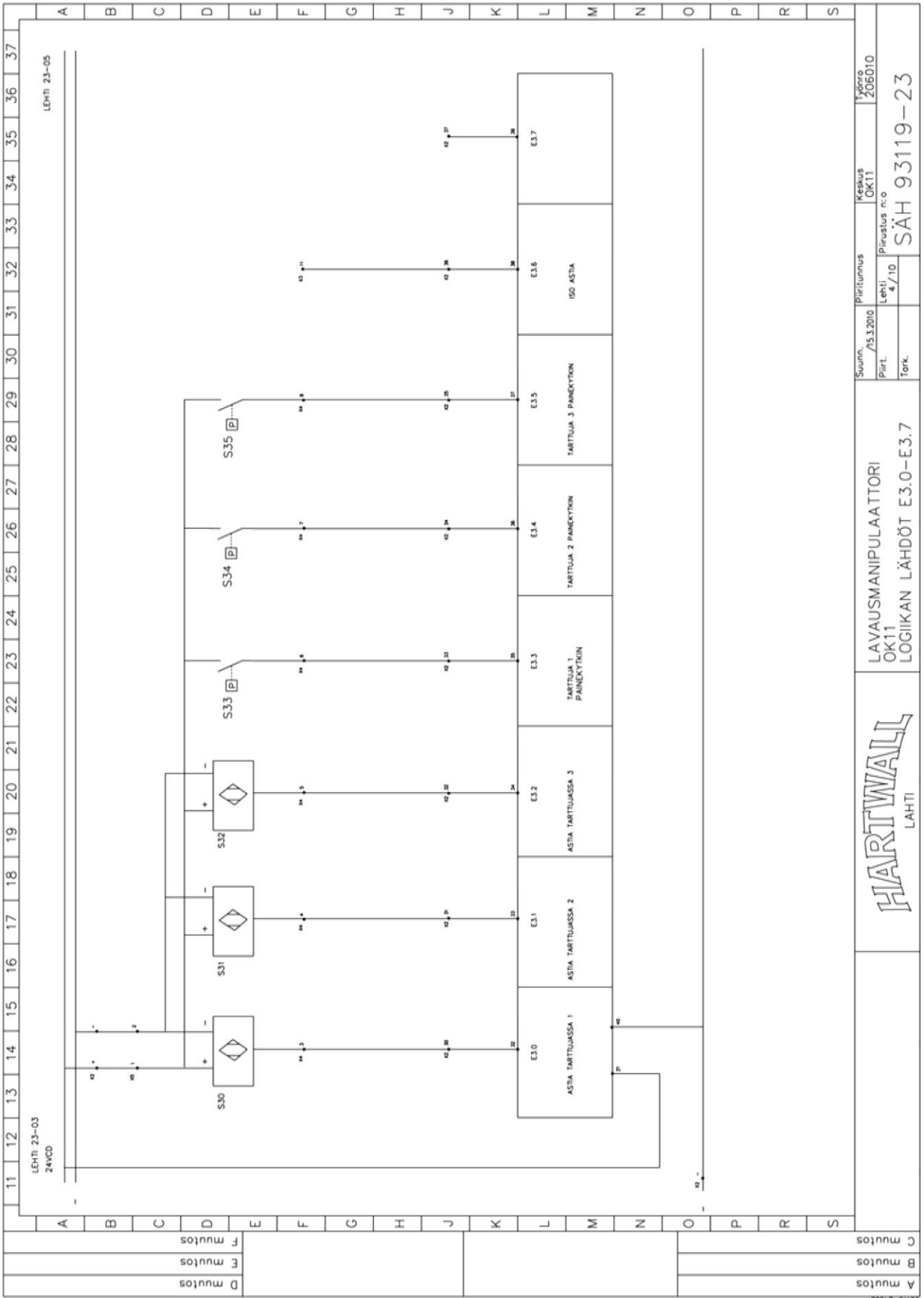
Piirittunnus OK11
Parastus n:o SÄH 93119-23

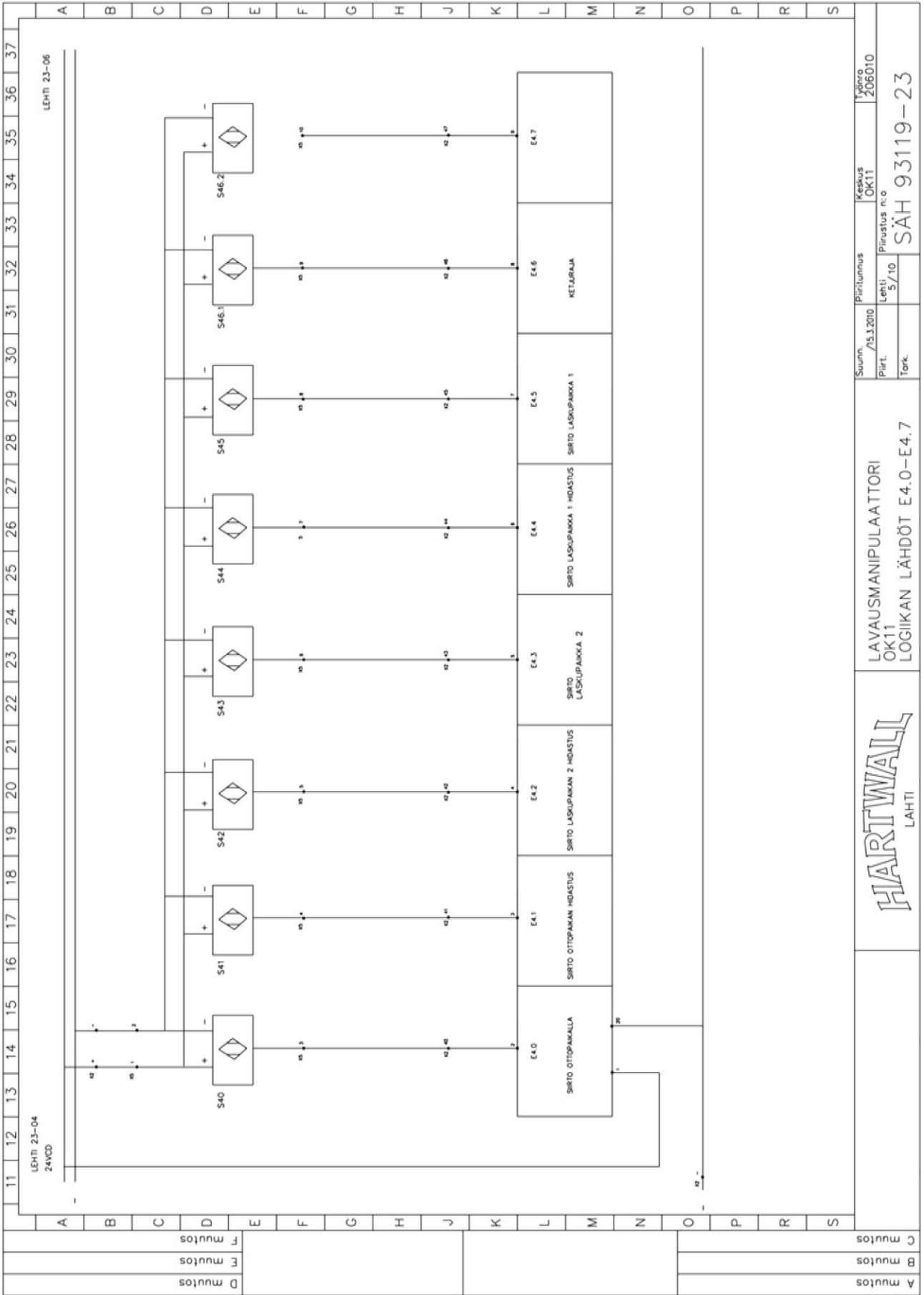
Keskus OK11
Tököro 206010

LAVAUSMANIPULAATTORI
OK11
LOGIIKAN LÄHDÖT E2.0-E2.7



A	D muutos
B	E muutos
C	F muutos





93119-24003

FC 2	OB1 (Cycle Execution)	R	LAD	NW 1	/U
FC 3	OB1 (Cycle Execution)	R	LAD	NW 2	/U
FC 4	OB1 (Cycle Execution)	R	LAD	NW 3	/U
I 0.0 (I 0.0)	FC2	R	FBD	NW 1 /A	NW 2 /A
I 0.1 (I 0.1)	FC2	R	FBD	NW 1 /A	NW 1 /ON
I 0.2 (I 0.2)	FC2	R	FBD	NW 1 /A	NW 1 /ON
I 0.3 (I 0.3)	FC2	R	FBD	NW 3	/A
I 0.4 (I 0.4)	FC2	R	FBD	NW 40	/A
I 0.6 (I 0.6)	FC4	R	FBD	NW 13	/A
I 0.7 (I 0.7)	FC2	R	FBD	NW 1 /A	NW 1 /ON
I 1.0 (I 1.0)	FC3	R	FBD	NW 1 /A	NW 1 /AN
I 1.1 (I 1.1)	FC3	R	FBD	NW 2 /A	NW 2 /AN
I 1.2 (I 1.2)	FC3	R	FBD	NW 3 /A	NW 3 /AN
I 1.3 (I 1.3)	FC3	R	FBD	NW 4 /A	NW 4 /AN
I 1.4 (I 1.4)	FC4	R	FBD	NW 8 /A	NW 9 /A
I 1.5 (I 1.5)	FC4	R	FBD	NW 8 /A	NW 9 /A
I 1.6 (I 1.6)	FC4	R	FBD	NW 11	/A
I 2.0 (I 2.0)	FC2	R	FBD	NW 42	/O
I 2.1 (I 2.1)	FC2	R	FBD	NW 8 /A	NW 16 /A
I 2.2 (I 2.2)	FC2	R	FBD	NW 15 /A	NW 24 /A
I 2.3 (I 2.3)	FC2	R	FBD	NW 10	/A

I 2.4 (I 2.4)	FC2	R	FBD	NW 10 /A
I 2.5 (I 2.5)	FC2	R	FBD	NW 20 /A
I 2.6 (I 2.6)	FC2	R	FBD	NW 20 /A
I 2.7 (I 2.7)	FC3	R	FBD	NW 8 /O NW 9 /O
I 3.0 (I 3.0)	FC2	R	FBD	NW 11 /ON NW
I 3.1 (I 3.1)	FC2	R	FBD	NW 11 /ON NW
I 3.2 (I 3.2)	FC2	R	FBD	NW 11 /ON NW
I 3.3 (I 3.3)	FC2	R	FBD	NW 14 /ANW 14 /O
I 3.4 (I 3.4)	FC2	R	FBD	NW 14 /ANW 14 /O
I 3.5 (I 3.5)	FC2	R	FBD	NW 14 /ANW 14 /O
I 3.6 (I 3.6)	FC2	R	FBD	NW 5 /A NW 6 /AN
I 4.0 (I 4.0)	FC2	R	FBD	NW 8 /A NW 27 /A
I 4.1 (I 4.1)	FC2	R	FBD	NW 26 /A
I 4.2 (I 4.2)	FC2	R	FBD	NW 18 /A
I 4.3 (I 4.3)	FC2	R	FBD	NW 19 /A
I 4.4 (I 4.4)	FC2	R	FBD	NW 18 /A
I 4.5 (I 4.5)	FC2	R	FBD	NW 19 /A
I 4.6 (I 4.6)	FC4	R	FBD	NW 1 /A NW 1 /AN
I 4.7 (I 4.7)	FC2	R	FBD	NW 14 /A
I 5.0 (I 5.0)	FC2	R	FBD	NW 5 /O NW 6 /O
I 5.1 (I 5.1)	FC4	R	FBD	NW 2 /A

I 5.2 (I 5.2)	FC2	R	FBD	NW 5 /O NW 6 /O	
I 5.3 (I 5.3)	FC2	R	FBD	NW 14 /ANW 31 /A	
M 0.0	FC2	R	FBD	NW 8 /A NW 10 /A	
M 0.1	FC2	W	FBD	NW 2 /R NW 2 /S	
M 0.2	FC2	R	FBD	NW 4 /O NW 5 /O	
M 0.3	FC2	R	FBD	NW 5 /O NW 6 /O	
M 1.0	FC2	R	FBD	NW 4 /O NW 5 /A	
M 1.1 9 /A	FC2	R	FBD	NW 7 /AN	NW
M 1.2 8 /O	FC2	R	FBD	NW 7 /AN	NW
M 1.3 10 /O	FC2	R	FBD	NW 7 /AN	NW
M 1.4 12 /O	FC2	R	FBD	NW 7 /AN	NW
M 1.5 14 /O	FC2	R	FBD	NW 7 /AN	NW
M 1.6 15 /O	FC2	R	FBD	NW 7 /AN	NW
M 1.7 16 /O	FC2	R	FBD	NW 7 /AN	NW
M 2.0 17 /O	FC2	R	FBD	NW 7 /AN	NW
M 2.1 18 /O	FC2	R	FBD	NW 7 /AN	NW
M 2.2 19 /O	FC2	R	FBD	NW 7 /AN	NW

M 2.3 20 /O	FC2	R	FBD	NW 7 /AN	NW
M 2.4 21 /O	FC2	R	FBD	NW 7 /AN	NW
M 2.5 22 /O	FC2	R	FBD	NW 7 /AN	NW
M 2.6 23 /O	FC2	R	FBD	NW 7 /AN	NW
M 2.7 24 /O	FC2	R	FBD	NW 7 /AN	NW
M 3.0	FC2	R	FBD	NW 5 /O NW 6 /O	
M 3.1	FC2	R	FBD	NW 26 /O	
M 4.1	FC2	R	FBD	NW 4 /O NW 7 /AN	
M 4.2 31 /O	FC2	R	FBD	NW 7 /AN	NW
M 4.3 32 /O	FC2	R	FBD	NW 7 /AN	NW
M 4.4	FC2	R	FBD	NW 1 /O NW 7 /AN	
M 4.5	FC2	R	FBD	NW 34 /O	
M 5.0 8 /O	FC2	R	FBD	NW 6 /AN	NW
M 5.1 8 /O	FC2	R	FBD	NW 5 /AN	NW
M 5.2	FC2	R	FBD	NW 12 /AN NW 14 /A	
M 8.0 28 /A	FC2	R	FBD	NW 12 /AN	NW
M 8.1	FC2	R	FBD	NW 4 /O NW 7 /AN	

M 8.2	FC2	R	FBD	NW 1 /O NW 28 /O
M 8.3	FC2	R	FBD	NW 29 /O
M 9.1	FC2	R	FBD	NW 18 /ANW 19 /A
M 9.2	FC2	R	FBD	NW 18 /ANW 19 /A
M 9.3	FC2	R	FBD	NW 40 /O
M 9.4	FC2	W	FBD	NW 42 /=
M 9.5	FC2	W	FBD	NW 43 /RNW 43 /S
M 10.0	FC3	R	FBD	NW 1 /A
M 10.1	FC3	R	FBD	NW 1 /A NW 5 /A
M 10.2	FC3	R	FBD	NW 2 /A
M 10.3	FC3	R	FBD	NW 2 /A
M 10.4	FC3	R	FBD	NW 3 /A
M 10.5	FC3	R	FBD	NW 3 /A NW 10 /A
M 10.6	FC3	R	FBD	NW 4 /A
M 10.7	FC3	R	FBD	NW 4 /A
M 11.0	FC3	W	FBD	NW 5 /R NW 5 /S
M 11.1	FC3	W	FBD	NW 6 /R NW 6 /S
M 11.2	FC3	W	FBD	NW 7 /R NW 7 /S
M 12.2	FC3	W	FBD	NW 8 /R NW 8 /S
M 12.3	FC3	W	FBD	NW 9 /R NW 9 /S
M 13.0	FC3	W	FBD	NW 10 /RNW 10 /S

M 13.1	FC3	W	FBD	NW 11 /RNW 11 /S
M 13.2	FC3	W	FBD	NW 12 /RNW 12 /S
M 13.3	FC3	W	FBD	NW 13 /RNW 13 /S
M 14.1	FC2	R	FBD	NW 31 /O
M 14.2	FC2	R	FBD	NW 31 /O
M 14.3	FC2	R	FBD	NW 31 /O
M 15.1	FC4	R	FBD	NW 8 /A
M 15.2	FC4	R	FBD	NW 9 /A
M 15.3	FC4	R	FBD	NW 10 /A
M 20.0	FC2	R	FBD	NW 44 /ANW 44 /AN
M 20.1	FC4	R	FBD	NW 14 /A
Q 8.0 (Q 8.0)	FC3	R	FBD	NW 7 /A NW 8 /O
Q 8.1 (Q 8.1)	FC3	R	FBD	NW 7 /O NW 8 /A
Q 8.2 (Q 8.2)	FC4	W	FBD	NW 3 /=
Q 8.3 (Q 8.3)	FC3	R	FBD	NW 12 /ANW 13 /O
Q 8.4 (Q 8.4)	FC3	R	FBD	NW 12 /ONW 13 /A
Q 8.5 (Q 8.5)	FC4	W	FBD	NW 7 /=
Q 9.0 (Q 9.0)	FC4	W	FBD	NW 8 /=
Q 9.1 (Q 9.1)	FC4	W	FBD	NW 9 /=
Q 9.2 (Q 9.2)	FC4	W	FBD	NW 10 /=
Q 9.3 (Q 9.3)	FC4	W	FBD	NW 11 /=

Q 9.6 (Q 9.6)	FC4	W	FBD	NW 12	/=
Q 9.7 (Q 9.7)	FC4	W	FBD	NW 13	/=
Q 10.0 (Q 10.0)	FC4	W	FBD	NW 14	/=
Q 10.1 (Q 10.1)	FC4	W	FBD	NW 15	/=
Q 10.2 (Q 10.2)	FC4	W	FBD	NW 16	/=
Q 10.3 (Q 10.3)	FC4	W	FBD	NW 17	/=
Q 10.4 (Q 10.4)	FC4	W	FBD	NW 18	/=
T 0	FC2	R	FBD	NW 10	/A
T 2	FC2	R	FBD	NW 22	/A
T 3	FC2	R	FBD	NW 23	/A
T 4	FC2	R	FBD	NW 31	/A
T 5	FC2	R	FBD	NW 32	/A
T 6	FC2	R	FBD	NW 33	/A
T 7	FC2	R	FBD	NW 11	/A
T 10	FC2	W	FBD	NW 39	/SF
T 11	FC2	R	FBD	NW 14	/A
T 12	FC4	R	FBD	NW 2	/AN
T 15	FC2	R	FBD	NW 5	/A
T 16	FC2	R	FBD	NW 6	/A
T 20	FC2	R	FBD	NW 44	/A
T 21	FC2	R	FBD	NW 44	/A