

Matti Jaakkola

Päätyponttauslinjan mekanisointilaitteitten ohjelmointi ja käyttöönotto

Opinnäytetyö

Kevät 2010

Tekniikan yksikkö

Tietotekniikka

Mekatroniikka



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

OPINNÄYTETYÖN TIIVISTELMÄ

Koulutusyksikkö: Tekniikan yksikkö

Koulutusohjelma: Tietotekniikan koulutusohjelma

Suuntautumisvaihtoehto: Mekatroniikan suuntautumisvaihtoehto

Tekijä: Matti Jaakkola

Työn nimi: Päätyopnttauslinjan mekanisointilaitteitten ohjelmointi ja käyttöönotto

Ohjaaja: Martti Lehtonen

Vuosi: 2010

Sivumäärä: 61

Liitteiden lukumäärä: 1

Tämä opinnäytetyön tavoitteena oli ohjelmoida ja suorittaa käyttöönotto hirsilinjaan tulleeseen päätyopnttauslinjan mekanisointilaitteeseen. Työ tehtiin Suupohjan Teollisuusautomaatio Oy:lle.

Työssä käytettiin Telemecaniquen Modicon Premium -logiikkaa, joka ohjelmoitiin Telemecaniquen Unity Pro -ohjelmointiohjelmalla. Toimilaitteen ohjaukseen käytettiin Telemecaniquen kosketuspaneelia, joka ohjelmoitiin Vijeo Designer -ohjelmalla. Liikkeet toteutettiin taajuusmuuttajaohjatuilla oikosulkumootoreilla ja pneumaattisilla sylintereillä.

Tässä työssä esitellään automaatiossa käytettävien antureiden, toimilaitteitten ja logiikkojen teoriaa yleensä, sekä työssä käytettyjä laitteita.

Asiasanat: ohjelmoitavat logiikat, käyttöliittymät

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty: School of Technology
Degree programme: Information Technology
Specialisation: Mechatronics

Author/s: Matti Jaakkola

Title of the thesis: Programming and Commissioning of the Bundler Machine

Supervisor(s): Martti Lehtonen

Year: 2010 Number of pages: 61 Number of appendices: 1

The aim of this thesis is to program a bundler machine that is a part of a larger planing machine. The user interface is also programmed. The machine was commissioned and user training was given on assembly site by the author.

The thesis was made for Suupohjan Teollisuusautomaatio Oy. Suupohjan Teollisuusautomaatio Oy has specialized into industrial automation projects.

In this study the Telemecanique programmable logic was used. The programming was done by using Unity Pro –programming software. The machine was controlled via touch screen that was programmed by using Vijeo Designer software. The motions of the machine were done by using frequency controlled electrical motors and pneumatic cylinders.

In this thesis theory of sensors, actuators and programmable logics is introduced.

Keywords: programmable logics, interface

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

SISÄLLYS

KÄYTETYT TERMIT JA LYHENTEET

KUVIO- JA TAULUKKOLUETTELO

1 JOHDANTO	11
1.1 Työn tausta	11
1.2 Työn tavoite	11
2 TEOLLISUUSAUTOMAATIO	12
3 ANTURIT	13
3.1 Mekaaniset rajakytkimet.....	14
3.2 Induktiiviset lähestymiskytkimet	14
3.3 Kapasitiiviset lähestymiskytkimet	15
3.4 Optiset lähestymiskytkimet.....	17
4 SÄHKÖMOOTTORIT	19
4.1 Oikosulkumoottorit	19
4.2 Taajuusmuuttajat.....	20
5 OHJELMOITAVA LOGIIKKA	23
5.1 Virtalähde.....	24
5.2 Keskusyksikkö.....	24
5.3 Tuloyksikkö	25
5.4 Lähtöyksikkö	26
6 OHJELMOINTI	27
6.1 Tikapuukaavio	27
6.2 Toimintalohkokaavio	28
6.3 Käskylistaohjelmointi.....	29
7 LAITTEEN TOIMINTAKUVAUS	31

7.1 Höylälinjaston toiminta	31
7.2 Pikkuniputtimen toiminta	33
8 TYÖN TOTEUTUS.....	35
8.1 Lähtökohdat	35
8.2 Ohjelmointi.....	35
8.2.1 Taajuusmuuttajien ohjaukset	37
8.2.2 Pikkuniputtajan ohjausblokki.....	38
8.2.3 Tasausrullasto.....	42
8.2.4 Pudotusluukku	42
8.2.5 Kääntäjä.....	44
8.2.6 Hihnajohdekuljetin.....	46
8.2.7 Pikkunippunostin 1 ja 2	47
8.2.8 Rullakuljetin foliokoneelle.....	48
9 KÄYTTÖLIITTYMÄ.....	50
9.1 Pääsivu	50
9.2 Parametrit	51
9.3 Asetukset	52
9.4 Nollaukset	52
9.5 Hälytykset	53
9.6 Käsiäjot	55
9.6.1 Sivusiirto	55
9.6.2 Raakkiluukku.....	56
9.6.3 Kääntäjä.....	56
9.6.4 Hihnajohde.....	57
9.6.5 Nostimet.....	57
9.6.6 Rullakuljetin.....	58
10 YHTEENVETO.....	59
LIITTEET.....	62

KÄYTETYT TERMIT JA LYHENTEET

Pontti	Puutavaran päätyyn, sivuun tai kaikille sivuille työstetty ura ja sitä vastaava uloke vastakkaisessa sivussa. Ponttila kappaleet pidetään samassa tasossa.
Pontata	Työstää pontti.
Raakata	Hylätä kappale.
PLC	Programmable Logic Control, ohjelmoitava logiikka. (Keinänen, Kärkkäinen, Lähetkangas & Sumujärvi 2007, 7.)
Merkkeri	Ohjelmassa käytettävä sisäinen relelähtö, jolla ohjataan ohjelman toimintaa.
CANopen	Controller Area Network, kenttäväylä. (CANopen 2010.)
Jättämä	Sähkömoottorin pyörivän roottorin ja magneettikentän välinen ero. (Lehtonen 2010.)

KUVIO- JA TAULUKKOLUETTELO

Kuva 1. Telemecaniquen mekaaninen rajakytkin	14
Kuva 2. Telemecaniquen induktiivinen anturi	15
Kuva 3. Telemecaniquen kapasitiivinen anturi	16
Kuva 4. Optisen anturin toiminta	17
Kuva 5. Telemecaniquen optinen anturi	18
Kuva 6. ABB:n oikosulkumoottoreita	20
Kuva 7. Telemecanique ATV71-taajuusmuuttaja	21
Kuva 8. Vektorisäädön matemaattinen malli	22
Kuva 9. Telemecaniquen ohjelmoitava logiikka	23
Kuva 10. Telemecanique TSXP57104M-keskusyksikkö	25
Kuva 11. Optoerotus	26
Kuva 12. AND-, OR- ja NOT-piirit tikapuukaaviolla toteutettuna	28
Kuva 13. AND-toimintalohko	29
Kuva 14. OR- ja NOT-toimintalohkot	29
Kuva 15. AND-, OR- ja NOT-lausekkeet	30

Kuva 16. Höylälinjan vuokaavio	32
Kuva 17. Pikkuniputtajan vuokaavio	34
Kuva 18. Symbolisia muuttujia	36
Kuva 19. Tasausrullaston käsi- ja autoajon ohjaukset	37
Kuva 20. Taajuusmuuttajan ohjausblokki ja ajastin	38
Kuva 21. Pikkuniputtajan ohjausblokki ohjelmassa	39
Kuva 22. Pikkuniputtajan lähtöjä	40
Kuva 23. Pikkuniputtajan ohjausblokin askeleet 1 → 2	41
Kuva 24. Niputettujen kappaleiden vertailu asetettuun määrään	42
Kuva 25. Pudotusluukun käsiajon ja automaattiajon ohjaukset	43
Kuva 26. Raakkauksen aloitus	43
Kuva 27. Raakkihissin laskeminen ja pysäytys	44
Kuva 28. Raakkihissin täyttymisen merkkeri	44
Kuva 29. Kääntäjän laskurin vertailu	45
Kuva 30. Kappale tulee kääntäjään	45
Kuva 31. Kääntäjän laskurin nollaus	46
Kuva 32. Hihnajohdekuljettimen ohjaukset ja ruuhkautumisen esto	47

Kuva 33. Pikkuniputtimen ohjausblokin ohjaamia nostin 1. lähtöjä	48
Kuva 34. Etupään sidonnan ohjaus	49
Kuva 35. Ohjauspaneelin pääsivu	50
Kuva 36. Parametrit-sivu	51
Kuva 37. Asetukset-sivu	52
Kuva 38. Nollaukset-sivu	52
Kuva 39. Hälytykset-sivu	53
Taulukko 1. Hälytykset	54
Kuva 40. Käsiäjot-valikkosivu	55
Kuva 41. Sivusiirron käsiajosivu	55
Kuva 42. Raakkiluukun käsiajosivu	56
Kuva 43. Kääntäjän käsiajosivu	56
Kuva 44. Hihnajohdekuljettimen käsiajosivu	57
Kuva 45. Nostimien käsiajosivu	57
Kuva 46. Rullakujettimen käsiajosivu	58

1 JOHDANTO

1.1 Työn tausta

Suupohjan Teollisuusautomaatio Oy on vuonna 1994 perustettu, teollisuuden sähköistys- ja automatisointiprojekteihin erikoistunut yritys. Pääasiassa Suupohjan Teollisuusautomaatio Oy toimii puunjalostuksen automaatiassa. Yritys työllistää vakinaisesti 9 henkilöä Karijoella ja Seinäjoella. Yrityksellä on asiakkaita ympäri Suomea ja joitakin myös ulkomailla. (Suupohjan Teollisuusautomaatio Oy 2009.)

Tämä opinnäytetyö syntyi Kuhmon AA-Puu Oy:lle toteutetun päätyponttauslinjan mekanisointilaitteen, pikkuniputtajan, ohjelmoinnista. Kuhmon AA-Puu Oy tuottaa päätypontattua tai määrämittaista höylätavaraa kotimaisille tukkukauppiaille ja puutavaraliikkeille. (Kuhmon AA-Puu Oy 2009.)

1.2 Työn tavoite

Työn tavoitteena oli ohjelmoida päätyponttauslinjan mekanisointilaitteen logiikkaohjaus ja käyttöliittymä sekä suorittaa sille käyttöönotto ja käyttäjäkoulutus. Logiikkaohjauksen toteutuksen tavoitteena oli ohjelmoida laite toimimaan mahdollisimman hyvin ja häiriöttömästi. Käyttöliittymän ohjelmoinnin tavoitteena oli toimivuus ja helppokäyttöisyys.

2 TEOLLISUUSAUTOMAATIO

Teollisuusautomaatiolla tarkoitetaan käytännössä tietokoneen käyttämistä koneiden ja tuotantoprosessin ohjaamiseen. Tuotantotekniikan osana teollisuusautomaatio on kehittyneempi aste mekanisoinnista. Mekanisoinnissa ihmiset käyttävät koneita työnsä apuna. (Keinänen, Kärkkäinen, Lähetkangas & Sumujärvi 2007, 7.)

Yleensä automaation sovelluksissa käytetään erityisesti automaatiota varten tehtyjä tietokoneita, ohjelmoitavia logiikoita (PLC, Programmable Logic Controller), ohjaamaan järjestelmän toimilaitteita antureilta eli sensoreilta saatujen tietojen perusteella. Ohjelmoitavalla logiikalla voidaan hallita koneen tai prosessin toimintoja ja tilaa tarkasti ja turvallisesti. (Keinänen, Kärkkäinen, Lähetkangas & Sumujärvi 2007, 7.)

Automatisoinnista saavutettavia hyötyjä ovat toistettavuus, tiukempi laadunhallinta, jätteiden vähentyminen, kasvanut tuotanto ja pienentynyt työvoiman tarve. Joitakin haittapuolia ovat automatisoinnin korkeat alkukustannukset ja suurempi tarve tekniselle kunnossapidolle. (Keinänen, Kärkkäinen, Lähetkangas & Sumujärvi 2007, 7.)

3 ANTURIT

Toimiakseen automaatioprosessi tarvitsee tietoa prosessin vaiheesta sekä eri toimilaitteiden tilasta. Tätä tietoa kerätään erilaisilla antureilla. Anturilla tarkoitetaan laitetta, joka muuntaa mitattavan prosessisuureen arvon siihen verrannolliseksi viestiksi. (Keinänen, Kärkkäinen, Lähetkangas & Sumujärvi 2007, 187.)

Anturin tuntoelin, jota kutsutaan myös mittauselimeksi, määrittää mitattavan suureen arvon, minkä jälkeen anturiosa muuttaa tuloksen halutun muotoiseksi viestiksi. Prosessien tilaa kuvaavia suureita ovat esim. paikka, lämpötila, paine, voima, pituus, kiertokulma ja nestepinnan korkeus. Anturin antama suure muunnetaan standardiviestiksi lähettimessä. Useimmiten anturi ja lähetin on rakennettu kiinteästi yhteen. (Keinänen, Kärkkäinen, Lähetkangas & Sumujärvi 2007, 187.)

Läsnäolon havaitsemiseen voidaan käyttää mekaanisia mikro- ja rajakytkimiä tai elektronisia lähestymiskytkimiä. Nämä ovat kaksitila-antureita, jotka antavat on/off-kytkintietoa. Lähestymiskytkimellä tarkoitetaan kytkintä joka avaa tai sulkee virtapiirin kappaleen tullessa riittävän lähelle. (Keinänen, Kärkkäinen, Lähetkangas & Sumujärvi 2007, 188.)

3.1 Mekaaniset rajakytkimet

Rajakytkimet ovat koneautomaation vanhimpia komponentteja. Niissä on yleensä sekä avautuvat että sulkeutuvat koskettimet, joskus myös vaihtokoskettimet. Rajakytkimiä käytetään yleisesti turvakytkiminä. Rajakytkimien etuja ovat kohtuullinen hinta ja suurien virtojen kesto. Haittoja ovat epätarkkuus, hitaus ja suuri koko. (Keinänen, Kärkkäinen, Lähetkangas & Sumujärvi 2007, 192.)



Kuva 1. Telemecaniquen mekaaninen rajakytkin. (Telemecanique 2010 a.)

3.2 Induktiiviset lähestymiskytkimet

Induktiivisen lähestymiskytkimen toimintaperiaate on magneettisen kentän häiriintyminen anturin tunnistusetaisyydellä. Anturin tunnistuspinnalla on vaihtuva magneettikenttä, joka on saatu aikaan oskillaattorilla. Jos magneettikenttään tuodaan sähköä johtavaa materiaalia, esim. metallia, syntyy induktiopyörrejännitettä. Pyörrevirta ottaa LC-värähtelypiiristä (kela-kondensaattori) energiaa, minkä seurauksena oskillaattori vaimenee. (Keinänen, Kärkkäinen, Lähetkangas & Sumujärvi 2007, 193.)

Perään kytketty elektroniikka muuntaa amplitudin pienenemisen sähkösignaaliksi. Tämä sähkösignaali muuttaa lähestymiskytkimen kytkentätilaa (0 tai 1). Jos sähköä johtava materiaali poistetaan vaihtokentästä, värähtelyamplitudi kasvaa jälleen

ja lähestymiskytkimen alkuperäinen kytkentätila palautuu. (Keinänen, Kärkkäinen, Lähetkangas & Sumujärvi 2007, 193.)



Kuva 2. Telemecaniquen induktiivinen anturi. (Telemecanique 2010 b.)

Induktiivisten lähestymiskytkinten tyypillisiä ominaisuuksia ovat:

- koko määritellään kierteillä M5-M30
- pieni rakennepituus
- säätäminen on helppoa läpikierteitetyllä rakenteella
- PNP- tai NPN-ulostulo
- toimintatilaa osoittava LED
- jännitealue on yleensä 10...40 VDC
- lämpötila-alueena on -40... +70 °C.

(Keinänen, Kärkkäinen, Lähetkangas & Sumujärvi 2007, 194.)

3.3 Kapasitiiviset lähestymiskytkimet

Kapasitiivisten lähestymiskytkinten käyttämä tunnistusmekanismi perustuu muuttuvaan sähkökenttään. Sähkökenttä muuttuu tunnistettavan kappaleen dielektrisyysmuutoksen mukaan. Mitä pienempi materiaalin dielektrisyysvakio on, sitä lähemmäksi anturia tunnistettava kappale on tuotava. Kapasitiivisillä antureilla pystytään tunnistamaan lähes kaikki materiaalit mutta anturit voivat antaa virhekytkentöjä ympäristöominaisuuksien muuttuessa, esimerkiksi likaantumisen tai kosteuden vaikutuksesta. (Keinänen, Kärkkäinen, Lähetkangas & Sumujärvi 2007, 194.)



Kuva 3. Telemecaniquen kapasitiivinen anturi. (Telemecanique 2010 c.)

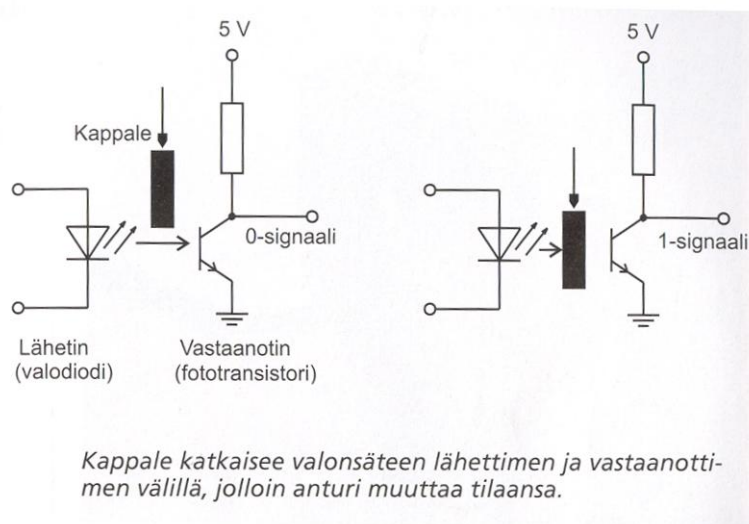
Kapasitiivisten lähestymiskytkinten tyypillisiä ominaisuuksia ovat:

- tunnistusetäisyys on säädettävissä yleensä ruuvilla
- tunnistaa kosketuksetta sekä metalliset että ei-metalliset kohteet (esim. veden, lasin, puun, öljyn, muovin jne.)
- tunnistaa materiaaleja ei metallisten seinämien takaa (esim. vesi muovisäiliössä)
- on olemassa omat mallit sekä vaihto- että tasasähkölle
- lämpötila-alue on $-25...+70\text{ °C}$
- PNP-, NPN- tai Triac-ulostulo
- toimintatila-LED on yleensä varusteena.

(Keinänen, Kärkkäinen, Lähetkangas & Sumujärvi 2007, 195.)

3.4 Optiset lähestymiskytkimet

Valosähköisiä eli optisia lähestymiskytkimiä käytetään tuotantolinjojen häiriöttömän toiminnan valvontaan, turvajärjestelmiin, ohikulkevien kappaleiden laskentaan, oviautomatiikan ohjaukseen jne. Niiden toiminta perustuu moduloituun infra-punavaloon, joka säteilee edessä olevan linssin kautta suoraan rekisteröitävään kohteeseen tai heijastimeen. Heijastunut valo kulkeutuu toisen etulinssin kautta vastaanottimeen. Vastaanottimessa heijastunut valo mitataan. Mittauksen mukaan lähestymiskytkennän tilaa muutetaan (0 tai 1). Kohteen poistuessa kytkentäaluetta kytkentätila palautuu. (Keinänen, Kärkkäinen, Lähetkangas & Sumujärvi 2007, 197.)



Kuva 4. Optisen anturin toiminta. (Keinänen, Kärkkäinen, Lähetkangas & Sumujärvi 2007, 197.)

Valolähetin, vastaanotin, mittauselektroniikka ja vaihto- ja tasavirtavahvistin ovat samassa kotelossa. Lähetin tuottaa valoa, kun sähkövirta kulkee sen läpi. Vastaanottimessa valotunnistimen sähköiset ominaisuudet muuttuvat, kun tunnistin saa valoa. Muutoksen mukaan anturin tila vaihtuu. (Keinänen, Kärkkäinen, Lähetkangas & Sumujärvi 2007, 196.)



KUVA 5. Telemecaniquen optinen anturi. (Telemecanique 2010 d.)

Optistenlähestymiskytkinten ominaisuuksia ovat:

- lähetin- ja vastaanotinparityypillä on pitkä tunnistusetäisyys (jopa 50m)
- voidaan asettaa kirkas- ja tummakytkentä
- NPN/PNP-lähdön valinta
- hyvä korroosionkesto
- kytkentätila-LED ja hälytyslähtö
- käyttöjännite 10...240 VDC / 24...240 VAC.

(Keinänen, Kärkkäinen, Lähetkangas & Sumujärvi 2007, 198.)

4 SÄHKÖMOOTTORIT

Sähkömoottori on sähköllä toimiva moottori, joka muuttaa sähköenergiaa mekaaniseksi energiaksi. Sähkömoottorissa luodaan sähkön avulla kelalle käärittyjen johtimien eli käämien väliseen magnetoituvaan metalliin magneettikenttä, jonka napaisuutta sopivalla taajuudella vaihtelemalla moottori saadaan pyörimään. (Lehtonen 2010.)

Teollisuuden sähkökäytöistä suurimman osan muodostavat sähkömoottorikäytöt. Sähkömoottoreiden käyttökohteita ovat mm. erilaiset kuljettimet, nostimet, työstökoneet, robotit ja paperikoneet. Useimmat moottorikäytöt voidaan hoitaa kolmivaiheoikosulkumoottorilla. Oikosulkumoottori on edullinen eikä tarvitse monimutkaisia käyttölaitteita. (Keinänen, Kärkkäinen, Lähetkangas & Sumujärvi 2007, 147.)

Sähkömoottoreiden päätyyppejä ovat:

- tasavirtamoottorit
- tahtimoottorit
- epätahtimoottorit ja
- askelmoottorit.

(Lehtonen 2010.)

Seuraavassa kappaleissa on esitelty oikosulkumoottoreita ja taajuusmuuttajia.

4.1 Oikosulkumoottorit

Oikosulkumoottoria käytetään nykyaikaisessa teollisuudessa hyvin monissa erilaisissa sovelluksissa. Oikosulkumoottorin rakenne on yksinkertainen, luja ja kestävä. Oikosulkumoottori on laajasti standardoitu, ja kilpailevia valmistajia maailmassa on kymmenittäin. Tämä takaa sen, että oikosulkumoottoreita on aina saatavana asiakkaan tarpeisiin. (Sähkömoottori 2010.)

Oikosulkumoottorin rungossa staattorissa on kolmivaihekäämitys ja pyörivässä roottorissa ns. häkkikäämitys, joka muodostaa roottorille suljettuja virtapiirejä. Nämä virtapiirit ovat oikosulussa keskenään. (Keinänen, Kärkkäinen, Lähetkangas & Sumujärvi 2007, 147.)

Kun staattorikäämiin johdetaan vaihtovirta, se aiheuttaa staattoriin vaihtelevan magneettivuon. Tämä synnyttää moottorin ilmvälisiin pyörivän magneettikentän. Syntyneen magneettikentän ja roottorin välillä on voimavaikutus, jonka seurauksena roottori pyörii jättämän verran pyörivää magneettikenttää hitaammin. Jättämän takia oikosulkumoottorista käytetään myös nimitystä epätahti- eli asynkronimoottori. (Keinänen, Kärkkäinen, Lähetkangas & Sumujärvi 2007, 148.)

Oikosulkumoottorit sopivat hyvin kohteisiin, joissa ei tarvita tarkkaa paikkasäätöä. Tällaisia kohteita ovat esim. kuljetinjärjestelmät. Rauhalliset liikkeellelähdöt ja hidastukset toteutetaan nykyisin taajuusmuuttajasäädöillä. (Keinänen, Kärkkäinen, Lähetkangas & Sumujärvi 2007, 149.)



Kuva 6. ABB:n oikosulkumoottoreita. (ABB 2010.)

4.2 Taajuusmuuttajat

Taajuusmuuttaja on yksi teollisuuden sähkökäyttötekniikan kulmakivistä; sillä hoidetaan sähkömoottorin nopeudensäätö (Taajuusmuuttaja 2010).

Taajuusmuuttajassa moottorin syöttöjännitteen taajuuden muuttaminen säätää pyörimisnopeutta vääntömomentin oleellisesti muuttumatta. Taajuusmuuttajien liittämisen helppous kehittyneisiin ohjelmitaviin ohjausjärjestelmiin, kuten tietokoneisiin tai ohjelmitaviin logiikoihin, on mahdollistanut taajuusmuuttajien käytön nykyaikaisten automaatiojärjestelmien oleellisena osana. (Keinänen, Kärkkäinen, Lähetkangas & Sumujärvi 2007, 159.)

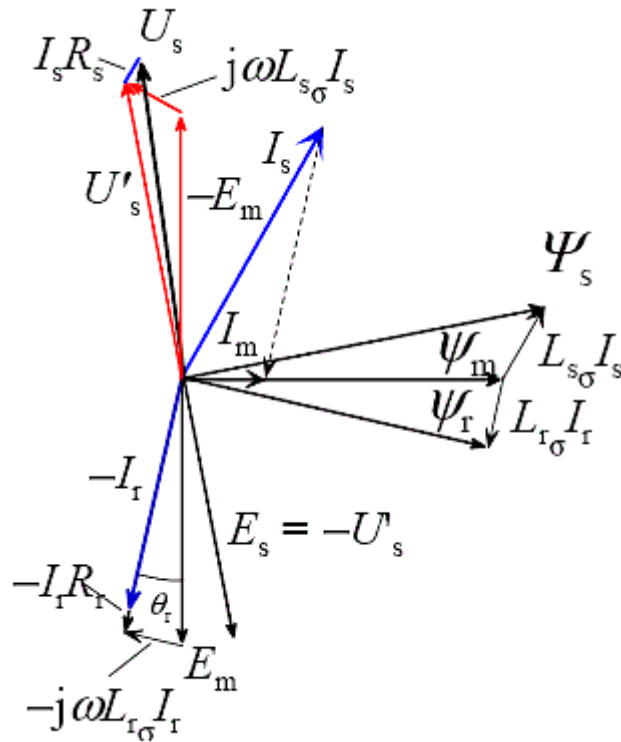


Kuva 7. Telemecanique ATV71-taajuusmuuttaja. (Telemecanique 2010 e.)

Taajuusmuuttajassa sähköverkon syöttämä vaihtojännite ensiksi tasasuunnataan ja muodostunut tasajännite muutetaan vaihtosuuntaajassa eli invertterissä halutun taajuiseksi vaihtojännitteeksi. (Keinänen, Kärkkäinen, Lähetkangas & Sumujärvi 2007, 159.)

Oikosulkumoottorin virta sisältää sekä moottorin magnetoinnin että vääntömomentin tuottavat komponentit, minkä vuoksi vääntömomentin säätöä varten tarvitaan ns. vektorisäätöä. Taajuusmuuttajan sulautettuun prosessorijärjestelmään on luotu moottorista matemaattinen malli. Tämä malli ratkaisee reaaliaikaisesti, mikä osuus oikosulkumoottorin virrasta on magnetointivirtaa ja mikä vastaavasti vääntömo-

menttia tuottavaa virtaa. Kuva esittää oikosulkumoottorin ns. vektoripiirrosta, jonka avulla mikroprosessori voi päätellä moottorin käyttöön liittyvät toimet. (Taajuusmuuttaja 2010.)



Kuva 8. Vektorisäädön matemaattinen malli. (Taajuusmuuttaja 2010.)

5 OHJELMOITAVA LOGIIKKA

Ohjelmoitava logiikka (*PLC = Programmable Logic Controller*) on yksittäinen, itsenäinen automaatiojärjestelmä. Ohjelmoitava logiikka hoitaa tiettyä osaprosessia, minkä toiminta tyypillisesti etenee vaiheittaisesti. Ohjelmoitava logiikka hoitaa omaa erityistä tehtäväänsä toimintaohjeidensa eli logiikalle ladatun sovellusohjelman mukaisesti. (Kippo & Tikka 2008, 54.)



Kuva 9. Telemecaniquen ohjelmoitava logiikka. (Telemecanique 2007.)

Ohjelmoitava logiikka on pieni mikroprosessorilla varustettu tietokone, jota käytetään reaaliaikaisten automaatioprosessien ohjaukseen. Yhdellä logiikalla voidaan korvata satoja tai tuhansia aiemmin käytettyjä releitä ja ajastimia. Ohjelmoitavassa logiikassa on tulo- ja lähtöportteja, joihin kaikki kenttälaitteet on kytketty. Logiikka ohjaa toimilaitteita tehdyn ohjelman ja sensoreiden antamien tietojen mukaisesti. (Keinänen, Kärkkäinen, Lähetkangas & Sumujärvi 2007, 212.)

Ohjelmoitavan logiikan muistiin ohjelmoidun ohjelman suoritus tapahtuu kiertävästi. Aluksi kaikkien logiikan tulojen ja lähtöjen tila luetaan ja tulos tallennetaan keskusyksikön erikoismuistiin. Tämän jälkeen käydään ohjelma läpi rivi kerrallaan. Tulos käsitellään ja toteutetaan siinä järjestyksessä kuin ohjelmaa luetaan. Ohjelman PÄÄLLE- ja POIS-käskyt toteutetaan lähdoille kun koko ohjelmakierros on luettu. Yhteen ohjelmakierrokseen kuluva aika riippuu ohjelman pituudesta. Oh-

jelmarivi käsitellään 0,0005 – 0,1 millisekunnissa. (Keinänen, Kärkkäinen, Lähetkangas & Sumujärvi 2007, 223.)

Tulot ja lähdöt on yleensä ryhmitelty rinnakkaisiksi bittiryhmiksi eli tavuiksi ja sanoiksi. Tavu (Byte) on kahdeksan rinnakkaista bittiä ja sana (Word) kaksi tavuryhmää eli 16 bittiä. Tulo- ja lähtökortteja on olemassa 8, 16, 32 ja 64 bittisinä. Vastaavasti näihin voidaan liittää 8, 16, 32 tai 64 kenttälaitetta. (Keinänen, Kärkkäinen, Lähetkangas & Sumujärvi 2007, 227.)

5.1 Virtalähde

Logiikan virtalähde muuntaa logiikan tarvitseman sähkövirran siihen syötettävästä vaihtovirrasta (240V tai 400V) tasavirtaan (24V).

5.2 Keskusyksikkö

Keskusyksikkö sisältää logiikan mikroprosessorin, jolla suoritetaan logiikkaan ladatun ohjelman edellyttämät laskutoimitukset. Keskusyksikkö toteuttaa logiikkaan ohjelmoituja käskyjä yksi kerrallaan. Keskusyksikkö lukee tulojen tilan, suorittaa ohjelman ja kirjoittaa tulot ohjelman mukaan. (Keinänen, Kärkkäinen, Lähetkangas & Sumujärvi 2007, 225.)

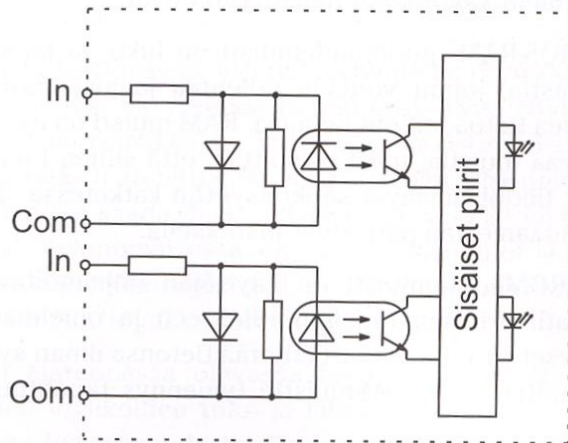


Kuva 10. Telemecanique TSXP57104M-keskusyksikkö. (Telemecanique 2010 f.)

5.3 Tuloyksikkö

Tuloyksikkö kytkee eri lähteistä tulevat signaalit logiikkaan. Signaaleja voi tulla esimerkiksi käsi- tai lähestymiskytkimiltä, valokennoilta tai releiden apukoskettimilta. Digitaalisessa tuloyksikössä tulojen tila on binäärinen eli kaksitilainen (tulo joko on päällä tai ei ole päällä). Analogisessa tuloyksikössä mitattava signaali voi olla jännitteen tai virran muutos. Yleisesti käytettyjä jännitteen muutoksen alueita ovat 0...10 V ja +10V – -10 V. Virran muutos tapahtuu yleensä 0...20mA ja 4...20mA virroilla. (Keinänen, Kärkkäinen, Lähetkangas & Sumujärvi 2007, 225.)

Tulopiirit on eristetty logiikan herkästä elektroniikasta optoerotuksella. Tuloviesti ei siirry suoraan logiikkaan sähköviestinä vaan välitys tapahtuu valodiodin ja fototransistorin muodostamalla optoerottimella. Valodiodi lähettää valoa tuloviestin mukaisesti ja fototransistori ohjaa logiikan sisäistä piiriä sen mukaan. Tästä käytetään myös nimitystä galvaaninen erotus. (Keinänen, Kärkkäinen, Lähetkangas & Sumujärvi 2007, 225.)



Kuva 11. Optoerotus. (Keinänen, Kärkkäinen, Lähetkangas & Sumujärvi 2007, 225.)

5.4 Lähtöyksikkö

Logiikan lähtöyksikkö ohjaa logiikkaan kytkettyjä toimilaitteita ohjelman mukaisesti. Näitä ovat magneettiventtiilit, merkkilamput, kontaktorit ja releet. (Keinänen, Kärkkäinen, Lähetkangas & Sumujärvi 2007, 226.)

Lähtöyksiköitä on digitaalisia tai analogisia, ja niistä lähtevät viestit ovat samanlaiset kuin tuloyksikköjen vastaavat.

6 OHJELMOINTI

Nykyisin ohjelmointiin käytetään laajasti ohjelmointiohjelmistoa, jonka käyttämiseen tarvitaan PC-tietokone ja liitäntäkaapeli. Kommunikointi tapahtuu tietokoneen RS 232 C-, ETHERNET- tai USB-portin kautta. Ohjelmointi tapahtuu käskylistaa kirjoittamalla, kosketinkaaviota piirtämällä tai logiikkasymboleja yhdistämällä. (Keinänen, Kärkkäinen, Lähetkangas & Sumujärvi 2007, 226.)

Ohjelmoitavat logiikat käyttävät ohjelmointikieltä, jonka peruselementit muodostuvat logiikkaporteista ja muista käskysanoista, joilla käsitellään esim. ajastimia, las-kureita tai apumuisteja. Komennot ovat standardoimattomia ja siten vaihtelevat valmistajien välillä. Ohjelmoija kirjoittaa ohjelman ohjelmointisovelluksella, jonka jälkeen ohjelmakoodi käännetään konekielelle ja siirretään logiikan ohjelmamuistiin. (Keinänen, Kärkkäinen, Lähetkangas & Sumujärvi 2007, 223.)

Ohjelmoinnissa on käytössä viisi standardoitua ohjelmointikieltä, joista käytetyimpiä ovat

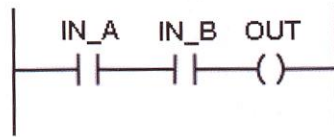
- käskylista (STL), ”Statement List”
- kosketinkaavio (LAD) eli tikapuukaavio, ”Ladder Diagram” ja
- toimintalohko-ohjelmointi (FBD), ”Function Block Diagram”.

(Keinänen, Kärkkäinen, Lähetkangas & Sumujärvi 2007, 223.)

6.1 Tikapuukaavio

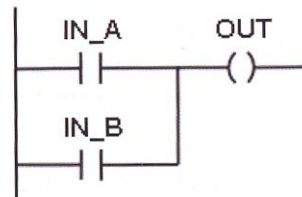
Tikapuukaavio muistuttaa sähköpiirikaaviota ja on yleisesti käytetty. Sen vasen reuna vastaa piirikaavion virtakiskoa ja oikea reuna nollakiskoa. Ohjelma muodostetaan käyttämällä avautuvia ja sulkeutuvia koskettimia siten, että kun lähtöpiiriin kytketty magneettikela saa jännitteen niin kela aktivoituu ja kytkee toimilaitteen päälle. Alla ovat esimerkkeinä loogiset perustoiminnot toteutettuina tikapuukaaviona. (Keinänen, Kärkkäinen, Lähetkangas & Sumujärvi 2007, 224.)

AND piiri



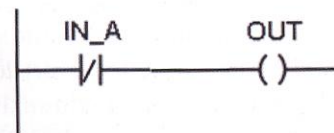
Uloslähtö OUT aktivoituu kun IN_A ja IN_B ovat molemmat vaikutettuina.

OR piiri



Uloslähtö OUT aktivoituu kun IN_A tai IN_B on vaikutettuna.

NOT



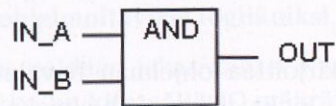
Uloslähtö aktivoituu kun IN_A ei ole vaikutettuna.

Kuva 12. AND-, OR- ja NOT-piirit tikapuukaaviolla toteutettuna. (Keinänen, Kärkkäinen, Lähetkangas & Sumujärvi 2007, 224.)

6.2 Toimintalohkokaavio

Toimintalohkokaavio rakentuu toisiinsa johdotetuista toimilohkoista. Ulkonäöltään toimintalohkokaavio muistuttaa mikropiirikaaviota. Toimilohkot tarjoavat automaation perustoiminnallisuuksia kuten AND/OR portteja sekä erilaisia ajastimia ja las-kureita. Alla ovat esimerkkeinä loogiset perustoiminnot toteutettuna toimintalohkokaaviona. (Keinänen, Kärkkäinen, Lähetkangas & Sumujärvi 2007, 224.)

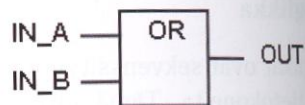
AND toimintaloikko



Uuloslähtö OUT aktivoituu kun IN_A ja IN_B ovat molemmat vaikutettuina.

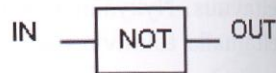
Kuva 13. AND-toimintaloikko. (Keinänen, Kärkkäinen, Lähetkangas & Sumujärvi 2007, 224.)

OR



Uuloslähtö OUT aktivoituu kun IN_A tai IN_B on vaikutettuina.

NOT

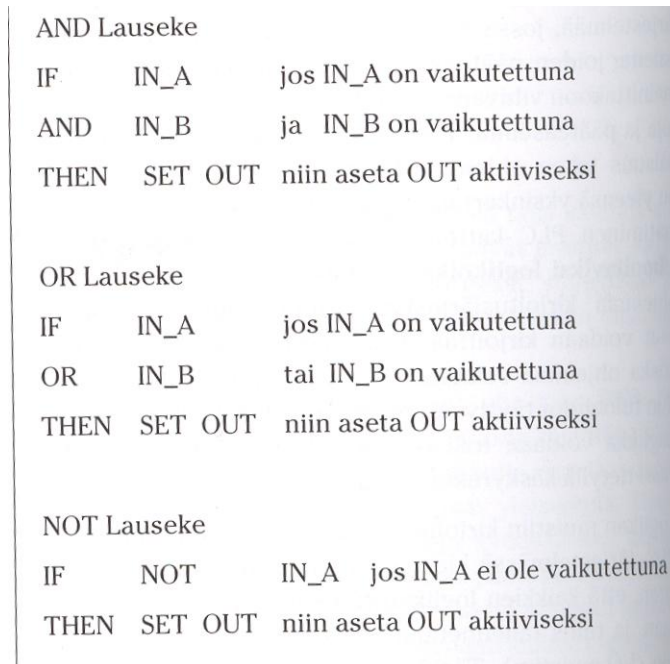


Uuloslähtö aktivoituu kun IN ei ole vaikutettuina.

Kuva 14. OR- ja NOT-toimintalohkot. (Keinänen, Kärkkäinen, Lähetkangas & Sumujärvi 2007, 224.)

6.3 Käskylistaohjelmointi

Käskylistaohjelmoinnissa ohjelmoija käyttää yksinkertaisia tekstimuotoisia komentoja. Ohjelman lausekkeet perustuvat IF-THEN-ELSE rakenteeseen. Käskylistaohjelmointi muistuttaa Basic- tai Pascal ohjelmointikieltä. Kuvassa 15 ovat esimerkkeinä loogiset perustoiminnot toteutettuna käskylistalla. (Keinänen, Kärkkäinen, Lähetkangas & Sumujärvi 2007, 224.)

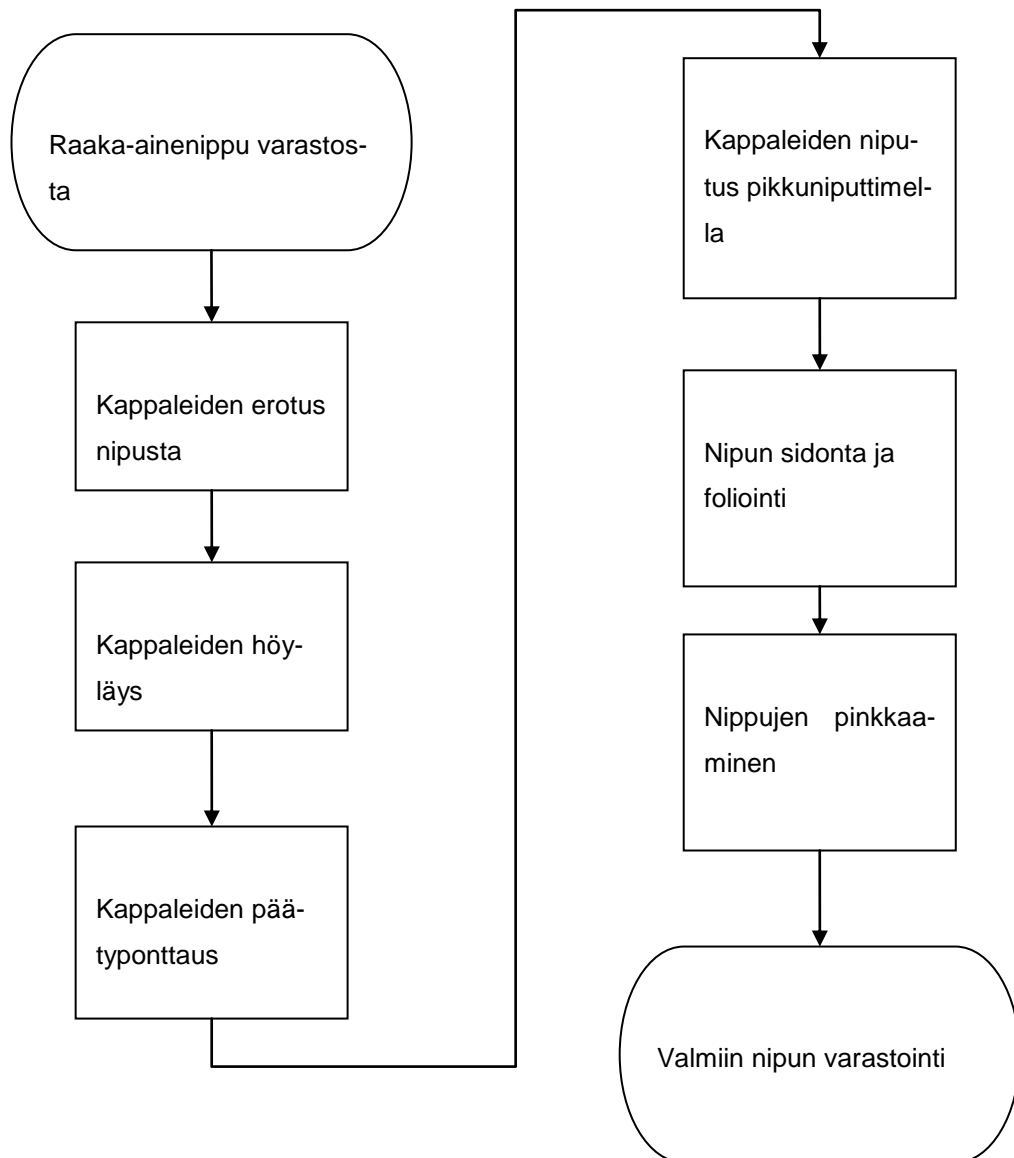


Kuva 15. AND-, OR- ja NOT-lausekkeet. (Keinänen, Kärkkäinen, Lähetkangas & Sumujärvi 2007, 224.)

7 LAITTEEN TOIMINTAKUVAUS

7.1 Höylälinjaston toiminta

Höylältä tulevat kappaleet ajetaan hihnaa pitkin päätyvasteelle. Päätyvasteelta kappaleet siirretään sivusiirtoketjustolle, jossa on samalla päätyponttaussahat. Päätyponttaussahoilla voidaan halutessa pontata kappaleiden päädyt. Sivusiirtoketjustolla kappaleet kuljetetaan joko suoraan pinkkariin tai ns. maailmanpyörän kautta Promax-päätyponttaajalle. Promaxilla voidaan suorittaa päätyponttaus tai ajaa kappaleet huoltohihnaa pitkin Promaxin ohi. Promaxin jälkeen kappaleet tulevat pikkuniputtajaan. Pikkuniputtajan toiminta on kuvattu tarkemmin seuraavassa kohdassa. Pikkuniputtajan jälkeen kappaleet ajetaan foliointikoneeseen ja pinkkariin. Kuvassa 16 on esitetty höylälinjaston toiminta vuokaaviona.

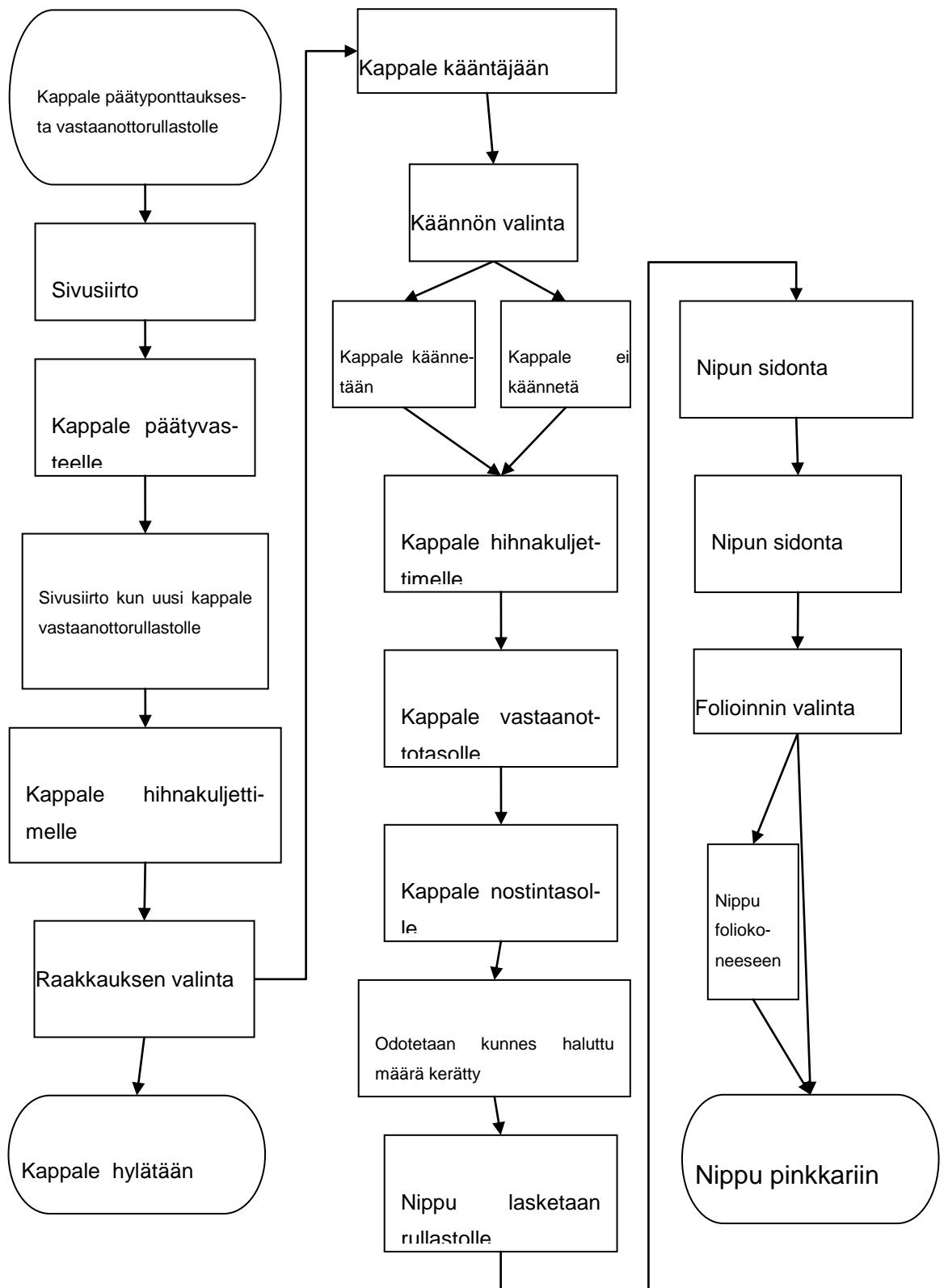


Kuva 16. Höylälinjan vuokaavio.

7.2 Pikkuniputtimen toiminta

Pikkuniputtaja on höylälinjan toimilaitte, joka niputtaa halutun määrän kappaleita nippuun. Sen jälkeen nippu sidotaan ja muovitetaan. Lopuksi nippu ajetaan ns. pinkkarille, joka kokoaa niput isommaksi paketiksi. Lisäksi pikkuniputtajassa on mahdollisuus raakata huonot kappaleet erilliseen raakkiluukkuun.

Promaxilta kappaleet tulevat vastaanottorullastolle. Vastaanottorullasto siirtää kappaletta kunnes valokennot havaitsevat kappaleen ohittaneen Promaxin kokonaan. Tällöin suoritetaan sivusiirto ja kappale siirtyy tasausrullastolle. Tasausrullasto ajaa kappaleen päätyvastetta vasten. Päätyvaste tasaa kappaleiden päädyn tietylle linjalle, jolloin kaikki kappaleet ovat samalla kohdalla seuraavissa työvaiheissa. Seuraavan kappaleen tullessa sivusiirto siirtää kappaleen hihnakuljettimelle, jolla kappale ajetaan raakkiluukulle. Jos kappale hylätään, se tippuu raakkiluukkuun. Jos kappaletta ei hylätä, se ohjautuu kääntäjään. Kääntäjä kääntää kappaleen tai nostaa sen kääntämättä seuraavalle hihnakuljettimelle. Tämä hihnakuljettaa kappaleen vastaanottotasolle, joka tiputtaa kappaleen niputtimen nostintasoille. Nostintasoille kerätään haluttu määrä kappaleita, jonka jälkeen nippu lasjetaan alas ja sidotaan Mosca-nauhasitomakoneella. Samaan aikaan voi toinen nostintaso aloittaa kappaleitten vastaanoton. Sidottu nippu ajetaan siirtorullastolla foliokoneeseen, joka toimii oman ohjauksensa avulla. Lopulta muovilla päällystetty nippu ajetaan pinkkariin, joka kerää pieniä nippuja halutun määrän, ja tekee niistä isomman nipun. Kuvassa 17 on esitetty pikkuniputtajan toiminta vuokaaviona.



Kuva 17. Pikkuniputtajan vuokaavio.

8 TYÖN TOTEUTUS

8.1 Lähtökohdat

Tämän työn automaatio suunnittelu ja sähköpiirustukset sekä komponenttilistat tulivat eri henkilöiltä kuin tämän työn tekijältä. Tämän työn tekijän tehtäväksi jäi logiikkaohjelmointi ja käyttöliittymän teko.

Työn toteutus aloitettiin tutustumalla kokoonpanokuvaan ja sähköpiirustuksiin. Näistä kerättiin tarvittava tieto ohjelmointiin.

Tässä toimilaitteessa käytettiin Telemecaniquen logiikkaa seuraavalla kokoonpanolla

- Taustalevy (korttipohja) TSXRKY6
- Logiikan virtalähde TSXPSY2600M
- Keskusyksikkö TSXP57104M
- Digitaalinen tuloyksikkö TSXDEY64D2K
- Digitaalinen lähtöyksikkö TSXDSY32T2K

Linjastoon tuli lisäksi Promax-päätyponttauslaite ja foliokone. Promaxilla voidaan suorittaa päätyponttauksset ja poistaa huonoja kohtia kappaleista. Foliokoneella voidaan muovittaa niputetut kappaleet, jolloin ne säilyvät paremmin kuivina.

8.2 Ohjelmointi

Työn ohjelmointi suoritettiin Unity Pro -ohjelmointisovelluksella. Käyttöliittymä ohjelmoitiin Vijeo Designer -ohjelmointisovelluksella.

Aluksi on esitetty koko logiikkaohjelmaan vaikuttaneita toimenpiteitä ja ratkaisuja. Tämän kappaleen alakappaleissa on kerrottu tarkemmin kunkin toimilaitteen ohjauksesta ja niiden ratkaisuista. Alakappaleet on ryhmitelty pikkuniputtimen toiminta-

järjestyksen mukaan. Kuvia ohjelmasta on pyritty käyttämään selkeyttämään ohjelman esittelyä.

Ohjelmointi aloitettiin luomalla tulojen ja lähtöjen symboliset osoitteet. Symbolinen osoite on ohjelmassa käytettävä symboli, joka käännöksen yhteydessä korvataan suhteellisella osoitteella tai koneosoitteella. (ATK-Sanakirja 2008). Symbolien käsittely on helpompaa ja nopeampaa kuin pelkkien absoluuttiosoitteiden. Osoitteet määräytyvät tuloyksikön paikan ja kytkentöjen mukaan.

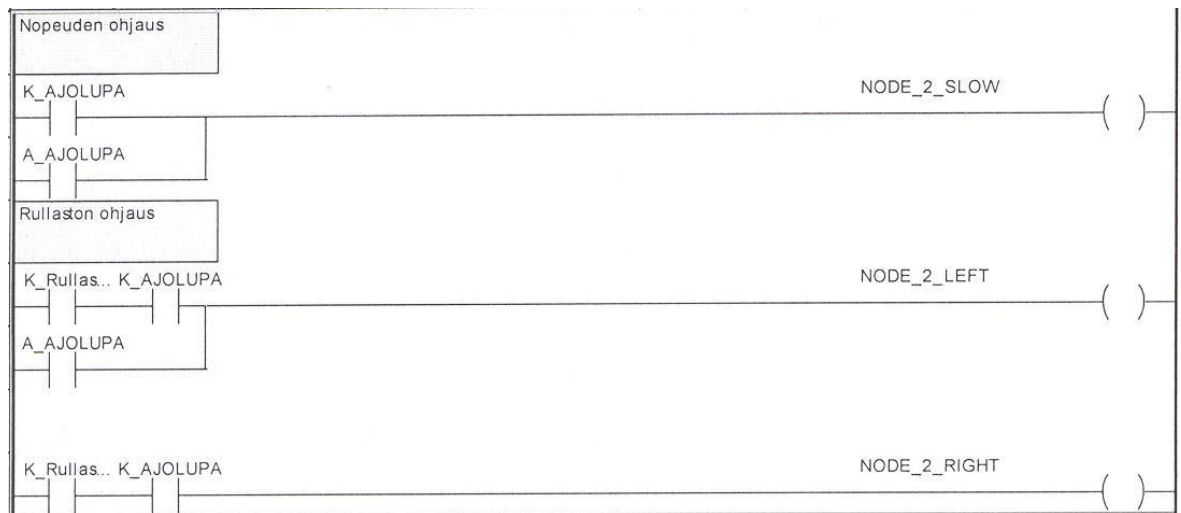
Variables

Name	Type	Address	Value	Comment
APU_SIDONTA_TAKA	BOOL	%MW603.5		APU: Nipun takapään merkkeri
APU_KPL_TULOSSA_FOLIO	BOOL	%MW603.6		APU: Kappale tulossa foliointiin
APU_KPL_FOLIOKONEESSA	BOOL	%MW603.7		APU: Kappale foliokoneessa
APU_VOI_AJAA_FOLIO	BOOL	%MW603.8		APU: Foliointiin voi ajaa kappaleen
APU_KPL_POISTUNUT_FOLIO	BOOL	%MW603.9		APU: Kappale poistunut foliokoneesta
APU_KAPPALE_VASTAANOTTOTASOLLA	BOOL	%MW604.0		APU: Kappale vastaanottotasolla
APU_PROMAX_PULSSI	BOOL	%MW604.1		APU: PROMAX SYÖTTÖPULSSI
APU_PROMAX_POISTATAA	BOOL	%MW604.2		APU: PROMAX POISTATAA MERKKERI
NOSTIN1_NOSTATAA	BOOL	%MW700.0		NOSTIN 1 NOSTOVUOROSSA
PIKKUN1_V_TAAKSE	BOOL	%MW701.0		Pikkuniputtaja 1: Vastaanottotasot taakse

Kuva 18. Symbolisia muuttujia.

Laitteen jokaiselle osalle luotiin omat ohjelmalohkot joihin ohjelmoitiin kyseisen osan ohjaukset tikapuukaavioon perustuvalla ohjelmointitavalla.

Käsiäjot ohjelmoitiin oman toimilaitteensa ohjauksen yhteyteen. Käsiäjolla käyttäjä voi ohjata haluamaansa toimilaitetta. Käsiäjoa käytettäessä ajotavan valintakytkimen on oltava käsiäjoasennossa ja painettava ohjauspaneelistä kyseisen toimilaitteen ohjauspainiketta.

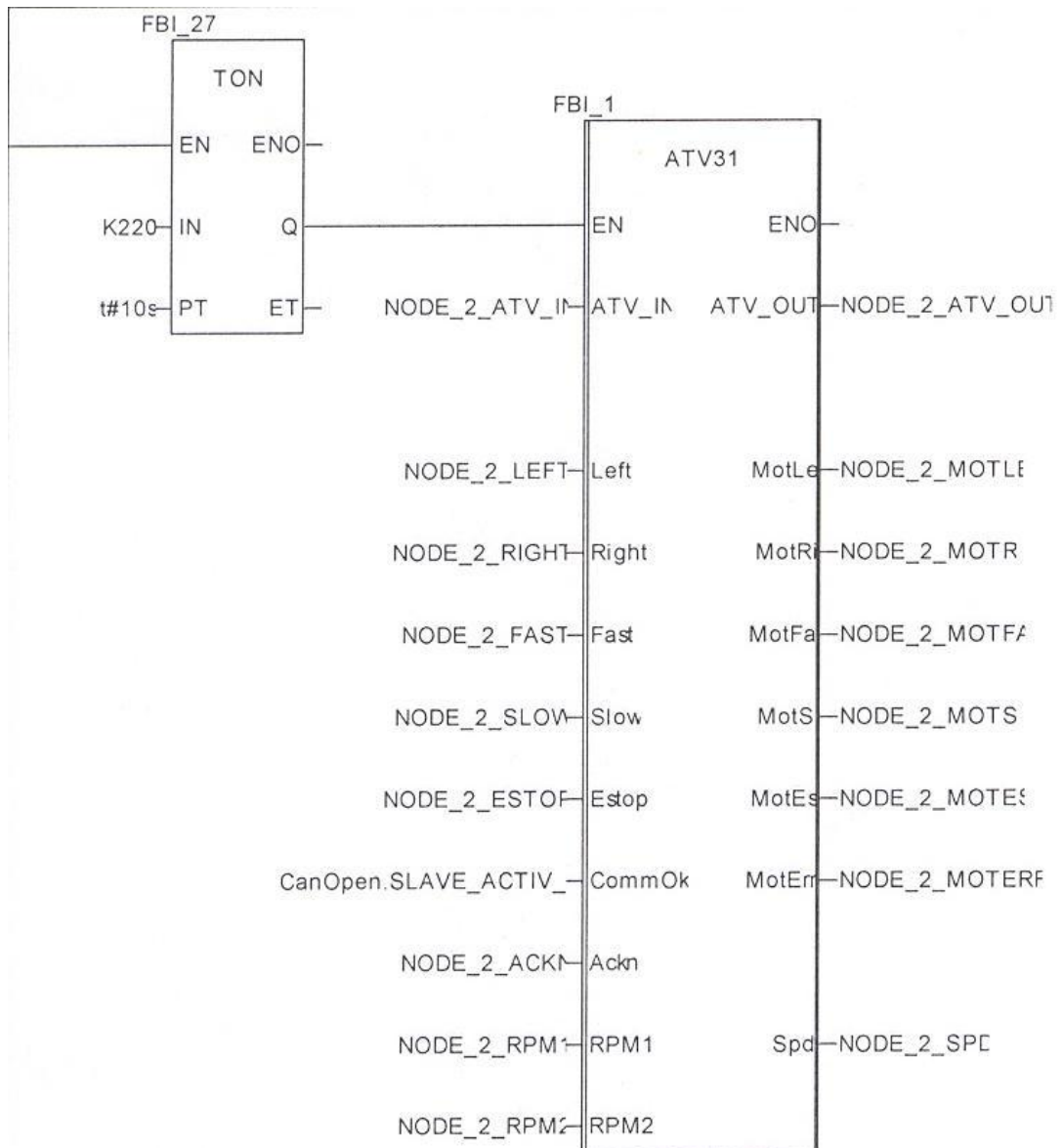


Kuva 19. Tasausrullaston käsi- ja autoajon ohjaukset.

Erillistä yhtenäistä automaattiajtoa ei ohjelmaan tehty. Pikkuniputtimen kaikki toimilaitteet suorittavat omaa itsenäistä automaattiajon työkiertoa. Toimilaitteiden automaattiajon työkierrosta on kerrottu tarkemmin omissa ohjelmalohkoissaan.

8.2.1 Taajuusmuuttajien ohjaukset

Pikkuniputtimen sähkömoottoreita ohjataan CANopen-väylään liitetyillä taajuusmuuttajilla. Taajuusmuuttajia ohjattiin kutakin omalla ohjelman osallaan. Taajuusmuuttajille oli olemassa valmis Telemecaniquen toimittama ohjausblokki, joka liitettiin ohjelmaan. Tähän ohjausblokkiin liitettiin tarvittu symboliset osoitteet. Ohjausblokin sisäinen ohjelma hoitaa taajuusmuuttajan ohjauksen.

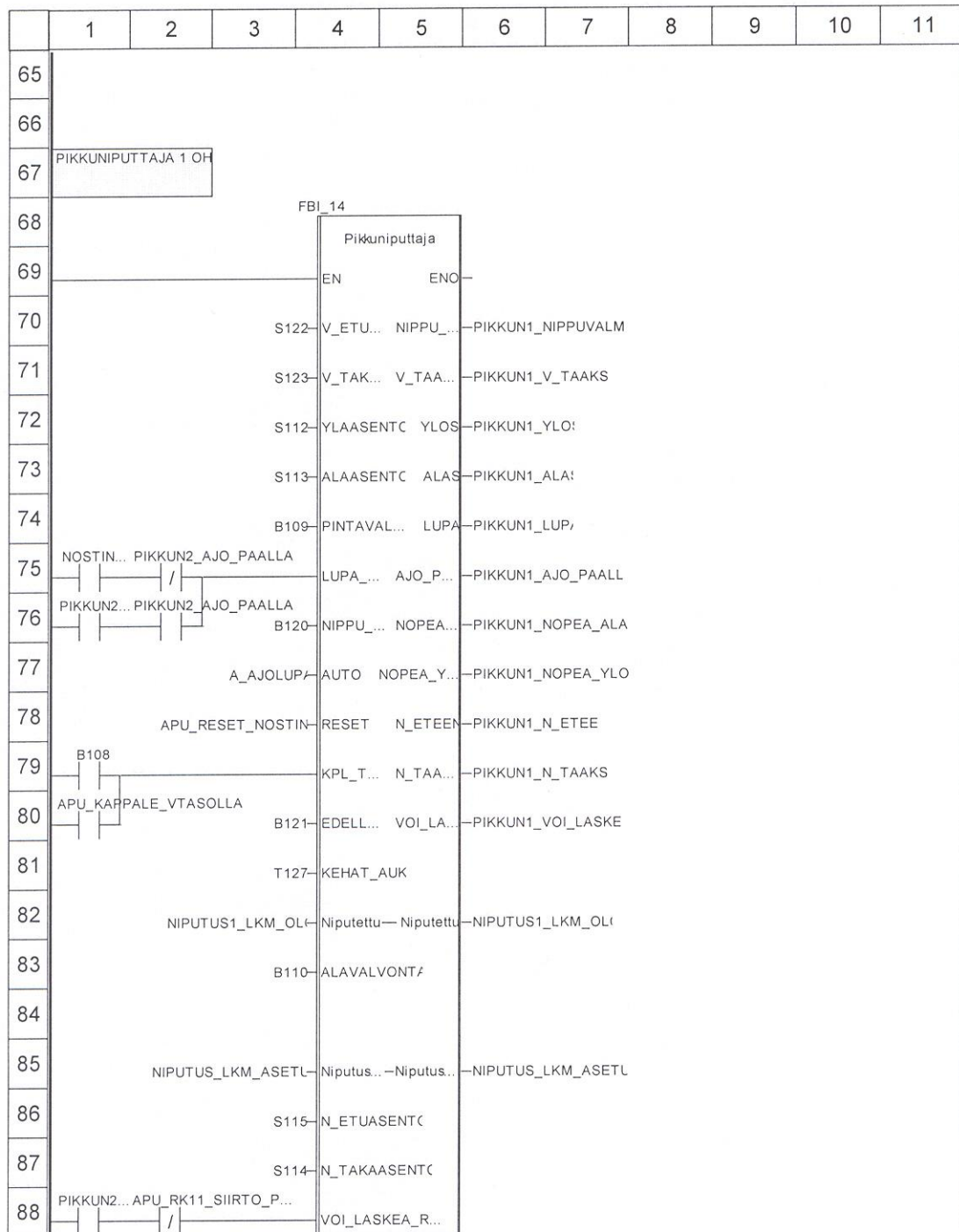


Kuva 20. Taajuusmuuttajan ohjausblokki ja ajastin.

8.2.2 Pikkuniputtajan ohjausblokki

Koska laitteessa oli kaksi pikkunippunostinta, luotiin erillinen ohjausblokki, jolla voitiin ohjata molempia. Tämä ohjausblokki nimettiin Pikkuniputtajaksi. Ohjausblokkiin luotiin omat sisäiset tulot ja lähdöt.

N5_PIKKUNIPPUNOSTIN1_10_1M1



Kuva 21. Pikkuniputtajan ohjausblokki ohjelmassa.

Ohjausblokin vasemmalla puolella ovat tulot ja oikealla puolella lähdöt. Näihin on liitetty symboliset osoitteet.

Seuraavaksi esitellään ohjausblokin sisäistä ohjelmaa. Ohjelma tehtiin askeltavaksi, eli suorittamaan askeleen kerrallaan. Askeleen ehtojen täytyessä se menee

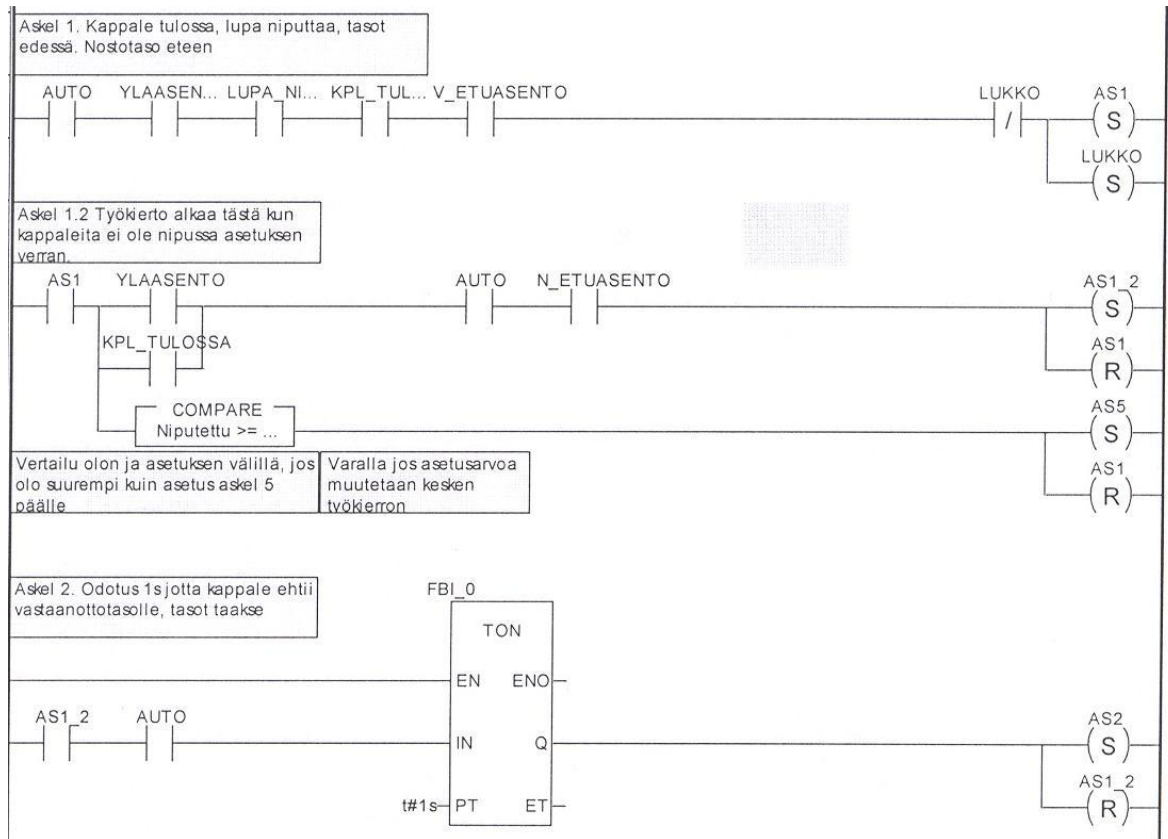
päälle ja ohjaa niputtajan lähtöjen kautta toimilaitteita. Lähtöjä on esitelty kuvassa 22.



Kuva 22. Pikkuniputtajan lähtöjä.

Niputtajan työkierto alkaa askeleella 1. Tällöin kappale on tulossa niputtajalle ja vastaanottotasot ovat edessä. Askeleella 1 ajetaan nostotasot eteen.

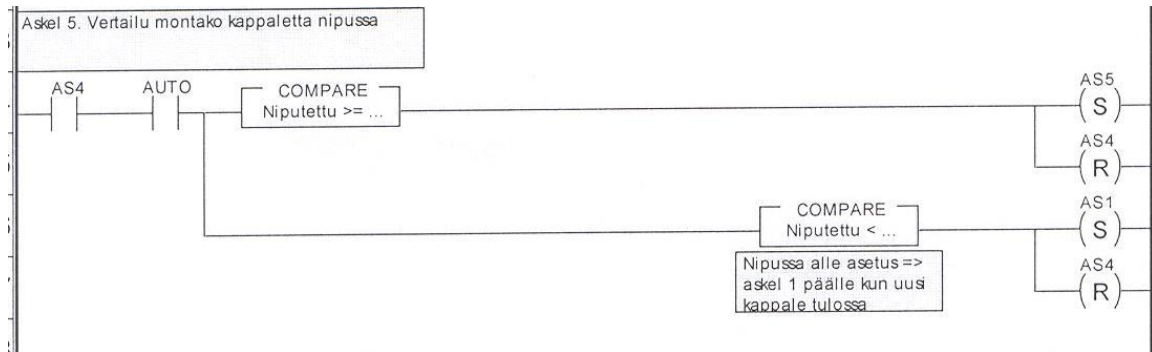
Askel 1.2 menee päälle, kun nostotasot ovat edessä. Askel 2 menee päälle sekunnin askel 1.2 jälkeen, jotta kappale on varmasti ehtinyt vastaanottotasolle. Askeleella 2 vastaanottotaso ajetaan taakse, jolloin kappale tipahtaa nostintasolle. Kuvassa 23 on esitetty näiden askeleiden toiminta.



Kuva 23. Pikkuniputtajan ohjausblokin askeleet 1 → 2.

Kun vastaanottotasot ovat takana, askel 3 menee päälle 200 millisekuntia askel 2 jälkeen. Tällä viiveellä annetaan pudonneen kappaleen asettua. Käyrät kappaleet aiheuttivat koeajoissa ongelman jäätyään hetkeksi ”värähtelemään” valokennojen eteen, jolloin työkiertoon tuli väärää tietoa pudonneiden kappaleiden määrästä. Askel 3 kasvattaa niputtimen laskuria yhdellä. Askel 3.1 menee päälle välittömästi askeleen 3 jälkeen, jolloin nostinta ajetaan alas kunnes nipun pintaa tarkkaileva valokennon edessä ei ole kappaletta.

Tämän jälkeen suoritetaan nipussa olevien kappaleiden määrän vertailu käyttäjän asettamaan niputettavien kappaleiden määrään. Jos kappaleita on alle asetetun määrän, aloitetaan työkierto uudelleen askeleesta 1. Jos kappaleita on asetettu määrä tai yli, jatketaan työkiertoa eteenpäin.



Kuva 24. Niputettujen kappaleiden vertailu asetettuun määrään.

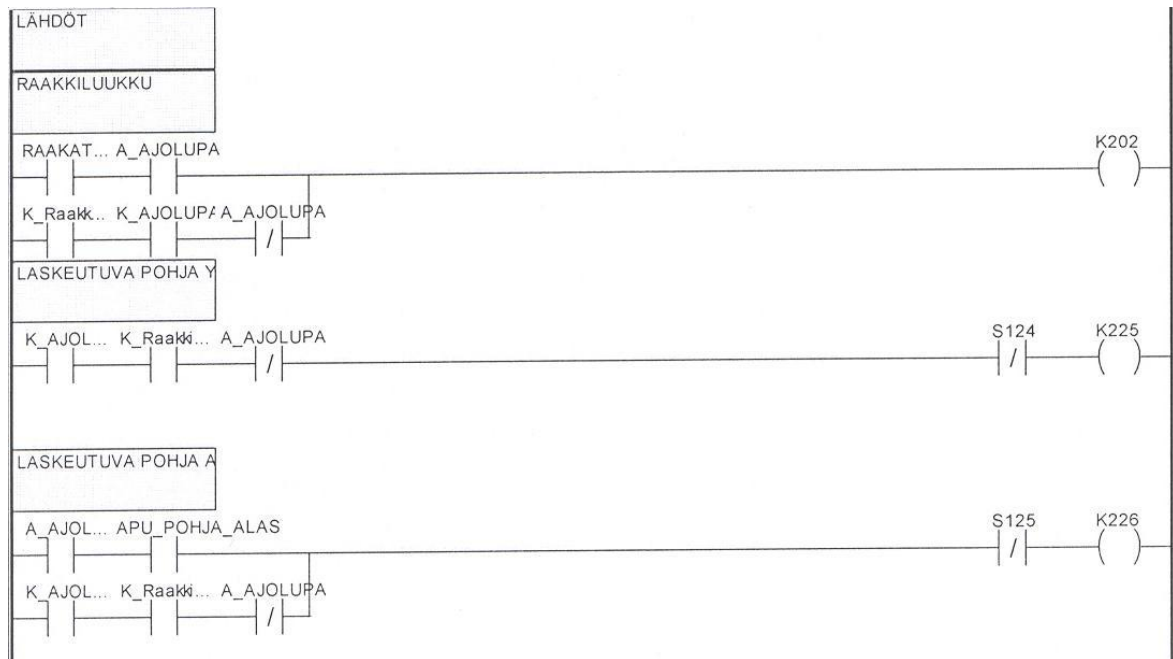
Kun nipussa on haluttu määrä kappaleita, lasketaan nippu alas rullastolle. Samalla annetaan toiselle niputtajalle lupa aloittaa tarvittaessa työkiertonsa. Kun nippu on rullastolla, ajetaan nostintaso taakse ja ylös. Ylärajalle tultaessa suoritetaan vielä työkierron nollaus.

8.2.3 Tasausrullasto

Tasausrullastoa voidaan ajaa käsiajolla vasempaan tai oikeaan. Automaattiajolla tasausrulla pyörii vasempaan.

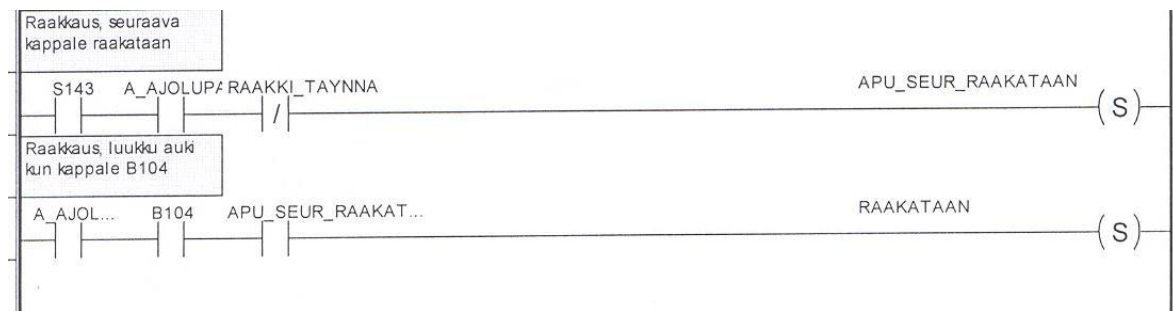
8.2.4 Pudotusluukku

Käsiajolla voidaan pudotusluukun hihnaa ajaa vasemmalle tai oikealle. Pudotusluukku voidaan ohjata auki ja kiinni sekä raakkiluukun hissiä laskea tai nostaa.



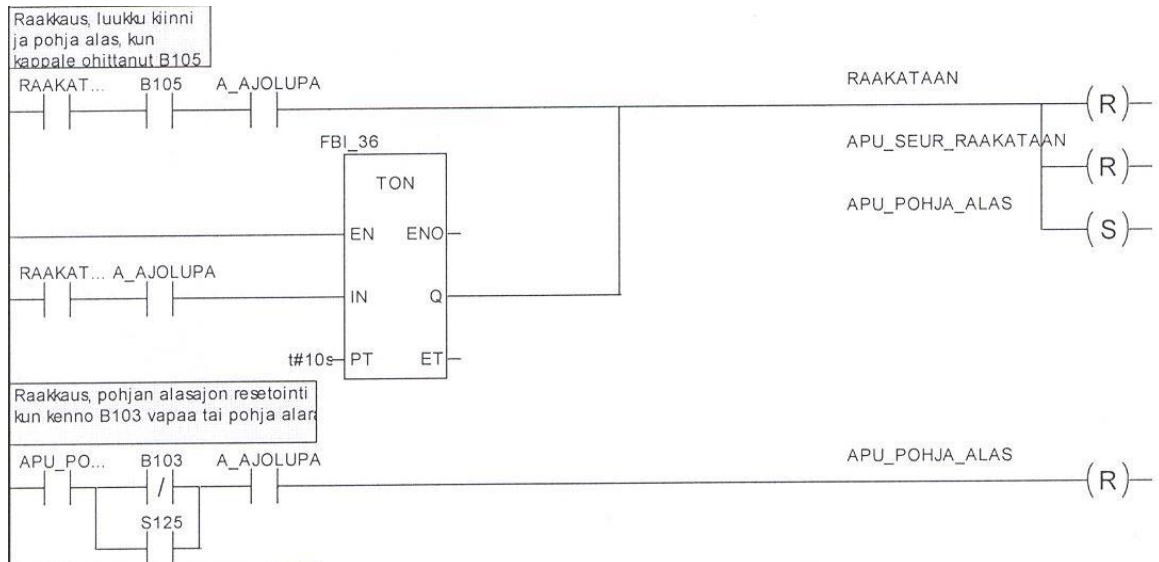
Kuva 25. Pudotusluukun käsiajon ja automaattiajon ohjaukset.

Automaattiajolla pudotusluukun hihna pyörii vasempaan. Raakkauspainiketta S143 painettaessa ohjelmaan asetetaan päälle merkki. Merkkerin ollessa päällä seuraava kappale, joka tulee pudotusluukun valokennolle B104, ohjaa raakkauksen päälle.



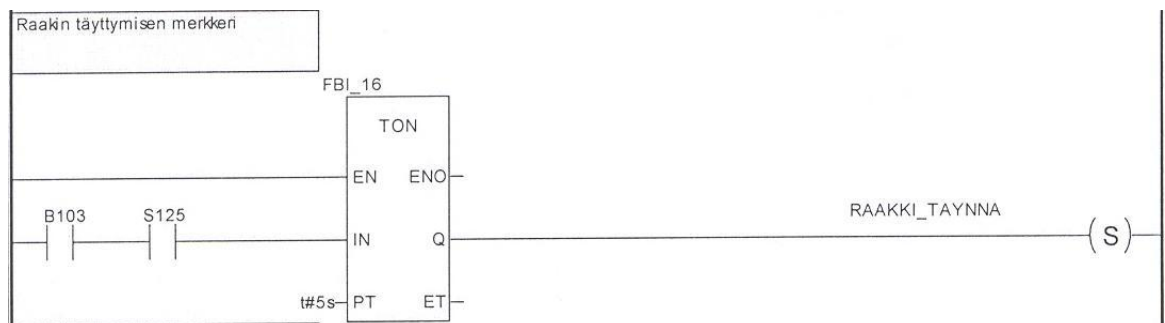
Kuva 26. Raakkauksen aloitus.

Tällöin hihna pysähtyy ja raakkiluukku aukeaa, jolloin kappale putoaa raakkihissiin. Kappaleen pudottua valokennon B105 ohi, tai kun on kulunut 10 sekuntia raakkiluukun avaamisesta, pudotusluukku suljetaan ja hihna käynnistetään. Samalla asetetaan hissien pohjan laskeutumaan alas. Hissien pohjaa lasketaan, kunnes raakkihissin pinnanvalvontakenno B103 on vapaa tai raakkihissin alavalvonta S125 on päällä.



Kuva 27. Raakkihissin laskeminen ja pysäytys.

Jos raakkihissi on ala-asennossaan ja pinnanvalvontakenno B103 on vaikuttuneena 5 sekunnin ajan, asetetaan päälle raakin täyttymisen hälytys. Tämän hälytyksen ollessa aktiivinen automaattiajolla ei voi ajaa.



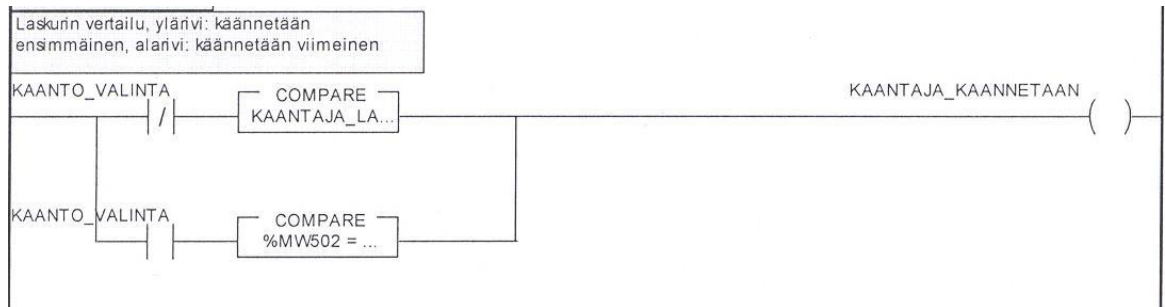
Kuva 28. Raakkihissin täyttymisen merkki.

8.2.5 Kääntäjä

Käsiäjolla kääntäjä voidaan ohjata suorittamaan kääntö tai nostamaan luiskan ylös. Kääntö ja luiskan nosto kestää niin pitkään kuin painiketta painetaan.

Ohjelmassa tehdään jatkuvaa vertailua kääntäjän laskurin ja niputettavien kappa-
leiden mukaan. Vertailu ohjaa kääntäjää seuraavilla ehdoilla

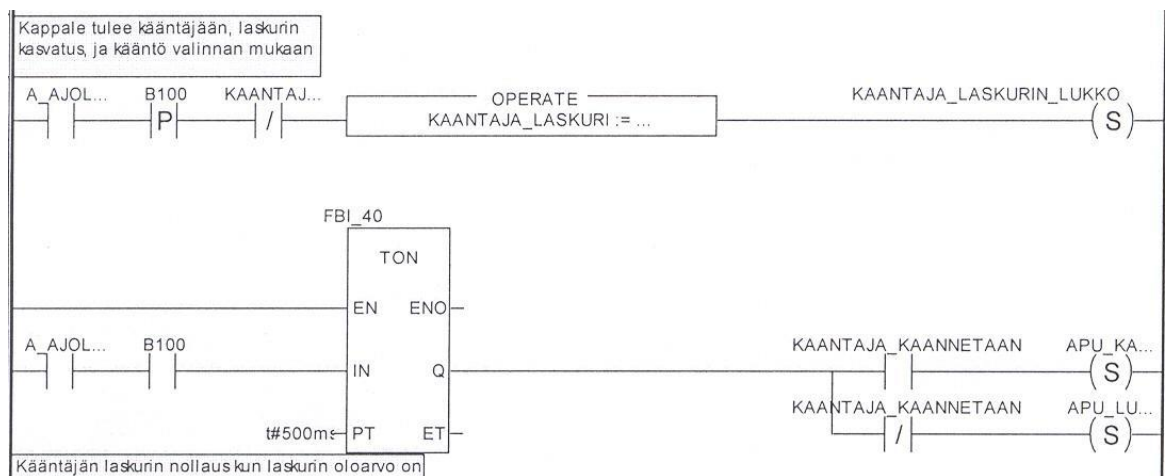
- Käännön valinta ei ole päällä, eli käännetään ensimmäinen, ja kääntäjän laskurin arvo on yhtä suuri kuin 1.
- Käännön valinta on päällä, eli käännetään viimeinen, ja kääntäjän laskurin arvo on yhtä suuri kuin niputettavien kappaleiden määrä
- Mikäli kumpikaan yllä olevista tapauksista ei toteudu, kappale nostetaan luiskalla kääntämättä sitä.



Kuva 29. Kääntäjän laskurin vertailu.

Automaattiajolla ajettaessa kääntäjä toimii vain hihnajohdekuljettimen pyöriessä. Mikäli hihnajohdekuljetin ei liiku, kääntäjä ottaa kappaleen vastaan, mutta ei tee sille mitään. Näin estetään kappaleiden pinoutuminen hihnajohdekuljettimelle.

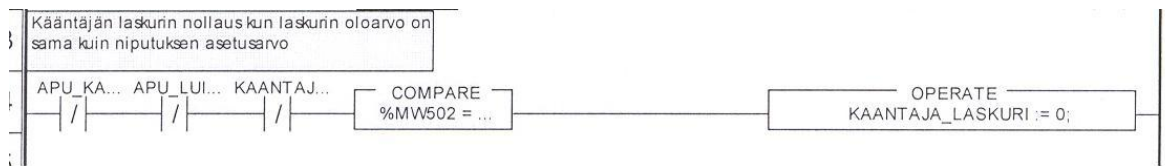
Kappaleen tullessa kääntäjään se aktivoi valokennon B100. Tällöin kasvatetaan kääntäjän laskuria yhdellä. Mikäli laskurin vertailun mukaan kappale on määritetty käännettäväksi, ohjataan kääntäjä ylös ja pidetään sitä paikallaan 500 ms valokenno B100 vapautumisen jälkeen. Näin varmistetaan kappaleen poistuminen kääntäjästä.



Kuva 30. Kappale tulee kääntäjään.

Mikäli kappaletta ei käännetä, nostetaan kääntäjän luiska ylös, jolloin kappale liukuu kääntäjästä pois kääntymättä. Luiskaa pidetään ylhäällä 500 ms valokenno B100 vapautumisen jälkeen, jotta kappale poistuu varmasti kääntäjästä.

Kääntäjän laskuri nollataan, kun laskurin oloarvo on sama kuin niputuksen asetusarvo. Nollaus tapahtuu asettamalla laskurin arvoksi nolla.



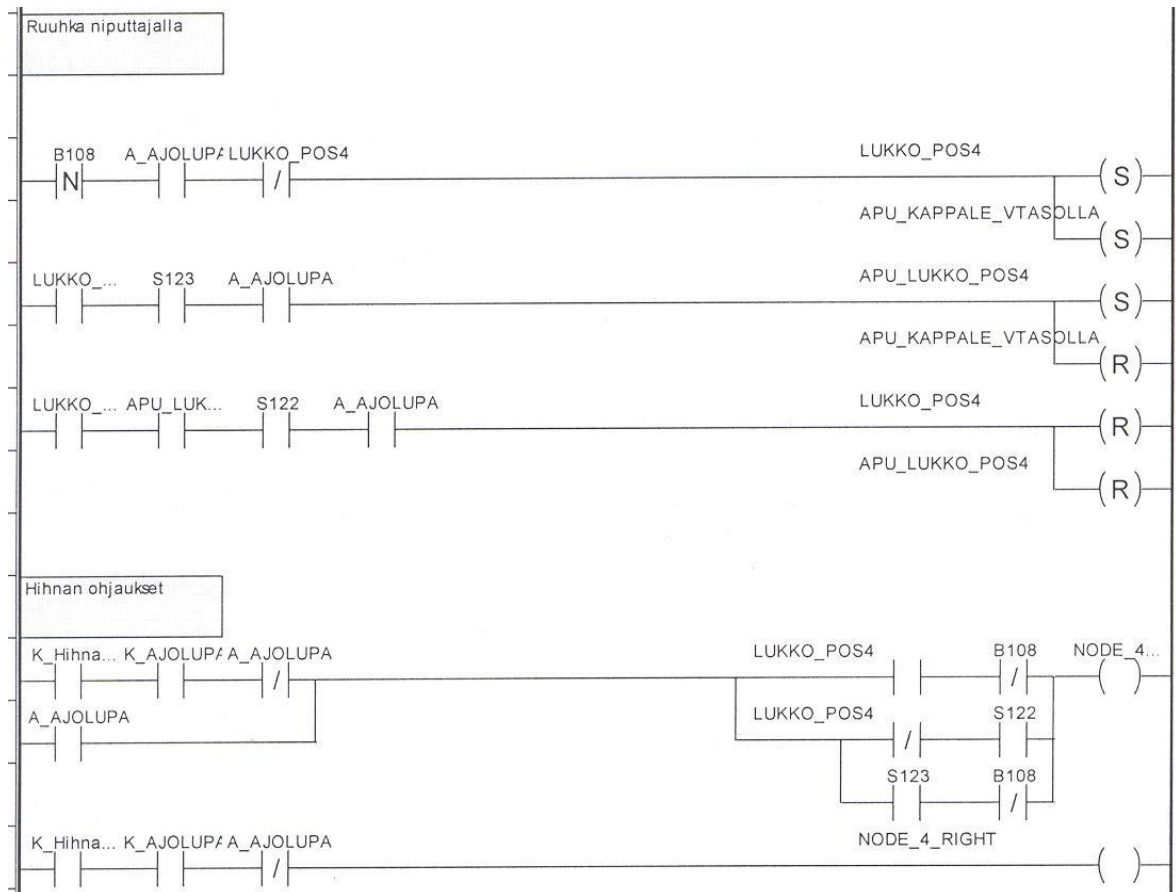
Kuva 31. Kääntäjän laskurin nollaus.

Pudotusluukun hihna pysäytetään, jos kappale on sekä kääntäjän valokennolla B100 ja hihnajohdekuljettimen valokennolla B104, jolloin estetään kääntäjän ruuhkautuminen.

8.2.6 Hihnajohdekuljetin

Käsiäjolla hihnajohdekuljetinta voidaan ajaa vasemmalle tai oikealle.

Automaattiajolla hihnajohdekuljetin pyörii vasemmalle. Automaattiajoon tehtiin ohjelmanpätkä, joka pysäyttää hihnajohdekuljettimen, jos niputtaja ruuhkautuu.



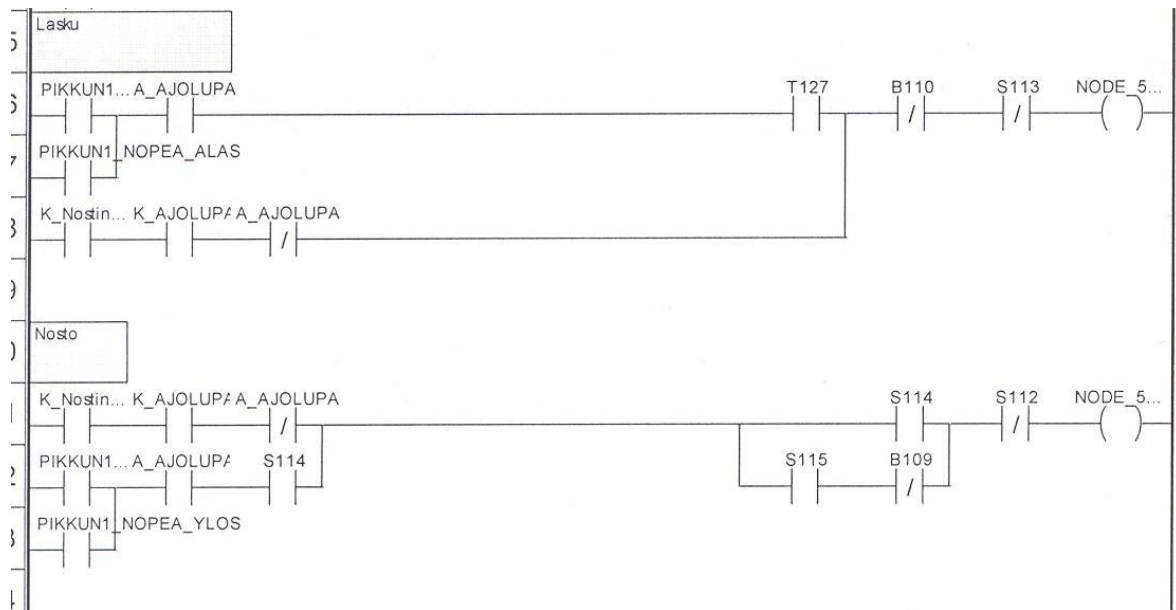
Kuva 32. Hihnajohdekuljettimen ohjaukset ja ruuhkautumisen esto.

8.2.7 Pikkunippunostin 1 ja 2

Pikkunippunostimien 1 ja 2 toimintaa ohjataan pikkuniputtimen ohjausblokillä. Koska niiden toiminta on identtistä, käsitellään molempien toiminta yhdessä.

Käsiäjolla pikkunippunostinta voi ajaa ylös ja alas. Nostintaso voidaan ajaa eteen ja taakse.

Automaattiajolla nostin toimii pikkuniputtimen ohjausblokin ohjaamana. Nostin 1 aloittaa työkierron, jos molemmat nostimet ovat ylhäällä. Kun toinen nostin on saanut nipun kerättyä ja lähtenyt laskeutumaan, voi toinen nostin aloittaa työkiertonsa.



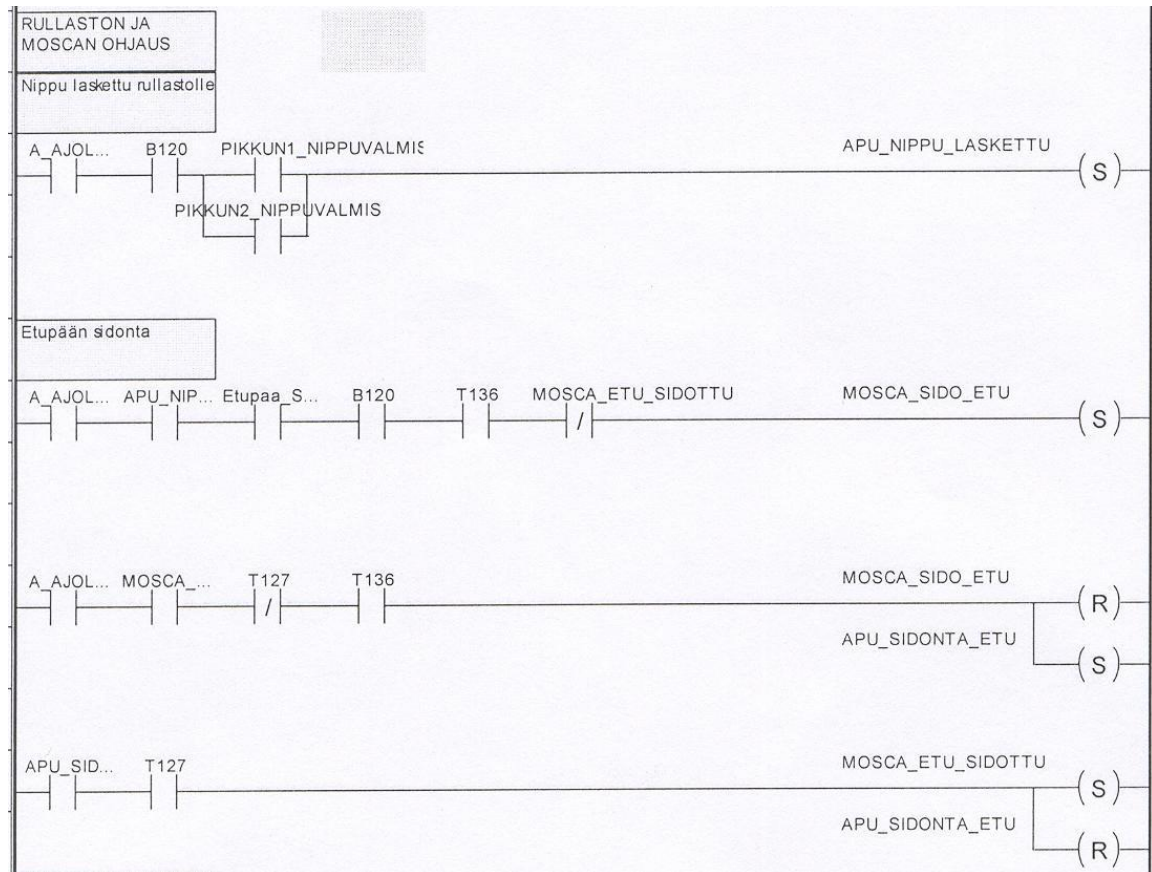
Kuva 33. Pikkuniputtimen ohjausblokin ohjaamia 1. nostimen lähtöjä.

8.2.8 Rullakuljetin foliokoneelle

Käsiäjolla rullakuljetinta voidaan ajaa eteen.

Automaattiajolla rullakuljetin siirtää nipun foliokoneelle tai foliokoneen ohitushihnal-
le.

Kun nippu on laskettu rullastolle, ja niputtimelta tulee tieto nipun olevan valmis asetetaan päälle merkki. Jos nipun etupää on määritetty sidottavaksi, ohjataan Mosca-nauhasitomakone suorittamaan sidonta.



Kuva 34. Etupään sidonnan ohjaus.

Jos nipun etupää on asetettu sidottavaksi, se sidotaan heti kun nippu on laskettu rullastolle. Tämän jälkeen nippu siirretään foliokoneelle.

Jos nipun takapää on asetettu sidottavaksi, nippu pysäytetään kun valokenno B120 (nippu laskettu rullastolle) ei ole aktiivisena ja valokenno B121 (nipun peräpään valvonta) on aktiivisena. Tällöin nippu on siirtynyt osittain pois rullakuljettimelta ja sidonta voidaan tehdä nipun takapäähän. Tämän jälkeen nipun siirtämistä jatketaan. Nipun poistuttua rullakuljettimelta voidaan sille laskea uusi nippu.

9 KÄYTTÖLIITTYMÄ

Käyttöliittymänä pikkuniputtimessa on ohjauspulpetti. Ohjauspulpetissa oli Magelis XBTGT (tarkista numerosarja) -kosketusnäyttö, ajotavan valintakytkin, ajotavan kuittauspainike, ajotavan sekä häiriön merkkivalot ja hätäseis laukaistu -merkkivalo sekä hätäseispainike ja hätäseiskuittauspainike. Kosketusnäytöltä voidaan ohjata käsiajtoa, asettaa taajuusmuuttajissa käytetyt parametrit sekä seurata hälytyksiä. Käyttöliittymää käytetään painamalla haluttua painiketta näytöltä.

9.1 Pääsivu



Kuva 35. Ohjauspaneelin pääsivu.

Pääsivulta käyttäjä pystyy valitsemaan folioinnin ja näkee niputtimien laskurien oloarvon. Pääsivulta käyttäjä pääsee käsiajosivulle, hälytyksiin, nollauksiin, parametreihin sekä asetuksiin.

Niputtimien oloarvotietokentissä näkyy niputtimen laskurin senhetkinen arvo. Laskuri laskee niputtimelle tiputetut kappaleet ja sitä kasvatetaan ohjelmassa. Niputtimen oloarvon tietokenttää voidaan muuttaa painamalla sitä ja syöttämällä haluttu määrä. Näin voidaan korjata laskurin mahdolliset virheet.

9.2 Parametrit



Kuva 36. Parametrit-sivu.

Parametrien asetussivulta käyttäjä voi määrittää taajuusmuuttajien nopeuksien asetusrivot. Parametrien tietokenttää voidaan muuttaa painamalla haluttua kenttää ja syöttämällä aukeavalla numeronäppäimistöllä haluttu arvo.

Pikkuniputtimessa on seitsemän taajuusmuuttajaohjattua sähkömoottoria. Taajuusmuuttajat ohjaavat seuraavia moottoreita

- N2 ohjaa tasausrullaston pyörimisnopeutta
- N3 ohjaa hihnakuuljetinta sivusiirrosta kääntäjään
- N4 ohjaa hihnakuuljetinta kääntäjästä nipputimiin
- N5 ohjaa nipputtimen 1. ylös/alas-liikettä
- N6 ohjaa nipputtimen 2. ylös/alas-liikettä ja
- N7 ohjaa foliokoneelle siirtävän rullakuljettimen nopeutta.

Ohje-painiketta painamalla avautuu ohjesivu, jossa on kerrottu mitä kukin taajuusmuuttaja ohjaa.

9.3 Asetukset



Kuva 37. Asetukset-sivu.

Asetukset-sivulta voidaan määrittää montako kappaletta niputetaan yhteen nippuun. Käännön valinnalla voidaan valita käännetäänkö ensimmäinen vai viimeinen kappale. Sidontojen valinnalla ohjataan nipun sidontaa. Etupää on suositeltavaa sitoa aina, ja jos nippu folioidaan ei takapäätä saa sitoa palovaaran vuoksi. Lisäksi Promax ajo -painikkeella kerrotaan ohjelmalle onko päätyponntauskone käytössä.

9.4 Nollaukset



Kuva 38. Nollaukset-sivu.

Nollauksien sivulta voidaan nollata häiriön jälkeen nostinten työkierrot, kääntäjän laskuri sekä koko automaattiajon työkierto. Nollatessa logiikkaohjelman kaikki asetetut muuttujat saavat arvon nolla, jolloin ohjelma alkaa alusta. Näin varmistetaan ohjelman häiriötön kulku.

Lisäksi sivulla on kosketuspaneelin sisäisiin asetuksiin vievä painike, jolla voidaan tarvittaessa muuttaa paneelin asetuksia.

9.5 Hälytykset



Kuva 39. Hälytykset-sivu.

Hälytykset-sivulta voidaan seurata kaikkia sillä hetkellä aktiivisena olevia hälytyksiä. Hälytykset poistuvat, kun sen aiheuttanut vika on korjattu.

Ohjelmaan tehdyt hälytykset on listattu taulukossa 1.

Taulukko 1. Hälytykset.

Hälytys	Vika	Ratkaisu
HÄTÄSEISPIIRI LAU- ENNUT	Hätäseispiirin painike on painettu tai moottorinohjauskaapin pääkytkin on käytetty 0:ssa	Nosta häräseispainike ja paina hätäseispiirin kuittauspainiketta
TURVAKYTKIN POS. 4.1 – 11 AUKI	Pikkuniputtajan turvakyt- kin auki	Sulje turvakyt- kin
MOOTTORISUOJA HÄI- RIÖ	Moottorisuojassa häiriö	Paina TAMU kuittaus- painiketta
TAMU HÄIRIÖ	Taajuusmuuttajassa häi- riö	Paina TAMU kuittaus- painiketta
CANOPEN HÄIRIÖ	CANopen-väylässä häiriö	Paina TAMU kuittaus- painiketta
RAAKKI TÄYNNÄ	Raakkihissi täynnä	Tyhjennä raakkihissi ja paina lopuksi RAAKKI KUITTAUS -painiketta
MOSCA NAUHA LOP- PUMASSA	Moscan nauha loppu- massa, ei estä ajamista	Vaihda nauharulla uuteen
MOSCA NAUHA LOPPU	Moscan nauha loppu	Vaihda nauharulla uuteen
TAMU HÄTÄPYSÄYTYS PÄÄLLÄ	Taajuusmuuttajan sisäi- nen hätäpysäytys päällä	Paina TAMU kuittaus- painiketta

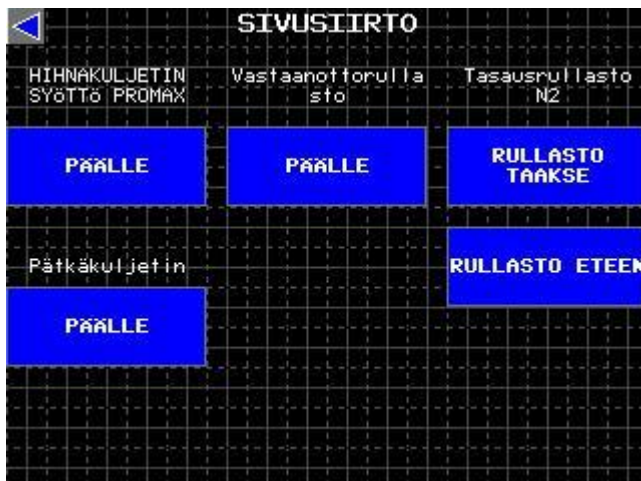
9.6 Käsiäjot



Kuva 40. Käsiäjot-valikkosivu.

Käsiäjojen valikkosivulta päästään ohjaamaan laitteen käsiäjoja. Käsiäjot on ryhmitelty omiin kokonaisuuksiinsa.

9.6.1 Sivusiirto



Kuva 41. Sivusiirron käsiäjosivu.

Sivusiirto on koneen toimintajärjestyksessä ensimmäisenä. Sivulta voidaan käynnistää Promaxille syöttävä hihnakuljetin, pätkäkuljetin, vastaanottorullasto sekä ohjata tasausrullastoja joko eteen tai taakse.

9.6.2 Raakkiluukku



Kuva 42. Raakkiluukun käsiajosivu.

Raakkiluukun käsiajosivulta ohjataan hihnakuuljetinta sivusiirrosta kääntäjään. Lisäksi sivulta saadaan avattua raakkiluukku ja voidaan ajaa raakkihissiä ylös tai alas.

9.6.3 Kääntäjä



Kuva 43. Kääntäjän käsiajosivu.

Sivulta voidaan ohjata kääntäjä ylös ja alas sekä kääntäjän luiska ylös ja alas.

9.6.4 Hihnajohde



Kuva 44. Hihnajohdekuljettimen käsiajosivu.

Sivulta voidaan ajaa hihnajohdekuljetinta eteen tai taaksepäin.

9.6.5 Nostimet



Kuva 45. Nostimien käsiajosivu.

Sivulta hallitaan nostimien ylös/alas-liikettä, sekä ohjata nostimien nostintasot eteen/taakse. Lisäksi voidaan avata/sulkea vastaanottotasot. Nostimien ylös- ja alaspainikkeitten vieressä on ylä- ja alarajojen merkkivalot, jotka muuttuvat vihreiksi nostimen ollessa kyseisellä rajalla.

9.6.6 Rullakuljetin



Kuva 46. Rullakujettimen käsiajosivu.

Sivulta voidaan ohjata rullakuljetinta eteen tai taakse sekä foliokoneen vapaata rullakuljetinta eteen. Lisäksi voidaan ajaa molempia rullia yhtä aikaa. KAPPALE POISTUNUT FOLIOKONEESTA KUITTAUS -painikkeella kuitataan automaattijolle tieto, jos kappale on poistettu foliokoneesta käsin tai käsiajolla.

10 YHTEENVETO

Pikkuniputtimen ohjelmointi onnistui hyvin. Laite saatiin toimimaan sujuvasti ja luotettavasti. Joitakin pieniä rakenteellisia muutoksia jouduttiin laitteeseen tekemään, jotta mekaaniset ongelmat saatiin korjattua. Promax-päätyponnttauskone todettiin liian hitaaksi työstönopeudeltaan ja päätyponnttaus suoritettiin vanhalla linjastoon kuuluneella laitteella.

Käyttöliittymä ohjelmointi onnistui myös hyvin. Käyttäjäkoulutusta annettaessa käyttäjät oppivat melko nopeasti käyttämään pikkuniputinta.

Kokonaisuudessaan työ oli opinnäytetyön tekijälle opettavainen ja erittäin mielenkiintoinen.

LÄHTEET

- ABB. 2010. [WWW-dokumentti]. ABB Oy. [Viitattu 19.4.2010]. Saatavissa: <http://www.abb.fi/product/seitp322/56c5cf1f28278936c125768500245ff9.aspx>
- ATK-sanakirja. 2008 [WWW-dokumentti]. Tietotekniikan Liitto ry. [Viitattu 15.4.2010]. Saatavissa: <http://www.ttlry.fi/atk-sanakirja/su020.htm#4084>
- CANopen. 2010 [WWW-dokumentti]. TK Engineering Oy. [Viitattu 16.4.2010]. Saatavissa: <http://www.canopen.fi/index.html>
- 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.
- Kuhmon AA-Puu Oy. 2009. [WWW-dokumentti]. Kuhmon AA-Puu Oy. [Viitattu 25.3.2010]. Saatavissa: <http://www.kuhmonaa-puu.fi/index.htm>
- Lehtonen, M. 2010. Sähkömoottori [Oppimateriaali]. Seinäjoki: Seinäjoen ammattikorkeakoulu. Tekniikan yksikkö. (Vain sisäisessä käytössä.)
- Schneider Electric Suomessa. Teollisuusautomaatio, Ohjelmoitavat logiikat. [WWW-dokumentti]. Schneider Electric. [Viitattu 4.3.2010]. Saatavissa: <http://ecatalogue.schneider-electric.fi/ProductSheet.aspx?productId=561600&groupid=32594&navid=24713&navoption=1>
- Schneider Electric Suomessa. Teollisuusautomaatio, Ohjelmoitavat logiikat, tehölähteet. [WWW-dokumentti]. Schneider Electric. [Viitattu 4.3.2010]. Saatavissa: <http://ecatalogue.schneider-electric.fi/ProductSheet.aspx?productId=561660&groupid=32597&navid=24713&navoption=1>
- Suupohjan Teollisuusautomaatio Oy. 2009. [WWW-dokumentti]. Suupohjan Teollisuusautomaatio Oy. [Viitattu 25.3.2010]. Saatavissa: <http://www.suupohjanteollisuusautomaatio.com/yritys.htm>

- Sähkömoottori. 2010. [WWW-dokumentti]. Lappeenrannan teknillinen yliopisto. [Viitattu 5.4.2010]. Saatavissa: http://www.lut.fi/fi/technology/lutenergy/electrical_engineering/articles/electrical_motor/Sivut/Default.aspx
- Taajuusmuuttaja. 2010. [WWW-dokumentti]. Lappeenrannan teknillinen yliopisto. [Viitattu 7.4.2010]. Saatavissa: http://www.lut.fi/fi/technology/lutenergy/electrical_engineering/articles/inverter/Sivut/Default.aspx
- Telemecanique. 2010 a. [WWW-dokumentti]. Schneider Electric. [Viitattu 9.4.2010]. Saatavissa: <http://ecatalogue.schneider-electric.fi/ProductSheet.aspx?productId=564287&groupid=32722&navid=24881&navoption=1>
- Telemecanique. 2010 b. [WWW-dokumentti]. Schneider Electric. [Viitattu 9.4.2010]. Saatavissa: <http://ecatalogue.schneider-electric.fi/ProductSheet.aspx?productId=565937&groupid=32662&navid=24854&navoption=1#>
- Telemecanique. 2010 c. [WWW-dokumentti]. Schneider Electric. [Viitattu 10.4.2010]. Saatavissa: <http://ecatalogue.schneider-electric.fi/ProductSheet.aspx?productId=644559&groupid=32743&navid=24889&navoption=1#>
- Telemecanique. 2010 d. [WWW-dokumentti]. Schneider Electric. [Viitattu 10.4.2010]. Saatavissa: <http://ecatalogue.schneider-electric.fi/ProductSheet.aspx?productId=567853&groupid=32646&navid=24852&navoption=1#>
- Telemecanique. 2010 e. [WWW-dokumentti]. Schneider Electric. [Viitattu 12.4.2010]. Saatavissa: <http://ecatalogue.schneider-electric.fi/ProductGroup.aspx?groupid=33200&navid=25028&navoption=1#>
- Telemecanique. 2010 f. [WWW-dokumentti]. Schneider Electric. [Viitattu 19.4.2010]. Saatavissa: <http://ecatalogue.schneider-electric.fi/ProductSheet.aspx?productId=561600&groupid=32594&navid=24713&navoption=1>
- Telemecanique. 2007. [WWW-dokumentti]. Schneider Electric. [Viitattu 15.4.2010]. Saatavissa: <http://www.schneider-electric.com/images/pictures/press-photo-library/photo-library/initiative-2007/modicon-m340.jpg>

LIITTEET

Liite 1: Ohjauspulpetti

Liite 1.

