



Laudepalikkakoneen sähkö- ja automaatio suunnittelu

Vili Valjakka

Opinnäytetyö, AMK
Toukokuu 2022
Tekniikan ala
Sähkö- ja automaatiotekniikka

Valjakka, Vili

Laudepalikkakoneen sähkö- ja automaatio suunnittelu

Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulu. Toukokuu 2022, 28 sivua.

Tekniikan ala. Sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma. Opinnäytetyö AMK.

Julkaisun kieli: suomi

Verkkojulkaisulupa myönnetty: kyllä

Tiivistelmä

Harvia Oy:llä oli tarve rakentaa uusi lauteiden valmistukseen tarkoitettu laudan sahaus- ja jysintäkone. Laitteesta oli piirretty jo valmiiksi alustavat kuvat mekaanisen toteutuksen pohjalle. Opinnäytetyö perustui laitteen sähkö- ja automaatio suunnitteluun. Valmiin koneen oli tarkoitus tulla lopulta tuotantokäyttöön, joten se täytyi suunnitella mahdollisimman luotettavaksi, turvalliseksi, helpokäyttöiseksi sekä nopeaksi. Harvialla rakennettiin lähes samanlainen kone noin 15 vuotta sitten, josta löytyivät sähkökuvat pohjaksi uuteen koneeseen. Sähkömoottorit, servopaketti sekä logiikka olivat jo uuteen koneeseen tilattu valmiiksi, joiden pohjalta sähkökuvien suunnittelu alkoi. Myös muut komponentit oli suurimmaksi osaksi katsottu etukäteen.

Vanhoista sähkökuvista ei ollut lopulta juurikaan apua, vaikkakin koneen toimintaperiaate oli hyvin samanlainen. Nykyaikaisempi servojärjestelmä, moderni ohjelmoitava logiikka sekä vaadittavat turvatoiminnot vaativat aivan erilaista suunnittelua kuin vanhassa koneessa. Sähkökuvien lisäksi työhön kuului koneen logiikkasovelluksen ohjelmointi. Koska koneeseen oli valittu Omronin logiikka, ohjelmointityökaluna käytössä oli Sysmac Studio. Laite suunniteltiin laudan syöttämistä lukuun ottamatta täysin automaattiseksi.

Valmiiden sähkökuvien mukaan kytketty kone läpäisi käyttöönottotarkastuksen, jonka jälkeen testasimme logiikkasovelluksen toiminnan. Automaatiohjelma oli testattu jo etukäteen Sysmac Studion simulointitilassa onnistuneesti, mutta servojen liikkeet vaativat vielä paikan päällä operointia. Katkaistua laudepalikkaa jysinten läpi kuljettavan servovelkan nopeudet eri vaiheissa pystyi optimoimaan vasta oikeita tuotteita valmistuksessa. Testausvaiheessa käytiin läpi myös mahdollisia ongelmatilanteita automaatiohjelmaan liittyen.

Lopullisena tuloksena oli valmis tuotantokäyttöön soveltuva lähes automaattinen Laudepalikkakone. Toimeksiantaja Harvia pystyy hyödyntämään uutta konetta lauteiden valmistuksessa päivittäin lisäten tuotannon tehokkuutta. Tällä hetkellä kone täyttää tuotannon vaatimukset tehokkuutensa suhteen, mutta automaattisen syötön puuttuminen antaa vielä jatkossa mahdollisuuden jatkojalostaa Laudepalikkakoneesta täysin automaattisen.

Avainsanat (asiasanat)

Ohjelmoitavat logiikat, servotekniikka, sähkösuunnittelu, puuntyöstökone

Muut tiedot (salassa pidettävät liitteet)

Liitteenä sähkökuvat, 9 sivua.

Valjakka, Vili

Electrical and automation design of Laudepalikkakone

Jyväskylä: JAMK University of Applied Sciences, May 2022, 28 pages.

Engineering and technology. Degree Programme in Electrical and Automation Technology. Bachelor's thesis.

Permission for web publication: Yes

Language of publication: Finnish

Abstract

Harvia Oy needed to build a new bench block machine to use as a sawing- and moulding machine. Pictures based on the mechanical implementation had already been drawn. The bachelor's thesis was based on the machine's electrical and automatization planning. Since the finished machine was to be used in production, it had to be designed to be as reliable, safe, easy-to-use and fast as possible. An almost identical machine was built in Harvia about 15 years ago, so its electrical pictures were used as a base of the new machine. The planning began based on the electrical engines, servo packages and programmable logic controller (PLC) that had already been ordered for the new machine. Moreover, other components had mostly been planned beforehand.

The older electrical pictures turned out to be rather unhelpful even though the mechanics were very similar. A more updated servo technology, a modern PLC and required safety functions needed different planning than the older machine. Sysmac Studio had successfully simulated the automatic program beforehand, but the servos' movement still required local operation.

In addition, possible problem situations with the automatic program were searched.

The result was a finished, almost automatic Laudepalikkakone suitable for production. Harvia was able to use the new machine to produce benches daily, increasing the efficiency of their production. Now, the machine fulfills the production's expectations, but it isn't fully automatic yet.

Keywords/tags (subjects)

Programmable logics, servo technology, electrical consultancy, woodworking machine

Miscellaneous (Confidential information)

Attached electrical pictures, 9 pages

Sisältö

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | Johdanto | 2 |
| 1.1 | Toiminnankuvaus | 2 |
| 1.2 | Laitteisto..... | 4 |
| 1.3 | Tulosten todentaminen..... | 5 |
| 2 | Servokäyttö | 6 |
| 3 | Sähkösuunnittelu..... | 8 |
| 3.1 | Turvapiirit | 9 |
| 4 | Automaatiosuunnittelu..... | 12 |
| 4.1 | Servojen ohjelmointi | 14 |
| 4.2 | Ohjauspaneelin näyttö | 17 |
| 4.2.1 | Käsiajo | 18 |
| 4.2.2 | Hälytykset ja ohjelman keskeyttäminen häiriön ilmetessä | 19 |
| 5 | Käyttöönotto ja tulokset | 20 |
| 6 | Pohdinta..... | 21 |
| | Lähteet | 22 |
| | Liitteet | 24 |
| | Liite 1. Mittauspöytäkirja | 24 |
| | Liite 2. Sähkökuvat | 28 |

1 Johdanto

Harvia on johtava yhtiö kansainvälisillä sauna- ja spa-markkinoilla. Harvia työllistää kolmessa eri maanosassa yhteensä yli 800 ammattilaista, joista yli 200 työskentelee Suomen Muuramessa (Harvia 2022). Muuramessa sijaitsee yhtiön pääkonttori sekä myös Harvian suurin tuotantolaitos. Nopeasti kasvaneen kysynnän vuoksi Muuramen tuotantolaitokselle tarvitaan uusia koneita ja laitteita, joista yksi on uusi Laudepalikkakone avuksi saunan lauteiden valmistukseen.



Kuvio 1. Harvia tuo monelle mieleen kiukaan, mutta Harvia valmistaa myös lauteita (Harvia n.d.).

Laudepalikkakoneen mekaaninen suunnittelu oli pääosin jo tehty tämän työn toimeksiannon alkaessa. Opinnäytetyön tavoitteena oli kyseisen koneen sähkö- ja automaatio suunnittelu. Valmiiden sähkökuvien perusteella asentaja teki tarvittavat kytkennät. Huolellisesti suunniteltu sähkökaappi ja oikealla tavalla toimiva logiikkasovellus perustavat koko Laudepalikkakoneen toiminnan tuotannossa luotettavasti, turvallisesti sekä mahdollisimman tehokkaasti. Laudepalikkakone sisältää viisi moottoria, joilla ohjataan laudan katkaisu, päätyjen jyrshintä sekä kelkan liikkeitä. Komponenttivalinnat oli tehty jo etukäteen, eivätkä ne kuuluneet tähän työhön. Kelkan liikkeenohjaus toteutettiin servokäytön avulla. Laudepalikkakoneen toimintaperiaate oli myös pääosin suunniteltu etukäteen ja sen tuli olla täysin automaattinen, lukuun ottamatta laudan syöttämistä koneeseen.

1.1 Toiminnankuvaus

Kone käynnistyy käynnistysnappia painamalla, jolloin jyrsimet käynnistyvät ja servokelkka ajaa automaattisesti kotiasemaan, jos se on jostain syystä eri positiossa. Työntekijä työntää laudan koneeseen, jonka päädyssä on metallirullalla varustettu rajakytkin (ks. kuvat 2 ja 3). Kun rajakytkin lähettää logiikkaan tiedon laudan saavuttaneen päätyrajan, lukittautuu servokelkan pitosylinterit

pitämään lautaa tiukasti kiinni paikoillaan. Samalla myös katkaisusaha saa käskyn käynnistyä. Tämän seurauksena katkaisusaha tekee sahausliikkeen alas. Induktiivinen anturi tunnistaa sahante-rän sen saavuttaessa alarajan, jolloin sirkkeli nousee takaisin ylös. Sirkkelin syöttöpuolella oleva pitosylinteri lukkiutuu pitämään lautaa tiukasti paikoillaan, ettei työntekijä pysty vahingossa jatka-maan laudan syöttämistä liian aikaisin. Myös sahan ylärajalla on induktiivinen anturi tunnista-massa sahan nousseen ylös, jolloin servo saa käyntiluvan ja kelkka aloittaa laudepalikan kuljettami-sen jyrshinten läpi, jotka jyrshivät palikkaan halutun kuvion molempiin päätyihin. Servokelkka kuljettaa laudepalikan kovalla nopeudella pisteeseen, josta jyrshintä alkaa, hidastaa sopivaan työs-tönopeuteen ja jälleen kiihdyttää, kun palikka on kokonaan jyrshitty. Samalla aukeavat pitosylinte-rit, jotka pitävät palikan kiinni kelkassa. Kun kelkka on ajanut päätyrajalle, palaa se suurella nopeu-della takaisin kotiasemaan. Valmis laudepalikka jää toisessa päädyssä pois kyydistä. Tyhjän kelkan palatessa kotiasemaan, työkierto on valmis ja syöttöpäässä lautaa pitävä sylinteri avautuu, jolloin työntekijä voi työntää laudan jälleen koneeseen ja uuden palikan valmistus alkaa. Katkaisusahassa, servokelkassa sekä paineilmasylintereissä on mahdollisuus myös käsiajoon.



Kuvio 2. Käyttäjä syöttää laudan koneeseen.



Kuvio 3. Mekaaninen rajakytkin.

1.2 Laitteisto

Servon toimilaitteet tulevat kokonaisuudessaan SMC:ltä. Kuljettimena on kaksi palloruuvikäyttöistä sähkötoimilaitetta 400W moottoreilla, joita ohjaavat LECSN2T8-servo-ohjaimet. Katkaisusahan moottorina toimii VEM Motors 2,2kW-sähkömoottori ja jyrsinen perustana 2,8kW sähkömoottoreilla toimivat Holzmann Maschinen FS200S-alajyrsimet (ks. kuvio 4). Katkaisusahan sekä pitosylinterien liikkeenohjaukseen käytetään paineilmaventtiilejä. Kaikkien moottoreiden ja venttiilien ohjaus toteutetaan ohjelmoitavan logiikan avulla. Laudepalikkakoneessa on käytössä Omronin NX102-1000-ohjelmoitava logiikkaohjain. Tavoitteena oli edellä mainittujen komponenttien yhtenäinen kokonaisuus tuotantokäyttöön soveltuvana ratkaisuna. Koska koneessa oli suunniteltu käytettävän Omronin logiikkaa, suunnittelutyökaluna täytyi käyttää Sysmac Studiota, jota käytetään NX-sarjan logiikoiden ohjelmointiin. Sähkökuvat Harvialla on piirretty pääsääntöisesti AutoCADilla, kuten tässäkin työssä.



Kuvio 4. Holzmann Maschinen FS200S-alajyrsin (Holzmann Maschinen n.d.).

1.3 Tulosten todentaminen

Sähkösuunnittelun jälkeen kuvat tarkastettiin toimeksiantajan puolesta ennen kytkentää. Myös asentajan tekemät kytkennät tarkastettiin, että ne olivat kuvien mukaiset. Lopuksi koneelle tehtiin vielä käyttöönottotarkastus erillisellä asennustesterillä, joka varmistaa standardisarja SFS 6000 vaatimustenmukaisuuden.

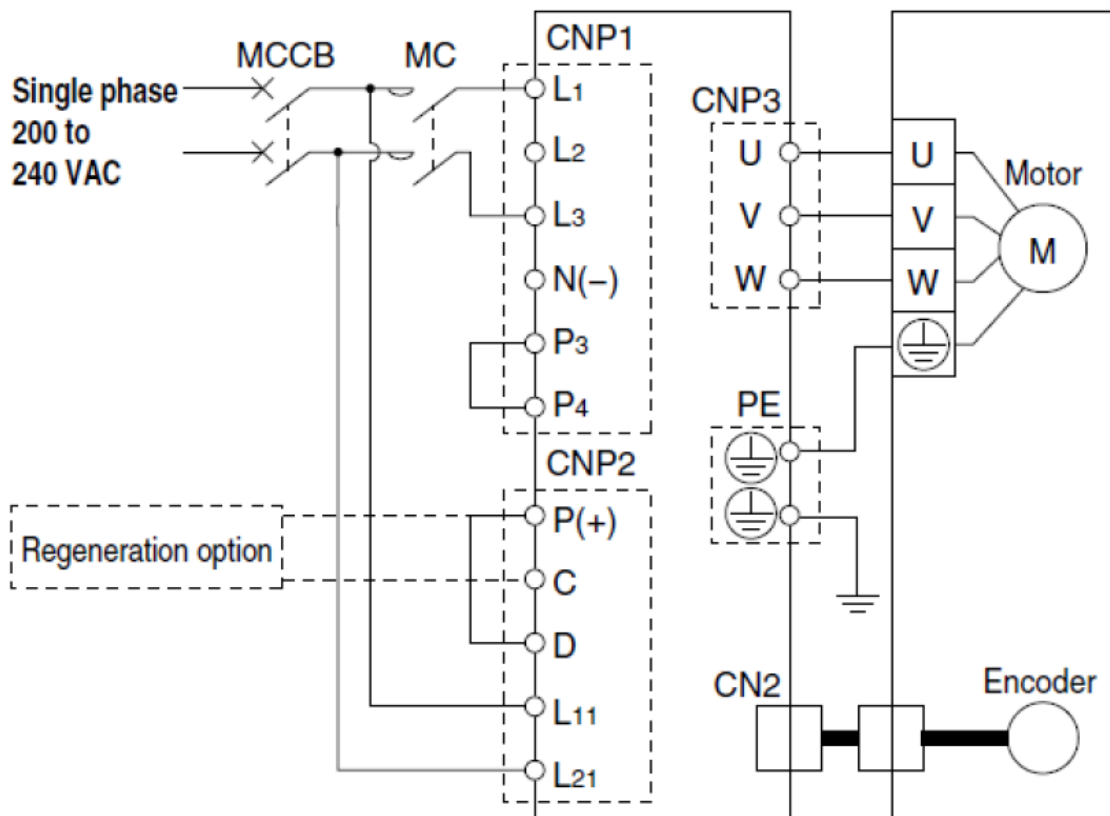
Logiikan testaus tapahtui käymällä ensin kaikki tulot ja lähdöt yksi kerrallaan läpi. Tämä toteutettiin aktivoimalla tulot ja lähdöt jännitettä syöttämällä sähkökuvien mukaisessa järjestyksessä ja varmistamalla, että järjestys oli sama myös logiikassa sen vastaanottaessa signaalin. Itse logiikkaohjelma testattiin Sysmac Studioissa simuloimalla, mutta tämän jälkeen myös tyhjällä koneella ennen kuin koneeseen syötettiin lautta. Turvallisuussyistä oli hyvä varmistaa ohjelman toimiminen myös käytännössä ensin tyhjällä koneella. Lopullinen työn tulosten luotettavuus selviää vasta, kun kone on ollut jatkuvassa tuotantokäytössä, mutta kaikki mahdolliset ongelmatilanteet pyrittiin simuloimaan jo testausvaiheessa.



Kuvio 5. Laudepalikkakoneella valmistetaan lauteiden välikappaleita, jotka määrittävät lauteen syvyyden (Harvia n.d.).

2 Servokäyttö

Servokäyttö pitää sisällään servomoottorin, -järjestelmän ja servo-ohjaimen. Servomoottoreita on nykyään olemassa todella paljon ja moneen eri tarkoitukseen. On niin vaihtovirtaservomoottoreita, kuin tasavirtaservomoottoreita harjallisina tai harjattomina. Enimmäkseen servomoottoreita käytetään teollisiin tarkoituksiin, mutta myös esimerkiksi kodinelektronikassa voi olla servomoottori vaikkapa Blu-ray-soittimessa (Fuji Electric n.d.). Itse servojärjestelmän toimintaperiaate on melko yksinkertainen. Ohjausjärjestelmä lähettää signaalin servo-ohjaimelle, jonka avulla se ohjaa servomoottoria. Servomoottoria voidaan ohjata erittäin tarkasti asettamalla oikeat parametrit. Tällöin moottori voidaan saada pyörimään halutulla teholla eli vastaamaan ohjaussuuretta. Servojärjestelmä perustuu takaisinkytkentään, vertaamalla mitattua lähtöarvoa ohjauksen arvoon, jonka perusteella moottorin ohjausta säädetään. Se muodostaa täten suljetun säätöpiirin. Servojärjestelmät voidaan jakaa säädettävän suureen perusteella neljään eri kategoriaan, jotka ovat nopeus-, asema-, voima- ja momenttiservot. (Fonselius, Rinkinen & Vilenius 1998, 7.)



Kuvio 6. LECSN2T8-servovahvistimen kytkentä (SMC 2021).

Servokäyttö on lisääntynyt teollisuudessa viime vuosien aikana jatkuvasti. Yksi merkittävimmistä syistä on ollut monien servokäyttöjen valmistajien mahdollisuus ottaa käyttöön kolmansien osapuolten servomoottoreita (Colletto 2017). Yhdysvaltalaisessa Machine Design- lehdessäkin ilmestyneessä artikkelissa Colletto (2017) avaa servotekniikan tulevaisuuden näkymiä äärimmäisissä olosuhteissa toteutettavissa ympäristöissä kertoen myös yleisellä tasolla servokäytön kasvusta teollisuuden parissa. Esimerkkinä kolmansien osapuolten servomoottoreista voidaan käyttää SMC:n servopakettia, joka sisältää Mitsubishi Electricin servomoottorin. Kyseistä ratkaisua käytetään myös Laudepalikkakoneessa. Yhteistyö Mitsubishi Electricin kanssa antaa SMC:lle mahdollisuuden tarjota ratkaisuja kaikilla yleisillä kenttäväyläjärjestelmillä (Mitsubishi Electric n.d.; SMC n.d.). Kenttäväyläjärjestelmistä Laudepalikkakoneessa hyödynnetään EtherCAT-protokollaa. EtherCAT on Beckhoff Automationin kehittämä Ethernetiin pohjautuva kenttäväylä tehdasautomaation sovelluksiin (Cena, Bertolotti, Scanzio, Valenzano, Zunino 2012, 38). Cena ja muut ovat todenneet EtherCATin yltävän jopa sadan mikrosekunnin sykli aikaan (Cena ym. 2012, 38), kun taas EtherNet/IP-verkolla saavutetaan yleisesti noin 10 millisekunnin sykli aika (Eskelinen 2019, 36).

3 Sähkösuunnittelu

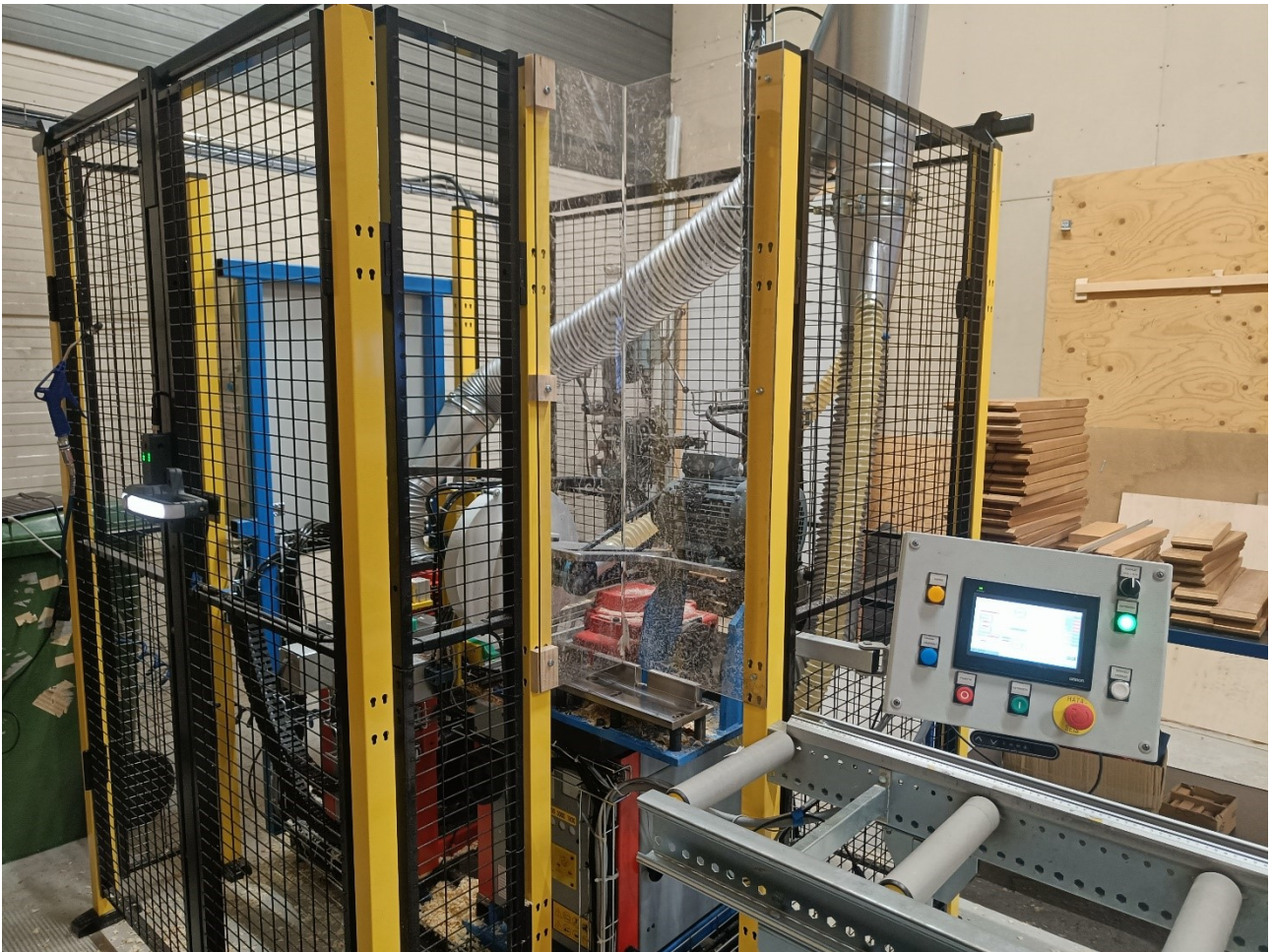
Sähkösuunnittelun pohjaksi oli olemassa Harvian sähkösuunnittelijan piirtämät piirikaaviot vuonna 2006 valmistuneeseen samankaltaiseen palikkakoneeseen. Sähkökuvat piirrettiin AutoCAD-ohjelmalla, joka on Harvian sähkösuunnittelupuolella käytössä. AutoCAD on monipuolinen suunnittelu-työkalu, johon on mahdollista hankkia myös erillinen lisäosa sähkösuunnittelun avuksi. Kyseinen AutoCAD Electrical-työkalujoukko on jo uusimassa AutoCAD 2023-versiossa mukana ilman lisäostoa (AutoCAD Electrical 2022).

Sähkökaappiin tulevat komponentit oli pääasiassa jo tilattu etukäteen, joten tehtävänä sähkökuvien piirtämisessä oli suunnitella toimivat kytkennät, keskittymättä komponenttien valintaan. Kaikille Laudepalikkakoneen viidelle moottorille (katkaisusaha, kaksi jysintä ja kaksi servoa) voidaan käyttää keskenään samanlaiset johdonsuoja- sekä moottorinsuojakatkaisijat sekä myös samanlaiset kontaktorit. Katkaisusahan ja jysinten moottorien kytkentä on toisiinsa nähden identtinen. Ohjaus tulee suoraan kontaktorilta ja kytkentä on kolmivaiheinen. Servomoottorien kytkentä on yksivaiheinen ja kontaktori ohjaa servovahvistinta, joka taas ohjaa moottoria. Kontaktorien ohjaus kaikkien moottoreiden osalta tapahtuu kuitenkin logiikan avulla. Servojen moottorinsuojan ja kontaktorin väliin kytketään servon kytkentäohjeiden suositusten mukaisesti myös EMC-suodatin. LECSN2-T-sarja täyttää standardin EN 61800-3 mukaisen luokan C3, viitaten elektromagneettisen säteilyn direktiiviin ja lainsäädäntöön (SMC 2021).

Kaikki muu paitsi moottorien tehonsyöttö, tulee 24 voltin tasajännitteen kautta. Jännitelähteitä tulee olla kaksi kappaletta, sillä logiikan käyttöjännite vaatii oman jännitelähteensä (Omron 2021). Toiseen jännitelähteeseen kytketään logiikan tulot, logiikan lähdöt, turvapiiri sekä venttiilit. Jokainen oman 1,6 ampeerin sulakkeen taakse. Kaikki käytettävät johtimet ovat kuparijohtimia. Johtimien valinnassa noudatetaan poikkipinta-alan suhteen SFS-EN 60204-1:2018, 122 taulukkoa 5 sekä kuormittavuuden suhteen SFS-EN 60204-1:2018, 124 taulukkoa 6.

3.1 Turvapiirit

Laudepalikkakonetta käytettäessä turvallisuuteen liittyviä riskitekijöitä ovat pääasiassa sirkkelite-rien aiheuttamat leikkautumisvaarat tai mahdollinen puupalikan sinkoutuminen. Näistä syystä konetta ympäröi verkkoaita. Verkkoaita mekaanisena suojana vähentää tarvetta sähköisille turvatoimille. Normaalikäytössä kone olisi turvallinen jo pelkillä mekaanisilla suojilla, mutta verkkoaitaan täytyi kuitenkin lisätä kaksi ovea mm. vikatilanteita tai huolto- ja puhdistustöitä varten.

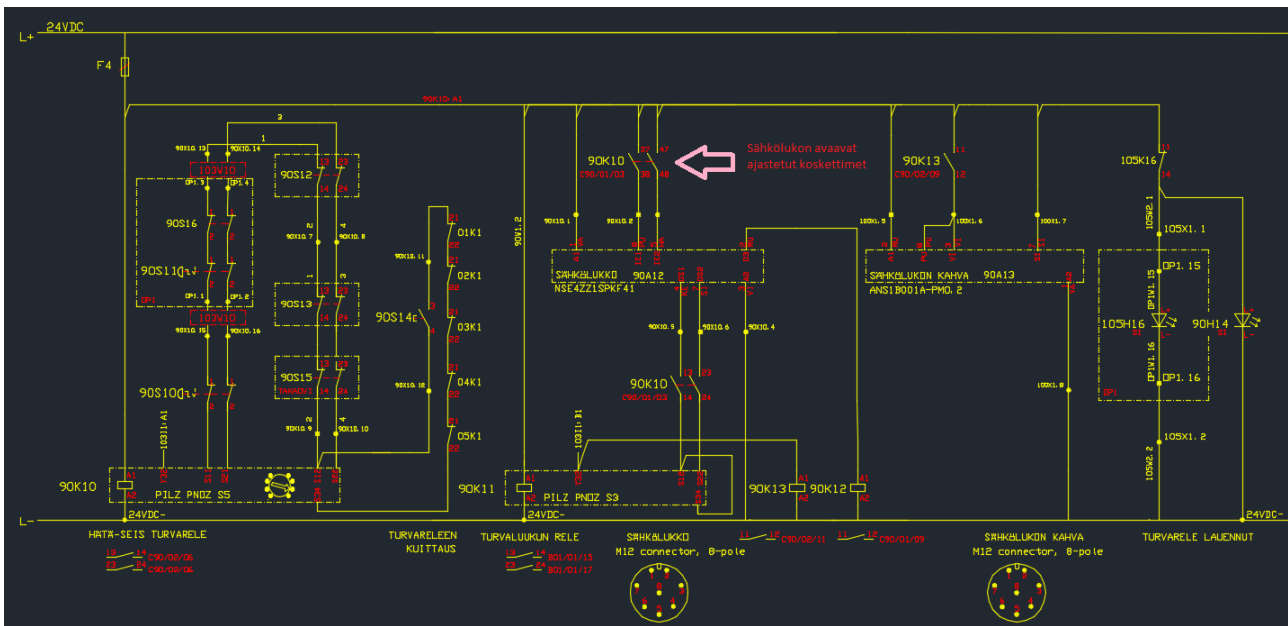


Kuvio 7. Laudepalikkakone on hyvin suojattu.

Sähkösuunnittelu turvallisuuden osalta hoidettiin kahdella PILZ- turvareleellä ja OEM- sähkökolla, johon kytkettiin saman valmistajan sähkökahva. Koneen etu- eli syöttöpuolen ovi lukitaan sähkölukolla, jonka voi avata vasta terien pysähtyttyä. Takaovessa puolestaan on mekaaninen raja, mutta sen avaaminen vaatii työkaluja ja ovea käytetään ainoastaan huollettaessa. Turvareleiden laukeaminen katkaisee jännitteen logiikan lähtökortilta pysäyttäen kaikkien moottorien ja venttiilien ohjauksen. Turvareleet kuitataan erillisellä kuittauspainikkeella, joka sijoitetaan sähkökaapin kylkeen, hieman kauemmaksi laudan syöttöpäästä ja ohjauspaneelistä.

Turvapiiriin on kytketty kaksi hätä-seis-painiketta, toinen ohjauspaneeliin ja toinen sähkökaapin kylkeen, jotka laukaisevat molemmat turvareleet. Molemmissa painikkeissa on kaksi koskettinta varmentamassa turvatoimintoa. PILZ s5- turvareleiden ominaisuuksista löytyy ajastetut koskettimet, joita hyödynnetään sähkölukon toiminnassa (Pilz 2015). Turvareleiden ajastetut koskettimet kytkettiin sähkölukon tuloon siten, että turvareleiden laukeamisesta lukko aukeaa kymmenen sekunnin kuluttua, jolloin kaikki liike koneessa on pysähtynyt (ks. kuvio 8). Tällöin oven avaaminen on turvallista. Sähkölukon liitetty kahva on varustettu ledivalolla. Koneen käydessä normaalisti, kahvassa palaa valkoinen valo. Turvareleiden lauetessa kahvaan syttyy sininen valo. Myös kuittauspainikkeeseen syttyy sininen valo heti turvareleiden lauetessa. Kun turvareleet on kuitattu, kahvaan syttyy jälleen valkoinen valo ja kuittauspainikkeen sininen valo sammuu. Merkkivalojen värit määräytyvät koneturvallisuusstandardin pohjalta (SFS-60204-1:2018, 108).

Sähkölukko kytkettiin PILZ s3- turvareleeseen, joka kuittaantuu yhtä aikaa toisen turvareleiden kanssa. Lukon ja turvareleiden välissä on s5- turvareleiden koskettimet, joten se laukeaa myös s5- turvareleiden lauetessa. Kuitauspiiri sijoitettiin kokonaisuudessaan s5- releeseen, johon kytkettiin sähkölukolta tuleva tieto sen ollessa kiinni. Kuitauspiiriin kytkettiin myös kaikkien moottoreiden moottorinsuojien koskettimet, joten yhdenkin moottorinsuojan lauettaessa turvapiiriä ei voi kuitata. Koneen käynnistäminen ei siis ole mahdollista avoimien ovien takia, moottorinsuojien ollessa epä-kunnossa tai hätä-seis-painikkeiden ollessa pohjassa.



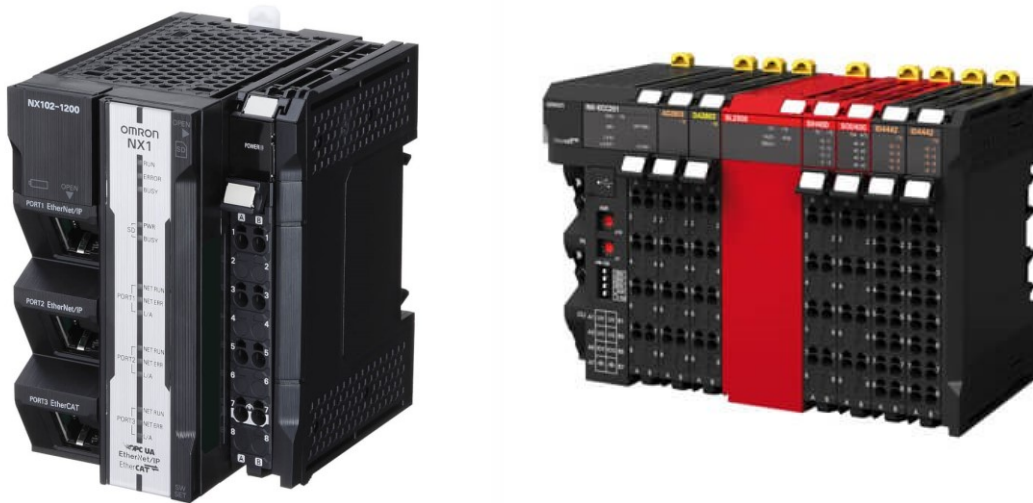
Kuvio 8. Turvapiiri.

Sähkökaapin kylkeen lisättiin myös SFS-EN 60204-1:2018, 50 määritelmän mukainen syötönerotuskytkin. Kytkimen tulee täyttää myös saman SFS-EN 60204-1:2018, 52 esitetyt vaatimukset. Samaa kytkintä voidaan käyttää myös OKE-kytkimenä (odottamattoman käynnistyksen esto), joka estää koneen tai sen osan käynnistymisen esimerkiksi huollon aikana. Odottamattoman käynnistymisen estämiselle asetetut vaatimukset löytyvät standardista ISO 14118 (EN1037). (SFS-EN 60204-1:2018, 50–56.)

4 Automaatiosuunnittelu

Harvialla on pääsääntöisesti käytetty Omronin logiikoita, joten automaatioympäristöksi projektiin valikoitui Omronin Sysmac Studio. Vuodesta 1971 ohjelmoitavissa logiikoissa käytetty Sysmac-automaatioympäristö on edustanut aina Omronin luotettavuuden, kestävyys ja nopean ohjauksen periaatteita (Omron).

Laudepalikkakoneessa käytetään Omron NX102-1000-koneautomaatio-ohjainta. Omron NX1-sarjan ominaisuuksiin kuuluvat samaan pakettiin sisältyvät EtherNet/IP- ja EtherCAT-liitettävyyden, I/O-toiminnot sekä liikkeenohjaus. NX1-ohjaimessa on oma EtherCAT-portti, jonka kautta kerätyt laitetiedot voidaan jakaa koneille yhdessä I/O-yksikön kanssa kerättyjen tietojen EtherNet/IP-portin välityksellä.

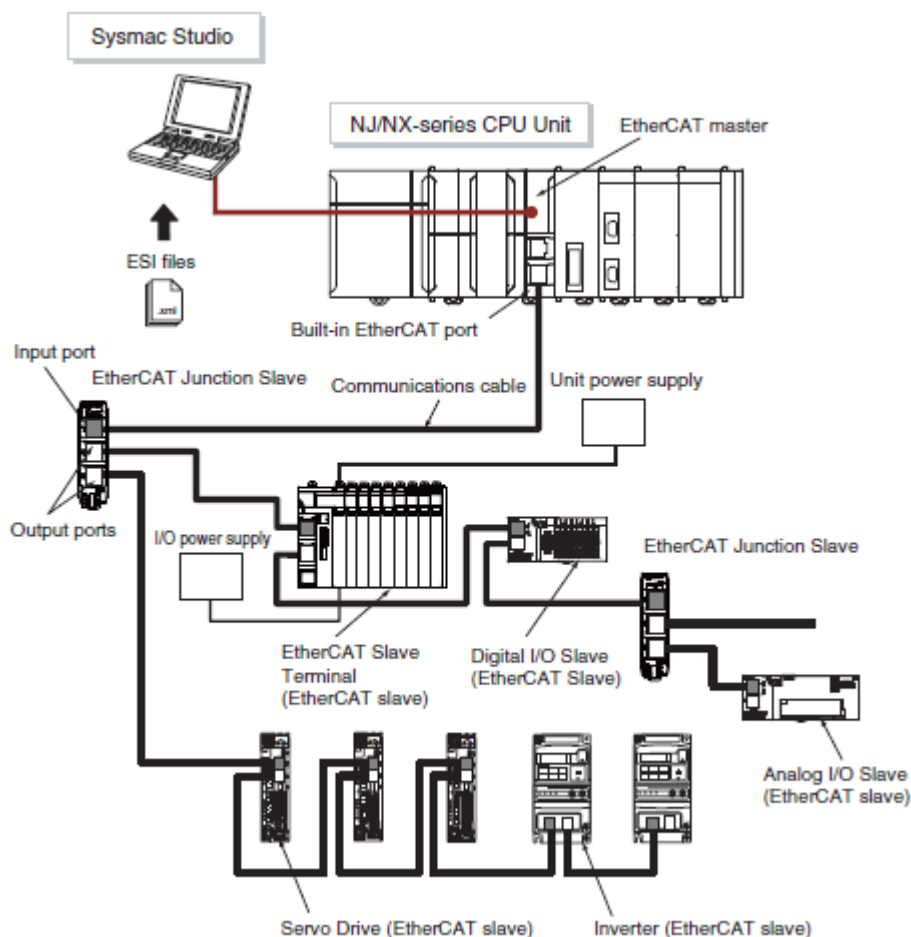


Kuvio 9. NX1-sarjan ohjain ja NX I/O-järjestelmä (Omron n.d.).

Laudepalikkakoneen automaatiohjelma toteutettiin johdannossa esitetyn toiminnankuvauksen mukaisesti. Ohjelma rakennettiin useasta eri askeleesta, joissa hyödynnettiin lähes kaikissa RS-kiikkoa (Reset-Set), joka aktivoi aina seuraavan askeleen sille määritellyin ehdoin, pitäen kuitenkin reset-tulon aina priorisoituna. Jokainen automaatiohjelman käsky keskeytyy reset-tulon aktivoituessa. Keskeytys tapahtuu ohjelmallisesti koneen pysäyttävää nappia painettaessa, jommankumman turvareleen lauetessa, ohjelman sisäisestä hälytyksestä tai jos konetta ei ole

käytetty kymmeneen minuuttiin. Syötetyn laudan tunnistava rajakytkin käynnistää ohjelmassa ajastimen, joka nollautuu aina uudesta laudan tunnistuksesta. Jos laudaa ei tunnisteta kymmeneen minuuttiin, kone sammuttaa itsensä. Ohjelman sisäisiä hälytyksiä tarkastellaan myöhemmin kohdassa 5.2.2.

Eniten taustatietoa työssä joutui etsimään servojen asennukseen ja liikkeiden suunnitteluun. Servojen määrittäminen onnistuu Sysmac Studiossa ESI (EtherCAT Slave Information) -tiedoston avulla, joka sisältää yksilöityä tietoa lisättävälle orjalaitteelle XML-muodossa. ESI-tiedoston sai servopakettin mukana toimittajalta.



Kuvio 10. EtherCAT-verkon konfigurointi ja konfigurointilaitteet (Omron 2021).

4.1 Servojen ohjelmointi

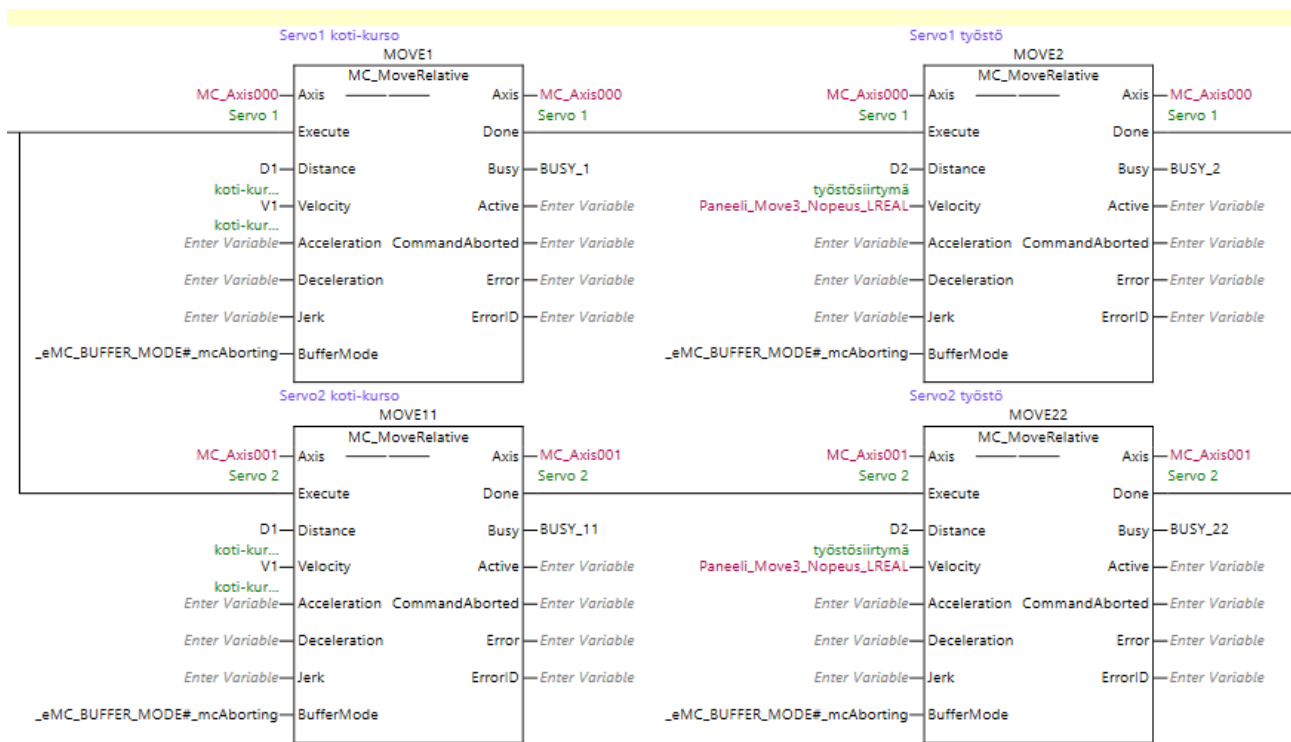
Servojen ohjelmointi on tehty Sysmac Studiossa kohtuullisen helppokäyttöiseksi ja Laudepalikka-koneen melko yksinkertaiseen kokonaisuuteen oli tarjolla useita mahdollisia ohjelmointitapoja. Koneen automaattiohjelman yhden kierron aikaiset servokelkan liikkeet voidaan jakaa neljään eri vaiheeseen.

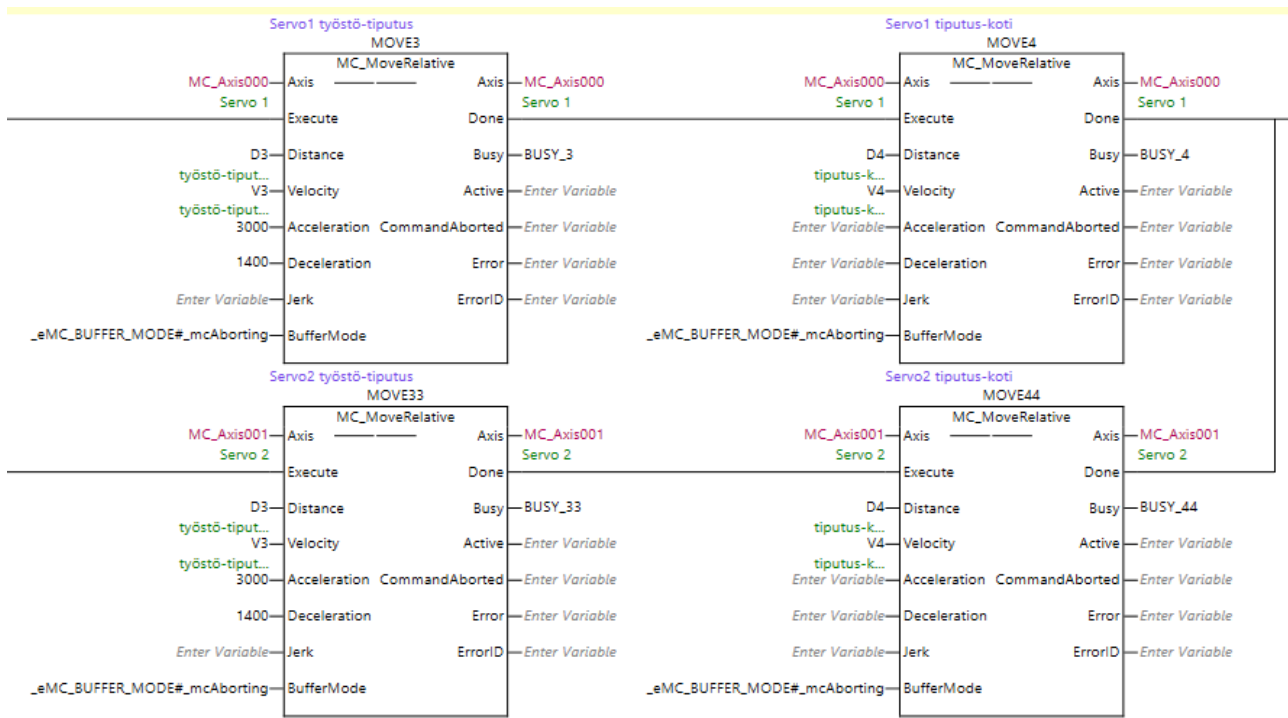
1. Ensimmäisessä vaiheessa laudepalikka kuljetetaan kotiasemasta jyrsimille. Tämä vaihe voidaan toteuttaa melko suurella nopeudella.
2. Seuraavaksi palikka kuljetetaan jyrsinen läpi, jolloin nopeuden täytyy olla huomattavasti pienempi kuin muiden vaiheiden liikkeissä. Sopiva jyrsiminopeus asettuu vasta, kun saadaan testattua puun käyttäytymistä jyrsinen aikana eri nopeuksilla, jotta löydetään maksiminopeus, jolla palikka voidaan työstää sen säilyttäen siistin ja tasaisen jyrsinen jäljen.
3. Kolmannessa vaiheessa jyrsinen palikka ajetaan valmiiden kappaleiden jättöpäähän. Tässä vaiheessa voidaan ajaa jälleen melko suurella nopeudella, mutta on otettava huomioon pitosylinterien avautuminen ja palikan hallittu kyydistä pois jääminen päädyssä. Pitosylinterit aukeavat kolmannen vaiheen alussa, jolloin palikka matkaa kiinnittämättömänä jättöpäähän, jossa se nousee pienelle korokkeelle kelkan työntämänä. Jotta laudepalikan kulku servokelkan kyydissä pysyisi hallittuna sekä pitosylinterien avautuessa, että jättökorokkeelle noustessa, on kolmannen vaiheen alkuun asetettava aavistuksen rauhallinen kiihtytysarvo ja vastaavasti sopiva arvo päätyrajalle hidastaessa. Nämäkin asetukset löytävät sopivat arvonsa vasta testausvaiheessa.
4. Viimeisenä vaiheena on servokelkan palaaminen tyhjänä päätyrajalta kotiasemaan. Tämä vaihe voidaan suorittaa mahdollisimman suurella nopeudella.

Servojen liikkeenohjaus toteutettiin MC_MoveRelative-käskyllä, jossa määritellään, kuinka pitkän matkan servokelkka liikkuu. Etenemismatkan lisäksi käskyssä annetaan arvot myös nopeudelle, kiihtyvyydelle sekä hidastuvuudelle. Hidastuvuus- ja kiihtyvyyesarvoja tarvitaan vain vaiheessa kolme. MC_MoveRelative-käsky toimii tässä kyseisessä liikkeenohjauksessa erinomaisesti, sillä

kaikki neljä automaattiohjelman vaatimaa käskyä voidaan asettaa suoritettavaksi peräkkäin, ilman että liikkeenohjauksessa tapahtuu minkäänlaisia katkoksia. Servokelkka etenee sille määritellyn matkan sille määritetyllä nopeudella yhtäjaksoisesti ilman pysähtymisiä. Neljännessä vaiheessa matkan arvo annetaan negatiivisena ja yhtä suurena, kuin aikaisempien siirtymien summa, jolloin kelkka palaa lähtöpisteeseensä eli kotiasemaan. Neljännen vaiheen liikkeenohjauksen voisi toteuttaa myös kotiuttamiskäskyllä, mutta selkeyden vuoksi se on hyvä tehdä samalla tavoin, kuin edelliset liikkeenohjaukset.

Kuviossa 11 on esitelty automaattiohjelman kaikki neljä vaihetta. Axis-kohtaan määritetään, mille servolle käsky annetaan. MC_Axis000 vastaa servoa 1 ja MC_Axis001 vastaavasti servoa 2. Execute-kohtaan tulee ehdot, jolloin käsky toteutetaan, joten "MOVE2"-käsky toteutetaan heti, kun "MOVE1"-käsky on toteutunut. Servokelkan kulkema matka syötetään tuloon Distance. Nopeus puolestaan tuloon Velocity. Nopeuksille ja siirtymille on annettu arvot jo aikaisemmin jokaiselle vaiheelle erikseen, jotta ohjelman muokkaaminen on tarvittaessa helpompaa ja että molemmilla servoilla on varmasti samassa vaiheessa identtiset nopeudet. Kolmannen vaiheen kiihtyvyy- ja hidastuvuusarvot kuitenkin on annettu suoraan numeraalisina tuloihin Acceleration ja Deceleration.





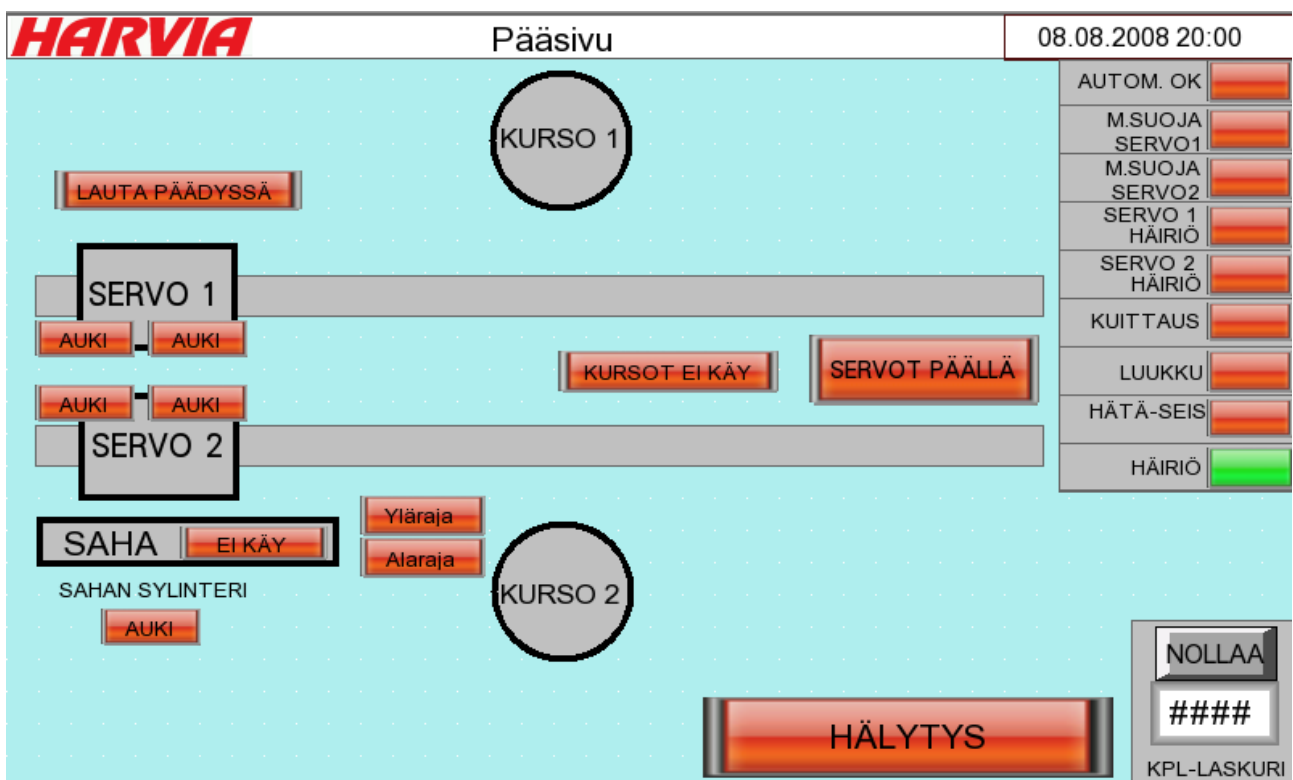
Kuvio 11. Servojen liikkeet automaattiohjelmassa.

Automaattiohjelman vaiheiden lisäksi myös kotiuttamiskäskyä tarvitaan, jos ohjelmassa tapahtuu jokin häiriö ja servot jäävät jumiin. Kotiutus tehdään myös aina, kun automaattiohjelma käynnistetään. Sahauksen ehtona tulee olla, että servot on kotiutettu ennen kuin ohjelmaa voi alkaa. Kotiasema asetetaan erillisellä kotiasemanmäärityskäskyllä MC_Home. Laudepalikkakoneessa kotiasema määriteltiin siihen pisteeseen, josta koko ohjelmakierto servojen osalta alkaa. Kotiasema saa arvon 0, jolloin kotiuttamiseen voidaan käyttää MC_MoveZeroPosition-käskyä, joka ajaa servot aina pisteeseen 0.

Servojen ajamiselle tehtiin myös käsiajomahdollisuus, joka auttoi käyttöönottovaiheessa sekä kotiaseman, että vaiheiden siirtymien määrittämisessä. Käsiajon toteutus on kaikista yksinkertaisin. MC_MoveJog-käsky ajaa servoa valitulla nopeudella valinnan mukaan joko positiiviseen tai negatiiviseen suuntaan niin kauan, kun valinta on aktiivisena. Ohjauspaneeliin asennetaan kytkin, jota kääntämällä oikealle tai vasemmalle servot liikkuvat joko eteen- tai taaksepäin.

4.2 Ohjauspaneelin näyttö

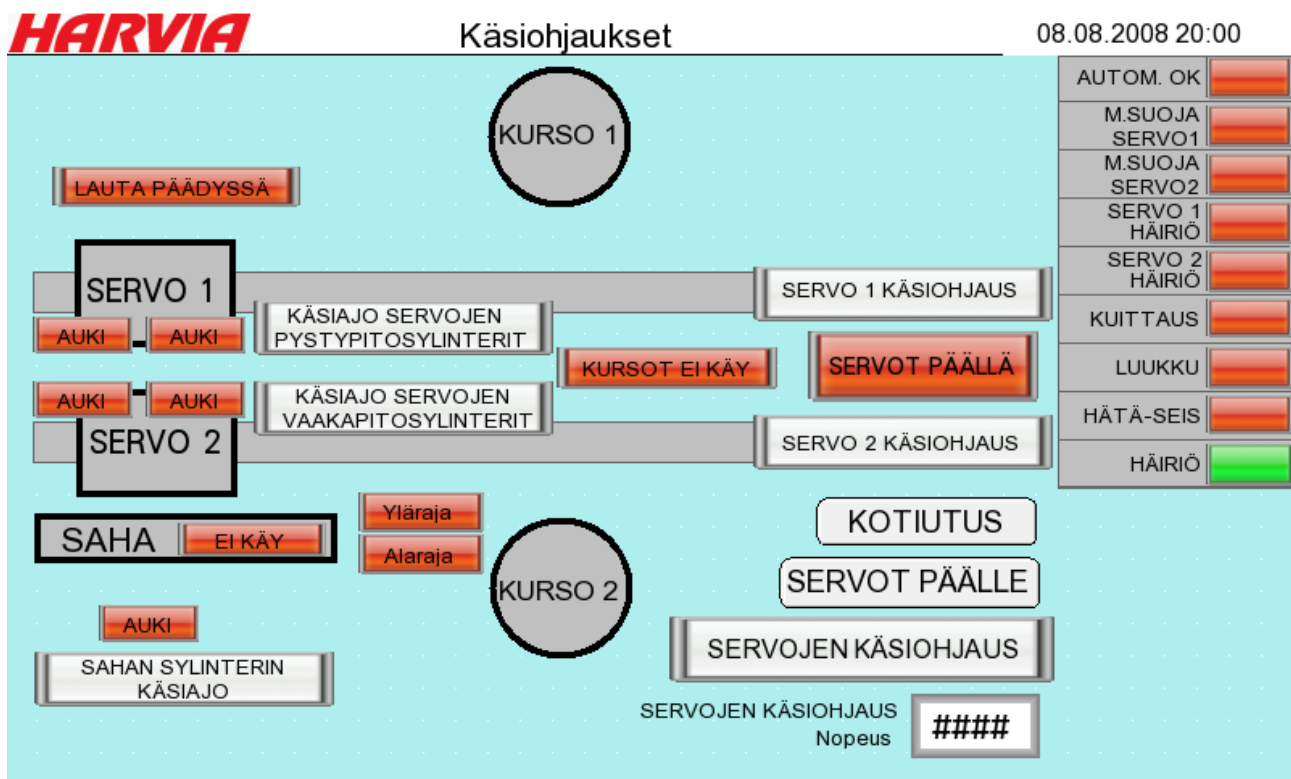
Käyttäjää helpottavaksi ohjauspaneeliin ohjelmoitiin Omronin NB-sarjan kosketusnäyttö. Näytön ohjelmointi tehtiin NB-Designer-nimisellä työkalulla. Ohjelmalla voi suunnitella mieleisensä näköisiä näyttöjä ja koska kyseessä on Omronin oma ohjelma, sillä saa yhteyden myös Sysmac Studioon. Komennolla "Export global variables", voidaan siirtää dataa Sysmac Studiosta NB-Designeriin, jolloin logiikan tietoja saadaan helposti integroitua näyttöön lisättäviin painikkeisiin ja indikaattoreihin. Kun ohjausjännitteen kytkee päälle, näyttöön ilmestyy ns. "pääsivu" (ks. kuvio 12), josta pystyy seuraamaan sylinterien ja sirkkelin rajatietoja sekä moottoreiden tilaa. Pääsivulle lisättiin myös laskuri, josta pystyy seuraamaan valmistettujen kappaleiden määrää. Laskuri laskee automaattikiertojen määrää, jotta käyttäjä osaa tehdä tarvittavan määrän palikoita. Määrä jää aina muistiin, vaikka koneen sammuttaa, mutta laskurin pystyy myös nollaamaan näytöllä olevasta painikkeesta. Näyttöön lisättiin avautuva valikko, josta voi avata pääsivun sijasta joko "hälytykset"-, "käsiajo"- tai "asetukset"- välilehden. "Asetukset"-välilehdeltä pystyy muuttamaan työstönopeutta, joka määrää servojen nopeuden automaattiohjelmassa jyrksinten läpi.



Kuvio 12. Ohjauspaneelin pääsivu.

4.2.1 Käsiäjo

Laudepalikkakoneessa on mahdollisuus myös käsiäjoon. Ohjauspaneeliin tehtiin ”käsiäjo”-välilehti (ks. kuvio 13), josta voidaan ajaa manuaalisesti servoja tai vaihtaa venttiilien asentoa. Käsiäjomahdollisuus tehtiin myös katkaisusahalle, mutta sahauspainike sijoitettiin fyysisenä painikkeena ohjauspaneeliin. Jos laudassa on esimerkiksi toinen pääty huono, voidaan käsiäjolla sahata pää taiseksi ennen laudan syöttämistä koneeseen. Käsiäjo tapahtuu aina ohjauspaneeliin asennetun kytkimen avulla, lukuun ottamatta sahausta. Käsiäjoa voidaan käyttää vain, jos automaattiohjelma ei ole aktiivisena.



Kuvio 13. Ohjauspaneelin "käsiohjaukset"-välilehti.

Ohjauspaneelin näytöltä valitaan, mitä manuaalisesti halutaan ajaa. Edellinen valinta nollautuu aina, kun toista valintaa on painettu, joten ei ole mahdollista ajaa esimerkiksi kaikkia venttiilejä kiinni samanaikaisesti yhdellä kytkimen kääntämisellä. Servojen käsiäjoon tehtiin kuitenkin mahdollisuus valita ajettavaksi joko jompikumpi servoista tai molemmat yhdenaikaisesti. Servojen käsiäjonopeus määritetään näytöstä. Näytölle lisättiin myös painike servojen kotiuttamista varten.

4.2.2 Hälytykset ja ohjelman keskeyttäminen häiriön ilmetessä

Jotta kone toimisi aina suunnitellusti, täytyi ohjelmaan lisätä hälytyksiä, jotka keskeyttävät koneen toiminnan virhetilanteessa. Etenkin servojen liikkeiden osalta tämä oli otettava tarkasti huomioon mahdollisten vaurioiden vuoksi. Esimerkiksi servojen liikkumisen ehtona täytyy sahan olla ylhäällä, jotta servot eivät voi törmätä katkaisusahaan. Tämä pätee myös servojen käsiajossa. Myös servojen kulkeminen automaattiajon aikana eri tasossa pysäyttää koneen välittömästi. Jos toinen servo esimerkiksi jostain syystä ei lähdekään liikkeelle tai sammuu yhtäkkiä, ohjelma katkeaa välittömästi. Servojen liike täytyy pysäyttää myös, jos palikkaa kelkassa kiinni pitävät sylinterit aukeavat ilman lupaa. Kaikki koneen pysäyttävät hälytykset esitetään kuviossa 14. Ohjauspaneelin ”hälytykset”- välilehdeltä käyttäjä pystyy katsomaan syyn koneen pysähtymiselle ja tarvittaessa ilmoittamaan asiasta kunnossapitoon, jolloin vian etsiminen helpottuu. Jotta ajoa voidaan jatkaa, häiriö täytyy kuitata erillisestä kuitauspainikkeesta, joka on integroitu samaiselle ”hälytykset”- sivulle.

Alarm Setting

| No. | Type | PT No. | Address inform... | Address | Alarm | Message |
|-----|------|--------|-------------------|----------------|-------|--|
| 0 | 0 | 0 | | HÄLYTYS_1 | On | SERVON PYSTYPITOSYLINTERIT EI MENE ... |
| 1 | 0 | 0 | | HÄLYTYS_2 | On | SERVOJEN VAAKAPITO SYLINTERIT EI AU... |
| 2 | 0 | 0 | | HÄLYTYS_3 | On | SAHAN PITOSYLINTERI EI MENE KIINNI |
| 3 | 0 | 0 | | HÄLYTYS_4 | On | SAHA EI SAAVUTA ALARAJAA |
| 4 | 0 | 0 | | HÄLYTYS_5 | On | SAHA EI SAAVUTA YLÄRAJAA |
| 5 | 0 | 0 | | HÄLYTYS_6 | On | HÄLYTYS SERVOSSA 1 |
| 6 | 0 | 0 | | HÄLYTYS_7 | On | HÄLYTYS SERVOSSA 2 |
| 7 | 0 | 0 | | HÄLYTYS_8 | On | SAHA EI KÄYNNISTY |
| 8 | 0 | 0 | | HÄLYTYS_9 | On | KURSOT EI KÄYNNISTY |
| 9 | 0 | 0 | | HÄLYTYS_10 | On | SERVON PYSTYPITO EI AUKEA |
| 10 | 0 | 0 | | HÄLYTYS_11 | On | SERVON VAAKAPITO EI AUKEA |
| 11 | 0 | 0 | | HÄLYTYS_12 | On | SERVO 1 MOOTTORINSUOJA LAUENNUT |
| 12 | 0 | 0 | | HÄLYTYS_13 | On | SERVO 2 MOOTTORINSUOJA LAUENNUT |
| 13 | 0 | 0 | | HÄLYTYS_PAIKKA | On | SERVOT ERI TASOLLA |
| 14 | 0 | 0 | | MC_HÄLYTYS | On | MC_ERROR |
| 15 | 0 | 0 | | EC_HÄLYTYS | On | EC_ERROR |

Add Delete Delete All Modify Import Export OK

Kuvio 14. Koneen pysäyttävät hälytykset NB-Designer-ohjelmassa.

5 Käyttöönotto ja tulokset

Valmiiden sähkökuvien mukaan tehdyt kytkennät läpäisivät käyttöönottotarkastuksen, joka löytyy liitteestä 1. Testasimme myös järjestyksessä kaikki logiikan tulot ja lähdöt läpi johdannossa esitetyllä tavalla.

| Variable | Variable Comment | Variable Type | | | | | | |
|----------|--------------------------|------------------|-------|------------------------------|------------------|-------|--|------------------|
| A1 | | Global Variables | A2 | | Global Variables | A3 | | Global Variables |
| IA1A1 | Hätä-seis ok | Global Variables | IA2A1 | Lauta päädyssä | Global Variables | OA3A1 | Katkaisusahan ohjaus | Global Variables |
| IA1B1 | Turvaluukku ok | Global Variables | IA2B1 | Servo 1 vaakapito auki | Global Variables | OA3B1 | Kurso 1 ohjaus | Global Variables |
| IA1A2 | Katkaisusaha käynnissä | Global Variables | IA2A2 | Servo 2 vaakapito auki | Global Variables | OA3A2 | Kurso 2 ohjaus | Global Variables |
| IA1B2 | Kursot käynnissä | Global Variables | IA2B2 | | Global Variables | OA3B2 | Servojen ohjaus | Global Variables |
| IA1A3 | TESTI_OIKEALLE | Global Variables | IA2A3 | Servo 1 hälytys | Global Variables | OA3A3 | Turvareleiden kuittausvalo | Global Variables |
| IA1B3 | STOP | Global Variables | IA2B3 | Servo 2 Hälytys | Global Variables | OA3B3 | Hälytysvalo | Global Variables |
| IA1A4 | Automaatiohjaus START | Global Variables | IA2A4 | Käsiohjaus kotiinpäin | Global Variables | OA3A4 | Automaatti päällä valo | Global Variables |
| IA1B4 | Käsiohjaus sirkkeli | Global Variables | IA2B4 | Käsiohjaus päätyrajalle päin | Global Variables | OA3B4 | Sirkkelin pitosylinteri kiinni | Global Variables |
| IA1A5 | TESTI_VASEMMALLE | Global Variables | IA2A5 | | Global Variables | OA3A5 | Servokelkan pitosylinteri kiinni (pysty) | Global Variables |
| IA1B5 | SERVO1_M.SUOJA | Global Variables | IA2B5 | | Global Variables | OA3B5 | Servokelkan pitosylinteri kiinni (vaaka) | Global Variables |
| IA1A6 | SERVO2_M.SUOJA | Global Variables | IA2A6 | | Global Variables | OA3A6 | Sahausliike alas | Global Variables |
| IA1B6 | Sahan pitosylinteri auki | Global Variables | IA2B6 | | Global Variables | OA3B6 | Saha ylös | Global Variables |
| IA1A7 | Sirkkeli alhaalla | Global Variables | IA2A7 | | Global Variables | OA3A7 | Servokelkan pitosylinteri auki (vaaka) | Global Variables |
| IA1B7 | Sirkkeli ylhäällä | Global Variables | IA2B7 | | Global Variables | OA3B7 | Forward rotation stroke end | Global Variables |
| IA1A8 | Servo 1 pystypito auki | Global Variables | IA2A8 | | Global Variables | OA3A8 | Reverse rotation stroke end | Global Variables |
| IA1B8 | Servo 2 pystypito auki | Global Variables | IA2B8 | | Global Variables | OA3B8 | | Global Variables |

Kuvio 15. Logiikan tulot ja lähdöt.

Lähtöjä testatessa havaitsimme kuitenkin pienen kytkentämuutosta vaativan virheen, sillä jyrsimet pyörivät toisiinsa nähden vastakkaisiin suuntiin. Koska jyrsimä tapahtuu palikan molemmin puolin, täytyi toisen moottorin pyörimissuunta kääntää, jotta molemmat jyrsimet pyörisivät vastakkaiseen suuntaan palikan etenemissuuntaan nähden. Tämä onnistui kuitenkin helposti toisen moottorin vaiheiden L1 ja L2 järjestystä vaihtamalla. Myös katkaisusahan pyörimissuunta oli vastakkainen suunniteltuun nähden, joten sen suhteen toimimme samalla tavalla.

Servojen kanssa oli myös hieman päänvaivaa, sillä aluksi emme saaneet niitä liikkeelle laisinkaan, vaikkakin ohjelma oli Sysmac Studion simulointitilassa toiminut moitteettomasti. Ohjekirjoja tutkimalla kuitenkin selvisi, ettei servoja voi ajaa määrittämättä niille väännön maksimiarvoa parametrien avulla. Kun kyseiset parametrit oli asetettu Sysmac Studion välityksellä, saatiin servot vihdoin toimimaan. Haimme käsiajon avulla servoille kotiaseman ja siirtymät kutakin automaattikierron vaihetta varten ja tallensimme ne ohjelmaan. Kokeilimme ohjelmaa ja se toimi kuin pitikin. Tähän mennessä kaikki testaus oli tehty tyhjällä koneella.

Kone toimi myös siihen syötettäessä lautaa ja laudan kanssa pääsimme määrittelemään lopulliset nopeudet, kiihtyvyy- ja hidastuvuusarvot servoliikkeiden vaiheille. Laudepalikkakone on ollut tuotannossa käytössä jo lähes kolme kuukautta, mikä todentaa työn onnistuneeksi.

6 Pohdinta

Laudepalikkakoneen sähkö- ja automaatio suunnittelu oli erittäin mielenkiintoinen ja haastava projekti. Suunnittelutyö kokonaan uuteen koneeseen antoi paljon erilaisia vaihtoehtoja jo ennakkoon suunniteltujen toimintojen toteuttamiseksi, mutta myös projektin edetessä saattoi tulla uusia innovaatioita koneeseen liittyen, joita oli myös mahdollisuus toteuttaa. Suunnittelutyö vaati myös todella paljon erilaisten ohjekirjojen lukua ja standardeihin perehtymistä, jotta sai piirrettyä oikeanlaiset kytkennät aina turvareleistä servo-ohjaimiin.

Valmis Laudepalikkakone toimii tuotannossa päivittäin ja lisää tehokkuutta lauteiden valmistuksessa, sen ollessa lähes automaattinen. Tämän hetken tuotannolliseen kysyntään nähden uusi Laudepalikkakone on riittävä, mutta kysynnän kasvaessa on koneeseen mahdollista vielä lisätä automaattinen syöttöjärjestelmä. Sähkökuvat ja logiikkasovellus on tehty järjestelmällistä kaavaa noudattaen ja komponenteilla sekä toiminnoilla on selkeät nimet, joten seuraava suunnittelija tai kunnossapitohenkilökin pääsee jyvälle kuvista ja tiedostoista.

Tällainen työ vie runsaasti aikaa, mutta on myös antoisa, kun loppujen lopuksi työn tulokset ovat nähtävillä tehtaassa tuotannossa ja mahdollisesti tulevaisuudessa itse suunnitellun koneen tekemillä saunan lauteilla.

Lähteet

1. AutoCAD Electrical. 2022. Tuotetiedot AutoCAD Electrical-työkalusta AutoDeskin verkkosivuilla. Viitattu 26.4.2022. <https://www.autodesk.fi/products/autocad/included-tool-sets/autocad-electrical>
2. Cena, G., Bertolotti, I.C., Scanzio S., Valenzano, A. & Zunino, C. 2012. Evaluation of Ether-CAT Distributed Clock Performance.
3. Colletto, D. 2017. The Future of Servo Technology in Harsh Environments. Artikkelit servo-tekniikan tulevaisuuden näkymistä äärimmäisissä olosuhteissa New Equipmentin verkkosivuilla. New Equipment 2017. Viitattu 26.4.2022. <https://www.newequipment.com/plant-operations/article/22059653/the-future-of-servo-technology-in-harsh-environments>
4. Eskelinen, A. 2019. Prosessikeskuksien kenttäväylän kehitystyö. Opinnäytetyö, AMK. Jyväskylän Ammattikorkeakoulu, Tekniikan ala, sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma. Viitattu 26.4.2022 <https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2019111120951>
5. Fonselius, J., Rinkinen, J., Vilenius, M. 1998. Koneautomaatio. Servotekniikka. Helsinki: Oy Edita Ab.
6. Fuji Electric. 2022. Kolumni servokäytöstä Fuji Electricin verkkosivuilla. Viitattu 03.05.2022. https://www.fujielectric.com/products/column/servo/servo_01.html
7. Harvia. 2022. Tietoja yrityksestä Harvian verkkosivuilla. Viitattu 26.4.2022. <https://harviagroup.com/fi/tietoa-meista/>
8. Holzmann Maschinen. N.d. Tuotetiedot Holzmann Maschinen FS200S-alajyrsimestä Holzmann Maschinenin verkkosivuilla. Viitattu 24.4.2022. <https://www.holzmann-maschinen.at/EN/spindle-shaper-604>
9. Mitsubishi Electric. N.d. Tietoja yrityksestä Mitsubishi Electricin verkkosivuilla. Viitattu 26.4.2022. <https://emea.mitsubishielectric.com/fa/solutions/efactory/alliance/partner/smc>
10. Omron. N.d. Tuotetiedot Sysmac Studiosta Omron Industrialin verkkosivuilla. Viitattu 24.4.2022. <https://industrial.omron.fi/fi/products/sysmac-platform#one-machine-software>
11. Omron. N.d. Tuotetiedot NX102-1000-koneautomaatio-ohjaimesta Omron Industrialin verkkosivuilla. Viitattu 24.4.2022. <https://industrial.omron.eu/en/products/NX102-1000>
12. Omron. N.d. Tuotetiedot NX I/O-järjestelmästä Omron Industrialin verkkosivuilla. Viitattu 24.4.2022. <https://industrial.omron.eu/en/products/nx-series>
13. Operating Manual LEC*-OMY0102. 2021. Ohjekirja LECSN-T-sarjan servo-ohjaimesta. SMC 2021. Viitattu 03.05.2022. LECx-OMY0102.pdf

14. Operating Manual PNOZ s5 21397-EN-10. 2015. Tekninen käsikirja Pilz PNOZ s5-turvareleestä. Pilz 2015. Viitattu 26.4.2022. https://www.elit.ee/docs/pilz/PNOZ_s5_Operat_Man_21397-EN-10.pdf
15. Technical Manual W593. 2021. Ohjekirja NX102-sarjan logiikoista. Omron 2021. Viitattu https://assets.omron.eu/downloads/manual/en/v8/w593_nx102_cpu_unit_technical_manual_en.pdf

Liitteet

Liite 1. Mittauspöytäkirja



Results

Mittaritiedot:

Malli: MultiServicerXD MI 3325

Käyttäjä:

Sarjanumero: 20290361

Kalibrointipäivämäärä:

19.11.2020

Malli: 3P-Aktiv GT/Maschin A 1322

Käyttäjä:

Sarjanumero: 20460060

Kalibrointipäivämäärä:

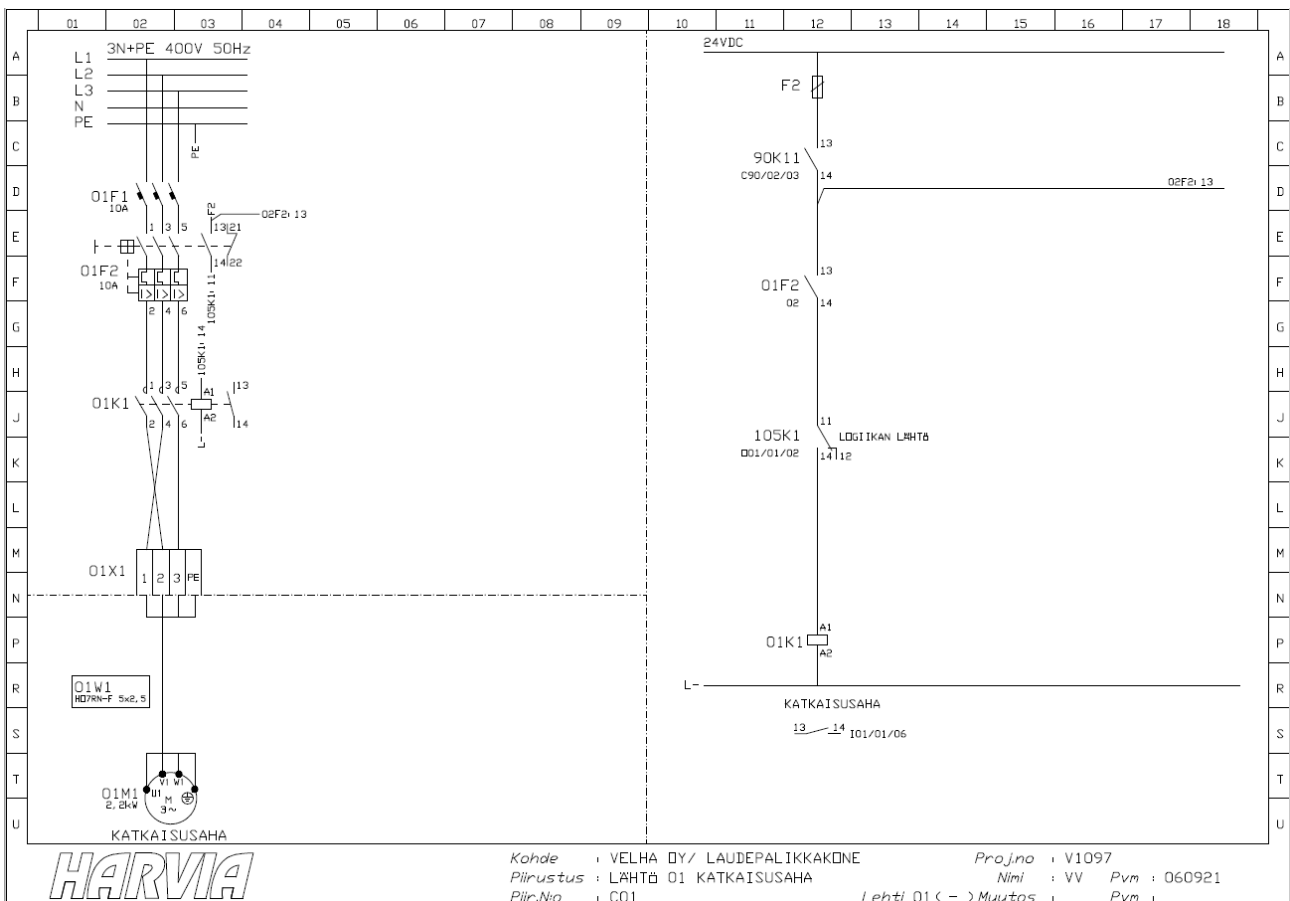
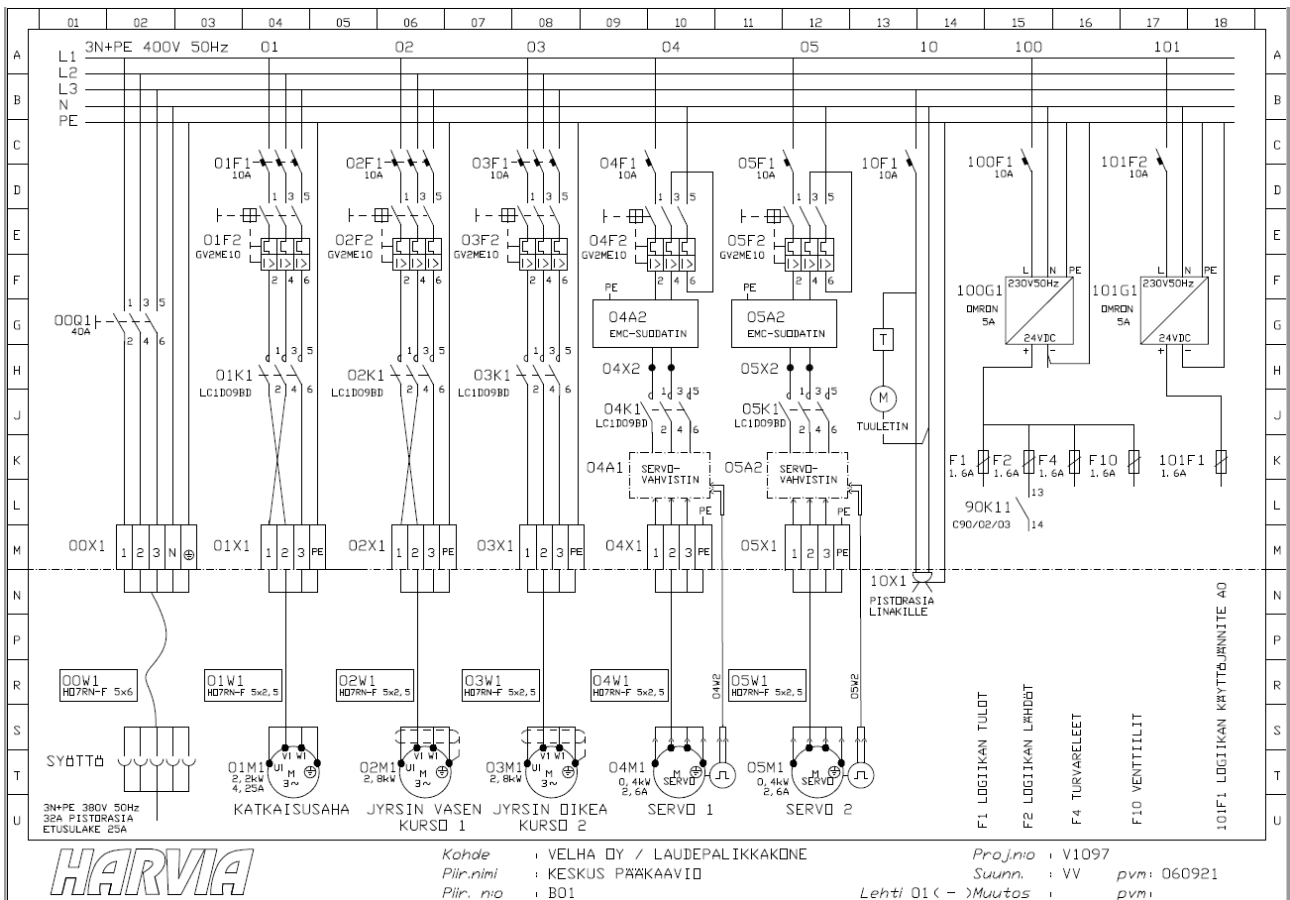
15.1.2021

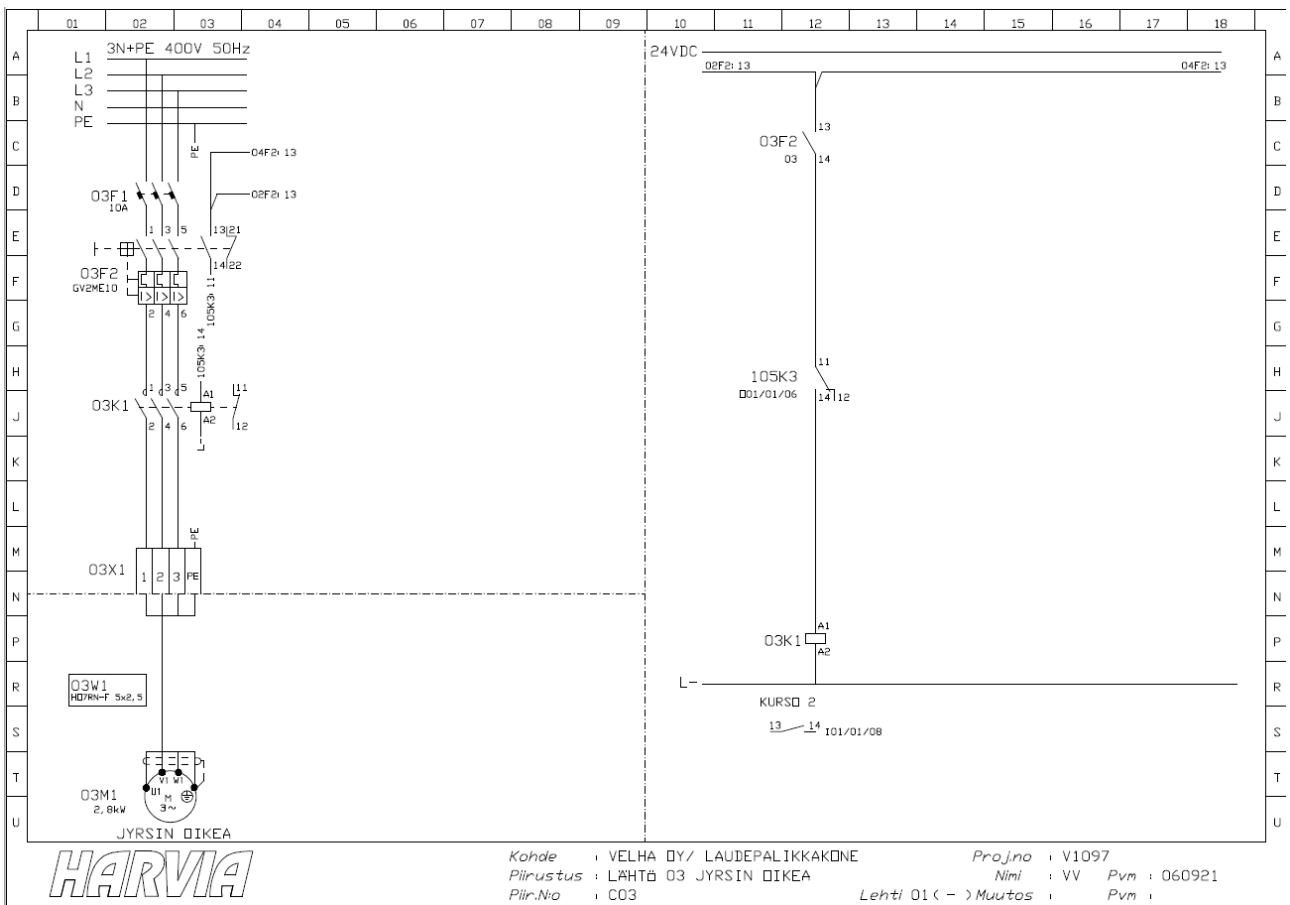
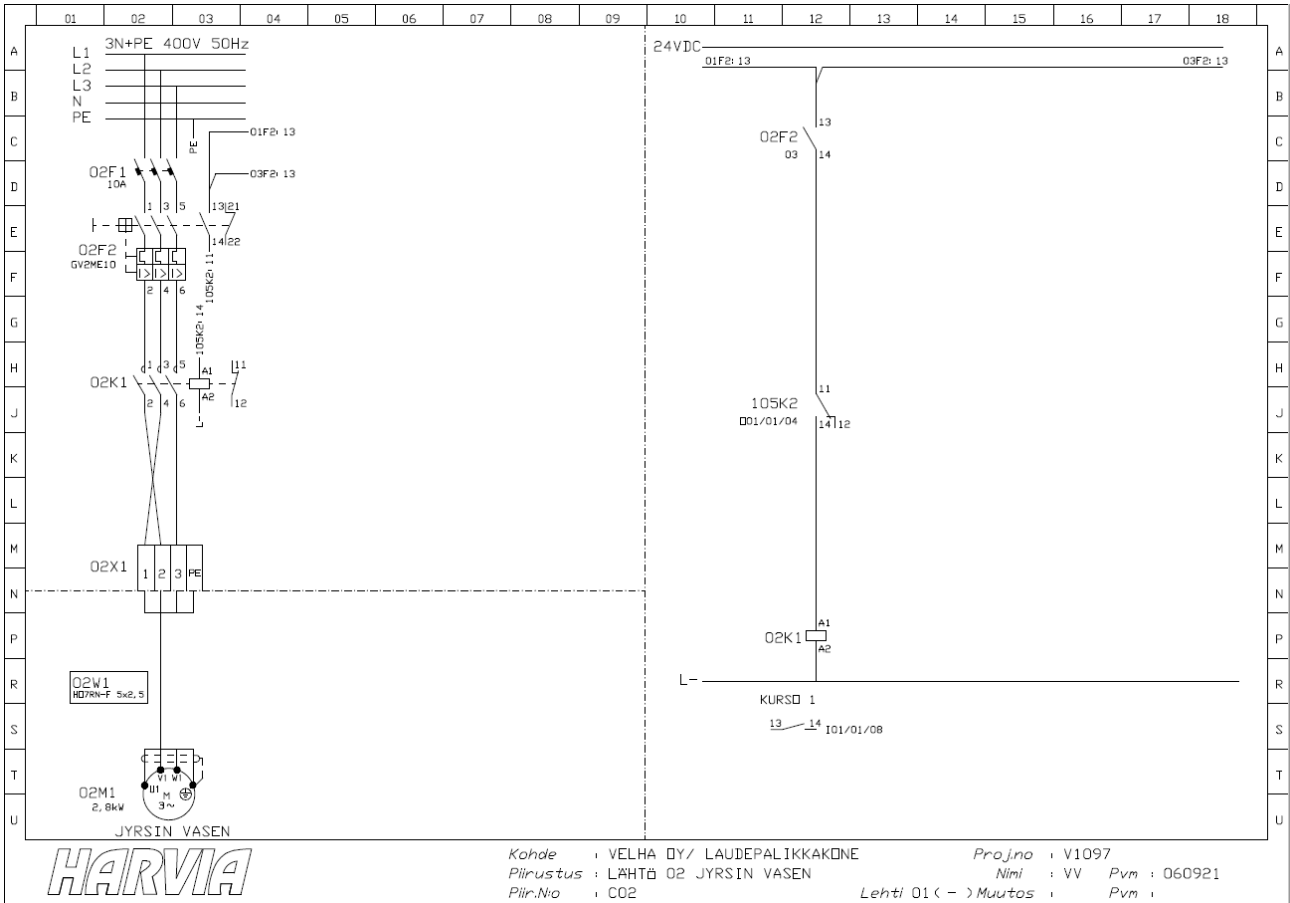
| Mar 2021/V1097 | 19.11.2021 | 19.11.2021 | Hyväksy |
|---|------------|---------------------|-------------|
| Moottorikäyttöisen laitteen käyttöönottotarkastus | | | Hyväksy |
| Visuaalinen kone IEC/EN 60204 | | | Hyväksy |
| Parameters | | | |
| PvmAika | | 19.11.2021 11:25:46 | |
| Results | | | |
| Suojaus_toimenpiteet | | | Hyväksy |
| Suojaus suoraa kosketusta vastaan | | | Hyväksy |
| Suojaus epäsuoraa kosketusta vastaan | | | Hyväksy |
| Johtimien mitoitus | | | Hyväksy |
| Ylivirtasuojalaitteet | | | Hyväksy |
| Vikavirtasuojalaitteet | | | Tarkistettu |
| Mekaaninen tila | | | Hyväksy |
| Ei merkkejä vaurioista, ylikuumentumisesta | | | Hyväksy |
| Ei saastumisen tai korroosion merkkejä | | | Hyväksy |
| Kotelo | | | Hyväksy |
| Liitäntä verkkosähköön | | | Hyväksy |
| Kaapelit, johtimet | | | Hyväksy |
| Kannet, ovet | | | Hyväksy |
| Ilmanvaihto | | | Hyväksy |
| Suotimet | | | Hyväksy |
| Turvalaitteiden saavutettavuus | | | Hyväksy |
| Merkinnät | | | Hyväksy |
| Turvavaroitukset ja merkinnät | | | Hyväksy |
| Laitekilpi | | | Hyväksy |
| Dokumentaatio | | | Hyväksy |
| Jatkuvuus | | | Hyväksy |

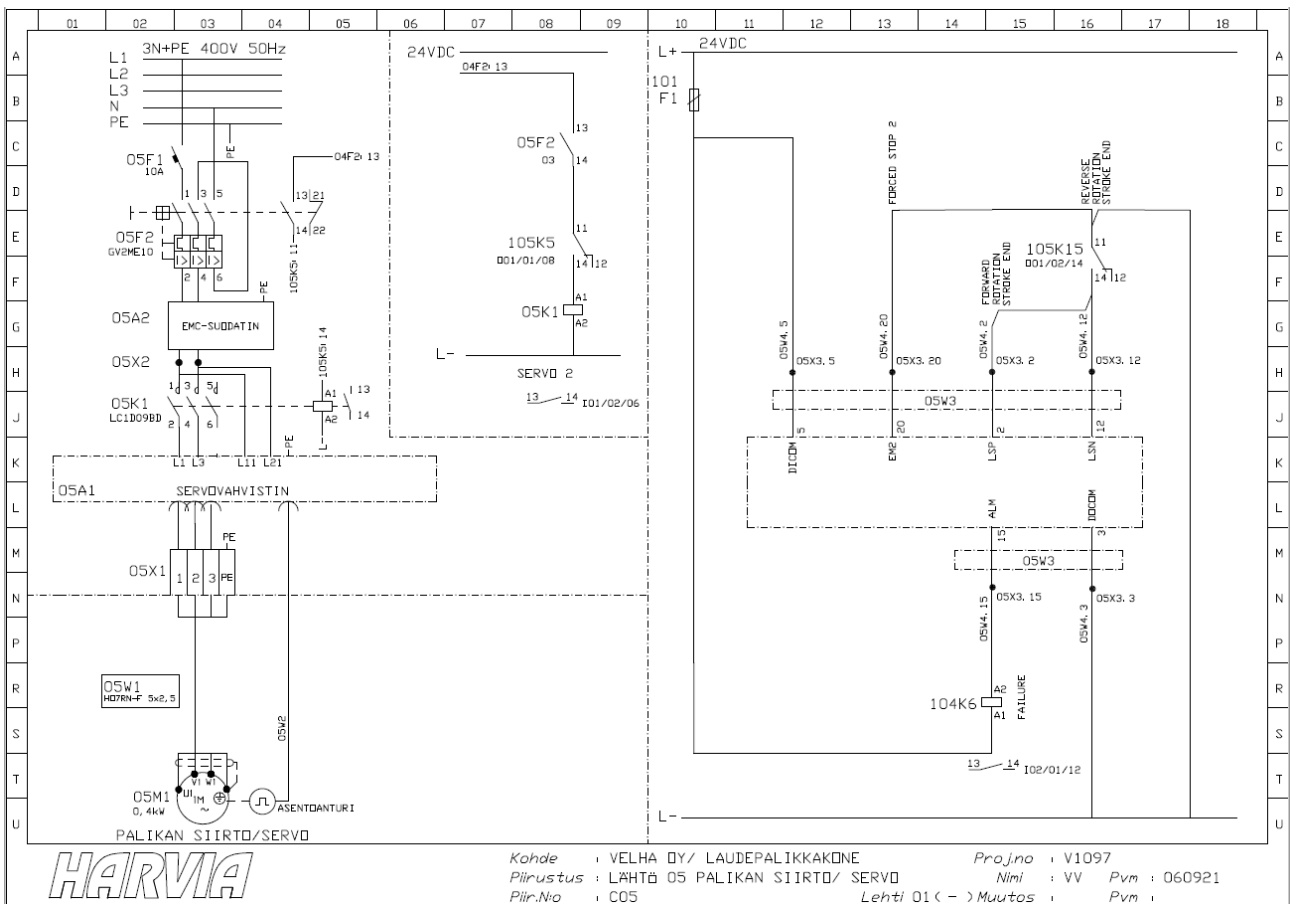
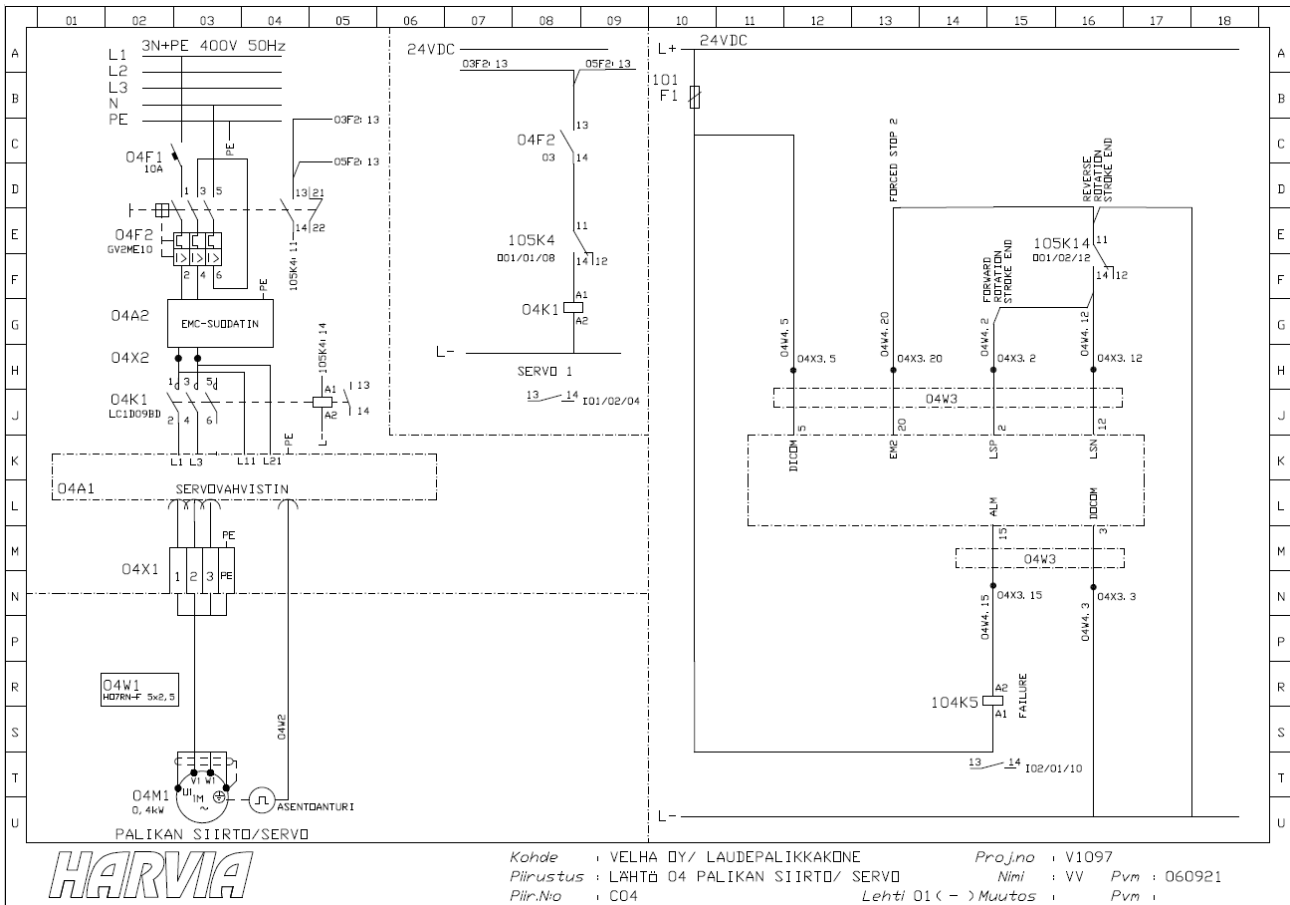
| | | | |
|------------------|---------------------|--|---------|
| Tulokset | | | |
| R | 0,04 Ω | | Hyväksy |
| Raja-arvot | | | |
| K Raja (R) | 0,1 Ω | | |
| Parametrit | | | |
| PvmAika | 19.11.2021 11:31:47 | | |
| Lähtö | P/S - PE | | |
| I lähtö | 10 A | | |
| ΔU testi | Pois | | |
| Kesto | 2 s | | |
| Jatkuvuus | | | Hyväksy |
| Tulokset | | | |
| R | 0,03 Ω | | Hyväksy |
| Raja-arvot | | | |
| K Raja (R) | 0,1 Ω | | |
| Parametrit | | | |
| PvmAika | 19.11.2021 11:34:11 | | |
| Lähtö | P/S - PE | | |
| I lähtö | 10 A | | |
| ΔU testi | Pois | | |
| Kesto | 2 s | | |
| R iso | | | Hyväksy |
| Tulokset | | | |
| Riso | >199,9 M Ω | | Hyväksy |
| AliTulokset | | | |
| Um | 525 V | | |
| Raja-arvot | | | |
| M Raja (Riso) | 2,00 M Ω | | |
| Parametrit | | | |
| PvmAika | 19.11.2021 11:34:58 | | |
| Tyyppi | Riso | | |
| Uiso | 500 V | | |
| Kesto | 2 s | | |
| R iso | | | Hyväksy |
| Tulokset | | | |
| Riso | >999 M Ω | | Hyväksy |
| AliTulokset | | | |
| Um | 525 V | | |
| Raja-arvot | | | |
| Raja (Riso) | 1 M Ω | | |
| Parametrit | | | |
| PvmAika | 19.11.2021 11:43:02 | | |
| Uiso | 500 V | | |
| Tyyppi Riso | L/PE | | |
| R iso | | | Hyväksy |
| Tulokset | | | |
| Riso | >999 M Ω | | Hyväksy |

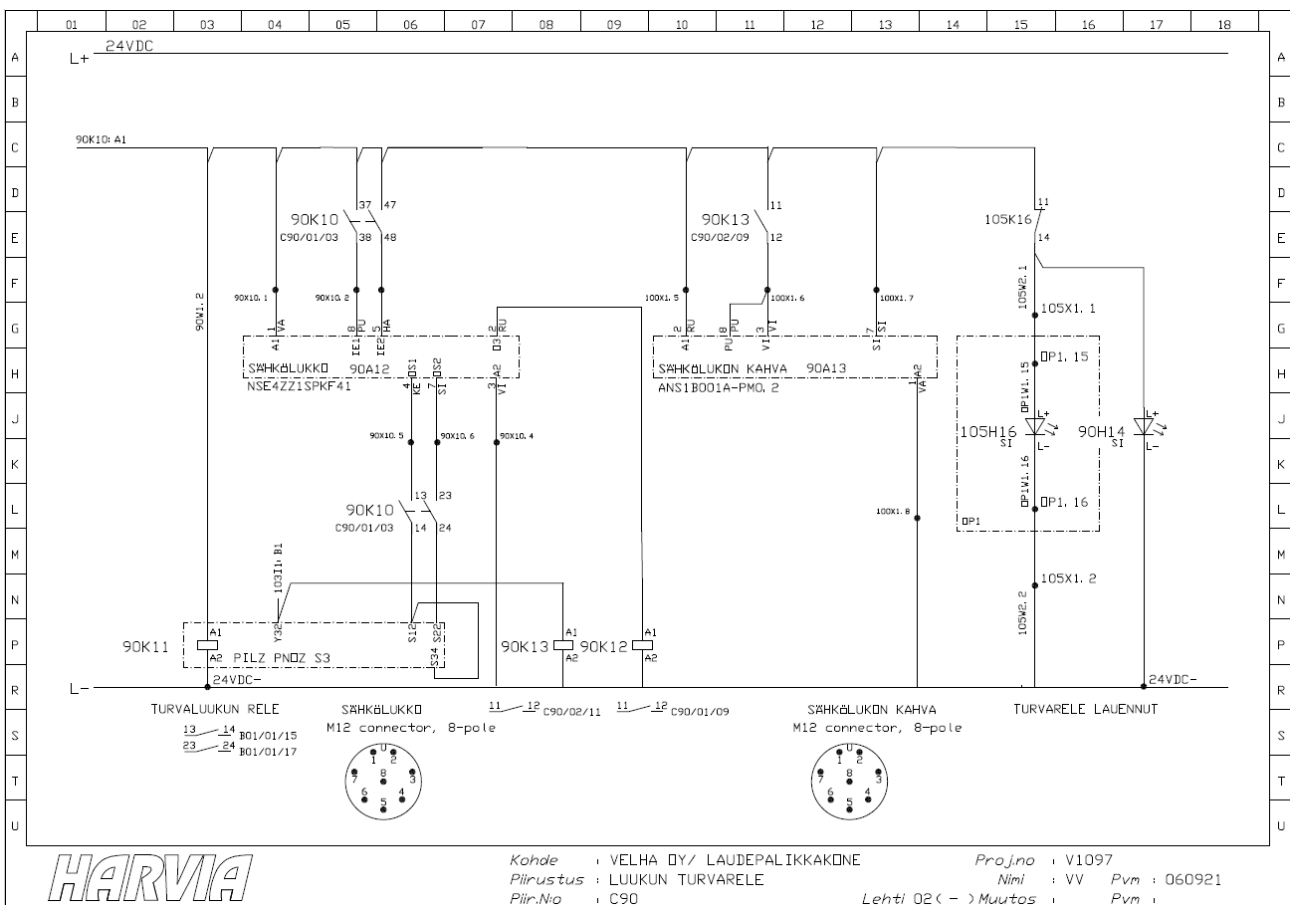
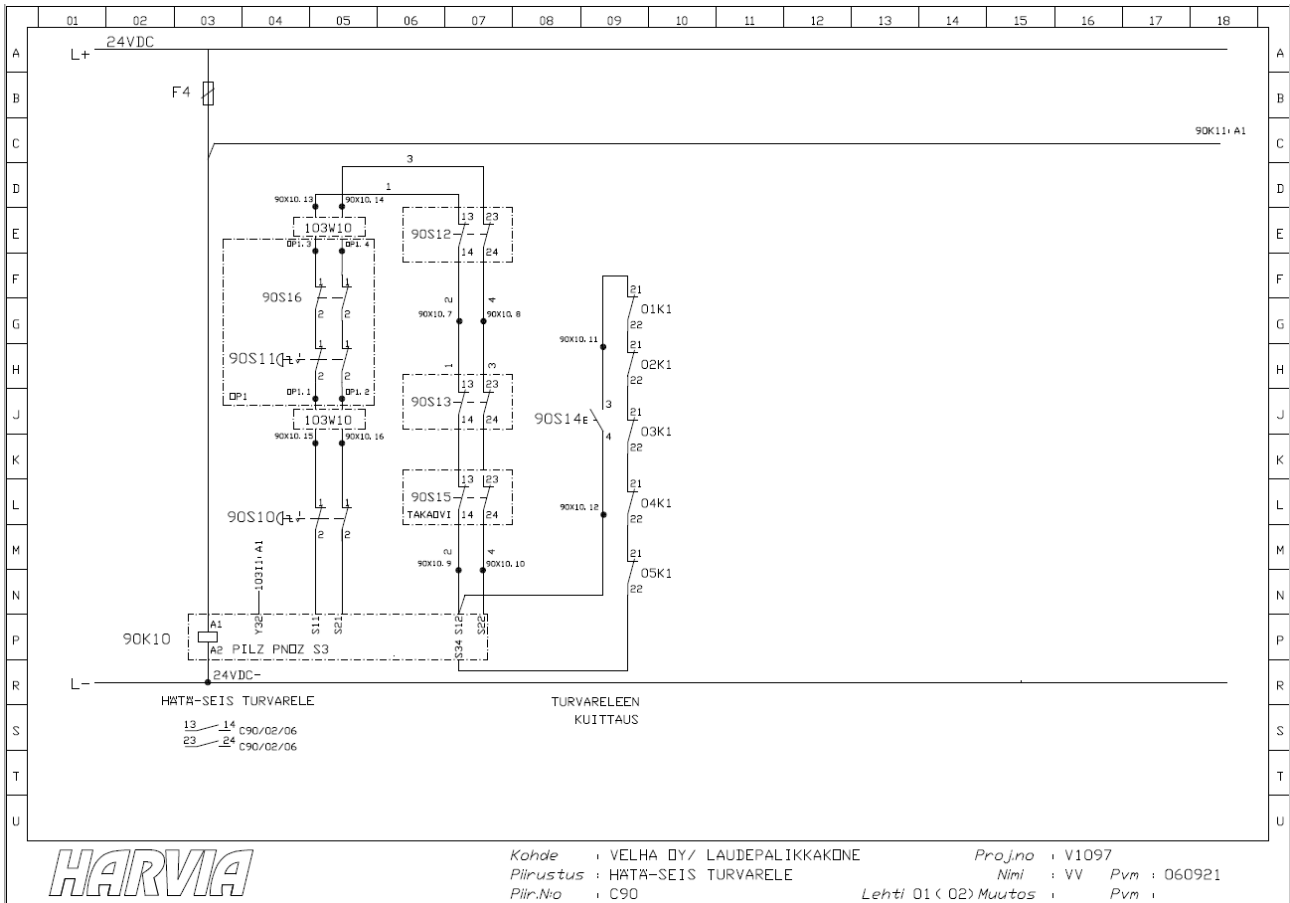
| | | |
|-------------|---------------------|---------|
| AliTulokset | | |
| Um | 525 V | |
| Raja-arvot | | |
| Raja (Riso) | 1 M Ω | |
| Parametrit | | |
| PvmAika | 19.11.2021 11:43:12 | |
| Uiso | 500 V | |
| Tyyppi Riso | L/PE | |
| R iso | | Hyväksy |
| Tulokset | | |
| Riso | >999 M Ω | Hyväksy |
| AliTulokset | | |
| Um | 525 V | |
| Raja-arvot | | |
| Raja (Riso) | 1 M Ω | |
| Parametrit | | |
| PvmAika | 19.11.2021 11:43:23 | |
| Uiso | 500 V | |
| Tyyppi Riso | L/PE | |

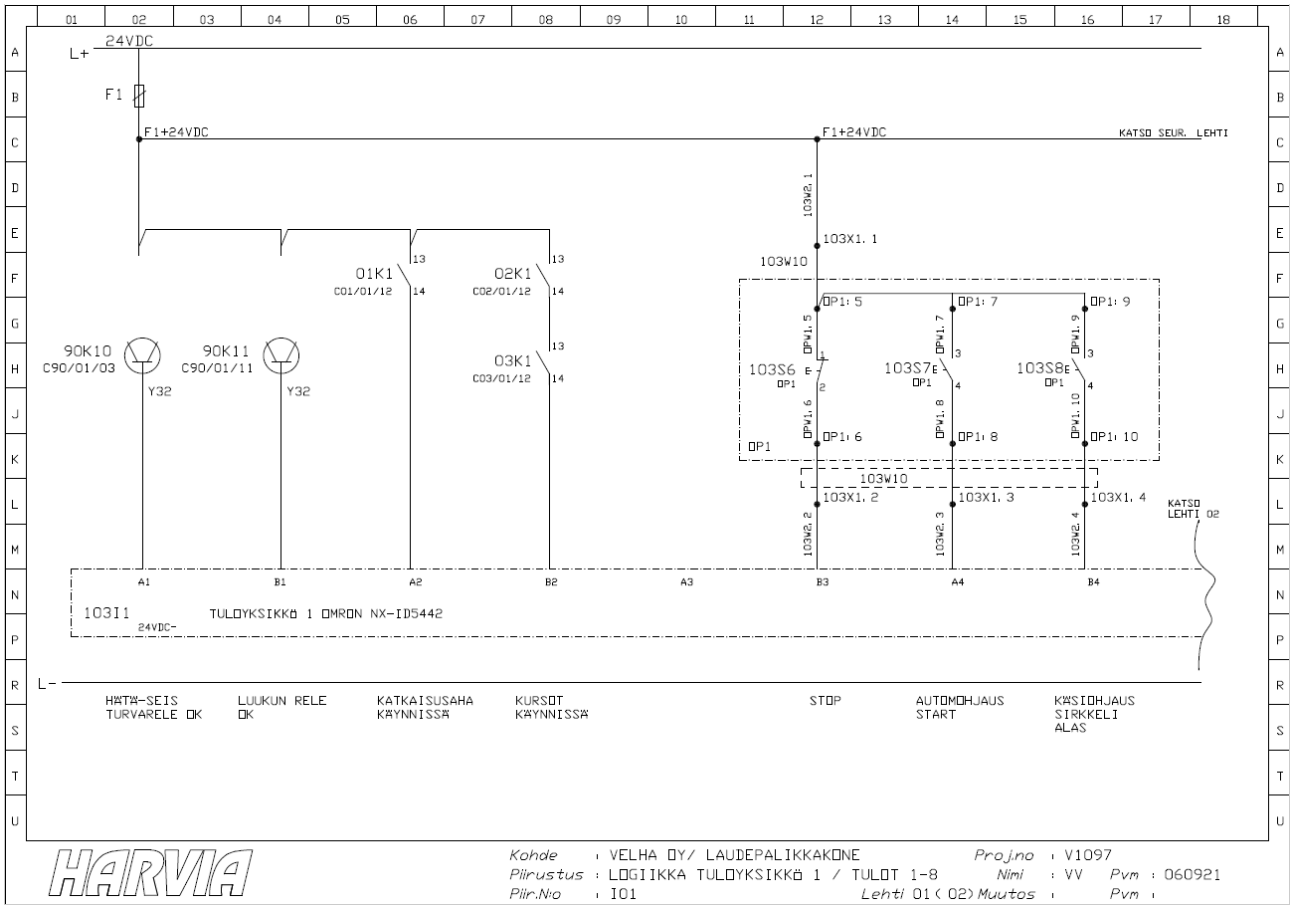
Liite 2. Sähkökuvat



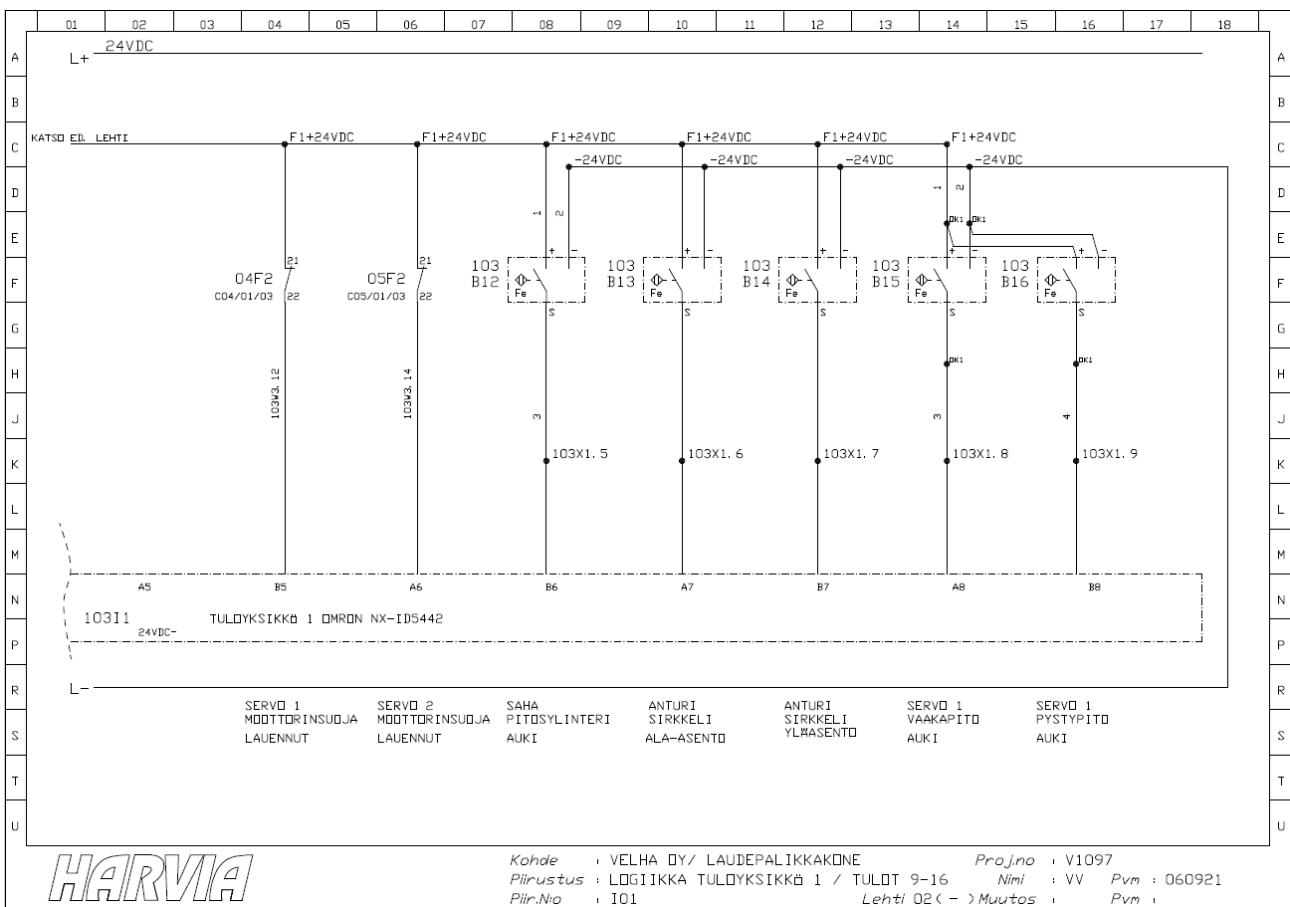




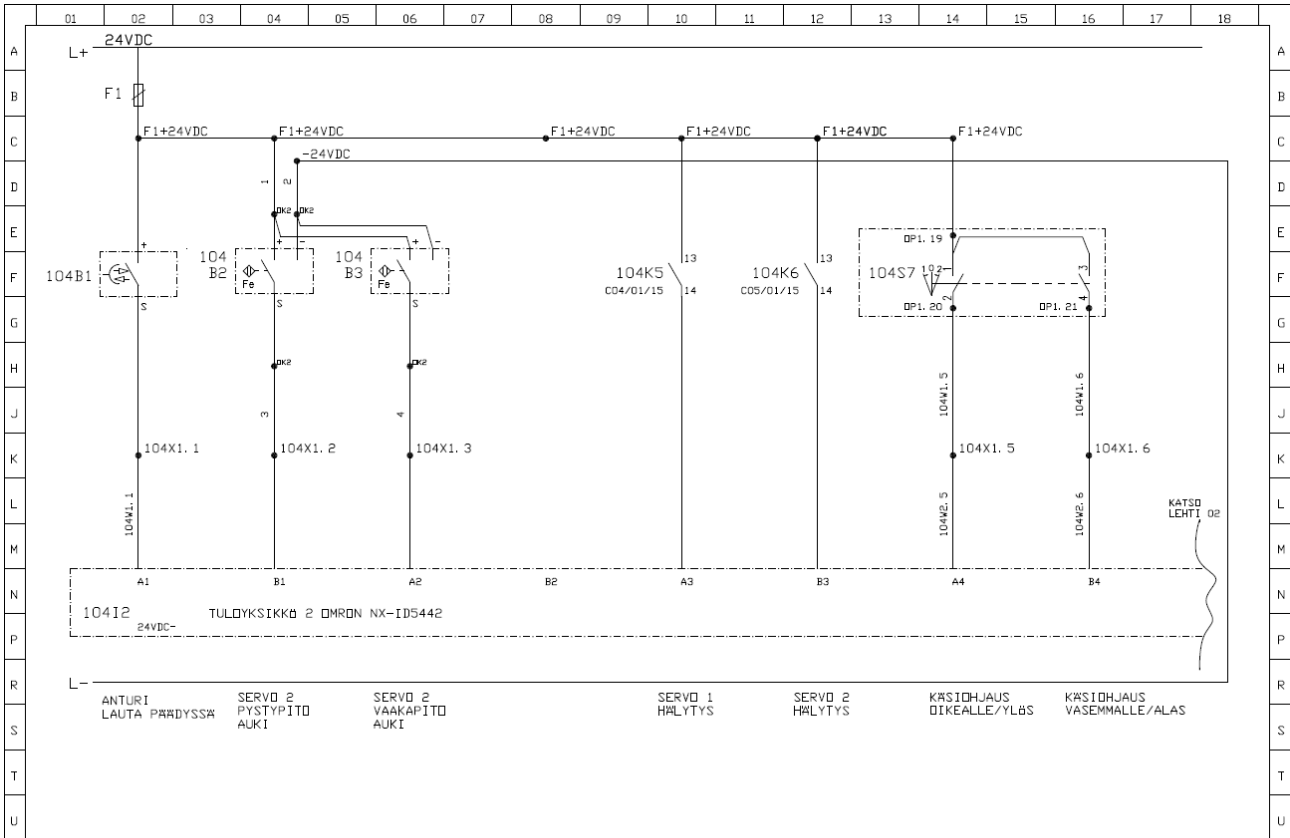




HARVIA

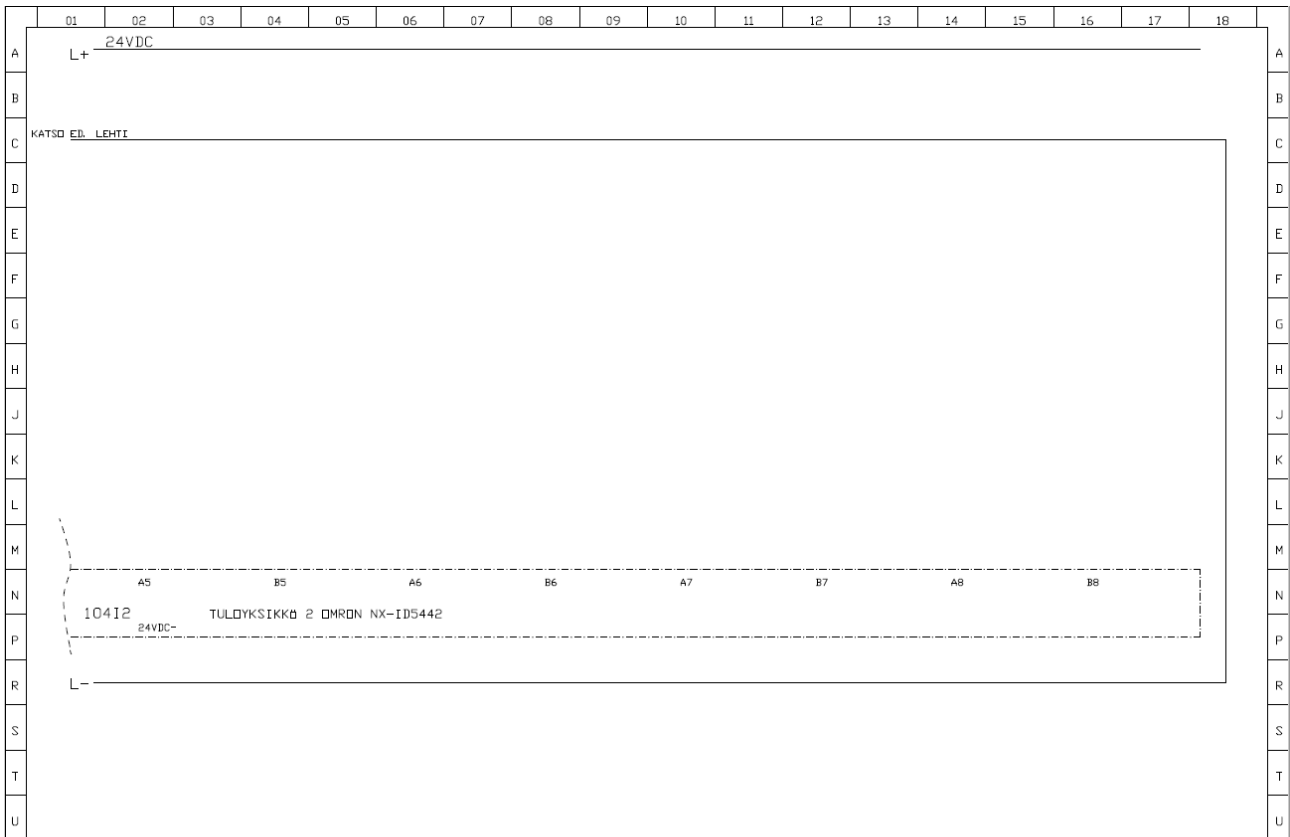


HARVIA



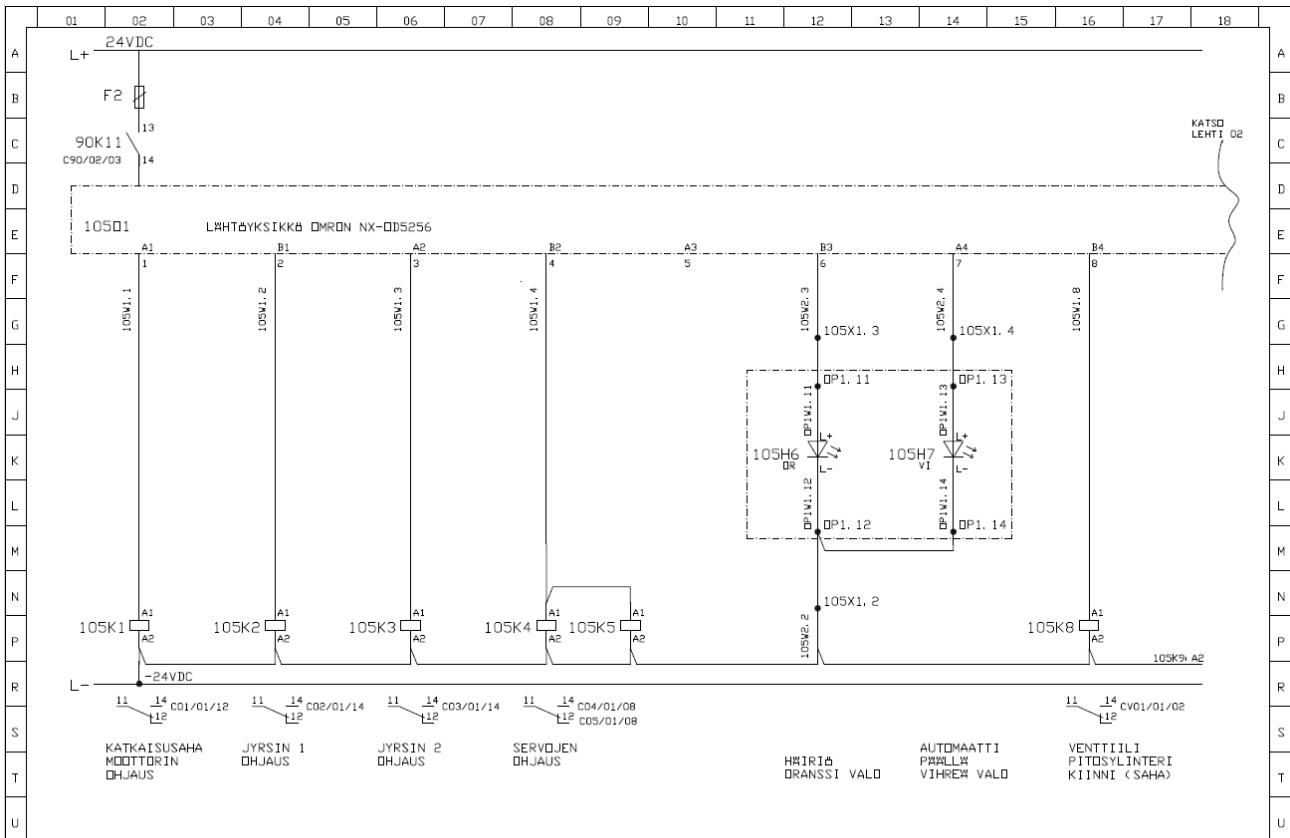
HARVIA

Kohde : VELHA OY/ LAUDEPALIKKAKONE Projno : V1097
 Piirustus : LOGIIKKA TULOYKSIKKÖ 2 / TULOT 1-8 Nimi : VV Pvm : 060921
 Piir.No : 102 Lehti 01 (-) Muutos : Pvm :



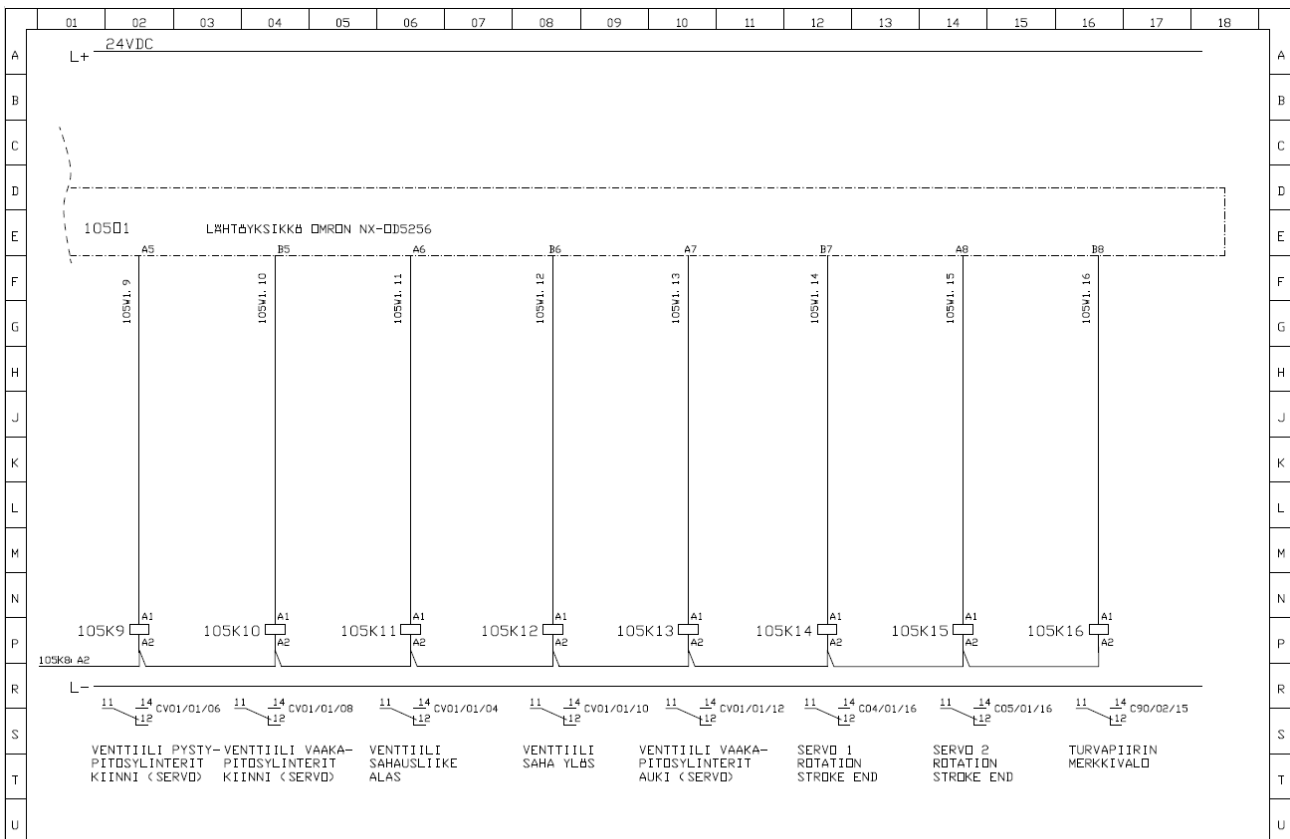
HARVIA

Kohde : VELHA OY/ LAUDEPALIKKAKONE Projno : V1097
 Piirustus : LOGIIKKA TULOYKSIKKÖ 2 / TULOT 9-16 Nimi : VV Pvm : 060921
 Piir.No : 102 Lehti 02 (-) Muutos : Pvm :



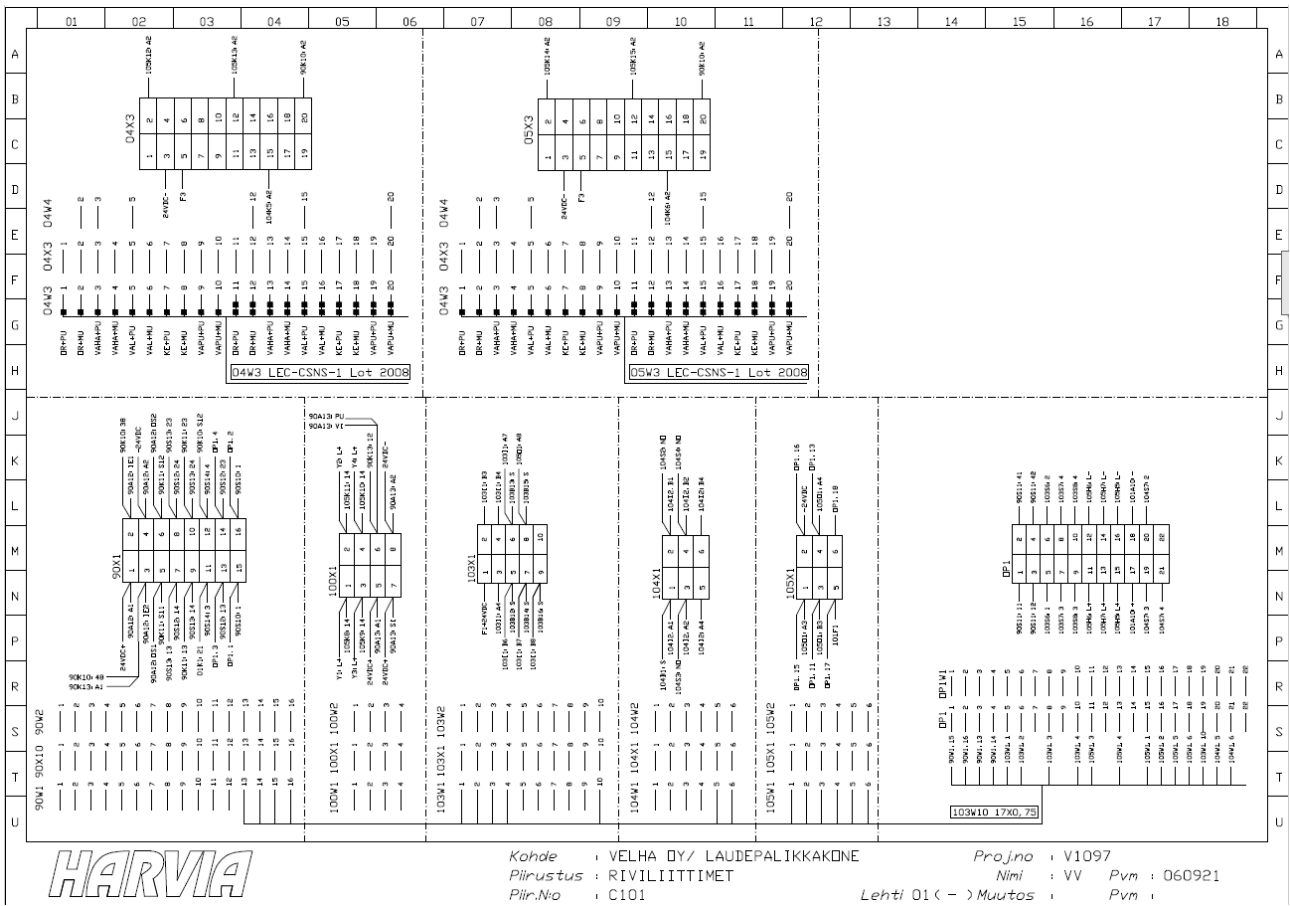
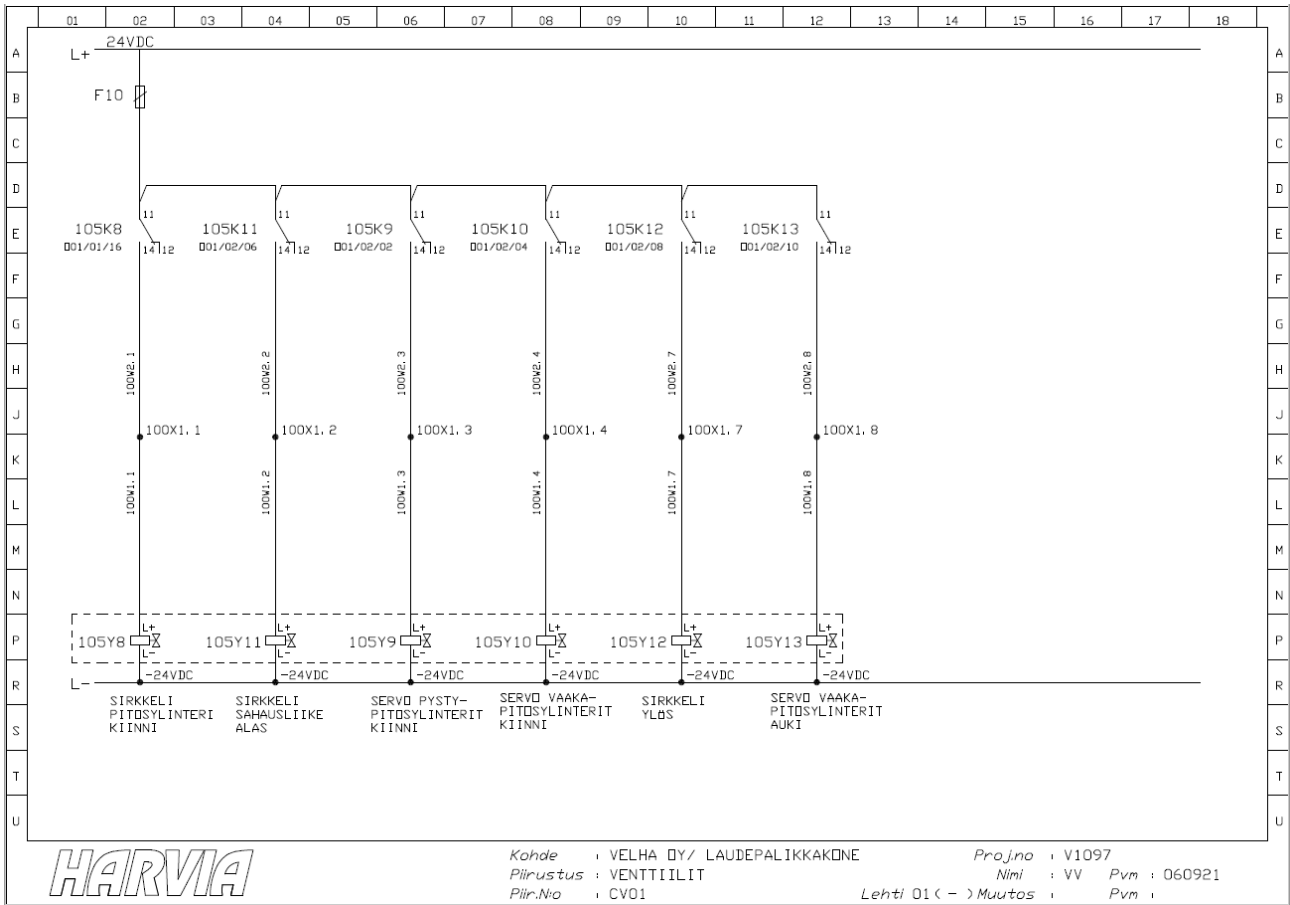
HARVIA

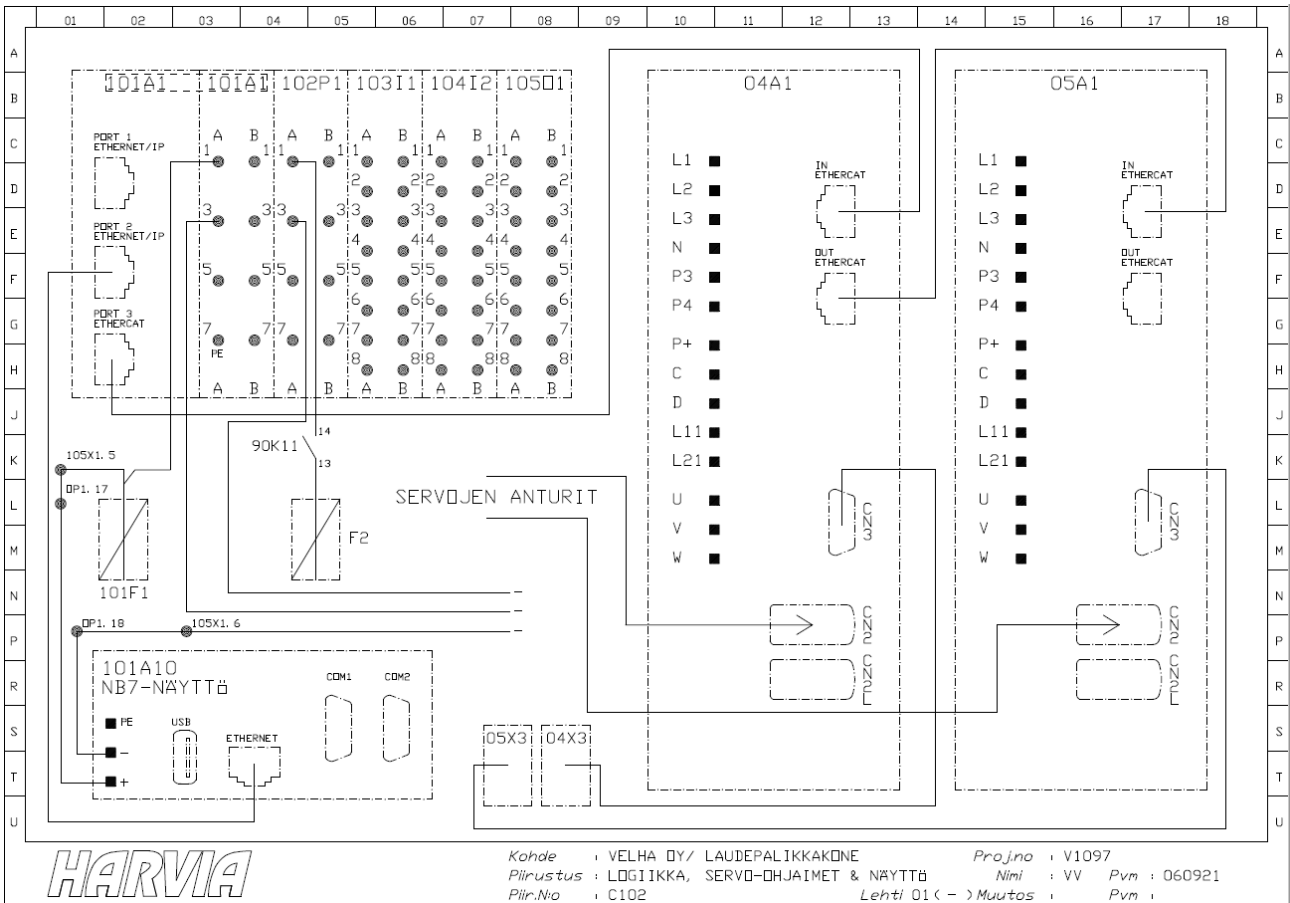
Kohde : VELHA OY/ LAUDEPALIKKAKONE Projno : V1097
 Piirustus : LOGIIKKA LÄHTÖYKSIKKÖ / LÄHDÖT 1-8 Nimi : VV Pvm : 060921
 Piir.No : 001 Lehti 01 (02) Muutos : Pvm :



HARVIA

Kohde : VELHA OY/ LAUDEPALIKKAKONE Projno : V1097
 Piirustus : LOGIIKKA LÄHTÖYKSIKKÖ / LÄHDÖT 9-16 Nimi : VV Pvm : 060921
 Piir.No : 001 Lehti 02 (-) Muutos : Pvm :





HARVIA

Kohde : VELHA OY/ LAUDEPALIKKAKONE
 Piirustus : LOGIIKKA, SERVO-OHJAIMET & NÄYTTÖ
 Piir.No : C102

Projno : V1097
 Nimi : VV Pvm : 060921
 Lehti 01 (-) Muutos : Pvm :