

Opinnäytetyö (AMK)

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma

2020

Jussi Seppälä

**PAKKAUSKONEEN
OHJAUSJÄRJESTELMÄN
NYKYAIKAISTAMINEN
OHJELMOITAVALLA
LOGIIKALLA**

OPINNÄYTETYÖ (AMK) | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma

2020 | 49 sivua, 2 liitesivua

Jussi Seppälä

PAKKAUSKONEEN OHJAUSJÄRJESTELMÄN NYKYAIKAISTAMINEN OHJELMOITAVALLA LOGIIKALLA

Tämä opinnäytetyö tehtiin Risetti Oy:lle Raisioon keväällä 2019. Tavoitteena oli uudistaa vanhan pakkaussaumaajan ohjauspiiriä ja samalla saattaa laite jälleen käyttökuntoiseksi. Kyseinen laite oli toiminut varaosakoneena, josta aina tarvittaessa oli siirretty osia käytössä olevaan koneeseen. Viimeisimpänä vanha ohjainkortti oli siirretty käytössä olevaan koneeseen.

Saumaajan tarvittavat toimilaitteet ja anturit jätettiin paikalleen. Kaikki tarpeettomat laitteet ja epämääräiset johdotukset purettiin pois ja johdotettiin uudestaan siirryttäessä käyttämään Siemensin S7-tuoteperheen logiikkaa sekä HMI-näyttöpaneelia. Samalla saatiin selkeyttä ohjausvirtapiiriin, ja kaikki ohjaukset käyttävät nyt 24 voltin tasajännitettä. Aikaisemmin laitteessa oli aikakautensa mukainen ohjaus, jossa ohjauspiirissä käytettiin sekaisin vaihto- ja tasavirtaa ja myös jännitetasot vaihtelivat.

Logiikan ja näyttöpaneelin ohjelmointiin käytettiin Siemensin TIA Portal ohjelmaa. Ohjelmointi tapana käytettiin tikapuukaavio (LAD) periaatetta. Tapa oli ennalta tuttu ja koettiin, että on helpommin ja selkeämmin ymmärrettävissä, kun myöhemmin siirretään ohjelman kulku kirjalliseen ja visuaaliseen muotoon.

Opinnäytetyöllä saavutettiin sille asetetut tavoitteet. Saumaaja on käyttökuntoinen ja selkeämmän käyttöliittymän avulla käyttäjän on helpompi säätää ja käyttää laitetta. Selkeämmän johdotuksen ja ohjausvirtapiirin ansiosta vianhakutilanteet ja mahdollisten lisälaitteiden liittäminen helpottuivat.

ASIASANAT:

PLC, HMI, Automaatio, Ohjelmointi, Pulssianturi

BACHELOR'S | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Mechanical and Production Engineering

2020 | 49 pages, 2 appendix pages

Jussi Seppälä

PACKING MACHINES'S CONTROL WITH PROGRAMMABLE LOGIC

This thesis was commissioned by Riseti Oy Ltd in spring 2019. The aim of the thesis was to modernize the control circuit and regain the operational functionality of the machine. The machine has been out of use and used only to donor parts for another similar operational machine. Near past was situation that the control board broke and only thing to remedy the situation was to switch the control board from old machine to newer one. This left the conclusion if the control board breaks again the machine is useless. In that situation there is no quick way to regain an operational state of the machine because there are no spare parts available to it anymore or anywhere.

Sensors, actuators and devices that the machine needed were left in place if they were in good operational condition. All the old harnesses, wiring and devices were dismantled if they were not needed. There were some questionable wirings, which is quite common for a machine of this age.

Now when the machine is complete almost all the wirings are new, because the usage of Siemens S7 logic module and HMI screen. The new control circuit and wirings are clearer and comply with the current industrial standard. This means that the control circuit feed is now the 24V DC everywhere, instead of the earlier variable feeds DC or AC with different voltage ratings. 24V DC is the most common feed in industrial application nowadays.

Siemens TIA Portal software was used to program the Siemens logic module and the HMI-screen. The ladder diagram language was used for programming. Because it was already a familiar practice to the programmer and was assumed to be the easiest to understand to the reader without a programming background.

The objectives of the thesis were reached at an acceptable level. The machine is operational and easier to operate, because now the user can easily adjust the parameters for the current need.

KEYWORDS:

PLC, HMI, Automation, Programming, Pulse sensor

SISÄLTÖ

KÄYTETYT LYHENTEET TAI SANASTO	7
1 JOHDANTO	8
2 RISETTI OY	9
3 PAKKAUS-SAUMAAJAN TOIMINTA JA AUTOMAATIO	10
3.1 Pakkaus-saumaaja	10
3.1.1 Pussin saumaus	10
3.1.2 Toiminta ja työkierto	12
3.1.3 Saumaajat	15
3.2 Automaatio	16
3.2.1 Digitaalitekniikan signaaliviestit	16
3.2.2 Digitaalinen signaali (1-bittinen)	16
3.2.3 Analoginen signaali	17
3.2.4 Inkrementaalianturi	18
3.2.5 Ohjelmitava logiikka PLC	19
3.2.6 Simatic S7	20
3.2.7 Simatic S7-1200	21
3.2.8 Simatic S7-1215C	21
3.2.9 Ohjelmointi	22
4 PROJEKTIN TOTEUTUS	26
4.1 Suunnitelma	26
4.2 PLC:n valinta	27
4.3 Toteutus	28
4.4 Ohjelman toiminta	30
4.5 Käyttöliittymä	43
5 YHTEENVETO	46
LÄHTEET	47

LIITTEET

- Liite 1. Päävirtakaavio.
Liite 2. Ohjauspiirikaavio

KUVAT

Kuva 1. Kalvon kulku (WePack 2020).	10
Kuva 2. Saumat (WePack 2020).	11
Kuva 3. Hydraulikaavio (FESTO FluidSIM).	13
Kuva 4. Paineilmakaavio (FESTO FluidSIM).	14
Kuva 5. Kiertyvä tyyppinen inkrementaalianturi, jota työssä käytettiin.	18
Kuva 6. Inkrementaalianturin hilakiekkoja (Keinänen ym. 2007,201).	19
Kuva 7. S7-1200 (Siemens).	22
Kuva 8. S7-300 (Siemens).	22
Kuva 9. Esimerkki tikapuukaaviosta (Keinänen ym. 2007, 224).	23
Kuva 10. Esimerkki toimintalohkokaaviosta (Keinänen ym. 2007, 224).	24
Kuva 11. Esimerkki käskylistaohjelmoinnista (Keinänen ym. 2007, 224).	25
Kuva 12. Lähes valmis laite. Annosputki ja turvaovi puuttuu.	29
Kuva 13. Main-lohko. Järjestelmä käynnissä.	30
Kuva 14. Main-lohko. Toimintalohkot.	30
Kuva 15. Main-lohko. Toimintalohkot 2.	31
Kuva 16. Main-lohko. Laskuri.	32
Kuva 17. Main-lohko. Analogiaviesti.	33
Kuva 18. Main-lohko. Käynnistys.	34
Kuva 19. Hydraulimoottori-lohko. Moottorin ohjaus.	35
Kuva 20. Hydraulimoottori-lohko. Nollakohtan haku.	36
Kuva 21. Tyhjä pussi-lohko.	36
Kuva 22. Saumaajat-lohko. Saumaajien lämpö ja pystysaumaaja.	37
Kuva 23. Saumaajat-lohko. Hydraulileuat.	38
Kuva 24. Saumaajat-lohko. Alkuperäisten asetusten haku.	39
Kuva 25. Annostelija-lohko.	40
Kuva 26. Merkkivalot-lohko.	41
Kuva 27. Lähdöt-lohko.	42
Kuva 28. Käyttäjän-näyttö.	43
Kuva 29. Asetukset-näyttö.	44
Kuva 30. Huolto-näyttö.	45

TAULUKOT

Taulukko 1. Esimerkkejä kymmenjärjestelmästä binääriluvuksi	16
Taulukko 2. Bittien lukumäärän vaikutus tarkkuuteen	17
Taulukko 3. IO-luettelo.	27

KÄYTETYT LYHENTEET TAI SANASTO

Lyhenne	Lyhenteen/sanan selitys
FBD	Toimintalohkokaavio (Function Block Diagram)
HMI	Käyttöliittymä (Human Machine Interface)
Impedanssi	Suure, joka kuvaa virtapiirin vaihtovirralla aiheuttamaa vastusta.
Input	Logiikan tulo
LD	Tikapuukaavio (Ladder Diagram)
NC	Avautuva kosketin (Normal Closed)
NO	Sulkeutuva kosketin (Normal Open)
Output	Logiikan lähtö
PLC	Ohjelmoitava logiikka (Programmable Logic Controller)
STL	Käskylistä (Statement List)

1 JOHDANTO

Tämän työn toimeksiantaja on Riseti Oy, joka on pakkaamoalan yritys. Laitekannan ollessa yrityksessä vaihtelevaa ja omaan käyttöön sovellettuja, on joihinkin vanhempiin laitteisiin mahdotonta enää saada uusia varaosia. Tästä johtuen on esimerkiksi säästetty jo käytöstä poistettu pakkauskone mahdollisen käytössä olevan pakkauskoneen varaosatarpeen tyydyttämiseksi. Viimeisimpänä tarpeena käytössä olevaan koneeseen tarvittiin ohjauspiirikortti, joka käytöstä poistetusta koneesta siirrettiin. Tällöin herättiin pohtimaan mahdollista tilannetta, jossa ohjauspiirikortti hajoaa uudestaan. Tämä tarkoittaisi sitä, että käytössä oleva kone olisi toimeton mahdollisesti pitkäänkin ja nopeaa ja edullista ratkaisua tilanteeseen ei olisi. Pohdinnan tuloksena alettiin selvittämään kustannuksia ja mahdollisuuksia varaosakoneen saattamista käyttökuntoon ja tältä pohjalta tämä työ syntyi.

Työn tavoitteeksi muodostui saattaa vanha pakkauskone käyttökuntoon ja tavoitteen saavuttamiseksi täytyi suunnitella ja päivittää koneen ohjausjärjestelmä nykyaikaisemmaksi. Työn sujuvuudelle oli hyvä lähtökohta, että kone oli käytöstä poistettu, koska koneen työstäminen ei vaikuttanut tuotantoon millään tavalla. Jos olisi tullut jotain ylitsepääsemättömiä ongelmia olisi työn voinut mahdollisesti keskeyttää ja vain ainoastaan pieni sijoitettu pääoma olisi mennyt hukkaan.

Työn toteuttamiseen annettiin täysi toimintavapaus. Lähtökohtana kuitenkin pidettiin mahdollisimman edullisia kustannuksia. Tämän johdosta käytettiin tarkkaa harkintaa vanhojen komponenttien jatkokäytölle, sekä uusien komponenttien hankintaan. Valintaan vaikutti myös muissa koneissa käytettävät laitteet ja komponentit, kuten lämmön-säätimien vaihto samaan tuoteperheeseen kuin suurimmalla osalla koneista. Käyttö on käyttäjälle tällöin luontevampaa ja varastossa pidettävien varaosien lukumäärä pienenee ja tällöin myös varaosiin sidottu pääoma on pienempi.

Opinnäytetyössä esitellään pakkauskoneen toimintaa pääpiirteittäin läpi ja työn kannalta olennaisimmat laitteet esitellään yleisesti syventymättä toimintaan. Pääpaino tässä opinnäytetyössä on logiikan ohjelman sekä näyttöpaneelin käyttöliittymän rakenne.

2 RISETTI OY

Risetti Oy on pieni pakkaamotoimintaa harjoittava perheyritys. Yritys on perustettu neljän sisaruksen voimin vuonna 1995 Naantaliin ja myöhemmin tilojen käydessä ahtaaksi toiminta siirretty Raisioon, jossa myös laajennusosia on tiloihin tehty viime vuosina. Yritys työllistää nykyään noin 9 henkilöä ja yrityksestä vetovastuussa ovat sisarukset Sami Ristolainen ja Saija Ristolainen-Kotimäki, joista laitekannasta vastaa Sami ja taloudenhoidosta Saija. (Risetti 2019.)

Yritys on keskittynyt kuivatuotteiden kuten merisuolan, pellavasiemenrouheen, paahdetun sipulirouheen yms. pakkaamiseen. Elintarvikkeiden pakkaamisen ollessa kysessä on puhtaat raaka-aineet ja yleinen puhtaus yrityksessä tärkeitä. Yrityksellä on omat tunnetut tuotesarjat Risetti ja lintujen ruokintaan räätälöity Nokittavaksi (Nokittavaksi 2019).

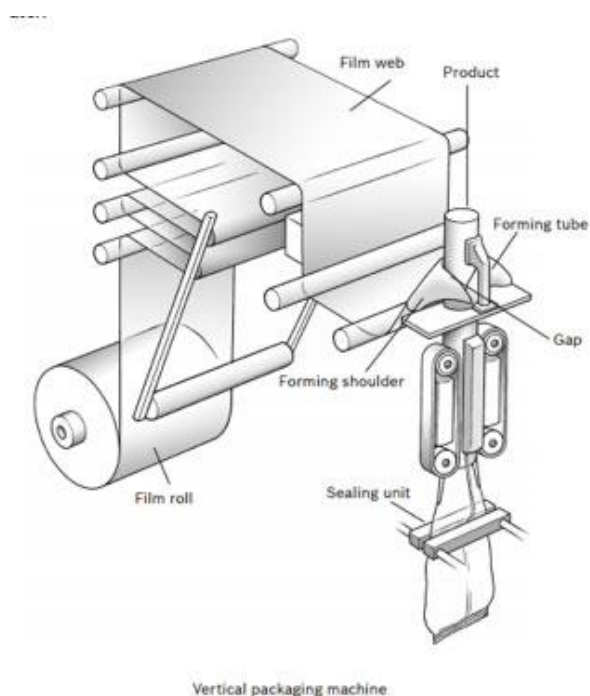
3 PAKKAUS-SAUMAAJAN TOIMINTA JA AUTOMAATIO

3.1 Pakkaus-saumaaja

Pakkaus-saumaaja (Aquarius) on kohtuullisen iäkäs pystymallinen laite, joka on toiminut varaosien luovuttajana käytössä olevalle samanlaiselle koneelle. Varaosia kyseiseen laitteeseen ei enää juurikaan saa, eikä varsinkaan ohjauslogiikan puolelle, jotka toimivat ohjainkortein. Ohjausjärjestelmä ja laite on suunniteltu arviolta, joskus 1980-luvun alussa, koska laitteeseen kuuluvat sähkökaaviot oli päivätty vuoteen 1982.

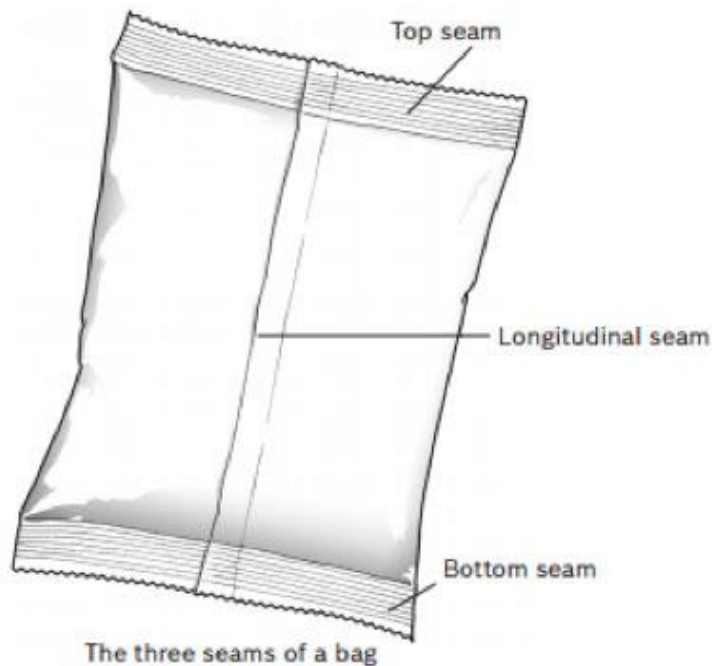
3.1.1 Pussin saumaus

Laitteella pakataan tuotteita pussiin ja saumataan pussit tiiviiksi. Kalvo ohjataan kalvorataa pitkin kierrättämällä kalvoa erinäisten rullien kautta. Nämä määrittävät kalvolle sopivan kireyden, jotta kalvo kulkee suoraan ja vaivattomasti putken päälle kalvorullasta. Putken yläpäässä on ohjausadapteri, joka ohjaa kalvon reunat hieman limittäin pystysaumaajan kohdalle (Kuva 1).



Kuva 1. Kalvon kulku (WePack 2020).

Saumauksen jälkeen tuloksena on tiivis ja kestävä pystysauma (Kuva 2).



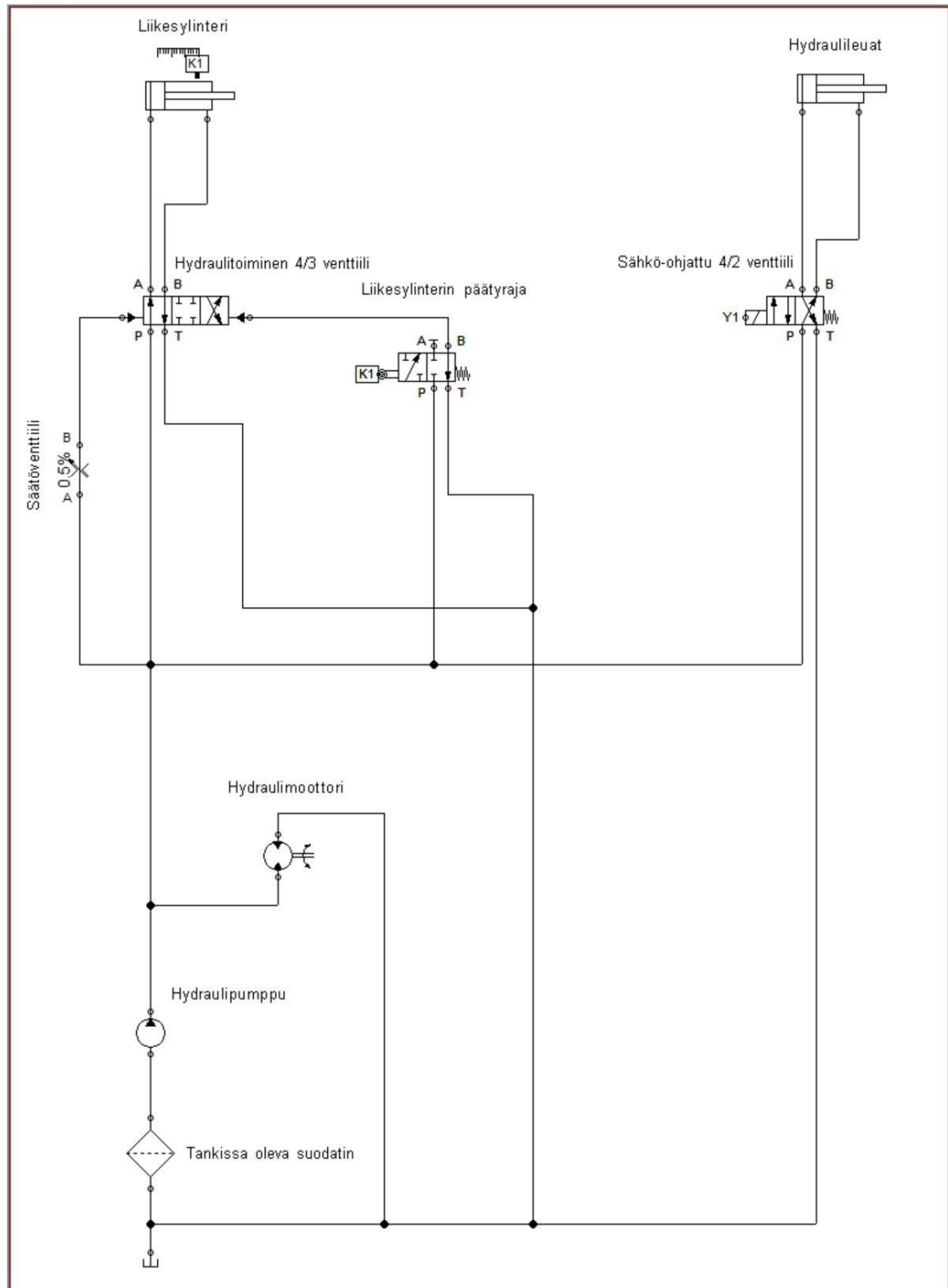
Kuva 2. Saumat (WePack 2020).

Käytettävän kalvon laatu ja leveys vaikuttavat oleellisesti ohjausadapterin valintaan sekä kalvoradan säätöihin. Vaakasaumaus on hieman suoraviivaisempi prosessi, koska kalvot ovat jo valmiiksi päällekkäin kun ne saumataan. Vaakasauman lopputulokseen tässä tapauksessa vaikuttaa oleellisesti kalvon vaivaton liikkuminen sekä puristavien leukojen ja annostelijan oikea ajoitus, jotta pakattava tavara ei joutuisi leukojen eikä sauman väliin. Työn kohteena olevassa saumaajassa ei ole vetohihnoja kalvon liikuttamiseksi annosputken päällä. Tämä toteutetaan hydraulileuoilla, jotka liikkuvat ylös ja alas.

3.1.2 Toiminta ja työkierto

Laitetta käytetään yhdellä sähkömoottorilla, joka pyörittää hydraulipumppua ja käyttöakselia, josta otetaan paikkatieto. Hydraulipumpulla saadaan käytettyä hydraulisylintereitä, joilla saadaan aikaiseksi hydraulileukojen edestakainen ylös alas liike ja hydraulileukojen kiinni auki liike. Leukojen ylös alas liike on rajoitettu mekaanisella rajakytkimellä, jonka aktivoituessa tämä kääntää virtauksen kulkemaan toisin päin ja sylinteri lähtee liikkumaan alaspäin. Liikkeen pituutta voidaan saumattavan pussin pituuden mukaan säätää kiertämällä pitkää matoruuvia alhaalta, joka siirtää koko hydrauliyksikköä joko ylös tai alas.

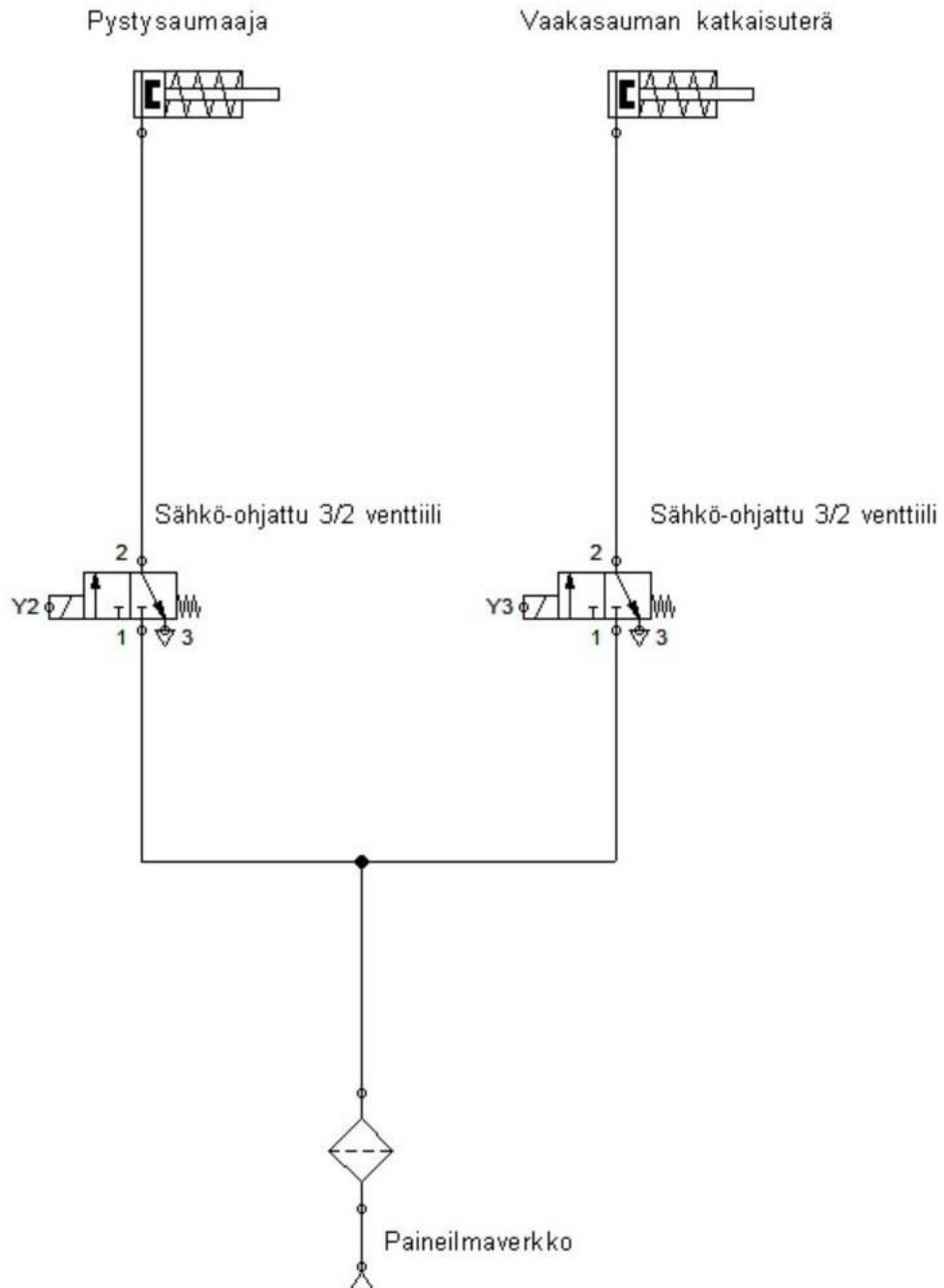
Hydraulileukojen ohjaus tapahtuu sähköohjatulla hydrauliventtiilillä, johon vaikuttamalla saadaan hydraulileuat menemään kiinni tai auki. (Kuva 3.)



Kuva 3. Hydraulikaavio (FESTO FluidSIM).

Leuoissa on lämpövastukset joilla saadaan vaakasauma pussiin aikaiseksi, sekä paineilmakäyttöinen katkaisuterä, jolla pussi katkaistaan.

Kaikki paineilmatoimiset laitteet ovat sähköisesti ohjattuja kuten myös pystysaumaaja jota liikutetaan lähemmäs ja kauemmas (Kuva 4).



Kuva 4. Paineilmakaavio (FESTO FluidSIM).

Ensin pystysaumaaja aloittaa saumaamaan kalvoa putkea vasten ja leuat liikkuvat yläasentoon. Samaan aikaan annos tiputetaan annosputkea pitkin pussiin. Leuat menevät kiinni jättäen kalvon väliin. Pystysaumaaja lopettaa saumaamisen ja leuat liikkuvat kalvosta kiinni pitäen alas kaiken aikaa saumaten. Alasennossa katkaisuterä leikkaa pussin sauman puolivälistä ja leuat irrottavat otteen. Valmis pussi tippuu ja seuraavassa pussissa on siten alasauma jo olemassa ja kierto jatkuu.

Koko laitteen ohjaus ja liikkeiden ajoitus toteutetaan inkrementaali anturin (Pulssianturin) avulla, joka sijaitsee käyttöakselin päässä. Hyvin toimintavarma ja myöskin mukautuva tapa ohjata, koska nopeutta voidaan nostaa tai laskea joustavasti sen vaikuttamatta juurikaan pussien laatuun. Tietysti pakattavan tavarän laatu ja muut mekaaniset ym. hitaudet saattavat vaikuttaa siihen, että liikkeiden ajoituksia täytyy säätää. Tämä on aina tapauskohtaista, mutta perusrakenteeltaan hyvinkin joustava ja helppo liittää erilaisiin kuljettimiin rakenteensa yksinkertaisuuden vuoksi. Alkujaan laitteessa on ollut variaattori sähkömoottorin ja hydraulipumpun välissä, jolla on välityssuhdetta muuntelemalla saatu haluttu nopeus. Jossain laitteen elinkaaren aikana on variaattori otettu pois ja korvattu taajuusmuuttajalla.

3.1.3 Saumaajat

Laitteessa on oma muuntajansa saumausvastuksille (viisi kappaletta). Tällä muuntajalla muunnetaan kahden vaiheen välinen vaihtojännite (400 voltia), 48 voltiksi vaihtojänniteeksi. Tämä jännite ohjataan puolijohdereleiden kautta vastuksille siten, että pystysaumaajalla on yksi vastus ja vaakasaumaajalla on kaksi vastusta sarjassa molemmin puolin eli yhteensä neljä kappaletta. Puolijohdereleitä ohjataan erillisillä lämmönsäätimillä, joita on kaksi kappaletta. Lämmönsäätimet seuraavat termostaatin (Pt100) avulla saumaajien lämpötiloja ja pyrkivät pitämään asetetun lämpötilan kytkemällä saumaajat joko päälle tai pois.

Jännitteen alentaminen on laitteen turvalliseen käyttöön välttämätöntä, koska saumaajat ovat hyvin johtavaa metallia ja vastuksen, johtojen tms. rikkoutuessa on ilmeisen sähköiskun vaara.

3.2 Automaatio

3.2.1 Digitaalitekniikan signaaliviestit

Digitaalitekniikassa käytetään binäärijärjestelmää, joka perustuu kantalukuun 2, siinä on vain kaksi numeroa, 0 ja 1. Näitä tiloja on helppo käsitellä sähköisesti. Yksinkertaisimmillaan nämä tilat voi ymmärtää ”kytkin kiinni tai auki” -tiloilla. Koska jokaisessa lukujärjestelmässä on voitava esittää kantalukua suurempia lukuja, tarvitaan yksittäisten numeroiden lisäksi myös moninumeroisia lukuja. Kaikilla lukujärjestelmillä on yhteisenä piirteenä se, että numeron paikka numerojonossa määrää sen merkityksen. Vähiten merkitsevä numero on äärimmäisenä oikealla ja eniten merkitsevä äärimmäisenä vasemalla. Tarkastelussa on tuhansilla vuosilla toki suurempi merkitys kuin yksittäisillä vuosilla. (Keinänen ym. 2007,64.)

Taulukko 1. Esimerkkejä kymmenjärjestelmästä binääriluvuksi

Desimaaliluku	$(2^8) = 128$	$(2^6) = 64$	$(2^5) = 32$	$(2^4) = 16$	$(2^3) = 8$	$(2^2) = 4$	$(2^1) = 2$	$(2^0) = 1$
5	0	0	0	0	0	1	0	1
90	0	1	0	1	1	0	1	0
160	1	0	1	0	0	0	0	0
248	1	1	1	1	1	0	0	0

3.2.2 Digitaalinen signaali (1-bittinen)

Signaalilla on kaksi sovittua tilaa: aktiivinen (1) ja deaktiivinen (0). Tila voidaan viestiä kytkintietona tai jännitetietona. Normaaleja jänniteviestitasoja ovat 0V ja 24V. (Aalto ym. 1999,52.) Tämän tyyppisiä signaaleja käytetään ylivoimaisesti eniten ja pelkästään tämän signaalin avulla voidaan toteuttaa jo monimutkaisiakin järjestelmiä mitkä eivät vaadi tarkkaa säätämistä tai tiedonkeruuta.

3.2.3 Analoginen signaali

Viesti voi olla vapaasti vaihteleva jännite tai virta rajatulla alueella. Perusjänniteviestissä käytetään arvoja väliltä 0...+10V ja -10V...+10V ja virtaviesteissä 0...20mA tai 4...20mA. (Aalto ym. 1999,52.) Näistä 4...20mA virtaviesti on vuosikymmenien aikana vakiinnuttanut asemansa ja sen käytöllä on monta etua. Viesti mahdollistaa tehonsyötön kenttälaitteelle viestikaapecta pitkin. (Kippo & Tikka. 2008, 51.) Virtaviesti ei myöskään ole niin herkkä sähkömagneettisille häiriöille kuin jänniteviestit, varsinkaan pidemmällä kaapelivedoilla.

Kuten jo aiemmin todettiin käytetään binäärijärjestelmää kuvaamaan piirien signaalitiloja (0 ja 1), joita analogisetkin signaalitkin todellisuudessa digitaalitekniikassa ovat (Keinänen ym. 2007, 64.). Suuremmat luvut vaativat vain lisää ykkösiä ja nollija, joita kutsutaan biteiksi. Mitä enemmän bitejä on käytössä sitä suurempi, toisin sanoen tarkempi resoluutio laitteella on.

Havannoillistava teoreettinen esimerkki: Lämpötila-anturi mittaa lämpötilaa alueella 0 °C–150 °C.

Taulukko 2. Bittien lukumäärän vaikutus tarkkuuteen

Bitit	Tilojen määrä	Suurin kymmenjärjestelmän luku	Suurin binäärimuodossa	Mittaustarkkuus/väli
1	2	1	1	150°C
2	4	3	11	50°C
3	8	7	111	21,429°C
4	16	15	1111	10°C
5	32	31	11111	4,839°C
6	64	63	111111	2,381°C
7	128	127	1111111	1,181°C
8	256	255	11111111	0,588°C
9	512	511	111111111	0,294°C
10	1024	1023	1111111111	0,147°C

Oheisesta taulukosta pystytään havannoimaan bittien määrän vaikutuksesta mittaus-tarkkuuteen. 1-bittisenä tilojen määrä on vain kaksi kpl (0 ja 1) jolloin teoreettisesti ei saada mitattua kuin milloin lämpötila on 0 °C tai 150 °C. 2-bittisenä tilojen määrä on jo 4 kpl (00, 01, 10, 11) jolloin mittausväli on jo 50 °C välein. 10-bittisenä tilojen määrä on jo 1024 kpl, joka tarkoittaa jo lähes 0,1 °C mittauksen välissä. Digitaalitekniikassa on tärkeä muistaa, että nolla on myös tila (0 ei päällä ja 1 päällä).

3.2.4 Inkrementaalianturi

Inkrementaalisia pulssiantureita on yleisesti, joko kiertyvinä tai lineaarisina. Inkrementaalianturi ei itsenäisesti pysty absoluuttista paikkaansa kertomaan. Absoluuttisen aseman määrittämiseen tarvitaan elektronista laskuria tai ohjelmoitavaa logiikkaa, joka laskee anturista tulevia pulsseja. (Keinänen ym. 2007, 200–201.)

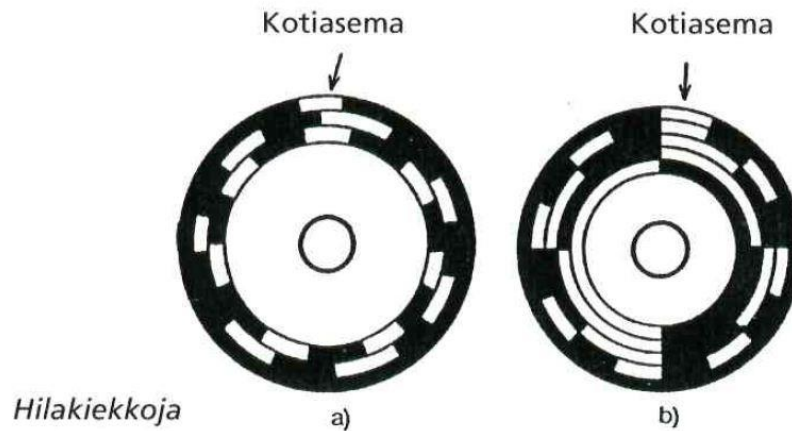
Anturi antaa pulsseja vain liikkeessaan eteen tai taaksepäin riippumatta paikastaan. Anturi on sitä tarkempi mitä enemmän se kykenee antamaan pulsseja yhdellä anturikierröksellä. Tavallisesti antureissa on kolme pulssilähtöä, joista kaksi on liikettä ilmaisevia pulssikanavia, joiden vaihe-ero on 90 astetta ja kolmas on tarkistuspulssi yhtä anturin kierrosta kohden. Vaihe-ero kanava A:n ja B:n välillä auttaa pääättelemään kumpaan suuntaan akseli liikkuu. (Aalto ym. 1999, 30–32.)

Tarkistuspulssia käytetään tavallisesti laskureiden nollaamiseen ja asemapaikan hakuun. Anturin toimintavasta johtuen aina laitteistoa käynnistäessä on suoritettava asemapaikan haku. Tavallisesti tämä tarkoittaa sitä, että ajetaan yksi kierros, jotta saadaan tarkistuspulssi jolla pystytään määrittämään absoluuttinen paikka. Tämän määrittämisen jälkeen pulssianturin antamaa tietoa voidaan käyttää luotettavasti hyväksi.

Vahvuudet kyseisissä anturityypeissä on niiden edullisuus, tarkkuus ja yksinkertaisuus. Esimerkiksi kiertyvätyyppinen anturi voi pyöriä akselinsa ympäri äärettömän määrän. Heikkoudet antureissa on tarve alkuasennon määrittämiseen, mekaanisuus ja vikaantumisensa saattavat aiheuttaa vaaratilanteen riippuen käytettävästä kohteesta. (Aalto ym. 1999, 30–32.)



Kuva 5. Kiertyvä tyyppinen inkrementaalianturi, jota työssä käytettiin.



Kuva 6. Inkrementaalianturin hilakiekkaja (Keinänen ym. 2007,201).

Anturin rakenne (Kuva 6). Jokaista kehää luetaan erikseen ja aina kun tietyn kehän anturi näkee hilakiekkon läpi palauttaa se pulssin kyseiseen kanavaan. Esimerkeistä a on kolmikanavainen ja b viisi kanavainen.

3.2.5 Ohjelmoitava logiikka PLC

Alkuna ohjelmoitavat logiikat ovat saaneet 1970-luvulla Amerikan autoteollisuuden piirissä. Autojen vuosittaisten mallimuutosten vuoksi jouduttiin tuotanto-ohjelmia muuttamaan vähintään kerran vuodessa. Tuotantolaitteiden pysyminen useimmiten samoina myös mallimuutosten jälkeen, haluttiin löytää vaihtoehtoinen keino, jolla koneiden ohjaus pystyttäisiin muuttamaan nopeammin ja helpommin kuin mitä se oli ollut reletekniikalla (Kuva 8) tehtäessä. (Suomen sähköurakoitsijaliitto ry. 1991, 19)

Ohjelmoitava logiikka sai Amerikassa nimen PLC (Programmable Logic Controller). Logiikkajärjestelmien kehittämisessä lähtökohtana on ollut, että niiden käyttö on selkeää, helppoa ja suoraviivaista sekä toiminta varmaa. Useasti henkilöt, jotka ovat käyttäneet reletekniikkaa ohjauksissa jo aiemmin on helppo siirtyä käyttämään ohjelmoitavia logiikoita. (Suomen sähköurakoitsijaliitto ry. 1991, 19–20.)

Ohjelmoitavassa logiikassa ei ole kiinteästi tehtyä langoitusta, joka määräisi miten logiikka toimii, vaan logiikalle määritellään, miten se toimii suhteessa tulojen ja lähtöjen kanssa (Suomen sähköurakoitsijaliitto ry. 1991, 22). Kytken ja langoituksen pysyessä samana voidaan tuloihin ja lähtöihin vaikuttaa ohjelmallisesti ja muokata toimintatapaa haluttuun suuntaan. Muutoksien tekeminen on joustavaa ja kustannustehokasta. Esimerkiksi usean kuljettimen muodostamalta radalta otetaan pois kuljettimia hetkellisesti radan lyhentämiseksi. Suojataan langoitukset ja poistetaan kuljettimet ohjelmasta. Reletekniikalla, jouduttaisiin tällaisessa tilanteessa jo muuttamaan ohjauskytkentää, jotta kuljetinrata toimisi oikein ja virhekytkentöjen mahdollisuus on ilmeinen.

Logiikat voidaan nykyään jakaa kahteen eri ryhmään sen perusteella ovatko ne kiinteällä IO-määrällä varustettuja vai erilaisista moduuleista kokoonpantavia laitekokonaisuuksia. Kiinteän IO-määrän laitteet yleensä soveltuvat hyvin pieniin kokonaisuuksiin ollen kustannustehokkaita. Modulaarisissa logiikkajärjestelmissä käyttäjä voi valita kulloisenkin tarpeen mukaan erilaiset IO- ja kenttäväylämoduulit. Tämän tyyppiset järjestelmät soveltuvat jo hyvin isojen ja monimutkaisten laitekokonaisuuksien ohjaamiseen. (Keinänen ym. 2007, 221–223.)

3.2.6 Simatic S7

Vuonna 1994 Siemens julkisti uuden tuoteperheen S7, jossa oli kolme eri tuoteryhmää S7-200-, S7-300- ja S7-400-sarjan logiikat eri kokonaisuuksiin. Tähän tuoteperheeseen otettiin samalla käyttöön uusi kenttäväylästandardi PROFIBUS.

S7-200-sarjan logiikoissa on integroituna tulot ja lähdöt samassa kokonaisuudessa mukaan, ollessaan kompaktin kokoinen on tämä oiva pienempien kokonaisuuksien tai yksittäisten laitteiden hallintaan.

S7-300-sarjan logiikat perustuvat modulaarirakenteeseen eli tulo ja lähtö moduulit valitaan kulloisenkin tarpeen mukaan. Tämä sopii jo isompienkin järjestelmien hallintaan kuten kuljetinjärjestelmät jne.

S7-400- sarja on näistä tehokkain ja tarkoitettu esimerkiksi prosessiautomaatioon ja kohteisiin, jossa dataa joudutaan käsittelemään hyvinkin paljon. Voimalaitokset yms. (60 years of SIMATIC history.)

3.2.7 Simatic S7-1200

Vuonna 2009 julkaistiin uusi S7-1200-sarja, joka käytännössä korvasi aikaisemman S7-200-sarjan. Tähän oli mahdollista lisätä erinäisiä moduuleja paljon laajemmin, jolloin käytettävyys ja käyttökohteet laajenivat entisestään. (Siemens, 60 years of SIMATIC history.)

Tästä sarjasta pienin malli 1211C sisältää vain 6 digitaalituloa ja 4 digitaalilähtöä ja on laajennettavissa yhdellä signaalikortilla.

Sarjan suurin malli 1217C sisältää 14 digitaalituloa ja 10 digitaalilähtöä sekä 2 analogituloa ja 2 analogilähtöä, sekä 2 kpl PROFINET portteja sisäisellä verkkokytkimellä ja on laajennettavissa 1:llä signaalikortilla, 8:lla signaalimoduulilla ja 3:lla väylä/kommunkaatiomoduulilla.(Siemens, The SIMATIC S7-1200 modules at a glance.)

3.2.8 Simatic S7-1215C

Työssä käytettiin S7-1200-sarjan mallia 1215C. Mallissa 10 relelähtöä ja 14 digitaalista tuloa, joista on mahdollista käyttää laskuritoimintoihin 6:ta kappaletta. Laskuritoiminnolla tarkoitetaan tuloa, joka pystyy minimaalisessa ajassa seuraamaan tilamuutosta ja rekisteröimään tämän. Kyseisissä laskurituloissa puolella on 100kHz:n ja lopuilla 30kHz:n vaste. Toisin sanoen logiikka pystyy rekisteröimään tilamuutoksia maks. 100 000kpl sekunnissa. Näitä tuloja käytetään esimerkiksi pulssiantureiden kanssa. Analogisia tuloja on 2 kappaletta (Jänniteviesti 0-10V) ja lähtöjä 2 (Virtaviesti 0-20mA). Analogitulojen ja lähtöjen resoluutio on 10 bittiä, joka esimerkiksi jänniteviestin kohdalla tarkoittaa noin 0.0098V välein tapahtuvaa säätötarkkuutta ($10V/1023 = 0,0098V$). Sisäänrakennettu verkkokytkin 2:lla PROFINET portilla laitteiden liittämiseen toisiinsa kuten HMI-paneeli yms. Laajennettavuus sama kuin 1217C:llä. Ohjelmointi Simatic STEP 7 V14 tai uudempi. Nykyään integroituna Siemensin TIA Portal -pakettiin. (Siemens, Data sheet, 2019.)



Kuva 7. S7-1200 (Siemens).



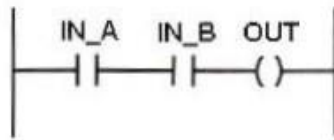
Kuva 8. S7-300 (Siemens).

3.2.9 Ohjelmointi

PLC-valmistajien lukumäärän ollessa suuri on ohjelmoinnista tullut hyvinkin kirjavaa, koska jokaisella valmistajalla on omat ohjelmointiohjelmansa, joilla ohjelmointia suoritetaan. Tämä osaltaan vaikuttaa myös logiikan valintaperusteisiin mitä tutumpi ohjelmointitapa on sen todennäköisemmin ohjelmoija tämän valitsee. Tämän vuoksi on laadittu PLC ohjelmointistandardi IEC 61131-3, jossa koostetaan viisi eri ohjelmointikieltä. Kielet ovat (SFC) Sequential Function Chart, (ST) Structured Text, (FBD) Function Block Diagram, (LD) Ladder Diagram ja (IL) Instruction List. Näistä graafisia editoreita on (SFC, FBD ja LD) ja tekstieditoreita (ST ja IL). (Keinänen ym. 2007,224.)

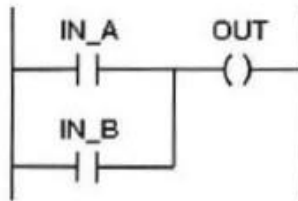
Tikapuukaavio (LD) muistuttaa suuresti yleisesti käytettävää piirikaaviota, jonka takia käyttö on hyvinkin yleistä (Kuva 9);(Keinänen ym. 2007, 224).

AND piiri



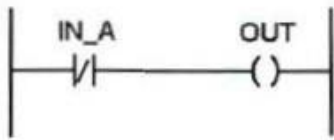
Uloslähtö OUT aktivoituu kun IN_A ja IN_B ovat molemmat vaikutettuina.

OR piiri



Uloslähtö OUT aktivoituu kun IN_A tai IN_B on vaikutettuna.

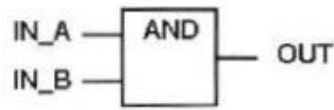
NOT



Kuva 9. Esimerkki tikapuukaaviosta (Keinänen ym. 2007, 224).

Toimilohkokaavio (FBD) rakentuu toimilohkoista ja muistuttaa mikropiireillä toteutettua ohjainkortin kaaviota (AND/OR) loogisia toimintoja (Kuva 10);(Keinänen ym. 2007, 224).

AND toimintalohko



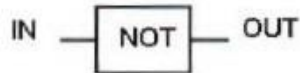
Uloslähtö OUT aktivoituu kun IN_A ja IN_B ovat molemmat vaikutettuina.

OR



Uloslähtö OUT aktivoituu kun IN_A **tai** IN_B on vaikutettuna.

NOT



Uloslähtö aktivoituu kun IN **ei** ole vaikutettuna.

Kuva 10. Esimerkki toimintalohkokaaviosta (Keinänen ym. 2007, 224).

Käskylistaohjelmointi (ST) on rakenteellinen tekstieditori, jolla ohjelmoidaan tekstikomennoilla ja lausekkeilla. Lausekkeet perustuvat IF-THEN-ELSE rakenteeseen (Kuva 11). (Keinänen ym. 2007, 224.) Tätä tapaa käytetään hyvinkin paljon esimerkiksi robottien ohjelmoinnissa kuten ABB:n Rapid-ohjelmointikieli.

AND Lauseke

```
IF    IN_A    jos IN_A on vaikutettuna
AND  IN_B    ja  IN_B on vaikutettuna
THEN SET OUT niin aseta OUT aktiiviseksi
```

OR Lauseke

```
IF    IN_A    jos IN_A on vaikutettuna
OR    IN_B    tai IN_B on vaikutettuna
THEN SET OUT niin aseta OUT aktiiviseksi
```

NOT Lauseke

```
IF    NOT    IN_A  jos IN_A ei ole vaikutettuna
THEN SET OUT niin aseta OUT aktiiviseksi
```

Kuva 11. Esimerkki käskylistaohjelmoinnista (Keinänen ym. 2007, 224).

Ohjelmointiohjelmalla yleensä voidaan kaikkia eri tapoja käyttää joustavasti yhdistellen. Useasti esimerkiksi muutaman lauseen käskylista voi olla huomattavasti selkeämpi ja parempi keino suorittaa haluttu toiminto, kuin graafisesti ohjelmoida sama toiminto tai toisinpäin. Todellisuudessa ohjelmointiohjelma on vain kääntäjä, joka kääntää ohjelman konekielelle logiikan käytettäväksi.

4 PROJEKTIN TOTEUTUS

4.1 Suunnitelma

Työ aloitettiin haastattelemalla kaikkia käyttäjiä laitteiston aiheuttamista haasteista ja tyypillisistä ongelmista. Esille nostetuista seikoista vahvimmin nousi esiin inkrementaalianturin vaihtoon ja olemassa olevan käyttöliittymän kankeuteen liittyviä haasteita. Anturin vaihtoon ja säätämiseen liityvät haasteet koskivat lähinnä anturin oikeaan asentoon saattamista ts. kotiaseman kohdistaminen. Tätä ei pystynyt millään toteamaan, koska käyttöliittymä ei havainnoi tätä lainkaan ja mittavälineitä käytettäessä oli virheen mahdollisuus edelleen suuri. Anturin ollessa koneen oikealle toiminnalle tärkein yksittäinen komponentti, pidettiin tätä seikkaa kriittisenä.

Käyttöliittymä oli toteutettu yksirivisellä digitaalisella numeropaneelilla, joka on ajankuvaansa tyypillinen ratkaisu, mutta vaatii käyttäjältä tarkkaa ymmärtämistä ja perehtymistä ohjeisiin. Tilanteessa, jossa ohjeet häviäisivät tms. olisi hyvin vaikeaa päästä säätämään ajoituksia siten, että kone toimisi oikein. Tätä seikkaa pidettiin myös kriittisenä tulevaa käyttöliittymää ajatellen, jotta olisi tarpeeksi havainnollinen ja selkeä käyttää.

Esille tulleet haasteet kirjattiin ja aloitettiin seuraamaan toimivan koneen toimintaa ja tästä alettiin luomaan vapaamuotoisesti kirjoitettua toimintasuunnitelmaa, miten laitteen tulisi toimia ja miten tätä toimintaa voisi mahdollisesti parantaa. Suunnitelmaa luotaessa piti myös ottaa huomioon erinäiset mahdolliset variaatiot. Esimerkiksi päälle tuleva annostelulaite saattaa olla täysin mekaaninen tai sähkö-ohjattu. Yksinkertaisimmillaan sähkö-ohjattu annostelulaite ei tarvitse kuin pudotuskäskyn, mutta on paljon myös malleja, jotka kertovat milloin annos on valmis pudotettavaksi. Tällä ominaisuudella pyritään pitämään laitteet paremmin synkronissa ja välttämään pussien vajaatäyttöä. Tämänkaltaiset ominaisuudet täytyy käyttäjän olla mahdollista kytkeä päälle tai pois käyttöliittymästä. Joidenkin komponenttien kohdalla jouduttiin lisäksi tekemään myös hieman oletuksia ja päätelmiä mittauksien lisäksi, koska ollessaan sen verran iäkkäitä ei ollut datalehtiä saatavilla eikä projektin alkuun ollut alkuperäisiä sähkökaavioitakaan saatavilla.

Olemassa olevien laitteiden sekä komponenttien kartoituksen ja toimintasuunnitelman pohjalta pystyttiin luomaan ensimmäinen I/O luettelo. Tätä luetteloa käyttämällä pystyttiin

jo määrittelemään kuinka paljon sekä minkäläisiä (Analoginen, laskuri, digitaalinen) tuloja ja lähtöjä PLC:ssä täytyisi vähintään olla.

Taulukko 3. IO-luettelo.

Tamu jänniteviesti sisään	Int	%IW64
Tag_2	Int	%IW66
Tamu_virtaviesti	Int	%QW64
Tag_4	Int	%QW66
Pulssilaskuri A+	Bool	%I0.0
Pulssilaskuri B+	Bool	%I0.1
Pulssilaskuri Z (Reset)	Bool	%I0.2
Heti-seis	Bool	%I0.3
Stop	Bool	%I0.4
Start	Bool	%I0.5
Turvaovi	Bool	%I0.6
Taajuusmuuttaja virhe	Bool	%I0.7
Pystysaumaaja lämpö	Bool	%I1.0
Vaakasaumaaja1 lämpö	Bool	%I1.1
Vaakasaumaaja2 lämpö	Bool	%I1.2
Annos valmis	Bool	%I1.3
Tag_17	Bool	%I1.4
Tag_18	Bool	%I1.5
Hydraulimoottori päälle	Bool	%Q0.0
Y1_Hydrauli leuat	Bool	%Q0.1
Y2_Pystysaumaaja	Bool	%Q0.2
Y3_Vaakasaumaaja katkaisu	Bool	%Q0.3
Annos pudotus	Bool	%Q0.4
Huoltoajo (Tamu hidas)	Bool	%Q0.5
H1 Kone käy	Bool	%Q0.6
Tag_26	Bool	%Q0.7
Tag_27	Bool	%Q1.0
Tag_28	Bool	%Q1.1

4.2 PLC:n valinta

Valintaan vaikutti suurimmalta osin aikaisempi tuntemus Siemens logiikoiden ohjelmoinnista ja myöskin hinta. Verrattaessa Suomessa myytävän Codesys logiikan hintaa, jossa

PLC ja HMI olivat integroituna samassa paketissa ja Siemensin logiikkaa, jossa PLC ja HMI piti erikseen valita oli kohtuu merkityksetön. Tilanahtautta ei ollut mikä olisi saattanut puoltaa Codesys:in kompaktimpaan pakettiin, joten Siemens koettiin tässä yhteydessä luontevammaksi ja luotettavammaksi juurikin HMI:n ja PLC:n ollessa eri laitteita.

Työhön valikoitui Simatic S7-1200-sarjan ohjelmoitava logiikka malli 1215C. Valintaan vaikuttivat ensisijaisesti tulojen ja lähtöjen lukumäärä ja mahdollinen tulojen laskuritointo (High Speed Counting) inkrementaalianturia varten, joita tässä logiikassa on mahdollista käyttää enintään kuutta kappaletta. Seuraavaksi suurin painoarvo oli sisäisellä verkkokytkimellä (2 kpl PROFINET portteja), jotta saadaan käyttöliittymäpaneeli ja ohjelmointitietokone samaan aikaan helposti kytkettyä toisiinsa ilman ylimääräisiä moduuleita. Seuraavaksi suurin painoarvo oli analogitulot ja lähdöt, joita haluttiin taajuusmuuttajan ohjausta ja seuranta varten. Logiikasta löytyy analogiatulo, joka käsittelee jänniteviestiä (0–10V) ja lähtöpuoli käsittelee virtaviestiä (0–20mA). Tätä ominaisuutta ei pidetty niin merkityksellisenä vaikka taajuusmuuttaja antaakin virtaviestiä, koska virtaviestin pystyy muuttamaan jänniteviestiksi esimerkiksi vastuksen avulla. (Siemens, The SIMATIC S7-1200 modules at a glance.)

HMI:n valintaan vaikutti sopivan kompakti koko ja PROFINET liitäntä ja mielellään mahdollisimman edullinen. Tähän valikoitui Simatic KTP400 Basic Panel. (Siemens, SIMATIC HMI Comfort Panels – Standard devices.)

4.3 Toteutus

Osien saapumisen jälkeen aloitettiin heti ohjelmointi ja PLC:n käyttö, jotta saatiin selvitettyä inkrementaalianturin pulssilukumäärä. Tämä oli ensisijaisen tärkeää, koska ohjelma rakentuu täysin kyseisen anturin ympärille ja anturin ollessa niin vanha ei minkäänlaisia tietoja, eikä datalehtiä ollut enää saatavilla kyseiseen anturiin. Samalla saatiin myös todettua anturin toimivuus ja muodostettiin ensimmäinen ohjelmarakenne ennen kuin yhtäkään kytkentää oli tehty.

Toteamalla anturin toimivuus ja ensimmäisen ohjelmaversioiden ollessa valmis aloitettiin vanhojen kytkentöjen purku ja uusien kytkentöjen kytkeminen käyttäen mahdollisimman paljon vanhoja johtoteitä ja riviliittimiä yms.

Suurin muutos vanhaan ohjauspiiriin on ohjausjännitteen pysyminen kaikille osa-alueille samana 24 voltia tasavirtaa ja päävirtakontaktorin ohjaaminen heti-seis painikkeella.

Logiikka näkee heti-seis painikkeen, mutta fyysisellä puolella vaikuttaa myös päävirta-kontaktoriin, jonka kautta ohjataan jännitesyöttöjä ja kontaktorin apukärjen kautta myös logiikan lähtöjen ohjausvirtaa. Jos heti-seis painiketta painetaan katkeaa virta saumajien muuntajalta, sähkömoottoria ohjaavalta taajuusmuuttajalta, sekä logiikalta lähtevien lähtöjen tuloilta ja lämmönsäätimiltä. Näin varmistetaan, että laite todellisuudessa pysähtyy täysin ja mikään laitteen osa ei käynnistyisi tahattomasti olkoon ohjelmakierto missä vaiheessa tahansa tai painettaisiin mitä tahansa painiketta.

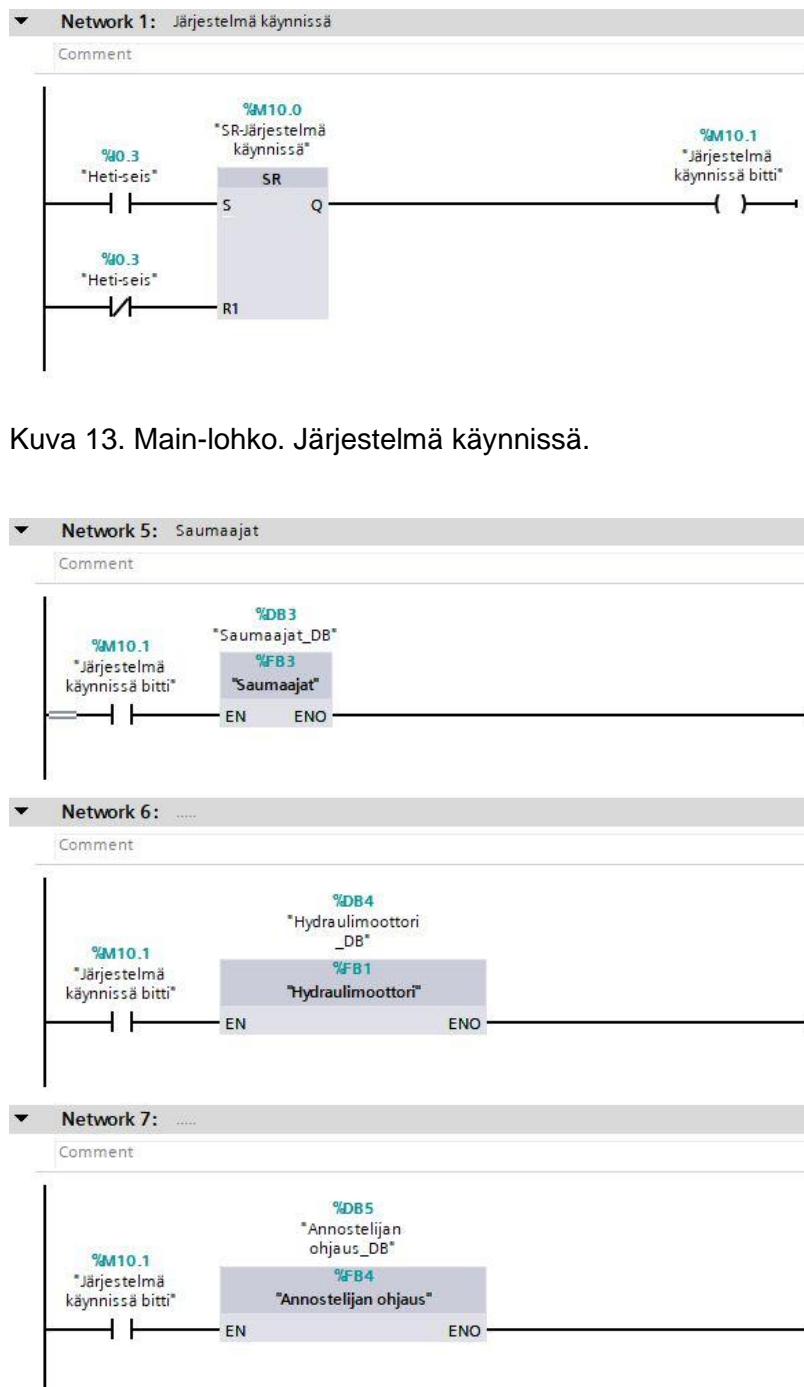
Kytkentöjen jälkeen aloitettiin ohjelman ja laitteen testaus. Ohjelmaversioita tuli useita ja myöskin muutamia muutoksia ja lisäyksiä tehtiin projektin aikana kuten painonapit vihreine valoineen, jotka ilmoittavat laitteen tilaa ja pysäytys painikkeen muutamat eri toiminnot. Ensimmäisten toimivien asetusten haku oli yllättävän haastavaa, koska laitteessa olikin yllättävän paljon hitautta (hydrauliikka) ja oletetut arvot sekä ohjelman tekemät vertailut olivat käytännössä suunniteltu väärin. Ohjelmaan tehtiin tarvittavat muutokset ja käyttöliittymään tehtiin myös muutoksia, jotta näkymät näyttäytyisivät edelleen käyttäjälle järjellisinä.



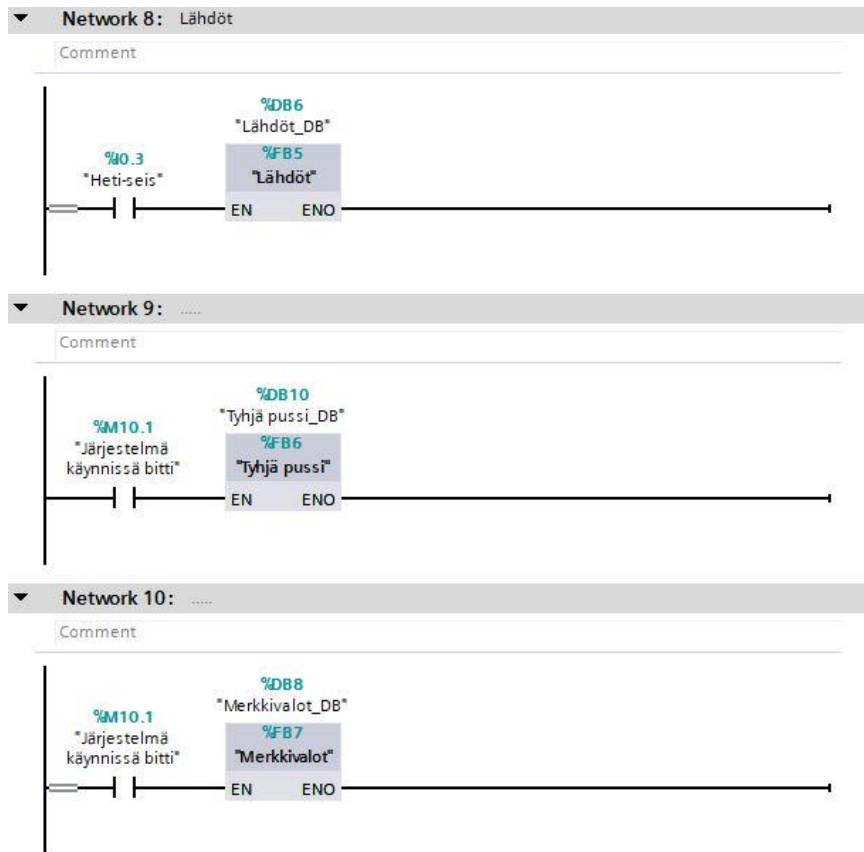
Kuva 12. Lähes valmis laite. Annosputki ja turvaovi puuttuu.

4.4 Ohjelman toiminta

Ohjelmointiin on käytetty Siemens TIA Portal ohjelmaa LD ohjelmointikielellä. Ohjelmointikieli valikoitui siksi, että oli ohjelmoijalle tuttu sekä kenties helpoin lukijan ymmärtää havainnollistettuna. Seuraavaksi käydään vaiheittain ohjelman toiminta läpi.

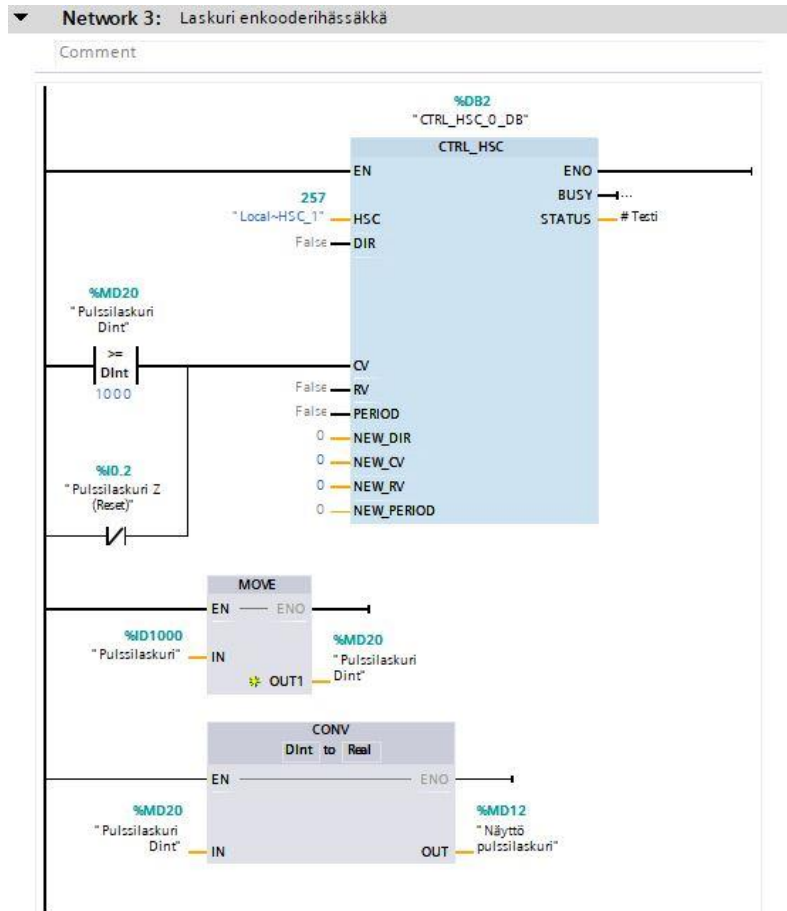


Kuva 14. Main-lohko. Toimintalohkot.



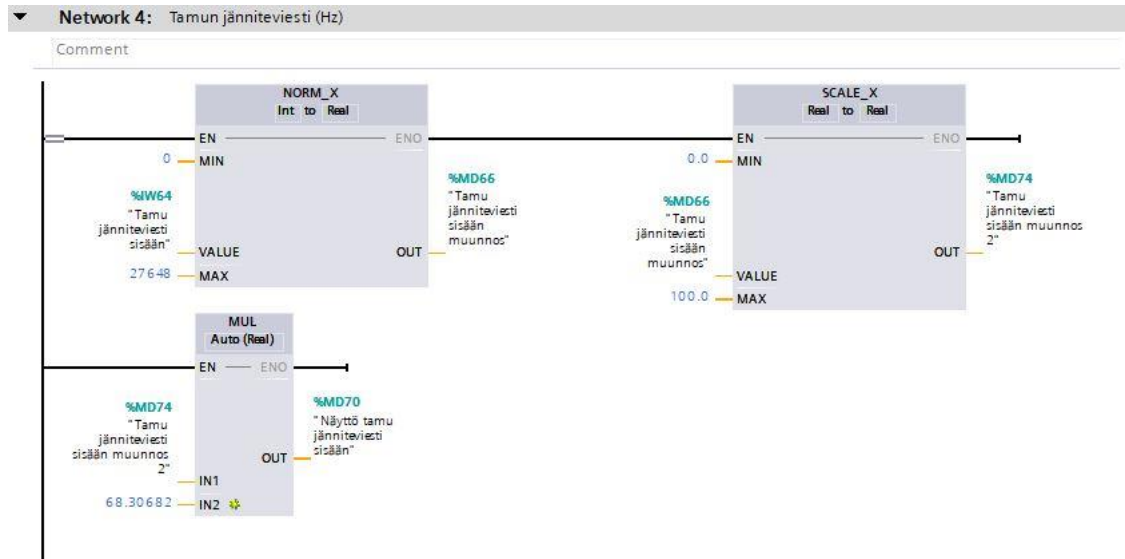
Kuva 15. Main-lohko. Toimintalohkot 2.

Jos heti-seis (NC) painiketta ei ole painettu ja virtatie on ehjä, on järjestelmä päällä. Tällöin myös ohjelmalohkot ovat päällä ja käytettävissä. Ainoana poikkeuksena Lähdöt-lohko, joka on heti-seis tulon ohjaamana. Tämä siksi, että kuvastaa paremmin olemassa olevaa ohjausvirtapiiriä.



Kuva 16. Main-lohko. Laskuri.

Inkrementaalianturin 500 pulssin valjastaminen käyttöön. Käytetään anturin asemapulsseja (Z-kanava) laskurin nollaamiseen tai jos anturi vikaantuu ja asemapulssia ei enää saada. Laskuri laskee tuhanteen pulssiin asti ennen kuin nolaa. Käytännössä siis kone toimii edelleen, mutta puolet hitaammin eli tekee yhden ns. turhan kierroksen, joista jälkimmäinen on pelkästään ylös alas liike. Näin on helppo osoittaa anturin vikaantuminen käyttäjälle selkeästi. Laskurin arvoja muunnetaan käytettäväksi HMI-paneelissa käyttäjän nähtäväksi ja ohjelman myöhempisiin vaiheisiin.

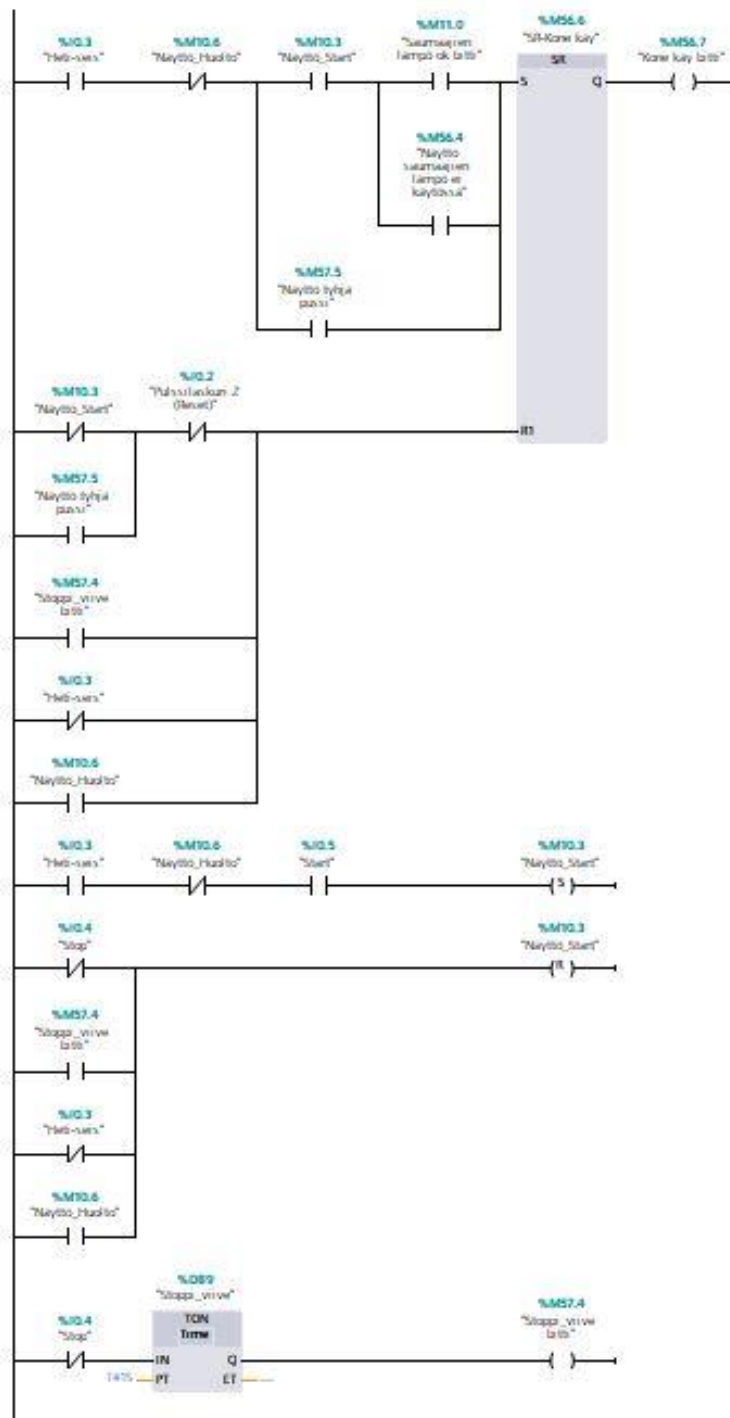


Kuva 17. Main-lohko. Analogiaviesti.

Taajuusmuuttajan viestin muuttaminen sellaiseen muotoon, että näkyy selkokielisesti käyttäjälle. Eli muunnetaan binääriluvusta reaalityyppiseksi. Jouduttiin käyttämään myös korjauskerrointa, jotta on saatu näyttämä näyttämään oikein näyttöpaneeliin. Epätarkkuus johtuu fyysisistä kytkennöistä, joissa on jouduttu taajuusmuuttajan virtaviesti muuttamaan jänniteviestiksi vastuksella.

Network 2: Käynnistys

Comment



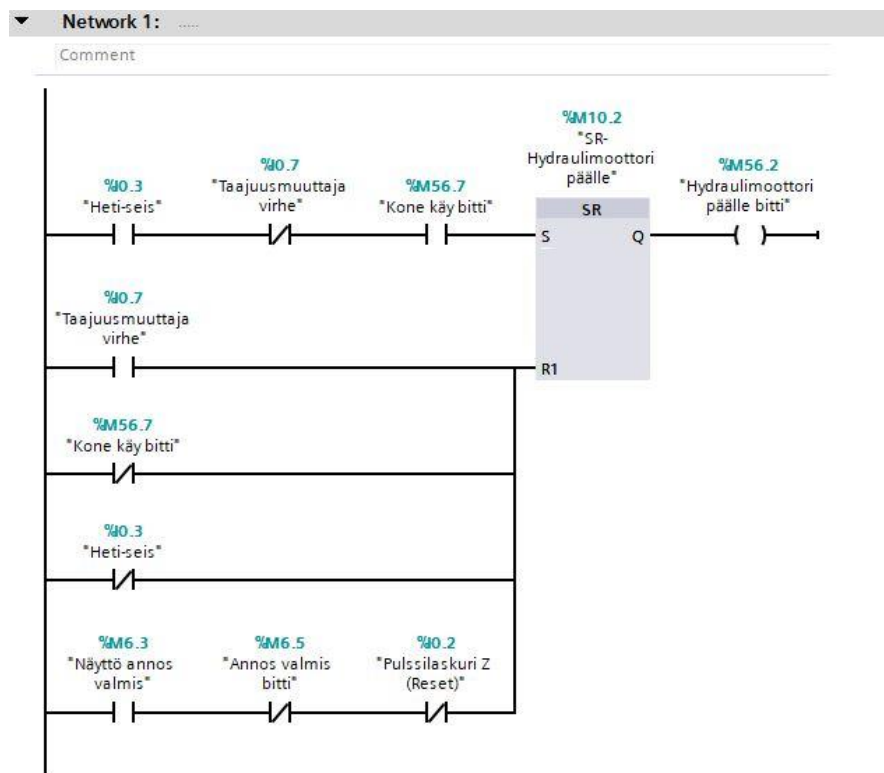
Kuva 18. Main-lohko. Käynnistys.

Jos heti-seis (NC) painiketta ei ole painettu, näytössä ei olla huoltotilassa ja saamaajat ovat saavuttaneet asetetun lämpötilan on laite mahdollista käynnistää. Käynnistäminen

tapahtuu joko fyysistä Start-painiketta tai näyttöpaneelissa olevaa Start-painiketta painamalla.

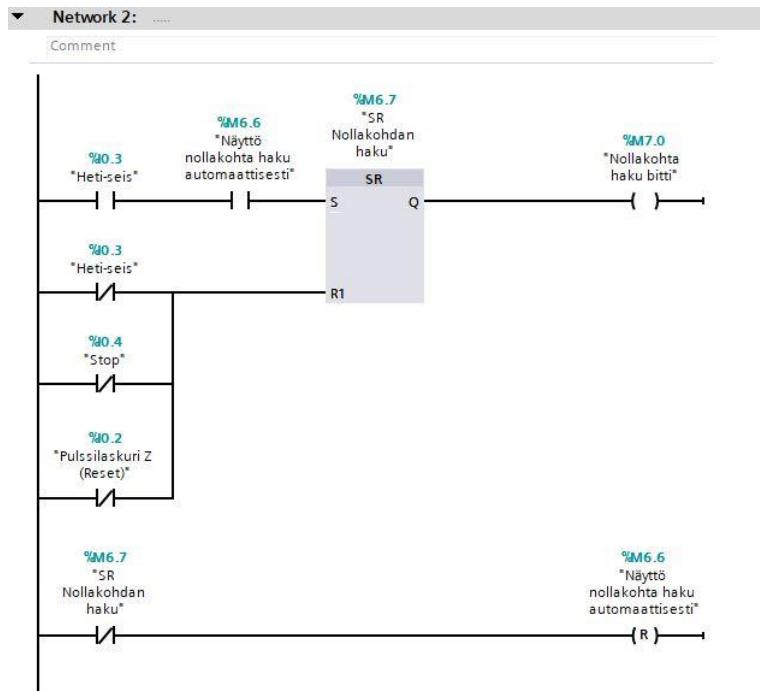
Pysäyttäminen onnistuu muutamalla eri tavalla. Jos pysäytyspainiketta painetaan vain kerran kun laite käy. Käy laite kierroksen loppuun ja pysähtyy, jos painiketta pidetään pohjassa sekunnin, pysähtyy laite kuluneen sekunnin jälkeen heti. Heti-seis painiketta painettaessa pysähtyy laite välittömästi.

Tyhjä pussi painiketta käytetään pussin pituuden määrittelymiseen ja testaamiseen. Saumaajien lämmön seuranta voidaan myös kytkeä pois päältä oikeanlaisten asetusten haku varten.



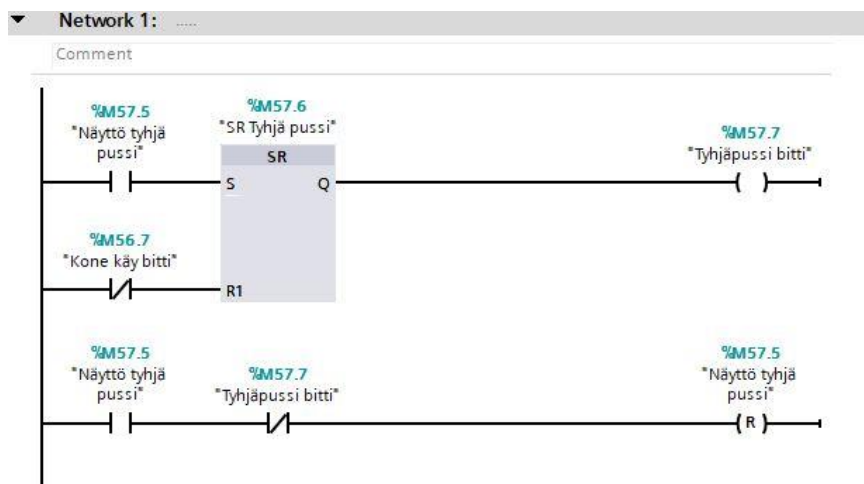
Kuva 19. Hydraulimoottori-lohko. Moottorin ohjaus.

Hydraulimoottorin (Sähkömoottorin) ohjaus. Jos taajuusmuuttajassa ei ole virhettä päällä ja muut ehdot täyttyvät lähtee moottori päälle. Erikseen päälle kytkettävä ominaisuus (Näyttö annos valmis), jos esimerkiksi koneen päälle asennetaan annostelulaite, joka ilmoittaa milloin annos on valmis. Jos ominaisuus on käytössä niin laite pysähtyy odottamaan niin kauan kunnes annos on annostelulaitteessa valmis.



Kuva 20. Hydraulimoottori-lohko. Nollakohdan haku.

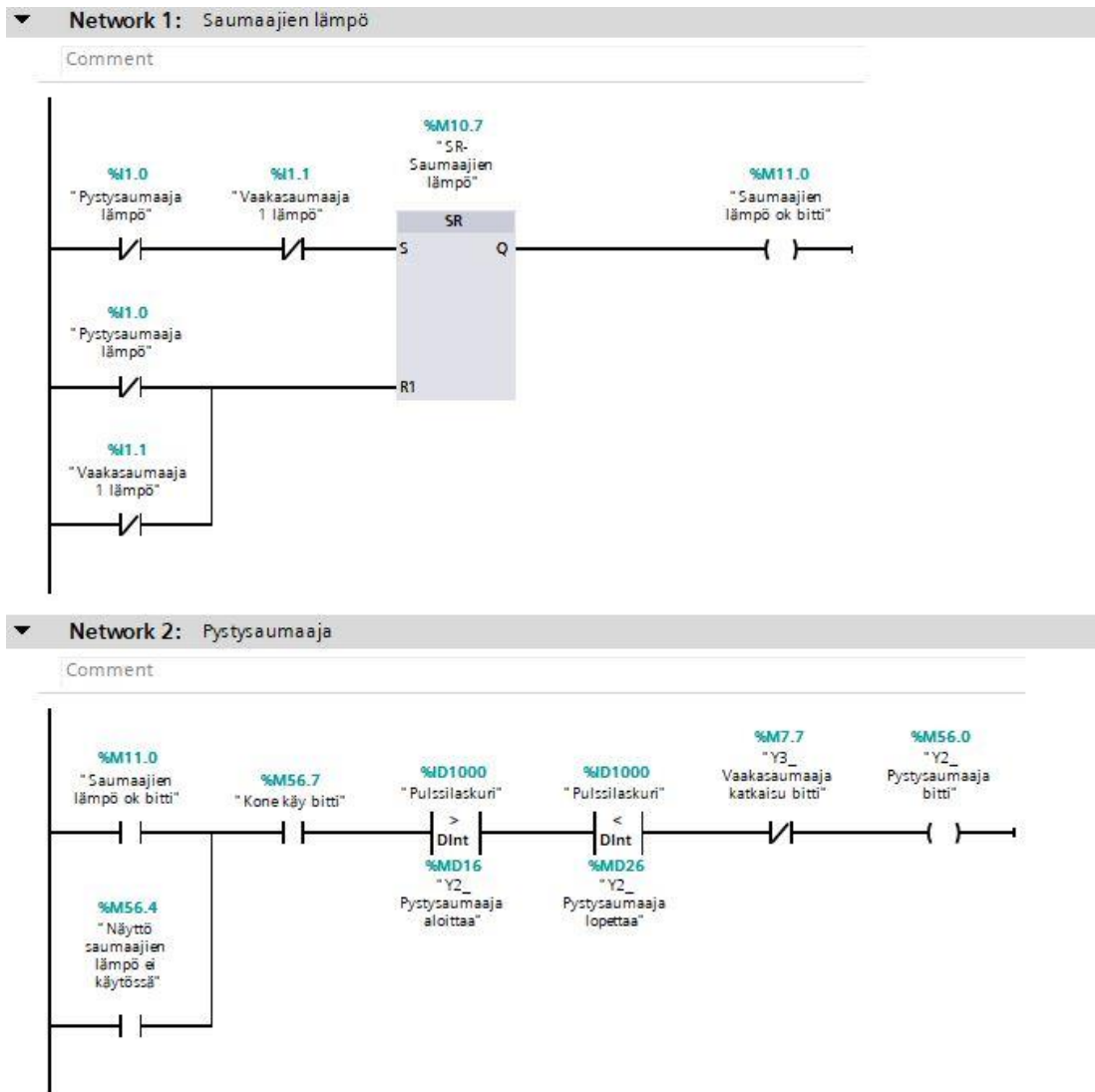
Asemapaikan haku. Käynnistettäessä tehtävä toiminto, jotta asemapaikka saadaan varmistettua ja voidaan luottaa inkrementaalianturin arvoihin. Pyörittää ainoastaan moottoria ilman muita liikkeitä.



Kuva 21. Tyhjä pussi-lohko.

Kun näyttöpaneelista painetaan tyhjä pussi painiketta, tekee kone kierroksen ja tämän jälkeen "Näyttö tyhjä pussi" -bitti nollataan. Nollaus on tarpeellinen, koska liikkeen aikana

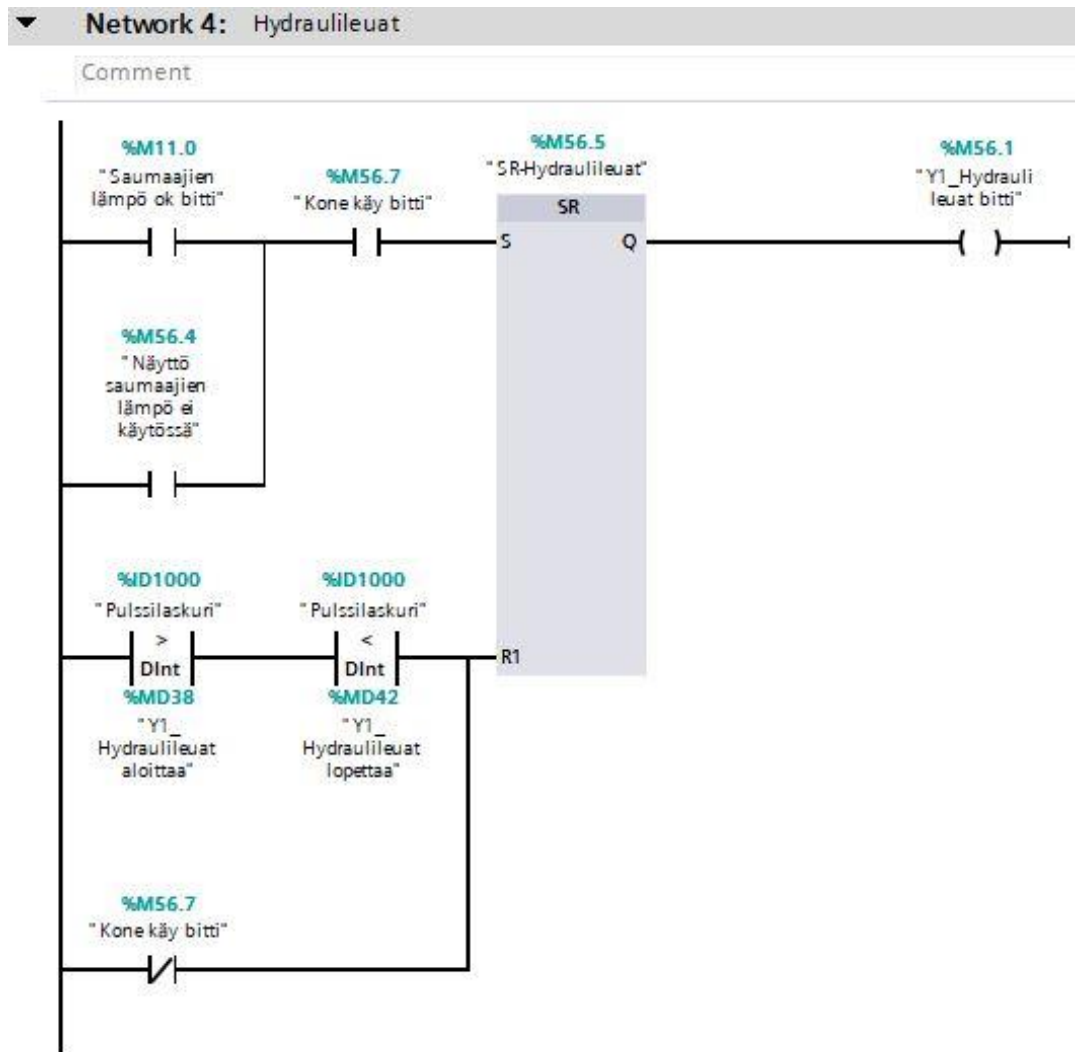
käyttöliittymässä "Näyttö tyhjä pussi-painike" on vihreän värinen (ON) ja liikkeen lopetettua taas normaalin harmaan värinen (OFF).



Kuva 22. Saumaajat-lohko. Saumaajien lämpö ja pystysaumaaja.

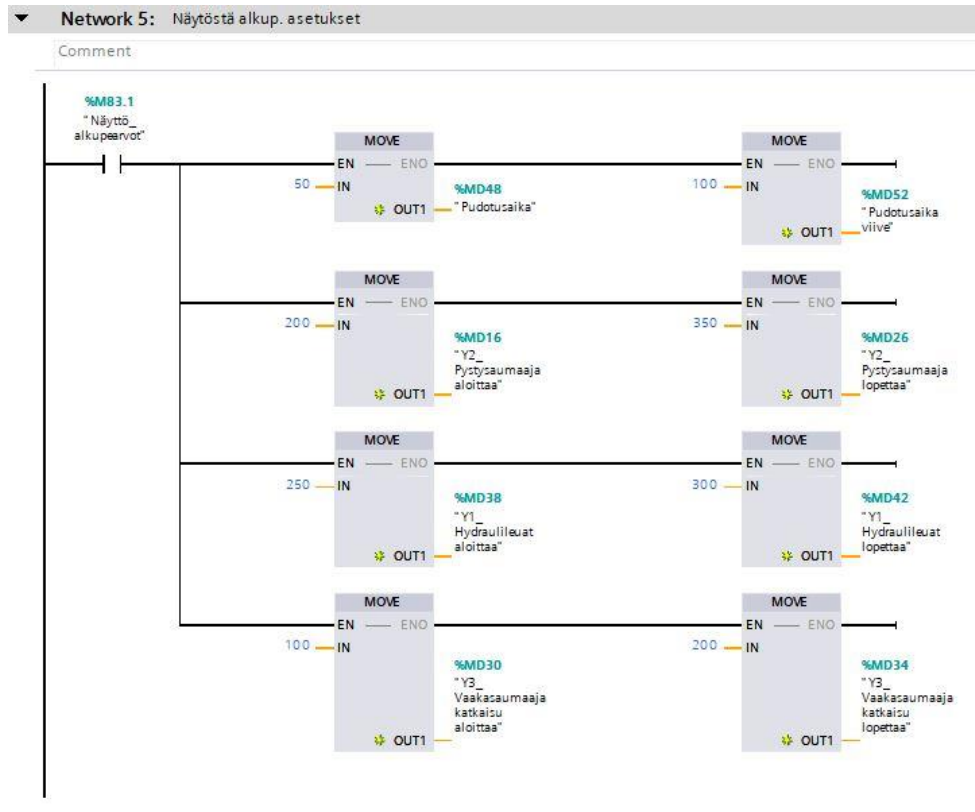
Saumaajien lämpövahti ja pystysaumaajan ohjaus. Inrementaalianturin lukemaa vertailaan. Suurempi kuin ja pienempi kuin. Näin saadaan sovitettua sopiva väli, jolloin pystysaumaaja saumaa kalvoa kiinni. Testaamalla todettu arvot 200 ja 350 toimivaksi.

Vaakasaumaajan katkaisu toimii täysin samalla periaatteella, joten sitä ei esitellä.



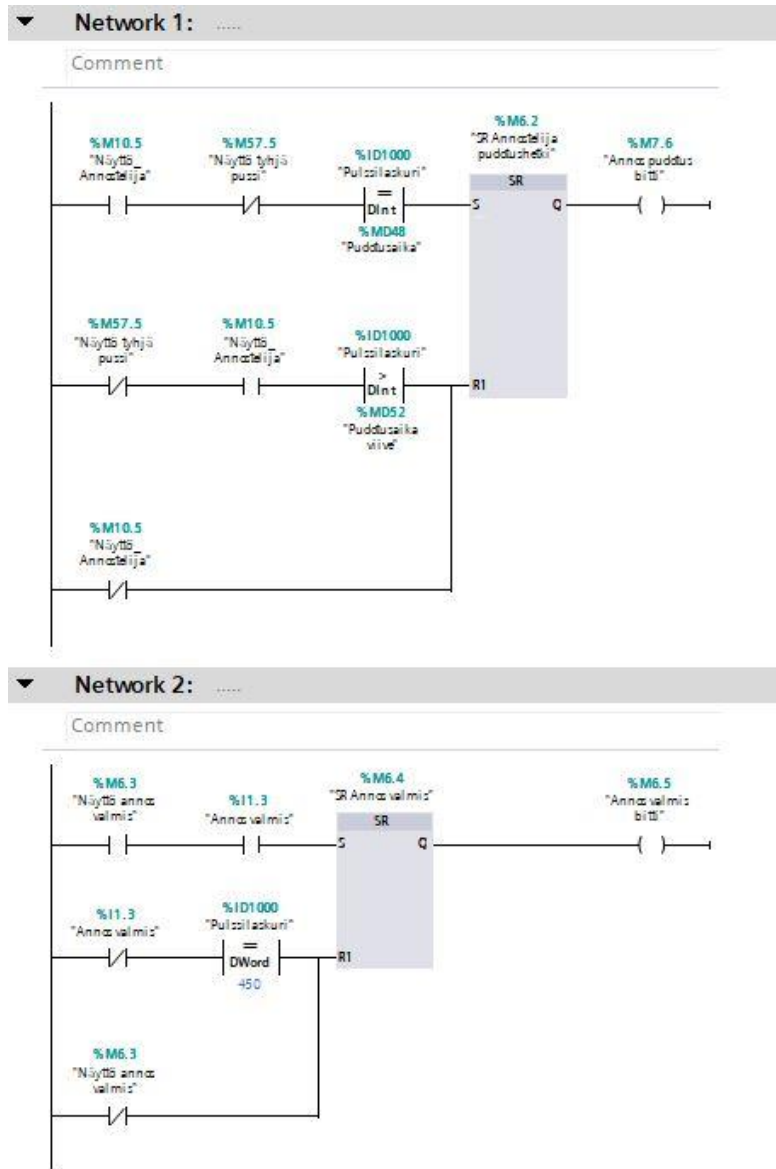
Kuva 23. Saumaajat-lohko. Hydraulileuat.

Hydraulileukojen (Vaakasaumaus) ohjaus. Käytännön testausten johdosta muotoutui erilaiseen muotoon kuin pystysaumaajan tai vaakasaumaajan katkaisun ohjaukset. Selkeämpi ohjelmoijalle, koska testaamalla toimivaksi todetut arvot ovat 250 ja 300, jolloin hydraulileukojen ohjaus täytyy olla pois päältä. Väli on hämmentävän pieni, mutta selittyy hydrauliiikasta johtuvasta hitaudesta, varsinkin leukojen mennessä kiinni.



Kuva 24. Saumaajat-lohko. Alkuperäisten asetusten haku.

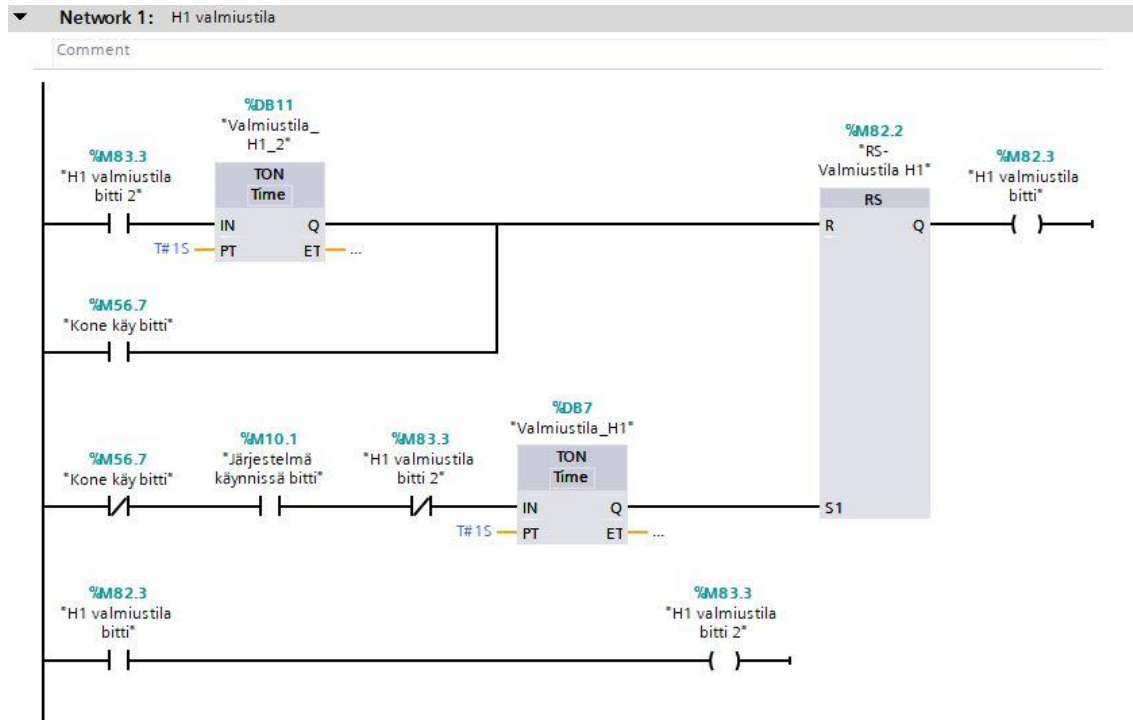
Testaamalla todetut hyvät arvot palauttava näyttöpaneelilta painettava painike.



Kuva 25. Annostelija-lohko.

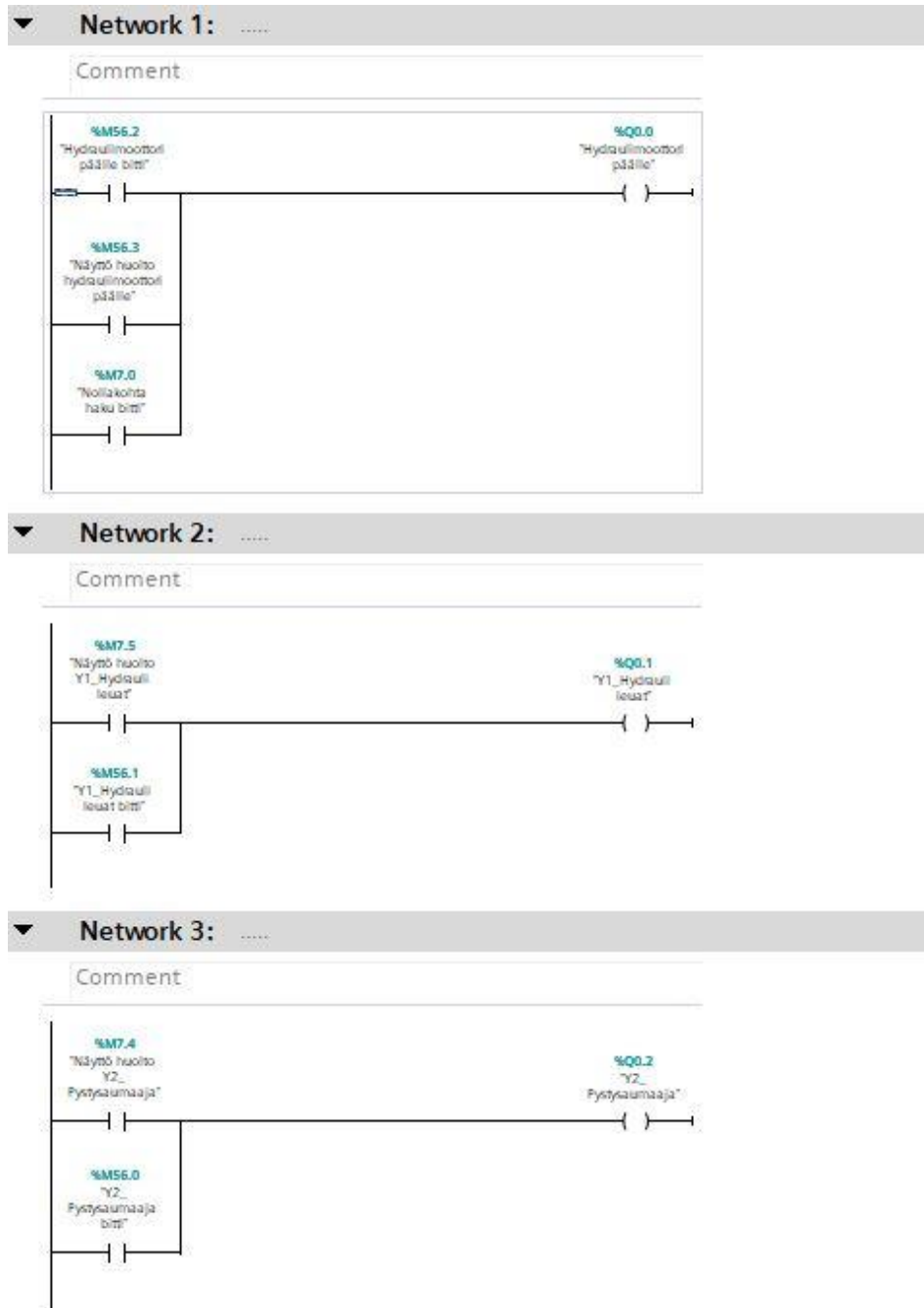
Annostelijalaitteen ohjaus. Annostelulaitteen ohjaus täytyy olla näytöstä päällä, jolloin inrementaalianturin tietyllä arvolla annostelija pudottaa annoksen ja tarpeeksi korkealla arvolla lopettaa pudottamisen.

Erikseen päälle kytkettävä lisätoiminto, jos annostelijalaitteelta on mahdollista saada annos valmis tilatieto.



Kuva 26. Merkkivalot-lohko.

Laitteessa ei ole enempää valoja kuin yksi vihreä valo. Silloin kun laite ei käy, mutta on valmis käytettäväksi vilkutetaan vihreää valoa sekunnin välein ja käynnissä ollessaan vihreä valo palaa yhtenäisesti. Yhtäjaksoisen valon palaminen on ohjattu muualta.



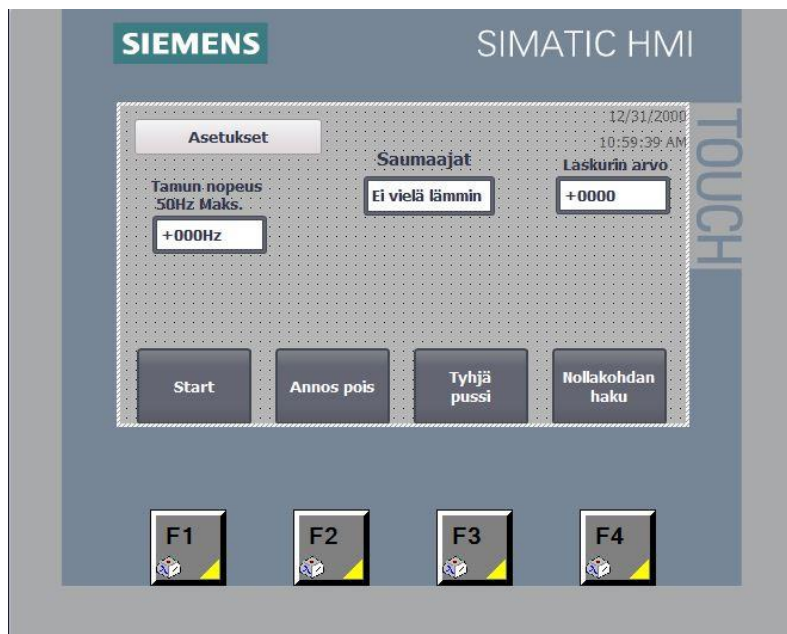
Kuva 27. Lähdöt-lohko.

Lähdöt ovat koottu yhteen lohkon, joilla laitteita saa kytkettyä päälle tai pois päältä. Selkeyttää toiminnan seuraamista ja tällä periaatteella estetään ohjelmoijan virhe ettei samaa lähtöä ohjata useasta eri paikasta.

Samalla periaatteella on muodostettu koko lohko ja jokaisen lähdön ohjaus.

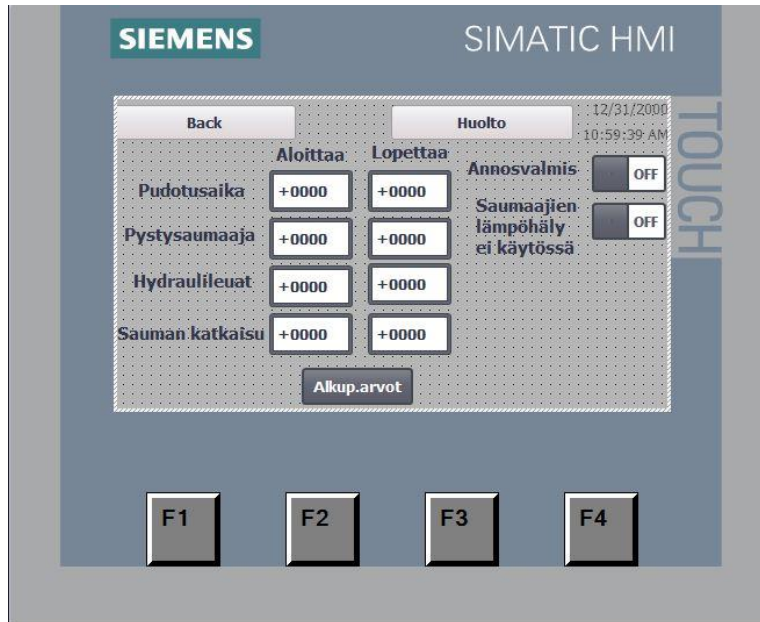
4.5 Käyttöliittymä

Käyttäjän on mahdollista käyttää kahtaa fyysistä painiketta. Joko vihreää Start tai punaista Stop -painiketta, sekä kiertyvää potentiometriä, jota käytetään taajuusmuuttajan nopeuden asettamiseen. Oletus on, että pääsääntöisesti käytetään käyttöpaneelista löytyviä fyysisiä painikkeita ja paneelissa olevia painikkeita.



Kuva 28. Käyttäjän-näyttö.

Käyttäjälle näkyvä perusnäyttö. Siirtyminen Asetukset-näyttöön. Näytetään taajuusmuuttajan asettama sähkömoottorin nopeus. Ilmaistaan saumaajien lämpö ovatko saavuttaneet tavoitelämpötilansa. Inkrementaalianturin arvo ilmaistaan paneelissa, jotta pystytään helposti toteamaan anturin toimivuus. Paneelin fyysiset painikkeet F1, F2, F3 ja F4 ovat rinnastettu näytössä näkyvien painikkeiden lisäksi. Käyttäjän on luontevampi käyttää fyysisiä painikkeita, koska useimmiten työskennellään työhansikkaat kädessä, jolloin kosketuspaneelin käyttäminen ei ole kovinkaan luontevaa.

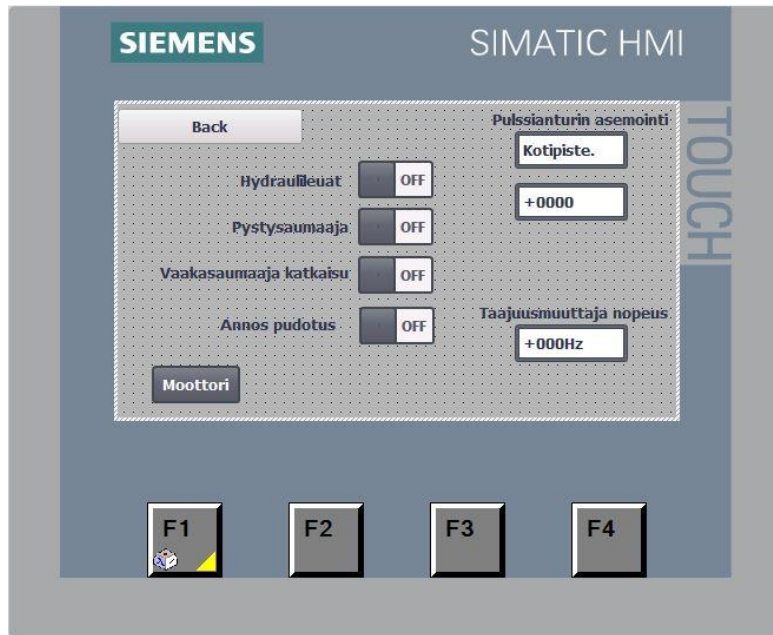


Kuva 29. Asetukset-näyttö.

Tästä näytöstä päästään, joko huolto näkymään tai takaisin Käyttäjän-näyttöön. Käyttäjä pystyy täällä muokkaamaan ja hienosäätämään toiminnallisia aikoja. Jos annostelulaitteessa on annosvalmis toiminto saadaan se kytkettyä päälle täältä.

Saumaajien lämmönseuranta saadaan täältä myös kytkettyä pois päältä tarvittaessa. Esimerkiksi kun haetaan sopivia asetuksia.

Testaamalla haetut hyvät toimivat arvot saadaan palautettua ”Alkup.arvot” painikkeella.



Kuva 30. Huolto-näyttö.

Tältä näytöltä voidaan, jokaista lähtöä ohjata yksitellen päälle ja pois päältä toimivuuden varmistamiseksi. Paneelin fyysinen F1 painike on rinnakkain kytketty paneelin ”Moottori” painikkeeseen. Tässä tilassa tätä painiketta täytyy pitää pohjassa, jotta moottori liikkuu. Kyseessä kun on huoltotila niin mitään muita ehtoja ei moottorin liikkeeseen ole kuin hetiseis painike.

Inkrementaalianturin aseointi onnistuu tällä näytöllä helposti. Alemmasta näytöstä näkee laskurin arvon ja ylemmästä milloin ollaan kotipisteessä. Tätä tietoa tarvitaan esimerkiksi silloin kun joudutaan anturi irrottamaan huoltotoimenpiteistä johtuen tai vaihtamaan.

5 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tavoitteena oli saattaa vanha käytöstä poistettu pakkauskone uudelleen toimintakuntoon. Tämä osottautui hyvinkin mielenkiintoiseksi ja palkitsevaksi työksi, koska sain toimia vapaasti ja ratkaisut sain pääsääntöisesti tehdä itse.

Työn toteutus onnistui hyvin, ja sain jälleen syvennettyä osaamistani logiikan ohjelmoinnissa. En ollut ennen käyttänyt laskurituloja logiikkaohjelmoinnissa, joten tähän joutui hieman enemmän paneutumaan. Käyttöliitymäpaneelinkaan ohjelmointi ei ole niin suoraviivaista, joten siihenkin jouduin hyvin paljon paneutumaan, että tämä saatiin toimimaan halutulla tavalla luotettavasti.

Työn toteuttaminen oli myöskin joustavaa, koska ohjelmaa pystyi jossain määrin tekemään kotona eikä vaatinut jatkuvaa kohteessa olemista. Toteutuksen sujuvuuteen vaikutti myös se, että olen käynyt yrityksen laitteita korjailemassa tarpeen vaatiessa aikaisemminkin, joten yrityksen toimintatavat olivat jo valmiiksi tuttuja.

Työn jälkeen havaittiin uudemmassa ja eri merkkisessä pakkauskoneessa, jonka ohjausjärjestelmäkin oli uusittu yksityisen suunnittelutoimiston toimesta yhtäläisyyksiä. Toimintalogiikka ja näyttöpaneelin ohjaukset ym. olivat hyvinkin lähellä miten työn kohteena olevaan koneeseenkin suunniteltiin. Visuaalinen ilme tietysti huomattavasti paremmalla tasolla kuin tässä työssä.

Kun pakkauskone otetaan tuotantokäyttöön tulee varmasti esille asioita, joihin täytyy paneutua, jotta kone saataisiin toimivammaksi ja paremmaksi. Lähes poikkeuksetta koneiden ohjelmia täytyy yleensä kehittää sen jälkeen, kun ne otetaan tuotantokäyttöön. Testeillä harvoin saadaan kaikkia vikatilanteita aikaiseksi, ja välttämättä ihan kaikkea olenaista ei tule otettua huomioon ohjelmaa tehdessä.

Kehityskohteena koneessa olisi ainakin taajuusmuuttajan vaihto. Jostain syystä koneeseen on laitettu yksivaiheinen taajuusmuuttaja variaattorin tilalle, joten nopeutta ei saada kovinkaan suureksi, koska teho loppuu kesken. Varsinainen tarve selviää vasta siinä vaiheessa, kun kone otetaan tuotantokäyttöön.

LÄHTEET

Aalto H.; Heilala J.; Hirvelä T.; Kuivanen R.; Laitinen M.; Lehtinen H.; Lempiäinen J.; Lylynoja A.; Renfors J.; Selin K.; Siintoharju T.; Temmes J.; Tuovila T.; Veikkolainen M.; Vihinen J. & Virtanen A. 1999. Robotiikka. Vantaa: Talentum Oyj/MetalliTekniikka.

Keinänen T.; Kärkkäinen P.; Lähetkangas M. & Sumujärvi M. 2007. Automaatiojärjestelmien logiikat ja ohjaustekniikat. Helsinki: WSOY Oppimateriaalit Oy.

Kippo A.; Tikka A. 2008. Automaatiotekniikan perusteet. Helsinki: Edita Prima Oy.

MyPack: A Guide to Vertical Form Fill Seal (Vertical Bagging) <https://www.we-pack.co.uk/advice-centre/guides/guide-vertical-form-fill-seal-vertical-bagging/> Viitattu 27.01.2020

MyPack : The step-by-step process – How does VFFS actually work? <https://www.we-pack.co.uk/advice-centre/guides/guide-vertical-form-fill-seal-vertical-bagging/#step> Viitattu 27.01.2020

Nokittavaksi 2019. <https://nokittavaksi.fi/> Viitattu 10.06.2019

Risetti 2019. <https://www.risetti.fi/yritys/> Viitattu 10.06.2019

Siemens: 60 years of SIMATIC history <https://new.siemens.com/global/en/company/about/history/history-features/60-years-of-simatic.html> Viitattu 30.01.2020

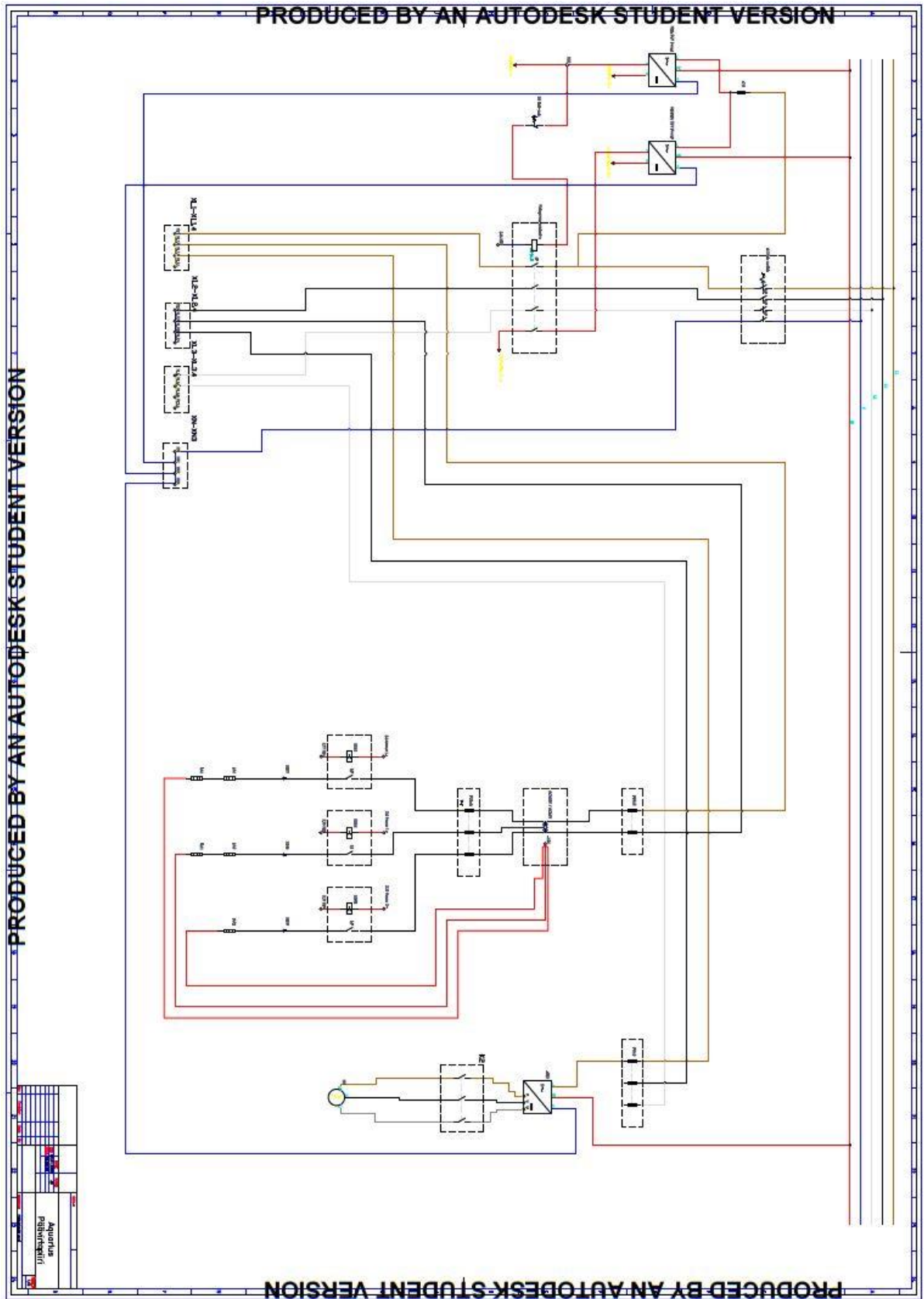
Siemens: The SIMATIC S7-1200 modules at a glance. <https://new.siemens.com/global/en/products/automation/systems/industrial/plc/s7-1200.html> Viitattu 15.06.2019.

Siemens : Data sheet 6ES7215-1HG40-0XB0, 2019

Siemens: SIMATIC HMI Comfort Panels – Standard devices. <https://new.siemens.com/global/en/products/automation/simatic-hmi/panels/basic-panels.html> Viitattu 15.06.2019

Suomen sähköurakoitsijaliitto ry. 1991. Ohjelmoitava logiikka. Espoo: Sähköurakoitsijaliiton koulu- ja kustannus.

Liite 1. Päävirtapiiri



Liite 1. Ohjausvirtapiiri

