

Eetu Latva-aho

Rasiapurkajan modernisointi

Opinnäytetyö

Syksy 2020

SeAMK Tekniikka

Automaatiotekniikka



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Tekniikka

Tutkinto-ohjelma: Automaatioinsinööri

Suuntautumisvaihtoehto: Koneautomaatio

Tekijä: Eetu Latva-aho

Työn nimi: Rasiapurkajan modernisointi

Ohjaaja: Juha Hirvonen

Vuosi: 2020

Sivumäärä: 44

Liitteiden lukumäärä: 0

Opinnäytetyö toteutettiin Atria Valmisruoka Oy:lle. Opinnäytetyön tavoitteena oli modernisoida elintarviketuotannossa servomootoreilla toimiva elintarvikerasiapien purkaja. Modernisointi sisälsi uuden ohjauskeskuksen suunnittelun, kokoonpanon, asennuksen ja käyttöönoton sekä korvaavien askelmootoreiden asennuksen. Lisäksi tavoitteena oli suunnitella ja toteuttaa laitteelle uusi logiikkaohjelma.

Opinnäytetyön alussa perehdytään ohjelmoitavien logiikoiden ja askelmootorin teoriaan. Teoriaosuuden jälkeen käydään kattavasti läpi modernisoinnin lähtökohdat sekä käytännön työn eri vaiheet aina käyttöönottoon asti.

Työn lopputuloksena saatiin modernisoitua laite, jonka toimintavarmuutta ei aiemmin pystytty takaamaan. Yritys oli tyytyväinen lopputulokseen, koska tuotannosta saatiin poistettua toiminnaltaan epävarma laite ja korvattua se kustannustehokkaasti.

Avainsanat: ohjelmoitavat logiikat, modernisointi, askelmoottori, Atria

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty: School of Technology

Degree programme: Automation Engineering

Specialisation: Machine Automation

Author: Eetu Latva-aho

Title of thesis: Modernization of a Tray Denester Machine

Supervisor(s): Juha Hirvonen

Year: 2020

Number of pages:44

The thesis was made for Atria Valmisruoka Oy. The aim of the thesis was to modernize a tray denester machine which works with servo motors in food production. The modernization included the design, assembly, installation and commissioning of a new control unit and the installation of replacement stepper motors. In addition, the goal was to design and implement a new logic program for the device.

In the beginning of the thesis, the theory of programmable logic and stepper motor is introduced, After the theory part, the starting points of the modernization and the various stages of the practical work up to the implementation are comprehensively reviewed.

The result of this thesis was the modernization of the machine, the reliability of which could no longer be guaranteed. The company was satisfied with the result, as the unreliable machine was removed from production and replaced cost-effectively.

Keywords: programmable logics, modernization, stepper motor, Atria

SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	2
Thesis abstract.....	3
SISÄLTÖ.....	4
Kuva- ja kuvioluettelo	6
Käytetyt termit ja lyhenteet	8
1 JOHDANTO	9
1.1 Työn tausta	9
1.2 Työn tavoite	9
1.3 Työn rakenne	9
1.4 Yritysesittely (Atria Oyj).....	10
2 TEORIA	13
2.1 Ohjelmoitavat logiikat.....	13
2.2 Ohjelmointikielet.....	14
2.2.1 Kosketinkaavio.....	15
2.2.2 Toimintalohkokaavio	17
2.2.3 Käskylista.....	18
3 ASKELMOOTTORIN TEORIA	20
3.1 Askelmoottorin rakenne	20
3.2 Askelmoottorin ohjaus.....	21
4 RASIAPURKAJA.....	24
4.1 Lähtötilanne	24
4.2 Tavoitteet	27
4.3 Suunnittelu ja toteutus.....	28
4.3.1 Toteutus.....	28
4.3.2 Logiikkaohjelman suunnittelu	30
4.3.3 Siemens TIA Portal	33
4.3.4 Sähkösuunnittelu	34
5 ASENNUS JA KÄYTTÖÖNOTTO	38
5.1 Asennus	38
5.2 Käyttöönotto	40

6 Yhteenveto.....	42
LÄHTEET	44

Kuva- ja kuvioluettelo

Kuva 1. Siemens ET200SP-CPU. (Siemens Oy 2020.)	13
Kuva 2. Schneider Electricin 3-vaiheinen askelmoottori. (Schneider Electric 2020.)	21
Kuva 3. Schneider Electricin askelmoottorihjain. (Schneider Electric 2020.)	23
Kuva 4. Vanha servomoottori, jonka päässä kiekko.....	26
Kuva 5. Vanha ohjauskeskus.....	27
Kuva 6. Siemensin valmistama pulssikortti TM Pulse 2x24V. (Siemens Oy 2020.)	29
Kuva 7. Ohjauskeskuksen prototyyppi.	30
Kuva 8. Askelmoottorin muokattu kiinnike.	39
Kuva 9. Uusi ohjauskeskus asennettuna paikoilleen.	40
Kuvio 1. Atria Oyj:n liikevaihto vuosilta 2014–2019 (Atria Oyj 2020.).....	11
Kuvio 2. Atria-Valmisruoka Oy:n liikevaihto vuosilta 2016–2019. (Kauppalehti 2020.).....	12
Kuvio 3. Ohjelmoitavan logiikan rakenne. (Keinänen, Kärkkäinen, Lähetkangas & Sumujärvi 2007, 212.).....	14
Kuvio 4. AND-piiri.....	16
Kuvio 5. OR-piiri.....	16
Kuvio 6. AND-toimintalohko.	18
Kuvio 7. OR toimintalohko.	18

Kuvio 8. Perustoiminnot toteutettuna käskylistaohjelmoinnilla. (Keinänen, Kärkkäinen, Lähetkangas & Sumujärvi 2007, 224.)	19
Kuvio 9. Askelmoottorin toimintaperiaate. (Keinänen, Kärkkäinen, Lähetkangas & Sumujärvi 2007, 152.).....	22
Kuvio 10. Rasiapurkajan toimintakuva.	25
Kuvio 11 1. Moottorin referenssiajo.....	32
Kuvio 12. Moottoreiden käsiajo.	32
Kuvio 13. Automaattiajon häiriön luonti.....	33
Kuvio 14. Logiikan tulokortti.	35
Kuvio 15. Moottorit ja ohjaimet.....	36
Kuvio 16. Hätäseispiiri.	37

Käytetyt termit ja lyhenteet

PLC	Programmable logic controller, ohjelmitava logiikka.
LAD	Ladder Diagram, kosketinkaavio-ohjelmointikieli.
TIA Portal	Totally Integrated Automation Portal, Siemensin valmista- miin logiikoiden ja muiden laitteiden ohjelmointiin tarkoi- tettu ohjelmisto.

1 JOHDANTO

1.1 Työn tausta

Rasiapurkaja on laite, joka purkaa elintarvikkeiden pakkaamiseen tarkoitettuja rasiapinoja pudottaen yhden rasian kerrallaan tuotantolinjalle. Purkajan ansiosta tuotannon työtehtävät helpottuvat ja työntekijän ainoa työ on lisätä rasioita laitteelle säännöllisesti, kun se on käytössä. Opinnäytetyön tarkoituksena oli modernisoida kyseinen laite.

Modernisoinnin suunnittelu aloitettiin, koska Atrialla sijaitseva rasiapurkaja oli toteutettu servomootoreiden avulla ja servomootoreiden vahvistimet olivat tulossa käyttöikänsä päähän. Ongelmaksi muodostui se, että kyseiset vahvistimet olivat vanhoja ja uusien samanmallisten saatavuus oli ongelmallista. Korvaavia malleja olisi löytynyt, mutta silloin kustannukset olisivat nousseet liian suuriksi.

1.2 Työn tavoite

Työn tavoitteena oli tehdä kustannustehokkaampi rasiapurkaja samalla toimintaperiaatteella kuin edellinen. Moottorityyppi vaihtui servomootoreista askelmoottoreihin, joiden kustannukset olivat huomattavasti pienemmät kuin servomootoreiden. Logiikka päivitettiin myös uudemman sukupolven Siemens-merkkiseen logiikkaan. Kyseistä sukupolvea käytetään Atrialla myös muissa laitteissa.

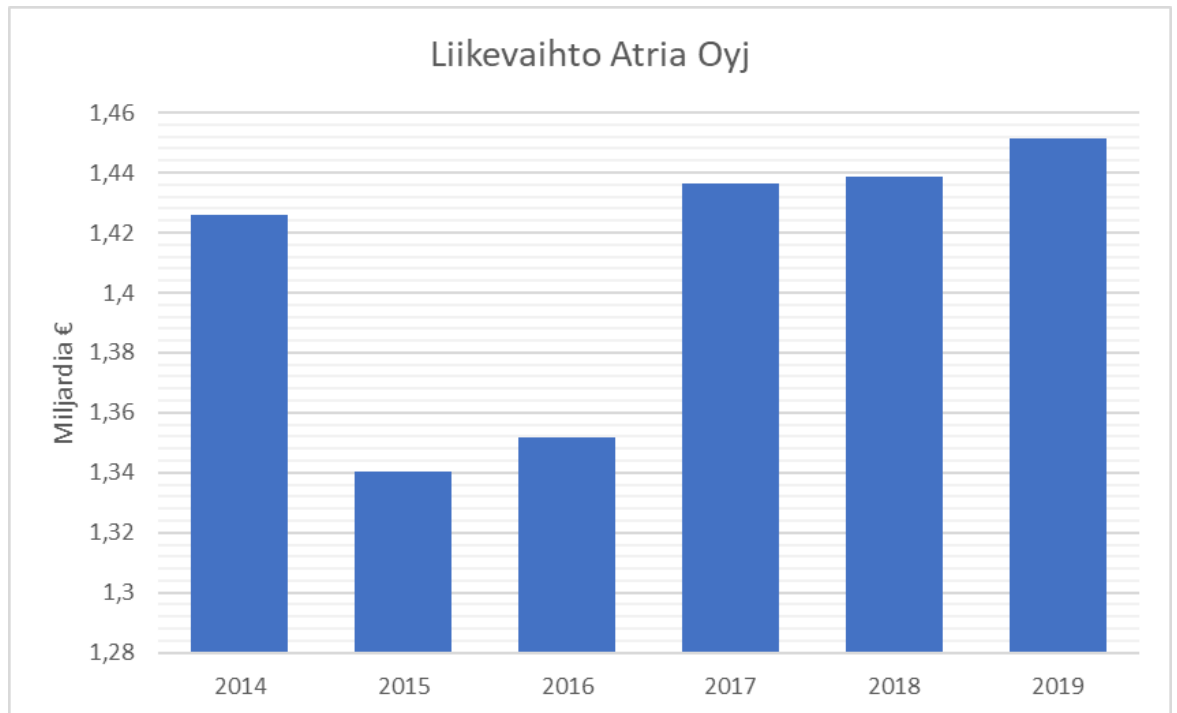
1.3 Työn rakenne

Työn alussa kerrotaan yleisesti Atriasta, Atria-konsernista ja sen strategiasta sekä työn tilaajasta Atria Valmisruoka Oy:stä. Luvussa kaksi siirrytään teoriaosuuteen, jossa kerrotaan yleisesti ohjelmoitavista logiikoista ja niiden ohjelmointikielistä. Lisäksi perehdytään askelmoottoriin ja sen toimintaan. Teoriaosuuden jälkeen paneudutaan lukuun kolme, jossa kerrotaan käytännön työstä. Osuuden alussa kerrotaan työn lähtökohdasta ja modernisoitavan laitteen toiminnasta. Seuraavassa osiossa

kerrotaan työn tavoitteista, tästä siirrytään työn suunnitteluun ja sen toteutukseen. Suunnitteluosiossa kerrotaan, mistä modernisoinnissa lähdettiin liikkeelle, ja toteutusosiossa kerrotaan yleisesti, kuinka työtä lähdettiin tekemään. Seuraavassa osiossa kerrotaan logiikkaohjelmoinnista, siihen käytetystä ohjelmistosta, logiikkaohjelman suunnittelusta ja sen eri vaiheista. Logiikkaohjelmoinnin jälkeen kerrotaan sähkösuunnittelusta ja siihen käytetystä ohjelmistosta sekä selitetään sähköpiirustuksia. Luvun kolme lopussa kerrotaan modernisoidun laitteen asennuksesta ja sen käyttöönoton eri vaiheista. Lopuksi luvussa neljä on laadittu yhteenveto tehdystä työstä.

1.4 Yritysesittely (Atria Oyj)

Atria Oyj on suomalainen elintarviketeollisuuden erikoistunut yritys, joka perustettiin vuonna 1903. Atria Oyj on jakautunut neljälle eri markkina-alueelle, joita ovat Atria Suomi, Atria Ruotsi, Atria Tanska & Viro ja Atria Venäjä. Atria Oyj listautui Helsingin pörssiin vuonna 1991, ja se työllisti vuonna 2019 noin 4 450 työntekijää. Yrityksen liikevaihto vuonna 2019 oli noin 1,45 miljardia euroa. (Atria Oyj 2020a.)



Kuvio 1. Atria Oyj:n liikevaihto vuosilta 2014–2019 (Atria Oyj 2020a).

Atrian keskeisimmät strategiset tavoitteet ovat kannattavuuden parantaminen ja sen turvaaminen, kasvun vauhdittaminen sekä yhtiön omistaja-arvon lisääminen. Atria Oyj pyrkii kasvamaan ensisijaisesti orgaanisesti, nykyisiä toimintoja kehittämällä ja kasvattamalla. Täydentävinä toimenpiteinä on yritysostojen kartoitus sekä muut mahdolliset yritysjärjestelyt. Näiden tavoitteiden saavuttamiseksi Atria toteuttaa vuoteen 2020 ulottuvaa, Terveeksi Kasvuksi -nimettyä strategiaa. Strategian periaatteena on luoda kasvua, joka ei vaaranna kannattavuutta sekä tuottaa kestäväää arvoa omistajille sekä muille sidosryhmille. (Atria Oyj 2020b.)

Atria-Valmisruoka Oy on vuonna 2004 perustettu suomalainen yritys, jonka toimiala on einesten ja valmisruokien valmistus. Tilikaudella 12/2019 yrityksen liikevaihto oli noin 11,3 miljoonaa euroa ja se työllisti 123 henkilöä. (Kauppalehti 2020.)



Kuvio 2. Atria-Valmisruoka Oy:n liikevaihto vuosilta 2016–2019. (Kauppalehti 2020.)

2 TEORIA

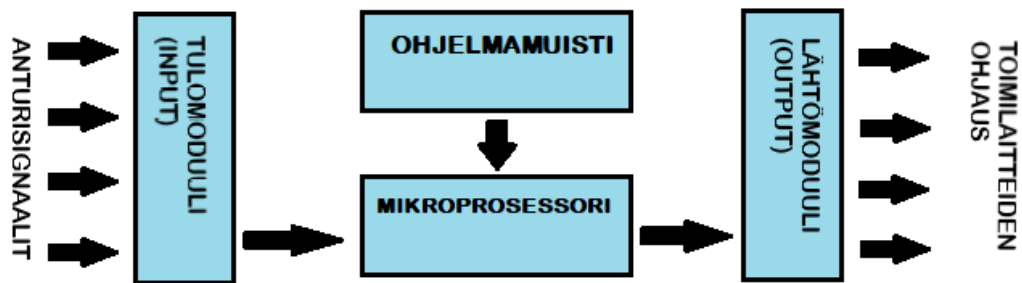
2.1 Ohjelmoitavat logiikat

Ohjelmoitavat logiikat eli PLC:t ovat kuin pieniä tietokoneita, ja niiden sisältä löytyykin oma pieni mikroprosessori. Ohjelmoitavia logiikoita käytetään reaaliaikaisissa automaatioprosesseissa esimerkiksi erilaisten koneiden ja laitteiden ohjauksessa. Alun perin autoteollisuus otti käyttöönsä ohjelmoitavat logiikat. Autoteollisuudessa huomattiin, että logiikoiden avulla voidaan korvata vanhat releohjaukset. Ohjelmistopäivitysten avulla tarvittavat toiminalliset muutokset tulivat helpommaksi, sekä ohjausjärjestelmien uudelleen johdotukset helpottuivat verrattuna vanhoihin releohjauksiin. Ohjelmoitavien logiikoiden etuina olivat myös niiden tuomat vikadiagnostiikkaominaisuudet, joiden myötä vikatilanteiden selvittäminen helpottui ja tuotanto-oseikit vähenivät. (Keinänen, Kärkkäinen, Lähetkangas & Sumujärvi 2007, 212.)



Kuva 1. Siemens ET200SP-CPU (Siemens, [viitattu 3.6.2020]).

Ohjelmoitavat logiikat sisältävät tulo- ja lähtöportteja, joihin kytketään kaikki kenttä-laitteet. Toimilaitteiden ohjaus tapahtuu logiikkaohjelman ja sensoreiden antamien tietojen perusteella. Tuloportteihin kytketään anturit ja lähestymiskytkimet, jotka toimivat järjestelmän aisteina. Lähtöportteihin kytketään toimilaitteet, joita voivat olla esimerkiksi sähkömoottorit, merkkilamput ja magneettiventtiilit. Kuviossa 3 on esitetty ohjelmoitavan logiikan rakennetta ja sen toimintaa. (Keinänen, Kärkkäinen, Lähetkangas & Sumujärvi 2007, 212–223.)



Kuvio 3. Ohjelmoitavan logiikan rakenne (Keinänen, Kärkkäinen, Lähetkangas & Sumujärvi 2007, 212).

2.2 Ohjelmointikielet

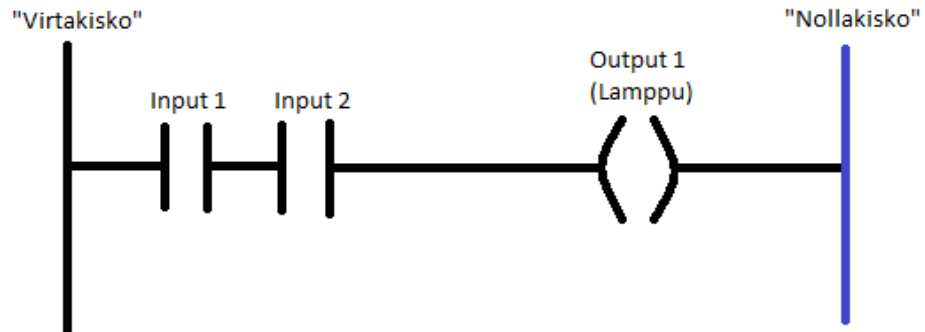
Ohjelmoitavat logiikat käyttävät ohjelmointikieliä. Kielien peruselementit muodostuvat logiikkaportteista ja käskysanoista. Näiden avulla pystytään käsittelemään erilaisia työkaluja, kuten ajastimia, laskureita ja apumuisteja. Huomioitavaa on se, että komennot ovat standardisoimattomia ja ne vaihtelevat eri logiikkavalmistajilla. Yleisperiaatteena pidetään kuitenkin sitä, että kun hallitsee yhden valmistajan logiikkaohjelmoinnin, toisen valmistajan logiikkakielen oppii helposti. Nykyisin ohjelmointi painottuu pääasiassa Windows-pohjaisiin ohjelmointiohjelmiin, jotka mahdollistavat yleensä kolme eri ohjelmointiperiaatetta. Ohjelmointiperiaatteita ovat STL eli käskylista, LAD eli kosketinkaavio ja FBD eli toimintalohko-ohjelmointi. Kaikilla ohjelmoitavien logiikoiden valmistajilla on omat ohjelmistonsa, joiden takia ohjelmoinnista on

tullut todella kirjavaa ja valintaperusteeksi on yleensä muodostunut ohjelmointitavan tunnettavuus. Tämän takia on laadittu ohjelmointistandardi IEC-61131-3, joka koostuu viidestä eri ohjelmointikielestä. Kieliä ovat Sequential Function Chart (SFC), Structured Text (ST), Function Block Diagram (FBD), Ladder Diagram (LD) sekä Instruction List (IL). Kielet on jaoteltu graafisiin editoreihin ja tekstieditoreihin. Graafisia editoreita ovat SFC, FBD ja LD. Tekstieditoreita ovat ST ja IL. SFC-kieli on tarkoitettu ylemmän tason ohjelmointiin kuten järjestelmän toimintamoodin valintaan. Kieli ei itsessään tarjoa monipuolisia ominaisuuksia loogisten toimintojen ohjelmointiin, vaan se toimii runkona varsinaiselle ohjelmalle. Ohjelma kirjoitetaan havainnollisella ohjelmaeditorilla, jonka jälkeen ohjelmakoodi käännetään konekielelle, joka siirretään ohjelmoitavan logiikan ohjelmamuistiin. (Keinänen, Kärkkäinen, Lähetkangas & Sumujärvi 2007, 223–224.)

2.2.1 Kosketinkaavio

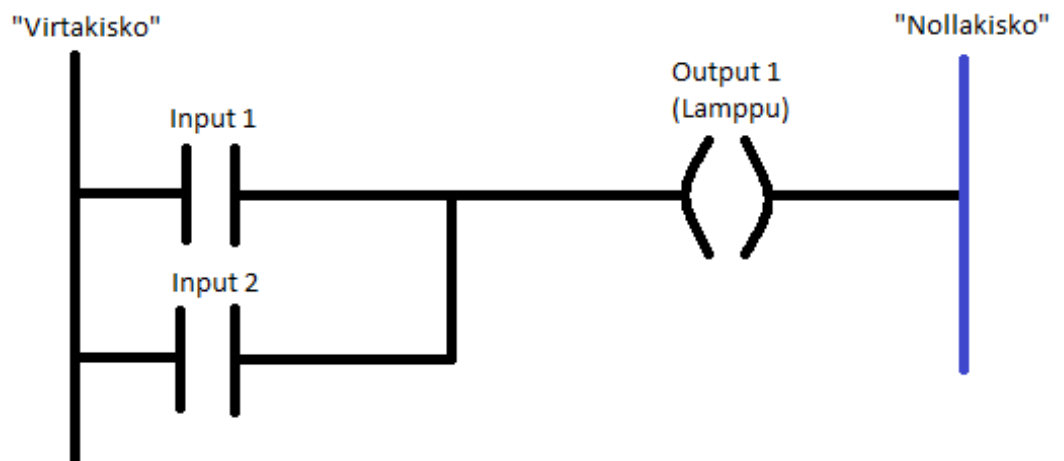
Kosketinkaavio on yksi yleisimmistä ohjelmointikielistä, ja se on jaoteltu graafisiin editoreihin. Kosketinkaaviosta käytetään monesti nimeä tikapuukaavio. Kaavio muistuttaa paljon sähköpiirikaaviota, minkä takia sen käyttö on hyvin yleistä. Ohjelma muodostuu avautuvista ja sulkeutuvista relekoskettimista. Piirikaaviossa vasen reuna vastaa virtakiskoa ja oikea reuna nollakiskoa. (Keinänen, Kärkkäinen, Lähetkangas & Sumujärvi 2007, 224.) Tämän opinnäytetyön logiikkaohjelmointi on luotu käyttämällä LAD-ohjelmointikieltä.

Kuviossa 4 on esitetty tavallinen AND-piiri. Kun Input 1 ja Input 2 aktivoituvat, Output 1 aktivoituu. Tässä tapauksessa Output 1:een kytketty lamppu syttyisi.



Kuvio 4. AND-piiri.

Kuviossa 5 on esitetty tavallinen OR-piiri. Kun Input 1 tai Input 2 aktivoituu, Output 1 aktivoituu. Tällöin Output 1:een kytketty lamppu syttyisi.

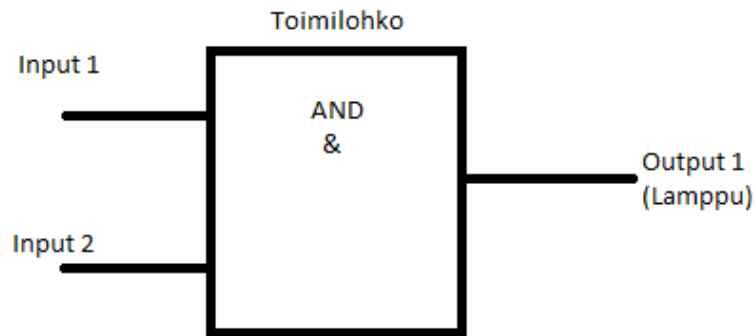


Kuvio 5. OR-piiri.

2.2.2 Toimintalohkokaavio

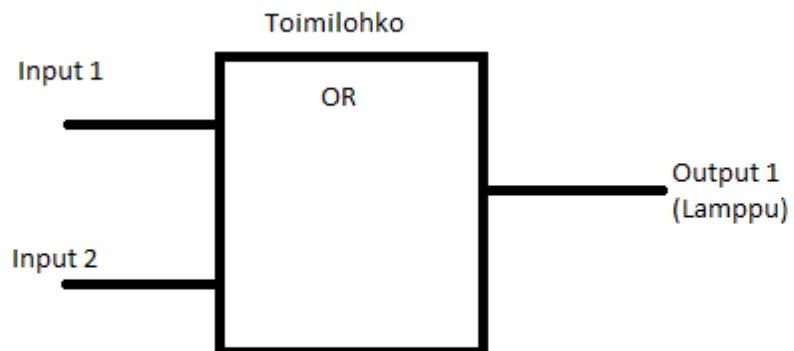
Toimintalohko-ohjelmointi on myös hyvin yleinen ohjelmointitapa, ja se on jaoteltu graafisiin editoreihin. Näöltään toimintalohkokaavio muistuttaa mikropiireillä toteutettua ohjainkortin kaaviota. Itse kaavio rakentuu erilaisista toimilohkoista, jotka johdotetaan toisiinsa. Erilaisia toimilohkoja ovat esimerkiksi AND- ja OR-portit sekä erilaiset työkalut kuten ajastimet ja laskurit. (Keinänen, Kärkkäinen, Lähetkangas & Sumujärvi 2007, 224.)

Kuviossa 6 on tavallinen AND toimintalohko. Kun Input 1 ja Input 2 ovat aktiivisia, Output 1 aktivoituu, ja tässä tapauksessa Output 1:een kytketty lamppu syttyy.



Kuvio 6. AND-toimintalohko.

Kuviossa 7 on tavallinen OR toimintalohko. Kun Input 1 tai Input 2 aktivoituu, Output 1 aktivoituu ja tässä tapauksessa Output 1:een kytketty lamppu syttyy.



Kuvio 7. OR-toimintalohko.

2.2.3 Käskylista

Käskylistaohjelmointi on tekstieditori, joka muistuttaa Basic- ja Pascal-ohjelmointikieltä. Ohjelman lausekkeet perustuvat IF-THEN-ELSE-rakenteeseen. Koska kyseessä on tekstieditori, ohjelmointi tapahtuu yksinkertaisilla tekstimuotoisilla komennoilla. Kuviossa 8 on esitetty ohjelmointikielen perustoimintoja. (Keinänen, Kärkkäinen, Lähetkangas & Sumujärvi 2007, 224.)

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

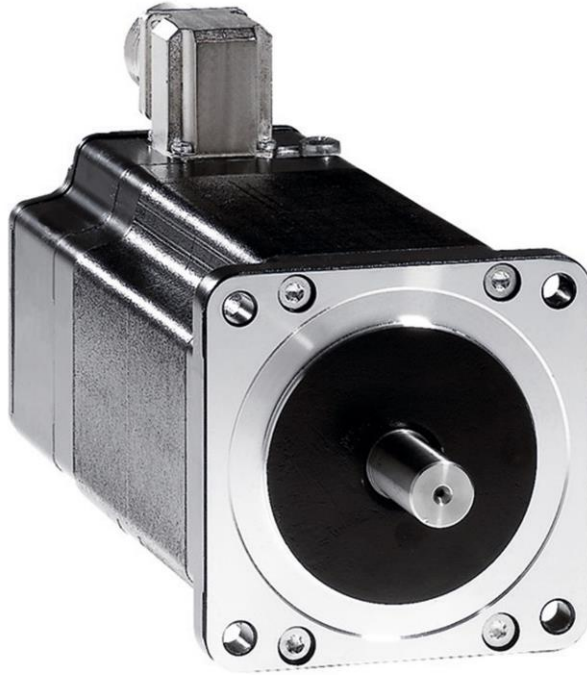
```
IF    NOT    IN_A  jos IN_A ei ole vaikutettuna
THEN SET OUT niin aseta OUT aktiiviseksi
```

Kuvio 8. Perustoiminnot toteutettuna käskylistaohjelmoinnilla. (Keinänen, Kärkkäinen, Lähetkangas & Sumujärvi 2007, 224.)

3 ASKELMOOTTORIN TEORIA

3.1 Askelmoottorin rakenne

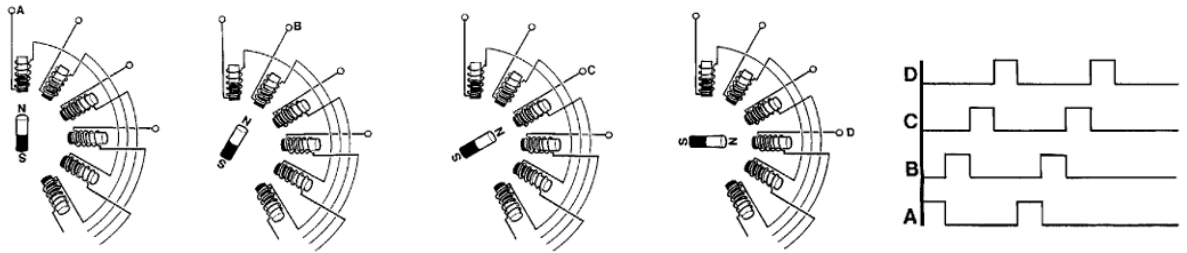
Tyypillinen askelmoottori sisältää kestmagneettiankkurin ja staattorin, jossa on kaksi tai neljä käämiä. Roottorin kääntyminen yhden askeleen verran tapahtuu, kun käämien kytkennöissä tapahtuu muutos. Roottorin käännöksen astelukuun vaikuttaa moottorin rakenne ja käämien määrä. Askelmoottorin käyttö soveltuu erittäin hyvin asemointitarkoitukseen, koska jokainen askel toistuu täsmälleen samansuuruisena jokaista pulssia kohti. Kestomagneettirakenne ei kuitenkaan pysty pieniin askelkulmiin, joten näihin tapauksiin on suunniteltu reluktanssiaskelmoottori, jossa roottori on magnetoimaton. Askelkulma määräytyy roottorin hammasten ja staattorikäämien vaiheiden lukumäärästä. Koneautomaatiolaitteiden yleinen askelkulma on $1,8^\circ$. (Keinänen, Kärkkäinen, Lähetkangas & Sumujärvi 2007, 151.) Kuvassa 8 on Schneider Electricin valmistama askelmoottori, jota käytettiin tässä opinnäytetyössä.



Kuva 2. Schneider Electricin 3-vaiheinen askelmoottori (Schneider Electric, [viitattu 8.6.2020]).

3.2 Askelmoottorin ohjaus

Askelmoottoreiden ohjaus tapahtuu aina elektronisella askelohjaimella (engl. driver). Askelmoottorin ohjaus soveltuu parhaiten logiikalla tai tietokoneella tapahtuvaan ohjaukseen, koska ohjauspulssit, joita laitteet antavat, ovat kaksitilaisia. On myös toisenlaisia ohjaimia, joita ovat paikoitusohjaimet. Näitä ohjaimia käytetään esimerkiksi NC-koneiden liikeohjausjärjestelmissä. Kuviossa 9 on esitetty askelmoottorin toimintaperiaate. (Keinänen, Kärkkäinen, Lähetkangas & Sumujärvi 2007, 151-152.)



Kuvio 9. Askelmoottorin toimintaperiaate (Keinänen, Kärkkäinen, Lähetkangas & Sumujärvi 2007, 152).

Askelmoottorin ohjaustapoja on kaksi: bipolaarinen ja unipolaarinen. Ne tarkoittavat ohjaustransistorien erilaisia kytkentätapoja. Unipolaarisessa kytkentätavassa moottorin ohjaus on yksinkertaisempi kuin bipolaarisessa kytkentätavassa. Tosin unipolaarisessa kytkennässä moottorista saatava teho on pienempi, jolloin hyötysuhdekin jää pienemmäksi. Bipolaarisessa kytkennässä sähkövirta kulkee molempiin suuntiin moottorin käämeissä, jolloin moottorista saadaan parempi hyötysuhde ja moottorin maksimaaliset ominaisuudet. Bipolaarista ohjausta käytetään yleensä silloin, kun vaaditaan suuria suorituskykyjä. (Keinänen, Kärkkäinen, Lähetkangas & Sumujärvi 2007, 152.)

Moottorin ohjaus voidaan toteuttaa myös puoliaskelin. Puoliaskellus tapahtuu, kun askelien väliin ohjataan tila, jossa vain yksi käämi on virrallinen. Puoliaskelluksen ansiosta moottorin pyörintä saadaan vakaammaksi. Värähtelyä moottorissa voidaan vähentää ohjauselektronikan avulla. Ohjauselektronikalla voidaan säätää käämien virranvoimakkuuksia, jolloin voidaan toteuttaa mikroaskellusta. Askelmoottorin ohjaukset eivät välttämättä vaadi takaisinkytkentää, koska moottorin ohjaus tapahtuu pulsseja laskemalla. Askelmoottori voi kuitenkin hukata paikoituksensa esimerkiksi törmäyksessä, jolloin askeleita häviää. Jos askeleita puuttuu, täytyy moottori joko ajaa takaisin kotiasemaan tai ns. referenssipisteeseen, jolloin pulssien laskeminen aloitetaan jälleen oikeasta kohdasta. Takaisinkytkennän avulla voidaan myös lisätä pulssianturi, joka tunnistaa akselin todellisen paikan. (Keinänen, Kärkkäinen, Lähetkangas & Sumujärvi 2007, 154.) Kuvassa 10 on Schneider Electricin valmistama askelmoottorihjain, jota käytettiin tässä opinnäytetyössä.

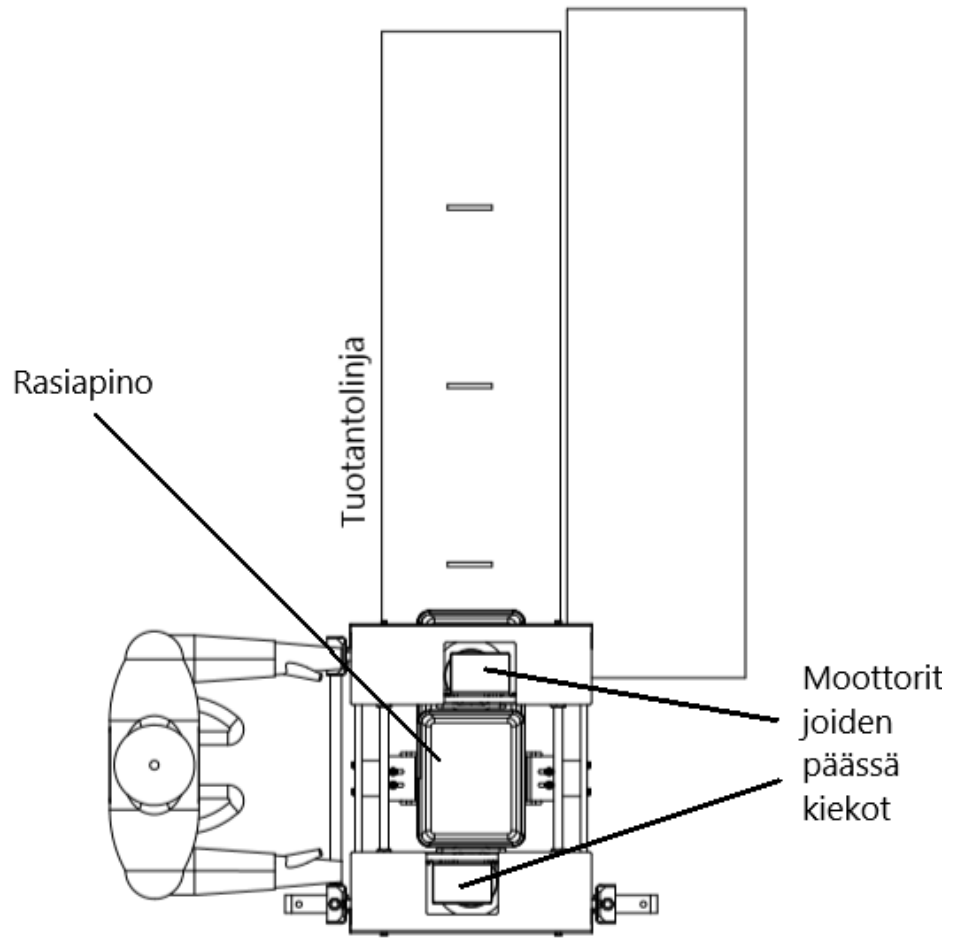


Kuva 3. Schneider Electricin askelmoottoriohjain (Schneider Electric, [viitattu 7.6.2020]).

4 RASIAPURKAJA

4.1 Lähtötilanne

Rasiapurkajan toimintaperiaate on yksinkertainen. Purkajassa on kaksi moottoria, joiden akseleiden päähän on kiinnitetty kiekot. Kiekot on suunniteltu tietyn kokoisille rasioille. Rasiapurkaja keskustelee tuotantolinjan kanssa rasiapurkajan ohjauskeskukseen kytketyn kättelykaapelin avulla ja on toiminnassa silloin, kun rasiapurkaja on toimintavalmiina ja tuotantolinja antaa sille luvan toimia. Rasiapurkajan ohjauskeskuksen kanteen on asennettu painikkeita ja valintakytkin. Kun rasiapurkaja kytketään automaattiajolle valintakytkimestä ja käynnistetään Start-painikkeesta, logiikka ohjaa kiekot referenssipisteeseen. Referenssipisteet on muodostettu kiekkojen läheisyyteen asennettujen induktiivisten antureiden avulla, ne seuraavat kiekkoissa olevia rautatappeja. Kun referenssiajo on suoritettu, logiikka saa tiedon pyörittää moottoreita valokennolta, joka tarkkailee liikkuvia rasioita. Anturit on kytketty ohjauskeskuksen sisällä olevaan logiikan tulokorttiin. Kuviossa 4 on esitetty rasiapurkajan toimintaa. Kuviossa rasiapinot laitetaan laitteen keskelle niin, että ne pudotessaan osuvat tuotantolinjalle. Kun logiikka pyörittää moottoreita ja kiekkoja kierroksen, kiekot erottelevat yhden rasian erilleen ja pudottavat sen tuotantolinjalle.

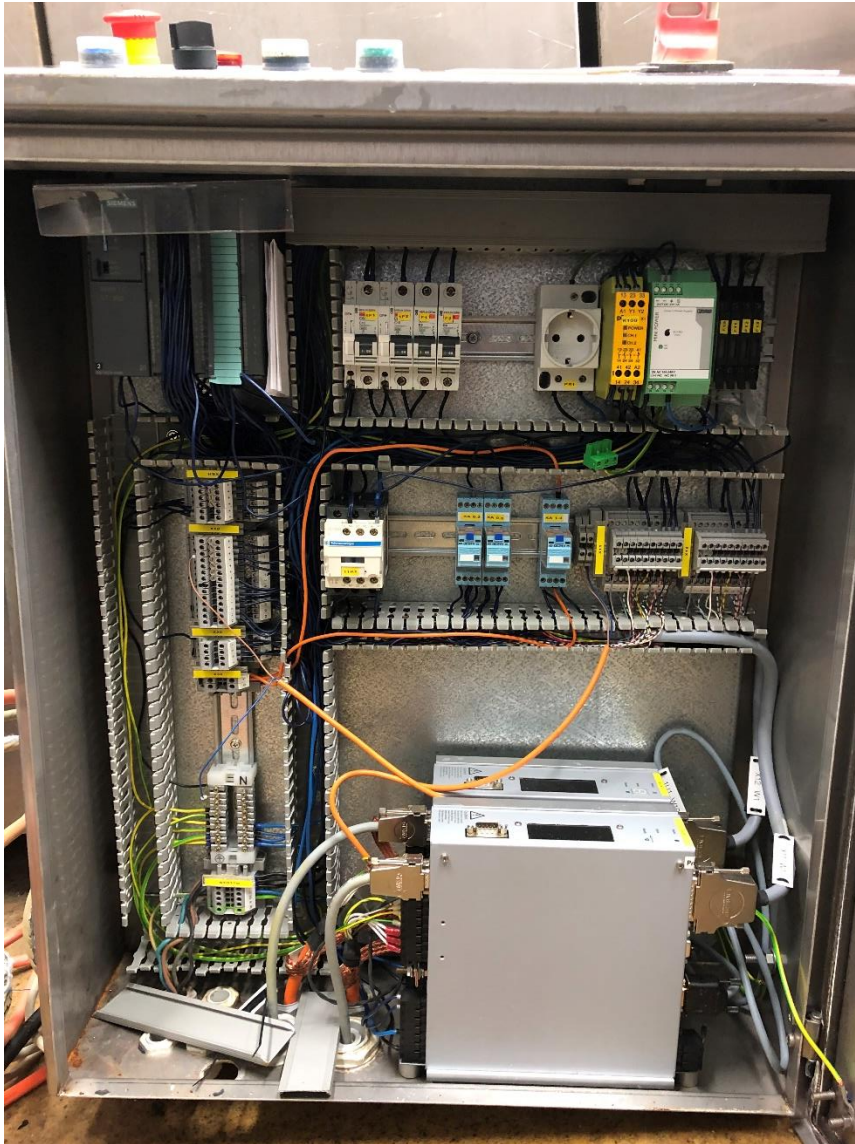


Kuvio 10. Rasiapurkajan toimintakuva.



Kuva 4. Vanha servomoottori, jonka päässä kiekko.

Alkuperäinen rasiapurkaja oli toteutettu Siemensin vanhemman sukupolven S7-300-sarjan logiikalla, sekä Feston servo-ohjaimilla ja -moottoreilla. Vanhan rasiapurkajan ongelmaksi oli muodostunut servo-ohjaimet, jotka olivat tulossa käyttöikänsä päähän, ja niiden toimintavarmuus oli todella epävarma. Vanhojen ohjaimien valmistus oli lopetettu ja korvaavien mallien kokonaishinta moottoreineen olisi noussut liian korkeaksi. Lisäksi vanhan rasiapurkajan ohjelmaa oli muokattu ajansaatossa ja osa antureista oli poistettu kokonaan käytöstä tai ne olivat rikkoutuneet, myös servo-ohjauksen tarve kyseisessä laitteessa oli kysymysmerkki.



Kuva 5. Vanha ohjauskeskus.

4.2 Tavoitteet

Opinnäytetyön tavoitteena oli modernisoida rasiapurkaja. Työ sisälsi uuden ohjauskeskuksen suunnittelun, toteutuksen ja asennuksen. Myös vanhat servomoottorit, -ohjaimet ja vanhan sukupolven logiikka tuli korvata. Moottorit korvattiin askelmoottoreilla ja servo-ohjaimet vaihtuivat luonnollisesti askelmoottoreiden ohjaimiksi. Toteutukseen kuului myös suunnitella uusi logiikkaohjelma rasiapurkajalle ja piirtää uudet sähköpiirustukset.

4.3 Suunnittelu ja toteutus

Suunnittelu aloitettiin etsimällä korvaava moottori servomoottoreille. Korvaava moottorityyppi ja -malli löytyi sattumalta toiseen projektiin tilatusta moottorista. Moottoriksi valikoitui askelmoottori, jonka mitat ja ominaisuudet vastasivat vanhaa servomoottoria. Tämän jälkeen selvitettiin alkuperäisen rasiapurkajan toimintaa ja sen vaatimuksia. Selvittelyjen jälkeen ohjauskeskusta ja logiikkaohjelmaa työstettiin niin, että uusi rasiapurkaja toimisi samalla periaatteella kuin alkuperäinen.

4.3.1 Toteutus

Rasiapurkajan ohjauskeskuksen toteutus aloitettiin tilaamalla tarvittavat komponentit, kuten logiikan ohjausyksikkö, virtalähde, korttien kiinnikepohjat, riviliittimet ja muut oheistarvikkeet. Komponenttien saavuttua alkoi moottorin kytkentöjen sekä sen ohjauksen tutkiminen. Tämän jälkeen alkoi ohjauskeskuksen prototyypin kokoaminen, yhden moottorin kytkeminen ja testiohjelman luonti. Prototyypin valmistuttua huomattiin, että tavallinen digitaalinen ulostulokortti ei pystynyt pyörittämään moottoria tarpeeksi nopeasti sen alhaisen taajuuden vaihteluvälin takia. Syyn selvittyä tutustuttiin Siemensin tarjoamiin ratkaisuihin ja tähän ongelmaan löydettiin Siemensin valmistama pulssikortti, joka tilattiin. Kortin saavuttua selvitettiin pitkään kortin ohjelmointitapaa lukemalla valmistajan omia ohjekirjoja ja manuaaleja sekä kyselemällä neuvoja automaatiotekniikan opettajalta. Oikean ohjelmointitavan löydyttyä, jossa pulssikortin ohjelmointi täytyi toteuttaa käyttämällä vain tiettyjä kortin sisäänrakennettuja muistipaikkoja, saatiin moottori pyörimään haluttua nopeutta. Samalla todettiin, että kyseistä askelmoottoria voidaan hyödyntää tähän tarkoitukseen. Tämän jälkeen prototyyppi purettiin ja alkoi varsinaisen ohjauskeskuksen kokoaminen. Ohjauskeskuksen kytkennät toteutettiin alkuperäisen rasiapurkajan keskuksen piirosten pohjalta ja kytkentöjen edetessä piirustuksiin merkittiin tarvittavat muutokset ja toteutukset. Kun kytkennät alkoivat olemaan loppusuoralla, kytkettiin toinen askelmoottori ja aloitettiin lopullisen logiikkaohjelman suunnittelu.



Kuva 6. Siemensin valmistama pulssikortti TM Pulse 2x24V (Siemens, [viitattu 6.8.2020]).



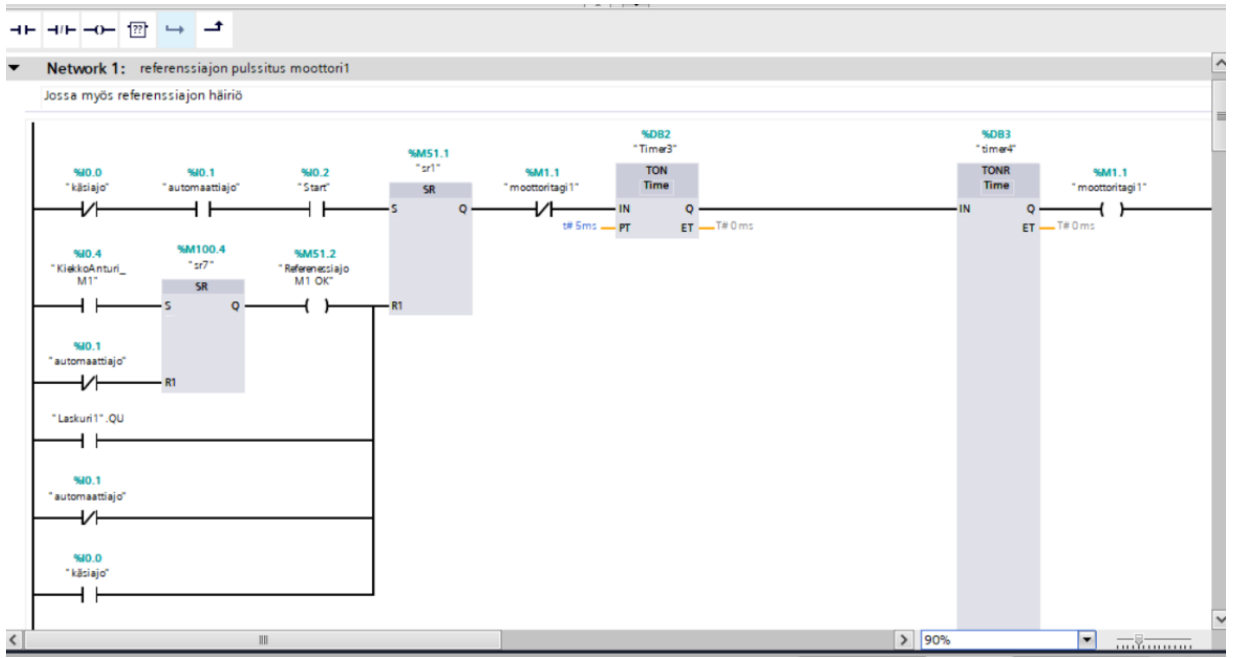
Kuva 7. Ohjauskeskuksen prototyyppi.

4.3.2 Logiikkaohjelman suunnittelu

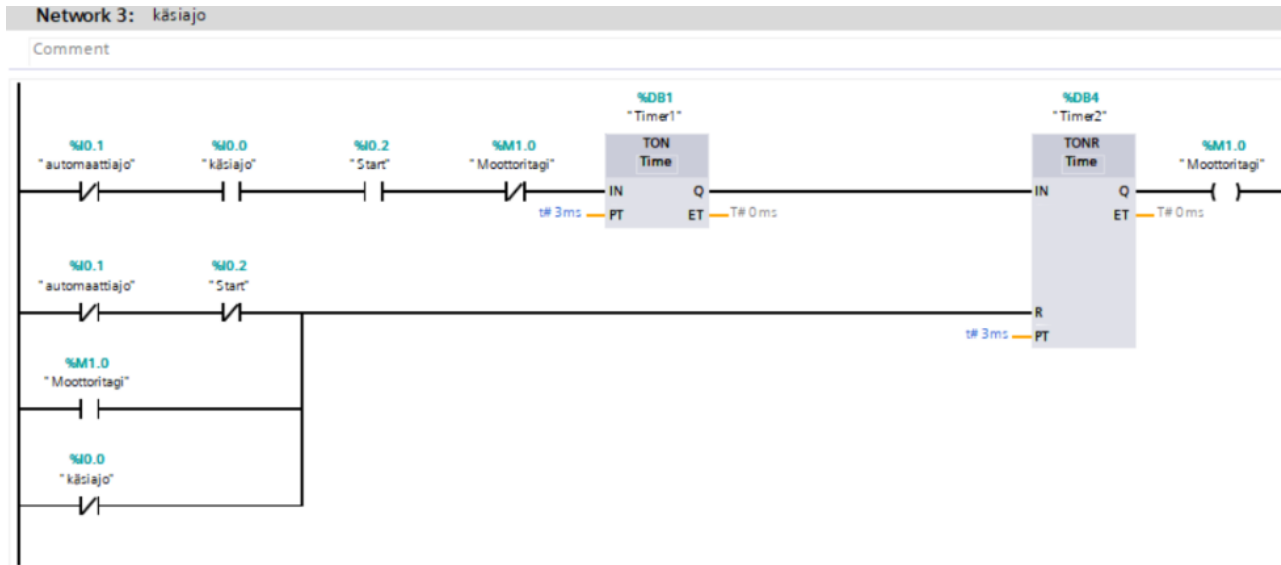
Logiikkaohjelmointi toteutettiin Siemensin TIA Portal -suunnitteluohjelmistolla, josta kerrotaan lisää seuraavassa osiossa, ohjelmointikielenä toimi LAD-kieli. Logiikkaohjelmaa rakennettiin alkuperäisen rasiapurkajan toiminnan perusteella, sekä miettimällä mahdollisia toteutuksia ja anturiratkaisuja. Ohjelmointi aloitettiin tekemällä moottoreille käsikäyttöohjaus, joka toimii, kun valintakytkin on käännetty käsikäyttötilaan ja pidetään Start-painiketta pohjassa. Moottorit pyörivät niin kauan kuin painiketta pidetään pohjassa. Kuviossa 12 on esitelty logiikkaohjelma käsikäytölle, jossa ”moottoritagi1” toimii apumuistipaikkana, ja ajastimet pulssittavat varsinaista moottorinohjauslähtöä erillisessä ohjelmalohkossa, jossa käsitellään laitteen lähtöjä. Käsikäyttöohjauksen jälkeen suunniteltiin referenssiajo. Referenssiajo ajetaan aina,

kun valintakytkin käännetään automaattiseen ajotilaan ja painetaan Start-painiketta, paitsi jos moottoreiden päässä olevat kiekot ovat jo valmiiksi referenssipisteissä. Kiekkojen referenssipisteitä seuraavat kaksi induktiivista-anturia, kuten alkuperäisessäkin rasiapurkajassa.

Kuviossa 11 on esitelty moottori 1 referenssiajon ohjelmointi, jossa pulssitus on toteutettu myös ajastimilla ja apumuistipaikalla, mutta pulssitus pysähtyy, kun induktiivinen anturi aktivoituu. Referenssiajon jälkeen suunniteltiin alustava automaattiajo, ja samalla suunniteltiin antureiden paikoitus. Alustavassa automaattiajossa referenssiajon jälkeen painetaan Start-painiketta tai lamellikuljettimen kolia seuraava valokenno antaa käskyn pyöräyttää moottoreita, jolloin rasia putoaa kuljettimelle. Lopuksi mietittiin tarvittavat häiriöt, joita on kaksi. Laitte antaa häiriön, jos automaattisessa ajotilassa rasia ei putoa tarpeeksi nopeasti kuljettimelle. Tämä tarkoittaa myös sitä, että häiriö muodostuu, jos rasiat ovat loppuneet tai rasia on jäänyt kiinni rasiapinoon. Laitteeseen otettiin käyttöön käytöstä poistettu valokenno, jonka tehtävänä on seurata rasian pudotuspaikkaa. Tämän valokennon tehtävänä on muodostaa edellä mainittu häiriö. Toinen häiriö muodostuu, jos referenssipisteitä ei löydy referenssiajoa ajettaessa.



Kuvio 11. Moottorin referenssiajo.

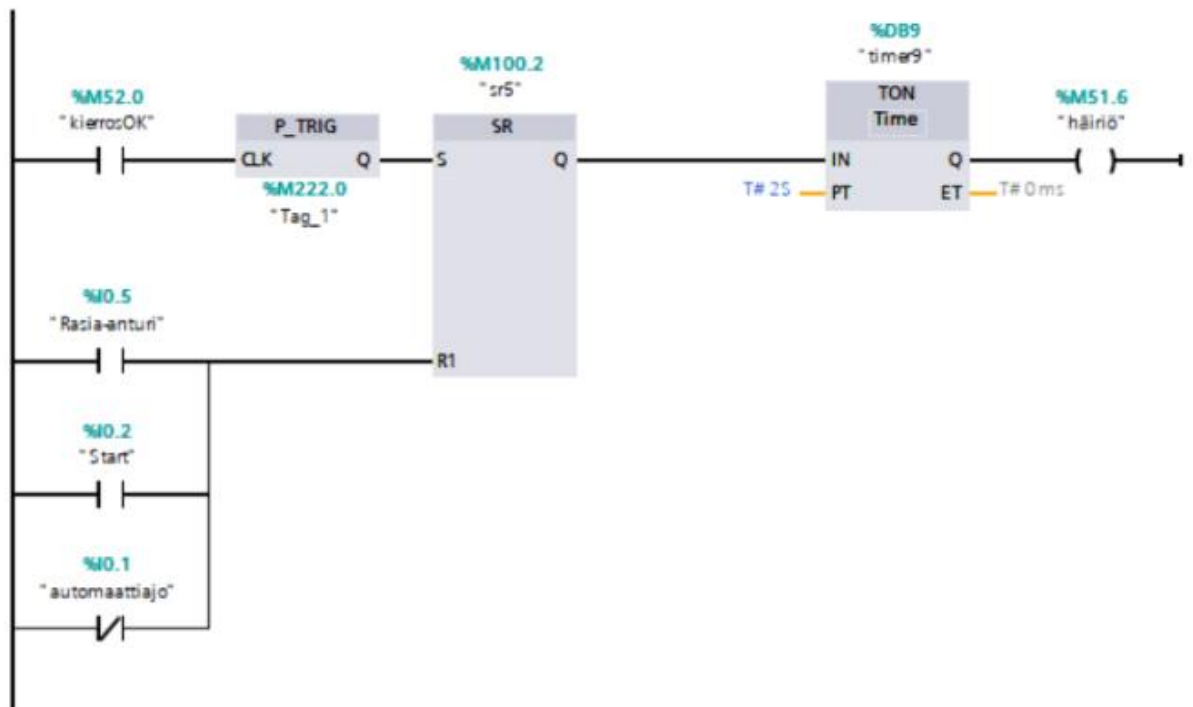


Kuvio 12. Moottoreiden käsiäjo.

Network 6: Automaattiajo Häirötila

▼ Häiriö jos rasia ei putoa kunnolla/ajallaan tai rasiat loppu.

Häiriö muodostuu jos onnistuneen kierroksen jälkeen rasia-anturi EI tunnista rasiaa tietyn ajan kuluessa.



Kuvio 13. Automaattiajon häiriön luonti.

4.3.3 Siemens TIA Portal

Totally Integrated Automation Portal (TIA Portal) on tarkoitettu digitalisoituun automaatioon. Ohjelmiston avulla voidaan integroida kaikki tärkeimmät automaatioprojektien komponentit, kuten ohjelmoitavat logiikat, käyttöliittymät, taajuusmuuttajat, turvallisuuslogiikat ja robotit. Ohjelmisto yhdistää Siemensin perinteiset ohjelmistot ja antaa näille uusia toimintamahdollisuuksia. TIA Portal -suunnitteluohjelmisto on luotu auttamaan kaikkia automaation parissa työskenteleviä henkilöitä. (Siemens Oy 2020.)

4.3.4 Sähkösuunnittelu

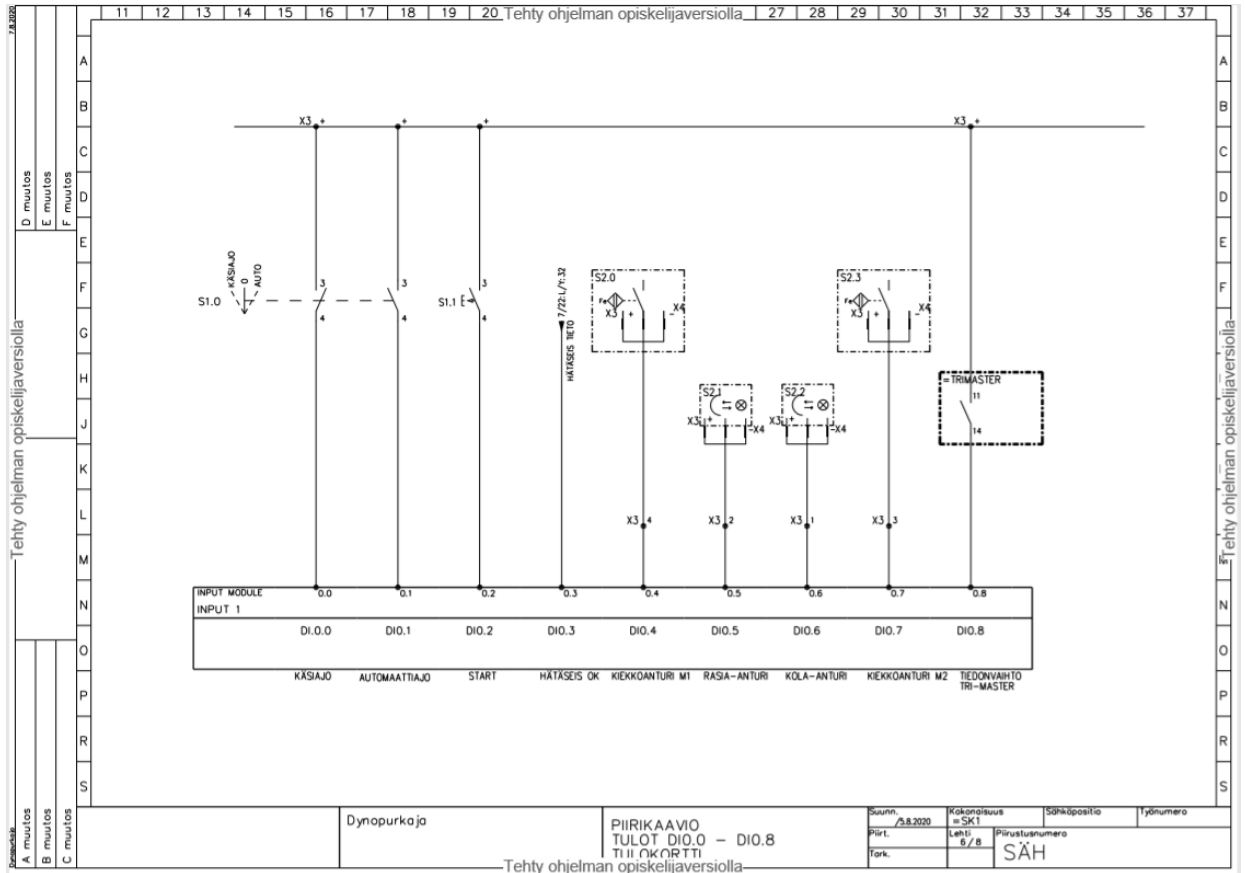
Uuden ohjauskeskuksen sähkösuunnittelu ja kytkentöjen toteutus perustuu suurimaksi osaksi alkuperäisen ohjauskeskuksen sähköpiirustuksiin. Uuden ohjauskeskuksen kokoamisvaiheessa alkuperäisen keskuksen piirustuksiin merkittiin tehdyt muutokset, jotka piirrettiin laitteen asennuksen jälkeen puhtaaksi käyttäen CADMATIIC-ohjelmistoa.

Kuviossa 14 on esitelty laitteen logiikantulokortti ja siihen kytkettyjä laitteita, kuten esimerkiksi induktiiviset anturit, valintakytkin ja Start-painike.

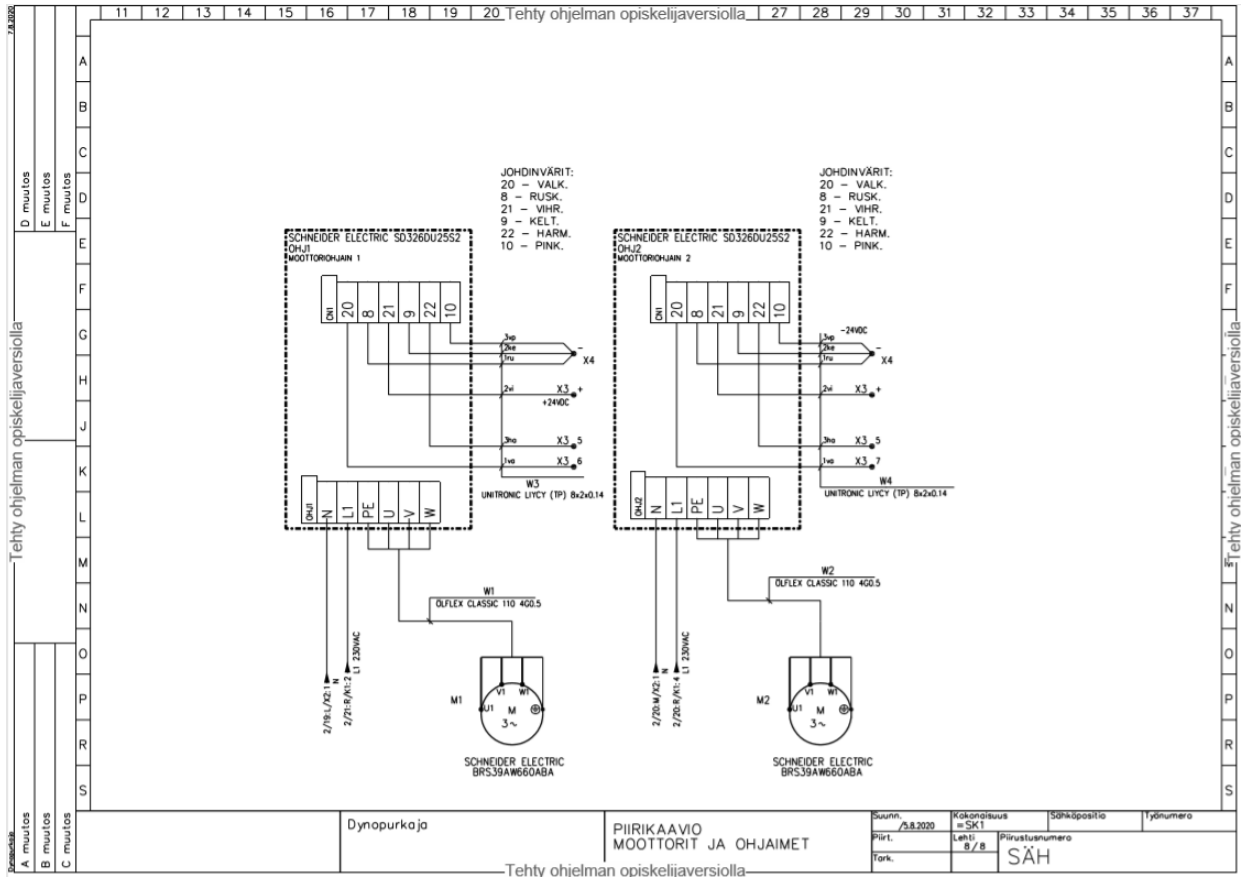
Kuviossa 15 on esitelty moottorit ja niiden ohjaimet. Kuvioon on merkitty myös käytössä olevat ohjainkaapelin johtimet värein ja numeroin, minkä ansiosta kytkennät helpottuvat. Kuvioon on myös merkitty moottoreiden sekä ohjaimien syöttökaapelit.

Kuvioissa 16 on esitelty laitteen hätäseispiiri, jossa on hätäseispainike, hätäseisreleen kuittausnappula ja lähtö logiikan tulokortille, joka antaa tiedon, että hätäseispiiri on kunnossa.

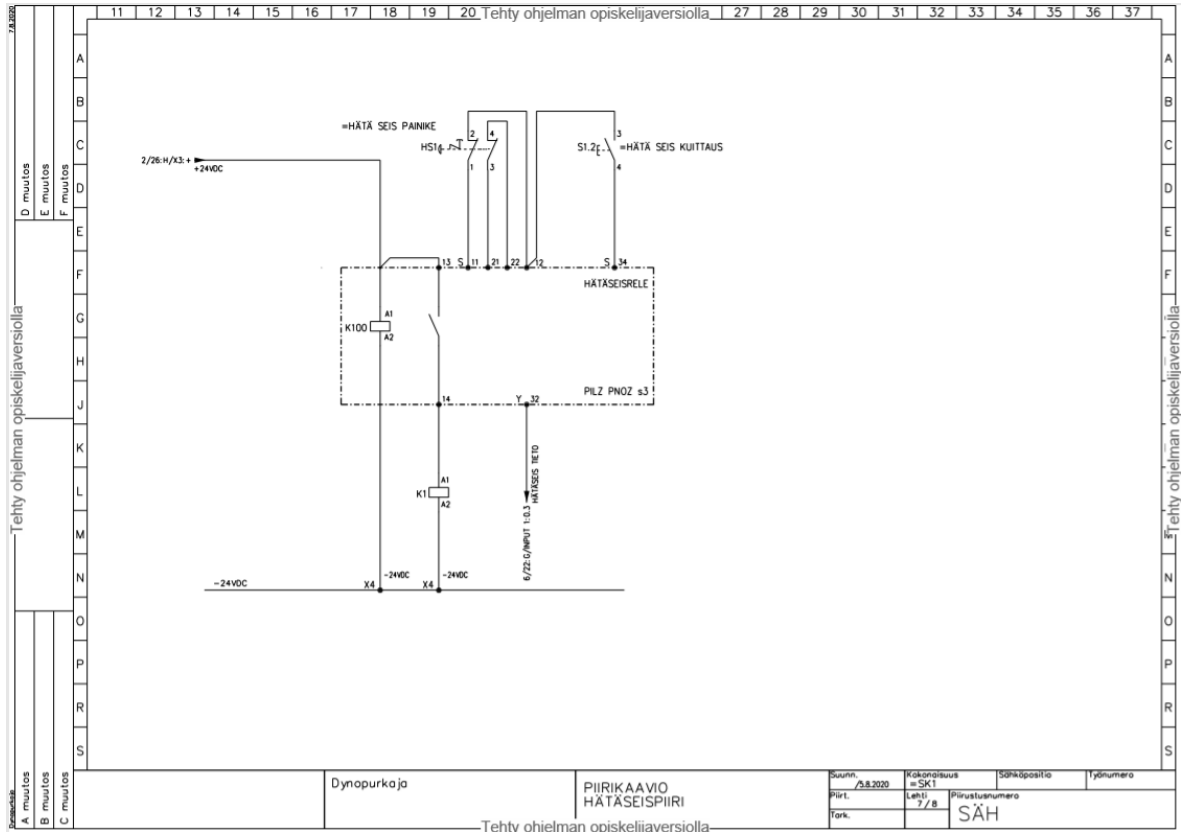
CADMATIC on suomalainen, kansainvälisesti toimiva asiantuntijaorganisaatio, jonka palveluksessa toimii yli 200 CAD-ammattilaista. (CADMATIC EAC Oy 2020a.) Kymdata Oy kehitti ensimmäisen CADS-sovelluksen yli 30 vuotta sitten. CADMATIIC-ohjelmistot ovat erikoistuneet mm. sähkö- ja automaatioalan, LVIA-, arkkitehti- ja rakennesuunnitteluun ja dokumentointiin. (CADMATIC EAC Oy 2020b.)



Kuvio 14. Logiikan tulokortti.



Kuvio 15. Moottorit ja ohjaimet.

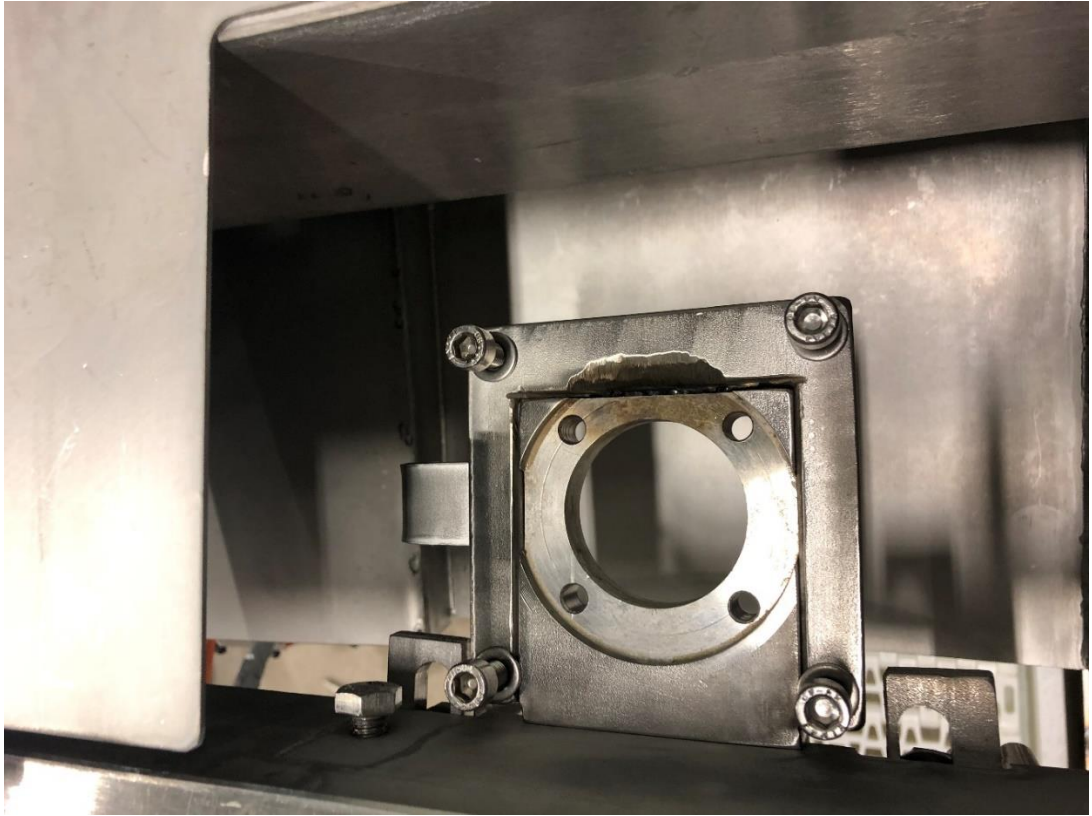


Kuvio 16. Hätäseispiiri.

5 ASENNUS JA KÄYTTÖÖNOTTO

5.1 Asennus

Kun ohjauskeskus ja lopullisen logiikkaohjelman alustava versio oli saatu valmiiksi, suunniteltiin sopiva aika laitteen asennukselle ja käyttöönotolle. Sopiva aika näille oli viikonloppu, jolloin osastolla ei olisi tuotantoa käynnissä. Alkuperäisen rasiapurkajan purkaminen aloitettiin jo torstaina. Näin varmistettiin asennuksen ja käyttöönoton toteutus viikonlopun aikana. Aluksi rasiapurkajasta purettiin moottorit ja niiden kiinnikkeet. Kiinnikkeet vietiin muokattavaksi ja ne muokattiin uusille moottoreille sopiviksi. Tämän jälkeen irrotettiin antureiden ja tuotantolinjan kättelykaapelin johdot sekä hälytyssummeri vanhasta ohjauskeskuksesta ja merkittiin johtimet. Merkitsemisen jälkeen irrotettiin vanha ohjauskeskus kiinnikkeistä ja tuotiin uusi ohjauskeskus paikalle.



Kuva 8. Askelmoottorin muokattu kiinnike.

Kun uusi ohjauskeskus oli saatu paikoilleen, kytkettiin alkuperäiset anturit sekä hälytyssummeri keskukseen. Tämän jälkeen asennettiin moottorit niille sopivaksi muokatuille kiinnikkeille ja kiinnitettiin kiekot akselien päihin. Anturit ja niiden peilit kiinnitettiin myös suunniteluille paikoille. Lopuksi kytkettiin tuotantolinjan kättelykaapeli-laitteelle, jonka jälkeen saatiin aloitettua käyttöönotto.



Kuva 9. Uusi ohjauskeskus asennettuna paikoilleen.

5.2 Käyttöönotto

Käyttöönotto aloitettiin kytkemällä tuotantolinja takaisin päälle, koska se oli ollut virrattomana asennuksen ajan. Tuotantolinjan käynnistyttyä tehtiin ohjauskeskukselle tarkistusmittaukset ja testattiin, että tuotantolinjan ja rasiapurkajan välinen kättely toimii. Näiden jälkeen voitiin aloittaa alustavan logiikkaohjelman testaus muutamilla testirasioilla. Testauksessa huomattiin muutamia muutoksen vaativia asioita, kuten esimerkiksi häiriön muodostamisessa ja automaattiajon käynnistyksessä. Näiden muutosten ja korjausten jälkeen käyttöönottoa jatkettiin seuraavilla viikoilla, jolloin voitiin seurata laitteen toimivuutta tuotannon aikana. Tuotannon aikana selvisi, että

rasioiden pudotuspaikkaa seuraava valokennoa täytyi siirtää niin, että se näkee pidemmältä matkalta rasian. Tuotannon jatkuessa huomattiin myös ongelma automaattiajossa, jossa moottoreita ohjattiin antamalla tietty määrä pulsseja ohjaimelle. Ongelmaksi havaittiin se, että joskus pulssimäärä jäi vajaaksi ja moottori ei pyörähtänyt kokonaista kierrosta. Ongelma korjattiin muuttamalla logiikkaohjelmaa niin, että se pysähtyy aina kiekkoja tarkkaileville induktiivisille antureille. Lopuksi luotiin päivitetty käyttöohje laitteelle, sekä piirrettiin uudet sähköpiirustukset ja luotiin varosaluettelo.

6 Yhteenveto

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli modernisoida Atrialla toimiva rasiapurkaja. Modernisoinnin tavoitteisiin kuului korvata vanhan rasiapurkajan moottorit, moottoriohjaimet, logiikka sekä ohjauskeskus. Lisäksi laitteelle täytyi suunnitella ja toteuttaa uusi logiikkaohjelma. Työ eteni hyvällä vauhdilla ja vauhti kiihtyi loppua kohti. Työ saatiin aiottuna ajankohtana maaliin ja lopputulokseen oltiin tyytyväisiä.

Ongelmia tuli työn varrella muutamia, mutta niistä yksikään ei ollut täysin ylitsepääsemätön. Ongelmat ratkaistiin sisukkaalla yrittämisellä ja tiedon kaivamisella. Yksi iso ongelma muodostui työn alkuvaiheella. Laitteen prototyypivaiheessa huomattiin, että tavallinen digitaalinen ulostulokortti ei pysty antamaan tarpeeksi nopeasti pulsseja, jolloin tavallinen digitaalinen ulostulokortti täytyi korvata pulssikortilla. Pulssikortin ohjelmointi ja sen selvittäminen oli yksi suuri haaste, mutta siitä selvittiin tehokkaalla yrittämisellä ja tiedon etsimisellä.

Toinen ongelma muodostui laitteen asennuksen jälkeen ja sen käyttöönottovaiheessa, kun laite oli jo tuotannon käytössä. Ongelmaksi muodostui se, että logiikka alkoi kadottamaan laskettavia pulsseja noin puolen tunnin ajon jälkeen. Tämän seurauksena moottoreiden akseleiden päässä olevat kiekot eivät pyörähtäneet täyttä kierrosta, joka oli mitoitettu annettavien pulssien määrällä. Ongelma ratkaistiin muuttamalla logiikkaohjelma niin, että kiekkoja pyörittävät moottorit pysähtyvät aina kiekkoja seuraaville induktiivisille antureille. Ongelma jäi hieman mysteeriseksi eikä suoranaista vastausta saatu, mutta epäilyksenä oli logiikan ohjausyksikön laskentateho.

Opinnäytetyön lopputuloksena saatiin modernisoitua laite, jonka toimintavarmuutta aiemmin ei pystytty enää takaamaan, sillä servomoottoreiden ohjaimet olivat toiminnaltaan epävarmat. Korvaavien mallien tai vanhojen ohjaimien varaosien saatavuus ja kustannukset nousivat vanhan laitteen suurimmaksi ongelmaksi, minkä seurauksena päätettiin toteuttaa kyseinen modernisointi.

Työn tilaaja oli lopputulokseen tyytyväinen, koska toiminnaltaan epävarma laite saatiin pois tuotannosta ja korvaava laite saatiin rakennettua kustannustehokkaasti.

Opinnäytetyössä paremmin olisi voitu tehdä sähkösuunnittelu ja ohjauskeskuksen mitoitus, sillä ohjauskeskus oli mitoiltaan lähes puolet pienempi kuin vanha. Tämän seurauksena ohjauskeskuksesta tuli hieman ahdas, mikä hankaloitti keskuksen koonpanoa ja sen asennusta. Myös käyttöönotto asennuksen yhteydessä olisi voinut olla mielellään pidempi, mutta tuotannollisista syistä käyttöönoton pituus jäi lyhyeksi.

Työssä logiikkaohjelmointi meni ongelmista huolimatta hyvin, sekä laitteen asennus ja sen käyttöönotto. Laitetta voisi jatkokehittää muun muassa kiekkojen ja niitä seuraavien induktiivisten antureiden osalta. Tämä voitaisiin toteuttaa tekemällä pieniä muutostöitä kiekkoihin ja muuttamalla induktiiviset anturit ja niiden kiinnikkeet kokoa suuremmiksi.

LÄHTEET

- Atria Oyj. 2020a. Atria lyhyesti. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 2.6.2020]. Saatavana: <https://www.atria.fi/konserni/sijoittajat/atria-sijoituskohteena/atria-lyhyesti/>
- Atria Oyj. 2020b. Kestävää arvoa Terveen Kasvun strategialla. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 2.6.2020]. Saatavana: <https://www.atria.fi/konserni/yritys/strategia/>
- CADMATIC EAC Oy. 2020a. Tietoa meistä. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 6.8.2020]. Saatavana: <http://www.cads.fi/index.php/yritys/tietoa-meista>
- CADMATIC EAC Oy. 2020b. Ohjelmistot. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 6.8.2020]. Saatavana: <http://www.cads.fi/index.php/ohjelmistot>
- Kauppalehti. 2020. Atria-Valmisruoka Oy. [Verkkajulkaisu]. Helsinki: Alma Media Oyj. [Viitattu 2.6.2020]. Saatavana: <https://www.kauppalehti.fi/yritykset/yritys/at-riavalmisruoka+oy/18871285>
- Keinänen, T., Kärkkäinen, P., Lähetkangas, M. & Sumujärvi, M. 2007. Automaatiojärjestelmien logiikat ja ohjaustekniikat. [Verkkokirja]. Helsinki: Sanoma Pro. [Viitattu 3.6.2020]. Saatavana: Ellibs-e-kirjakokoelmasta. Vaatii käyttöoikeuden.
- Schneider Electric. Ei päiväystä. Lexium SD3 & Motors – 3-phase stepper drives and stepper motors. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 8.6.2020]. Saatavana: https://www.se.com/ww/en/product-range/2227-lexium-sd3-%26-motors/12367270650-stepper-motors/?filter=product_parent_category_id-12367270803#openFilters
- Schneider Electric. Ei päiväystä. Lexium SD3 & Motors – 3-phase stepper drives and stepper motors. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 7.6.2020]. Saatavana: https://www.se.com/ww/en/product-range/2227-lexium-sd3-%26-motors/12367270205-stepper-motor-drives/?filter=product_parent_category_id-12367270271#openFilters
- Siemens. Ei päiväystä. SIMATIC ET 200SP – The powerful IO system for compact control cabinets. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 3.6.2020]. Saatavana: <https://new.siemens.com/global/en/products/automation/systems/industrial/io-systems/et-200sp.html>
- Siemens. Ei päiväystä. ET 200SP, TM Pulse 2x24V. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 6.8.2020]. Saatavana: <https://support.industry.siemens.com/cs/pd/604098?pdtdi=pi&dl=en&lc=en-US>
- Siemens. 2020. Totally Integrated Automation (TIA) Portal. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 10.8.2020]. Saatavana: <https://new.siemens.com/fi/fi/tuotteet/teollisuus/tia-portal.html>

