

AUTOMAATIOLAITTEEN LIITTÄMINEN PROSESSIIN

Pesukoneen ohjaaminen

Orjala Veli-Pekka

Opinnäytetyö
Tekniikan ja liikenteen ala
Sähkötekniikka
Insinööri (AMK)

2016

Tekniikan ja liikenteen ala
Sähkötekniikka
Insinööri (AMK)

Tekijä	Veli-Pekka Orjala	Vuosi	2016
Ohjaaja	DI Matti Paaso		
Toimeksiantaja	Lapin ammattikorkeakoulu		
Työn nimi	Automaatiolaitteen liittäminen prosessiin. Pesukoneen ohjaus		
Sivu- ja liitesivumäärä	41 + 22		

Opinnäytetyö tehtiin Lapin ammattikorkeakoululle. Lapin ammattikorkeakoululle tahdottiin oppimisympäristö, jolla voidaan harjoitella automaatiolaitteen liittämistä prosessiin, jossa prosessina toimii pieni pyykinpesukone. Opinnäytetyön tavoitteena oli myös tehdä käyttöönotto-ohjeet ABB:n AC500 ohjelmoitavalle logiikalle ja liittää kyseinen ohjelmoitava logiikka pesukoneeseen.

Materiaalina opinnäytetyössä käytettiin ABB:n Automation Builder -ohjelman help-työkalua, mistä löytyi lähes kaikki tieto ohjelmoitavan logiikan laitteista ja sen käytöstä. Lisäksi opinnäytetyössä hyödynnettiin aikaisemmalla kurssilla tehtyjä, pesukoneen modernisoinnin materiaalia.

Työ aloitettiin tutustumalla ABB:n AC500 logiikkaan ja käyttöönottamalla logiikka. Tutustumisen jälkeen piirrettiin tarvittavat piirikaaviot ohjelmoitavan logiikan liittämistä pesukoneeseen ja toteutettiin kytkennät. Lopuksi koekäytettiin pesukone ohjelmoitavan logiikan avulla ja todettiin toiminta yksinkertaisen ohjelman avulla.

Opinnäytetyössä saatiin automaatiolaitte liitettyä prosessiin ja pesukonetta pystyttiin ohjaamaan automaatiolaitteella, vaikka kaikkia toimintoja ei saatu toimimaan. Työn valmistumisen jälkeen pesukone oppimisympäristö voitiin ottaa opetuskäyttöön.

Avainsanat

automaatio, pesukone, ohjelmoitavat logiikat, ABB

Industrial and Natural Resources
Electrical engineering

Author	Veli-Pekka Orjala	Year	2016
Supervisor	DI Matti Paaso		
Commissioned by	Lapland University of Applied Sciences		
Subject of thesis	Attaching an automation device into process. Washing machine control		
Number of pages	41 + 22		

This thesis was made for Lapland University of Applied Sciences. Lapland UAS wanted a learning environment where you can practice installing an automation system into a process, where a small washing machine is working as a process. Another aim of this thesis was to make an introduction manual for ABB's AC500 programmable logic and to attach this programmable logic to the washing machine.

Help tool of ABB's Automation Builder software was used as source material for this thesis. Almost all the necessary information of the programmable logic hardware and instructions of its usage can be found in it. Material made in an earlier course about modernizing the washing machine was also used as a source material.

The work was started by getting to know the ABB's AC500 programmable logic and by deploying it. All necessary schematics were drawn and all the wirings were put in practice after the introductions. Washing machine was tested with simple program in programmable logic at the end.

Programmable logic was successfully attached to the process and programmable logic was able to control the process, even though all the functions didn't work. Washing machine learning environment can be used in teaching after the work was completed.

Key words automation, programmable logic, washing machine, ABB

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	7
2 OHJELMOITAVA LOGIIKKA ABB AC500	8
2.1 CPU-yksikkö PM573-ETH.....	8
2.2 S500 I/O moduulit	10
2.2.1 Digitaalinen I/O moduuli DC523	11
2.2.2 Analoginen tulomoduuli AI531	12
2.2.3 Analoginen lähtömoduuli AO561	13
3 KÄYTTÖÖNOTTO	15
3.1 Laitteiden yhdistäminen ja jännitteen kytkeminen	15
3.2 Automation Builder 1.2 -ohjelma	16
3.2.1 Automation builder 1.2 -ohjelman käynnistäminen ja projektin aloitus	16
3.2.2 Uuden projektin luominen.....	16
3.2.3 Lähtöjen ja tulojen määrittäminen.....	20
3.3 Codesys.....	21
3.3.1 Yksinkertaisen ohjelman tekeminen	22
3.3.2 Yhdistäminen ja ohjelman lataus logiikkaan.....	27
4 PESUKONEEN OHJAAMINEN	30
4.1 ABB AC500 liittäminen pesukoneeseen	31
4.1.1 Piirikaavioiden piirtäminen Vertex ED-ohjelmalla	32
4.1.2 Ohjaustaulun rakentaminen	34
4.2 Pesukoneen ohjelman rakentaminen.....	35
4.2.1 Ohjausosio	35
4.2.2 Ohjelmaosio	36
4.2.3 Käyttöliittymäosio	37
4.2.4 Signaalien käsittelyosio	38
5 POHDINTA	39
LÄHTEET	40
LIITTEET	41

ALKUSANAT

Tahtoisin kiittää Matti Paasoa, mielenkiintoisen opinnäytetyöaiheen löytämisestä ja hyvästä ohjaamisesta työn lopputuloksen saavuttamiseksi.

Kemissä 22.5.2016

Veli-Pekka Orjala

KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET

PLC	Ohjelmitava logiikka
CPU	Keskusyksikkö
TU	Terminaaliyksikkö
TB	Terminaalialusta
PK2PCS	Pesukone 2 Process Control System
FLOPS	Floating Point Operations Per Second
POU	Program Organization Unit

1 JOHDANTO

Kohteen automatisointia suunniteltaessa täytyy useampi seikka ottaa huomioon: Täytyy määritellä toimilaitteet ja niiden toiminnot. Täytyy tuntea myös, miten kyseinen prosessi toimii. On suunniteltava myös, kuinka kytkennät voidaan toteuttaa. Tämän vuoksi pesukone on juuri sopiva automatisoinnin kohde.

Vaikka pyykinpesukone on pieni prosessi, löytyy siitä useita eri ohjattavia toimintoja. Nämä toiminnot pitää ottaa huomioon automatisointia suunniteltaessa. Pesukone toimii myös hyvänä harjoitusprosessina, sillä lähes jokaisella on kokemuksia pesukoneen käytöstä ja sen toiminnasta. Tämän vuoksi Lapin ammattikorkeakoululle halutaan oppimisympäristö, jossa opiskelijat voivat harjoitella pienen prosessin ohjaamista.

Opinnäytetyön tavoitteena on rakentaa Lapin ammattikorkeakoululle oppimisympäristö pesukoneelle ABB AC500 ohjelmoitavasta logiikasta ja vanhasta pesukoneesta. Pesukoneen ohjausjärjestelmistä piirretään tarvittavat piirikaaviot, joiden pohjalta laitteiden liittäminen suoritetaan. Lopuksi pesukonetta kokeillaan ohjata ohjelmoitavalla logiikalla yksinkertaisen ohjelman avulla. Valmis oppimisympäristö voidaan tarvittaessa ottaa opetuskäyttöön.

2 OHJELMOITAVA LOGIIKKA ABB AC500

ABB AC500 on ohjelmoitavan logiikan alusta, joka julkaistiin vuonna 2006. AC500 ohjelmoitavia logiikkoja löytyy eri tarkoitusten mukaisesti. AC500-eCo sopii pienempiin ohjattaviin kokonaisuuksiin, kun taas AC500 voidaan käyttää huomattavasti vaativimmissa ohjauksissa. Mikäli ympäristön olosuhteet ovat haastavat, voidaan käyttää AC500-XC järjestelmää. Turvallisuusjärjestelmissä voidaan käyttää AC500-S järjestelmää. Lisäksi jokaiseen järjestelmään voidaan lisätä ohjauspaneeli CP600 tai CP600-eCo. (ABB 2015.)

AC500 ohjelmoitavat logiikan osat koostuvat keskusyksiköstä eli CPU-yksiköstä sekä käyttötarkoitusten mukaan eri kommunikointi- ja I/O-moduuleista. Jotka yhdistetään terminaaleilla. Seuraavassa käydään tarkemmin läpi tässä työssä ja Lapin ammattikorkeakoulussa käytettyjen osien ominaisuuksia. (ABB 2015.)

2.1 CPU-yksikkö PM573-ETH

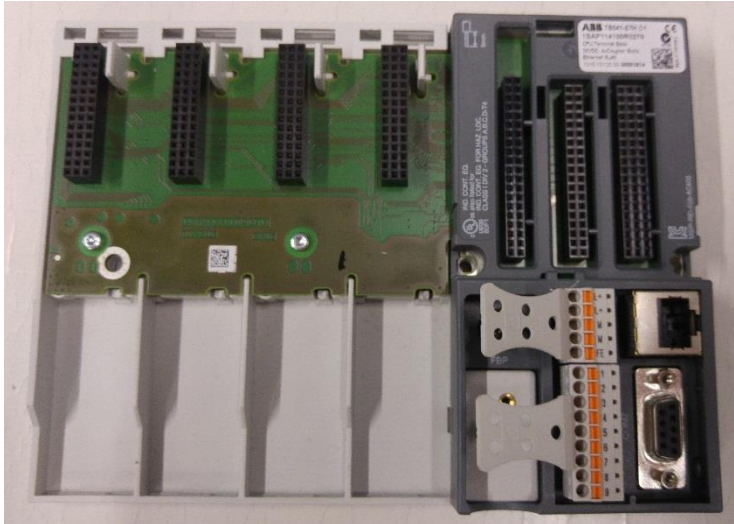
Lapin ammattikorkeakoululle tilattujen CPU-yksiköiden eli keskusyksiköiden malli on PM573-ETH. (Kuva 1) Nimen loppuosa tarkoittaa, että keskusyksikössä on ethernet-tuki ilman kommunikaatiomoduaalia, mutta terminaalialustassa tulee olla RJ45-liitinpaikka. Laskelmointiteholtaan keskusyksiköt voivat suorittaa yhden käskyn alle 0,1 μ s ja FLOPS:in 0,70 μ s. Järjestelmään pystyy liittämään maksimissaan kymmenen eri I/O-moduaalia, mikä tarkoittaa 320 digitaalista tuloa ja lähtöä, tai 160 analogista tuloa tai lähtöä. Ohjelmia keskusyksiköllä voidaan ajaa yhtä aikaa, ajastetusti tai kiertämällä. Ohjelmat tallennetaan keskusmuistille, jota on 512 kB ja muistia voidaan lisätä muistikortin avulla. (ABB 2016b.)



Kuva 1. CPU-Yksikkö PM573-ETH

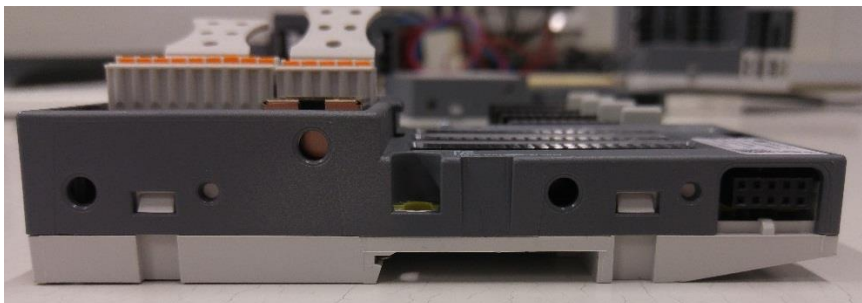
Keskusyksikkö on varustettu pienellä LCD-näytöllä, josta voi lukea ohjelmoitavan logiikan tilatiedon ja mahdollisia virheilmoituksia. Keskusyksikkö on varustettu myös kahdeksalla eri painikkeella: RUN, DIAG, VAL, CFG, ESC, OK, ↑ ja ↓. Tärkeimpinä painikkeina voidaan pitää RUN-painiketta, jolla ohjelmoitavaan logiikkaan ladattu ohjelma saadaan päälle tai pois, sekä DIAG-painiketta, jolla voidaan tarkastella virheviestejä. (ABB 2016b.)

Keskusyksikkö liitetään terminaaliin, jotka ABB on määrittellyt mallien mukaan. PM573-ETH mallille sopiva terminaaliin on TB541-ETH (kuva 2) ja keskusyksikkö liitetään terminaaliin sille tarkoitetulle paikalle. Terminaaliin mahdollistaa tarvittaessa neljän kommunikointimoduulin käytön. Terminaaliin on jousikiinnitys, jonka avulla se pysyy tukevasti kiinni DIN-kiskossa. Terminaaliin on paikka COM1-, COM2-, RJ45- ja Fieldbus-liittimille. (ABB 2016b.)



Kuva 2. Terminaalialusta ilman keskusyksikköä

Tasajännite tuodaan terminaalialustan 5-napaiseen terminaaliliittimeen, josta prosessijännite vietään terminaalisyksiköille. Terminaalisyksiköt liitetään terminaalialustaan terminaalisyksiköiden kyljessä olevan I/O-väylän (kuva 3) avulla, jonka välityksellä käyttöjännitteen- ja tiedonsiirto tapahtuu. (ABB 2016b.)



Kuva 3. Terminaalialusta sivusta. I/O-väylä oikeassa sivussa

2.2 S500 I/O moduulit

ABB:n AC500 sarjaan on tarjolla useita I/O-moduuleita eri käyttötarkoitusten mukaan. Yleisesti käytössä on digitaalisia lähtö- ja tulomoduleja, analogisia tulo- ja lähtömoduuleja. Jokainen I/O-moduuli tarvitsee oman terminaalisyksikön, jonka avulla tieto liikkuu keskusyksikölle.

2.2.1 Digitaalinen I/O moduuli DC523

Lapin ammattikorkeakoululle tilattuihin AC500 paketteihin kuuluu yksi digitaalinen I/O-moduuli DC523. (Kuva 4) Moduulissa on 24 kappaletta ohjelmoitavaa kanaavaa eli jokainen kanava voi toimia sekä tulona tai lähtönä. Kanavien toimintaa voi seurata I/O-moduulin LED-taulusta keltaisten LED-valojen avulla. (ABB 2016b.)



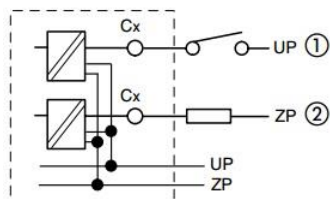
Kuva 4. I/O-moduuli DC523

Moduulin tiedonsiirto keskusyksikölle tapahtuu I/O-väylän kautta. IO-väylä sijaitsee terminaaliyksikön sivussa, mihin I/O-moduuli on liitetty. (Kuva 5) Moduulin kanavat toimivat 24 V tasajännitteellä ja prosessin 24 V jännite tuodaan laitteen terminaaliyksikölle 1.8 (UP) liittimelle ja nollajohdin 1.9 (ZP) liittimelle. Positiivinen jännite kulkee terminaalien 1.8 ja 4.8 läpi. Negatiivinen polariteetti kulkee terminaalien 1.8 ja 4.9 läpi. Terminaalit 1.0 – 1.3 ovat positiivisia 24 V antureiden syöttöjännitteitä ja terminaalit 1.4 – 1.7 ovat nollapotentialissa. Loput terminaalit ovat ohjelmoitavia kanavia, joista ensimmäisiä kanavia voidaan myös käyttää nopeina laskureina. (ABB 2016b.)



Kuva 5. Terminaaliyksikkö TU516

Kuvassa 6 nähdään esimerkki tulo- ja lähtökytkennästä, missä 1. on tulokytkeä ja 2. on lähtökytkentä. Kuvassa Cx tarkoittaa kanavaa, UP tarkoittaa 24 V jännitettä ja ZP tarkoittaa nollapotentiaalia. (ABB 2016b.)



Kuva 6. Esimerkki tulo- ja lähtökytkennöistä (ABB 2016c.)

2.2.2 Analoginen tulomoduuli AI531

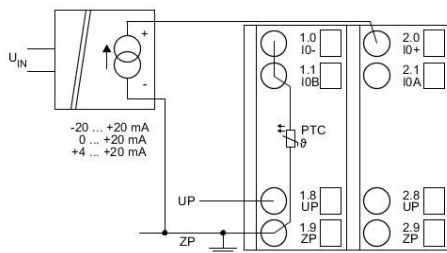
Analoginen tulomoduuli AI531 (Kuva 7) on lähes samannäköinen kuin edellinen digitaalinen I/O-moduuli. Myös tämä moduulin kahdeksan kanavaa toimivat 24 V jännitteellä, joka tuodaan terminaalille samalla tavalla kuin digitaalisen I/O-moduulin terminaalille. Kanavat on galvaanisesti erotettu muista moduulin sisäisistä kytkennöistä. Tulomoduulin LED-tauluista voidaan lukea keltaisten LED-valojen

avulla, ovatko kanavat toiminnassa. Moduulin kanavan parametrit ovat muutettavissa Automation Builder -ohjelmassa eri tulosignaaleihin sopiviksi ja tarvittaessa kanavia voidaan käyttää myös digitaalisena tulona. (ABB 2016b.)



Kuva 7. Analoginen tulomoduuli AI531

Kuvassa 8 nähdään esimerkki yhden kanavan galvaanisesti erotetusta kytkennästä. Kuvan kytkentä on aktiivinen, eli kytkentä ei tarvitse erillistä kenttäjännitettä. Kuvassa terminaali 1.0 on nollapotentialissa terminaalin 1.1 kautta asennetun johdon välityksellä. Terminaalin 1.0 nollapotentialin pitää olla sama kuin signaalimuuntimen. Terminaaliin 2.0 yhdistetään signaalimuuntimen positiivinen jännite. (ABB 2016b.)



Kuva 8. Galvaanisesti erotettu aktiivisen anturin kytkentä. (ABB 2016 b.)

2.2.3 Analoginen lähtömoduuli AO561

Analoginen lähtömoduuli AO 561 (Kuva 9) eroaa edeltävistä I/O-moduuleista hieman, sillä kyseinen kortti ei tarvitse erillistä terminaaliyksikköä. Prosessijännite

tuodaan moduulissa olevaan terminaaliliittimeen. Analogisen lähtömoduulin kahden kanavan lähtösignaalit voidaan muuttaa Automation Builderissa -10 V ... +10 V, 0 ... 20 mA tai 4 ... 20 mA signaaleiksi. Myös tässä moduulissa molemmat kanavat ovat galvaanisesti erotettuna toisistaan. (ABB 2016b.)



Kuva 9. Analoginen lähtömoduuli AO561

3 KÄYTTÖÖNOTTO

Laitteiden käyttöönotossa tulee olla varovainen, jotta henkilö ja laite vahingoilta vältytään. Laitteiden asennuksessa tulee noudattaa valmistajan antamia ohjeita. Asennus ohjeet voi löytää ABB:n nettisivuilta tai Automation Builder -ohjelman Help-työkalusta.

3.1 Laitteiden yhdistäminen ja jännitteen kytkeminen

Keskusyksikkö liitetään sille tarkoitettuihin liittimiin terminaalikeskuksessa varovasti, että liittimiä ei vaurioiteta. I/O-moduulit ovat yhteydessä keskusyksikköön terminaalialustojen välillä olevien liittimien avulla.

24 V tasasähkön ohjelmoitava logiikka saa erillisestä virtalähteestä. Ensin jännitelähteen plus- ja miinusjohdot viedään terminaalikeskuksessa olevaan 5-napaiseen terminaaliliittimeen. (Kuva 10) Johtoihin on syytä laittaa myös tarvittava vedonpoisto. Terminaaliliittimen voi tarvittaessa irroittaa terminaalikeskuksesta, jotta johdot on helpompi liittää. Palikassa on kaksi reikää: positiiviselle sekä negatiiviselle polariteetille, joista toiseen tuodaan sähkö ja toisesta sähkö viedään I/O-moduulien terminaaleille sekä muille laitteille. Johdot liitetään työntämällä ne reikään ja painamalla liittimen oranssia lukitusnappia, jolloin johdonlukitus avautuu. Kun johto on saatu tarpeeksi syväälle, voidaan lukitusnappi vapauttaa. Johtojen päässä voidaan myös tarvittaessa käyttää holkkipäätteitä. Terminaaliliittimen vapaista rei'istä käyttöjännite viedään terminaaliryksikölle. (ABB 2016b.)



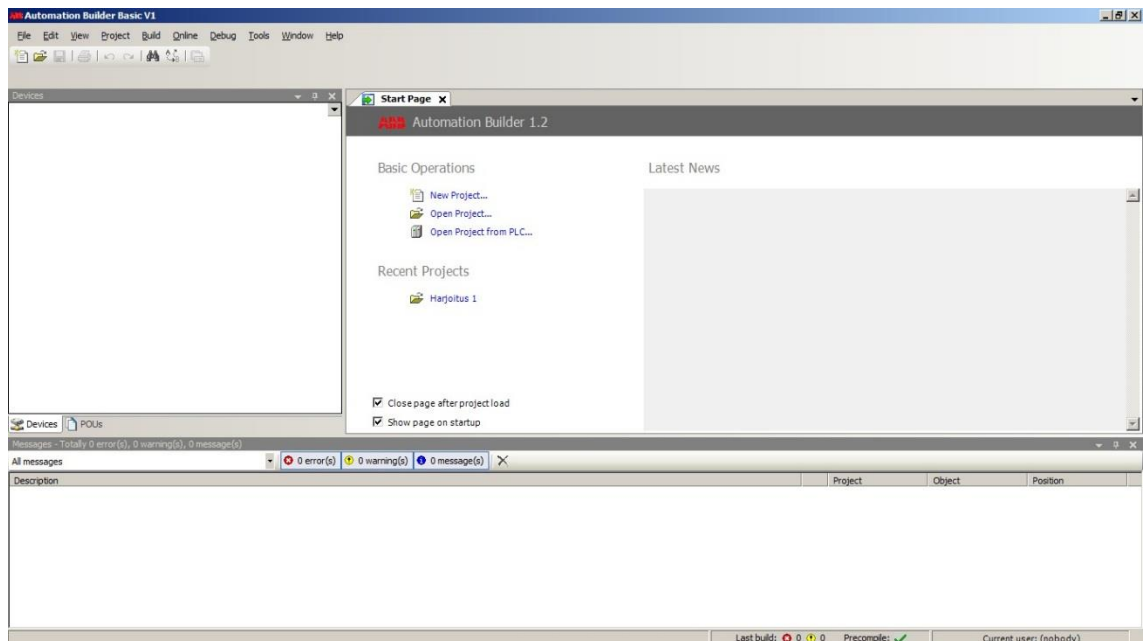
Kuva 10. Terminaalikeskus TB543-eth:n 24 VDC terminaaliliitin irroitettuna.

3.2 Automation Builder 1.2 -ohjelma

ABB Automation Builder on ohjelmistoalusta, joka yhdistää automaation kokoonpanon, ohjelmoinnin, virheidenpoiston ja ylläpidon projektityökalun. Ohjelmistoalusta käyttää eri ohjelmien välillä yhteisiä tietoja, mikä helpottaa eri suunnitteluprosesseja. Ohjelmistoalustan ominaisuuksiin kuuluu esimerkiksi PLC:n ohjaus- ja suunnitteluohjelmat, ohjauspaneelin suunnittelu, taajuusmuuttajanohjelmointi, liikkeenohjaus ja robotinohjelmointi. Ohjelmistoalustan ominaisuuksien laajuus riippuu paljon ohjelmiston versiosta, joita on tarjolla basic-, standard- ja Premium-versiot. (ABB 2016a.)

3.2.1 Automation builder 1.2 -ohjelman käynnistäminen ja projektin aloitus

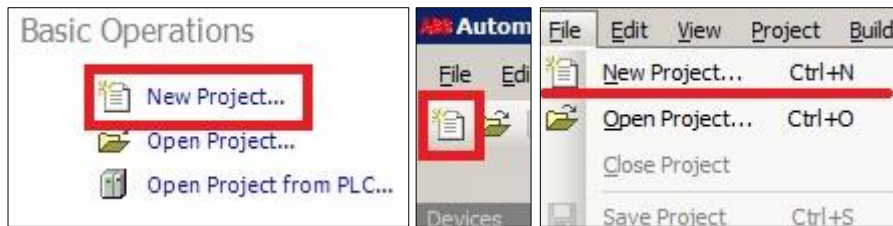
Automation Builder 1.2 -ohjelma (Kuva 11) käynnistetään joko työpöydällä olevasta pikakuvakkeesta tai käynnistä-valikosta → kaikki ohjelmat → ABB → Automation builder.



Kuva 11 Automatio Builder 1.2 aloitussivu

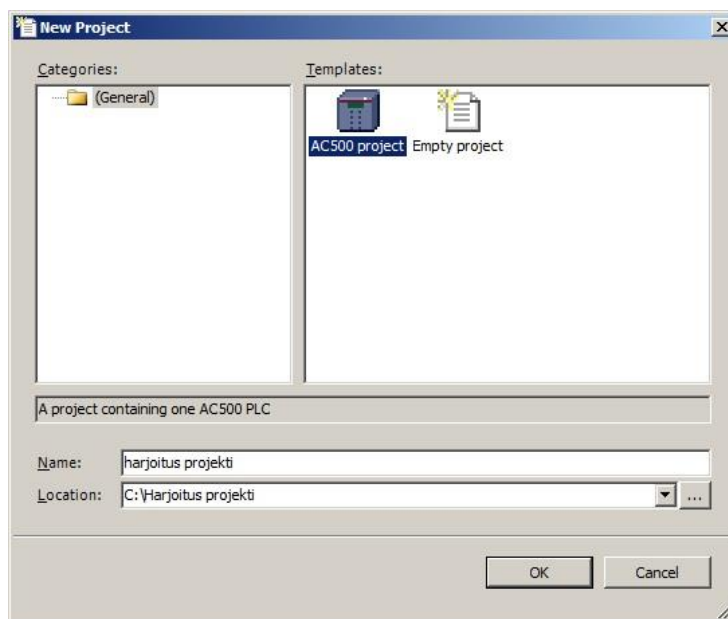
3.2.2 Uuden projektin luominen

Uusi projekti aloitetaan valitsemalla aloitussivusta New Project (Kuva 12a), työkalurivistä (Kuva 12b) tai File-valikosta (kuva 12c) New Project.



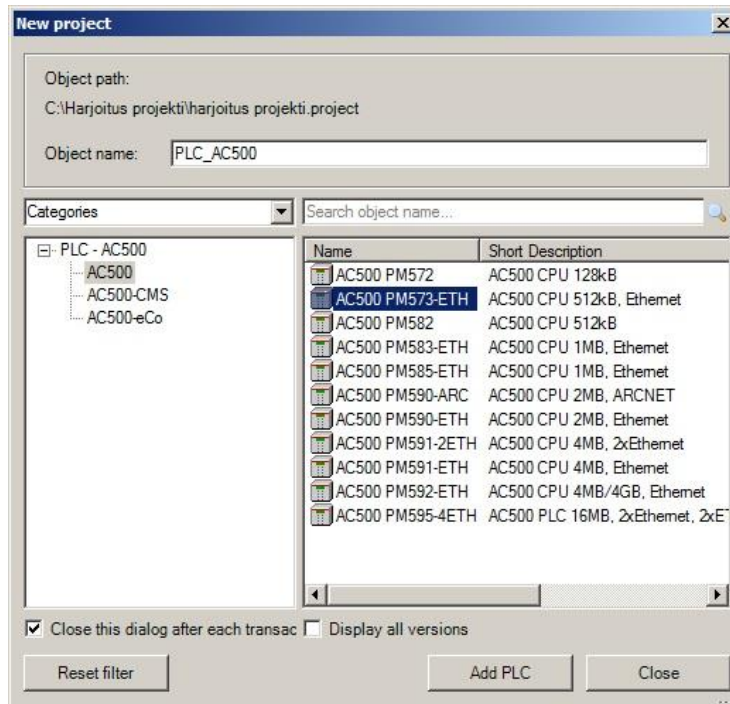
Kuva 12a. Aloitussivu. Kuva 12b. Työkalurivi. Kuva 12c. File-Valikko

Valitaan projektiksi AC500 project ja nimetään projekti kuvan 13 mukaisesti. Tässä tapauksessa nimetään se harjoitus projektiksi. Tallennetaan nimetty projekti harjoitus projekti nimiseen kansioon.



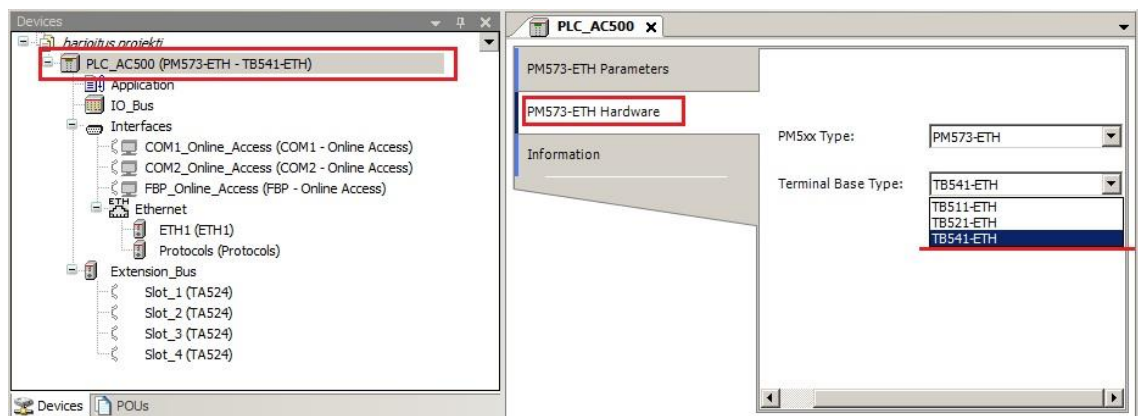
Kuva 13. Projektin nimeäminen ja tallennuskansion valinta

Seuraavassa valikossa (Kuva 14) valitaan projektissa käytettävä PLC, joka tässä projektissa on AC500 PM573-ETH.



Kuva 14. PLC:n valinta

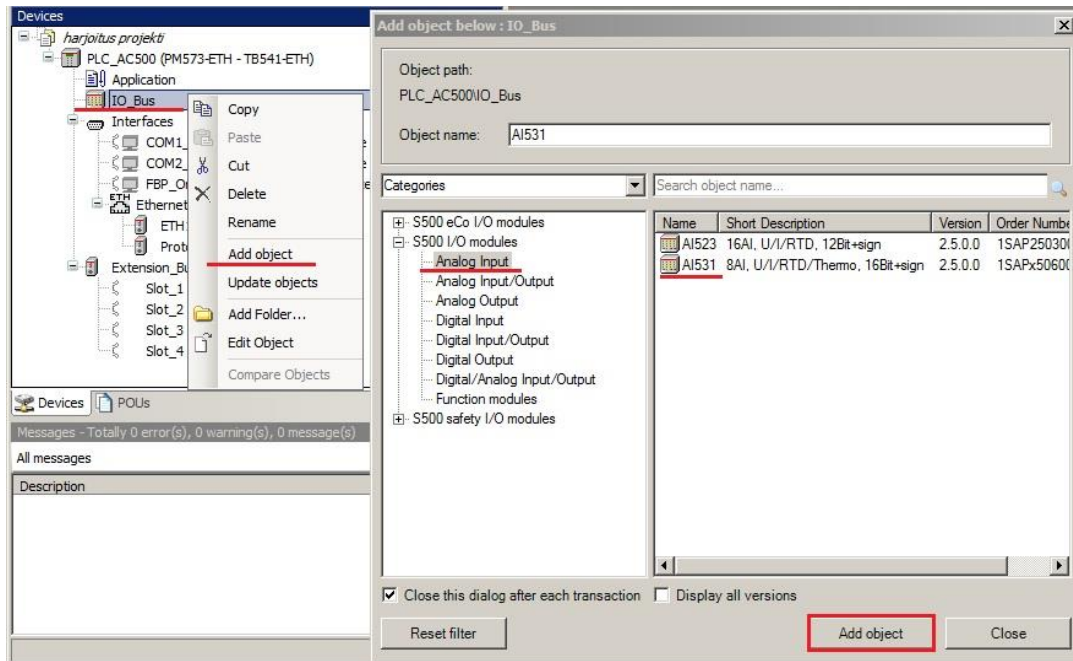
Seuraavaksi projektin PLC:lle täytyy määritellä, mikä terminaalikeskus on käytössä sekä lisätä käytössä olevat I/O moduulit. Terminaalikeskus valitaan kaksoisklikkaamalla PLC_AC500 (PM573-ETH + TB541) –nimeä Devices listasta ja menemällä PM573-ETH Hardware -välilehteen. Tässä projektin kokoonpanossa käytetään terminaalikeskus TB541-ETH:ta. (Kuva 15) Valinnan jälkeen ohjelma pyytää varmistamaan valinnan.



Kuva 15. Terminaalikeskuksen valinta

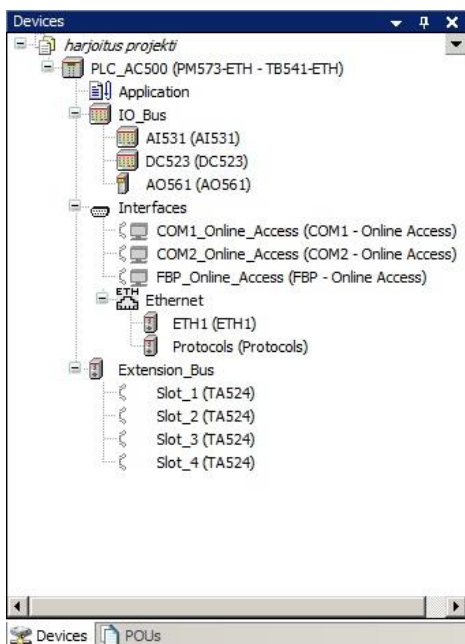
I/O-moduulit liitetään projektin PLC:hen klikkaamalla hiiren oikealla näppäimellä IO_BUS kohtaan ja valitsemalla sieltä Add object. Tämän jälkeen avautuu ikkuna, missä voidaan valita eri S500 tyyppin I/O-moduuleja. (Kuva 16) Valitaan S500 I/O

modules alapuolelta analogia input. Valitaan sieltä AI531, jolloin ohjelma automaattisesti asettaa objektin nimeksi A531 ja painetaan Add object. IO_BUS alapuolelle ilmestyy tämän jälkeen AI531 moduuli. Tämä prosessi täytyy tehdä kaikkiin PLC:hen liitettyihin I/O- ja muihin moduuleihin.



Kuva 16. I/O moduulien liittäminen projektin PLC:hen

Kuvassa 17 nähdään valmis laitelistaus kaikista käytössä olevista I/O-moduuleista, kun moduulit on edellä mainitulla tavalla liitetty.

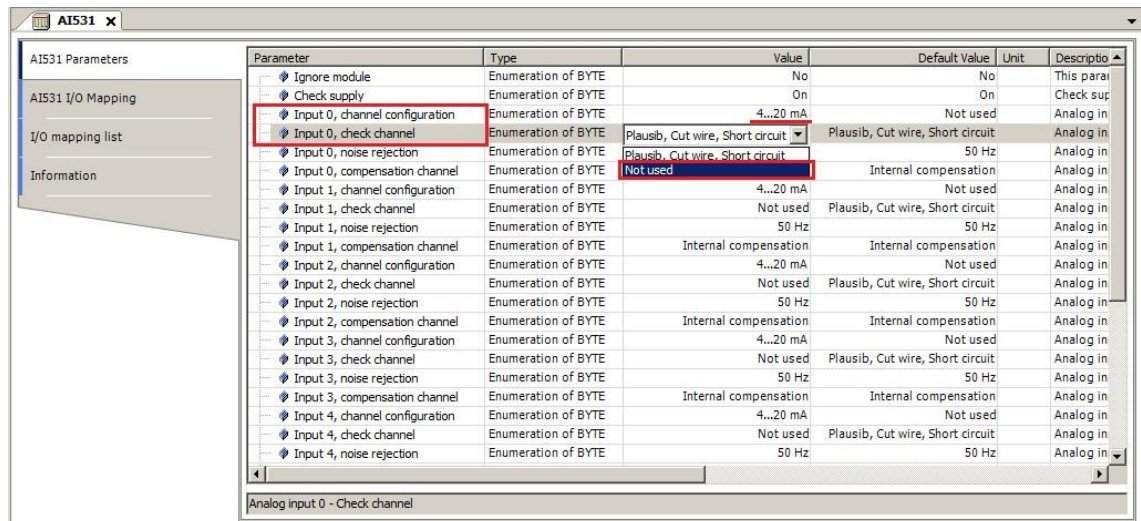


Kuva 17. Valmis IO_BUS

3.2.3 Lähtöjen ja tulojen määrittäminen

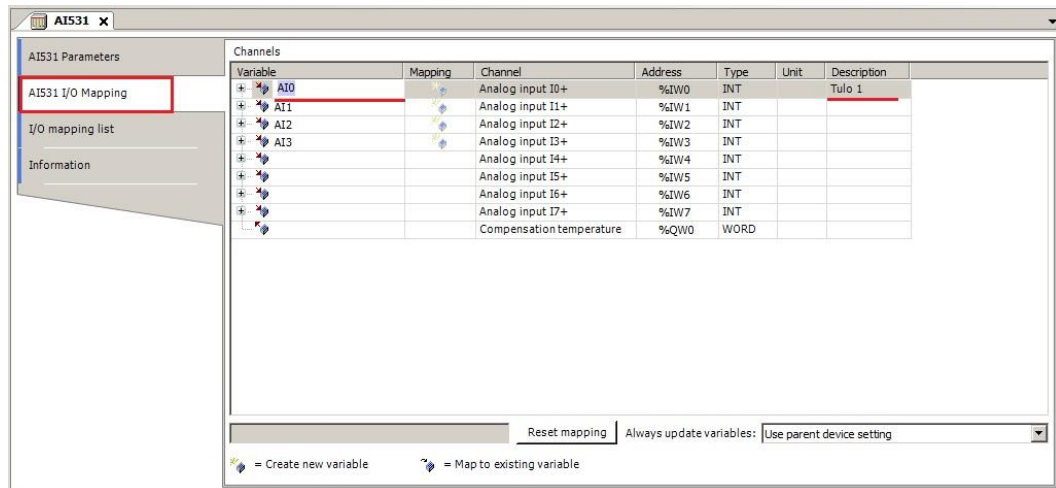
Jotta ohjelman tekeminen voidaan aloittaa, pitää I/O-moduulien lähdöt kartoittaa ja tarvittavat parametrit asettaa. I/O-moduulien lähdöt kartoitetaan kaksoisklikkaamalla haluttua I/O-moduulia IO_BUS kohdan alapuolelta.

Analogia tulo- ja lähtömoduuleissa täytyy tarvittavat parametrit asettaa ennen käyttöä. Asetetaan esimerkissä parametrien asetuksiin yleisesti käytössä oleva signaali muoto 4 mA -20 mA. Signaalimuoto valitaan välilehdestä AI351 Parameters ja etsitään sieltä halutun sisääntulon input x, channel configuration kohdalta 4 mA – 20 mA. Lisäksi otetaan kanavan tarkastus pois päältä kohdasta input x, check channel. (Kuva 18)



Kuva 18. Analogia inputin parametrit

Kun parametrit on asetettu, voidaan tulot kartoittaa. Kartoitus tehdään menemällä kohtaan AI531 I/O Mapping. Esimerkissä nimettiin analogia tulo 0 nimellä AI0 ja annettiin sille lyhyt kuvaus. Samalla periaatteella nimettiin myös muut tulot. Lähtöjen kuvaukset eivät ole pakollisia, mutta niillä voidaan selventää lähtöjen käyttötarkoitusta. Samalla periaatteella tehdään myös analogian lähtömoduulin parametrit ja kartoitukset. (Kuva 19)



Kuva 19. AI531 I/O Mapping. Tulojen nimeäminen

Digitaalisen I/O-moduulin parametrien asettaminen ja kartoitus toimii samalla periaatteella kuin analogisen tulon, mutta tässä tapauksessa parametreja ei tarvitse muuttaa. Lähtöjen ja tulojen kartoituksessa tulee muistaa, että projektissa käytössä olevalla DC523 moduulilla sama kanava voi toimia niin lähtönä, kuin tulonakin. Kartoitus on helpoin tehdä I/O Mapping -välilehdestä. (Kuva 20)

Object Name	Variable	Channel	Address	Type
DC523	DI16	Digital input C16	%IX18.0	BOOL
DC523	DI17	Digital input C17	%IX18.1	BOOL
DC523	DI18	Digital input C18	%IX18.2	BOOL
DC523	DI19	Digital input C19	%IX18.3	BOOL
DC523	DI20	Digital input C20	%IX18.4	BOOL
DC523		Digital input C21	%IX18.5	BOOL
DC523		Digital input C22	%IX18.6	BOOL
DC523		Digital input C23	%IX18.7	BOOL
DC523		Digital outputs C0 - C7	%QB4	BYTE
DC523		Digital output C0	%QX4.0	BOOL
DC523		Digital output C1	%QX4.1	BOOL
DC523		Digital output C2	%QX4.2	BOOL
DC523		Digital output C3	%QX4.3	BOOL
DC523		Digital output C4	%QX4.4	BOOL
DC523		Digital output C5	%QX4.5	BOOL
DC523	DO6	Digital output C6	%QX4.6	BOOL
DC523	DO7	Digital output C7	%QX4.7	BOOL
DC523	DO8	Digital outputs C8 - C15	%QB5	BYTE
DC523		Digital output C8	%QX5.0	BOOL

Kuva 20. Esimerkki DC523 moduulin lähtöjen kartoituksesta

3.3 Codesys

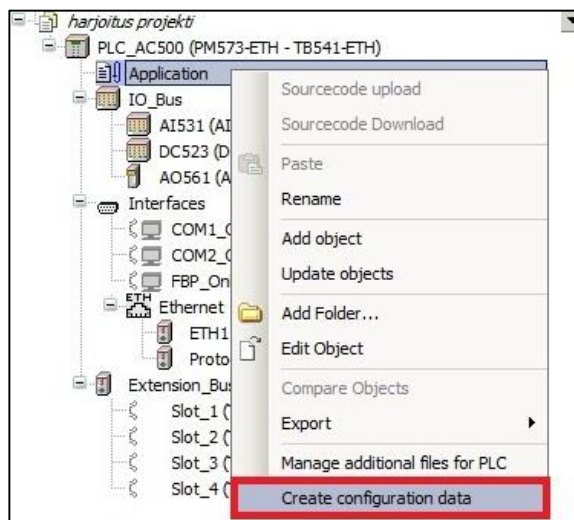
Codesys on IEC 61131-3 standardin ohjelmointityökalu, jota useat eri valmistajien automaatio järjestelmät käyttävät. Codesys tukee kuutta eri IEC 61131-3

ohjelmointitapaa, joita ovat FBD (Function Block Diagram), LD (Ladder Diagram), IL (Instruction List), ST (Structured Text), SFC (Sequential Function Chart) ja CFC (Continuous Function Chart). Ohjelmointitapoja voidaan projektissa käyttää vapaasti ja tarpeiden mukaan. Codesyksen avulla voidaan muun muassa suunnitella prosessiohjelmia, turvaohjelmia, tai tehdä visualisointeja paneeleille. Codesys-työkalun mukana tulee myös eri kirjastoja, jotka helpottavat ja nopeuttavat työskentelyä. (Codesys 2016)

3.3.1 Yksinkertaisen ohjelman tekeminen

Seuraavassa ohje, kuinka ABB AC500 logiikalle tehdään yksinkertainen ohjelma Codesys-työkalun avulla, jolla voidaan todentaa moduulien toimintaa.

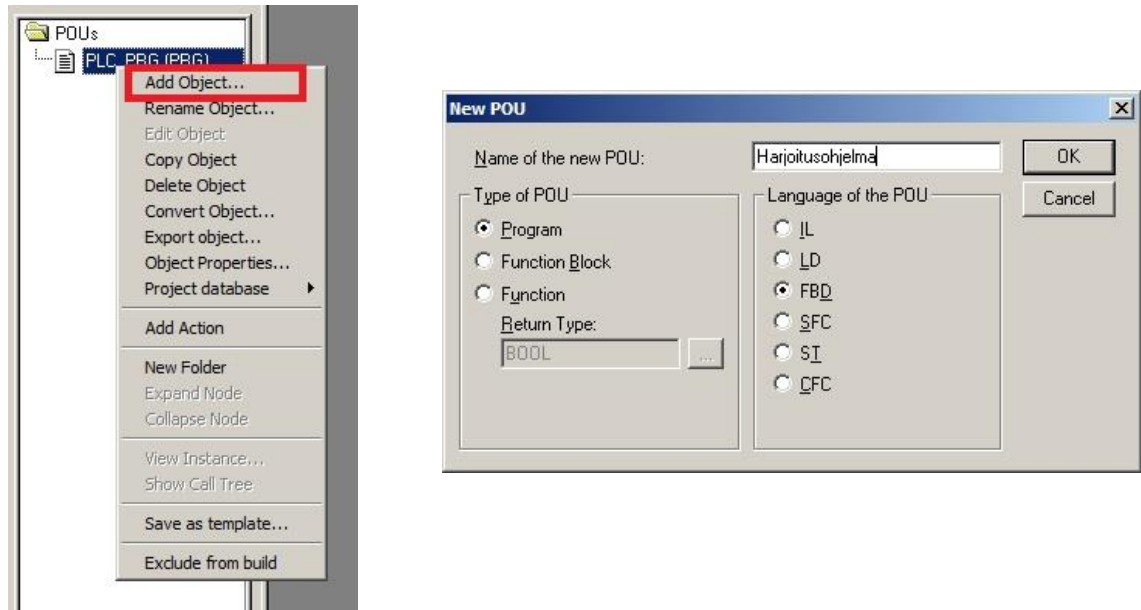
Kun kartoitus ja parametrit ovat kunnossa, annetaan sovellukselle asetuksista tieto klikkaamalla oikealla hiirennäppäimellä Application kohdasta laitevalikossa ja valitaan Create configuration data. Tämän jälkeen voidaan kaksoisklikata Application kohtaa, minkä jälkeen Codesys-ohjelma käynnistyy. (Kuva 21)



Kuva 21. Asetustiedoston tekeminen

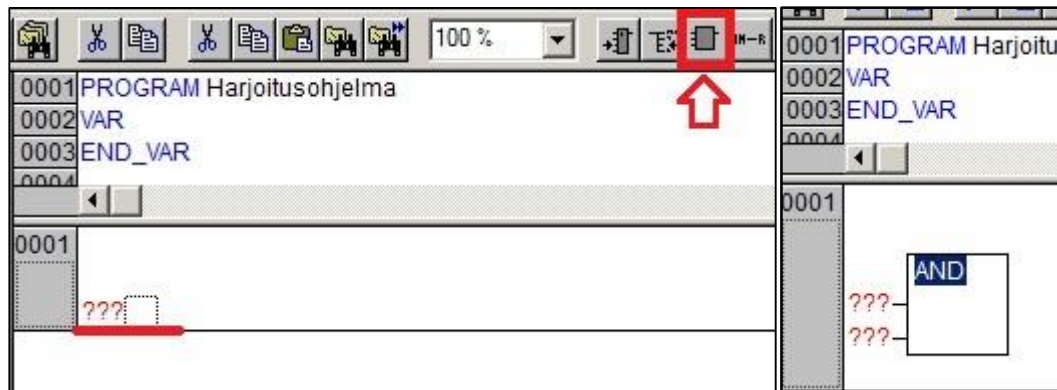
Aloitetaan tekemällä uusi ohjelma klikkaamalla hiiren oikealla näppäimellä POUs-listalla olevaa PLC_PRG (PRG) ja valitaan valikosta Add Object...

Tämän jälkeen avautuu valikko, josta valitaan uuden POU:n tyyppi ohjelma ja ohjelman kieleksi valitaan FBD. Annetaan ohjelmalle nimi harjoitusohjelma ja painetaan OK. (Kuva 22)



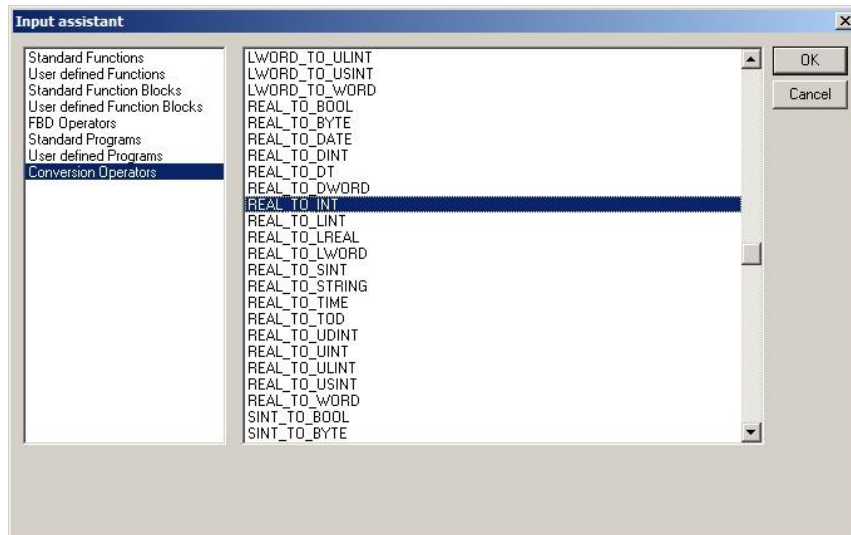
Kuva 22. Uuden ohjelman lisääminen

Tämän jälkeen voidaan ohjelmaa rakentaa toimilohkojen avulla. Lisätään toimilohko INT_TO_REAL, jolla voidaan todentaa analogia tulon toimintaa. Toimilohko lisätään klikkaamalla ??? viereen ja painamalla työkalurivistä laatikkopainiketta (Kuva 23a), jolloin verkkoryhmään ilmestyy AND-laatikko. (Kuva 23b)



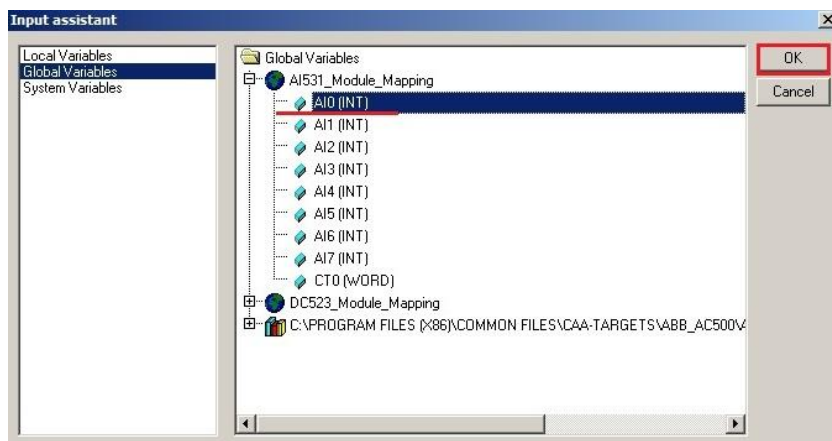
Kuva 23a. Laatikon lisääminen. Kuva 23b. Lisätty AND-laatikko

Maalataan AND-laatikon sisältä teksti ja painetaan F2. Etsitään avautuneesta ikkunasta INT_TO_REAL-toimilohko. (Kuva 24) Vaihtoehtoisesti toimilohkoja voidaan muuttaa kirjoittamalla jo lisättyjen toimilohkojen nimien tilalle uuden toimilohkon nimi.



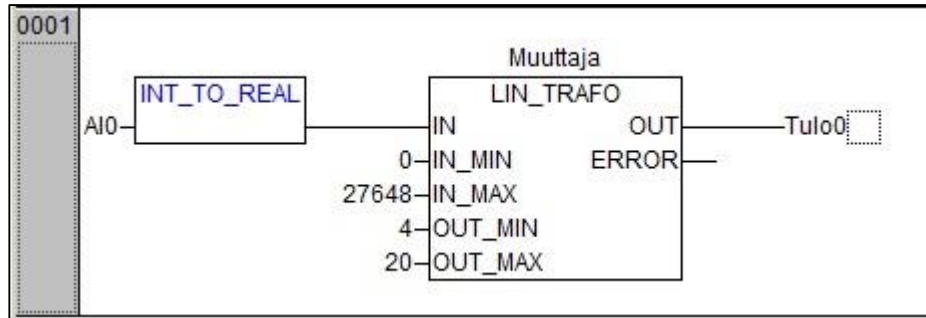
Kuva 24. Avattu kirjasto ja INT_TO_REAL-toimilohkon sijainti

Seuraavaksi asetetaan toimilohkolle tulo AI0 painamalla hiirellä vasemmanpuolel-
 len kysymysmerkkeihin ja painamalla jälleen näppäintä F2. Valitaan listasta ana-
 logiatulo AI0. (Kuva 25)



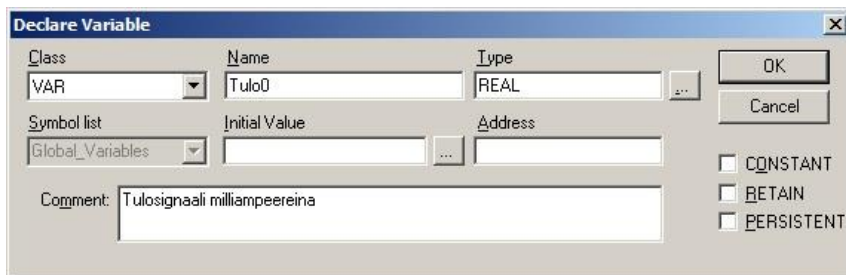
Kuva 25. Tulon valinta Input assistant-ikkunasta

INT_TO_REAL-toimilohkon oikealle puolelle voidaan lisätä myös toimilohko
 LIN_TRAFO, jolla voidaan muuttaa analogiatulon digitaalinen luku helpommin lu-
 ettavaksi. LIN_TRAFO-toimilohkoon asetetaan sen tulon ja lähdön ylä- ja ala-ar-
 vot. Tässä tapauksessa ylä-arvo saadaan moduulin toiminta-alue kaaviosta.



Kuva 26. Valmis analogiasignaalin testausohjelma

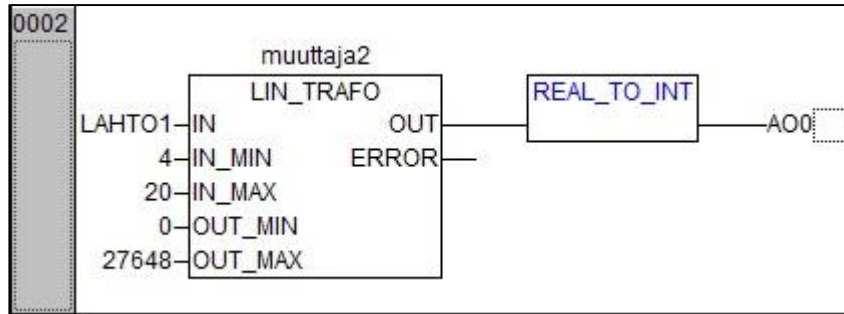
Lopuksi nimetään toimilohkon oikeapuoli TULO0 (Kuva 26) ja painetaan ENTER, jolloin avautuvassa ikkunassa voidaan valita muuttujan tyyppi ja valitaan tyyppi REAL, jonka jälkeen painetaan OK. (Kuva 26)



Kuva 27. Muuttujan nimeäminen ja tyyppin valinta

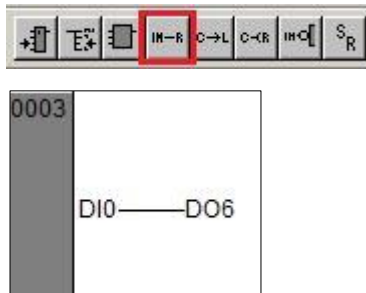
Seuraavaksi lisätään uusi network painamalla hiiren oikealla näppäimellä johonkin tyhjään kohtaan ja valitaan network after, tai painetaan näppäinyhdistelmää ctrl – t. Tehdään uuteen network analogialähdön toiminnan todentamiseen sopiva ohjelma.

Lisätään ensin toinen LIN_TRAFO-toimilohko. Lähtöön voidaan tehdä muuttuja Lahto1, joka on tyyppiltään REAL. Tämän jälkeen asetetaan tuloon ylä- ja ala-arvoiksi 0 – 20. Lähtöön asetetaan 0 – 27648, mikä on analogisen signaalin digitaalinen arvo. Arvo on sama, kuin edellisellä analogisella tulolla. Lähdön jälkeen lisätään REAL_TO_INT-toimilohko, joka määrätään analogianlähdölle AO0. (Kuva 28)



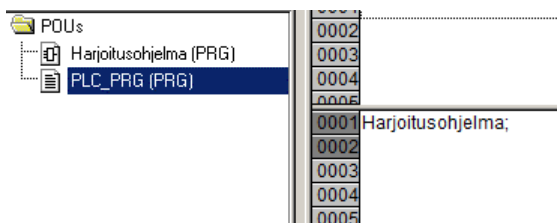
Kuva 28. Analogialähdön toiminnantarkistus ohjelmapätkä

Lisätään kolmas network, jolla kokeillaan digitaalisen I/O-moduulin kanavia tulo- ja lähtöasetuksilla. Moduulissa täytyy ottaa huomioon, että kanavat voivat toimia niin tulona kuin lähtönä. Painetaan työkaluriviltä Assign-painiketta, jolloin tulolle voidaan suoraa määrittellä lähtö. Asetetaan tuloon DI0 ja lähtöön DO6. (Kuva 29)



Kuva 29. Assign-työkalu ja määritetyt kanavat

Lopuksi liitetään tehty harjoitusohjelma pääohjelmaan. Avataan POUs-listasta kaksoisklikkauksella PLC_PRG ja kirjoitetaan sinne harjoitusohjelma, joka erotetaan puolipilkulla. Tämän jälkeen projekti voidaan tallentaa ja ladata logiikkaan tai vaihtoehtoisesti simuloida online-valikosta. (Kuva 30)

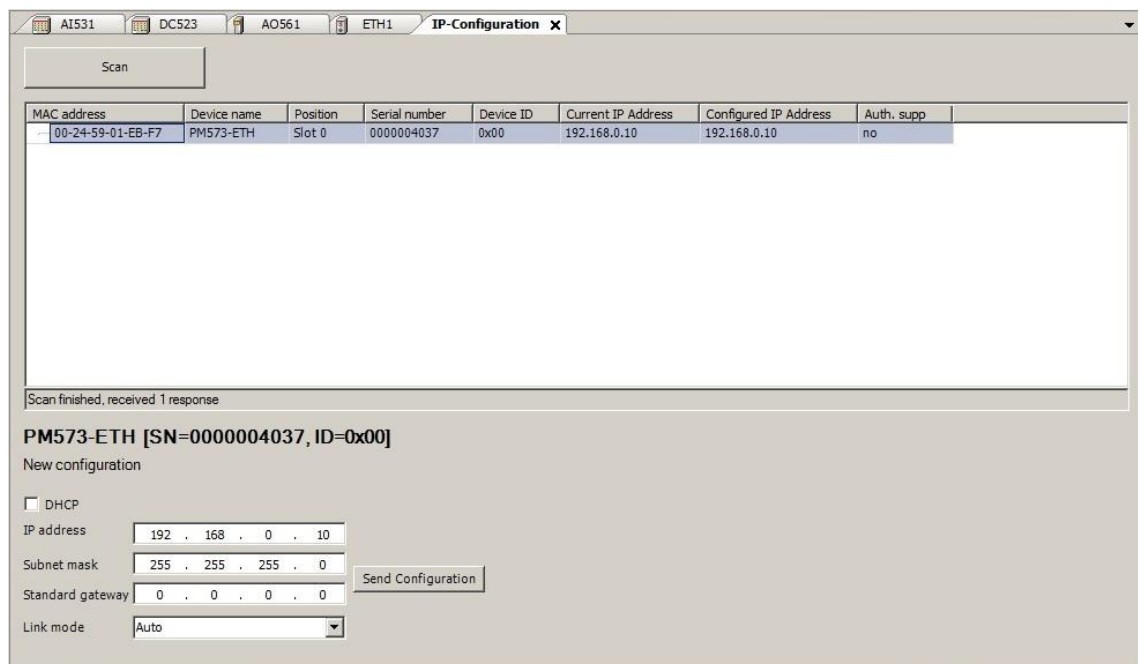


Kuva 30. Ohjelman liittäminen pääohjelmaan.

3.3.2 Yhdistäminen ja ohjelman lataus logiikkaan

Tässä kohdassa keskitytään logiikan yhdistämiseen TCP-IP -protokollan avulla. Yhdistäminen voidaan aloittaa muuttamalla IP-osoite AC 500 logiikalle. IP-osoite muutetaan liittämällä logiikka verkkokaapelilla samaan verkkoon, kuin käytettävä tietokone. Tässä tapauksessa käytetään suoraa kaapelia tietokoneen ja logiikan välillä.

Avataan Automation Builder -ohjelman tools-ylävalikosta IP-Configuration. Tämän työkalun avulla voidaan etsiä skannaamalla kaikki AC500 logiikat, jotka on liitetty samaan verkkoon. Tällä työkalulla voidaan myös lähettää logiikalle uusi IP-osoite. (Kuva 31)

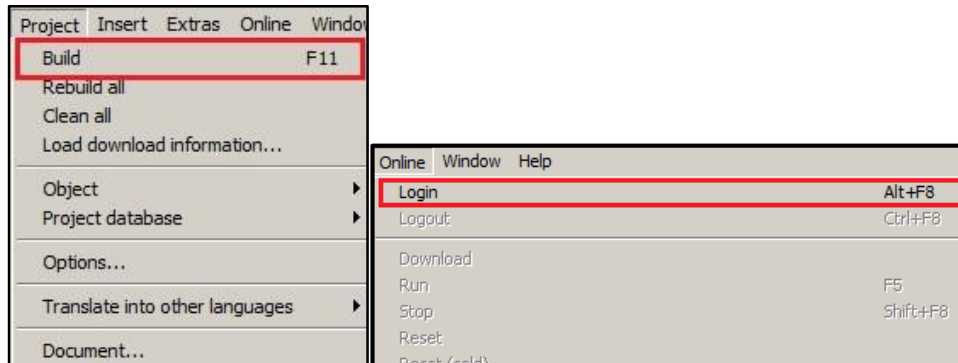


Kuva 31. Scannaustulos ja logiikan IP-osoitteen tiedot

Kun haluttu IP-osoite on asetettu logiikalle, voidaan yhteys testata avaamalla käynnistä valikko ja kirjoittamalla hakuun CMD. Kirjoitetaan komentoriville PING 192.168.0.10. Yhteyden toimiessa logiikka vastaanottaa PING-toiminnalla lähetettäviä data-paketteja.

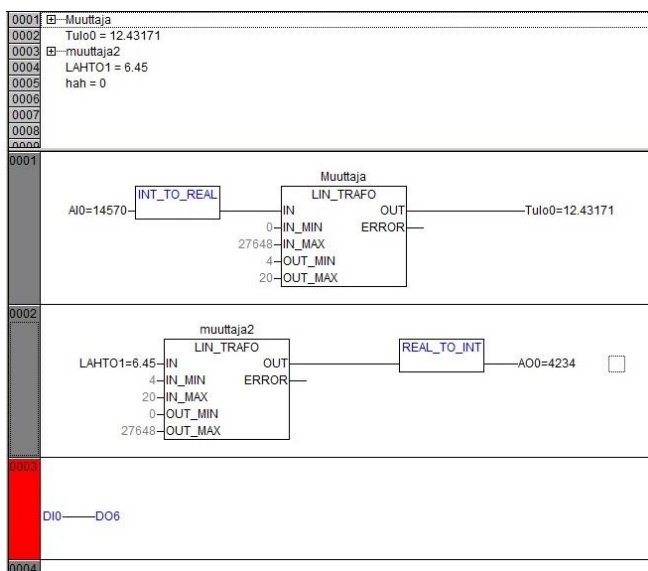
Yhteyden toimiessa voidaan avata tehty harjoitusohjelma Codesys-ohjelmassa. Ennen kuin voidaan kirjautua logiikan sisään, täytyy ohjelma rakentaa project-

valikosta valitsemalla build. Kun ohjelma on rakentanut projektin, eikä virheitä ilmentynyt, voidaan yhteys muodostaa logiikkaan Online-valikosta ja painamalla Login. (Kuva 32)



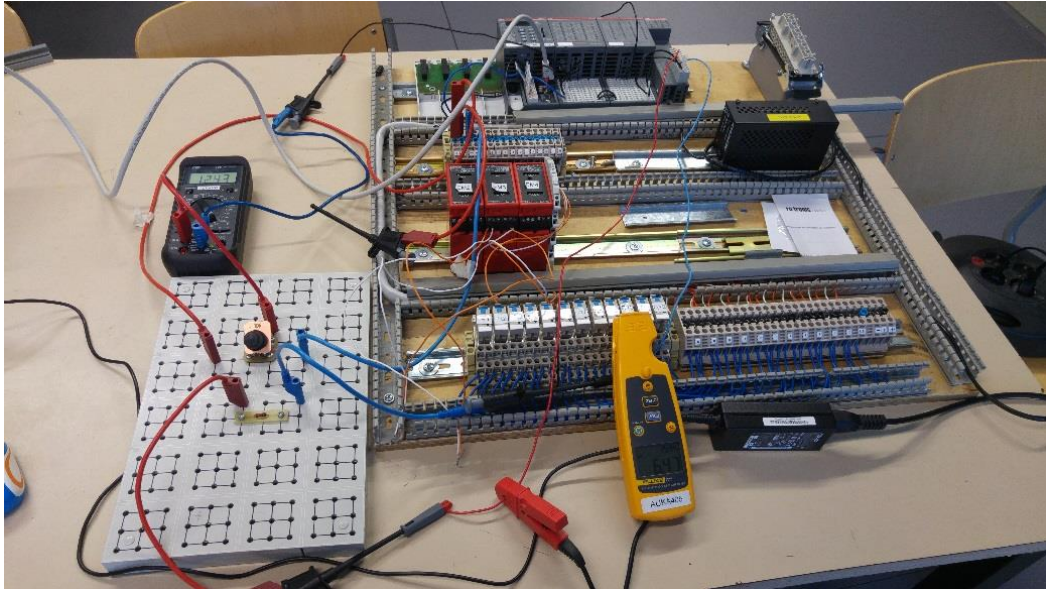
Kuva 32. Projektin rakennus ja yhdistäminen logiikkaan

Codesyksen yhdistäessä logiikkaan, antaa Codesys-ohjelma ilmoituksen, missä kysytään, halutaanko ladata juuri tehty ohjelma logiikkaan. Kun ohjelma on ladattu onnistuneesti logiikkaan hyväksymällä ilmoitus, voidaan kokeilu aloittaa. Kokeilun tarkoituksena on todeta korttien toiminta, mutta tässä tapauksessa jo kaista kanavaa ei kokeilla. Kokeilussa analogiseen tuloon liitetään 4 mA – 20 mA signaali. Kokeilussa signaalilähteenä toimii potentiometri ja jännitelähteenä sama jännitelähde kuin logiikalla. Analogiseen lähtöön liitetään pieni 250 ohmin vastus kuormaksi esittämään ohjattavaa laitetta. Digitaaliset tulot ja lähdöt kokeillaan yksinkertaisella johtoliitoksella. Kun tarvittavat johdotukset on tehty, voidaan logiikasta painaa Run-painiketta. (Kuva 33)



Kuva 33. Harjoitusohjelma ajossa

Kuvasta 34 nähdään, että analoginen tulo saa 12,4 mA viestin, joka todennettiin virtamittarin avulla. Analogiselle lähdölle pakotettiin arvo 6,45 mA, joka myös todennettiin pihtimittarin avulla. Digitaalisen tulon ja lähdön toiminta todennettiin moduulissa olevien LED-valojen loistaessa keltaisena.



Kuva 34. Harjoituskokoonpano

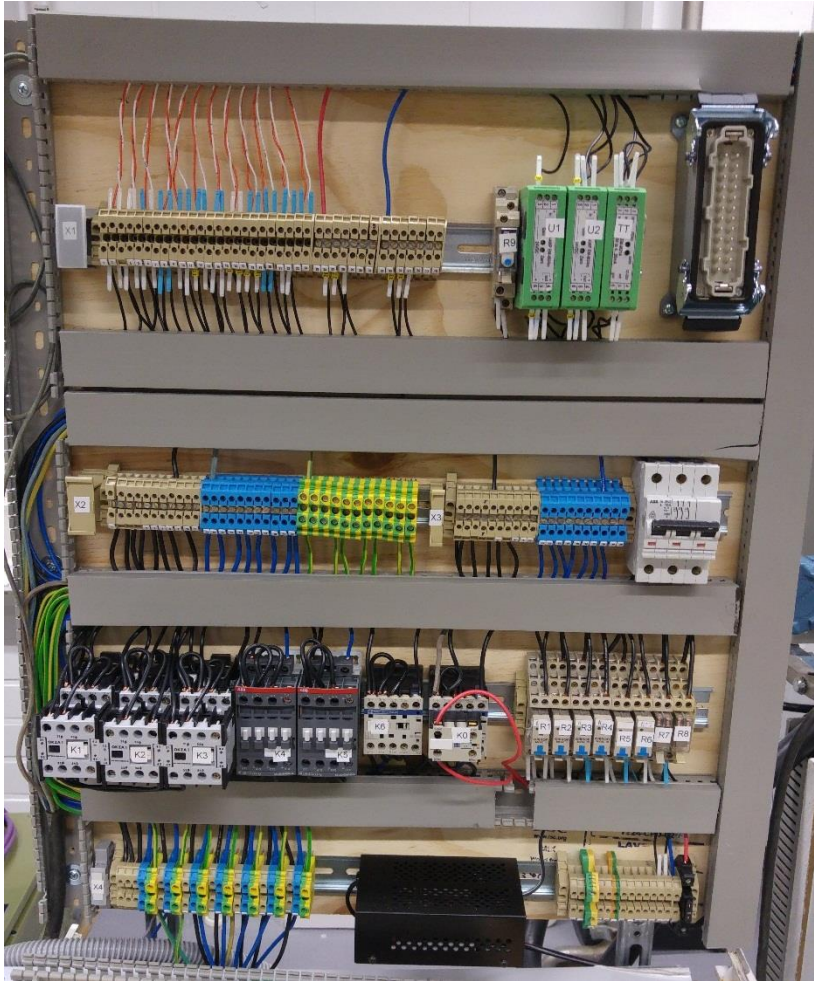
4 PESUKONEEN OHJAAMINEN

Pesukoneen projekti on aloitettu Jaakko Lahtelan ja Toni Maijalan toimesta suunnatun työelämäprojektin kurssilla. Projektin tarkoituksena oli pesukoneen modernisointi, jonka jälkeen pesukonetta voitaisiin ohjata ohjelmoitavalla logiikalla. Projektin prosessina toimii vanha, mutta toimintakuntoinen Candy Alise Domino 4x4 integroidulla kuivaimella varustettu pyykinpesukone. (Kuva 35)



Kuva 35. Candy Alise Domino 4x4 (Lahtela & Maijala 2015)

Teknisiä tietoja pesukoneesta on lähes mahdoton saada luotettavasti, joten projektissa jouduttiin käyttämään kokeilumenetelmää. Pesukoneen modernisointi saatiin lähes valmiiksi, mutta moottorin, pinnankorkeusmittarin ja lämpötilamittarin kytkennät puuttuvat. Kuvassa 36 nähdään Lahtelan ja Maijalan rakentama puutaulu, joka nimettiin myöhemmin PK2P-nimiseksi. (Lahtela & Maijala 2015)



Kuva 36. Pesukoneeseen kiinnitetty puutaulu PK2P

4.1 ABB AC500 liittäminen pesukoneeseen

Pesukoneen modernisointivaiheessa oli päätetty, että ohjelmoitava logiikka liitetään pesukoneeseen 24-napaisella EPIC:n moninapaliittimellä. Jolloin ohjelmoitavalla logiikalla on mahdollista hallita 12 toimintoa. (Lahtela & Maijala 2015, 6)

Pesukoneen taulun positioksi nimettiin PK2P ja ohjelmoitavan logiikan taulun positioksi nimettiin PK2PCS. PK2P puolelle asennettu moninapapaliittimen kanta on uros ja PK2PCS puolelle asennettu kanta on naaras, jolloin voidaan rakentaa lyhyt välikaapeli Nomakin 12-parisesta kaapelista ja EPIC:in naaras/uospäätteistä. (Kuva 37) Kaapelin rakennusvaiheessa oli huomioitava parikaapelien numeroinnit, että sama parinumerot jatkuivat järjestelmästä toiseen. Tämä huomioitiin piirustuksia piirtäessä (Liite 22).



Kuva 37. PK2PtoPK2PCS välikaapeli

4.1.1 Piirikaavioiden piirtäminen Vertex ED-ohjelmalla

Piirikaaviot piirrettiin Vertex ED 2015 sähkö- ja automaatio suunnitteluohjelmalla. Ohjelmassa löytyi valmis PES1-projekti, jonka Lahtela ja Maijala olivat aloittaneet. Uudet kuvat piirrettiin tähän PES1-projektiin.

Pesukoneen ohjaus suoritetaan releiden ja kontaktorien avulla, koska pesukoneessa on eri jännitetasoja ja kytkennät halutaan galvaanisesti erotetuiksi. Kaikki pesukoneen sähköt tuodaan pääkontaktorin kautta, jota voidaan ohjata ohjelmoitavalla logiikalla. (Liite 2 & Liite 16)

Pesukoneessa on kolme pyöritysnopeutta: Normaalinopeus, 400 RPM linkousnopeus ja 800 RPM linkousnopeus. Pyöritysmoottorin kontaktorien ohjaukset on suunniteltu niin, että jonkun nopeuden ohjattuna ollessa ei ole mahdollista ohjata muita kontaktoreja. (Liite 9)(Lahtela & Maijala 2015) Pesukoneen pyöritysmoottorissa voidaan myös pyörimissuunta vaihtaa, mitä ei ole pesukoneen modernisoinnissa otettu huomioon. Tämä voi johtua osittain pesukoneen alkuperäisten kytkentöjen piirikaavioiden puutteesta. Pyöritysmoottorin ohjauspiirit piirrettiin kui-

tenkin alkuperäisten Lahtelan ja Maijalan piirustuksien mukaan. (Liite 11) Pesukoneen kokeilun yhteydessä kuitenkin huomattiin, että pyöritysmoottorin pyörytys ja linkous eivät toimineet.

Loput pesukoneen toiminnot, veden oton magneettiventtiilin, veden lämmityksen vastuksen, veden sekä kuivauspuhallimen moottorin ja vastuksien ohjaus (Liite 12–22) toteutettiin aikaisempien piirustuksien mukaan. (Liite 3–10) Vaikka pesukoneentaulun puolella toiminnot on suunniteltu galvaanisesti erotetuiksi, suunniteltiin ohjaustaulun lähdöt ja tulot galvaanisesti erotetuksi, vaikka tämä ei olisi ollut välttämätöntä. Tähän ratkaisuun päädyttiin, koska ohjaustaulun piirit pitää tarvittaessa pystyä muuttamaan helposti toiseen prosessiin sopivaksi.

Pesukoneen toiminnoista tehtiin toimiluettelo, josta nähdään toiminto ja instrumentin positiotunnus. Alkuperäisiä positiotunnuksia on muutettu projektin jälkeen ja muutoksia tunnuksiin voi tulla myös vastaisuudessa. Alla toimilaitte taulukko 1. uusilla tunnuksilla.

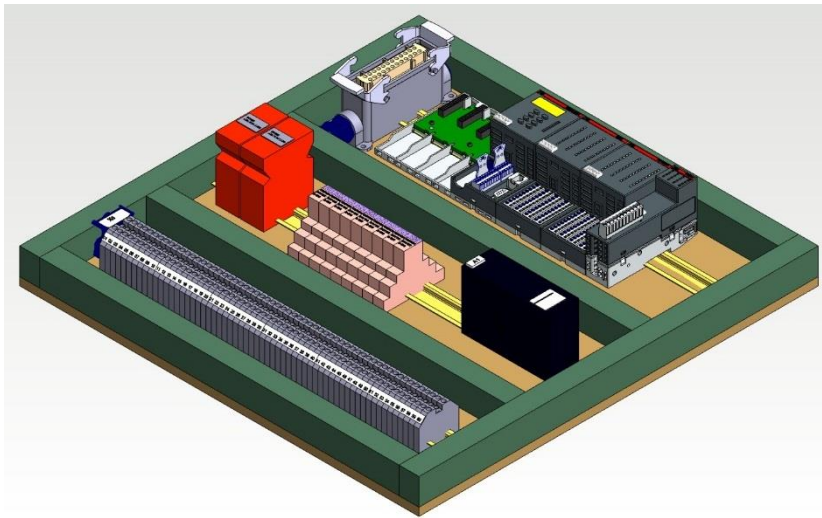
Taulukko 1. Toimilaitteet ja niiden ohjaavat releet PK2P- ja PK2PCS-tilausmuodossa

Toimilaitte/instrumentti	PK2P: Tunnus	PK2P Ohjaavat releet	PK2PCS Ohjaavat releet
Pyöritysmoottori	M1	K11, K12, K13	K1, K2, K3
Veden oton magneettiventtiili	V1	K24	K4
Kuivauspuhallin	M2	K25	K5
Kuivausvastus	R1	K25	K5
Veden lämmitysvastus	R2	K26	K6
Veden tyhjennyspumppu	M3	K17	K7
Pinnankorkeusmittaus	LT	U1	U1
Veden lämpötilamittaus	TT1	U2	U2
Pääkontaktori	K01	K18	K9
Pesuainetoimilaitte	V2	K19	K8

Taulukosta 1 nähdään toimilaitte tai instrumentti ja sen tunnus. Taulukkoon on myös lisätty PK2P- ja PK2PCS-tilausmuodon ohjaavien releiden tunnuksia. Taulukosta voidaan yksinkertaisesti nähdä, mikä rele ohjaa mitään toimintoa. Taulukossa ei näy toimilaitteiden ja PK2P-ohjaavien releiden jälkeisiä mahdollisia muita releitä ja kontakteja.

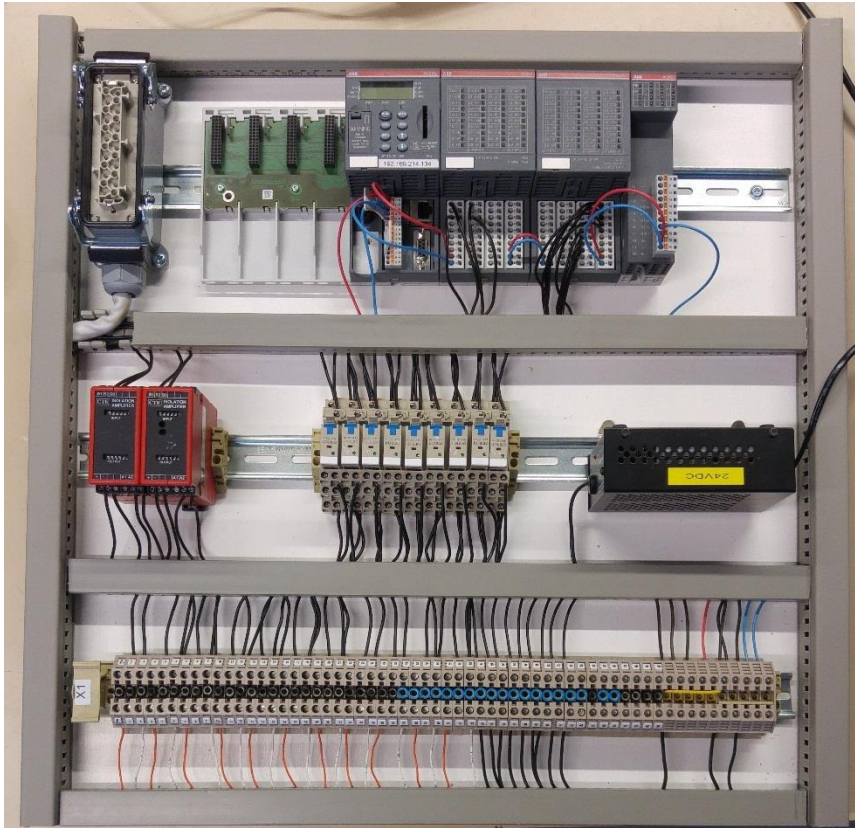
4.1.2 Ohjaustaulun rakentaminen

Ohjaustaulu suunniteltiin muiden Lapin ammattikorkeakoulussa olevien ohjaustaulujen perusteella, joka mahdollistaa ohjaustaulun helpon muokkaamisen johonkin toiseen projektiin. Ohjaustaulun pohjana toimii valkoinen 600 mm x 600 mm kokoinen 10 mm paksuinen vanerilevy. Vanerilevyyn kiinnitetään kolme 540 mm pituista DIN-kiskoa, joista ylimpään kiskoon asennettiin EPIC:in moninapaliitin ja ABB AC500 ohjelmoitava logiikka. Keskimmäiselle riville asennettiin Signaalimuuntimet, tarvittavat releet ja Mascot 9320 24 VDC -jännitelähde. Viimeinen kisko on tarkoitettu 60 riviliittimille, joista viimeiset 10 kappaletta on tarkoitettu käyttöjännitteille. Layoutin toimivuus testattiin myös 3D-mallintamalla Vertex G4Plant ohjelmalla. Suurin osa osista löytyi valmiiksi mallinnettuna, mikä nopeutti merkittävästi mallin tekoa. Kuvassa 38 nähdään valmis malli, jossa nähdään laitesijoittelu.



Kuva 38. 3D-Malli PK2PCS-työkalusta

Piirikaavioiden tarkastuksien ja laitesijoittelukuvan perusteella aloitettiin PK2PCS taulun rakentaminen. Tarvittavat laitteet löytyivät koululta valmiiksi, mutta esimerkiksi samanlaisien banaaniholkkien löytäminen varastosta ei onnistunut. Työssä päädyttiin käyttämään kahta eriväristä banaaniholkkia, kuten kuvasta 39 nähdään valmiista PK2PCS-työkalusta. Banaaniholkit asennettiin riviliittimiin, koska osa riviliittimien johdotuksista on tarkoitus tehdä pistoliitinjohdoilla, jolloin prosessia voidaan tarkkailla mittareilla helpommin.



Kuva 39. Rakennettu ja johdotettu PK2PCS-taulu

4.2 Pesukoneen ohjelman rakentaminen

Pesukoneen ohjelmaksi päädyttiin tekemään yksinkertainen vedenkäsittelyohjelma. Ohjelmassa vettä otetaan pesukoneen sisälle 10 sekuntia. Tämän jälkeen vettä lämmitetään vastuksen avulla 10 sekuntia, jonka jälkeen lämmitetty vesi pumpataan pois 15 sekunnissa. Lopuksi ohjelma kuivaa tyhjää rumpua 20 sekuntia. Toimilaitteet tulee pystyä pysäyttämään napin painalluksella kaikissa ohjelman vaiheissa. Ohjelma tehtiin neljässä osassa: ohjaus-, ohjelma-, signaalien käsittely- ja käyttöliittymäosissa.

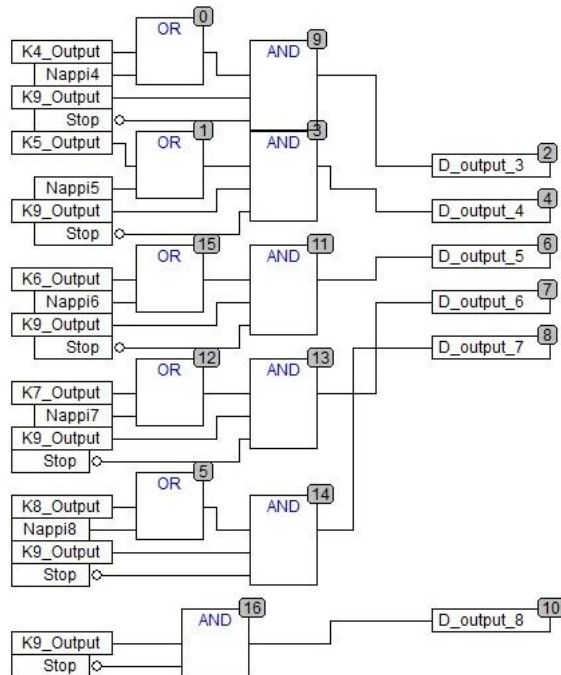
4.2.1 Ohjausosio

Ohjausosioon (kuva 40) tuodaan kaikki ohjaavat signaalit, kuten napit ja ohjelman ohjaavat signaalit. Signaalit ohjaavat ohjelmoitavan logiikan lähtöjä, jotka taas ohjaavat releitä. Jokainen ohjattu lähtö on tehty niin, että Stop-nappia painamalla

ne saadaan pysäytettyä. Ohjausosiossa käytettiin vain AND- ja OR-toimilohkoja. Ohjelman lähdöt menevät taulukon 2 kaksi mukaisesti.

Taulukko 2. toimilaitteiden lähtötaulukko

Toiminlaite	Lähtö
Veden oton magneettiventtiili	D_output_3
Kuivauspuhallin	D_output_4
Kuivausvastus	D_output_4
Veden lämmitysvastus	D_output_5
Veden tyhjennyspumppu	D_output_6
Pääkontaktori	D_output_9
Pesuainetoimilaite	D_output_8

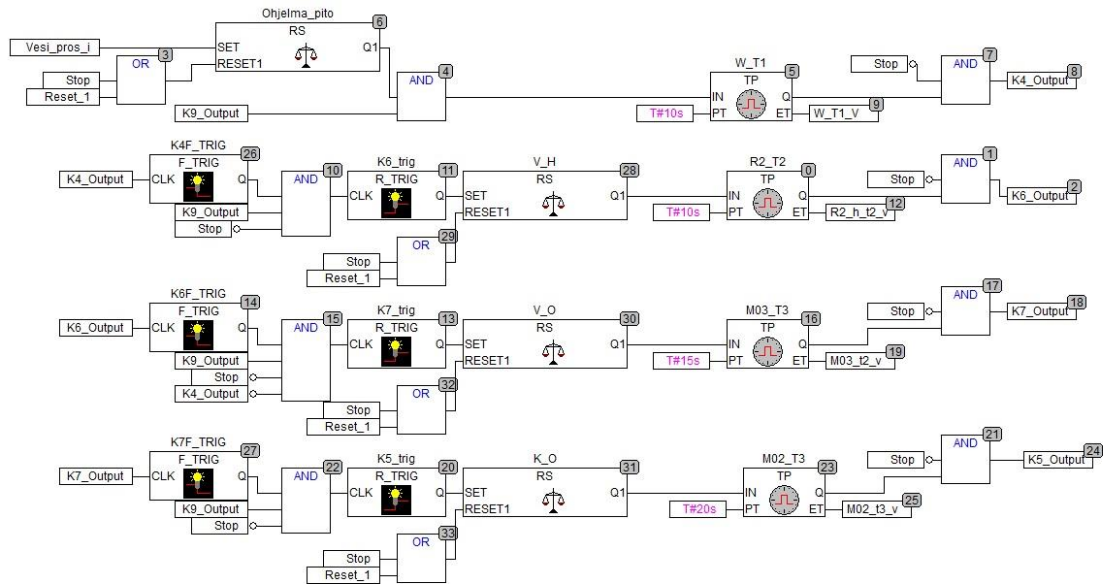


Kuva 40. Ohjausosio

4.2.2 Ohjelmaosio

Ohjelmaosioon rakennettiin alun määrittelyjen mukainen ohjelma. Ohjelmassa käytettiin RS-, R_TRIG-, F_TRIG-, AND-, TP- ja OR-toimilohkoja. Ohjelma toimii vaiheittain, kun yksi lähtö sammuu, toinen lähtee liikkeelle, kunnes ohjelma on valmis. (Kuva 41) Ohjelma toimii määritellyn mukaisesti, mutta ohjelmassa huomattiin iso puute. Stop-nappia painaessa lähdöt sammuvat, mutta ajastettu pulssi

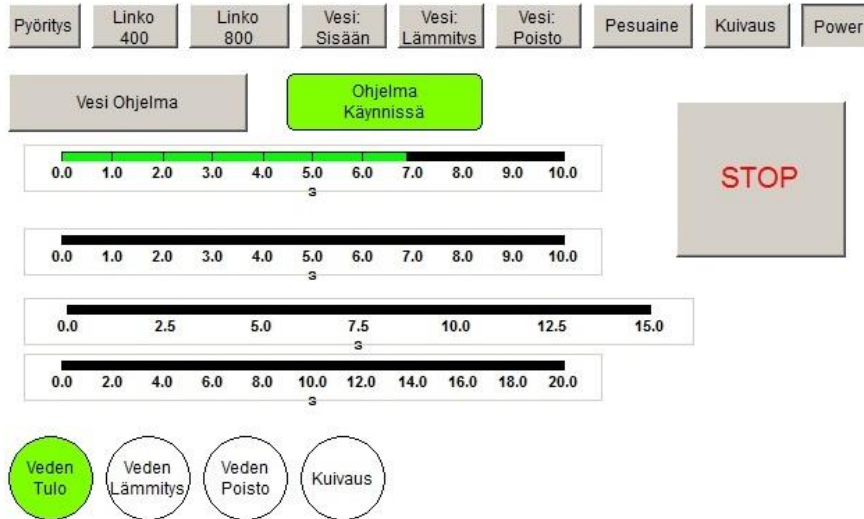
jatkaa laskemista. Tämä tarkoittaa sitä, että mikäli Stop-nappi vapautetaan, aktiivoi ohjelma kyseisen aktiivisen pulssin lähdön välittömästi, jolloin ohjattava laite on käyttilassa. Ohjelman puute tiedostettiin, mutta ohjelmaa ei saatu korjattua.



Kuva 41. Vedenkäsittely ohjelma

4.2.3 Käyttöliittymäosio

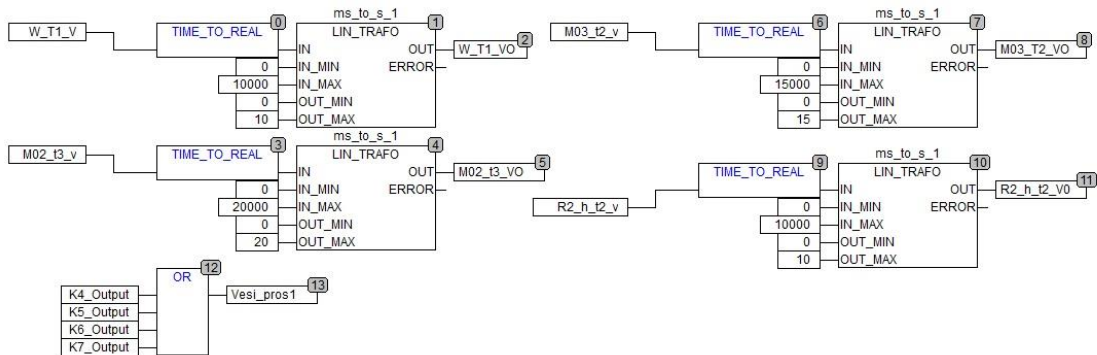
Käyttöliittymäosio tehtiin visualisointeja käyttämällä. (Kuva 42) Käyttöliittymään tehtiin painonapit ja hälytysvalot tarvittaville toimintoille. Jokaiselle vesienkäsittelyosiolle tehtiin mittarit näyttämään toiminnon aikaa sekunneissa. Lisäksi käyttöliittymään tehtiin nappi, jota painamalla saadaan vesienkäsittelyohjelma päälle, mikäli Power on päällä. Käyttöliittymässä on paljon kehittämistä, sillä uuden käyttäjän on vaikea ymmärtää, miten kyseinen käyttöliittymä toimii. Tämä käyttöliittymä onkin lähinnä ohjelman ja toimintojen kokeilua silmälläpitäen rakennettu.



Kuva 42. Käyttöliittymä

4.2.4 Signaalien käsittelyosio

Signaalien käsittelyosiossa käsitellään TP-toimilohkojen kuluvan ajan millisekuntisignaali sekunneiksi LIN_TRAFO-toimilohkon avulla. (Kuva 43) Toimilohkoa käyttäessä täytyy olla tarkkana, että toimilohkolle tulevat ylä- ja alarajat vastaavat signaalin ylä- ja alarajoja. Muutettua sekuntisignaalia voidaan käyttää mittareissa. Lisäksi tähän osioon tuotiin myös vesienkäsittelyohjelman toimintojen käyntitiedot, jota käytettiin ohjelman käynnin näyttämiseen.



Kuva 43. Signaalinkäsittelyosio

5 POHDINTA

Pesukoneen liittäminen automaatioon sisälsi paljon vaiheita, mitä myös isommassa prosessissa tulee ottaa huomioon. Työssä onnistuttiin tekemään tarvittavat piirikaaviot ja ohjelmoitava logiikka saatiin liitettyä prosessiin. Piirikaavioiden piirtämisessä kului yllättävän pitkään, sillä minun tuntemukseni Vertex ED -ohjelman käytöstä oli alussa heikko. Ongelmia työssä myös aiheuttivat heikko raportointi jo tehdyistä pesukoneen muutoksista, sekä alkuperäisten pesukoneen dokumenttien puuttuminen. Tämän vuoksi lämpötilan mittausta, pinnankorkeuden mittausta ja moottorin ohjausta ei minunkaan osaltani saatu vielä toteutettua.

Kaikesta huolimatta alkuperäiseen tavoitteeseen päästiin, sillä automaatiolaite saatiin liitettyä prosessiin. Pesukoneen toimintoja voitiin ohjata ohjelmoitavalla logiikalla ja samalla tehtiin suomenkiliset käyttöönotto-ohjeet ABB AC500 ohjelmoitavalle logiikalle, joka tarkoittaa, että pesukonetta voidaan käyttää opetus tarkoituksiin.

Tämä työ kertasi minulle niitä perusasioita, mitä automaatiota tehdessä tulee ottaa huomioon. Kehitettävää jäi aikataulujen hallitsemisessa sillä, jotkin työvaiheista venyivät liian pitkiksi.

LÄHTEET

ABB 2015. AC500 Catalog. German.

ABB 2016a. Automation builder. Viitattu 9.5.2016. <http://new.abb.com/plc/fi/automation-builder>

ABB 2016b. Codesys. Viitattu 11.5.2016

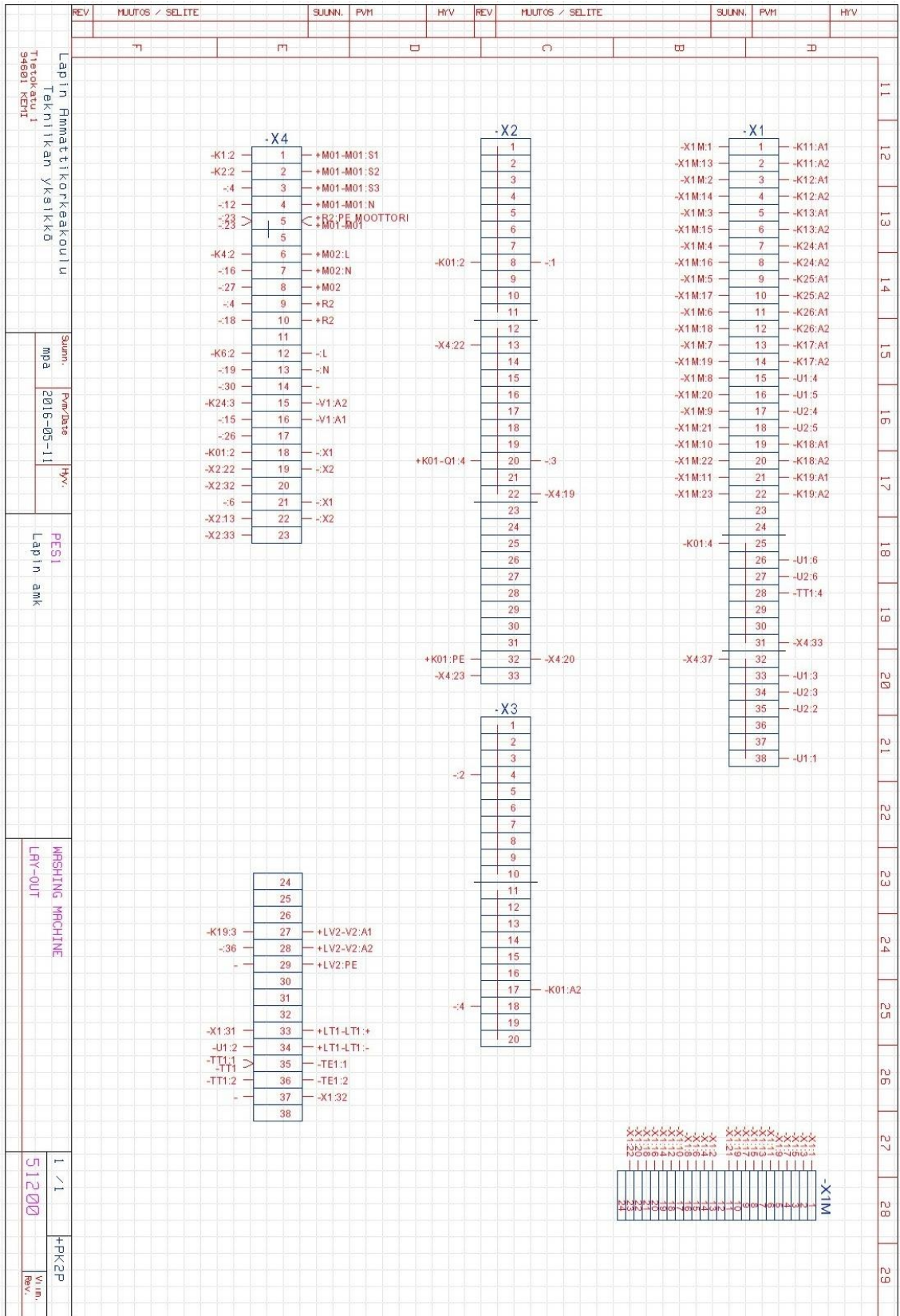
ABB 2016c. DC531 Installation instruction, German.

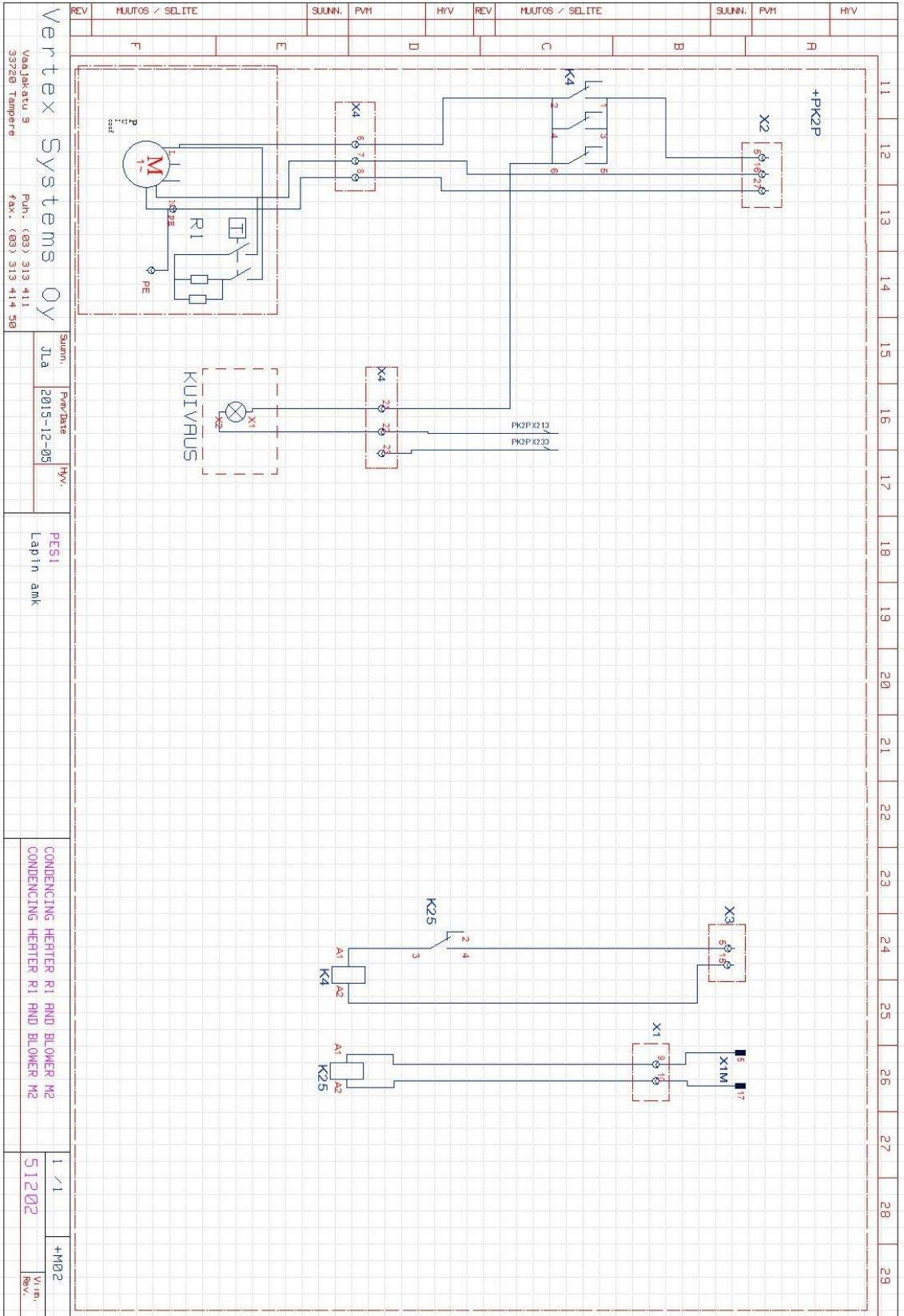
Codesys 2016. Viitattu 9.5.2016. <https://www.codesys.com/the-system.html>

Lahtela, J. & Maijala, T. 2015. Pesukoneen modernisointi. Projektiraportti. Suuntaavatyöelämäprojekti. Lapin AMK.

LIITTEET

- Liite 1. WASHING MACHINE LAY-OUT
- Liite 2. JÄNNITESYÖTÖT
- Liite 3. CONDENCING HEATER R1 AND BLOWER M2
- Liite 4. WASHING WATER HEATING
- Liite 5. WASHING WATER TEMPERATURE
- Liite 6. V1 MAGNEETTIVENTTIILI
- Liite 7. WASHING CHEMICAL 1
- Liite 8. WATER LEVEL
- Liite 9. M01 3-SPEED MOTOR
- Liite 10. M03 TYHJENNYSPUMPPU
- Liite 11. M1 kolminopeusmoottorin ohjaus
- Liite 12. V1 MAGNEETTIVENTTIILIN OHJAUS
- Liite 13. M02 KUIVAUSPUHALLIN JA R1 KUIVAUSVASTUS
- Liite 14. R2 LÄMMITYSVASTUKSEN OHJAUS
- Liite 15. M03 TYHJENNYSPUMPUN OHJAUS
- Liite 16. PÄÄKONTAKTORIN OHJAUS
- Liite 17. V2 PESUAINEN VENTTIILIN OHJAUS
- Liite 18. LT PINNANMITTAUS
- Liite 19. TT LÄMPÖTILAMITTAUS
- Liite 20. PK2PCS Voltage Supply & Layout, +24VDC Field Circuits
- Liite 21. PK2PCS Voltage Supply & Layout, LAYOUT
- Liite 22. VÄLIKAAPELI





REV MUUTOS / SELITE SUUNN. PVM HVV REV MUUTOS / SELITE SUUNN. PVM HVV

Vertex Systems Oy
 Vaajakatu 9
 33720 Tampere

Pun. (03) 313 411
 Fax. (03) 313 414 50

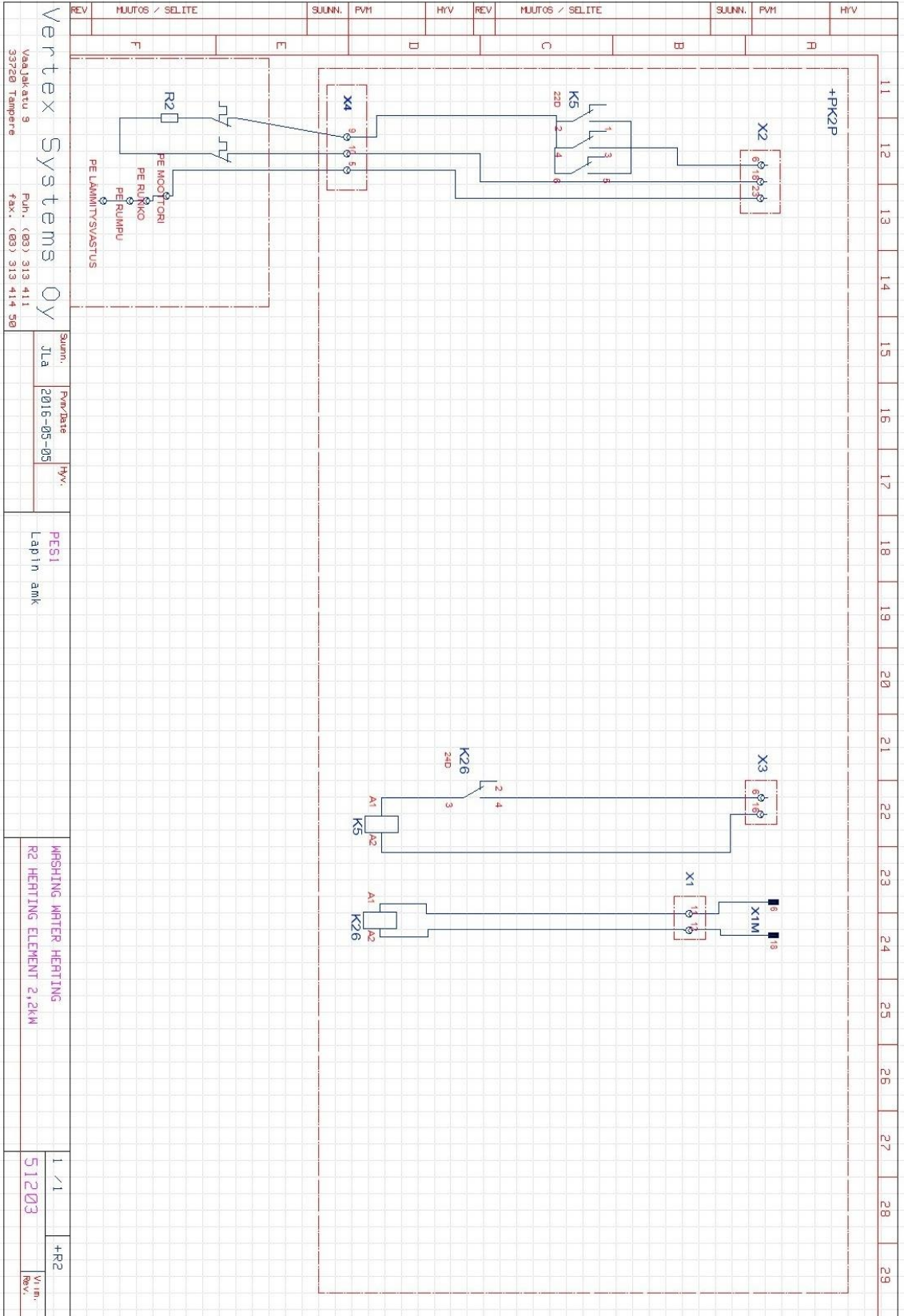
Suunn. JLA
 Päiväys 2015-12-05
 Hyv.

PE31
 Lappi amk

CONDENSING HEATER R1 FND BLOWER M2
 CONDENSING HEATER R1 FND BLOWER M2

1 / 1
 51202
 +M02
 Viit. Rev.

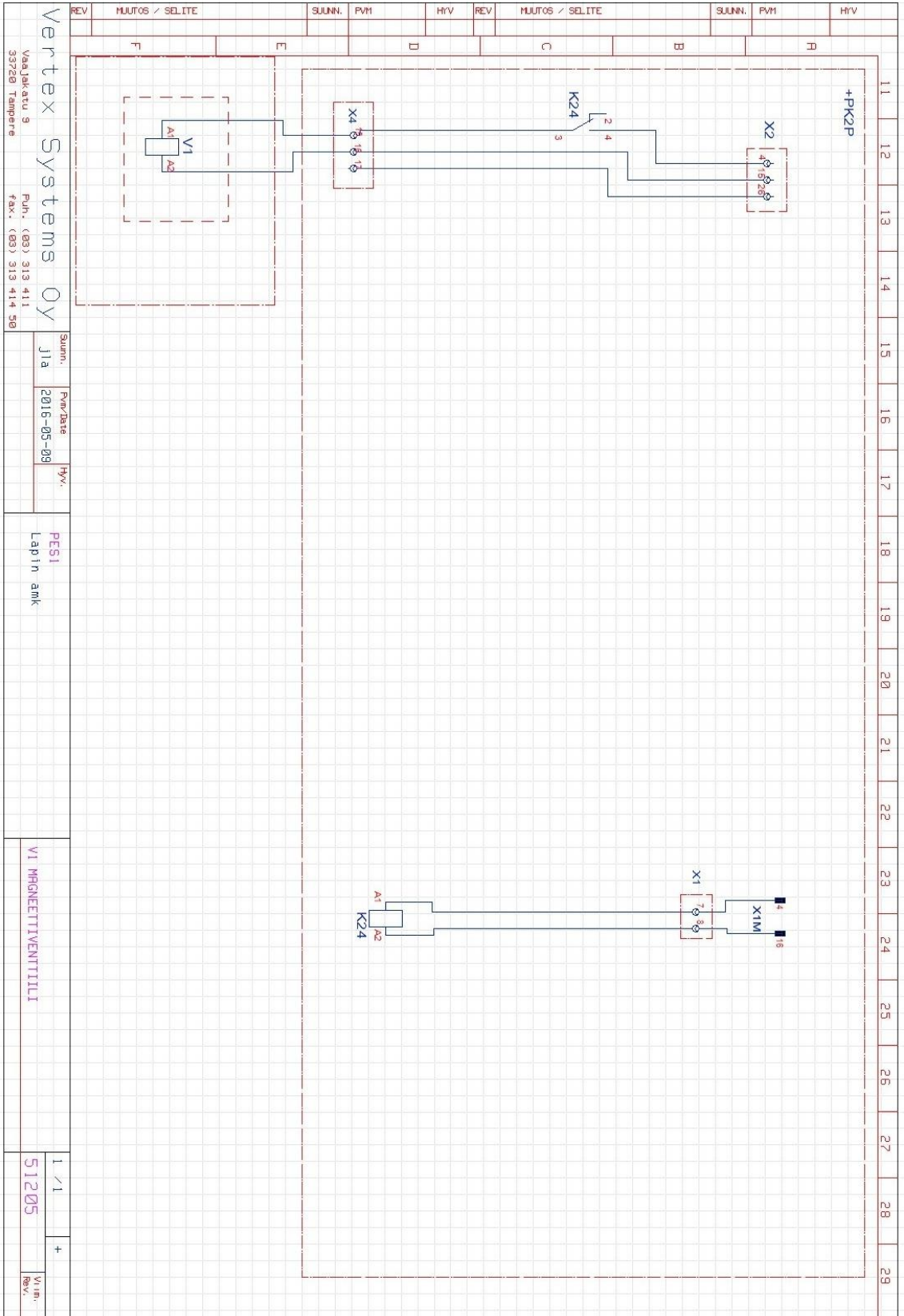
Liite 4

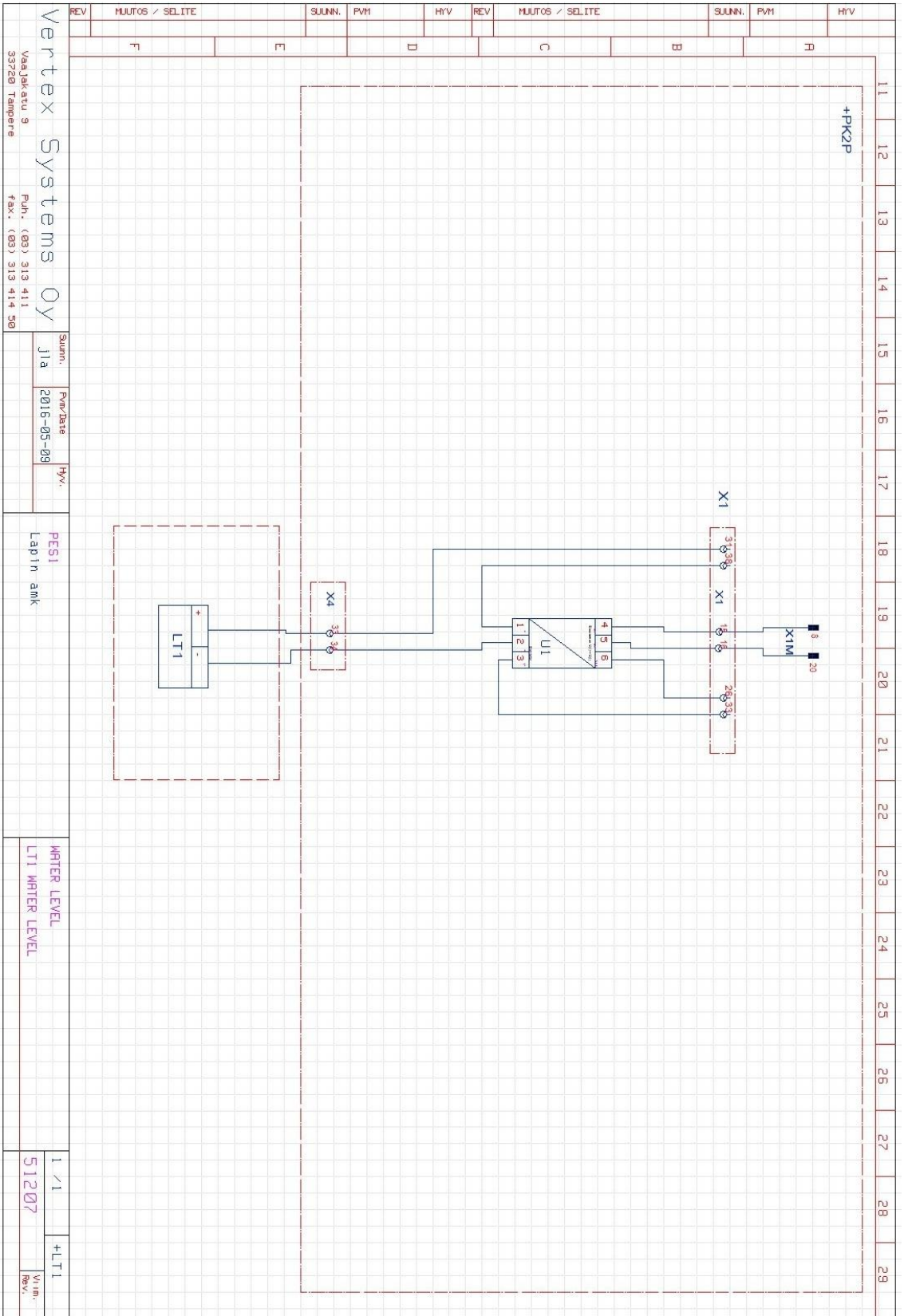


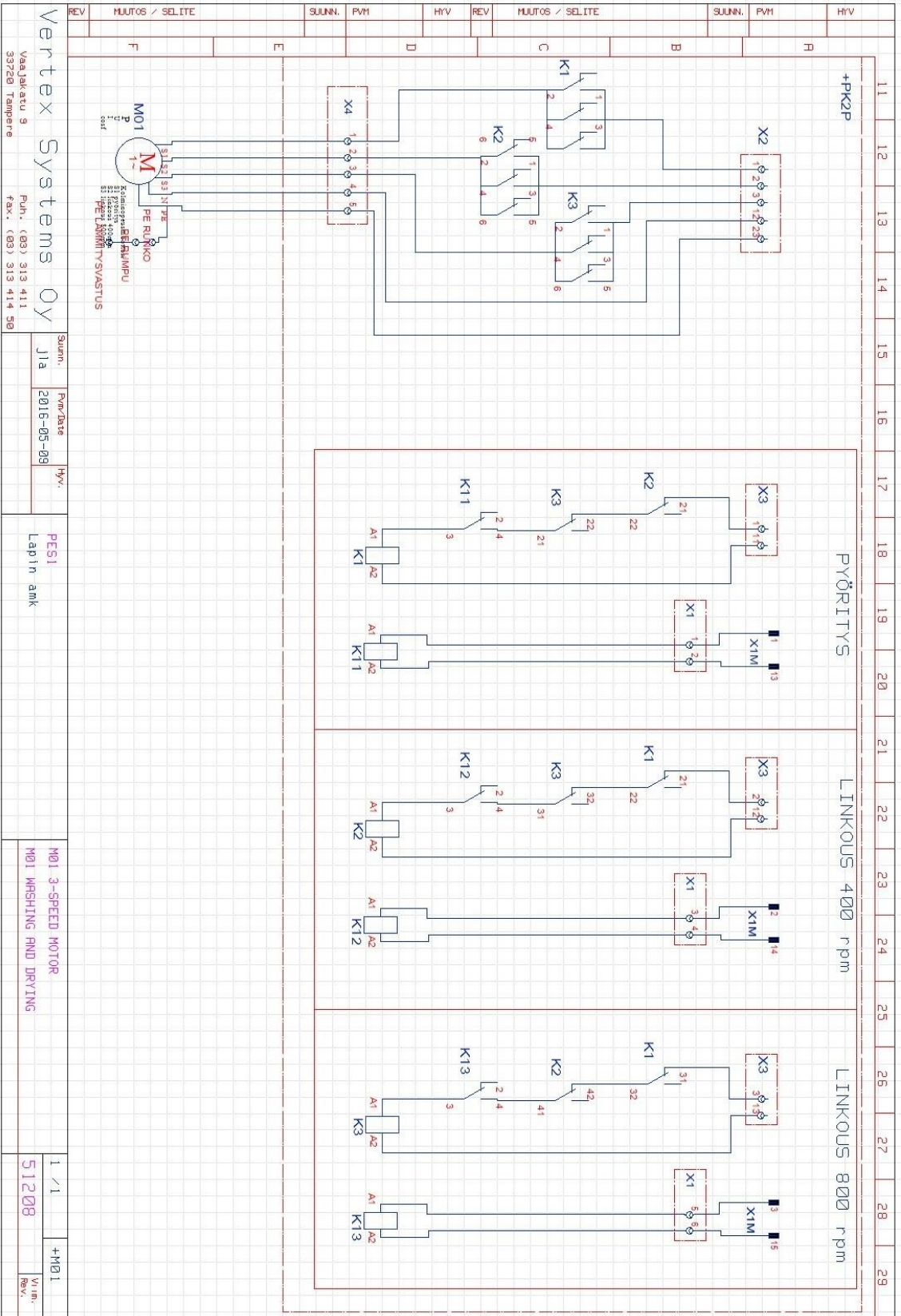
REV	MUUTOS / SELITE	SUUNN.	PVM	H/V	REV	MUUTOS / SELITE	SUUNN.	PVM	H/V
F									
E									
D									
C									
B									
A									

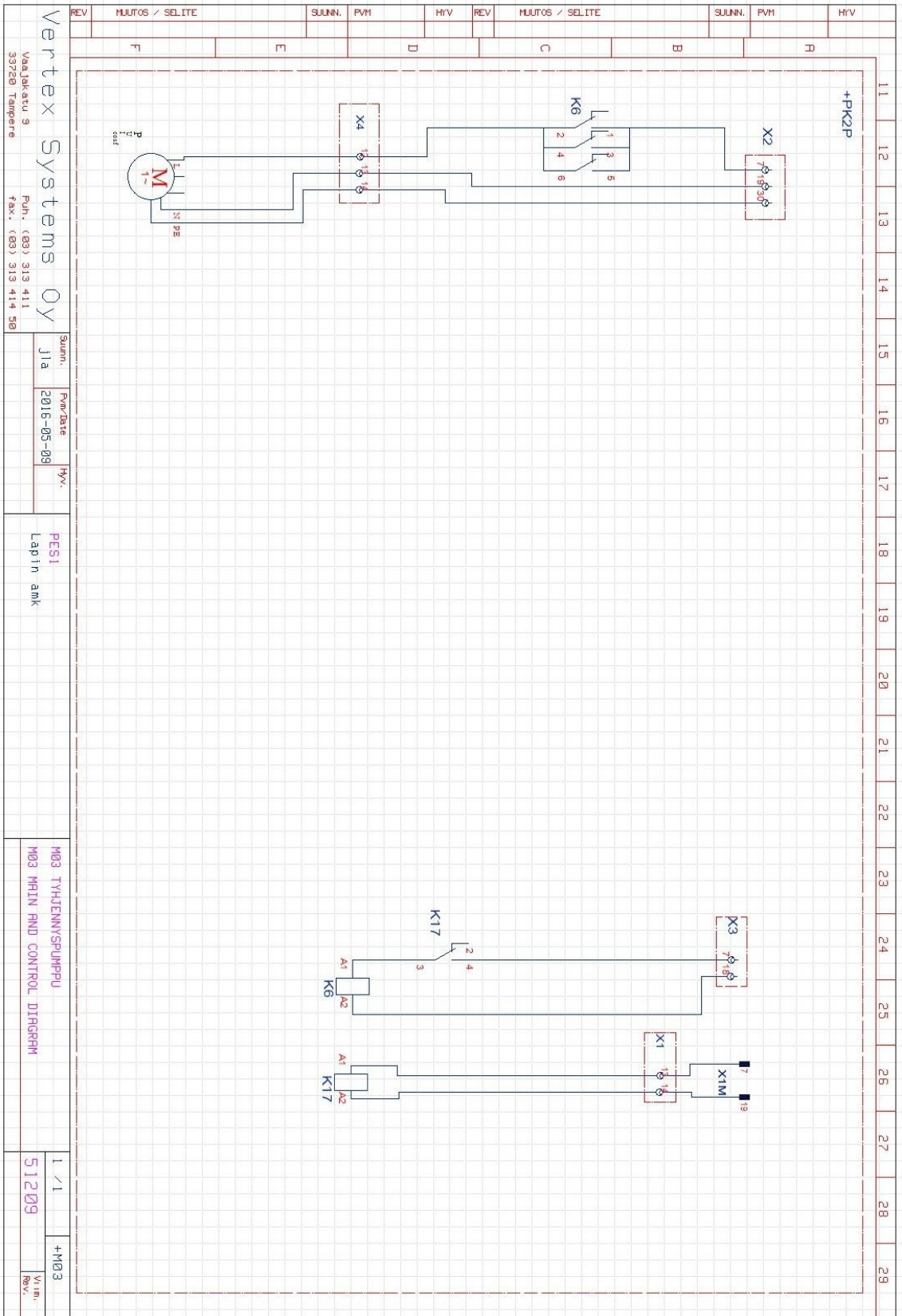
Vertex Systems Oy		Summ.	JLa	Par/date	2016-05-05	H/v	PE S1	Lap in amk	WASHING WATER HEATING	1 / 1	+R2
Vaalajatu 9	33720 Tampere	Fuh. (03) 313 411	Fax. (03) 313 414 50						R2 HEATING ELEMENT 2,2KW	51203	Vim. Rev.

Liite 6









REV	MUUTOS / SELITE	SUUNN.	PVM	HVY	REV	MUUTOS / SELITE	SUUNN.	PVM	HVY

Vertex Systems Oy
 Vaajakatu 9
 33720 Tampere
 Puh. (09) 313 411
 Fax: (09) 313 414 56

Suunn.	Jia	Par>Date	2016-05-09	HVY	
					PES1
					Lapin ank

M03 TYHJENNYPUMPU
 M03 MAIN AND CONTROL DIAGRAM

1 / 1	+M03
51209	Virta
	Rev.

