

Petteri Hellman STMI17SPA

FESTO- AUTOMAATIOKONEIDEN ETÄKÄYTÖN RAKENTAMINEN

Opinnäyteyö Petteri Hellman

2021



**Kaakkois-Suomen
ammattikorkeakoulu**

Tutkintonimike	Insinööri (AMK), Sähkö- ja automaatiotekniikka
Tekijä/Tekijät	Petteri Hellman
Työn nimi	FESTO AUTOMAATIOKONEIDEN ETÄKÄYTÖN RAKENNUS
Toimeksiantaja	Kaakkois-Suomen Ammattikorkeakoulu
Vuosi	2021
Sivut	34 sivua, liitteitä 12 sivua
Työn ohjaaja(t)	Teemu Manninen

TIIVISTELMÄ

Opinnäytetyön tavoite oli luoda prototyyppi FESTO-laitteiston etäkäytölle. Työ kehitettiin, jotta automaatiota pystyy opiskelemaan pandemiatilanteen aikana etänä. Työssä on rakennettu kallistuspyötä, joka toimii prototyypin alkuna. Pyötä rakennettiin metallista ja hitsattiin yhteen. Pöydän välineet ja sylinterit, jotka mahdollistavat pöydän kallistumisen, ohjautuvat PLC:n kautta. PLC käyttää ladder-koodityyliä, ja se on rakennettu liikutettavan keskuksen sisään, ja yhdistyy pöydän riviliittimiin instrumentointikaapelin kautta. Laitteet liikkuvat pneumatiikkaa käyttäen eli projektin laitteet käyttävät paineilmaa liikumiseen.

Projekti eteni suunnittelemalla ensimmäinen versio ja tutkimalla, miten PLC:t toimivat, sekä koodaamisen aloittamisella. Tehtiin ensimmäinen kytkentä ja saatiin pyörölaudan moottori kytkettyä ja testattua. Tämän jälkeen koodattiin muiden testilaitteiden koodi ja aloitettiin kehikon tekeminen. Tämän jälkeen kehitettiin asennettiin sylinteri, joka kallistaa pyötä ja toimii tyhjentävänä osiona. Viimeisenä projektin dokumentaatio luotiin ja valmisteltiin projekti seuraavalle.

Tuloksena saatiin aloitus FESTO-laitteiston etäkäytölle, ja tästä saatiin tyhjennysosio ja prototyypin kehikko luotua. Suoritettiin myös dokumentaation luonti, joka käy läpi luodun koodin, kytkentäkaavion ja kaikki riviliittimien kytkennät ja antaa ideoita seuraavalle projektia työstävälle.

Projektin tulosten puutteet olivat turvallisuuden puute, kuten hätäseis-osuutta ei koodattu, hitsaussaumojen huono kunto ja koodin epämääräisyys. Prototyyppi kumminkin tekee sen, mitä sen täytyi. Prototyyppi toimii kallistuspyötänä tarvittavalla tavalla, ja seuraavalle työtä työstävälle on rakennettu hyvä pohja, jota rakentaa eteenpäin.

Kallistuspyödyän rakentamisen jälkeen projektiin tulee kehittää objektien keräyspiste, lajitteluosuus ja laitteen uudelleen lastaus. Ideana on kehittää suljettu systeemi, joka pystyy toimimaan tulevaisuudessa omatoimisesti etäkäyttävänä.

Degree	Bachelor's in electrical and automation engineering
Author/Authors	Petteri Hellman
Thesis title	Creating prototype for remote use of Festo device
Commissioned by	Kaakkois-Suomen Ammattikorkeakoulu
Time	2021
Pages	34 pages, attachments 12 pages
Supervisor	Teemu Manninen

ABSTRACT

The goal of this thesis was to create a prototype for remote use of Festo devices. The project was developed to remotely read automation during pandemic. A tilt table was made to work a starting phase of prototype. The table was built out of metal and has been welded together. The tables devices and cylinders that make the tables tilting possible are directed by the PLC. The PLC uses ladder code, and it is built on a movable electrical centre and is linked to the connection strips on top of the table and linked together by instrumentation cables. The devices move by pneumatics meaning they use pressurized air to power their movement.

The project was to design a first version and researching how PLCs work and starting the coding process. The first couplings were made, and the circular motorized plate was installed and tested. Afterwards coding was focused on the other test devices and the metal chassis was made. Next the main cylinder was installed onto the chassis which powered the tilting of the table and worked as an emptying mechanism for the table. Lastly the projects documentation was made, and the project was prepared for the next person working on this project.

As a result, the beginning for remote use Festo devices was achieved and the emptying portion of the project was solved and developed. Documentation that goes through the code, the schematic, connection strip couplings, and gives ideas to the next person developing this project.

The deficiencies of the projects results were the lack of security as a complete emergency stop function was left out due to time constraints and the welding was done by a relative newbie and has deficiencies. The projects code can also seem confusing. The prototype however completes what it set out to do as it functions as a tilt table and works as a good base for the next person to work on the project.

Next on the prototype the development of a collection mechanism, a sorting mechanism and a device loading mechanism must be achieved. The idea is to develop a closed system that can function autonomously in the future with minimal onsite oversight.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	5
2	MATERIAALI JA METODIT	5
2.1	SAMANTYYPPISET LAITTEET.....	6
2.2	AUTOMAATIO	7
2.3	PNEUMATIikka.....	8
2.4	PROJEKTIN ETENEMINEN	9
2.4.1	Koodi.....	10
2.5	Prototyypin kehikon mitat.....	12
2.6	Kehikon rakentaminen	12
3	TULOKSET.....	14
4	POHDINTA	19
	LÄHTEET.....	21
	LIITTEET	22

1 JOHDANTO

Tämän raportin tehtävänä on esittää Festo-automaatiokoneiden etäkäytön rakennuksen vaiheet ja niiden eteneminen. Työn ensimmäisenä vaiheena oli Feston automaatioympäristöön tutustumiseen, toisena osana oli prototyypin rakennus, kolmantena osiona oli prototyypin ongelmien hionta ja neljäntenä osiona oli dokumentaation luonti seuraavalle työtä eteenpäin vievälle henkilölle. Motiivina opinnäytetyöprojektille oli koronan aikaiset ongelmat. Automaatio kurssin Festo opetuspöydät tuli saada etäkäytettäväksi, jotta tulevaisuudessa koronan kaltainen epidemia ei aiheuttaisi ongelmia automaatiokurssin pitämisessä. Työ on tarkoitettu Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulun käyttöön ja heidän lisäkehittäväkseen. Tarkoituksena työllä on myös toimia rajapintana ja prototyypinä lopulliselle vaihtoehdolle, jonka seuraava työtä eteenpäin vievä henkilö voi käyttää ja iteroida eteenpäin. Työ on rajattu pöydän tyhjennysmekanismiin ja dokumentaation tekoon, jolloin seuraava pääsee mahdollisimman helposti etenemään työssä.

2 MATERIAALI JA METODIT

Ohjelmoitava logiikka, programmable logic controller eli PLC on tietokone, joka on suunniteltu toimimaan luotettavasti vaativissa olosuhteissa, kuten vaihtelevissa lämpötiloissa sekä märissä, pölyisissä ja kuivissa olosuhteissa. PLC koostuu CPU:sta eli keskussuorittimesta, tulosta, lähdöistä, muistista ja käyttöliittymästä. Ideana PLC:ssä on koneiden helppo muuttaminen koodaamalla muutokset ja lataamalla ohjelman PLC:lle, joka kontrolloi mekaniikkaa. (Muthukrishnan 2020.)

Projektin prototyyppi rakennettiin pöydästä ja vanhoista Festo-välineistä. Ohjelmoitavana logiikkana toimi Schneider Electricin tekemä Modicon M340. M340:ssä on hylly, johon on kiinnitetty PLC:n osat. Hyllyissä on input- ja outputmoduuli. Outputmoduulina toimii Schneider Electricin BMXDDO3202K ja inputmoduulina BMXDDI3202K. M340 toimii 230 V jännitteellä ja 24 V jännite tulee omasta lähteestään, joka on rakennettu sekalaisista osista. Nostokäsi- varsi on koottu Feston osista ja toimii paineilmalla ja kääntäminen tapahtuu puolikäännyillä koneistolla.

Kääntävässä osuudessa tyhjiögeneraattori tuottaa imukupille imun, jolloin objekti pysyy liikkumisessa mukana. Objekti liikkuu varren avulla moottorilla toimivalle pyörivälle alustalle, josta objekti pyörähtää yhden kierroksen ja käsi-varsi palauttaa objektin pois kierrosta. Prototyypin Festo-ohjelma on yksinkertainen, jotta tutustuminen olisi helpompaa ja pääsisi nopeammin prototyypin muihin osioihin. PLC-hylly ja johtoliittimet ovat kiinnitettynä omaan laatikoonsa, ja tästä laatikosta lähtee Draka-instrumentointikaapeli NOMAK-HF C-Pro 12x2x0,5+0,5, joka tuo viestit pöydällä oleviin johtoliittimiin. Johdotus tehtiin, jotta PLC-osuus ei putoaisi käännösten aikana pois pöydältä tai pöydän alla olevasta lokerosta, ja että pöytä olisi helpompi kääntää.

2.1 SAMANTYYPPISET LAITTEET

Tämän projektin pöytää kutsutaan kallistumapöydäksi. Nämä pöydät kallistavat itseään pneumatiikalla tai hydraulisella voimalla. Tämä kallistuminen auttaa tehdastöissä, missä kallistuvat alustat auttavat ergonomisten työasentojen kanssa. Esimerkkinä valmistajasta, joka työstää kallistuspöytiä, on Uni-Craft Corp, joka työstää hydraulikkaa ja sylinterillä toimivia pneumaattisia kallistuspöytiä. Tämä on erittäin lähellä tämän opinnäytetyöprojektin suunnittelua. Uni-Craftin tekemässä versiossa näkyy myös haitarisuojaus, joka suojaa käyttäjää mahdolliselta sormienmurskaustilanteelta. Uni-Craft on myös kehittänyt pöytää pidemmälle luomalla raja-arvot pöydän liikkumiselle. Uni-Craft myös kontrolloi kallistumaa jalkapedaalilla. (UNI-Craft Corp 2021.)



Kuva 1. Uni-craft corpin tekemä kallistus pöytä (UNI-Craft Corp. 2021.)

2.2 AUTOMAATIO

Automaatio on ihmiskäyttöä tarvitsevien prosessien koneistamista. Tässä projektissa automoitiin lavan tyhjennys, jotta opiskelijat pystyisivät käsittelemään konetta täydellisesti koulun ulkopuolelta. Yleisesti automaation osa-alueita ovat energiansäästö, ympäristöystävällinen suunnittelu, kansainvälinen käyttömahdollisuus, liiketoiminen verkostoituminen, logistinen hallinta, tuotannonohjaus, palveluliiketoiminta, koneen ja ihmisen välinen rajapinta, mallinnus ja simulointi, ohjelmointi ja suunnittelu, hälytysten ja informaation hallinta, laitteiden etähallinta, kunnossapito ja kunnonvalvonta, mittaus, säätötekniikka sekä laiteohjaus. (Keinänen & Sumujärvi 2019, s 10–11.)

Ohjelmoitavan logiikan lisäksi automaatiossa on tärkeää rakentaa HMI eli Human-Machine interface. Tämä on käyttöliittymä automoidussa systeemissä. HMI on yleensä näyttölaitteella tai PC-pohjaisella valvomo-ohjelmistossa. Tässä projektissa käyttöliittymänä toimii Unity Pro XL -ohjelma, joka lähettää koodin PLC:lle. (Keinänen & Sumujärvi 2019, s 10–11.)

2.3 PNEUMATIikka

Pneumatiikka tarkoittaa paineilman käyttöön perustuvaa tekniikkaa, jota yleisesti käytetään erilaisten aineiden siirrossa, puhdistamisessa, maalauksessa ja sekoittamisessa. Tässä opinnäytetyöprojektissa pneumatiikkaa käytetään lähinnä rotaatio ja lineaaristen liikkeiden suorittamisessa. Pneumatiikan hyödyt ovat vaarattomuus, puhtaus, mahdollisuus varastoida, edullisuus, yksinkertaisuus sekä paineilman helppokäyttöisyys ja saatavuus. Suurimpina haittoina tekniikassa ovat 5 % hyötysuhde, joka on huono, sekä toimintaosuuksien pienet voimat. Pneumatiikka valitaan projektin tekniikaksi, jos kappaleet, joita käsitellään, ovat kevyitä, prosessi vaatii nopeita liikkeitä, raajojen liikkuminen kulkee rajalta rajalle, järjestelmän täytyy olla hygieeninen, objektien siirtyminen sekä käsittely tulee tapahtua pehmeästi ja jos toimitaan räjähdysalttiissa tai paloalttiissa tiloissa. (Ellman ym 2002, s 7–9.) Tämä opinnäytetyöprojekti käyttää pneumaattista ohjausta, koska koululla on jo omapaineilma-arkkitehtuuri rakennettuna. Projekti myös voi tehdä nopeita liikkeitä rikkomatta osiaan. Projektin lopullinen tarkoitus oli myös käsitellä pieniä kevyitä objekteja, jolloin pneumatiikka oli looginen valinta järjestelmälle.

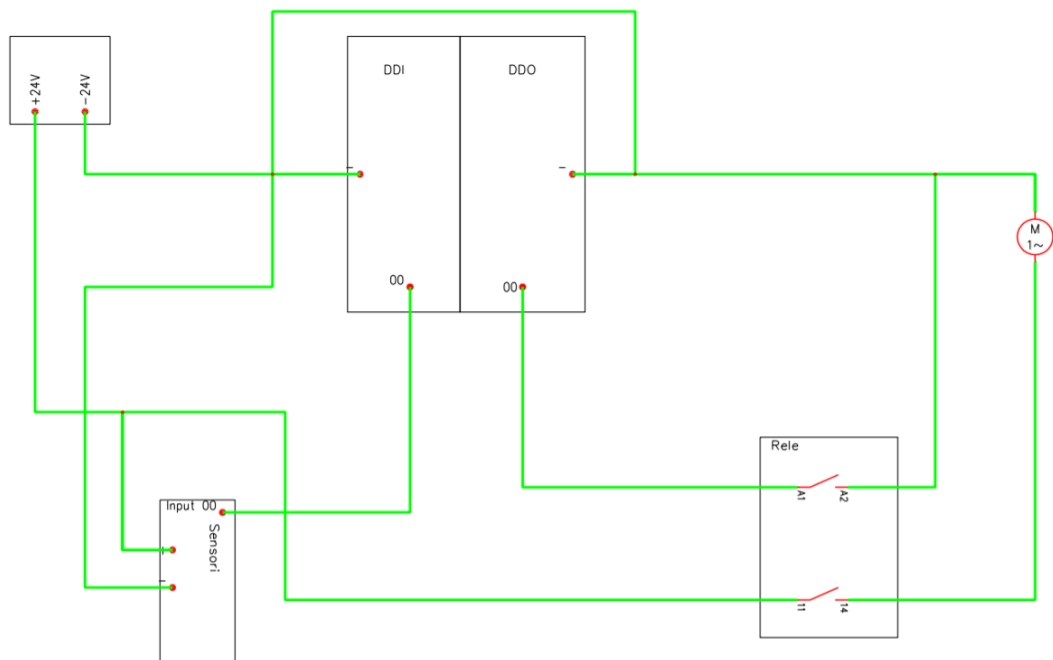
Paineilmaperusteisten systeemien ohjaavana voimana on termodynamiikka. Termodynamiikassa systeemi todetaan olevan todellisen tai kuvitteellisen rajapinnan näyttävä alue. Tämän rajapinnan ulkopuolista osuutta kutsutaan ympäristöksi. Systeemi voi myös olla avoin tai suljettu, esimerkiksi suljettu systeemi olisi suljetun sylinterin oma kaasua ja avoin on taas pumpuilla tai puhaltimella toimiva systeemi. Termodynamiikan perusidea on tarkastella systeemin ja ympäristön välistä toimintaa, ja tämän järjestelmän väliset tutkittavat suureet ovat paine, tilavuus, lämpötila ja aineiden määrät. Termodynaaminen tasapainotila on tilanne, jossa järjestelmän muuttujilla on vakioarvo ja ympäristössä ei tapahdu aineen tai energian vaihtumista. Tilasuureet ovat termodynamiikan muuttujia, joiden arvot riippuvat järjestelmän tilasta. Systeemin koosta riippumattomat suureet taas ovat: tiheys, paine, ja lämpötila. Systeemin koosta riippuvat suureet ovat massa, tilavuus, sisäenergia ja entalpia. (Ellman ym 2002, s 11.)

Pneumaattista järjestelmää ohjataan venttiilien avulla, ja nämä venttiilit sijaitsevat toimilaitteen ja painelähteen välissä. Venttiilit jaetaan neljään ryhmään,

jotka ovat suuntaventtiilit, paineventtiilit, virta- ja vastaventtiilit ja muut mahdolliset venttiilit. Suuntaventtiileillä ilmavirran ohjaus toteutetaan laitteiden kammi-oihin ja muiden venttiilien sisäänmenoliitännöihin. Tällä saadaan toteutettua paineilmasignaalin hallinta ja toimilaitteen suunnan ohjaus. Virtaventtiileillä ohjataan nopeutta vaikuttamalla ilmavirtaan, jolloin räjähdysmäiset liikkeet saadaan järkevämmiksi työliikkeiksi. Paineventtiili vaikuttaa systeemin paineeseen ja täten toimintaosien voimaan ja momentti. Venttiilien työpaine on yleensä 5 bar vaikka nimellispaine on 10 bar. Muovit ovat yleensä venttiilien runkojen materiaalia, kevytvalun lisäksi. Erikoistilaisuuksissa käytetään myös haponkestävää ja ruostumatonta terästä. Venttiilien luistit oli tehty myös teräksestä tai kevytmetalliseoksesta. (Ellman ym 2002, s 75.)

2.4 PROJEKTIN ETENEMINEN

Projekti aloitettiin inventaariolla ja prototyyppiin käytettävien materiaalien ja välineiden hankinnalla. Ensiasennus suoritettiin kuvan 2 mukaisella kaaviolla. Kuvassa 2 nähdään, että virtalähteen miinuspiste eli kokonaismaapiste, johon lisättiin sensorin maapiste sekä input- ja outputmoduulin maapisteet. Outputpisteeseen on lisätty myös releen A2 piste ja releen A1 piste on liitetty outputin 00 pisteeseen.



Kuva 2. Asennuskaavio 1.

Releen viesti kulkee, kun output saa viestin ja lähettää sen eteenpäin sulkien sisäisen piirin, jolloin pisteen 11 ja 14 välillä kulkee viesti pyörivän alustan moottorille. Asennuksen jälkeen tarkistettiin, toimiko PLC, virtalähde ja pyörivä alusta. Rikkinäiset osat vaihdettiin ja aloitettiin nostovarren asennus.

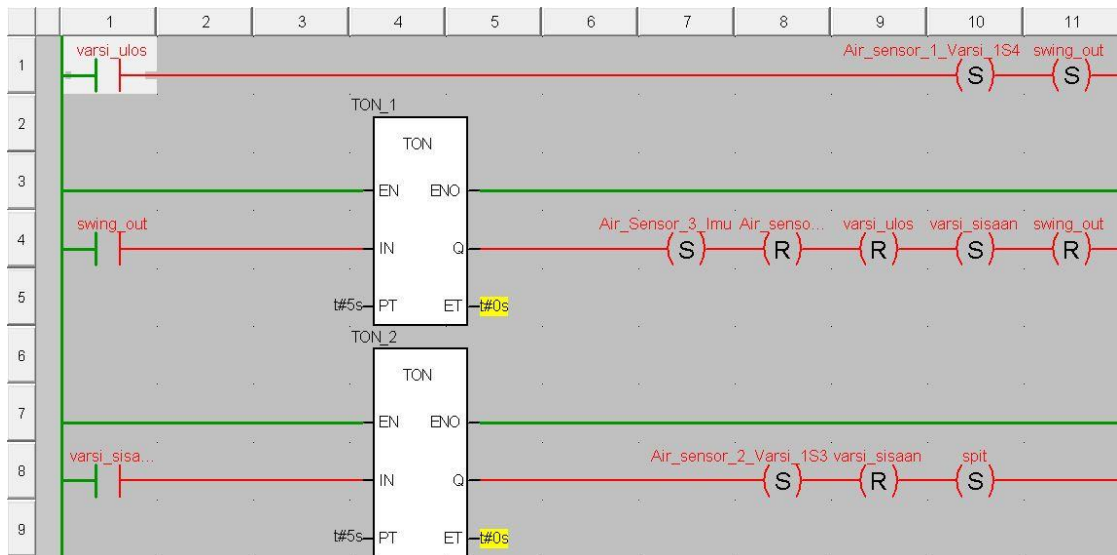
Nostovarren asennukseen projektiin tuli lisätä paineilmatoiminto, jotta nostovarsi pystyy liikuttamaan palikoita ja pystyy tyhjiön avulla pitämään kiinni liikuttavista objekteista. Paineilma tulee prototyyppiin reguloivan paineilmafilteerin LFR/LFRS, D-sarjan avulla. Prototyyppi johdotettiin myös uudelleen, jotta saatiin tarvittavat outputit ja inputit nostovarrelle, tyhjiögeneraattorille ja paineilmaventtiileille. Tämä uudelleenjohdotus näkyy kuvasta 2, jossa nähdään asennukset.

Prototyyppi asennettiin uudelleen pidentämällä johdotus lisäämällä NOMAK-HF C-Pro kaapeli. Johdotus muutettiin, jottei mikään osa repisi itseään irti ja pöydällä olisi vähemmän tavaraa, jota liikuttaa. Johto kiinnitettiin pöydän jalkaan tavalla, joka auttaa kääntymisessä.

2.4.1 Koodi

Koodina toimi LD eli ladder diagram, joka on lohkoilla toimiva tikapuulogiikka, jota yleensä käytetään PLC:n koodaamisessa. Tikapuulogiikkaa voidaan käyttää äärellisen automaation, analogisten arvojen muuttamiseen ja PID-kontrolloimiseen. Tikapuulogiikka käyttää horisontaaleja osioita kahden vertikaalin paalun välissä. Horisontaalien osioiden välissä on kontakteja ja käämejä. Kontaktit edustavat yleensä kytkimiä ja painonappeja ja käämit ovat ulosanteja, kuten valoja tai moottoreita. (St. Michael 2020.)

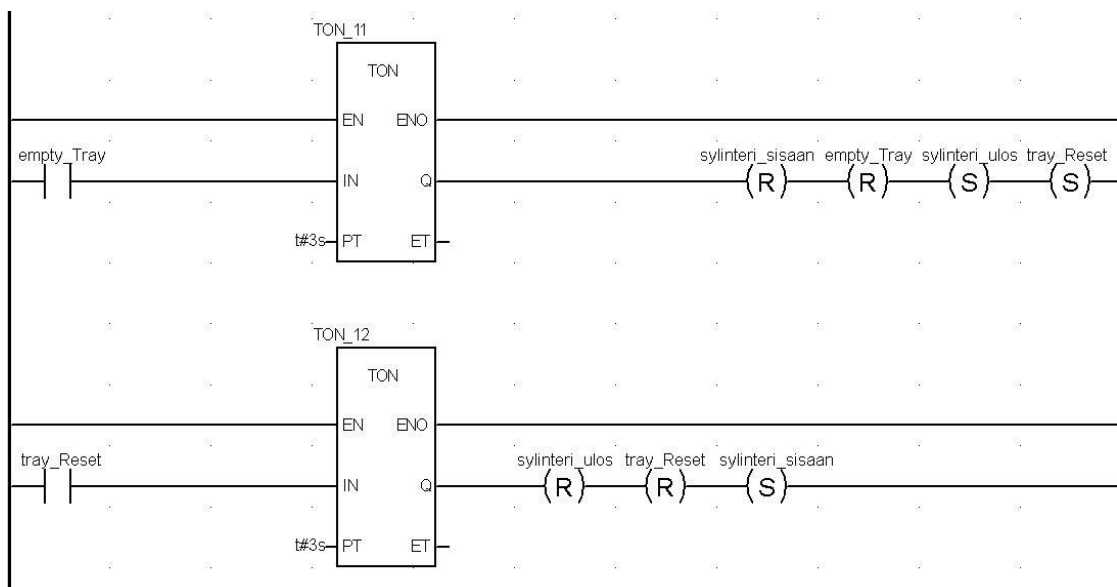
Koodilla saatiin aikaan tilanne, missä nostovarsi vie objektin alustalle ja alusta siirtää objektin yhden pykälän eteenpäin. Sensori kertoo, kuinka pitkä matka yksi pykälä on. Tämän jälkeen käyttämällä toista inputosiota, nostovarsi tulee takaisin ja nostaa objektin ja poistaa sen liikkuvilta alustalta, alusta tämän jälkeen liikkui yhden pykälän eteenpäin. Tällä tavalla alusta pystyttiin tyhjentämään ja täyttämään.



Kuva 3. Koodiesimerkki.

Kuvassa 2 Inputmuuttuja varsi_ulos laittaa päälle Air_sensor_1Varsi_1S4, joka varmistaa, että varsi liikkuu taakse, sekä muuttuja swing_out laitetaan päälle. Swing_out-muuttuja laittaa blokin päälle, joka laskee 5 sekuntia, kunnes Air_Sensor_3_Imu-muuttuja laitetaan päälle, joka laittaa varren imun päälle tyhjiögeneraattorin avulla. Tämä osuus myös laittaa Air_sensor_1-osan pois päältä, laittaa varsi_sisaan-muuttujan päälle ja laittaa oman swing_out-muuttujan pois päältä, jotta sen voi laittaa uudelleen päälle myöhemmin.

Varsi_sisaan-muuttuja laittaa blokin TON_2 päälle ja laittaa Air_sensor_2_varsi muuttujan päälle, jolloin varsi liikkuu disketin päälle imettyään paikallan kiinni ja laittaa päälle muuttujan spit.



Kuva 4. Sylinterin koodi.

Sylinteri toimii yksinkertaisella koodilla, missä `empty_Tray` -muuttuja aloittaa kolmen sekunnin ajastimen, joka resetoi `sylinteri_sisaan` -outputin ja laittaa `sylinteri_ulos` -outputin päälle, joka laajentaa sylinterin männän ja kaataa pöydän tyhjentäen sen objekteista. `Empty_Tray` resetoituu, että se voi laueta uudelleen ja `tray_Reset` -input laitetaan päälle, joka aloittaa pöydän palauttamisen normaaliin käyttötilaan. `Tray_Reset` aloittaa myös kolmen sekunnin ajastimen, jonka jälkeen `sylinteri_ulos` resetoituu, jolloin ei tapahdu komplikaatioita ja pöytä voidaan palauttaa ilman konflikteja. `Sylinteri_sisaan` -output vaikuttaa sylinteriin, jolloin mäntä palautuu sisään ja pöytä palautuu alkuposition. `Sylinteri_sisaan` -muuttuja jää myös päälle ja resetoituu, kun `empty_Tray` laitetaan päälle.

2.5 Prototyypin kehikon mitat

Kehikosta tehtiin kuutiomainen huonekaluputkesta, joka on terästä. T-muotoinen osa toimii tukena ja kehikon varassa pöytä pystyy kiertymään 360°. Pöytään hitsatut tukiosat olivat 69 cm, varret olivat 56 cm ja kuution muotoinen tukialusta, jossa varret on kiinnitetty, oli muodostettu neljästä 86 cm pitkistä toisiinsa hitsatuista huonekaluputkista. Tähän suunnitelmaan päädyttiin, koska ensimmäinen kolmiomainen suunnitelma olisi ollut vaikeampi tehdä. T-muotoinen tukiosuus verrattuna kolmioon oli helpompi luoda ja T-muotoisessa tuessa 90° kulma on helpompi rakentaa kuin kolmion kulmat.

2.6 Kehikon rakentaminen

Kehikko muutettiin T-rakennelmaksi, jotta ei tarvittu laskea kolmioon liittyviä kulmia tai hitsata kolmiomaista objekteja. Ensimmäisenä hitsattiin T-palikat, jotka pitävät pöytää pystyssä, minkä jälkeen tehtiin tukipalikat, jotka hitsattiin pöytään kiinni. Kehikon ja T-palikoiden läpi työnnettiin ruuvitanko, joka toimi akselina. Kehikkoon lisättiin myös kaksi tukipalaa, jotta kehikko pysyisi stabiilina. Pöydästä poistettiin myös pyörät, jotta se pystyisi pyörimään kehikon varassa 360°. Kehikon rakennuksen jälkeen aloitettiin rakentamaan tapaa, jolla kehikko voitaisiin kääntää kontrolloidusti.

Hitsaaminen tapahtui MIG- ja MAG-periaatteiden mukaan, jossa MIG tarkoittaa Metal-arc Inert Gas, joka taas tarkoittaa metallikaari -inerttistä suojakaasua. Inerttisinä kaasuina yleensä käytetään argonia tai heliumpitoisia kaasuoksia. MAG taas on metallikaari-aktiivikaasumetodi. Aktiivisuojakaasuina käytetään argonin ja hiilidioksidin sekoitusta. MIG-hitsausta käytetään kuparin, titaanin ja alumiinin hitsaamiseen ja MAG-hitsausta käytetään terästen hitsaamiseen. (Lepola & Ylikangas 2016, s 71.)

Pöydän siirtyminen tapahtuu kompaktin sylinterin avulla, joka pienenee ja suurenee riippuen siitä, kuinka suuren kulman pöydän täytyy siirtyä. Sylinterinä toimii SMC CDQ2XB80TF-100D. Ideana oli kiinnittää sylinteri tukikehikkoon vertikaalisti liikkuvilla pidikkeillä, jolloin sylinteri pystyy kääntymään pöydän kanssa. Kääntymiskulma laitettiin mahdollisimman lähelle 90°. Paineilmasyylinteri toimii hyvin projektissa, sillä ne siirtyvät ääriasennosta toiseen. Pöytä ei tarvitse muuta kuin kahta ääriasentoa poistaakseen objektit pöydältä. Pneumaattisten laitteiden nopeus myös liikkuu pöydän painon mukaan. Sylinteri on myös kaksitoiminen ja liikkuu plus- ja miinussuuntaisesti. Sylinterissä on huomioitava, että männänvarren pinta-ala on pienempi männän nimellis-pinta-alaan verrattuna, jolloin miinusliikkeen voima on pienempi, kuin plusvoima. (Ellman ym 2002, s 89.) Tämä tarkoittaa projektissa, että pöydän nostaminen 90° takaisin 180° vei enemmän voimaa, jolloin plusliike varattiin enemmän voimaa vaativaan työhön.

Pöydän liikuttamiseen tarvittiin pneumaattinen sylinteri, joka on SMC-yhtiöltä. Pneumaattiseksi sylinteriksi valittiin Air Cylinder JMB/JMDB \varnothing 100, joka pystyy liikuttamaan 50 kg materiaalia. Sylinteri oli kumminkin lyhyt, jolloin sille tuli rakentaa tuki. Ideana oli laittaa kyseinen kehikko kulmaan, jolloin pöytä tyhjentyy noin 90° kulmassa. Air Cylinder JMB/JMDB \varnothing 100 on kaksitoiminen sylinteri, joka on kaksitoiminen ja omaa plus- ja miinusliikkeen. Nämä liikkeet toimivat paineilmalla ja toimintaa reguloi outputsignaalit.

Sylinterille tehtiin ruuveista ja metallista kehikko. Kehikon tehtävänä on pitää sylinteri tasaisena kiinni koko rakennelmassa. Kehikko on myös kiinni saranassa, jolloin sylinterin varren noustessa sylinteri pystyy liikkumaan lavan mukana. Tämä lisää lavalle liikkuvuutta. Sylinterin varsi pystyttiin säätämään optimaaliseen kokoon, jolloin saatiin jyrkempi kulma, kun lava laskeutuu. Tämän

jälkeen projektiin lisättiin pyörät ja metallista poistettiin öljy ja se maalattiin. Tämän jälkeen aloitettiin sylinterin testaus.

Sylinterille laitettiin tarvittavat putket ja puristimet, ja ne liitettiin paineilman jakajiin. Nämä jakajat johdotettiin PLC:hen kiinni ja aloitettiin testaus. Testaamisessa havaittiin, että sylinteri toimii lähes moitteettomasti, kun sylinterille tulevan paineilma pienennettiin minimiin, pöytä liikkui sylinterin voimalla. Ongelmana kumminkin oli sylinterin kehikon saranan, jotka kuluivat, kun sylinteri teki plus-liikkeen. Tämä kulutti saranan kiinnikkeitä ja ruuvit löystyivät. Tätä korjattiin laittamalla toiset ruuvit kiristämään liitosta. Metallikehikon liitososa saranasta on myös löystyvä, mutta tämän korjaaminen vaatii kehikon purkamista. Kun projekti saatiin toimimaan, aloitettiin dokumentaation hiominen ja ohjeiden rakennus seuraavalle projektia työstävälle tiimille.

3 TULOKSET

Projektin määränpää muuttui aikataulusyistä. Projekti oli itsessään liian suuri, jolloin aikaa ei vain ollut tarpeeksi käymään se läpi. Projektin tarkoitus muuttui rajapinnan luomiseksi ja projektin saamiseksi tilaan, jossa seuraava voi viedä sitä pidemmälle. Tässä projekti on onnistunut.

Projektissa on kippaava pöytä, joka tyhjentää sen, ja pieni keskus, jota voi muuttaa tarvittaessa. On myös luotu dokumentaatio ja kytkentäkaava, josta seuraava projektia eteenpäin vievä voi katsoa ja muuttaa tarvittaessa. Ideana oli luoda kansio, jossa kaikki tarvittava tieto ja seuraava voi jatkaa ja muuttaa tiedostoja seuraajalle. Ideana oli tehdä helppolukuinen dokumentti seuraavalle työtä edistävälle opiskelijalle ja antaa kaavio, jota tutkia CAD -ohjelmistolla, jotta saadaan täysi ymmärrys kytkennästä. Kytkentä itsessään on sotkuinen, koska monta kaapelia yhdistää riviliittimiä toisiinsa ja riviliittimet on suunniteltu niin, että jokaiselle inputille, outputille ja volttimäärille on oma liitin. Tämä luo paljon sotkua johdoissa.

Liitteessä 1 nähdään kytkentäkaavan kuva. Liitteessä nähdään, miten ohjelmoitavaan logiikkaan M340, jossa DDI:n input -osuudet ja DDO:n output -osuudet ovat linkittyneet riviliittimiin ja nollariviliittimiin, joista instrumentointikaapeli johtaa liittimistä pöydän riviliittimiin ja täältä johdetaan taas laitteisiin.

Output-, Input- ja nolla liittimiin myös johtuu 24 voltia jännitteen muuntokytkimeltä. Taulukosta 1 nähdään input- ja output- kaapelien väri, tarkoitus ja instrumentointikaapelin linkitysnumero. Nähdään myös, mikä output ja input kyseessä on. Tarkennuksena output 5 tuo sylinterin sisään, input 4 on pyörintälaudan sensori, joka havaitsee pyöreän laudan liikkeen. Output 2 on varren 1s3 paineilma sensori, jonka avulla vartta liikutetaan, kuten output 1, joka on 1s4 paineilman sensorille. Nämä outputit liikuttavat vartta, joka siirtää objekteja.

Output 3 on taas imua kontrolloiva signaali, joka laittaa varren imun päälle, jotta objektit pysyisivät kiinni varressa. Output 9 taas toimii varren sisään vievänä signaalina, jolloin paineilma työntää sylinterin takaisin sisään. Input 1 ja 2 toimivat signaaleina, jotka näyttävät varren sen hetkisen sijainnin.

Taulukko 1. Keskusyksikön selite

Input / output riviliin	johto	Tarkoitus	Instrumentointikaapelin numerot
0	pinkki output	Output 5	21
1	harmaa input	Input 4	17
2	kelt output	Output 3	13
3	Vih output	Output 1	11
4	Ru output	Output 2	9
5	Purp output	Output 9	19
6	Vih input	Input 1	7
7	Rus input	Input 2	5
8	Tyhjä		tyhj
9	Val input	tyhj	1
10	Valk pink	24 v	24
11	Valk harm	24 v	23
12	Valk harm	24 v	22
13	Valk pink	24 v	20
14	Tyhjä		
15	Tyhjä		
16	Tyhjä		

17	Tyhjä		15
18	24 V +		Pun johto kyt- kimeltä
19	Rele 11		Pun johto
Nolla riviliittimet			
0		Sylinteri miinus liike nolla	18
1		Sensori nolla	16
2		Imu nolla	14
3		1s4 paineilma nolla	12
4		1s3 nolla pai- neilma	10
5		1s4 nolla	8
6		1s3 nolla	6
7	harmaa rus / pinkki rus	Sylinteri plus nolla	4
8	harmaa rus / pinkki rus	Moottori nolla	2
9	Kytin -24 v	Musta johto kytkimelt	
	Rele A2		3

Taulukossa 2 nähdään pöydän puolen riviliittimien järjestys ja mihin laitteeseen ne on kiinnitetty ja mikä niiden tarkoitus on. Taulukossa on myös instrumentointi kaapelin numero ja niiden alkumääränpää. Taulukon tarkoitus nimellisessä osuudessa nähdään, mihin input tai output osioon keskuksessa riviliitin linkittyy lopullisesti. Erikoisena osana on Rele 14, joka on moottoria kontrolloivan releen johtava osuus itse moottorille.

Taulukko 2. Pöydän riviliittimien selite

Riviliitin	Pöytä	Instrumentointi- kaapelin numero	Tarkoitus
5	tyhjä	1	Tyhä valkoi- nen input
18	Moottori nolla	2	Nolla

3	Mottori ruskea	3	Rele 14
19	Sylinteri plus nolla	4	Nolla
8	1s3 input	5	Input 2
22	1s3 nolla	6	Nolla
9	1s4 input	7	Input 1
23	1s4 nolla	8	Nolla
7	1s3 Output paineilma	9	Output 2
21	1s3 nolla paineilma	10	nolla
6	1s4 paineilma output	11	Output 1
20	1s4 paineilma nolla	12	Nolla
2	Imu output	13	Output 3
17	Imu nolla	14	Nolla
11	Sensori rus	15	24+
24	Sensori sin	16	Nolla
12	Sensori mus	17	Input 4
25	Sylinteri miinus liike nolla	18	Nolla
13	Sylinteri plus Output	19	Output 9
14	tyhjä	20	24+
15	Sylinteri miinus output	21	Output 5
16	tyhjä	22	24+
4	tyhjä	23	24+
0	tyhjä	24	24+

Toisena osiona tuloksia oli dokumentoinnin kirjoitus seuraavalle projektia tekeväälle henkilölle. Liitteessä 2 nähdään dokumentti kokonaisuudessaan. Ideana oli luoda mahdollisimman lyhyt ja selkeä dokumentti, joka toimii selittävänä osiona koodille ja kytkentäkaavalle. Dokumentti koostuu neljästä osuudesta. Osuus yksi on johdanto, jossa kerrotaan dokumentin tarkoitus ja mikä itse projektin tarkoitus on.

Toinen osuus selittää, mitä on tehty käyttäen kytkentäkaavaa ja siihen liittyvien taulukoita. Toinen osuus myös selittää koodin selvittäen kaikki tarvittavat elementit ja ladder -koodin osuudet käydään läpi ja selvitetään kuvien avulla, jotta lukija voi ymmärtää koodin mahdollisimman yksityiskohtaisesti. Koodi itsessään on jaettu moneen eri osuuteen. Varsi_ulos -muuttuja liikuttaa vartta, joka pystyy siirtämään palikoita edestakaisin pyörivältä laudalta ja laittaa muuttujat Air_sensor_1_Varsi_1s4 ja swing_out muuttujat päälle.

Swing_out -muuttuja laittaa Air_sensor_3_imu päälle, Air_sensor_1_Varsi_1s4 pois päältä, resetoi varsi_ulos muuttujan ja laittaa varsi_sisaan muuttujan päälle sekä lopuksi laittaa swing_out muuttujan pois päältä. Tämä koodi laittaa varren imun päälle, jolloin palikka pysyy varressa kiinni ja mahdollistaa varren liikkumisen myöhemmin.

Varsi_sisaan muuttuja laittaa Air_sensor_2_varsi_1s3 muuttujan päälle, joka liikuttaa varren sisään laudan lähelle ja resetoi varsi_sisaan muuttujan ja laittaa seuraavan muuttujan spit päälle. Spit muuttuja laittaa its_a_spin muuttujan päälle, resetoi imu muuttujan, jolloin palikka putoaa laudalle sekä Air_sensor_1 laitetaan päälle ja Air_sensor_2- ja 3 sekä spit muuttujat laitetaan pois päältä. Koodi saa varren laittamaan palikan laudalle ja varsi siirretään pois tieltä. Its_a_spin taas laittaa Force_Spin_Outputin päälle ja lauta liikkuu, kunnes spinSensor laukeaa, kun sensori elin löytää pienen poukaman kiertävästä laudasta ja laudan liikkuminen loppuu.

SpinRestart muuttuja laittaa after_Spin_extract muuttujan aktiiviseksi. Tämän muuttujan tarkoitus on tyhjentää kierrelauta. After_Spin_extract laittaa laittaa Air_Sensor_1 pois päältä ja Air_sensor_2 ja 3 laitetaan päälle, jolloin varsi liikkuu lauta kohti ja imee palikan poistoa varten. Seuraavaksi exit_Strategy muuttuja aktivoituu ja laittaa Air_sensor_2 pois päältä, jolloin Air_sensor_1 voi aktivoitua ja siirtää varren ja palikan pois kiertävältä alustalta. Seuraavaksi spit_Out muuttuja aktivoituu, joka resetoi kaikki Air_sensor muuttujat, jolloin varren liikuttua palikka putoaa pois. Lopuksi its_a_spin muuttuja laitetaan päälle ja kierrelauta liikkuu yhden sensorikierron.

Pöydän tyhjennys koodi, joka vaikuttaa sylinteriin koostuu output signaaleista, jotka kontrolloivat sylinterin plus ja miinusliikettä. Empty_Tray -muuttuja laittaa

sylinter_ylos -outputin päälle, jolloin sylinteri tekee plusliikkeen ja pöytä tekee horisontaalisen liikkeen, jää tähän asentoon ja tyhjentyy. Seruraavaksi tray_Reset -muuttuja lähtee päälle ja sylinteri_sisaan -muuttuja laitetaan päälle ja sylinteri_ulos -resetoituu. Pöytä palautuu normaaliin vaaka asentoon tämän signaalin johdosta.

Dokumentin kolmas osuus käy läpi ideoita tulevaisuudelle. Käydään läpi, että projektiin tulee lisätä objektien keräysosuus, jolloin tyhjennys tapahtuu hallitusti ja palikat voidaan keräyksen jälkeen hallitusti kierrättää takaisin systeemiin. Dokumentti myös selvittää objektien lajittelun tarpeen ja niiden lastauksen, jotta projekti toimisi suljettuna systeeminä. Dokumentti myös käy läpi, mitä lastaus, lajittelu ja kerääminen tarkoittavat, mutta ei kertonut, miten tämä tulisi tehdä. Tämä suunnittelu dokumentin mukaan on jätetty seuraavalle projektia tekeväälle.

4 POHDINTA

Projektin tulokset olivat muutettujen päämäärän mukaiset. Projekti saatiin tehtyä, ja seuraavalle on luotu tarvittava paketti, josta näkee, mitä on tehty ja mihin projekti tulee viedä seuraavaksi. Alkuideana oli saada koko projekti valmiiksi, mutta huomattiin, että projekti on liian suuri ja alkuperäisiä tavoitteita rajattiin.

Projektissa on kumminkin puutteita. Projektista puuttuu hätäseis -painike, joka on erittäin vaarallista. Tämä on seuraavan työstävän henkilön ensimmäinen projektin osuus. Hätäseis -osuuden tulee pystyä lopettamaan kaikki projektin liikkeet. Sylinterin tulee pystyä pysähtymään kaikissa tilanteissa, kuten suuren sylinterin liikkeissä ja pöydän päällä olevien välineiden liikkeissä. Hyvänä ideana olisi saada viestit resetoitumaan kesken liikkeen tai saamalla viestit pois päältä, jotka saavat paineilman kulkemaan. Tämän jälkeen, kun hätäseis resetoidaan, projektin tulisi palata alkuasentoon ja laittaa kaikki inputit ja outputit nollatilaan.

Työn hitsaaminen on myös tarpeeksi hyvä prototyypille, mutta siinä on paljon virheitä ja rumia liitoksia. Tämä johtuu enimmäkseen omasta kokemattomuudesta hitsaamisen suhteen. Kun prototyyppi on valmis ja aloitetaan viimeistä

vaihetta, jossa opetuslaitteet muutetaan kaukotyöstettäväksi, olisi hyvä antaa kokeneen hitsaajan tehdä kehikon hitsaamiset. Olisi myös ollut parempi käyttää pienempää sylinteriä. Tällä hetkellä sylinteri on erittäin suuri ja sylinteriin menevä ilma on säädetty niin pienelle kuin mahdollista. Pienemmällä sylinterillä prototyyppi olisi turvallisempi.

Projektin prototyyppi olisi myös voinut olla pienempi, sillä lopputulos tulee olemaan pienempi kuin prototyyppi. Prototyyppi on myös rakennettu vähemmällä mittaamisella, jolloin lopputulos pitää mitata erittäin tarkasti. Koodi olisi myös ollut hyvä tehdä järkevämmiin. Ideana koodissa oli käyttää järkeviä nimiä elementeille. Nimiin käytettiin englannin kieltä, ja niihin lisättiin vielä, mitä mekaniikkaa ne kontrolloivat. On myös muutama elementti, jotka on nimetty englanniksi, ja kuvailevat, mitä ne tekevät muulla kuin Suomen kielellä, joka voi olla epäselvää suomenkieliselle käyttäjälle. Esimerkiksi `its_a_spin` input elementti pyörittää lankkua, joten se on nimetty työnsä mukaan. Olisi myös ollut parempi kehittää hätäseis-koodi heti alkuun.

Koodi on kumminkin luettava, ja dokumentti, joka on kirjoitettu tulkitsemisen avuksi, toimii koodin ymmärryksessä. Koodin käyttö on muutenkin helppokäyttöinen, koska muutama pääelementti linkittyy toisiinsa, jolloin koko prosessi liikkuu. Onnistuneita asioita koodissa oli myös sen yksinkertaisuus. Ladder-tyylin koodi on yksinkertainen ja tämä näkyy pöydän kippauspuolen koodissa. `Empty_tray` -elementti vaikuttaa kahteen linjaan koodia ja vaikuttaa sylinteriin. Tämä on helppo ja yksinkertainen osuus koodia ja käyttää sylinteriä tarvittavalla tavalla järkevästi.

Uni-Craft corpin rakentamat kallistamispöydät antavat myös ideoita tulevaisuudelle. Turvallisuussyistä olisi hyvä tulevaisuudessa rakentaa projektiin sylinterille suoja. Olisi myös hyvä saada ohjaus Koodipuolen ulkopuolelle erilaisilla nappuloilla.

LÄHTEET

Muthukrishnan, V. 2020. Programmable Logic Controllers (PLCs): Basics, Types & Applications. Electrical 4 U. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.electrical4u.com/programmable-logic-controllers/> [viitattu 15.12.2020].

UNI-Craft Corp. 2021. TILT TABLES Pneumatic or Hydraulic Configurations. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://uni-craftcorp.com/products/tilt-tables/#tab-id-2> [Viitattu 19.4.2021].

UNI-Craft Corp. 2021. Tilt-table-scissor-lift.jpg. Kuva. Saatavissa: <https://uni-craftcorp.com/wp-content/uploads/2014/06/tilt-table-with-scissor-lift.jpg> [Viitattu 21.4.2021]

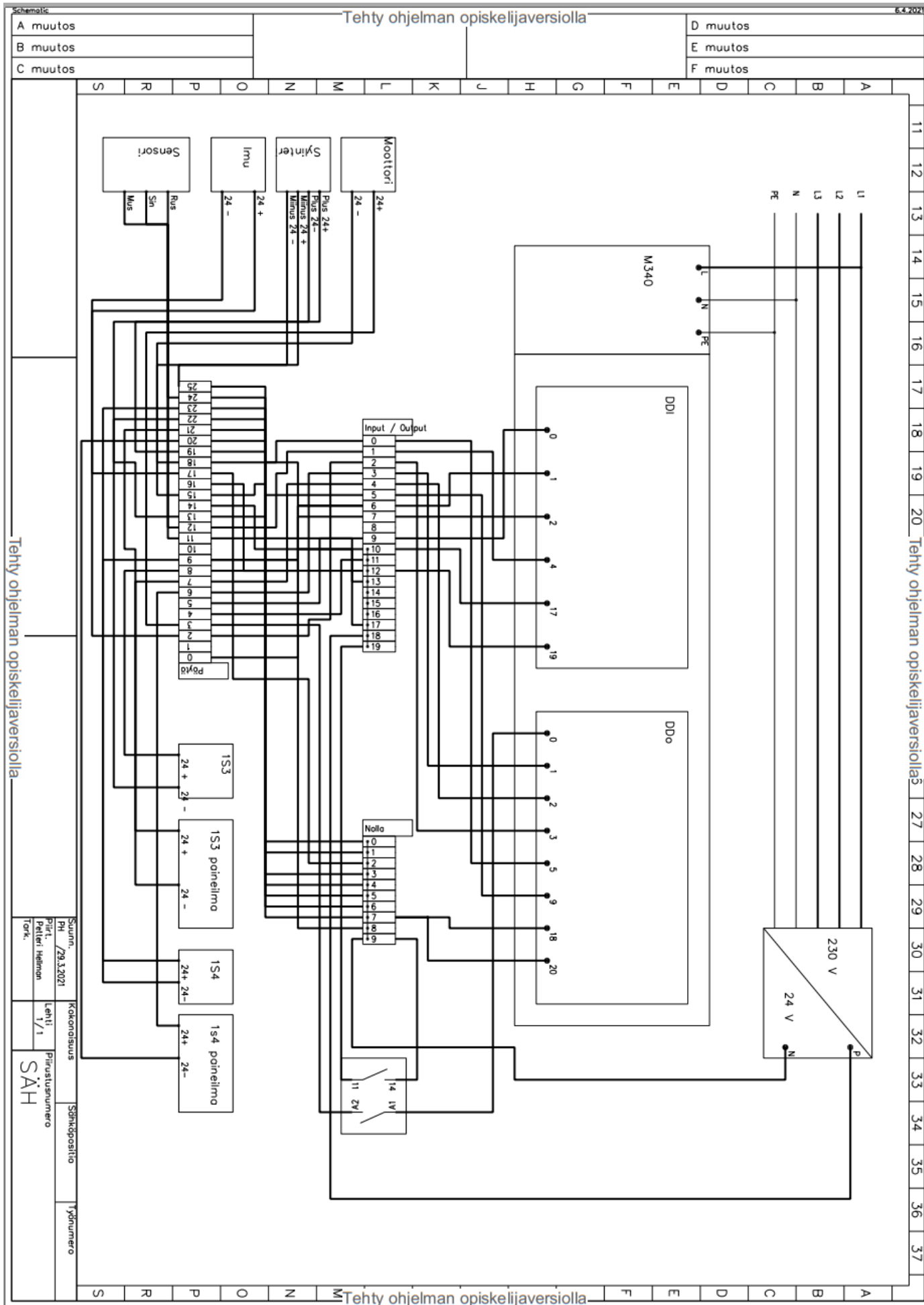
St. Michael S. 2019. Control Automation. Ladder Logic in Programmable Logic Controllers (PLCs). WWW-dokumentti. Saatavissa: [https://control.com/technical-articles/ladder-logic-in-programmable-logic-controllers-plcs/#:~:text=Ladder%20diagram%2C%20bet-ter%20known%20as,PLCs%20\(programmable%20logic%20controllers\).&text=Contacts%20are%20placed%20in%20series,contacts%20and%20normally%20closed%20contacts](https://control.com/technical-articles/ladder-logic-in-programmable-logic-controllers-plcs/#:~:text=Ladder%20diagram%2C%20bet-ter%20known%20as,PLCs%20(programmable%20logic%20controllers).&text=Contacts%20are%20placed%20in%20series,contacts%20and%20normally%20closed%20contacts) [viitattu 12.1.2021].

Lepola P. Ylikangas R. 2016. Hitsaustekniikka ja teräsrakenteet. Helsinki. Sanoma Oy Pro.

Ellman, A. Hautanen J. Järvinen K & Simpura A. 2002. Pneumatiikka. Helsinki. Oy Edita Ab.

Keinänen T. & Sumujärvi M. 2019. Automaatiotekniikka. Helsinki. Sanoma Pro Oy.

LIITTEET



Petteri Hellman STMI17SPA

FESTO AUTOMAATIOKONEIDEN ETÄ- KÄYTÖN RAKENNUS TULEVAISUU- DEN SUUNNITELMA

Suunnitelma

2021



**Kaakkois-Suomen
ammattikorkeakoulu**

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	3
2	MITÄ ON TEHTY.....	3
2.1	KOODI.....	7
3	MITÄ PITÄÄ VIELÄ TEHDÄ.....	10

1 JOHDANTO

Tämän dokumentin tarkoitus on käydä läpi, mitä on tehty Festo laitteiden etätyönmahdollistamisprojektissa ja mitä tulisi tulevaisuudessa tehdä. Projektin tarkoituksena on mahdollistaa Festo koulutusjärjestelmien käyttö täysin etänä. Tämä tarkoittaa, että automaatio koneiden tulee pystyä tyhjentymään, täyttymään ja toimimaan ilman ihmisen toimintaa. Tämä mahdollistetaan rakentamalla esimerkiksi sylinterillä toimiva tyhjennysmenetelmä, joka poistaa objektit pöydältä.

2 MITÄ ON TEHTY

Projektissa on tehty prototyyppi, jossa on tyhjennysmenetelmä sylinterillä ja liikkuvalla pöydällä. Prototyypissä, ohjaavana osana toimii Schneider electricin M340 PLC. Sylinterinä toimii SMC:n Air Cylinder JMB/JMDB $\varnothing 100$. Ideana on tyhjentää pöytä painovoiman avulla. Tässä tilassa ei ole vielä tehty objektien keräämisosaa. Osien liikuttelu tapahtuu paineilman avulla. Pöytään on asennettu Feston laitteita, joiden tarkoitus on toimia testi välineistönä. Näinä laitteina toimivat yksi nostovarsi ja kierrelauta. Johdottaminen on tehty Draka instrumentointikaapeli NOMAK-HF C-Pro 12x2x0,5+0,5, josta löytyy alapuolelta lista, mikä kaapeli johdottuu mihinkin.

Taulukko 1. Ohjauskaapelin selite

Ohjauskaapeli numero	Tarkoitus
1	Valk. Input
2	Nolla
3	Rele ruskea
4	Nolla
5	Rus Input
6	Nolla
7	Vih input
8	Nolla
9	Ru Output
10	nolla
11	Vih output

12	Nolla
13	Kelt Output
14	Nolla
15	24V+
16	Nolla
17	Harmaa Out-put
18	Nolla
19	Purppura out-put 25
20	24V+
21	Pinkki output
22	24V+
23	24V+
24	24V+

Prototyypin kehikko on rakennettu metallisista huonekaluputkista ja akselina toimii ruuvitanko. Kehikko on hitsattu yhteen.

Liitteestä 1 nähdään projektin viimeisin kytkentäkaava. Taulukossa 2 nähdään riviliittimen numero kytkentäkaavasta, johdon väri ja kumpaan moduuliin se on kiinnitetty, sekä liitoksen tarkoitus. Viimeisenä taulukosta näkyy mikä ohjausjohdon numero liittää pöydän riviliittimeen. Taulukosta 3 taas nähdään riviliittimen numero pöydän puolelta, mikä ohjausjohto liittyy siihen, sen tarkoitus ja mihin pöydän laitteista se on johdotettu.

Taulukko 2. Kytkentäkaavan selvitys.

Input / output riviliiniin	johto	Tarkoitus	Johtonumero
0	pinkki output	Output 5	21
1	harmaa input	Input 4	17
2	kelt output	Output 3	13
3	Vih output	Output 1	11
4	Ru output	Output 2	9
5	Purp output	Output 9	19

LIITE 2

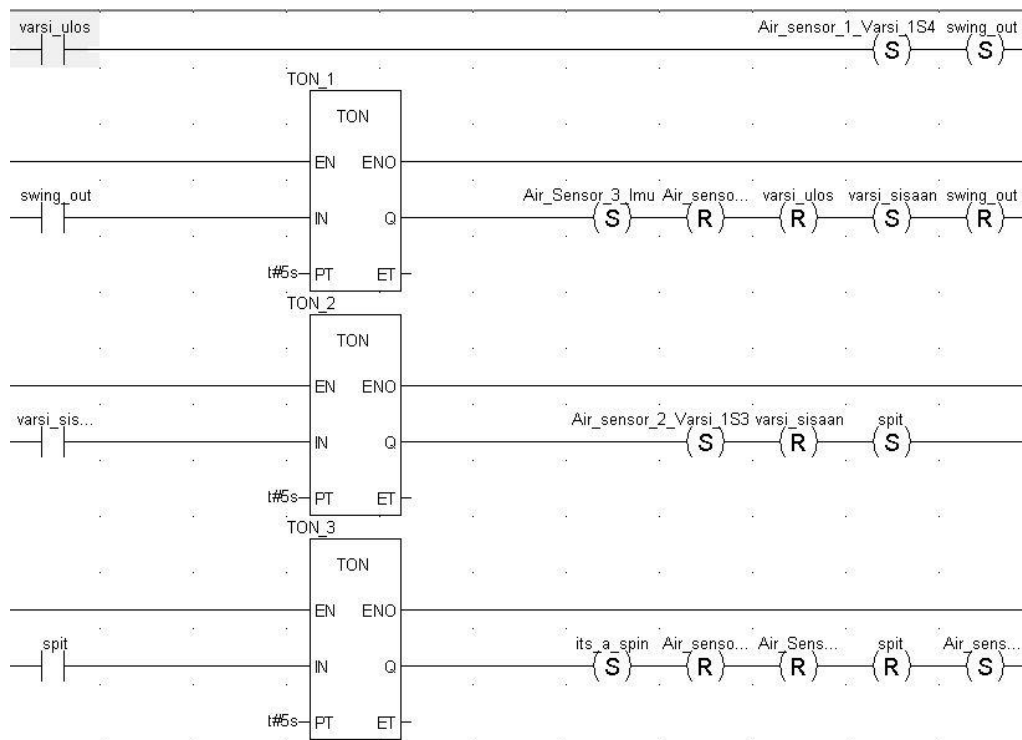
6	Vih input	linput 1	7
7	Rus input	linput 2	5
8	Tyhjä		tyhj
9	Val input	tyhj	1
10	Valk pink	24 v	24
11	Valk harm	24 v	23
12	Valk harm	24 v	22
13	Valk pink	24 v	20
14	Tyhjä		
15	Tyhjä		
16	Tyhjä		
17	Tyhjä		15
18	24 V +		Pun johto kyt- kimeltä
19	Rele 11		Pun johto
Nolla riviliittimet			
0		Sylinteri miinus liike nolla	18
1		Sensori sin	16
2		Imu nolla	14
3		1s4 paineilma nolla	12
4		1s3 nolla pai- neilma	10
5		1s4 nolla	8
6		1s3 nolla	6
7	harmaa rus / pinkki rus	Sylinteri plus nolla	4
8	harmaa rus / pinkki rus	Moottori nolla	2
9	Kytkin -24 v	Musta johto kytkimeltä	
	Rele A2		3

Taulukko 3. Pöydän puolen riviliittimien selite

Riviliittin	Pöytä	Ohjauskaapeli numero	Tarkoitus
5	tyhjä	1	Valk. Input
18	Moottori nolla	2	Nolla
3	Moottori ruskea	3	Rele 14
19	Sylinteri plus nolla	4	Nolla
8	1s3 input	5	Rus Input
22	1s3 nolla	6	Nolla
9	1s4 input	7	Vih input
23	1s4 nolla	8	Nolla
7	1s3 Output paineilma	9	Ru Output
21	1s3 nolla paineilma	10	nolla
6	1s4 paineilma output	11	Vih output
20	1s4 paineilma nolla	12	Nolla
2	Imu output	13	Kelt Output
17	Imu nolla	14	Nolla
11	Sensori rus	15	24+
24	Sensori sin	16	Nolla
12	Sensori mus	17	Harmaa input
25	Sylinteri miinus liike nolla	18	Nolla
13	Sylinteri plus Output	19	Purppura output
14	tyhjä	20	24+
15	Sylinteri miinus output	21	Pinkki output
16	tyhjä	22	24+
4	tyhjä	23	24+
0	tyhjä	24	24+

2.1 KOODI

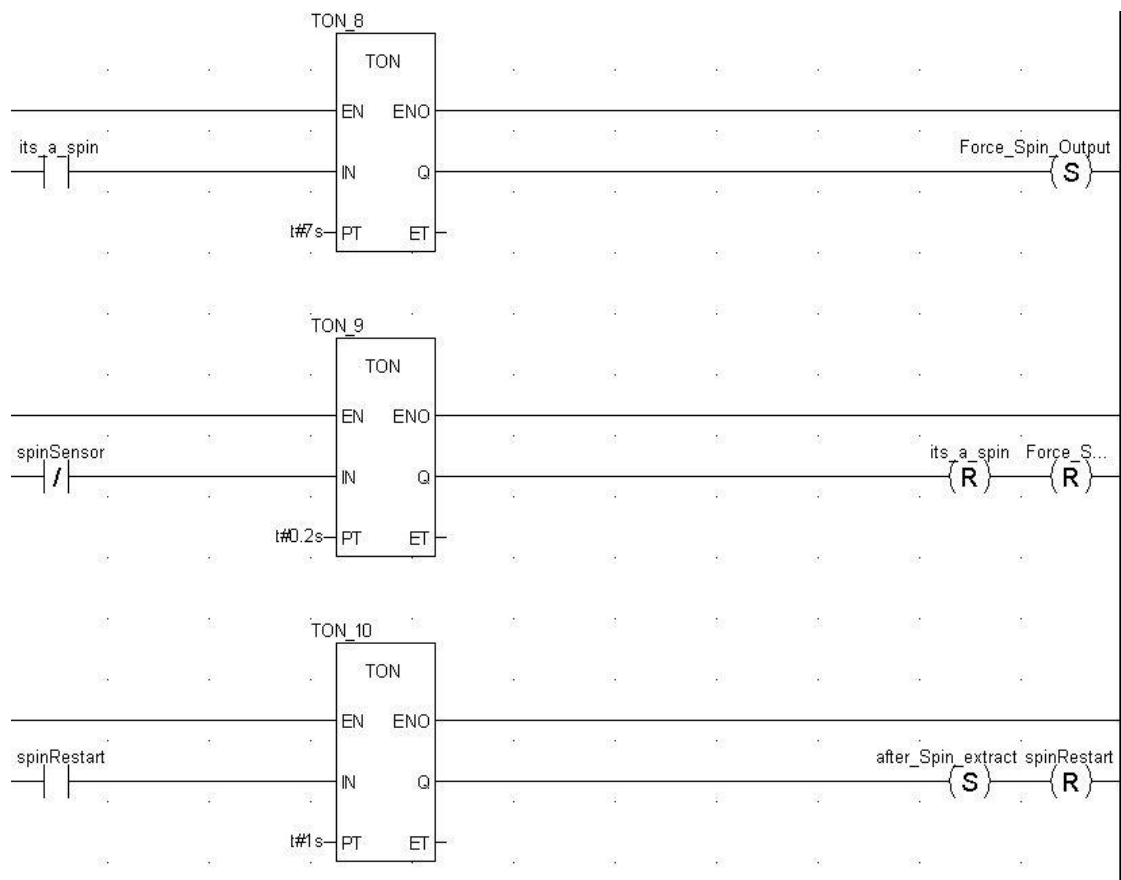
Tämä systeemi on rakennettu niin, että pyörivälle alustalle voidaan lisätä yksi palikka kerrallaan tai poistamaan yksi palikka kerrallaan. Kuvassa 1 nähdään koodin alku, joka vaikuttaa testielementteihin pöydän päällä. Varsi_ulos muuttuja laittaa muuttujat Air_sensor_1_Varsi_1s4 ja swing_out muuttujat päälle. Air_sensor_1 tuo projektin varren ulos, jos se on jostakin syystä muussa asennossa. Swing_out laittaa ajastimen päälle, jolloin Air_sensor_1 lähtee pois päältä, jolloin se voi liikkua myöhemmin. Air_sensor_3_imu lähtee päälle, jolloin objekti kiinnittyy varteen siirtymää varten. Varsi_sisaan muuttuja laitetaan päälle ja Swing_out muuttuja lähtee pois päältä.



Kuva 1. Ensimmäinen koodiosuus.

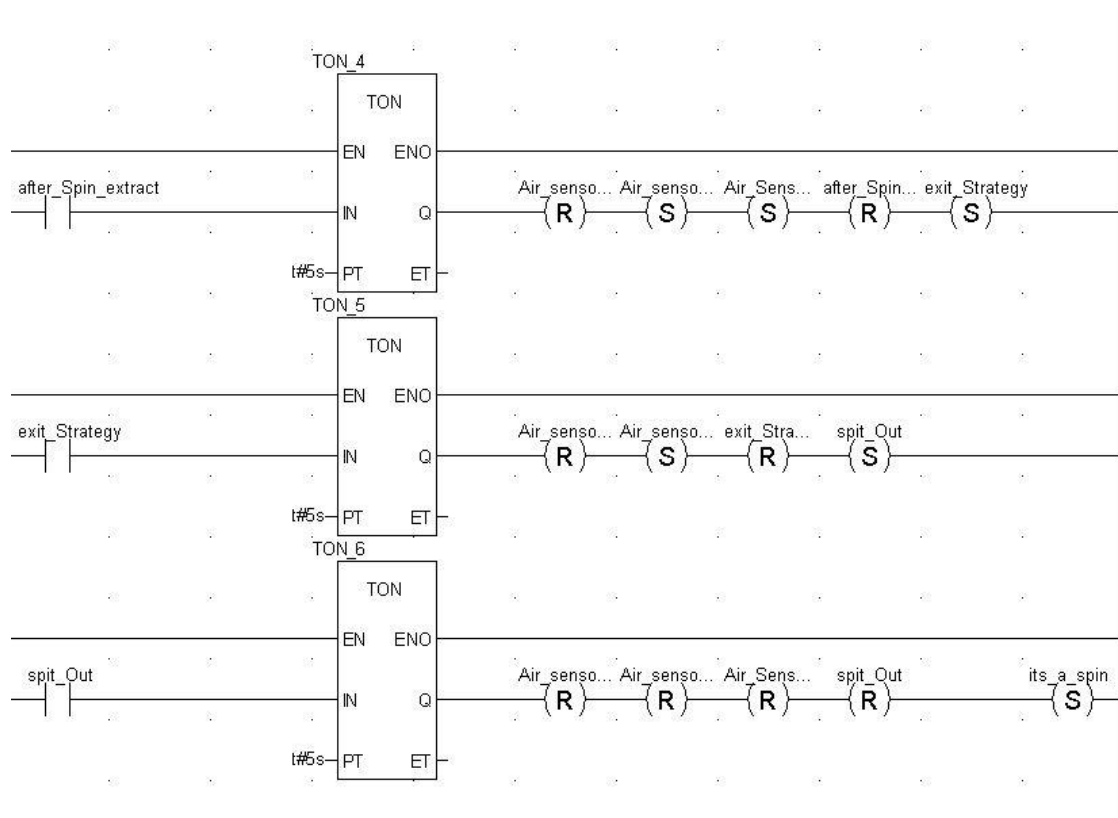
Varsi_sisaan laittaa ajastimen jälkeen Air_sensor_2_varsi_1s3, joka liikuttaa varren liikkuvan kierrelaudan lähelle ja Varsi_sisaan muuttuja resetoituu ja spit muuttuja laitetaan päälle. Tämä muuttuja laittaa 5 sekunnin kuluttua muuttujat its_a_spin ja Air_sensor_1 laitetaan päälle ja Air_sensor_2- ja 3 sekä spit muuttujat laitetaan pois päältä. Lopputulos on, että palikka laitetaan kierrelaudan päälle ja varsi siirtyy pois tieltä. Lopuksi its_a_spin muuttuja laittaa Force_Spin_Output muuttujan päälle, joka pakottaa kierrelaudan liikkumisen,

kunnes laudan sensori laukeaa ja spinSensor muuttuja resetoit aiemmat muuttajat ja pysäyttää laudan, joka nähdään kuvassa 2.



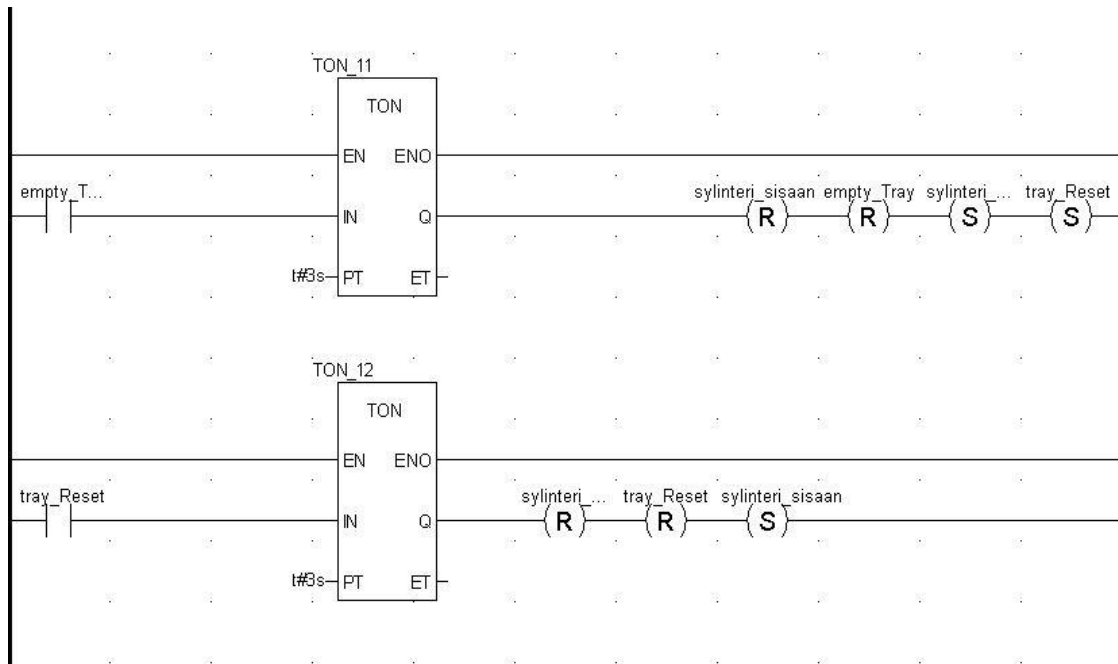
Kuva 2. Kierrelaudan koodi.

Kuvassa 2 nähdään muuttuja spinRestart, joka laittaa kuvan 3 after_Spin_extract muuttujan päälle, jonka tarkoituksena on tyhjentää kierrelautu. After_Spin_extract laittaa Air_Sensor_1 pois päältä ja laittaa Air_Sensor_2- ja 3 päälle, jolloin imu ja ja varsi hakevat objektin laudalta. Tämän jälkeen exit_Strategy muuttuja laittaa Air_Sensor_2:sen pois päältä, jolloin Air_sensor_1 voi siirtää varren ja palikan pois kiertävältä alustalta. Tämän jälkeen spit_Out muuttuja laitetaan päälle, joka ajastimen jälkeen resetoit kaikki Air_sensor muuttujat, jolloin palikka putoaa varresta ja varsi lopettaa liikkumisen. Tämän jälkeen its_a_spin muuttuja lähtee päälle, joka liikuttaa kierrelautu ja mahdollistaa seuraavan palikan poistamisen.



Kuva 3. Objektin poisto koodi.

Kuvassa 4 nähdään koodi pöydän tyhjennys systeemille. Se koostuu Output signaaleista, jotka kontrolloivat sylinterin plus- ja miinusliikettä. Empty_Tray muuttuja laittaa sylinteri_ulos outputin päälle, jolloin sylinteri tekee plusliikkeen ja pöytä liikkuu horisontaaliin asentoon ja tyhjentyy. Tämän jälkeen tray_Reset muuttuja lähtee päälle, jolloin sylinteri_sisaan muuttuja laitetaan päälle ja sylinteri_ulos resetoituu, jolloin pöytä palautuu vaaka asentoon.



Kuva 4. Pöydän tyhjennys koodi.

3 MITÄ PITÄÄ VIELÄ TEHDÄ

Projektiin tulee tehdä vielä objektien keräys osuus, objektien lajitteluosuus sekä objektien lastaus osuus. Objektien keräämiseen ideana voisi olla pleksilasi kehikon rakentaminen pöydälle, jolloin kääntyessä objektit tippuisivat pleksilasille ja siinä olevaan aukkoon, josta ne päätyisivät lajittelevaan osuuteen.

Lajittelevan osuuden tulee pystyä käymään läpi noin neljä eri objektia. Palikka, jossa ei ole päätyä, palikka päädyn kanssa, vääränlainen palikka ja eri materiaalia oleva palikka. Tähän voidaan käyttää sensoreita, jotka näkevät millainen objekti on kyseessä ja erilaiset lajitteluosuudet.

Objektien lastauksella tarkoitetaan palikan liikuttamista lajitteluosuudesta Festo laitteelle. Tämä voi tapahtua robotin avulla, joka nostaa tarvittavan palikan ja laittaa sen automaatiokoneen aloituspisteeseen. Nykyisessä prototyypissä aloituspiste olisi varsi, joka vie objektin pyörivälle alustalle.

LIITTEET

