

Antti Leinonen

LOGIIKAN VAIHTO HARTSINTÄYTTÖRADALLE

Insinööriyö

Kajaanin ammattikorkeakoulu

Tekniikan ja liikenteen ala

Elektroniikan tuotantotekniikan

Koulutusohjelma

Kevät 2001



Kajaanin
ammattikorkeakoulu

INSINÖÖRITYÖ TIIVISTELMÄ

Osasto Tekniikka	Koulutusohjelma Elektroniikan Tuotantotekniikka
Tekijä(t) Antti Leinonen	
Työn nimi Logiikan Vaihto Hartsintäyttörädalle	
Vaihtoehtoiset ammattiopinnot	Ohjaaja(t) Kalevi Mulari Heikki Savolainen
Aika 3.4.2001	Sivumäärä 53 + 57
Tiivistelmä <p>Tämä työ tehtiin Evox Rifa Oy:n Suomussalmen tehtaalle. Työn aiheena oli ohjelmoida hartsintäyttörädalle vaihdettava uusi logiikka. Hartsintäyttörata poistaa kondensaattoreista oikosulut ja täyttää kondensaattorin kotelon ja käämin välin hartsilla.</p> <p>Työ toteutettiin kahdessa vaiheessa johtuen hartsintäyttöradan rakenteesta. Hartsintäyttörata on jakaantunut esipolttopäähän ja hartsintäyttöpäähän. Ensimmäisessä vaiheessa toteutettiin hartsintäyttöpään logiikkaohjauksen uusiminen ja toisessa vaiheessa esipolttopään logiikkaohjauksen uusiminen. Hartsintäyttörädalle vaihdettiin entisten kahden logiikan tilalle yksi yhteinen logiikka radan molemmille päille.</p> <p>Työn tuloksena saatiin hartsintäyttörata toimimaan halutulla tavalla uuden logiikan ohjauksen alaisena. Työ saatiin tehtyä insinööriyön aikataulun puitteissa.</p>	
Luottamuksellinen Kyllä Ei x	
Hakusanat Logiikka, Täyttörata	
Säilytyspaikka Kajaanin AMK	



**Kajaanin
ammattikorkeakoulu**

Kajaani Polytechnic

**ABSTRACT
FINAL YEAR PROJECT**

Faculty Engineering	Degree programme Production Engineering
Author(s) Antti Leinonen	
Title Change of Logic in the Filling Line of Resin	
Optional professional studies	Instructor(s) / Supervisor(s) Kalevi Mulari Heikki Savolainen
Date 29.3.2001	Total number of pages 53 + 57
<p>Abstract</p> <p>This final year project was done for Evox Rifa Oy, Suomussalmi. The purpose of the project was to change the logic in the filling line of resin. The filling line of resin eliminates short circuits of condensators, and it fills the gap between the package of the condensator and the coil by resin. The filling line of resin includes two separate parts which are the fore-burning end and the resin-filling end.</p> <p>The project was carried out in two parts. The first part of the project was to change the logic control of the resin filling end, and the second part was to change the logic control of the fore-burning end. Two logics of the filling line of resin were replaced by one common logic for both the parts.</p> <p>The result of the project is a properly functioning logic control. This final year project was carried out in the required timetable.</p>	
Confidential Yes No x	
Keywords Logic, Filling line	
Deposited at Kajaani Polytechnic	

SISÄLLYSLUETTELO

1 JOHDANTO JA TAVOITTEET	6
2 AUTOMATISOINTI	12
2.1 Releohjaus	12
3 LOGIIKKA OHJAINLAITTEENA	14
3.1 Ohjelmoitavien logiikoiden pääpiirteitä	15
3.2 Rakenne	16
3.3 Toiminta	19
3.4 Ohjelmointi	20
3.5 Toimintaympäristö	20
4 SYSMAC CQM1 –OHJELMOITAVA LOGIIKKA	22
4.1 Muistialueiden yksiköt	22
4.2 Osoitteen määräytyminen	23
4.3 Ohjelmoinnissa yleisimmin käytetyt käskyt ja funktiot	24
5 OHJELMOITAVILLA LOGIIKOILLA TOTEUTETTAVA AUTOMATISOINTIPROJEKTI	30
6 HARTSINTÄYTTÖRADAN LOGIIKAN VAIHTO	33
6.1 Lähtökohta	33
6.2 Hartsintäyttöpään esiselvitykset	33
6.3 Hartsintäyttöpään sähkökytkennät	37
6.4 Ohjelmointi	37
6.4.1 Ohjauspaneeli	37
6.4.2 Hartsintäyttöpään toiminta	38
6.4.3 Hartsintäyttöpään toiminnan kuvaus	40
6.5 Uuden logiikan käyttöönotto	43
6.6 Esipolttopää	44
6.6.1 Esipolttopään esiselvitykset	44

6.7 Esipolttopään sähkökytkennät	45
6.8 Esipolttopään ohjelmointi	45
6.8.1 Ohjauspaneeli	45
6.8.2 Esipolttopään toiminnan kuvaus	47
6.8.3 Esipolttopään uuden logiikka ohjauksen käyttöönotto	49
7 JATKOTOIMENPITEET	50
8 YHTEENVETO	51
LÄHDELUETTELO	52
LIITELUETTELO	53

1 JOHDANTO JA TAVOITTEET

Evox Rifan Suomussalmen tehtaalla useiden logiikalla ohjattujen tuotantolaitteiden ohjaus on toteutettu vanhalla Autolog-merkkisellä logiikalla. Sen varaosien saatavuus on heikentynyt viime vuosina huomattavasti. Logiikan vikaantuessa voi pahimmassa tapauksessa tuotantoon tulla pitkä ennakoinaton katkos. Lisäksi Autologin logiikkaohjelmiin muutoksen tekeminen on hankalaa.

Insinööriyön tavoitteena oli ohjelmoida hartsintäyttöradalle vanhan Autolog-logiikan tilalle vaihdettava Omron-merkinen logiikka.

Insinööriyö jakaantui kahteen osaan hartsintäyttöradan rakenteesta johtuen. Hartsintäyttörata on jakaantunut esipolttopäähän ja hartsintäyttöpäähän. Insinööriyön ensimmäinen vaihe oli ohjelmoida hartsintäyttöpää, jonka jälkeen esipolttopää. Radan rakenne muuttui sen verran, että ennen sekä esipolttopäätä että hartsintäyttöpäätä ohjasivat omat logiikkansa, kun taas uusi logiikka tulisi olemaan yhteinen molemmille radan päille.

Evox Rifa

Evox Rifa Oy on suomussalmelainen kondensaattoreita valmistava yritys. Pääpaino on keskittynyt muovikalvosta valmistettaviin radiaali- ja pintaliitoskondensaattoreihin, jotka valmistetaan alusta loppuun asti omana työnä.

Suomussalmen tuotantolaitos kuuluu osana suurempaan Evox Rifa Oy konserniin, jonka omistaa Finvest Oyj. Tuotantolaitoksia on Suomussalmen lisäksi Ruotsissa ja Indonesiassa. Myyntiyhtiöitä on Yhdysvalloissa ja Saksassa sekä myyntikonttorit Sveitsissä, Iso-Britanniassa ja Malesiassa. Jälleenmyyjiä on kautta maailman yli 30:ssä maassa.

Yrityksen historia alkaa vuodesta 1947, jolloin Runar Öhman perusti erään suomalaisen elektroniikkateollisuuden pioneeriyrityksen Evox Oy:n Virkkalaan. Ensimmäiset yrityksen valmistamat tuotteet olivat gramofonien äänirasiat sekä kidemikrofonit. Kondensaattorit tulivat kuitenkin yrityksen valmistukseen jo alusta lähtien ja varsin pian näistä tulikin yrityksen varsinainen päätuote.

Suomussalmen tehdas perustettiin vuonna 1978, jonka jälkeen tuotantolaitosta on laajennettu useaan otteeseen, joista viimeisin on valmistunut 1999. Virkkalan tuotanto on siirretty kokonaisuudessaan Suomussalmelle ja Ruotsiin vuosien 1983 – 1992 aikana.

Suomussalmen yksikön liikevaihto v.1998 oli 61 miljoonaa markkaa. Henkilöstöä oli 31.12.1999 171, joista 151 tuotannossa. Kondensaattori tuotanto vuonna -98 oli 224 miljoonaa kondensaattoria vuodessa. Tehtaan kokonaispinta-ala on n. 4700 neliötä.

Evox Rifa valmistaa kondensaattoreita useille eri teollisuuden aloille. Yhdenkään asiakasryhmän osuus ei ole yli viidennestä liikevaihdosta. Tärkeimmät asiakasryhmät ovat auto-, toimisto-, teollisuus ja kulutus-elektroniikkayritykset, tietoliikenne- ja tietokonealan yritykset sekä valaisinyritykset. Tärkeimpiä yksittäisiä asiakkaita ovat mm. ABB, Berendsen, Bosch, Danfoss, Ericsson, Helvar ja Nokia.

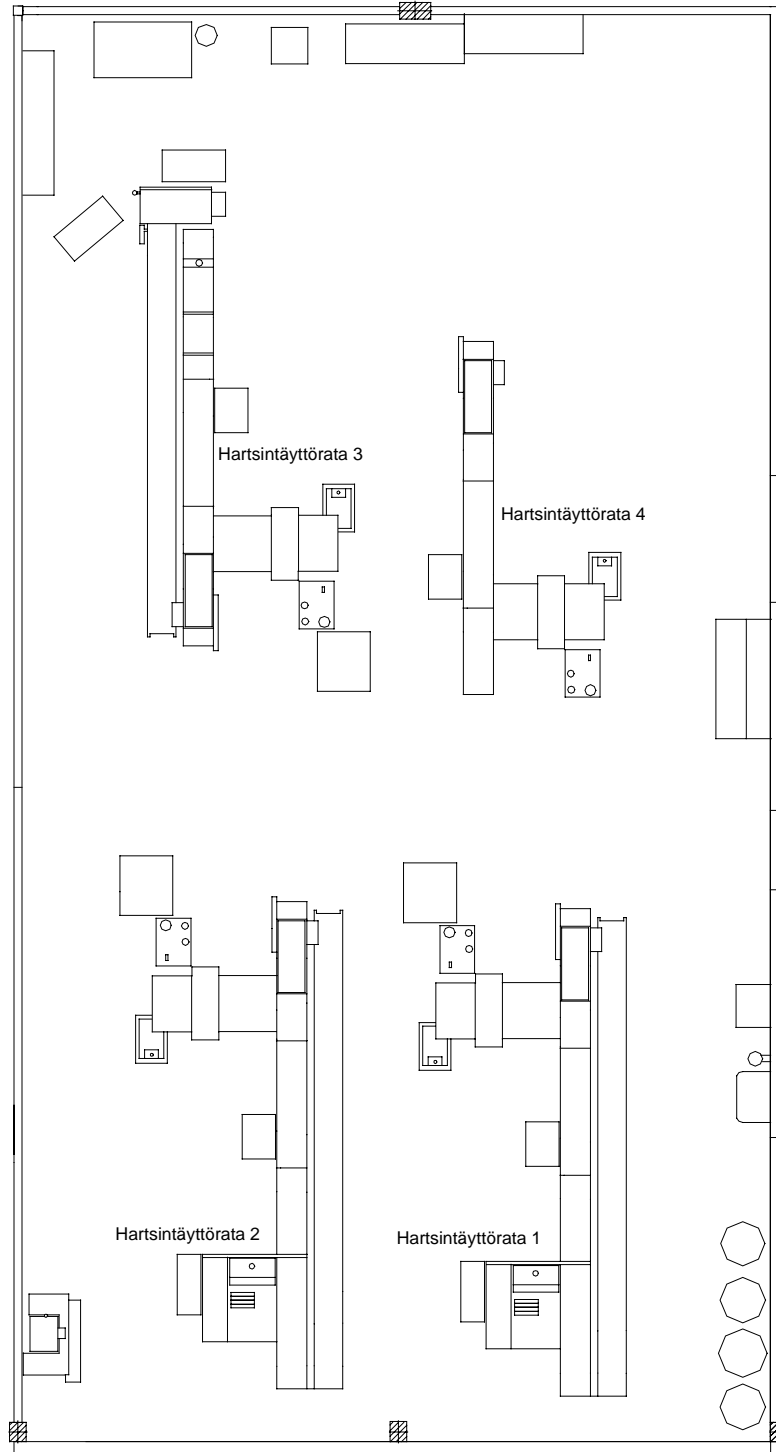
Evox-Rifa Suomussalmen tehdas on EN ISO 9001 ja CECC sertifioitu ja sillä on useita vaativia asiakashyväksyntöjä, esim. QS9000.

Prosessin kuvaus

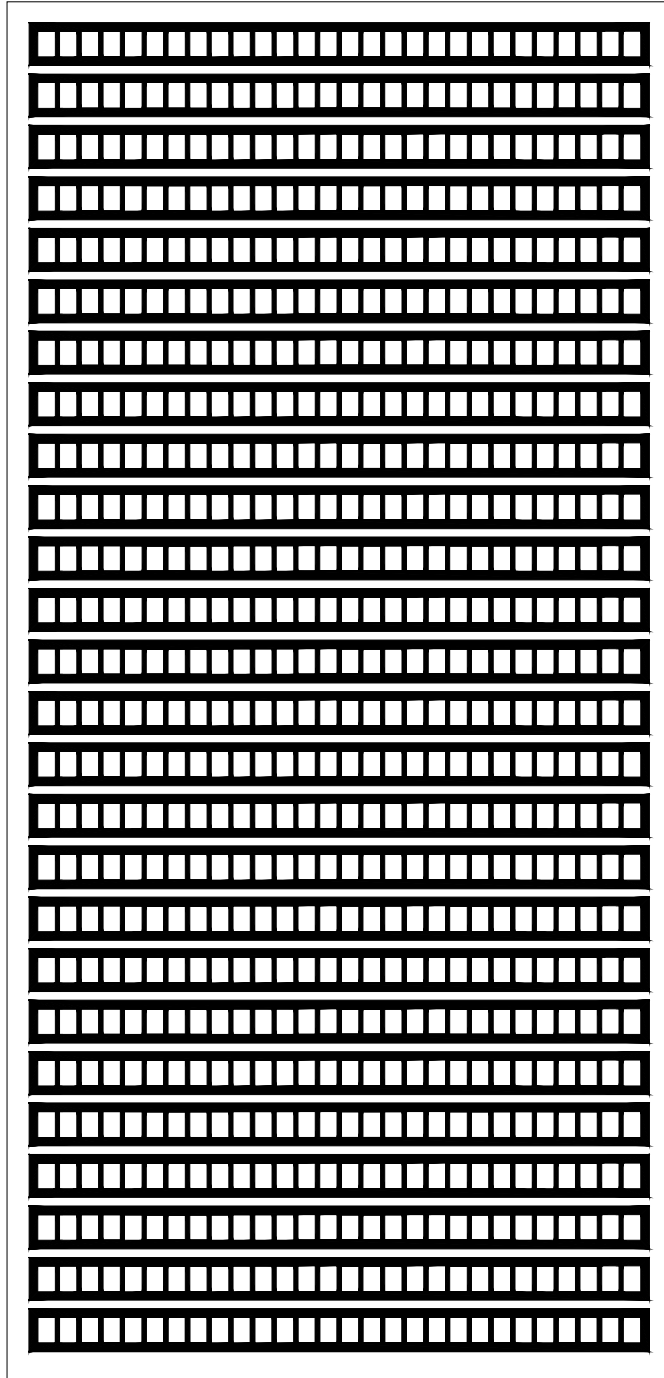
Evox Rifan Suomussalmen tehtaalla valmistettavien muovikalvo-kondensaattoreiden valmistusprosessi sisältää lukuisia eri työvaiheita alkaen muovikalvon metalloinnilla ja päättyen valmiiden tuotteiden pakkaamiseen.

Yhtenä työvaiheena valmistusprosessissa on kondensaattoreiden hartsintäyttö. Siinä kondensaattorin käämin ja kotelon välinen tyhjä tila täytetään hartsilla. Tämä pidentää kondensaattoreiden käyttöikää lisäten niiden hermeettistä kestävyyttä. Kuvassa 1 on esitetty Suomussalmen tehtaassa hartsintäytön tilat. Tila sisältää neljä eri hartsintäyttörataa.

Kondensaattorit kulkevat radoilla kuvan 2 mukaisessa kokonaisuudessa. Kondensaattorit ovat upotettuina rimoihin, joissa ne kulkevat radan eri vaiheiden läpi. Yhdessä rimassa on 28 - 31 kondensaattoria riippuen kondensaattorin mallista. Rimat sijaitsevat pellillä kuvan 2 mukaisella tavalla. Rimat poistetaan pelliltä kahdessa eri radan kohdassa: esipoltossa ja täytössä, mutta niiden pitää olla kuitenkin radan lopussa samassa paikassa pellillä kuin ennen radalle tuloakin. Pellille mahtuu maksimissaan 26 rimaa. Pellit kulkevat radalla pitkän sivun suuntaisesti.



Kuva 1. Hartsintäyttöhuone



Kuva 2. *Pelti rimoineen*

Hartsintäyttörata 1 ja 2 ovat lähes identtiset, ja niitä käytetään kaksijalkaisen läpivietävien kondensaattoreiden hartsintäyttöön. Ratoja 3 ja 4 käytetään pintaliitoskondensaattoreiden ja monijalkakondensaattoreiden hartsintäyttöön.

Radoissa 1, 2 ja 3 on esipolttopäät, joiden läpi kondensaattorit menevät ennen hartsintäyttöä. Esipolttopään tehtävä on varmistaa, että kondensaattoreihin ei jää oikosulkuja. Kondensaattoreihin syötetään korkea jännite, joka höyrystää oikosulku kohdasta metallikerroksen poistaen näin oikosulun.

Hartsintäyttöradoissa 1 ja 2 kondensaattorit menevät esipolton jälkeen hihnalla sijaitsevan uunin läpi, jonka tarkoituksena on lämmittää kondensaattoreita ja kondensaattoreiden koteloita parantaen hartsin täyttöä.

Uunin jälkeen kondensaattorit menevät itse hartsintäyttöön, joka tapahtuu kahdessa osassa, hartsintäyttö 1:ssä ja hartsintäyttö 2:ssa. Hartsintäyttö 1:ssä hartsia annostellaan noin puolet koko hartsimäärästä. Hartsintäyttö 1:n jälkeen kondensaattorit menevät hihnan kautta hartsintäyttö 2:een. Hartsintäyttö 1:n jälkeisellä hihnalla on lämmittimet, joiden tarkoituksena on parantaa hartsintäyttö 1:ssä annostellun hartsin tunkeutuvuutta kondensaattorin kotelon ja käämin väliin. Hihnalta kondensaattorit menevät hartsintäyttö 2:een, jossa tapahtuu lopullinen täyttö.

Hartsintäytön jälkeen kondensaattorit menevät uunitukseen, jossa hartsi kovetetaan. Uunituksesta kondensaattorit jatkavat tuotantoprosessissa eteenpäin.

2 AUTOMATISOINTI

Moderni teollisuus ja sille asetetut kasvaneet tuottavuusvaatimukset ovat johtaneet automaatiolaitteiden voimakkaaseen kehitykseen ja käytön kasvuun. Massatuotannossa on paljon täsmälleen samanlaisia toistuvia työkaksoja. Tällaiset toiminnot ovat tyypillisiä nykyisen automatisoinnin kohteita.

Suuret automatisointitehtävät (esim. paperikoneet, kemialliset prosessiohjaukset, suurehkot voimalaitokset jne.) toteutetaan tavallisesti automaatiojärjestelmillä, jotka ovat juuri tähän tarkoitukseen valmistettuja, mikroprosessoripohjaisia tietokonelaitteistoja ja ohjelmistoja.

Pienet ja keskisuuret automatisointitehtävät voidaan useimmiten toteuttaa ohjelmoitavien logiikoiden avulla, jotka ovat mikroprosessoripohjaisia, juuri näihin tehtäviin suunniteltuja tietokonelaitteita ja ohjelmistoja.

Johtuen ohjelmoitavien logiikoiden viimeaikaisesta, voimakkaasta kehityksestä, sisältävät nykyiset logiikat myös sellaisia ominaisuuksia, joihin on aiemmin totuttu vain automaatiojärjestelmien yhteydessä (laskentaa, säätöä, videovalvomototeutuksia ja sitä kautta hälytysten käsittelyä, raportointia jne.)

2.1 Releohjaus

Kytkemällä releitä sopivasti rinnan ja sarjaan voidaan rakentaa kaksitilaista (binääristä) logiikkaa. Releohjauksen suunnittelu perustuu kaksi tilalogiikkaan samoin kuin hydraulisen tai pneumaattisen ohjauksen suunnittelu. Myös monien ohjelmoitavien logiikoiden ohjelmointi on samantapaista työtä. Nyrkkisääntönä voidaan pitää sitä, ettei releohjausta voi perustella, jos se koostuu yli 10 releestä.

Rele

Rele on kytkimen tapainen komponentti. Kun kytkin kytkee sähkövirran tai jännitteen mekaanisen liikkeen avulla, rele tekee sen sähkövirran avulla.

Pienellä virralla voidaan kytkeä suuri virta tai tasavirralla vaihtovirta jne.

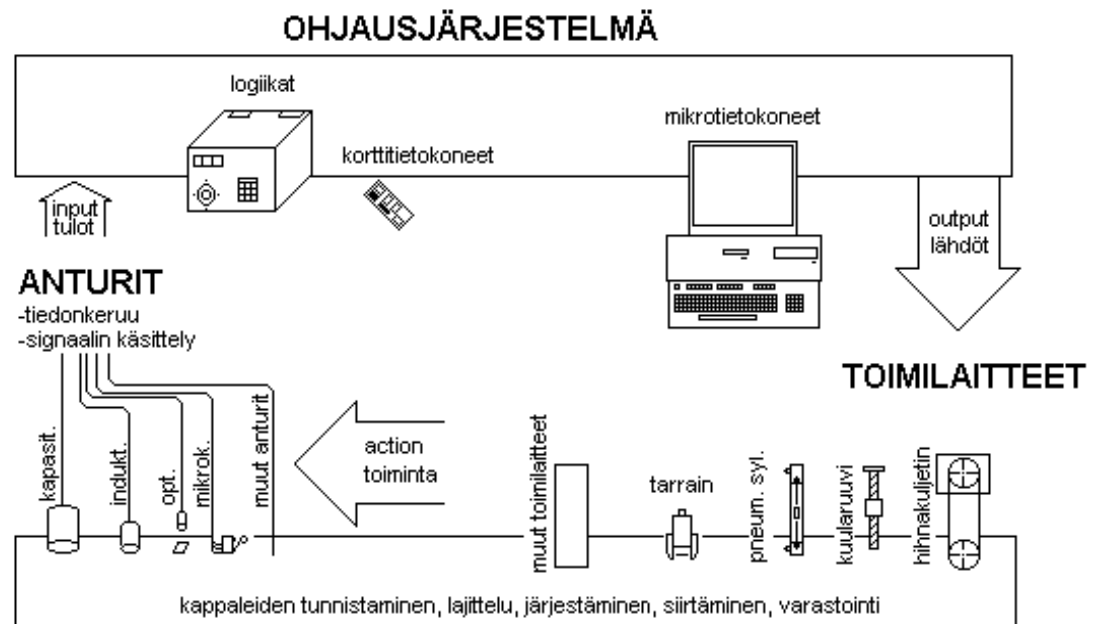
Rele koostuu kelasta ja yhdestä tai useammasta koskettimesta, joita kela ohjaa.

3 LOGIIKKA OHJAINLAITTEENA

Ohjelmoitavat logiikat (PLC, Programmable Logic Controller) ovat yleisimpiä ohjauslaitteita. Niiden toimintojen määrä ja suorituskyky on lisääntynyt prosessoreiden kehityksen myötä.

Kuvassa 3 on kuvattu automaatiojärjestelmän toimintaperiaate. Automaatiojärjestelmän ohjainlaitteena logiikka ottaa anturilta saamansa informaation vastaan ja reagoi saamansa tiedon perusteella ohjelman määräämällä tavalla. Reagointi ilmenee toimilaitteiden tarkoituksen mukaisena toimintana.

[2, s.102]



Kuva 3. Automaatiojärjestelmän periaate [5, s.10]

Logiikoiden ja ohjelmointityökalujen kehityksen myötä logiikoiden käyttökohteet ovat lisääntyneet. Ohjelmitavaa logiikkaa käytetään toistuvien työjaksojen kuten kokoonpanolinjojen, pakkaus- ja lajittelukoneiden automatisointiin aina yksittäisen koneen ohjauksesta kokonaisen tehtaan laajuisten järjestelmien hallintaan. Alun perin logiikka kehitettiin releohjauksen korvaajaksi, koska releohjaus ei ollut joustava tuotemuutosten yhteydessä. [2, s.102]

3.1 Ohjelmitavien logiikoiden pääpiirteitä

Logiikat jakaantuvat toiminnallisesti kolmeen toisistaan selkeästi erottuvaan osaan. 1: *logiikan tulot*, joihin prosessista tuodaan tila- ja mittaustietoja sekä käyttäjien toimintoja. 2: *logiikan lähdöt*, joilla ohjataan prosessin toimilaitteita; pumppuja, venttiileitä, merkkivaloja jne. halutun prosessitapahtuman toteuttamiseksi. 3: *logiikassa sijaitseva muisti*, missä sijaitsee ”käyttöjärjestelmä”, kuva prosessin tapahtumista sekä soveltajan laatima ohjelma, mikä suorittaa ohjelmallisesti tulojen ja lähtöjen välisen riippuvuuden.

Tyypillinen ehtologiikkasovelluksissa käytettävä ajatusmalli on seuraava: Jos tulojen tila on tällä hetkellä tämä, niin lähdöt pitää ohjata tuohon tilaan.

Edellä mainittu on ollut tavallisin ajatuksellinen malli logiikoiden kehityksen alkuvaiheessa. Tällä mallilla saadaan toteutettua ns. ehto- eli kombinaatiologiikkaohjauksia. Nykyisessä kehitysvaiheessa ovat logiikat sisältävän sijaan myös mahdollisuuksia mutkikkaampaan prosessointiin askel- eli sequenssitoimintojen, matemaattisten ja muiden erikoiskäskyjen kautta.

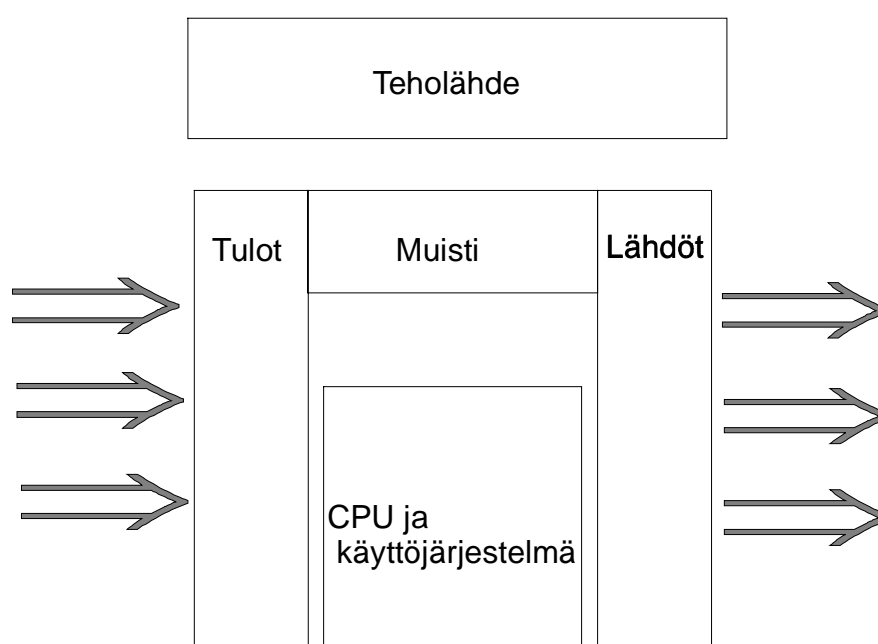
Nykyiset logiikkaohjelmat koostuvat tyypillisesti ehto-, askel-, ja erikoiskäskyistä.

[1, s.9]

3.2 Rakenne

Logiikan rakenteellinen lohkokaavio esitetty kuvassa 4. Logiikan sisäisiä toimintoja ohjaavat mikroprosessori sekä käyttöjärjestelmä. Ne huolehtivat myös viestiliikenteestä logiikan ja oheis- sekä ohjelmointilaitteiden välillä. Suurissa logiikoissa käytetään useampia prosessoreita, joiden tehtävät on jaettu. Näin saadaan laajojenkin ohjausten toiminta nopeaksi. Käyttöjärjestelmä on logiikoissa valmiina tallennettuna ROM-muistiin.

[3, s.5]



Kuva 4. Logiikan rakenteellinen lohkokaavio

Sovellusohjelma määrää logiikan tehtävät prosessissa ja se talletetaan ohjelmamuistiin, joka yleensä on paristovarmennettua RAM-muistia. Sovellusohjelman pituutta rajoittaa mm. käytössä olevan ohjelmamuistin koko.

Lisäksi logiikoissa on erilaisia muistialueita mm. tuloja ja lähtöjä, ohjelmassa käytettäviä apumuisteja, mittaustietojen tallennusta tai vaikkapa tiedonsiirtoa eri laitteita varten.

Binääristen tuloyksiköiden tehtävänä on sovittaa ulkoinen signaali logiikan sisäiseen signaalitasoon, joka usein on 5 V DC. Lähtöyksiköt ohjaavat lähtöä vastaavan sisäisen muistipaikan tilan (0 tai 1) perusteella lähdössä olevaa kosketinta tai puolijohdekytkintä. Yleensä tulo- ja lähtöyksiköt sisältävät optoerottimen turvallisuuden parantamiseksi ja häiriövaikutusten pienentämiseksi. Analogiset yksiköt sisältävät datamuuntimet analogisen signaalin muuntamiseksi digitaaliseksi tai päinvastoin. Tyypillinen datamuuntimen bittimäärä on 12, jolloin tietty standardiviesti, esim. 0...10 V, voidaan jakaa logiikassa n. 4000 tasoon.

[3, s.5]

Teholähde

Teholähteen tehtävänä on syöttää logiikan keskusyksikön ja I/O-yksiköiden tarvitsema teho. Toisaalta teholähde erottaa logiikan verkosta. Kenttälaitteiden liitântäteho otetaan useimmiten erillisistä teholähteistä.

Keskusyksikkö

Perusrakenteeltaan logiikka on mikrotietokone. Keskusyksikkö koostuu prosessoreista, muistista ja mahdollisista kommunikaatioporteista.

Tulot

Tuloyksiköllä on neljä tehtävää: välittää on/ei -tietoa antureilta keskusyksikölle, toteuttaa galvaaninen erotus, sovittaa anturijännitteet logiikan jännitteeseen ja suojata logiikkaa häiriöiltä. Galvaaninen erotus voidaan toteuttaa joka releellä, muuntajalla tai optoerottimella. Tuloyksiköissä käytetään etupäässä optoerottimia. Optoerotin koostuu valoa lähettävästä diodista ja valoa vastaan ottavasta transistorista.

[2, s.107]

Lähdöt

Lähtöyksiköiden tehtävänä on välittää tietoa toimilaitteille, toteuttaa galvaaninen erotus ja sovittaa jännitteet logiikan ja toimilaitteiden käyttöön sopiviksi. Galvaaninen erotus toteutetaan lähtöyksikössä yleisimmin optoerottimen tai releen avulla. Lähtöyksikön kytkimenä voi toimia joko rele, transistori tai triakki.

Rele on yleisin lähtöyksikön kytkentäelin. Releellä voidaan ohjata sekä vaihto- että tasajännitettä aina 250 V:iin saakka. Rele vanhenee aikaa myöten mekaanisen liikkeen takia. Siksi lähtöyksiköitä on saatavana transistorilähdöillä. Transistorilähdön heikkoutena on se, ettei sillä voida ohjata kuin 24 VDC:lla toimivia toimilaitteita. Triakki on puolijohdekytkin, jolla voidaan ohjata ainoastaan 230 VAC.

[2, s.108, s.109]

Muisti

Logiikan muisti jakaantuu RAM-muistiin (Random Access Memory) ja PROM-muistiin. RAM-muistille on tyypillistä se, että sen sisältö tyhjenee, kun logiikka ei saa jännitettä. RAM-muistin yhteydessä käytetään paristovarmennusta. PROM-muistina käytetään nykyisin yhä enemmän ja enemmän EEPROM-muistia (Electrically Erasable Programmable Read Only Memory) sen helpon ohjelmoitavuuden takia.

Logiikan muisti voidaan jakaa myös käyttötarkoituksen mukaan. Tällöin puhutaan logiikan I/O-avaruudesta. Logiikan I/O-avaruus jakaantuu erilaisiin muistialueisiin, joiden käyttötarkoitus on erilainen. Muistialueita voivat olla esimerkiksi: tulo/lähtö, apumuisti, puskuroitu apumuisti, liikennöinti-muisti, ajastin ja laskurimuisti, erikoisapumuisti ja datamuisti alueisiin.

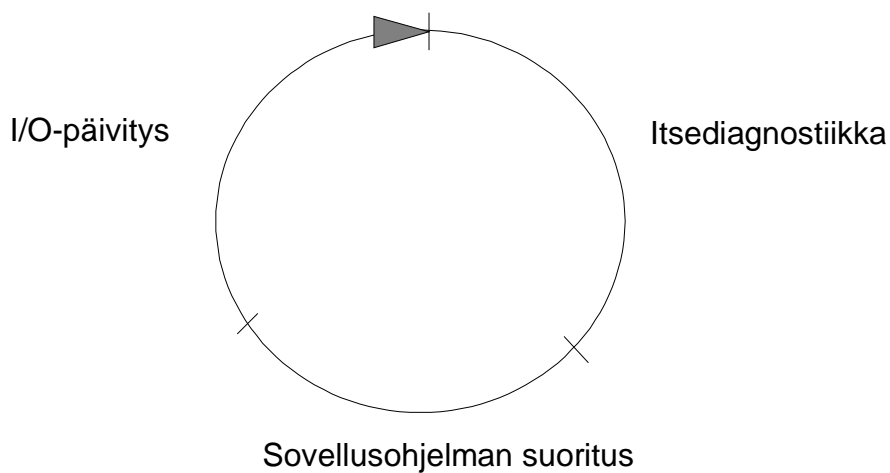
Jokaiseen muistipaikkaan viitataan osoitteen avulla. Joissakin logiikoissa osoite voidaan määrätä dip-kytkimillä ja toisissa osoite määräytyy kortin fyysisen sijainnin mukaan.

[2, s.110]

3.3 Toiminta

Nykyiset ohjelmoitavat logiikat toimivat syklisellä ohjelmankäsittelyperiaatteella, jossa ohjelmankierto eli sykli koostuu tietyistä ruutiineista. Tyypillisesti yhden syklin aikana tehdään seuraavat kuvassa 5 esitetyt rutiinit. Eli tutkitaan CPU:n ja oheislaitteiden tilaa, suoritetaan sovellusohjelma riviriviltä sekä päivitetään tulot ja lähdöt. Syklistä voidaan poiketa mm. keskeytystapahtumilla. Myös tulojen luku ja lähtöjen kirjoitus kesken sovellusohjelman suorituksen on mahdollista.

[3, s.6]



Kuva 5. Ohjelmakierto

3.4 Ohjelmointi

Ohjelmointi tehdään normaalisti tietokoneeseen asennettavalla ohjelmointiohjelmistolla, jotka nykyisin ovat yleensä Windows pohjaisia. Ohjelmointiin on luotu standardi, IEC 1131-3, mutta aniharvat ohjelmistot sitä täydellisesti noudattavat.

Tyypillisiä ohjelmointimuotoja ovat tikapuukaavio, logiikkakaavio tai käskylistat. Sekvenssiohjelmointiin on saatavilla juuri siihen tarkoitukseen tarkoitettuja ohjelmistoja.

Ohjelma voidaan kirjoittaa ilman logiikkaa. Ohjelma luodaan ja talletetaan. Testausta varten tarvitaan ohjelmitava logiikka, joka kytketään ohjelmointiohjelmiston sisältävään tietokoneeseen esim. sarjaportin kautta. Muodostetaan yhteys logiikan ja tietokoneen välille, ja ladataan sovellusohjelma logiikkaan ja suoritetaan testaus. Ohjelmointiohjelmistoissa on erityyppisiä monitorointimahdollisuuksia logiikan muistien tilojen seuraamiseksi tai ohjaamiseksi.

Sovellusohjelmia voidaan luoda tai seurata myös valmistajakohtaisilla pöytä- tai käsiohjelmointilaitteilla.

[3, s.7]

3.5 Toimintaympäristö

Ohjelmitava logiikka voi aivan yksinään toimia prosessin ohjauslaitteena ohjelmoinnin ja anturien sekä toimilaitteiden liittämisen jälkeen. Suuremmissa järjestelmissä liitetään useita logiikoita toisiinsa sarjaväylän tai väylien kautta, jolloin ne voivat vaihtaa tietoja keskenään. Sarjaväylät ovat valmistajakohtaisia tai ns. avoimia tehdas- tai kenttäväyliä, joihin voidaan liittää usean valmistajan laitteita.

Jos prosessin tai laitteiden tiloja halutaan seurata tai ohjata keskitetysti, niin tällöin väylään (tai suoraan logiikkaan) liitetään käyttöpääte (-päätteitä) tai valvomo-ohjelmistolla varustettu tietokone (-tietokoneita). Käyttöpäätteissä on joko kosketusnäyttö tai painikkeet ohjausten suorittamiseksi.

[3, s.7]

4 SYSMAC CQM1 –OHJELMOITAVA LOGIIKKA

CQM1-logiikka on kooltaan pieni, mutta nopea ja laajan käskykannan omaava ohjelmoitava logiikka. CQM1 on rakenteeltaan modulaarinen ja sen tulojen ja lähtöjen määrä voi yhteensä olla maksimissaan 256.

[3, s.8]

4.1 Muistialueiden yksiköt

Omronin ohjelmoitavissa logiikoissa on erilaisia muistialueita eri tarkoituksiin. Kun lukuja käsitellään digitaalisissa laitteissa, on tieto esitetty binääri- tai heksadesimaalimuodossa. Myös desimaaliluvut voidaan esittää binäärisesti koodattuina BCD-muodossa.

Pienin muistiyksikkö on bitti. Se voi saada joko arvon 0 (epätosi) tai 1 (tosi). Kun näistä biteistä muodostetaan 8 bitin ryhmä, niin saadaan tavu.

Tavu voi saada 28 eli 256 arvoa. Kahdesta tavusta muodostuu 16-bittinen kokonaisuus eli sana.

Sana voi saada 216 eli 65 536 eri arvoa. Sanasta voidaan käyttää myös nimitystä kanava Omronin logiikoissa. Sanat ja bitit muodostavat osoitteet Omronin logiikoissa.

[3, s.9]

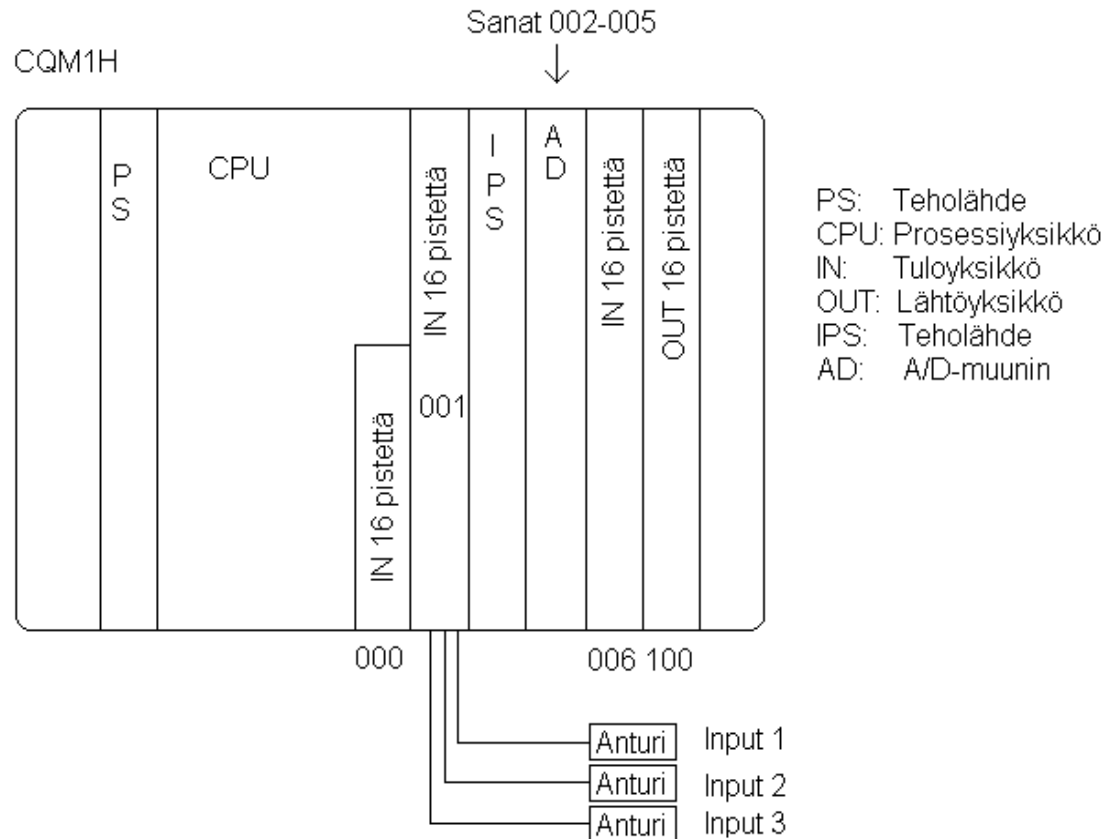
4.2 Osoitteen määräytyminen

Käsitellessä osoiteavaruutta käytetään Omron-logiikoiden yhteydessä termejä kanava (channel, sana) ja piste (point, bitti). Piste sisältämä tietomäärä on bitin mittainen, joten sillä on kaksi tilaa "1" tai "0". Kanava on 16 bittiä pitkä, joten sillä voi olla 65 536 erilaista tilaa. Yhden bitin mittaisia tietoja ovat tyypillisesti tilatiedot ja yksittäiset tulot, lähdöt tai apumuistipaikat. Kanavan levyisiä tietoja ovat analogiatulot ja –lähdöt, ajastimet ja laskurit sekä datamuistialueen tiedot. Tietyn pisteen osoite koostuu aluetunnuksesta, kolmesta kanavaa osoittavasta numerosta ja kahdesta pistettä osoittavasta numerosta. Aluetunnus ilmoittaa, millainen käyttötarkoitus muistialueella on. Aluetunnusta ei tarvitse käyttää tuloon, apumuistiin ja erikoisapumuistiin viitattaessa. Aluetunnukset ovat seuraavat:

Tulot ja lähdöt	IR (Input Relay area)
Apumuistit	IR
Puskuroidut apumuistit	HR (Holding Relay area)
Ajastimet	TIM (Timer)
Laskurit	CNT (Counter)
Linkkimuistit	LR (Link Relay area)
Datamuistit	DM (Data Memory area)
Välitallennusmuisti	TR (Temporary Relay area)
Puskuroidut erikois apumuistit	AR (Auxiliary Memory Relay area)
Erikoisapumuistit	SR (Special Relay area)

Kanavatunnus ilmoittaa kanavan sijainnin kyseisellä alueella. Kanavatunnus I/O-alueella riippuu tulo- tai lähtöyksikön sijainnista prosessoriin nähden. Kuvassa 6 on esitetty Omronin CQM1H –logiikan I/O – kanavanumeroiden määräytyminen.

[1, s.134, s.135]



Kuva 6. CQM1H –logiikan I/O –kanavanumeron määräytyminen

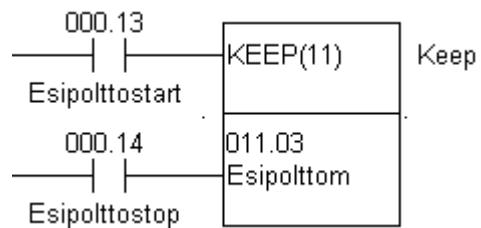
4.3 Ohjelmoinnissa yleisimmin käytetyt käskyt ja funktiot

4.3.1 Pitopiiri KEEP(11), SET ja RSET

Pitopiiri voidaan luoda peruskäskyjen avulla tai funktiokäskyjen avulla. Tähän tarkoitukseen sopivia funktioita ovat KEEP(11) tai SET ja RSET. Käskyille on ominaista se, että syklin mittainen pulssi riittää toteuttaakseen toiminnon.

KEEP(11) käsittää sekä asettavan (S) että resetoivan (R) tulon. Kuvan 7 ylempi tulo on S ja alempi R. Eli 000.13 asettaa 011.03:n 1-tilaan ja 000.14 resetoi 011.03:n.

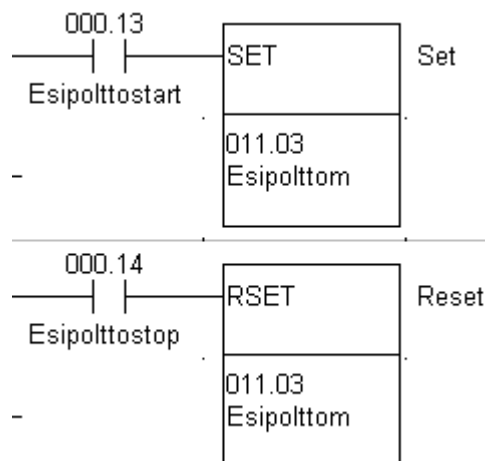
Jos molemmat tulot ovat yhtä aikaa aktiivisia myöhemmin ohjelmassa suoritettava rivi, eli LD 000.14 on määräävämpi ja näin 011.03 menee 0-tilaan. [3, s.37]



Kuva 7. Pitopiiri KEEP(11) funktiolla

SET -käskyllä ei ole funktionumeroa ja se saadaan valittua kirjoittamalla set. Kun SET -käsky ohjaava bitti aktivoituu, niin set käskyn osoite menee 1-tilaan, jossa se pysyykin, kunnes tämä osoite resetoidaan RSET -käskyllä kuvan 8 mukaisesti.

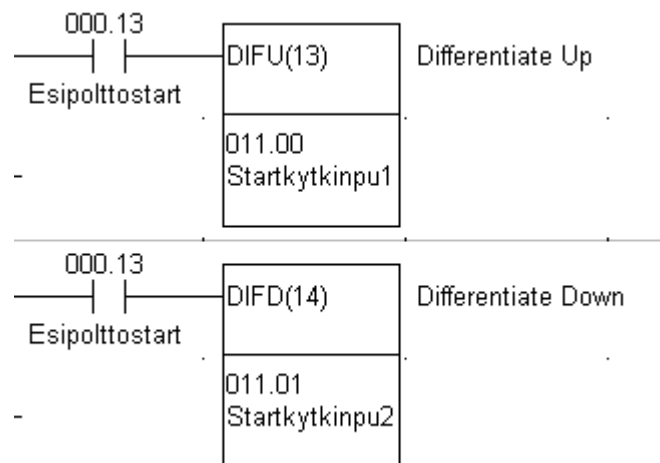
[3, s.37]



Kuva 8. SET ja RSET käskyjen käyttö

4.3.2 Reunan tunnistus DIFU(13) JA DIFD(14)

Bitin nousevan reunan tunnistus suoritetaan DIFU(13) ja laskevan reunan tunnistus DIFD(14) käskyillä kuvan 9 mukaisesti. Nämä antavat aktivoituessaan ohjelmankierron mittaisen 1 –pulssin käskyn osoittamaan osoitteeseen.



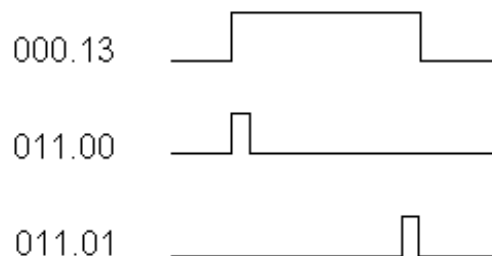
Kuva 9. DIFU(13) ja DIFD(14) funktioiden käyttö

DIFU(13) eli Differential Up toimii silloin, kun ohjaava tulo aktivoituu, eli tapahtuu epätosi → tosi muutos.

DIFD(14) eli Differential Down toimii silloin, kun sitä ohjaava tulo deaktivoituu, eli tapahtuu tosi → epätosi muutos.

Aikakaaviolla voidaan reunantunnistus funktioiden toimintaa hahmottaa kuvan 10 mukaisesti.

[3, s.38]



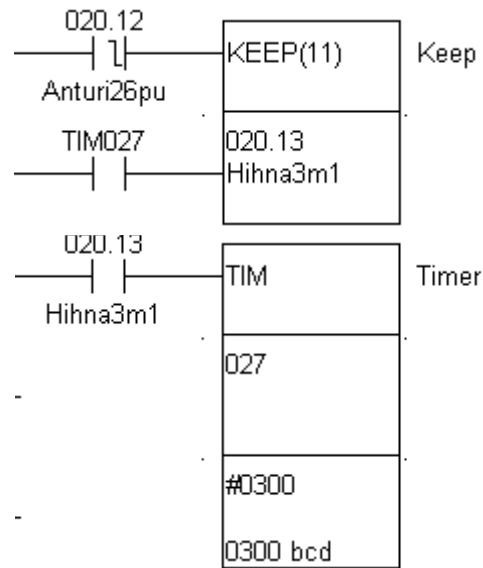
Kuva 10. Reunantunnistus funktioiden aikakaavio

4.3.3 Ajastimet

Omronin ohjelmoitavissa logiikoissa on ajastimia kahdella eri resoluutiolla, TIMH(15) 10ms ja TIM 100ms. Molemmat ovat vetohidasteisia. Kun ajastinta ohjaava akku aktivoituu, alkaa ajan laskenta. Ajastimien aika annetaan BCD - koodattuna. Ajastimet laskevat aikaa alaspäin asetusarvosta nolnaan. Kun ajastimen oloarvo on nolla, asettuu ajastimen lippubitti.

Ajastin laskee aikaa vain, jos sitä ohjaava akku on aktiivinen. Jos ajastimen pitää käynnistyä pulssista, niin silloin ajastimen ohjaukseen käytetään pitopiiriä kuvan 11 mukaisesti. Siinä anturin 26 laskevasta reunasta muisti menee päälle ja resetoituu 30 sekunnin kuluttua.

[3, s.39]



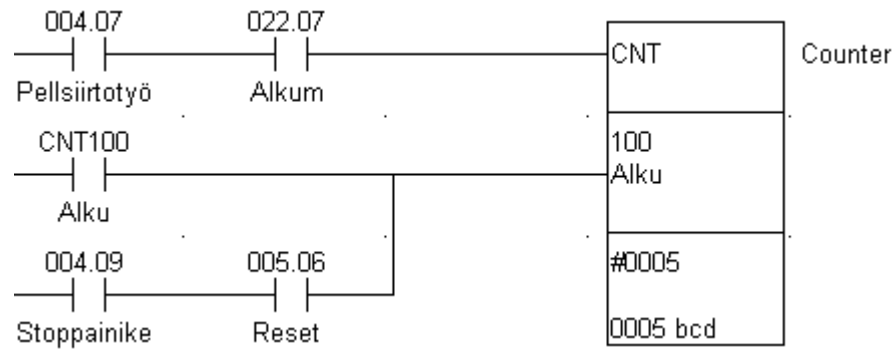
Kuva 11. Ajastimen ja pitopiirin käyttö

4.3.4 Laskurit

CNT on alaspäin laskeva laskuri ja CNTR(12) ylös/alaspäin laskeva laskuri.

Kuvassa 12 CNT laskuri, jossa on kaksi tuloa. Laskentatulo (ylempi) ja resetoititulo (alempi). Laskentatulo vähentää jokaisella nousevalla reunalla laskurin oloarvoa yhdellä. Resetoititulo palauttaa laskurin oloarvon asetusarvoksi ja resetoi laskurin lippubitin.

Kun kuvassa 12 laskurin oloarvo saa arvon nolla, asettuu lippubitti. Lippubitti resetoituu vain laskurin resettulon aktivoitumisella.



Kuva 12. *Laskuri*

CNTR(12) on ympäripyörivä laskuri. Laskurilla on kaksi laskentatuloa; ylöslaskeva ja alaslaseva sekä resettulo. Jos asetus arvo on #6, niin ylöspäin on ...4, 5, 6, 0 (lippubitti aktivoituu), 1 (lippubitti resetoituu). Alaspäin laskettaessa toiminta on seuraava ... 2, 1, 0, 6 (lippubitti aktivoituu), 5 (lippubitti resetoituu).

Ajastimet ja laskurit sijaitsevat samalla TC-muistialueella, jonka laajuus on 512 sanaa, eli TC000 ... TC511. Ohjelmassa ei saa olla saman numeroisia ajastimia ja laskureita.

[3, s.40]

5 OHJELMOITAVILLA LOGIIKOILLA TOTEUTETTAVA AUTOMATISOINTIPROJEKTI

Automatisoinnin tarkoituksena on saada jokin prosessi tai prosessin osa toimimaan automaattisesti, siis omatoimisesti, ilman käyttäjän jatkuvaa valvontaa ja puuttumista prosessin kulkuun.

Kuten muissakin teknisissä toteutuksissa, on ensimmäisenä vaiheena suunnittelu. Suunnittelun lähtökohtana on nimenomaan kohteena olevan prosessin haluttu toiminta ja sen tuntemus. Mitä parempi tällainen tuntemus on ja mitä paremmin prosessin toiminta saadaan kuvattua paperille ja viestitettyä kaikille projektiin osallistuville ihmisille, sitä paremmat edellytykset lopputuloksella on toteuttaa prosessin toimintaa.

Halutun lopputuloksen saavuttamiseksi ei prosessituntemuksen tärkeyttä voi liiaksi korostaa. Kenttälaitteet, kuten anturit ja toimilaitteet, ohjelmoitavat logiikat ja niihin liittyvät ohjelmat ovat ainoastaan keinoja haluttujen automaattisten toimintojen toteuttamiseksi.

[1, s.8, s.9, s.10]

Suunnittelun lähtökohtana on sopivien mittaavien antureiden, prosessiin vaikuttavien toimilaitteiden ja ohjelmoitavan logiikan valinta. Jos esim. jokin venttiili ei suoriudu tehtävästään prosessin edellyttämällä tavalla, tai jos mittausanturi on sijoitettu prosessin kannalta virheelliseen paikkaan, niin ohjelmallisesti näitä puutteita tuskin koskaan voidaan korjata.

Myös ohjelmistosuunnittelun lähtökohtana on ohjattavan prosessin toiminta, sekä tiedot tuloista ja lähdöistä. Prosessin toiminnasta on tehtävä toimintakuvaus, jonka avulla tulot ja lähdöt saadaan toiminnallisesti, periaatteellisella tasolla liitettyä toisiinsa.

Todellinen liittäminen tapahtuu kirjoittamalla sovellusohjelma, mikä ladataan käytettävään logiikkaan. Mitä sovellusohjelma sisältää, riippuu käytetystä ohjelmointikielestä ja käytettävän logiikan tarjoamasta käskyvalikoimasta. Ohjelman lopulliseen muotoon vaikuttaa myös voimakkaasti ohjelmoijan tavat ja tottumukset. Ohjelmointityö on tyypillistä luovaa työtä, jolloin lopputulokseen vaikuttaa kunkin ohjelmoijan ohjelmointi tyyli ja kokemus.

Ohjelmointityön yhtenä lopputuloksena on käytettävässä logiikassa toimiva ko. prosessia ohjaava ohjelma. Se on ohjelmointityön pääosa. Sen lisäksi pitää tulostaa ohjelman paperilistaus, missä eri ohjelmalauseiden toiminta on riittävän selkeästi kommentoitu. Näiden lisäksi ohjelman toiminnasta pitää olla selostus, jotta ohjelmoijan lisäksi muutkin projektiin liittyvät henkilöt omaksuisivat ohjelman toiminnan periaatteet. Tämä on tärkeätä siksi, että projektin valmistumisen jälkeen tulee toisinaan tarve muuttaa ohjelmaa tai virittää eri parametrejä (viiveaikoja, laskentamääriä jne.).

Jos automatisoidaan aivan uutta prosessia, ei alkuvaiheessa useinkaan täysin tunneta ko. koneen tai prosessilinjan kaikkia ominaisuuksia, vaan tietämys, kehittämismahdollisuudet ja toiveet kasvavat käytön myötä.

Tällöin tulee tarve kehittää ohjaustoimintoja, minkä johdosta laadittu alkuperäinen ohjelma muuttuu. On erittäin tärkeätä oppia tarkasti tuntemaan alkuperäisen ohjelman toiminta, varsinkin siinä tapauksessa, jos muutostyön suorittaa joku toinen henkilö kuin alkuperäisen ohjelman laatija.

[1, s.10, s.11, s.12]

Muutoksia tehtäessä ohjelman runko pysyy samana ja ohjelmasta syntyy uusia versioita. Tällöin eri ohjelmaversioiden järjestyksessä pito on oleellinen asia. Jos esim. toiminta-aikoja on muutettu suoraan logiikkaan, eikä niitä ole päivitetty ohjelmalevykkeelle, siirtyy uuden ohjelmaversioon mukana virheellisiä toiminta – aikoja. Ohjelmiston kehitystä kutsutaan ylläpidoksi ja eri versioiden järjestyksessä pitämistä versionhallinnaksi.

[1, s.12, s.13]

6 HARTSINTÄYTTÖRADAN LOGIIKAN VAIHTO

6.1 Lähtökohta

Hartsintäyttörata jakautuu selvästi kahteen erilliseen osaan, esipolttopäähän ja hartsintäyttöpäähän. Hartsintäyttöpää on hallitseva, eli hartsintäyttöpää määrää radan suorituskyvyn. Esipolttopää rytmittää oman toimintansa hartsintäyttöpään mukaisesti yhden yhteisen lähdön avulla.

Uuden suunnitelman mukaisesti radalle asennettiin ainoastaan yksi logiikan keskusyksikkö, joka kaappeineen on hartsintäyttöpään luona.

Logiikan vaihto hoidettiin kahdessa eri osassa. Ensin hartsintäyttöpäästä purettiin vanha logiikka kaappeineen pois ja sen tilalle asennettiin uusi logiikka (Omron CQM1H CPU55) ja uusi ohjauskaappi. Esipolttopää toimi vielä vanhan logiikan ohjattavana.

Toisessa osassa esipolttopäähän asennettiin I/O-kortit, joista tietovirtaa hartsintäyttöpäässä sijaitsevaan logiikkaan hoitaa logiikan yhteyteen asennettu liikennöintikortti (SRM21 – V1). Toisin sanoen esipolttopään ohjaus toteutettiin hajautettujen I/O –pisteiden periaatteella.

Liitteinä A1, A2 ja A3 on listat osista, jotka asennettiin radalle uuden logiikan asennuksen myötä.

6.2 Hartsintäyttöpään esiselvitykset

Ennen kuin logiikkaa pystyy ohjelmoimaan on ohjelmoitavasta kohteesta tiedettävä anturit, toimilaitteet (pneumaattiset sylinterit, hihnakuljettimet jne.), haluttu toiminta ja suorituskyky sekä ohjelmoinnissa tarvittavat osoitteet (tulot ja lähdöt).

Ensimmäisenä otin työn alle hartsintäyttöpään, koska ohjausyksikkö loogikkoineen ja kaappeineen tulisivat olemaan siellä. Aloitin työn oleskelemalla alkuvaiheessa mahdollisimman paljon hartsintäyttöradalla selvittäen antureita, toimilaitteita ja niiden keskinäistä toimintaa. Kyselin hartsintäyttöratojen vastaavalta laitosmieheltä radan haluttua toimintaa ja suorituskykyä. Piirsin hartsintäyttöpään sylintereistä ja venttiileistä pneumaattisen kaavion (liite B ja C) hyväksikäyttäen vanhoja kaaviokuvia.

Laadin itselleni avuksi koko radasta toimilaitelayoutin ja anturilayoutin. Toimilaitelayoutiin (kuva 13) merkitsin hihnakuljettimet ja sylinterit. Anturilayoutiin (kuva 14) merkitsin anturit paikkoineen. Anturit 1,2,3, ja 26 – 42 kuuluvat hartsintäyttöpäähän ja lisäksi anturi 7 kuuluu molemmille päille. Sylinterit A1, B1 sekä kaikki 2-loppuiset kuuluvat hartsintäyttöpään ohjauksen piiriin. Hihnat 1, 5 ja 6 kuuluvat hartsintäyttöpään ohjauksen piiriin sekä hihna 3 molempien päiden ohjauksen piiriin.

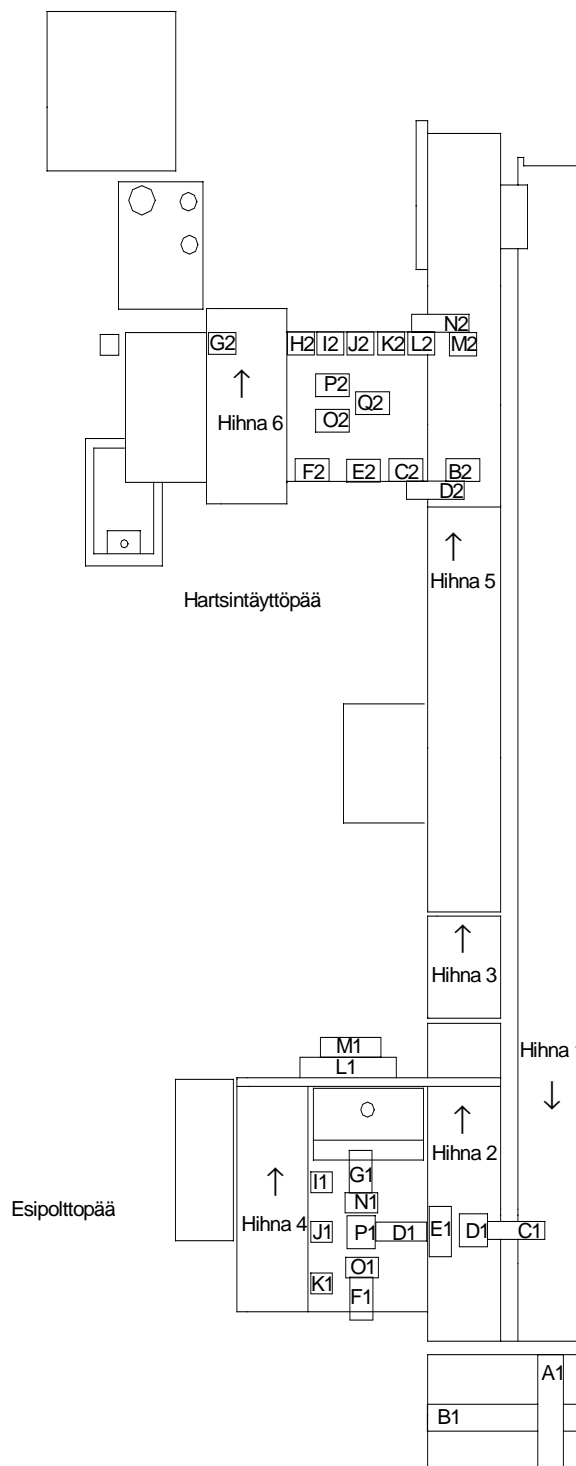
Kun sain jonkinlaisen käsityksen radan toiminnasta ja laitteista, ryhdyin selvittämään ohjelmointiin tarvittavia I/O-pisteitä. Kävimme radan sähkösuunnittelusta vastaavan henkilön kanssa läpi tekemääni I/O-listaa ja sovimme osoitteet, joiden mukaan hartsintäyttöpää kytkettäisiin ja ohjelmoitaisiin. Liitteinä D1, D2 ja D3 ovat hartsintäyttöpään tulot ja lähdöt.

Kuva 13. *Toimilaitte layout*

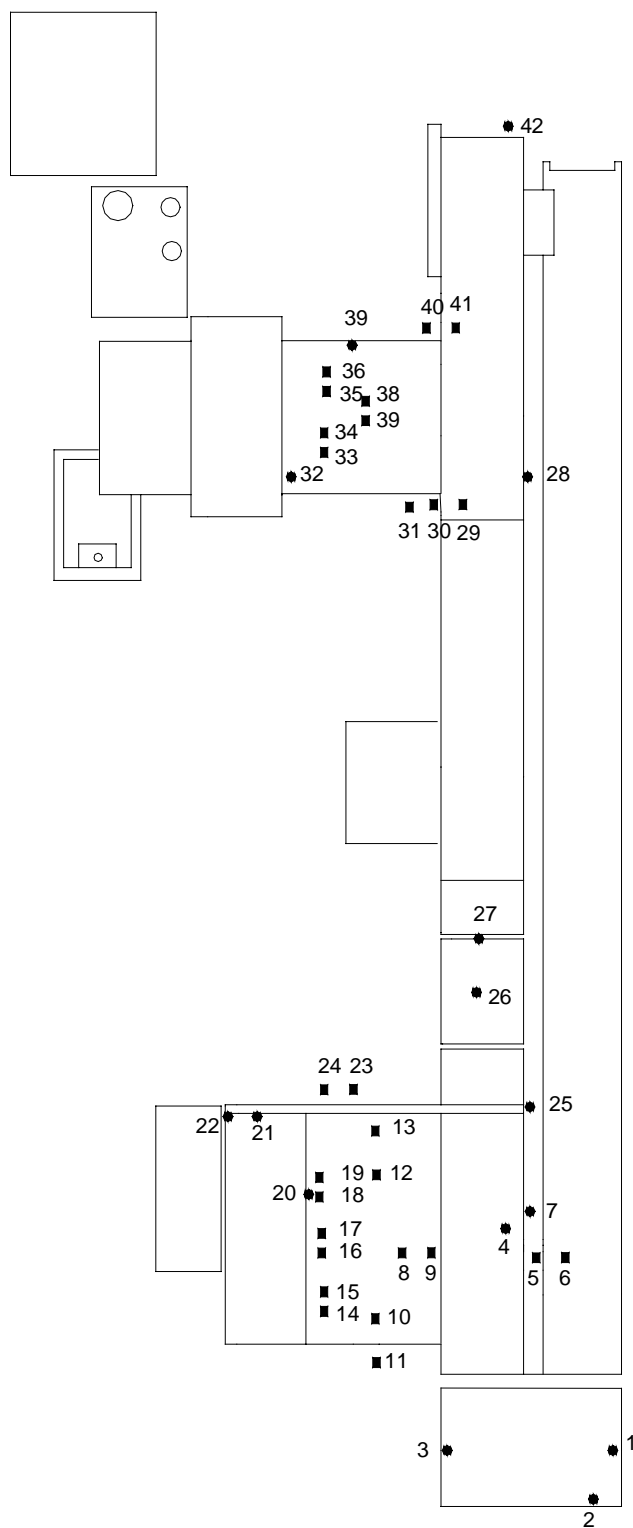
Magneettiventtiili

Sylinteri

1	A1
2	B1
3	C1
4	D1, E1, P1
5	H1
6	F1, G1
7	O1, N1
8	I1, J1, K1
9	L1
10	M1
11	B2, C2, L2, M2
12	D2, N2
13	A2, G2
14	F2, K2, I2
15	E2, H2, J2
16	O2
17	P2
18	Q2



■ = Sylinterissä



Kuva 14. Anturi layout

6.3 Hartsintäyttöpään sähkökytkennät

Hartsintäyttöradan sähkökytkennöistä vastasi sähkösuunnitelmat tehnyt henkilö yhdessä sähköasentajan kanssa. Logiikan ohjauskaapin sähkökytkennöistä vastasi logiikan ja ohjauskaapin toimittaja.

Hartsintäyttöpään logiikan ohjelmointiin tarvittavat I/O –pisteiden osoitteet määräytyivät I/O –kortin sijainnista logiikan keskusyksikköön nähden. Liitteenä E on layout kuva keskusyksiköstä ja siihen kytketyistä I/O –korteista. I/O -kytkentä kuvat ovat liitteinä (tulot: liite F, G ja H, lähdöt: liite I, J ja K). I/O –pisteiden nimeämisessä käytimme vanhoja, entisen logiikan ohjelmoinnissa käytettyjä nimiä.

6.4 Ohjelmointi

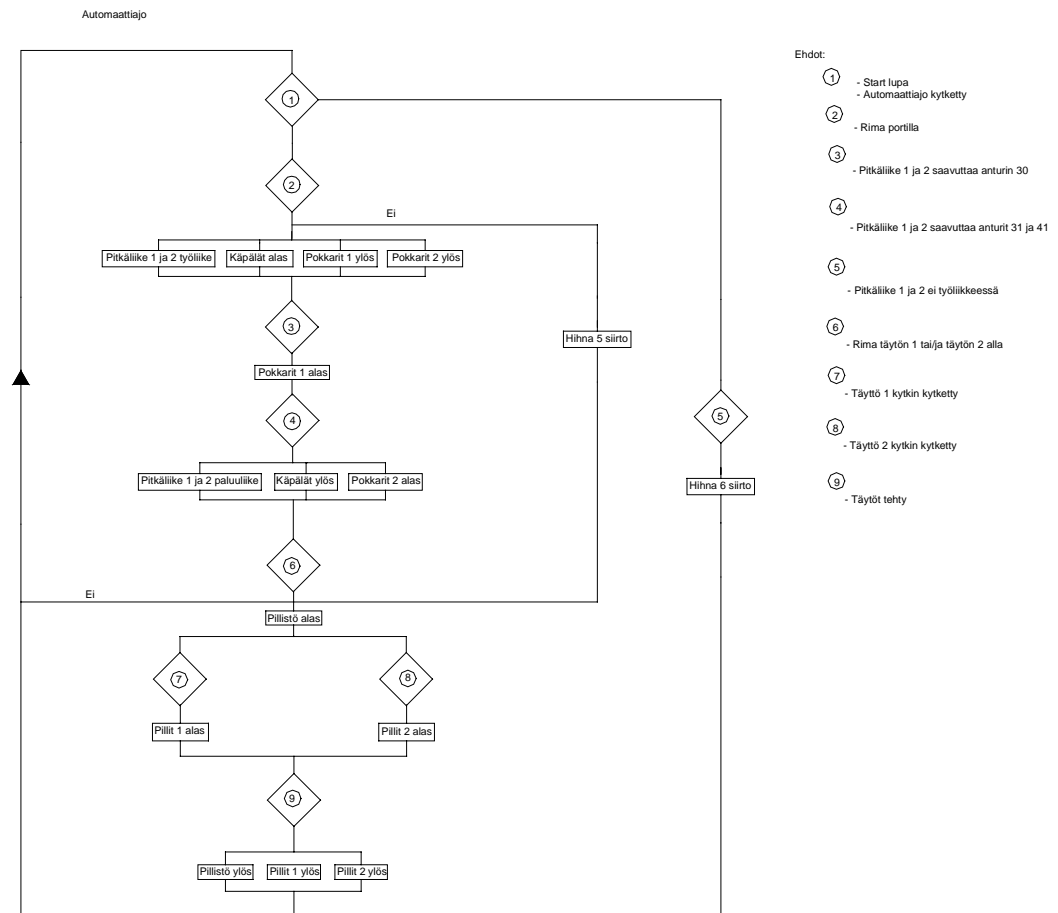
6.4.1 Ohjauspaneeli

Ohjelmointiin tarvittavien I/O –osoitteiden selvityksen jälkeen vielä ennen ohjelmointia piti selvittää ohjauskaapin kytkinten ja näyttöjen haluttu selvittää. Liitteenä L on layoutkuva ohjauskaapin kytkinten ja näyttöjen sijoittelusta kaapin ohjauspaneeliin. Lisäksi yksittäisajokytkin sijaitsee hartsintäyttöpään rungossa ja manuaalitäyttöpedaalit ohjauspulpetin läheisyydessä. Radan eri toiminnot ohjataan päälle ja pois päältä ohjauspaneelin kytkinten avulla.

Hartsintäyttöradan toiminnot pyrittiin pitämään muuttumattomina, koska radan toiminnot olivat hioutuneet muotoonsa useiden vuosien kuluessa.

6.4.2 Hartsintäyttöpään toiminta

Logiikan ohjelmoinnin yhteydessä laadin avukseni sanallisen kuvauksen hartsintäyttöpään halutusta toiminnasta. Kuvaukseen laitoin näkyville anturit ja magneettiventtiilit, jotta ohjelmaa tehtäessä olisi helppo katsoa anturi ja toimilaitte layoutista kyseisten antureiden ja toimilaitteiden paikka ja tehtävä. Automaattiajosta laadin yksinkertaistetun lohkokaaavion (kuva 15).



Kuva 15. Automaattiajajan yksinkertaistettu lohkokaavio

6.4.3 Hartsintäyttöpään toiminnan kuvaus

Hartsintäyttöpäässä ”pitkäliike 1 ja 2” -työkierto tapahtuu aina samassa järjestyksessä riippumatta siitä, mikä on valittu ajotapa.

Pitkäliike 1 ja 2 työkierto:

Pitkäliike 1 ja 2 (magneettiventtiili 12) tapahtuvat ,kun pitkäliike 1 ja 2 ovat kotiasennossa (anturit 29 ja 40) ja pillit 1 ja 2 ovat ylhäällä (anturit 34 ja 36). Pitkäliike 1 ja 2 palaavat takaisin koti asentoon, kun ovat saavuttaneet työasennon (anturit 31 ja 41). Kämpälät (magneettiventtiilit 13 ja 11) menevät alas, kun pitkäliike 1 ja 2 ovat kotiasennossa (anturit 34 ja 36) ja nousevat ylös kun pitkäliike 1 ja 2 ovat työasennossa (anturit 31 ja 41). Pokkarit 1 (magneettiventtiili 14) menevät alas, kun pitkäliike 1 saavuttaa anturin 30 ja nousevat ylös, kun pitkäliike 1 ja 2 saavuttavat anturit 29 ja 40. Pokkarit 2 (magneettiventtiili 15) menevät alas kun pitkäliike 1 ja 2 kotiasennossa (anturit 31 ja 41) ja nousevat ylös, kun pitkäliike 1 ja 2 työasennossa (anturit 31 ja 41).

Manuaaliajo:

Manuaaliajo kytketään päälle, kun painetaan start kytkintä eikä paineta auto/man kytkintä.

Ensimmäisen kerran painettaessa yksittäisajo kytkintä tapahtuu pitkäliikkeiden 1 ja 2 työkierto. Seuraavan kerran painettaessa yksittäisajo kytkintä tapahtuu joko pitkäliikkeiden 1 ja 2 työkierto tai jos täyttö 1 tai täyttö 2 kytkintä on painettu ja jos rima on täytön alla (anturi 32 tai anturi 39) tapahtuu ensin pillistön alas meno. Sen jälkeen kun painetaan yksittäisajokytkintä täyttöpilli 1 ja täyttöpilli 2 tekevät täyttöliikkeen riippuen siitä, onko täyttö 1 tai täyttö 2 kytkintä painettu. Tämän jälkeen kun painetaan kolmannen kerran yksittäisajokytkintä pillistö nousee ylös. Neljännen kerran painettaessa yksittäisajokytkintä tapahtuu taas pitkäliikkeiden 1 ja 2 työkierto.

Manuaalitäyttöpedaalia 1 painettaessa täyttöpillit 1 menevät alas ja ovat niin kauan alhaalla, kunnes manuaalitäyttöpedaali on vapautettu. Manuaalitäyttöpedaali 2 toimii samalla tavalla täyttöpillit 2:n suhteen.

Hihna 5 tuo riman aina portille asti (anturi 28) ja hihna 5 ei saa liikkua pitkäliike 1 ja 2:n työliikkeen aikana. Hihna 6 pysähtyy pitkäliike 1 ja 2 työliikkeen ajaksi.

Stop kytkintä painattaessa keskeneräiset liikkeet tekevät liikkeensä loppuun asti ja sen jälkeen palaavat lepoasentoon.

Automaattiajo:

Automaattiajo kytkeytyy päälle kun start kytkintä on painettu, auto/man kytkintä painettu ja kun painetaan yksittäisajo kytkintä. Tämän jälkeen tapahtuu yksi pitkäliike 1 ja 2 työkierto, jonka jälkeen automaattiajo on päällä.

Kun rima saavuttaa portin (anturi 28) tapahtuu pitkäliikkeiden 1 ja 2 työkierto. Sen jälkeen pillistö menee alas riippuen onko täyttö 1 ja täyttö 2 kytkimet painettu ja onko rima täytön alla (anturit 32 ja/tai 3). Sen jälkeen tapahtuu täyttö 1 ja/tai täyttö 2 riippuen täyttökytkin valinnoista. Täyttöpillit 1 ja 2 nousevat ylös, kun ovat olleet alhaalla (anturit 33 ja/tai 35) tietyn ajan. Kun täyttöpillit 1 ja 2 ovat ylhäällä (anturit 34 ja/tai 36) nousee pillistö ylös. Kun täyttö on tehty ja täyttöpillit ja pillistö ylhäällä, tapahtuu taas pitkäliikkeiden 1 ja 2 työkierto.

Hihna 5 tuo riman aina portille asti (anturi 28) ja hihna 5 ei saa liikkua pitkäliike 1 ja 2:n työliikkeen aikana. Hihna 6 pysähtyy pitkäliike 1 ja 2 työliikkeen ajaksi.

Stop kytkintä painattaessa keskeneräiset liikkeet tekevät liikkeet loppuun asti ja sen jälkeen palaavat lepoasentoon.

Tyhjäksiajo tapahtuu silloin, kun portilla ei ole eikä ole enää tulossa rimoja, eli hartsintäyttöpää ajetaan tyhjäksi. Tyhjäksiajo voidaan suorittaa joko manuaaliajolla tai automaattiajolla.

Tyhjäksiajo:

Tyhjäksiajo saadaan tapahtumaan, kun tyhjäksiajo kytkin on kytketty ja start kytkintä on painettu. Sen jälkeen hartsintäyttöpää alkaa toimia joko manuaaliajolla tai automaattiajolla riippuen siitä, kumpi ajotavoista on valittu. Ainoa ero normaaliajoon on hihna 5:n toiminta. Normaaliajossa portti määrää hihna 5:n liikkeit, mutta tyhjäksiajossa hihna 5 rytmittää toimintansa pitkäliikkeiden 1 ja 2 mukaisesti. Hihna 5 ei saa liikkua pitkäliikkeiden 1 ja 2 työliikkeen aikana ja sen pitää liikkua pitkäliikkeiden 1 ja 2 työliikkeen jälkeen ennen seuraavaa pitkäliikkeiden 1 ja 2 työliikettä riman verran eteenpäin.

Ohiajo:

Hartsintäyttöpään portti nostetaan ylös. Start kytkintä pitää olla painettu. Kun painetaan ohiajo kytkintä hihna 5 kuljettaa pellin täyttöjen ohi suoraan hihna 5 loppuun.

Hihna 1 pyörii, kun start kytkintä on painettu ja syöttöhihna kytkin väännetty on-asentoon. Lisäksi kelkan pitää olla kotiasennossa (anturi 1). Hihna 1 pysähtyy, kun pelti on kelkalla (anturi 2).

Kelkansiirto (magneettiventtiili 1) työliike tapahtuu, kun start kytkintä on painettu, pelti on kelkalla (anturi 2) ja kelkka kotiasennossa (anturi 1). Kelkka liikkuu takaisin koti asentoon, kun pellinsiirto (magneettiventtiili 2) on tehnyt työliikkeen ja palannut kotiasentoon.

Pellinsiirto (magneettiventtiili 2) työliike tapahtuu, kun start kytkintä on painettu, kelkka on työasennossa (anturi 3) ja pelti kelkalla (anturi 2).

Koko hartsintäyttöpää pysähtyy, kun anturilla 42 on pelti.

Tämän kuvauksen laadin logiikka ohjelman pohjaksi, jonka vaikeimpia kohtia testasin demolaukun avulla ennen kuin ohjelmaa ryhdyttiin testaamaan radalla.

6.5 Uuden logiikan käyttöönotto

Logiikan vaihtoprojektin ensimmäinen osa eli hartsintäyttöpään ohjauksen vaihto uuteen logiikkaan oli peruttamaton työ. Kun vanha logiikka poistettiin, ei hartsintäyttörata pyörisi ennen kuin uusi logiikka ohjelmineen pelaisi halutulla tavalla.

Logiikan vaihdolle oli varattu kaksi tuotantopäivää, torstai ja perjantai. Seuraavan kerran tuotanto pyörisi hartsintäyttöradalla taas sunnuntai iltasta alkaen, joten todellisuudessa meillä oli käytössä neljä työpäivää.

Torstai päivä ja perjantai aamupäivä menivät entisen logiikan ja ohjauspulpetin pois otossa ja uuden logiikan ja ohjauspulpetin kytkentöjä tehdessä. Kytkentöjen jälkeen tarkistimme, että jokainen tulo ja lähtö toimii. Tulojen ja lähtöjen tarkastuksen jälkeen perjantai iltapäivällä aloimme hartsintäyttöratojen vastaavan laitospiehen kanssa käymään läpi logiikkaan syötettyä ohjelmaa.

Hartsintäyttöradan logiikka ohjelman kriittiset vaiheet ovat alku- ja lopputilanteet sekä eri ajotapojen vaihtotilanteet. Näitä tilanteita sekä erilaisia kuormitus tilanteita ajoimme radalla tehden ohjelmaan tarvittavia muutoksia, kun havaitsimme puutteita tai virheliikkeitä. Ohjelma oli lauantai iltana siinä kunnossa, johon olimme sen halunneet ja hartsintäyttörata oli taas valmiina tuotantoon. Liitteenä M/1 – M21 on logiikkaohjelma hartsintäyttöpään toiminnasta.

Tuotannon alkupäivät oli varattu siihen, että suurimmat puutteet ohjelmassa tulisivat esille ja korjattaisiin heti. Ohjelmassa ilmeni yksi sellainen puute, joka piti korjata. Pienempiä puutteita ja ajureiden toiveita pyysin kirjata ylös ja niihin puututtaisiin myöhemmin, kun koko rata olisi uuden logiikan ohjauksen piirissä.

6.6 Esipolttopää

6.6.1 Esipolttopään esiselvitykset

Esipolttopään esiselvitykset noudattivat samaa kaavaa kuin hartsintäyttöpäässäkin. Selvitin radan antureita, toimilaitteita ja niiden keskinäistä toimintaa. Tässä minulla oli taas apuna hartsintäyttöratojen vastaava laitosties. Piirsin esipolttopään sylintereistä ja venttiileistä pneumaattisen kaavion (liite N) käyttäen hyväksi vanhoja kaaviokuvia.

Esipolttopään toimilaitteet kuvasta 13 ovat kaikki 1 loppuiset sylinterit paitsi A1 ja B1, jotka ovat hartsintäyttöpään ohjauksen alaisena. Hihnoista esipolttopään ohjauksen alaisia ovat hihna 2, hihna 4 sekä hihna 3, joka on myös hartsintäyttöpään ohjauksen alainen. Antureista esipolttopäähän kuvasta 14 kuuluvat anturit 4 – 25.

Kun minulla oli jonkinlainen käsitys esipolttopään toiminnasta ja laitteista, selvitin ohjelmointiin tarvittavia I/O –pisteitä. Sovimme sähkösuunnittelusta vastaavan henkilön kanssa osoitteet, joiden mukaan esipolttopää kytkettäisiin ja ohjelmoitaisiin. Liitteinä O/1 ja O/2 ovat esipolttopään tulo- ja lähtölistat.

6.7 Esipolttopään sähkökytkennät

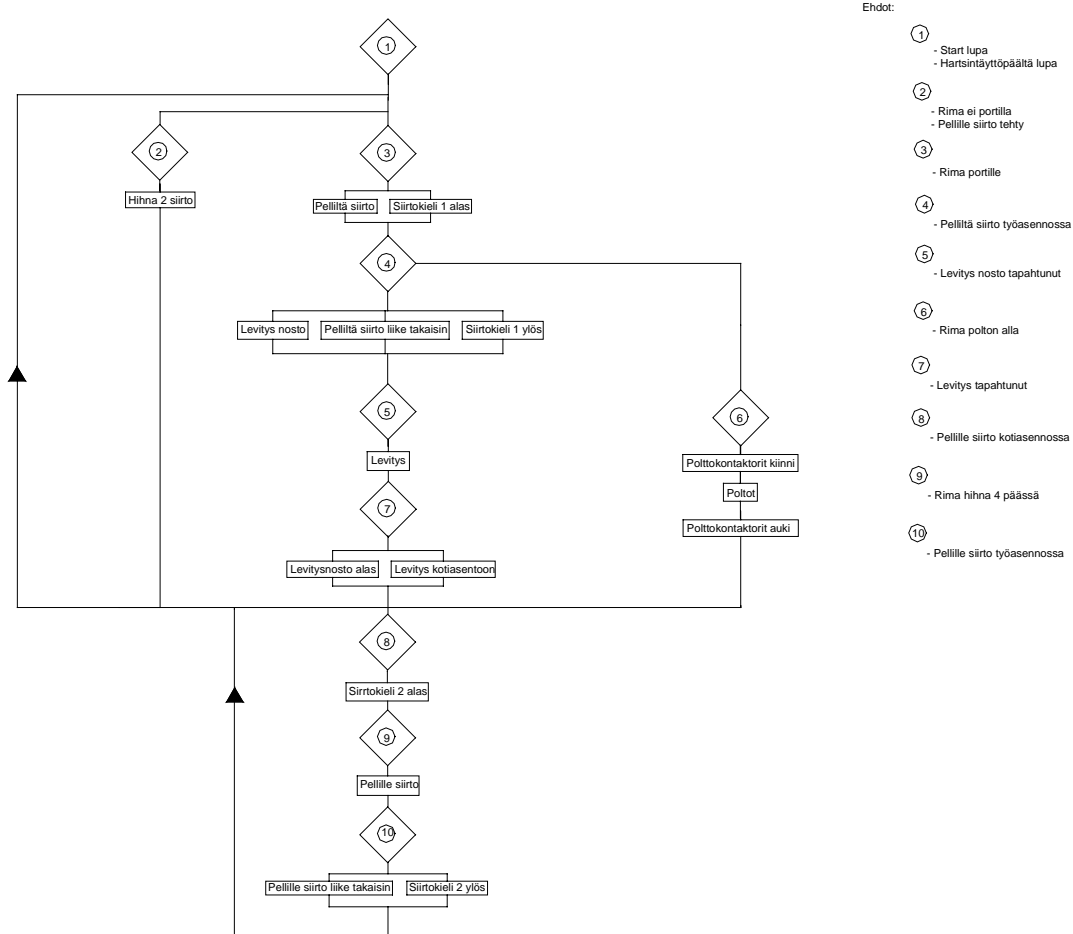
Esipolttopään sähkökytkennöistä vastasi, kuten hartsintäyttöpäässäkin, sähkösuunnitelmat tehnyt henkilö yhdessä sähköasentajan kanssa.

Esipolttopään I/O-pisteiden asennettiin hajautettuna. I/O-kortit asennettiin esipolttopäähän. Sieltä tieto kulkee hartsintäyttöpäässä sijaitsevaan logiikkaan SRM21 – V1 kortin kautta, joka asennettiin logiikan yhteyteen hartsintäyttöpään I/O-korttien perään. Liitteessä E on layout kuva logiikan keskusyksikön, hartsintäyttöpään I/O-korttien ja SRM21 – V1 kortin sijainnista ohjauspulpetissa. I/O-korteille tulevat I/O-pisteiden kytkentä kuvat ovat liitteinä (tulot: liite P ja Q, lähdöt: liite R ja S). I/O-pisteiden nimeämiseen käytin mahdollisimman hyvin kyseistä I/O-pistettä kuvaavaa nimeä, jotta muutoksien tekeminen ohjelmaan jälkeinpäin olisi mahdollisimman vaivatonta.

6.8 Esipolttopään ohjelmointi

6.8.1 Ohjauspaneeli

Esipolttopäässä sijaitseva ohjauspaneelia (liite T) emme vaihtaneet, vaan se on sama kuin vanhan logiikan aikanaanakin. Esipolttopään halutusta toiminnasta laadin sanallisen kuvauksen, johon laitoin näkyville anturit, kytkimet ja magneettiventtiilit. Lisäksi tein yksinkertaistetun lohkokaaavion esipolttopään normaaliajosta (kuva 16).



Kuva 16. Esipolttopään yksinkertaistettu lohkokaavio

6.8.2 Esipolttopään toiminnan kuvaus

Kun hihnalta 1 kelkka on tuonut pellin rimoineen hihnalle 2 voidaan pelti ajaa portille (anturi 7) saakka joko reset kytkimellä tai start kytkimellä.

Pelliltä siirto tapahtuu, kun rima tulee portille ja kun on painettu start kytkintä. Kun start kytkintä on painettu alkaa esipolttopään työkierto.

Esipolttopään työkierto:

Pelliltä siirto (magneettiventtiilit 3 ja 5) työliike saa tapahtua, jos polttokontaktorit ovat auki (anturit 15, 17 ja 19). Pelliltä siirto palaa takaisin kotiasentoon, kun työliike on saavuttanut anturit 5 ja 8. Siirtokielet 1 (magneettiventtiili 4) ovat työasennossa, kun pelliltä siirto on kotiasennossa (anturit 6 ja 9). Siirtokielet 1 kotiasentoon, kun pelliltä siirron työliike saavuttaa anturit 5 ja 8. Levitysnosto (magneettiventtiili 7) työliike tapahtuu, kun pelliltä siirron työliike saavuttaa anturit 5 ja 8, ja lisäksi levityssiirto pitää olla kotiasennossa (anturit 10 ja 12). Levitysnosto alas kotiasentoon, kun levityssiirto saavuttanut anturit 11 ja 13. Levityssiirto saa tapahtua, kun levitysnosto on tapahtunut. Levityssiirto takaisin kotiasentoon sen jälkeen, kun levitysnosto kotiasennossa.

Polttokontaktoreiden työkierto:

Polttokontaktorit alas, kun rima on polton alla (anturi 20). Kun polttokontaktorit ovat alhaalla (anturit 14, 16 ja 18) menevät AC/DC vastukset päälle ja tapahtuu n.1 sekunnin mittainen AC – poltto. AC – polton jälkeen menee DC – start ja DC purku päälle. DC – start on niin kauan päällä, että polttolaitte saavuttaa asetetun DC-jännitteen. Sen jälkeen kun DC - start on loppunut ovat DC-purku ja AC/DC-vastukset päällä vielä sekunnin ajan. Sen jälkeen polttokontaktorit nousevat ylös ja seuraava pelliltä siirto tapahtuu.

Siirto 2 (magneettiventtiili 9) työliike tapahtuu, kun anturille 21 tulee rima ja kun siirtokieli 2 on työasennossa (anturi 22) ja siirto 2 kotiasennossa (anturi 24). Siirto 2 takaisin kotiasentoon, kun työliike on saavuttanut anturin 23. Siirtokieli 2 työasentoon, kun siirto 2 kotiasennossa (anturi 24). Siirtokieli 2 kotiasentoon, kun siirto 2 on saavuttanut anturin 23.

Hihna 2 kuljettaa pellin ensimmäisen rimaa portille ja jos siirto 2 on toiminnassa, pitää siirto 2 ehtiä siirtämään 3 rimaa takaisin pellille, ennen kuin pelliltä siirto siirtää taas kolme rimaa kohti esipolttua. Hihna 2 liikkuu siirto 2 jälkeen rimaa verran eteenpäin ennen seuraavaa siirto 2:ta. Joka neljäs rima ajetaan aina portille saakka. Hihna 2 ei saa liikkua silloin, kun pelliltä siirto, siirto 2 ja keltakelta pellin siirto hihna 2:lle ovat käynnissä.

Hihna 3 pitää viedä siirto 2:n rimoilla täyttämä pelti kohti hartsintäyttöä silloin, kun uusi pelti saavuttaa anturin 4. Hihna 3 ei saa viedä peltiä pois, ennen kuin pelti on täytetty rimoilla pellin takareunaa myöten.

Hihna 4 ei saa liikkua silloin, kun pelliltä siirto työliike on kesken.

Reset kytkintä painattaessa hihna 2 ajaa rimaa aina portille.

Jos start kytkintä ei ole painettu ja painetaan ohiajo kytkintä sekä sen jälkeen reset kytkintä, tapahtuu vain polttokontaktoreiden työkierto.

Kun start kytkintä on painettu ja esipolttopään portille ei enää tule uusia rimoja, mutta rimoja on vielä esipolttopäässä, painetaan tyhjäsiajo painiketta, jolloin esipolttopäässä olevat rimat ajetaan normaalisti polton kautta takaisin pellille.

Alku tilanteessa, ennen kuin yhtäkään peltiä on tullut vielä esipolttua päähän, painattaessa stop kytkintä ja reset kytkintä yhtä aikaa, alkaa siirto 2 toimia vasta 5 pelliltä siirron työliikkeen jälkeen.

Ohiajopainiketta painattaessa pitää esipolton portti nostaa ylös, jonka jälkeen rimat menevät kokonaan esipolton ohi suoraan hartsintäyttöön.

Esipolttopää ei saa toimia, jos hartsintäyttöpäässä ei ole start kytkettynä tai jos hartsintäyttöpään pellinvartija anturilla 42 on pelti. Lisäksi hihna 3 toimii vedenjakajana hartsintäyttöpään ja esipolttopään välillä. Jos siihen muodostuu ruuhkaa ei esipolttopää saa lähteä toimimaan ennen kuin ruuhka on purkautunut.

6.8.3 Esipolttopään uuden logiikka ohjauksen käyttöönotto

Esipolttopään logiikkaohjauksen vaihto oli helpompi toteuttaa kuin hartsintäyttöpään, koska vanha esipolttopään Autolog-logiikka oli toiminta valmiina takaisin asennusta varten.

Logiikan kytkennöille oli varattu 2 tuotantopäivää, torstai ja perjantai. Kytkentöjen jälkeen tarkistimme tulot ja lähdöt. Lauantaina aloimme käymään hartsintäyttöratojen vastaavan laitosmiehen kanssa läpi ohjelman toimintaa. Päätimme lauantai iltapäivänä, että asennamme vielä toistaiseksi vanhan logiikan paikoilleen ja jatkamme ohjelman tarkistamista seuraavana viikonloppuna.

Seuraavana viikonloppuna jatkoimme esipolttopään uuden logiikka ohjelman koeajoja. Testasimme erilaisia kuormitustilanteita radalla ja rytmitimme esipolttopään toimimaan hartsintäyttöpään tahdissa. Lauantai iltana koko hartsintäyttörata toimi halutulla tavalla uuden logiikan ohjauksen alaisena ja se oli taas valmiina sunnuntai-iltana alkavaan tuotantoon. Liitteenä N/21 – N/33 on esipolttopään logiikka ohjelma.

Ohjelmoinnissa syntyi useita versioita hartsintäyttörata 2:n logiikka ohjelmasta. Epäselvyyksien välttämiseksi tuhosin kaikki entiset tekemäni ohjelma versiot ja jätin ainoastaan viimeisimmän version ohjelmasta tietokoneelle.

7 JATKOTOIMENPITEET

Hartsintäyttöradat 1 ja 2 ovat kalustoltaan ja toiminnoiltaan lähes identtiset. Hartsintäyttöradalle 2 tehty uuden logiikan vaihto on edessä myös lähitulevaisuudessa hartsintäyttöradalle 1. Nyt saatujen tulosten pohjalta hartsintäyttöradalle 1 tehtävä logiikan vaihdos tulee olemaan kopiointia hartsintäyttöradalta 2. Tämä vie paljon vähemmän aikaa ja resursseja kuin uusien suunnitelmien teko ja toteutus. Hartsintäyttörata 2:lle tehty logiikan vaihtoprojektiin liittyvät kaikki dokumentit ovat sekä sähköisessä muodossa että paperilla. Ne ovat käytettävissä, kun hartsintäyttörata 1:n logiikan vaihto projekti alkaa.

8 YHTEENVETO

Logiikan vaihto hartsintäyttöradalle oli projekti, jonka tyyppisiä teollisuudessa tulee jatkuvasti eteen. Kuitenkin yleensä tämän tyyppiset projektit ovat uuden laitteen asennukseen liittyviä eikä vanhan logiikkaohjauksen vaihtoa uuteen, koska tuotantolaitteiden elinikä on harvoin niin pitkä, että laitteen ohjauksesta vastaavan logiikka mallin elinkaari tulee loppupisteesensä.

Tällaiset logiikka ohjauksen päivittämissuunnitelmat ovat luonteeltaan sellaisia, että laite on jo tuotannossa ja tuotantokatkos ohjauksen uusimisen ajaksi pitää saada mahdollisimman lyhyeksi. Kun taas uuden laitteen suunnitteluun, asennukseen ja käyttöönottoon on yleensä varattu huomattavasti enemmän aikaa ennen varsinaisen tuotannon alkua.

Logiikan vaihto projekti oli suunniteltu niin, että ohjauksen vaihto kävisi nopeasti ja vaivattomasti. Esivalmistelut piti sähkösuunnitelmien ja logiikka ohjelman teossa olla valmiina kun vanhaa logiikka ohjausta ryhdyttiin purkamaan ja uutta asentamaan paikalleen.

Projekti kokonaisuudessaan meni ilman suurempia ongelmia. Projektiaikataulua jouduimme muutaman kerran muuttamaan, johtuen tehtaan sisällä olleista muista projekteista, mutta logiikan vaihto projektin lopputulos oli valmis silloin kun pitikin.

LÄHDELUETTELO

1. Antti Isännäinen. Logiikkaohjelmointi, 1995.
2. Fonselius. Koneautomaatio julkaisusarja. Automaatiolaitteet. ISBN 951-37-1834-4.
3. Omron. Syswin-ohjelmointi. Peruskoulutus, 2000.
4. Miikka Kotamäki, Timo R. Nyberg. Koneautomaatio 2000. Vapokustannus. Opetushallinto.
5. Omron. Syswin v.3.4. Käyttäjän opas, 2000.

LIITELUETTELO

Liite A/1 – Liite A/3	Osaluettelo
Liite B	Hartsintäyttöpään pneumatiikka kaavio
Liite C	Hartsintäyttöpään pneumatiikka kaavio
Liite D/1 – Liite D/3	Hartsintäyttöpään tulot ja lähdöt
Liite E	Layoutkuva ohjauskaapista
Liite F	Hartsintäyttöpään tulokortti
Liite G	Hartsintäyttöpään tulokortti
Liite H	Hartsintäyttöpään tulokortti
Liite I	Hartsintäyttöpään lähtökortti
Liite J	Hartsintäyttöpään lähtökortti
Liite K	Hartsintäyttöpään lähtökortti
Liite L	Layoutkuva ohjauspaneelistä
Liite M/1 – Liite M/33	Logiikka ohjelmalistaus
Liite N	Esipolttopään pneumatiikka kaavio
Liite O/1 ja Liite O/2	Esipolttopään tulot ja lähdöt
Liite P	Esipolttopään tulokortti
Liite Q	Esipolttopään tulokortti
Liite R	Esipolttopään lähtökortti
Liite S	Esipolttopään lähtökortti
Liite T	Layoutkuva esipolttopään ohjauspaneelistä