



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Ville Lehti

KAKSOISPUOLAAJIEN RUNKOSÄHKÖJEN MODERNISOINTI

Tekniikka
2022

TIIVISTELMÄ

Tekijä	Ville Lehti
Opinnäytetyön nimi	Kaksoispuolaajien runkosähköjen modernisointi
Vuosi	2022
Kieli	suomi
Sivumäärä	47 + 2 liitettä
Ohjaaja	Olli Tuovinen

Opinnäytetyön tarkoituksena oli keksiä toimivampi ratkaisu Mallefer Extrusion Oy:n EKP 800K- ja 1000K-kaksoispuolaajien nykyisiin runkosähköratkaisuihin. Tavoitteena on saada tehostettua laiteasennusta sekä koneiden koestamista ennen toimitusta. Tämä tulee helpottamaan myös koneiden asennusta sekä käyttöönottoa loppuasiakkaalla. Työssä käydään läpi lähtötilanne ja modernisointi ohjauskeskuksen sekä runkosähköjen osalta. Modernisoinnin komponentit sekä piirikaaviot esitetään.

Teoriaosuudessa käydään läpi kaapelilinjakokonaisuutta esimerkkilinjan avulla, jotta saadaan käsitys kaapelilinjan kokonaisuudesta. Opinnäytetyötä koskevat kaksoispuolaajat sekä näiden erot käydään myös läpi. Työssä on kerrottu kaksoispuolaajien lähtötilanne ohjauskaapin- ja runkosähköjen osalta. Modernisoinnissa käytetty Siemensin SIMATIC ET 200eco tuotesarja esitellään sekä integroidaan kaksoispuolaajien ohjauskeskus- ja runkosähköihin. Työn piirikaaviot sekä layoutit on toteutettu EPLAN Electric P8 -suunnitteluohjelmistolla.

Opinnäytetyön tuloksena saatiin kaksoispuolaajien rungon sekä keskuksen välistä kaapelimäärää pienennettyä huomattavasti. Tulevaisuudessa saadaan myös kaksoispuolaajien koestuksissa havaittuja häiriöitä vähennettyä. Opinnäytetyötä tullaan hyödyntämään jatkossa useiden koneiden sähkösuunnittelussa.

Avainsanat	kaksoispuolaaja, modernisointi, sähkösuunnittelu, häiriö, koestus
------------	---

ABSTRACT

Author	Ville Lehti
Title	Modernization of Frame Electricity for Automatic Dual Take-ups
Year	2022
Language	Finnish
Pages	47 + 2 Appendices
Name of Supervisor	Olli Tuovinen

The purpose of the thesis was to come up with a more functional solution for Mallefer Extrusion Oy's EKP 800K and 1000K automatic dual take-ups. The goal was to have more efficient equipment installation and testing of the machines before the delivery. This will also facilitate the installation and commissioning of the machines by the end customer. The thesis covers the initial situation and modernization of the control cabinet and frame electricity. The components of the modernization as well as the circuit diagrams are presented.

The starting situation of the automatic dual take-ups control cabinet and frame electricity was investigated first. The Siemens SIMATIC ET 200eco product family used in the modernization will be integrated into the control cabinet and frame electricity of the automatic dual take-ups. The circuit diagrams and layouts of the thesis were implemented with EPLAN Electric P8 design software.

As a result of the thesis, the amount of cable between the frame of the automatic dual take-ups and the control cabinet was significantly reduced. In the future, it will also be possible to reduce the disturbances observed in the tests of the automatic dual take-ups. The thesis will be utilized in the future in the electrical design of several machines.

Keywords	Automatic dual-take up, modernization, electrical design, disturbance, and testing
----------	---

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

KUVALUETTELO

LIITELUETTELO

LYHENTEET

1	JOHDANTO.....	10
2	YRITYSESITTELY.....	11
3	KAAPELILINJAT.....	12
4	EKP-KAKSOISPUOLAAJAT.....	13
	4.1 EKP-kaksoispuolaajien mallit.....	14
	4.2 EKP 800K / 1000K.....	14
5	KAKSOISPUOLAAJIEN LÄHTÖTILANNE.....	19
	5.1 Ohjauskeskus.....	20
	5.2 Runkosähköistys.....	21
6	KAKSOISPUOLAAJIEN MODERNISOINTI.....	23
	6.1 Siemens SIMATIC ET 200eco PN.....	23
	6.1.1 PROFINET.....	25
	6.1.2 Digitaalitulomoduulit (DI).....	26
	6.1.3 Digitaalilähtömoduulit (DO).....	27
	6.1.4 Digitaalitulo- ja lähtömoduuli (DIO).....	27
	6.1.5 Analogiatulomoduulit (AI).....	28
	6.1.6 Analogialähtömoduulit (AO).....	28
	6.1.7 Turvamoduuli (F-DI/F-DQ).....	29
	6.2 Ohjauskeskus.....	29
	6.3 Runkosähköistys.....	31
	6.3.1 Rungon takaosa.....	33
	6.3.2 Rungon etuosa.....	36

6.4 Väyläkaapelointi.....	42
7 MODERNISOINNIN VAIKUTUKSET KOESTUKSESSA	43
8 JOHTOPÄÄTÖKSET	45
LÄHTEET	46
LIITTEET	48

KUVALUETTELO

Kuva 1. OEL-40 toisiopäälystyslinja.....	12
Kuva 2. EKP 800K-kaksoispuolaaja.....	14
Kuva 3. EKP 1000K-kaksoispuolaaja.....	15
Kuva 4. Pääohjauspaneeli +A5.....	17
Kuva 5. Apuohjauspaneeli +A6.....	17
Kuva 6. EKP 800K-kaksoispuolaaja koestuksessa.....	20
Kuva 7. EKP 800K-kaksoispuolaajan ohjauskeskuksen (TU1+A2) kaapelointia koestuksen aikana.....	21
Kuva 8. X100- ja X300-toimilaitemoduulit rungon etuosassa (=TU1+A1).....	22
Kuva 9. X200-toimilaitemoduuli rungon takaosassa (=TU1+A1).....	22
Kuva 10. SIEMENS SIMATIC ET 200eco PN digitaalitulomoduuleita (DI).....	24
Kuva 11. Vasemmalla Siemensin väyläliitin (D-koodattu), keskellä jännitteensyöttöliitin (A-koodattu) ja oikealla jännitteenjakoliitin (A-koodattu).....	25
Kuva 12. Siemens SCALANCE XB005, 5xRJ45 Ethernet-kytkin.....	30
Kuva 13. Hajautus I/O-moduulit A600 ja A700.....	31
Kuva 14. Hajautus I/O-moduulit A800, A900, A1000 ja A1100.....	32
Kuva 15. Hajautus I/O-moduulin (Siemens 6ES7147-6BG0x-0AB0 / 8 DIO DC 24V/1,3A 8 x M12) A600 portit X1-X4.....	34
Kuva 16. Hajautus I/O-moduulin (Siemens 6ES7147-6BG0x-0AB0 / 8 DIO DC 24V/1,3A 8 x M12) A600 portit X5-X8.....	34
Kuva 17. Hajautus I/O-moduulin (Siemens 6ES7141-6BH00-0AB0 / 16 DI DC 24V 8 x M12) A700 portit X1-X4.....	35
Kuva 18. Hajautus I/O-moduulin (Siemens 6ES7141-6BH00-0AB0 / 16 DI DC 24V 8 x M12) A700 portit X5-X8.....	36
Kuva 19. Hajautus I/O-moduulin (Siemens 6ES7141-6BH00-0AB0 / 16 DI DC 24V 8 x M12) A800 portit X1-X4.....	37
Kuva 20. Hajautus I/O-moduulin (Siemens 6ES7141-6BH00-0AB0 / 16 DI DC 24V 8 x M12) A800 portit X5-X8.....	37

Kuva 21. Hajautus I/O-moduulin (Siemens 6ES7144-6KD0x-0AB0 / 8 AI 4 U/I + 4 RTD/TC 8xM12) A900 portit X1, X3, X5 ja X7	38
Kuva 22. Hajautus I/O-moduulin (Siemens 6ES7144-6KD0x-0AB0 / 8 AI 4 U/I + 4 RTD/TC 8xM12) A900 portit X2, X4, X6 ja X8	39
Kuva 23. Hajautus I/O-moduulin (Siemens 6ES7145-6HD00-0AB0 / 4 AO U/I 4 x M12) A1000 portit X1, X2, X3 ja X4	40
Kuva 24. Hajautus I/O-moduulin (Siemens 6ES7 146-6FF0x-0AB0 / F-DI 8x24V /FDQ 3x24V 2A) A1100 portit X1, X2, X3 ja X4	41
Kuva 25. Hajautus I/O-moduulin (Siemens 6ES7 146-6FF0x-0AB0 / F-DI 8x24V /FDQ 3x24V 2A) A1100 portit X5, X6 ja X7	41
Kuva 26. Moduulien välinen PROFINET-kaapelointi.....	43
Kuva 27. ET 200eco PN F-DI/F-DQ-moduulit linjaohjauskeskuksen (=LC1+A2) seinällä	44
Kuva 28. Riviliitin X20 linjaohjauskeskuksessa (=LC1+A2).....	44

LIITELUETTELO

LIITE 1. EKP 800K kaksoispuolaajan layout ennen modernisointia

LIITE 2. EKP 800K kaksoispuolaajan layout modernisoinnin jälkeen

LYHENTEET

EKP	-	Erikoiskaksoispuolaaja
TU1	-	Take-Up 1, vastaanottopuolaaja 1
+A1	-	Machine frame, koneen runko
+A2	-	Control cabinet, ohjauskeskus/kaappi
+A5	-	Main Control Panel, pääohjauspaneeli
+A6	-	Auxiliary Control Panel, apuohjauspaneeli
Rpm	-	Rounds per minute, kierrosta minuutissa, Pyörimisnopeus.
mm	-	millimetri
m/min	-	metriä/minuutissa
N	-	Newton
mm/r	-	millimetriä/säde
EMC	-	Electromagnetic compatibility, sähkömagneettinen yhteen sopivuus
HMI	-	Human Machine Interface, ihmisen ja koneen välinen käyttöliittymä
PLC	-	Programmable Logic Controller, ohjelmoitava logiikka
VDC	-	Direct Voltage, tasajännite
TM COUNT	-	Terminal Module Counter, terminaalinen laskurimoduuli
DI	-	Digital Input, digitaalinen tulo

DO	-	Digital Output, digitaalinen lähtö
DIO	-	Digital Input and Output, digitaalinen tulo- ja lähtö
AI	-	Analog Input, analogia tulo
AO	-	Analog Output, analogia lähtö
FDI	-	Failsafe Digital Input, vikaturvallinen digitaalitulo
FDQ	-	Failsafe Digital Output, vikaturvallinen digitaalilähtö

1 JOHDANTO

Tämä opinnäytetyö tehtiin Maillefer Extrusion Oy:n sähkö- ja automaatio suunnitteluosastolle. Tavoitteena oli saada EKP-kaksoispuolaajien kaappi- ja runkosähköjä modernisoitua. Opinnäytetyössä tehtyjen modernisointien myötä koetuksessa havaittuja häiriöitä on tarkoitus saada vähennettyä tulevaisuudessa.

Työssä käydään aluksi läpi toisiopäällystyslinjan toiminta sekä sen eri laitteita, tarkoituksena saada käsitys kokonaisuudesta, jota tämä opinnäytetyö käsittelee. Seuraavaksi tullaan käymään läpi modernisointia käsittelevät EKP-kaksoispuolaajat sekä mikä näiden funktio on tuotantolinjoissa.

Työn käytäntöosuudessa käydään ensin läpi kaksoispuolaajien lähtötiedot ja tilanne ennen modernisointia koneen runkosähköjen sekä ohjauskeskuksen osalta. Lähtötietojen jälkeen esitellään modernisoinnissa käytetyn tuoteperheen hajautus I/O-moduulit sekä niiden integrointi runko- ja keskus-sähköihin.

Viimeisessä luvussa arvioidaan modernisoinnin mahdolliset hyödyt tulevilla laitekoetuksissa ja asennuksissa sekä nähdään modernisoinnin hyödyt ensimmäisessä asiakasprojektissa.

2 YRITYSESITTELY

Maillefer Extrusion Oy on osa yhdysvaltalaisesta Davis-Standard konsernista. Konserni työllistää noin 1400 henkilöä maailmanlaajuisesti ja sen pääkonttori sijaitsee Yhdysvaltojen Connecticutissa.¹ Maillefer on maailman johtava johdin-, kaapeli-, putki- ja tuubikoneiden sekä linjojen valmistaja. Maillefer valmistaa ja myy niin kokonaisia kaapelin valmistuslinjoja sekä yksittäisiäkin koneita asiakkaan tarpeiden mukaan. Lisäksi palveluihin kuuluu asennus-, käyttöönotto- ja kunnossapitopalveluita. Yhtiöllä on toimipisteitä kahdeksassa eri maassa, joissa se työllistää yhteensä noin 300 henkilöä. Yhtiön pääkonttori sijaitsee Suomessa Vantaalla. Vantaalla työskentelee noin 150 henkilöä.²

Mailleferin on perustanut Charles E. Maillefer. Yhtiö sai alkunsa Sveitsin Jura vuorilla vuonna 1900. Tuolloin yhtiö teki sorveja sekä viilanleikkauskoneita. Ensimmäiset kaapelinvalmistuskoneet yhtiö toimitti Siemensille vuonna 1926.

Suomessa kaapelin valmistus aloitettiin vuonna 1912 Suomen Punomotehdas Oy:n toimesta (myöhemmin Suomen kaapelitehdas). Vuonna 1922 valtaosa yhtiön osakkeista ostettiin Suomen kumitehtaan toimesta. Kyseiset yhtiöt liittyivät osaksi Nokia-yhtiötä 1967 ja tämä sai nimen Nokian koneosasto. Vuonna 1987 Nokian kaapelikoneet osti Sveitsiläisen Mailleferin osake-enemmistön ja fuusion johdosta yhtiön uudeksi nimeksi tuli Nokia-Maillefer. Vuonna 1998 yhtiön nimi vaihtui Nextromiksi. Vuonna 2001 Nextromin energiakaapeli- ja linjaosasto irtautui omaksi yhtiöksi. Jäljelle jäänyt yhtiö sai nimekseen Maillefer Extrusion Oy.³

¹ Davis Standard. Who We Are. 2022. Viitattu 5.3.2022. <https://davis-standard.com/about-us/who-we-are/>

² Maillefer. Yrityksen sisäinen Intranet-tiedosto. 2021.

³ Maillefer. Company story. Maillefer Nokia 1900-2000.pdf. Maillefer Extrusion Oy.

3 KAAPELILINJAT

Mailleferilla on laaja kirjo erilaisia linjoja ja koneita, joilla erilaisia kaapeleita voidaan valmistaa, mm. valmistus-, eristys-, kertaus-, vaippaus- ja kuitukaapelinvalmistuslinjat.

Linjat sisältävät monia koneita, joilla jokaisella on oma tehtävänsä, jotta valmiista tuotteesta saadaan haluttu. Tässä työssä esimerkkinä käytetään kuvan 1 mukaista OEL-40 toisiopäällystyslinjaa, jossa tiedonsiirtokuidut päällystetään puristimilla sulatetulla muoviputkella. Kuitujen lukumäärä kaapelissa voi olla 6-96 kappaletta ja putken halkaisija vaihtelee vastaavasti⁴. Kyseisessä linjassa valmiin materiaalin puolauksen hoitavat EKP-kaksoispuolaajat. Linjan alkupäässä sijaitsee lähtöpuolaajat, joista raakamateriaali lähtee liikkeelle. Seuraavaksi tämä päällystetään tarvittavalla eristyksellä puristimien avulla. Puristimilta materiaali menee jäähdytysrännille, jossa sitä jäähdytetään. Linja sisältää myös muita koneita sekä mittalaitteita, joiden avulla päästään haluttuun lopputulokseen (kaapeli, johdin).



Kuva 1. OEL-40 toisiopäällystyslinja⁵

⁴ Seppälä, M. 2022. Automation Engineer. Maillefer Extrusion. Haastattelu.

⁵ Maillefer. Fiber Optics / Low Voltage Extrusion Line. 2022. Viitattu 10.3.2022 <https://www.maillefer.net/en/factories-and-consultation/maillefer-piloting/fiber-optics-low-voltage-extrusion-line/>

4 EKP-KAKSOISPUOLAAJAT

EKP on lyhennys nimelle ”Erikoiskaksoispuolaaja”. Kaksoispuolaaja on langanvedon sekä langan muovieristyksen yhteydessä käytettävä langan jatkuvaan puolaukseen käytettävä kone. Ensimmäinen automaattinen kaksoispuolaaja valmistui vuonna 1965 Jukka Karpon toimesta. Ensimmäinen automaattinen kaksoispuolaaja myytiin Norjaan⁶.

Kaksoispuolaaja on kaapelilinjan viimeinen kone. Se sijaitsee tuotantolinjan loppupäässä. Kaksoispuolaajassa on rinnakkain kaksi kela, joihin valmis materiaali puolataan. Kaksoispuolaaja siirtää langan täydeltä kelalta tyhjälle kelalle nopeuden vähentymättä. Koneessa puolauksen vaihto kelalta toiselle hoidetaan siten, että jakaja siirtyy tyhjän kelan puolelle, jolloin lanka koskettaa kelan rumpua. Rummun nopeus on säädetty langan nopeuden suuruiseksi. Lanka tarttuu tyhjän kelan tarttujaan ja jakaja palautuu keskiasentoon.⁶

Ensimmäisen kelan täytyessä vaihdetaan puolaus automaattisesti tyhjälle kelalle. Riippuen kaksoispuolaajan mallista, kelan uloslastaaminen koneesta voi olla täysin automaattinen tai vaihtoehtoisesti puoliautomaattinen, jolloin operaattorin täytyy lastata uusi kela täyden tilalle. Muita mallikohtaisia eroja ovat muun muassa kelan laipan halkaisija, kelan kokonaisleveys, kelan maksimipaino, kaapelin tai johdinten maksimihalkaisija, kelan maksimi pyörimisnopeus, jännitysalue (tensio) sekä puolaajan fyysinen koko. Kaksoispuolaajan valintaan vaikuttaa millainen linja kyseessä on.

⁶ Kirjapaino Lönnberg Oy. Teekkarikokeilusta Markkinajohtajaksi. 1997.

4.1 EKP-kaksoispuolaajien mallit

Kaksoispuolaajien mallit on numeroitu niiden maksimi kelakoon mukaan, pois luki-
kien EKP 8. Viimeinen kirjain kertoo kaksoispuolaajan käyttökohteen. Esimerkiksi
EKP 8F on kuitukaapelilinjoissa käytettävä automaattinen kaksoispuolaaja. Kirjai-
men-F tarkoittaessa ”Fiberiä” eli kuitua. K on myös lyhenne kuidulle. Muita lyhen-
teitä on T, eli ”Tight” tai ”Tele” mallista riippuen. EKP- kaksoispuolaajamalleja ovat
EKP 630, 800, 800K, 8, 8F, 8FT, 1000T, 1000K, 1300.⁷

Tässä opinnäytetyössä suunnitellut modernisoinnit koskevat ainoastaan EKP:n
mallisarjaa 800K ja 1000K. Kyseiset puolaajat on esitelty seuraavaksi tässä luvussa.

4.2 EKP 800K / 1000K

Kaksoispuolaajat EKP 800K sekä EKP 1000K eroavat toisistaan mekaanisesti kelan
halkaisijan osalta. Tämä vaikuttaa sähköjen osalta kelan pyörityskäytön kokoon.
Kyseisiä kaksoispuolaajia käytetään kuitukaapelilinjoissa. Kuvan 2 mukaisessa EKP
800K:ssa voidaan käyttää keloja, joiden halkaisija on 345-800 mm. Sen maksimi
pyörimisnopeus on 1000 rpm sekä puolausnopeus 1000 m/min.



Kuva 2.EKP 800K kaksoispuolaaja⁷

⁷ Mallefer. EKP Machines.pptx. 2022. Yrityksen sisäinen dokumentti.

Kuvan 3 mukaisessa EKP 1000K:ssa voidaan käyttää samoja keloja kuin 800K:ssa sekä maksimissaan 1000 mm halkaisijan keloja. 1000mm kelaä käytettäessä maksimi pyörimisnopeus on 800 rpm sekä puolausnopeus 1000 m/min.



Kuva 3. EKP 1000K kaksoispuolaaja⁸

EKP 800K ja 1000K kaksoispuolaajilla voidaan operoida johtimia, joiden ulkohalkaisija saa olla maksimissaan 8mm. Kummassakin puolaajassa on puoliautomaattinen kelanvaihto. Puoliautomaattisessa kelanvaihdossa kela työntyy automaattisesti koneesta ulos. Operaattorin täytyy vaihtaa koneeseen tämän tilalle tyhjä kela manuaalisesti, jotta se saadaan takaisin toimintaan.⁸

Kuten kuvasta 3 nähdään, kaksoispuolaajan rungon ulkopuolella sijaitsee varaaja (eng. Dancer, accumulator). Varaaja koostuu kiinteästä pyörästöstä sekä vipuvarren päässä sijaitsevasta pyörästöstä. Varaajan tehtäviä ovat

- akkumuloida puolattavan kelan halkaisijavaihteluista tai puolattavan tuotteen sisään tulevan linjanopeuden hetkellisistä vaihteluista johtuva pituuserotus

⁸ Maillefer. Automatic Dual Take-up EKP 1000K. 2022. Viitattu 30.3.2022. <https://www.maillefer.net/en/component/automatic-dual-take-up-ekp-1000k/>

- pitää puolaustensio haluttuna pneumaattisen toimilaitteen ja säätöventtiilin avulla
- mitata puolatun tuotteen pituus sekä linjanopeus varaajan sisääntulopyörään sijoitetun enkooderin avulla. Näitä käytetään puolausnopeuden säätämiseen. Puolaussäätöä ei käsitellä tässä työssä.⁴

Kaksoispuolaajissa on kaksi ohjauspaneelia +A5 ja +A6. Ohjauspaneelit on esitelty kuvissa 4 sekä 5. Pääohjauspaneeli +A5 sijaitsee koneen kyljessä kelaoven vieressä ja se on varustettu painonapeilla sekä HMI-näytöllä (The Human Machine Interface). Painonapeilla ohjataan koneen tärkeimpiä sekä yleisimpiä toimintoja kuten kelauksen ja kelanvaihdon käynnistys. Ohjauspaneelissa on myös merkkilamput sekä hätä-seis painike.⁹ HMI-näyttöä käytetään koneen asetusarvojen asettamiseen, tärkeimpiä näistä ovat

- puolattavan kelan pituus (m), vaihto toiselle kelalle tapahtuu pituuden tultua täyteen
- puolaustensio (N), jonka perusteella ohjataan varaajan säätöventtiiliä
- jakonousu (mm/r), jotta saataisiin tasainen kelan pinta, arvona tyypillisesti puolattavan tuotteen halkaisija + 1.5 mm.
- kelaleveys (mm), jotta puolattava kela täyttyisi laipalta laipalle säilyttäen tasaisen pinnanlaadun.

HMI-näytöltä saadaan indikoitua myös mahdolliset vikatilanteet, anturitiedot ja oloarvot esim. puolattu pituus ja linjanopeus.⁴

⁹ Mallefer. E834709 B, Automatic dual take-up operating instruction, EKP 800K, EKP 1000K, EKP 1000T. 2012. Yrityksen sisäinen dokumentti.



Kuva 4. Pääohjauspaneeli +A5

Apuohjauspaneeli +A6 sijaitsee koneen kyljessä kelaoven vieressä +A5-paneelin vastakkaisella puolella. Paneeli +A6 on varustettu painonapeilla, joita ovat esimerkiksi oven avaus- ja sulkunapit sekä kelan lastaus sisään tai ulos.



Kuva 5. Apuohjauspaneeli +A6

Puolaaja kelaat tuotetta kelalle ohjaamalla sen nopeutta ja kireyttä itsenäisesti. Kelan täyttyessä, kelaus vaihtaa automaattisesti tyhjälle kelalle. Kyseinen vaihto voidaan suorittaa täydessä tuotantonopeudessa.

Puolaajat voidaan varustella joko Siemensin tai Allen-Bradleyn automaatioversioina. Tässä opinnäytetyössä on käsitelty pelkästään Siemensin automaatioversioita.⁷

5 KAKSOISPUOLAAJIEN LÄHTÖTILANNE

Kaksoispuolaajan toimilaitteita ohjataan ohjauskaapeissa sijaitsevilla logiikkaprosessoriyksiköillä. Ne ovat yhteydessä PROFINET-väyläliitännällä linjaohjauskaapissa sijaitsevaan Ethernet-kytkimeen ja sitä kautta linjan pääprosessorille. Jokaisella linjan koneella, jolla on oma ohjauskeskus, on hajautuslogiikka. Hajautuslogiikalle toimilaittekytkennät on kaapeloitu joko väylällä tai vaihtoehtoisesti logiikkakorttien kautta. Kaikkia hajautusyksiköitä ohjataan linjaohjauskaapissa sijaitsevalla logiikkaprosessorilla.

Modernisoitavia kaksoispuolaajia, joita tämä opinnäytetyö käsittelee, ovat EKP 800K ja 1000K. Mahdollisimman hyvän käsityksen saamiseksi lähtötilanteesta on työssä käytetty havainnollistamiseen kuvan 6 asiakasprojektin EKP 800K-kaksoispuolaajaa. Kyseinen kaksoispuolaaja oli Vantaan tuotantotiloissa koestettavana. Kaksoispuolaaja on esitetty kuvassa 6 ilman suojaovia. Tämä oli työn kannalta hyvä asia, jotta päästiin tutkimaan tulevia kaapelireittejä sekä uusia moduulien fyysisiä sijainteja.

Ohjauskeskuksen sekä kaksoispuolaajan rungon välillä oli useita kaapeleita, jotka oli kaapeloitu suoraan rungossa sijaitseville toimilaitteille ja toimilaitemoduuleille. Kaksoispuolaajan vanhat toimilaitteet sekä toimilaitemoduulit on esitettyinä liitteessä 1. Työssä näihin pyrittiin löytämään toimivampi ratkaisu. Kyseiset modernisoinnit esitetään seuraavassa luvussa.



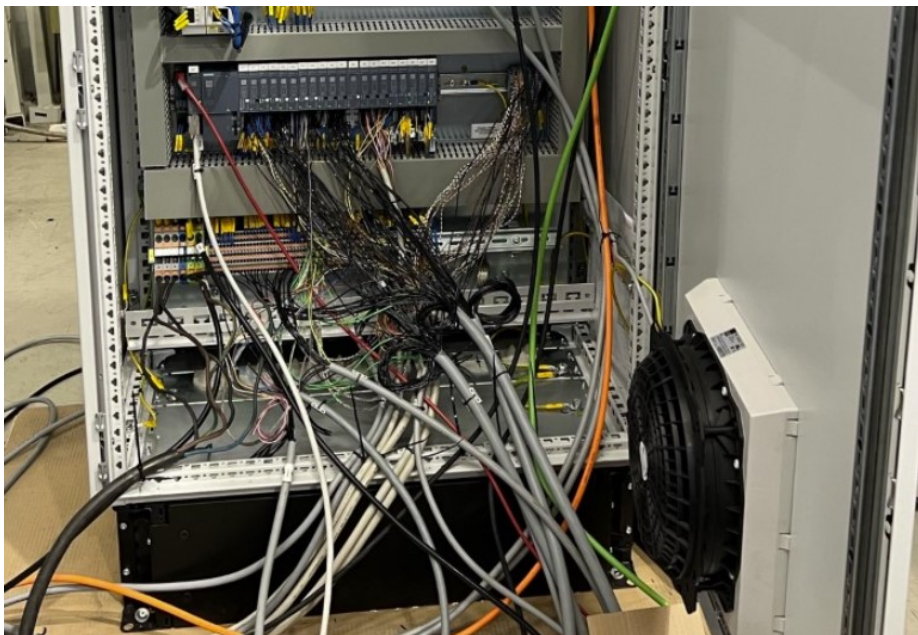
Kuva 6. EKP 800K-kaksoispuolaaja koetuksessa

5.1 Ohjauskeskus

Kaksoispuolaajien moottoreiden ohjaus toteutetaan yleensä joko Siemensin tai ABB:n taajuusmuuttajilla. Tässä esimerkkiprojektissa kyseinen oli toteutettu ABB:n ACS880 taajuusmuuttajilla. Muita käytettäviä merkkejä on Rockwell sekä Yaskawa. Kaksoispuolaajien Siemensin automaatioversioissa käytetään ET200SP:n Interface-moduuleita, jotka varustetaan F-DI-, F-DQ-, DI-, DQ-, AI-, AQ- sekä TM Count ST-korteilla. Riippuen puolaajien ”varustelusta” korttien määrä sekä tyypit voivat vaihdella.

Kaksoispuolaajissa on puolaus- ja jakomoottoreita. Moottoreiden enkooderi- ja syöttökaapelit kaapeloidaan ja kytketään käyttöille. 90 % puolaajan toimilaitteiden ohjaussignaaleista kaapeloitiin kaapille kolmella 12x2x0.25 LIYCY TP-parikaapelilla.

Kaapelit kytkettiin ET200SP:n logiikkakorteille kuvan 7 mukaisesti. 10 % toimilaitteiden ohjaussignaaleista ja lisäksi hätä-seis painikkeet on kytketty kaksoispuolaajan ohjauskeskuksen (=TU1+A2) X2- riviliittimille. X2- riviliittimiltä hätä-seis painikkeiden signaalit on kaapeloitu linjaohjauskaapille (=LC1+A2).



Kuva 7. EKP 800K-kaksoispuolaajan ohjauskeskuksen (TU1+A2) kaapelointia koestuksen aikana

5.2 Runkosähköistys

Suurin osa kaksoispuolaajan toimilaitteiden ohjauksista oli kaapeloitu rungossa sijaitsevilta toimilaittemoduuleilta kaksoispuolaajan toimilaitteille. Toimilaittemoduuleita oli rungossa kolme kappaletta ja niiden sijainnit on näytetty liitteessä 1.

Toimilaittemoduuli X200 sijaitsi rungossa takapuolella ja X100 sekä X300 etupuolella. Kuvassa 8 ja 9 on esiteltynä toimilaittemoduulit, joihin toimilaitteet on liitetty M12- (A tyyppin) liittimillä. Toimilaittemoduuleille tulevat runkokaapelit kytketään niiden alareunassa sijaitseviin kytkentäkoteloihin.

Puolaajan ohjauspaneelien +A5, +A6 sekä ohjauskeskuksen +A2 väliset ohjauskaapelit on kaapeloitu ohjauskeskuksessa sijaitsevalle Siemensin automaatiolle. Paneelien päästä kaapelit on kytketty painonapeille, merkkivaloille sekä hätäseis painikkeille.



Kuva 8. X100- ja X300-toimilaitemoduulit rungon etuosassa (=TU1+A1)



Kuva 9. X200-toimilaitemoduuli rungon takaosassa (=TU1+A1)

6 KAKSOISPUOLAAJIEN MODERNISOINTI

Opinnäytetyötä aloittaessa pohdittiin, miten kaksoispuolaajien rungon sekä ohjauskeskuksen välisiä kaapeleita saataisiin vähennettyä sekä miten koestuksessa havaituilta EMC-häiriöiltä voitaisiin välttyä.

Työssä päätettiin hyödyntää Siemensin SIMATIC ET 200eco PN-tuotesarjan hajautus I/O-moduuleita, joiden ohjaus hoidetaan PROFINET-väylällä. Väylän ansiosta toimilaitteiden kaapelointia saatiin vähennettyä 80 %. Tästä voidaan päätellä, että EMC-häiriöitä ilmenee tulevaisuudessa huomattavasti vähemmän.

Uudet moduulit integroitiin puolaajien sähkökuviin vanhojen toimilaitemoduulien tilalle. Korvaaminen onnistui suunnittelun kannalta suhteellisen helposti. Kyseisten toimilaitteiden liittimet sekä näiden kytkennät ovat pitkälti samat (M12) kuin vanhoissa toimilaitemoduuleissa. Toimilaitemoduulien asennusten kannalta korvaaminen tulee olemaan myös helposti toteutettavissa M12-liittimien vastaavien kytkentöjen johdosta. Uusien moduulien fyysiset mitat ovat lähellä vanhoja toimilaitemoduuleita.

6.1 Siemens SIMATIC ET 200eco PN

Siemensin SIMATIC ET 200eco PN on hajautus I/O- tuotesarja, jonka tuotteet tukevat PROFINET-väylää. Hajautus I/O-moduulit ovat IP65/67-suojausluokiteltuja, jonka ansiosta ne voidaan sijoittaa suoraan laitteen runkoon ohjauskeskuksen sijasta. Painevaletun rungon myötä ne kestävät erittäin hyvin pölyä, tärinää, öljyä, kosteutta sekä mekaanista rasitusta. Kuvassa 10 on esitettyä tuotesarjan kaksi digitaalitulomoduulia.¹⁰

¹⁰ SIEMENS. SIMATIC ET 200eco PN. 1996-2022. Viitattu 25.3.2022. <https://new.siemens.com/global/en/products/automation/systems/industrial/io-systems/simatic-et-200eco-pn.html>



Kuva 10. SIEMENS SIMATIC ET 200eco PN-digitaalitulomoduuleita (DI)¹⁰

Jaetun laitetoiminnan johdosta moduulien kanavat voidaan jakaa kahden IO-ohjaimen kesken. Moduulien sisäisten jaettujen tulojen (MSI) sekä lähtöjen (MSO) ansioista useilla ohjaimilla voi olla samanaikainen sekä riippumaton lukuoikeus SIMATIC ET 200eco PN moduulien tulojen tai lähtöjen kytkentätilaan ilman, että ne tarvitsisivat lisäohjelmointia.¹⁰

Tuotesarja sisältää useita digitaalitulo- ja lähtömoduuleita, analogia tulo- ja lähtömoduuleita, IO-Link-masterin ja turvamoduulin. Nämä kaikki voidaan liittää toisiinsa sähkösyötön sekä PROFINET-väylän avulla. Moduulien kaikki liittimet ovat M12-tyyppiä A tai D. Kaikissa moduuleissa on sähkönsyöttö- ja lähtöliittimet (M12-A tyyppi), joilla 24 VDC-syöttöjännite voidaan kaapeloida toisen moduulin syöttöliittimeen. Moduuleissa on myös kaksi PROFINET-IO-liitäntää, väylän syöttö- ja lähtöliitin (M12-D tyyppi). Kuvassa 11 on esitettyä M12-väylä-, jännitteensyöttö- sekä jännitteenjakoliitin.



Kuva 11. Vasemmalla Siemensin väyläliitin (D-koodattu)¹¹, keskellä jännitteensyöttöliitin (A-koodattu)¹² ja oikealla jännitteenjakoliitin (A-koodattu)¹³

6.1.1 PROFINET

PROFINET on teollisen Ethernetin avoin viestintästandardi, joka kattaa kaikki automaatiotekniikan vaatimukset. Oli kyse sitten tuotanto-, prosessi-, käyttö tai turva-automaatiosta. Protokolla on tarkoitettu nopeaan tiedonvaihtoon Ethernet-pohjaisten kenttälaitteiden välillä. PROFINETin on kehittänyt PROFIBUS & PROFINET International ja se on standardoitu IEC 61158 sekä IEC 61784 standardeissa. Standardien jatkuva kehitys takaa käyttäjille pitkän aikavälin ratkaisun heidän PROFINET- pohjaisille tuotteilleen.

PROFINET IO on avoin tiedonsiirtojärjestelmä, joka toimii reaaliaikaisesti. PROFINET IO- järjestelmä koostuu IO-ohjaimista (esim. PLC), IO-laitteista (esim. hajautus

¹¹SIEMENS. 6GK1901-0DB10-6AA0. 2021. Viitattu 11.4.2022. <https://mall.industry.siemens.com/mall/en/cn/Catalog/Product/6GK1901-0DB10-6AA0>

¹²SIEMENS. 6GK1907-0DC10-6AA3. 2021. Viitattu 11.4.2022. <https://mall.industry.siemens.com/mall/en/WW/Catalog/Product/6GK1907-0DC10-6AA3>

¹³SIEMENS. 6GK1907-0DB10-6AA3. 2021. Viitattu 12.4.2022. <https://mall.industry.siemens.com/mall/en/ww/Catalog/Product/6GK1907-0DB10-6AA3>

IO-moduuli) sekä IO-valvontayksiköstä (esim. PC tai HMI), mutta vähintään yhdestä ohjaimesta sekä laitteesta. PLC vaihtaa tulo- ja lähtösignaaleja kenttälaitteiden kanssa.¹⁴

6.1.2 Digitaalitulomoduulit (DI)

Digitaaliset tulomoduulit sisältävät moduulista riippuvan määrän M12-digitaalituloliittimiä (DI). Ne tallentavat digitaalisia signaaleja sovelluksiin sekä PROFINET-pohjaisten sovellusten integrointiin. Moduuleita on kolme seuraavaista:

- Neljäporttinen, jossa on kaksi tulokanavaa jokaista porttia kohden (8 DI DC 24V; 4xM12).
- Kahdeksanporttinen, jossa on yksi tulokanava jokaista porttia kohden (8 DI DC 24V; 8xM12).
- Kahdeksanporttinen, jossa on kaksi tulokanavaa jokaista porttia kohden (16 DI DC 24V; 8xM12).

Jokainen tulokanava sisältää johdinkatkosdiagnostiikan sekä yksikanava- ja ryhmäkanavakohtaisen oikosulkutunnistuksen PROFINET-syötössä. Jokainen kanava sisältää myös syöttöjännitteen valvonnan.¹⁰

Digitaalituloja käytetään laitteiden tilojen tarkistamiseen, 24VDC:n tapauksessa 24VDC toimii ON-tilana sekä 0VDC OFF-tilana. Tyypillisiä esimerkkejä ovat painikkeet, anturit sekä kytkimet.

¹⁴ PROFIBUS & PROFINET International. PROFINET System Description. 2018. Viitattu 4.4.2022. http://us.profinet.com/wp-content/uploads/2012/11/PROFINET_SystemDescription_ENG_2014_web.pdf

6.1.3 Digitaalilähtömoduulit (DO)

Digitaaliset lähtömoduulit sisältävät moduulista riippuvan määrän M12-digitaalilähtöliittimiä (DO). Ne muuttavat toimilaitteiden jännitettä sekä lähettävät signaalit säätimen kautta järjestelmälle. Moduuleita on viisi seuraavaista:

- Neljäporttinen, jossa on kaksi lähtökanavaa jokaista porttia kohden (8 DO DC 24V/1.3A, 4xM12).
- Neljäporttinen, jossa on kaksi lähtökanavaa jokaista porttia kohden (8 DO DC 24V/0.5A, 4xM12).
- Kahdeksanporttinen, jossa on yksi lähtökanava jokaista porttia kohden (8 DO DC 24V/1.3A, 8xM12)
- Kahdeksanporttinen, jossa on yksi lähtökanava jokaista porttia kohden (8 DO DC 24V/2A, 8xM12).
- Kahdeksanporttinen, jossa on kaksi lähtökanavaa jokaista porttia kohden (16 DO DC 24V/.1.3A, 8xM12).

Jokainen lähtökanava sisältää johdinkatkosdiagnostiikan sekä kanavakohtaisen oikosulkutunnistuksen PROFINET-syötössä. Jokainen kanava sisältää myös syöttö- ja kuormitusjännitteiden valvonnan.¹⁰

Digitaalilähtöjä käytetään laitteiden päälle tai pois päältä kytkemiseen. Tyypillisiä esimerkkejä ovat merkkilamput, releet sekä venttiilit.

6.1.4 Digitaalitulo- ja lähtömoduuli (DIO)

Digitaalitulo- ja lähtömoduuli sisältää kahdeksan M12-liitintä. Ne voidaan konfiguroida digitaalituloksi (DI) tai lähdeksi (DO). Moduuli on seuraavalainen:

- Kahdeksanporttinen, jossa on yksi lähtö- tai tulokanava jokaista porttia kohden (8 DIO DC 24V/1.3A, 8xM12).

Digitaalitulo- ja lähtömoduuli sisältää kanavapohjaisen johdinkatkosdiagnostiikan. Konfiguroitaessa portti lähdöksi, sisältää se kanavakohtaisen oikosulkutunnistuksen. Moduuli tarjoaa myös oikosulkutunnistuksen PROFINET-syötössä sekä syöttö- ja kuormitusjännitteiden valvonnan.¹⁰

6.1.5 Analogiatulomoduurit (AI)

Analogiset hajautustulomoduurit sisältävät moduulista riippuvan määrän M12-analogiatuloliittimiä. Ne tallentavat prosessisignaaleja sekä lähettävät signaalit säätimelle. Moduuleita on kaksi seuraavaa:

- Kahdeksanporttinen, joista neljä ensimmäistä porttia on jännite/virta-tuloja sekä toiset neljä resistanssi/termopari-tuloja (8 AI (4 U/I + 4RTD/TC) 8xM12).
- Kahdeksanporttinen, jossa on yksi termopari-tulo jokaista porttia kohden (8 AI RTD/TC 8xM12).¹⁰

Analogiatuloja käytetään muun muassa paineen sekä lämpötilan mittaamiseen toimilaitteelta, esimerkiksi painelähtimestä.

6.1.6 Analogialähtömoduurit (AO)

Analoginen hajautuslähtömoduuli sisältää neljä M12-analogialähtöliitintä (AO). Ne muuntavat digitaalisen arvon virraksi tai jännitteeksi, joka lähetetään prosessille. Analogialähtömoduuli on seuraavalainen:

- Neljäporttinen, jossa on yksi lähtökanava jokaista porttia kohden (4 AO U/I 4xM12).¹⁰

Analogialähtöjä voidaan käyttää esimerkiksi ohjearvon antamiseen painesäätimelle.

6.1.7 Turvamoduuli (F-DI/F-DQ)

Digitaalinen turvamoduuli sisältää neljä digitaalituloliitintä (FDI) sekä kolme digitaalilähtöliitintä (FDQ). Ne mahdollistavat vikaturvallisen tiedonsiirron sekä turvallisuusvaatimusten täyttämisen. Yhteys vikaturvallisten (fail-safe) ohjainten kanssa hoidetaan PROFIsafen kautta, PROFIsafesta lyhyesti alla:

- PROFIsafe on lisäohjelmistokerros, joka varmistaa toiminnallisen turvallisuuden PROFIBUS- ja PROFINET-väylällä toimivissa verkoissa.
- PROFIsafe on määritelty standardissa IEC 61784-3-3.
- PROFIsafe varmistaa, että turvalaitteiden sekä turvaohjaimen välillä välitettävät teollisuusverkkojen asiaankuuluvat turvallisuusstandardit täyttyvät.
- Kaikki PROFINET-laitteet eivät tue PROFIsafea vaan käyttäjän täytyy varmistaa, että käytettävät komponentit tukevat sitä.¹⁴

Moduulissa on myös "eCoding- liitin", johon PROFIsafe-lähde- ja kohdeosoitteet tallennetaan parametroinnin yhteydessä. Turvamoduuli on seuraavalainen:

- Seitsemänporttinen, joista neljä ensimmäistä porttia sisältävät kaksi digitaalista tulokanavaa sekä kolme porttia, joissa on kaksi digitaalista lähtökanavaa porttia kohden (F-DI 8 x 24 VDC, 4xM12 / F-DQ 3 x 24 VDC/2.0A PM, 3xM12).

Turvamoduulin tuloihin voidaan kytkeä esimerkiksi hätä-seis painikkeita sekä turvaovia, lähtöihin voidaan kytkeä esimerkiksi turvaovien kelat, joilla saadaan lukitus toteutettua.

6.2 Ohjauskeskus

Modernisoinnin johdosta ohjauskeskuksesta poistui komponentteja. Runkoon sijoitetut hajautusmoduulit korvasivat keskuksessa kaksi Siemensin digitaalitulo-

korttia, yhden digitaalilähtökortin, yhden analogiatulokortin sekä yhden analogialähtökortin. Ohjauskeskuksessa oli aiemmin 20 korttia, modernisoinnin johdosta määrää saatiin vähennettyä 15 korttiin. Logiikkakorttien vähentymisen myötä 70 johtimen kytkennöistä luovuttiin. Tämän ansiosta ohjauskeskukselle kytkettävien kaapelointien asennustyöt vähenivät 33 %. Tulevaisuudessa ohjauskeskukseen voitaisiin lisätä kuvan 12 mukainen Ethernet-kytkin. Tämän johdosta voitaisiin kaksoispuolaajan ohjauskeskukselle kaapeloida useita PROFINET-kaapeleita. Tässä opinnäytetyössä Ethernet-kytkintä ei ohjauskeskukseen lisätty, sillä PROFINET-väyläkaapelointi on kaapeloitu moduulilta moduulille linjatopologian mukaisesti.

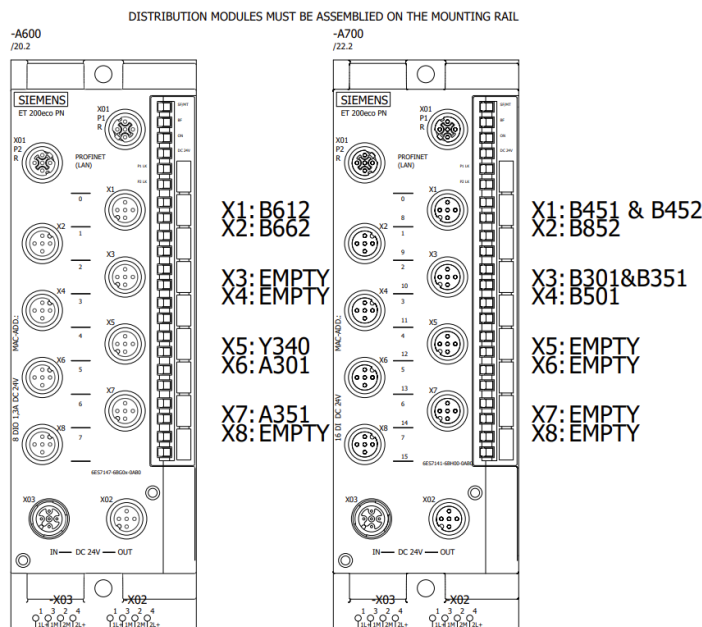


Kuva 12. Siemens SCALANCE XB005, 5xRJ45 Ethernet-kytkin¹⁵

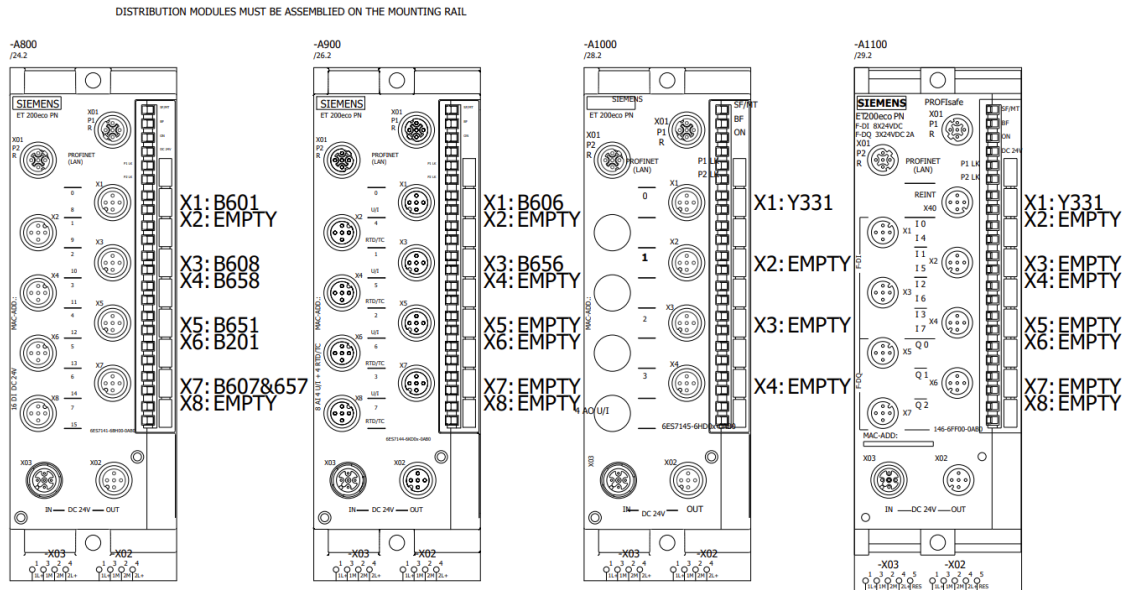
¹⁵SIEMENS. 6GK5005-0BA00-1AB2. 2021. Viitattu 13.4.2022. <https://mall.industry.siemens.com/mall/en/ww/Catalog/Product/6GK5005-0BA00-1AB2>

6.3 Runkosähköistys

Kaksoispuolaajien rungoissa on kymmeniä erilaisia toimilaitteita. 95 % toimilaitteiden ohjauksista oli aiemmin kaapeloitu toimilaitemoduuleille X100, X200 ja X300 (LIITE 1). Toimilaitteiden ohjaukset oli kaapeloitu toimilaitemoduuleilta ohjauskeskukselle kolmella 12x2x0.25 LIYCY TP-parikaapelilla. Toimilaitemoduulit päätettiin korvata Siemensin SIMATIC ET 200eco PN-tuotesarjan hajautus tulo- ja lähtömoduuleilla. Nämä sijoitetaan kaksoispuolaajan runkoon vanhojen toimilaitemoduulien tilalle. Kuvissa 13 ja 14 on esitetty uudet hajautus I/O-moduulit, jotka nimettiin seuraavasti: A600, A700, A800, A900, A1000 ja A1100.



Kuva 13. Hajautus I/O-moduulit A600 ja A700



Kuva 14. Hajautus I/O-moduulit A800, A900, A1000 ja A1100

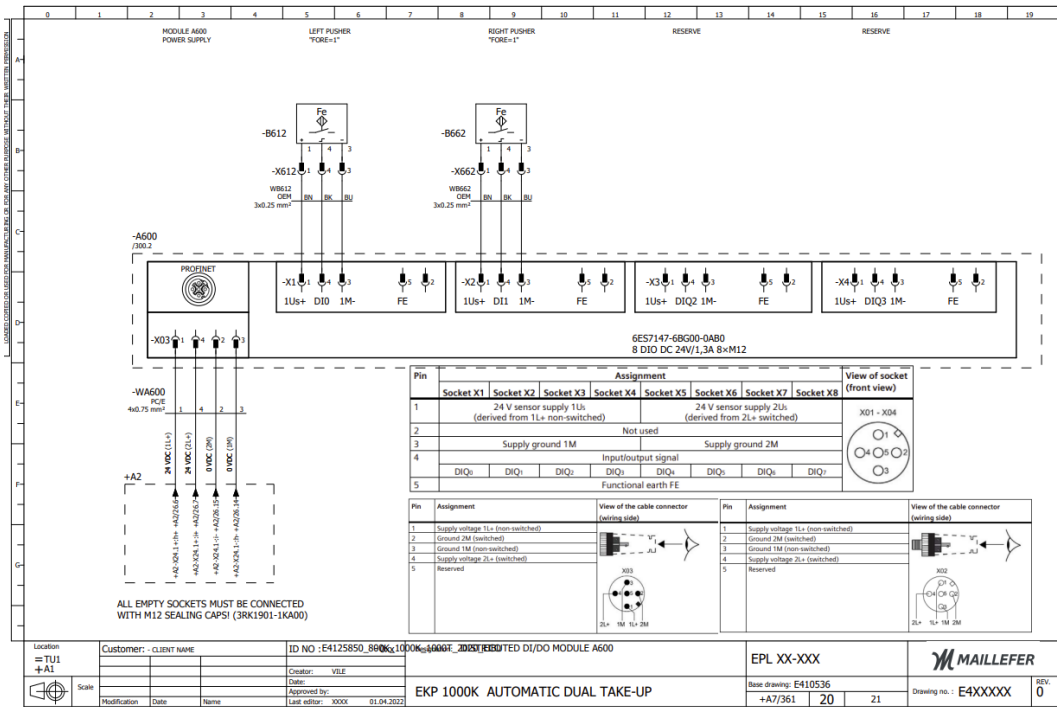
Hajautus I/O-moduulit A600 ja A700 sijoitetaan rungon takaosaan X200-toimilaittemoduulin tilalle. A800, A900, A1000 ja A1100 sijoitetaan rungon etuosaan X100- ja X300-toimilaittemoduulien tilalle. Hajautus I/O-moduulit kiinnitetään profiilikiskoon, joka on kiinni kaksoispuolaajan rungossa. Kiskon johdosta jokaista hajautus I/O-moduulia ei tarvitse erikseen maadoittaa vaan riittää että kisko, johon ne on kiinnitetty, on maadoitettu.

Kaksoispuolaajan runkoon sijoitetut uudet hajautus I/O-moduulit korvasivat ohjauskaapissa olleet logiikkakortit. Uudet piirikaaviot piirrettiin runkosähköjen piirikaaviokuvaan (=TU1+A1) ohjauskaapin (=TU1+A2) sijasta. 24 VDC-sähkönsyötöt sekä ohjaukset (PROFINET) kaapeloidaan hajautusmoduulin A600 kautta viidelle muulle hajautus I/O-moduulille käyttäen hyödyksi kaksoispuolaajan runkoa. Modernisoinnissa lisättyjen kuuden hajautus I/O-moduulin sijainnit kaksoispuolaajan rungossa on esitetty liitteessä 2.

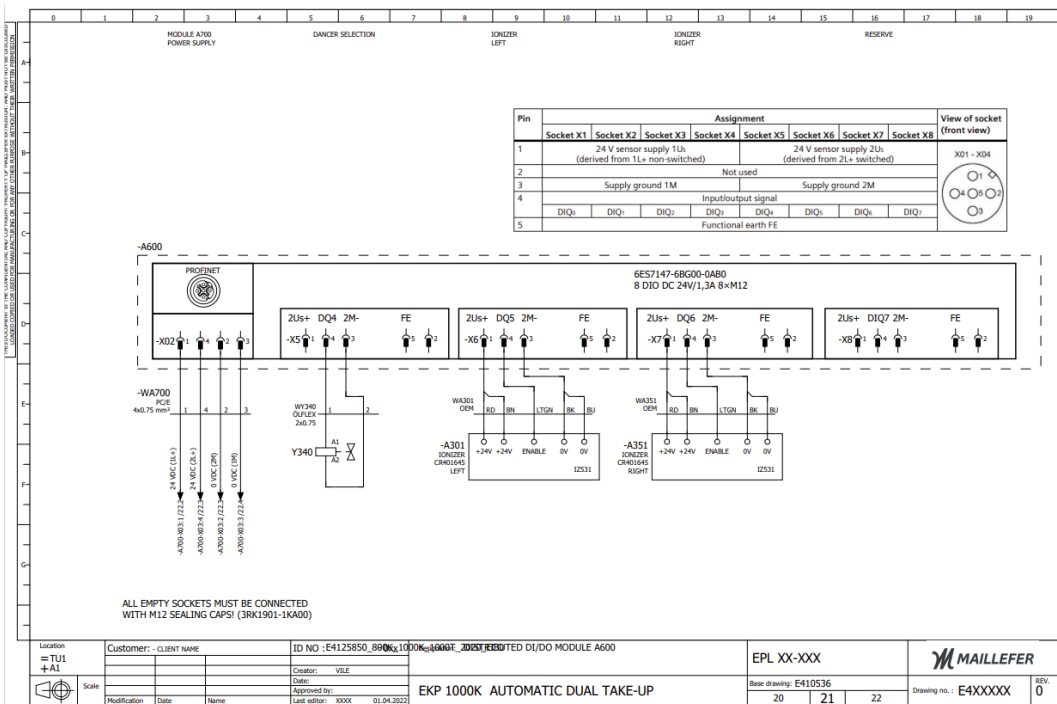
6.3.1 Rungon takaosa

Kaksoispuolaajan rungon takaosaan sijoitettiin kaksi hajautus I/O-moduulia, A600 ja A700. Niillä korvattiin vanha X200-toimilaitemoduuli. Toimilaitteet voidaan kaapeloida hajautus I/O-moduulille käyttäen samoja M12-liittimiä sekä kaapeleita kuin X200-toimilaitemoduulilla ennen modernisointia.

Hajautus I/O-moduuli A600 on DIO-moduuli. Siinä on kahdeksan vapaasti digitaalituloksi (DI) tai lähdöksi (DO) konfiguroitavaa M12-porttia. Sähkönsyöttö on kaapeloitu portille X03 ohjauskeskuksen (=TU1+A2) X24-riviliittimiltä. Porteille X1 ja X2 on kaapeloitu vasemman sekä oikean paineilmasyylinterin rajakytkimet. Kyseiset täytyy konfiguroida digitaalituloiksi. Portit X5, X6 ja X7 konfiguroidaan digitaalilähdöiksi. Portilla X5 ohjataan varaajaa (Dancer) ja porteilla X6 sekä X7 ohjataan staattisensähkönpoistajia. Portit X3, X4 ja X8 ovat varalla. Mikäli tulevaisuudessa tulee tarve lisätä kaksoispuolaajalle toimilaitteita, voidaan ne helposti kaapeloida kyseisille porteille. Hajautus I/O-moduulin A600 porttien kaapeloinnit sekä kytkennät on esitetty kuvassa 15 ja 16.

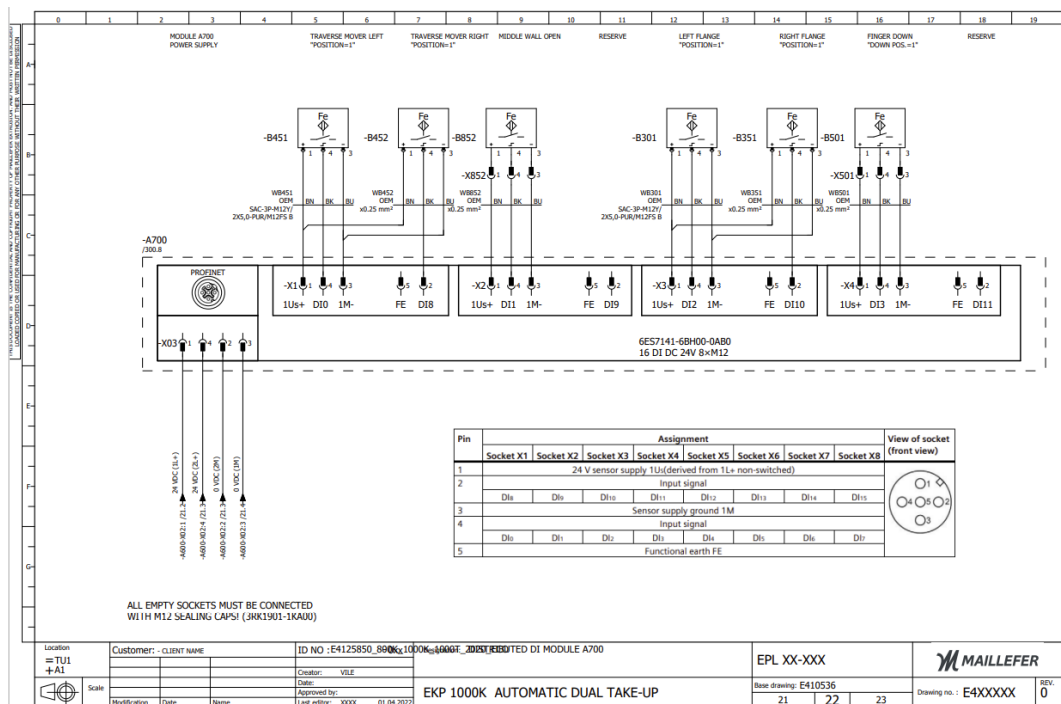


Kuva 15. Hajautus I/O-moduulin (Siemens 6ES7147-6BG0x-0AB0 / 8 DIO DC 24V/1,3A 8 x M12) A600 portit X1-X4

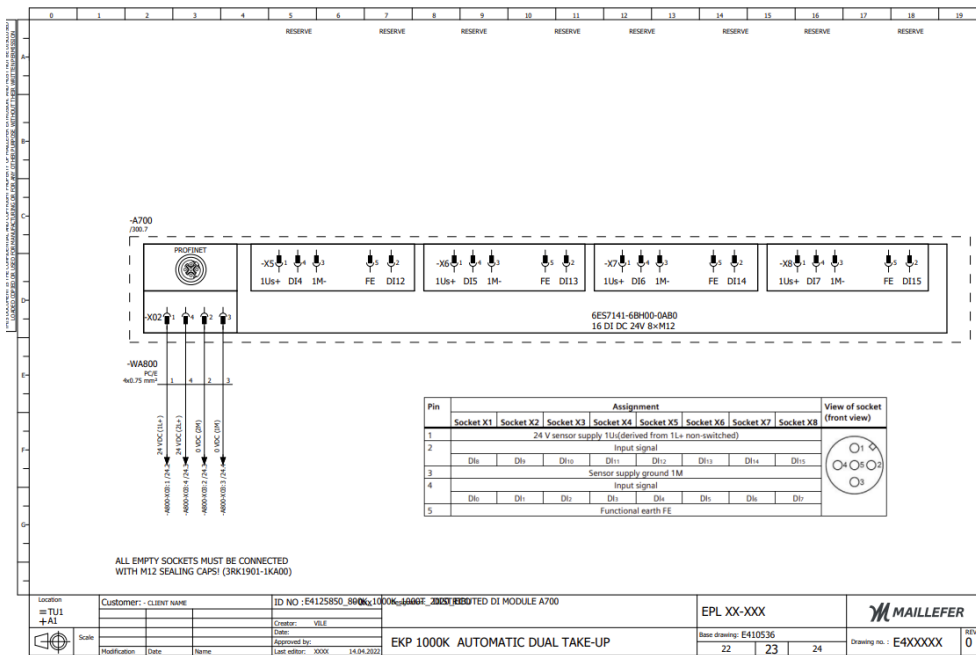


Kuva 16. Hajautus I/O-moduulin (Siemens 6ES7147-6BG0x-0AB0 / 8 DIO DC 24V/1,3A 8 x M12) A600 portit X5-X8

Hajautus I/O-moduuli A700 on DI-moduuli. Siinä on kahdeksan kaksikanavaista M12-digitaalituloporttia (DI). Sähkönsyöttö on kaapeloitu portille X03 hajautus I/O-moduulin A600 jännitteenjakoportilta X02. Digitaalituloporteille X1-X4 on kaapeloitu kuusi kaksoispuolaajan rajakytkintä. Digitaalituloportit X5-X8 ovat varalla. Mikäli tulevaisuudessa tulee tarve lisätä kaksoispuolaajalle esimerkiksi lisää rajakytkimiä, voidaan ne helposti kaapeloida kyseisille porteille. Hajautus I/O-moduulin A700 porttien kaapeloinnit ja kytkennät on esitetty kuvissa 17 sekä 18.



Kuva 17. Hajautus I/O-moduulin (Siemens 6ES7141-6BH00-0AB0 / 16 DI DC 24V 8 x M12) A700 portit X1-X4

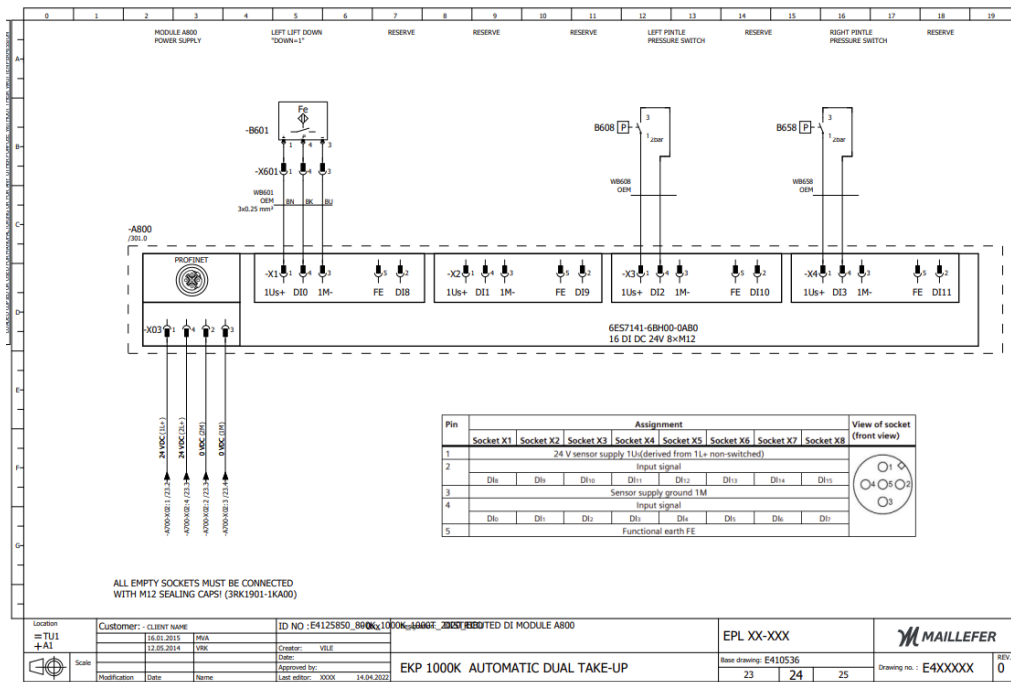


Kuva 18. Hajautus I/O-moduulin (Siemens 6ES7141-6BH00-0AB0 / 16 DI DC 24V 8 x M12) A700 portit X5-X8

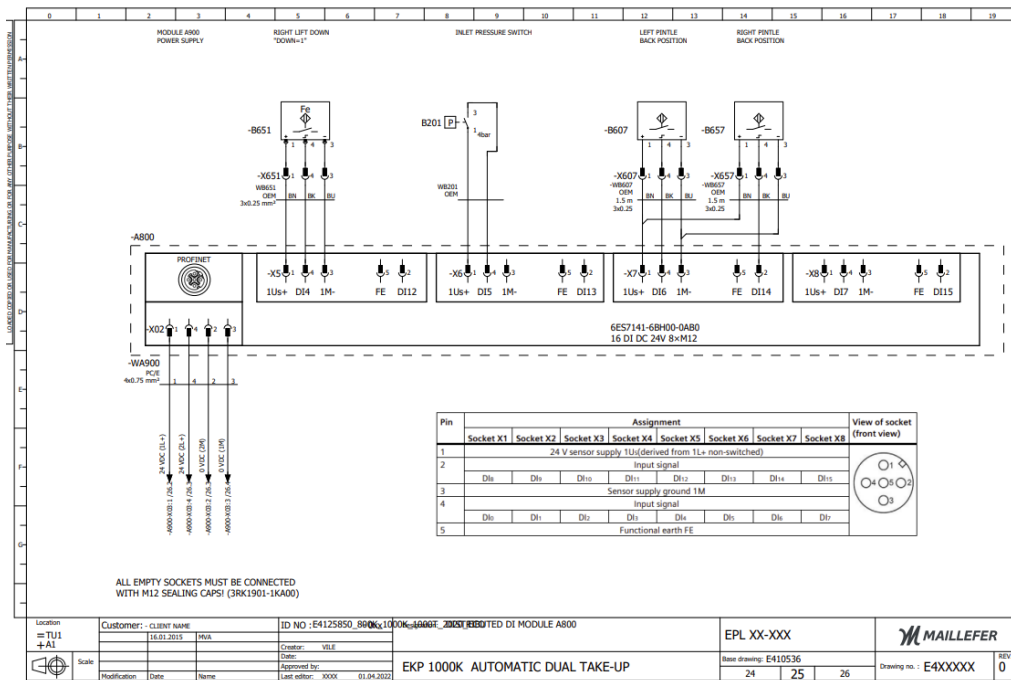
6.3.2 Rungon etuosa

Kaksoispuolaajan rungkon etuosaan sijoitettiin neljä hajautus I/O-moduulia, A800 ja A900, A1000 ja A1100. Niillä korvattiin vanhat X100- ja X300-toimilaitemoduulit. Toimilaitteet voidaan kaapeloida hajautus I/O-moduulille käyttäen samoja M12-liittimiä sekä kaapeleita kuin X100- ja X300-toimilaitemoduulilla ennen modernisointia.

Hajautus I/O-moduuli A800 on DI-moduuli. Siinä on kahdeksan kaksikanavaista M12-digitaalituloporttia (DI). Sähkönsyöttö on kaapeloitu portille X03 hajautus I/O-moduulin A800 jännitteenjakoportilta X02. Digitaalituloporteille X1, X3, X4, X5, X6 ja X7 on kaapeloitu kaksoispuolaajan raja- ja painekeytkimiä. Portit X2 ja X8 ovat varalla. Mikäli tulevaisuudessa tulee tarve lisätä kaksoispuolaajalle esimerkiksi rajakytkimiä, voidaan ne helposti kaapeloida kyseisille porteille. Hajautus I/O-moduulin A800 porttien kaapeloinnit ja kytkennät on esitetty kuvissa 19 sekä 20.

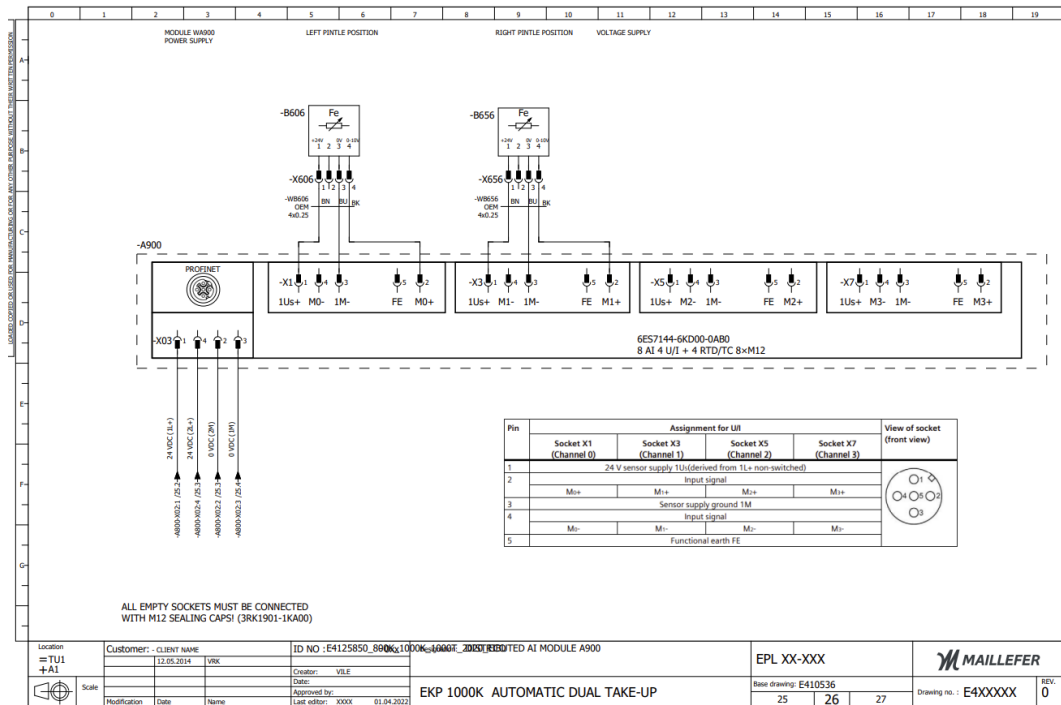


Kuva 19. Hajautus I/O-moduulin (Siemens 6ES7141-6BH00-0AB0 / 16 DI DC 24V 8 x M12) A800 portit X1-X4

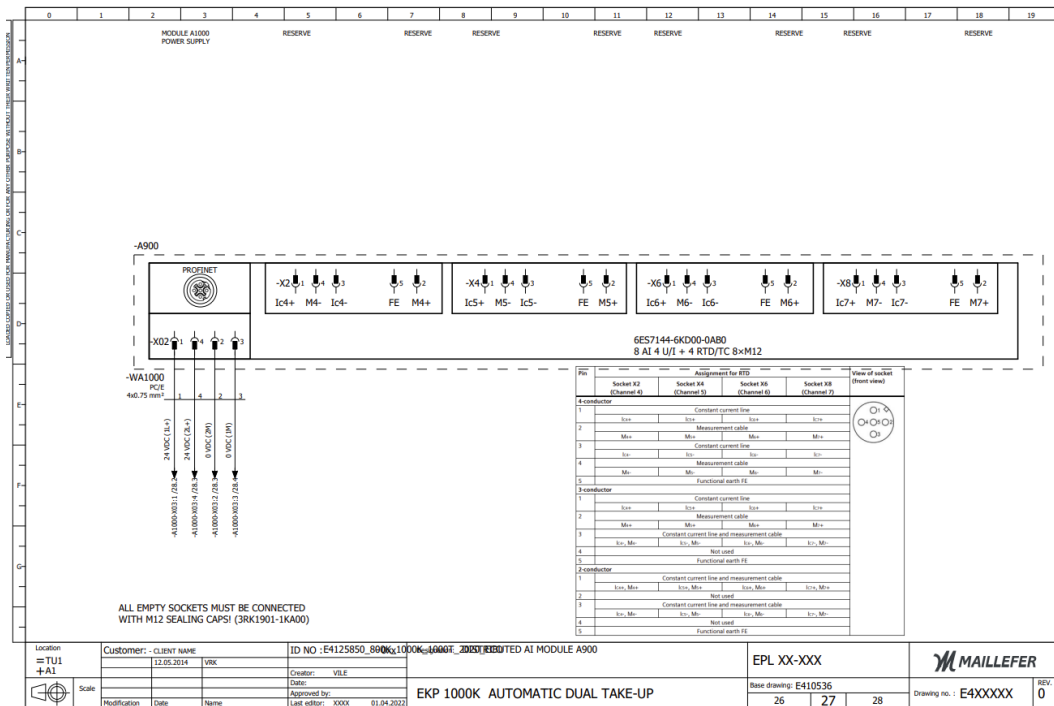


Kuva 20. Hajautus I/O-moduulin (Siemens 6ES7141-6BH00-0AB0 / 16 DI DC 24V 8 x M12) A800 portit X5-X8

Hajautus I/O-moduuli A900 on AI-moduuli. Siinä on kahdeksan M12-analogialituloporttia (AI). Analogiatuloportteja X1, X3, X5 ja X7 käytetään jännitteen sekä virran mittaamiseen kun taas portteja X2, X4, X6 ja X8 resistanssin. Sähkönsyöttö on kaapeloitu portille X03 hajautus I/O-moduulin A800 jännitteenjakoportilta X02. Analogiatuloporteille X1 ja X3 on kaapeloitu kaksoispuolaajan vasemman ja oikean kelan kohdistustapin induktiiviset anturit, joilta saadaan kohdistustappien aktuaaliset sijainnit. Portit X2, X3, X5, X6, X7 ja X8 ovat varalla. Mikäli tulevaisuudessa tulee tarve lisätä kaksoispuolaajalle esimerkiksi lämpötilanmittauksia, voidaan nämä kaapeloita helposti hajautus I/O-moduulille A900. Hajautus I/O-moduulin A900 porttien kaapeloinnit ja kytkennät on esitetty kuvissa 21 sekä 22.



Kuva 21. Hajautus I/O-moduulin (Siemens 6ES7144-6KD0x-0AB0 / 8 AI 4 U/I + 4 RTD/TC 8xM12) A900 portit X1, X3, X5 ja X7



Kuva 22. Hajautus I/O-moduulin (Siemens 6ES7144-6KD0x-0A00 / 8 AI 4 U/I + 4 RTD/TC 8xM12) A900 portit X2, X4, X6 ja X8

Hajautus I/O-moduuli A1000 on AO-moduuli. Siinä on neljä M12-analogialähtöporttia (AO). Porteilla voidaan antaa esimerkiksi ohjearvo painesäätimelle. Sähkönsyöttö on kaapeloitu portille X03 hajautus I/O-moduulin A900 jännitteenjakoportilta X02. Analogialähtöportilla X1 ohjataan kaksoispuolaajan varaajan (dancer) painesäädintä. Portit X2, X3, X4 ja X5 ovat varalla. Mikäli tulevaisuudessa tulee tarve lisätä kaksoispuolaajalle esimerkiksi lisäpainesäätimiä, voidaan nämä kaapeloida helposti hajautus I/O-moduulille A1000. Hajautus I/O-moduulin A1000 porttien kaapeloinnit ja kytkennät on esitetty kuvassa 23.

7 MODERNISOINNIN VAIKUTUKSET KOESTUKSESSA

Koestaessa niin kaksoispuolaajaa kuin muitakin laitteita löytyy lähes aina jonkun tyyppisiä virheitä niin kytkennöissä kuin ohjelmissa. Kaksoispuolaajissa kaikki toimilaitteiden ohjaussignaalit on kaapeloitu ohjauskeskuksessa sijaitsevalle Siemensin automaatiolle ja tähän haluttiin toimivampia ratkaisuja. Siemensin ECO PN-moduulien ansiosta kyseiset kaapeloinnit korvasi PROFINET-väyläkaapelointi.

Uusien hajautus I/O-moduuleiden tuomat hyödyt ovat merkittäviä niin asennus-, koestus- kuin käyttöönottilanteissa pienemmän kaapeli- ja johdinmäärän johdosta. Kaapeloinnin vähenemisen sekä Siemensin ECO PN-moduuleilla hyödynnettävien valmiskaapelien myötä kaksoispuolaajien kokoonpanoa saadaan nopeutettua sekä helpotettua huomattavasti tulevaisuudessa. Koestuksissa ja käyttöönotoissa aiheutuvat kytkentävirheet, häiriöt sekä vianetsinnät tulevat myös vähentymään PROFINET-väyläkaapeloinnin johdosta.

Työn aikana tuli tarve hyödyntää Siemensin ECO PN-moduuleita muissakin laitteissa. Koska ET 200SP:n turvakortteja ei komponenttipulan vuoksi saataisi järkevällä toimitusajalla. Tulevaisuudessa olisi tarkoitus suunnitella kokoonpano, joka sisältäisi tarvittavan määrän turvamuuleita sekä muut tarvittavat komponentit (mm. kaapelit, M12-liittimet, riviliittimet, merkkaustarvikkeet). Tällä kokoonpanolla voitaisiin korvata ohjauskeskuksissa olevat automaatiot. Käyttöönottaja voisi tarvittaessa ottaa kyseisen paketin mukanaan käyttöönottoon. Tämä olisi erittäin helppo sijoittaa esimerkiksi ohjauskeskukseen tai vaihtoehtoisesti kentälle.

Turvamuuleille tuli tarve ensimmäisen kerran jo maaliskuun 2022 lopussa, kun asiakasprojektin X linjaohjauskeskuksen ET 200SP logiikalta uupui turvakortit. Tässä opinnäytetyössä suunniteltuja piirikaavioita voitiin hyödyntää tässä kyseisessä projektissa sijoittamalla kaksi FDI/FDQ-moduulia linjaohjauskeskuksen sivuseinään (**Kuva 27.**).



Kuva 27. ET 200eco PN F-DI/F-DQ-moduulit linjaohjauskeskuksen (=LC1+A2) seinällä.

Kummankin hajautus I/O-moduulin kaikki tuloportit (X1-X4) kaapeloitiin valmiiksi riviliittimille, jotta kentällä toimilaitteiden käyttöönotto olisi mahdollisimman helppoa (**Kuva 28.**). Moduulien lähtökanavat (turvareleiden kelat) oli johdotettu kaapin kasauksen yhteydessä valmiiksi puuttuvia turvakortteja varten. Nämä päätettiin kytkeä suoraan moduuleihin ilman, että näitä olisi vaihdettu kaapeleiksi. Mikäli moduulit olisivat tulleet kaapin ulkopuolelle, olisi kyseiset täytynyt korvata kaapeleilla.



Kuva 28. Riviliitin X20 linjaohjauskeskuksessa (=LC1+A2).

8 JOHTOPÄÄTÖKSET

Opinnäytetyön tavoitteena oli luoda ratkaisu, jolla saataisiin kaksoispuolaajien kaapelointeja vähennettyä tulevaisuudessa sekä vähentää koestuksessa havaittuja kytkentävirheitä ja häiriöitä. Tässä päätettiin hyödyntää Siemensin ECO PN-tuotesarjan hajautus I/O-moduuleita. Covid-19 pandemian takia ET200 SP komponenttien saatavuuksissa oli paljon ongelmia, joten Siemensin et200 ECO PN oli mainio vaihtoehto tilalle.

Kaksoispuolaajien runkojen sekä ohjauskeskusten sähköjä onnistuttiin päivittämään, ja työn tavoitteet saavutettiin. Kaapeleiden vähentyminen sekä modernisoidut kaksoispuolaajien runkosähköt tulevat olemaan hyödyksi niin asennus-, suunnittelu-, kuin koestusvaiheissa vähentyneiden kaapelien sekä häiriöiden johdosta. Modernisoinnin rahallisiin hyötyihin ei opinnäytetyössä otettu kantaa. Kustannusarviot tullaan tekemään tulevaisuudessa.

Työtä tullaan vielä päivittämään muun muassa ohjauspaneelien +A5 ja +A6 sekä paineilmayksikön osalta. Päivityksiin voitaisiin hyödyntää mahdollisesti myös et200 ECO PN- tuotesarjaa, mutta tämä vaatii myös mekaanista suunnittelua. Yhdysvaltojen markkinoille täytyy myös toteuttaa tulevaisuudessa vastaava ratkaisu. Tämä vaatii moduulien yhteensopivuuden Allen-Bradleyn Ethernet/IP- väylän kanssa.

LÄHTEET

Davis Standard. Who We Are. 2022. Viitattu 5.3.2022. <https://davis-standard.com/about-us/who-we-are/>

Kirjapaino Lönnberg Oy. Teekkarikokeilusta Markkinajohtajaksi. 1997.

Maillefer. Automatic Dual Take-up EKP 1000K. 2022. Viitattu 30.3.2022
<https://www.maillefer.net/en/component/automatic-dual-take-up-ekp-1000k/>

Maillefer. Company story. Maillefer Nokia 1900-2000.pdf. Maillefer Extrusion Oy.

Maillefer. EKP Machines.pptx. 2022. Yrityksen sisäinen dokumentti.

Maillefer. E834709 B, Automatic dual take-up operating instruction, EKP 800K, EKP 1000K, EKP 1000T. 2012. Yrityksen sisäinen dokumentti.

Maillefer. Fiber Optics / Low Voltage Extrusion Line. 2022. Viitattu 10.3.2022
<https://www.maillefer.net/en/factories-and-consultation/maillefer-piloting/fiber-optics-low-voltage-extrusion-line/>

Maillefer. Yrityksen sisäinen Intranet-tiedosto. 2021.

Seppälä, M. 2022. Automation Engineer. Maillefer Extrusion. Haastattelu.

SIEMENS. SIMATIC ET 200eco PN. 1996-2022. Viitattu 25.3.2022. <https://new.siemens.com/global/en/products/automation/systems/industrial/io-systems/simatic-et-200eco-pn.html>

SIEMENS. 6GK1901-0DB10-6AA0. 2021. Viitattu 11.4.2022. <https://mall.industry.siemens.com/mall/en/cn/Catalog/Product/6GK1901-0DB10-6AA0>

SIEMENS. 6GK1907-0DC10-6AA3. 2021. Viitattu 11.4.2022. <https://mall.industry.siemens.com/mall/en/WW/Catalog/Product/6GK1907-0DC10-6AA3>

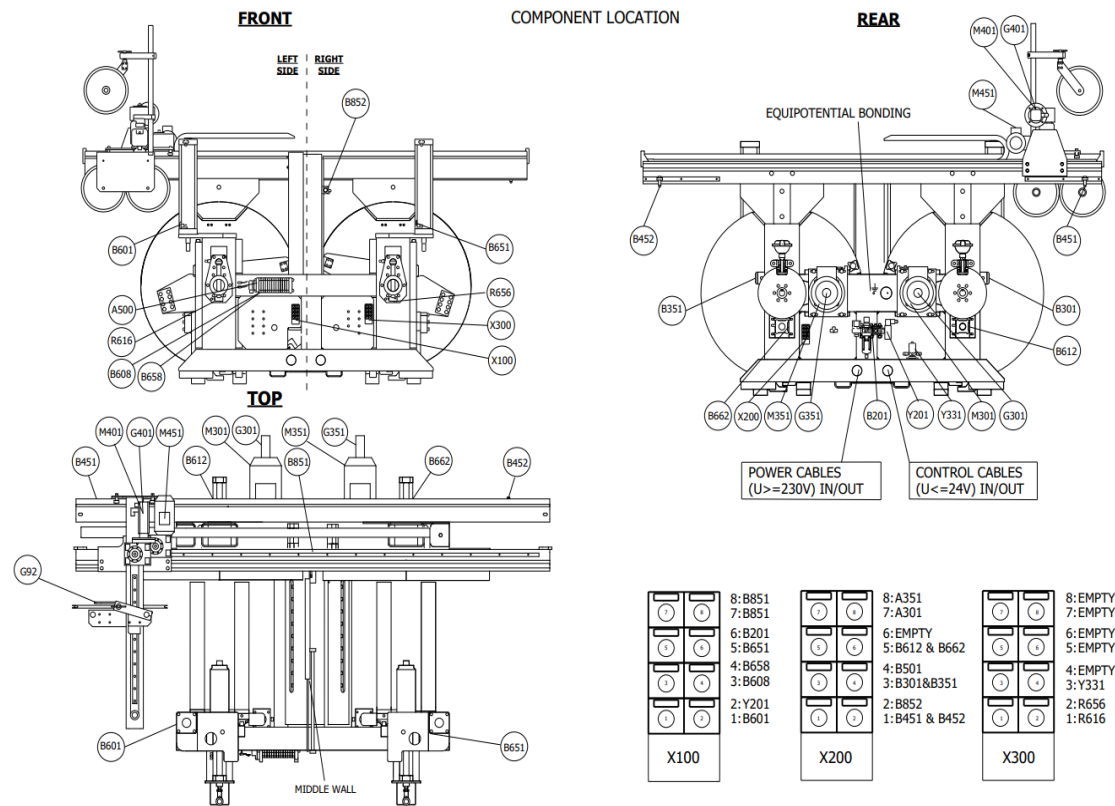
SIEMENS. 6GK1907-0DB10-6AA3. 2021. Viitattu 12.4.2022. <https://mall.industry.siemens.com/mall/en/ww/Catalog/Product/6GK1907-0DB10-6AA3>

SIEMENS. 6GK5005-0BA00-1AB2. 2021. Viitattu 13.4.2022. <https://mall.industry.siemens.com/mall/en/ww/Catalog/Product/6GK5005-0BA00-1AB2>

PROFIBUS & PROFINET International. PROFINET System Description. 2018. Viitattu 4.4.2022. http://us.profinet.com/wp-content/uploads/2012/11/PROFINET_SystemDescription_ENG_2014_web.pdf

LIITTEET

LIITE 1



LIITE 2

