



Olli Alatalo

# Hydrauliikkakoneikon ohjauksen modernisointi

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Sähkö- ja automaatiotekniikka

Insinöörityö

7.11.2022

## Tiivistelmä

Tekijä: Olli Alatalo  
Otsikko: Hydrauliikkakoneikon ohjauksen modernisointi  
Sivumäärä: 32 sivua + 4 liitettä  
Aika: 7.11.2022

Tutkinto: Insinööri (AMK)  
Tutkinto-ohjelma: Sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma  
Ammatillinen pääaine: Sähkövoimatekniikka  
Ohjaajat: Lehtori Kai Virta  
Pääsuunnittelija Heidi Lajunen

---

Tämän insinööriyön tilaaja oli Valmet Technologies Oy ja sen tarkoituksena oli suunnitella ja toteuttaa moderni ohjaus hydrauliikkakoneikolle, joka tulee paperin jälkikäsitteilylaitteiden testaus- ja koeajokäyttöön. Työn lähtökohtana oli saada koneikosta ohjauksen modernisoinnin avulla nykyaikainen ja siirrettävä. Työssä tehtiin ohjauspiirikaaviot, jännitteenjaon piirikaaviot sekä ohjauskaapin layout-kuvat CADMATIC Electrical -ohjelmistolla.

Kyseessä oli modernisointi, joten tarkoitus ei ollut muuttaa koneikon toimintaa tai toimilaitteita. Tarkoitus oli rakentaa nykyaikainen ohjaus olemassa oleville toimilaitteille, jotka huollettiin ennen käyttöönottoa. Koneikosta saatiin siirrettävä uuden ohjauskaapin ja kaapeloinnin avulla, sekä ohjauksesta saatiin nykyaikainen uudella ohjelmoitavalla logiikalla.

Insinööriyön lopputuloksena Valmet Technologies Oy:lle jää toimiva testikoneikko nykyaikaisella ohjauksella sekä siihen liittyvä dokumentointi.

Avainsanat: hydrauliikkakoneikko, modernisointi, CADMATIC Electrical

## Abstract

Author: Olli Alatalo  
Title: Hydraulic Unit Control System Modernization  
Number of Pages: 32 pages + 4 appendices  
Date: 7 November 2022

Degree: Bachelor of Engineering  
Degree Programme: Electrical and Automation Engineering  
Professional Major: Electrical Engineering  
Supervisors: Kai Virta, Senior Lecturer  
Heidi Lajunen, Chief Engineer

---

This bachelor's thesis work was carried out for Valmet Technologies Oy and its main purpose was to design and implement the modernization of an old hydraulic unit. The hydraulic unit will be used in the testing of paper finishing machines. The goal was to make the hydraulic unit mobile and up to date by modernizing the controls of the hydraulic unit. The circuit diagrams, control voltage distribution diagrams and layout diagrams were made using CADMATIC Electrical.

Because this was a modernization, the goal was not to change the way the hydraulic unit works or the actuators in it. The main purpose was to design a modern way of controlling the already existing actuators, that were serviced before commissioning. The hydraulic unit was made mobile by changing the control cabinet and cables. The modern control of the hydraulic unit was made possible by a new programmable logic controller.

As a result of this thesis work, Valmet Technologies Oy will have a fully functioning hydraulic unit with modern controls and the documentation for it.

Keywords: Hydraulic unit, modernization, CADMATIC Electrical

# Sisällys

## Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Hydrauliikkakoneikko	1
2.1	Hydrauliikkakoneikon toimintaperiaate	1
2.2	Modernisoitavan hydrauliikkakoneikon komponentit	2
3	Ohjelmoitava logiikka	3
4	Suunnittelutyö	5
4.1	Koneikon toiminnan suunnittelu	5
4.2	I/O-tarpeen määrittäminen	5
4.3	Ohjauskaappi ja MCC	7
4.4	Jännitteenjako	11
4.5	Ohjauskaapelit	12
4.6	Ohjauspiirikaaviot	15
4.6.1	230 V:n komponentit	15
4.6.2	24 V:n digitaaliset komponentit	18
4.6.3	24 V:n analogiset komponentit	19
4.7	Layout-kuvat ja PLC-ohjelmointi	22
5	Koneikon toiminnan kuvaus ja ohjaus	23
5.1	Toiminnan kuvaus	23
5.2	Koneikon ohjaus	26
6	Käyttöönotto	28
7	Yhteenveto	30
	Lähteet	30

## Liitteet

Liite 1: Jännitteenjaon piirikaaviot

Liite 2: Ohjauspiirikaaviot

Liite 3: Layout-kuvat

## Liite 4: Koneikon käyttöohje

## Lyhenteet

DOL: *Direct on line.* Moottorin suorakäynnistys.

DI: *Digital Input.* Digitaalitulo, binäärinen tulosignaali.

DO: *Digital Output.* Digitaalilähtö, binäärinen lähtösignaali.

AI: *Analog Input.* Analogiatulo, analoginen tulosignaali.

AO: *Analog Output.* Analogialähtö, analoginen lähtösignaali.

CPU: *Central processing unit.* Prosessori, joka hallitsee ohjelmoitavan logiikan toimintaa.

PLC: *Programmable Logic Controller.* Ohjelmoitava logiikka.

MCC: *Motor control center.* Moottorikeskus.

# 1 Johdanto

Insinöörityöni aihe syntyi Valmetin tarpeesta saada käyttöönsä liikuteltava hydrauliliikkakoneikko, jolla pystytään testaamaan asiakkaille toimitettavia paperin jälkikäsitteilylaitteita. Tähän tarpeeseen valikoitui vanha testikäytössä ollut koneikko, jonka ohjaus on suunniteltu ja toteutettu 1990-luvun lopussa.

Opinnäytetyössä perehdyttiin koneikon vanhaan ohjaukseen ja siltä pohjalta kehitettiin uusi, modernimpi tapa ohjata koneikkoa. Yhtenä tavoitteista oli saada asianmukainen dokumentointi koneikossa olevista komponenteista, niiden ohjauksesta ja koneikon toiminnasta. Yksi tämän modernisoinnin suurimmista haasteista oli se, että vanhasta koneikosta oli hyvin vähän tietoa.

Valmet Oyj on suuryritys, jolla on yli toimipisteitä yli 30 maassa. Työntekijöitä yrityksessä on yli 17 000. Tämä opinnäytetyö tehtiin erityisesti Valmetin Paperiliiketoimintalinjalle.

## 2 Hydrauliliikkakoneikko

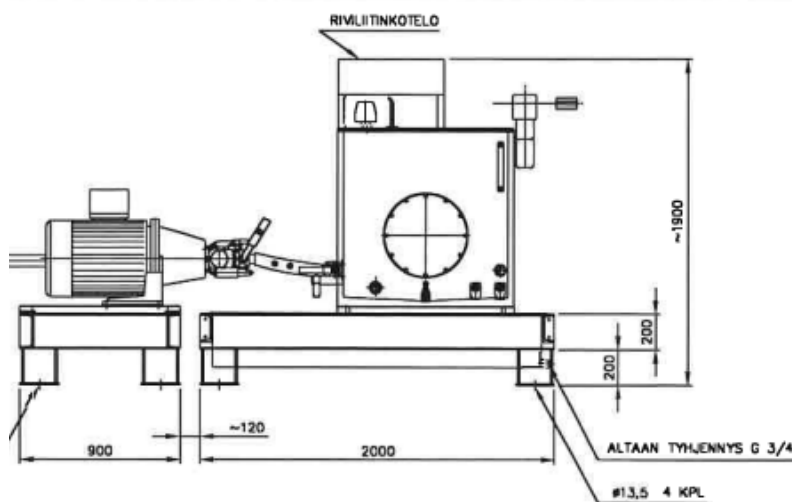
### 2.1 Hydrauliliikkakoneikon toimintaperiaate

Hydrauliliikkakoneikko on kokonaisuus, jossa varastoidaan hydraulikkajärjestelmän öljy ja tuotetaan järjestelmään tarvittava paine. Moottorien ja pumppujen avulla mekaaninen energia muutetaan hydrauliseksi energiaksi. Tämä hydraulinen energia siirretään putkia ja letkuja pitkin toimilaitteelle, kuten esimerkiksi hydraulikkasynterille. Synteri muuttaa hydraulisen energian takaisin mekaaniseksi energiaksi. Hydrauliset toimilaitteet ovat kykeneviä erittäin tarkkoihin liikkeisiin, ja ne ovat helposti hallittavissa (1).

## 2.2 Modernisoitavan hydraulikkakoneikon komponentit

Hydrauliikkakoneikon pääkomponentit ovat:

- öljysäiliö
- pääpumput
- sähkömoottorit
- suodatinpumppu
- sulkuventtiilit
- säätöventtiilit
- painelähettimet
- puhallin
- putkitus.



Kuva 1. Koneikon layout-kuva.

Työssä modernisoitava koneikko on valmistettu 1990-luvulla. Sen kokonaistilavuus on 1200 litraa ja hyötytilavuus 1000 litraa. Koneikko on varustettu kolmella ABB:n 37 kW:n kolmivaiheoikosulkumoottorilla, joilla tuotetaan järjestelmään korkeintaan 150 baarin paine. Koneikossa on kolme painelinjaa, ja jokainen pumppu syöttää omaa linjaa. Jokaisessa painelinjassa on suuntaventtiili, imu-puolen käsisulkuventtiili, painelähetin sekä säätöventtiili. Näiden lisäksi

koneikon varusteluun kuuluvat öljysäiliön rajakytkimet, termostaattit sekä suodattimet. (2.)

### 3 Ohjelmoitava logiikka

Koneikon ohjaukseen oli aikaisemmin käytetty Siemensin S5-sarjan PLC:tä. S5-sarjan PLC:t ovat edelleen täysin käyttökelpoisia, mutta tässä modernisoinnissa päätettiin päivittää logiikka Siemensin S7-sarjaan, tarkemmin Simatic ET 200SP hajautettuun I/O-järjestelmään. ET 200SP -ohjausjärjestelmä koostuu moduuleista, joista voi kasata juuri käyttötarkoitukseen sopivan kokonaisuuden.



Kuva 2. Vanha S5-sarjan ohjelmoitava logiikka

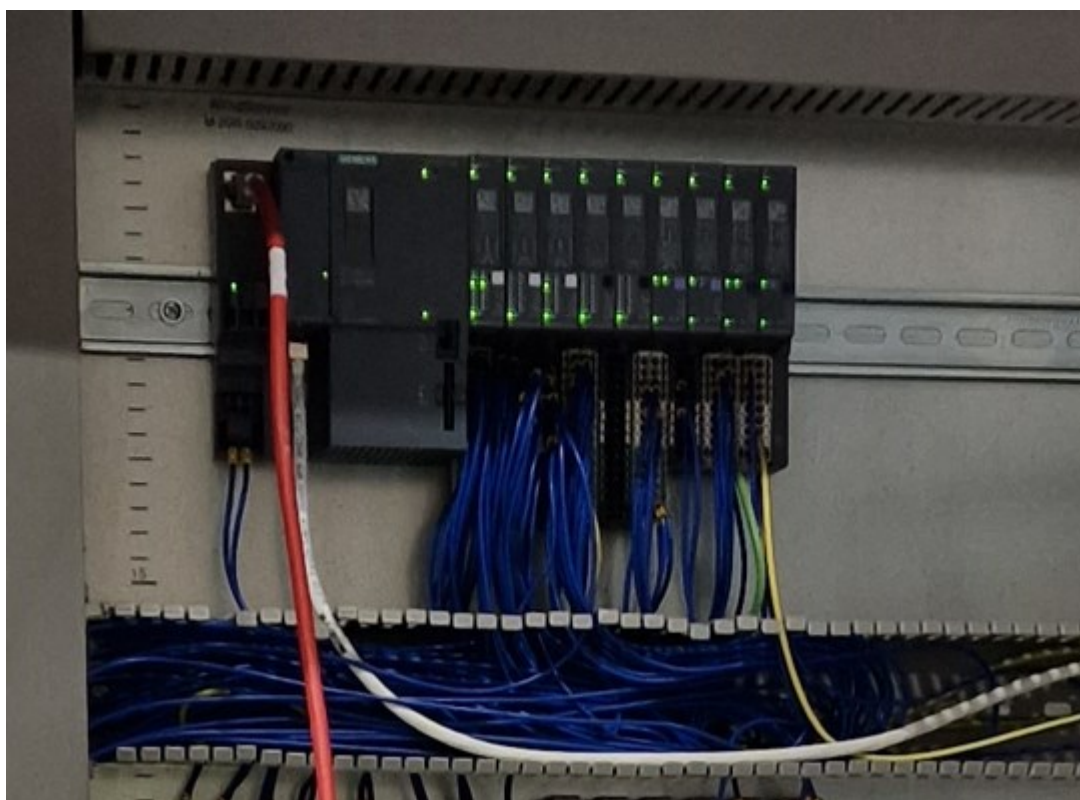
Koneikon ohjaukseen tarvittiin:

- 1 kpl CPU // 6ES7512-1SK01-0AB0
- 3 kpl DI-kortti // 6ES7131-6BF00-0CA0
- 1 kpl DO-kortti // 6ES7132-6BF00-0CA0
- 2 kpl AI-kortti // 6ES7134-6HB00-0CA1
- 2 kpl AO-kortti // 6ES7135-6HB00-0CA1
- 1 kpl ohjauspaneeli // 6AV2124-0JC01-0AX0.

Simatic ET 200SP on IP20-luokiteltu. Standardin SFS-EN 60529 mukaan IP20-luokitus tarkoittaa, että laitteisto on:

- suojattu keskikokoisia kappaleita vastaan, halkaisija 12,5mm tai suurempi
- ei suojattu vedeltä. (3.)

ET 200SP -logiikka on tarkoitettu sijoitettavaksi ohjauskaapin sisälle. ET 200SP on kooltaan myös kompaktimpi kuin S5-sarjan logiikka, sekä sen johdottaminen ja asennus on hyvin yksinkertaista. ET 200SP mahdollistaa myös moduuleiden vaihdon käytön aikana. Jos yksi I/O-kortti hajoaa, se voidaan vaihtaa sammuttamatta koko laitteistoa. Näin ollen prosessi voi olla käynnissä ja ainoastaan rikki-näisen kortin ohjaukset eivät toimi, kunnes toimiva komponentti on vaihdettu tilalle. (4, s. 4.)



Kuva 3. Uusi S7-sarjan ohjelmoitava logiikka.

Ohjelmoitavan logiikan komponenttien tarve oli tärkeää selvittää projektin alkuvaiheessa, sillä vallitsevan maailmantilanteen takia puolijohdekomponenttien saatavuus on yleisesti ottaen heikko. Tässä projektissa pitkistä toimitusajoista ei kuitenkaan tarvinnut huolehtia, sillä koneikon ohjaukseen ei tarvittu suurta määrää I/O-komponentteja. Logiikkaan tarvittavat osat löytyivät projektiylijäämästä yrityksen sisällä.

## 4 Suunnittelutyö

### 4.1 Koneikon toiminnan suunnittelu

Suunnittelu ja piirikaavioiden piirtäminen tapahtui CADMATIC Electrical -ohjelmistolla. Modernisointiin liittyvien dokumenttien hallinta suoritettiin CADMATIC DM -ohjelmistolla. Tällä tavalla kaikki projektiin liittyvät dokumentit, kuten vanhat ja uudet piirikaaviot, layout-kuvat ja osaluettelot, olivat keskitetyksi yhdessä paikassa ja helposti hallittavissa. Ennen suunnittelutyön alkua käytiin Valmetin Jyväskylän toimipisteessä tutustumassa vanhaan ohjauskaappiin ja koneikkoon.

Suunnittelu ei pitänyt sisällään koneikon toiminnan suunnittelua, sillä kyseessä on modernisointi. Koneikossa oli valmiina tietyt toimilaitteet, jotka oli tarkoitus saada toimimaan modernisoinnin avulla. Koneikon toiminta pyrittiin pitämään samanlaisena kuin ennen, ainoastaan toimilaitteiden ohjausmenetelmiin tehtiin muutoksia. Hankaluuksia koneikon toiminnan suunnittelussa aiheutti vanhan koneikon toiminnan dokumentoinnin puute.

### 4.2 I/O-tarpeen määrittäminen

Suunnittelutyön alkuvaiheessa oli tärkeää selvittää I/O-tarve. Rajakytkimiltä ja termostaateista tarvitaan tulosignaali ohjelmoitavalle logiikalle, jotta se pystyy lähettämään lähtösignaalin ohjattaville laitteille. Näitä ohjattavia laitteita ovat esimerkiksi moottorin käynnistykseen käytettävät kontaktorit ja koneikossa olevat venttiilit. Käytetyissä digitaalitulokorteissa ja digitaalilähtökorteissa on jokaisessa kahdeksan kanavaa. Tämä tarkoittaa, että yhdellä DI-kortilla pystyy

lukemaan kahdeksaa eri tilatietoa. Vastaavasti yhdellä DO-kortilla pystyy lähettämään kahdeksan eri ohjaussignaalia. Käytetyissä AO-korteissa ja AI-korteissa on kaksi kanavaa per kortti. Yhdellä AI-kortilla pystyy siis lukemaan esimerkiksi kahden painelähttimen lähettämää virta- tai jännitesignaalia. Vastaavasti yhdellä AO-kortilla pystyy lähettämään kahdelle toimilaitteelle virta- tai jännitesignaalia.

Full ID	Channel number	Connection status	Connected I/Os	Channel address	Product model description	I/O count
A10-3-101	5	Connected	U1-M5-706	E6.4	8 DI, 24VDC, ET200SP, AUX	1
A10-3-101	6	Connected	U2-M5-706	E6.5	8 DI, 24VDC, ET200SP, AUX	1
A10-3-101	7	Connected	TS2.1-706	E6.6	8 DI, 24VDC, ET200SP, AUX	1
A10-3-101	8	Connected	TS2.2-706	E6.7	8 DI, 24VDC, ET200SP, AUX	1
A10-4-101	1	Connected	K10-706	A7.0	8 DO, 24VDC 0,5A , ET200SP	1
A10-4-101	2	Connected	K11-706	A7.1	8 DO, 24VDC 0,5A , ET200SP	1
A10-4-101	3	Connected	K12-706	A7.2	8 DO, 24VDC 0,5A , ET200SP	1
A10-4-101	4	Connected	K13-706	A7.3	8 DO, 24VDC 0,5A , ET200SP	1
A10-4-101	5	Connected	K14-706	A7.4	8 DO, 24VDC 0,5A , ET200SP	1
A10-4-101	6	Connected	K15-706	A7.5	8 DO, 24VDC 0,5A , ET200SP	1
A10-4-101	7	Connected	K16-706	A7.6	8 DO, 24VDC 0,5A , ET200SP	1
A10-4-101	8	Connected	K17-706	A7.7	8 DO, 24VDC 0,5A , ET200SP	1
A10-5-101	1			A8.0	8 DO, 24VDC 0,5A , ET200SP	
A10-5-101	2			A8.1	8 DO, 24VDC 0,5A , ET200SP	
A10-5-101	3			A8.2	8 DO, 24VDC 0,5A , ET200SP	
A10-5-101	4			A8.3	8 DO, 24VDC 0,5A , ET200SP	
A10-5-101	5			A8.4	8 DO, 24VDC 0,5A , ET200SP	
A10-5-101	6			A8.5	8 DO, 24VDC 0,5A , ET200SP	
A10-5-101	7			A8.6	8 DO, 24VDC 0,5A , ET200SP	
A10-5-101	8			A8.7	8 DO, 24VDC 0,5A , ET200SP	
A10-6-101	1	Connected	PT1-706	PEW4000	2 AI, 0/4-20mA / +-20mA, +-5	1
A10-6-101	2	Connected	PT2-706	PEW4002	2 AI, 0/4-20mA / +-20mA, +-5	1
A10-7-101	1	Connected	PT3-706	PEW4004	2 AI, 0/4-20mA / +-20mA, +-5	1
A10-7-101	2			PEW4006	2 AI, 0/4-20mA / +-20mA, +-5	
A10-8-101	1	Connected	VT1-706	PAW4008	2 AO, +-10V//+-5V/1-5V/0-10'	1
A10-8-101	2	Connected	VT2-706	PAW4010	2 AO, +-10V//+-5V/1-5V/0-10'	1
A10-9-101	1	Connected	VT3-706	PAW4012	2 AO, +-10V//+-5V/1-5V/0-10'	1
A10-9-101	2			PAW4014	2 AO, +-10V//+-5V/1-5V/0-10'	

Kuva 4. I/O-korttien kanavien kytkeminen toimilaitteisiin CADMATIC Electrical -ohjelmistolla.

Ensimmäisenä oli tehtävä Excel-listaus kaikista tarvittavista digitaalisista ja analogisista tuloista ja lähdöistä. Koneikon ohjaukseen tarvittiin 24 eri digitaalista tulotietoa, mikä tarkoittaa kolmea kappaletta kahdeksankanavaista DI-korttia. Digitaalisia lähtösignaaleja tarvittiin kahdeksan kappaletta, mikä tarkoittaa yhtä kahdeksankanavaista DO-korttia. Koneikossa on kolme painelähtintä, joten

kaksikanavaisia AI-kortteja tarvittiin kaksi kappaletta. Koneikossa on kolme proportionaaliventtiiliä, joilla ohjataan painelinjojen painetta. Näiden venttiilien ohjaamiseen tarvitaan kaksi kappaletta kaksikanavaisia AO-kortteja.

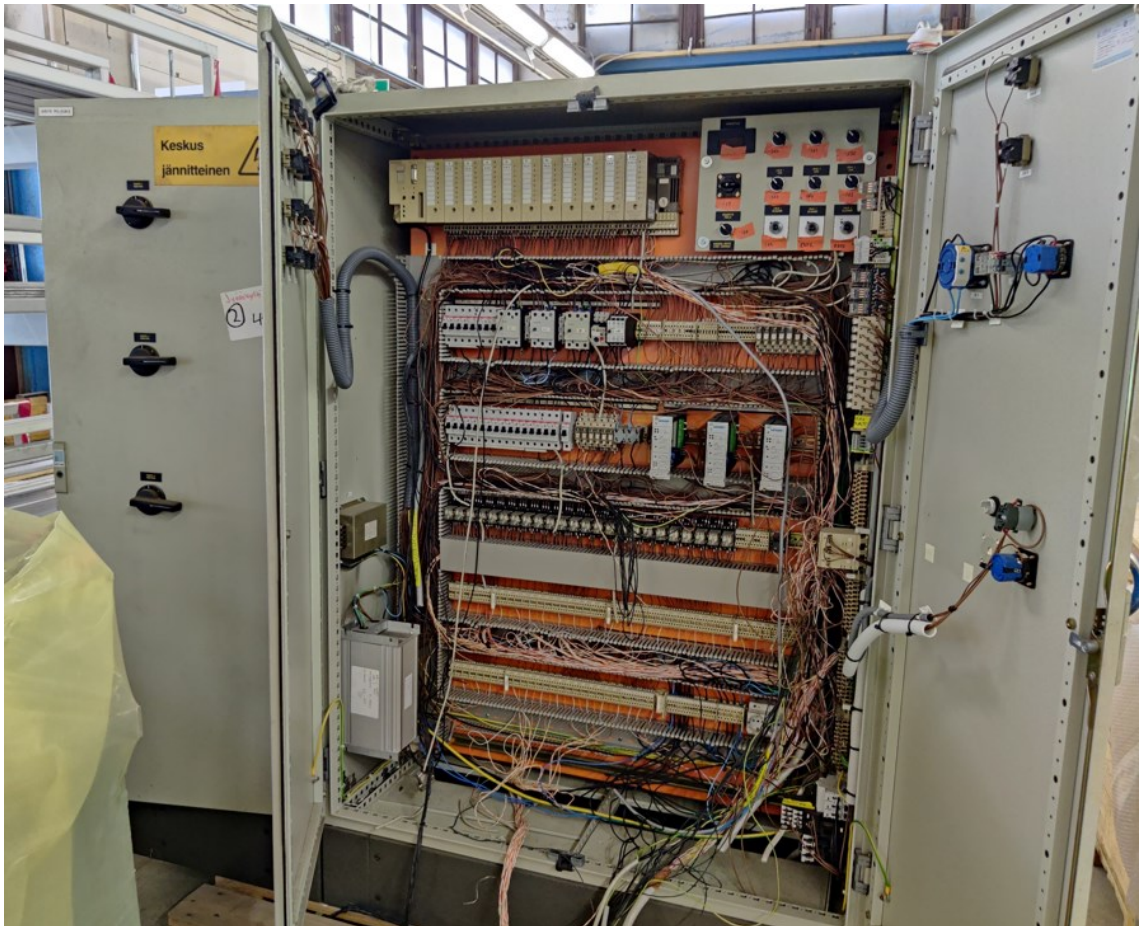
Tarvittavat I/O-kortit hankittiin yrityksen sisältä näiden tietojen perusteella.

Tässä vaiheessa suunnittelua oli tärkeää saada vain suuntaa antava tieto I/O:n määrästä. ET 200SP -ohjelmoitavaan logiikkaan voidaan lisätä moduuleita jälkikäteen, jos I/O -tarve kasvaa. Tässä tapauksessa alustava suunnitelma piti kuitenkin paikkansa.

### 4.3 Ohjauskaappi ja MCC

Koneikon aikaisemmassa ohjauksessa MCC ja ohjauskaappi olivat kiinnitettynä toisiinsa. Modernisoinnin yhteydessä hankittiin uusi erillinen ohjauskaappi, sekä olemassa oleva MCC kiinnitettiin hydrauliiikkakoneikkoon. Uusi järjestely mahdollistaa koneikon ja MCC:n siirtämisen erillisenä ohjauskaapista. Hydrauliikkakoneikot ovat yleensä melko äänekkäitä, joten yksi modernisoinnin tavoitteista oli, että ohjausta ei tarvitse tehdä koneikon vieressä. Uuden erillisen ohjauskaappin ansiosta koneikkoa voidaan ohjata niin kaukaa kuin ohjauskaapelit ylettävät.

Vanha ohjauskaappi oli 1200 mm leveä, ja se sisälsi valtavan määrän releitä, johdonsuoja-automaatteja, riviliittimiä, kytkimiä sekä vanhan S5-logiikan.



Kuva 5. Vanha ohjauskaappi ja siihen kiinnitetty MCC.

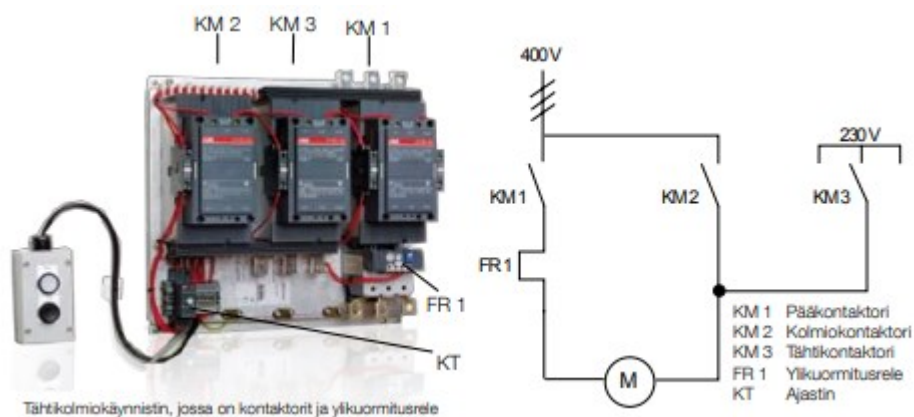
Koneikon ohjaukseen käytettiin erillisiä ohjauskoteloita, jotka kytkettiin ohjauskaappiin. Näillä ohjauskoteloilla oli tiettyjä rajoituksia, esimerkiksi ohjauskoteloilta 1, 2 ja 3 pystyi ohjata vain yhtä pumppua kerrallaan. Ohjauskotelolta 4 pystyi ohjaamaan yhtä, kahta tai kolmea pumppua samanaikaisesti. Ohjauskoteloissa oli potentiometrit, joilla säädettiin linjapainetta. Potentiometrit olivat 10-kierroksisia ja ne oli varustettu kierroslaskurilla ja lukituksella.

MCC on kaappi, joka sijoitettiin modernisoinnissa koneikkoon kiinni. MCC sisältää kontaktorit, lämpöreleet, ajastimet ja varokeytkimet moottoreiden käynnistykseen. MCC:n sisältöä ei modernisoinnissa suunniteltu uudelleen, sillä kaappi sisälsi tarvittavat komponentit moottorien tähti-kolmiokäynnistykseen.



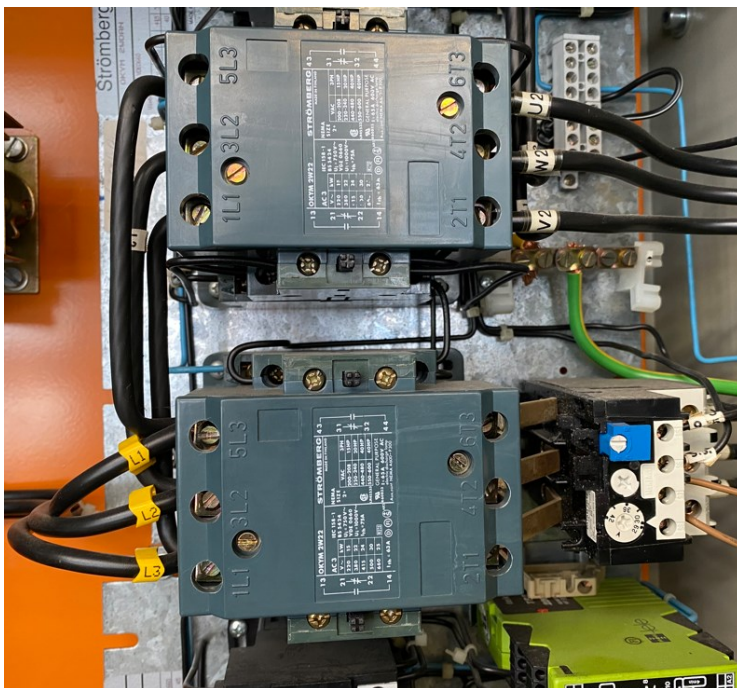
Kuva 6. MCC kiinnitettyä hydraulikkakoneikkoon.

DOL-käytössä oikosulkumoottorin käynnistysvirtasysäys on 5–10-kertainen nimellisvirtaan nähden. Virtasysäyksen huippu ei ole sidonnainen moottorin kuormitukseen, ja se kestää yleensä noin 10 verkkojaksoa. Tämä aiheuttaa jännitteen alenemaa ja sitä kautta ongelmia muille verkon kuluttajille. (5, s. 9.)



Kuva 7. Tähti-kolmiokytkentä (6, s. 14).

Koska moottorit eivät ole taajuusmuuttajaohjattuja, voidaan käynnistysvirrasyöystä rajoittaa tähti-kolmiokäynnistyksellä. Tällä menetelmällä käynnistysvirrasyöys laskee kolmannekseen verrattuna DOL-käynnistykseen. Käynnistettäessä moottorin käämitykset ovat tähtikytkennässä ja näin ollen tuottavat pienempää virtaa. Ajastimen avulla kytkentä vaihdetaan kolmiokytkennäksi, jolloin moottori antaa täyden momentin ja virran. (6, s.14–15; 7.)



Kuva 8. Tähti-kolmiokytkennän kontaktorit MCC:ssä.

Tähti-kolmiokäynnistys (Y/D-käynnistys) soveltuu ainoastaan käynnistykseen, joissa ei ole kuormaa tai kuorma on hyvin kevyt. Tähti-kolmio ei sovi sovelluksiin, joissa moottorilta vaaditaan suurta vääntömomenttia heti käynnistyksen jälkeen. Tässä projektissa tähti-kolmiokäynnistystä käytettiin pääpumpuille 1–3. Suodatinpumpulle ja puhaltimelle käytettiin DOL-käynnistystä.

Projektin alkuvaiheessa päätettiin modernisoinnin yhteydessä uusia koneikon ohjauskaappi. Uudesta ohjauskaapista haluttiin pienempi ja kevyempi, jotta se olisi helpommin liikuteltavissa. Käyttöön valikoitui ylijäämäksi jäänyt Rittalin VX8805.000-peruskaappi, jonka vakiovarusteluun kuuluu kaappirunko, katto,

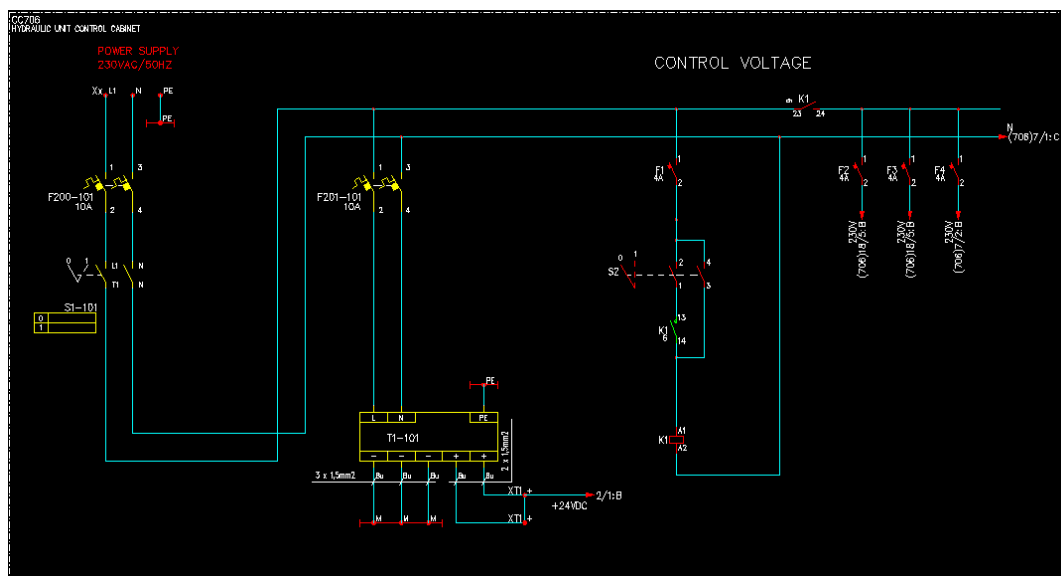
ovi, takaseinä, pohjalevy sekä asennuslevyt. Lisävarusteina kaappiin tilattiin sivuseinät, sokkelit sekä kaapin siirtelyyn tarkoitetut nostosilmukat.

Kaapin tiedot ovat:

- leveys 800 mm
- korkeus 2000 mm
- syvyys 500 mm
- IP-luokka IP55
- väri RAL 7035
- paino 122 kg.

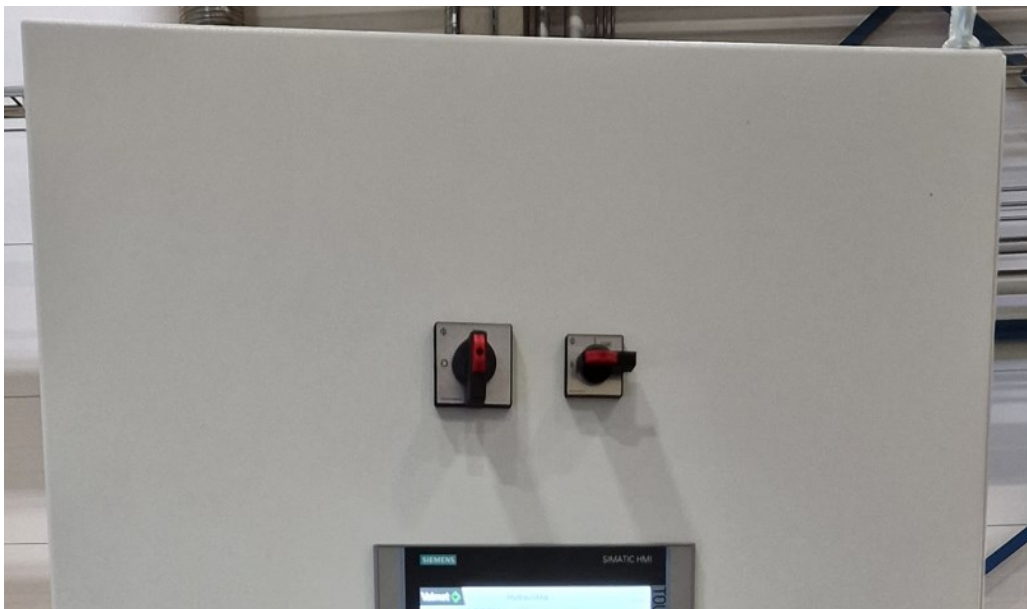
#### 4.4 Jännitteenjako

Ohjauskaappiin tuodaan käyttökohteessa 230 V:n verkkojännite. Kaapin sisällä on 10 A:n pääsulake ja kaapin ovesta pääkytkin, jolla katkaistaan jännitteen-syöttö ohjauskaappiin. Kaapin sisälle sijoitettiin Phoenix Contactin turvarele, jonka kautta kaapista lähtevät 230 V:n syötöt kulkevat.



Kuva 9. Jännitteenjaon piirikaavion ensimmäinen sivu.

Kaappiin hankittiin Phoenix Contactin jännitelähde, jotta 230 V:n jännite saatiin muutettua 24 V:n jännitteeksi. Jännitelähteen kautta 24 V:n syöttö kulkee I/O-räkille ja siitä ohjauskaapelia pitkin koneikolla sijaitsevaan riviliitinkoteloon. Riviliitinkotelosta jännite saadaan 24 V:n nimellisjännitteellä toimiville rajakytkimille ja termostaateille.



Kuva 10. Ohjauskaapin pääkytkin ja ohjausjännitteen kytkin.

Osa koneikon laitteista toimii kuitenkin 230 V:n nimellisjännitteellä, kuten moottoreiden käynnistykseen tarvittavat kontaktorit sekä painelinjan sulkuventtiilit. Tästä syystä hankittiin toinen ohjauskaapeli, jota pitkin kulki 230 V:n jännite ja signaalit. Lisäksi kaapin oveen hankittiin erillinen kytkin, jolla voidaan katkaista 230 V:n ohjausjännite, ilman että ohjelmoitavan logiikan vaatima 24 V:n jännitteensyöttö katkeaa. Häätä-seis-painike katkaisee myös 230 V:n ohjausjännitteen, mutta ei 24 V:n jännitteensyöttöä.

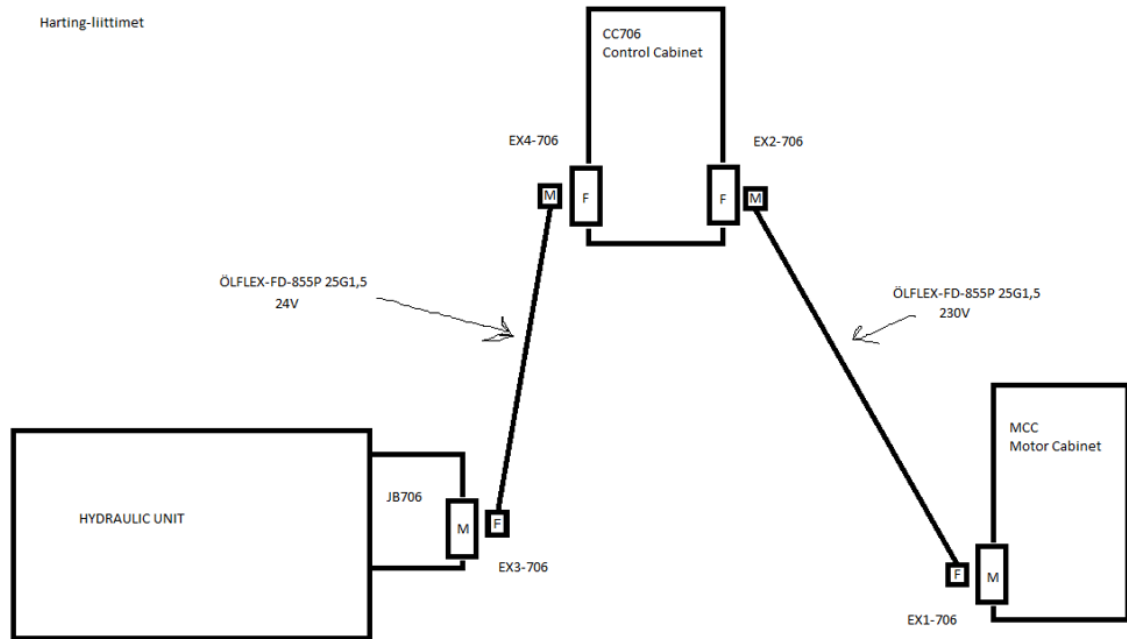
#### 4.5 Ohjauskaapelit

Uudesta koneikosta haluttiin liikuteltava, joten se täytyi huomioida myös ohjauskaapeleiden valinnassa. Jos koneikko ja ohjauskaappi olisivat pysyvästi samalla paikalla, voitaisiin kaapelit asentaa myös kiinteästi. Koneikon toimilaitteet

johdotettaisiin riviliitinkoteloon, josta signaalit vietäisiin kenttäkaapelilla ohjauskaapin riviliittimille. Vastaavasti ohjauskaapin sisällä signaalit vietäisiin johtimilla riviliittimiltä logiikalle. Tähän piti kuitenkin kehittää vaihtoehtoinen ratkaisu, sillä hydraulikkakoneikkoa ja ohjauskaappia tullaan käytössä siirtämään eri paikkoihin.

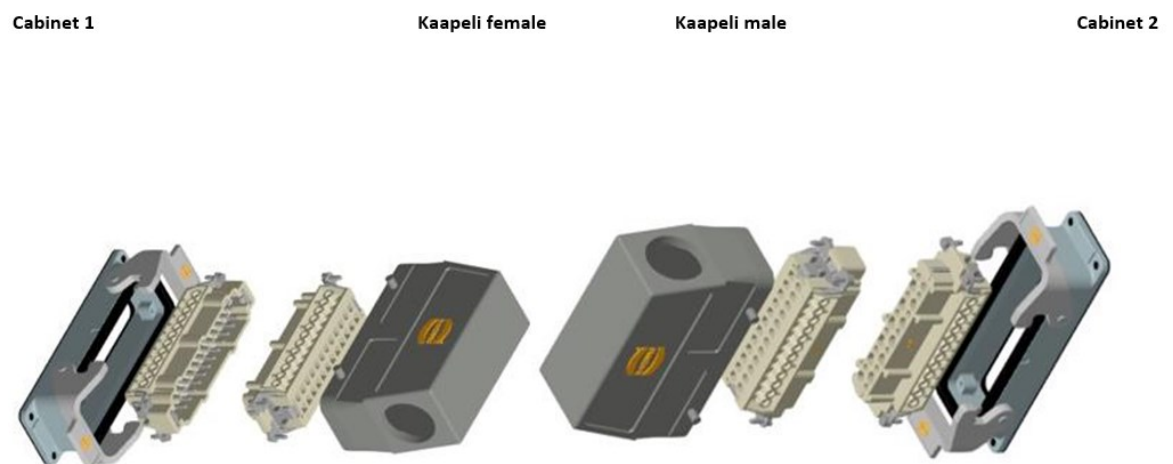
Siirreltävyys takia kaapelin tulee kestää ulkoilmaolosuhteita ja taivuttelua. Koneikon ohjausta varten hankittiin kaksi kappaletta 40 m:n pituista Ölflex-FD-855-P 25G1,5 -ketjukaapelia. Kaapelissa on 24 x 1,5 mm<sup>2</sup> + PE-johdin. Toinen kaapeleista kuljettaa 230 V:n ohjaussignaalit ohjauskaapin ja MCC:n välillä, toinen kuljettaa 24 V:n ohjaussignaalit ohjauskaapin ja hydraulikkakoneikon riviliitinkotelon välillä.

Ohjauskaapeleiden lisäksi täytyi myös hankkia teollisuusliittimet, joilla kaapelit voidaan kytkeä ohjauskaappiin uudessa käyttökohteessa. Liittimiksi valikoituivat Hartingin HAN-liittimet. Ohjauskaapin vasempaan sivuseinään tehtiin läpivienti, johon sijoitettiin suojakoteloineen 25-napainen naarasruuviliitin, ja liittimestä vietiin johtimet logiikalle. Hydraulikkakoneikon riviliitinkoteloon asennettiin 25-napainen urosruuviliitin, johon toimilaitteet johdotettiin. Tämän jälkeen kaapelin toiseen päähän kiinnitettiin urosliitin ja toiseen päähän naarasliitin. Liittimiin laitettiin koodipinnit, jotta ne kytketään uudelleenkiinnityksessä oikein päin. Sama toimenpide toistettiin 230 V:n ohjauskaapelin kanssa ohjauskaapin ja MCC:n välillä. Näiden liittimien ansiosta ohjauskaapelit voidaan käytön jälkeen irrottaa ja koneikko siirtää uuteen paikkaan.



Kuva 11. Havainnekuva uros- ja naarasliittimien sijoituksesta.

Tavallinen HAN-liitin kestää 500 kytkentää, mutta Harting tarjoaa myös High Mating Cycle -malleja, jotka kestävät yli 10 000 kytkentäkertaa. Tähän käyttötar-koitukseen riittää kuitenkin tavallinen HAN-liitin, sillä kytkentäkertoja ei tule vuo-  
dessa montaa. (8.)



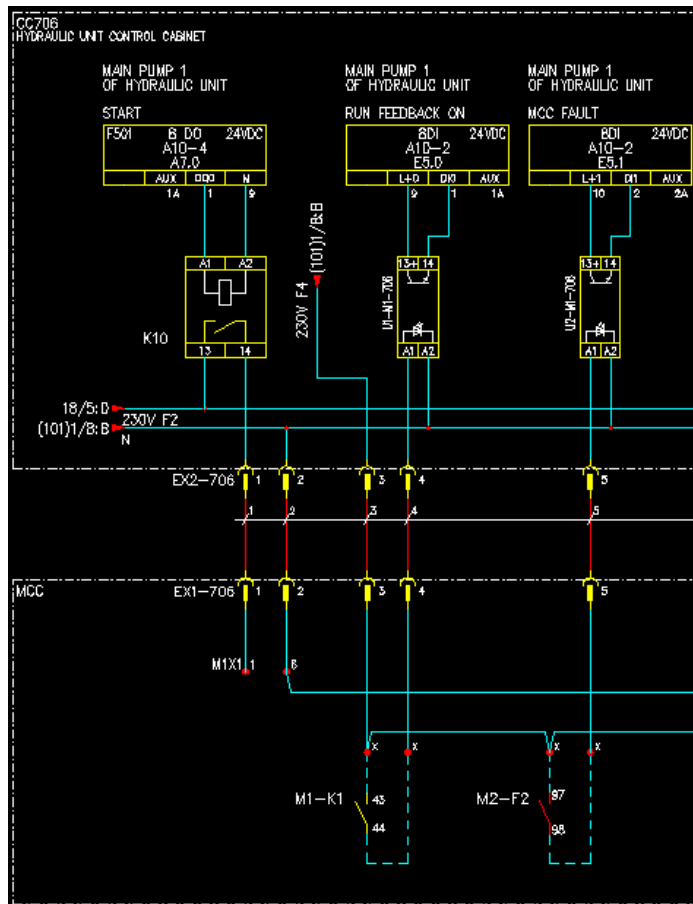
Kuva 12. HAN-liittimet suojakoteloiineen. (8.)

## 4.6 Ohjauspiirikaaviot

Ohjauspiirikaavioiden suunnittelu pohjautui osittain koneikon vanhan ohjauksen olemassa oleviin piirikaavioihin, jotka olivat kuitenkin hyvin vajavaisia. Osa kuvista oli käsin piirretty ja käytettyjä riviliittimiä ei ollut numeroitu. Suurin osa ohjaukseen käytetyistä komponenteista toimii digitaalisilla eli binäärisillä on/off-signaaleilla. Tällaisia laitteita ovat kytkimet, rajakytkimet, termostaatit sekä painonapit. Analogiset toimilaitteet käyttävät jatkuvaa signaalia, jota luetaan tai ohjataan PLC:ltä. Analogisia toimilaitteita koneikossa ovat painelähettimet sekä proportionaaliventtiilit.

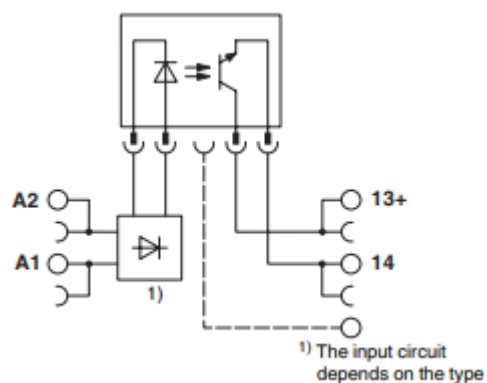
### 4.6.1 230 V:n komponentit

Ohjelmoitava logiikka toimii 24 V:n jännitteellä, joten se täytyy erottaa galvaanisesti 230 V:n piiristä. Kun pumppu 1 käynnistetään, ohjelmoitavalta logiikalta lähtee 24 V:n jännitesignaali releen K10-kelalle, joka synnyttää magneettikentän, ja releen koskettimet taipuvat yhteen. Releeltä 230 V:n jännitesignaali jatkaa ohjauskaapelin johdinta 1 pitkin pumpun tähti-kolmiokäynnistyksen kontaktoreille, jotka sijaitsevat MCC:ssä. Pumpun 1 ollessa käynnissä kontaktorin M1-K1-706 -koskettimilta tuleva käyntitieto kulkee ohjauskaapelin CC706.1 johdinta pitkin takaisin ohjauskaapissa sijaitsevalle optoerottimelle.



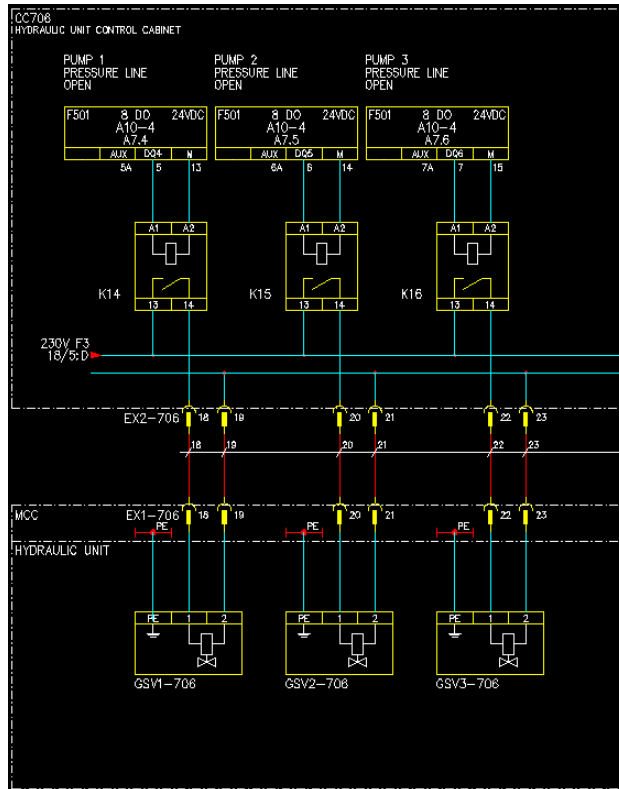
Kuva 13. Pääpumpun 1 ohjauskytkentä.

Lämpörele M2-F2 toimii moottorin vikavirtasuojana, joten vikatilanteessa se katkaisee moottorin kuormavirran ja lähettää tiedon optoerottimen kautta ohjelmoitavalle logiikalle.



Kuva 14. Optoerottimen kytkentäkaavio. (9.)

Optoerottimen toimintaperiaate on sama kuin releellä, mutta tulon (emitteri) ja lähdon (fototransistori) välinen signaalinsiirto tapahtuu optoelektronisesti LED-valoa hyödyntäen. Erottimen napaan A1 tulee 230 V:n käyttöjännite ja napaan A2 ohjaussignaali. Napaan 13 kytkeytyy 24 V:n käyttöjännite ja napaan 14 ulostulo PLC:lle. (10.)



Kuva 15. Painelinjojen sulkuventtiilien ohjauskytkentä.

Jokaisen pumpun painelinjassa on linjaventtiili, jota ohjataan 230 V:n jännitteellä. Kun linjaventtiilit avataan ohjauspaneelilta, PLC:ltä lähtee 24 V:n jännitesignaali releen kelalle. Kelan koskettimet sulkeutuvat ja 230 V:n jännitesignaali kulkee ohjauskaapelia CC706.1 pitkin koneikolla sijaitsevan linjaventtiilin kelalle, joka avaa tai sulkee venttiilin.



Kuva 16. Painelinjan sulkuventtiili ja kela.

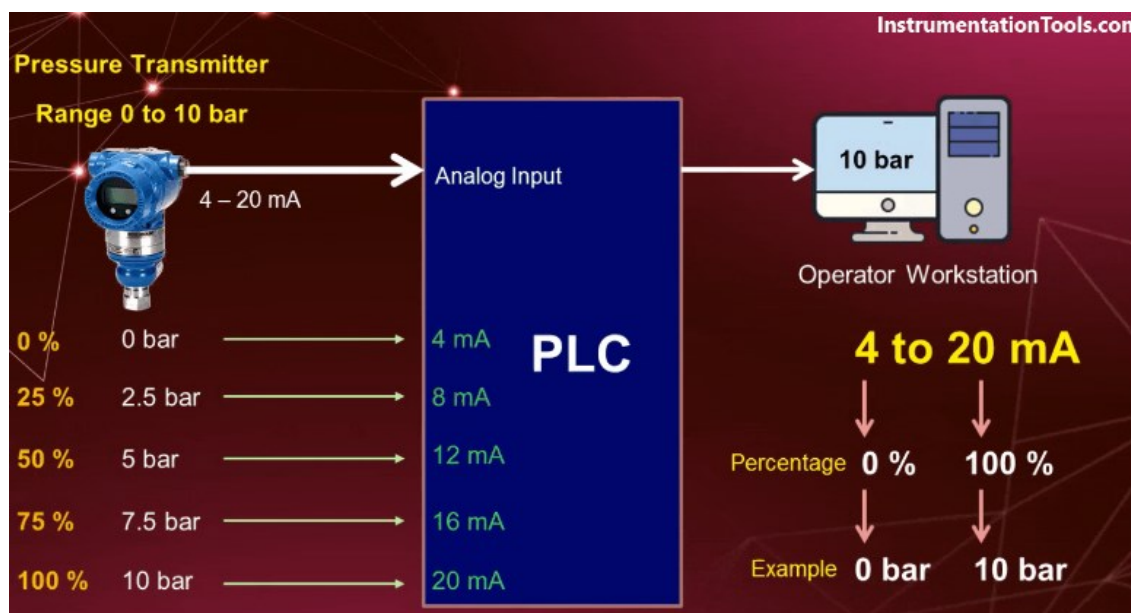
#### 4.6.2 24 V:n digitaaliset komponentit

24 V:n kytkennöissä ei tarvita galvaanista erotusta toimilaitteiden ja ohjelmoitavan logiikan välille. Koneikolla sijaitsevat rajakytkimet, termostaatit ja anturit johdotettiin koneikossa kiinni olevaan riviliitinkoteloon. Riviliitinkotelosta ohjaussignaalit kulkivat ohjauskaapelin CC706.2 johtimia pitkin ohjauskaappiin, jossa ne johdotettiin logiikalle. Osa 24 V:n komponenteista sijaitsee ohjauskaapissa, joten niiden johdotus tapahtui kaapin sisällä suoraan komponentilta PLC:lle. Kaapin sisällä johdotettavat komponentit ovat:

- 1 kpl hätä-seis-painike // Siemens 3SU1100-1HB20-1FG0
- 1 kpl hätä-seis-painike kuitausnappi // Siemens 3SU1132-0AB50-1FA0
- 1 kpl 0-1-START-kytkin // Kraus&Naimer CA20 A178-600FT2-V/V845
- 3 kpl vahvistinkortti // Vickers Systems (Eaton) EEA-PAM-513-A-12.

### 4.6.3 24 V:n analogiset komponentit

Yksi merkittävimmistä eroista vanhan ja uuden ohjauksen välillä on se, että uudemmalla ET 200SP -PLC:llä voidaan lukea ja lähettää analogista virta- ja jännitesignaalia logiikan ja toimilaitteen välillä. Se mahdollistaa proportionaaliventtiilien portaattoman ohjauksen suoraan ohjauspaneelilta.



Kuva 17. Painelähettimen ja PLC:n välinen kommunikointi (11).

Yllä oleva kuva havainnollistaa, kuinka PLC lukee painelähettimeltä tulevaa 4–20 mA:n virtasignaalia. Esimerkkikuvassa oleva 0–10 baarin painelähetin lähettää PLC:lle 4 mA:n virtasignaalin, silloin kun paine on 0 bar eli 0%. Paineen tiedetään olevan maksimiarvossa 10 bar (100%), kun PLC:n vastaanottama virtasignaali on 20 mA. Jotta paineenmittaus toimii niin kuin sen pitää, täytyy painemittauksen raja-arvot olla asetettuna oikein.

Virtamittauksen voi myös tehdä 0–20 mA:n välillä, mutta yleensä suositetaan 4–20 mA:n mittausta. 0–20 mA:n virtamittauksen heikkous on se, että virtasignaalin ollessa 0 mA ei voida olla varmoja, onko painearvo minimissä vai onko esimerkiksi johdin rikkinäinen. Sen sijaan jos 4–20 mA:n virtamittauksessa virran arvo on 0 mA, tiedetään ongelmasta heti. (11.)

Yhtä lailla samaa periaatetta voidaan hyödyntää jännitesignaalin mittauksessa. Esimerkiksi mittauksen raja-arvot voivat olla 10 bar = 10 V (100%) ja 0 bar = 0 V (0%). Jännitemittauksen yksi heikkous on sama kuin 0–20 mA:n virtamittauksessa. Ei voida olla varmoja, onko 0 V:n jännitteellä painearvo nolla vai onko esimerkiksi johdin rikki. Toinen heikkous jännitemittauksessa on välimatkat. Jos toimilaitteen ja PLC:n välillä on pitkä etäisyys, kaapelin resistanssi aiheuttaa jännitteenalenemaa jännitesignaalissa. Lähettävän pään ja vastaanottavan pään jännitesignaaleissa voi olla suuriakin eroja, jos välimatka on riittävän pitkä, ja tämä voi aiheuttaa vääristymiä mittaustuloksissa. Tästä syystä virtamittaus on myös parempi vaihtoehto, sillä vaikka jännite alenee, virta pysyy vakiona. (11.)

Taulukko 1. Painelähettimen ja PLC:n lukuarvot.

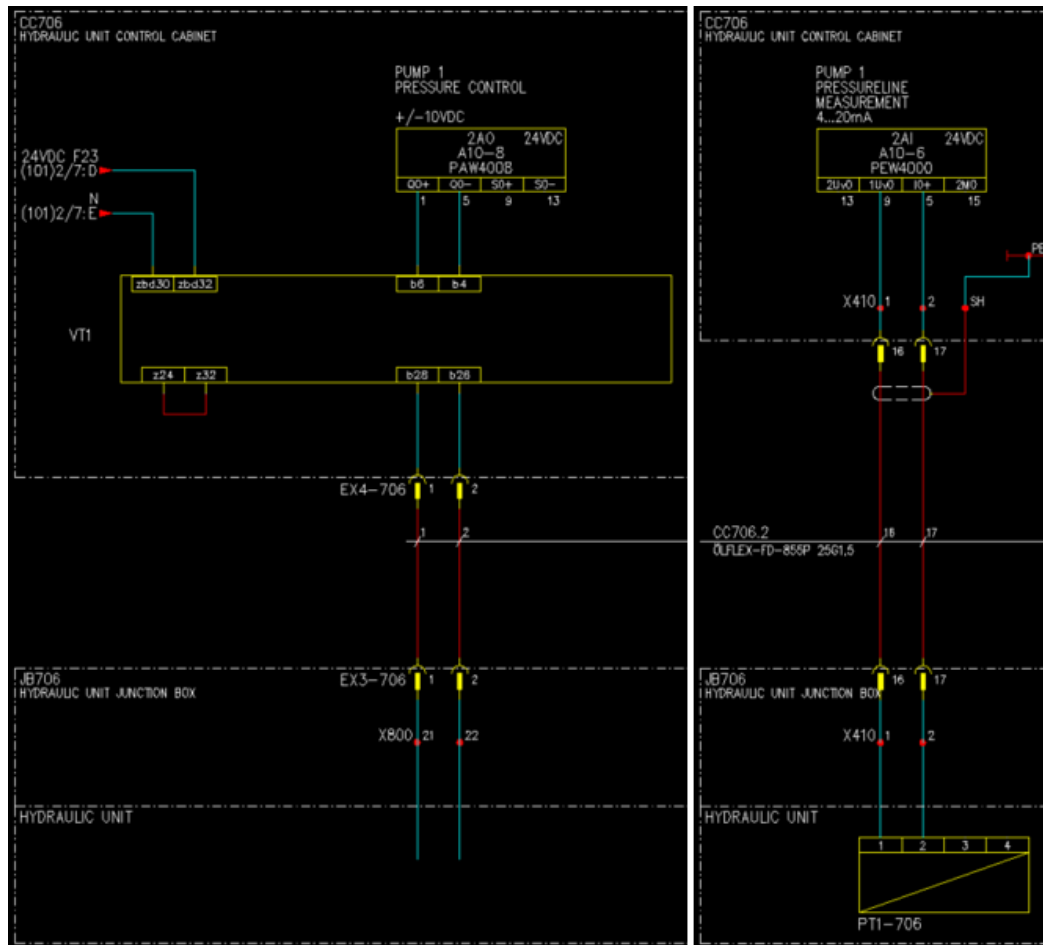
<b>Painelähettimen lukuarvo (%)</b>	<b>Painelähettimen lukuarvo (bar)</b>	<b>PLC:n lukuarvo (mA)</b>
0	0	4
25	37,5	8
50	75	12
75	112,5	16
100	150	20

ET 200SP -logiikalla pystytään lukemaan virta- sekä jännitesignaaleja. Linjapainetta mittaavilta painelähetimiltä tieto tulee 4–20 mA:n virtamittauksella. Painemittaus on skaalattu siten, että 0 bar = 0% (4 mA) ja 150 bar = 100% (20 mA).

Taulukko 2. Proportionaaliventtiilin ja PLC:n ohjearvot.

Prop. venttiilin ohjearvo (%)	Prop. venttiilin ohjearvo (bar)	PLC:n ohjearvo (V)
0	0	0
25	37,5	2,5
50	75	5
75	112,5	7,5
100	150	10

Linjapaineen säätö tapahtuu proportionaaliventtiileillä, joita ohjataan 0–10 V:n jännitesignaalilla. Virtasignaalilla ohjaaminen olisi ollut ohjauksen kannalta paras, mutta rajoittavana tekijänä on venttiilin vanha ikä. Käytössä olevat proportionaaliventtiilit pystyvät lukemaan vain  $\pm 10$  VDC jännitesignaalia ja tarvitsevat erillisen vahvistinkortin PLC:n ja venttiilin välille. Uudemmissa saman valmistajan proportionaaliventtiileissä tämä vahvistinkortti on integroitu venttiiliin, eikä erilliselle vahvistimelle ole tarvetta.



Kuva 18. Vasemmalla pumpun 1 linjapaineen säätö, oikealla paineenmittaus.

Linjapaineen säätö tapahtuu ohjauspaneelilta. Säätoventtiilin ohjearvo on skaalattu siten, että 0 bar = 0 % (0 VDC) ja 150 bar = 100 % (10 VDC). Vallitseva linjapaine on luettavissa ohjauspaneelilta. Käytetyt analogiset komponentit ovat:

- 2kpl proportionaaliventtiili // Vickers KCG-3-250D-Z-M-U-H1-10
- 2kpl painelähetin // WIKA 891.23.510.250.

#### 4.7 Layout-kuvat ja PLC-ohjelmointi

Ohjauskaappien layout-kuvat toimivat kokoonpanon pohjana. Layout-kuvista näkee jokaisen komponentin tarkan sijoittelun ohjauskaapissa sekä 230 V:n ja 24 V:n kaapelikourujen sijainnin. Layout-kuvat piirrettiin suunnittelun loppuvaiheessa, kun kaikki ohjauskaappiin tarvittavat komponentit olivat tiedossa.

Kuvien ensimmäiselle sivulle sijoitetaan kokonaiskuva kaapista, josta käy selväksi kaapin korkeus, leveys sekä syvyys. Ensimmäiseltä sivulta käy ilmi myös kaappiin tulevien komponenttien, kuten kytkimien, ja painonappien määrä ja sijainti. Tavoitteena on, että lukija saa heti ensimmäiseltä sivulta kokonaisvaltaisen kuvan kaapista. Seuraavilla sivuilla keskitytään tarkemmin komponenttien läpivienteihin ja niiden sijoittamiseen ohjauskaapissa. Läpivientien mitat on oltava selkeästi näkyvillä kuten myös kaapin ulkopuolelle sijoitettavien laitteiden paikat.

Kun kaapin ulkoiset laitteet ja tiedot on selvillä, siirrytään kaapin sisälle sijoitettaviin komponentteihin. Ensin on näkyvillä kokonaisvaltainen kuva kaapin sisälle sijoitettavista komponenteista, kuten asennuslevyistä, maadoitus- ja nollakiskoista sekä kaapelikouruista. Tästä eteenpäin yhdelle sivulle on sijoitettu aina kahden kaapelikourun väliin tulevat komponentit. Layout-kuvien viimeiselle sivulle on sijoitettu maadoituskaavio, jonka avulla kaapin osat maadoitetaan.

Projektin ohjelmistosuunnittelun suorittivat Valmet Technologies Oy:n automaatio-suunnittelijat, ja ohjelma luotiin Siemens TIA Portal -suunnitteluohjelmistolla. Lähtötietoina ohjelman luomiseen käytettiin uusia piirikaavioita, I/O-listaa, koneikon vanhaa käyttöohjetta sekä keskusteluja loppukäyttäjien kanssa. Kun ohjelma oli valmis, se toimitettiin suoraan Jyväskylään, missä kaapin kokoonpano suoritettiin.

## **5 Koneikon toiminnan kuvaus ja ohjaus**

### **5.1 Toiminnan kuvaus**

Koneikolla voidaan ajaa samanaikaisesti yhtä, kahta tai kolmea pumppua. Suodatinpumppu käynnistyy aina, jos yksi pääpumpuista on käynnissä. Pumput voivat käynnistyä, mikäli seuraavat ehdot täyttyvät:

- 1) Ohjausjännite on päällä.
- 2) Häätä-seis-painike on normaalitilassa.

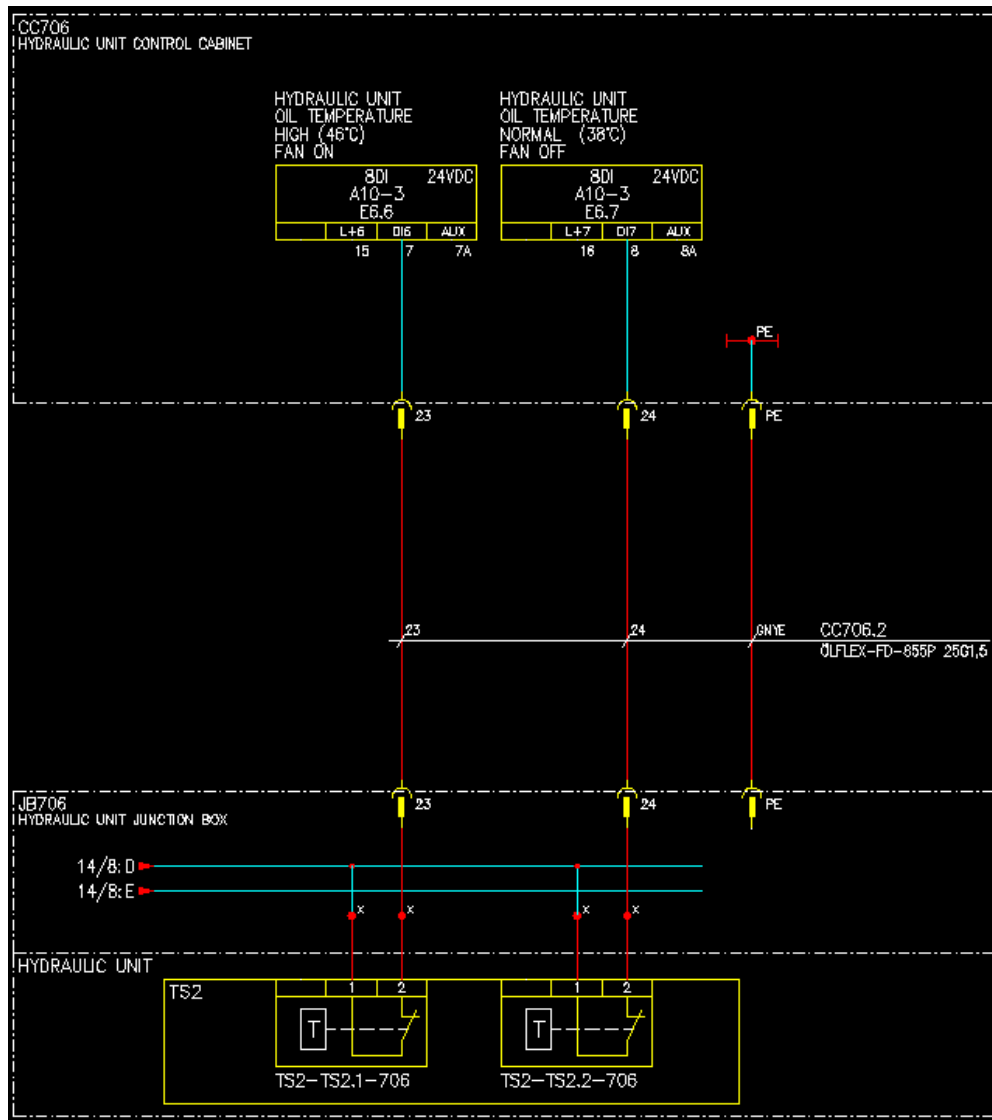
- 3) Öljysäiliön alarajahälytys ei ole hälytystilassa.
- 4) Öljysäiliön ylärajahälytys ei ole hälytystilassa.
- 5) Öljyn lämpötilahälytys ei ole hälytystilassa.
- 6) Pumpun "MCC FAULT" hälytys ei ole päällä.
- 7) Pumpun imulinjan käsisulkuventtii on auki.

Painelinjan sulkuventtiilit voi avata, mikäli seuraavat ehdot täyttyvät:

- 1) Ohjausjännite on päällä.
- 2) Häätä-seis-painike on normaalitilassa.
- 3) Öljysäiliön alarajahälytys ei ole hälytystilassa.
- 4) Öljysäiliön ylärajahälytys ei ole hälytystilassa.
- 5) Öljyn lämpötilahälytys ei ole hälytystilassa.
- 6) Pumpun "MCC FAULT" hälytys ei ole päällä.
- 7) Pumpun imulinjan käsisulkuventtii on auki.
- 8) Pumppu on käynnissä.

Käyttöön tulevat pumpput valitaan manuaalisesti ohjauspaneelilta, sekä niissä on linjakohtainen paineensäätö. Tämä poikkeaa tavallisen koneikon toiminnasta, sillä yleensä linjapainetta ei pystytä säätämään käytön aikana. Paineensäätö on lineaarista.

Koneikon öljyn lämpötilansäätely tapahtuu koneikossa sijaitsevilla termostaateilla. Termostaateihin asetetaan raja-arvot, ja jos ne ylittyvät, termostaatin koskettimet sulkeutuvat ja tieto kulkeutuu PLC:lle. Termostaatti TS1-706 mittaa öljyn lämpötilaa, ja jos lämpötila ylittää 60°C, koneikko sammuu. Termostaatit TS2.1-706 ja TS2.2-706 ohjaavat puhaltimen toimintaa. Jos öljy ylittää 46 °C lämpötilan, TS2.1-706 lähettää tiedon PLC:lle ja puhallin käynnistyy. Puhallin kytkeytyy pois päältä, jos termostaatti TS2.2-706 havaitsee, että öljyn lämpötila on laskenut 30 asteeseen.



Kuva 19. Puhaltimen ohjaukseen käytettyjen termostaattien kytkentä.

Pääpumpuilla 1–3 ja suodatinpumpulla on imupuolella käsisulkuventtiilit. Jokaisessa käsisulkuventtiilissä on rajakytkin indikoimassa venttiilin tilaa. Koneikossa on kaksi rajakytkintä vahtimassa öljyn pintaa. LS1-706 sammuttaa koneikon, jos öljyn pinta laskee liian alas, kun taas LS2-706 sammuttaa koneikon, jos pinta nousee liian korkealle.

Jokaisessa painelinjassa sekä paluulinjassa on painesuodattimet. Jos suodattimissa ilmenee suodintukos, siitä tulee ilmoitus ohjauspaneelille. Suodintukos ei

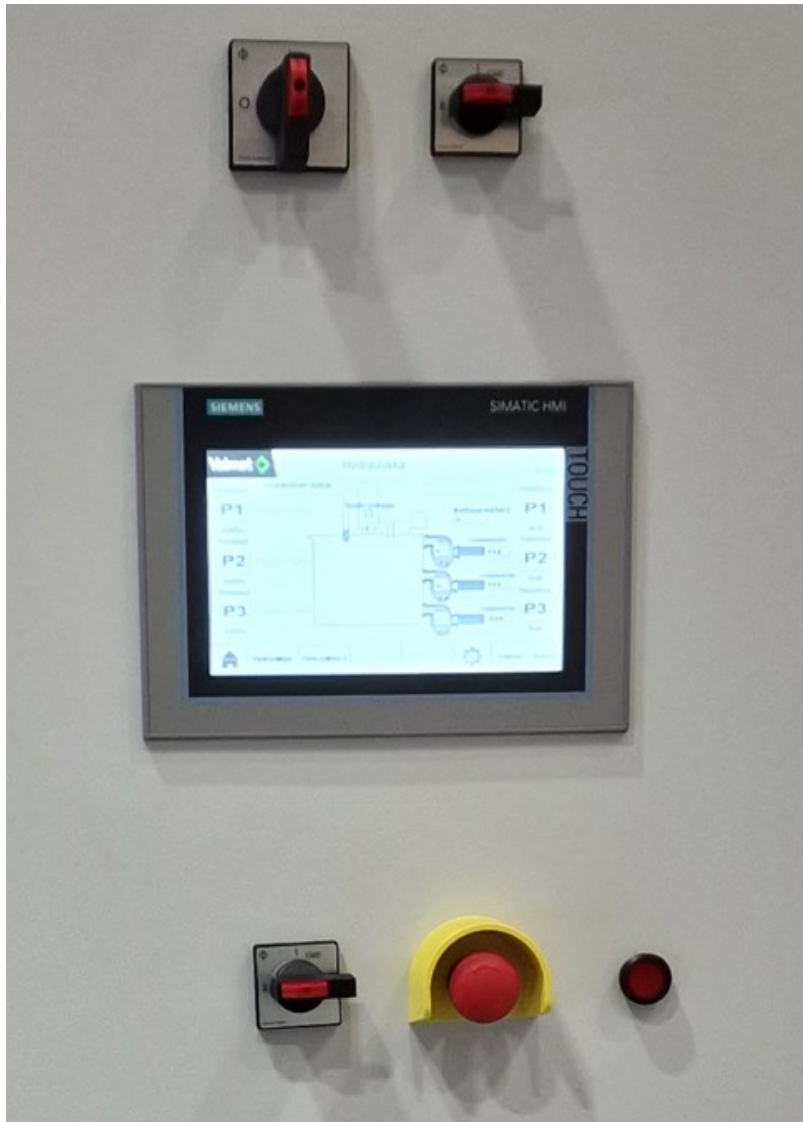
ole kriittinen eikä estä koneikon toimintaa. On operaattorin vastuulla huoltaa suodattimet, mikäli suodintukos ilmenee.

## 5.2 Koneikon ohjaus

Vanhassa koneikossa ohjaus tapahtui erillisillä ohjauskaappiin kytkettävillä ohjauskoteloilla. Modernisoinnin myötä ohjauskoteloiden käyttö poistettiin ja ohjaus keskitettiin ohjauskaappiin asennettavaan kosketusnäytölliseen ohjauspaneeliin. Ohjauspaneeliksi valikoitui Siemensin SIMATIC HMI TP900 Comfort - ohjauspaneeli, joka löytyi ohjelmistosuunnittelijoiden osaston ylijäämästä. Ohjauspaneelilta pystyy lukemaan mahdolliset virhetiedot, vallitsevat linjapaineet sekä säätämään painelinjojen ohjearvoa. Paneelin ohjelmoinnin ja käyttöliittymän tekivät Valmetin ohjelmistosuunnittelijat.

Ohjauspaneelin lisäksi kaapin oveen sijoitettiin:

- ohjauskaapin pääkytkin S1-101
- ohjausjännitteen kytkin S2-101
- pumppujen käynnistyskytkin HS1-706
- hätä-seis-painike HZ1-101
- hätä-seis-painikkeen kuittausnappi HSI100-706.



Kuva 20. Ohjauspaneeli ja kytkimet ohjauskaapin ovela.

Ennen käyttöä ohjauskaapeli CC706.1 täytyy kytkeä ohjauskaapin ja MCC:n välille sekä ohjauskaapeli CC706.2 ohjauskaapin ja koneikon riviliitinkotelon välille. Käyttäjän on varmistettava, että koneikon paineletkut ovat kytketty huolellisesti. Kun kytkennät on tehty, käännetään ohjauskaapin pääkytkin S1-101 asentoon "1" ja tämän jälkeen ohjausjännitekytkin S2-101 asentoon "1". Ohjausjännitekytkintä täytyy käyttää asennossa "START", minkä jälkeen ohjausjännite kytkeytyy päälle. Seuraavaksi ohjauspaneelilta valitaan käyttöön tulevat pumput sekä tarkistetaan, ettei hälytyksiä ole päällä. Valitut pumput käynnistyvät kääntämällä kytkintä HS1-706. Kun pumppu tai pumput ovat käynnissä, voidaan

ohjauspaneelilta avata painelinjan sulkuventtiili sekä syöttää haluttu asetusarvo painelinjoille. Linjapaineen säätö sekä vallitsevan linjapaineen lukeminen tapahtuu ohjauspaneelilta.

Kun koneikon käyttö halutaan lopettaa, täytyy linjapaine laskea alas. Kun linjapaine on laskettu alle raja-arvon, pumput sammuvat kytkimestä HS1-706. Kun pumput ovat pois päältä, käännetään ohjausjännitekytkin asentoon "0" ja tämän jälkeen ohjauskaapin pääkytkin asentoon "0".

Hätä-seis-painike HZ1-101 katkaisee turvareleen avulla ohjausjännitteen koneikolle, jolloin koneikko sammuu. Koneikkoa ei voida käynnistää uudelleen, ennen kuin hätä-seis on kuitattu painikkeella HSI100-706.

## **6 Käyttöönotto**

Koneikon kokoaminen ja käyttöönotto suoritettiin Jyväskylässä, Valmetin Rautpohjan yksikössä. Haastattelun perusteella kokoonpano sujui ilman suuria ongelmia. Ohjauskaapin kokoaminen alkoi, kun kaikki tilatut komponentit saapuivat kohteeseen, ja kaapin kokoonpanossa kesti noin viikko. Kokoaminen tapahtui ohjauspiirikaavioiden ja layout-kuvien pohjalta. Isoin muutos alkuperäisiin kuviin oli suodatinpumpun tähti-kolmiokäynnistyksen vaihtaminen suorakäynnistykseen. Muutos tehtiin rikkinäisten kontaktorien takia. (12.)

Komponenttien toimitusaikojen muutoksiin oltiin myös varauduttu ottamalla vanhasta ohjauskaapista toimivia komponentteja talteen. Tälle ei kuitenkaan ollut tarvetta, sillä kaikki komponentit saapuivat ajoissa. Alkuperäisestä komponentti-toimituksesta puuttui kaksi optoerotinta, koska puhaltimen ohjaukset lisättiin piirikaavioihin alkuperäisten hankintojen jälkeen ja ne jäivät tilaamatta. Ongelma ratkaistiin siten, että kolmannen pääpumpun vika- ja käyntitiedon lukemiseen tarvittavat optoerottimet otettiin väliaikaisesti käyttöön puhaltimelle. Tällä tavalla koneikkoa voidaan ajaa kahdella pumpulla siihen asti, että jälkikäteen tilatut optoerottimet saadaan asennettua. (12.)



Kuva 21. Uusi ohjauskaappi koottuna.

Alustavissa ohjauspiirikaavioissa oli myös virheitä kontaktorien koskettimien numeroinnissa sekä proportionaaliventtiilien ohjaukseen tarvittavien vahvistinkorttien pinnien numeroinnissa. Nämä ongelmat ratkaistiin kokoonpanossa ja ne korjattiin lopullisiin piirikaavioihin. Lisäksi alustavista kuvista jäi puuttumaan paineenpurkulinjojen sulkuventtiilien ohjaukset. Tämä huomattiin vasta käyttöönotossa, jossa se ratkaistiin kytkemällä ne rinnan painelinjojen sulkuventtiilien kanssa. Kun painelinjan sulkuventtiili on auki, paineenpurkulinjan sulkuventtiili on kiinni ja päinvastoin. PLC:n ohjelmointipuolella oli myös aluksi ongelmia, mutta ne ratkaistiin paikan päällä, ja koneikko saatiin toimimaan halutulla tavalla. (12.)

## 7 Yhteenveto

Työllä pyrittiin saamaan Valmet Technologies Oy:lle toimiva ja siirreltävä testi-koneikko nykyaikaisella ohjauksella. Työn aikana luotiin tarvittava dokumentointi modernisoidulle koneikolle. Kattava dokumentointi koneikon toiminnasta sekä sen toimilaitteista helpottaa huoltotoimenpiteitä sekä uutta modernisointia, joka voidaan tulevaisuudessa tehdä. Tavoitteet saavutettiin, sillä koneikko on nyt liikuteltava ja sen ohjaus on toimiva. Koneikko on tällä hetkellä testikäytössä.

Insinööriyön aiheena tämän hydraulikkakoneikon ohjauksen modernisointi oli mielestäni hyvin kiinnostava ja siihen oli mielekästä paneutua. Tieto siitä, että koneikolle on kova tarve, toimi hyvänä motivaattorina koko projektin ajan. Aiheeseen perehtyminen tulee varmasti tuomaan hyötyä työelämässä, sillä tulen työskentelemään samantyylisten ohjauspiirien parissa. Työssä oli riittävästi haasteita, ja sen kautta pääsin näkemään, millaista suunnittelutyö oikeasti on.

Isoin haaste projektin aikana oli aikaisemman koneikon ohjauksen puutteellinen dokumentointi sekä koneikon sijainti. Tein suunnittelutyötä Järvenpäästä, kun vanha ja uusi ohjauskaappi sekä koneikko sijaitsivat Jyväskylässä. Tämä tuotti haasteita siinä mielessä, että en päässyt tarpeen tullessa itse tarkistamaan koneikolta asioita. Jos nyt pääsisin antamaan yhden vinkin projektia aloittelevalle itselleni, neuvoisin ottamaan paremmat valokuvat kaikista koneikon komponenteista. Huonojen valokuvien takia jouduin käyttämään todella paljon aikaa komponenttien ja niiden toiminnan selvittämiseen. Vaikka välillä tuntui, että itseltä loppuu ammattitaito kesken, pystyin näissä tilanteissa aina kysymään neuvoa ohjaajaltani sekä työkavereilta. Etuna projektin aloittamiseen minulla oli se, että olin käyttänyt suunnitteluohjelmistoa aikaisemmin kesätöissä. CADMATIC Electrical on erinomainen työkalu sähkösuunnittelijoille. Ohjelmiston avulla on selkää ja suoraviivaista luoda piirikaavioita ja ohjauskuvia eri tekniikan alojen projekteihin.

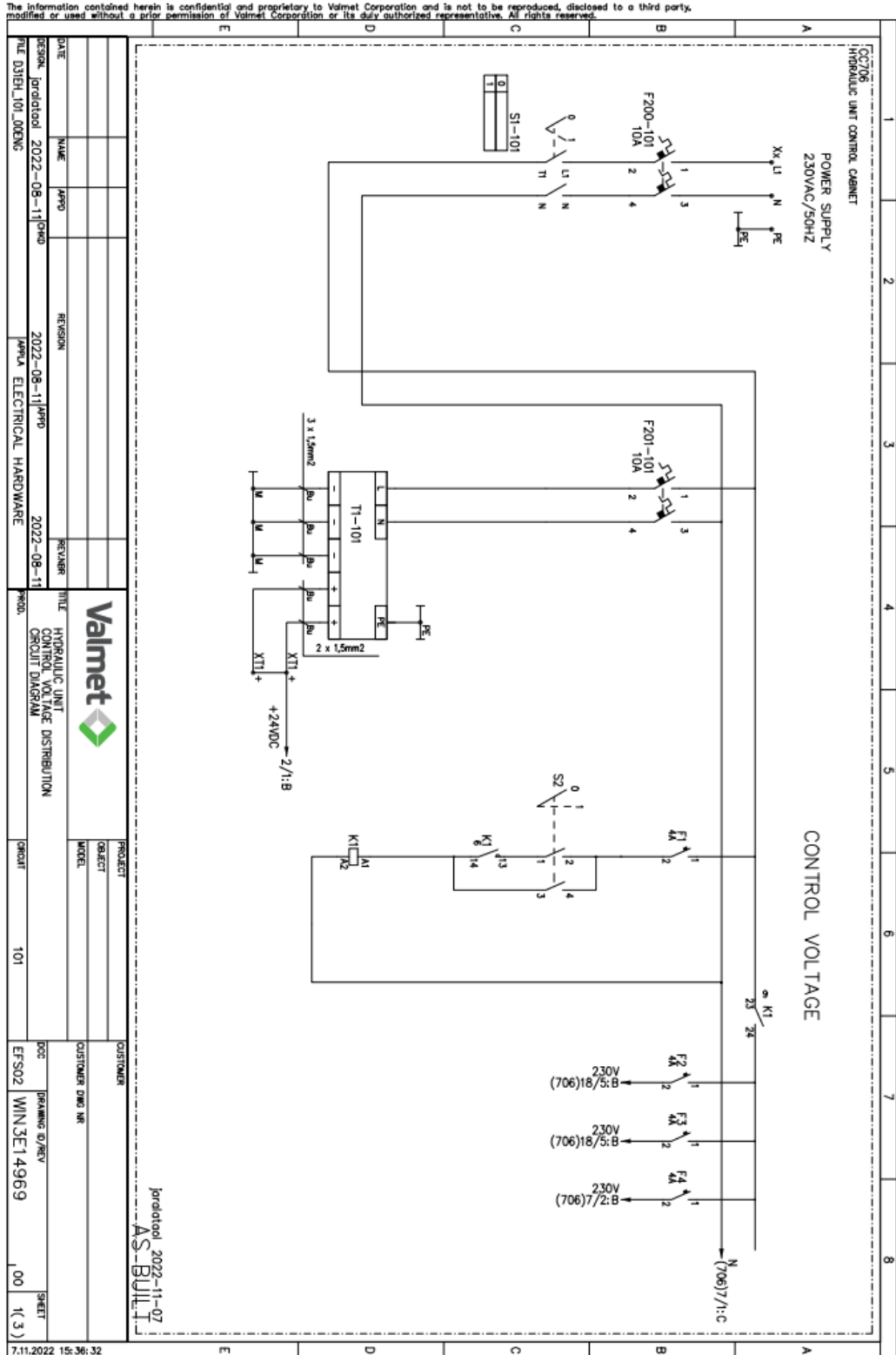
## Lähteet

- 1 Kauranne, Heikki; Kajaste, Jyrki & Vilenius, Matti. 2013. Hydrauliteknikka. 2. uudistettu painos. Helsinki: Sanoma Pro.
- 2 Tekninen erittely, osaluettelo. Valmet Oy.
- 3 International Electrotechnical Commission. IP-ratings. Verkkoaineisto. <[www.iec.ch/ip-ratings](http://www.iec.ch/ip-ratings)>. Luettu 7.10.2022.
- 4 SIMATIC ET 200. 2017. Verkkoaineisto. Siemens AG. <[assets.new.siemens.com/siemens/assets](https://assets.new.siemens.com/siemens/assets)>. Luettu 10.10.2022.
- 5 Heikkinen, Tuomo. 2022. Sähkökäytöt. Luentomoniste. Metropolia Ammattikorkeakoulu.
- 6 Pehmökäynnistinopas. 2011. ABB Oy
- 7 Kupari, Sampsa. 2021. Teollisuuden sähköverkot. Luentomoniste. Metropolia Ammattikorkeakoulu.
- 8 Lindell, Lauri. Field Sales Manager, Harting Oy. Sähköpostikeskustelu 26.7.2022.
- 9 Datalehti PLC-OSC-230UC/48DC/100 103148\_en\_02. 2008. Verkkoaineisto. Phoenix Contact GmbH. Luettu 17.10.2022.
- 10 Appel, Markus & Kruck, Achim M. Guidelines for reading an optocouplerdatasheet. Verkkoaineisto. Vishay Intertechnology. <[www.vishay.com/docs/48034/edn0715.pdf](http://www.vishay.com/docs/48034/edn0715.pdf)>. Luettu 17.10.2022.
- 11 Why 4-20 mA Current Signal is used instead of Voltage Signal? Verkkoaineisto. Instrumentationtools.com.

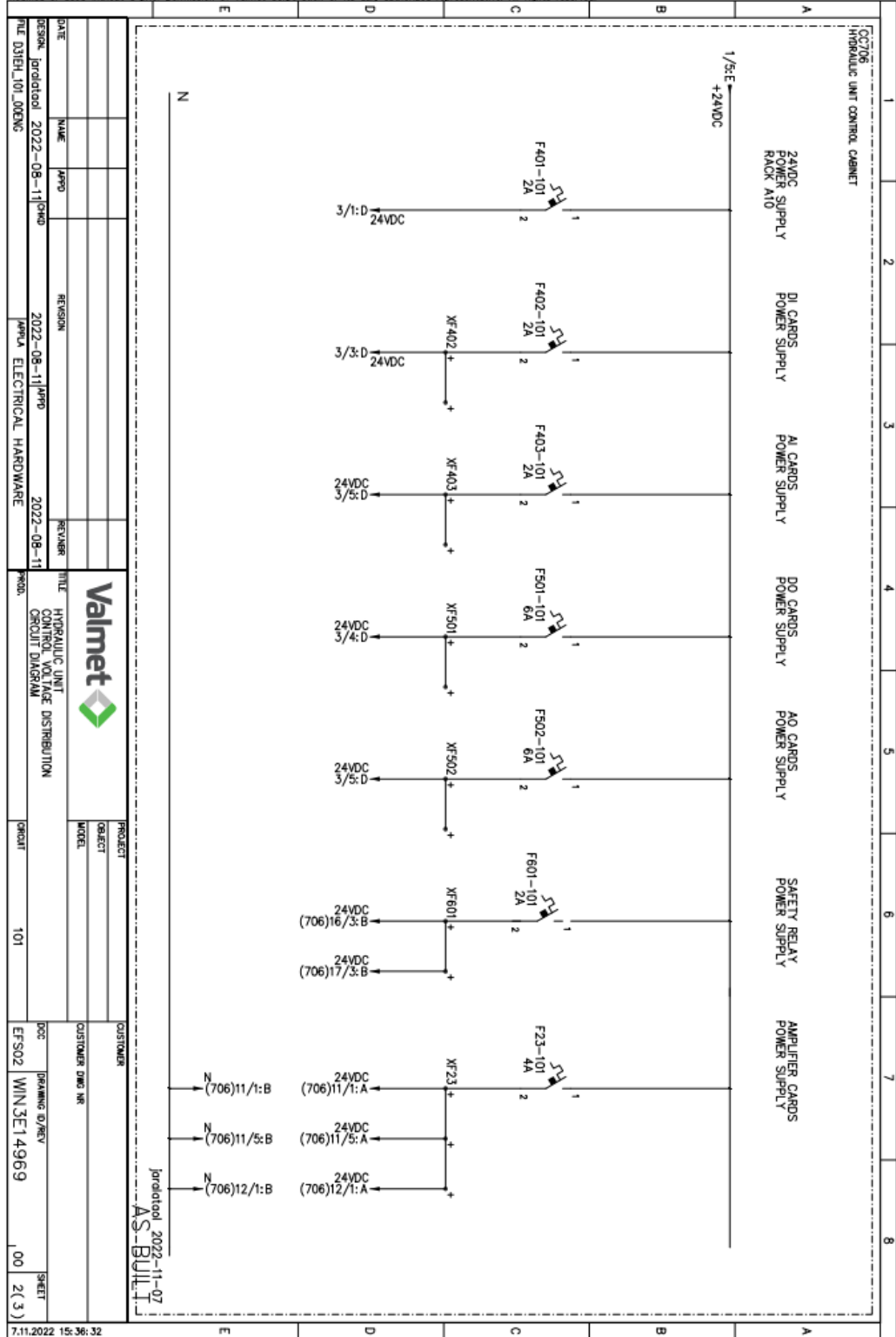
<[instrumentationtools.com/why-4-20-ma-is-used-instead-of-voltage-signal/](https://instrumentationtools.com/why-4-20-ma-is-used-instead-of-voltage-signal/)>. Luettu 20.10.2022.

- 12 Schildt, Samuli. 2022. Tuotantosuunnittelija, Valmet Oy. Haastattelu 4.11.2022.

# Jännitteenjaon piirikaaviot

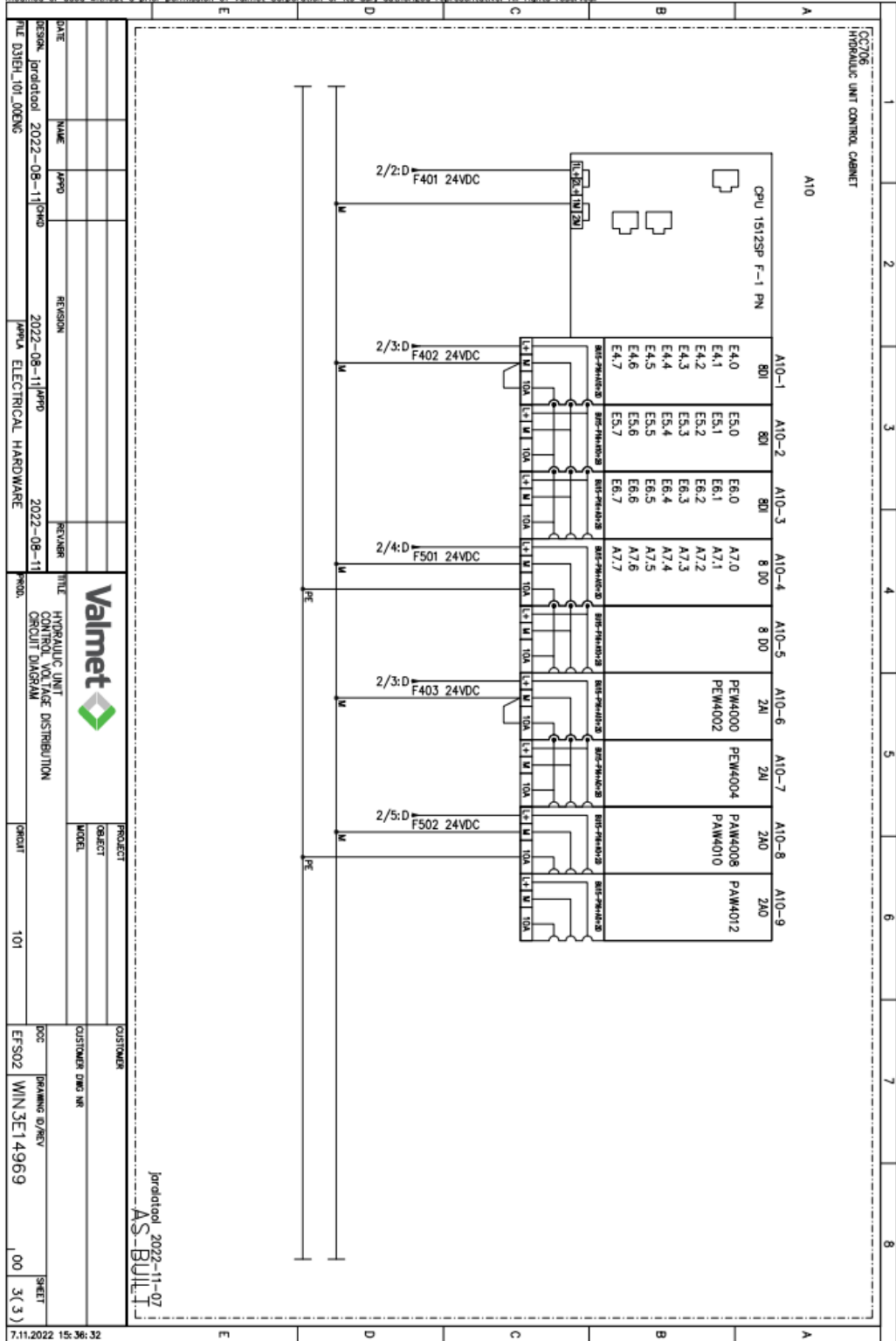


The information contained herein is confidential and proprietary to Valmet Corporation and is not to be reproduced, disclosed to a third party, modified or used without a prior permission of Valmet Corporation or its duly authorized representative. All rights reserved.



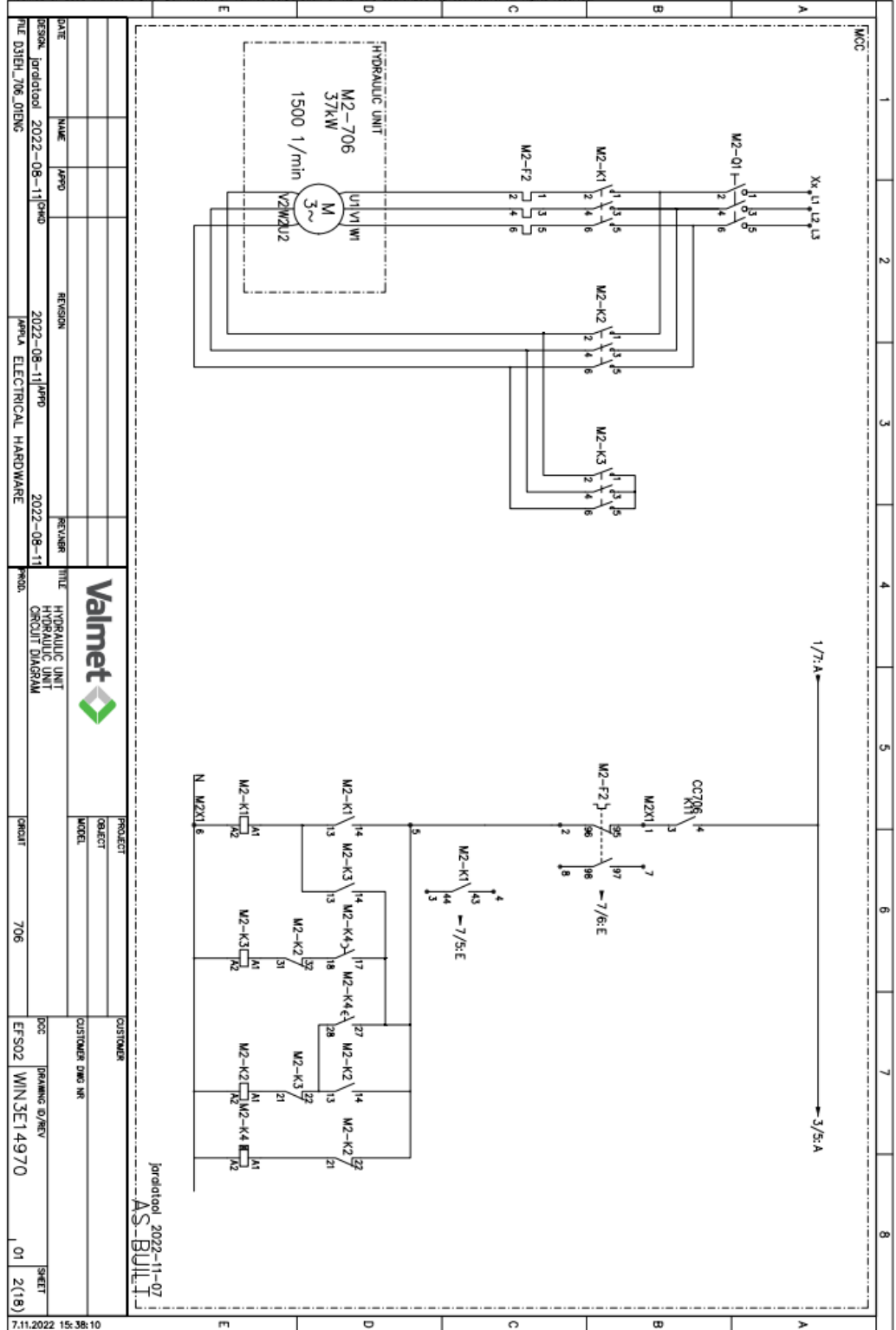
7.11.2022 15:36:32

The information contained herein is confidential and proprietary to Valmet Corporation and is not to be reproduced, disclosed to a third party, modified or used without a prior permission of Valmet Corporation or its duly authorized representative. All rights reserved.

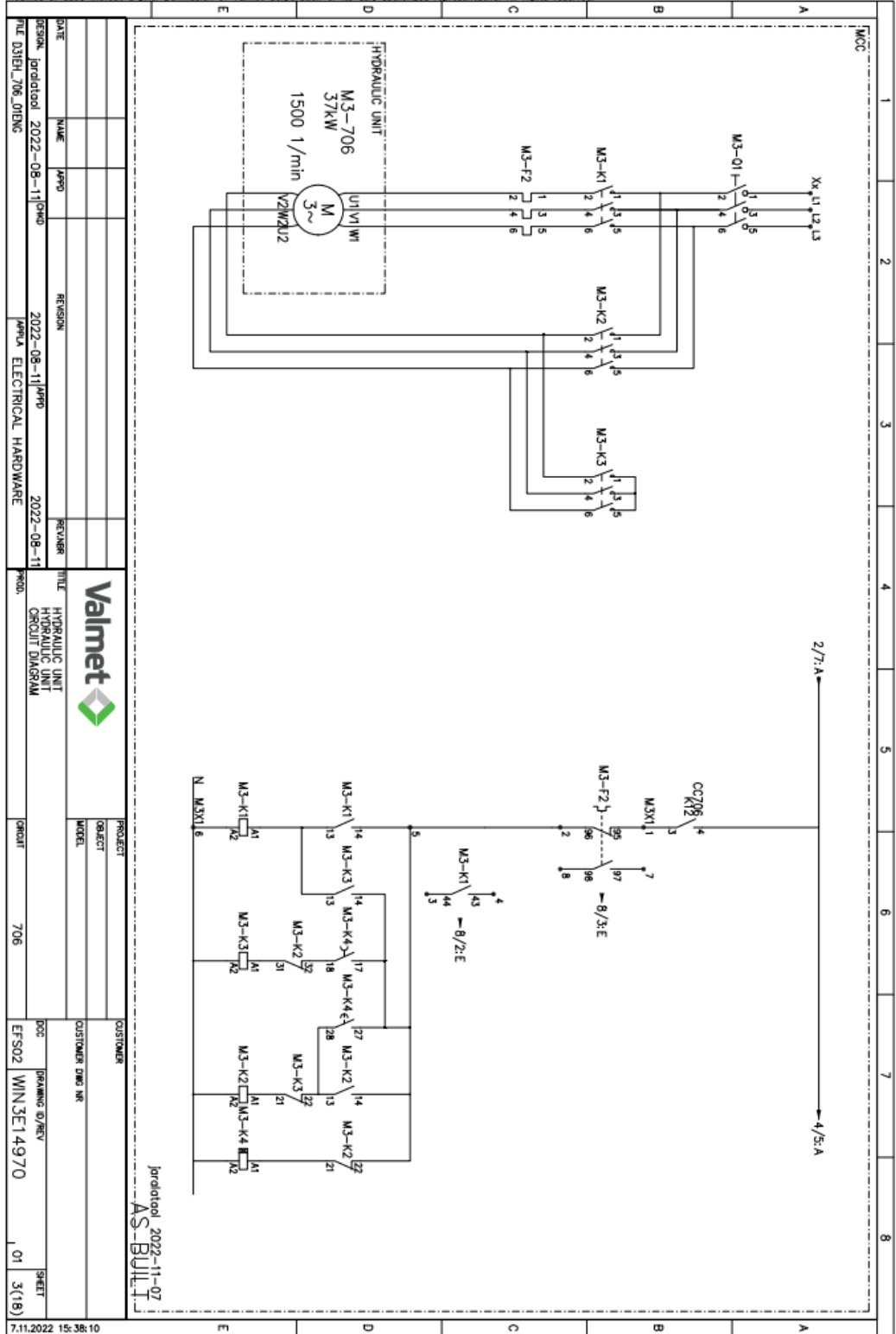




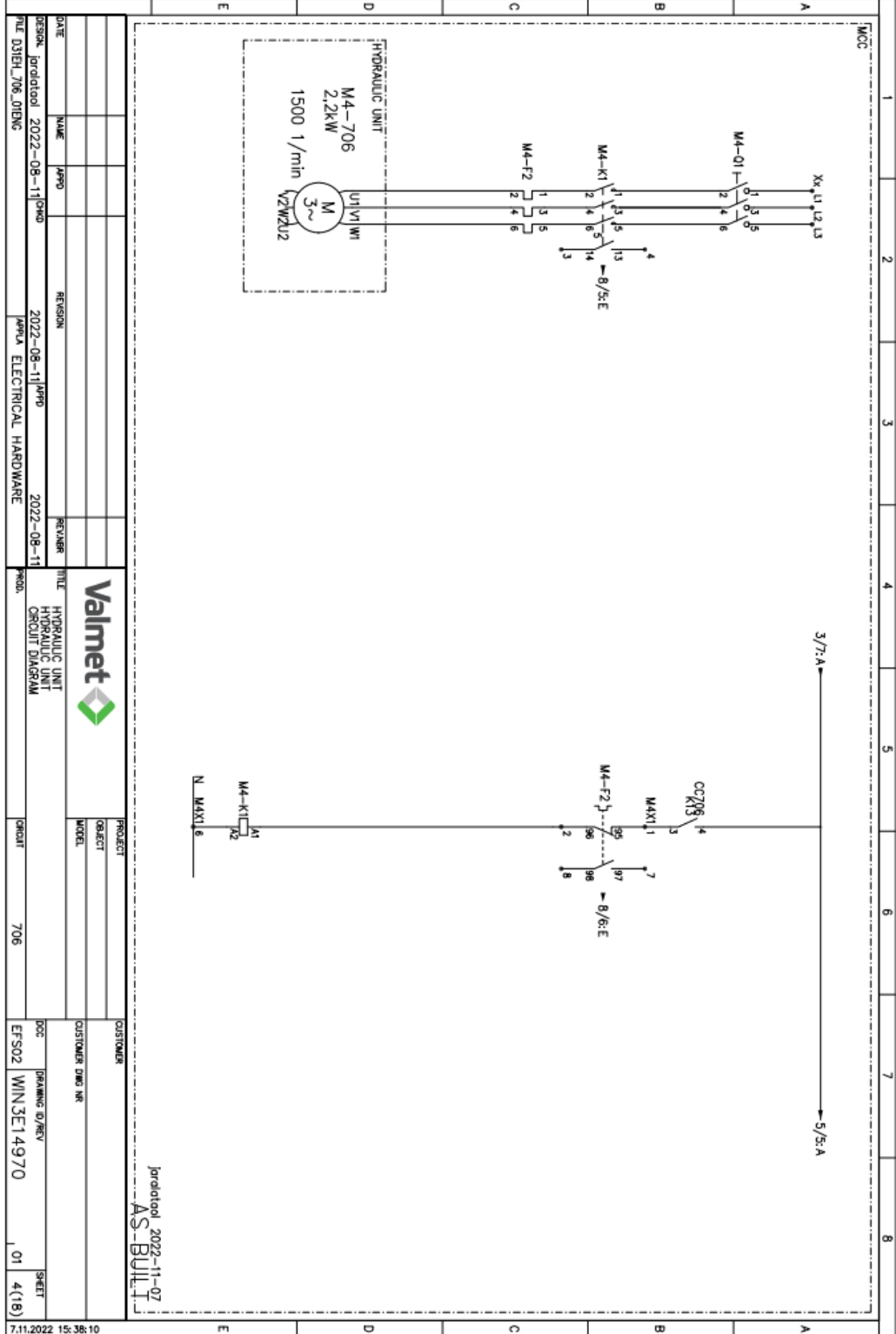
The information contained herein is confidential and proprietary to Valmet Corporation and is not to be reproduced, disclosed to a third party, modified or used without a prior permission of Valmet Corporation or its duly authorized representative. All rights reserved.



The information contained herein is confidential and proprietary to Valmet Corporation and is not to be reproduced, disclosed to a third party, modified or used without a prior permission of Valmet Corporation or its duly authorized representative. All rights reserved.



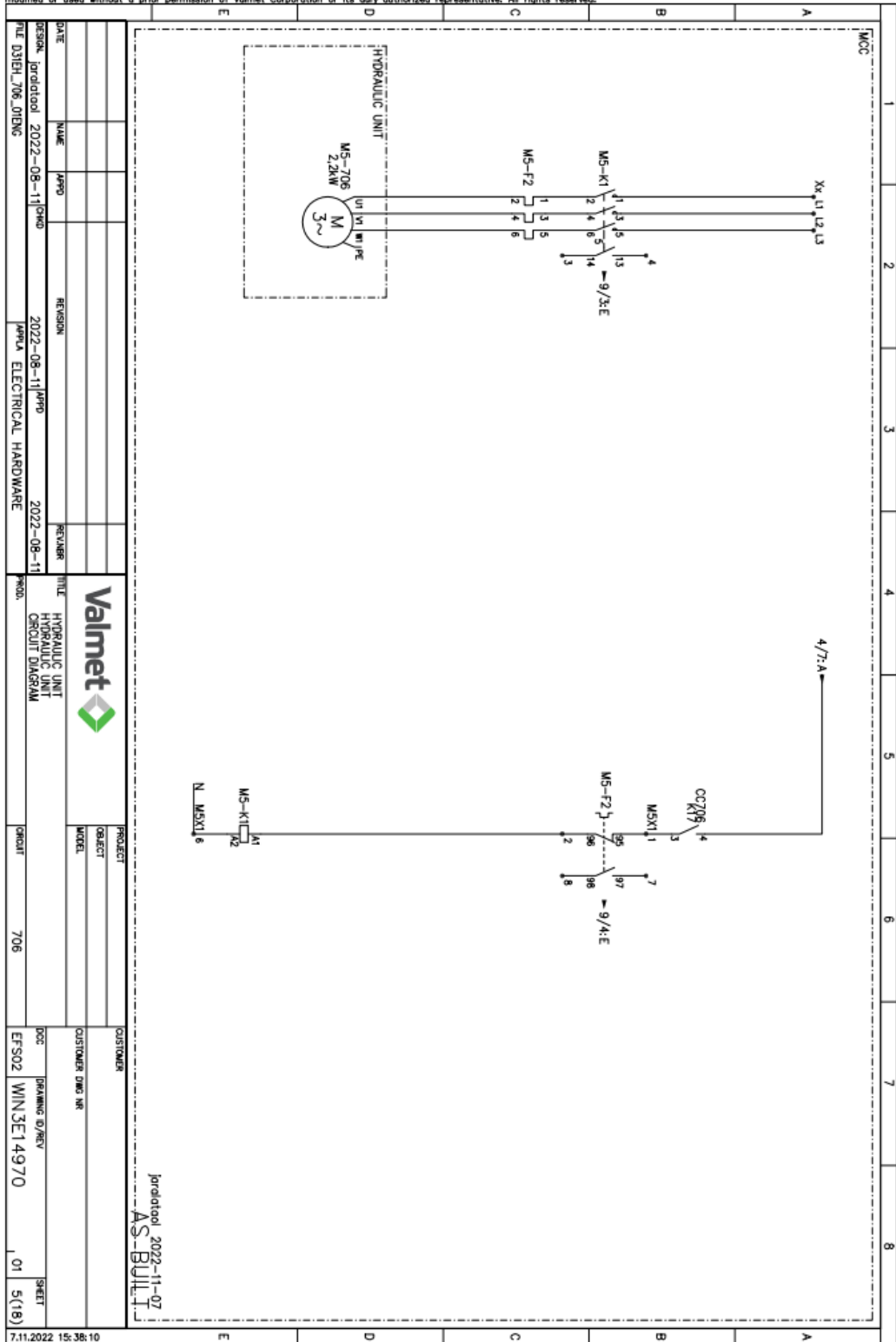
The information contained herein is confidential and proprietary to Valmet Corporation and is not to be reproduced, disclosed to a third party, modified or used without a prior permission of Valmet Corporation or its duly authorized representative. All rights reserved.



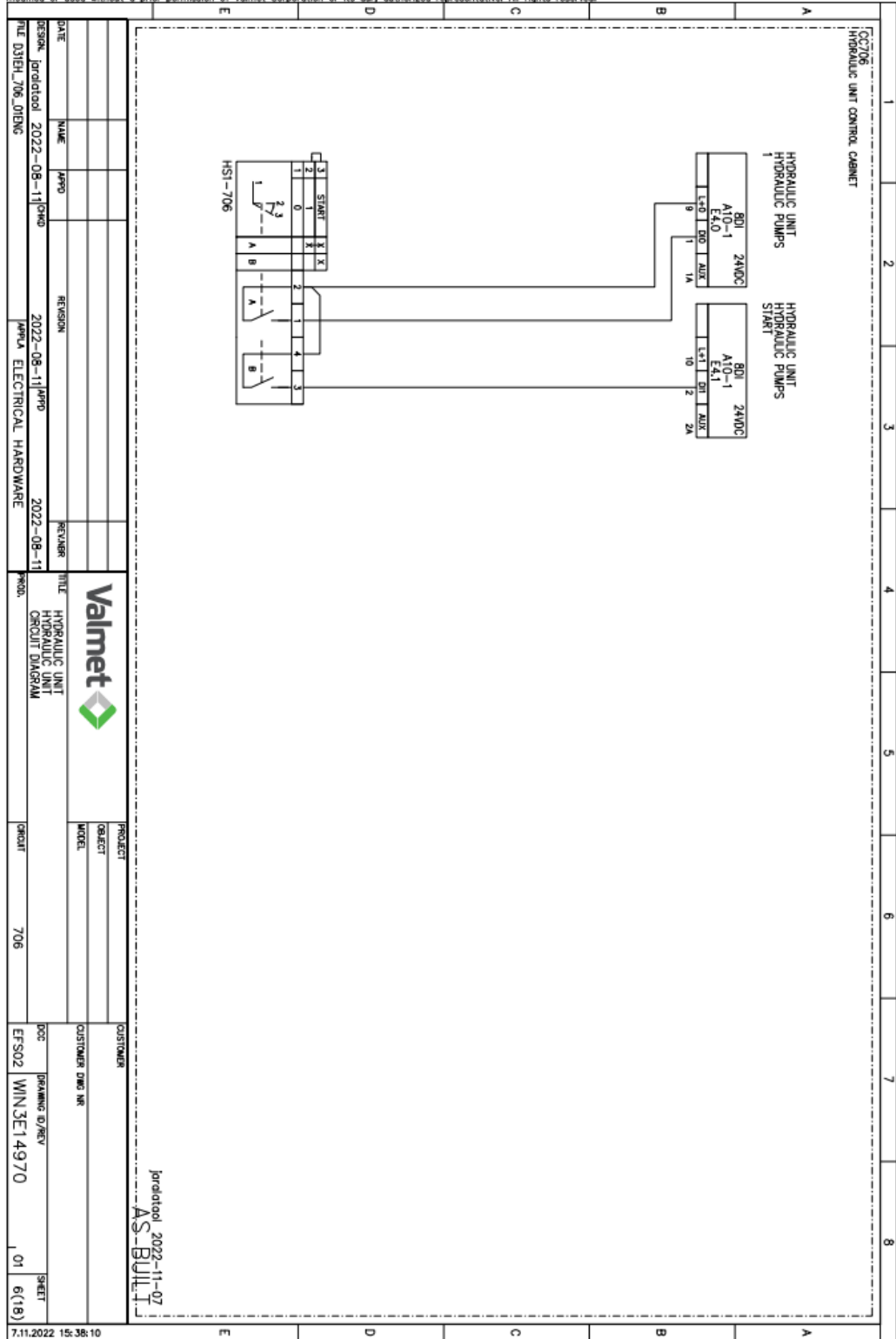
DATE	NAME	APPD	REVISION	REVISOR	TITLE	PROJECT	CUSTOMER	DWG NO	REV	SHEET
DESIGN	2022-08-11	CHD	2022-08-11	APPD	HYDRAULIC UNIT HYDRAULIC UNIT CIRCUIT DIAGRAM	706	EF502	WIN3E14970	01	4(18)
FILE	DATE	NAME	DESCRIPTION	DATE	BY	NO	REV	NO	REV	NO
FILE	2022-08-11	CHD	HYDRAULIC UNIT HYDRAULIC UNIT CIRCUIT DIAGRAM	2022-08-11	APPD	706	01	4(18)		

7.11.2022 15:38:10

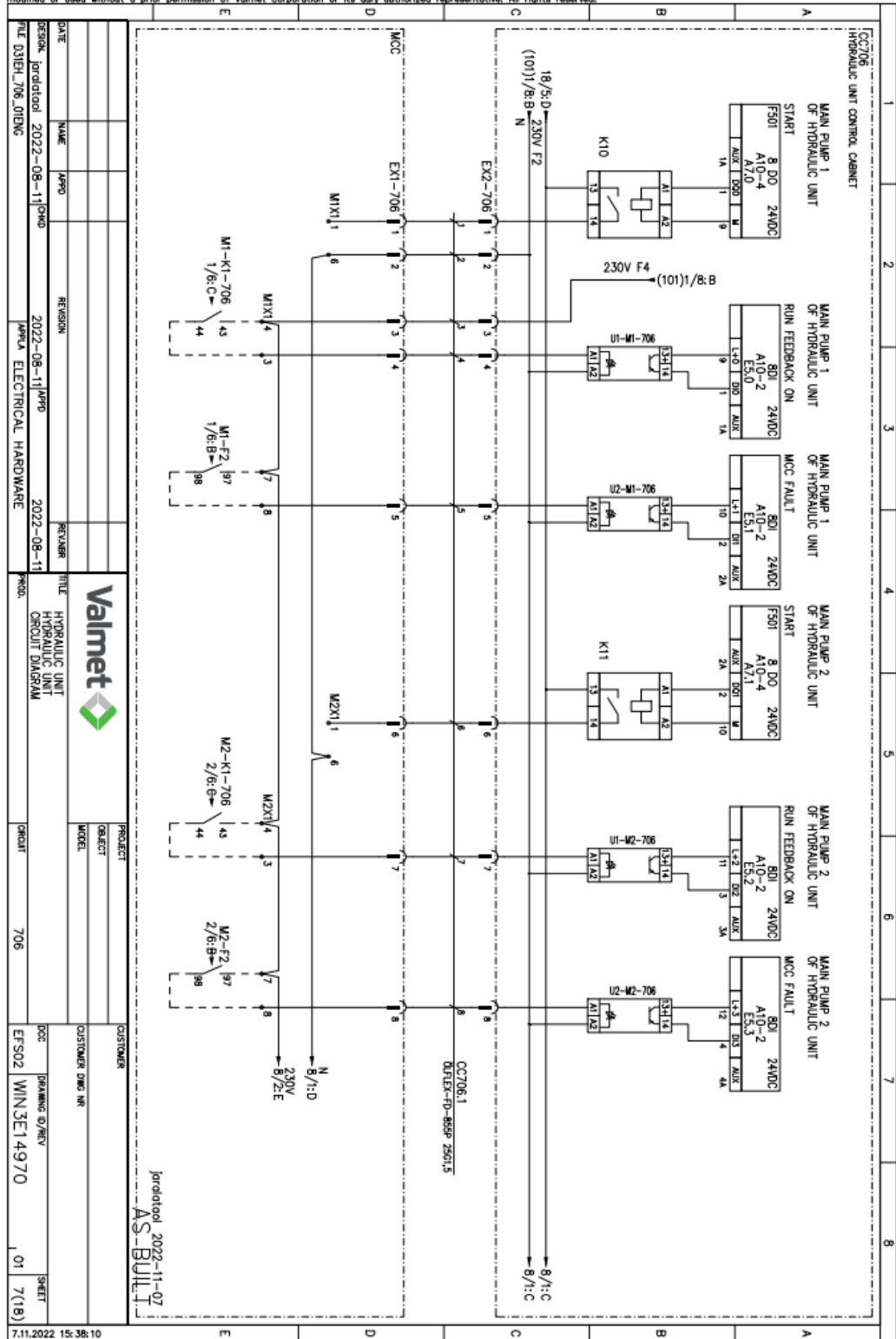
The information contained herein is confidential and proprietary to Valmet Corporation and is not to be reproduced, disclosed to a third party, modified or used without a prior permission of Valmet Corporation or its duly authorized representative. All rights reserved.



The information contained herein is confidential and proprietary to Valmet Corporation and is not to be reproduced, disclosed to a third party, modified or used without a prior permission of Valmet Corporation or its duly authorized representative. All rights reserved.



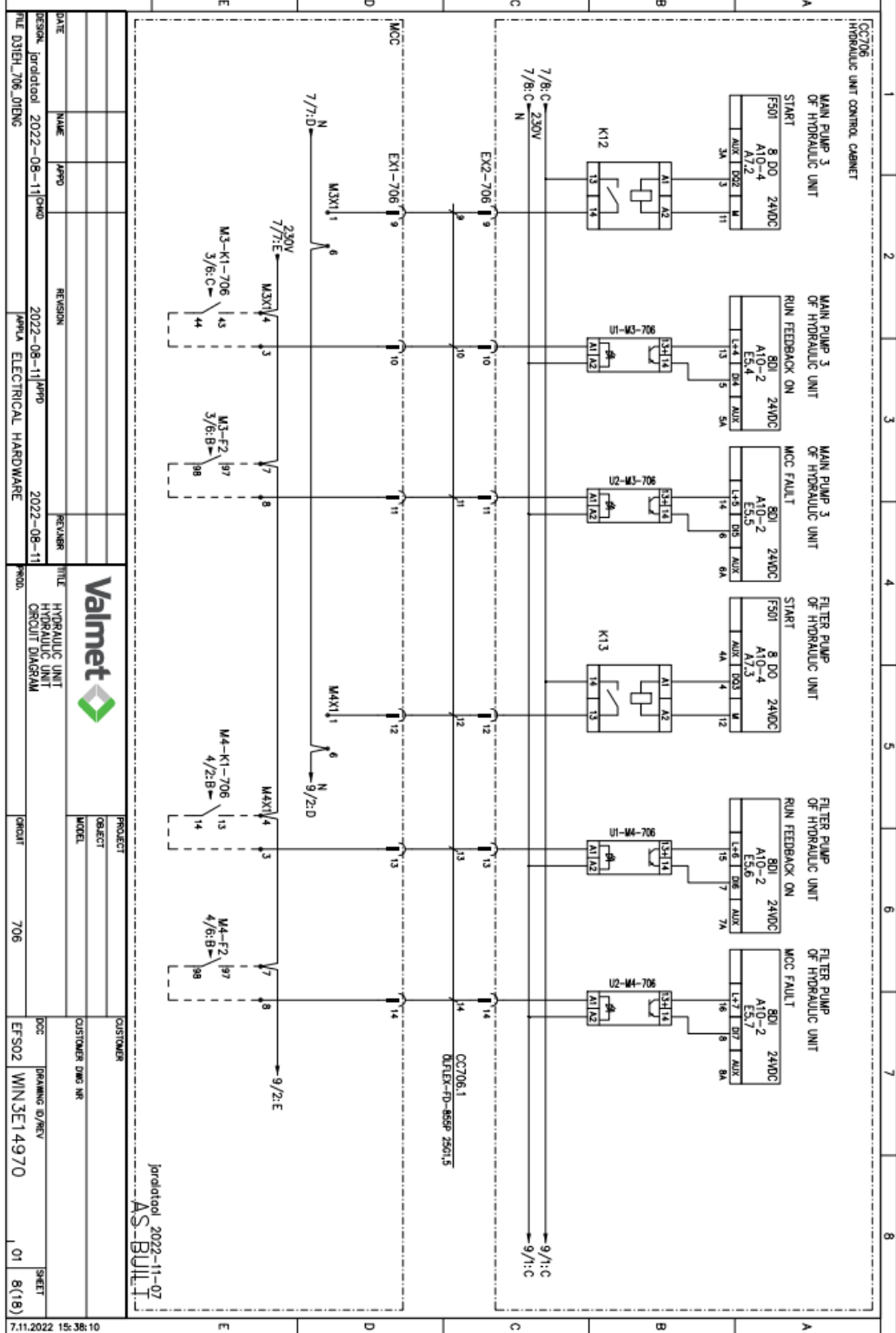
The information contained herein is confidential and proprietary to Valmet Corporation and is not to be reproduced, disclosed to a third party, modified or used without a prior permission of Valmet Corporation or its duly authorized representative. All rights reserved.



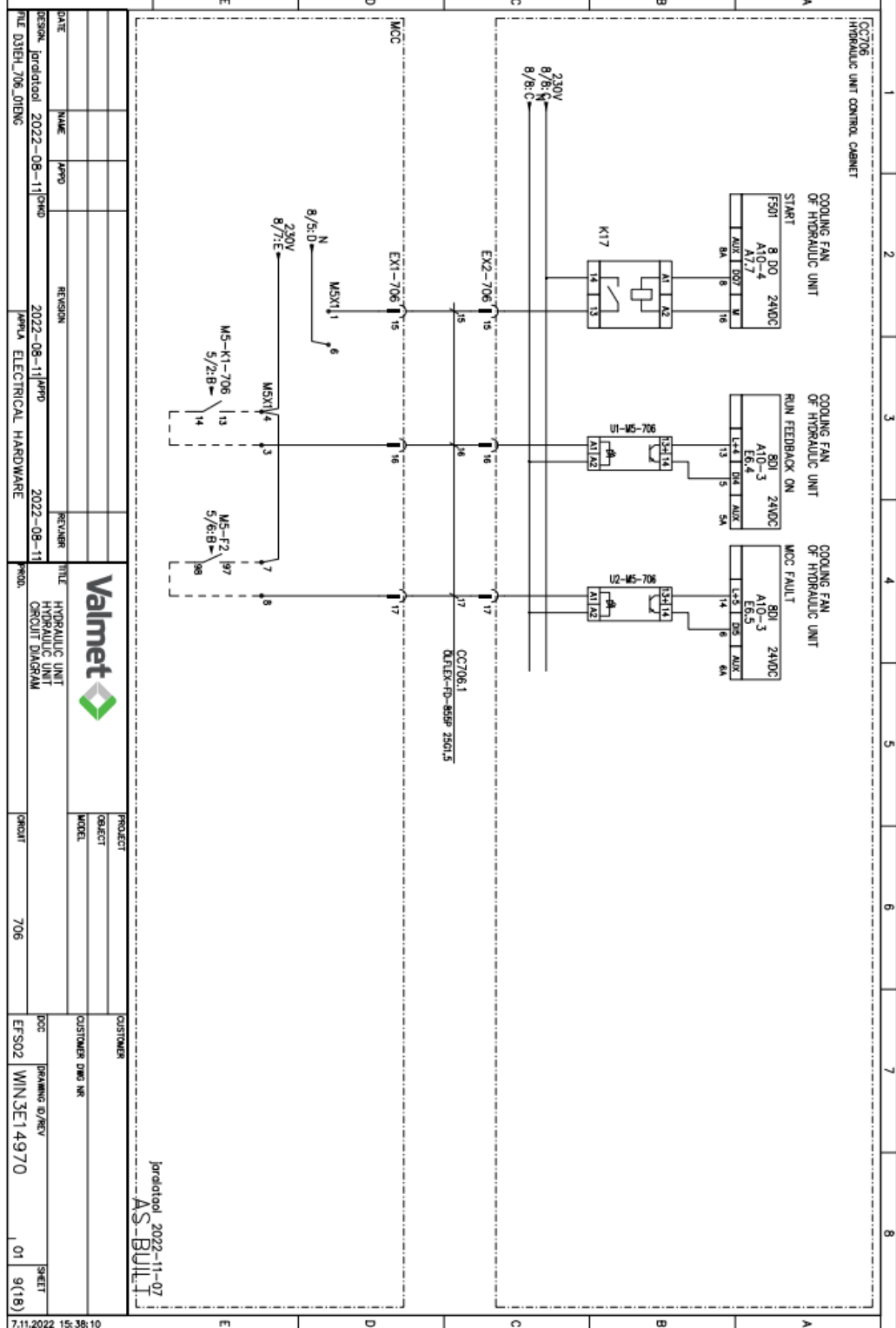
DATE		NAME	APPD	REVISION	DATE	REVISION	TITLE	PROJECT	OBJECT	CUSTOMER	CUSTOMER DWG NR	DWG	DRAWING D/REV	SHEET
2022-08-11		jarotool	jarotool	2022-08-11	2022-08-11	jarotool	HYDRAULIC UNIT CIRCUIT DIAGRAM	706	706	EF502	WINSET14970	01	7(18)	
2022-08-11		jarotool	jarotool	2022-08-11	2022-08-11	jarotool	HYDRAULIC UNIT CIRCUIT DIAGRAM	706	706	EF502	WINSET14970	01	7(18)	

jarotool 2022-11-07  
AS-BUILT

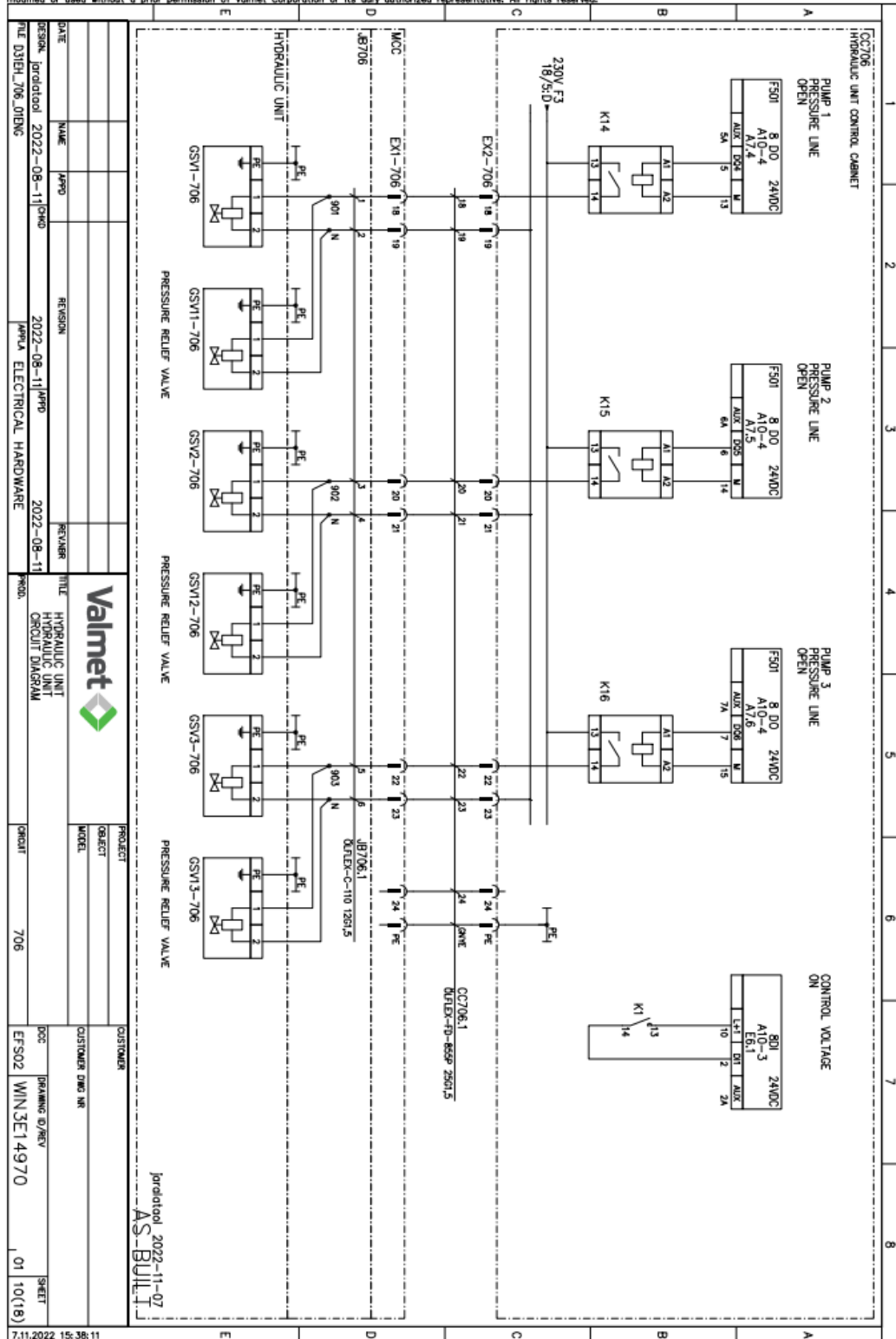
The information contained herein is confidential and proprietary to Valmet Corporation and is not to be reproduced, disclosed to a third party, modified or used without a prior permission of Valmet Corporation or its duly authorized representative. All rights reserved.



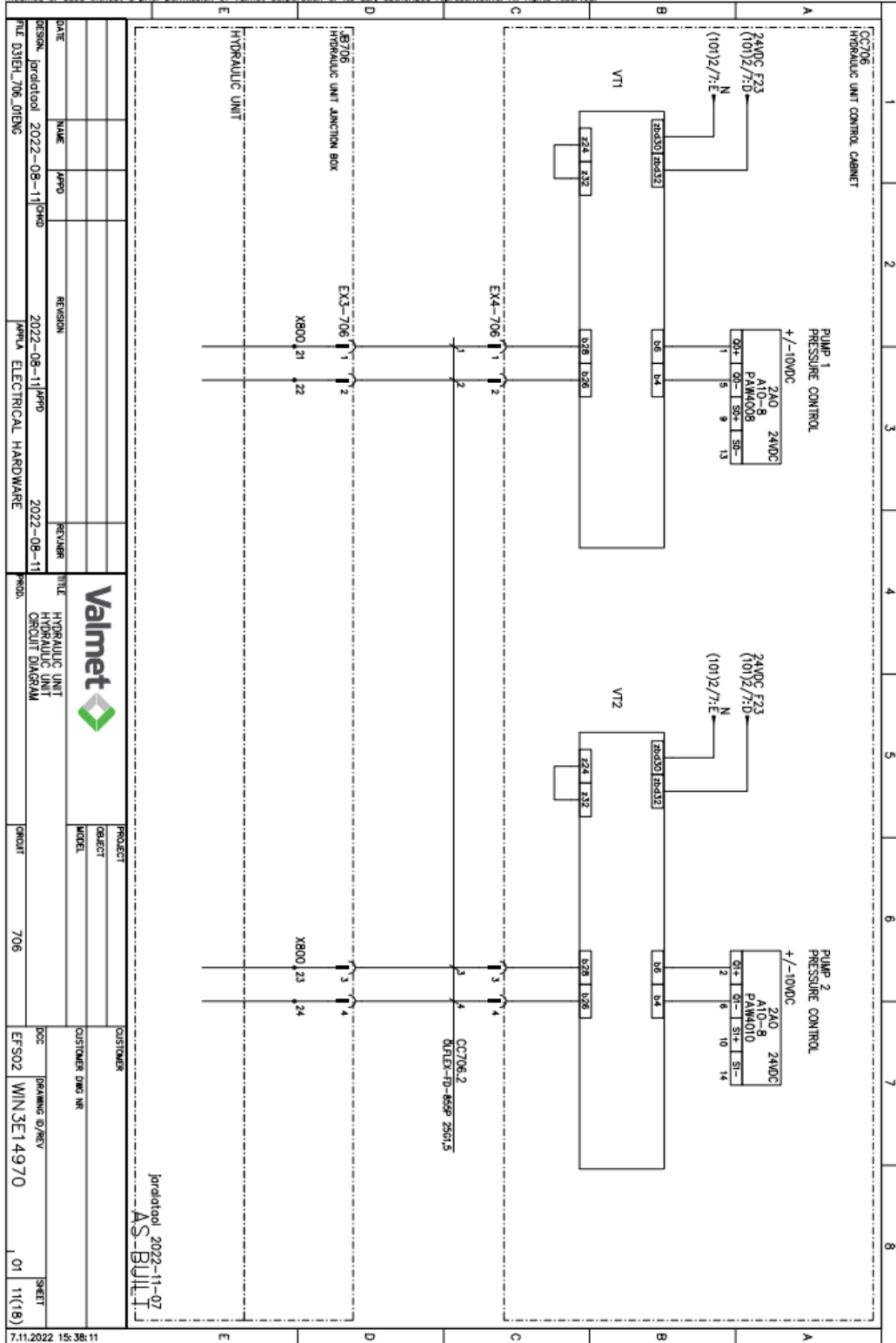
The information contained herein is confidential and proprietary to Valmet Corporation and is not to be reproduced, disclosed to a third party, modified or used without a prior permission of Valmet Corporation or its duly authorized representative. All rights reserved.



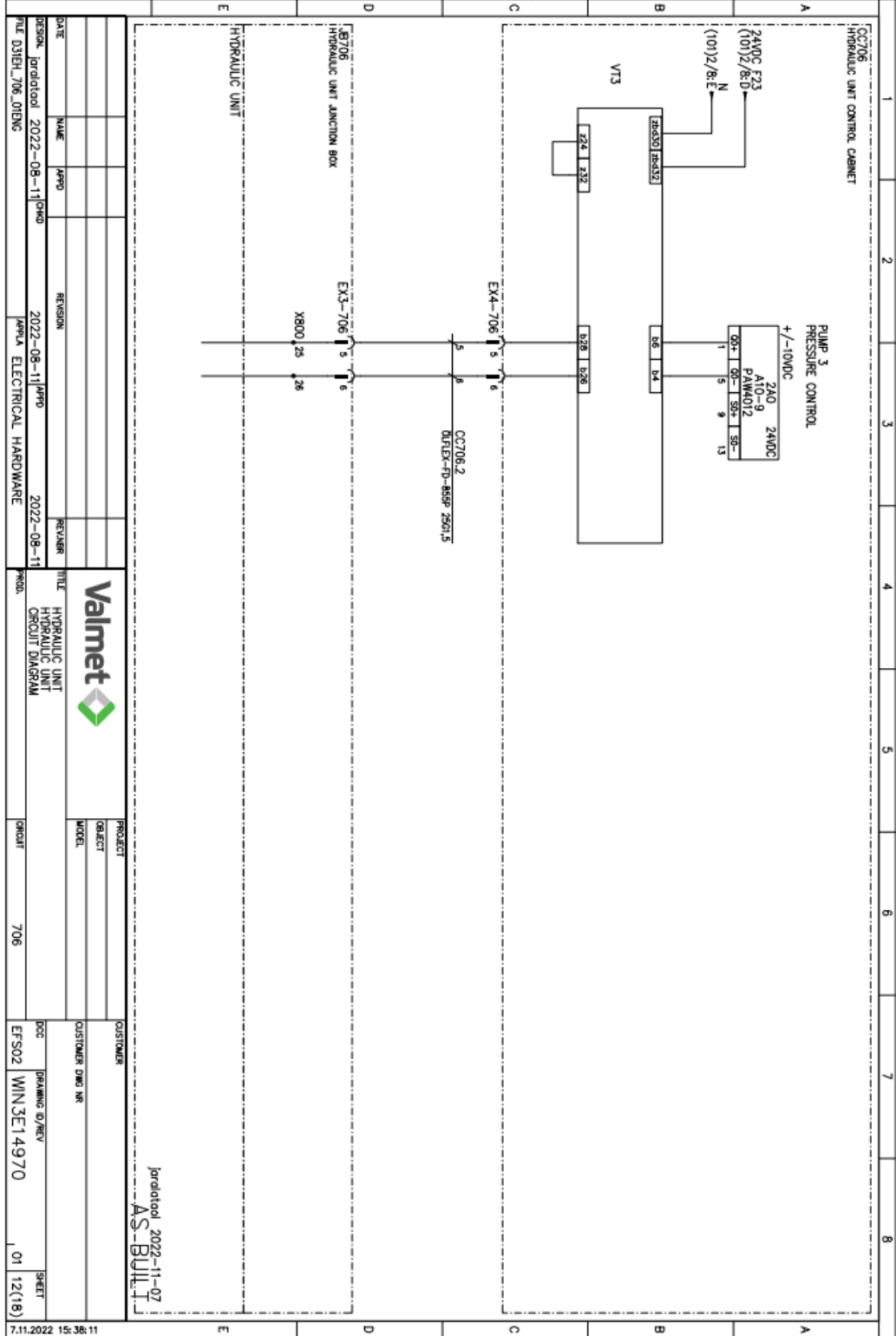
The information contained herein is confidential and proprietary to Valmet Corporation and is not to be reproduced, disclosed to a third party, modified or used without a prior permission of Valmet Corporation or its duly authorized representative. All rights reserved.



The information contained herein is confidential and proprietary to Valmet Corporation and is not to be reproduced, disclosed to a third party, modified or used without a prior permission of Valmet Corporation or its duly authorized representative. All rights reserved.



The information contained herein is confidential and proprietary to Valmet Corporation and is not to be reproduced, disclosed to a third party, modified or used without a prior permission of Valmet Corporation or its duly authorized representative. All rights reserved.



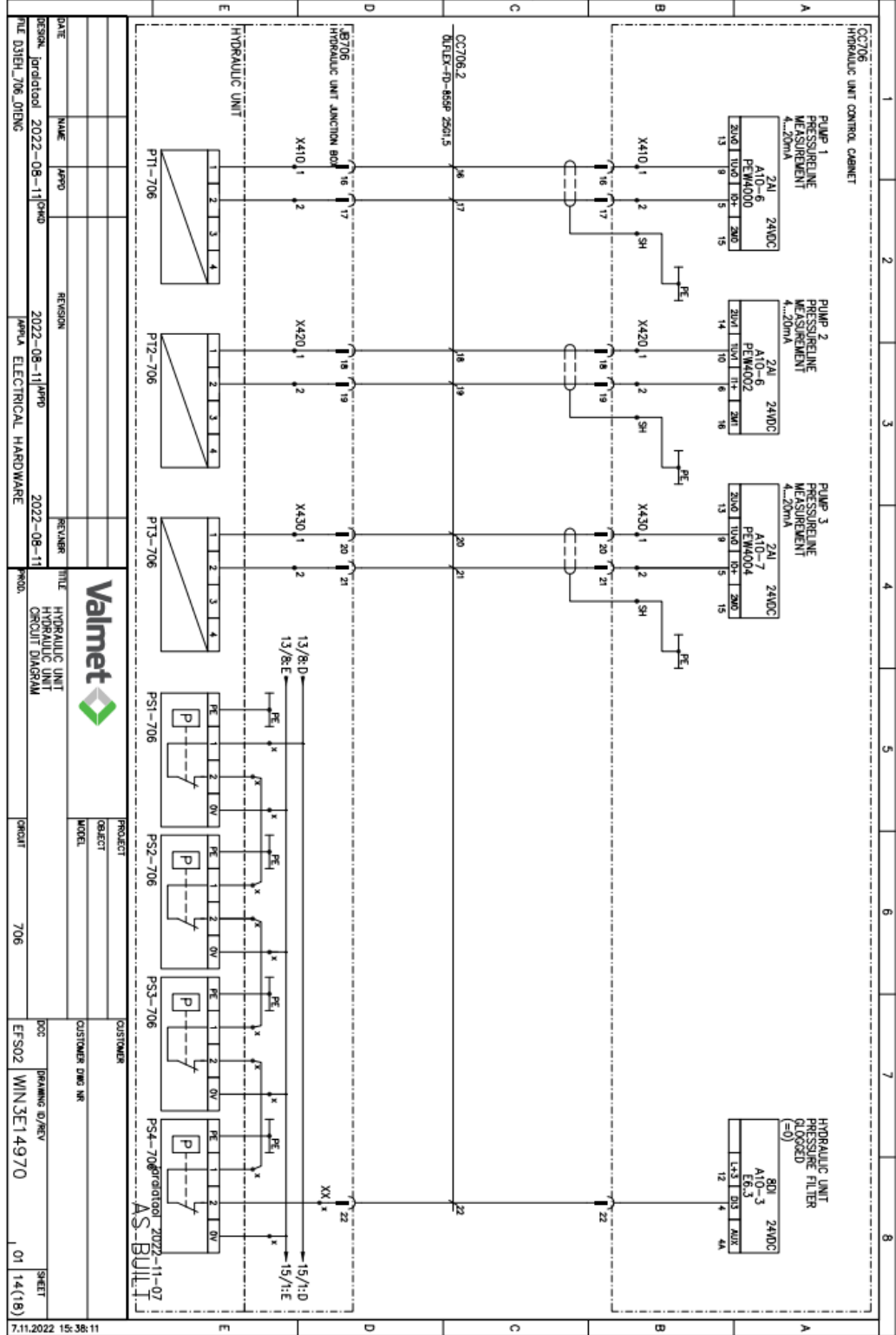
DATE	NAME	APPD	REVISION	REVISION	TITLE	PROJECT	CUSTOMER	DWG NO	DATE	SHEET
DESIGN	2022-08-11	CHMO	2022-08-11	MPFB	HYDRAULIC UNIT HYDRAULIC UNIT ORCULT DIAGRAM	706	EF502	WINSET14970	01	12(18)
FILE	D31EH_706_ORCULT									

jprddtol 2022-11-07  
 AS-BUILT

7.11.2022 15:38:11

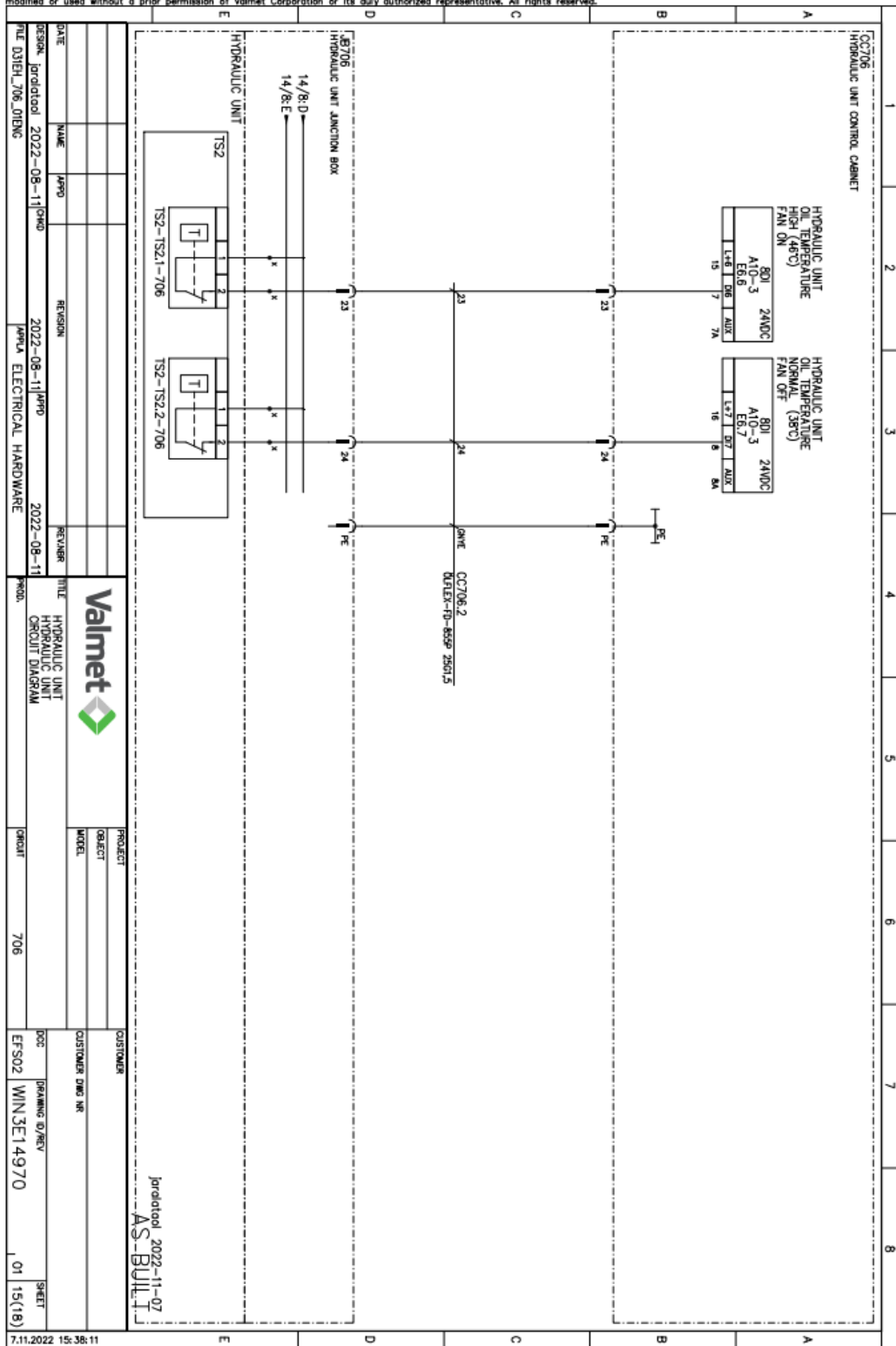


The information contained herein is confidential and proprietary to Valmet Corporation and is not to be reproduced, disclosed to a third party, modified or used without a prior permission of Valmet Corporation or its duly authorized representative. All rights reserved.

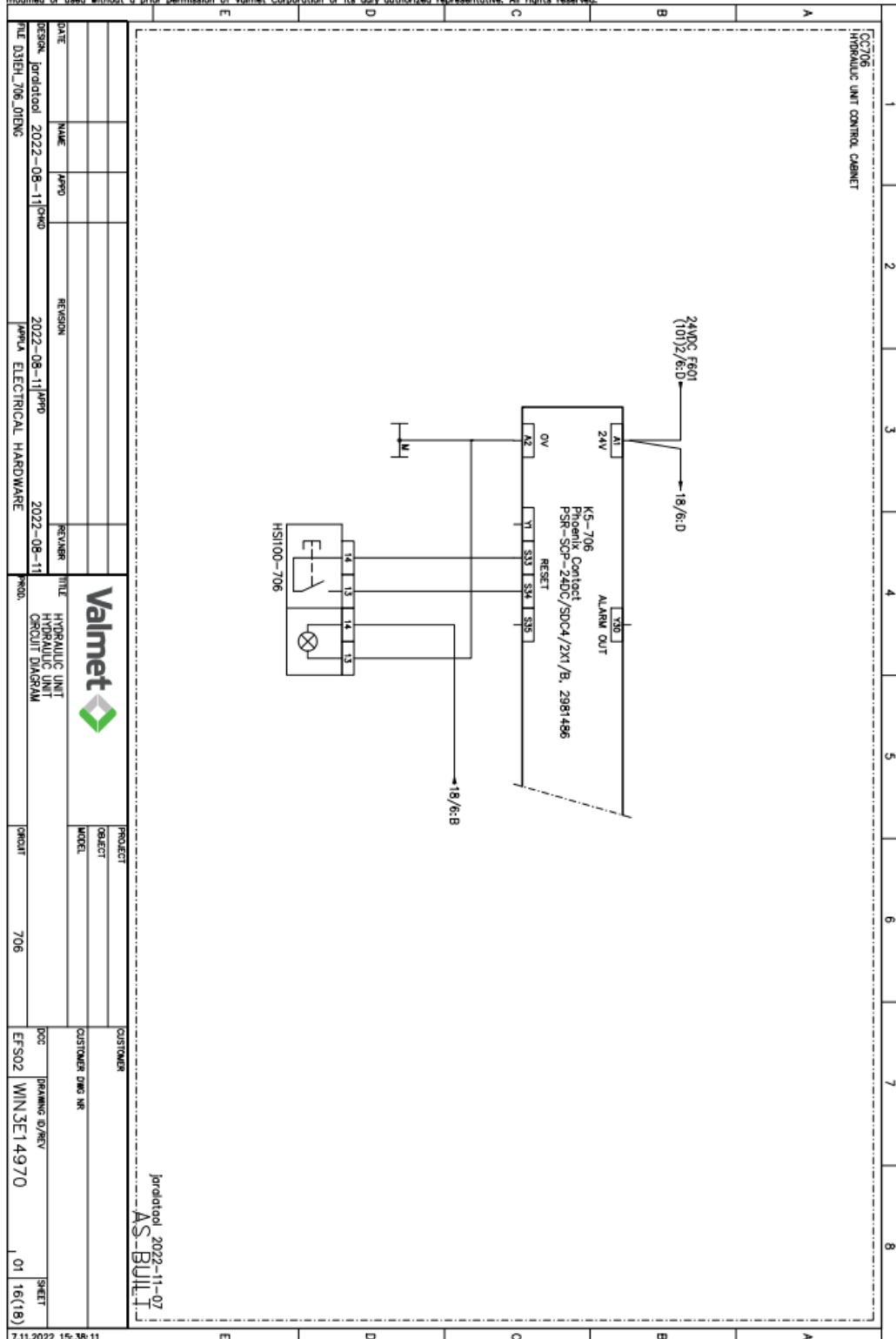


DATE	NAME	APPD	REVISION	DATE	NAME	APPD	REVISION	DATE	NAME	APPD	REVISION
2022-08-11	2022-08-11	2022-08-11	2022-08-11	2022-08-11	2022-08-11	2022-08-11	2022-08-11	2022-08-11	2022-08-11	2022-08-11	2022-08-11
<p><b>Valmet</b></p> <p>HYDRAULIC UNIT HYDRAULIC UNIT CIRCUIT DIAGRAM</p> <p>PROJECT: 706 OBJECT: 706 MODEL: 706</p> <p>CUSTOMER: EFSO2 WIN3E14970</p> <p>DWG NO: WIN3E14970</p> <p>DRAWING D/W NR: WIN3E14970</p>											

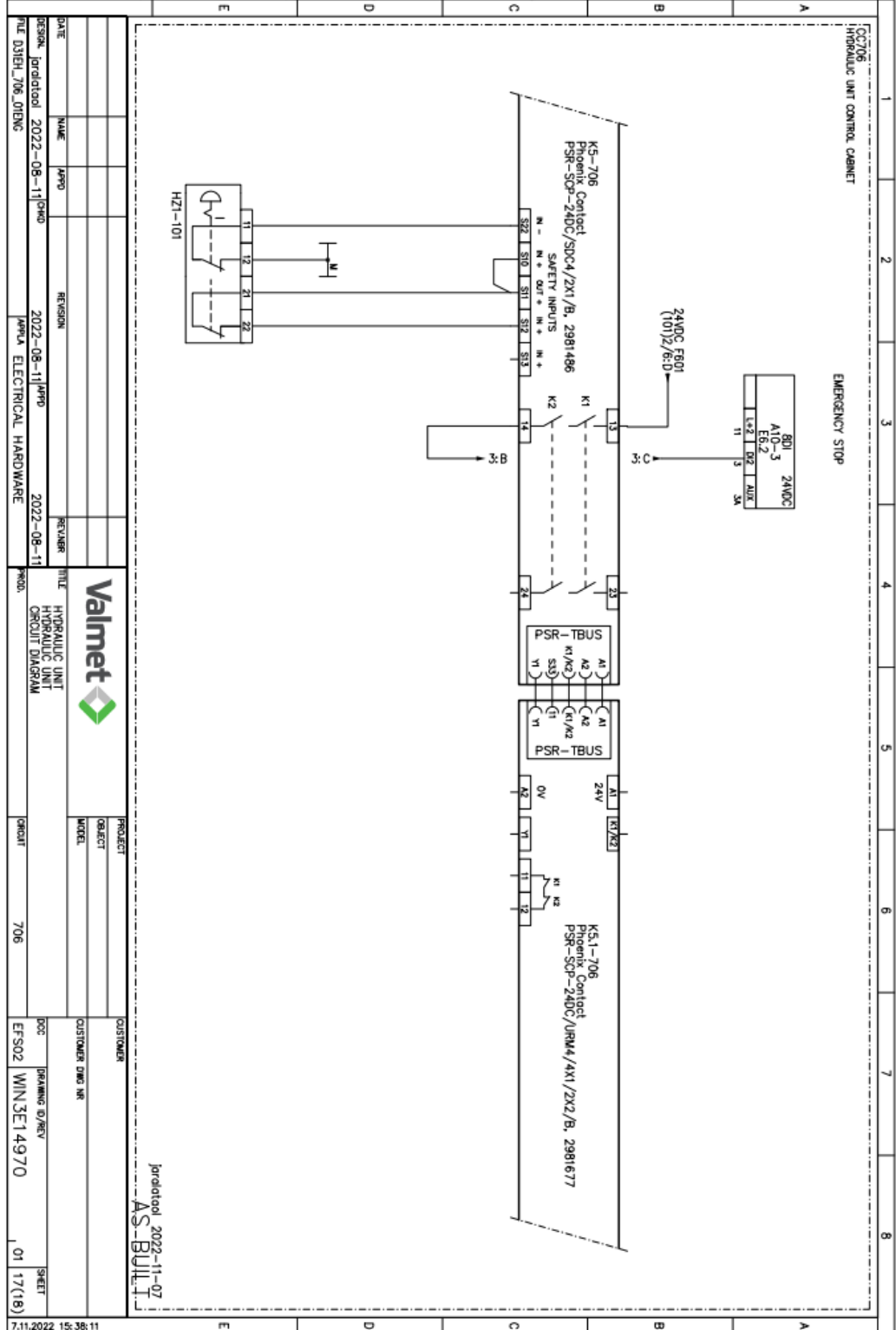
The information contained herein is confidential and proprietary to Valmet Corporation and is not to be reproduced, disclosed to a third party, modified or used without a prior permission of Valmet Corporation or its duly authorized representative. All rights reserved.



The information contained herein is confidential and proprietary to Valmet Corporation and is not to be reproduced, disclosed to a third party, modified or used without a prior permission of Valmet Corporation or its duly authorized representative. All rights reserved.



The information contained herein is confidential and proprietary to Valmet Corporation and is not to be reproduced, disclosed to a third party, modified or used without a prior permission of Valmet Corporation or its duly authorized representative. All rights reserved.



DATE	NAME	APPD	REVISION	2022-08-11	PROJ	2022-08-11	PROJ	2022-08-11	PROJ	2022-08-11
DESIGN	2022-08-11	PROJ	2022-08-11	PROJ	2022-08-11	PROJ	2022-08-11	PROJ	2022-08-11	PROJ
FILE	DESIGN_706_01BNC	PROJ	ELECTRICAL HARDWARE	706	706	706	706	706	706	706

Valmet

HYDRAULIC UNIT CIRCUIT DIAGRAM

PROJECT OBJECT MODEL

CUSTOMER CUSTOMER DWS NR

DOC PREPARED BY

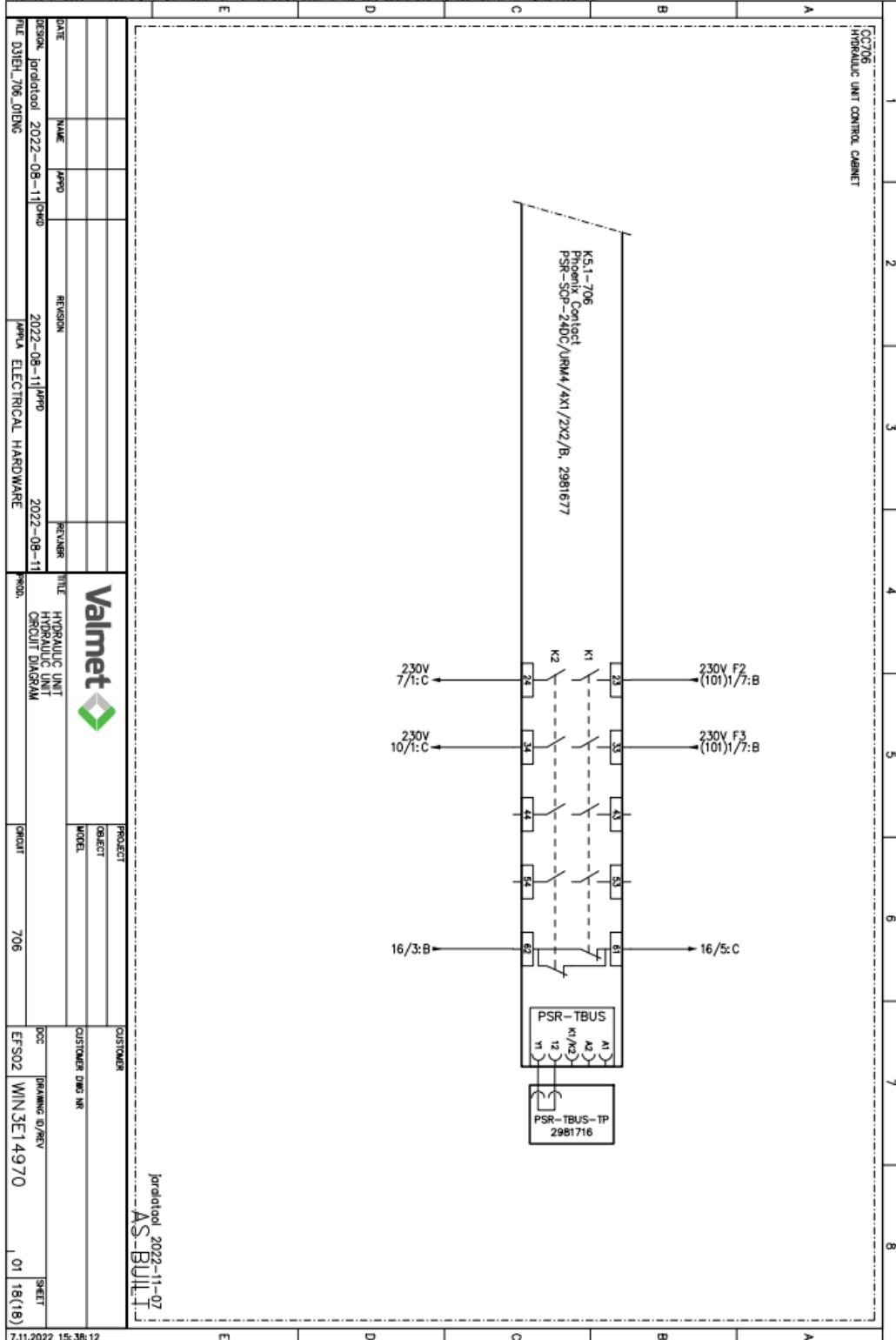
EF502 WIN3E14970

01 17(18)

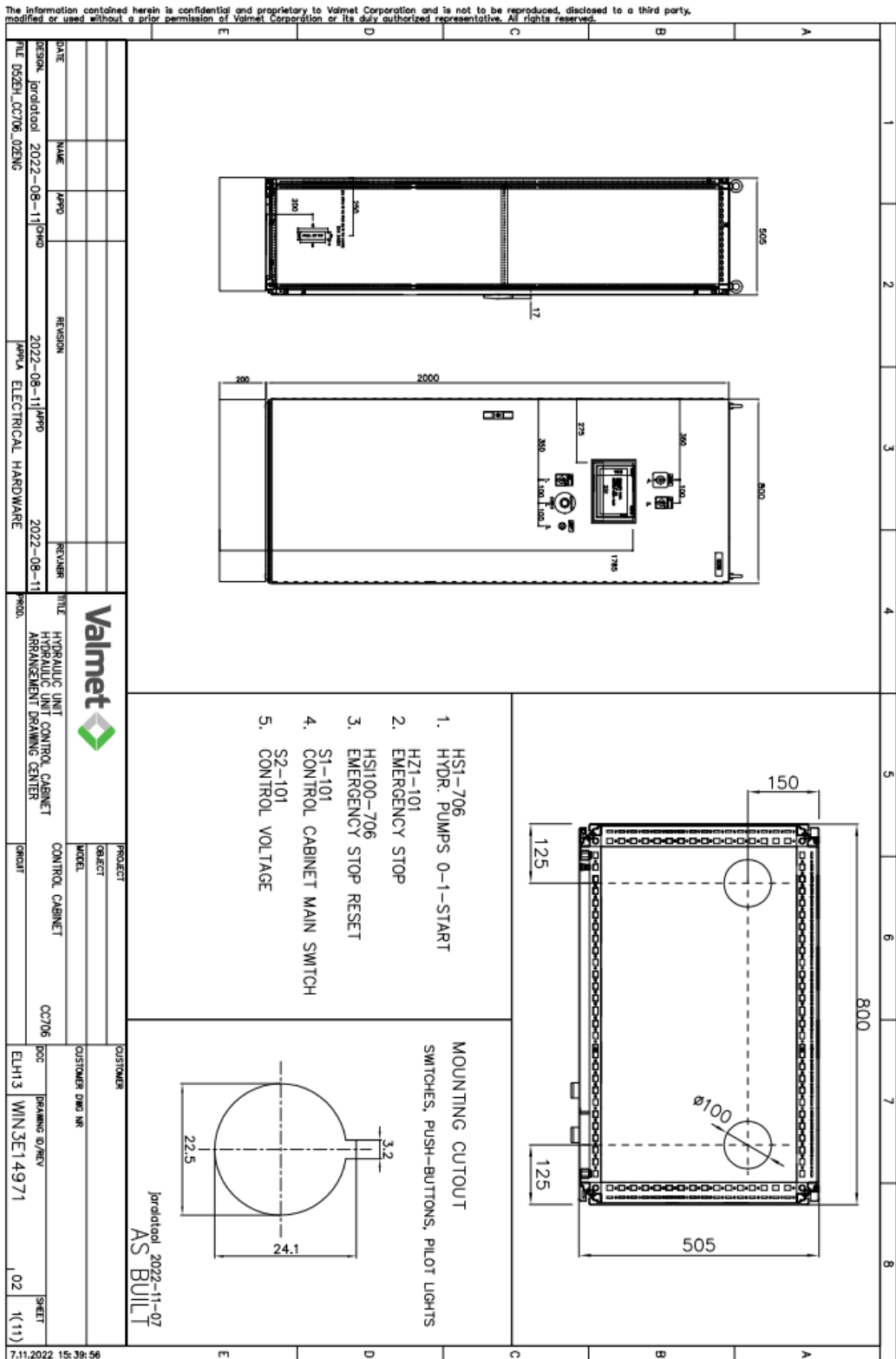
7.11.2022 15:38:11

Jarrodal 2022-11-07  
AS-BUILT

The information contained herein is confidential and proprietary to Valmet Corporation and is not to be reproduced, disclosed to a third party, modified or used without a prior permission of Valmet Corporation or its duly authorized representative. All rights reserved.



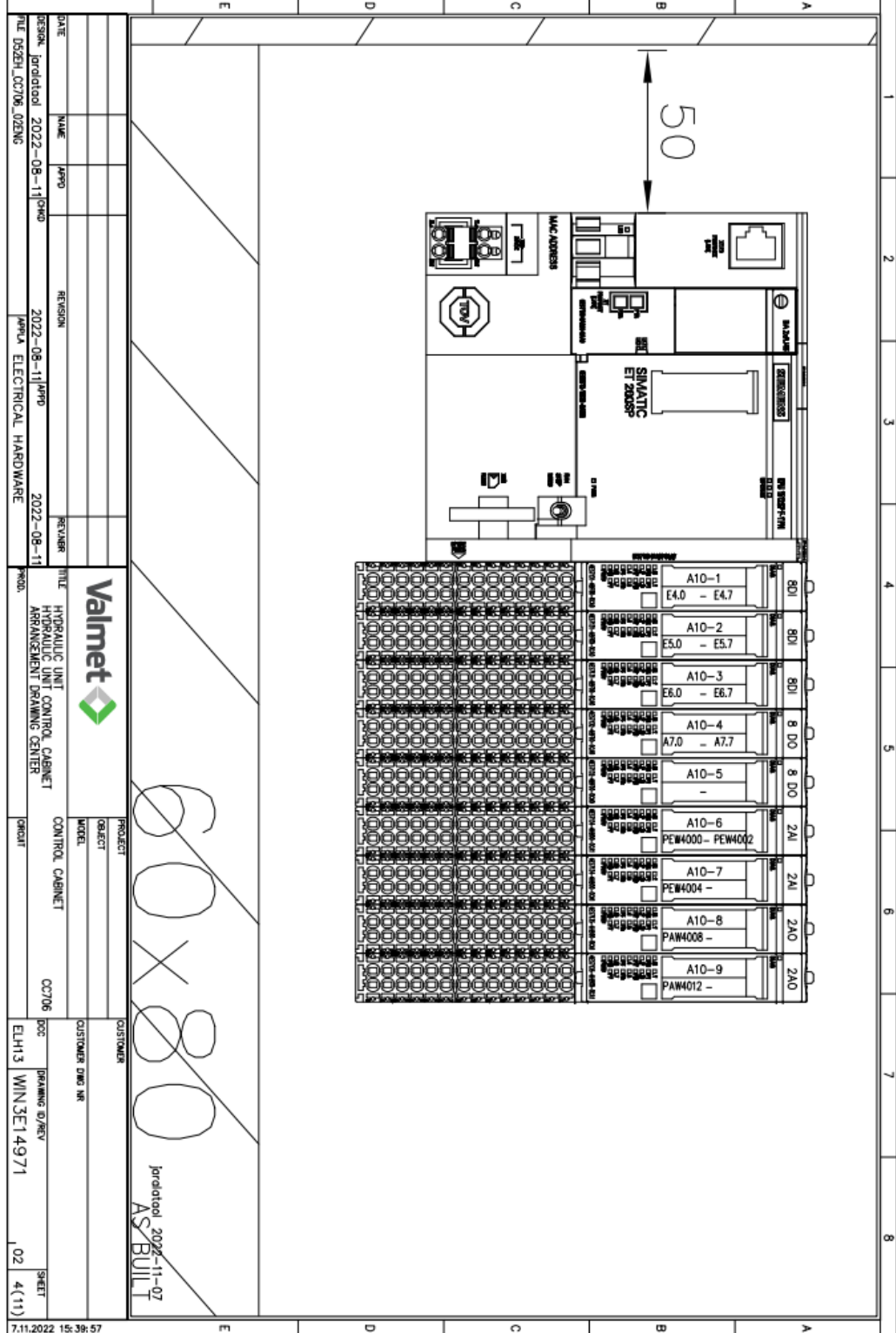
# Layout-kuvat



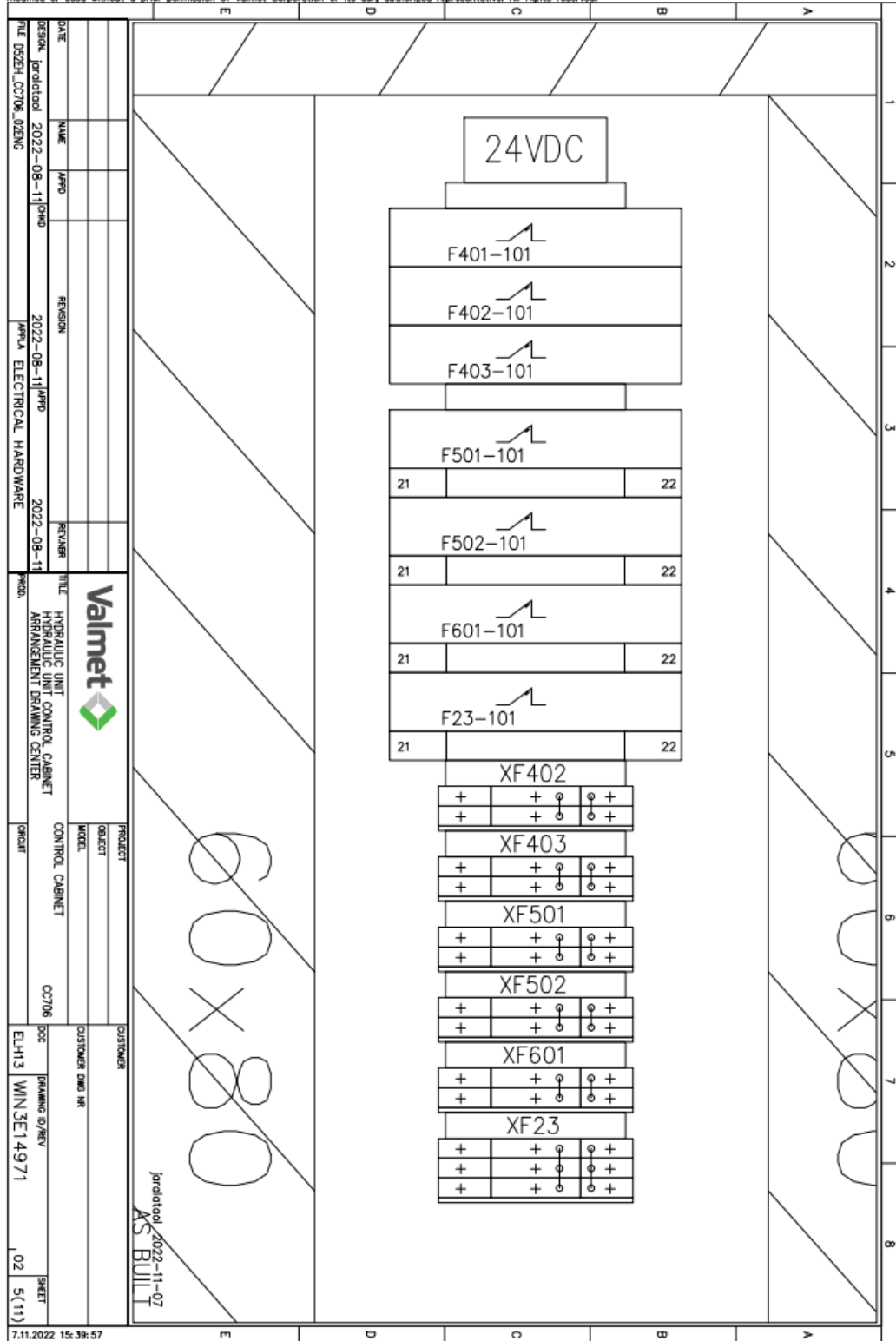




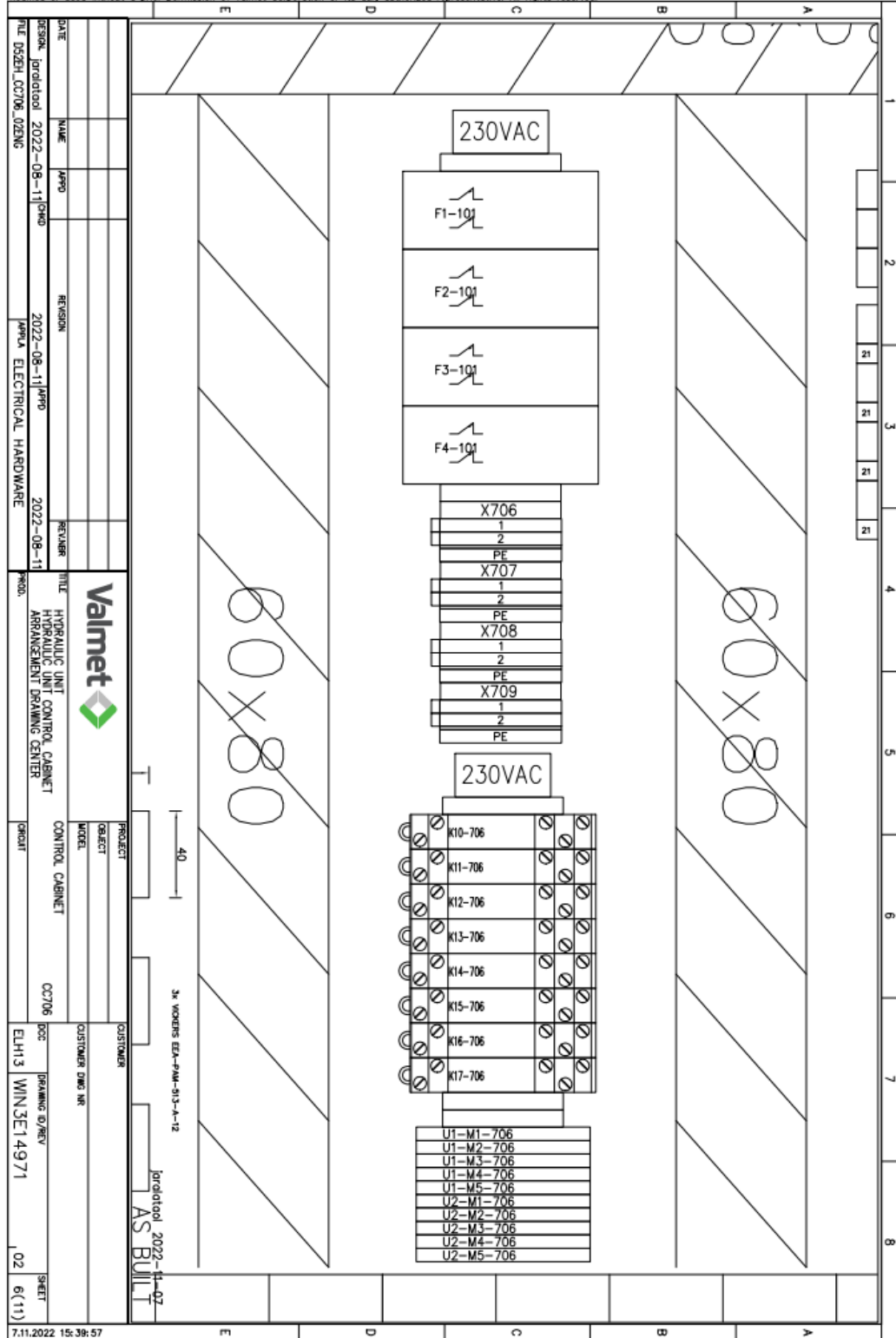
The information contained herein is confidential and proprietary to Valmet Corporation and is not to be reproduced, disclosed to a third party, modified or used without a prior permission of Valmet Corporation or its duly authorized representative. All rights reserved.



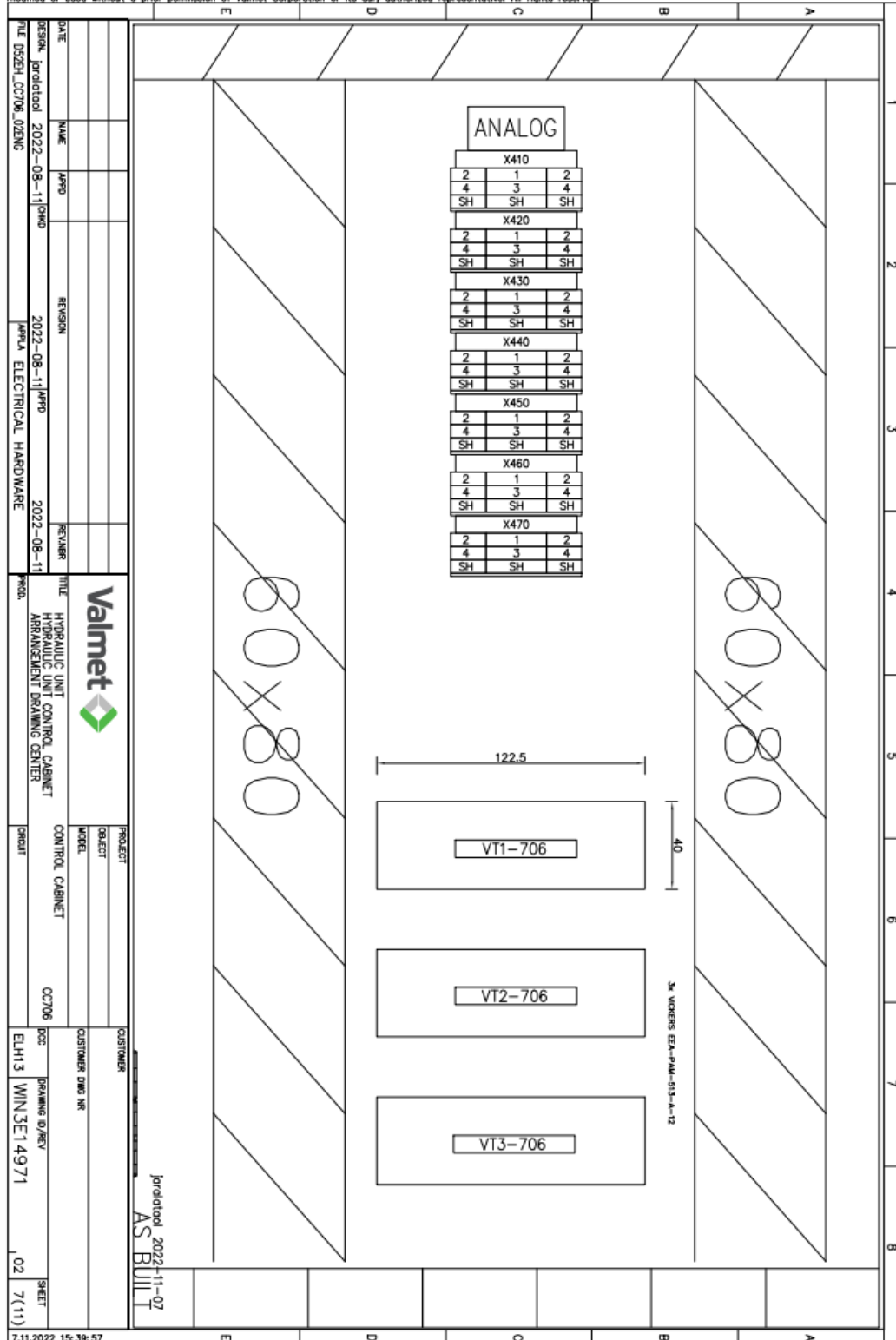
The information contained herein is confidential and proprietary to Valmet Corporation and is not to be reproduced, disclosed to a third party, modified or used without a prior permission of Valmet Corporation or its duly authorized representative. All rights reserved.



The information contained herein is confidential and proprietary to Valmet Corporation and is not to be reproduced, disclosed to a third party, modified or used without a prior permission of Valmet Corporation or its duly authorized representative. All rights reserved.

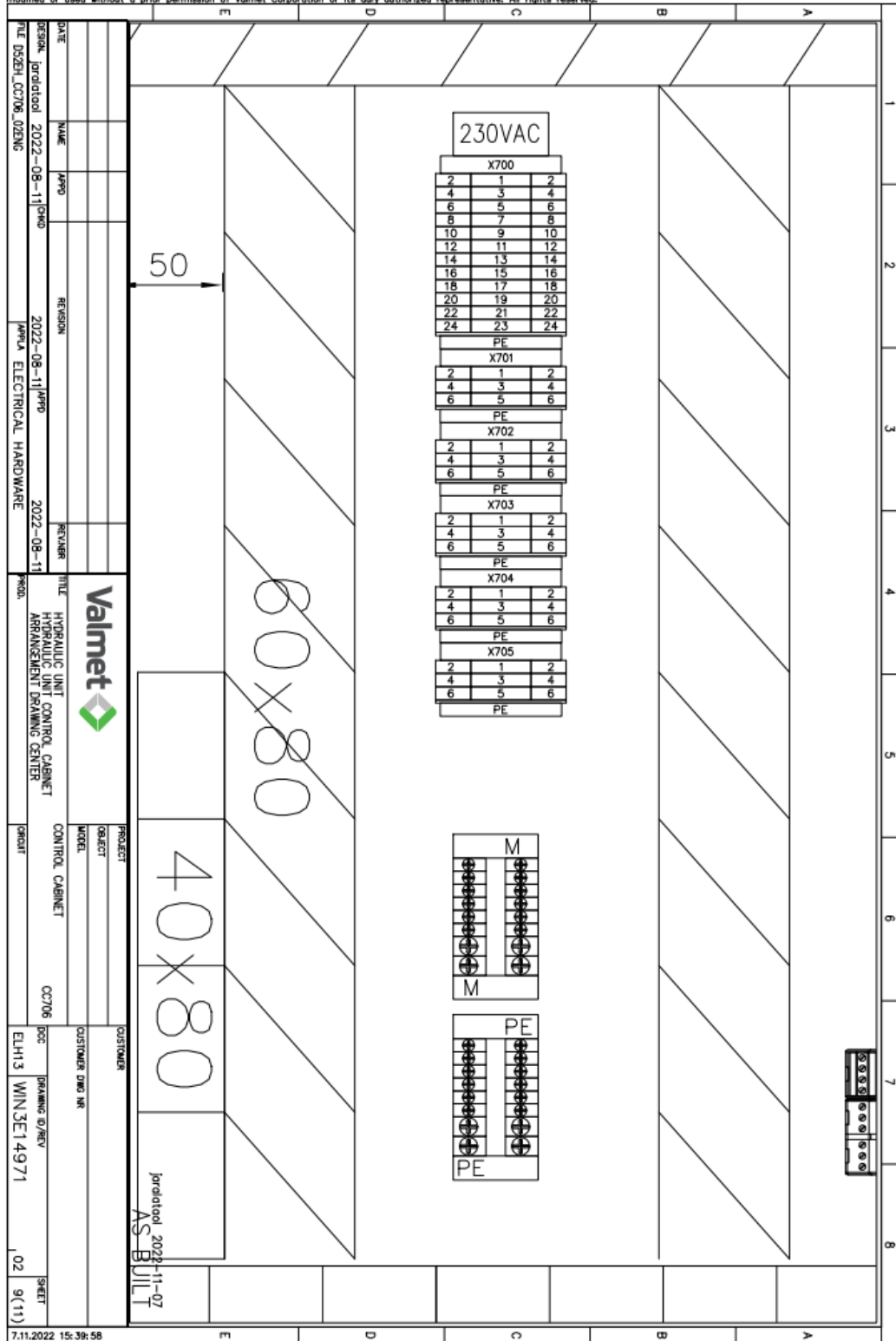


The information contained herein is confidential and proprietary to Valmet Corporation and is not to be reproduced, disclosed to a third party, modified or used without a prior permission of Valmet Corporation or its duly authorized representative. All rights reserved.





The information contained herein is confidential and proprietary to Valmet Corporation and is not to be reproduced, disclosed to a third party, modified or used without a prior permission of Valmet Corporation or its duly authorized representative. All rights reserved.



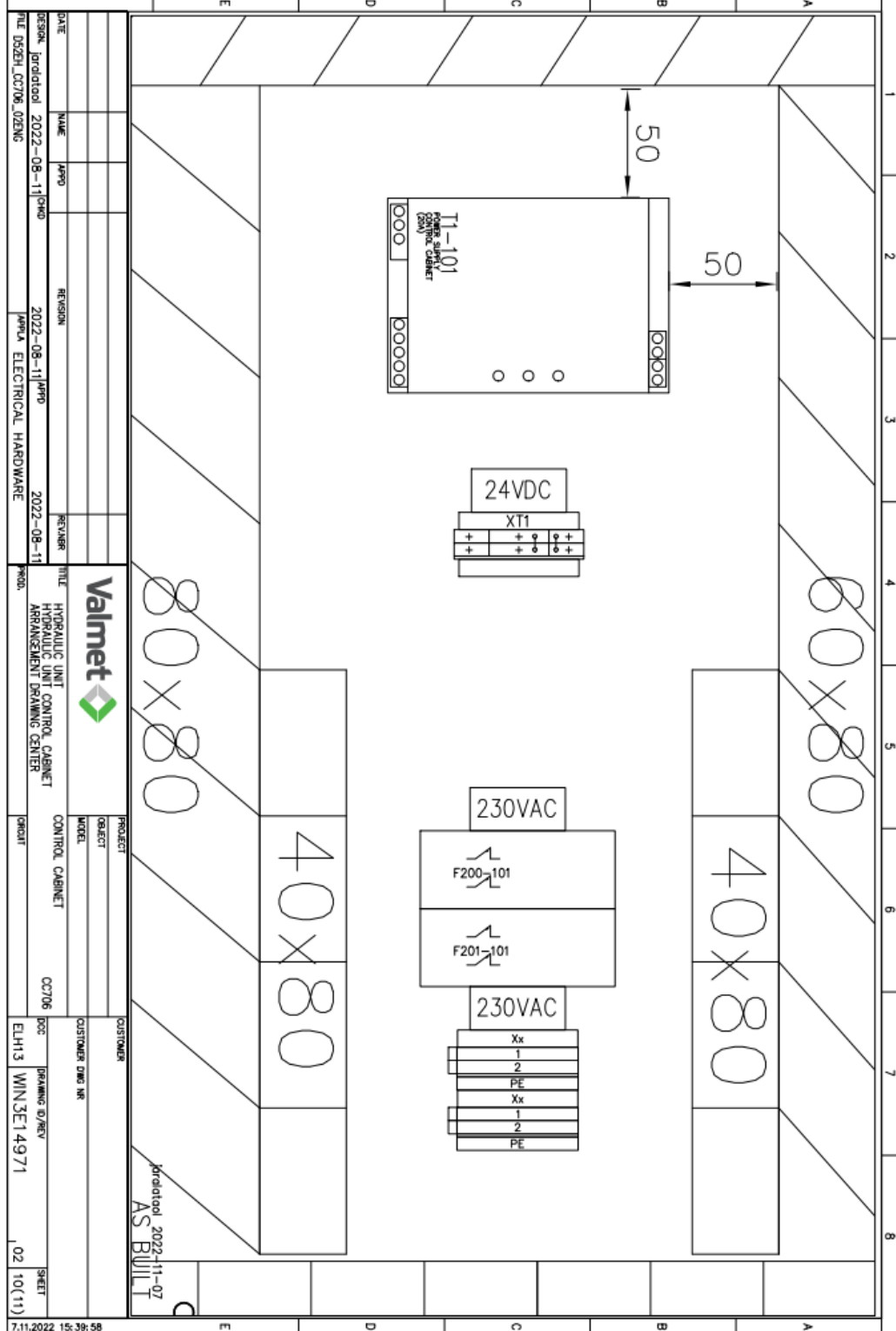
7.11.2022 15:39:58

DATE	NAME	APPD	REVISION	REVISOR	TITLE	PROJECT	CUSTOMER	DWG	SHEET
2022-08-11			2022-08-11		HYDRAULIC UNIT CONTROL CABINET ARRANGEMENT DRAWING CENTER	CONTROL CABINET	ELH13 WIN3E14971	02	9(11)
FILE: D:\2022\08\11\APPD					PROJECT: CONTROL CABINET				
FILE: D:\2022\08\11\REVISOR					CUSTOMER: ELH13 WIN3E14971				
FILE: D:\2022\08\11\APPD					DWG: WIN3E14971				
FILE: D:\2022\08\11\REVISOR					SHEET: 9(11)				



2022-11-07  
AS-BUILT

The information contained herein is confidential and proprietary to Valmet Corporation and is not to be reproduced, disclosed to a third party, modified or used without a prior permission of Valmet Corporation or its duly authorized representative. All rights reserved.



The information contained herein is confidential and proprietary to Valmet Corporation and is not to be reproduced, disclosed to a third party, modified or used without a prior permission of Valmet Corporation or its duly authorized representative. All rights reserved.

