

Miko Riikonen

LÄMPÖKESKUKSEN OHJAUSJÄRJESTELMÄN PÄIVITTÄMINEN

LÄMPÖKESKUKSEN OHJAUSJÄRJESTELMÄN PÄIVITTÄMINEN

Miko Riikonen
Opinnäytetyö
Syksy 2023
Sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinto-
ohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma, automaatiotekniikka

Tekijä: Miko Riikonen

Opinnäytetyön nimi: Lämpökeskuksen ohjausjärjestelmän päivittäminen

Työn ohjaajat: Timo Heikkinen, Jouni Huotari

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Syksy 2023

Sivumäärä: 61 + 19 liitettä

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli toteuttaa pienikokoisen hakekäyttöisen lämpökeskuksen ohjausjärjestelmän päivittäminen. Ohjausjärjestelmän päivityksellä pyrittiin parantamaan lämpökeskuksen luotettavuutta, käytettävyyttä sekä helpottaa tulevaisuudessa mahdollisia järjestelmään tehtäviä muutoksia. Ohjausjärjestelmän päivitys toteutettiin suunnittelusta uuden järjestelmän käyttöönottoon asti.

Päivityksessä vanhan relepohjaisen ohjausjärjestelmän rinnalle asennettiin uusi logiikkapohjainen ohjausjärjestelmä. Työ aloitettiin perehtymällä vanhaan ohjausjärjestelmään, jonka perusteella päätettiin mitä komponentteja uuteen järjestelmään tilattaisiin. Kun komponentit oli tilattu, laadittiin sähkösuunnitelmat ja alustava ohjelma. Komponenttien saavuttua ohjauskeskus koottiin, kytkettiin ja alustava ohjelma testattiin, jonka jälkeen ohjauskeskus asennettiin kohteeseen. Ohjausjärjestelmän asennus suoritettiin siten, että vanha ohjausjärjestelmä pysyi käyttökuntoisena myös asennuksen aikana. Kun uusi ohjausjärjestelmä oli saatu asennettua, ohjelma ja järjestelmä testattiin ja tehtiin ohjelmaan tarvittavat muutokset. Kun ohjelma saatiin toimimaan halutulla tavalla, uusi ohjausjärjestelmä otettiin käyttöön.

Päivityksen seurauksena lämpökeskuksen luotettavuus parani huomattavasti. Uuden ohjausjärjestelmän helpomman säätämisen seurauksena myös käytettävyys parani ja muutosten teko on yksinkertaisempaa kuin vanhaan ohjausjärjestelmään. Ohjausjärjestelmää ei kuitenkaan saatu toimimaan täydellisen luotettavasti, mutta luotettavuutta on tarkoitus parantaa entisestään tulevaisuudessa tehtävillä lisäpäivityksillä, kuten esimerkiksi automaattisyytyksellä.

Asiasanat: Automaatio, hakelämmitys, lämpökeskus, ohjausjärjestelmät

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Degree Programme in Electrical and Automation Engineering, Option of Automation Engineering

Author: Miko Riikonen
Title of thesis: Updating Control system of Heating Plant
Supervisors: Timo Heikkinen, Jouni Huotari
Term and year when the thesis was submitted: Autumn 2023
Number of pages: 61 + 19 appendices

The goal of this thesis was to update the control system of a wood chip heating plant. The update included designing, programming, assembling, testing and installing the new control system. The goal of the update was to improve the reliability and usability of the heating plant as well as making future changes to the control system easier.

To keep the heating plant running while the update was in progress, the old control system was kept functional during and after the update. This was achieved by installing the new control system alongside the old control system instead of replacing it.

As a result of the update, the reliability of the heating plant was improved. Usability of the plant was improved by making tuning of the control system easier and more precise. Even though the update improved the heating plant's reliability, it wasn't perfected. The goal is to improve the reliability even further in the future with additional updates to the system, such as implementing automatic ignition.

Keywords: Automation, wood chip heating, heating plant, control systems

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	7
2	HAKELÄMMITYS.....	8
3	OHJAUSJÄRJESTELMÄT	12
3.1	Taajuusmuuttajaohjaus	12
3.1.1	Taajuusmuuttaja	12
3.1.2	Takaisinkytketty säätö.....	13
3.2	Kontaktoriohjaus.....	14
3.2.1	Kontaktori.....	15
3.2.2	Aikarele	16
3.3	Puolijohdekontaktori	17
3.4	Ohjelmoitavat logiikat	18
3.4.1	Ohjelmoitavien logiikoiden ominaisuudet	18
3.4.2	Siemens S7-1200 logiikka.....	18
4	ASENNUSKOHDE JA VANHA OHJAUSJÄRJESTELMÄ.....	20
4.1	Lämpökeskus	20
4.2	PI-kaavio ja toimintakuvaus.....	28
4.3	Releohjainen ohjausjärjestelmä.....	30
5	SUUNNITTELU TYÖ	33
5.1	Komponenttien valinta	33
5.1.1	Logiikka ja oheiskomponentit	33
5.1.2	Taajuusmuuttajat ja kontaktorit	35
5.1.3	Loput komponentit	36
5.2	Sähkökuvien piirtäminen	37
5.3	Ohjelmointi	38
5.3.1	Projektin luonti ja laitteiden määrittäminen	38
5.3.2	Toimilohkot ja sekvenssi-ohjelmointi	40
5.3.3	Käyttöliittymä.....	44
6	ASENNUS JA KÄYTTÖÖNOTTO.....	49
6.1	Keskuksen kokoaminen ja testaus	49
6.2	Uuden järjestelmän asennus	51
6.3	Käyttöönottomittaus.....	54

6.4	Ohjausjärjestelmän testaaminen ja säätäminen	55
7	JÄRJESTELMÄN JATKOKEHITYS	58
8	YHTEENVETO	59
	LÄHTEET	60
	LIITTEET	62

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön aiheena on pienen hakekäyttöisen lämpölaitoksen ohjausjärjestelmän päivitys. Työn tavoitteena on suunnitella, toteuttaa ja dokumentoida ohjausjärjestelmän päivitys alusta loppuun niin, että se sisältää sähkösuunnittelun, ohjelmoinnin sekä asennuksen.

Työkohteena on yksityinen 50 kW:n lämpökeskus, joka tuottaa lämmön kahdelle omakotitalolle sekä yhdelle hallille. Polttoaineena lämpölaitoksessa on puuhake. Lämpökeskus on rakennettu vuonna 1998, eikä ohjausjärjestelmää ole sen jälkeen päivitetty. Vanha ohjausjärjestelmä perustuu aikareleperusteiseen ohjaukseen.

Releet ja kontaktorit ovat ikääntyessään alkaneet hajoamaan tai toimimaan huonosti. Tämä on aiheuttanut jatkuvaa releiden säätämisen ja komponenttien vaihtamisen tarvetta. Suurin syy päivitykseen onkin parantaa ohjauksen luotettavuutta. Muita syitä ovat mm. säätämisen helpottaminen, lämpötilan tarkempi säätely sekä jatkokehityksen helpottaminen.

Päivityksessä vanha järjestelmä korvataan uudella logiikkapohjaisella ohjausjärjestelmällä. Logiikkana käytetään Siemensin S7-1200-sarjan logiikkaa. Perinteiset kontaktorit korvataan puolijohdekontaktoreilla käyttöiän pidentämiseksi. Vanhaa järjestelmää ei kuitenkaan poisteta kokonaan, vaan uusi järjestelmä asennetaan vanhan rinnalle. Tällöin vanha järjestelmä on varalla mahdollisissa ongelmatilanteissa, sekä asennusvaiheessa lämpökeskusta kytetään vielä ohjaamaan vanhalla järjestelmällä.

Työn alussa käsitellään teoriassa hakelämmitystä, erilaisia ohjaustapoja, joilla lämpökeskusta voidaan ohjata sekä työn toteutuksessa käytettyjä komponentteja ja järjestelmiä.

PLC-Automation Oy toimi työn toimeksiantajana. PLC-Automation Oy on Oulussa sijaitseva suomalainen teknologia-alan suunnittelu- ja palveluyritys, joka on perustettu vuonna 1987. Yrityksen toimialoja ovat mm. suunnittelu, ohjelmointisuunnittelu, käyttöönotto, valvonta, koulutus, kojeistovalmistus, sähköasennus ja nosturialan palvelut. Yritys toteuttaa projekteja Suomen lisäksi myös ulkomailla. (1.) Yrityksen ydinosaamisaluetta on teollisuusnosturien myynti, valmistus, modernisointi, kunnossapitopalvelut, tarkastukset, varaosapalvelut, kuntokartoitukset ja huollot (2).

2 HAKELÄMMITYS

Hakelämmitys on lämmitysmuoto, jossa polttoaineena on puu. Puu haketetaan koneellisesti puuhakkeeksi. Kuvassa 1 on vaihtelevan kokoista ja laatuista puuhaketta. Polttoaineena puuhake on ekologinen vaihtoehto, koska se on uusiutuva energialähde, jonka energiatase on todella hyvä (3, s. 5). Puuhake on myös edullisempi kuin muut puusta saatavat polttoaineet, kuten pelletti tai puubriketti (3, s. 7). Puuhake on vieläkin edullisempaa, kun hake tuotetaan omasta metsästä. Tällöin polttoainetta hankkiessa suoritetaan myös samalla metsän hoitoa. (3, s. 24.)



KUVA 1. Puuhaketta

Hakepalojen koko voi vaihdella 1–10 cm riippuen haketusmenetelmästä ja käytetystä puusta. Pieniin lämmitysjärjestelmiin sopivat parhaiten 1–3 cm:n kokoiset hakepalat. Hakkeen tulisi olla myös mahdollisimman tasalaatuista ja kuivaa. (4.)

Puu haketetaan hakkurilla (kuva 2). On olemassa erityyppisiä ja -kokoisia hakkureita, jotka soveltuvat erikokoisille puille. Pienimmät hakkurit ovat yleensä traktorikäyttöisiä hakkureita. Pienimmät

traktorikäyttöiset hakkurit soveltuvat pienikokoiselle rankapuulle, jonka halkaisija on maksimissaan noin 25 cm. (5.)



KUVA 2. Laikkahakkuri

Pienet ja keskikokoiset hakkurit ovat yleensä laikkahakkureita (kuvat 2 ja 3). Laikkahakkurissa on sisällä iso laikka, jossa on kiinni useampia vaihdettavia teriä. Pyöriessään laikassa olevat terät leikkaavat hakepaloja puusta, ja samalla ne vetävät puuta hakkuriin sisään. Laikan pyörinnän aiheuttama ilmavirta työntää hakkeen ulos torvesta. Laikkahakkurit ovat hiukan tarkempia raaka-aineen tasalaatuisuudesta kuin rumpuhakkurit, parhaiten laikkahakkurin raaka-aineeksi soveltuu koko- ja rankapuu. (6, s. 71.)



KUVA 3. Laikkahakkuri käynnissä

Pienien ja keskikokoisten hakkureiden voimanlähteenä on tyypillisesti traktori. Isompien hakkureiden voimanlähteenä voidaan käyttää traktorin sijasta myös mm. kuorma-autoa tai vaihtoehtoisesti hakkurin omaa voimanlähdettä kuten tehokasta sähkömoottoria.

Isoimpien puiden haketukseen voidaan käyttää isompaa rumpuhakkuria (kuva 4). Rumpuhakkurissa on nimensä mukaisesti poikittainen rumpu, jossa on kiinni vaihdettavia teriä. Rumpuhakkurissa on ennen terärumpua puuta syöttäviä piikkirullia tai telamattoja. Rumpuhakkurit eivät ole yhtä tarkkoja raaka-aineen tasalaadusta tai epäpuhtauksista kuin laikkahakkurit, joten ne soveltuvat myös mm. hakkuutähteiden hakettamiseen. Rumpuhakkurit ovat kuitenkin kalliimpia valmistaa. (6, s. 72.)



KUVA 4. Rumpuhakkuri (7)

Hakelämmitysjärjestelmä koostuu hakesiilosta, siirtoruuveista, polttimesta sekä kattilasta. Haketuksen jälkeen hake siirretään hakesiiloon, tai se voidaan vaihtoehtoisesti haketta suoraan hakesiiloon. Siilosta hake syötetään siirtoruuviin, joka annostelee haketta suoraan polttimeen tai toiseen siirtoruuviin, riippuen järjestelmän rakenteesta. Polttimessa hakkeen palamista kontrolloidaan polttimessa olevan hakkeen määrällä sekä puhaltimella, joka puhaltaa polttimeen ilmaa.

3 OHJAUSJÄRJESTELMÄT

Lämpökeskusten ja muiden automatisoitujen järjestelmien ohjausjärjestelmät voidaan toteuttaa useilla eri tavoilla. Käytetyn ohjausjärjestelmän rakenne ja toimintatapa määräytyy hyvin pitkälti järjestelmän iän ja siihen käytetyn budjetin perusteella. Tässä luvussa käsitellään erilaisia ohjausjärjestelmien toteutustapoja ja niissä käytettäviä komponentteja.

3.1 Taajuusmuuttajaohjaus

Lämmitysjärjestelmän sähkömoottoreita voidaan ohjata joko kontaktoreilla tai portaattomasti taajuusmuuttajilla. Taajuusmuuttajaohjaus on uusissa järjestelmissä yleisempi vaihtoehto, sillä portaattomalla ohjauksella voidaan kontrolloida palotapahtumaa tarkemmin. Taajuusmuuttajilla voidaan esimerkiksi säätää portaattomasti hakkeen syöttöruuvien ja puhaltimen nopeuseroa. Tarkemmalla palotapahtuman kontrolloinnilla voidaan parantaa hyötysuhdetta.

Jatkuva portaaton ohjaus vaatii kuitenkin ns. takaisinkytkettyä säätöä, jossa taajuusmuuttajien ohjausta säädetään prosessista saatujen mittaustietojen perusteella.

3.1.1 Taajuusmuuttaja

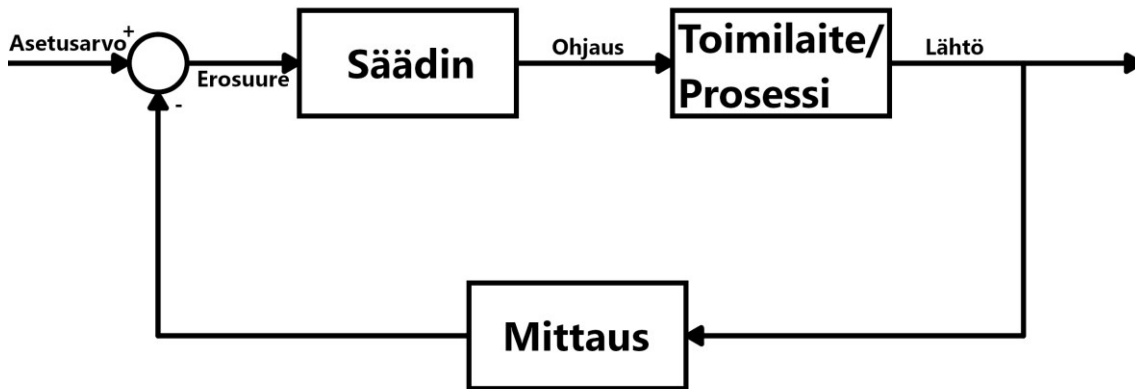
Taajuusmuuttaja (kuva 5) on sähkölaite, jolla voidaan ohjata sähkömoottorin nopeutta portaattomasti muuttamalla sille syötettyä taajuutta ja jännitettä. Taajuusmuuttajalla voidaan myös säätää moottorin ylös- ja alasramppausta käynnistyksen ja pysäytyksen aikana, toisin sanoen moottorin käynnistys voidaan suorittaa hellävaraisesti hiljalleen nostamalla nopeus tavoitenopeuteen. Yleisimpiä käyttökohteita taajuusmuuttajille ovat erilaiset pumput, puhaltimet ja kompressorit. (9.)



KUVA 5. ABB ACS150 -Taajuusmuuttaja (8)

3.1.2 Takaisinkytketty säätö

Säätöjä voidaan kuvata lohkokaaviolla, jossa esitetään säätöön kuuluvat signaalit ja komponentit (kuva 6). Asetusarvo on arvo, jonka säädettävän suureen halutaan saavuttavan. Lähtö on säädettävä prosessisuure. Erosuure on säätimelle tuleva suure, jossa on otettu huomioon asetusrvon ja mittaustuloksen ero.



KUVA 6. Takaisinkytketyn säädön lohkokaavio

Käytettäessä taajuusmuuttajaa prosessin ohjaukseen saadaan paras hyöty aikaan ohjaamalla taajuusmuuttajia takaisinkytketyllä säädöllä. Takaisinkytketyssä säädössä toimilaitteen ohjausta säädetään prosessista saatujen mittaustietojen sekä asetuseron perusteella. Asetuservo saadaan joko käyttäjältä tai toiselta säätimeltä. Asetuservon tullessa toiselta säätimeltä kyseessä on ns. kaskadikytkentä. Kaskadikytkennässä säädetään siis yhtä suuretta usealla ohjaussuureella. Takaisinkytketyllä säädöllä saadaan mm. otettua huomioon olosuhteiden vaihtelut ja muut häiriötekijät. Täten takaisinkytketty säätö mahdollistaa toimilaitteen jatkuvan automaattisen säädön. (10.)

Takaisinkytketty säätö vaatii kuitenkin aina riittävän tarkkoja mittalaitteita toimiakseen, ja on täten kalliimpi ja monimutkaisempi toteuttaa kuin logiikalla toteutettu ennalta määritetty ohjaus, joka voi toimia mm. pelkkien ajastimien perusteella.

3.2 Kontaktoriohjaus

Yksinkertaisempi tapa toteuttaa lämmitysjärjestelmän ohjaus on käyttää moottorien ohjaukseen kontakteja. Tällöin moottorien nopeutta ei voi säätää portaattomasti, yleensä nopeutta ei voida säätää lainkaan. Palotapahtumaa ei tästä syystä voida ohjata yhtä tarkasti, ja hyötysuhde väkisin huononee. Vanhat ohjausjärjestelmät ovat lähtökohtaisesti kaikki toteutettu kontakteilla, joita ohjataan aikareleillä. Vanhan ohjausjärjestelmän voikin päivittää vaihtamalla pelkästään aikareleet logiikkaan, jolloin järjestelmän luotettavuus ja käytettävyyys paranee, eikä päivitys maksa yhtä paljon kuin täysi päivitys taajuusmuuttajapohjaiseen portaattomaan säätöön.

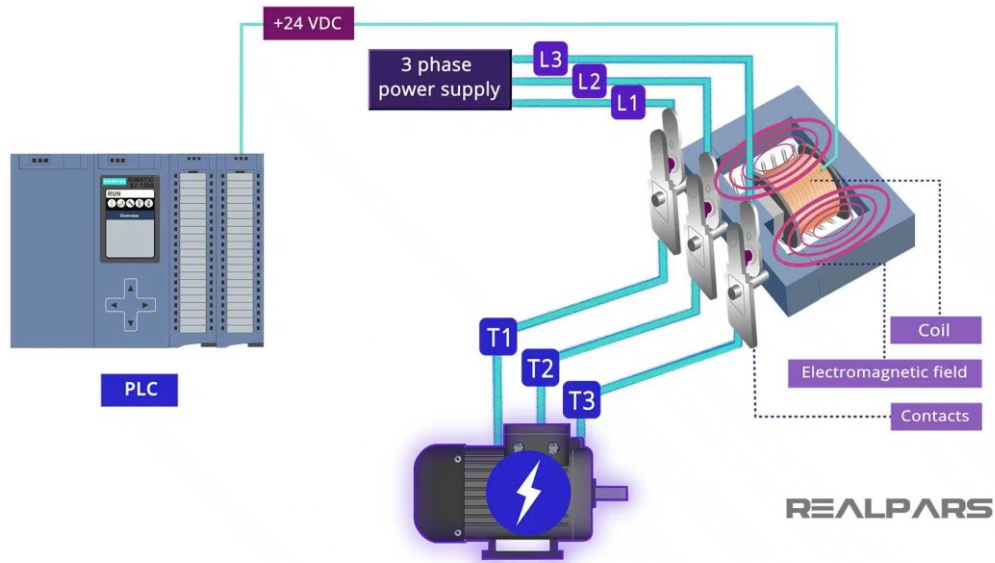
3.2.1 Kontaktori

Kontaktori on sähkömekaaninen kytkin, jota käytetään tyypillisesti moottoreiden ohjaukseen (kuva 7).



KUVA 7. ABB AF09 -Kontaktori (11)

Perinteisen kontaktorin sisällä on sähkömagneetti. Kun sähköä johdetaan kontaktorin napoihin, sen pääkoskettimet sulkeutuvat magneettikentän vaikutuksesta. Pääkoskettimien kautta johdetaan sähköä ohjattavalle sähkölaitteelle. Kontaktorin avulla voidaan ohjata isoja sähkölaitteita, kuten kolmivaiheisia sähkömoottoreita pienjännitteellä. Esimerkiksi 400 V vaihtojännitesähkömoottoria voidaan kontaktorin kautta ohjata logiikalla, joka antaa 24V:n tasajännitettä. Kontaktoria pienempää sähkömekaanista kytkintä kutsutaan releeksi. Kontaktorin ja releen toimintaperiaate on sama, mutta releet ovat suunniteltu ohjaamaan pienempiä sähkövirtoja. (Kuva 8.) (12.) Koska kontaktoreilla ohjausta kontrolloidaan pelkästään avautuvilla ja sulkeutuvilla koskettimilla, ei niillä voida muuttaa jännitteen taajuutta. Täten kontaktoreilla ei onnistu moottoreiden nopeudensäätö portaattomasti.



KUVA 8. Kontaktorin toimintaperiaate (12)

3.2.2 Aikarele

Aikarele on reletyyppi, jonka koskettimien sulkeutumista tai avautumista voidaan hidastaa käyttäjän valitseman ajan mukaan. Toimintaperiaate on muuten sama kuin normaalissakin releessä. Aikareleitä on erityyppisiä, jotka toimivat hieman eri tavalla. Vetohidastettu aikarele odottaa käyttäjän asettaman ajan, että koskettimet suljetaan. Päästöhidastettu rele odottaa käyttäjän asettaman ajan, että koskettimet avataan. Releitä on myös monitoimisia, joissa on sekä vetohidastus- että päästöhidastusominaisuus. (13.)

Ennen ohjelmoitavien logiikoiden yleistymistä syklejä sisältävien järjestelmien, kuten lämpökeskusten, ohjaukset voitiin toteuttaa aikareleillä. Aikareleillä toteutettu ohjaus on kytkennällisesti huomattavasti monimutkaisempi, ja vika-alttiimpi kuin logiikalla toimiva ohjaus. Tämä johtuu mm. siitä, että relepohjaisessa ohjauksessa ohjausvirta kulkee tyypillisesti useamman liittimen ja erillisen koskettimen kautta. Yhdenkin liitoksen ollessa löysällä tai koskettimen hajotessa virta ei enää kulje. Logiikkaohjauksessa ohjausvirta tulee tyypillisesti suoraan logiikalta ohjattavalle komponentille, esimerkiksi kontaktorille, jolloin kytkennässä on vika-alttiita kohtia vähemmän. Aikareleet voivat myös alkaa ikääntyessään toimimaan epätoivotulla tavalla, esimerkiksi hidastusajat voivat muuttua ajan saatossa. Tämä aiheuttaa releiden ajastimien uudelleen säätämisen tarvetta.

3.3 Puolijohdekontaktori

Perinteisten sähkömekaanisten kontaktorien ja releiden rinnalle on nykypäivänä tullut puolijohdekontaktorit (kuva 9) ja puolijohdereleet. Tällaiset kontaktorit ja releet eivät sisällä lainkaan mekaanisia koskettimia, vaan käyttävät kytkemiseen nimensä mukaisesti sisäänrakennettuja puolijohdekomponentteja ja näistä muodostettuja virtapiirejä. Tällaisia puolijohdekomponentteja ovat esimerkiksi transistori, triakki, diodi ja tyristori. Toimintaperiaate on käytännössä kuitenkin sama kuin mekaanisten kontaktorien. (14, s. 1.)



KUVA 9. Siemens Sirius -sarjan puolijohdekontaktori (15)

Puolijohdereleiden ja -kontaktorien suurin etu mekaanisiin vastaaviin verrattuna on pitkäikäisyys. Mekaanisten koskettimien puuttuessa ne eivät kulu käytettäessä. Muita puolijohdereleiden ja -kontaktorien hyötyjä ovat mm. äänetön toiminta ja nopeampi kytkemisnopeus. Huonoja puolia ovat mm. suurempi lämmöntuotto sekä huonompi soveltuvuus erilaisille kuormille. (14, s. 2.) Esimerkiksi induktiiviselle kuormalle, kuten sähkömoottorien kytkentään, eivät kaikki puolijohdekontaktorit tai -releet sovellu yhtä hyvin. Tähän vaikuttaa se, mistä komponenteista puolijohdekontaktori tai -rele koostuu. Esimerkiksi tyristoreista koostuva kontaktori tai rele soveltuu paremmin induktiiviselle

kuormalle kuin triakeista koostuva. (14, s. 20.) Puolijohdekontaktorit ja -releet ovat myös tyypillisesti sähkömekaanisia vastaavia huomattavasti kalliimpia.

3.4 Ohjelmoitavat logiikat

Nyky aikaisten automaatiojärjestelmien ohjaukseen käytettävät logiikat eli PLC:t ovat käytännössä yksinkertaisia ja kompakteja ohjelmoitavia tietokoneita. Lyhenne PLC tulee sanoista Programmable Logic Controller. (16, s. 20.)

3.4.1 Ohjelmoitavien logiikoiden ominaisuudet

Logiikoissa on tuloja ja lähtöjä. Tulot ja lähdöt voidaan jakaa analogisiin ja binäärisiin. Binääriset tulot ja lähdöt ovat päällä-pois-tyyppisiä. Analogiset tulot ja lähdöt käyttävät portaattomia virta- tai jänniteviestejä. Tulot ovat nimensä mukaisesti logiikalle tulevia viestejä, lähdöt taas logiikalta lähteviä viestejä. (16, s. 499.) Tuloja voivat olla mm. anturitiedot, fyysiset painonapit ja kytkimet tai esimerkiksi kontaktorien ja releiden apukoskettimet. Näistä analogisia ovat anturitiedot ja muut ovat binäärisiä. Lähtöjä käytetään mm. kenttälaitteiden ohjaukseen, kuten esimerkiksi kontaktorien ja taajuusmuuttajien ohjaamiseen. Kontaktorien ohjaukseen käytetään yleensä binäärisiä lähtöjä ja taajuusmuuttajien ohjaukseen analogisia.

Logiikkaohjausten etuja ovat mm. yksinkertaisempien kytkentöjen vuoksi helpompi vianetsintä. Yksinkertaisen kytkennän vuoksi järjestelmään on myös helppo tehdä päivityksiä, kuten komponenttien lisäyksiä tai vaihtoja. Samasta syystä logiikkaohjausten luotettavuus on hyvä, kun vikaantuvia komponentteja on vähän. Logiikoilla voidaan myös toteuttaa tarkempia ohjauksia kuin releillä portaattomien tulojen ja lähtöjen ansiosta. (16, s. 20.)

3.4.2 Siemens S7-1200 logiikka

Tässä työssä PLC:ksi valikoitui Siemensin S7-1200-sarjan logiikka (kuva 10).



KUVA 10. Siemens S7-1214 PLC ja analogiamoduuli kytkettynä

Siemensin S7-1200-tuoteperhe koostuu kompakteista ja modulaarisista ohjelmoitavista logiikoista. S7-1200-sarjan logiikoissa on valmiiksi integroituna tuloja ja lähtöjä. Tarvittaessa logiikkaan voi liittää erillisiä I/O-moduuleja, joilla voidaan lisätä tulojen ja lähtöjen määrää. (17.) Tuoteperheen logiikat on tarkoitettu pienten ja keskisuurten laitteiden automatisointiin. Yksinkertaisten binääriohjausten lisäksi logiikan sisäisellä PID-säätöominaisuudella voidaan toteuttaa mm. portaatonta tarkaisinkytkettyä ohjausta vaativia järjestelmiä. (18.)

4 ASENNUSKOHDE JA VANHA OHJAUSJÄRJESTELMÄ

Tässä luvussa esitellään asennuskohteena ollut lämpökeskus sekä perehdytään lämpölaitoksen vanhaan ohjausjärjestelmään. Samalla tuodaan ilmi, miksi järjestelmän päivitys oli tarpeellista.

4.1 Lämpökeskus

Asennuskohteena työssä oli pienikokoinen, vuonna 1998 valmistunut hakekäyttöinen lämpökeskus (kuva 11). Lämpökeskus on yksityisomisteinen ja se tuottaa lämmön kahdelle omakotitalolle ja yhdelle hallille.



KUVA 11. Lämpökeskus ulkoa

Kuvassa 11 pressulla peitetty tasanne on hakesiilon luukku.

Kuvassa 11 ja 12 näkyvän punaisen rakennuksen sisältä pääsee lämpölaitoksen portaikkoon, itse lämpökeskus on upotettu maanpinnan alapuolelle. Lämpökeskus on rakennettu maanpinnan alapuolelle, jotta hakesiilon on helpompi kaataa haketta suoraan esimerkiksi traktorin peräkärystä tai kuorma-auton lavalta. Hakesiilon luukku aukeaa hydraulisyntereillä (kuva 12).



KUVA 12. Lämpölaitoksen hakesiilon luukku auki

Hakesiilon tilavuus on 40 m³ (kuva 13). Hakesiilollinen haketta riittää keväällä täytettynä jopa koko kesän, riippuen ulkolämmöstä. Kovana pakkastalvena täysi siilo kestää hieman yli kuukauden. Hakesiilon täyttäminen on vaivatonta, koska siilon voi täyttää peruuttamalla peräkärryn tai kuorma-auton suoraan siilon viereen ja kaatamalla hakkeen siilon. Siilon ollessa maanpinnan yläpuolella täytyy hake siirtää jollakin tavalla peräkärryltä tai lavalta siilon, kuten traktorin etukuormaajalla. Vaihtoehtoisesti puut voitaisiin hakettaa suoraan siilon, mutta se ei ole kaikissa tapauksissa käytännöllistä.



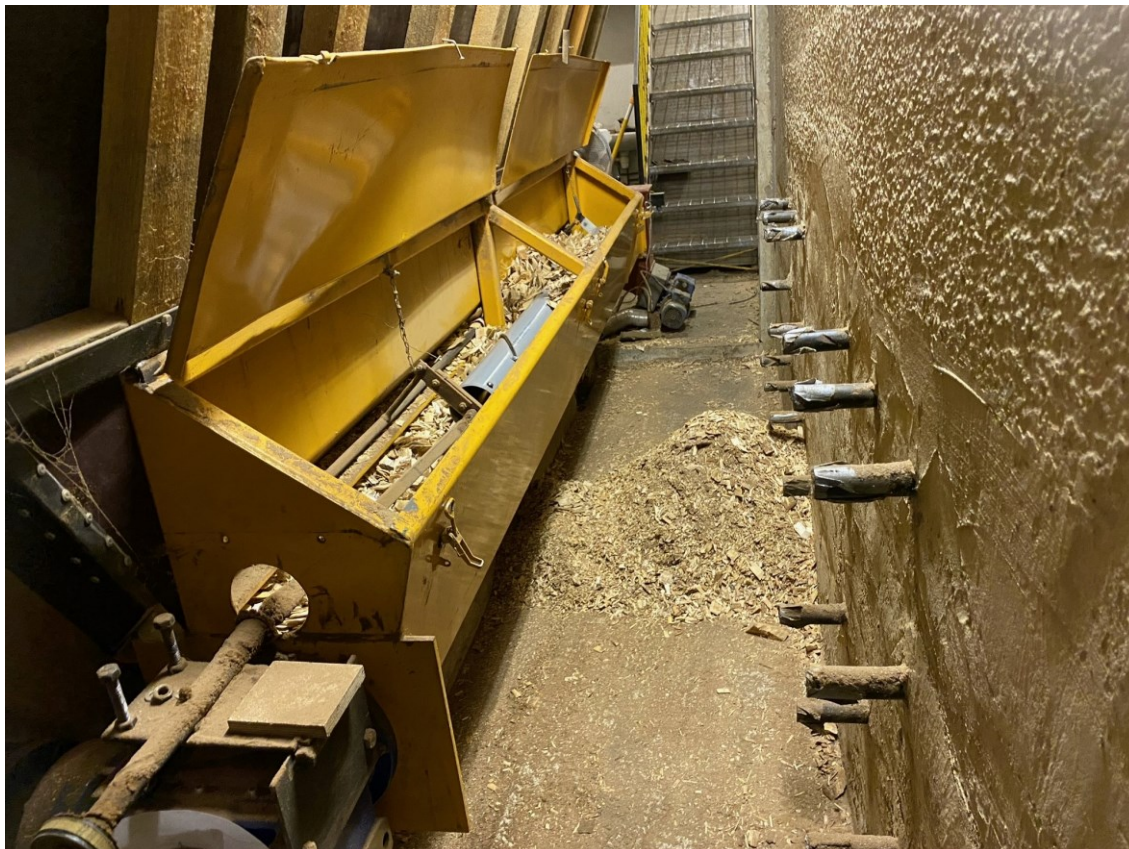
KUVA 13. Hakesiilo sisältä

Hakesiilosta hake siirtyy siiloruuville hydraulikalla toimivilla työntökolilla (kuva 14). Kolien hydraulikalla hydraulipumppua pyörittää 1,5 kW:n kolmivaiheinen sähkömoottori.



KUVA 14. Hydraulipumppu ja työntökolat

Siiloruuvissa sijaitsee muoviputkesta tehty uimuri, joka mukailee hakkeen pintaa (kuva 15). Hakkeen pinnan noustessa tarpeeksi uimuriin kiinnitetty ketju sulkee kytkimen, josta menee tieto ohjauksjärjestelmälle. Siiloruuvia pyörittää 0,55 kW:n kolmivaiheinen sähkömoottori.



KUVA 15. Siiloruuvi ja uimuri

Siiloruuvista hake siirtyy nousuruuvin kulmalaatikoon (kuva 16). Kulmalaatikossa sijaitsee kytkin, joka estää ylitäytön. Kytкин koostuu peltilevystä ja kytkimestä. Kulmalaatikon täyttyessä hake painaa peltilevyn kytkintä vasten, jolloin se sulkeutuu. Tästä menee tieto ohjausjärjestelmälle.



KUVA 16. Nousuruuvin kulmalaatikko ja ylitäytönestín

Kulmalaatikossa oleva hake siirtyy nousuruuvilla kattilan (kuva 17) palotilaan. Nousuruuvia pyörittää 0,37 kW:n kolmivaiheinen sähkömoottori.

Nousuruuvissa sijaitsee kaksi erillistä termostaattia, toinen menee ohjausjärjestelmälle ja toinen erilliselle takapalosuojausjärjestelmälle. Ohjausjärjestelmä ja takapalosuojausjärjestelmä eivät ole toisissaan yhteydessä millään tavalla, vaan toimivat itsenäisesti. Kun takapalosuojausjärjestelmälle menevän termostaatin mittaustieto ylittää termostaatille asetetun asetusarvon, takapalosuojausjärjestelmä syöttää vettä nousuruuvin sisään sammuttaakseen takapalon. Ohjausjärjestelmälle menevä termostaatti on nimetty ohjausjärjestelmässä takapalosuojaksi.



KUVA 17. Kattila ja nousuruuvi

Kattilan vedenlämpötilaa on mittaamassa kaksi erillistä termostaattia: kattilatermostaatti sekä ylikiehumissuoja. Näiden lisäksi savulämpötilaa mittaamassa on piipun kylkeen asennettu termostaatti nimeltään liekinvalvonta.

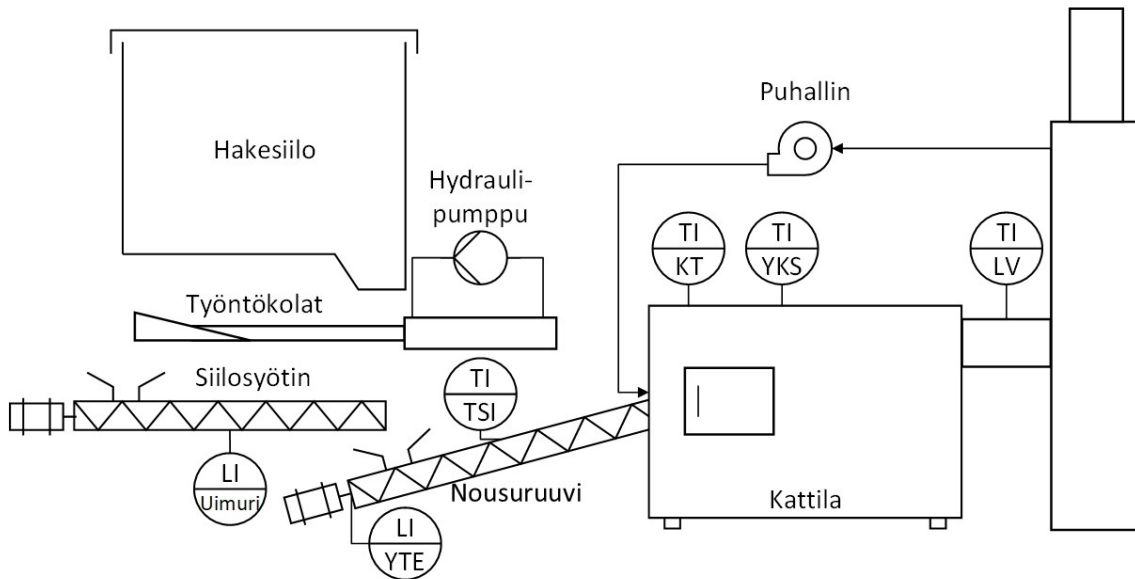
Kattilan palotilassa tulta kontrolloidaan annostelemalla hakkeen määrää nousuruuvilla ja säätelemällä palotilaan syötettävän ilman määrää puhaltimella (kuva 18). Puhallin toimii 145 W:n yksivaiheisella sähkömoottorilla. Puhallin imee lämmintä ilmaa savupiipun viereltä.



KUVA 18. Puhallin

4.2 PI-kaavio ja toimintakuvaus

Kuvassa 19 on esitettyä lämpölaitoksen rakenne ja ohjausjärjestelmään kuuluvat toimilaitteet yksinkertaisena PI-kaaviona. Tyypillisesti PI-kaaviossa toimilaitteet yksilöidään positioneilla. Tässä tapauksessa toimilaitteille ei ole annettu positioneja, koska alkuperäisissä suunnitelmissä annetut nimet yksilöivät ne riittävän tarkasti.



KUVA 19. Lämpölaitoksen PI-kaavio

Ympyrät, jotka on puolitettu ja niiden sisällä on tekstiä, ovat instrumentaatiotunnuksia. Instrumentaatiotunnukset kuvaavat prosessissa olevia laitteita, joita käytetään erilaisten suureiden mittaukseen, säätöön, ohjaukseen, näyttöön tai viestin muokkaukseen. Käytännössä tämä tarkoittaa laitteita, joita ohjausjärjestelmä käyttää ohjaukseen. Yläpuolella oleva kirjainyhdistelmä määrittää laitteen tyypin. Ensimmäinen kirjain määrittää mittasuureen, eli esimerkiksi kirjain L tarkoittaa pinnan korkeutta, kirjain T lämpötilaa. Jälkimmäinen kirjain määrittää laitteen toimintatavan, kirjain I tarkoittaa osoitusta eli käytännössä mittaukseen. (19.) Kirjaimet ovat lyhenteitä englannin kielestä. L tulee sanasta level, T sanasta temperature ja I sanasta indication. Instrumentaatiotunnuksen alapuoliskossa olisi normaalisti positionumero, mutta tässä tapauksessa siihen on kirjoitettu suoraan toimilaitteen nimi toimilaitteiden vähäisen määrän vuoksi.

KT eli kattilatermostaatti mittaa kattilaveden lämpötilaa, ja tämän termostaatin tila määrittää, onko ohjaus teho- vai taukokäynnillä. YKS eli ylikiehumissuoja mittaa myös kattilaveden lämpötilaa, ja

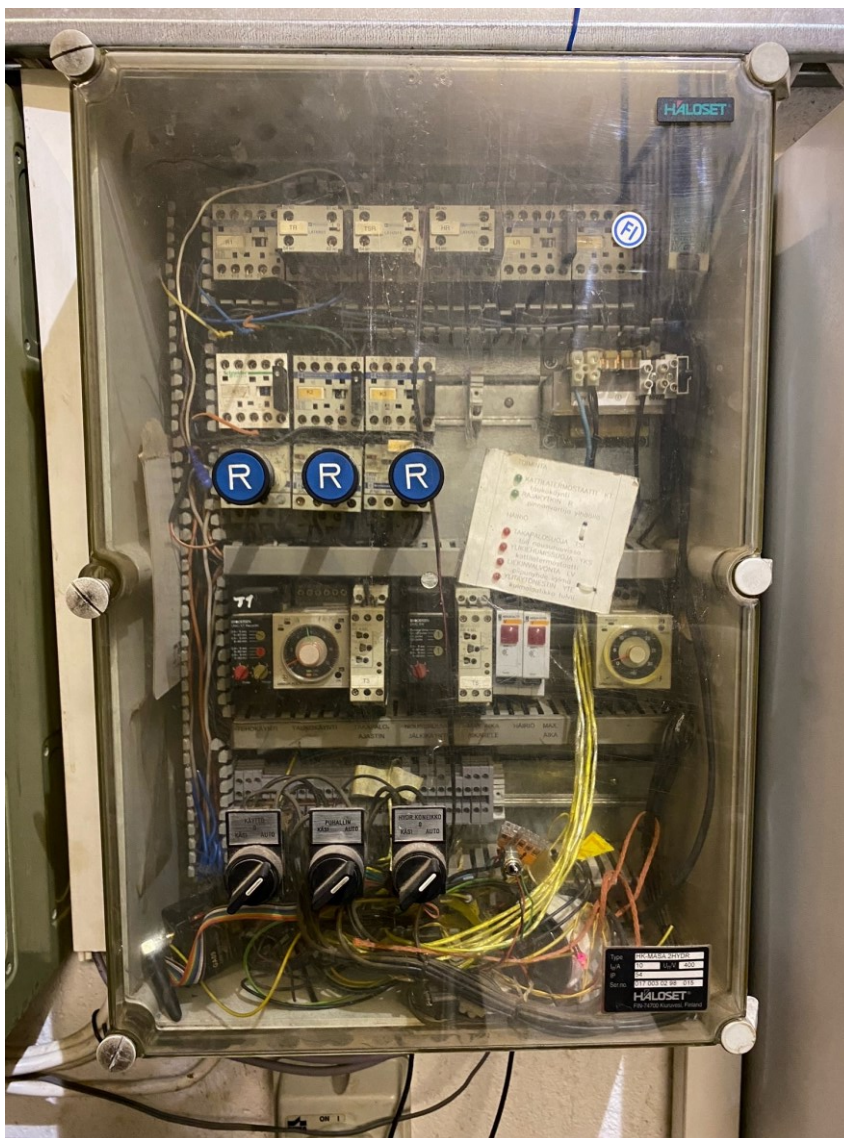
tämän termostaatin tehtävä on nimensä mukaisesti estää kattilaveden ylikiehuminen. LV eli liekinvalvonta mittaa savunlämpötilaa. Liekinvalvontatermostaatti valvoo, onko kattilan tuli sammunut.

Kun ruuvit ovat tyhjä, täytyy hake ajaa järjestelmän läpi manuaalisesti pakkoajamalla ruuveja ja työntökolia. Kun ruuveissa on haketta, kattilaan voi sytyttää tulen. Käyttäjän täytyy sytyttää tuli manuaalisesti, koska järjestelmästä puuttuu automaattisytytys. Järjestelmää ylös ajaessa liekinvalvontatermostaatti täytyy ohittaa, koska savupiipun lämpötila ei nouse sytyttäessä välittömästi liekinvalvontatermostaatin asetusarvoon. Kun tuli on saatu syttymään, voidaan ohjausjärjestelmä käynnistää. Ohjausjärjestelmällä on kaksi erillistä tilaa: taukokäynti ja tehokäynti. Järjestelmä on tehokäynnillä, kun kattilaveden lämpötila on alle kattilatermostaatin asetusarvon. Tehokäynnillä haketta poltetaan täydellä teholla, eli nousuruuvin ja puhaltimen ohjaukset ovat koko ajan päällä. Teho- ja taukokäynnillä siilosyötintä ohjataan käyttäjän asettaman ajan mukaan sykleissä. Kun kattilaveden lämpötila saavuttaa kattilatermostaatin asetusarvon, siirtyy ohjaus taukokäynnille. Tällöin puhallin jää jälkikäynnille käyttäjän asettamaksi ajaksi, koska tehokäynnin jälkeen palotilassa on ylimääräistä haketta, joka täytyy polttaa vähemmäksi. Puhaltimen tuottama lisähappi polttaa ylimääräisen hakkeen. Taukokäynnillä puhallinta ja nousuruuvia ohjataan sykleissä käyttäjän asettaman ajan mukaan. Taukokäynnin tarkoituksena on pitää kattilassa tuli, kunnes kattilaveden lämpötila laskee kattilatermostaatin asetusarvon alle. Hydraulikoneikon ohjaus käynnistyy aina, kun uimurin kytkin avautuu. Kun savulämpö laskee alle liekinvalvontatermostaatin asetusarvon, kaikki muut ohjaukset sammutetaan, paitsi puhaltimen ohjaus. Tällöin puhallinta pyöritetään vielä tietyn ajan verran, jotta palotilaan ei muodostu puukaasua. Ohjaukset sammutetaan myös kattilalämmön ylittäessä ylikiehumissuojan asetusarvon. Takapalosuojatermostaatin lauetessa kaikki muut ohjaukset sammutetaan, mutta nousuruuvia pyöritetään käyttäjän asettaman ajan verran, jotta nousuruuvi tyhjenisi hakkeesta.

Tyypillisiä asetusarvoja ovat kattilatermostaatile noin 70–80 °C, ylikiehumissuojalle 95 °C, liekinvalvonnalle 80–110 °C ja takapalosuojalle 55–65 °C. Aikareille asetettavat ajat, kuten esimerkiksi taukokäynnillä ja tehokäynnillä moottoreiden käynti- ja taukoajat riippuvat pitkälti vuodenajasta ja esimerkiksi hakkeen kosteudesta.

4.3 Releperäinen ohjausjärjestelmä

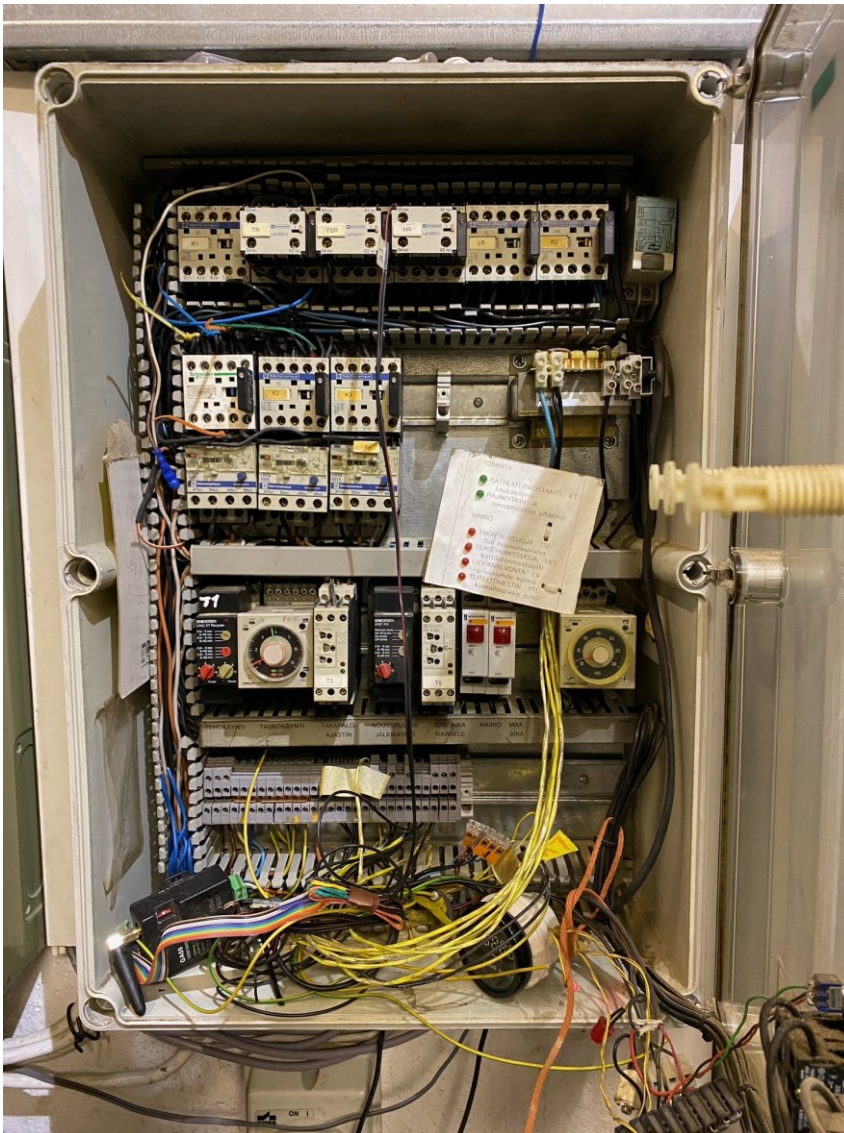
Lämpölaitoksen alkuperäinen ohjausjärjestelmä on toteutettu aikareleillä ja perinteisillä sähkömekaanisilla kontaktoreilla. Sähkömoottorit voidaan asettaa joko automaattijolle tai käsiajolle ohjauskeskuksen (kuva 20) kannessa olevilla nokkakytkimillä. Valinta voidaan tehdä erikseen puhaltimen, hydraulikoneikon ja ruuvien ohjauksille. Automaattijolla moottoreita ohjataan aikareleille asetettujen aikojen ja termostaattien asetusarvojen mukaan. Käsiajolla moottoria ohjaava kontaktori pakko-ohjataan päälle, eli ohjaus on päällä koko ajan kytkimen ollessa käsiajoasennossa. Kannessa olevat painonapit, joissa on R-kirjain, ovat lämpöreleiden resetoitipainikkeita.



KUVA 20. Vanha ohjauskeskus

Vanhaan keskukseseen on tehty vuosien saatossa dokumentoimattomia muutoksia, jonka vuoksi keskuksesta on erittäin vaikea tulkita, mikä johto menee mihin. Tämän lisäksi keskus on kasattu hyvin pieneen tilaan, mikä vaikeuttaa tilannetta entisestään. Tämän vuoksi mm. vikojen diagnoosi keskuksesta on haastavaa. Koska kyseessä on vanha relepohjainen keskus, jossa komponentit vikaantuvat herkästi, vikoja joutuu diagnosoimaan hyvinkin usein.

Keskuksen sisällä (kuva 21) on ylimmällä rivillä apureleitä, toisella rivillä vasemmalla reunassa on moottorien ohjaukskontaktorit, oikealla reunassa 230 VAC / 24 VAC muuntaja, kolmannella rivillä on aikareleitä ja neljännellä rivillä riviliittimiä. Keskukseseen on lisätty mm. ledivalot, jotka ilmoittavat mitä järjestelmässä tapahtuu, sekä tuntimittari, joka on keskuksen pohjalla oleva pyöreä komponentti. Tämän lisäksi hajonneita komponentteja on vaihdettu erilaisiin sekä aikareleitä on lisätty.



KUVA 21. Vanha ohjauskeskus kansi auki

Muutosten teko vanhaan järjestelmään on haastavaa rajoitetun tilan sekä kytkentöjen monimutkaisuuden vuoksi. Järjestelmä sisältää myös paljon vikaherkkiä komponentteja ja yhdenkin komponentin vikaantuminen voi estää järjestelmän toiminnan. Aikareille asetetut ajat saattavat myös muuttua ajan myötä, mikä aiheuttaa aikareiden uudelleen säätämistä. Vanhalla ohjausjärjestelmällä ei myöskään voida hyödyntää portaatonta lämpötilan mittausta, vaan kaikki lämpötilamittaukset on toteutettu termostaateilla. Myös termostaattien asetuservot voivat ajan myötä muuttua, mikä aiheuttaa taas säätämisen tarvetta.

5 SUUNNITTELUYÖ

Työn käytännön osuus alkoi suunnittelemaan päivitys huolellisesti. Suunnittelutyön ensimmäinen vaihe oli tutustua alkuperäiseen ohjausjärjestelmään ja selvittää, mitä komponentteja uuteen ohjausjärjestelmään tilataan. Vanhasta järjestelmästä selvitettiin mm. tulojen ja lähtöjen määrä sekä moottoreiden koot. Moottorit ja niiden kaapelit säilytettiin alkuperäisinä. Kun järjestelmän tulojen ja lähtöjen määrät ja järjestelmän toimintaperiaatteet olivat selvillä, voitiin alkaa miettimään erilaisia komponenttivalintoja.

Ohjaukseen tarvittavia binäärisiä tuloja, kuten termostaatit, oli yhteensä yhdeksän, binäärisiä lähtöjä, kuten moottorien ohjaukset, oli viisi. Näiden lisäksi ohjaukselle varattiin neljä analogista tuloa mittauksia varten ja neljä analogista lähtöä mahdollisia taajuusmuuttajakäyttöä varten.

5.1 Komponenttien valinta

Komponenttien valinnassa keskityttiin komponenttien hinnan lisäksi niiden laadukkuuteen sekä ominaisuuksiin. Pääasiassa komponentteina käytettiin Siemensin ja ABB:n komponentteja.

5.1.1 Logiikka ja oheiskomponentit

Ensimmäiseksi valittiin käytettävä logiikka ja siihen tarvittavat lisäkomponentit tulojen ja lähtöjen määrien perusteella. Logiikan valinnassa päädyttiin Siemensin S7-1200-sarjan 1214C-mallin logiikkaan sen monipuolisuuden ja helppokäyttöisyyden vuoksi. Logiikassa on itsessään valmius neljälletoista binääritulolle, kymmenelle binäärilähdölle ja kahdelle analogiatulolle (18). Logiikkaan lisättiin vielä analogiamoduuli, jolla logiikkaan saatiin lisättyä neljä analogista tuloa ja kaksi analogista lähtöä. Logiikka ja analogiamoduuli näkyvät kuvassa 10 kytkettyinä. Ohjelman asetuksien muuttamista varten ohjausjärjestelmään päätettiin lisätä vielä Siemensin SIMATIC HMI KTP400 Basic-kosketusnäyttöpaneeli (kuva 22).



KUVA 22. SIMATIC HMI KTP400 Basic -paneeli (20)

Logiikalle täytyi valita vielä virtalähde. Virtalähteeksi valikoitui ABB CP-E 24/10.0 virtalähde (kuva 23), koska sellainen oli suoraan saatavilla ja se soveltuu edellä mainittujen komponenttien virtalähteeksi kokonsa puolesta hyvin. Virtalähde muuttaa 230 VAC syöttöjännitteen 24 VDC jännitteeksi. Virtalähteestä voidaan ottaa enimmillään 10 A virtaa. Työhön valittu logiikka käyttää enimmillään 1500 mA virtaa ja paneeli 125 mA, eli yhteensä 1,625 A.



KUVA 23. ABB CP-E 24/10.0 virtalähde (21)

5.1.2 Taajuusmuuttajat ja kontaktorit

Logiikka oheiskomponentteineen laitettiin tilaukseen, jonka jälkeen voitiin alkaa valikoimaan muita järjestelmän komponentteja. Tässä vaiheessa täytyi päättää, toteutetaanko ohjaus kontaktoreilla vai taajuusmuuttajilla, koska niiden toteuttamiseen tarvitaan erilaiset komponentit.

Lähtökohtana oli, että taajuusmuuttajaohjaus valittaisiin, jos siitä hyödyttäisiin merkittävästi ja se voitaisiin toteuttaa riittävän edullisesti. Taajuusmuuttajiksi suunniteltiin ABB:n ACS150 -sarjan taajuusmuuttajia (kuva 8), joilla voidaan ohjata 0,37 kW:n – 4 kW:n sähkömoottoreita. ACS150 -sarjan taajuusmuuttajat ja myös muut taajuusmuuttajat tarvitsevat tyypillisesti erikoisnopeat sulakkeet suojaukseksi (22, s. 139). Taajuusmuuttajia käytettäessä moottoreiden kaapeleiden tulee olla häiriösuojatut, joten vanhan järjestelmän suojaamattomat kaapelit olisi pitänyt vaihtaa. Taajuusmuuttajilla toteutettu lämmitysjärjestelmän kunnollinen portaaton ohjaus vaatii myös lämpömittausten lisäksi savukaasun happimittauksen, jotta palotapahtuman hyötysuhde voidaan pitää optimaalisena. Happimittaukseen tarvittavat happianalysaattorit ovat kuitenkin tyypillisesti hyvinkin kalliita.

Kontaktoriohjauksella vanhoja moottorikaapeleita ei tarvitse vaihtaa, ja sulakkeiksi riittävät oikein mitoitettut johdonsuojakatkaisijat. Kontaktoriohjaus voidaan myös toteuttaa vähemmällä mittauksilla, koska palotapahtuman säätö tapahtuu logiikkaan asetettujen aikojen ja lämpötilojen raja-arvojen mukaan. Yksinkertaisimmillaan kontaktoriohjaus olisi voitu toteuttaa käyttämällä pelkästään vanhoja termostaateja, mutta luotettavuuden parantamiseksi päätettiin osa termostaateista korvata lämpötila-antureilla.

Komponenttien hintoja vertaillen ohjaustavassa päädyttiin kontaktoriohjaukseen. Vaikka ohjaukseen valitut puolijohdekontaktorit eivät olleet merkittävästi taajuusmuuttajia halvempia, oheiskomponentit mukaan lukien kontaktoriohjaus kyettiin toteuttamaan huomattavasti edullisemmin. Kalleimmaksi osaksi taajuusmuuttajaohjauksesta osoittautui happianalysaattori. Kontaktoriohjaus päätettiin toteuttaa vanhan järjestelmän modernisointina, eli vanhan järjestelmän toimintaperiaate säilyisi pitkälti samanlaisena, mutta järjestelmä toteutettaisiin uudemmilla komponenteilla.

Ohjaus päätettiin toteuttaa puolijohdekontaktoreilla, koska ne ovat perinteisiä kontaktoreja kestävämpiä ja hiljaisempia. Kolmivaihemoottoreita ohjaamaan valikoitui Siemensin Sirius-sarjan 3RF3412-1BB04-mallin puolijohdekontaktorit (kuva 9), koska ne soveltuvat induktiiviselle kuormalle ja kestävät 12,5 A:n virran (15). Pääsulakkeen ollessa 10 A tämä virrankestoisuus oli riittävä.

Moottorit tarvitsevat myös jonkinlaisen ylikuormitussuojauksen ja kolmivaihemoottoreille ylikuormasuojaukseksi valikoitui Siemensin Sirius-sarjan lämpöreleet. Hydraulipumpun lämpöreleeksi valikoitui lämpörele, joka voidaan säätää katkaisemaan syöttö 2,2–3,2 A:n ylittyessä. Siilosityttimen lämpöreleeksi valikoitui lämpörele 1,4–2 A:n katkaisualueella ja nousuruuvin lämpöreleeksi lämpörele 0,9–1,25 A:n katkaisualueella. Lämpöreleiden koot valittiin vanhojen lämpöreleiden kokojen mukaan. Puhaltimen ohjaukselle valikoitui Siemensin Sirius-sarjan 3RF2320-1BA02 (kuva 24) yksivaiheinen puolijohdekontaktori, koska sekin soveltuu induktiiviselle virralle ja kestää 12 A:n virran (23). Puhallin ei tarvitse erillistä ylikuormitussuojauksia, koska puhaltimessa on oma sisäinen ylikuormitussuoja.



KUVA 24. Siemens 3RF2320-1BA02 puolijohdekontaktori (23)

5.1.3 Loput komponentit

Pääsulakkeeksi valittiin ABB:n 10 A:n C-käyrällinen kolmivaihejohdonsuojakatkaisija. Alkuperäisen 10 A:n kokoinen sulake todettiin riittäväksi, koska alkuperäisiä moottoreita, eikä niiden kaapelointia vaihdettu. Logiikan virtalähteen suojaksi valittiin ABB:n 6 A:n C-käyrällinen yksivaihejohdonsuojakatkaisija. Näiden lisäksi logiikalle ja sen oheiskomponenteille valittiin vielä kolme erillistä ABB:n 2

A:n C-käyrällistä yksivaihejohdonsuojakatkaisijaa. Virtalähteen jälkeisten johdonsuojakatkaisijoiden ansiosta voitiin käyttää myös ohuempaa johtoa.

Keskukseen valittiin pääkatkaisijaksi Siemensin 16 A:n kolmivaihepääkatkaisija ja kanteen kolme kytkintä, joilla pystytään asettamaan ohjaukset joko automaatile tai manuaalille. Koska uusi järjestelmä oli tarkoitus asentaa vanhan järjestelmän rinnalle siten, että halutessa vanha järjestelmä voitaisiin ottaa vielä käyttöön, täytyi keksiä joku tapa vaihtaa moottoreiden ohjausta vanhasta uuteen. Sama täytyi myös tehdä termostaateille, koska osaa termostaateista hyödynnettiin myös uudessa järjestelmässä. Tätä varten valittiin jokaiselle moottorille oma verkonvaihtokytkin, joilla voitiin vaihtaa moottoreiden ohjaus vanhasta keskuksesta uuteen keskukseen. Termostaateille valikoitui pienemmät vaihtokytkimet, koska termostaattien läpi ei kulje paljon virtaa.

Kattilaveden lämpötilan mittaukseen valittiin WIKA:n TFT35-mallin lämpötila-anturi, jossa on integroituna valmiiksi ohjelmoitu lämpötilalähetin. Savukaasun lämpötilamittaukseen valittiin Pixsys merkinen PT100 vastuslämpötila-anturi ja sille lähettimiksi valittiin saman valmistajan 4–20 mA:n lähetin.

5.2 Sähkökuvien piirtäminen

Kun kaikki komponentit oli saatu tilattua, aloitettiin sähkökuvien piirtäminen. Sähkökuvat piirrettiin AutoCAD-suunnitteluohjelmistolla. Sähkökuvien piirtäminen alkoi piirtämällä vanhan järjestelmän kuvat uusiksi, koska vanhaan järjestelmään oli tehty dokumentoimattomia muutoksia. Alkuperäiset kuvat ovat liitteissä 1 ja 2, päivitettyt kuvat liitteissä 13–15. Uusien kuvien piirtäminen täytyi aloittaa tarkistamalla vanhan keskuksen kytkennät silmämääräisesti ja piirtää hahmotelma kynällä paperille. Tämän jälkeen paperille piirretyn hahmotelman ja vanhojen kuvien pohjalta piirrettiin uudet kuvat tietokoneella. Uudet kuvat piirrettiin useammalle sivulle kuin alkuperäiset, jotta ne olisivat helpompia tulkita.

Uuden keskusotelon koko täytyi suunnitella piirtämällä uuteen järjestelmään tulevat komponentit oikeassa mittasuhteessa ns. layout-kuvaan (liite 3) ja mitoittamalla niiden välit riittävän suuriksi, jotta väliin mahtuisi johdotusta. Kaappi on hyvä mitoittaa sisämitoiltaan väljäksi, jotta kaapissa on helpompi suorittaa mm. kytkentöjä. Lisätila auttaa myös komponenttien tuottaman lämmön jakamisessa.

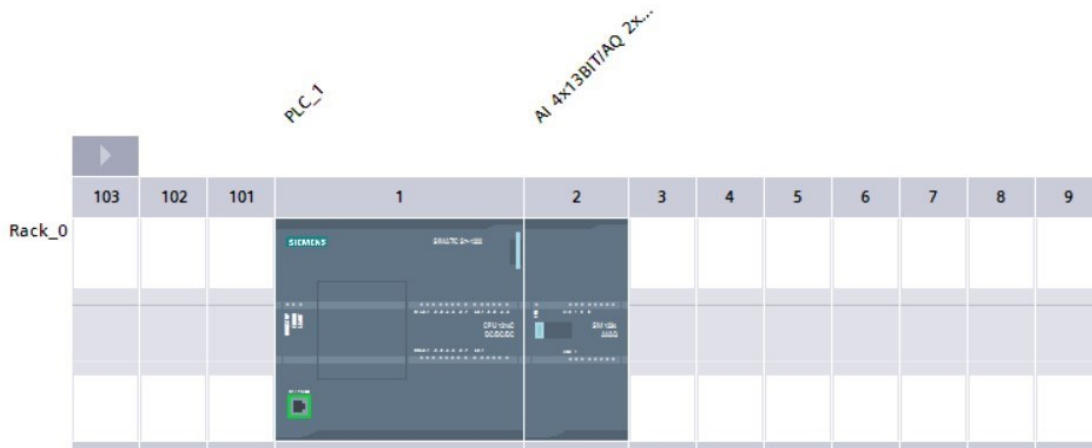
Uuden keskuksen piirikaaviot piirrettiin komponenttien valmistajien ohjeiden mukaisesti. Kuten vanhan keskuksen piirikaavioita piirrettäessä niin myös uusia piirrettäessä tarkoituksena oli piirtää yhdelle sivulle vähäinen määrä komponentteja, jotta kuvia olisi mahdollisimman helppo tulkita. Piirroksen jatkuessa toiselle sivulle johtimen päähän on merkitty viite sille sivulle, mistä se jatkuu.

5.3 Ohjelmointi

Ohjelma tehtiin Siemensin TIA portal -ohjelmointiympäristössä. Ohjelma tehtiin käyttämällä pääasiassa ladder-ohjelmointikieltä.

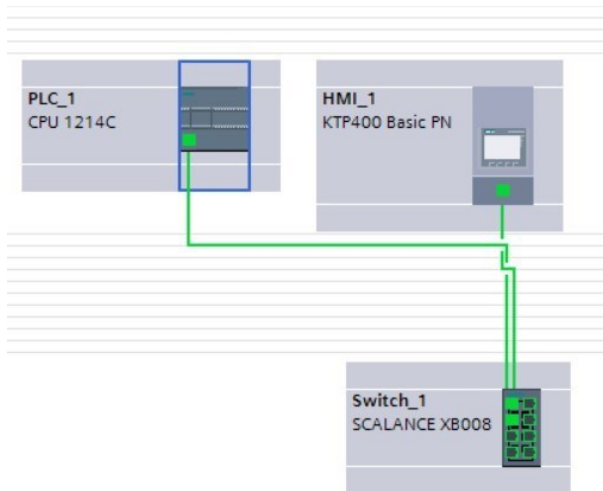
5.3.1 Projektin luonti ja laitteiden määrittäminen

Ohjelman teko aloitettiin luomalla uusi projekti ja lisäämällä projektiin käytetty laitteisto, controlleriksi valittiin CPU 1214C DC/DC/DC ja sille lisättiin analogiamoduuli. Analogiamoduuli lisättiin raahaamalla se Device configuration -näkyvässä Hardware catalog -valikosta logiikan vierelle (kuva 25).



KUVA 25. Logiikka Device configuration -näkyvässä

Projektiin lisättiin myös HMI KTP400 Basic -kosketusnäyttö ja SCALANCE XB008 -kytkin. Logiikka, kytkin ja kosketusnäyttö yhdistettiin topologia-näkyvässä (kuva 26).



KUVA 26. Topologia-näkymä

Kun laitteet saatiin määritettyä, lisättiin Default tag tableen kaikki fyysiset tulot ja lähdöt. Tulot ja lähdöt nimettiin ja niille annettiin kuvaus. Data type -kohtaan määritellään, minkä tyyppinen tulo tai lähtö on kyseessä. Bool valitaan binäärisille ja Int analogisille. Address-kohdassa Bool-tyyppisissä tuloissa ja lähdöissä määritellään kolme kohtaa: Operand identifier -kohdassa määritellään, onko kyseessä tulo vai lähtö, I-kirjain merkitsee tuloa. Address-kohdassa määritellään osoite, tässä tapauksessa ensimmäisellä kahdeksalla bitillä address on 0 ja lopuilla 1. Bit number -kohdassa biteille annetaan juoksevat numerot 0-7. Int tyyppisissä tuloissa Address-kohdassa voidaan valita Operand identifier ja address. Bool tyyppisistä poiketen jokaiselle Int tyyppiselle tagille annetaan oma osoite. Kuvassa 27 on määriteltynä tulot.

Default tag table								
	Name	Data type	Address	Retain	Acces...	Writa...	Visibl...	Comment
1	YKS	Bool	%I0.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Ylikiehumissuoja ok
2	YTE	Bool	%I0.1		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Ylitäytönestin ok
3	URK	Bool	%I0.2		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Uimurinrajakytkin ok
4	TS1	Bool	%I0.3		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Takapalosuoja ok
5	2S1	Bool	%I0.4		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Ruuvit automaattiohjauksella
6	2S2	Bool	%I0.5		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Puhallin automaattiohjauksella
7	2S3	Bool	%I0.6		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Hydraulikoneikko automaattiohjauksella
8	1F1	Bool	%I0.7		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Siilosyöttimen lämpörele lauennut
9	1F2	Bool	%I1.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Nousuruuvin lämpörele lauennut
10	1F3	Bool	%I1.1		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Hydraulikoneikon lämpörele lauennut
11	LV	Bool	%I1.2		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Liekinvalvontatermostaatti ok
12	DI b .3	Bool	%I1.3		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	DI Varalla
13	DI b .4	Bool	%I1.4		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	DI Varalla
14	DI b .5	Bool	%I1.5		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	DI Varalla
15	AI 0	Int	%IW64		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	AI 0-10 V Varalla
16	AI 1	Int	%IW66		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	AI 0-10 V Varalla
17	T1	Int	%IW96		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Kattilan lämpötilamittaus
18	T2	Int	%IW98		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Savun lämpötilamittaus
19	T3	Int	%IW100		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Menoveden lämpötilamittaus
20	T4	Int	%IW102		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Paluuveden lämpötilamittaus

KUVA 27. Tulot

Lähdöissä operand identifier -kohtaan valittiin Q-kirjain. Kuvassa 28 on määriteltynä lähdöt. Kaikkien fyysisten tulojen ja lähtöjen osoitteet voi tarkistaa device configuration -näkömästä laitteen ominaisuuksista, eli properties-lehden alta.

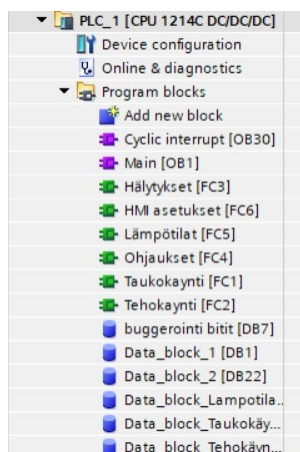
21	1K1	Bool	%Q0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Siilosyöttimen ohjaus
22	1K2	Bool	%Q0.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Nousuruuvien ohjaus
23	1K3	Bool	%Q0.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Hydrauliikkoneikon ohjaus
24	1K4	Bool	%Q0.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Puhaltimen ohjaus
25	1K5	Bool	%Q0.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	GSM-hälytys 1
26	1K6	Bool	%Q0.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	GSM-hälytys 2
27	1K7	Bool	%Q0.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	GSM-hälytys 3
28	1K8	Bool	%Q0.7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	GSM-hälytys 4
29	1K9	Bool	%Q1.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	GSM-hälytys 5
30	1K10	Bool	%Q1.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	GSM-hälytys 6
31	C2 AQ a .0	Int	%QW96	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	AO Varalla
32	C2 AQ a .1	Int	%QW98	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	AO Varalla

KUVA 28. Lähdöt

5.3.2 Toimilohkot ja sekvenssiohjelmointi

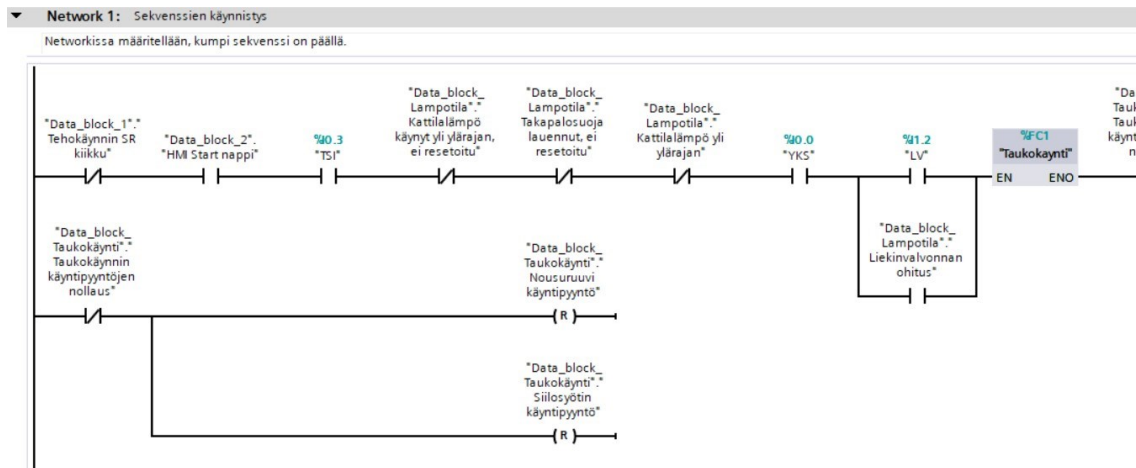
Seuraavaksi alettiin toteuttamaan itse ohjelmaa. Ohjelman teossa käytettiin sekvenssirakennetta. Sekvenssiohjelmassa on useita eri askeleita. Askeleissa suoritetaan toimenpiteitä, ja askeleesta edetään seuraavaan askeleen etenemisehtojen täytyessä. Vain yksi askel voi olla aktiivinen kerrallaan. Sekvenssejä, jotka koostuvat askeleista, voi olla myös useita (24).

Ohjelman teko aloitettiin lisäämällä projektiin toimilohkoja (kuva 29), eli englanniksi program blocks. Ohjelmassa käytettiin kolmea erilaista lohkoa: organization block, function ja data block.



KUVA 29. toimilohkot Project tree -näkömässä

Organization block -toimilohkot, eli project tree -näkyssä violetit lohkot, muodostavat ohjelman rungon, niissä mm. käynnistetään ja sammutetaan sekvenssit. Kuvassa 30 näkyy esimerkkinä taukokäyntisekvenssin käynnistysehdot Main-toimilohkossa.



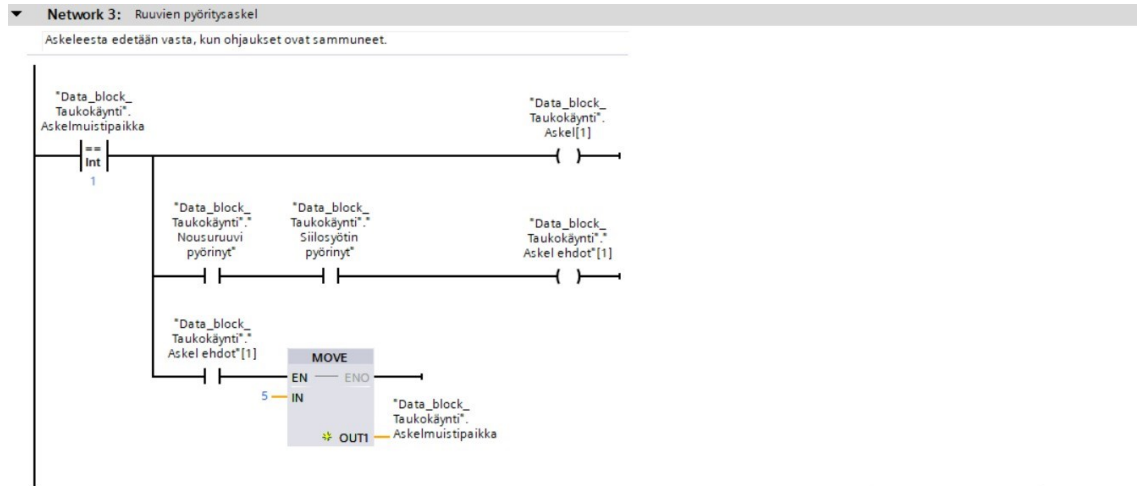
KUVA 30. Taukokäynnin käynnistysehdot Main-toimilohkossa

Data block -toimilohkot sisältävät ohjelman sisäisiä muuttujia, jolle voidaan asettaa eri arvoja (kuva 31).

Data_block_Lampotila (snapshot created: 9/11/2023 4:32:02 PM)									
	Name	Data type	Start value	Retain	Accessible f...	Writa...	Visible in ...	Setpoint	Comment
1	Static								
2	Kattilalämpö %	Real	0.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
3	Kattilalämpö C	Real	0.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
4	Kattilalämpö alle teho...	Bool	false		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
5	Tehokäynnin lämpötil...	Real	60.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6	Puhaltimen sammutu...	Real	37.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
7	Kattilalämmön yläraja	Real	87.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
8	Kattilalämpö yli tehok...	Bool	false		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
9	Kattilalämpö yli ylärajan	Bool	false		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
10	Menolämpö %	Real	0.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
11	Menolämpö C	Real	0.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
12	Paluulämpö %	Real	0.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
13	Paluulämpö C	Real	0.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
14	Savulämpö %	Real	0.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
15	Savulämpö C	Real	0.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
16	Kattilalämpö käynnyn yl...	Bool	false		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
17	Takapalosuojauksen laenn...	Bool	false		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
18	Tehokäynnin sammut...	Real	0.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
19	Tehokäynnin sammut...	Real	0.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
20	Kattilalämpö yli tehok...	Bool	false		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
21	Liekinvalvonnan ohitus	Bool	false		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
22	Liekinvalvonnan ohitu...	Bool	false		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

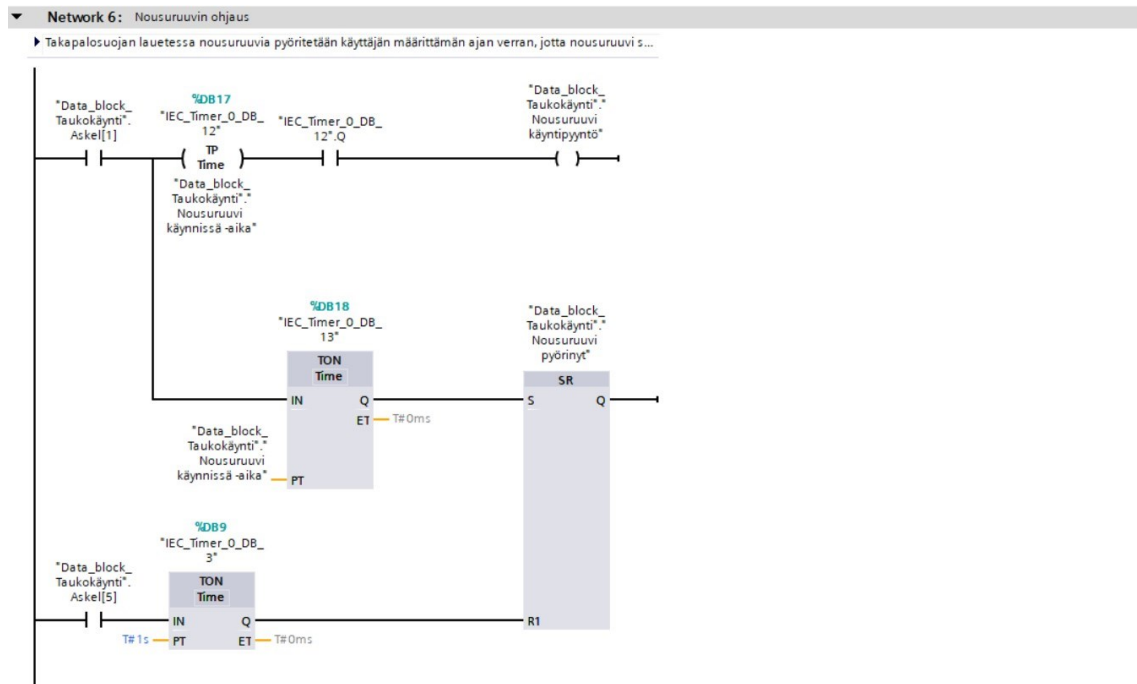
KUVA 31 Data block

Function-toimilohkoissa suoritetaan ohjelman toiminnot, niissä mm. laitetaan ohjaukset päälle ja sammutetaan ne, myös sekvenssit tehtiin Function-toimilohkoilla. Kuvassa 31 näkyy taukokäynnin ruuvienpyörittysaskel. Askeleessa on määritettyä askeleen etenemisehdot.



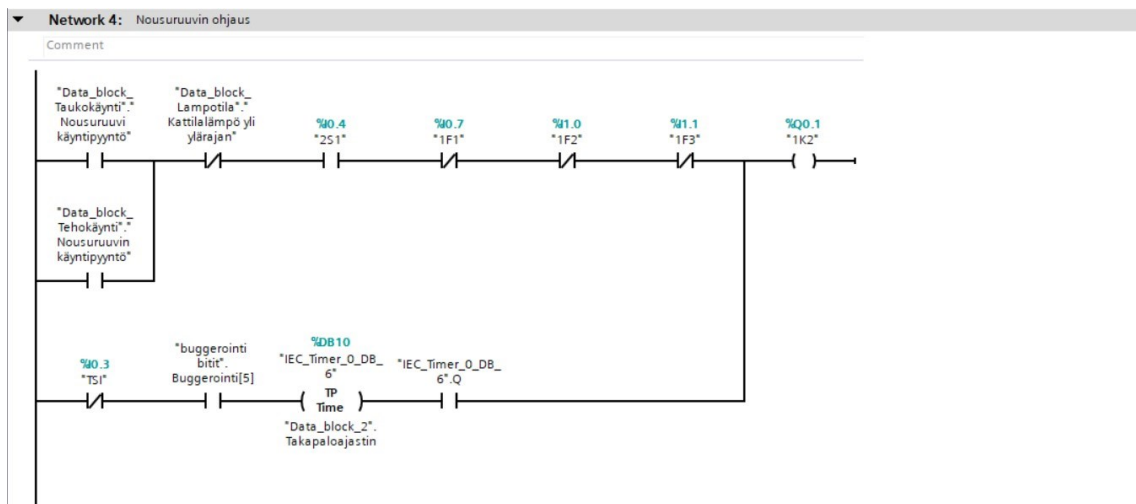
KUVA 32. Esimerkkiaskel taukokäynti -sekvenssistä

Ohjauksia ei ohjelmoitu käynnistymään suoraan sekvenssin sisältä, vaan sekvenssin sisässä aktivoidaan ohjauksien käyntipyntöjä (kuva 32).



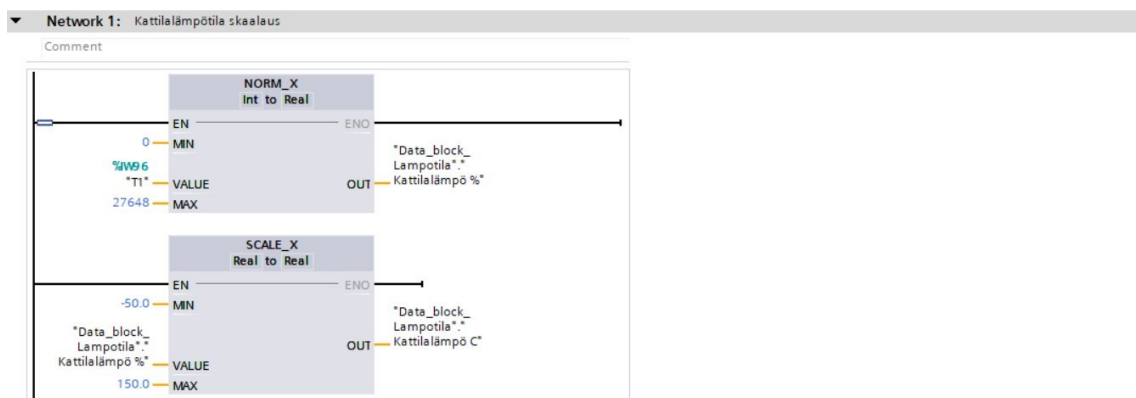
KUVA 33. Ohjausten käyntipyntöjen aktivointi

Ohjaukset käynnistetään omassa Ohjaukset nimisessä function-toimilohkossa sekvenssien käyntipyyntöjen ja käyntiehtojen perusteella. Esimerkkinä kuvassa 33 nousuruuvia ei käynnistetä, jos kattilalämpö on noussut yli ylärajan, ohjaus ei ole automaattiajolla tai jonkin moottorin lämpörele on lauennut. Takapalosuojan lauetessa nousuruuvia pyöritetään takapaloajastimeen asetetun ajan verran, jotta ruuvi tyhjenty hakkeesta.



KUVA 34. Ohjausten käynnistys

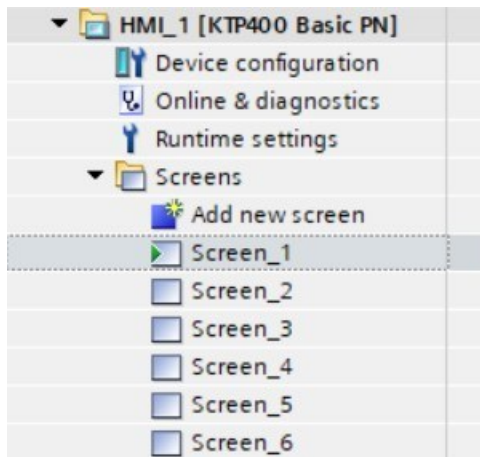
Analogiset mittaukset täytyi ohjelman sisällä skaalata oikeaan muotoon (kuva 35). S7-1200 sarjan logiikoissa analogisten signaalien alaraja on 0 ja yläraja 27648. Mittaus skaalattiin muuttamalla se ensin prosenteiksi NORM_X -lohkolla ja sen jälkeen skaalaamalla prosentit mittausalueeksi SCALE_X -lohkolla.



KUVA 35. Kattilalämpötilan skaalaus

5.3.3 Käyttöliittymä

Käyttöliittymä suunniteltiin myös TIA Portal -ohjelmointiympäristössä. Käyttöliittymän teko alkoi lisäämällä haluttu määrä näyttöjä project tree -näkyvässä (kuva 36).



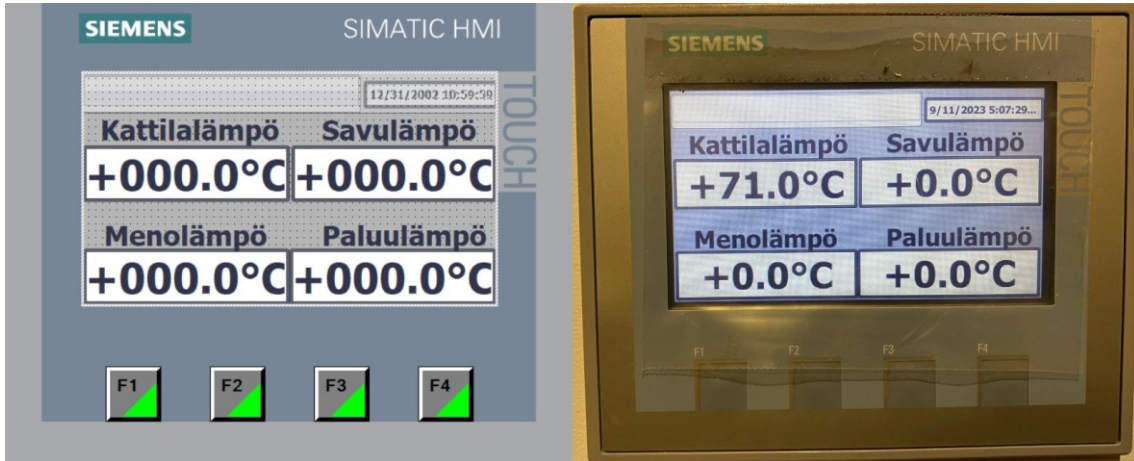
KUVA 36. Näytöt project tree -näkyvässä

Käyttöliittymään tehtiin yhteensä kuusi näyttöä: aloitusnäyttö, mittausnäyttö, hälytysnäyttö, lämpötilojen asetusnäyttö, taukokäynnin asetusnäyttö ja tehokäynnin asetusnäyttö. Jokaisen näytön yläreunaan lisättiin ns. template yläreunaan, josta näkee kellonajan ja viimeisimmät hälytykset. Aloitusnäytössä (kuva 37) näytetään alareunassa, onko ohjaus teho- vai taukokäynnillä ja kaikki tärkeimmät hälytykset, kuten takapalo, kattilalämmön ylärajan ylittyminen ja tulen sammuminen. Ohjausjärjestelmä voidaan käynnistää tai sammuttaa aloitusnäytöstä. Aloitusnäyttöön siirrytään painamalla F1 -painikkeesta.



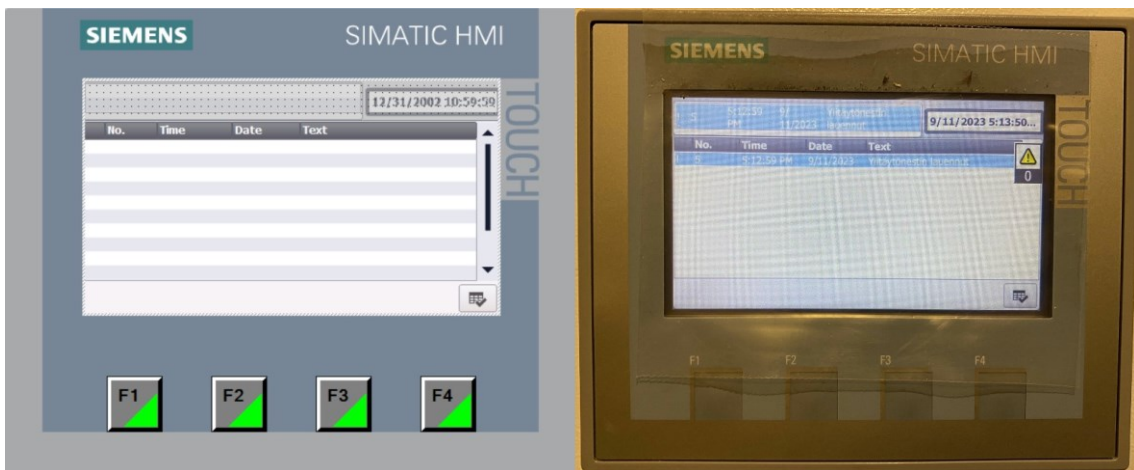
KUVA 37. Aloitusnäyttö TIA Portalissa ja kosketusnäytöllä

Mittausnäytössä näytetään kaikki järjestelmän lämpötilamittaukset reaaliajassa. Kuvassa 38 kosketusnäytöllä savulämpö, menolämpö ja paluulämpö -mittaukset eivät näy oikein, koska kuvan ottohetkellä antureita ei ollut vielä asennettu. Mittausnäyttöön siirrytään paneelin F2 -painikkeesta.



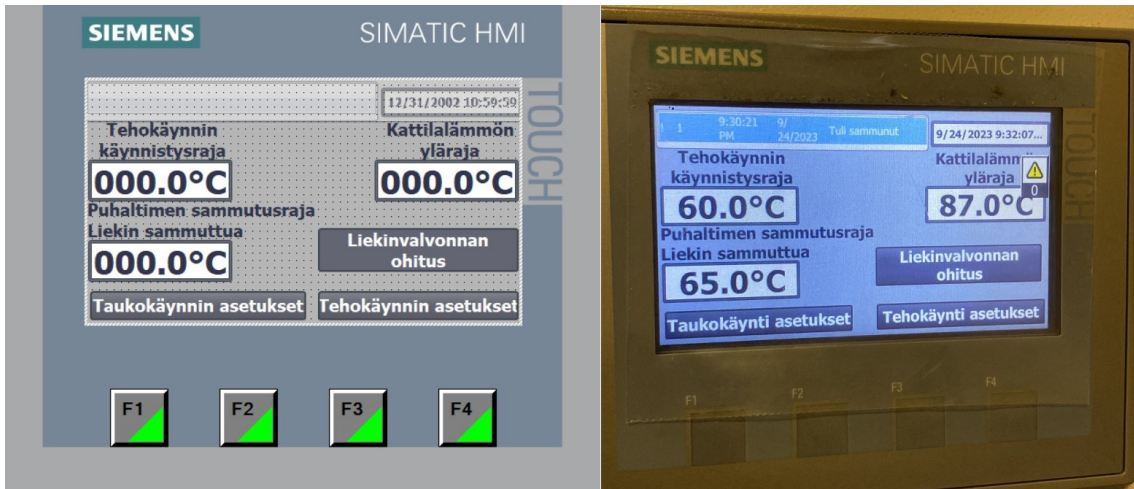
KUVA 38. Mittausnäyttö TIA Portalissa ja kosketusnäytöllä

Hälytysnäytössä (kuva 39) näytetään kaikki aktiiviset ja ei-aktiiviset hälytykset sekä niiden käynnistymisajat. Ei-aktiiviset hälytykset voidaan nollata näytön oikeassa alakulmassa olevasta painikkeesta. Hälytysnäyttöön siirrytään F3 -painikkeesta.



KUVA 39. Hälytysnäyttö TIA Portalissa ja kosketusnäytöllä

Lämpötilojen asetusnäytössä (kuva 40) voidaan asettaa tehokäynnin käynnistysraja, kattilalämmön yläraja, puhaltimen sammuusraja liekin sammuttua, sekä ohittaa liekinvalvonta. Liekinvalvonta ohitetaan sytyttäessä kattilaan tulta. Tällöin ohjaus voidaan käynnistää, vaikka savun lämpötila ei ole tarpeeksi korkealla. Ohitus poistuu itsestään savulämpötilan noustua vaaditulle tasolle. Lämpötilojen asetusnäytöstä päästään myös tauko- ja tehokäyntiasetusnäyttöihin. Lämpötilojen asetusnäyttöön siirrytään paneelin F4 -painikkeesta.



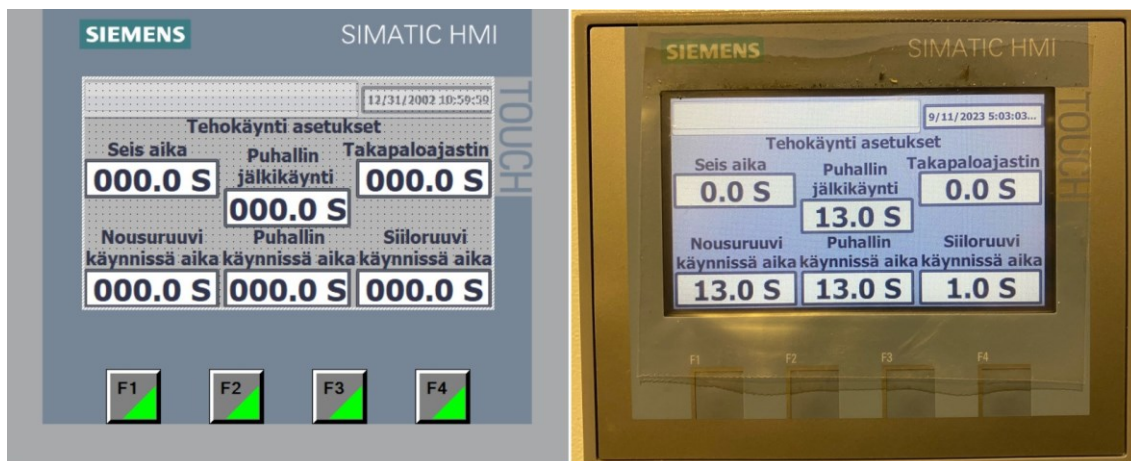
KUVA 40. Lämpötilojen asetusnäyttö TIA Portalissa ja kosketusnäytöllä

Taukokäynnin asetusnäytössä (kuva 41) voidaan asettaa seis aika eli aika, jonka ohjaukset ovat tauolla, takapaloajastin, eli kuinka kauan nousuruuvia pyöritetään takapalon sattuessa, nousuruuvin käyntiaika ja siiloruuvien käyntiaika.



KUVA 41. Taukokäynnin asetusnäyttö TIA Portalissa ja kosketusnäytöllä

Tehokäynnin asetusnäytössä (kuva 42) voidaan asettaa seis aika, takapaloajastin, nousuruuvin käyntiaika, puhaltimen käyntiaika, siiloruuvien käyntiaika sekä puhaltimen jälkikäynti, eli minkä ajan puhallin pyörii tehokäynnin sammuttua.



KUVA 42. Tehokäynnin asetusnäyttö TIA Portalissa ja kosketusnäytöllä

Käyttöliittymä lukee hälytykset Hälytys HMI muuttujasta, joka on word-tyyppinen. Hälytyksen mennessä päälle Hälytys HMI muuttujaan kirjoitetaan sitä vastaavan hälytyksen numero (kuva 43).

```

Network 2: Hälytystiedon sijoittaminen Hälytys HMI muuttujaan
Comment
1 "Data_block_2"."Hälytys HMI".%X0 := "Data_block_2".Hälytys[0];
2 "Data_block_2"."Hälytys HMI".%X1 := "Data_block_2".Hälytys[1];
3 "Data_block_2"."Hälytys HMI".%X2 := "Data_block_2".Hälytys[2];
4 "Data_block_2"."Hälytys HMI".%X3 := "Data_block_2".Hälytys[3];
5 "Data_block_2"."Hälytys HMI".%X4 := "Data_block_2".Hälytys[4];
6 "Data_block_2"."Hälytys HMI".%X5 := "Data_block_2".Hälytys[5];
7 "Data_block_2"."Hälytys HMI".%X6 := "Data_block_2".Hälytys[6];
8 "Data_block_2"."Hälytys HMI".%X7 := "Data_block_2".Hälytys[7];

```

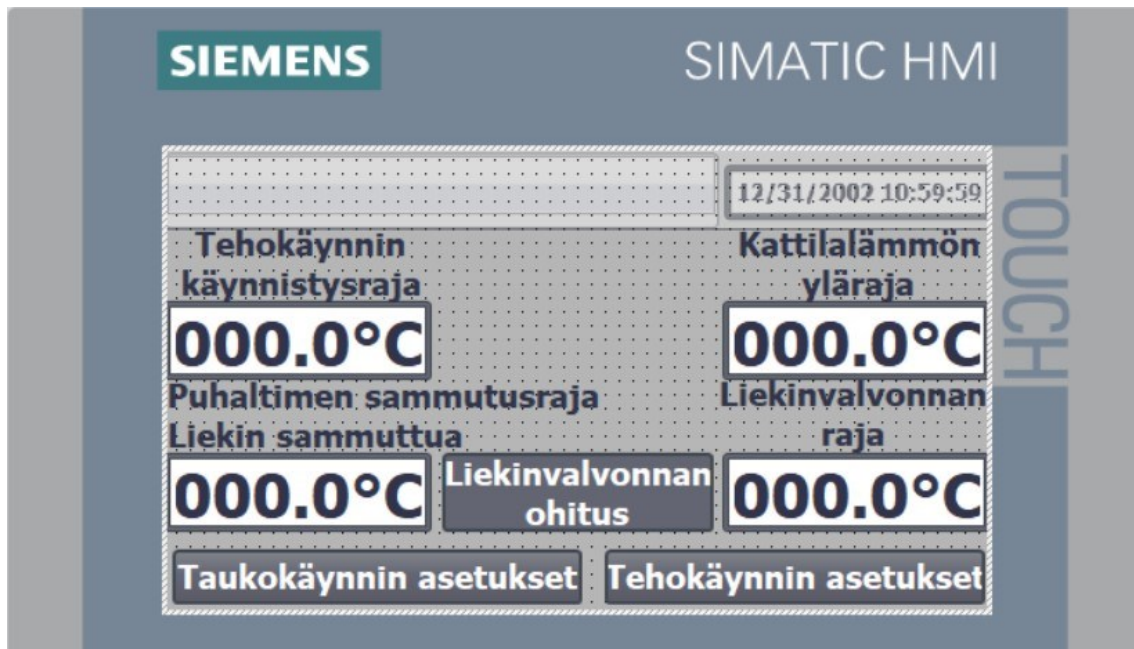
KUVA 43. Hälytystiedon sijoittaminen Hälytys HMI muuttujaan

Hälytysnäyttöön tulevat näkyviin kaikki hälytykset, jotka Hälytys HMI muuttujaan on sijoitettu. HMI alarms -näkyvässä (kuva 44) määritetään mitä hälytysnäyttöön tulee näkymään hälytyksen lauetessa.

Discrete alarms										
ID	Name	Alarm text	Alarm class	Trigger tag	Trigge..	Trigger address	HMI acknowl...	HMI a...	HMI acknowl...	
1	Discrete alarm_1	Tuli sammunut	Errors	Hälytys	0	Data_block_2...	<No tag>	0		
2	Discrete alarm_2	Takapalosuoja lauennut	Errors	Hälytys	1	Data_block_2...	<No tag>	0		
3	Discrete alarm_3	Ylikuumenemissuoja lauennut	Errors	Hälytys	2	Data_block_2...	<No tag>	0		
4	Discrete alarm_4	Kattilalämpö yli ylärajan	Errors	Hälytys	3	Data_block_2...	<No tag>	0		
5	Discrete alarm_5	Yliytötimestin lauennut	Errors	Hälytys	4	Data_block_2...	<No tag>	0		
6	Discrete alarm_6	Siilisyöttimen lämpörele lauennut	Errors	Hälytys	5	Data_block_2...	<No tag>	0		
7	Discrete alarm_7	Nousuruuvin lämpörele lauennut	Errors	Hälytys	6	Data_block_2...	<No tag>	0		
8	Discrete alarm_8	Hydraulikoneikon lämpörele	Errors	Hälytys	7	Data_block_2...	<No tag>	0		

KUVA 44. Hälytyslista

Käyttöliittymän lämpötilojen asetusnäyttöön lisättiin savun lämpötila-anturin asennuksen yhteydessä liekinvalvonnan rajan säätö (kuva 45). Kun savun lämpötila alittaa liekinvalvonnan rajan, ohjaus katsoo liekin sammuneeksi. Tällöin ohjelma suorittaa samat toimet kuin liekinvalvonta-termostaatinkin lauetessa.



KUVA 45. Päivitetty lämpötilojen asetusnäyttö TIA Portalissa

6 ASENNUS JA KÄYTTÖNOTTO

Uuden ohjausjärjestelmän kokoonpano aloitettiin heti osien saavuttua saman aikaisesti suunnitelmia tehtäessä. Keskuksen kokoaminen, kytkeminen ja testaaminen suoritettiin PLC-Automation Oy:n toimitiloissa keväällä 2023. Uusi järjestelmä asennettiin ja otettiin käyttöön kesän lopussa 2023.

6.1 Keskuksen kokoaminen ja testaus

Ohjausjärjestelmän keskuksen kokoaminen aloitettiin, kun keskusotelo ja ensimmäiset komponentit olivat saapuneet (kuva 46). Keskuksen valmistumista hidasti komponenttien pitkät toimitusajat, viimeiset komponentit saapuivat vasta kesäkuun lopulla.



KUVA 46. Keskuskotelo koontivaiheessa

Kun suurin osa komponenteista oli saapunut ja asennettu, aloitettiin keskuksen johdottaminen. AC-piiri johdotettiin mustalla 2,5 mm²:n johdolla, vaikka johdotuksen olisi voinut tehdä 10 A pääsulakkeen ja moottoreiden puolesta myös ohuemmalla 1,5 mm²:n johdolla. Paksumpaa johtoa käytettäessä sitä ei tarvitse uusia, jos järjestelmään päätetään vaihtaa isommat moottorit ja pääsulake. DC-piiri johdotettiin tummansinisellä 1,5 mm²:n johdolla sulakkeille ja siitä eteenpäin tummansinisellä 0,75 mm²:n johdolla. Maadoitukset tehtiin 2,5 mm²:n ja 1,5 mm²:n johdoilla. Kaikkiin johtoihin jätettiin reilusti ylimääräistä, siltä varalta, että komponentteja tarvitsisi siirtää, esimerkiksi tehdessä järjestelmään muutoksia. Keskuksen johdotus tuli valmiiksi ennen kuin kaikki komponentit olivat saapuneet, johtimien päät jätettiin irralleen ja kytkettiin vasta kun puuttuva komponentti saapui.

Kytkenän jälkeen keskuksen ja ohjelman toiminta testattiin tuloja ns. buggeroimalla. Tuloihin siis syötettiin suoraan 24 VDC jännitettä ja näin simuloitiin mm. termostaattien koskettimien sulkeutumista. Ohjelma saatiin muutosten jälkeen lopulta toimimaan toivotulla tavalla. Analogiamoduulin johdotukseen oli käytetty väärää ohjetta, johdotus todettiin testissä virheelliseksi ja korjattiin.

Kuvassa 47 on keskus testausvaiheessa. Ylemmällä riviliitinrivillä on suoritettu tulon simulointi hypyjohtolla. Kuvanottohetkellä keskukselta puuttui vielä logiikan analogiamoduuli.

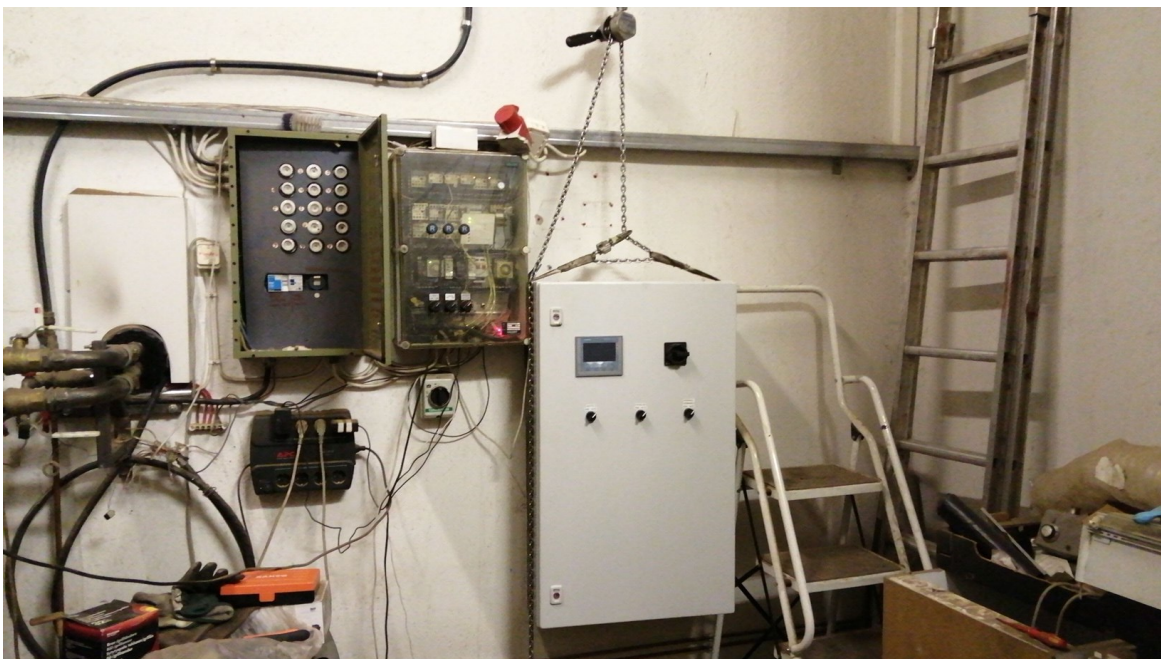


KUVA 47. Keskus testausvaiheessa

6.2 Uuden järjestelmän asennus

Uuden ohjausjärjestelmän asennus suoritettiin elokuun aikana kolmessa eri vaiheessa. Asennukset suoritettiin vanhan ohjausjärjestelmän rinnalle. Vanha ohjausjärjestelmä pysyi täten toimintakuntoisena ja lämpökeskus pysyi käynnissä, vaikka asennukset jäivät kesken.

Ensimmäisessä vaiheessa ohjauskeskus asennettiin seinälle vanhan keskuksen vierelle (kuva 48). Ohjauskeskuksen painon vuoksi se täytyi nostaa taljalla kiinnityskohtaan. Samalla asennettiin uuden ohjausjärjestelmän pääsulake sulakekoteloon, joka on kuvassa 48 vasemmanpuoleisin kotelo.



KUVA 48. Ohjauskeskuksen asennus

Ensimmäisessä vaiheessa asennettiin myös kattilaveden lämpötila-anturi (kuva 49). Kattilaveden lämpötila-anturissa on integroituna lähetin, joka muuttaa anturin vastusviestin milliampeeri viestiksi. Lähettimeen oli tehtaalla ohjelmoitu lämpötilaskaalaksi -50–150 °C. Lämpökeskus täytyi ajaa alas sulakkeen ja kattilaveden lämpötila-anturia asennettaessa.



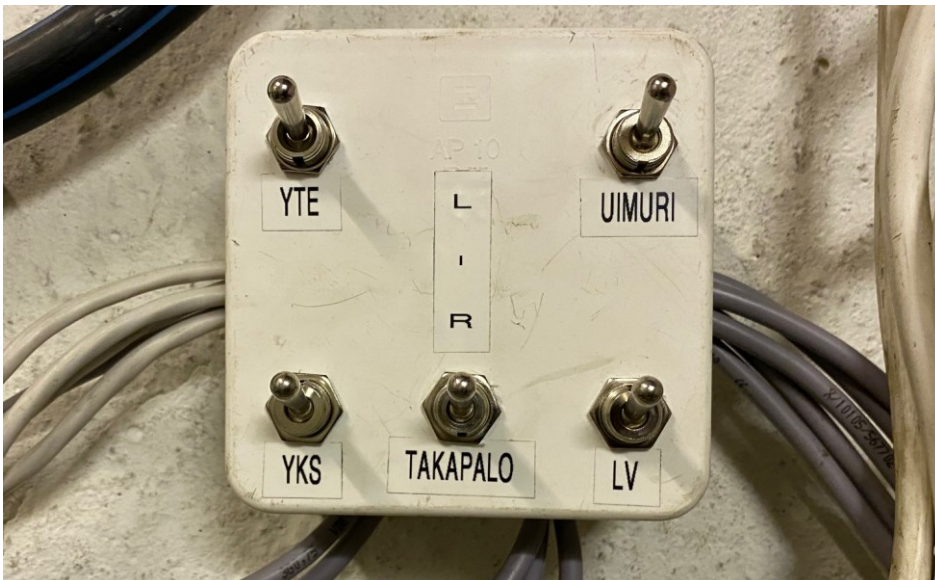
KUVA 49. Kattilaveden lämpötila-anturi

Toisessa vaiheessa suoritettiin ohjausjärjestelmän AC puolen kaapeloinnit, eli asennettiin syöttökaapeli ja moottorikaapelit. Moottorikaapeleille asennettiin vaihtokytkinkotelo (kuva 50). Vaihtokytkimillä pystyy valitsemaan kumpaa ohjausta moottorit käyttävät, ja täten vanha ohjausjärjestelmä säilyi asennusten jälkeen toimintakuntoisena. Lämpökeskus täytyi ajaa alas, kun vedettiin kaapelit vanhalta keskukselta ja moottoreilta vaihtokytkinkotelolle.



KUVA 50. Vaihtokytkinkotelo

Kolmannessa vaiheessa suoritettiin ohjausjärjestelmän ns. instrumentointikaapelointi, eli DC-puolen, kuten termostaattien ja kattilatermostaatin kaapeloinnit. Myös tuloille, joita molemmat ohjausjärjestelmät käyttävät, asennettiin vaihtokytkinlaatikko (kuva 51), jotta vanha järjestelmä pysyi toimintakuntoisena. Lämpökeskus täytyi ajaa alas vedettäessä kaapeleita toimilaitteilta ja vanhalta keskukselta vaihtokytkinkotelolle.



KUVA 51. Tulojen vaihtokytkinlaatikko

Instrumentointikaapeliin asennuksen jälkeen uusi ohjausjärjestelmä oli teoriassa toimintakuntoinen, mutta sille täytyi suorittaa vielä käyttöönottomittaukset ja testaukset. Järjestelmään ei tässä vaiheessa vielä asennettu savukaasun lämpötila-anturia tai meno- ja paluuveden lämpötila-antureita, koska niitä ei vielä ollut. Savukaasun lämpötila-anturin sijasta ohjelma laitettiin käyttämään liekinvalvontaan vanhan ohjausjärjestelmän liekinvalvontatermostaattia.

Savukaasun lämpötila-anturi asennettiin järjestelmään noin kaksi kuukautta muita asennuksia myöhemmin. Anturi asennettiin savukanavan sivuun (kuva 52). Savukaasun lämpötila-anturin lähettä ei ollut ohjelmoitu tehtaalla lähtiessä, joten se täytyi suorittaa itse valmistajan ohjelmistoa käyttämällä. Lähettimen lämpötilaskaalaksi asetettiin 0–400 °C.



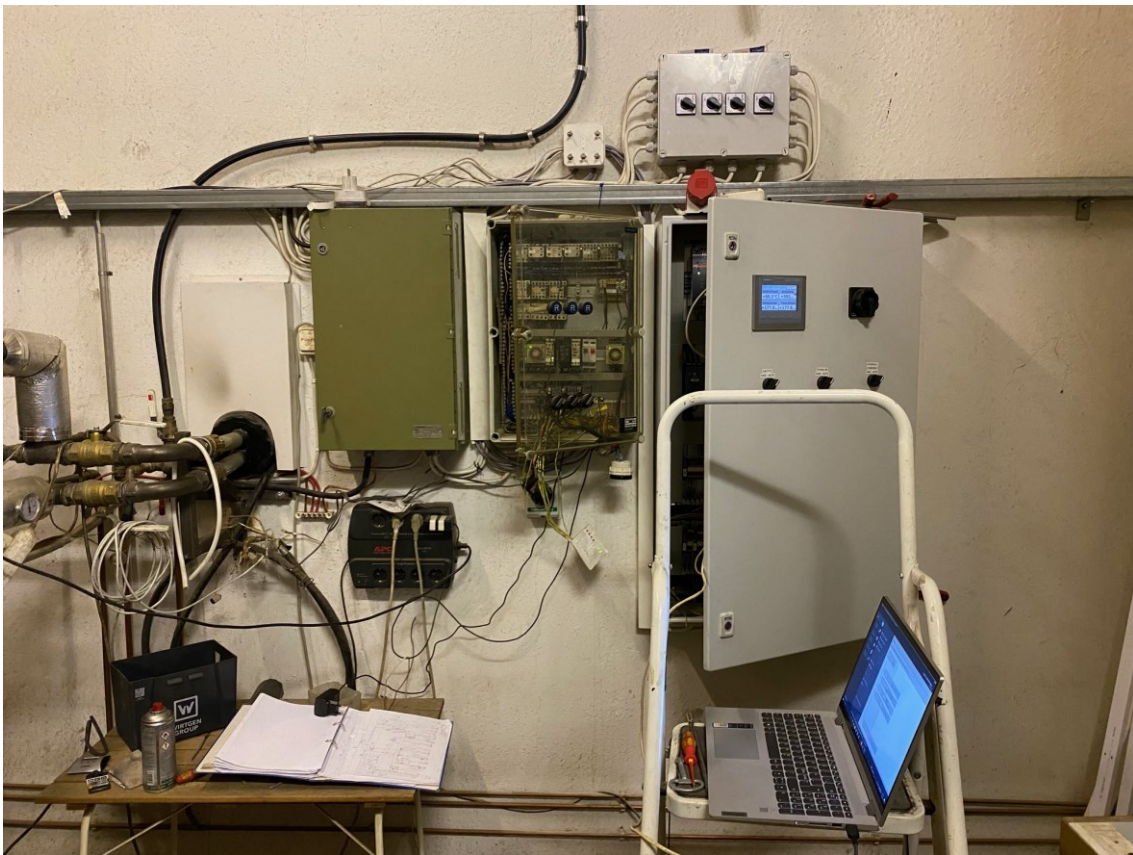
KUVA 52. Savukaasun lämpötila-anturi

6.3 Käyttöönottomittaus

Käyttöönottomittauksen kävi suorittamassa ulkopuolinen paikallinen sähköalan yritys. Käyttöönottomittauksissa mitattiin ohjausjärjestelmän oikosulkuvirrat, suojajohtimen jatkuvuus ja eristysresistanssi. Lisäksi keskukselle suoritettiin silmämääräinen tarkastus. Mittauksilla ja tarkastuksella todettiin järjestelmä toimintakuntoiseksi. Mittauspöytäkirja on liitteinä 16–19.

6.4 Ohjausjärjestelmän testaaminen ja säätäminen

Kun uusi ohjausjärjestelmä oli asennettu, aloitettiin testaaminen (kuva 53). Testeissä kokeiltiin mm. sitä, käynnistyvätkö moottorit oikein, siirtyykö ohjaus taukokäynniltä tehokäynnille oikein ja sammuttaako järjestelmä ohjaukset esimerkiksi kattilalämmön ylärajan ylityttyä. Testien perusteella ohjelmaan tehtiin vielä pieniä muutoksia, jotta ohjausjärjestelmä saatiin toimimaan halutulla tavalla. Ohjelmaan lisättiin mm. puhaltimen jälkikäynti tehokäynnin jälkeen sekä liekinvalvonnan ohituspainike.



KUVA 53. Ohjausjärjestelmän testaaminen

Kun ohjelmaan oli tehty muutokset ja ohjausjärjestelmä toimi oikein, siirryttiin järjestelmän säätämiseen. Järjestelmän asetusten pohjaksi kelloitettiin vanhasta ohjausjärjestelmästä moottoreiden ohjausajat sekuntikellolla. Mitatut ajat asetettiin uuteen ohjausjärjestelmään ja laitettiin se ohjaamaan lämpökeskusta. Prosessia tarkkailtiin ja tehtiin tarvittavia muutoksia ohjausten aikoihin.

Siilosityötimen ohjausajat tauko- ja tehokäynnillä säädettiin siten, että kulmalaatikossa oli silmä-
määräisesti saman verran haketta kuin vanhaa ohjausta käytettäessä (kuva 54). Kulmalaatikossa
tulisi olla reilu kourallinen haketta.



KUVA 54. Hakkeen määrä kulmalaatikossa

Taukokäynnillä haketta tulisi olla palotilassa juuri sen verran, että tuli ei sammuu (kuva 55).



KUVA 55. Tuli taukokäynnillä

Taukokäynnillä hakkeen määrää säädetään siilosityötimen, nousuruuvin ja puhaltimen ohjausaikoja säätämällä. Taukokäynnille asetettiin lopulta ohjausten taukoajaksi 56 sekuntia, nousuruuvin ja puhaltimen ohjausajaksi 4,7 sekuntia ja siilosityötimen ohjausajaksi 0,4 sekuntia. Taukokäynnillä puhaltimen ja nousuruuvin ohjausaikaa ei voi säätää erikseen, vaan puhallin on aina nousuruuvin kanssa samanaikaisesti päällä.

Tehokäynnillä haketta pyritään polttamaan mahdollisimman tehokkaasti (kuva 56).



KUVA 56. Tuli tehokäynnillä

Tehokäynnillä puhallin ja nousuruuvi säädettiin olemaan koko ajan päällä. Hakkeen määrää säädettiin siten pelkästään siilosityötimen ohjausaikaa muuttamalla. Puhaltimen jälkikäyntiajastimella voidaan säädellä, kuinka paljon haketta jää tehokäynnin jälkeen palotilaan. Tehokäynnille asetettiin lopulta siilosityötimen ohjausajaksi 1,5 sekuntia ja taukoajaksi 13 sekuntia. Puhaltimen jälkikäyntiksi asetettiin 14 sekuntia. Takapaloajastimeksi säädettiin 5 minuuttia.

Lämpötilojen asetusarvot säädettiin aluksi suurin piirtein samaksi kuin mitä ne olivat vanhan järjestelmän termostaateissa. Asetusarvoihin tehtiin tämän jälkeen pieniä muutoksia, tehokäynnin käynnistysrajaksi asetettiin 65 °C, kattilalämmön ylärajaksi 87 °C ja puhaltimen sammutusrajaksi liekin sammuttua 37 °C. Tehokäynnin käynnistysraja tehtiin ohjelmassa siten, että tehokäynti sammutetaan kattilalämmön noustessa 5 °C yli käynnistysrajan. Koska säädöt tehtiin kesällä, pitää niitä todennäköisesti hieman muuttaa esimerkiksi talvella tai hakkeen kosteuden vaihdella.

7 JÄRJESTELMÄN JATKOKEHITYS

Lämpökeskus saatiin toimimaan uudella ohjausjärjestelmällä luotettavammin kuin vanhalla, mutta täydellisen luotettavasti lämmitysprosessi ei vielä kukaan pyöri. Budjettiin, eikä aikatauluun kuitenkaan mahtunut järjestelmän suurempaa päivytystä. Ohjausjärjestelmän päivittämistä onkin tarkoitus jatkaa vielä tämän työn jälkeenkin. Ohjausjärjestelmä suunniteltiin siten, että tulevat päivitykset olisivat mahdollisimman vaivattomia. Järjestelmä voidaan muuttaa esimerkiksi taajuusmuuttajakäytölle lisäämällä järjestelmään happimittauksen, taajuusmuuttajat ja vaihtamalla moottorikaapelit häiriösuojatuiksi.

Ohjausjärjestelmään on tulevaisuudessa tarkoituksena lisätä automaattisytytys. Nykyisellä ohjausjärjestelmällä tuli pääsee ajoittain sammumaan vaihtelevan hakelaadun vuoksi, jolloin käyttäjän täytyy käydä sytyttämässä tuli manuaalisesti. Automaattisytytyksellä vähennetään käyttäjän tarvetta lämpökeskuksen ylläpidossa. Automaattisytytys voitaisiin käynnistää järjestelmän havaittua tulen sammumisen. Tällöin ohjelma käynnistäisi sytytyssekvenssin, jonka aikana palomaljaan ke-
räntynyt hake sytytetäisiin, ylimääräinen hake poltettaisiin ja savulämmön nousussa tarpeeksi korkealle ohjaus siirtyisi teho- tai taukokäynnille. Automaattisytytys vähentäisi myös vedenlämpötilan heittelyjä, koska tuli saataisiin syttymään mahdollisimman vähällä viiveellä. Tulen sytyttämiseen on suunniteltu auton polttoainekäyttöistä lisälämmitintä.

Ohjausjärjestelmän saatetaan muuttaa tulevaisuudessa taajuusmuuttajille, jos se nähdään tarpeelliseksi. Taajuusmuuttajat voitaisiin sijoittaa omaan keskuskoteloon nykyisen ohjausjärjestelmän keskuskotelon vierelle, tai vaihtoehtoisesti ne voitaisiin sijoittaa kontaktorien tilalle nykyiseen keskuskoteloon. Taajuusmuuttajilla ohjattaisiin siilosyötintä, nousuruuvia sekä puhallinta. Ohjauksen parhaimman toiminnan saavuttamiseksi järjestelmään olisi tarpeellista lisätä savun happipitoisuuden mittausta. Koska happianalysointorit ovat huomattavan kalliita, happimittaukselle olisi tarpeellista selvittää vaihtoehtoisia menetelmiä, kuten autojen pakokaasujen mittaukseen tarkoitettua laajakajaista lambda-anturin käyttöä.

Järjestelmän luotettavuutta voitaisiin parantaa entisestään lisäämällä järjestelmään hakkeen kosteusmittaus. Kosteusmittaus mahdollistaisi järjestelmän asetusten automaattisen muuttamisen hakkeen kosteuden mukaan.

8 YHTEENVETO

Työn tavoitteena oli toteuttaa lämpökeskuksen ohjausjärjestelmän päivittäminen suunnittelusta käyttöönottoon. Tavoitteena oli myös parantaa ohjauksen helppokäyttöisyyttä ja luotettavuutta vähentäen käyttäjän tarvetta lämpökeskuksen ylläpidossa. Työn suunnitteluosuus aloitettiin keväällä ja uusi ohjausjärjestelmä oli tarkoitus saada käyttöön kesän tai viimeistään alkusyksyn lämpimien kielten aikana. Aikataulussa pysyttiin, vaikka heinäkuussa päivitystä ei keretty tehdä ollenkaan eteenpäin. Lämpökeskus saatiin käymään osittain uudistetulla järjestelmällä syyskuun alussa. Marraskuun alussa järjestelmään asennettiin vielä savukaasun lämpötila-anturi.

Uusi ohjausjärjestelmä osoittautui huomattavasti vanhaa järjestelmää luotettavammaksi. Vanhan järjestelmän ajastimet toimivat epäluotettavasti ja saattoivat muuttaa ohjaussykliä pituuksia, joka aiheutti tulen sammumista. Päivityksen jälkeen tuli sammu huomattavasti harvemmin, mikä vähentää käyttäjän työpanosta lämpökeskuksen ylläpidossa. Kattila- ja liekinvalvontatermostaattien korvaaminen lämpötila-antureilla paransi järjestelmän luotettavuutta, sillä anturit toimivat tarkemmin, joten ohjaus reagoi lämpötilojen muutoksiin nopeammin. Järjestelmän luotettavuutta saadaan todennäköisesti parannettua entisestään tulevaisuudessa tehtävillä lisäpäivityksillä, kuten automaattisyytyksellä. Järjestelmään olisi tulevaisuudessa myös hyvä saada etäseuranta ja mieluusti jopa etäkäyttömahdollisuus.

Järjestelmän helppokäyttöisyys parantui ohjauskeskukseen sijoitetun kosketusnäyttöpaneelin avulla, koska sieltä voidaan säätää takapalosuojaa lukuun ottamatta kaikkia ohjausjärjestelmän arvoja desimaalin tarkkuudella. Aiemmin säädöt täytyi tehdä jokaisesta aikareleestä ja termostaattista erikseen sekä niiden tarkka säätö oli hankalaa epätarkan säätöasteikon vuoksi. Vanhoissa komponenteissa säätöasteikot eivät välttämättä edes pitäneet paikkaansa.

Itse työn kirjallinen osuus jätettiin viimeiseksi. Kirjoittaminen aloitettiin vasta, kun ohjausjärjestelmä oli otettu käyttöön. Tämä aiheutti haasteita varsinkin työn alkuvaiheen raportoinnista, koska asiat eivät olleet enää tuoreessa muistissa. Muistia täytyikin virkistää käymällä läpi mm. eri vaiheista otettuja kuvia, logiikkaan tehtyä ohjelmaa ja sähkösuunnitelmia.

LÄHTEET

1. PLC-Automation Oy. Yritys. Hakupäivä 28.9.2023. <https://www.plc.fi/yritys.html>
2. PLC-Automation Oy. Nosturit. Hakupäivä 28.9.2023. <https://www.plc.fi/toimialat/nosturit.html>.
3. Viirimäki, Juha, Hassinen, Urpo, Hiitellä, Juha, Kauppinen, Veli-Pekka, Koskiniemi, Esa, Moilanen, Pekka, Somerpalo, Jussi, Turkia, Kyösti & Vanhala, Timo 2008. Maatilan hake-
lämmitysopas. Metsäkeskukset. Hakupäivä 8.9.2023. http://www.puulakeus.net/docs/109-TgY-Maatilan_hakelämmitysopas_lopullinen.pdf.
4. Motiva Oy 2020. Energiatehokaskoti -hanke. Hakelämmitys. Hakupäivä 13.9.2023. https://www.energiatehokaskoti.fi/suunnittelu/talotekniikan_suunnittelu/lammitys/puulammitys/hakelammitys.
5. Bioenergianeuvoja 2023. Hakkeen valmistus ja hankinta. Hakupäivä 13.9.2023. <https://www.bioenergianeuvoja.fi/biopolttoaineet/hake/hake-polttoaineena/>.
6. Knuutila, Kirsi 2003. Puuenergia. Jyväskylä: Jyväskylän teknologiakeskus.
7. Innomac. Rumpuhakkurit. Vecoplan VTH 45-rumpuhakkuri. Hakupäivä 26.9.2023. <https://www.innomac.fi/bioenergia/rumpuhakkurit>.
8. ABB. ACS150 – micro drive. Hakupäivä 15.9.2023. <https://new.abb.com/drives/low-voltage-ac/micro/acs150>.
9. Danfoss. Mikä on taajuusmuuttaja? Hakupäivä 15.9.2023. <https://www.danfoss.com/fi-fi/about-danfoss/our-businesses/drives/what-is-a-variable-frequency-drive/>.
10. Harju, Timo & Marttinen, Arto 2000. PID kirja. Control CAD Oy. Hakupäivä 19.9.2023. https://www.automaatioseura.fi/site/assets/files/1426/pid_kirja_1-1.pdf.
11. ABB. AF09-30-01-11. Hakupäivä 21.9.2023. <https://new.abb.com/products/1SBL137001R1101/af09-30-01-11>.
12. Stykemain, Adam 2021. What is a Contactor? | Working Principles. Realpars. Hakupäivä 21.9.2023. <https://realpars.com/contactor/>.
13. GEYA 2022. What is a Time Relay? Definition, Working and Use. Hakupäivä 21.9.2023. <https://www.geya.net/what-is-a-time-relay-definition-working-and-use/>.
14. Omron. Technical Explanation for Solid-state Relays. Hakupäivä 27.9.2023. https://www.ia.omron.com/data_pdf/guide/18/ssr_tg_e_9_2.pdf.
15. Siemens. 3RF3412-1BB24. Hakupäivä 27.9.2023. <https://mall.industry.siemens.com/mall/en/WW/Catalog/Product/3RF3412-1BB24>.

16. Hugh, Jack 2007. Automating Manufacturing Systems with PLCs. Hakupäivä 28.9.2023. <https://electrical-engineering-portal.com/res/PLC-Programmable-Logic-Controller-Book.pdf>.
17. Siemens. SIMATIC S7-1200. Hakupäivä 28.9.2023. <https://www.siemens.com/global/en/products/automation/systems/industrial/plc/s7-1200.html>.
18. Sonepar. SIMATIC S7-1200 – Vuorovaikutus tekee siitä erilaisen. Hakupäivä 28.9.2023. <https://ideat.sonepar.fi/simatic-s7-1200-vuorovaikutus-tekee-siita-erilaisen/>.
19. Hietanen, Tero 2009. Automaatiotekniikka 1. 5op. Opintojakson oppimateriaali syksyllä 2009. Oulun ammattikorkeakoulu. Hakupäivä 5.10.2023. http://www.tekniikka.oamk.fi/~te-rohi/auto1_s2009u.htm#_Toc147132884.
20. Siemens. SIMATIC HMI KTP400 Basic. Hakupäivä 18.10.2023. <https://mall.industry.siemens.com/mall/en/ww/catalog/product/6av2123-2db03-0ax0>.
21. ABB. CP-E 24/10.0. Hakupäivä 18.10.2023. <https://new.abb.com/products/fi/1SVR427035R0000/cp-e-24-10-0>.
22. ABB. ACS150 drives User's manual. Hakupäivä 18.10. 2023. https://library.e.abb.com/public/dff8b3662110475cbbd5363575334004/EN_ACS150_Drives_UM_D_A4.pdf.
23. Siemens. 3RF2320-1BA02. Hakupäivä 18.10.2023. <https://mall.industry.siemens.com/mall/en/ww/Catalog/Product/?mlfb=3RF2320-1BA02>.
24. Heikkinen, Timo. Sekvenssiohjelmointi. Hakupäivä 20.10.2023. <https://timohei.net/?p=20opintojaksot/0210TL6021/06sekvenssi>.

LIITTEET

Alkuperäinen moottoripiirikaavio liite 1

Alkuperäinen relepiirikaavio liite 2

Uuden keskuksen layout-kuva liite 3

Uusi moottoripiirikaavio liite 4

Logiikan virtalähde liite 5

Logiikka ja oheiskomponentit liite 6

Binääritulot 1–8 liite 7

Binääritulot 9–14 liite 8

Analogiatulot liite 9

Binäärilähdöt 1–8 liite 10

Binäärilähdöt 9–10 liite 11

Analogialähdöt liite 12

Vanhan keskuksen moottoripiirikaavio liite 13

Vanhan keskuksen muuntaja liite 14

Vanhan keskuksen 24 VAC piiri liite 15

Mittauspöytäkirja sivu 1 liite 16

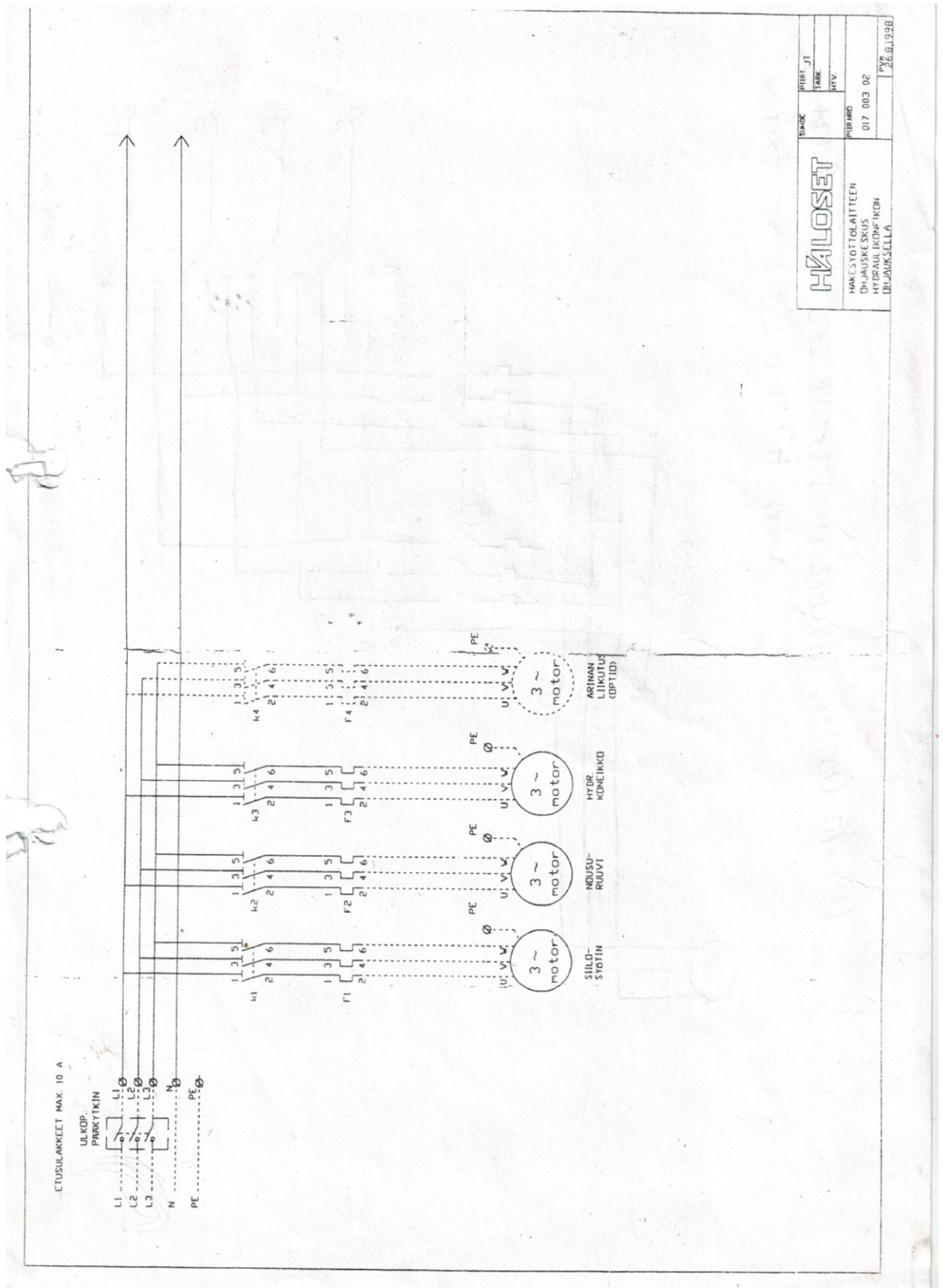
Mittauspöytäkirja sivu 2 liite 17

Mittauspöytäkirja sivu 3 liite 18

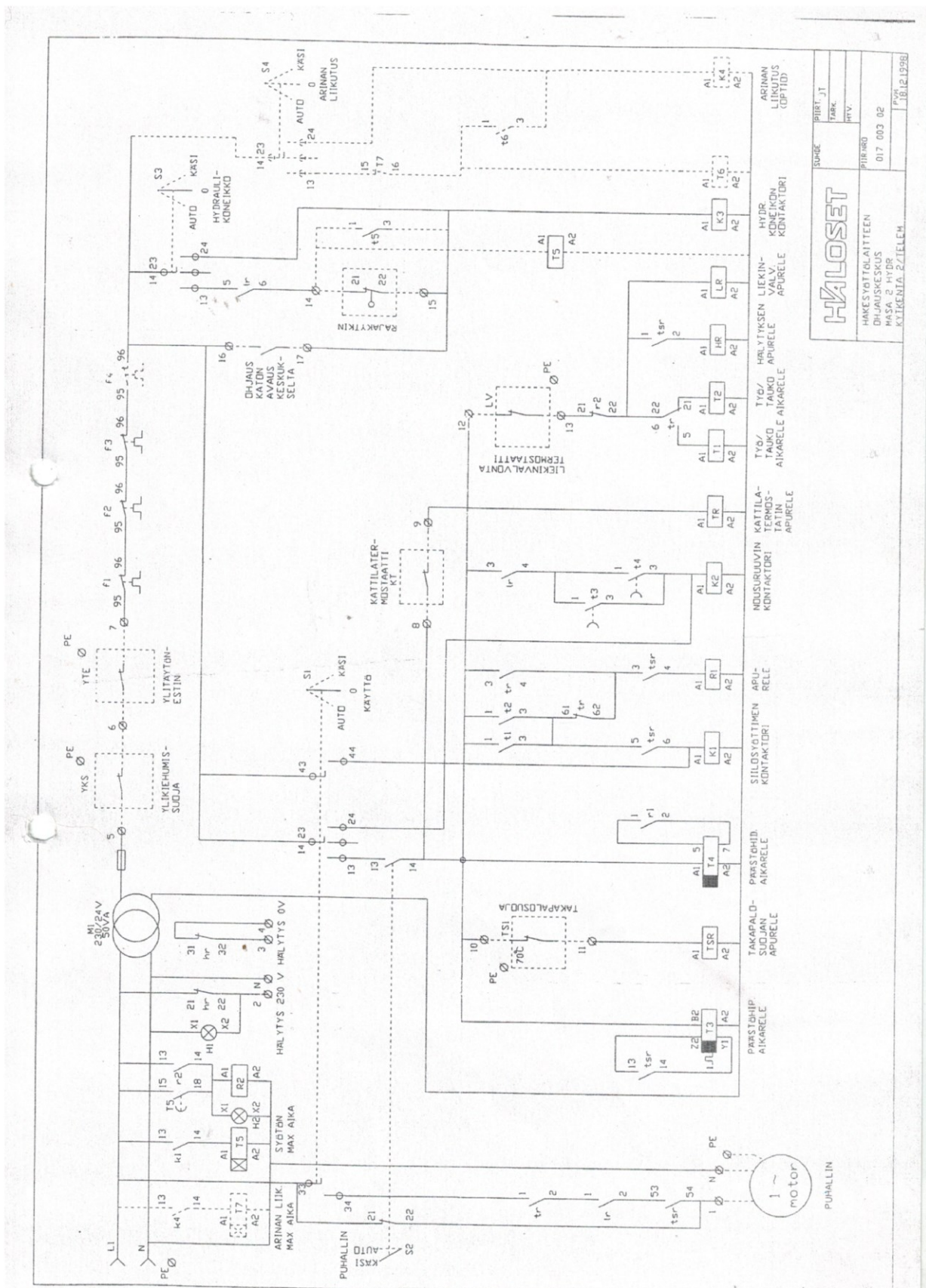
Mittauspöytäkirja sivu 4 liite 19

ALKUPERÄINEN MOOTTORIPPIIRIKAAVIO

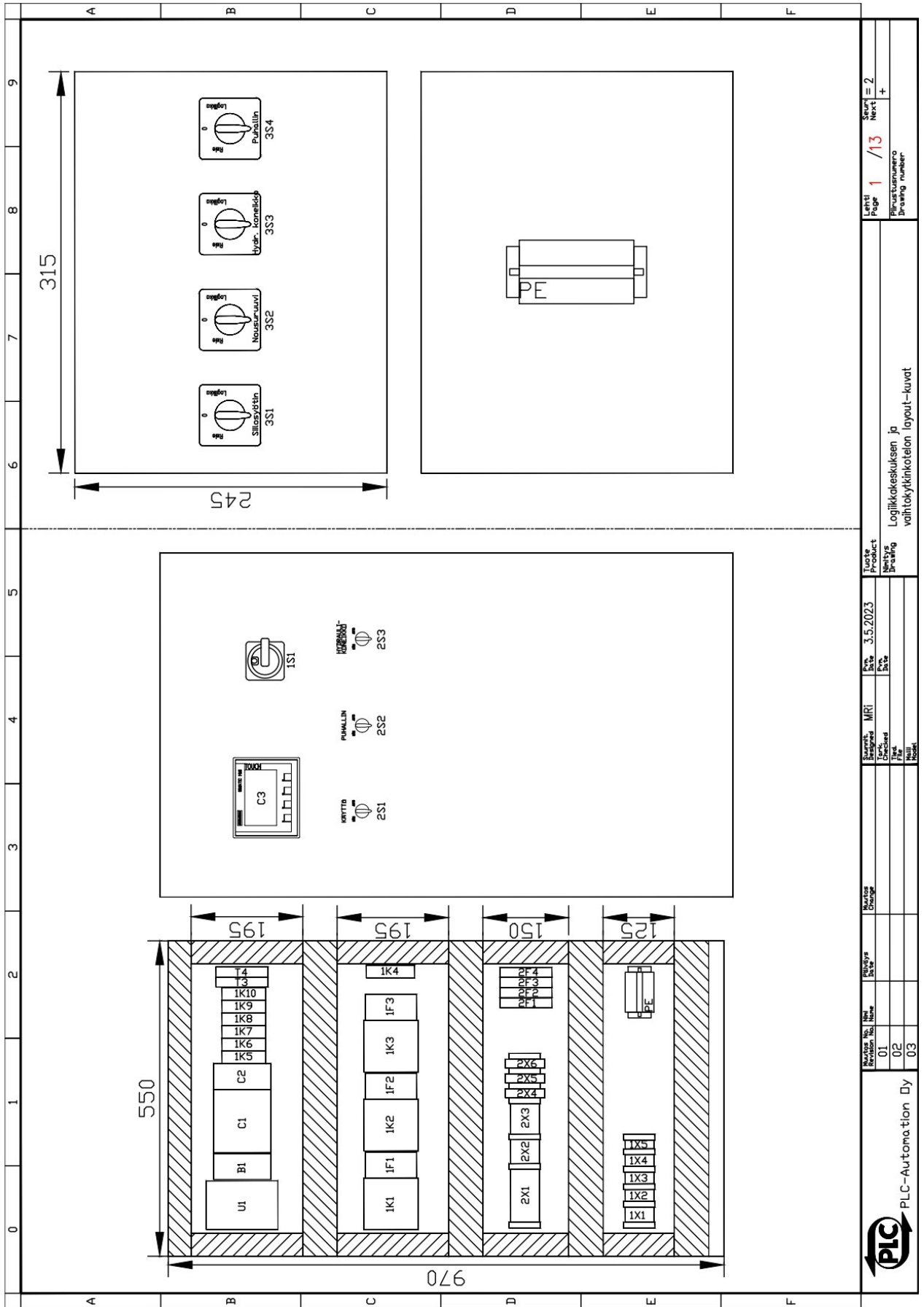
LIITE 1



HÄILOSET		PIIRIT TARK.	JT
MAKESYÖTTÖLAITTEEN OHJAUSKÖN HYDRAULIKA-KÖN OHJAUKSELLE		PIIRI 017 003 02	PV 26.01.1998



		SOJDE	PIIRI JT
		TRK	HTV
HAKESYÖTTÖLAITTEEN OHJAUSKESKUS MASA 2 HYDR KILBERIA-EZIELEM		PIIRINRO	017 003 02
		PVA	18.12.1958

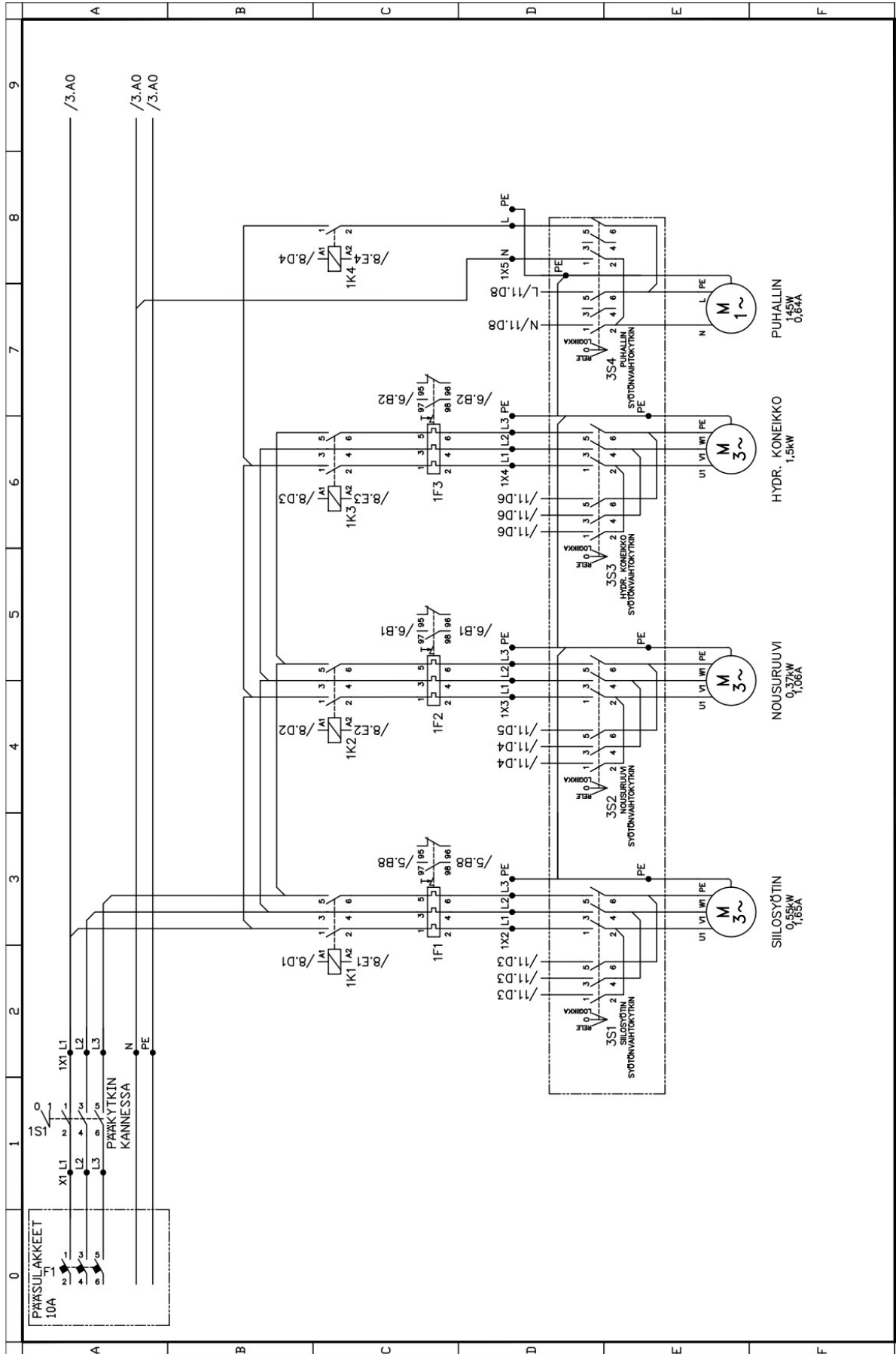


PLC-Automation Oy

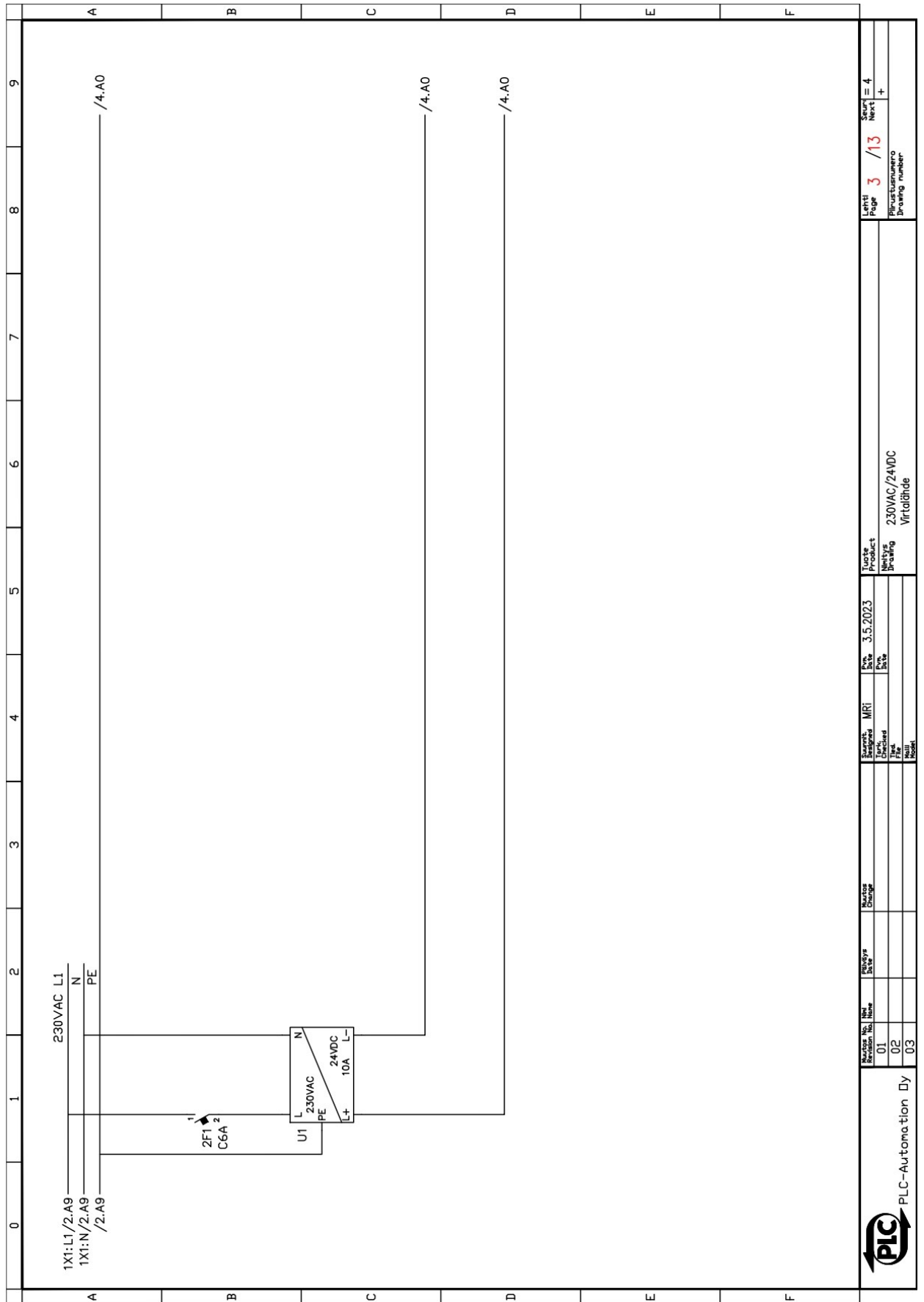
Product No.	01
Rev. No.	02
Rev. No.	03

Logiikkakeskuksen ja vaihtokytkintöiden layout-kuvat

Sheet No.	1	of	13
Page No.	1	of	13
Sheet No.	1	of	2
Page No.	1	of	2



		Search: MRI Revisio: 01 Date: 3.5.2023 Drawn: [Name] Checked: [Name] File: [Name] Model: [Name]		Lehti Page 2 / 13 Seur Next = 3 +
PLCAutomation Oy		Logiikkakeskuksen moottorikytkönpöytä		Piirustenumero Drawing number

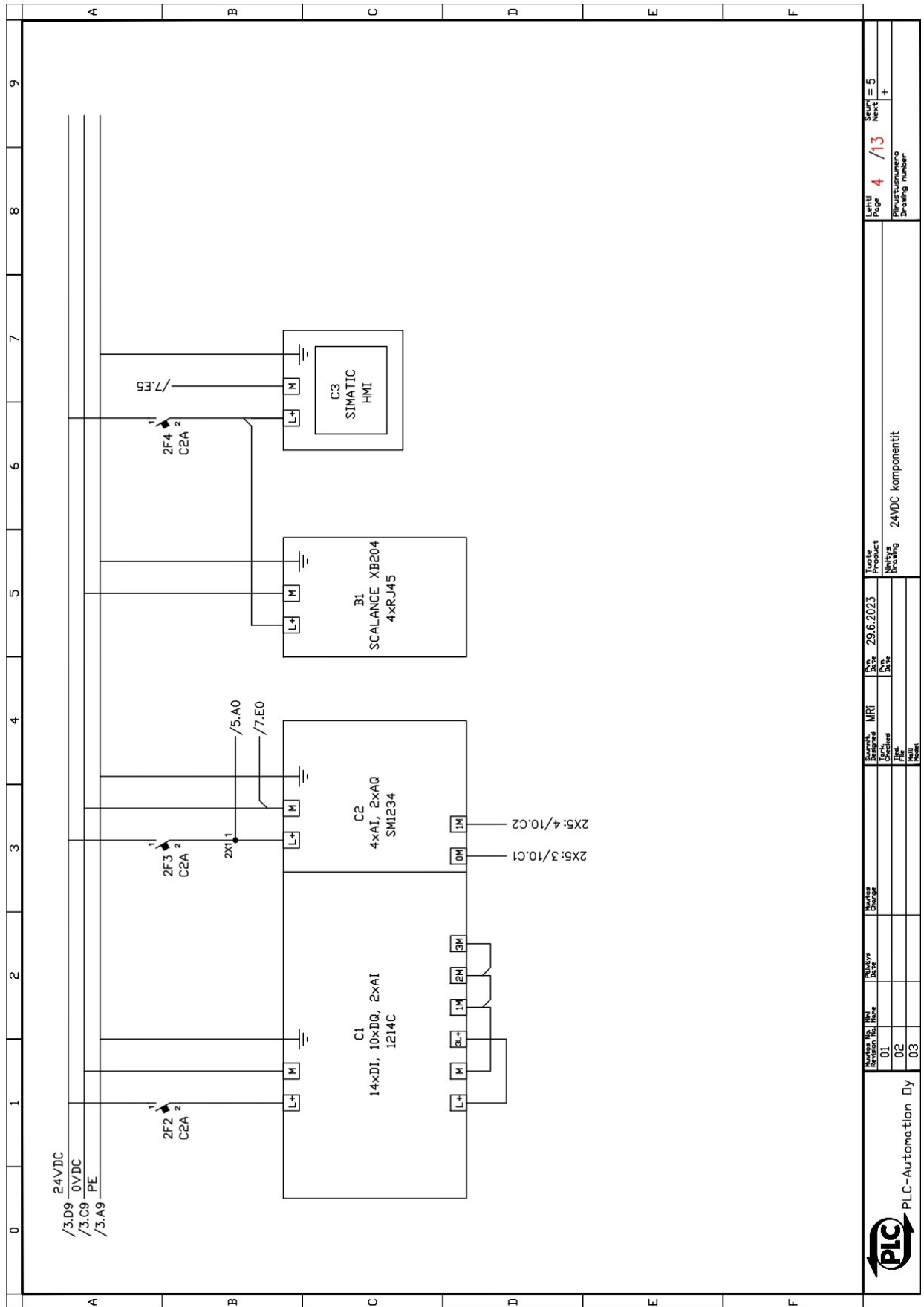


PLC-Automation Oy

Revisio No. Revision No.	Revisio Rev.	Muutokset Changes	Maailman MRF	Maailman MRF	Maailman MRF	Maailman MRF
01						
02						
03						

Tuote
Product
 Nimitys
Name
 230VAC/24VDC
 Virtalähde
Power supply

Lehti
Page 3 / 13
 Seuraava
Next +
 Piirustuksen
Drawing number



PLC-Automation Oy

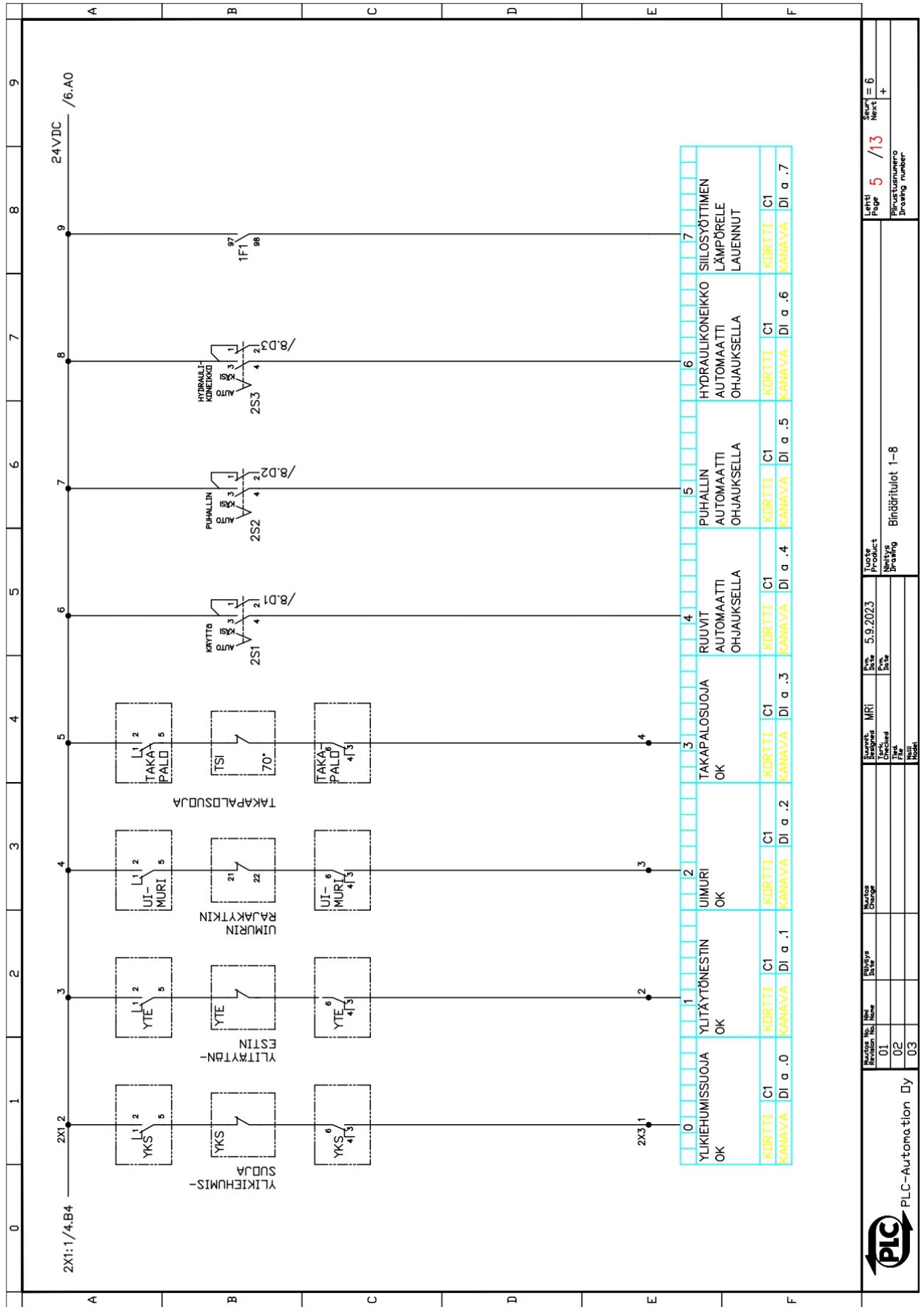
Number No.	01
Revision No.	02
	03

Approved	MRI
Drawn	
Checked	
Tested	
Model	

File No.	29.6.2023
Project Name	
Project No.	

24VDC komponentit

Sheet No.	4	of	13
Sheet Name			
Project No.			
Project Name			

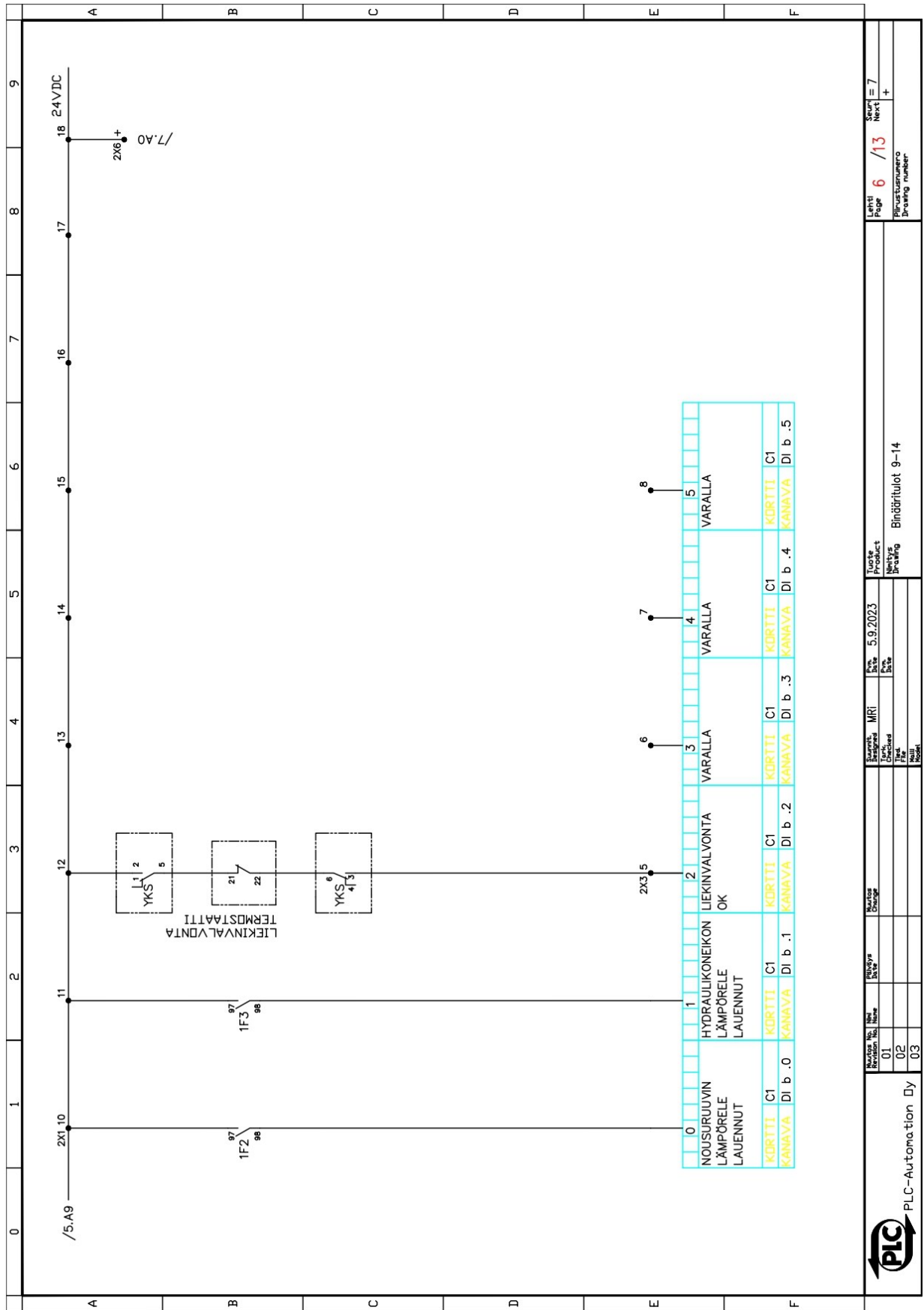


PLC-Automation Oy

Product Name:
 Revision:
 Date: 5.9.2023
 Drawn by:
 Checked by:
 Approved by:
 Scale:
 Sheet: 5 / 13
 Total Sheets: +

Project Name:
 Drawing No:
 Drawing Title: Binääritulot 1-8

Sheet No: 5 / 13
 Total Sheets: +

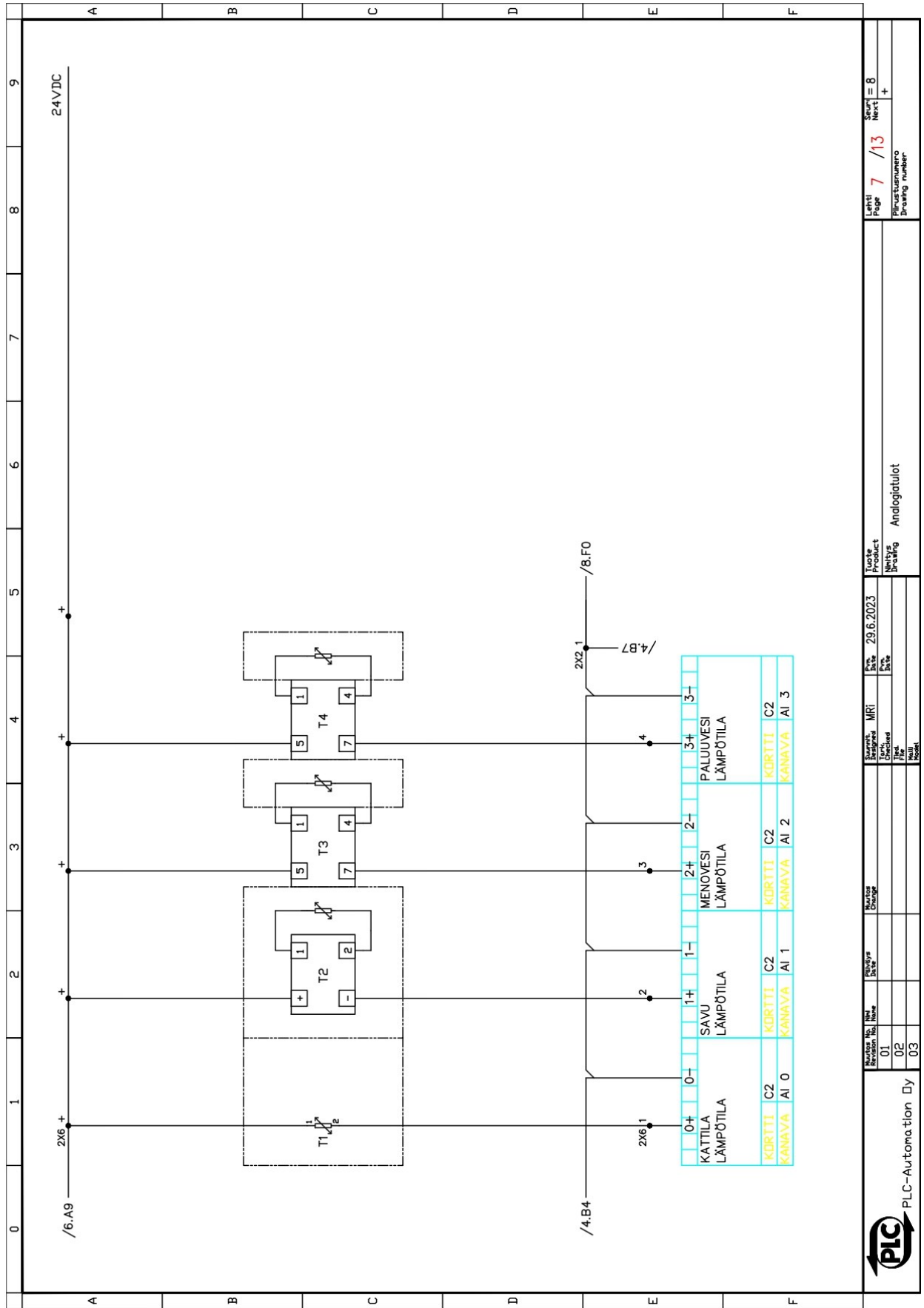


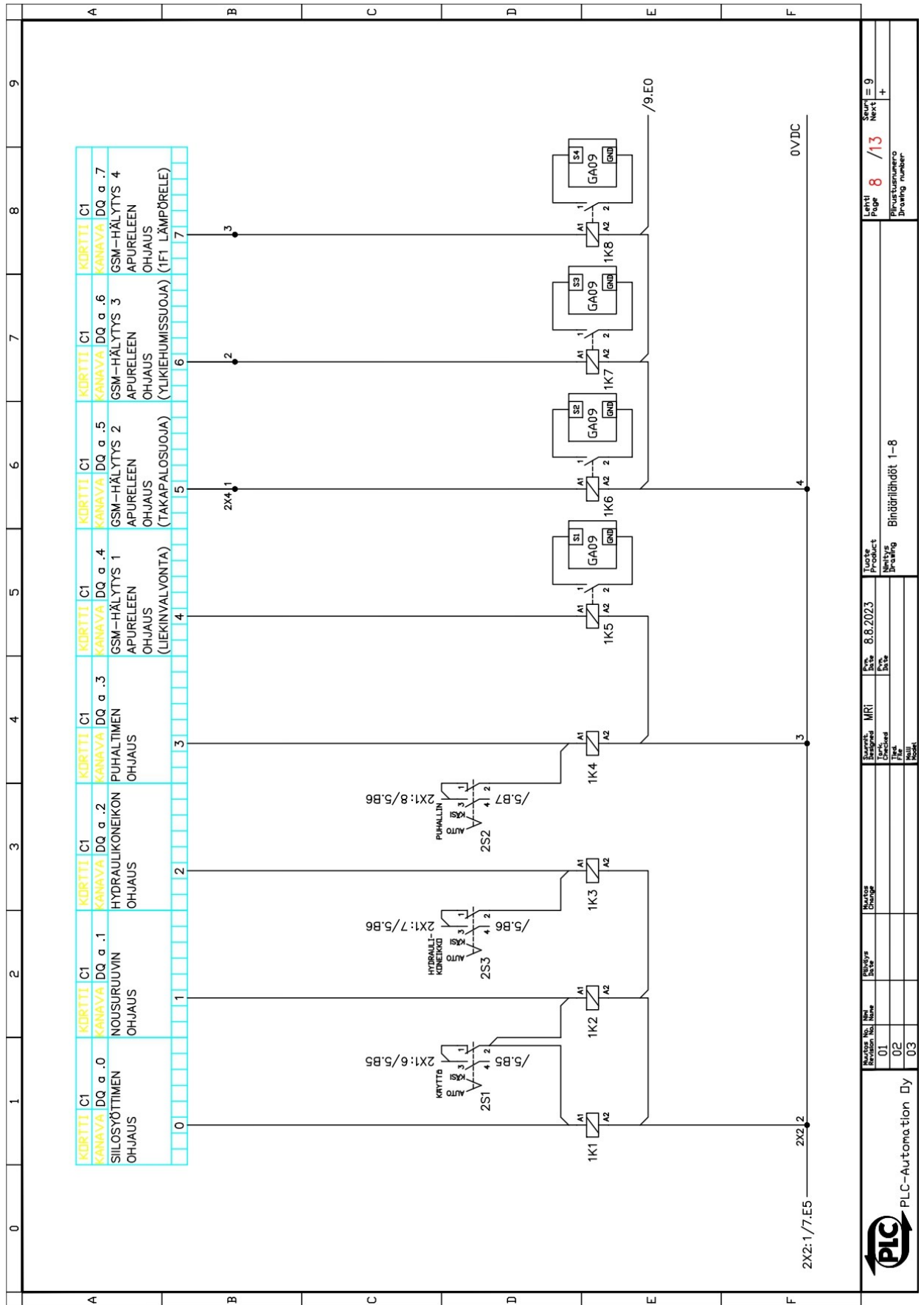
PLC-Automation Oy

Numero	Numero	Numero	Numero
01	02	03	

Binääritulot 9-14

Lehti	Sheet
Page	Next
6 / 13	7
Plussinumero	+
Breaking number	



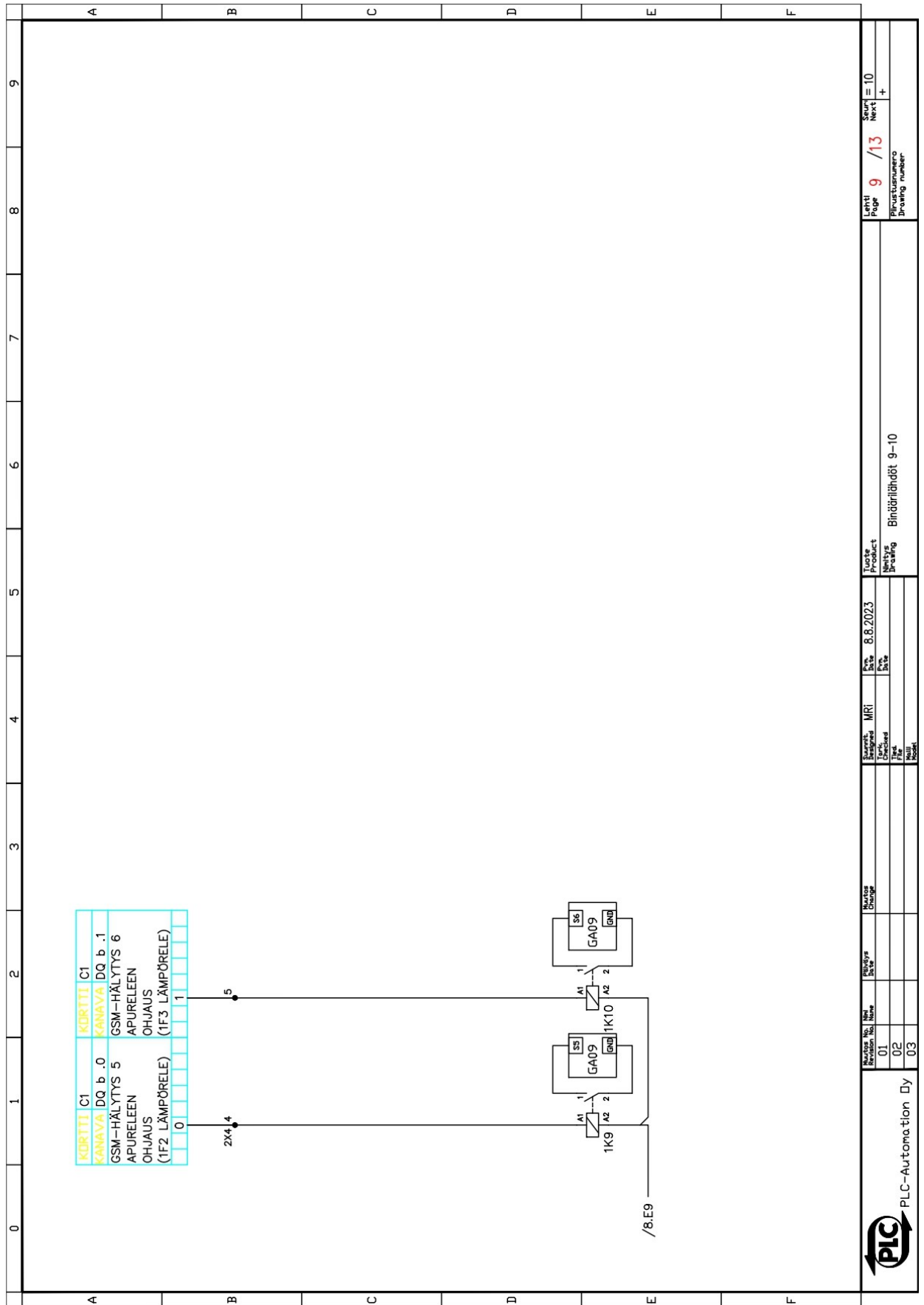


PLC-Automation Oy

Numero	Rev.	Ilmoitus	MRI	Paik.	Paik.
01					
02					
03					

Luote Product Drawing
 Binääriohdot 1-8

Lehti Page 8 / 13
 Next = 9
 Piirustusnumero Drawing number



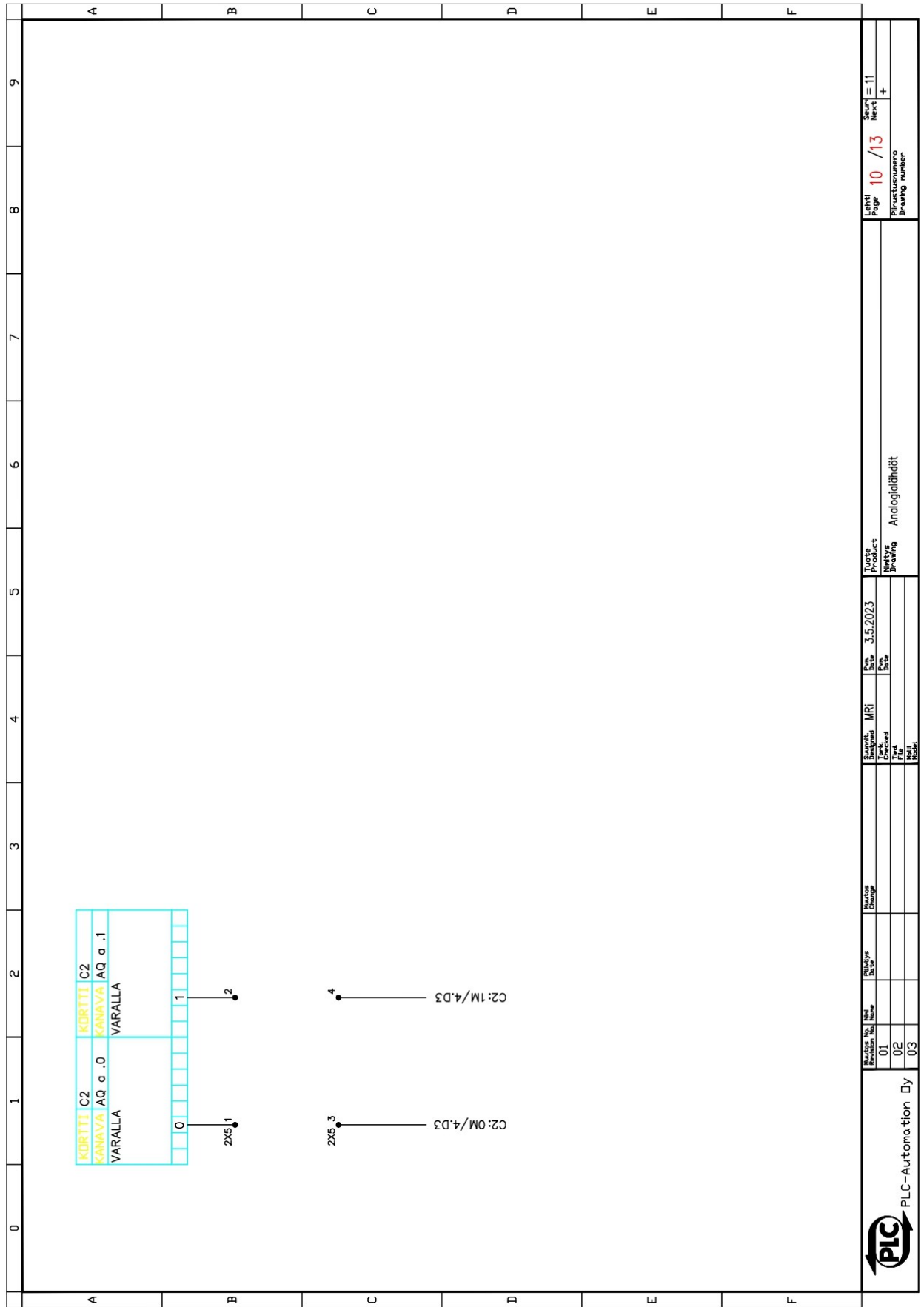
PLC-Automation Oy

Numero	Nimi	Yksikkö	Määrä	Yksikkö	Yksikkö	Yksikkö	Yksikkö
01							
02							
03							

Luote Product Drawing
 Binääriohdot 9-10

Lehti Page 9 /13
 Piirustusnumero Drawing number

Seuraava Next = 10

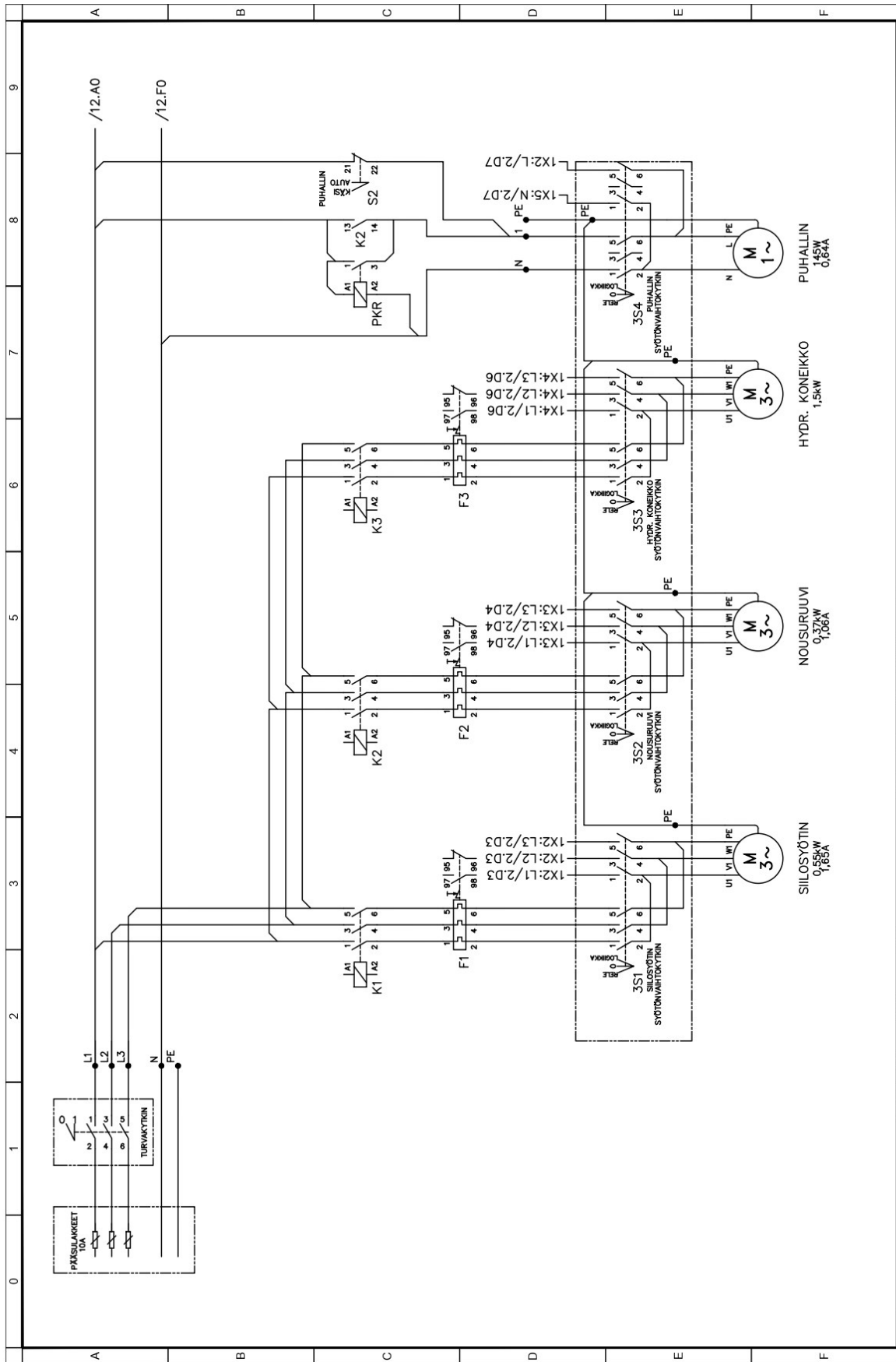


PLC-Automation Oy

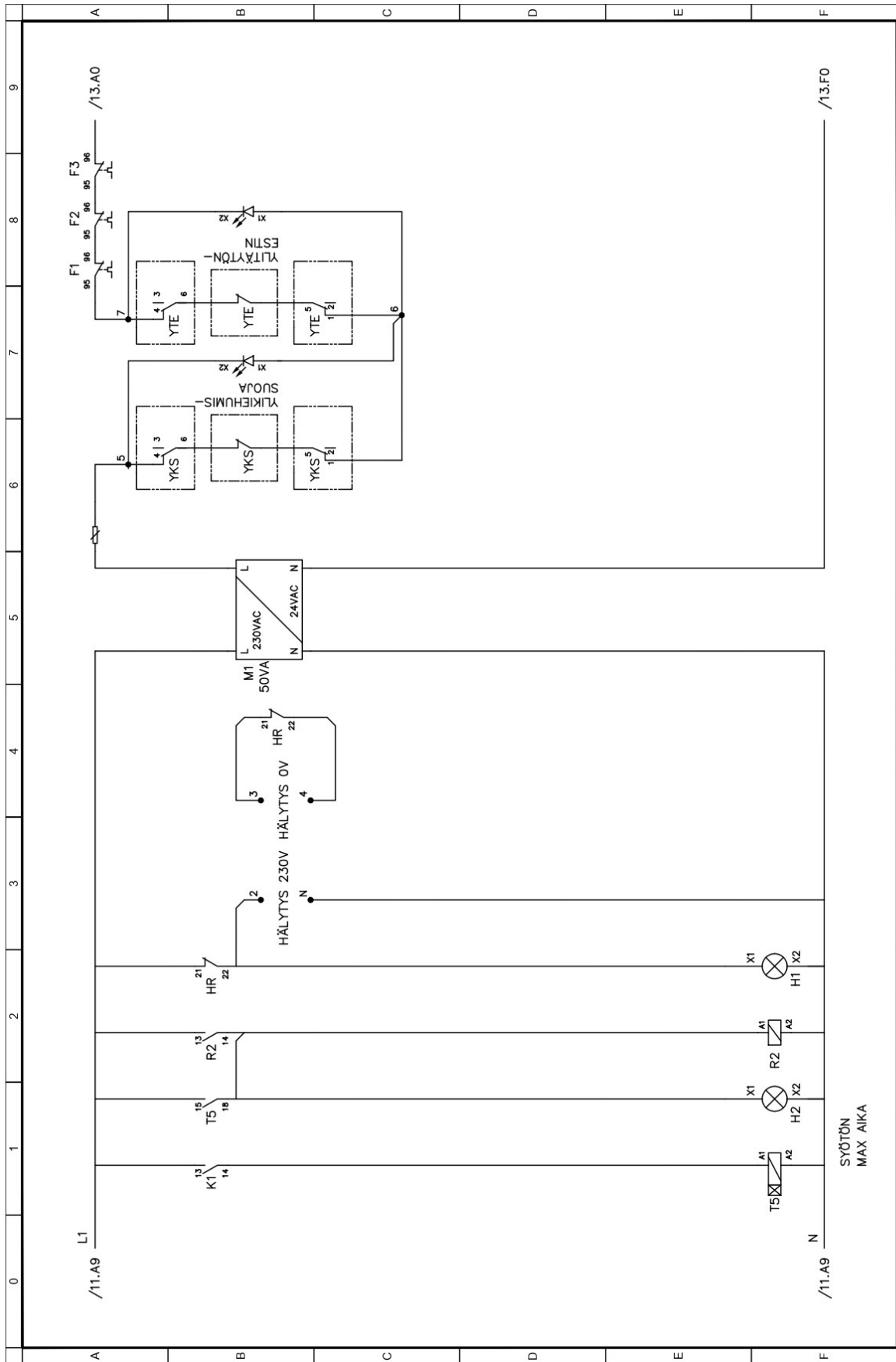
Version No. Revision No.	01
02	
03	

Product Name
Miettyjä
Pöytätyö
Analogilähdöt

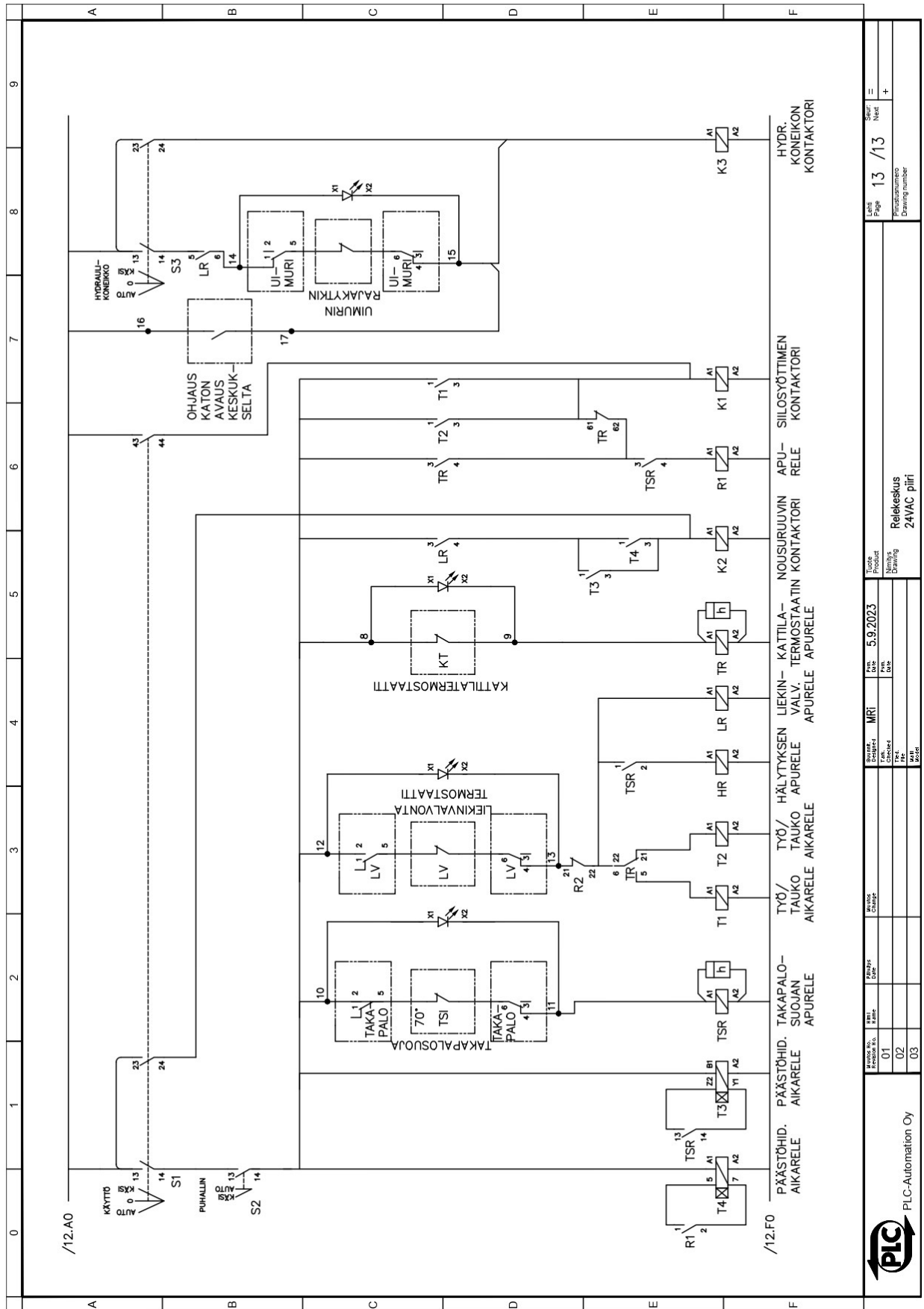
Sheet Page	10	/	13
Sheet Next	=	11	+
Sheet Number	Drawing number		



	PLC-Automation Oy		03 02 01	03 02 01	3.5.2023	MRI	3.5.2023	Title Product Drawing	Reliekesuksen moottorikäyttöpiiri		11 / 13	Sheet = 12 Next +
	03	02							01	03		



	PLC-Automation Oy		01	02	03	5.9.2023	MRI	MR	5.9.2023	Time: Product	Relekeskus 230VAC/24VAC muuntaja	12 /13	13
			01	02	03	5.9.2023	MRI	MR	5.9.2023	Time: Product	Relekeskus 230VAC/24VAC muuntaja	12 /13	13
			01	02	03	5.9.2023	MRI	MR	5.9.2023	Time: Product	Relekeskus 230VAC/24VAC muuntaja	12 /13	13



Sheet No.	13	Next	+
Page	13		
Scale			
Revision			

Title	Relekeskus
Product	24VAC piiri
Author	
Checked	
Date	
Scale	

Revision	01	02	03
Author			
Checked			
Date			
Scale			

Revision	01	02	03
Author			
Checked			
Date			
Scale			

Revision	01	02	03
Author			
Checked			
Date			
Scale			



TARKASTUSPÖYTÄKIRJA

Sähkösäätöjärjestelmän käyttöönotto (pöytäkirja säilytettävä)

1. Työkohde	Asiakas	[REDACTED]	
	Osoite	[REDACTED]	Puhelin
2. Sähköurakoitsija	Nimi	[REDACTED]	
	Osoite	[REDACTED]	Puhelin
2.1 Sähkötöiden johtaja	[REDACTED]	Puhelin	
3. Jakeluverkon haltija	Kajave		
4. Nimellisjännite ja -virta	400 V / 25 A		5. Keskuksen kiskoston oikosulkuvirta
6. Tarkastuksen peruste	<input type="checkbox"/> Uudisasennus	<input type="checkbox"/> Muutos- tai laajennustyö	<input type="checkbox"/> Korjaustyö
	<input type="checkbox"/> Uusintatarkastus	<input checked="" type="checkbox"/> Muu: _____	
	Työ: Lämpökeskuksen ohjainkeskuksen väsyminen.		
7. Silmämääräisen tarkastuksen tarkastus (kts. ohje)	a. Liittymisjohto		
	<input type="checkbox"/> pääte	<input type="checkbox"/> suojaus	<input type="checkbox"/> läpivienti Laji: Poikkipin
	b. Päävarokkeet		
	sulake/varoke _____ x _____ A / _____ x _____ A		
	c. Pääpotentialitasaus		
	<input type="checkbox"/> PE- tai PEN-kisko	<input checked="" type="checkbox"/> maadoitusjohdin	<input type="checkbox"/> vesiputkistot
	<input type="checkbox"/> ilmanvaihtokanavat	<input type="checkbox"/> betonirauditus	<input type="checkbox"/> antennimaadoitus
	<input type="checkbox"/> puhelinmaadoitus	<input type="checkbox"/> ukkossuojaus	
	d. Pääkeskus		
	<input type="checkbox"/> Asennus/sijoitus	<input type="checkbox"/> rakenne	<input type="checkbox"/> Keskuksen merkinnät
	<input type="checkbox"/> maadoitusjohtimien merkinnät	<input type="checkbox"/> erotusmahdollisuus	<input type="checkbox"/> kiertosuunta
	e. Ryhmäkeskukset		
	<input checked="" type="checkbox"/> Asennus/sijoitus	<input checked="" type="checkbox"/> rakenne	<input checked="" type="checkbox"/> Keskuksen merkinnät
<input checked="" type="checkbox"/> N- ja PE-johtimien merkinnät	<input checked="" type="checkbox"/> kiertosuunta	<input type="checkbox"/>	
f. Ryhmäjohdot			
<input checked="" type="checkbox"/> liittäminen keskukseen	<input checked="" type="checkbox"/> poikkipinnat	<input checked="" type="checkbox"/> kaapelimerkinnät	
<input checked="" type="checkbox"/> asennus			
g. Pistorasiat			
<input type="checkbox"/> sijoitus, kiertosuunta(3-vaiheiset)	<input type="checkbox"/> rakenne	<input type="checkbox"/> johtimien liitokset	
h. Valaisimet			
<input type="checkbox"/> sijoitus	<input type="checkbox"/> rakenne		
i. Lämmityslaitteet			
<input type="checkbox"/> pattereiden sijoitus ja asennus	<input type="checkbox"/> kiukaan sijoitus ja asennus	<input type="checkbox"/> lämmityskelmujen asennus	
<input type="checkbox"/> lämmityskaapeleiden asennus	<input type="checkbox"/> vedenlämmittimien asennus		
j. Maadoituselektrodi ja sen rakenne			
<input type="checkbox"/> Perustusmaadoitus	<input type="checkbox"/> Muu, mikä?	Perustelut	
k. Muut asennukset			
<input type="checkbox"/> palovaroittimet	<input type="checkbox"/> antenniasennukset	<input type="checkbox"/> ATK-verkon asennukset ja mittaukset	
l. loppupiirustukset			
<input checked="" type="checkbox"/> keskuskaaviot	<input checked="" type="checkbox"/> johdotuskuvat	<input checked="" type="checkbox"/> käyttöohjeet ja käytönopastus	

Keskus- kohtaiset mittaukset	a. Suoja- ja potentiaalintasausjohtimien jatkuvuus, todettu kaikista laitteista ja pistorasioista					
	<input checked="" type="checkbox"/> jatkuvuus todettu mittaamalla, suurin arvo <u>0.1</u> Ω, ryhmässä					
	b. Eristysresistanssi					
	koko keskuksen eristysresistanssi <u>∞</u> MΩ, onko OK?					
	Erikseen mitattavat ryhmäjohdot:					
	ryhmä nro	eristysresistanssi MΩ	ryhmä nro	eristysresistanssi MΩ		
c. Syötön automaattisen poiskytkennän vaatimusten toteutuminen						
<input type="checkbox"/> todettu mittaamalla <input type="checkbox"/> todettu suunnitelmista						
Pienin oikosulkuvirta erikseen mitattavista ryhmistä:						
ryhmä nro	Ik min/A	Onko OK ?	ryhmä nro	Ik min/A	Onko OK ?	
<u>3x10A</u> <u>1</u>	<u>308A</u>	<u>OK</u>				
d. Vikavirtasuojakytkimet(käyttötarkoitus Vs=vikasuojaus LS=lisäsuojaus PS=palosuojaus)						
tunniste ja käyttötarkoitus			nimellisarvot In/IΔn mA		Mitattu IΔ mA	
e. Käytetyt mittalaitteet						
Laite	Valmistaja	Tyyppi				
<u>ASENNUSTESTERI</u>	<u>BEHN NMBROBE</u>	<u>PRO INSTALL 100</u>				

EMC-suojaus	- Kohteessa on käytetty TN-S särjestelmää <input checked="" type="checkbox"/>
	- Maadoitukset ja potentiaalintasaukset on toteutettu EMC-vaatimusten mukaisesti <input checked="" type="checkbox"/>
	- Kaapeleiden valinta, sijoittelu ja asentaminen on toteutettu EMC-vaatimusten mukaisesti <input checked="" type="checkbox"/>
	- Laitevalinnoissa on huomioitu asennusympäristön vaatimukset <input checked="" type="checkbox"/>
	- Asennuksessa on noudatettu laitevalmistajan ohjeita <input checked="" type="checkbox"/>
	- Muuta, mitä?
	- Sähkölaitteisto täyttää sähköturvallisuuslain 1135/2016 ja valtioneuvoston asetuksen(1436/2016) sähkömagneettista yhteensopivuutta koskevat vaatimukset <input checked="" type="checkbox"/>
8.2 Huolto- ja kunnossapito-ohjelman tarve	- Kohteeseen kunnossapito-ohjelma vaaditaan <input type="checkbox"/> ei vaadita <input checked="" type="checkbox"/>
	- Kohteessa on huolto- ja kunnossapito-ohjelma <input type="checkbox"/>
	- Kohteessa on käyttö-, huolto- ja kunnossapito-ohjeet <input type="checkbox"/>
	- Kohteessa on poistumisreitivalaistus <input type="checkbox"/>
	- Kohteessa on poistumisreitivalaistusta koskeva kunnossapito-ohjelma <input type="checkbox"/>
8.3 Seuraava määräaikaistarkastus	- Tarkastus vaaditaan <input type="checkbox"/> ei vaadita <input checked="" type="checkbox"/>
	- Edellinen määräaikaistarkastus _____
	- Seuraavan määräaikaistarkastuksen ajankohta _____
8.4 Palovaroittimet	<input type="checkbox"/> Vakuutamme, että palovaroittimet täyttävät niille asetetut vaatimukset ja että ne on asennettu määräysten mukaisesti
	<input type="checkbox"/> Palovaroittimen käyttö- ja huolto-ohjeet on luovutettu
	<input type="checkbox"/> Selvitys kuinka palovaroittimien virran ja varavirran syöttö on toteutettu:

	<input type="checkbox"/> Palovaroittimien osalta on laadittu erillinen asennustodistus, jossa on mainittu edellä esitetyt asiat ja joka on pöytäkirjan liitteenä(paloilmoitinliike).
9. Tarkastuksen tulos	Kohde on toteutettu standardikäsi- ja kirjokirjojen SFS 600-1-1 ja SFS 600-1-2 vaatimusten mukaisesti <input checked="" type="checkbox"/> Kyllä <input type="checkbox"/> Ei (puutteet liitteenä)
10. Tarkastuksen tekijä	Nimi _____
	Aika ja paikka <u>13.10.2023</u> _____
	Allekirjoitus _____

Täyttöohjeet

Kohta 7

Silmämääräisessä tarkastuksessa todetaan sopivassa asennustyön vaiheessa, että standardin SFS 6000 kohdan 611 vaatimukset täyttyvät.

Merkintä +, jos tarkastettava osa on kunnossa; -, jos tarkastettava osa ei ole kunnossa; 0, jos osa ei kuulu tarkastukseen

Kohta 8

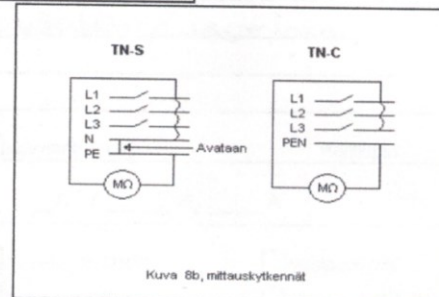
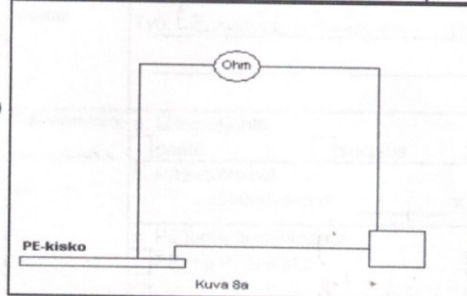
a) Jatkuvuusmittauksessa varmistetaan asennuksen suojohtimien, potentiaalintasausjohtimien ja PEN-johtimien jatkuvuus.

Mittauskytkentä on kuvan 8a mukainen. Suurin resistanssiarvo saa olla noin 1...3 ohmia.

b) Vaaditut eristysresistanssiarvot on esitetty taulukossa 8b ja mittauskytkennät kuvassa 8b.

Taulukko 8b, vaaditut eristysresistanssiarvot

Nimellisjännite / V	Koejännite / V	Eristysresistanssi / M Ω
SELV ja PELV	250 V	väh. 0,25
Enintään 500 V	500 V	väh. 1,00
Yli 500 V	1000 V	väh. 1,00



c) Syötön automaattinen poiskytkentä

Syötön automaattisen poiskytkennän toimivuus varmistetaan mittaamalla pienin oikosulkuvirta tai toteamalla vastaavat arvot suunnitelmista (suunnitelmista saatu arvo saa olla sama kuin suojalaitteen toimintavirta). Selvitettyä arvoa verrataan suojalaitteen edellyttämään virtaan.

Vaaditut arvot käyvät ilmi taulukosta 8c.

Mittaamalla saadun arvon tulee olla 25% suojalaitteen toimintavirtaa suurempi.

Taulukko 8c

Suojalaitteen nimellisvirta A	Suojalaitteiden toimintarajavirrat ja pienimmät hyväksyttävät mittaustulokset							
	gG-sulake 0,4 s A	Vaadittu mitattu arvo A	gG-sulake 5,0 s A	Vaadittu mitattu arvo A	Johdonsuojakatkaisijat			
					B-tyyppi 0,4 s ja 5,0 s A	Vaadittu mitattu arvo A	C-tyyppi 0,4 s ja 5,0 s A	Vaadittu mitattu arvo A
6	46,5	58,2	28	35	30	37,5	60	75
10	82	102,5	46,5	58,2	50	62,5	100	125
16	110	137,5	65	81,3	80	100	160	200
20	145	181,3	85	106,3	100	125	200	250
25	180	225	110	137,5	125	156,3	250	312,5
32	270	337,5	150	187,5	160	200	320	400
50	470	587,5	250	312,5	250	312,5	500	625
63	550	687,5	320	400	315	393,8	630	787,5
80	840	1050	425	531,3	400	500	800	1000
125	1450	1812,5	715	893,8	625	781,3	1250	1562,5

d) Mikäli testataan nousevalla vikavirralla, ilmoitetaan todellinen toimintavirta.

Mikäli testataan nimellistoimintavirralla, ilmoitetaan testivirta.