

**AUTOMAATIOKESKUKSEN SUUNNITTELU FMS-KULJE-
TINJÄRJESTELMÄÄN**

Martti Jyri

Opinnäytetyö
Sähkö- ja automaatiotekniikka
Insinööri (AMK)

2022

Sähkö- ja automaatiotekniikka
Insinööri (AMK)

Tekijä	Jyri Martti	Vuosi	2022
Ohjaaja	Ins. (YAMK) Jukka Hietämäki		
Toimeksiantaja	Lapin AMK		
Työn nimi	Automaatiokeskuksen suunnittelu	FMS-kuljetinjärjestelmään	
Sivu- ja liitesivumäärä	44 + 22		

Tuotantolaitoksien koneita ohjaavat logiikat rakennetaan yleensä keskusten sisälle. Keskusten kokoonpanoa ja käyttöönottoa koskevat lait ja standardit on otettava huomioon suunnittelussa ja asennuksessa.

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tuoda esille automaatiokeskuksen suunnittelussa huomioitavia standardeja sekä luoda dokumentaatio ja ohjelma, joita voidaan käyttää apuna automaatiokeskuksen kokoamisessa ja käyttöönotossa. Työ tehtiin Lapin ammattikorkeakoulun opetuskäyttöön tarkoitettua joustavan tuotantolinjan hihnakuljetinta varten, johon voidaan liittää erilaisia tuotantomoduuleja.

Työn tuloksena saatiin opinnäytetyö, joka havainnollistaa automaatiokeskuksen suunnittelua sekä dokumentaatio ja ohjelma, jotka auttavat automaatiokeskuksen kokoonpanossa ja käyttöönotossa.

Electrical and Automation Engineering
Bachelor of Engineering

Author	Jyri Martti	Year	2022
Supervisor	Jukka Hietamäki, MEng		
Commissioned by	Lapland UAS		
Subject of thesis	Automation Cabinet Plan for an FMS Conveyor System		
Number of pages	44 + 22		

The programmable logic controllers that control machines in production plants are usually built inside cabinets. Laws and standards regarding the assembly and commissioning of these cabinets must be considered during design and installation.

The purpose of the thesis was to highlight the standards to be considered in the design of an automation cabinet and to create a program and documentation that can be used as a part of the assembly and commissioning of the automation cabinet. The work was carried out for the Lapland University of Applied Sciences for a discrete automation belt conveyor, to which various production modules can be connected. The conveyor system is used for teaching purposes.

The result of the work was a thesis that illustrates the design of an automation cabinet, as well as documentation and a program that can be used as a part of assembly and commissioning of the automation cabinet.

Key words automation systems, electricity sector, programmable logic controllers

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	7
2 TURVALLISUUS.....	8
2.1 Sähköturvallisuuslaki	8
2.2 Standardit	9
3 KULJETIN JA SÄHKÖLAITTEET	13
3.1 FMS-200 järjestelmät.....	15
3.2 Laitestandardit	16
3.3 S7-1500	17
3.4 TP-1500	18
3.5 IO-moduulit	18
3.6 S7-1200	19
3.7 Profinet	20
4 KOKOONPANO JA ASENNUS	21
4.1 Dokumentaatio.....	22
4.2 Hätäpysäytys piirin toteutus	24
4.3 Käyttöönotto.....	25
4.4 Arvokilpi	27
4.5 Käyttöönottotarkastus	27
4.6 CE-merkintä ja vaatimuksenmukaisuusvakuutus.....	29
5 OHJELMOINTI.....	31
5.1 S7-1500 Ohjelmoinnin säännöt ja suositukset	31
5.2 Ohjelman luominen.....	36
5.3 Kosketusnäytön ohjelmointi	40
6 POHDINTA.....	41
LÄHTEET	42
LIITTEET	44

ALKUSANAT

Kiitän Heikki Isometsää aiheen antamisesta ja kiitän Jukka Hietämäkeä, Kari Kenttää sekä Päivi Honkaa ohjauksesta ja tarkastamisesta.

Torniossa 13.04.2022

Jyri Martti

KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET

Profinet	Teollisuuden Ethernet- väylä
S7-1500	Siemens ohjelmoitava logiikkaohjain
TIA Portal	Siemens ohjelmointityökalu
TP-1500	Touchpad 1500, kosketusnäyttö
TUKES	Turvallisuus- ja kemikaalivirasto

1 JOHDANTO

Tämä opinnäytetyö suoritetaan automaatiokeskuksen suunnittelun ohella. Opinnäytetyön tarkoituksena on havainnollistaa suunnittelussa huomioonotettavia seikkoja ja suunnittelun tuloksia. Työ myös kehittää työelämän valmiuksia sähkö- ja automaatioalan insinööritehtäviin kappaletavara-automaation ja sähkösuunnittelun kannalta.

Tavoitteena on tuottaa dokumentaatio ja ohjelma, joita voidaan hyödyntää kokoonpanon ja käyttöönoton aikana. Opinnäytetyössä on myös tavoitteena tuoda esille automaatiokeskuksen suunnittelun kannalta huomioitavia lakeja ja standardeja. Työssä suunnitellaan kuljetinjärjestelmää ohjaavalle logiikkaohjaimelle ja moottorilähtöjä syöttävälle laitteistolle keskuksen kokoonpano.

Ensin käsitellään direktiivit, lait ja standardit, jotka asettavat vaatimukset ja havainnollistavat suunnittelussa suoritettavat toimenpiteet. Toisekseen esitellään työn kannalta olennaisen laitteiston ominaisuuksia. Kolmantena esitellään asennuksen ja käyttöönoton dokumentointia ja neljäntenä kerrotaan logiikan ohjelmoinnin ohjeista sekä suorittamisesta.

2 TURVALLISUUS

Ohjelmoitava logiikka toimii pienoispännitteellä eli sen nimellisjännite on alle 50 VAC tai 120 VDC, mutta saa virtansa lähteestä, jota syöttää 230 VAC verkkovirta eli pienjännite. Keskus sisältää myös 230 VAC moottorilähdöt. Työ ei kuulu maalikkotöiden piiriin. Keskuksen rakentaminen on luvanvaraista sähkötyötä. (Tukes 2022e.)

Sähkötyön suorittamisen edellytyksenä on yrityksen palveluksessa työskentelevä pätevyystodistuksen omaava sähkötöiden johtaja. Pätevyystodistuksen myöntää henkilö- ja yritysarviointi Seti Oy. Tukesin rekisterissä on kirjattu yritykset sekä henkilöt, joilla on oikeus suorittaa sähkötöitä. (Tukes 2022e.)

2.1 Sähköturvallisuuslaki

”Tämän lain tarkoituksena on varmistaa sähkölaitteen ja -laitteiston käytön pitäminen turvallisena ja estää sähkön käytöstä aiheutuvien sähkömagneettisten häiriöiden haitalliset vaikutukset” (Sähköturvallisuuslaki 1135/2016, 1§).

Yleisenä vaatimuksena sähkölaitteistolle on, että se ei aiheuta vaaraa terveydelle, omaisuudelle tai hengelle, eikä sähkömagneettisesti häiritse kohtuuttomasti tai häiriinny helposti (Sähköturvallisuuslaki 1135/2016, 6§).

”Sähköturvallisuusviranomainen julkaisee luettelon niistä standardeista, joita noudattaen sähkölaitteiston katsotaan täyttävän tämän lain vaatimukset” (Sähköturvallisuuslaki 1135/2016, 33§).

Sähkölaitteiston saa ottaa käyttöön, jos sen rakentaja on varmistanut vaatimustenmukaisuuden. Sähkölaitteisto on käyttöönotettu sinä ajankohtana, kun siihen kytketään jännite käyttöä varten. Käyttöönottotarkastuksesta ja muutostöistä laaditaan tarkastuspöytäkirja, joka luovutetaan laitteiston haltijan käyttöön. (Sähköturvallisuuslaki 1135/2016, 41§, 42§, 43§.)

Muita toteutukseen ja käyttöön liittyviä lakeja ovat:

- Valtioneuvoston asetus sähkölaitteistoista 1434/2016

- Työturvallisuuslaki 738/2002
- Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta 205/2009
- Valtioneuvoston asetus koneiden turvallisuudesta 400/2008
- Valtioneuvoston asetus työvälineiden turvallisesta käytöstä ja tarkastamisesta 403/2008
- Räjähdysvaarallisiin tiloihin liittyvien laitteiden vaatimukset kerrotaan ATEX-direktiivissä. (ST 53.34 2018, 1.)

2.2 Standardit

Tukes on sähköturvallisuusviranomainen ja se on julkaissut listan S10-2019, jossa alle 1000V sähköasennuksia koskee standardisarja SFS 6000. Tukesin mukaan: ”Sähkölaitteita koskevat direktiivit sisältävät laitteita koskevat olennaiset vaatimukset ja arviointimenetelmät, joilla arvioidaan laitteiden vaatimustenmukaisuutta. Sähkölaitteilta vaadittavat tekniset yksityiskohdat on esitetty eurooppalaisissa yhdenmukaistetuissa standardeissa.” (Tukes 2022d.)

Konedirektiivin 2006/42/EY vaatimusten täyttämiseksi on laadittu standardi Koneturvallisuus. Yleiset suunnitteluperiaatteet SFS-EN ISO 12100 ja Koneturvallisuus. Koneiden sähkölaitteisto SFS-EN 60204. Konestandardit käsittelevät yksityiskohtaisesti koneen ja sen sähkölaitteiston suunnittelun kannalta huomioitavat seikat.

Kuljetin täyttää koneen määritelmän: ”koneella’ tarkoitetaan — toisiinsa liitettyjen osien tai komponenttien yhdistelmää, jossa on tai joka on tarkoitettu varustettavaksi muulla kuin välittömällä ihmis- tai eläinvoimalla toimivalla voimansiirtojärjestelmällä ja jossa ainakin yksi osa tai komponentti on liikkuva ja joka on kokoonpantu erityistä toimintoa varten” (Konedirektiivi 2006/42/EY, 2 artikla.)

Pienjännitesähköasennukset standardissa kerrotaan turvallisuuden vaatimusten kannalta samanlaiset asiat kuin konestandardissa, eli suojataan ihmisiä, kotieläimiä ja omaisuutta sähköiskuilta, valokaarilta ja tulipaloilta. (SFS 6000-1 2017, 8.)

Sähkölaitteiston riskit on arvioitava ja on tunnistettava, onko tarvetta riskien pienentämiselle. Riskeille on määritettävä toimenpiteet joko vaaran pienentämiseksi tai vaaralta suojaamiseksi. Tämä tarkoittaa esimerkiksi, että jännitteisiin osiin pääsy on estettävä tai jännite on tehtävä niin pieneksi, että se ei voi aiheuttaa vaaraa. (SFS-EN 60204-1 2018, 22.)

Vaaratilanne voi syntyä erilaisista vikatilanteista, joista seuraa sähköisku, tulipalo, koneen virheellinen toiminta, varastoituneen mekaanisen energian purkautuminen odottamattomana liikkeenä tai jonkin pinnan kuumeneminen lämpötilaltaan vaarallisen korkeaksi. Vaarat on tunnistettava suunnitteluvaiheessa, ohjauskeskuksen suunnittelun osalta tämä tarkoittaa jännitteisten osien kosketukselta suojaamista. Järjestelmää suojaavat kojeet on mitoitettava vikatilanteisiin sopiviksi ja kytkimien sekä liitosten tulee olla tehonkestoisuudeltaan järjestelmään soveltuvia. Keskuksen ja laitteiston kojeiden tulee olla niihin sovellettavien IEC-standardien mukaisia. (SFS-EN 60204-1 2018, 23.)

Sähkösyötön tulee olla nimellisjännitteeltään, taajuudeltaan ja yhtenäisyydeltään soveltuva. Sähkölaitteen tulee olla sähkömagneettisesti yhteensopiva käyttöympäristönsä kanssa. Laite ei saa aiheuttaa sähkömagneettista häiriötä ja sen tulee kestää ympäristönsä häiriötaso. (SFS-EN 60204-1 2018, 24.)

Koulun laboratorioympäristö ei aseta laitteistolle vaatimuksia ympäristön epäpuhauksien, lämpötilan, säteilyn, ilmankoostumuksen tai iskunkestävyyden osalta (SFS-EN 60204-1 2018, 25).

Johtimien poikkipinnat ja suojakojeet määritetään jatkuvan virrankestoisuuden ja oikosulkuvirtojen rasituksen mukaan. Laitteisto suojataan ylivirran vaikutuksilta johdonsuojakatkaisijoilla. Kaikki tarvittavat osat maadoitetaan. Signaaliin vaikuttavat osat häiriömaadoitetaan erikseen. Johdot järjestellään kouruihin siisteyden ja turvallisuuden vuoksi. Logiikalle tulee jättää tarpeeksi tilaa ylä- ja alapuolelle jäähdytykseen ja etupuolelle ohjauspaneelille pääsyyn. (SFS 6000-1 2017, 9, 11, 12.)

Laitteiden asennus tulee toteuttaa valmistajan ohjeistuksen mukaan ja asennuksessa tulee käyttää riittävän ammattitaitoista henkilöstöä. Laitteistolle suoritetaan käyttöönottotarkastus ennen käyttöönottoa. (SFS 6000-1 2017, 14.)

IEC standardisarjan 61439 tarkoituksena on yhdenmukaistaa jakokeskusten säännöt ja vaatimukset. Standardin tavoitteena on, ettei muita standardeja tarvitse soveltaa jakokeskusten vaatimusten ja todentamistapojen osalta. (SFS-EN 61439-1 2013, 22.)

SFS käsikirja 640 on sähkökeskusten standardisarjan 61439 käyttöön opastava kirja, joka sisältää koko standardisarjan. Standardisarjaa 61439 sovelletaan käyttämällä osan 1 yleisvaatimusten lisäksi jakokeskuksen tyyppiin soveltuvaa osaa. Standardisarjan osat ovat:

- Osa 1: Yleisvaatimukset
- Osa 2: Ammattikäyttöön tarkoitetut kojeistot
- Osa 3: Maallikkokäyttöön tarkoitetut jakokeskukset
- Osa 4: Työmaakeskukset
- Osa 5: Jakeluverkkokeskukset
- Osa 6: Jakelukiskot. (SFS-EN 61439-1 2013, 22.)

Jos keskuksessa tekee maallikko kytkentöjä kuten esim. IO-johtojen, keskuksen pitää täyttää jakokeskusstandardin Osa 3: Maallikoiden käyttöön tarkoitetut keskuksien kriteerit. Keskuksen sisällä on jännitteisiä osia, jotka eivät ole lukittu pois tämän vuoksi maallikkokeskuksen vaatimus SFS 61439-3 kohdassa 8.5.3 ei täyty.

Pienjännitekeskusstandardissa määritetään arvot, joiden tulee täytyä keskuksen osalta.

- mitoitusjännite
- mitoituskäyttöjännite
- mitoituseristysjännite
- mitoitussyöksynkestojaännite
- mitoitusvirta

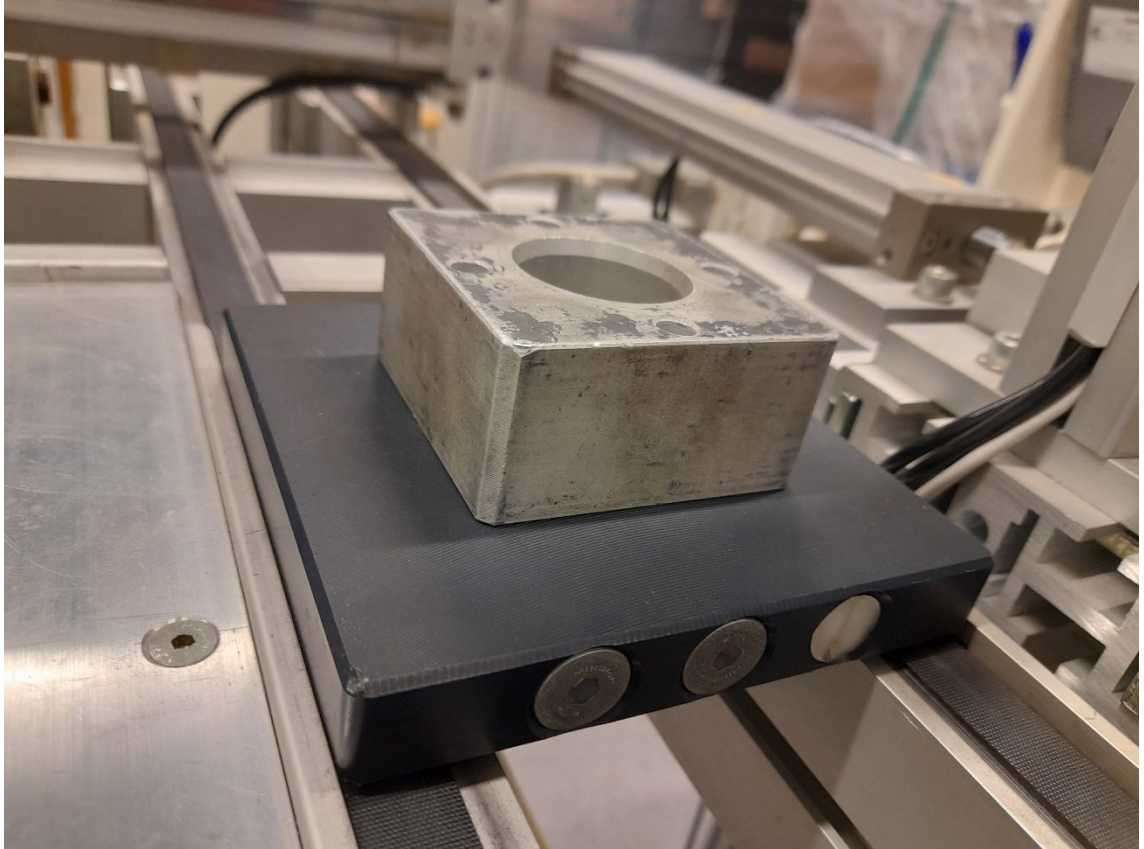
- piirin mitoitusvirta
- mitoituskestovirran huippuarvo
- lyhytaikainen mitoituskestovirta
- keskuksen ehdollinen mitoitusoikosulkuvirta
- tasoituskertoimen mitoitusarvo
- mitoitustaajuus
- muut arvot. (SFS-EN 61439-1 2013.)

Keskuksesta tulee olla dokumentointi, josta käy ilmi kaikki standardissa määritetyt arvot ja lisäksi käsittely, asennus-, käyttö ja huolto-ohjeet (SFS-EN 61439-1 2013).

Oppilaitosten opetuskäytössä olevia sähkölaboratorioita ja vastaavia tiloja, joissa esiintyy kosketeltavana yli 50V ja enintään 1000V vaihtojännitteitä, koskee standardi SFS-6000-8-803. Standardin mukaan sähkölaboratoriot on järjestettävä siten että tilaan pääsevät vain ammattitaitoiset ja opastetut henkilöt. Maallikoiden tulee olla ammattitaitoisen tai opastetun henkilön valvonnassa. Standardissa kerrotaan myös tilojen sähköasennusten vaatimukset, jotka koskevat tilojen vikasuojasta, tunnistamista, erottamista ja kytkentää sekä tarkastusta.

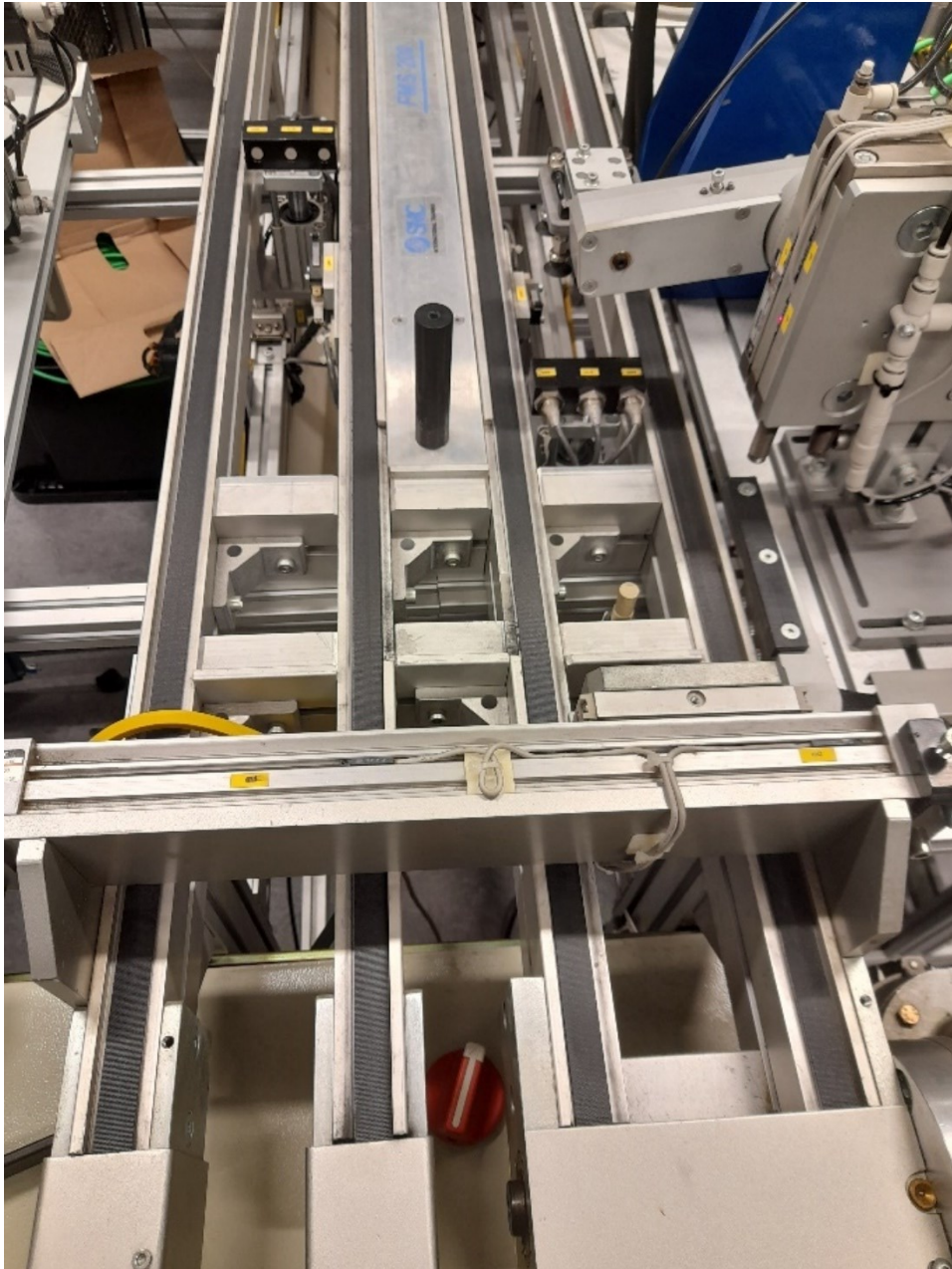
3 KULJETIN JA SÄHKÖLAITTEET

Kuljettimen tehtävä on siirtää kuvassa 1 näkyvää työkappaleen alustaa moduulin välillä. Kuljetin koostuu kahdesta erisuuntiin liikkuvasta linjasta, joiden avulla työkappaleen alusta kiertää suorakaiteen muotoista rataa. Kummallakin linjalla on kaksi hihnaa, joita pyörittää sähkömoottori.



Kuva 1. Alusta, jonka päällä työkappaleen pohja

Kuvassa 2 näkyy yksi kuljettimen hihnojen päissä olevista paineilmalla toimivista siirtäjistä, jotka siirtävät työkappaleen alustan yhdeltä linjalta toiselle. Hihnojen välissä on anturit, jotka lähettävät signaalia, kun alusta on tarpeeksi lähellä.



Kuva 2. Työkappaleen alustan siirtäjä

Kuljettimen hihnojen välissä on kuusi kuvan 3 mukaista paineilmasylinterillä liikuvaa estettä, joilla työkappaleen alusta pysäytetään ja sen tyyppi luetaan kolmesta vaihdettavasta kannasta. Esteessä on kolme anturia, jotka lähettävät signaalia, kun metallinen kanta tuodaan tarpeeksi lähelle. Kantojen yhdistelmiä vaihtamalla voidaan määrittää ohjelmoitavassa logiikassa alustoille erilaisia tyyppjä. Ennen esteitä hihnojen välissä on myös mekaaninen anturi, joka lähettää signaalia, kun alusta on sen päällä.



Kuva 3. Paineilmalla operoitava este ja lukija

3.1 FMS-200 järjestelmät

FMS-200 järjestelmien avulla opetetaan prosessin ohjelmointia ja vianetsintää tekniikan opiskelijoille käytännönläheisesti. Alustoilla valmistettavasta työkappaleiden kokoonpanosta on olemassa 24 variaatiota. Järjestelmän modulaarisuus mahdollistaa variaatioita eri koulutustarpeisiin, alustaa voi operoida yksittäisenä tai yhdistellä monta eri alustaa monimutkaisemman prosessin mallintamiseksi. (SMC 2022.)

Taulukko 1. FMS-200 moduulit (SMC 2022).

Moduuli	Lyhyt kuvaus
FMS-201	Työkappaleen pohjan suuntauksen varmistaminen, jos kappale on oikeansuuntainen, alusta siirtää sen seuraavaan vaiheeseen.
FMS-202	Siirtää erikokoisia laakereita pohjakappaleeseen.
FMS-203	Painaa laakerin pohjakappaleeseen hydraulisella puristimella.

FMS-204	Liittää joko alumiinisen tai nylonista valmistetun akselin laakeriin.
FMS-205	Liittää yhden kuudesta kannen eri variaatiosta työkappaleeseen.
FMS-206	Asettelee neljä ruuvia työkappaleeseen.
FMS-207	Robotti, joka kykenee kiristämään ruuvit sekä kokoamaan, purkamaan ja siirtämään osia.
FMS-208	Automaattinen varasto.
FMS-209	Simuloitu maalinkuivatus uuni.
FMS-210	Laadunvarmistus käyttäen keinoäköä.

3.2 Laitestandardit

Keskuksen komponenttien ja kytkinlaitteiden on täytettävä niihin soveltuvat IEC standardit, taulukossa 2 on esimerkkejä (SFS EN 61439-1 2013, 82).

Taulukko 2. Esimerkki eräiden työssä valittujen laitteiden täyttämistä standardeista

Laite	Sähkönumero	Täyttää standardit
Pääkytkin	36 014 35	IEC 60947-1:2007/A1:2010/A2:2014 IEC 60947-3:2008/A1:2012/A2:2015
Kontaktori	37 058 00	EN 60947-1:2007/A1:2011/A2:2014 EN IEC 60947-4-1:2019 EN 60947-5-1:2017 EN IEC 63000:2018
Johdonsuojakatkaisija	32 104 10	EN 60898-1:2003/A1:2004/A11:2005 /A13:2012 EN 60947-1:2007/A1:2011/A2:2014 EN 60947-2:2006/A1:2009/A2:2013
Moottorinsuojakatkaisija	37 320 06	EN IEC 60947-4-1
Painike	23 203 36	IEC 60947-1:2007 IEC 60947-1:2007/AMD1:2010 IEC 60947-1:2007/AMD2:2014 IEC 60947-5-1:2016
Merkkilamppu	23 202 82	IEC 60947-1:2007 IEC 60947-1:2007/AMD1:2010 IEC 60947-1:2007/AMD2:2014 IEC 60947-5-1:2016

3.3 S7-1500

Keskuksen ohjelmoitava logiikkaohjain on Siemensin SIMATIC tuoteperheen S7-sarjan 1500- malli. Malli on kehittynyt edeltäjiinsä nähden tiedonsiirrossa nopeammaksi korttien takana sijaitsevan liitinväylän ansiosta ja suorittaa myös komentoja nopeammin. Malli sisältää myös uusia tietotyyppejä ja optimoidun koodin generoinnin. (Siemens 2022b.)

Järjestelmä on modulaarinen ja skaalautuu 32 moduuliin asti. Logiikkaohjaimen näytöltä voidaan asettaa IP- osoite ja nähdä tietoa järjestelmästä sekä virhetiedoista. Moduulien väyläliitännät prosessoriin tapahtuvat niiden takana olevien liittimien välityksellä. Järjestelmän osat asennetaan DIN-kiskolle. I/O moduulin etupuolella oleva 40 paikan liitin on samanlainen kaikkien I/O moduulien kesken. Moduulien variaatiot ovat Basic (BA), Standard (ST), High Feature (HF) ja High Speed (HS), jotka paranevat järjestyksenmukaisesti nopeudessa ja tarkkuudessa. Analogisiin moduuleihin voidaan EMC vakauden parantamiseksi liittää häiriönsuojajärjestelmä. (Siemens 2022b.)

Järjestelmän ohjelmointi tapahtuu Siemensin Totally Integrated Automation Portal (TIA Portal) ohjelmalla, johon on asennettu STEP 7 työkalu. (Siemens 2022b.)

Prosessoriyksikössä on Profinet IO liittynät, jotta voidaan kommunikoida muiden prosessorien tai tietokoneiden kanssa. Yksikössä on myös palvelin sekä asiakasohjelma, joka toimii standardisoidun OPC UA protokollan avulla, mahdollistaen kommunikation myös muiden laitevalmistajien tuotteiden kanssa. Kommunikatiomoduuleilla voidaan käyttää myös Ethernet, point-to-point, IO-Link, Profibus ja Profibus DP-tiedonsiirtoa. (Siemens 2022b.)

Prosessoriyksikkö sisältää liikkeenohjauksen ominaisuuden, jolla voidaan helpommin ohjata analogisia ja väyläviestinnän välityksellä toimivia toimilaitteita. Liikkeenohjaus kykenee diagnosoimaan ja automaattisesti optimoimaan prosessin toimilaitteita kokonaisuutena. (Siemens 2022b.)

Tietoturvan kannalta järjestelmä sisältää työkalut, joilla voi asettaa salasana ohjelmille ja käyttöliittymille. Ohjelman voi lukita siten että se toimii vain tietyssä prosessorissa tai kun tietyn sarjanumeron muistikortti on korttipaikassa. Prosessoriin käyvät vain SIMATIC muistikortit. (Siemens 2022b.)

S7-1500 ympäristöön liittyviä ominaisuuksia:

- Kotelointiluokka IP20
- Ympäristön lämpötila 0...40 °C
- Ympäristön suhteellinen kosteus 10...95 %, ei tiivistymistä
- EMC standardien mukainen. (Siemens 2022b.)

3.4 TP-1500

SIMATIC HMI -kosketusnäyttö ohjelmoidaan tietokoneella käyttökohteeseen sopivaksi TIA Portalissa. Näyttö toimii WinCC-käyttöjärjestelmällä, jonka laajennukset mahdollistavat PDF-, Word- ja Excel -formaattien näytön sekä videon ja ääntötoiston. Näytön pohjassa on 24 VDC liityntä virransyötölle ja tiedonsiirtoa varten kolme liitäntää Profinetille ja yksi Profibusille. (Siemens 2018, 25.)

3.5 IO-moduulit

SIMATIC ET 200eco PN (Kuva 4) on Profinet-väylään liitettävä IO-moduuli. Liitännät moduulin liittimiin tapahtuvat kolmella erityyppisellä M12 liittimellä. Moduuli on tarkoitettu kestäämään kovia kiihtyvyysoimia ja kosteutta. Laboratorioympäristössä kestävyysominaisuuksille ei ole tarvetta, mutta kyky jakaa tietoa samanaikaisesti usealle eri logiikalle on mielenkiintoinen. (Siemens 2022a.)



Kuva 4. ET 200eco PN IO-moduuli

3.6 S7-1200

Kuljettimeen liitettäviä FMS moduuleita ohjaavat S7-1200 PLC:t (Kuva 5), jotka kommunikoivat kuljettimen 1500 PLC:n kanssa käyttäen Profinet väylää. 1200 PLC sisältää vähemmän ominaisuuksia kuin 1500.



Kuva 5. S7-1200 ohjelmoitava logiikkaohjain ja lisärelemoduuli

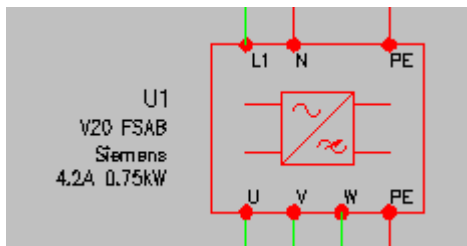
3.7 Profinet

Profinet on Profibus & Profinet Internationalin ja Siemensin yhdessä luoma tiedonsiirtotapa teollisuuteen, joka pohjautuu Ethernet-tekniikkaan. Profinet mahdollistaa tiedonsiirron prosessorien välillä ja hajautettujen I/O-laitteiden kanssa. Ethernet tekniikka mahdollistaa niin pakettien varmennusta vaativan TCP/IP protokollan liikenteen, kuin myös nopeutta vaativan varmentamattoman jaksottaisen tietoliikenteen, joka ohittaa varmennuskerroksen. (Profibus 2021.)

Projektissa Profinet- kaapelilla luodaan yhteys tietokoneen, IO-moduulien, ohjelmoitavan logiikan ja kosketusnäytön välille. Jotta saadaan varsinainen TCP/IP-protokollan yhteys toimimaan ja päästään ohjelmoimaan, täytyy laitteille ensin määrittää IP- osoite käyttämällä heti yhdistäessä saatavilla olevaa alemman tason ISO-protokollan yhteyttä.

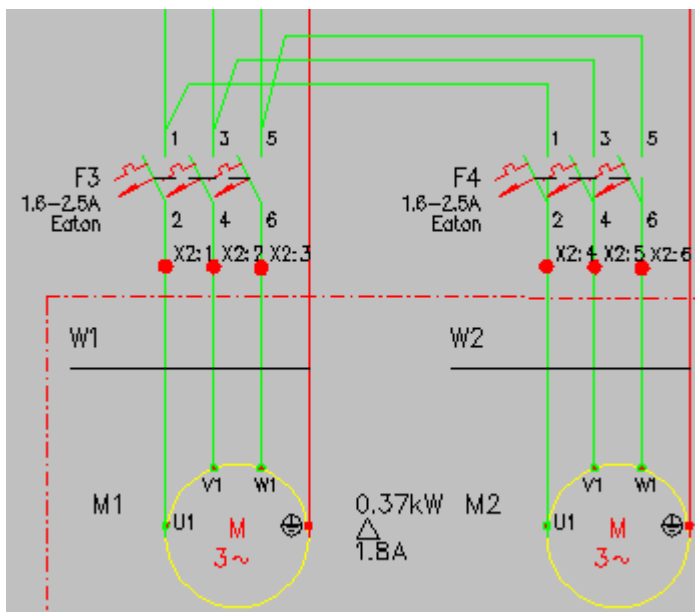
4 KOKOONPANO JA ASENNUS

Perusteena kokoonpanon suunnittelulle olivat toiminnot, joita vaaditaan kuljettimelta. Kuljetin vaatii syötön hihnojen moottoreille ja ohjauksen työkappaleiden alustojen siirtimille ja pysäyttimille. Moottorit ovat kolmivaiheisia ja niitä ohjataan taajuusmuuttajalla, jonka syöttö on yksivaiheinen (Kuva 6). Taajuusmuuttaja muuntaa syötön yksivaiheisen vaihtojännitteen tasajännitteeksi ja muodostaa tasajännitteestä kolmivaiheista vaihtojännitettä lähtöihin.



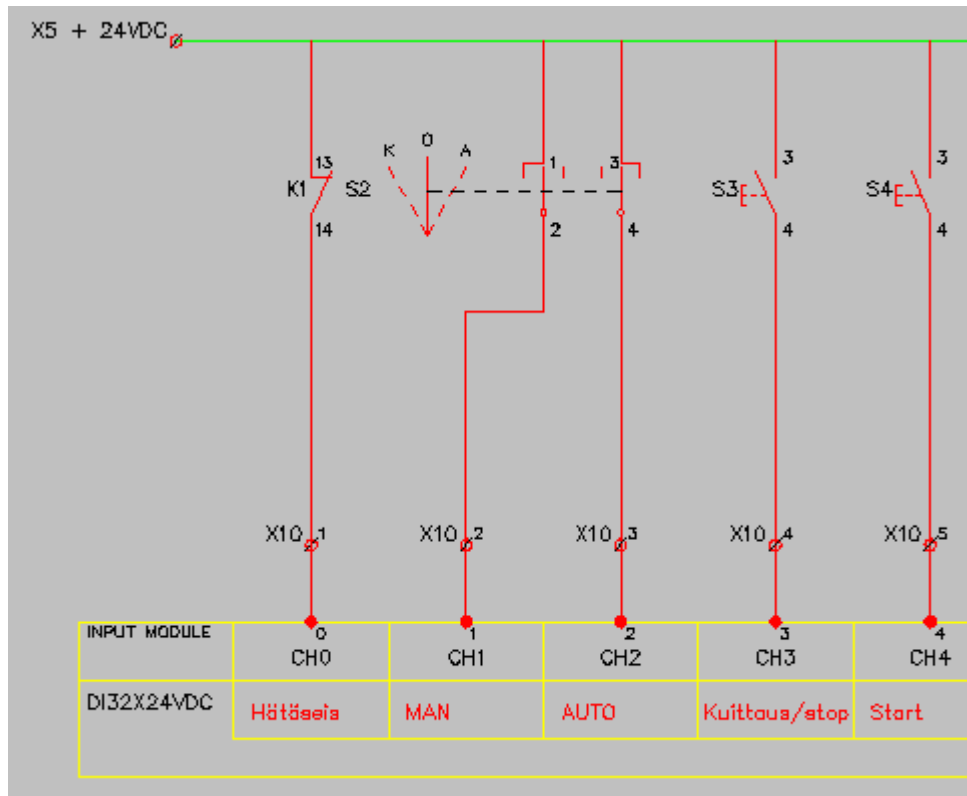
Kuva 6. Taajuusmuuttaja

Moottoreita on kaksi kappaletta (Kuva 7). Jotta molemmille moottorille voitaisiin käyttää samaa taajuusmuuttajaa, täytyy molemmille moottoreille olla oma ylivirtasuojaja. Jos yksi moottoreista käy ylivirralla, virtojen summa kuormituksesta riippuen ei välttämättä ylitä taajuusmuuttajan suojaustoiminnon rajaa.



Kuva 7. Moottorit

Ohjelmoitavan logiikan väyläliitännän kautta kommunikoidaan kuljettimen ET200eco väylämoduulien kanssa. Digitaalisilla tulo- ja lähtökorteilla vastaanotetaan signaaleja keskuksen ovesta olevista kuvassa 8 näkyvistä painikkeista ja kytkimistä sekä lähetetään signaaleja lampuille.



Kuva 8. Kortin digitaali- tulot

4.1 Dokumentaatio

Koneiden sähkölaitteiston standardi SFS EN 60204 kohta 17 Tekniset asiakirjat määrittelee toimitettavaksi tiedot, joita tarvitaan koneen asennuksessa, käytössä ja kunnossapidossa. Asiakirjojen olisi hyvä olla saatavilla paperimuodossa ja sähköisenä, koska käytäntö helpottaa asiakirjojen saatavuutta ja päivittämistä. Standardin liitettä I voidaan käyttää ohjeena asiakirjojen valmisteluun.

Koneen sähkölaitteistosta tulee toimittaa:

- sähkölaitteiston pääasiakirja, jos asiakirjoja on enemmän kuin yksi
- tarvittavat tiedot laitteiston tunnistamiseen (arvokilven tiedot)

- tiedot rakenteesta ja asennuksesta
- ohjeet lähitöillä olevien johtavien osien liittämistä potentiaalintauspiiriin
- tiedot toiminnasta ja käytöstä
- tiedot huollosta
- tiedot kuljetuksesta ja varastoinnista
- tiedot purkamisesta. (SFS EN 60204-1 2018, 87.)

Koneturvallisuusstandardi SFS-EN ISO 12100 kohta 7 määrittelee toimitettavaksi riskinarvioinnin tiedot:

- tiedot arvioinnin kohteena olevasta koneesta
- tiedot olettamuksista kuten kuormat, lujuudet ja varmuuskertoimet
- tiedot mahdollisista vaaroista ja vaaratilanteista sekä menneistä vaarallisista tapahtumista, jotka vaikuttivat arvioon
- tiedot, joiden perusteella arvio tehtiin (aineisto)
- tiedot suojaustoimenpiteillä tavoiteltavista tavoitteista
- tiedot jäännösriskeistä
- riskinarvion lopputulos
- lomakkeet, jotka täytettiin riskinarvion aikana. (SFS-EN ISO 12100 2010, 56.)

Pienjännitekeskusstandardi SFS EN 61439-1 kohta 6.2 Dokumentointi määrittelee toimitettavaksi käsittely-, asennus-, käyttö- ja huolto-ohjeet sekä liitännäisarvot. (Taulukko 3.)

Taulukko 3. Liitântäarvot (SFS EN 61439-1 2013, 56, 58.)

Määritettävät arvot	
Jännite	<ul style="list-style-type: none"> - keskuksen mitoitusjännite U_n - keskuksen piirin mitoituskäyttöjännite U_e - keskuksen piirin mitoituseristysjännite U_i - keskuksen mitoitusyökykestoarvo U_{imp}
Virta	<ul style="list-style-type: none"> - keskuksen mitoitusvirta I_n - piirin mitoitusvirta I_{nc} - mitoituskestovirran huippuarvo I_{pk} - keskuksen piirin lyhytaikainen mitoituskestovirta I_{cw} - keskuksen ehdollinen mitoitusoikosulkuvirta I_{cc}
Taajuus	<ul style="list-style-type: none"> - tasoituskertoimen mitoitusarvo RDF - mitoitustaajuus f_n
Muut	<ul style="list-style-type: none"> - käyttöyksikön erityisistä käyttöoloista johtuvat lisävaatimukset - likaantumisaste - maadoitustavat - sisäasennus tai ulkoasennus - kiinteä tai siirrettävä - kotelointiluokka - ammattihenkilöille tai maallikoille tarkoitettu - EMC luokitus - erityisistä käyttöoloista johtuvat lisävaatimukset - ulkoinen rakenne - tarvittaessa suojaus mekaanisilta vaikutuksilta - rakenteen tyyppi, kiinteät tai ulosotettavat osat - oikosulkusuojien tyyppi - sähköiskulta suojaamisen menetelmät - vaadittaessa kokonaismitat - vaadittaessa paino

4.2 Hätäpysäytyspiirin toteutus

Standardin SFS-EN 60204 mukaan hätäpysäytyspiirin toteutus perustuu riskinarvion, joka toteutetaan SFS-EN ISO 12100 mukaisesti. Riskinarvion perusteella valitaan hätäpysäytyksen luokka. Hätäpysäytysluokkia on kolme:

- pysäytysluokka 0: poistetaan teho koneen toimilaitteilta
- pysäytysluokka 1: toimilaitteet suorittavat pysäytyksen, jonka jälkeen niiden teho poistetaan
- pysäytysluokka 2: toimilaitteet suorittavat pysäytyksen ja niiden teho säilyy.

Tässä tapauksessa pysäytysluokka 0 on riittävä ja hätäseis painike katkaisee syötön moottoreille sekä sylinterien paineilmalle. Pysäytystoiminto vaatii kiittauksen käyttäjältä ennen uudelleenkäynnistystä.

4.3 Käyttöönotto

Sähkölaitteiston rakentaja tekee käyttöönottotarkastuksen. Tarkastuksen suorittajan tulee olla sähköalan ammattihenkilö ja tarkastuksesta laaditaan pöytäkirja, josta käy ilmi kohteen yksilöintitiedot, rakentaja ja johtaja, selvitys säännöstenmukaisuudesta, sovelletut standardit, tarkastusmenetelmät, tulokset sekä tarkastuksen suorittajan allekirjoitus. (Tukes 2022b.)

"Valmistajan tai tämän valtuutetun edustajan on ennen koneen markkinoille saattamista ja/tai käyttöönottoa

- a) varmistettava, että kone täyttää liitteessä I esitetyt sitä koskevat olennaiset turvallisuus- ja terveystaamukset;
- b) varmistettava, että liitteessä VII olevassa A osassa tarkoitettu tekninen rakennetiedosto on käytettävissä;
- c) huolehdittava erityisesti tarvittavan tiedon, kuten ohjeiden, saatavuudesta;
- d) suoritettava asianmukainen vaatimustenmukaisuuden arviointimenettely 12 artiklan mukaisesti;
- e) laadittava liitteessä II olevan 1 osan A jakson mukainen EY vaatimustenmukaisuusvakuutus ja varmistettava, että se on koneen mukana;

f) kiinnitettävä koneeseen CE-merkintä 16 artiklan mukaisesti.” (Konedirektiivi 2006/42/EY, 5 artikla)

Sähkölaitteiden vaatimukset esitetään kansallisessa lainsäädännössä sekä EU:n asetuksissa ja direktiiveissä. Olennaiset vaatimuksenmukaisuuden arviointimenetelmät esitetään EU direktiiveissä ja tekniset yksityiskohdat standardeissa, joista kuljetinta koskee konedirektiivi 2006/42/EC ja koneturvallisuus standardi ISO 12100 sekä standardi koneen sähkölaitteistosta IEC 60204. (Tukes 2022c.)

Sähkölaitteen valmistaja vastaa vaatimuksenmukaisuudesta ja Tukes valvoo laitteiden turvallisuutta sekä sähkömagneettista yhteensopivuutta. Tukes ohjeistaa vaatimuksenmukaisuuden osoittamiseen kuusi vaihetta:

1. sähkölaitetta koskevan lainsäädännön ja standardien tunnistus
2. laitekohtaisten vaatimusten tarkastaminen
3. arviointiin tarvittavien kolmansien osapuolien tunnistus
4. vaatimuksenmukaisuuden testaus ja tarkistus
5. tarvittavien teknisten asiakirjojen laatiminen ja säilytys
6. vaatimuksenmukaisuusvakuutuksen laatiminen ja CE-merkinnän kiinnitys.
(Tukes 2022c.)

EU:n tasolla sähkölaitteiden standardit ovat yhdenmukaistettu ja ne löytyvät EU:n virallisesta lehdestä. Näiden standardien käyttö on vapaaehtoista mutta valmistajan on esitettävä asiakirjat, joista selviää vaatimuksenmukaisuus. EU:n lainsäädäntö määrittää, onko vaatimuksenmukaisuuden arvioinnissa tarpeen käyttää ilmoitettua laitosta eli kolmatta osapuolta.

Tässä tapauksessa konedirektiivin mukaan tarkastukseen vaaditaan ilmoitettu laitos, vain jos haetaan EY-tyyppitarkastustodistusta tai täyttää laadunvarmistusjärjestelmää. Pelkkään kuljettimen käyttöönottoon ei vaadita kolmatta osapuolta eli valmistaja tarkastaa ja testaa sähkölaitteiston EU:n vaatimuksenmukaisuuden. (Tukes 2022c.)

Teknisten asiakirjojen perusteella tulee olla mahdollista arvioida laitteen vaatimuksenmukaisuus. Riskinarviointi on osana teknisiä asiakirjoja (Tukes 2022c).

4.4 Arvokilpi

Valmistajan on kiinnitettävä keskuksen kulutusta kestävä arvokilpi, josta ilmenee:

- valmistajan nimi tai tavaramerkki
- tyyppimerkintä, tunnistusnumero tai muu merkintä, jonka avulla löytyy tietoa keskuksista
- valmistusajankohta
- IEC 61439 osa, jota sovelletaan (tässä tapauksessa IEC 61439-2). (STUL ry 2019, 44.)

4.5 Käyttöönottotarkastus

Tarkastuksia tehdään sekä aistinvaraisesti että mittaamalla. Jo asennustyön aikana tehdään jatkuvaa aistinvaraista tarkastusta. Asentamisen jälkeen suoritetaan mittaukset. Käyttöönottotarkastuksen testit suoritetaan Fluke-sähköasennustesterillä, testien suorittaja perehtyy käyttöohjeisiin ennen testerin käyttöä. Tarkastuksista laaditaan ST 51.21.05 mallin pöytäkirja, jonka keskuksen haltija säilyttää. (ST 53.34 2022.)

Taulukko 4. Aistinvaraiset tarkastukset keskuksen osalta (ST 51.21.05 2022).

Tarkastuksen kohde	Tarkastettavat asiat
perussuojauksen toimivuus	<ul style="list-style-type: none"> - estyykö jännitteisten osien koskettaminen? - onko kotelointi luokituksen mukainen?
palosuojaus	<ul style="list-style-type: none"> - onko keskus puhdas?
johtimet ja johtojärjestelmät	<ul style="list-style-type: none"> - ovatko johdonsuojakatkaisijat piirikaavion ja sijoittelukuvan mukaisia sijoitukseltaan ja virta-arvoltaan? - onko johtimien eristys eheä? ovatko liitokset tukevia ja ovatko johtimien paljaat osat liittimissä? onko johtimen halkaisija piiriin soveltuva?

suoja- ja valvontalaitteet	- ovatko komponentit soveltuvia ja asennettu oikein?
ylijännitesuojat	eivät sisälly
erotus- ja kytkentälaitteet	- pistotulppa ja pääkytkin oikeanlaiset ja oikein kytketty?
sähkölaitteiden suojausmenetelmät	- soveltuuko kotelointi käyttöympäristön lämpötilaan ja kosteusoloihin?
nolla- ja suojajohtimien tunnuksset	- ovatko nolla- ja suojajohtimet oikeanväriset ja ovatko merkinnät paikallaan?
piirustukset, varoituskilvet	- piirikaaviot ja huolto- sekä käyttöohjeet paikallaan? - ovatko käyttöön liittyvät varoituskilvet paikallaan (taajuusmuuttajan purkausjännite)?
tunnistettavuus	- ovatko kaikki johtimien ja komponenttien merkinnät paikallaan?
päätteet ja liitokset	- onko päätteet ja liitokset tehty oikein?
suoja- ja potentiaalintasausjohtimet	- ovatko kaikki suoja- ja potentiaalintasausjohtimet halkaisijaltaan tarpeeksi suuria?
sähkölaitteiston vaatima tila	- pääseekö johtimiin ja komponentteihin käsiksi huoltoa varten?
yksivaiheiset kytkinlaitteet	- kytketty?
erikoistilat	eivät sisälly

Suojajohtimen jatkuvuusmittauksella varmistetaan kaikkien PE-johtimien jatkuvuus (ST 51.21.05 2022).

Eristysresistanssimittauksella varmistetaan jännitteisten johtimien ja suojajohtimen välinen eristys, standardin SFS-EN 61439-1 kohdan 11.9 mukaan arvon tulee olla vähintään 1000 Ω/V . Testiä ei tarvitse suorittaa apupiireille, jotka ovat suojattu enintään 16 A oikosulkusuojalla.

Johdonsuojan toimivuus varmistetaan syötön automaattisen poiskytkennän testillä, joka suoritetaan keskuksen ollessa jännitteinen mittaamalla oikosulkuvirta ja silmukkaimpedanssi piirin epäedullisimmasta pisteestä. Tässä tapauksessa apuvirtapiirin syöttöä ei testata. (ST 51.21.05 2022.)

Kiertosuunnan tarkistuksessa varmistetaan moottorilähtöjen oikea vaihejärjestys (ST 51.21.05 2022).

Toiminta- ja käyttötestit:

- hätäseis toiminta
- moottorinsuojien testaus napilla
- logiikka ja ohjelma testataan

Ennen keskuksen tarkastuksen suorittamista tulee varmistaa, että saatavilla on perustietolomake, piirikaaviot, sijoittelukuva, toimintakuvaukset sekä testerin käyttöohje.

4.6 CE-merkintä ja vaatimuksenmukaisuusvakuutus

Jakokeskuksessa on oltava CE-merkintä, koska se on sähkölaite. CE-merkintä osoittaa, että tuotteen valmistaja tai valtuutettu edustaja vakuuttaa tuotteen vaatimustenmukaisuuden EU direktiivien ja asetusten kanssa. Merkinnän omaavat tuotteet saavat liikkua EU alueella maiden välillä. Sähkölaitteet ja koneet vaativat merkinnän, mutta viranomaisen tai kolmas osapuoli ei vastaa merkinnän myöntämisestä, vaan merkinnän on oltava valmistajan tai sen edustajan kiinnittämä. Vaatimustenvastainen merkintä on peruste tuotteen poistamiseksi markkinoilta ja merkinnän väärinkäyttö on rangaistavissa. (Tukes 2022a.)

CE-merkintä ei tarkoita tuotteen paremmuutta tai laadukkuutta eikä se ole yleinen turvallisuusmerkki. Joissain tuoteryhmissä CE-merkinnän kiinnitys vaatii ilmoitetun laitoksen eli kolmannen osapuolen, tässä tapauksessa kuljettimeen merkinnän kiinnittää valmistaja. Merkintä kiinnitetään arvioinnin, teknisen tiedoston laadinnan ja vaatimuksenmukaisuusvakuutuksen jälkeen. (Tukes 2022a.)

Vaatimuksenmukaisuusvakuutuksen tulee sisältää seuraavat tiedot:

- valmistajan nimi ja osoite
- yleiskuvaus vakuutusta koskevasta keskuksesta
- direktiivien numerot, joiden piiriin keskus kuuluu

- SFS-EN 61439 osat joihin vakuutus perustuu
- tarvittaessa viittaukset kansallisiin toimenpiteisiin, joilla direktiivienmukaisuus on varmistettu
- valmistajan velvoitteista vastaavan valtuutetun edustajan allekirjoitus ja yksilöinti
- CE-merkinnän ajankohdan kaksi viimeistä vuosinumeroa. (STUL ry 2019, 47.)

Suomessa, työssä käytettäviä koneita valvoo työsuojeluviranomainen STM ja sähkölaitteita valvoo Tukes (Tukes 2022a).

5 OHJELMOINTI

Kuljettimen ohjelmitava logiikka kommunikoi työasemien logiikoiden kanssa varmistukseen alustojen sujuvan liikennöinnin asemien välillä. Ohjelma tulee sovittaa yhteen kuuden työaseman ohjelman kanssa, kun niiden ohjelmointi valmistuu.

5.1 S7-1500 Ohjelmoinnin säännöt ja suositukset

Ohjelma täytyy luoda yhdenmukaiseen ymmärrettävään muotoon, jotta muutkin kuin alkuperäiset ohjelmoijat kykenevät muokkaamaan ohjelmaa. Oikeaoppisesti luotu ohjelma on suorituskykyinen eli se pienentää ohjelman kierrosaikaa. S7-1500 ohjelmoinnissa noudatettava muoto on kuvailtu Siemens Oy:n ohjelmoinnin tyyliohjeessa. Ohjeessa kerrotaan säännöt ja suositukset ohjelman yhdenmukaiseen muotoiluun. Säännöt ja suositukset on jaettu taulukossa näkyviin kahdeksaan ryhmään. (Siemens 2020, 8.)

Taulukko 5. Ohjelmoinnin tyyliohjeen ryhmät säännöille ja suosituksille

Ryhmä	Suomeksi
engineering system: programming environment	suunnittelujärjestelmä: ohjelmointiympäristö
globalization:	kansainvälistyminen
nomenclature and formatting:	nimeämiskäytännöt ja muotoilu
reusability:	uudelleenkäytettävyys
allocation: referencing of objects	kohteiden sijoitus ja niihin viittaaminen
security:	turvallisuus
design and architecture:	suunnittelu ja rakenne
performance:	suorituskyky

TIA Portal ohjelmointiympäristön kieli tulisi asettaa englanniksi ja ohjelmoinnissa tulisi käyttää englantia kansainvälisen yhteistyön helpottamiseksi, ellei toimeksiantaja toisin pyydä. (Siemens 2020, 15.)

Erilaisten ohjelmalohkojen käyttö parantaa ohjelman luettavuutta, ohjelmalohkoja ovat organisaatio-, funktio- ja datalohkot sekä funktiot. Siisti ohjelma mahdollistaa joidenkin lohkojen uudelleenkäytettävyyttä muissa projekteissa pienin muutoksin ja helpottaa vianetsintää. Suosituksena on jakaa toimilohkot osiin, jotta niitä on mahdollista käyttää uudelleen eri parametreilla. (Siemens 2018, 42.)

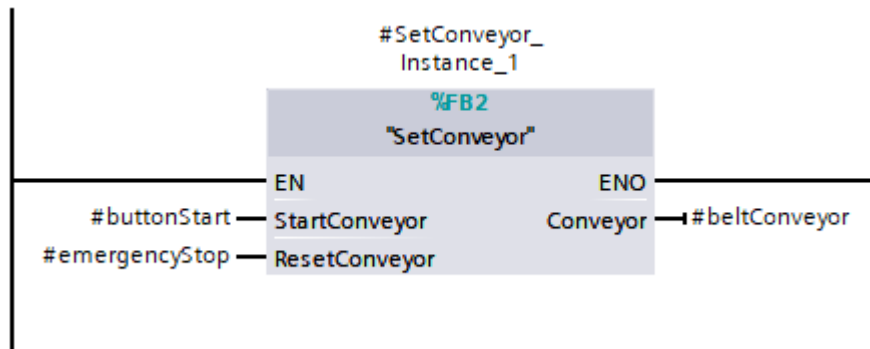
Lohkot koostuvat muodollisista parametreista ja paikallisesta tiedosta. Muodollisia parametreja ovat Input, Output, InOut ja Return. Input on parametri, josta lohko lukee. Output on parametri, johon lohko kirjoittaa. InOut on parametri, jonka tiedon lohko lukee, käsittelee ja kirjoittaa uudelleen samaan paikkaan. Return on arvo, jonka lohko palauttaa kutsuvalle kohteelle. Lohkojen paikalliset tietotyypit ovat Static, Temp ja Constant. Kuvassa 9 näkyy lohkon käyttöliittymä. (Siemens 2020, 11.)

SetConveyor										
	Name	Data type	Default value	Retain	Accessible f...	Writa...	Visible in ...	Setpoint	Supervis...	Comment
1	▼ Input									
2	■ StartConveyor	Bool	false	Non-retain	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
3	■ ResetConveyor	Bool	false	Non-retain	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
4	▼ Output									
5	■ Conveyor	Bool	false	Non-retain	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
6	▼ InOut									
7	■ <Add new>				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
8	▼ Static									
9	■ canRun	Bool	false	Non-retain	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
10	■ isStarting	Bool	false	Non-retain	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
11	■ bypassStart	Bool	false	Non-retain	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
12	■ bypassStartCommand	Bool	false	Non-retain	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
13	▶ Timer_1s	IEC_TIMER		Non-retain	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
14	▶ Timer_10s	IEC_TIMER		Non-retain	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
15	▼ Temp									
16	■ <Add new>				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
17	▼ Constant									
18	■ <Add new>				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		

Kuva 9. Lohkon käyttöliittymä

Muuttujia ja parametreja kuvaavia termejä on useita, muuttujien yhteydessä käytetään tunnisteita ja niille varataan muistia logiikkaohjaimessa. Muuttujien datatyyppi määritetään esimerkiksi totuusarvoksi Boolean, jonka mahdollisia arvoja ovat 1 tai 0, tai kokonaisluvuksi Integer, joka koostuu 16-bitistä. Nykyhetkiset eli todelliset arvot tallennetaan muuttujan sisälle. (Siemens 2020, 10.)

Todelliset parametrit ovat muuttujia, jotka yhdistetään lohkojen muodollisiin parametreihin (Kuva 10) (Siemens 2020, 10).



Kuva 10. Parametreihin yhdistetyt muuttujat

Ohjelman luettavuus riippuu selostuksesta ja kommentteista, tietoa toimintavasta ja tarkoituksesta tulee lisätä:

- lohkoihin
- käyttöliittymiin
- verkostoihin ja niiden kommenttikenttiin
- muuttujiin
- vakioihin
- hälytyksiin
- ohjelmakirjastojen kuvauksiin. (Siemens 2020, 18.)

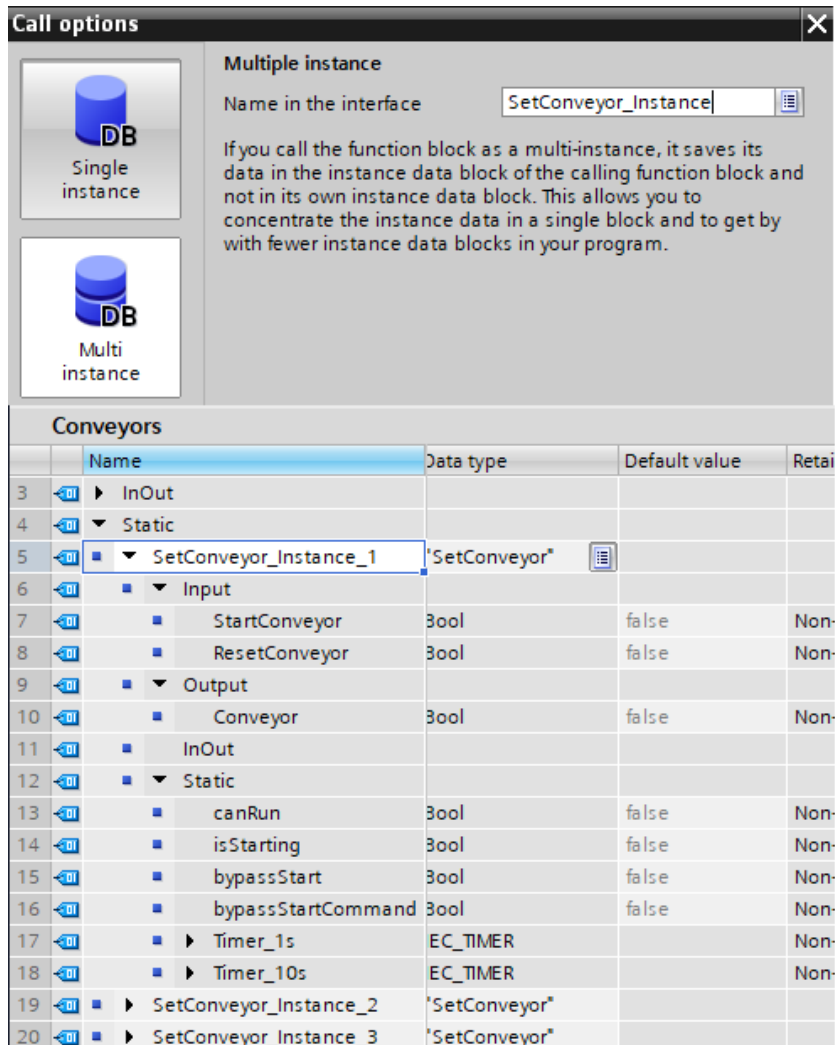
On suositeltavaa käyttää optimoituja lohkoja, jotka järjestelevät tagit datatyypin mukaan. Järjestely poistaa turhia välejä muistista, varmistaen prosessorin mahdollisimman nopean pääsyn tageihin. S7-1500 ohjelmoinnissa, optimoidut lohkot ovat oletusasetukseltaan käytössä, mutta jos kopioidaan ohjelma 1200/1500 mallin logiikasta vanhemmalle 300/400 mallille, täytyy asetus ottaa pois päältä, jotta vanha logiikka kykenee ymmärtämään ohjelmaa. Globaalien datalohkojen käyttö on paljon tehokkaampaa kuin viittaaminen tiettyyn kuvassa 11 esitettyyn bittimuistin osoitteeseen. (Siemens 2018, 13.)

Bit memory												
Address	7	6	5	4	3	2	1	0	B	W	DWORD	LWORD
MB2	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆				
MB4										▬		
MB5										▬		
MB6	◆	◆		◆		◆	◆					
MB7			◆									
MB8				◆		◆	◆					
MB20								◆				
MB22	◆		◆		◆		◆					

Kuva 11. Bittimuisti

Jos funktiolohkoista halutaan tehdä uudelleenkäytettäviä, tulisi niitä kohdella koko ohjelman osatekijöinä, rajattuina funktioina. Täytyy välttää suoraa yhdistämistä lohkojen ja projektikohtaisien osoitteiden välillä. Tulisi myös välttää globaalien datalohkojen, yksittäisinstanssien, tagien ja globaalien konstanttien sisällyttämistä uudelleenkäytettäviin funktiolohkoihin. (Siemens 2018, 57.)

Moni-instanssit mahdollistavat kutsuttavien funktiolohkojen parametrien ja datan tallennuksen kutsuvan lohkon instanssiin. Kuvassa 12 esitetyt moni-instanssit vähentävät datalohkojen määrää ja tekevät ohjelmasta siistimmän sekä parantavat funktiolohkojen uudelleenkäytettävyyttä. (Siemens 2018, 49.)



Kuva 12. Moni-instanssi

Symboliset osoitteet mahdollistavat ohjelmoinnin ilman että datan varastointipaikkaa tarvitsee ottaa huomioon. Symbolit kuten tagit, helpottavat luettavuutta ja niiden nimet päivittyvät kaikkialla missä ne näkyvät. Symbolien lisääminen mahdollistaa myös automaattisen täydennyksen kirjoittaessa (Kuva 13), joka helpottaa oikean tiedon yhdistämistä haluttuun kohteeseen. (Siemens 2018, 67.)



Kuva 13. Automaattinen täydennys tagilistan tiedoista

ARRAY on datarakennelma eli lista, johon kirjataan haluttu määrä samaa datatyyppiä olevia muuttujia. ARRAY helpottaa samantyyppisen datan varastoimista samaan paikkaan ja sitä voidaan käyttää kaikissa ohjelmointikielissä. (Siemens 2018, 69.)

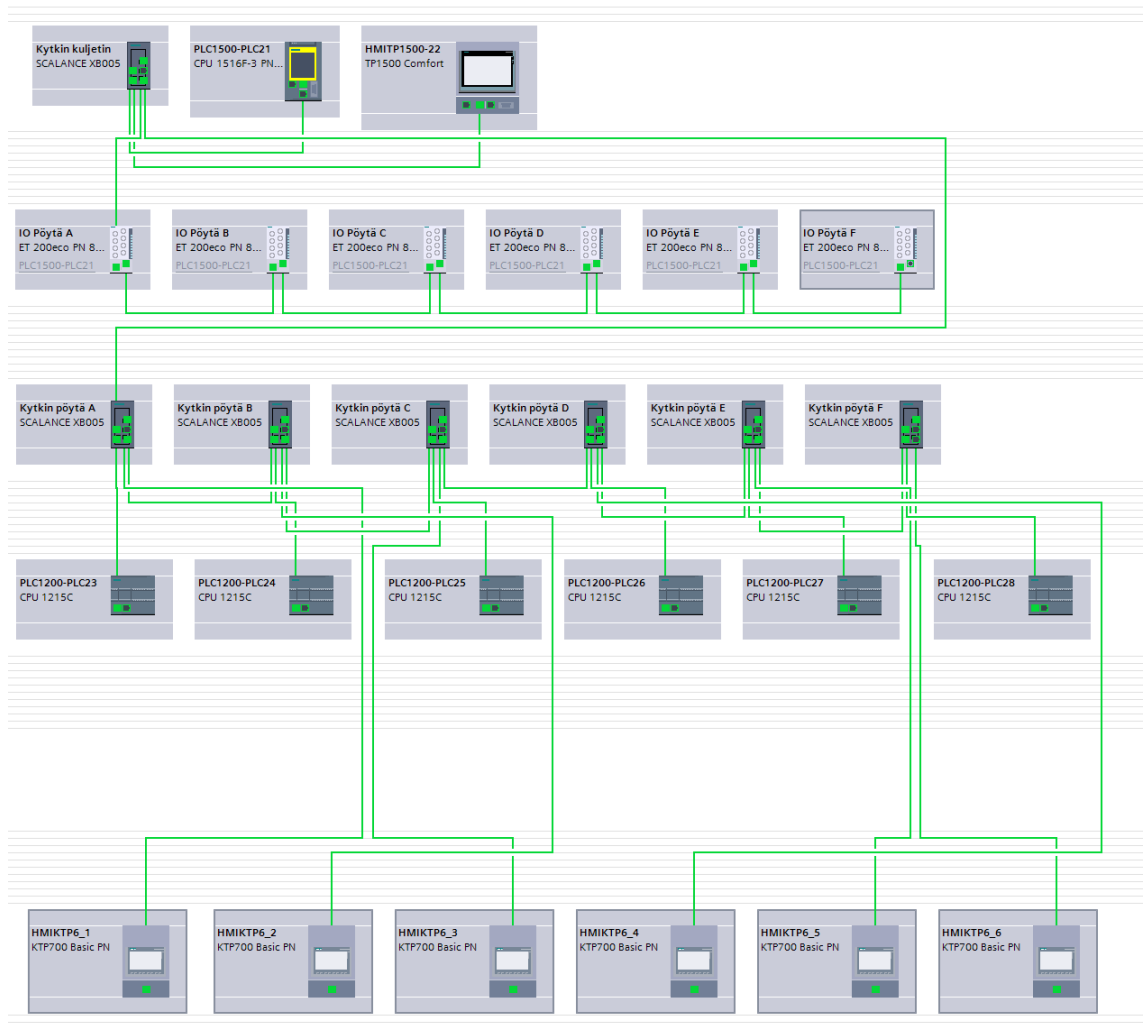
PLC datatyypit eli käyttäjän määrittämät datatyypit mahdollistavat projektin usein käytetyissä osissa kuten esimerkiksi toimilaitteissa tarvittavien tietojen yhdistämisen yhden datatyyppin alle ja täten käyttäjän määrittämien dataryhmien nopean uudelleenkäytettävyyden. (Siemens 2018, 75.)

Ohjelmakirjasto helpottaa projektin osien varastoimista ja jakamista. On suositeltavaa versioida lohkot tallentaessa. Kirjasto sisältää myös valmiita standardoituja lohkoja Siemensiltä. (Siemens 2018, 78.)

5.2 Ohjelman luominen

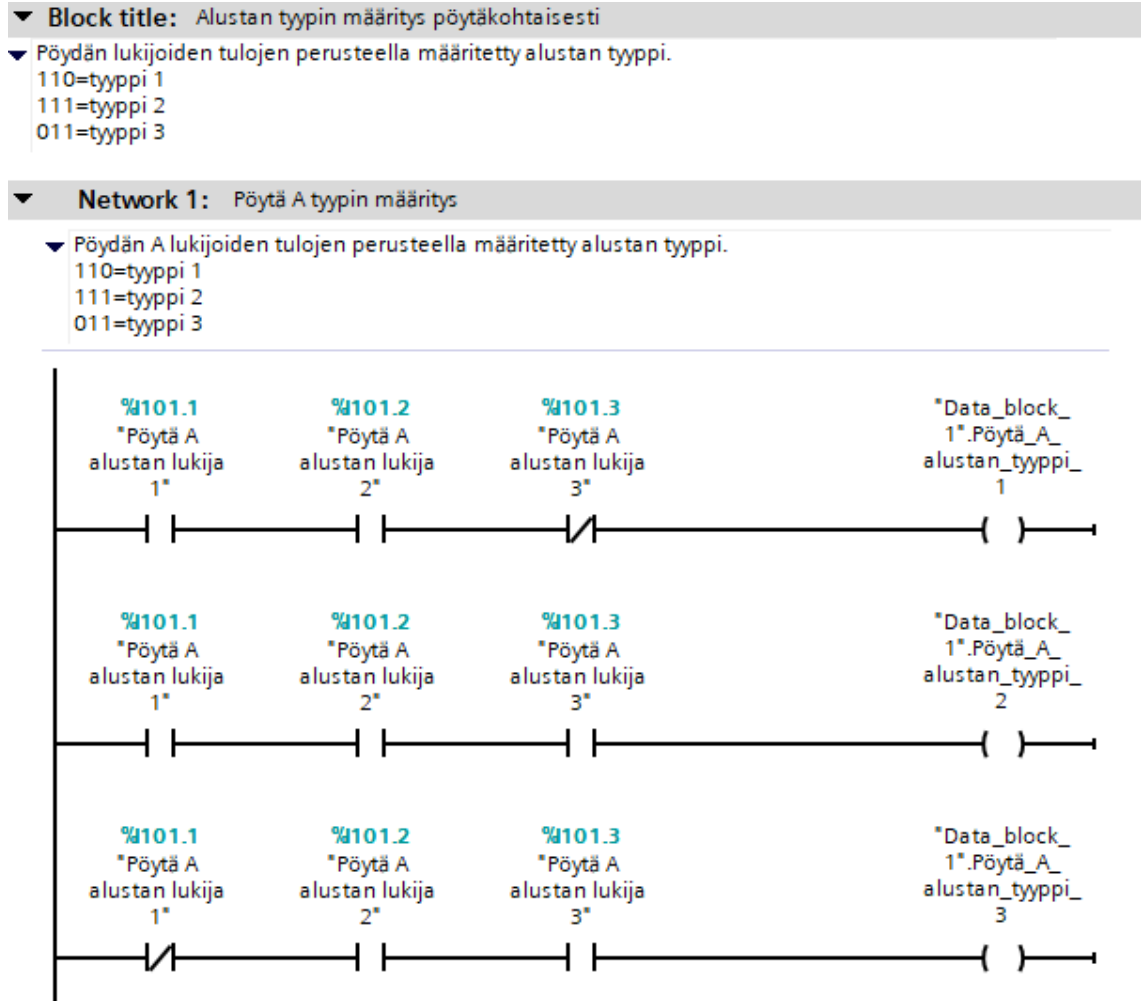
Koska ohjelman vaatimuksista yhteistoimintaan työasemien välillä ei ollut vielä varmuutta, tehtiin vain funktiot alustojen tyyppin määrittämiselle sekä kytkimien, lamppujen ja siirtimien toiminnalle. Ohjelman funktiot tehtiin suomeksi ja tyyliohjeen nimeämiskäytännöistä poikettiin.

Kuvassa 14 näkyy määritetty Profinet väylän verkkotopologia, jossa laitteet ovat ja niiden kytkentä. Laitteille asetettiin myös IP-osoitteet.



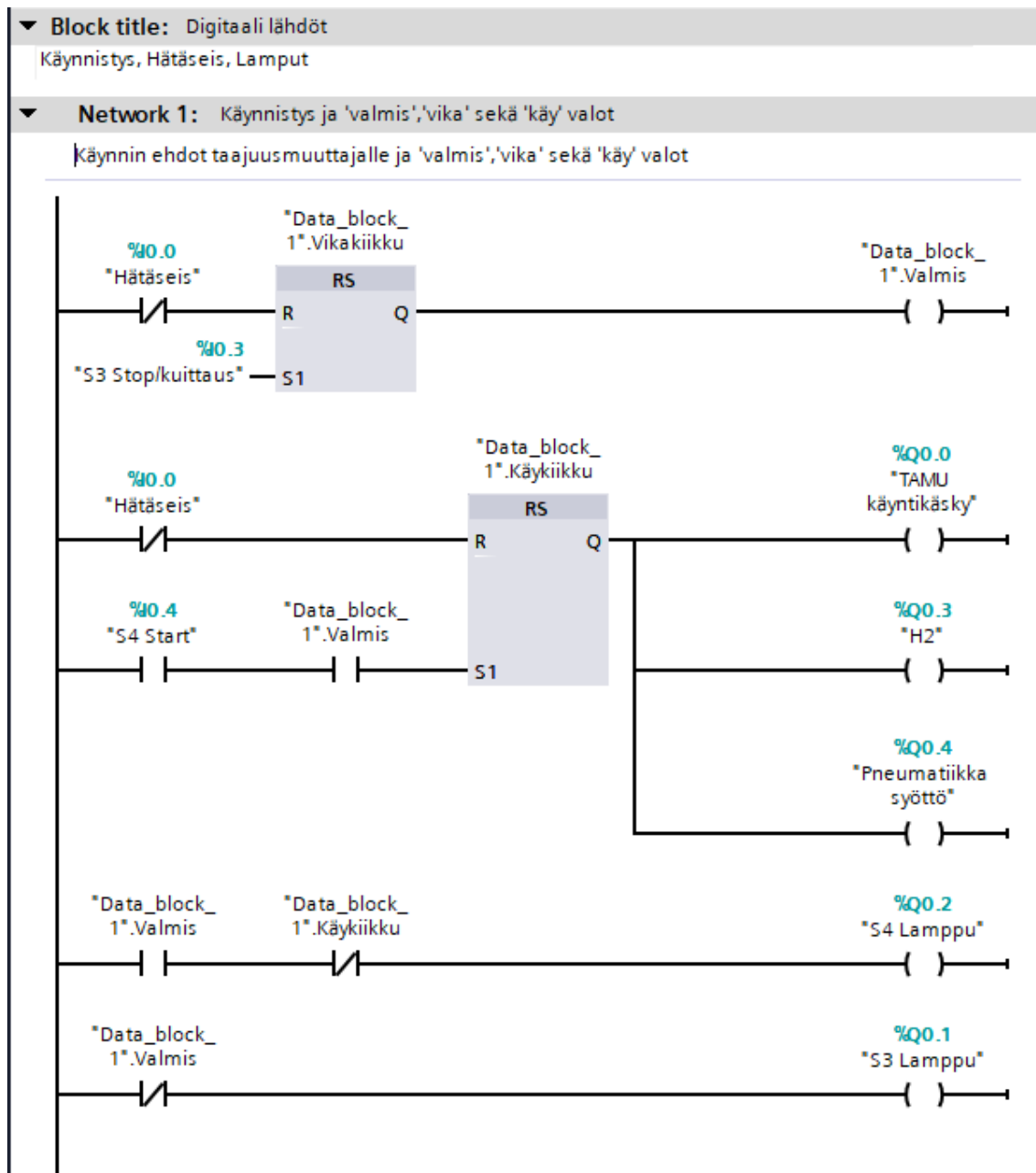
Kuva 14. Väylän topologia

Luotiin funktio alustojen tyyppien määrittämistä varten (Kuva 15).



Kuva 15. Funktio alustojen määrittämiseksi

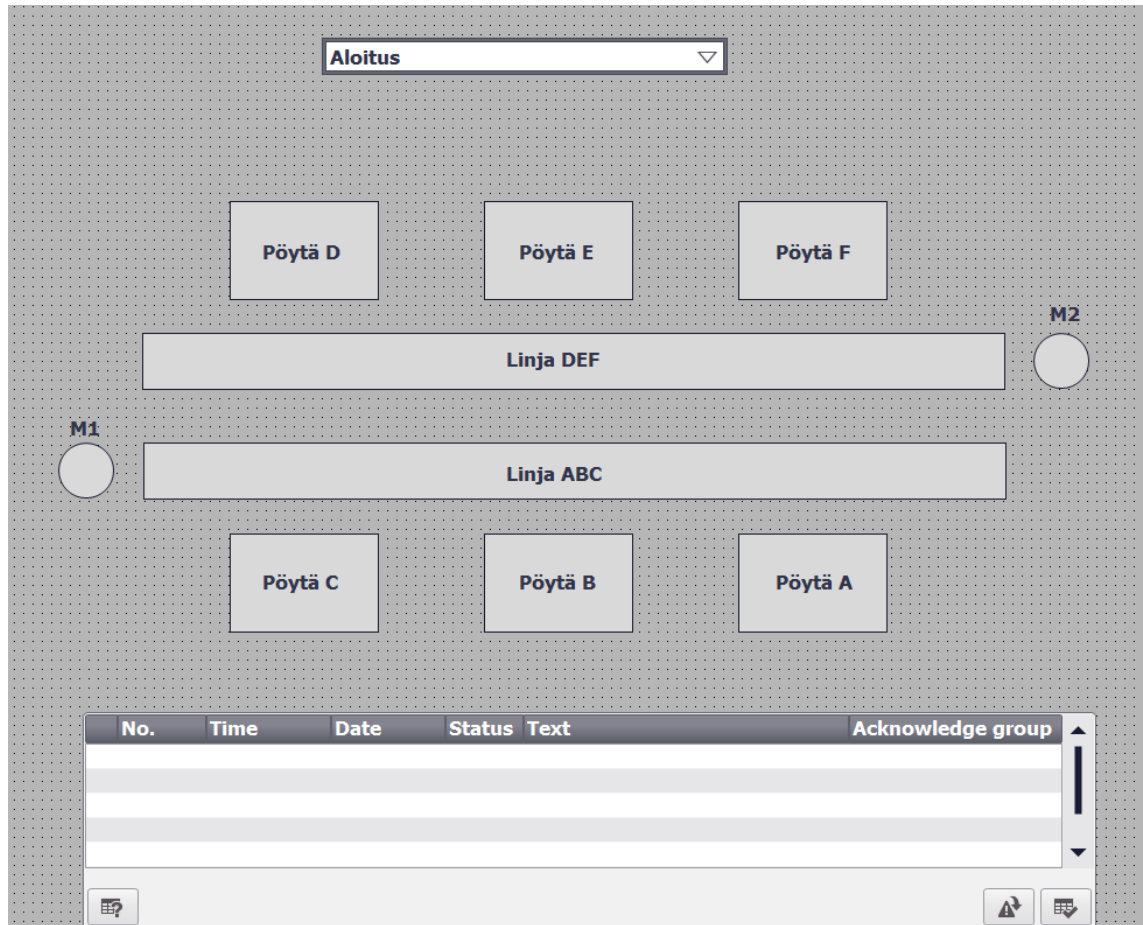
Kuvassa 16 näkyvässä funktiossa määritettiin digitaalisten lähtöjen toimintoja. Häätöseis katkaisee pääpiirissä taajuusmuuttajan syötön eli katkaisu ei ole ohjelmasta riippuvainen. Funktiossa hätäseis-tieto estää käynnistyskäsken ja vaatii kuittauksen.



Kuva 16. Digitaalilähdöt

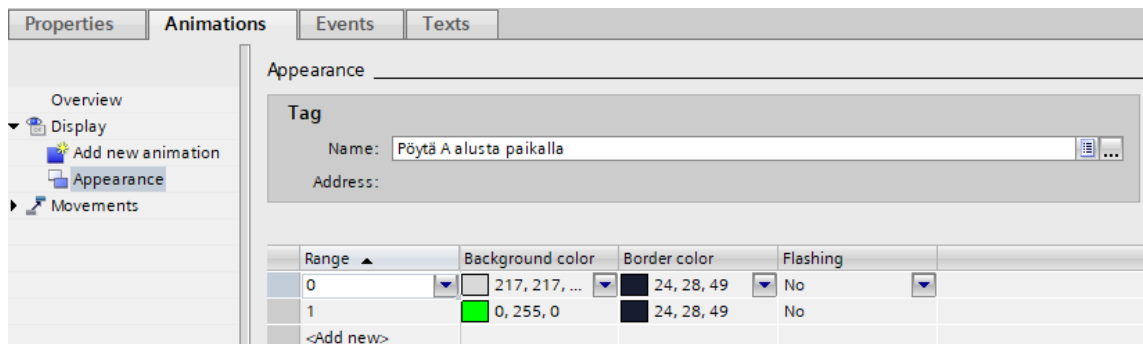
5.3 Kosketusnäytön ohjelmointi

Kosketusnäytölle luotiin ajokuva ja hälytysnäkyvä (Kuva 17).



Kuva 17. Ajokuva

Pöytien elementit vaihtavat väriä, kun tunnistin lähettää signaalia alustan paikallaolosta ja moottorien symbolit muuttuvat vihreiksi, kun ne käyvät (Kuva 18). Valikosta voidaan siirtyä muille sivuille. Ajokuvaan ja kosketusnäyttöön lisätään ominaisuuksia, kun työasemien ohjelmointi on valmis.



Kuva 18. Värien määrittäminen

6 POHDINTA

Automaatiokeskuksen suunnittelu on tässä tapauksessa sekoitus sähkövoima-, automaatio- ja konesuunnittelua. Pelkästään standardeihin ja vaatimuksiin tutustuminen on itsessään suuri työmäärä ja niiden soveltaminen vaatii monen alan osaamista. Mitä enemmän aiheisiin perehtyy sitä enemmän uusia kysymyksiä nousee esille.

Työtä suunniteltaessa kuvittelin sen yksinkertaisemmaksi mutta standardeja lu-
kiessa ymmärsin käsiteltävän aiheen laajuuden olevan paljon aikaa, resursseja
ja koordinaatiota vaativaa työtä. Työ oli mielestäni hyvä oppimistilaisuus ja sen
myötä tutustuin tarkemmin ohjauskeskuksen sekä koneen toteutuksen vaatimuk-
siin.

Tämäntyyppiseen sähkö- ja automaatiokeskuksen ja monen koneen yhdistelmän
toteutuksen suorittamiseen vaaditaan sähkö- ja automaatio alan suunnittelijan ja
konesuunnittelijan yhteistyötä. Keskuksen ja koneen suunnittelu vaatii tehtävien
rajausta resurssikohtaisesti ja työn vaiheistuksen määrittystä jo ennen suunnitte-
lun aloitusta.

LÄHTEET

Konedirektiivi 2006/42/EY.

Profibus 2021. Profinet diaesitys. Viitattu 09.04.2022. <https://www.profibus.com/download/profinet-slide-set>

SFS 6000-1:2017. Pienjännitesähköasennukset. Osa 1: perusperiaatteet, yleisten ominaisuuksien määrittely ja määritelmät. Helsinki: SFS.

SFS 6000-8-803. 2017. Pienjännitesähköasennukset Osa 8–803: täydentävät vaatimukset sähkölaittekorjaamot ja laboratoriot. Helsinki: SFS.

SFS-EN 60204-1:2018. Koneturvallisuus. Koneiden sähkölaitteisto. Osa 1: Yleiset vaatimukset. Helsinki: SFS.

SFS-EN 61439-1. 2013. Pienjännitekeskukset Osa 1: Yleisvaatimukset. Helsinki: SFS.

SFS-EN 61439-2. 2013. Pienjännitekeskukset Osa 2: Ammattikäyttöön tarkoitetut kojeistot. Helsinki: SFS.

SFS-EN ISO 12100. 2010. Koneturvallisuus. Yleiset suunnitteluperiaatteet. Helsinki: SFS.

Siemens 2018. Programming guideline for S7-1200/1500. Viitattu 04.04.2022. <https://support.industry.siemens.com/cs/document/90885040/programming-guideline-for-s7-1200-s7-1500?dti=0&lc=en-WW>

- 2020. Programming Guidelines and Programming Styleguide for SIMATIC S7-1200 and S7-1500. Viitattu 04.04.2022. <https://support.industry.siemens.com/cs/document/81318674/programming-guidelines-and-programming-styleguide-for-simatic-s7-1200-and-s7-1500?dti=0&lc=en-WW>
- 2022a. ET 200eco PN. Viitattu 09.04.2022. <https://new.siemens.com/global/en/products/automation/systems/industrial/i-o-systems/simatic-et-200eco-pn.html>
- 2022b. S7-1500. Viitattu 09.04.2022. <https://mall.industry.siemens.com/mall/en/WW/Catalog/Products/10204162?tree=CatalogTree>

SMC 2022. FMS-200 - Flexible integrated assembling systems. Viitattu 09.04.2022. <https://www.smctraining.com/en/webpage/indexpage/431#:~:text=FMS%2D200%20%2D%20Flexible%20integrated%20assembling%20systems&text=All%20the%20components%20in%20the,verification%20and%20loading%20operations%20etc>

ST 53.34. 2018. Jakokeskuksen suunnittelussa ja valmistuksessa huomioon otettavia asioita. Espoo: Sähkötieto ry

STUL ry 2019. Jakokeskusopas. Espoo: Sähkötieto ry

Sähtköturvallisuuslaki 1135/2016.

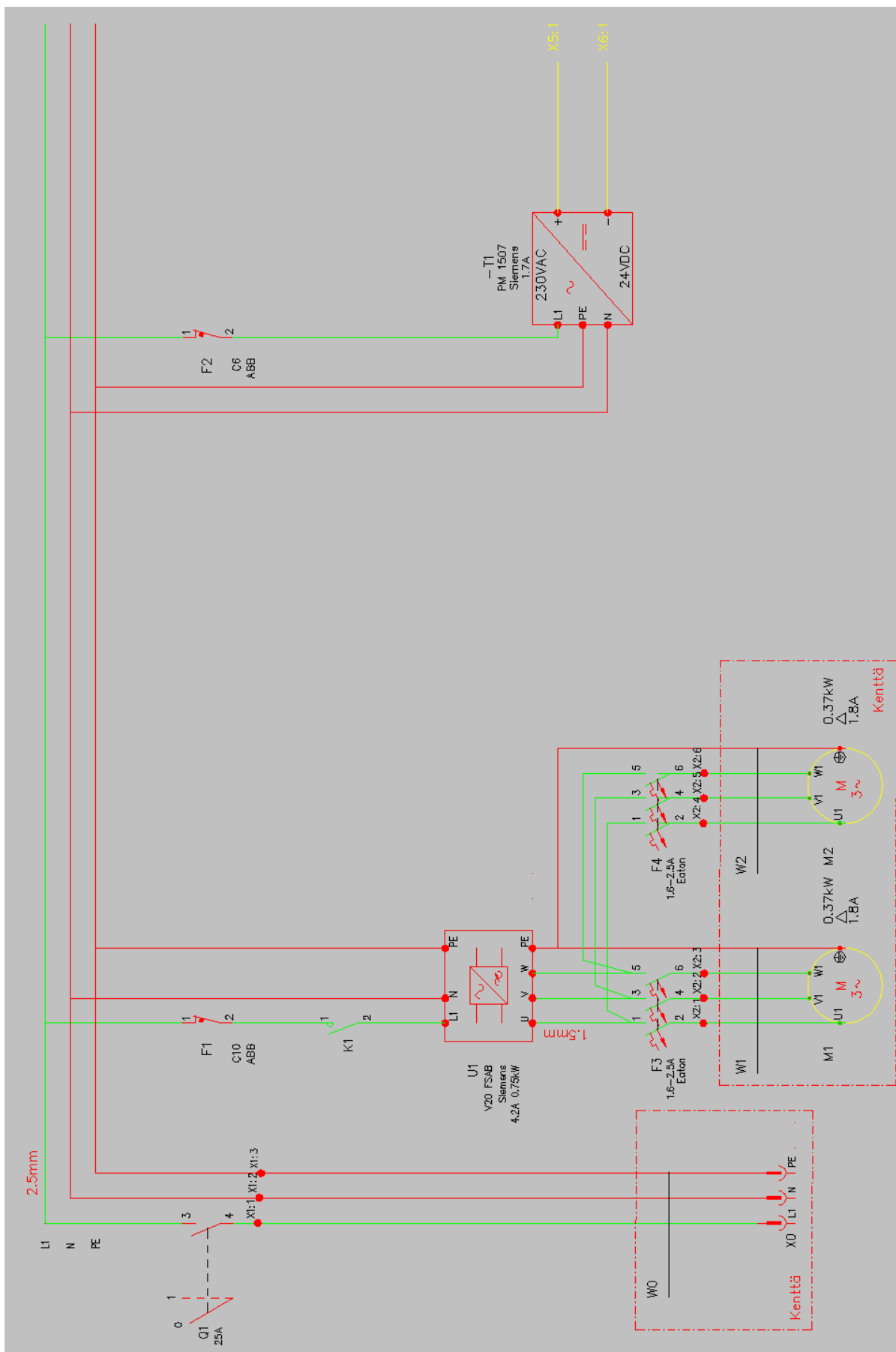
Tukes 2022a. CE-merkintä. Viitattu 09.04.2022. <https://tukes.fi/tuotteet-ja-palvelut/ce-merkinta>

- 2022b. Käyttöönotto ohjeet. Viitattu 09.04.2022.
<https://tukes.fi/sahko/sahkoasennusten-kayttoonottovaiheen-tarkastukset>
- 2022c. Sähkölaitteet. Viitattu 09.04.2022. <https://tukes.fi/tuotteet-ja-palvelut/sahkolaitteet>
- 2022d. Sähkölaitteistojen turvallisuutta ja sähtköturvallisuutta koskevat standardit. 2019. Viitattu 09.04.2022.
- 2022e. Sähkötöt ja- urakointi. Viitattu 09.04.2022.
<https://tukes.fi/sahko/sahkotyot-ja-urakointi>
- <https://tukes.fi/documents/5470659/8178747/Luettelo+S10-2019+S%C3%A4hk%C3%B6laitteistojen+turvallisuutta+ja+s%C3%A4hk%C3%B6ty%C3%B6turvallisuutta+koskevat+standardit/aac8d149-4409-7c08-2e5b-f67c33def1b4/Luettelo+S10-2019+S%C3%A4hk%C3%B6laitteistojen+turvallisuutta+ja+s%C3%A4hk%C3%B6ty%C3%B6turvallisuutta+koskevat+standardit.pdf>

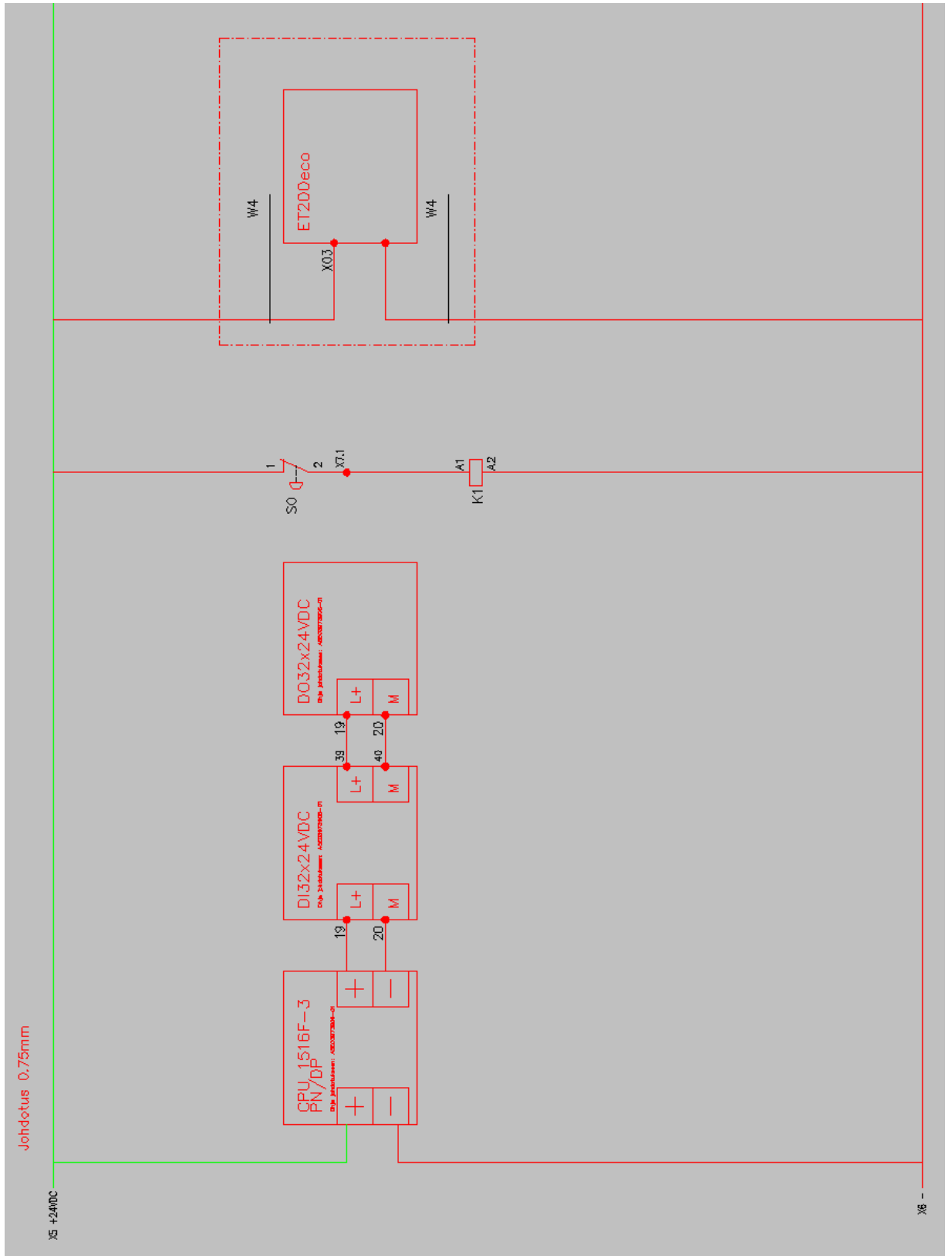
LIITTEET

- Liite 1. Päävirtapiirit
- Liite 2. Apuvirtapiirit
- Liite 3. Logiikan tulot
- Liite 4. Logiikan lähdöt
- Liite 5. Perustietolomake
- Liite 6. Laite- ja tarvikeluettelo
- Liite 7. Sijoittelukuva
- Liite 8. Tulo ja lähtö luettelo
- Liite 9. Väyläkaaviot
- Liite 10. Riskinarviointi
- Liite 11. Esimerkki vaatimustenmukaisuusvakuutuksesta

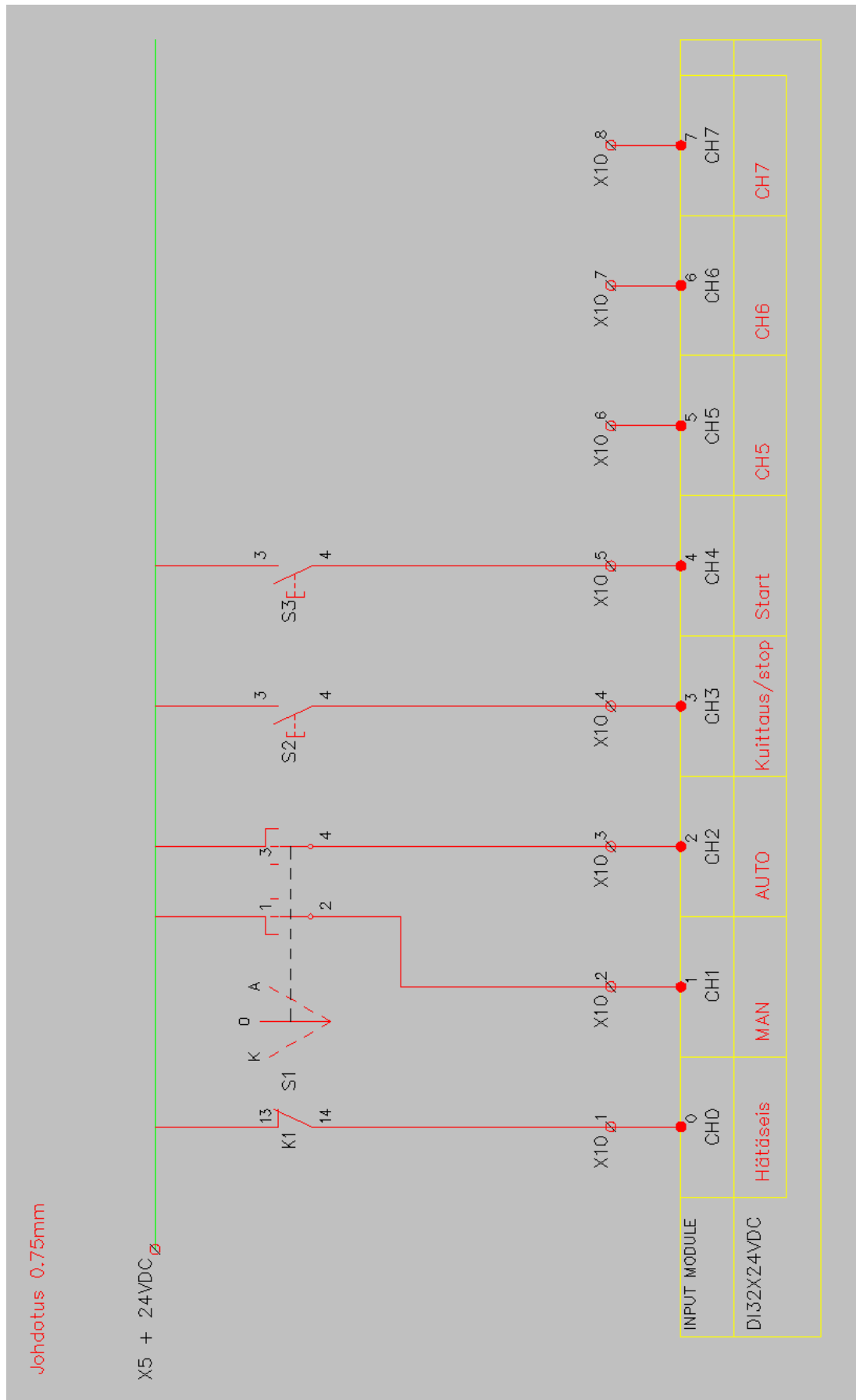
Liite 1. Päävirtapiirit



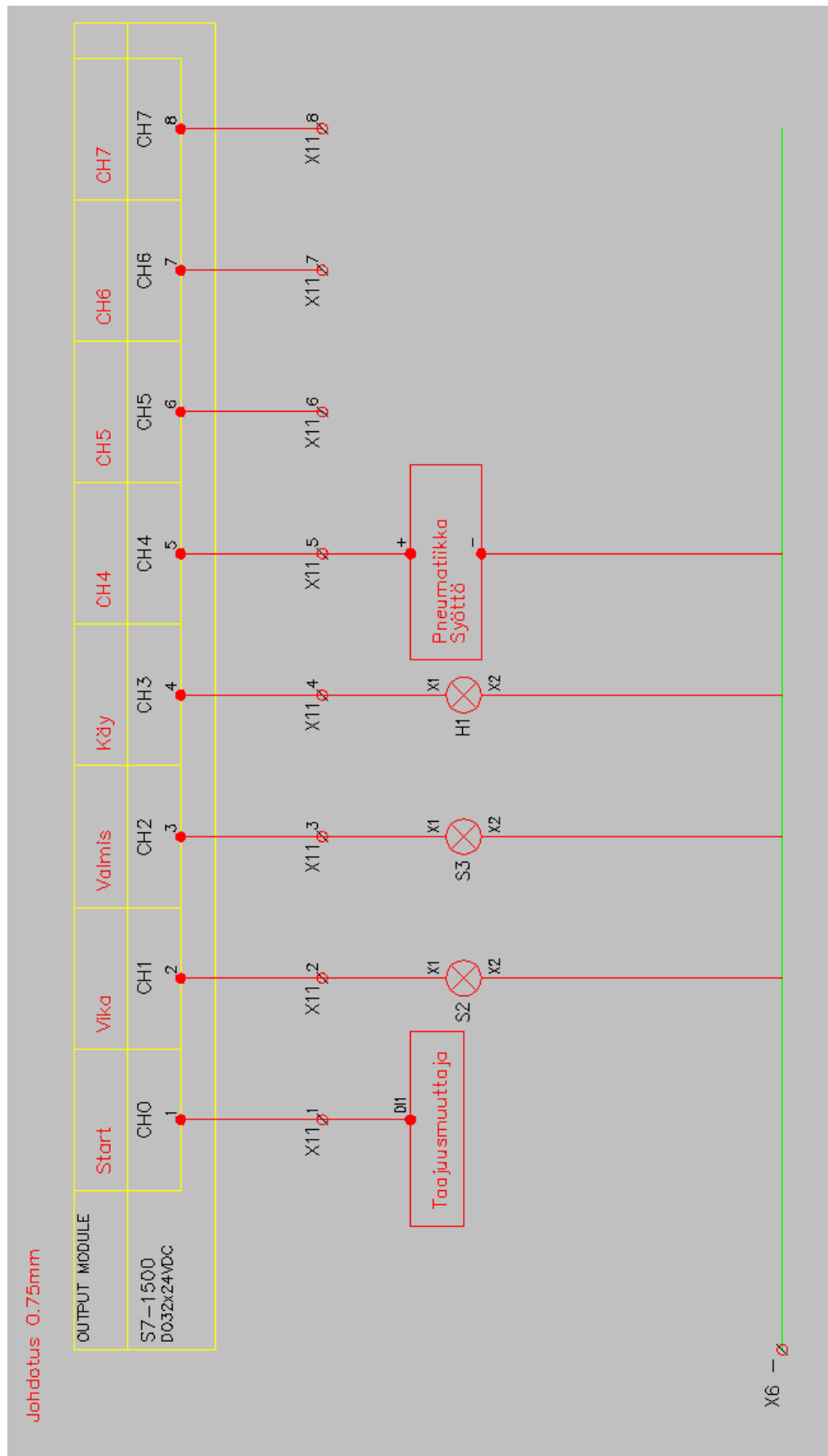
Liite 2. Apuvirtapiirit



Liite 3. Logiikan tulot



Liite 4. Logiikan lähdöt



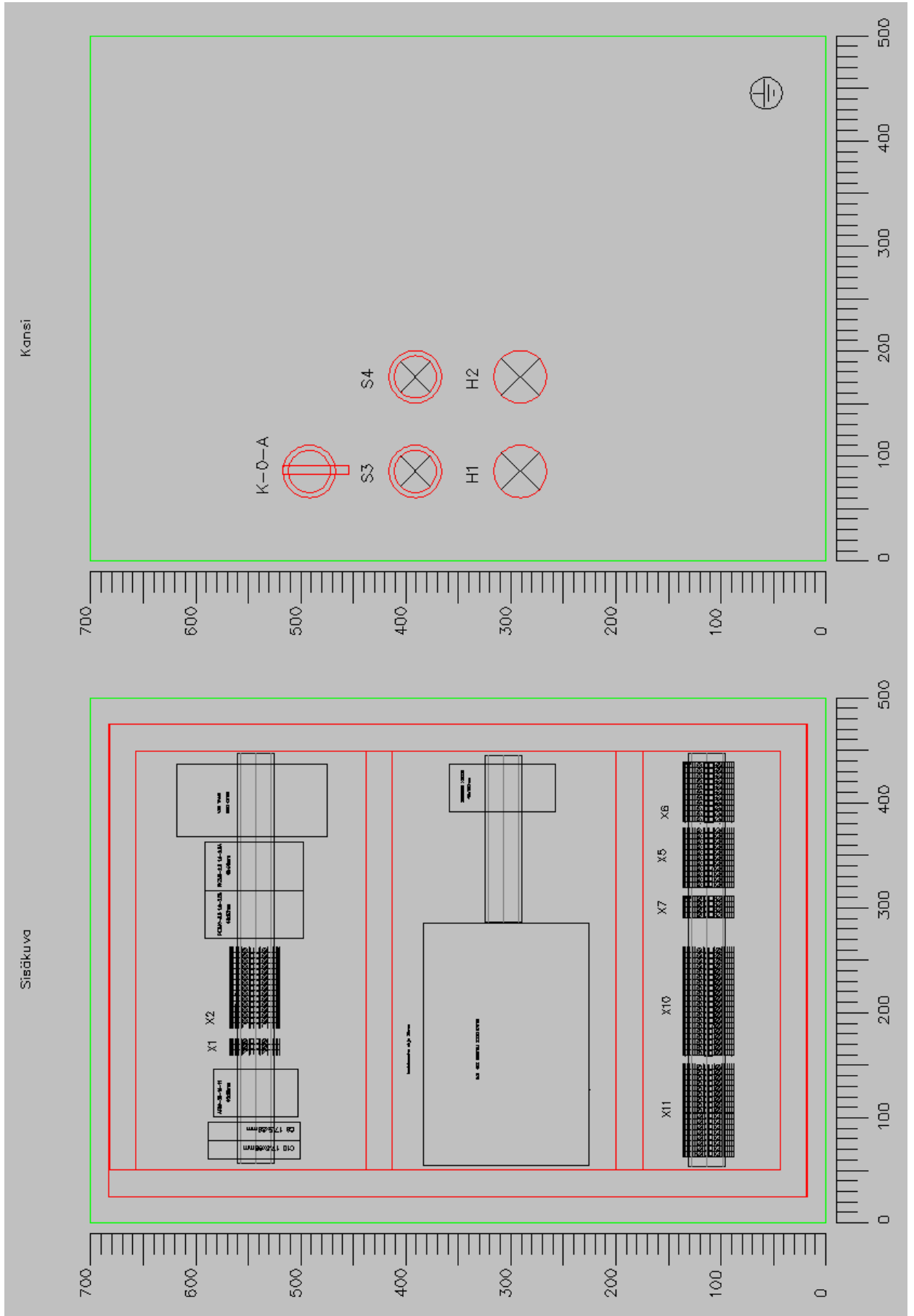
Liite 5. Perustietolomake

A. SÄHKÖTEKNISEET TIEDOT		B. KESKUKSEN YMPÄRISTÖOLOT		C. KALUSTUS JA KAAPELOINTI		D. MUUT SOVITTAVAT ASIAT	
1.	Jakelujärjestelmä (SFS 6000-1, kohta 30) Vaihtosähkö 50 Hz <input checked="" type="checkbox"/> TN-S Tasosähkö Hz Oikosulkuvirta I_n (todellinen) - liittymässä min. A max. A - keskuksella min. A max. A Keskuskesken mitoitusjännite (U_n) U_n 230 V	1.	Ympäristön lämpötila - normaali (-5 ... +40 °C (35)) - ulkona (-25 ... +40 °C (35)) - minimi °C, maksimi °C	1.	Laitesijoitukset - keskitysty - yksikkölähdöt	1.	Kokoonpanopöytä - esimerkin mukainen toteutus - suunnittelija / tilaaja hyväksyy ennen valmistusta - ostomittauksia sisältävä jakeluverkonhallija hyväksyy - erityismerkintä:
1.2.	Oikosulkuvirta I_n (todellinen) - liittymässä min. A max. A - keskuksella min. A max. A	2.	Likaantumisaste 2 (1-4 teollisuus normaalisti 3 rakennukset normaalisti 2)	1.1.	Keskityksen sijoituksen kalusteet - modulkoolet C-kiskoon - kaikki koolet c-kiskoon	2.	Tunnukset virtapiirissä ja keskuksessa - virtapiirit merkitään L-N - teksti ja tunnukset päätkaavioista lähtöihin - kenttiin ja keskuksen sisäiset johdot merkitään kaikki materiaali - normaali
2.	Rakennustandardi EN 61439-1, Yleisvaatimukset EN 61439-2, Annettukäyttöön tarkoitettujen koolet EN 61439-3, Maailloiden käyttöön tarkoitettujen koolet EN 61439-4, Työmaakeskukset EN 61439-5, Jakeluverkokkeskukset	3.	Erityisolosuhteet ja vaatimukset	1.2.	Yksikkölähdöt - kinteaisti pohjalevyyn - ulos otettava - ulos vedettävä	3.	Lisäkielvet - vietas ohjausjännite katkaisupaikka - TN-C varoituskilpi - nollan erotuskohdan merkintä - potentiaalintasaus tai päämaadoitus - mittaus liitetty PEN-johdtimeen - muu
2.1.	Apupiirien nimellijännitteet ja pienisjännitteiden laji Laji VAC V Laji <input checked="" type="checkbox"/> VDC V Laji <input type="checkbox"/> V V	4.	Kotelointiluokka asennettuna IP 20 4.1 Kotelointiluokka lattian vasten IP 4.2 Tilankäyttö: leveys 300 mm korkeus 700 mm syvyys 250 mm	2.	Liittymis- tai pääjohdot - Kaapeli m x 1 loppu - kaapelityyppi H05RN-F 3G2,5	4.	Kuljetuskoko - leveys - korkeus - syvyys - maksimi paino
2.2.	Piirin mitoitusvirta (I_n) 16 A 3.1 Piirin mitoitusvirta (I_n) 10 A 3.2 Piirin mitoitusvirta (I_n) 6 A 3.3 Piirin mitoitusvirta (I_n) A	5.	Rakennusvaatimus - kosketussuojajänne, tausta avoin - kosketussuojajänne, myös tausta - kotelorakenne mm - kaapelointitilat erillisinä mm 1:1 kojelaita kohti 1:2 kojelaita kohti - yhtenäinen ovilaje (avaus yhd. pist.) max. leveys mm avauskulma ° - useita ovia	2.1.	Tulossuunta - ylhäältä vasen <input checked="" type="checkbox"/> oikea <input type="checkbox"/> - alhaalta vasen <input type="checkbox"/> oikea <input type="checkbox"/>	5.	Muut sovittavat asiat
4.	Lyhytaikainen mitoitusvirta (I_{sc}) kA	6.	EMC-ympäristö Ympäristö A Ympäristö B	3.	Lähtötavat - ylös - alas - riviliittimet pystysä - riviliittimillä (myös N ja PE) - kalusteista alkaen A. lähdistä ± 4 / lähtö esimerkeistä - vapaita riviliittimiä kpl	6.	Lisätietoja
4.1.	Mitoituskestovirran huippuarvo (I_{pk}) kA	7.	Asennusvaatimukset - kiinnitys seinälle <input type="checkbox"/> upotettuna - kiinnitys lattiaan ja seinään - vapaasti seisova - jännitetyömahdollisuus - erotustyömahdollisuus	4.	Merkkilamput Käy, Häiriö, Vainio		
5.	Tasotuskerroin SFS-EN 61439-2 mukainen <input type="checkbox"/> 61439-3 mukainen <input type="checkbox"/> määräty Sallittu laukaisukaikla vietasjauksessa S, jos kosketusjännite S V	8.	Vikasuojaus - suojaadoitettu rakenne - suojaeristetty rakenne - muu	5.	Keskusmittarit		
5.1.	PEN-piirejä keskuksessa Syötöstä seuraavina Yksittäisiä lähtiä Muu	9.	Käyttötoimenpiteet suorittaa - sähköalan ammattihenkilö - sähköalalla ammattitaidoton - sähköalalla opastettu	6.	Laskusmittarit ja mittalaitteet toimittaa - keskusvalmistaja - tilaaja - jakeluverkon hallija - " - myös virtamuuntajat - tarkkuusluokka %		
5.2.	PE-kisko N-kiskon vahvuinen	7.	Pintakäsitely normaali - erityisvaatimus	7.	Lisätietoja		
6.	Kiskot ja niiden mitoitus - L, N, PE - L1, L2, L3, N, PE - PE-kisko N-kiskon vahvuinen						
6.1.	Potentiaalintasaus keskukselta Lähin potentiaalintasaus syötösuummassa Paikka						
7.	Mitoitusperusteet - Liittymä S kVA - Tasoitettu huippu Ih kW - Huipun käyttöaika h/a - Mitoitettava virta A						
Rakennustoimenpide		Pvm.	Pvm.	Mittakaavat	Lehti (lehdistö)		
Rakennuskohteen nimi ja osoite		Muutos	Muutos	Tehti	()		
		Tark.	Tark.	Piirustusnumero			
		Koodi	Koodi				

Liite 6. Laite- ja tarvikeluettelo

A	B	C	D	E	F	G	
Komponentit							
1	Tunniste	Komponentti	Valmistaja	Määrä	Tuotenumero tai sähkönumero	Lisänimitys	Linkki
2		CPU	Siemens	1	6ES7516-3FN02-0A80	CPU 1516F-3 PN/DP	https://mall.industry.siemens.com/mall/en/
3	T1	PSU	Siemens	1	6EP 1333-4BA00	PM 1507 24 V/8 A	https://mall.industry.siemens.com/mall/en/
4		DI 32	Siemens	1	6ES7 521-1BL00-0A80	DI 32x24 V DC HF	https://mall.industry.siemens.com/mall/en/
5		DQ 32	Siemens	1	6ES7 522-1BL01-0A80	DQ 32x24V DC/0.5A HF	https://mall.industry.siemens.com/mall/en/
6		Profinet kytkin	Siemens	1	6GK5005-0BA00-1AB2	Scalance XB005	https://mall.industry.siemens.com/mall/en/
7		Logiikan kisko	Siemens	1	6ES7590-1AE80-0AA0	Rail 482	https://mall.industry.siemens.com/mall/en/
8	U1	Taajuusmuuttaja	Siemens	1	6SL3210-5BB17-5BV1	V20 FSAB	https://mall.industry.siemens.com/mall/en/
9		I/O väylämoduulit	Siemens	8	6ES7147-6BG00-0A80	ET 200ECO PN, 8 DIO	https://mall.industry.siemens.com/mall/en/
10		Kosketusnäyttö	Siemens	1	6AV2 124-0QC02-0AX1	SIMATIC HMI TP1500 Comfort 15"	https://mall.industry.siemens.com/mall/en/
11	OK1	Kaappi	Rittal	1	1057.000	Compact enclosure AX, sheet steel	https://www.rittal.com/com-en/products/PG
12	Q1	Pääkytkin 25A Kuormankytkin	ABB	1	36 014 35	OT25FT3	https://www.sahkonumerot.fi/3601435
13	Q1	Pääkytkin 25A Väännin	ABB	1	36 619 16	OHBS3PH	https://www.sahkonumerot.fi/3661916
14	F1	Johdonsuojakatkaisija C10	ABB	1	32 104 10	S201-C10	https://www.sahkonumerot.fi/3210410
15	F2	Johdonsuojakatkaisija C6	ABB	1	32 104 06	S201-C6	https://www.sahkonumerot.fi/3210406
16	K1	Kontaktori	ABB	1	37 058 00	3-nap. 4kW, 1S,0A, 9 A (AC-3)	https://www.sahkonumerot.fi/3705800/
17	F3, F4	Moottorisuojakatkaisija	Eaton	2	37 320 06	PKZM0-2,5 1,6-2,5A	https://www.sahkonumerot.fi/3732006
18	X1:3	Suojamaariviliittimet	Phoenix Contact	5	19 642 10	Ground modular terminal block - UT 2,5-PE	https://www.sahkonumerot.fi/1964210
19	X1:2	Nollariviliitin	Phoenix Contact	1	19 642 08	Feed-through terminal block - UT 2,5 BU	https://www.sahkonumerot.fi/1964208
20	X1:1, X2	Riviliittimet 230V	Phoenix Contact	7	19 642 06	Feed-through terminal block - UT 2,5	https://www.sahkonumerot.fi/1964206/
21	X5, X6, X7, X	Riviliittimet 24V	Phoenix Contact	44	19 644 08	CLIPLINE PT 2,5	https://www.sahkonumerot.fi/1964408/
22	X5	Riviliitin silta 10 pinniä 24V	Phoenix Contact	1	19 635 10	Pistosilta - FBS 10-5 - Phoenix Contact	https://www.sahkonumerot.fi/1963510
23	X6	Riviliitin silta 10 pinniä 0V	Phoenix Contact	1	19 419 96	Kytkeäntasilla - FBS 10-5 BU - Phoenix Contact	https://www.sahkonumerot.fi/1904196
24	X0	Pistotulppa L, N ja PE 16A	Schneider Electric	1	24 407 50	Pistotulppa - MAAD IP44 VA	https://www.sahkonumerot.fi/2440750
25	W0	Kumikaapeli L,N ja PE 2,5	Prismian Group	5m	04 200 32	H07RN-F 3G2,5 Eca R100	https://www.sahkonumerot.fi/0420032
26	W1, W2	Kaapeli 3L, PE 1,5	Onninen	7m	04 381 89	MSK 5X1,5S VA LIIT.KAAP B100	https://www.sahkonumerot.fi/0438189
27	H1	Merkkilamppu vihreä	Schneider Electric	1	23 202 82	XB4BVB3	https://www.sahkonumerot.fi/2320282
28	H2	Merkkilamppu punainen	Schneider Electric	1	23 202 84	XB4BVB4	https://www.sahkonumerot.fi/2320284
29	S3	Painike vihreä	Schneider Electric	1	23 203 36	XB4BW33B5	https://www.sahkonumerot.fi/2320336
30	S4	Painike punainen	Schneider Electric	1	23 203 38	XB4BW34B5	https://www.sahkonumerot.fi/2320338
31	S0	Hätä seis painike	Schneider Electric	1	23 217 90	XB4BS8444	https://www.sahkonumerot.fi/2321790
32	S2	Vääntökytkin	Schneider Electric	1	23 213 67	Vään taso 3-as 2NO	https://www.sahkonumerot.fi/2321367
33							
34							
35	Tarvikkeet						
36	M12 päätteet ET200eco signaali liittimiin	Phoenix Contact	64	19 631 51	5-pin M12-A coded	https://www.sahkonumerot.fi/1963151	
37	M12 kaapelit ET200eco virransyötölle	Siemens	10	6XV18016DH50	4 pin M12-L coded	https://mall.industry.siemens.com/mall/en/	
38	M12 päätteet ET200eco Profinet IO:ille	Siemens	16	6GK1901-0DB20-6AA0	PROFINET IO M12-D round connector	https://mall.industry.siemens.com/mall/en/	
39	Profinet RJ45 päätteet	Siemens	5	6GK1901-1BB10-2AA0	FastConnect RJ45 plug	https://mall.industry.siemens.com/mall/en/	
40	Profinet kaapeli	Siemens			CAT 5E	https://verkkokauppa.slo.fi/fi/automaatiokas	
41	Holkit 0,75	Phoenix Contact	1	19 637 41		https://www.sahkonumerot.fi/1963741/	
42	Holkit 1,5	Phoenix Contact	1	19 637 43		https://www.sahkonumerot.fi/1963743/	
43	Holkit 2,5	Phoenix Contact	1	19 637 61		https://www.sahkonumerot.fi/1963761/	
44	Johdintunnisteet	Schneider Electric	1	19 724 28	AR1MA0198 +	https://www.sahkonumerot.fi/1972428	
45	Kaapeliholkki läpivientiin		5	17 068 80		https://verkkokauppa.slo.fi/fi/holkkitiiviste-	
46	Johdotkouru	Phoenix Contact	4m	14 090 02	Johdotuskouru Phoenix Contact Oy - CD 25X60	https://www.sahkonumerot.fi/1409002	
47	Din- kisko	Phoenix Contact	1	19 041 70	NS 35/ 7,5 PERF 1000MM	https://www.sahkonumerot.fi/1904170/	
48	Niittit	Rapid	1			https://www.k-rauta.fi/tuote/vetoniitti-rapid	
49	Riviliittimien päätypuristimet	Phoenix Contact		19 631 33	CLIPFIX 35-5	https://www.sahkonumerot.fi/1963133	
50	Työkalut						
51	Profinet kuorija	Siemens	1	6GK1901-1GA00	FastConnect stripping tool	https://mall.industry.siemens.com/mall/en/	
52	Holkkipuristin	Weidmuller	1		stripax plus 2,5	https://verkkokauppa.slo.fi/fi/paatehlysytyo/	
53	Porakone	Bosch	1			https://www.k-rauta.fi/tuote/akkuorakone-	
54	Porrasterä	Bosch	1			https://www.k-rauta.fi/tuote/porrastera-	
55	Saha	Bahco	1			https://www.k-rauta.fi/tuote/kaarisaaha-bahc	
56	Sivuleikkuri	Wurth	1	0714 01 571		https://eshop.wurth.fi/Eristetty-sivuleikkuri-	
57	Kulmaviivain	Bahco	1	9045-B-250		https://www.k-rauta.fi/tuote/suorikulma-ba	
58	Teräsarja	Bosch	1			https://www.k-rauta.fi/tuote/metalliporante	
59	Rullamitta	Ironside	1			https://www.k-rauta.fi/tuote/rullamitta-iron	
60	Niittaaaja	Onninen	1		pop TT55	https://www.onninen.fi/en/online-pop-riv	
61	Johditimet						
62	Johdin 0,75 säie	Helukabel	100m	300-09-480	H05V-K	https://www.elfadistelec.fi/fi/kytkentaelan	
63	Johdin 1,5 säie sininen	Reka	2m	04 002 07	MK-HF 1,5 BU Dca	https://www.sahkonumerot.fi/0400207	
64	Johdin 1,5 säie musta	Reka	2m	04 002 03	MK-HF 1,5 BK Dca	https://www.sahkonumerot.fi/0400203	
65	Johdin 2,5 säie musta	Reka	2m	04 002 13	MK-HF 2,5 BK Dca	https://www.sahkonumerot.fi/0400213	
66	Johdin 2,5 säie sininen	Reka	2m	04 002 17	MK-HF 2,5 BU Dca	https://www.sahkonumerot.fi/0400217	
67	Johdin 2,5 säie kevi	Reka	5m	04 002 18	MK-HF 2,5 GNYE Dca	https://www.sahkonumerot.fi/0400218	

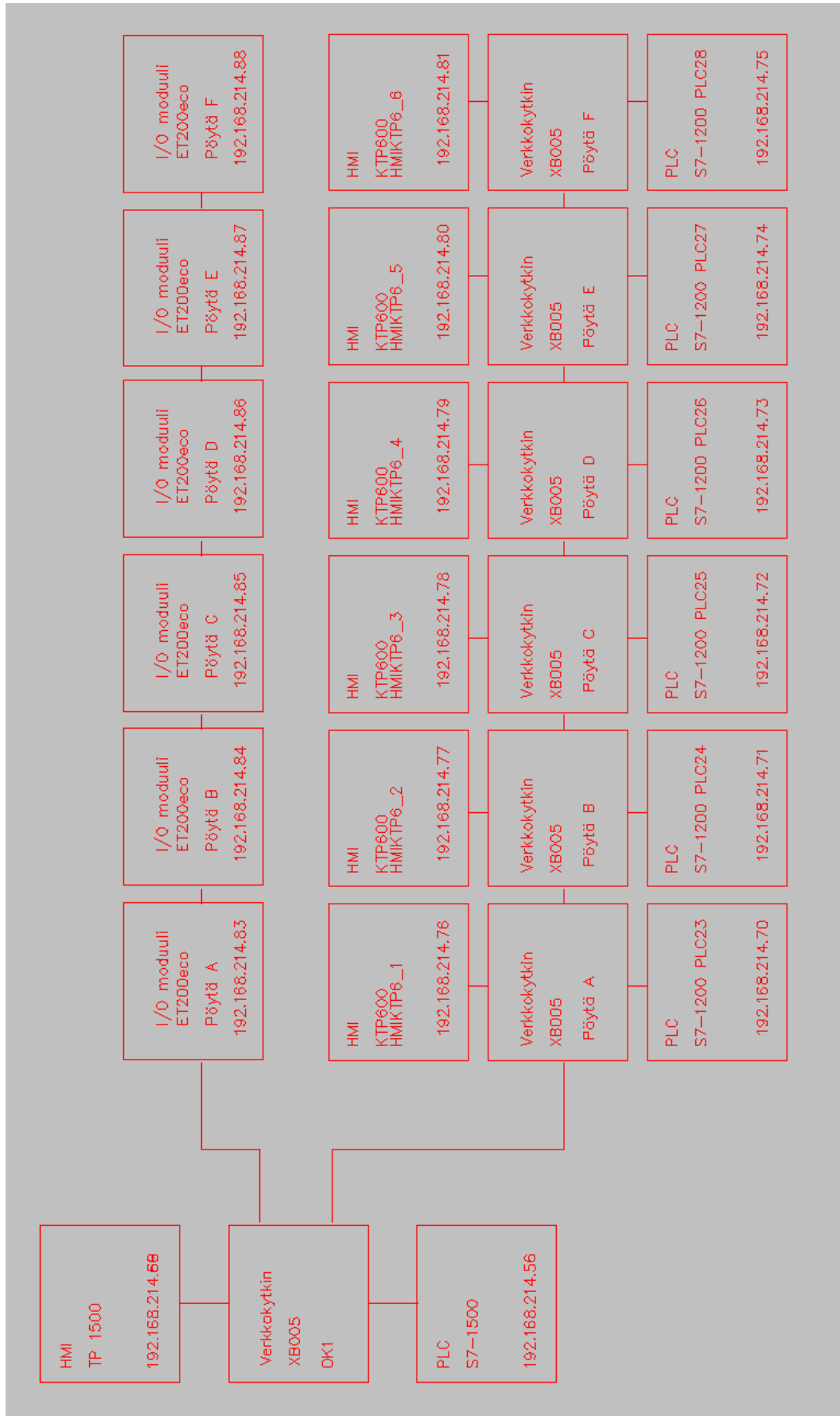
Liite 7.Sijoittelukuva

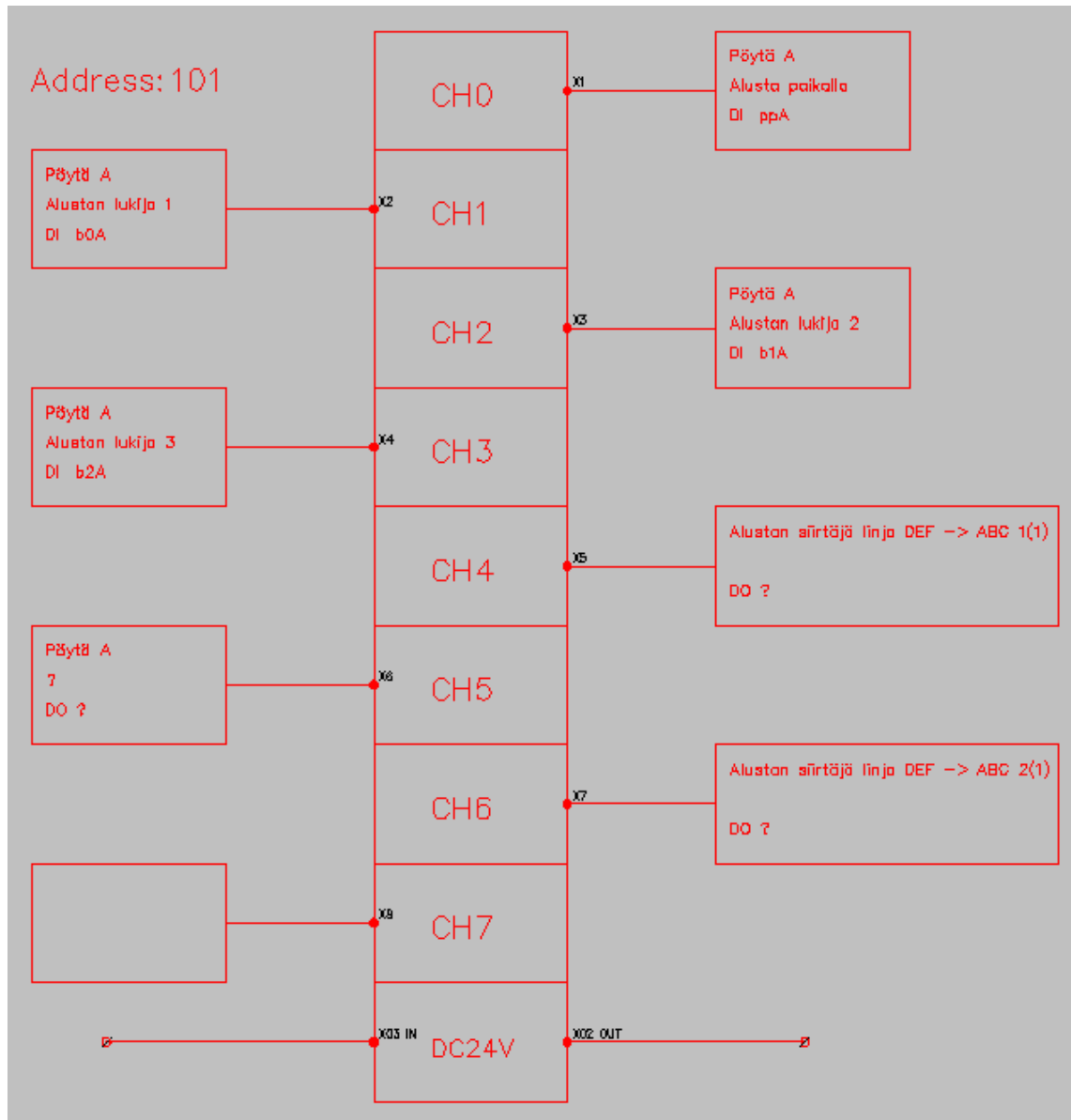


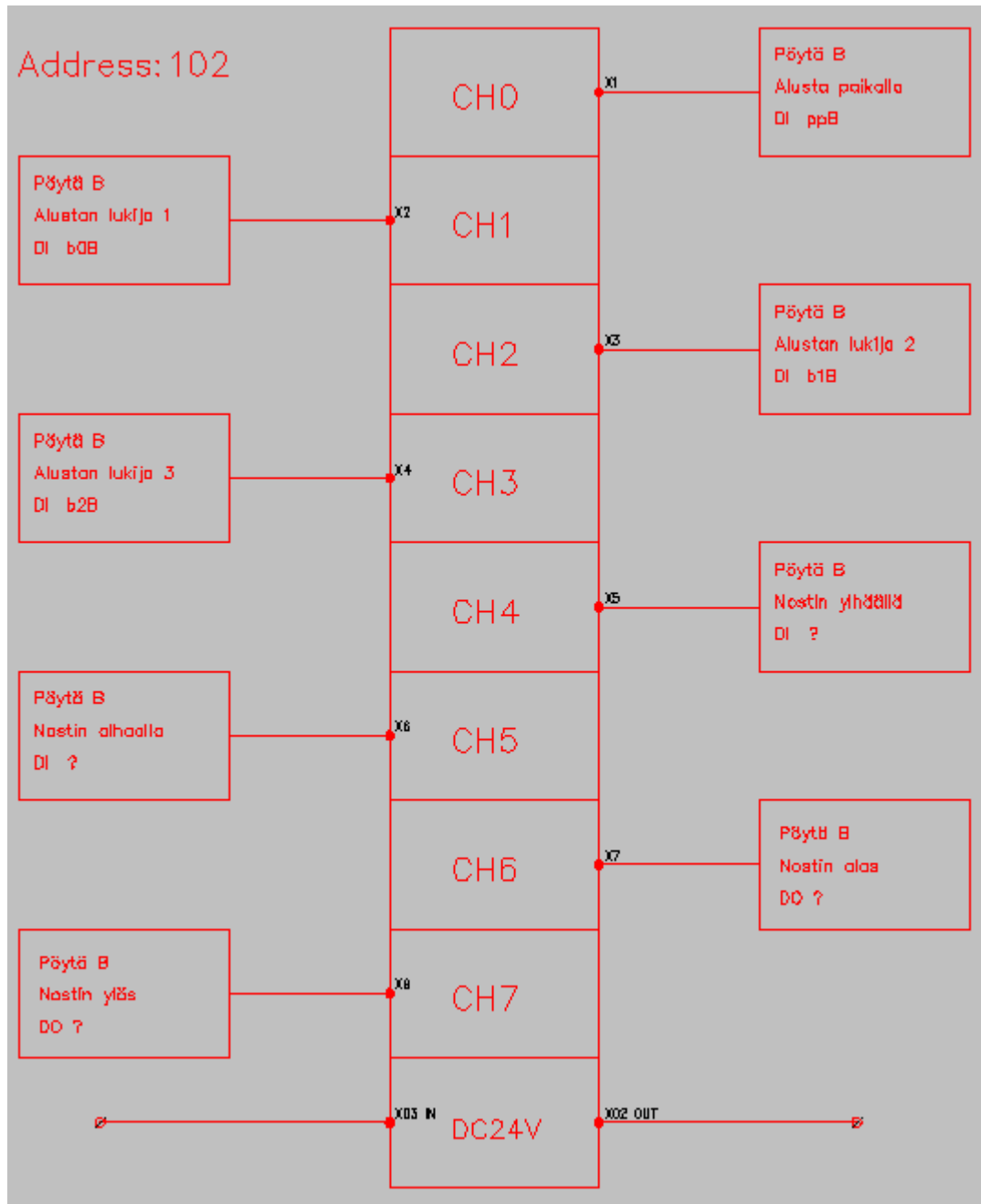
Liite 8. Tulo ja lähtö luettelo

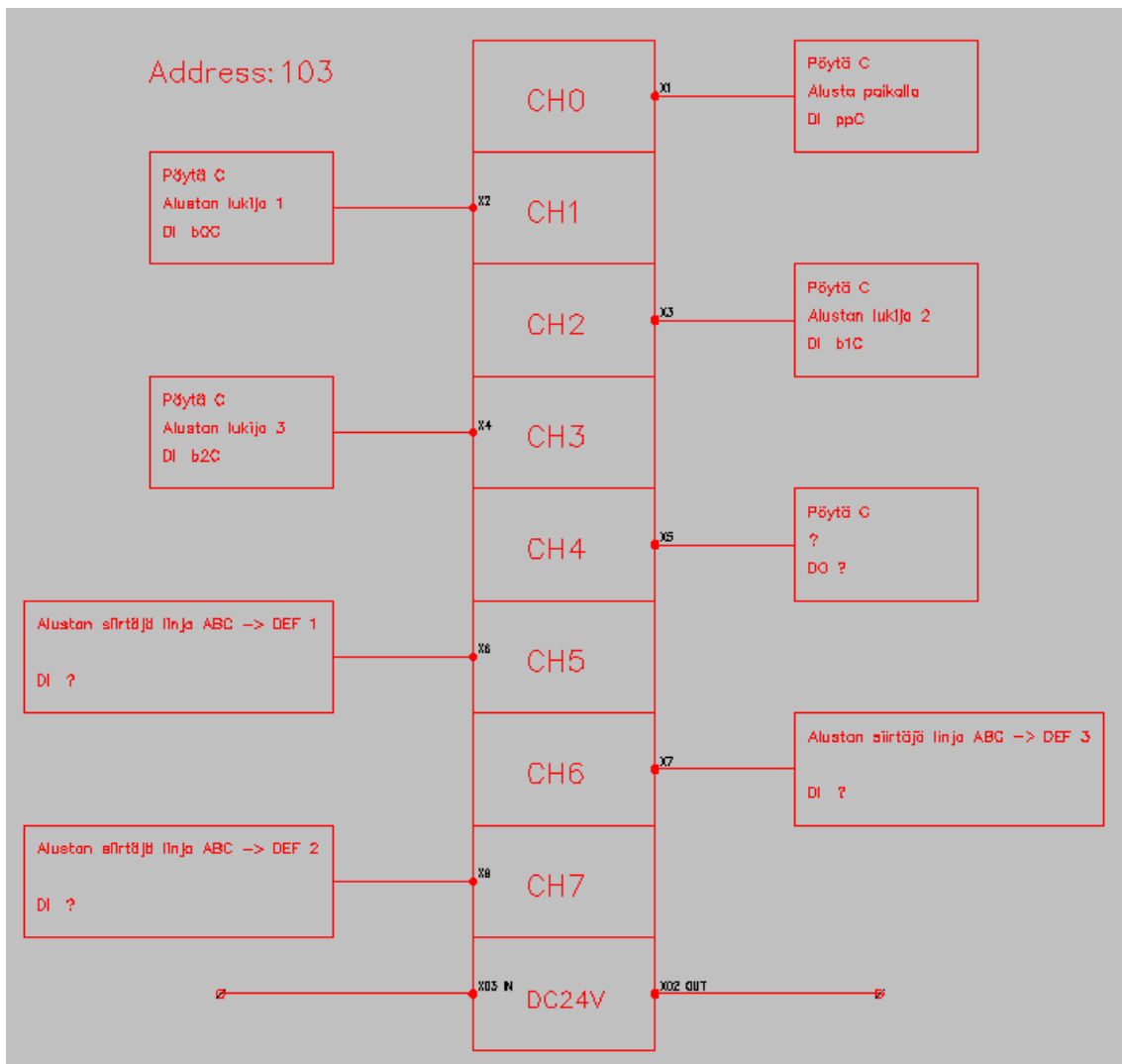
	1	2	C	4
1	Name	Data Type	Logical Address	Field Tag
2	Pöytä A alusta paikalla	Bool	%I101.0	ppA
3	Pöytä A alustan lukija 1	Bool	%I101.1	b0A
4	Pöytä A alustan lukija 2	Bool	%I101.2	b1A
5	Pöytä A alustan lukija 3	Bool	%I101.3	b2A
6	Pöytä B alusta paikalla	Bool	%I102.0	ppB
7	Pöytä B alustan lukija 1	Bool	%I102.1	b0B
8	Pöytä B alustan lukija 2	Bool	%I102.2	b1B
9	Pöytä B alustan lukija 3	Bool	%I102.3	b2B
10	Pöytä B nostin ylhäällä	Bool	%I102.4	
11	Pöytä B nostin alhaalla	Bool	%I102.5	
12	Pöytä C alusta paikalla	Bool	%I103.0	ppC
13	Pöytä C alustan lukija 1	Bool	%I103.1	b0C
14	Pöytä C alustan lukija 2	Bool	%I103.2	b1C
15	Pöytä C alustan lukija 3	Bool	%I103.3	b2C
16	Pöytä D alusta paikalla	Bool	%I104.0	ppD
17	Pöytä D alustan lukija 1	Bool	%I104.1	b0D
18	Pöytä D alustan lukija 2	Bool	%I104.2	b1D
19	Pöytä D alustan lukija 3	Bool	%I104.3	b2D
20	Pöytä E alusta paikalla	Bool	%I105.0	ppE
21	Pöytä E alustan lukija 1	Bool	%I105.1	b0E
22	Pöytä E alustan lukija 2	Bool	%I105.2	b1E
23	Pöytä E alustan lukija 3	Bool	%I105.3	b2E
24	Pöytä F alusta paikalla	Bool	%I106.0	ppF
25	Pöytä F alustan lukija 1	Bool	%I106.1	b0F
26	Pöytä F alustan lukija 2	Bool	%I106.2	b1F
27	Pöytä F alustan lukija 3	Bool	%I106.3	b2F
28	Alustan siirtäjä linja ABC -> DEF 1	Bool	%I103.5	
29	Alustan siirtäjä linja ABC -> DEF 2	Bool	%I103.6	
30	Alustan siirtäjä linja ABC -> DEF 3	Bool	%I103.7	
31	Alustan siirtäjä linja DEF -> ABC 1	Bool	%I106.4	
32	Alustan siirtäjä linja DEF -> ABC 2	Bool	%I106.6	
33	Alustan siirtäjä linja DEF -> ABC 3	Bool	%I106.7	
34	Pöytä A	Bool	%Q101.0	
35	pöytä b asi moduuli sylinteri ylös	Bool	%Q102.0	
36	pöytä b asi moduuli sylinteri alas	Bool	%Q102.1	
37	Pöytä C	Bool	%Q103.5	
38	Pöytä D	Bool	%Q104.0	
39	Pöytä E	Bool	%Q105.0	
40	Pöytä F	Bool	%Q106.5	
41	Alustan siirtäjä linja ABC -> DEF	Bool	%Q104.4	
42	Alustan siirtäjä linja DEF -> ABC 1(1)	Bool	%Q101.4	
43	Alustan siirtäjä linja DEF -> ABC 2(1)	Bool	%Q101.6	
44	S4 Start	Bool	%I0.4	
45	S3 Stop/kuittaus	Bool	%I0.3	
46	Hätäseis	Bool	%I0.0	
47	S2 MAN	Bool	%I0.1	
48	S2 AUTO	Bool	%I0.2	
49	S3 Lamppu	Bool	%Q0.1	
50	S4 Lamppu	Bool	%Q0.2	
51	H2	Bool	%Q0.3	
52	TAMU käyntikäsky	Bool	%Q0.0	
53	Pneumatiikka syöttö	Bool	%Q0.4	

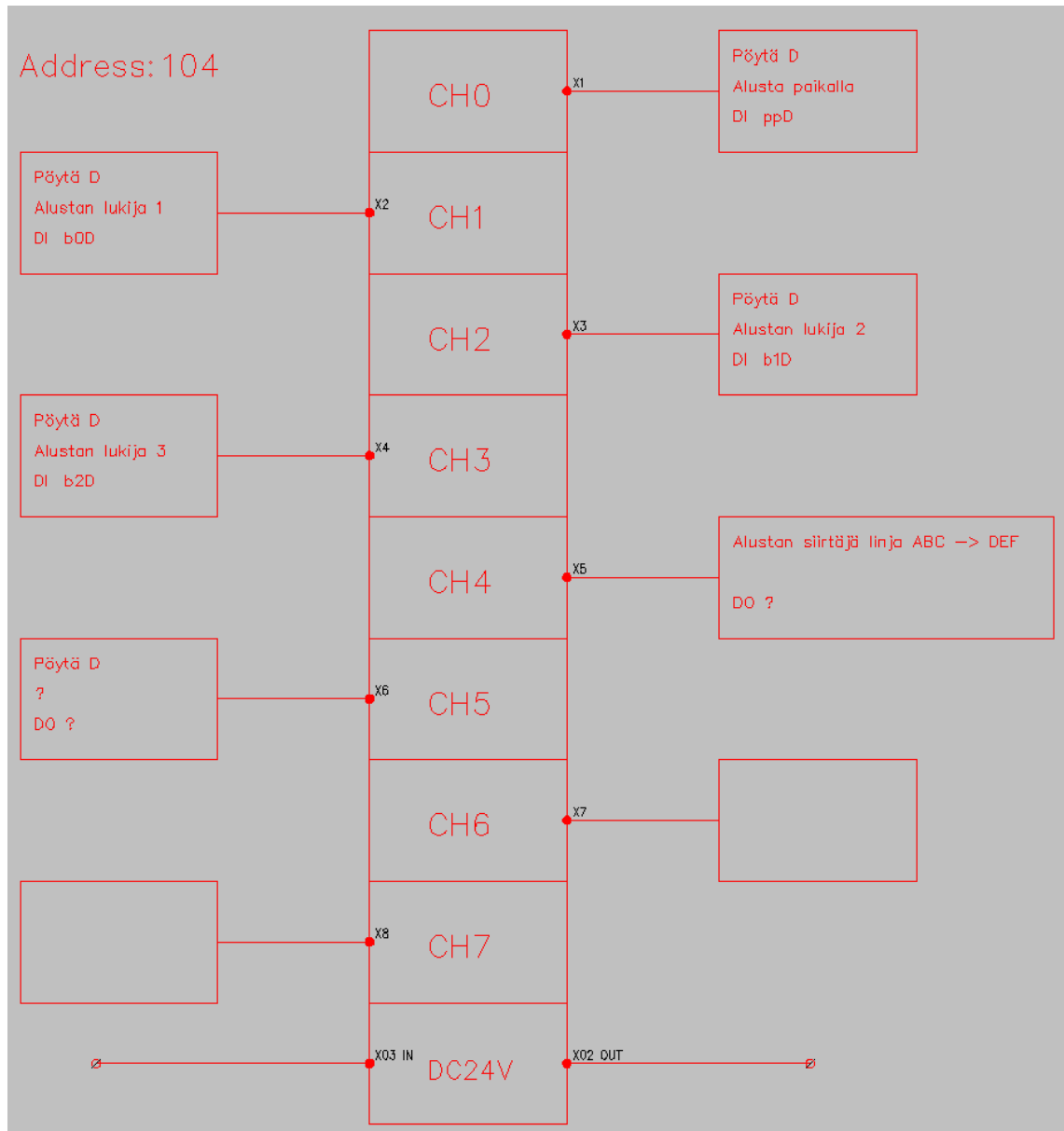
Liite 9. Väyläkaaviot

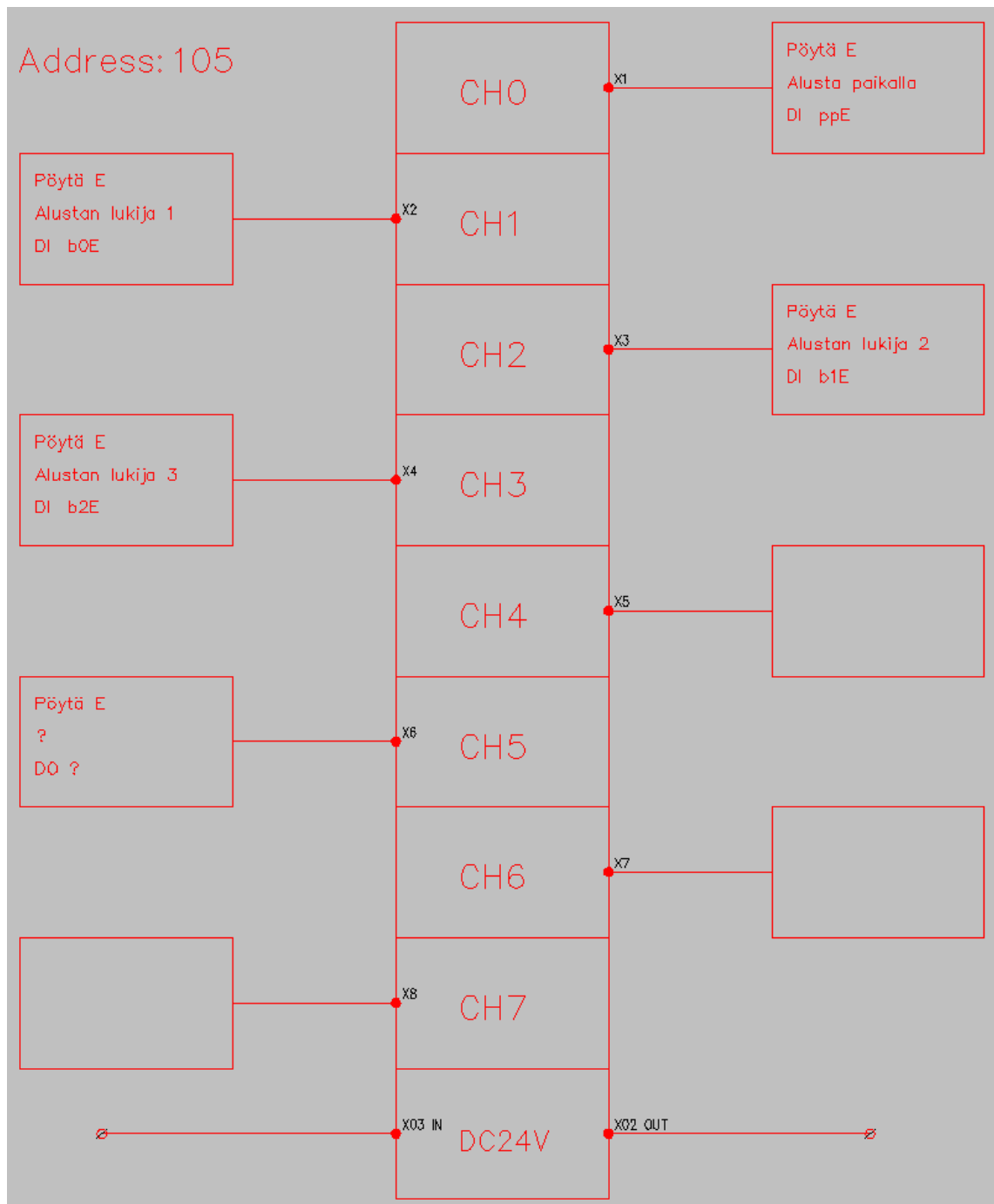


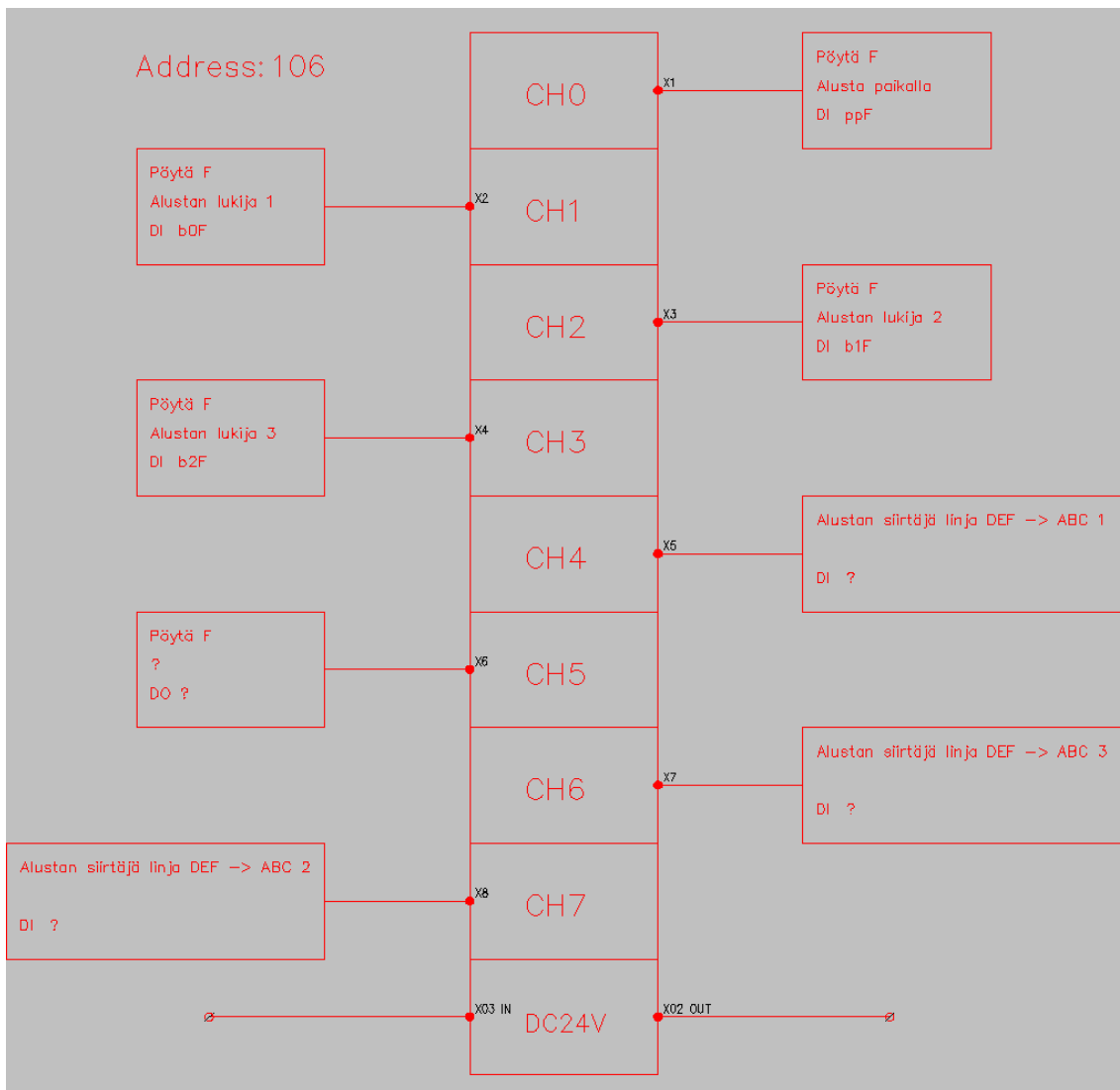












Liite 10. Riskinarviointi

Kuljettimen riskinarvio

Jyri Martti A1701308 Lapin AMK 2022

Riskinarviointi tehdään SFS-EN ISO 12100 kuvan 1 ja kohdan 5 ohjeistamalla tavalla.

Riskianalyysi

Koneen raja-arvot

Käyttörajat:

- a) Koneen toimintatavat ja käyttäjien puuttuminen toimintaan:
 - Kuljetin pyörii automaattisesti jatkuvasti
 - Kuljetinta voidaan ajaa käsiajolla
- b) Koneen käyttö:
 - Koulutuskäyttö
 - Käyttäjät enimmäkseen opiskelijoita
- c) Koneen oletettujen käyttäjien kokeneisuus:
 - Oppilaat, joilla vaihtelevaa teknistä taustaa ja tietoa
- d) Muiden henkilöiden kuin käyttäjien altistuminen koneen vaaroille:
 - Kone tulee sijaitsemaan opetustilassa, johon pääsy on yleensä mahdollista vain opiskelijoille tai henkilökunnalle

Tilarajat:

- Kuljettimen ympärillä kulkee henkilöitä
- Koneen käytön rajapinta on ohjauskaapin etupuolella

Aikarajat:

- Moottorien huoltovälit

Muut raja-arvot:

- Kuljetinta säilytetään sisätiloissa normaaleissa huoneolosuhteissa

Vaarojen tunnistus

Kuljetus, kokoonpano ja asennus

- Sähköisku

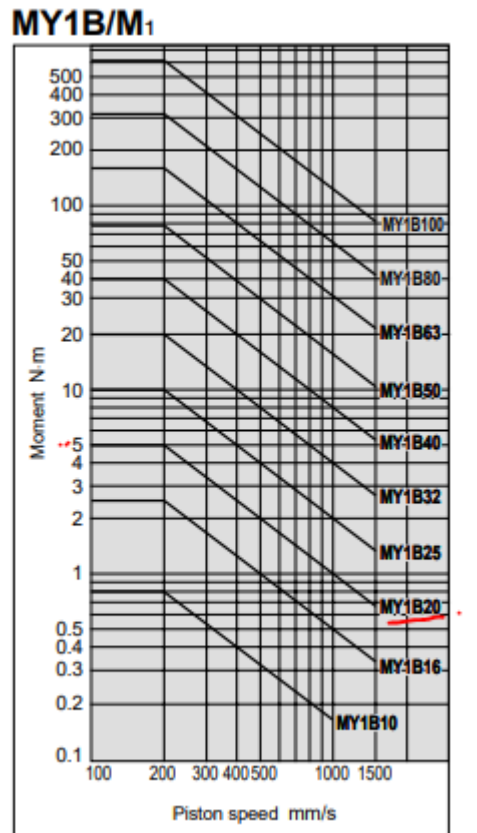
Käyttöönotto

- Sähköisku

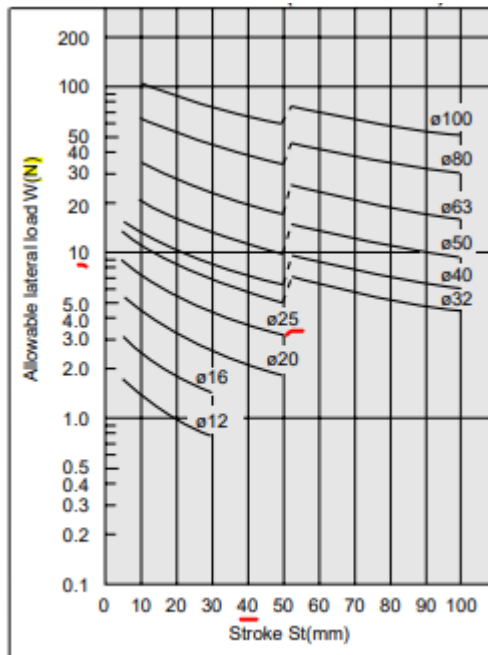
Käyttö

- Moottorien akseleihin takertuminen
- Sähköisku

- Pneumaattisten komponenttien voimat eivät ole tarpeeksi suuria aiheuttamaan vakavaa käsien puristumista (Kuva 19. MY1B20G-200 voima)(Kuva 20. ECDQ2B32-25D voima)



Kuva 19. MY1B20G-200 voima



Kuva 20. ECDQ2B32-25D voima

- Hihnan nopeus ei ole vaarallinen vahingolliselle kosketukselle Purkaminen, käytöstä poisto ja romuttaminen

- Sähköisku

Riskin suuruuden ja merkityksen arviointi

Kohde	Seuraus	Todennäköisyys	Riski
Sähköisku	Erittäin vakava	Epätodennäköinen	Vaarallinen
Takertuminen akseleihin	Vakava	Ei kovin todennäköinen	Vaarallinen
Sormen joutuminen pneumaattisten sylintereiden liikealueiden väliin	Mitätön	Ei kovin todennäköinen	Ei vaaraa
Hihna	Mitätön	Ei kovin todennäköinen	Ei vaaraa

Risk Consequence x Probability		Probability			
		Unlikely	Not very likely	Possible	Probable
Consequence	Very Serious	Hazardous	Hazardous	Very Hazardous	Very Hazardous
	Serious	Moderately Hazardous	Hazardous	Hazardous	Very Hazardous
	Mild	Moderately Hazardous	Hazardous	Hazardous	Hazardous
	Insignificant	Not Hazardous	Not Hazardous	Moderately Hazardous	Hazardous

Riskin pienentäminen

Takertuminen akseleihin

- Vahingollinen kosketus akseleihin estetään tarvittavalla suojauksella





Sähköisku

- Jännitteiset osat koteloidaan



- Kaapin merkinnät ja dokumentointi osoittavat kaapin sisäiset jännitteiset osat
- Kaappi perussuojattu koteloinnilla jännitteisten osien kosketukselta
- Kaappia ja sähköisiä komponentteja huoltaa vain sen huoltoon soveltuva henkilö
- Yksinkertainen hätäseiskytkin kaapin kannessa on riittävä

Asiakirjat

Pneumatiikkasynterien datasheetit:

MY1B20G-200 sylinteri [MY1_cat_en.indd \(rs-online.com\)](#)

ECDQ2B32-25D sylinteri [CQ2_cat1_en.indd \(rs-online.com\)](#)

Liite 11. Esimerkki vaatimustenmukaisuusvakuutuksesta

EU-vaatimustenmukaisuusvakuutus

1. Tuotteen tunnistenumero: OK1

2. Valmistajan tai sen valtuutetun edustajan nimi ja osoite:

Lapin AMK
Tietokatu 1
94600 Kemi
Puhelinnumero
Sähköpostiosoite

3. Tämä vaatimustenmukaisuusvakuutus on annettu valmistajan yksinomaisella vastuulla.

4. Vakuutuksen kohde:

Tuote: Automaatiokeskus FMS kuljetinjärjestelmään
Malli/tyyppi: OK1

5. Edellä kuvattu vakuutuksen kohde on asiaa koskevan unionin yhdenmukaistamislainsäädännön vaatimusten mukainen:

EMC direktiivi 2014/30/EU, LVD direktiivi 2014/35/EU, Konedirektiivi 2006/42/EY

6. Viittaus niihin asiaankuuluviin yhdenmukaistettuihin standardeihin, joita on käytetty, tai viittaus muihin teknisiin eritelmiin, joiden perusteella vaatimustenmukaisuusvakuutus on annettu:

Säädös

SFS-EN 61439-1:2013, SFS-EN 61439-2:2013, SFS 6000-1:2017, SFS-EN 60204-1:2018, SFS-EN ISO 12100:2010

7. Lisätietoja

[Valmistajan] puolesta allekirjoittanut:

Paikka ja aika

Valmistaja / Valtuutettu edustaja: (valitse vaihtoehto, jota edustat)

Yrityksen nimi

Allekirjoittajan nimi ja titteli