

Eerik Määttä

JÄLKIKÄSITTELYLINJAN DOKUMENTOINTI

JÄLKIKÄSITTELYLINJAN DOKUMENTOINTI

Eerik Määttä
Opinnäytetyö
Kevät 2020
Sähkö- ja automaatiotekniikka
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma, sähkötekniikka

Tekijä: Eerik Määttä
Opinnäytetyön nimi suomeksi: Jälkikäsitteilylinjan dokumentointi
Opinnäytetyön nimi englanniksi: Documentation of After-treatment Line
Työn ohjaaja: Esa Pakonen
Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2020
Sivumäärä: 23 + 10 liitettä

Opinnäytetyön aiheena on jälkikäsitteilylinjan dokumentointi. Tarkoituksena on kehittää Oulun ammattikorkeakoulun käytössä olevan laitteiston sähködokumentaatio sille tasolle, että kytkentöjen korjauksia on mahdollista tulevaisuudessa tehdä. Opinnäytetyön aihetta jouduttiin supistamaan koronaviruksen aiheuttaman liikkumisrajoitteen vuoksi, koska pääsy koulun tiloihin kiellettiin opinnäytetyön edetessä.

KytKentäkaaviot toteutettiin ensin käsin kopioimalla silmämääräisesti jälkikäsitteilylinjaston kytkennät paperille. Lopulliset kytkentäkaaviot piirrettiin CADS-suunnitteluohjelmalla.

Lopputuloksena saatiin riittävät kytkentäkaaviot laitteiston sähköistä. Tulevaisuudessa laitteiston kytkennöille on tehtävissä muutoksia ja esimerkiksi vahingollisia kytkentöjen irtoamisia on hyvä korjata kaavioiden avustuksella.

Asiasanat: CADS, automaatiojärjestelmä, dokumentointi, kytkentäkaavio

ALKULAUSE

Suuret kiitokset OAMK:n Tomi Tuomaalalle mahdollisuudesta päästä tutustumaan jälkikäsitteilylinjaston sisältöön sekä mahdollisuudesta tehdä sen dokumentoinnista opinnäytetyö. Iso kiitos ohjaajalleni Esa Pakoselle opinnäytetyöhön liittyvästä ohjauksesta ja tukemisesta.

27.5.2020 Eerik Määttä

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
ALKULAUSE	4
SISÄLLYS	5
1 JOHDANTO	6
2 JÄLKIÄSITTELYLINJA	7
2.1 Esittely	7
2.2 EtherCAT-ohjausjärjestelmä	8
2.3 Linjaston laitteet	9
2.3.1 Turvaohjain	10
2.3.2 Konenäkö	11
2.3.3 Servo-ohjain	11
2.3.4 Laserskanneri	12
2.3.5 Virtalähteet	13
2.3.6 Moottorit	14
2.3.7 Ohjelmoitava logiikka	16
2.3.8 Ohjausnäyttö	16
3 DOKUMENTOINTI	17
3.1 Dokumentoinnin aloitus	17
3.2 Dokumenttien sisältö	18
3.3 Dokumentoinnin toteutus	19
4 YHTEENVETO	20
LÄHTEET	21
LIITTEET	23

1 JOHDANTO

Tässä työssä teen Oulun ammattikorkeakoulun Prinlabin, eli painettavan elektronikan laboratorion jälkikäsitteilylinjan viimeistelytyötä ja dokumentointia laitteen käytön näkökulmasta (kuva 1). Prinlab kuuluu OAMK:n Informaatioteknologian yksikköön. Työhön liittyvä jälkikäsitteilylinjasto on automaatiolla toimiva robotti, jolla voidaan annostella erilaisia liuoksia auki kelattavalle rullalle. Linjastossa ohjaavat sähkölaitteet ja laitteen ohjaus tapahtuu linjastosta erillään olevasta sähkökaapista. Jälkikäsitteilylinjan kasaus on tehty opiskelijatyönä kesällä 2016. Laitteeseen ei ole tehty käyttöönottomittauksia, eikä oikein juuri minkäänlaisia dokumentointeja löydy. Tavoitteena oli, että tässä opinnäytetyössä tuotetaan tarpeelliset dokumentoinnit, selvitetään yleisiä tietoja käytettävissä olevista laitteista sekä kehitetään ja toteutetaan laitteiston kytkennät selkeämmin ja varmistetaan laitteiston sähköturvallisuus käyttöönottomittauksilla. Kun dokumentoinneilla kuvataan kirjallisesti yksittäisten laitteiden sähkökytkennät, on tärkeää, että kaikki laitteet ja kaapelit on merkattu yksiselitteisesti. Tavoitteena on, että dokumentoinneista pystytään näkemään jokaisen yksittäisen johdon kytkennällinen sijainti ja tarkat kytkentäpisteet sekä lisäksi tarvittavat laiteluettelot ja kaaviot.

Valitettavasti kuitenkin käyttöönottomittaukset ja kytkentöjen parantaminen sekä laitteistojen ja kaapeleiden merkkäminen jäivät tästä työstä pois. Opinnäytetyön tekemisen aikana keväällä 2020 vallitsevien liikkumisrajoitusten takia pääsy laitteeseen oli mahdotonta, joten kaikkia suunniteltuja työvaiheita ei pystytty toteuttamaan.

Työ tehtiin laitteiston oppilaskäyttöä ajatellen, joten dokumentointien on oltava selkeästi luettavia, jotta tarvittavien muutosten tekeminen kytkentöihin ei vaadi tekijältä vankkaa ammattitaitoa sähkökuvien tulkitsemisesta.

2 JÄLKIKÄSITTELYLINJA

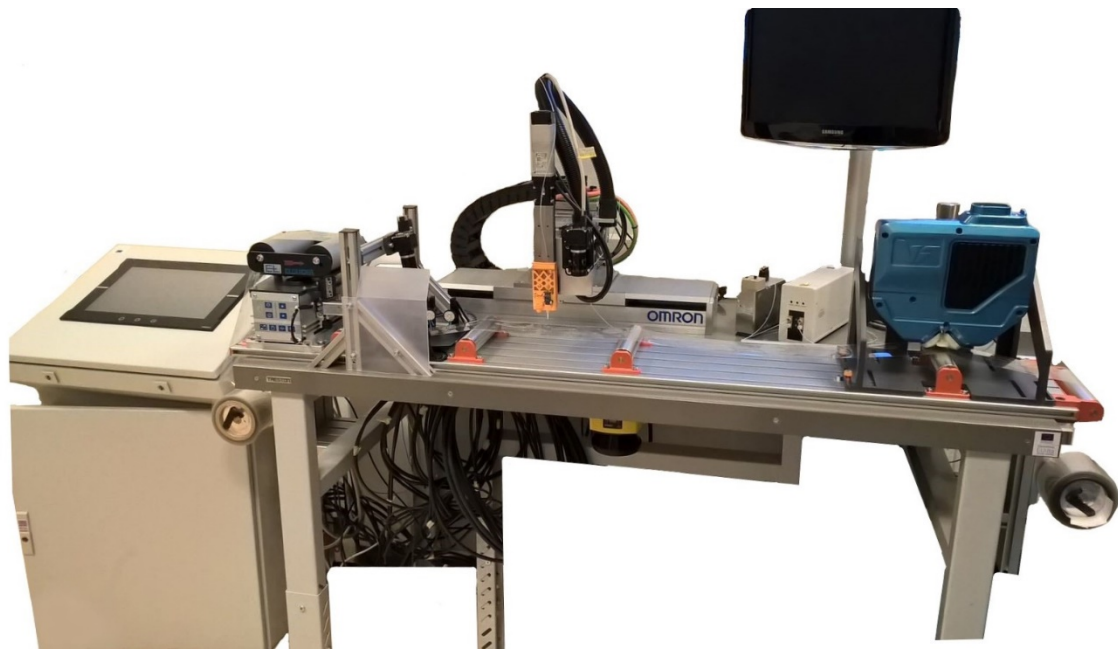
2.1 Esittely

Työhön liittyvä jälkikäsitteilylinjasto (kuvassa 1) on automaatiojärjestelmä, jolla voidaan dispensoida eli annostella erilaisia liuoksia auki kelattavalle rainalle. Tällaista mekaanisesti toimivaa laitetta, joka keinoälyn avulla tekee työsuoritteita, voidaan kutsua robotiksi. Rainan kelaaminen tapahtuu rainan syöttömoottorin ja rainan vetomoottorin avulla, joiden toiminta on synkronoitu robotin kanssa servo-ohjaimen kautta. Rainan etenemisestä saadaan tarkka tieto kohdistuksen suorittavan konenäön avulla. XYZ-suunnissa toimiva robotti annostelee liuokset rainalle. Robotin toimintaa avustava kamera sijaitsee robotin käsivarressa ja ohjaa liuosten annostelemista oikeaan kohtaan rainalla olevien kohdistusmerkintöjen avulla. Konenäön avulla pystytään lisäksi tarkistamaan dispensoinnin laatua liuoksen koon ja muodon perusteella. Rainan kelaaminen on synkronoitu robotin ohjelmakierron kanssa servokäyttöillä. (1, s. 2.)

Robotin käyttö ja ohjaus tapahtuu kosketusnäytöllisestä käyttöpaneelista, josta voidaan asettaa koneen käyttöön liittyvät parametrit sekä nähdä laitteen mittaus- ja tilatiedot. Koneautomaatio-ohjain on liitetty TCP/IP-verkkoon ja SQL-tietokantaan, jota kautta saadaan esimerkiksi tuotantotietoa siirrettyä normaaliin käyttöverkkoon. Koneautomaatio-ohjaimen alaiset laitteet ovat yhteydessä EtherCAT-väylällä (Ethernet Control Automation Technology). (1, s. 2.)

Käytön turvallisuutta ohjaa turvaohjain (E9.0), joka antaa toimintaluvan liikkuville osille. Linjaston alla sijaitseva laserskanneri (LP1.0) skannaa laitteen toiminta-alueen ja estää laitteen toiminnan huomattavasti alueella jotakin sinne kuuluma- tonta. (1.)

Jälkikäsitteilylinja on koottu Omron Oy:ltä saatavilla olevista automaatiokomponenteista. Laitteen rakentaminen on tehty oppilastyönä ja ohjelmointi Omronin toimesta kesällä 2016.

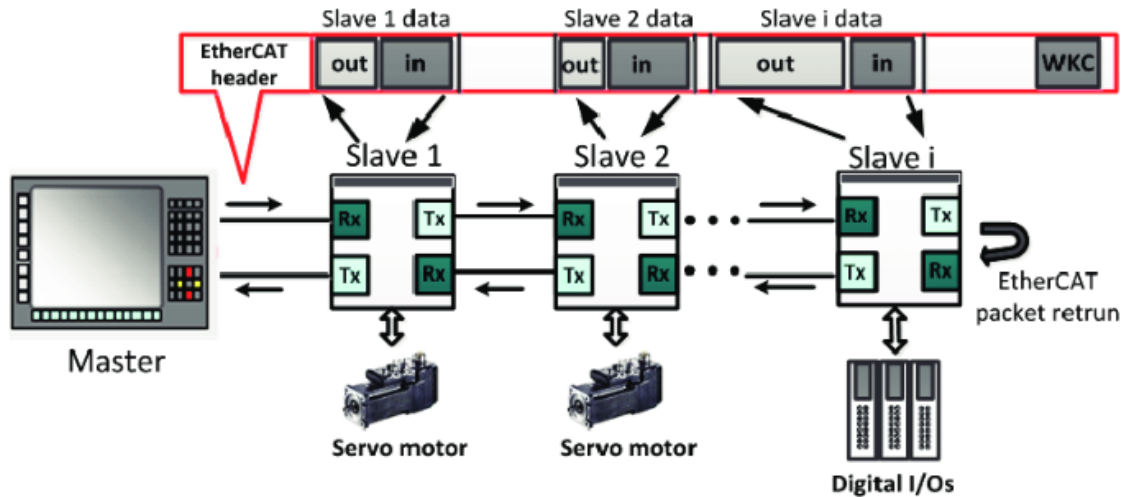


KUVA 1. Jälkikäsittelylinja (2).

2.2 EtherCAT-ohjausjärjestelmä

EtherCAT (Ethernet Control Automation Technology) on hyvin yleisesti käytetty lähiverkkotekniikka. Kaikki verkossa olevat laitteet näkevät muiden laitteiden tietoliikenteen. Laitteet on sarjaan kytkettynä ja näin ollen käytännössä samassa CAT-kaapelissa kytkettynä.

EtherCAT soveltuu todella pienten vasteaikojen ansiosta erinomaisesti tällaisen automaatiojärjestelmän käyttöön. Verkossa toimii yksi ohjaava laite (master) ja sen alaisuudessa tietty määrä laitteita, jotka ovat niin sanottuja orjalaitteita (slave). Master-laitteena toimii koneautomaatio-ohjain (E8.0), ja slave-laitteina on seitsemän ohjainta ja logiikkaa. EtherCAT-ratkaisulla tiedonsiirron viiveet ovat muutamia nanosekunteja verkossa kulkevan viestin käsittelytavan takia. Slave-laitteiden läpi kulkee master-laitteelta lähetetty kehys, josta slave-laitteet lukevat niille tarkoitetun liike-, ohjaus- ja turvallisuusdatan sekä samanaikaisesti kirjoittavat kehukseen uutta dataa, joka palaa takaisin master-laitteelle. EtherCAT-väyläjärjestelmän toiminta periaate on kuvassa 2. (3, s. 15 – 17.)



KUVA 2. EtherCAT-väyljärjestelmän toimintaperiaate (4).

Tiedonsiirto tapahtuu EtherCAT:illa alle 100 μ s jaksoajalla, mikä on sen ehdottomia vahvuuksia ja tämän avulla sekä koneen tuotto että tuotannon laatu pystytään säätämään tarkasti (5).

2.3 Linjaston laitteet

Järjestelmässä käytetyt laitteet on tilattu Omron Oy:ltä, joka tarjoaa komponentteja elektroniikkateollisuuden tarpeisiin. Laitteiden tarvittavat yksityiskohtaiset tiedot löytyvät Omronin kotisivuilta pdf-muodossa olevista teknisistä selvityksistä, "datalehdistä".

Robotin toiminta perustuu kaikkien laitteiden yhtenäiseen toimintaan. Kokonaisuudessaan toiminnassa on yhteensä 24 sähköistä laitetta tai komponenttia, joten robotin ytimenä ja sydämenä täytyy olla tehokas laite pitämässä prosessia koossa.

2.3.1 Turvaohjain

Jälkikäsitteilylinjan toiminnan turvallisuutta ohjaa kuvan 3 NX-turvaohjain E9.0. Turvaohjain vaihtaa ja prosessoi turvatietoja muista laitteista NX-I/O:n väylien 9.01 - 9.09 kautta, joka toimii turvaohjaimen alaisuudessa. Turvaohjain on varmatoiminen turvajärjestelmä, joka on tehty SFS-EN ISO 13849-1 -standardin mukaan. NX-sarjan turvaväyläohjain on kehitelty robottikäyttöisiin tuotantolinjoihin, joissa edellytetään nopeaa ohjausjärjestelmää. Turvaohjain saa turvatietoja prosessista muun muassa laserskannerilta ja servo-ohjaimilta. Laitteilta saatavien tietojen perusteella turvaohjain sallii robotin ohjauksen ja liiketoimintojen suorittamisen. (6.)



KUVA 3. NXECC203 -turvaohjain, johon on liitettyä SL3300 I/O (7).

2.3.2 Konenäkö

Prosessin konenäön ohjaus tapahtuu Omron FH 3050 -konenäköjärjestelmällä (Kuva 4), johon on liitetty kaksi FH-SC02 kameraa. Linjastolla pystytään annosteamaan rainalle jopa muutaman nanolitran liuospisaroita mikrometrien tarkkuudella, johon tarkan kohdistustiedon ja laadunvarmistuksen tekee konenäköjärjestelmä. FH-SC02 -kamera antaa kuvan kahden megapikselin tarkkuudella ja sen kuvasuhde on 2:1, eli erittäin leveä. Liikkuvan rainan analysoimisessa leveä kuvasuhde on huomattavasti parempi kuin televisioistakin tuttu 4:3 kuvasuhde. (8, s. 38 – 39.)



KUVA 4. FH3050-konenäköjärjestelmä (9).

2.3.3 Servo-ohjain

Laitteiston liikkumistoimintoja suorittaa viisi moottoria, joita ohjaavat kuvan 5 mukaiset Omronin servo-ohjaimet. Rainaa syöttävä rainan syöttömoottori (RSM) sijaitsee linjaston alkupäässä ja rainaa takaisin rullalle keräävä rainan vetomoottori (RVM) puolestaan sijaitsee linjaston loppupäässä. Annosteleva robotti toimii kolmiulotteisesti XYZ-akselilla kolmella moottorilla

Omronin R88D-KN -servo-ohjaimet ohjaavat kaikkia moottoreita. Ohjainten kapasiteetti määräytyy käytettävän moottorin tehon mukaan. Laitteistossa on käytössä kolmen eri teholuokan ohjaimia: kaksi 0,4 kW:n, kaksi 1,0 kW:n ja yksi 1,5 kW:n ohjainta. Ohjaimet ovat teholuokkaa lukuun ottamatta toisiaan vastaavia niin toiminnaltaan kuin ulkoisestikin.



KUVA 5. R88D-KN04H-ECT 0,4 kW servo-ohjain (10).

2.3.4 Laserskanneri

Laserskanneri OS32C (LP1.0) sijaitsee linjaston alla skannaten toiminta-alueetta. Laite on osa linjaston turvaratkaisuja. Havaitessaan toiminta-alueella ihmisen tai muuta sinne kuulumatonta, se estää laitteen toiminnan. Linjastolla käytettävää skanneria vastaava laite on kuvissa 6 ja 7. Skannaus tapahtuu kuvan 6 mukaisesti 270°:een tunnistuskulmassa; vasteajaksi valmistaja lupaa 80 – 680 ms (11, s. 2).



KUVA 6. Laserskannerin OS32C-turva-alue (12).

Turva-alue on neljä metriä laserskannerin sijainnista ja varoitusalue on neljästä metristä 15 metriin. Laite on asennettuna linjaston etuosaan työtason alapuolelle ja skanneri pysäyttää laitteen toiminnan, jos se havaitsee liikettä laitteen turva-alueella. Skanneri on kytketty turvaohjaimen I/O-lohkoon, jonka kautta turvatieto välittyy turvaohjaimelle.



KUVA 7. Laserskanneri OS32C (11 s. 8).

2.3.5 Virtalähteet

Laitteistolla on kolme Omron S8VK-G -virtalähdettä, jotka muuttavat 230 V:n verkkovirran laitteiden tarvitsemaan 24 V:n tasasähköön. Käytössä on kahden eri teholuokan virtalähteitä, joista Q1 ja Q2 ovat 120 W:n ja Q3 on 60 W:n tehoisia. Kuvassa 8 on 120 W:n virtalähde, joka on ulkoisesti 60 W:n virtalähdettä vastaava. Virtalähteet jakavat jatkuvaa 24 V:n käyttö sähköä kaikille 24 V:n laitteille

ilman säätömahdollisuuksia. Virtalähteiden kytkennät näkyvät liitteestä 4. Laitteet on suojattu kukin omilla 230 V:n 6 A:n sulakkeilla.



KUVA 8. Omron S8VK-G12024 -virtalähde (13).

2.3.6 Moottorit

Viisi servomoottoria saa aikaan robotin liikkeitä. Moottoreista kaksi on lineaarimoottoreita ja kolme pyöriviä moottoreita. Kuvan 9 mukaista lineaarijärjestelmää liikuttaa niihin tehtaalla asennetut lineaarimoottorit. Lineaarijärjestelmä on yksinkertainen ratkaisu, kun halutaan XY-suuntaista liikettä. XY-akselilla toimivassa lineaarijärjestelmän alustassa (R88L-ES-GT-5124-3901) on robotin käsivarsi kiinnitettynä ja robotin Z-suuntaisen liikkeen tekee käsivarteen kiinnitetty R88M-K10030T-BS2-moottori. Näiden kolmen moottorin avulla saadaan robotti liikkumaan interpoloidusti.



KUVA 9. XY-akselilla toimiva lineaarimoottorijärjestelmä (14, s. 5).

Rainan kelausmekaniikkaa tapahtuu kuvan 10 mukaisilla R88M-K40030H-S2-moottoreilla. Moottorin tekniset tiedot ovat taulukossa 1. Rainarullat ovat yhdistettyinä pyöriviin moottoreihin, joiden pyörimisnopeutta robotti ohjaa.



KUVA 10. Omron R88M-K40030H-S2-moottori toimii rainan syöttö- ja vetomoottorina (15).

TAULUKKO 1. Omron R88M-K40030H-S2-moottorin tekniset tiedot (15).

Käyttöjännite	230V
Nimellisteho	400W
Nimellismomentti	1,3 Nm
Huippumomentti	3,8 Nm
Nimellis nopeus	3000 r/min

2.3.7 Ohjelmoitava logiikka

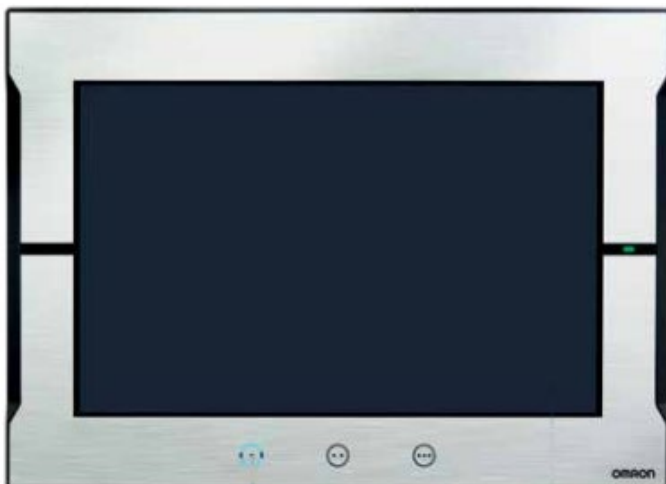
Koneautomaatio-ohjain (E8.0) Omron NJ501-1320 on laitteiston ydin. Laitteen havainnekuva on kuvassa 11. Logiikka toimii linjaston liikkeenohjaimena ja serverinä ohjausnäytön muuttujille. Ohjain toimii Ethernet-väyläjärjestelmässä väyläohjaimena eli väylämasterina. Ohjain palvelee SQL-serveriä ylemmässä verkossa, jota kautta tuotantotieto menee toimistoverkkoon.



KUVA 11. Koneautomaatio-ohjain Omron NJ501-1320 (16).

2.3.8 Ohjausnäyttö

Prosessin ohjaus tapahtuu kuvan 12 mukaisella NA5-15W101B-ohjausnäytöllä (N1.0). Prosessin hallinta, ohjaus, valvonta ja tarvittavat parametrit asetetaan tämän näytön kautta. Ohjausta helpottaa 15,4-tuumainen LCD-näyttö, josta on helppo muuttaa parametrejä ja nähdä esimerkiksi laitteen antamia vikatietoja.



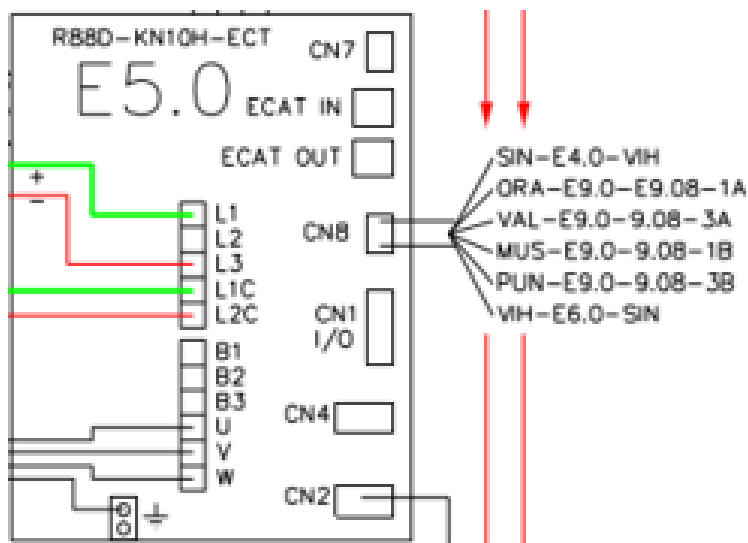
KUVA 12. Prosessin ohjausnäyttö NA5-15W101B (17 s. 10).

3 DOKUMENTOINTI

3.1 Dokumentoinnin aloitus

Jälkikäsitteilylinjan käyttämisen kannalta laitteiden kytkentäkaavioiden dokumentointi on erityisen tärkeää. Kytkentäkaaviot mahdollistavat esimerkiksi rikkiäisen laitteen irrottamisen kytkennöistä ja uuden laitteen asennuksen. Myös kytkentöjen tahaton irtoaminen ei aiheuta niin paljon haittaa, kun löytyy kytkentäkaavio, jonka avulla kytkennät on helppo tehdä. Robotin yksittäisten laitteiden lukumäärä on niin iso, että kytkentäkuvat täytyi jakaa moneen eri kuvaan.

Kuvat on piirretty CADS-suunnitteluohjelmalla käyttäen piirikaavio-sovellusta. Lähtökohtaisesti kuva on piirretty ajatellen laitteen tulevia käyttäjiä, esimerkiksi opiskelijoita, jotka eivät vielä ole ammattilaisia. Koska laitteita jouduttiin piirtämään moneen eri kuvaan, täytyi suurin osa kytkentöjen tuloista merkata kirjallisesti, kuten kuvassa 13 on esitetty.



KUVA 13. Esimerkkikuva kytkentöjen dokumentoinneista.

Kuvassa on Y-moottorin servo-ohjain E5.0, joka on liitteessä 3. Kuvasta voi nähdä, että ohjaimen CN8-liittimeen tulee kaapeli, jossa on kuusi johdinta. Johtimien värit on lyhennetty kolmekirjaimisiksi. Esimerkiksi oranssi (ORA) johdin menee NX-turvaohjaimelle (E9.0), I/O-lohkoon 9.08 ja kytkeytyy pisteeseen 3-A.

3.2 Dokumenttien sisältö

Ensimmäinen dokumentti (Liite 1) on luettelo, jossa on lista robotissa käytössä olevista laitteista. Laitteiden kohdalle on merkattu numeroin, miltä sivulta kyseisen laitteen kytkentäkuvat löytyvät. Tämä nopeuttaa halutun laitteen kytkentätietojen etsintää. Dokumenttiluettelo on ajateltu sijaitsevan tulostettuna versiona laitteen välittömässä läheisyydessä, jolloin laitehakuluettelossa olevat sivumerkinnot ovat oikein.

Ensimmäiseltä kytkentäsivulta liitteestä 2 löytyvät Ethernet-kytkennät. Seuraavissa kolmessa liitteessä on verkkovirralla toimivien vaiheiden L1, L2 ja L3 laitteiden kytkennät loogisessa järjestyksessä. Liitteestä 3 löytyvät L1-vaiheessa olevat laitteet eli XYZ-moottorien servo-ohjaimet ja koneautomaatio-ohjain E8.0. Liitteessä 4 on vaiheen L2 kuormituksessa olevat laitteet eli virtalähteet. Liitteestä 5 löytyy L3-vaiheessa olevat laitteet eli rainan moottoreiden servo-ohjaimet sekä robotin sähkökeskuksen tuuletin ja lämpötila-anturi.

Muiden laitteiden dokumentoinneissa jouduin jaottelemaan järjestystä, jotta dokumenttien määrä pysyisi mahdollisimman vähänä – kuitenkin niin, että luettavuus olisi helppoa. Liitteessä 6 on NX-turvaohjaimen ja siihen liitetyn NX-I/O:n kytkentäluettelo. NX-I/O:ssa on yhdeksän I/O kytkentälohkoa, joista jokaisesta on oma kytkentäluettelo dokumentissa. Luetteloon on merkattu johtimen tarkka tulotieto kyseistä NX-I/O:n kytkentäpistettä kohden.

Liitteessä 7 on pelkästään linjastolla olevia laitteita: turvaskanneri ja kaikkien viiden moottorien kytkennät. Kuvaan on merkattu kaapeleiden tarkat tulotiedot moottorin johtimien värien mukaan. Yksinkertaistettu piirros ohjaa laitteen käyttäjä hahmottamaan laitteiden sijaintia linjastolla. Liitteessä 8 on linjaston kameroiden ohjainlogiikan kytkentäkuvat sekä lisäksi yksinkertaistettuun linjastokuvaan merkattuna kameroiden sijainnit linjastolla. Liitteessä 9 on hätä-seis-kytkimen ja releen kytkentäkuvat. Viimeisessä dokumentissa eli liitteessä 10 on ohjausnäytön ja Ethernet-kytkimen kytkennät.

3.3 Dokumentoinnin toteutus

KytKentäkuvien toteuttaminen vaati ison pohjatyön. Laadin alkuun jälkikäsitteilylinjaston kytkennöistä luonnokset paperille. Kävin läpi jokaisen johtimen ja liittimen kytkennän ja kirjasin samalla kaikki ylös. Tämän pohjalta tehtiin kymmeniä sivuja sekavia kynällä piirrettyjä luonnoksia kaavioista. Haastavana osana oli miettiä, mitkä kytkennät tulevat samaan dokumenttiin ja millä tavalla kytkentäkaaviot toteutetaan käytännössä. Verkkovirtaa käyttävät laitteet oli järkevää jaotella omiin dokumentteihin (liitteet 3, 4 ja 5). Näistä kuvista näkee laitteita suojaavien sulakkeiden numerot. Turvaohjaimen liittimien suuren määrän takia turvaohjaimen kytkennöistä tehtiin oma sivu, johon mahtui kytkentätaulukot jokaisesta lohokosta. Linjastolla olevia laitteita olivat kamerat ja moottorit, jotka ovat kahdessa dokumentissa (liitteet 7 ja 8). Viimeisistä dokumenteista (liitteet 9 ja 10) löytyvät loput linjastolla olevista laitteista.

Laitihakuluettelo on tehty helpottamaan tarvittavien kytkentätietojen löytämistä. Laitihakuluettelon alussa on lueteltuna kaikki laitteet ja niiden lyhenteet. Alempana laitehakuluettelossa näkyy laitteen lyhenteen avulla, miltä sivulta kytkentätiedot löytyvät. Kuvassa 14 näkyy esimerkki laitehakuluettelosta. E1.0 on Ethernet-kytkin, jonka kytkentätiedot löytyvät sivuilta 1 (L1 laitteet) ja 9 (ohjausnäytön kytkentä).

E1.0	Ethernet kytkin	
Laitteet:		Löytyy sivuilta:
E1.0	-----	1, 9

KUVA 14. Esimerkki laitehakuluettelon periaatteesta.

4 YHTEENVETO

Opinnäytetyön aiheena oli jälkikäsitteilylinjan dokumentointi ja sen tavoitteena oli dokumentoida jälkikäsitteilylinjan sähköistykset, jotta tarvittaessa kytkentöjä on mahdollista tehdä jälkikäteen. Opinnäytetyössä oli tarkoitus käsitellä laajasti linjaston sähköturvallisuusasioita ja tehdä laitteistoon sähköturvallisuusmittaukset. Tärkeä osa laitteiston dokumentointia on tehdä laitteisiin ja johtimiin merkinnät kytkentäkaavioiden merkintöjen mukaisesti, jolloin kaavioiden vertaaminen laitteisiin on helpompaa. Liikkumisrajoitusten takia ei sähköturvallisuusmittauksia eikä laitteiston ja kaapeleiden merkintöjä ollut mahdollista tehdä, joten nämä jouduin jättämään opinnäytetyön ulkopuolelle. Tämä toi haastetta opinnäytetyölle, koska aihe supistui pieneksi.

Opinnäytetyössä halusin keskittyä raportoinnin selkeyteen, jotta tarvittaessa linjastoon liittyviä teknisiä tietoja laitteista on helpompi hakea suoraan opinnäytetyöstä. Opinnäytetyössä oli haastavinta visioida piirrettävien dokumenttien rakenne. Opinnäytetyötä varten opettelin CADS-suunnitteluohjelman käyttöä, jotta sain kaaviot toteutettua. Dokumentoinnissa oli erittäin haastavaa hahmottaa minäkälaiset kytkentäkuvat on järkevä piirtää. Kaaviot olisi ollut mahdollista tehdä käyttämällä laitteiden valmistajilta saatavia sisäisiä kytkentäkuvia. Kuvien ulkoasujen suunnittelussa pyrin selkeyteen ja lopputuloksena on helposti luettavia kytkentäkuvia jälkikäsitteilylinjan laitteistosta. Tässä opinnäytetyössä tekemäni kuvat ovat koulun laitekäytölle hyviä yksinkertaisuuden vuoksi.

Opinnäytetyön tekeminen oli erittäin opettavainen kokemus ja vahvisti jälleen omaa näkemystäni siitä, mikä osa-alue sähkötekniikasta minua kiinnostaa.

LÄHTEET

1. Heikkinen, Taneli 2016. Jälkikäsitteilylinjan toteutussuunnitelma. Oulun ammattikorkeakoulu.
2. Tuomaala, Tomi 2016. Tutkija. Oulun ammattikorkeakoulu.
3. Suokas, Ville 2009. Ethercat – hajautettu ohjausjärjestelmä. Opinnäytetyö. Tampere: Tampereen ammattikorkeakoulu, konelaboratorio. Saatavissa: <https://docplayer.fi/9787523-Ethercat-hajautettu-ohjausjarjestelma.html>. Hakupäivä 15.3.2020
4. ResearchGate. Saatavissa: https://www.researchgate.net/figure/EtherCAT-System-structure-diagram-in-line-topology_fig1_271614381. Hakupäivä: 15.3.2020
5. Phoenix Contact 2011. EtherCAT System structure diagram in line topology. Saatavilla: https://www.phoenixcontact.com/online/portal/fi?1dmy&urile=wcm%3apath%3a/fifi/web/main/products/subcategory_pages/EtherCat_P-08-12-12/2eb8f5c5-2ab5-4ba7-9a0e-42599e756169. Hakupäivä: 15.3.2020
6. Omron esittelee NX-sarjan turvaväyläohjaimen 2019. Saatavissa: <https://www.pressreleasefinder.com/Omron/OMRPR072/fi/>. Hakupäivä: 21.3.2020
7. Omron Oy. Itsenäinen NX-turvaohjain -tuote-esittely. Saatavissa: <https://industrial.omron.fi/fi/products/nx-safety-stand-alone>. Hakupäivä: 21.3.2020
8. Suihkonen, Veikko 2015. Konenäkötutkimus. Opinnäytetyö. Ylivieska: Centria ammattikorkeakoulu, tuotantotalouden koulutusohjelma. Saatavissa: https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/90221/Suihkonen_Veikko.pdf?sequence=1. Hakupäivä: 21.3.2020
9. WebSystem Finland Oy Ab. FH-3050 tuote-esittely. Saatavissa: <https://web-system.net.pl/FH-3050>. Hakupäivä: 23.3.2020

10. Omron Oy. R88D-KN04H-ECT tuote-esittely. Saatavissa: <https://industrial.omron.fi/fi/products/R88D-KN04H-ECT>. Hakupäivä 24.3.2020
11. Omron Oy. Laserturvaskanneri -esite. Saatavissa: https://assets.omron.eu/downloads/brochure/fi/v6/os32c_brochure_fi.pdf. Hakupäivä 28.3.2020
12. Manning, Mitchell 2016. EtherNet/IPT-enabled OMRON OS32C-4M Safety Laser Scanner. Saatavissa: <https://www.linkedin.com/pulse/ethernetipt-enabled-omron-os32c-4m-safety-laser-scanner-mitch-manning>. Hakupäivä: 2.4.2020
13. Omron Oy. S8VK-G tuote-esittely. Saatavissa: <https://industrial.omron.fi/fi/products/s8vk-g>. Hakupäivä 2.4.2020
14. Omron Oy. Accurax Linear Motors -tekniset tiedot. Saatavissa: https://www.miel.si/wp-content/VsebinaPDF/CD_EN-02A+LI-NEAR+brochure.pdf. Hakupäivä: 27.5.2020
15. Mouser Electronics. R88M-K40030H-S2 -tuote-esittely. Saatavissa: <https://eu.mouser.com/ProductDetail/Omron-Automation-and-Safety/R88M-K40030H-S2?qs=rE9FgawVoNKj%2Fm5n%2FJfJ%252Bg==>. Hakupäivä: 10.4.2020
16. Omron Oy. Machine Automation Controller, NJ-Series -tekniset tiedot. Saatavissa: http://www.ia.omron.com/data_pdf/cat/nj-series_p140-e1_1_3_csm1067136.pdf?id=3196. Hakupäivä: 12.4.2020
17. Omron Oy 2016. Bringing Technology to Life, Machine Interface NA Series -tiedote. Saatavissa: <https://datasheet.octopart.com/NA515W101B-Omron-datasheet-110758882.pdf>. Hakupäivä 15.4.2020

LIITTEET

Liite 1 Laitihakuluettelo

Liite 2 Ethernet kytkennät

Liite 3 Laitteiden kytkennät vaiheelta L1

Liite 4 Laitteiden kytkennät vaiheelta L2

Liite 5 Laitteiden kytkennät vaiheelta L3

Liite 6 NX-turvaohjaimen kytkennät

Liite 7 Moottorien ja laserskannerin kytkennät

Liite 8 Kameroiden ohjaimen kytkentä

Liite 9 Releen ja hätäseiskytkimen kytkentä

Liite 10 Ohjausnäytön ja Ethernet haaroittimen kytkentä

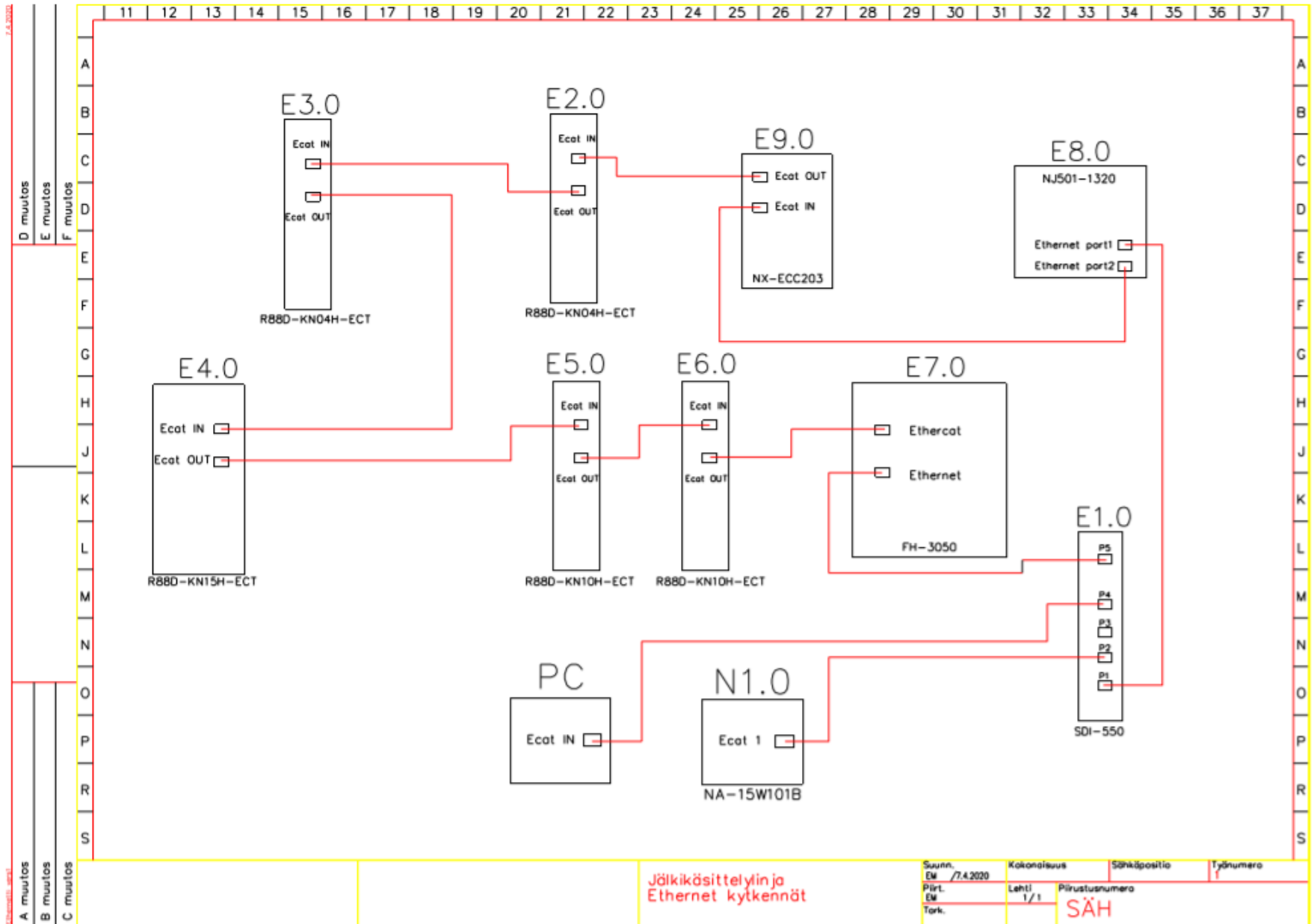
Laitehakuluettelo

E1.0	Ethernet kytkin	LP1.0	Laser Production
E2.0	Servo-ohjain	J1.0	Tuuletin
E3.0	Servo-ohjain	N1.0	Ohjaus näyttö
E4.0	Servo-ohjain	PC	Tietokone
E5.0	Servo-ohjain	KELA	Rele
E6.0	Servo-ohjain	HS	Hätäseis
E7.0	Kameroiden ohjain	T	Lämpötila-anturi
E8.0	Ohjaus logiikka	RV-mtr	Rainan vetomoottori
E9.0	I/O viestintämoduuli	RS-mtr	Rainan syöttömoottori
Q1	Virtalähde	Y-mtr	Y-moottori
Q2	Virtalähde	X-mtr	X-moottori
Q3	Virtalähde	Z-mtr	Z-moottori

Laitteet:

Löytyy sivuilta:

E1.0	-----	1, 9
E2.0	-----	1, 4
E3.0	-----	1, 4
E4.0	-----	1, 2
E5.0	-----	1, 2
E6.0	-----	1, 2
E7.0	-----	1, 7
E8.0	-----	1, 2
E9.0	-----	1, 5
Q1	-----	3
Q2	-----	3
Q3	-----	3
LP1.0	-----	6
J1.0	-----	4
N1.0	-----	9
PC	-----	1
KELA	-----	8
HS	-----	8
T	-----	4
RV-mtr	-----	4, 6
RS-mtr	-----	4, 6
Y-mtr	-----	2, 6
X-mtr	-----	2, 6
Z-mtr	-----	2, 6

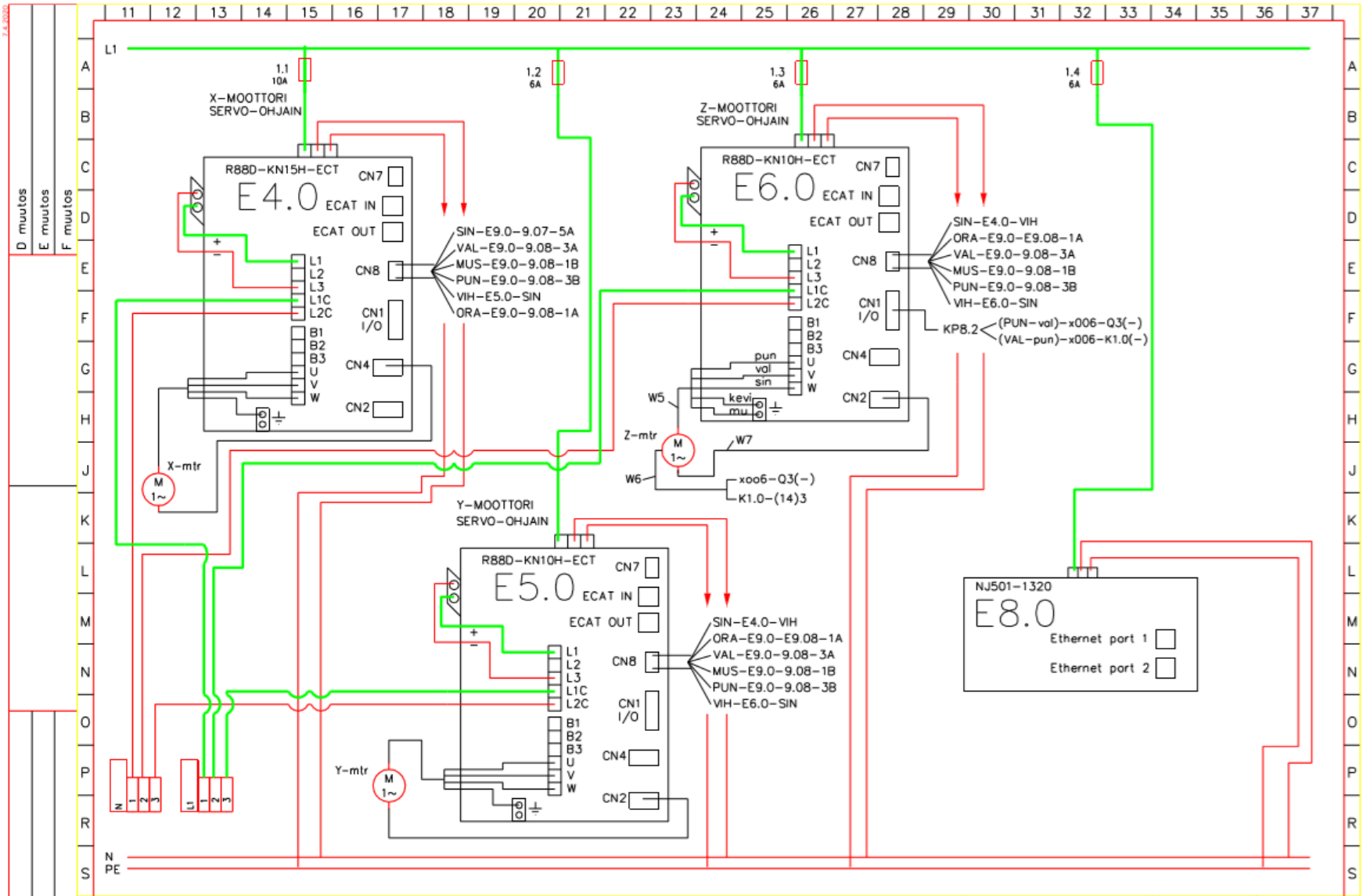


A muutos
B muutos
C muutos

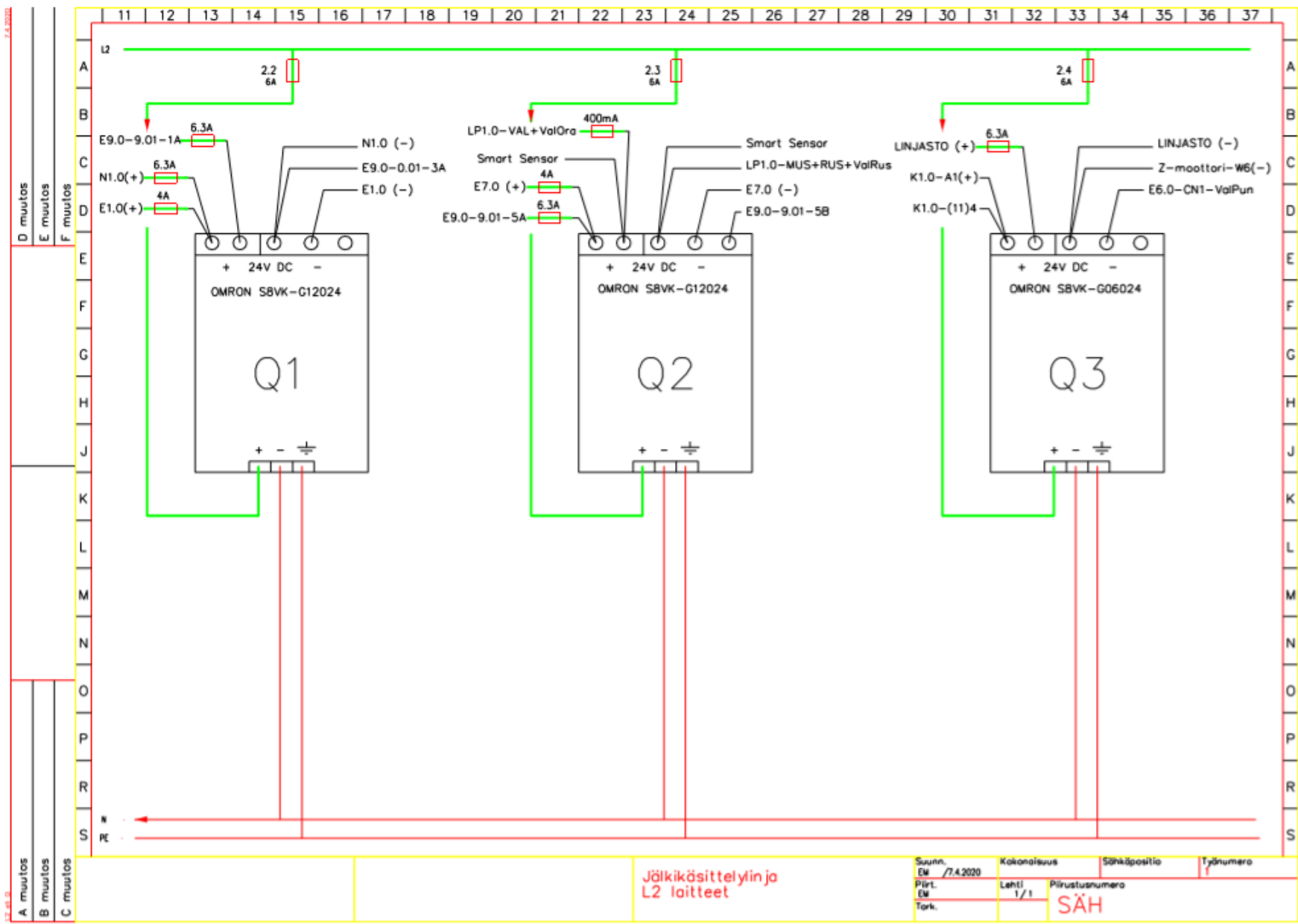
D muutos
E muutos
F muutos

Jäykkäsittelyinja
Ethernet kytkennät

Suunn. EM /7.4.2020	Kokonaisuus	Sähköpositio	Työnumero
Piirt. EM	Lehti 1/1	Piirustusnumero	
Tark.	SÄH		

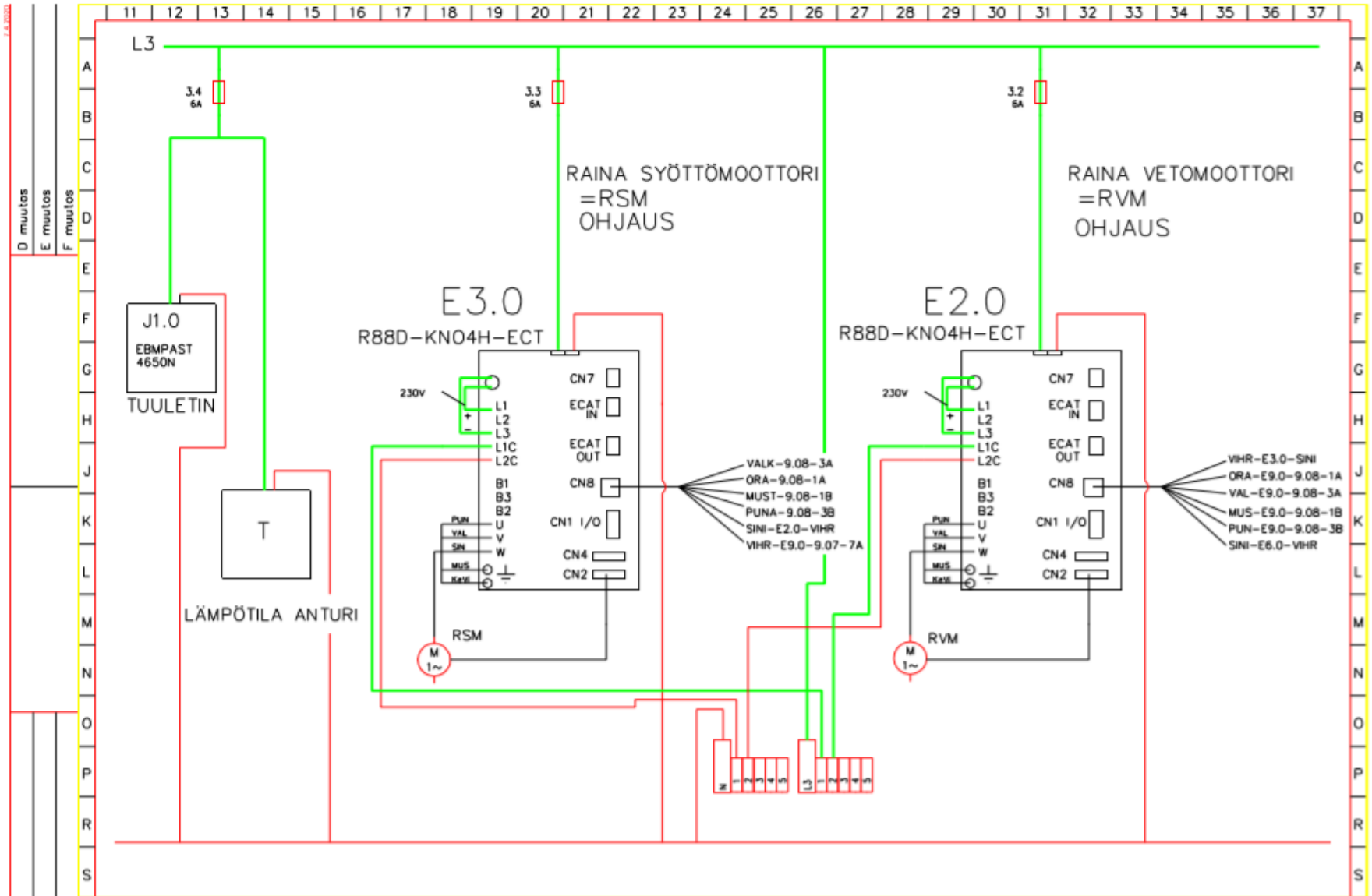


A muutos B muutos C muutos	D muutos E muutos F muutos	G H I J K L M N O P R S	11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37	Jäikäsittelylinja L1 laitteet				Suunn. EM /7.4.2020	Kokonaisuus	Sähköpositio	Työnumero
				Piirt. EM	Lehti 1/1	Päristysnumero					
				Tark.		SÄH					



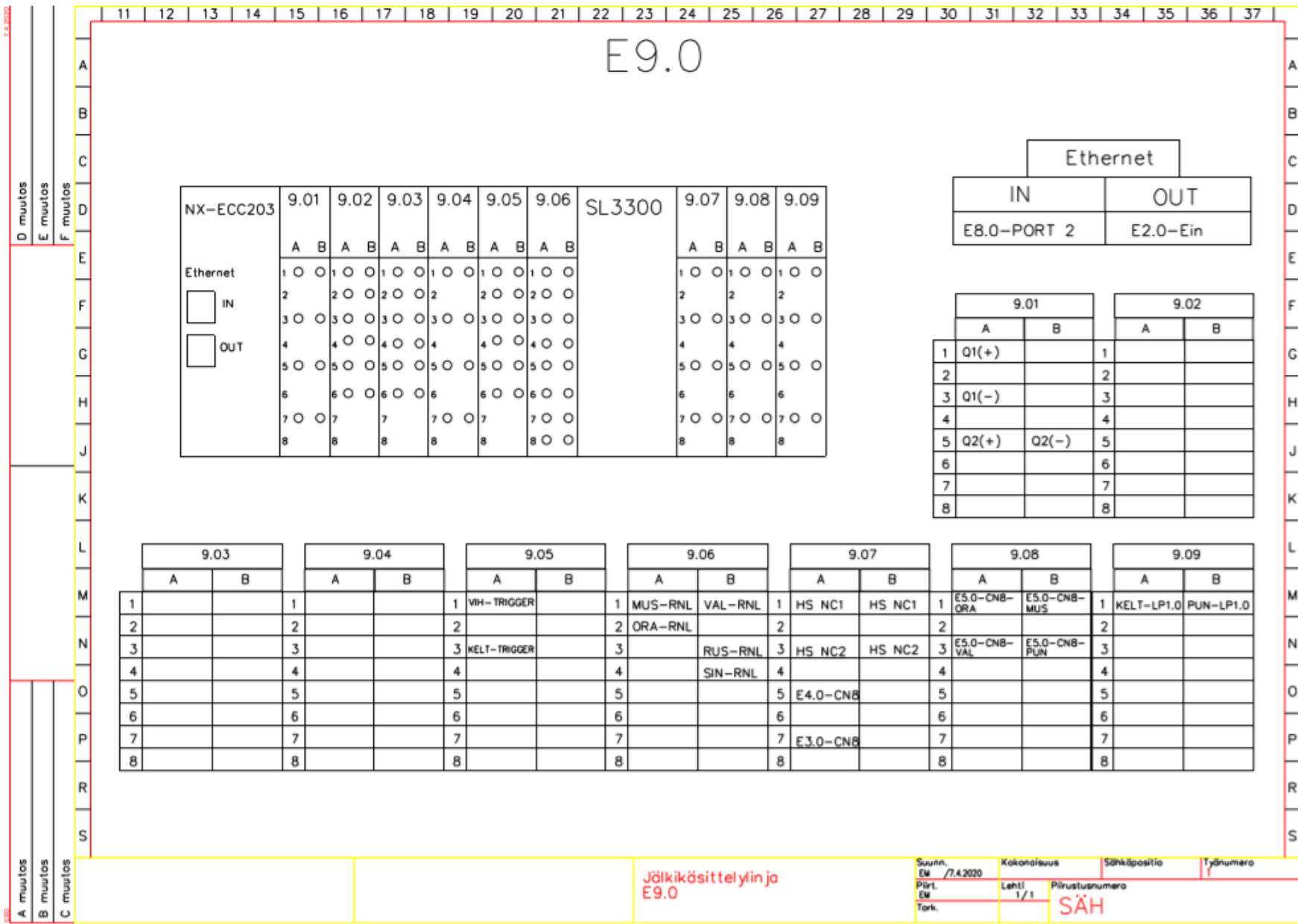
Jäykkäsittelyin ja
L2 laitteet

Suunn. DM /7.4.2020	Kokonaisuus	Sähköpostio	Työnumero
Piirt. DM	Lehti 1/1	Piirustusnumero	
Tark.	SÄH		



Suunn. EM /7.4.2020	Kokonaisuus	Sähköpostio	Työnumero
Piirt. EM	Lehti	Piirustusnumero	
Tark.	1/1	SÄH	

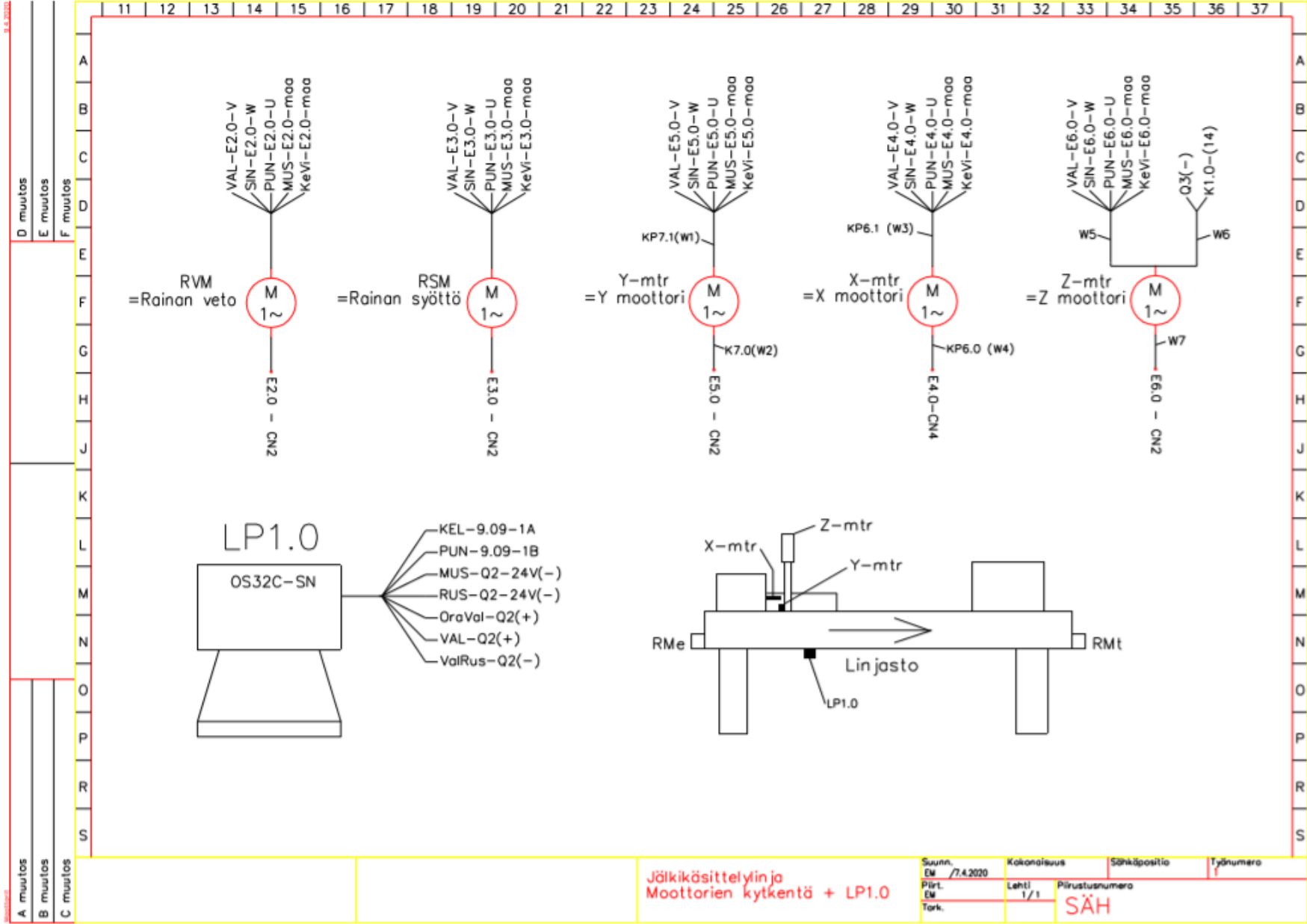
Jäykkäsittelyin ja L3 laitteet

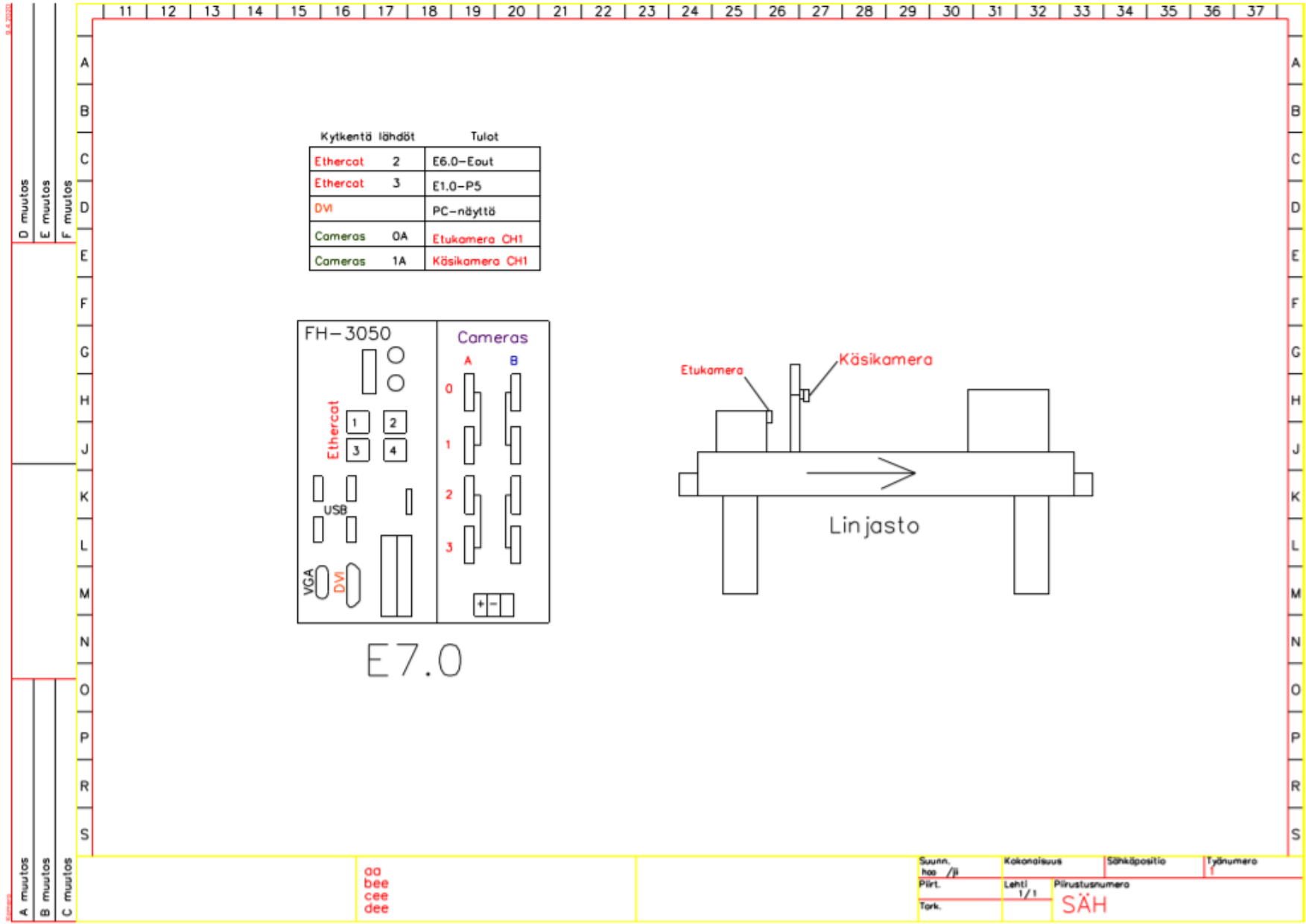


7.4.2020

D muutos
E muutos
F muutos

A muutos
B muutos
C muutos

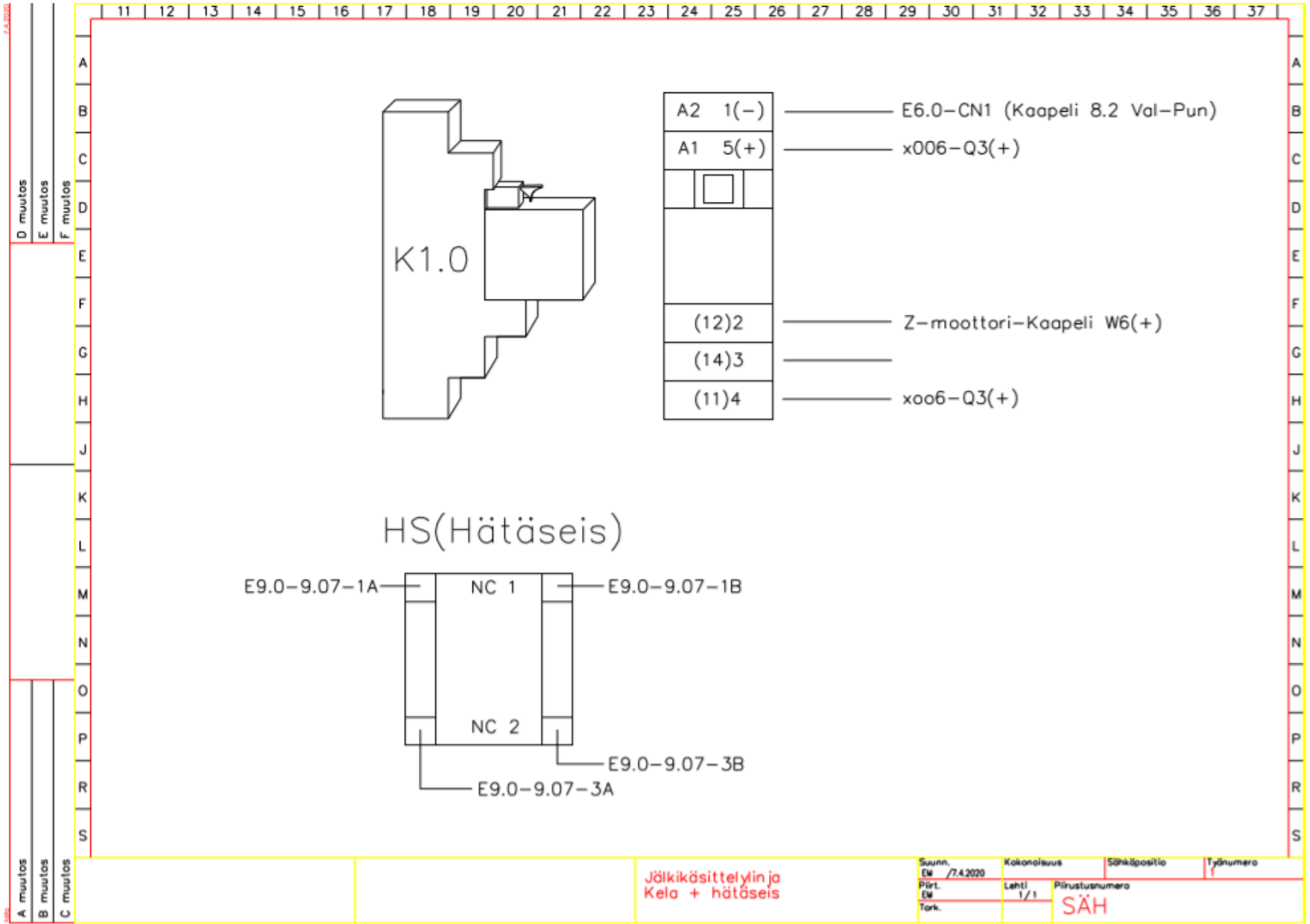


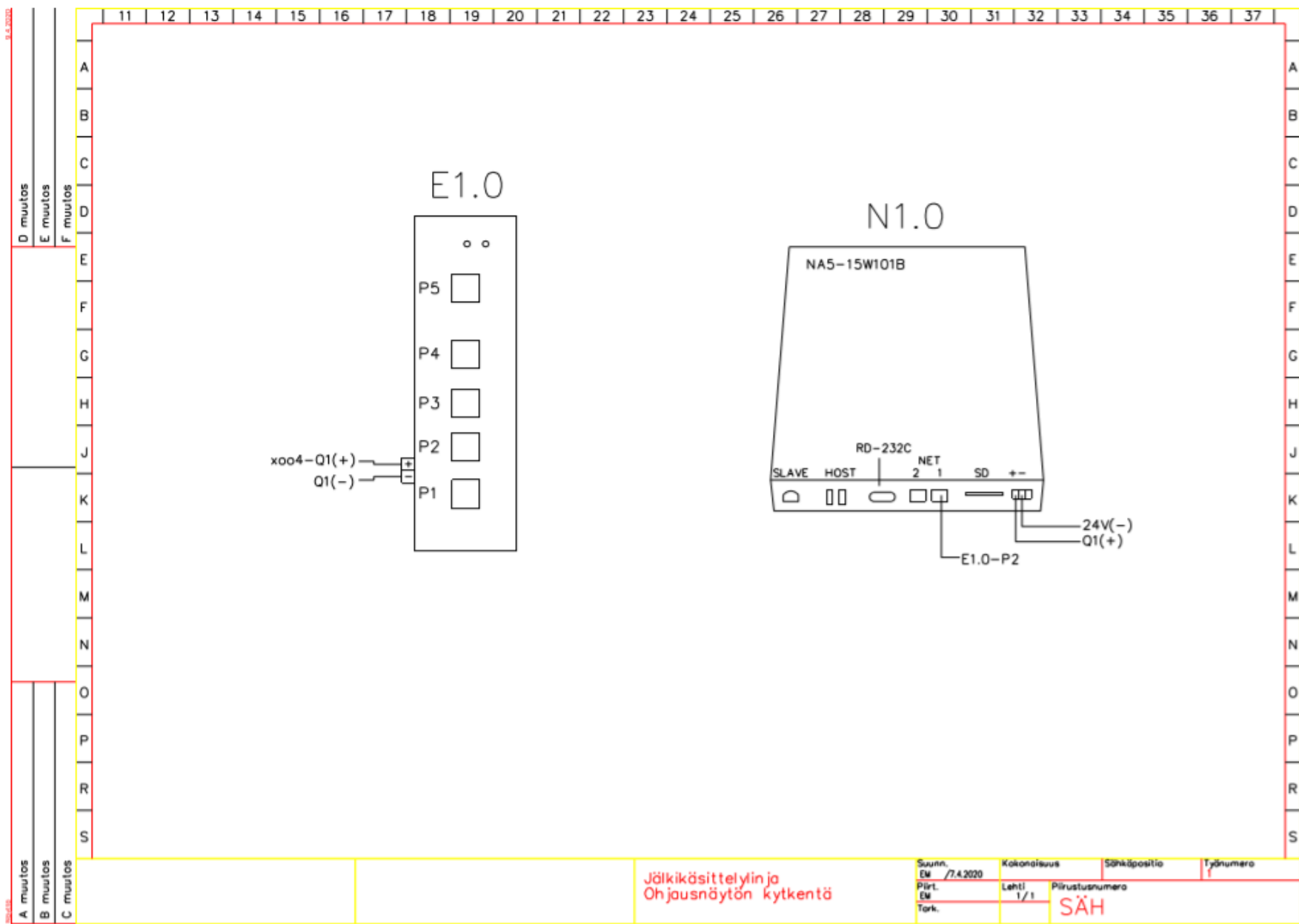


8.4.2020

D muutos
E muutos
F muutos

A muutos
B muutos
C muutos





9.4.2020

D muutos
E muutos
F muutos

A muutos
B muutos
C muutos

Jäykkäsittelylinja
Ohjaisnäytön kytkentä

Suunn. EM /7.4.2020	Kokonaisuus	Sähköpositio	Työnumero
Piirt. EM	Lehti 1/1	Piirustusnumero	
Tark.		SÄH	