

Opinnäytetyö AMK

Konetekniikka

2022

Mikko Sillanpää

LASIPULLON  
PUHDISTUSKONEEN  
KÄYTTÖLIITTYMÄN  
KEHITTÄMINEN

Opinnäytetyö AMK | Tiivistelmä

Turun Ammattikorkeakoulu

Konetekniikka

2022 | 36 sivua

Mikko Sillanpää

## Lasipullon puhdistuskoneen käyttöliittymän kehittäminen

Opinnäytetyön tavoitteena oli kehittää uusi käyttöliittymä ja varmuuskopio lasipullon puhdistuskoneelle. Tämän opinnäytetyön toimeksiantajana toimi Orion Oyj.

Työn alussa on teoriaa automaatiojärjestelmistä, jonka jälkeen syvennyttään logiikkaohjelmointiin. Opinnäytetyön pohjana käytettiin nykyisestä logiikasta saatua ohjelmaa. Laitteen toiminta selvitettiin operaattoreiden ja tuotantoinsinöörin kanssa. Tämän jälkeen suunniteltiin helppokäyttöinen käyttöliittymä operaattoreille.

Uusi käyttöliittymä odottaa muutoslupaa varsinaiseen tuotanto käyttöön. Uusi käyttöliittymää on ladattu valmiiksi uuteen operointipäätteeseen ja tullaan ottamaan käyttöön vuoden 2023 puolella. Vanha operointipääte säilytetään hätävaravarmuuskopiona siihen asti, kunnes on todettu uuden käyttöliittymän toimivuus moitteettomaksi.

Asiasanat:

PLC, HMI, Käyttöliittymä, TIA Portal

Bachelor's Thesis | Abstract

Turku University of Applied Sciences

Mechanical Engineering

2022 | 36

Mikko Sillanpää

## Development of the user interface of the glass bottle cleaning machine

The objective of the thesis was to improve the glass cleaning machine HMI user interface and get backup of the glass cleaning machines HMI. This thesis was commissioned by Orion Oyj.

The theoretical part of the thesis discusses automation in general. After that, PLC programming is discussed. The basis for this project was the old PLC backup from the machine. The operation of this machine was shown by operators and production engineers. After this the new easy user interface for the HMI was designed.

The new user interface was downloaded into the new HMI, and it will be put into use year 2023. The change request must be accepted before the testing and the actual production use. The old HMI is kept as an emergency backup until the functionality of the new user interface is found to be perfect.

Keywords:

PLC, HMI, User interface, TIA Portal

# Sisältö

<b>Käytetyt lyhenteet tai sanasto</b>	<b>6</b>
<b>1 Johdanto</b>	<b>7</b>
<b>2 Orion Oyj</b>	<b>8</b>
2.1 Esittely	8
<b>3 Automaatiojärjestelmät teollisuudessa</b>	<b>9</b>
3.1 Siemens PLC-logiikka	10
3.2 Siemensin käyttöliittymä ratkaisut	12
3.3 Logiikkaohjelmointi ja tavat	14
3.4 TIA Portal	18
<b>4 Lasipullon puhdistuskone Tränkner</b>	<b>19</b>
<b>5 Uuden käyttöliittymän toteutus</b>	<b>24</b>
5.1 Taustan selvitystä ja tavoite	24
5.2 Uuden käyttöliittymän suunnittelu ja toteutus	29
<b>6 Yhteenveto</b>	<b>34</b>
<b>Lähteet</b>	<b>35</b>

## Kuvat

Kuva 1. S7-1200-logiikka (Siemens 2022).	11
Kuva 2. Simatic KTP-400 Comfort (Siemens mall industry).	13
Kuva 3. LAD (TIA Portal).	15
Kuva 4. FBD (TIA Portal).	15
Kuva 5. STL (Siemens sivut).	16
Kuva 6. SCL (TIA Portal).	16
Kuva 7. Graph (TIA Portal).	17
Kuva 8. TIA Portal -toiminta (TIA Portal).	18
Kuva 9. Lasipullon puhdistuskone (Orion).	19
Kuva 10. Operointipäätte ja valotolppa.	20
Kuva 11. Laitteen kokonaiskuva.	21
Kuva 12. Puhalluspyörä.	22
Kuva 13. URS -vaatimukset laitteelle.	23
Kuva 14. Väyläkaavio.	25
Kuva 15. Ohjauskaapin komponentit.	26
Kuva 16. Laitteen I/O-lista.	27
Kuva 17. Operointipäätteiden vertailu (TIA Portal).	28
Kuva 18. Käyttäjätasot.	29
Kuva 19. Vanha koti-näkymä.	30
Kuva 20. HMI-muuttajat.	31
Kuva 21. TIA Portal -napin määrittäminen.	32
kuva 22. Uuden käyttöliittymän koti-näkymä.	33

## Taulukot

Taulukko 1 Ohjelmointi kielet	15
-------------------------------	----

## Käytetyt lyhenteet tai sanasto

I/O	Input / Output, sisään- ja ulostulo
PLC	Programmable logic controller, ohjelmoitava logiikka
HMI	Human Machine Interface, Operointipääte
TAG	Muuttuja TIA Portal ohjelmassa
OB	Organization Block, Organisaatio lohko
FB/FC	Function Block, Funktio lohko
CPU	Central Processing Unit, keskusyksikkö
Maint	Huolto-käyttäjä
Admin	Admin-käyttäjä
DCS	Distributed Control System, hajautettujärjestelmä
SCADA	Supervisory Control And Data Acquisition, Valvomojärjestelmä
URS	User Requirements Specification, Käyttäjävaatimukset
IQ	Installation Qualification, Asennus tarkastus
OQ	Operational Qualification, Toiminnallinen Tarkastus

# 1 Johdanto

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli kehittää Orion Oyj:n voide-osaston lasipullon puhdistuskoneen operointipäätteelle uusi käyttöliittymä. Tämänhetkinen käyttöliittymä operointipäätteessä on epäselvä huonoista käänöksistä johtuen sekä monimutkainen nykyisiin tarpeisiin nähden.

Tavoitteena oli kehittää operointipäätteelle uusi käyttöliittymä ja siitä varmuuskopio. Tätä ei siis ollut saatavissa nykyisestä operointipäätteestä. Mikäli laitteen nykyinen operointipääte menisi rikki, laitetta ei todennäköisesti saataisi tuotantokäyttöön.

Opinnäytetyössä käydään läpi automaatiota yleisellä tasolla, josta syvennyttään enemmän operointipäätteen käyttöliittymän (HMI) ja ohjelmoitavan logiikan (PLC) toimintoihin ja ohjelmointiin. Laitteen toiminnallisessa osuudessa käsitellään sen nykyistä toimintaa, jonka jälkeen siirrytään uuden käyttöliittymän kehitysprosessiin. Kehitysprosessista kuvaillaan läpi selvitystyö, suunnittelu ja toteutus. Lopussa esitetään työn tulokset.

## 2 Orion Oyj

### 2.1 Esittely

Orion on kansainvälisillä markkinoilla toimiva suomalainen lääkeyhtiö, joka on toiminut jo yli sadan vuoden ajan. Orion valmistaa, kehittää ja markkinoi ihmis- ja eläinlääkkeitä. Tämän lisäksi Orionin tarjotaan kuuluu myös lääkkeiden vaikuttavat aineet. Orionin lääketutkimuksen ydinalueita ovat neurologiset sairaudet, syöpäsairaudet ja hengityselinsairaudet.

Orionin asiakaspiiri koostuu pääasiassa terveydenhuollon ja sairaanhoidon palveluntuottajista ja ammattilaisista. Asiakkaita ovat muun muassa apteekit, sairaalat ja lääkärit.

Orionin päämarkkina-alue on Suomi, jossa yhtiö on markkinajohtaja. Orionin tuotteita on markkinoilla globaalisti yli 100 maassa, ja konsernin oma ihmislääkkeiden myyntiorganisaatio ulottuu lähes kaikille keskeisille Euroopan markkinoille sekä muutamaankin Kaakkois-Aasian maahan. Muilta osin Orionin tuotteiden myynnin hoitavat useat yhteistyökumppanit. (Orion Oyj.)

### 3 Automaatiojärjestelmät teollisuudessa

Automaatiolla tarkoitetaan teknisten ratkaisujen soveltamista niin, että operaattoreiden tarvitsee olla mahdollisimman vähäisessä vuorovaikutuksessa laitteiden tai koneiden kanssa. Automaatiojärjestelmä mahdollistaa erilaisten laitteiden ja järjestelmien ohjaamista tietokoneilla, jossa yhdistyy mekaanisia ja sähköisiä laitteita. Automaatiojärjestelmällä voidaan ohjata kokonaisia tuotantolinjoja tai vain yksittäisiä koneita. Automaatiojärjestelmä kerää kaikista tapahtumista dataa, jonka perusteella se tekee prosessille määritellyt toimenpiteet. (OAMK 2021.)

Automaatiojärjestelmät koostuvat muuan muassa tiedonhallintayksiköistä, eri tasoista tiedonsiirtoväylistä, valvomo- ja prosessiasemista. Automaatiojärjestelmillä on myös valvomoympäristö, josta prosessia ohjataan ja seurataan. Tämä voi olla joko yksittäinen operointikäyttöliittymä (HMI) tai suurempi valvomoympäristö useammalla näytöllä. (Valmistajat.)

Automaatiojärjestelmiä ovat muun muassa laajempi hajautettu ohjausjärjestelmä (DCS), ohjelmoitava logiikka (PLC) tai valvomojärjestelmä (SCADA). DCS ja SCADA ovat enemmän kokonaisen tehtaan tuotannon tai linjan järjestelmiä eli hieman suurempia kokonaisuuksia. PLC on yleensä pienempiin ohjauksiin tai pieniin ohjauskokonaisuuksiin tarkoitettu. (Valmistajat.)

### 3.1 Siemens PLC-logiikka

PLC eli ohjelmoitava logiikka, joka tulee sanoista Programmable Logic Controller. Kyseessä on siis helposti uudelleen ohjelmoitavissa oleva pieni mikroprosessori, jonka lähtöihin ja tuloihin prosessin laitteista tulee tilatietoja. Prosessin laitteita ovat muun muassa erilaiset anturit, moottorit ja taajuusmuuttajat. Ennen ohjelmoitavia logiikoita käytettiin erilaisia relekytkentöjä, joiden päivittäminen ja korjaaminen oli hankalaa. (Keinänen T.)

Nykyään valmistajia on useita ja ohjelmoitavia logiikkoja on vielä useampia moniin erilaisiin ratkaisuihin. Siemensillä on omia erilaisia PLC ratkaisuja mm. Simatic-sarja. Siemensin ohjelmoitavat logiikat voidaan jakaa karkeasti kolmeen eri kategoriaan:

- Basic PLC
- Advanced PLC
- Micro PLC

Malleilla erot ovat nopeudessa, liitännöjen määrässä ja tehokkuudessa. Kuvan 1 Simatic S7-1200 malli on käytössä opinnäytetyön laitteessa, joka kuuluu micro PLC kategoriaan. S7-1200 mallissa on siis jo valmiiksi integroitu tietty määrä tuloja sekä lähtöjä (I/O). Tähän malliin on kuitenkin tarjolla monia lisämoduuleja, joilla myös I/O määrää on mahdollisuus kasvattaa projektin tarpeen mukaan. S7-1200 logiikkaa on saatavilla viidellä eri prosessorilla (CPU). Niiden erot ovat muun muassa prosessorin tehossa tai integroiduissa I/O:ssa. (S7-1200 manual.)



Kuva 1. S7-1200-logiikka (Siemens 2022).

Logiikoilla on jaksoaika (Scan cycle), eli se kuinka nopeasti logiikka suorittaa yhden kierroksen sille ladatussa ohjelmassa. S7-1200 logiikan jokainen skannausjakso alkaa tulojen ja lähtöjen tilatietojen tarkastamisella. Niiden tiedot tarkastatetaan process imagelta, jonne ne tallennetaan. Tämän jälkeen CPU lukee niiden nykyiset arvot. Kun kierros on mennyt loppuun asti, tiedot päivitetään process imagelle. Logiikka käyttää kyseistä skannausta koko ajan, ja mahdolliset viestit tai ilmoitukset tulkitaan myös jokaisen kierroksen aikana. (Electrical 4 U 2021.)

S7-1200 logiikan scan cycle pyörii sille koodatussa OB-lohkossa. OB tulee sanoista organization block ja tarkoittaa ohjelman päälohkoa. Kyseinen lohko on siis määritelty käsittelemään kierroksen tapahtumat. Kyseisiä OB-lohkoja voi olla useampikin. Esimerkiksi kierroksen keskeytymiselle on oma OB-lohkonsa. CPU:ssa on cyclic interrupt -lohko, jossa se käsittelee sen ohjelmalle tulleet keskeytykset. Kun tapahtuma on käsitelty OB:ssa, kierros jatkuu normaalisti siitä mihin se jäi. (S7-1200 manual.)

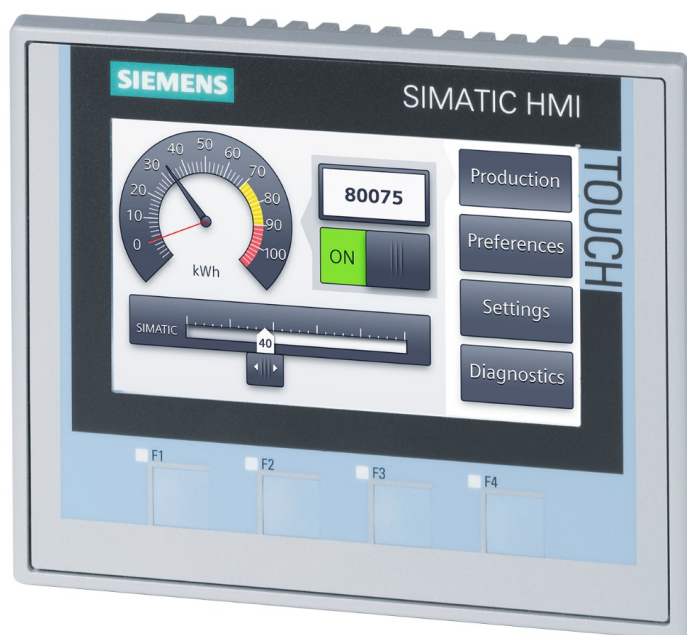
### 3.2 Siemensin käyttöliittymä ratkaisut

Operointikäyttöliittymä toimii ihmisen ja koneen välisenä rajapintana. Tämä tarkoittaa tapaa, jolla ihminen kommunikoi erilaisten laitteiden, verkkosivujen sekä sovellusten kanssa. Operointikäyttöliittymä mahdollistaa sen, että prosessia tai tapahtumaa pystytään kontrolloimaan ja seuraamaan reaaliaikaisesti. (Siemens HMI 2022.)

Lähtökohtaisesti operointikäyttöliittymät suunnitellaan prosessin käyttäjien tarpeiden mukaiseksi. Tavoitteena on siis saada käyttöliittymästä mahdollisimman käyttäjäystävällinen. Hyvän käyttöliittymän täytyy olla looginen ja selkeä. Operaattorin täytyy saada selville mitä mistäkin napista tapahtuu, kun siitä painetaan. Tässä ei voi olla epäselvyyksiä, sillä vuorovaikutus operointipäätteen ja operaattorin välillä täytyy olla mutkatonta. (Siemens HMI 2022.)

Teollisuudessa yleisesti käytetty operointi käyttöliittymä on HMI, joka tulee sanoista Human Machine Interface. Se voi olla kosketusnäyttö, kuten kuvan 2 operointipääte tai perinteisen tietokoneen (PC) näyttö, jota käytetään näppäimistöllä ja hiirellä. On olemassa vaihtoehtoisesti paneeli-pc ratkaisu, johon on integroitu pc. Prosessien haastavuudella ei ole suoranaista yhteyttä operointipäänteen valintaan, mutta suurempi operointipääte sopii monimutkaisempiin ratkaisuihin. Esimerkiksi Siemensillä isommat operointipääntteet ovat kuitenkin tehokkaampia kuin pienet suoritusnopeudeltaan.

Automaatiojärjestelmässä HMI kommunikoi PLC:n kanssa. Keskustelu yhteyden luomiseksi niiden täytyy olla yhteensopivia keskenään. Tämä on yleensä vaivatonta, jos HMI ja PLC ovat samalta valmistajalta. Kommunikaation muodostaminen onnistuu muuan muassa tiedonsiirtoväylien avulla, joita muun muassa ovat Ethernet, Profinet, Profibus tai Modbus. (Inductive automation.)



Kuva 2. Simatic KTP-400 Comfort (Siemens mall industry).

### 3.3 Logiikkaohjelmointi ja tavat

Logiikoiden ohjelmointiin on valmistajilla omat ohjelmansa ja tämä onkin rajannut aikaisemmin asiakkaiden komponentti valintoja. Logiikoiden ohjelmoinnille on kuitenkin olemassa maailmanlaajuinen standardi IEC-61131-3. Kyseinen standardi voidaan jakaa karkeasti kahteen osaan: peruselementteihin ja ohjelmointikieliin. Peruselementteihin luokitellaan datatyypit, muuttujat, tehtävät, resurssit ja konfiguraatio. Datatyyppejä on loputon määrä, mutta niistä yleisimpiä ovat bool, real, word ja integer. (ABB 2022.)

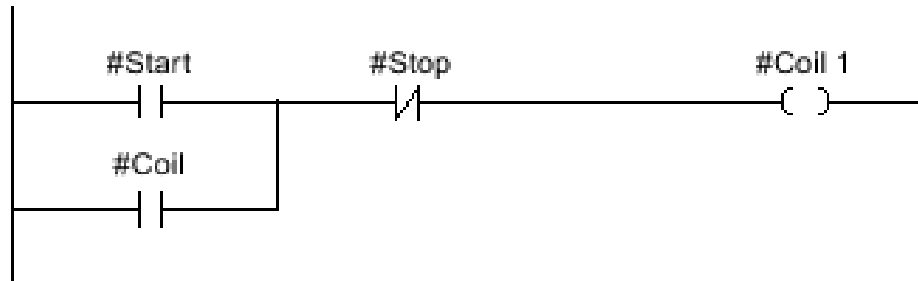
Standardiin määritellyt kielet jaetaan kahteen ryhmään, tekstipohjaisiin ja graafisiin. Tekstipohjaiset ja graafiset on merkitty taulukkoon 1. Näistä kahdesta ryhmästä käytetympi on graafiset kielet. Ne ovat ohjelmoinnissa yksinkertaisempia tehdä ja tulkita. Ne ovat ohjelmointi ominaisuuksiltaan tekstipohjaisia kieliä monipuolisempia. Laskurit ja ajastimet ovat esimerkiksi helpommin ohjelmoitavissa graafisella kielellä. (Watelectronics 2019.)

Valmistajien ei kuitenkaan tarvitse seurata standardin antamia kieliä, mutta niiden seuraaminen helpottaa markkinoilla molempia osapuolia. Esimerkkinä Siemensin TIA Portal ohjelmointi alustalla on hieman erilaiset nimet ohjelmointi kielille kuin standardissa. (taulukko 1).

Taulukko 1 Ohjelmointi kielet

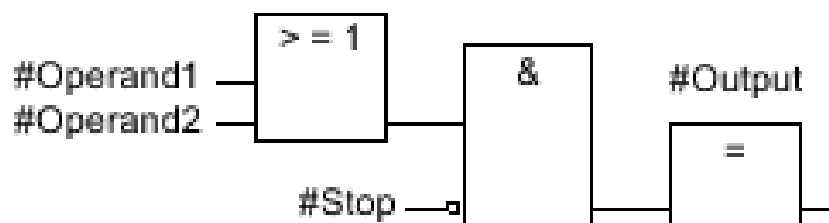
<b>IEC-61131</b>	<b>Siemens TIA Portal</b>
Instruction List (IL, text)	Statement List (STL)
Structured Text (ST, text)	Structured Control Language (SCL)
Ladder Diagram (LD, graff)	Ladder Logic (LAD)
Function Block Diagram (FBD, graff)	Function Block Diagram (FBD)
Sequential Function Chart (SFC, graff)	Graph

Kuvassa 3 esimerkki LAD ohjelmointikielestä TIA Portalissa. Suomeksi puhutaan tikapuukaaviosta. Sen toiminta perustuu piirikaaviomaiseen ulkonäköön.



Kuva 3. LAD (TIA Portal).

Kuvassa 4 Esimerkki FBD ohjelmointikielestä TIA Portalissa. Funktiolohkokaaviona tunnettu aloittelijoille helppona kielenä sen helpon tulkittavuuden ja ymmärrettävyyden puolesta.



Kuva 4. FBD (TIA Portal).

Kuvassa 5 esimerkki STL ohjelmointi kielestä TIA Portalissa. Käskylistana tunnettu kieli on hyvin yksiselitteinen. Jokaisella riville voidaan määrittää vain yksi käsky, jonka CPU sitten suorittaa.

```
//      A      #inVar
      AN      #memVar3
      S      #startDrive
      O      #memVar1
//      O      #memVar2
      O      #stopVar
      R      #startDrive
      A      #startDrive
      =      #outVar
```

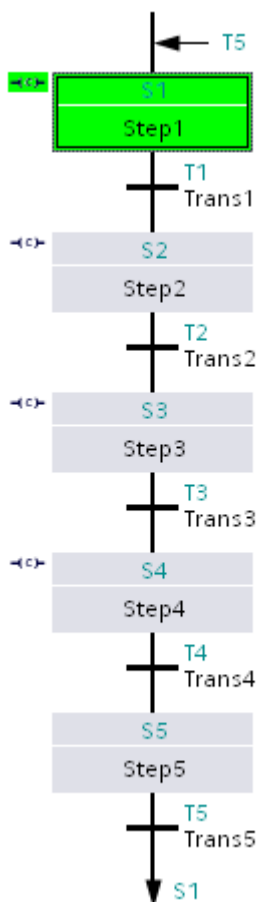
Kuva 5. STL (Siemens sivut).

Kuvassa 6 esimerkki SCL ohjelmointikielestä TIA Portalissa. Se on korkeamman tason ohjelmointikieli.

```
IF "StartPushbutton_Left_S1" OR "StartPushbutton_Right_S3" THEN
  "MOTOR_ON" := 1;
  "MOTOR_OFF" := 0;
END_IF;
```

Kuva 6. SCL (TIA Portal).

Kuva 7 on esimerkki Graph ohjelmointikielestä. Sen toiminta perustuu sekvenssimäisiin askeliin. Kun yksi sekvenssi on saatua suoritettua, siirrytään seuraavaan tai jos sekvenssi ei toteudu, se palautuu todennäköisesti edeltävään vaiheeseen.



Kuva 7. Graph (TIA Portal).

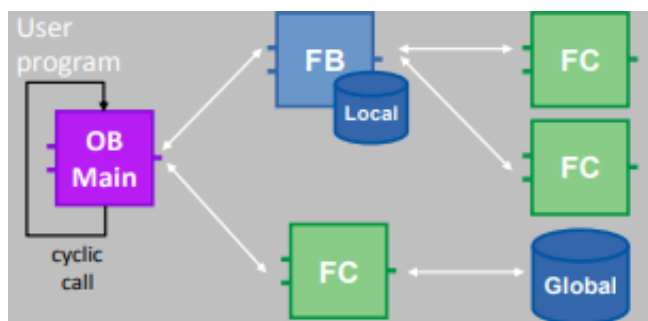
### 3.4 TIA Portal

TIA Portal V11 julkaistiin vuonna 2011 ja kyseessä on ohjelman ensimmäinen versio. TIA-Portal tulee englannin kielen sanoista Totally Integrated Automation Portal. Se on Siemensin ohjelmointi ohjelmisto automaatio suunnitteluun. Siemens on pyrkinyt kehittämään ohjelmiston tehokkaaksi ja vaivattomaksi työkaluksi käyttäjille. (Siemens TIA Portal 2022.)

TIA Portaliin on yhdistetty useampia Siemensin ohjelmointi applikaatioita. Nämä ovat SIMOCODES ES, SIMOTION SCOUT TIA, Simatic STEP 7, Simatic WinCC, SINAMICS Startdrive. Tämän lisäksi TIA Portaliin on saatavilla useampia lisäapplikaatioita, kuten SIMATIC Energy suite tai STEP 7 Safety. Siemens TIA Portal 2022.)

TIA Portalissa ohjelmoidaan erilaisilla ohjelmalohkoilla. Niitä ovat OB, FC, FB sekä DB. Teoriassa koko ohjelma käy OB-lohkon sisällä (Kuva 8). Se huolehtii ohjelman kierrosta, hälytyksistä sekä virheistä. FC- ja FB lohkot ovat funktioblokkeja. Ne ovat samankaltaisia, mutta erona on, että FB-lohkolla on syklinen tietokanta. FC-lohkolla on siis vain paikallisia muuttujia. DB toimii edellä mainittuna syklisenä tietokantana FB-lohkolle.

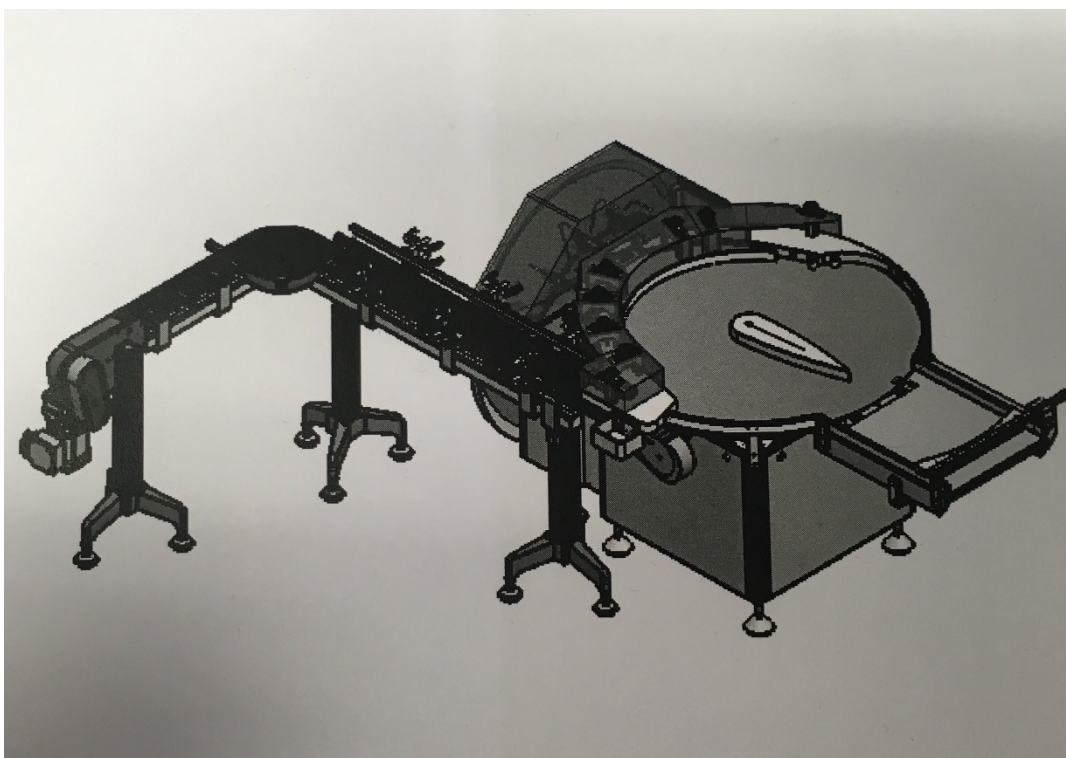
Tässä opinnäytetyössä operoidaan TIA Portal V17 versiossa. TIA Portal tukee kaikkia viittä aiemmin mainittua ohjelmointikieltä, mutta S7-1200 logiikka tukee vain kolmea. S7-1200 logiikka tukee siis LAD, FBD sekä SCL kieliä. (TIA Portal.)



Kuva 8. TIA Portal -toiminta (TIA Portal).

## 4 Lasipullon puhdistuskone Tränkner

Opinnäytetyön kohdelaitteena toimii lasipullokone, jonka Orionille on toimittanut Tränkner GmbH (kuva 9). Laite on yksi osa isompaa voiteen pakkauslinjaa, jonka on puolestaan toimittanut Groninger GmbH.



Kuva 9. Lasipullon puhdistuskone (Orion).

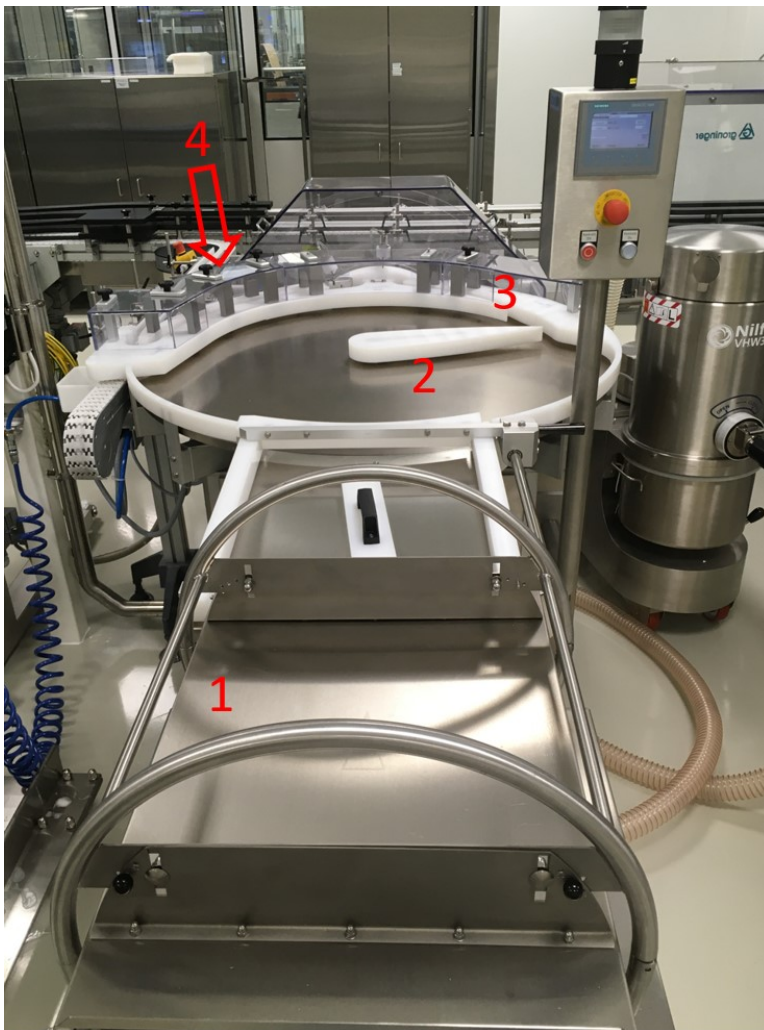
Laitetta käytetään tuntimäärällisesti viikko vuodessa eli se on varsin vähäisessä käytössä, koska suurin osa voiteista pakataan muovipurkkeihin. Pullokojoja laitteella on kaksi ja samoin on myös tuotteita. Laitteella on omat formaatti osansa tuotteille. Esimerkiksi eri kokoiset kaistat pullojen kuljetukselle.

Laite saadaan käyntiin painamalla operointipäätteen alapuolella näkyvää ”control on” nappia (kuva 10). Vieressä on myös ”control off”- nappi, joka puolestaan sammuttaa laitteen. Näiden nappien yläpuolella on laitteen hätäseis. operointipäätteen yläpuolella on valotolppa, jossa on neljä väriä: punainen, vihreä, valkoinen ja keltainen. Punainen vilkkuu kun laitteella on jokin hälytys. Vihreä tarkoittaa että laite käy. Valkoinen palaa aina, jos laitteessa on virrat päällä. Keltainen palaa kun laite odottaa ensimmäiselle anturille pulloa.

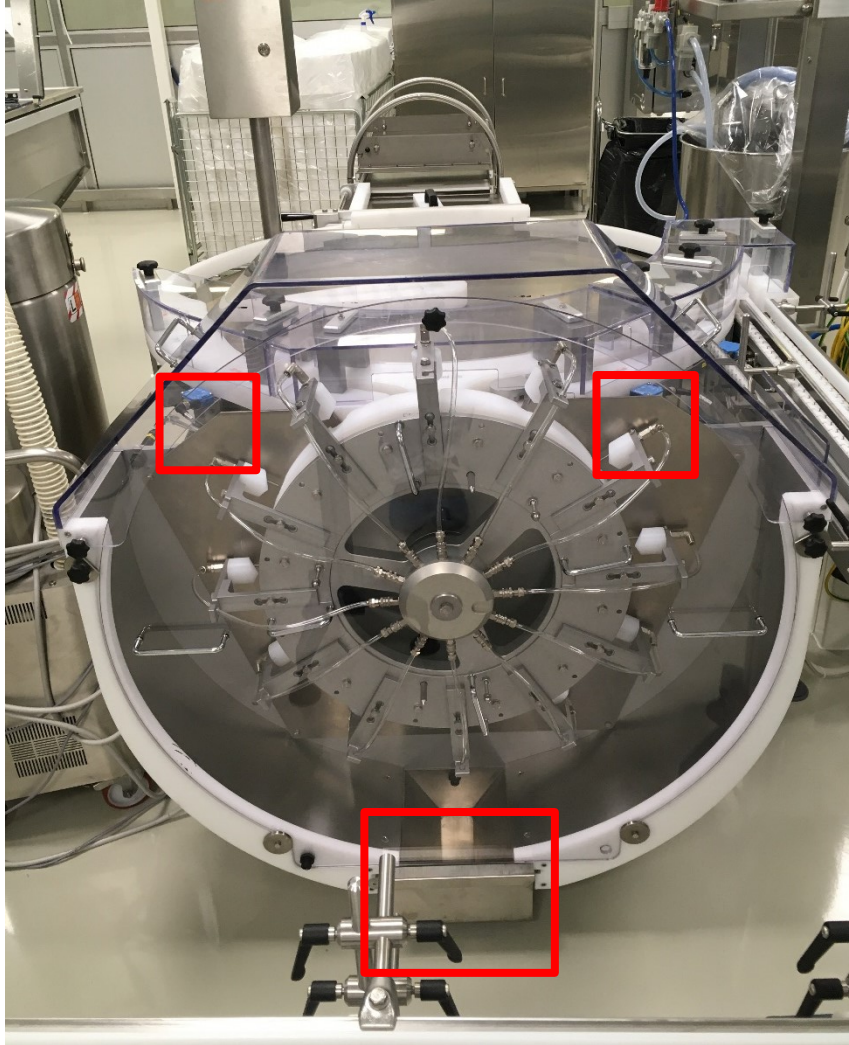


Kuva 10. Operointipäätte ja valotolppa.

Laite (Kuva 11) toimii niin, että syöttöpäätyyn (1) asetetaan lasipullopakkaus, josta pullo työnnetään käsin muovisella työntöpalikalla pyöröpöydälle (2). Pöydälle työnnetään sitä mukaan pulloja, kun sinne mahtuu. Pyöröpöydältä pullo jatkaa kohti puhalluspyörää. Pullo tulee puhalluspyörään kaistalta (3), missä sijaitsee optinen anturi (Kuva 12), joka tunnistaa pulloja ja laskee pullojen lukumäärän. Täyttöön menevällä kaistalla on samanlainen optinen anturi (4). Pullojen lukumäärä ei jää mihinkään talteen, eikä näin tulla tekemään jatkossakaan.



Kuva 11. Laitteen kokonaiskuva.



Kuva 12. Puhalluspyörä.

Puhalluspyörässä on 12 puhalluspillää, jotka paineilman avulla puhaltavat pullot puhtaiksi ennen täyttölinjalle menoa. Puhalluspöydän alhaalla on roskaluukku (kuvassa 12 merkitty), johon kaikki pulloista irronnut mahdollinen lika menee. Koneen vieressä oleva imuri tyhjentää luukun 30 sekunnin välein. Tämän jälkeen pullot kulkevat linjaa pitkin täyttökoneelle, josta jatkavat etiketöintiin ja sieltä pakkaamoon.

Laite on GxP-laite (Good x Practise), eli suomeksi puhutaan hyvät ”mitkä vain”-tavat. Näillä määritellään laitteille jokaisen valmistusvaiheen soveltuvat toimintaperiaatteet. Näiden avulla pyritään varmistamaan parhain mahdollinen laatu kaikkiin tuotteisiin lääketeollisuudessa. Laadun lisäksi valvontaa suoritetaan turvallisuuden varmistavalla tavalla.

Laitteella ei ole omaa URS:ssa. URS tulee sanoista User Requirements Spesification. Sillä määritellään laitteelle – tässä tapauksessa kokonaiselle linjalle – omat vaatimuksensa, jotka sen pitää pystyä suorittamaan. Laitteelle ei on vain muutama vaatimus, liittyen juuri pullojen puhdistukseen. Kun laite ei ole verkossa, sille ei ole datakriittisiä vaatimuksia. Nykyisiä vaatimuksia ei tulla muokkaamaan, sillä laitteen toimittaja ei tule muuttumaan. Päivityksen jälkeen laitteelle määritellyt vaatimukset pitää kuitenkin saavuttaa.

Kuvassa 13 nähdään laitteeseen kohdistuneet vaatimukset. Ensimmäisenä vaatimuksena on, että lasipullojen täytyy olla ylösalaisin, kun ne puhdistetaan paineilmalla. Toisena vaatimuksena on, että puhdistuksessa käytettävää paineilmaa pitää pystyä säätämään. Sellaisia muutoksia ei ohjelmaan tai laitteeseen tehdä, että nämä vaatimukset eivät täytyisi.

R2.2.1-50	Glass bottles must be cleaned with compressed air in upside down position before use.	1	T	Sup
R2.2.1-60	There must be a control for compressed air supply at glass bottle cleaning.	1	T	Sup

Kuva 13. URS -vaatimukset laitteelle.

## 5 Uuden käyttöliittymän toteutus

### 5.1 Taustan selvitystä ja tavoite

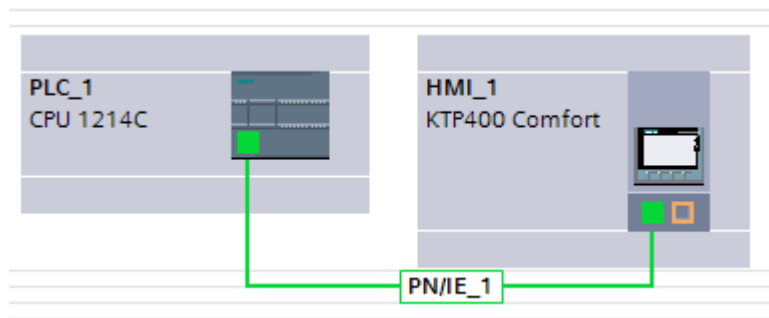
Työn tavoitteena oli saada varmuuskopio operointipäätteen käyttöliittymästä. Siemensin laitteilla varmuuskopiot otetaan erikseen operointipäätteestä ja logiikasta. Itse logiikan varmuuskopio oli jo saatu ladattua, mutta tämä oli saksaksi. Operointipäätteestä ei ollut kuitenkaan mahdollista saada varmuuskopiota. Vanha toimittaja oli jättänyt CD-levylle varmuuskopion operointipäätteestä, mutta se oli suojattu eikä sitä saatu auki. Tämän vuoksi operointipäätteen ohjelma suunniteltiin ja toteutettiin kokonaan uudelleen.

Työ aloitettiin kaiken mahdollisen datan etsimisellä ja itse laitteeseen tutustumisella. Laite on tullut tehtaalta vuonna 2017, joten komponenteilla on vielä runsaasti elinkaarta jäljellä. Paikallisesta arkistosta löytyi laitteen IQ/OQ-dokumentit ja yleinen dokumenttikansio, joka sisälsi mm. käyttöohjeen sekä varaosalistan. Kun laitteen toimintaan ja sen dokumentteihin oli tutustuttu, aloitettiin operaattoreiden kanssa yhteistyö uudesta käyttöliittymästä.

Laitteen nykyinen toiminta selvitettiin yhdessä operaattoreiden ja osastonsinöörien kanssa. Laitetta käytiin testaamassa, ja katsomassa kaikki operointipäätteen nykyiset näkymät. Vanhoissa näkymissä käännökset oli tehty hyvin epäselvästi, joten tahtotilana oli saada niistä selkeämmät uudelle käyttöliittymälle.

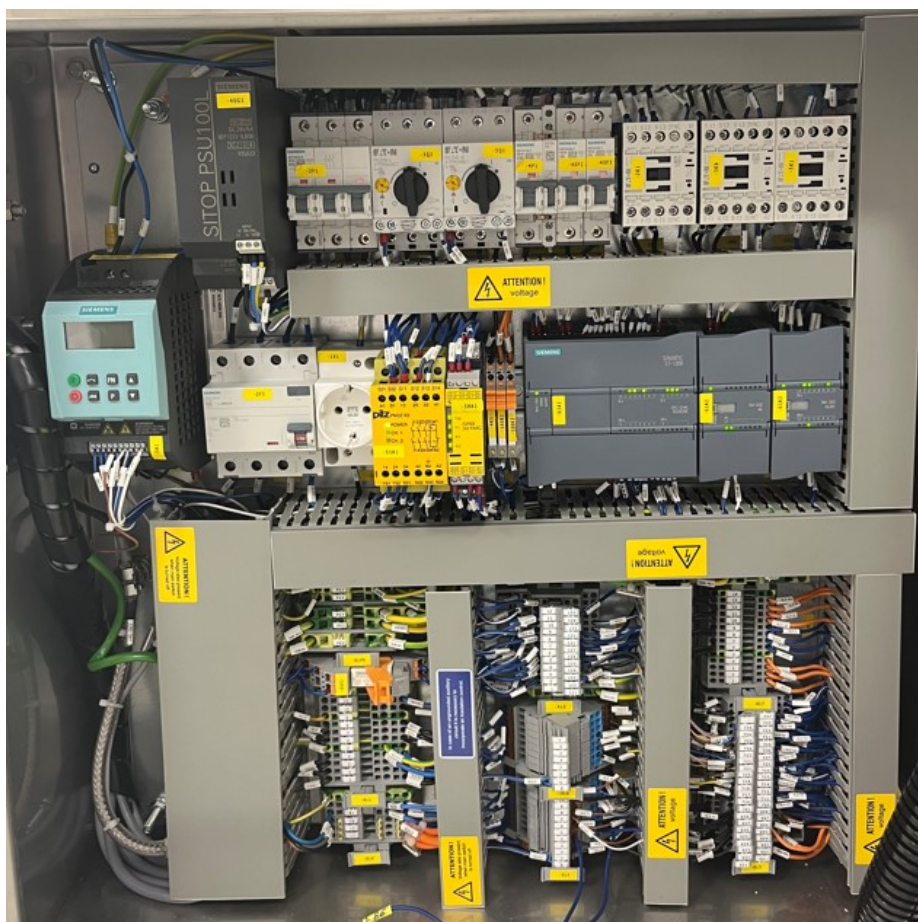
Nykyisestä käyttöliittymässä oli maint-käyttäjätaso. Maint eli huoltokäyttäjän tunnukset löytyivät laitteen kansiosta. Maint-tunnuksilla kirjautuminen onnistui, mutta sillä ei ollut pääsyä kaikkiin olemassa oleviin näkymiin, eikä se voinut sulkea runtimea eli itse ohjelmaa. Runtime saatiin suljettua, kun operointipäätte käynnistettiin uudelleen ja asetukset avattiin ennen ohjelman alkamista. Mitään muita käyttöoikeuksia sille ei ollut määritelty ohjelmointivaiheessa.

Vaikka laite on osa isompaa kokonaisuutta, se ei keskustele muun linjan kanssa, eli se ei ole missään väylässä. Ainoa yhteys linjalla ja laitteella on hätäseispiiri, johon koko linja on liitetty. Muuten logiikka keskustelee operointipäätteen kanssa Profinetin kautta (kuva 14).



Kuva 14. Väyläkaavio.

Laitteen ohjauskaapin sisältö kuvassa 15. Alimmilla riveillä on riviliittimiä, joista vasemmalta katsoen reunimmaisesta antureiden kaapelointi on johdatettu. Tämä tarkoittaa siis tulo- ja lähtötietojen johdatuksia. Niiden yläpuolella on oikealta katsottuna itse laitteen logiikka S7-1200 ja sen lisäksi I/O- moduulit. Siitä seuraavina on turvareleet, jotka ovat hätäseispysähdyksille. Aivan vasemmassa reunassa on laitteen moottorin 0.375 KW taajuusmuuttaja. Sille ei tehdä muutoksia, joten taajuusmuuttajan parametreja ei tarvitse muuttaa. Taajuusmuuttajan yläpuolella on logiikalle virtalähde.



Kuva 15. Ohjauskaapin komponentit.

Logiikan ohjelma oli saksaksi, joka toi omat haasteensa ohjelman tulkitsemiseen. Laitteen sähkökuvista oli kuitenkin kaksi versiota, englanninkielinen ja saksankielinen. Sähkökuvien perusteella laitteen kaikki nykyiset I/O:t saatiin selville. Tämä auttaa selvittämään, millaisia toimintoja nykyinen ohjelma pitää sisällään. Kuvien perusteella tehtiin lista kaikista tulo- ja lähtötiedoista (Kuva 16). Tulojen ja lähtöjen saksankieliset nimet säilytettiin kuitenkin ohjelman kommentti puolella, jotta pystytään tulkitsemaan mitä tapahtuu missäkin lohossa, ja auttaa ongelman selvittämisissä.

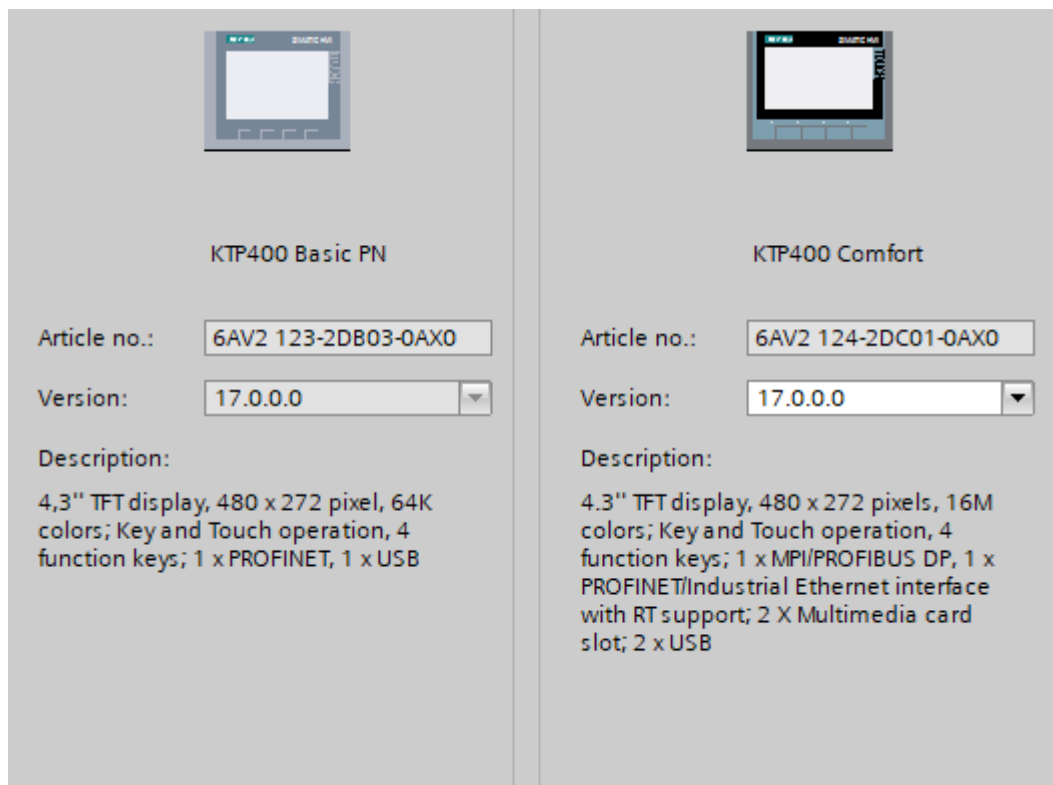
DI	Control on	DO	station ready
DI	Motorprotection FC Wheel	DO	valve blow out wheel
DI	Fuse Ionisaton	DO	blow out dustroom basin
DI	Alarm FC wheel	DO	option ionisation
DI	Motorprotection Distributor	DO	general failure
DI	Pressure switch	DO	signal lights white
DI	Emergency stop	DO	signal lights green
DI	Emergency stop machine	DO	signal lights yellow
DI	Hood closed	DO	signal lights red
DI	cover closed	DO	emergency stop fc wheel
DI	drawer closed	DO	distributor
DI	Distributor movimot ready	DO	plug vacuum cleaner
DI	monitoring vacuum cleaner	DO	enebale fc wheel
DI	light sensor inlet min-jam		
DI	light sensor outlet max-jam	AI	-
DI	no overload coupling	AI	-
DI	light sensor count product	AO	Set value FC wheel
DI	signal empty line	AO	Set value FC wheel
DI	belt running machine on		

Kuva 16. Laitteen I/O-lista.

Ohjelman vanha versio oli TIA Portal V14 ja nyt se päivitettiin V17 eli uusimpaan versioon. PLC ja HMI tukevat uutta ohjelma versiota ja sen päivittäminen onnistuu TIA Portal yhteyden puolesta vaivattomasti.

Ohjelmapuolella nousi myös esille ominaisuuksia, joita alkuperäinen toimittaja oli lisännyt. Ohjelman mukaan laitteella olisi kaksi ionisaattoria, joita ei todellisuudessa kuitenkaan ole. Nämä ovat todennäköisesti olleet mahdollista saada tilausvaiheessa. Tälle laitteelle ei ole siis nähty tarvetta kahdelle ionisaattorille. Ohjelman muuttujalistalta käytiin I/O:en lisäksi muut mahdolliset muuttujat. Käännösprosessissa omat haasteensa teki se, että aikaisemmin ohjelmalla on ollut kaksi eri koodaajaa. Todennäköisesti koodaaja on vaihtunut kesken, sillä hätäseis lohkoja on kaksi lähes samanlaista.

Uudeksi operointipäätteeksi valikoitui KTP 400 comfort. Se on samankokoinen kuin edellinen KTP 400 basic. Operointipäätteillä itsessään ei ole kovinkaan suurta eroa ja molemmat ovat yhteensopivia S7-1200 logiikan kanssa. Comfort mallissa on vain useampi liitäntä sekä kommunikointi mahdollisuus (kuva 17).

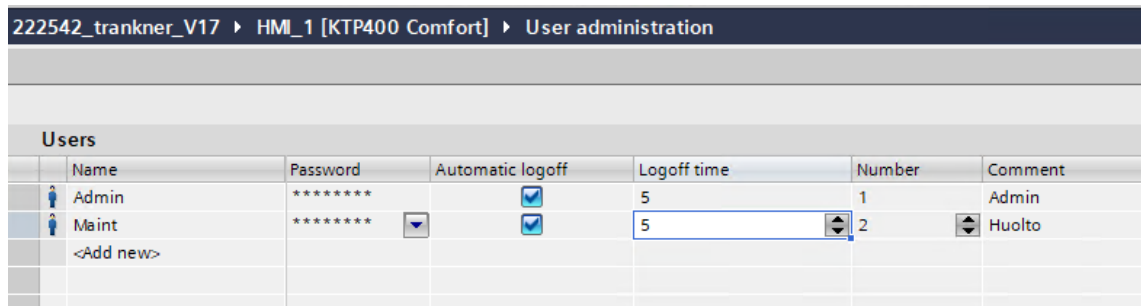


Kuva 17. Operointipäätteiden vertailu (TIA Portal).

## 5.2 Uuden käyttöliittymän suunnittelu ja toteutus

Uutta käyttöliittymää lähdettiin toteuttamaan sillä ajatuksella, että se tehdään mahdollisimman käyttäjäystävälliseksi. Kaikki ylimääräiset näkymät mitä ei laitteen peruskäytössä tarvitse, laitettiin käyttäjätasojen taakse tai poistettiin kokonaan.

Käyttäjätasoiksi valikoitiin maint ja admin (kuva 18). Maint-tunnuksille annettiin parametrien luku ja muokkausoikeus, mutta runtimesta se ei pääse poistumaan. Tämä oikeus jätettiin vain admin käyttäjätasolle. Laite ei ole verkossa, joten kyseessä on paikalliset tunnukset. Laite tullaan kuitenkin tulevaisuudessa laittamaan kiinni verkkoon, jotta mahdollistetaan etäyhteyden luominen laitteeseen. Tämä helpottaa mahdollisten vika tilanteiden ja ongelmien ratkaisemista. Laitteen käyttöä varten käyttäjällä ei tarvitse olla kirjautuneena. Paikalliset käyttäjät on luotu vain niille tarkoitetuille tehtäville, eikä niitä anneta yleiseen käyttöön operaattoreille.

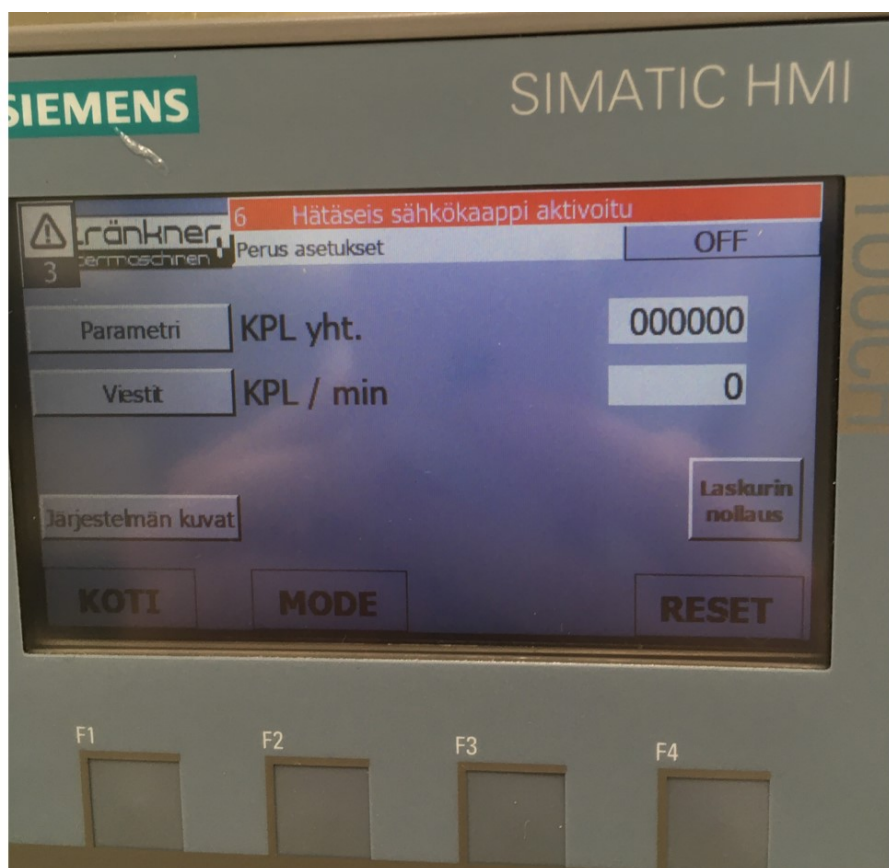


The screenshot shows a web interface for user administration. The breadcrumb path is "222542\_trankner\_V17 > HMI\_1 [KTP400 Comfort] > User administration". Below the breadcrumb is a table titled "Users" with the following columns: Name, Password, Automatic logoff, Logoff time, Number, and Comment. There are two rows of users: "Admin" and "Maint". The "Admin" row has a password of "\*\*\*\*\*", "Automatic logoff" checked, a logoff time of "5", a number of "1", and a comment of "Admin". The "Maint" row has a password of "\*\*\*\*\*", "Automatic logoff" checked, a logoff time of "5", a number of "2", and a comment of "Huolto". There is also a row with "<Add new>" in the Name column.

222542_trankner_V17 > HMI_1 [KTP400 Comfort] > User administration						
Users						
	Name	Password	Automatic logoff	Logoff time	Number	Comment
	Admin	*****	<input checked="" type="checkbox"/>	5	1	Admin
	Maint	*****	<input checked="" type="checkbox"/>	5	2	Huolto
	<Add new>					

Kuva 18. Käyttäjätasot.

Vanhassa näkymässä (Kuva 19) olleet laskurit jätettiin kokonaan pois näkymältä, koska pullojen määrä ei jää talteen, eikä kyseistä dataa tarvita mihinkään. Samoin laskurin nollaus nappula jätettiin pois. Järjestelmän kuvat- painike oli hyvin harhaanjohtava, sillä sen takaa ei todellisuudessa löytynyt kuvia. Sen sijaan painikkeen takaa saatiin tulojen ja lähtöjen tilatiedot, laitteen nimi ja ohjelmaan templaatista jääneitä "offline"- painikkeita. Kyseisistä painikkeista ei päässyt uuteen näkymään, eikä niistä tapahtunut mitään. Nämä jätettiin pois uudessa näkymässä.



Kuva 19. Vanha koti-näkymä.

Jokainen HMI muuttuja tuotiin kopiona logiikan puolelta HMI muuttujalistalle (kuva 20), jotta niiden välinen vuorovaikutus toimii. Sen voi tehdä myös manuaalisesti, mutta tällä väärän muuttujan määrittäminen minimoidaan. HMI muuttujalle pitää aina määrittää logiikan puolelta muuttuja. Poikkeuksena on kuitenkin HMI paikalliset muuttujat, joiden ei tarvitse löytyä logiikan puolelta. Muuttuja voi tässä kohtaa olla jokin I/O tai muu vastaava. Kun oikea muuttuja saadaan liitettyä oikeaan nappiin, ohjelma toteutuu/toimii normaalisti

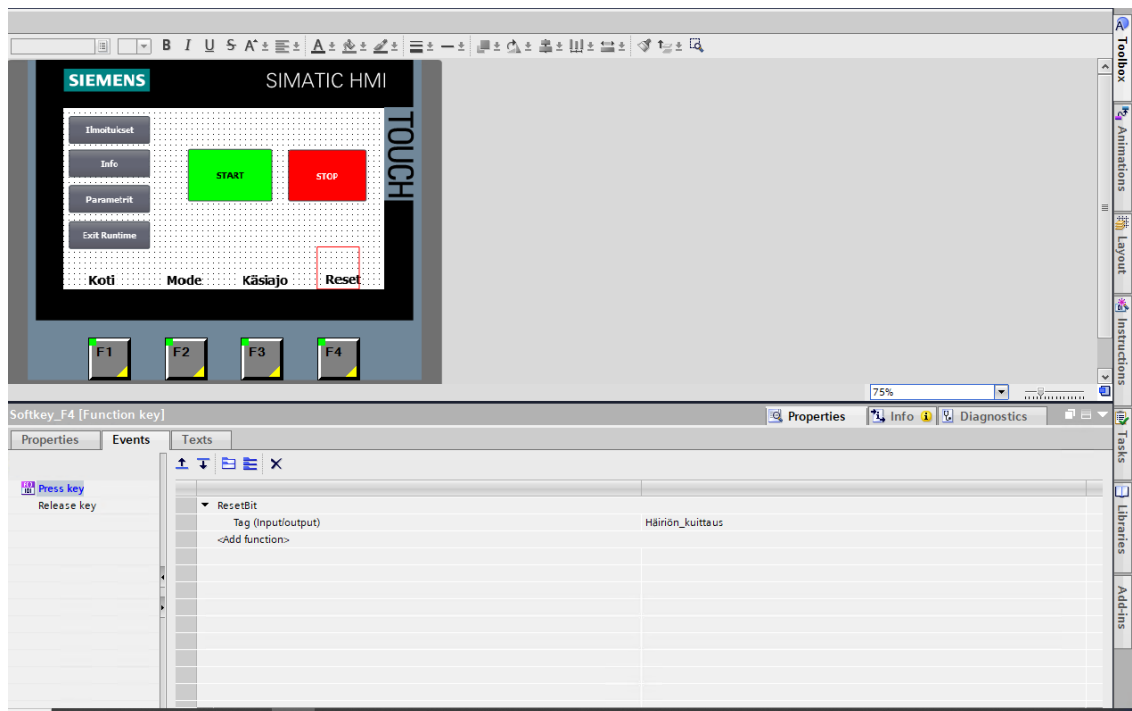
222542\_trankner\_V17 ▶ HMI\_1 [KTP400 Comfort] ▶ HMI tags ▶ Default tag table [46]

Default tag table

Name	Data type	Connection	PLC name	PLC tag	Address
Häiriön_kuittaus	Bool	HMI_Connectio...	PLC_1	Häiriön_kuittaus	
Hätäseis_	Bool	HMI_Connectio...	PLC_1	DI_Hätäseis_SK	
Hätäseis_2	Bool	HMI_Connectio...	PLC_1	DI_Hätäseis_2	
HMI_BOOL_HMI_AUTO_AKTIV/...	Bool	HMI_Connectio...	PLC_1	HMI_BOOL*HMI_AUTO_...	
HMI_BOOL_HMI_BA_AUTO	Bool	HMI_Connectio...	PLC_1	HMI_BOOL.HMI_BA_AUTO	
HMI_BOOL_HMI_BA_HAND	Bool	HMI_Connectio...	PLC_1	HMI_BOOL.HMI_BA_HAND	
HMI_BOOL_HMI_BA_INITIAL_P...	Bool	HMI_Connectio...	PLC_1	HMI_BOOL.HMI_BA_INITI...	
HMI_BOOL_HMI_BA_JOG	Bool	HMI_Connectio...	PLC_1	HMI_BOOL.HMI_BA_JOG	
HMI_BOOL_HMI_BA_OFF	Bool	HMI_Connectio...	PLC_1	HMI_BOOL.HMI_BA_OFF	
HMI_BOOL_HMI_BA_SET_UP	Bool	HMI_Connectio...	PLC_1	HMI_BOOL.HMI_BA_SET_...	
HMI_BOOL_HMI_FAULT_ACTIVE	Bool	HMI_Connectio...	PLC_1	HMI_BOOL.HMI_FAULT_...	
HMI_BOOL_HMI_FLTIEI CR	Bool	HMI_Connectio...	PLC_1	HMI_BOOL*HMI_FLTIEI CR*	
HMI_BOOL_HMI_GS_OK/ EI CR	Bool	HMI_Connectio...	PLC_1	HMI_BOOL*HMI_GS_OK/...	
HMI_BOOL_HMI_GSFahrt_AKTI...	Bool	HMI_Connectio...	PLC_1	HMI_BOOL*HMI_GSFahrt...	
HMI_BOOL_HMI_HOMERUN_A...	Bool	HMI_Connectio...	PLC_1	HMI_BOOL*HMI_HOMER...	
HMI_BOOL_HMI_M_JST_EIN	Bool	HMI_Connectio...	PLC_1	HMI_BOOL.HMI_M_JST_EIN	
HMI_BOOL_HMI_RESET_COUNT...	Bool	HMI_Connectio...	PLC_1	HMI_BOOL.HMI_RESET_C...	
HMI_BOOL_HMI_TIPPEN_AKTIV...	Bool	HMI_Connectio...	PLC_1	HMI_BOOL*HMI_TIPPEN_...	
HMI_BOOL_HMI_VIS_ANZ_GS_...	Bool	HMI_Connectio...	PLC_1	HMI_BOOL.HMI_VIS_ANZ...	
HMI_BOOL_HMI_WARNUNG_A...	Bool	HMI_Connectio...	PLC_1	HMI_BOOL*HMI_WARNU...	
HMI_BOOL_MANUAL_HMI_AN...	Bool	HMI_Connectio...	PLC_1	HMI_BOOL_MANUAL*H...	
HMI_BOOL_MANUAL_HMI_BE...	Bool	HMI_Connectio...	PLC_1	HMI_BOOL_MANUAL.HM...	
HMI_BOOL_MANUAL_HMI_EN...	Bool	HMI_Connectio...	PLC_1	HMI_BOOL_MANUAL.HM...	
HMI_BOOL_MANUAL_HMI_Ioni...	Bool	HMI_Connectio...	PLC_1	HMI_BOOL_MANUAL.HM...	
HMI_BOOL_MANUAL_HMI_Ioni...	Bool	HMI_Connectio...	PLC_1	HMI_BOOL_MANUAL.HM...	
HMI_BOOL_MANUAL_HMI_Ma...	Bool	HMI_Connectio...	PLC_1	HMI_BOOL_MANUAL.HM...	
HMI_BOOL_MANUAL_HMI_Ste...	Bool	HMI_Connectio...	PLC_1	HMI_BOOL_MANUAL.HM...	
HMI_BOOL_MANUAL_HMI_Ven...	Bool	HMI_Connectio...	PLC_1	HMI_BOOL_MANUAL.HM...	
HMI_BOOL_MANUAL_HMI_Ven...	Bool	HMI_Connectio...	PLC_1	HMI_BOOL_MANUAL.HM...	
HMI_BOOL_MANUAL_HMI_VIS...	Bool	HMI_Connectio...	PLC_1	HMI_BOOL_MANUAL.HM...	
HMI_DATA_ARVOT_HIM_TIME_...	Dint	HMI_Connectio...	PLC_1	HMI_DATA_ARVOT.HIM_...	

Kuva 20. HMI-muuttujat.

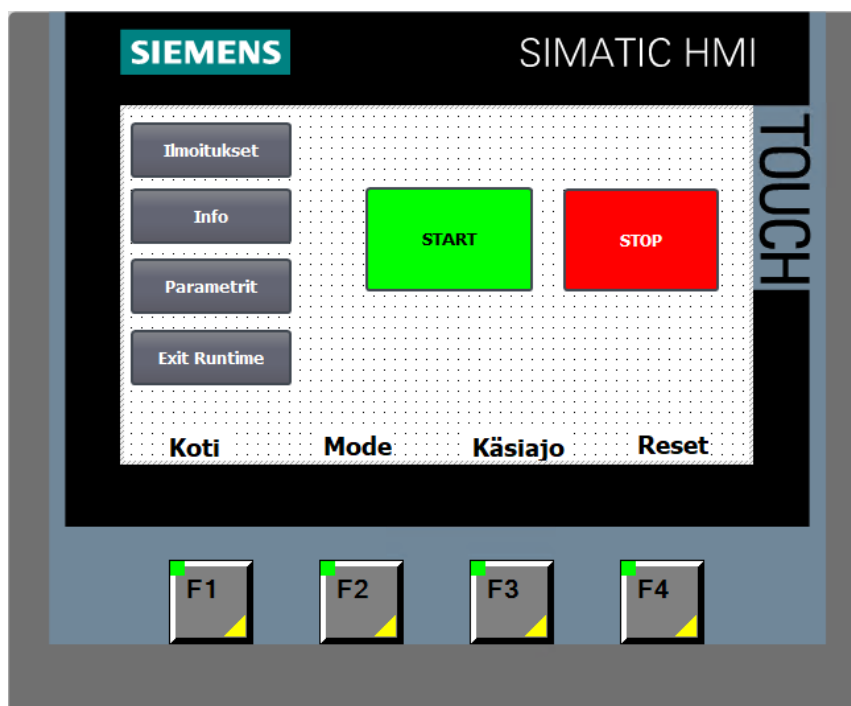
Kuvassa 21 on TIA Portalissa F4-näppäimen määrittäminen. Events valikosta on valittu press key optio, eli kun nappia painetaan tapahtuu valittu toiminto. Näppäimen toiminnaksi haluttiin ”reset” eli häiriön kuittaus. Eli tässä tapauksessa häiriö kuittaantuu resetoimalla muuttuja. Näin toiminto oli vanhassa ratkaisussa ja se haluttiin pitää entisellään. Muuttujaksi on valittu ”Häiriön\_kuittaus” joka siis logiikan ohjelmassa sitten kuittaa häiriön.



Kuva 21. TIA Portal -napin määrittäminen.

Uuden käyttöliittymän aloitusnäkyvästä tehtiin hyvin yksinkertainen (kuva 22). Parametrit nappi tulee näkyväksi ainoastaan, kun on kirjautunut joko maint- tai admin- käyttäjälle. Parametreja ei tarvitse tavallisessa käytössä muokata, mutta se mahdollisuus haluttiin säilyttää käyttäjien takana. Ilmoitukset- näkyvästä päästää näkemään kaikki laitteelle tulleet hälytykset, varoitukset ja ilmoitukset, eli ilmoitushistoria. Aina ilmoituksen tullessa operointipäätteelle avautuu erillinen ikkuna, missä lukee senhetkisen ilmoituksen tiedot. Info-näkyvässä aukeaa projektin tiedot sekä I/O-kartta.

Operointipäätteen alapuolella olevien fyysisten F1-4 nappien toiminnot pidettiin samana kuin vanhassa versiossa, koska sillä saa myös tilaa muille ominaisuuksille. Koti-painikkeesta pääsee koti-näkymään helposti ja mutkattomasti. Mode-painikkeesta saa valittua laitteen tilan, eli ajetaanko laitetta käsin vai automaattilla. Mode-painike pyytää käyttäjää kirjautumaan, jotta laitteen tilan pääsee muuttamaan. Oletuksena se on automaattilla. Käsiäjo-napista pääsee käsiajovalikkoon, jossa on mahdollisuus ajaa laitetta manuaalisesti. Reset-painike on hälytysten ja varoitusten kuittaamiseen. Käsiäjo teksti ei ole näkyvässä, ennen kuin mode-valikosta on valittu käsiajo päälle.



kuva 22. Uuden käyttöliittymän koti-näkymä.

## 6 Yhteenveto

Työn tarkoituksena oli saada luotua lasipullon puhdistuskoneelle uusi käyttöliittymä sekä tehdä tästä varmuuskopio. Käyttöliittymästä haluttiin selkeä, ja sille haluttiin mahdollisuus päivityksille tulevaisuudessa, mikäli tarve syntyy. Palautettava varmuuskopio saatiin ja tämän puolesta tavoitteisiin päästiin.

Uusi käyttöliittymä ladataan uuteen operointipaneeliin ja otetaan käyttöön vuoden 2023 aikana. Laite tarvitsee hyväksytyt muutoshallinnan, jotta kyseinen vaihto voidaan tehdä. Samanlaiseen S7-1200-logiikkaan ladataan laitteen ohjelma, jotta voidaan säilyttää vanhat versiot vanhoissa komponenteissa. Kun kaikki testailut on tehty ja laitteen toiminta on todettu moitteettomaksi, voidaan vanha operointipaneeli ja logiikka siirtää varaosiksi.

Lopullinen työ oli mielestäni onnistunut, koska laitteen käyttämisestä tulee selkeämpää ja helpompaa. Ylimääräiset näkymät ja huonot käännökset olivat tehneet paneelista hieman hankalan käyttää. Eniten työssä innosti päästä syventymään paneelin toimivuuteen ja opinkin paljon uutta S7-1200-logiikasta.

Laite tullaan tulevaisuudessa liittämään automaatioverkkoon, jotta mahdollistetaan etäyhteyden luominen laitteeseen. Tämä helpottaa mahdollisten vikatilanteiden ja ongelmien ratkaisemista etänä. Tällä mahdollistetaan myös prosessidatan kerääminen, jos sitä pidetään tulevaisuudessa tarpeellisena. Kaikille käyttäjille voitaisiin mahdollisesti lisätä omat käyttäjätunnukset, sekä lisätä RFID-lukija laitteen kylkeen, jolloin kirjautuminen tapahtuisi kulkukortilla.

## Lähteet

**ABB 2022.** IEC 61131-3 Overview. ABB. 2022. [Viitattu: 27.04.2022]  
<https://library.e.abb.com/public/81478a314e1386d1c1257b1a005b0fc0/2101127.pdf>

**ACC Automation 2014.** How PLC scans. ACC Automation sivut. 2022.  
[Viitattu: 09.04.2022]<https://accautomation.ca/who-else-wants-to-know-how-a-plc-scans>

**Electrical 4 U 2021.** Programmable logic controllers. Electrical 4 U sivusto 2022. [Viitattu: 10.04.2022] <https://www.electrical4u.com/programmable-logic-controllers>

**Inductive automation 2018.** What is HMI? Inductive Automation sivut. 2018.  
[Viitattu: 17.04.2022] [What is HMI? | Inductive Automation](#)

Keinänen, T., Kärkkäinen, P., Lähetkangas, M., & Sumujärvi, M. (2007). Automaatiojärjestelmien logiikat ja ohjaustekniikat. *Helsinki: WSOY*.  
[Viitattu:07.04.2022]

**OAMK 2021.** Prosessiautomaatio. OAMK. [Online].2022 [Viitattu: 11.04.2022]  
[http://www.oamk.fi/~kurki/automaatiolabrat/TTT/24\\_Prosessiautomaatio.pdf](http://www.oamk.fi/~kurki/automaatiolabrat/TTT/24_Prosessiautomaatio.pdf)

**Orion Oyj.** Orion yrityksenä. [Viitattu: 27.03.2022]  
<https://www.orion.fi/konserni/orion-yrityksena/>

**Valmistajat.** Automaatio ja automaatiojärjestelmät. [Viitattu: 18.09.2022]  
<https://valmistajat.fi/menetelmat/elektroniikka/automaatio-ja-automaatiojarjestelmat>

**Siemens Industry Mall 2022.** KTP 400 comfort panel.2022.[Viitattu:20.04.2022]  
<https://mall.industry.siemens.com/mall/en/ww/Catalog/Product/6AV2124-2DC01-0AX0>

**Siemens HMI 2022.** Simatic HMI.2022. [Viitattu:20.04.2022]  
<https://new.siemens.com/global/en/products/automation/simatic-hmi.html>

**Siemens TIA Portal 2022.** TIA Portal. Siemensin sivut. 2022. [Viitattu: 22.04.2022]<https://new.siemens.com/global/en/products/automation/industry-software/automation-software/tia-portal.html>

**PJC 2022.** Siemens TIA Portal. PJC sivusto. 2022. [Viitattu: 21.04.2022]  
<https://www.pjc.fi/automaatio/ohjelmointi/automaatio-ohjelmisto/82/automaatio-ohjelmisto-siemens-tia-portal>

**Watelectronics 2019.** Step by step procedure of PLC programming in industries. 2022. [Viitattu: 16.04.2022] <https://www.watelectronics.com/how-to-program-the-programmable-logic-controllers/>

**Siemens Industry Mall 2022.** S7-1200 [Viitattu: 10.09.2022]  
[https://cache.industry.siemens.com/dl/files/465/36932465/att\\_106119/v1/s71200\\_system\\_manual\\_en-US\\_en-US.pdf](https://cache.industry.siemens.com/dl/files/465/36932465/att_106119/v1/s71200_system_manual_en-US_en-US.pdf)