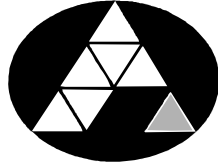


POHJOIS-KARJALAN AMMATTIKORKEAKOULU
Tietotekniikan koulutusohjelma

Jaakko Sormunen

MURSKAUSVAUNUN AUTOMATISOINTI

Opinnäytetyö
Huhtikuu 2012



POHJOIS-KARJALAN
AMMATTIKORKEAKOULU

OPINNÄYTETYÖ
Huhtikuu 2012
Tietotekniikan koulutusohjelma

Karjalankatu 3
80200 JOENSUU
p. (013) 260 6800

Tekijä
Jaakko Sormunen

Nimeke
Murskausvaunun automatisointi

Toimeksiantaja
Autoyhtiö Sormunen Oy/Polvijärven maansiirto

Tiivistelmä

Tässä työssä suunniteltiin ja toteutettiin automaatio Autoyhtiö Sormunen Oy:n moreeninmurskausvaunuun. Tavoitteena oli kaikkien toimilaitteiden valvonta ja kontrollointi, jotta välttyttäisiin laitteiden ylimääräisiltä rikkoontumisilta. Toimilaitteisiin kuuluvat syötin, seula, kolme kuljetinhihnaa sekä kaksi murskainta. Lisäksi tavoitteena oli mahdollistaa vaunun käyttäminen yhden työntekijän voimin luomalla tälle mahdollisimman helppokäyttöinen ja turvallinen työympäristö.

Työ aloitettiin tutustumalla jo olemassa oleviin murskausvaunuihin. Tarkasteltiin vaunujen automaatoratkaisuja, joita voitaisiin hyödyntää omassa työssä. Lisäksi toimeksiantajan kokemuksen perusteella suunniteltiin parannuksia muutamiin kohteisiin.

Tutustumisen jälkeen ratkaisuja ja parannuksia muokattiin toimeksiantajan murskausvaunuun sopiviksi. Antureiden ja johdotuksien asennuksessa huomioitiin mahdollisimman hyvin ulkoiset häiritteijät.

Asennuksen jälkeen suoritettiin ensikäynnistys ja aloitettiin automaation testaaminen. Testausvaiheessa havaittiin ja korjattiin muutamia epäkohtia, kunnes testaus saatiin suoritettua onnistuneesti loppuun. Tämän jälkeen vaunu siirrettiin pitempiaikaista testausta varten sovanottopaikalle, jossa tarkasteltiin automaation toiminnan lisäksi myös vaunun yleistä toimintaa.

Vaunun käyttöliittymästä kehittyi helppokäyttöinen työkalu murskausvaunun hallintaan. Pitempiaikaisessa testauksessa vaunun toimintavarmuus saatiin nostettua halutulle tasolle ja todettiin työn tavoitteiden täytyneen.

Kieli
Suomi

Sivuja
35 + 17

Asiasanat
Moreeninmurskausvaunu, käyttöliittymä, testaus



NORTH KARELIA
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

THESIS
April 2012
Degree Programme in
Information Technology
Karjalankatu 3
FIN 80200 JOENSUU
FINLAND
Tel. 358-13-260 6800

Author
Jaakko Sormunen

Title
Automation of Crushing Wagon

Commissioned by
Autoyhtiö Sormunen Oy/Polvijärven maansiirto

Abstract

This thesis includes the development and execution of automation system for a moraine crushing wagon of Autoyhtiö Sormunen Oy. The goal was to be able to operate and maintain control of all the actuators in order to prevent any extra maintenance needs. The actuators in this case are the feeder, sieves, three conveyor belts and two crushing units. In addition, the intention was to enable the operation of the wagon by a single employee by creating as user friendly and safe work environment as possible.

The work started by familiarizing with already existing crushing wagons. The automation solutions of the wagons were inspected to see if any of the existing solutions could be put to use in this project. Furthermore, based on the client`s experience, new improvements were designed for some spots.

After the familiarization phase the solutions and improvements were modified to fit the crushing wagon of the client. The wiring of the sensors was made so that the external factors were considered as well as possible.

After the installation the prime start-up took place and the testing of the automation system started. During the test phase, some malfunctions and errors were discovered and repaired. After this, the wagon was moved in to a gravel pit for a longer period of continuous testing, which mainly focused on the reliability of the automation and the general functionality of the wagon.

The user interface of the moraine crushing wagon automation system developed into a user friendly, easy to use tool to operate the wagon. In the longer testing phase the general functionality and reliability of the wagon was raised to the level which had been set by the client, and the project was found to be a success.

Language
Finnish

Pages
35 + 17

Keywords
moraine crushing wagon, user interface, testing

Sisältö

1	Johdanto	8
2	Automatisoitava prosessi	9
2.1	Syötin	10
2.2	Esimurska.....	10
2.3	Kuljetinhihnat (1. hihna, 2. hihna ja purkuhihna)	11
2.4	Seulasto	12
2.5	Jälkimurska	12
2.6	Käyttöliittymä	13
2.7	Tavoitteiden yhteenveto	13
3	Automaation suunnittelu ja toteutus	14
3.1	Kuljetinhihnojen automatisointi.....	14
3.2	Murskainten korkeusvahtien automatisointi	15
3.3	Murskainten korkeusvahtien puhdistusjärjestelmä	18
3.4	Metallinilmaisoin jälkimurskan turvaksi	19
3.5	Antureiden ja metallinilmaisimen yhteenveto	21
4	Logiikkaohjelman suunnittelu ja toteutus	21
4.1	Käytön riippumattomuus logiikasta	21
4.2	Logiikan valinta	22
4.3	Logiikkaohjelma	23
4.3.1	Tulot ja lähdöt	24
4.3.2	Kuljetinhihnojen pyörintävahtien ohjaus	24
4.3.3	Toimilaitteiden ohjaukset.....	25
4.3.4	Korkeusvahtien vaikutus syöttimen hidastukseen	26
4.3.5	Toimilaitteiden vikavalojen ohjaukset	26
4.3.6	Huomiovalojen ohjaukset	27
4.3.7	korkeusvahtien puhdistusjärjestelmän ohjaus	27
4.4	Logiikkaohjelman yhteenveto.....	27

5	Testaus	29
5.1	Yleisen toiminnan testaus	29
5.2	Automaation testaus	29
5.2.1	Kuljetinhihnojen pyörintävahtien testaus.....	30
5.2.2	Murskainten korkeusvahtien testaus	30
5.2.3	Toimilaitteiden ohjauksen testaus	30
5.2.4	Metallinilmaisimen testaus	30
6	Tulokset	31
6.1	Yleisiä huomioita	31
6.2	Murskaimen käyttöliittymä	31
6.3	Kuljettimien pyörintävahdit	32
6.4	Murskainten korkeusvahdit.....	32
6.5	Korkeusvahtien puhdistusjärjestelmä	33
7	Pohdinta	33
7.1	Kehityskohteita	34
8	Lähteet	35

Liitteet

Liite 1	Logiikan ohjelma
Liite 2	Yaskawa A1000 -taajuusmuuntaja
Liite 3	Omron E2A-M18KS08-M1-B2:n tiedot
Liite 4	Omron E3F2-7B4-M1-M:n tiedot
Liite 5	Automaation ja ohjauksen CAD-kuvat

Lyhenteet ja käsitteet

Murske	on yleisnimitys tuotteelle, joka on valmistettu murskaamalla luonnonkiviainesta tai keinotekoista kiviainesta.
Normally closed	Avautuva kosketin. NC–tyypin valokenno antaa virtaviestiä logiikalle, kun säteen kulku on esteetöntä.
Normally open	Sulkeutuva kosketin. NO–tyypin valokenno ei anna virtaviestiä logiikalle, kun säteen kulku on esteetöntä.
Epäkeskopaino	Sähkömoottorin akseli on yleensä tasapainotettu eli tasapainopiste on akselin keskellä. Tällöin sen pyöriminen ei aiheuta tärinää. Tasapainopisteen siirtämiseen käytetään epäkeskopainoja, jotka on asennettu vain akselin toiselle puolelle. Tällöin sen tasapainopiste on saatu siirtymään pois akselin keskipisteestä, jolloin moottoria voimakkaasti pyöritettäessä syntyy tärinää.
Epäkesko mekanismi	Leukamurskaimen vauhtipyörien välissä olevan akselin toimintaperiaate. Leukamurskaimen liikkuvanleuan kiinnityspiste on siirretty akselin keskipisteestä sivuun, jolloin kiinnikepisteen liike on epäkeskoa.
Leukamurskain	Nimi tulee murskaimen murskaustyylistä. Kiilamaisessa kammiassa kaksi epätasaista metallilevyä eli leukaa puristuu toisiinsa vasten luoden puristavan voiman.
Purkuhihna	Prosessin viimeinen kuljetinhihna, joka kuljettaa valmiin tuotteen eli murskeen varastokasaan.
Seulasto	Tässä prosessissa seulasto koostuu kahdesta eri verkkotasosta, joissa erotellaan pienemmät kivet isoimmista.

Vetotela	Sähkömoottori pyörittää vetotelaa, joka taas antaa liikkeen kuljetinhihnalle. Vetotela sijaitsee kuljetinrungon yläpäässä, jossa kuljetinhihna kääntyy vetotelalla kulkemaan toiseen suuntaan.
Taittotela	Sijaitsee kuljetinrungon alapäässä. Vastaavanlainen kuin vetotela, mutta siinä ei ole moottoria.
Esimurska	Esimurskasta puhutaan, kun murskain on ensimmäisenä murskana prosessissa. Murskaa isoimmat kivet sopivan kokoisiksi jälkimurskalle.
Jälkimurska	Jälkimurskasta puhutaan, kun murskain on viimeisenä murskana prosessissa.
Murskausmalja	On jälkimurskaimen ulkoreuna. Tätä vasten kivet murskautuvat.
Murskauskartio	Murskausmaljassa pyörivä kartio luo ulkoreunaa vasten puristavan voiman, jossa kivet murskautuvat.
Metallinilmaisin	Asennetaan kuljetinhihnan yhteyteen. Havaitessaan metallia, antaa hälytyksen.

1 Johdanto

Työn aiheena oli suunnitella ja toteuttaa Autoyhtiö Sormunen Oy:n rakentamaan moreeninmurskausvaunuun (kuva 1) automaatio, joka mahdollistaa turvallisen ja helpon työympäristön koneen käyttäjälle. Työhön vaikutti aikaisempi kokemus maansiirtoalalta, joka mahdollisti epäkohtien helpomman huomioimisen. Automaation avulla murskausvaunu valvoo toimintaansa vähentäen laitteiston rikkoutumisia sekä työnseisakkeita. Suunnitteluun haettiin esimerkkejä tutustumalla jo olemassa oleviin murskausvaunuihin.

Automatisoinnin tavoite oli toimilaitteiden valvonta ja kontrollointi. Haluttiin varmistua, ettei väärin kohtiin pääse syntymään aineksen kasaantumista. Esimerkiksi hihnakuljettimien reunojen yli tulviva aines tippuessaan väärään paikkaan, aiheuttaa kasaantumista. Tämä on seuraus syötön jatkumisesta, vaikka kuljetin on pysähtynyt. Tällaisesta on ollut kokemusta jo vastaavanlaisten seulavaunujen kanssa, joten nyt tätä ominaisuutta haluttiin kehittää siten, ettei kasaantumista pääsisi syntymään.

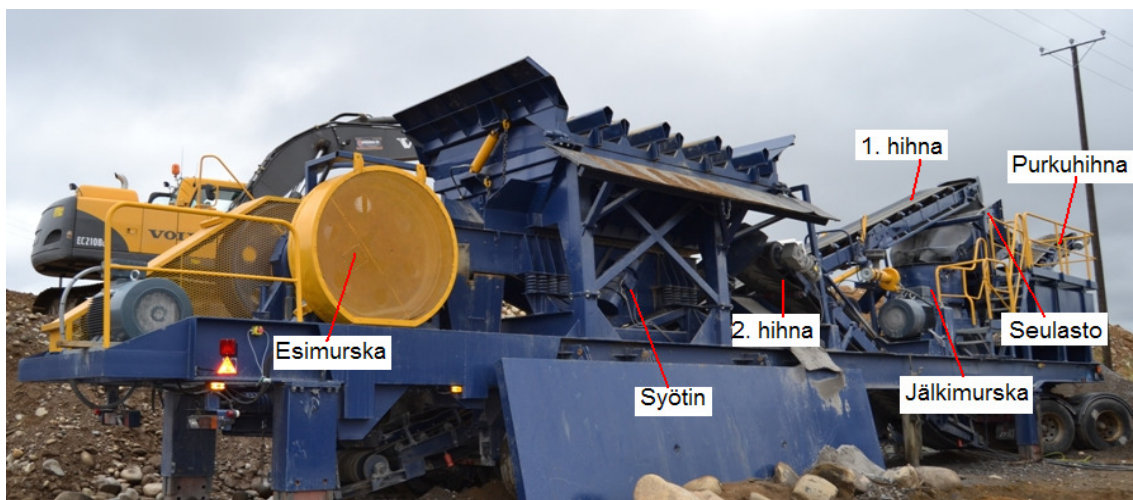
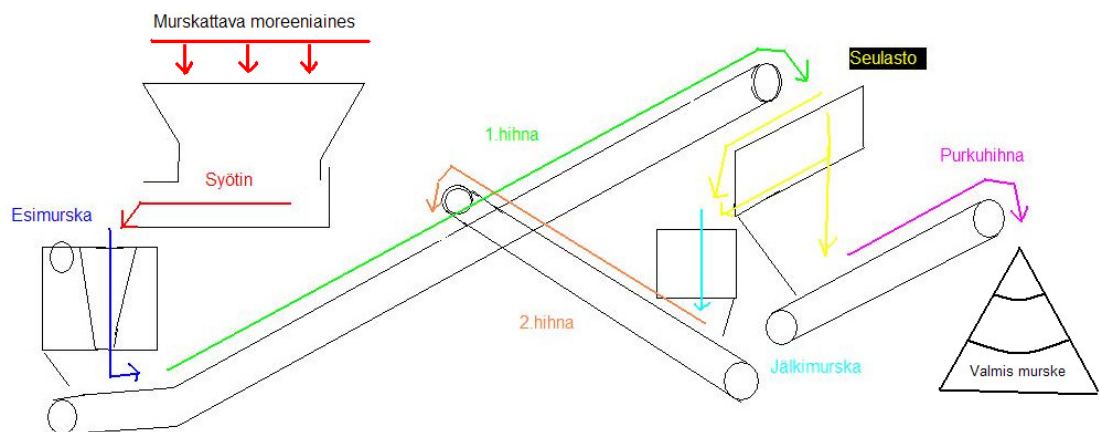


Kuva 1. Siirtokuntoon kasattu moreeninmurskausvaunu, johon automaatio on toteutettu.

2 Automatisoitava prosessi

Luvussa käydään läpi murskausvaunun toimilaitteet (kuva 2) sekä niihin kohdistuvan automaation tavoitteet tarkemmin. Luvusta ilmenee kuinka murskattava moreeniaines kulkee prosessin läpi päätyen valmiiksi tuotteeksi eli murskeeksi.

Murskattava moreeniaines kaadetaan syöttimen päällä olevaan syöttösuppiloon, josta syötin annostelee moreeniainesta prosessin kiertoon. Syöttösuppilon päällä olevien rautakiskojen välimatka määrää sinne pääsevien kivien maksimikoon, koska vaunu ei pysty käsittelemään liian suuria kiviä. Ylisuuret kivet tippuvat vaunun sivulle. Moreeniaines kiertää vaunussa niin pitkään, että se on halutun kokoista mursketta. Kuvasta 2 selviää, kuinka murskattava aines liikkuu vaunussa, kunnes lopulta valmis murske tippuu purkuhihnan päästä kasaan, josta se lähtee asiakkaalle.



Kuva 2. Murskausvaunun toimilaitteet.

2.1 Syötin

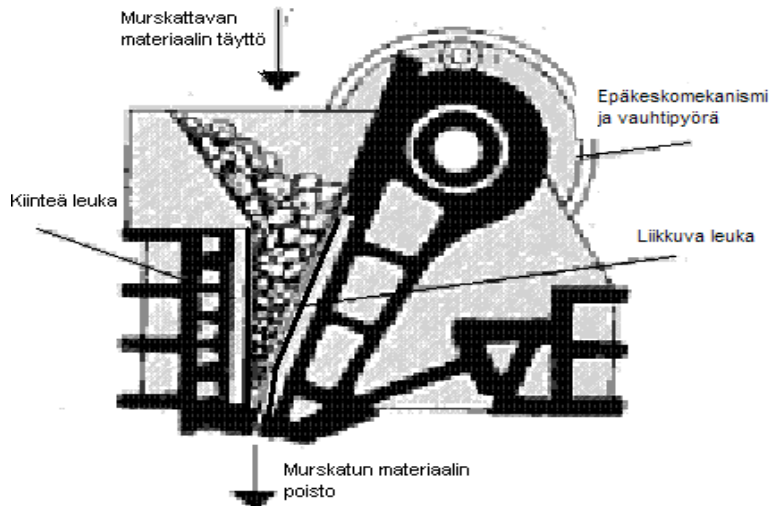
Syöttimen (kuva 2) voimanlähteenä on kaksi sähkömoottoria. Moottorit pyörittävät akselillaan olevia epäkeskopainoja, jotka saavat aikaan tärinää. Syötinrunko ja sen vastakaisilla puolilla olevat moottorit ovat yhtenäinen paketti, joka makaa 16 jousen varassa. Jousien tehtävä on erottaa voimakkaasti tärisevä syötin vaunun muusta rungosta. Oikein suunnattuina moottorit saavat aineksen liikkumaan haluttuun suuntaan, vaikka syöttimen pohja onkin vaakatasossa vaunun runkoon nähden.

Syöttimen käyntiä haluttiin valvoa, vaikka se onkin ensimmäinen toimilaite prosessissa. Valvonta kuitenkin oli tavoitteena, jotta syöttimen pysähtyminen nähtäisiin heti vaunun huomiovalosta. Syöttimen valvonta-automaatio on esitetty tarkemmin luvussa 4.3.3. Lisäksi huomiovalojen ohjauksesta kerrotaan tarkemmin luvussa 4.3.6. Syöttönopeuden piti olla käyttäjän säädettävissä manuaalisesti. Tämän lisäksi automatiikan piti pysäyttää syöttö, jos murskat tulvisivat. Syöttimen hidastuksesta kerrotaan tarkemmin luvussa 4.3.4.

2.2 Esimurska

Syöttimestä tuleva aines tippuu esimurskaan (kuva 2), jossa se hienontuessaan valuu alaspäin kuvassa 3 näkyvällä tavalla. Alaspäin kiilautuvan kammion toinen leuka on kiinteä ja toinen liikkuu epäkeskomekanismin avulla. Epäkesko mekanismi luo leukojen väliin puristavan sekä samalla alaspäin painavan voiman, jotka yhdessä murskaavat kiveä erittäin tehokkaasti. Esimurskan voimanlähteenä toimii sähkömoottori, joka pyörittää hihnojen välityksellä murskan vauhtipyörää.

Esimurskan käyntiä haluttiin valvoa, jotta automaatio osaisi pysäyttää syötön, kun esimurska sammuisi. Esimurskan valvonta-automaatio on esitetty tarkemmin luvussa 4.3.3. Murskassa olevan kiviaineksen korkeutta haluttiin valvoa, ettei murska täytyisi liikaa. Korkeusvahtien automaatio on esitetty tarkemmin luvussa 3.2.



Kuva 3. Esimurskan eli leukamurskaimen toimintaperiaate (Matala, 2011)

2.3 Kuljetinhihnat (1. hihna, 2. hihna ja purkuhihna)

Vaunussa on kolme kuljetinhihnaa (kuva 2), jotka siirtävät moreeniainesta paikasta toiseen. Ensimmäinen hihna on pisin ja se kuljettaa esimurskatun aineksen seulastolle. Toinen hihna kuljettaa jälkimurskatun aineksen ensimmäiselle hihnalle, josta se etenee taas seulastolle. Purkuhihna kuljettaa valmiin murskeen seulaston alta kasaan, josta se voidaan siirtää asiakkaalle tai varastoida isompaan varastokasaan. Hihnojen voimanlähteinä toimivat sähkömoottorit.

Hihnoilla esiintyy ongelmia yleensä talvella tai erittäin sateisina päivinä kesällä. Ongelmat johtuvat luistavasta vetotelasta. Kumipäällysteinen vetotela pyörittää hihnaa, eli kumi on kumia vasten. Lumi, jää ja jopa runsas vesi voivat aiheuttaa kitkan häviämisen tästä välistä. Vaikka vetotela pyörii, niin hihna ei välttämättä kuljeta ainesta eteenpäin vaan saa aikaan kasaantumista. Kitkan vähyteen eli telan luistamiseen vaikuttaa tietenkin myös vetotelan kumipäällysteen kuluneisuus.

Haluttiin siis järjestelmä, joka vahtii hihnojen pyörimistä. Jos havaittiin, ettei hihna pyöri, niin myös sille ainesta syöttävä laite haluttiin sammuksiin. Tällaisessa tapauksessa myös kyseisen hihnan vetotelan pyöriminen haluttiin saada sammuksiin, jottei telan kumipäällyste kuluisi käyttökelvottomaksi. Hihnojen pyörintävahtien automaatiota käsitellään tarkemmin luvussa 3.1.

2.4 Seulasto

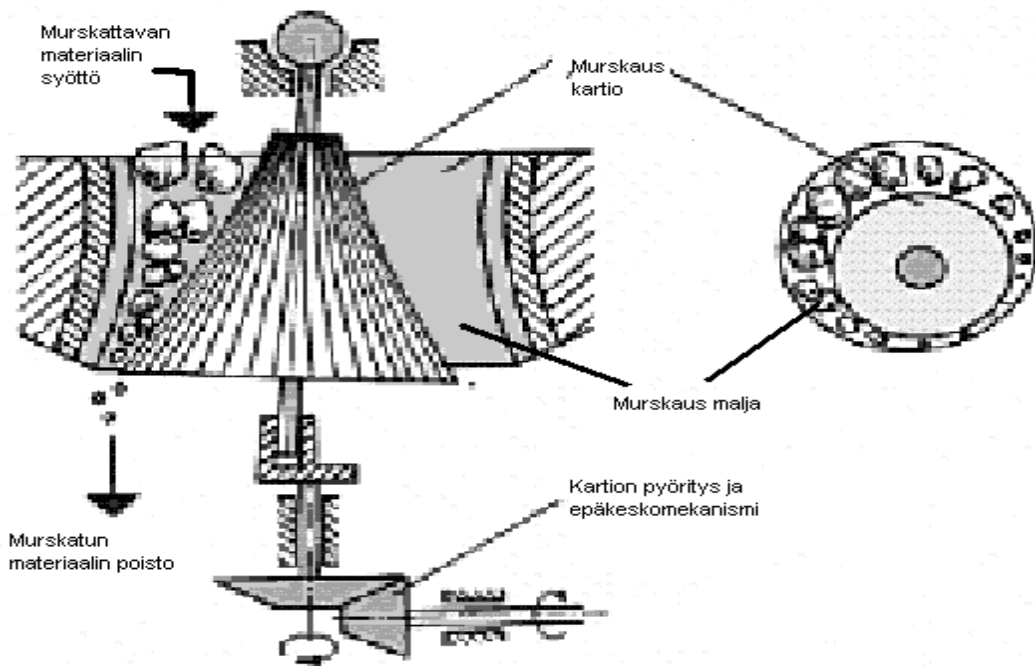
Seulasto (kuva 2) koostuu kahdesta eri verkkotasosta. Ylempi on isompi-erikoinen verkko, jossa erotellaan selkeästi isoimmat kivet suoraan jälkimurskaan. Alempi verkko on pienempi-erikoinen ja myös tämän verkon läpäisemättömät kivet erotellaan jälkimurskaan. Alempi verkko määrittelee myös tehtävän murskeen maksimikoon, koska alemmasta verkosta läpi menevä aines tippuu purkuhihnalle. Kahden verkkotason seulastolla saadaan isompi seulontapinta-ala, joka mahdollistaa suuremman seulontakapasiteetin yhden verkkotason seulastoon verrattuna.

Ensimmäinen hihna tiputtaa moreeniaineksen seulaston päälle, jossa erotellaan liian isot kivet pois valmiista murskeesta. Seulontaan vaadittavan tärinän saa aikaan kaksi sähkömoottoria, jotka toimivat samalla periaatteella kuin syöttimessä olevat. Seulaston käyntitilaa haluttiin valvoa, jotta automaatio osaisi pysäyttää tarvittavat toimilaitteet seulaston pysähtyessä. Seulaston valvonta-automaatiosta kerrotaan tarkemmin luvussa 4.3.3.

2.5 Jälkimurska

Jälkimurskaan (kuva 2) tippuu ainoastaan kiviä, koska hienoaines on erottunut jo aikaisemmin seulastolta purkuhihnalle. Kivet täyttävät murskausmaljan (kuva 4), jossa murskauskartio pyörii epäkeskoliikkeen avulla pitkän maljan reunaa. Tämä luo puristavan voiman vuoronperään joka puolelle maljaa. Murskautuessaan kivet tippuvat maljan ja kartion välistä toiselle hihnalle.

Jälkimurskan voimanlähteenä toimii sähkömoottori, jonka käyntitilaa haluttiin valvoa. Valvonta-automaatiosta kerrotaan tarkemmin luvussa 4.3.3. Murskan korkeudenvälvonta haluttiin samalla tavalla kuin esimurskassa. Korkeusvahtien automaatio on esitetty tarkemmin luvussa 3.2. Lisäksi tarvittiin jonkinlainen metallinilmaisoin tai poistin ennen jälkimurskaa. Yleisimpiä haitallisia metallinpalloja ovat esimerkiksi kaivurin kynnet. Kyseisen kynnen pääsy jälkimurskaimeen aiheuttaa yleensä pitkän työnseisauksen sekä kalliin remontin. Metallinilmaisuuksiin ja poistoon perehdytään tarkemmin luvussa 3.4.



Kuva 4. Jälkimurskan eli kartiomurskaimen toimintaperiaate (Matala, 2011)

2.6 Käyttöliittymä

Käyttöliittymästä haluttiin mahdollisimman yksinkertainen. Käyttöliittymä sijaitsee sähkökeskuksessa, joka näkyy kuvassa 1. Käyttöliittymään haluttiin nokkakytkimet, joilla ohjataan toimilaitteita. Haluttiin myös automaattisen pysähtymisen yhteydessä vikatilaa näyttävät valot. Syöttimen nopeuden säätöön toivottiin portaatonta säätörullaa. Lisäksi tarvittiin jonkinlainen manuaali- ja automaattitilat erottava kytkin. Käyttöliittymää käsitellään tarkemmin luvussa 6.2.

2.7 Tavoitteiden yhteenveto

Murskaimille haluttiin korkeudentasovahdit, jotka tarvittaessa pysäyttäisivät aineksen syöttämisen. Kaikkien toimilaitteiden tilaa haluttiin valvoa ja kontrolloida, jottei aineksen kasaantumista pääsisi tapahtumaan. Jälkimurskan turvaksi haluttiin metallinilmaisoin tai poistin. Käyttöliittymään haluttiin syöttimen nopeuden säätöön portaaton säätörulla, manuaali- ja automaattitilat erottava kytkin, toimilaitteiden ohjaukseen helppokäyttöiset nokkakytkimet sekä vikatilavalot.

3 Automaation suunnittelu ja toteutus

Luvussa tarkastellaan antureiden valintoja, perehdytään antureiden asennukseen ja niiden puhdistusjärjestelmään. Selvitetään myös, miksi päädyttiin metallinilmaisimen valintaan.

3.1 Kuljetinhihnojen automatisointi

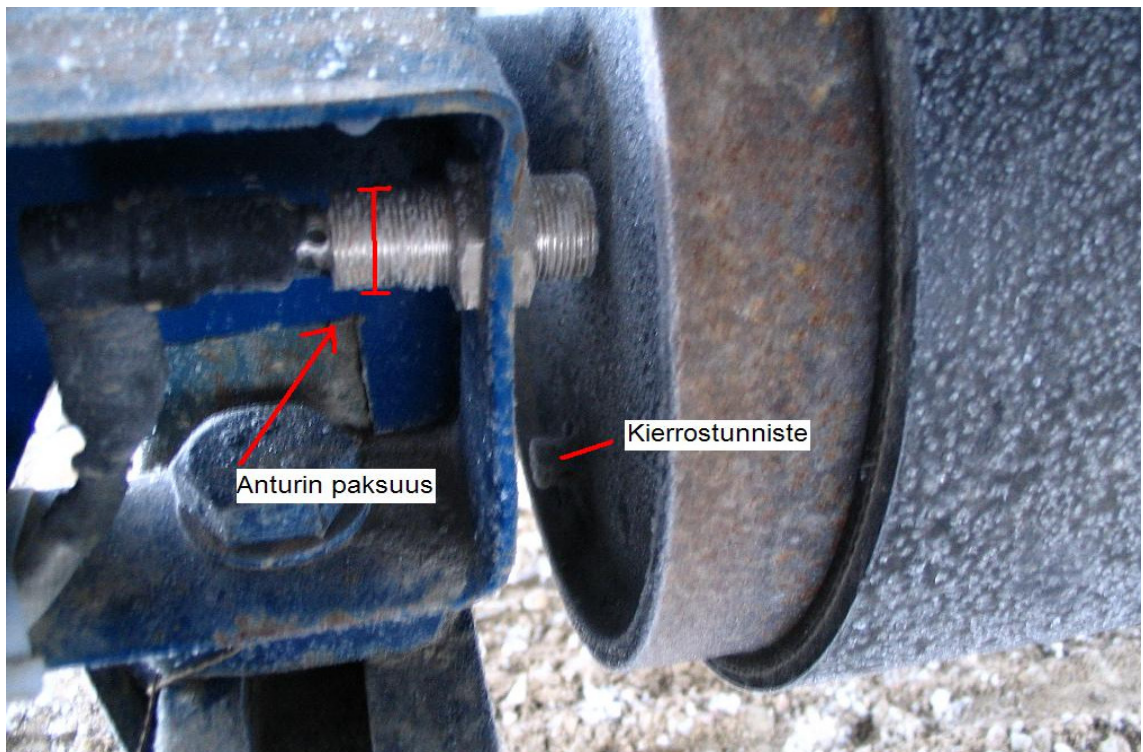
Hihnojen pyörintävahtia suunniteltaessa oli tärkeintä löytää valvottava kohta, joka liikkuu aina hihnan mukana. Vetotelaa ei voinut ajatella, koska juuri siellä oli varsinainen ongelma, johon haettiin automaatiolla ratkaisua. Ratkaisu löytyi kuljettimen toisesta päästä, jossa on taittotela. Taittotela pyörii vain silloin, kun hihnakin pyörii.

Taittotelalle asennettavaa pyörintävahtia etsittäessä huomattiin, että löytyy valmiita pyörintävahti-paketteja, joihin kuuluu induktiivinen anturi sekä elektroniikkaosa. Kyseinen paketti soveltuu hyvin pieniin kohteisiin, joissa ei tarvita muuta valvonta-automaatiota.

Ensimmäisenä tehtävänä oli etsiä tarkoitukseen sopivaa induktiivista anturia. Sylinterimalliseen päädyttiin, koska sen kiinnitys on kestävä ja sitä on helppo säätää. Katsottiin Omronin mallistosta eri tunnisteluetäisyyksillä olevaa mallia. Vaihtoehtoina oli 2 mm:n, 4 mm:n, 8 mm:n ja 15 mm:n tunnisteluetäisyydet $\pm 10\%$:n heitolla. Tunnisteluetäisyyden muuttuessa myös anturin paksuus (kuva 6) muuttui. Paksuudet kyseisiin malleihin olivat 8 mm, 12 mm, 18 mm ja 30 mm.

Toisessa vaiheessa suunniteltiin tunnisteluetäisyys mahdollisimman suureksi, koska ajan kuluessa kierrostunnisteen (kuva 6) ja anturin välimatka voi vähän muuttua. Antureiksi valittiin Omronin E2A-M18KS08-M1-B2 (Liite 3), joiden tunnisteluetäisyys 8 mm oli kompromissi sille, ettei anturin paksuus olisi liian suuri ajatellen asennustilaa ja tärisevää massaa. Tosin kuljettimien tärinä on melko heikkoa, joten tuo 30 mm:n paksuinen anturi olisi ollut mahdollinen jos asennustilaa olisi ollut enemmän.

Anturin ollessa kuljettimen alapäässä on mahdollista, että kuljettimelta voi pudota kivi anturille. Antureiden kiinnike- ja suojakoteloksi tehtiin yksinkertainen metallilaatikko, jonka yksi sivu on auki. Laatikko suojaa erityisesti anturin ja johdon liitoskohtaa. Laatikko on kiinnitetty taittorullan laakerin kiinnikepulttiin, jolloin hihnaa kiristettäessä myös anturi seuraa mukana oikealla kohdalla. Tosin laatikko voi kääntyä vähän sivuun laakerin pulttia avattaessa, joten anturi täytyy kohdistaa oikealle kohdalleen aina hihnan kiristyksen yhteydessä.



Kuva 6. Pyörintävahtina käytettävän induktiivisen anturin asennustapa.

3.2 Murskainten korkeusvahtien automatisointi

Murskainten tason valvonta haluttiin, ettei pääsisi tapahtumaan ylitäyttymistä. Ilman korkeusvalvontaa käyttäjä joutuisi hidastamaan syöttimen nopeutta manuaalisesti, mutta nyt automaatio huolehtii siitä. Automaattisen valvonnan ansiosta käyttäjä pystyy keskittymään paremmin muihin työvaiheisiin.

Korkeusvahtien valinnassa päädyttiin Omronin malliin. Lähetin-vastaanotin E3F2-7B4-M1-M-tyyppisellä (Liite 4) valokennolla saavutettiin valvonta tarpeeksi suurelta alueelta, koska valvontalinja kulkee murskaimen läpi laidasta toiseen kattaen näin mahdollisimman suuren osan murskaimesta. Tämän lisäksi anturit (kuva 7) pystyttiin asentamaan hyvin suojaisiin paikkoihin.

Vaihtoehtona olisi ollut kohteesta heijastava anturi, joka mittaisi välimatkan itsensä ja kohteen väliltä. Tätä vaihtoehtoa käytetään myös yleisesti kyseisissä kohteissa. Tällaisen pitkäkestoiseen toimintaan ei uskottu, koska se olisi jouduttu asentamaan niin, että se osoittaa murskaimeen sen yläpuolelta tai vähintään yläviistosta, jotta sen toiminta olisi tarkoituksenmukainen. Tällainen asennuspaikka altistaa anturin murskaimesta ylöspäin lenteleville kiville. Kokemuksesta tiedettiin, että kivi voi saavuttaa anturille vahingollisen nopeuden. Kyseinen asennuspaikka on vaikea suojata, koska esimerkiksi jälkimurskasta voi lentää hyvin pieniäkin kivensiruja. Tällaisessa tapauksessa olisi mahdollista tehdä anturille suojakotelo, jossa olisi alaspäin pieni reikä mittaussäteelle. Reiän pitäisi olla niin pieni, etteivät kivensirut pääsisi lentämään siitä anturiin. Tämä rajoittaisi todennäköisesti anturin katselukulmia niin, ettei olisi saavutettu riittävän laajaa valvonta-aluetta.

Aikaisemmin on nähty vastaavanlaisia lähetin-vastaanotin ratkaisuja murskaimissa, joissa valokennot on asennettu kokonaan muovikoteloiden sisään. Kotelomateriaalina muovi ei kuitenkaan toimi pitkällä tähtäimellä, koska se on suhteellisen helposti särkyvää. Pieni isku koteloon voi riittää halkaisemaan anturin kiinnikkeen tai voi saada anturin kääntymään vähän sivuun valvontalinjalta.

Sähköasennuksia ajatellen yleisin haittatekijä murskainvaunuissa ovat kivet, jotka väärin paikkoihin joutuessaan tekevät helposti tuhoa. Tämän takia valokennot asennettiin ylhäältä sekä sivuilta suojaaviin koteloihin (kuva 7), joissa niiden tarkistaminen ja säätäminen olisi mahdollisimman helppoa. Lisäksi kotelot suojaavat iskuilta vahvan rakenteensa ansiosta. Suojakoteloiden ei ole tasojia, jonne pöly pystyisi ajan kuluessa kerääntymään ja peittämään anturin. Valvontalinjan peittämisen lisäksi kasaantunut pöly imee kosteutta itseensä, mikä voi aiheuttaa toimintavikoja antureiden liittimissä.



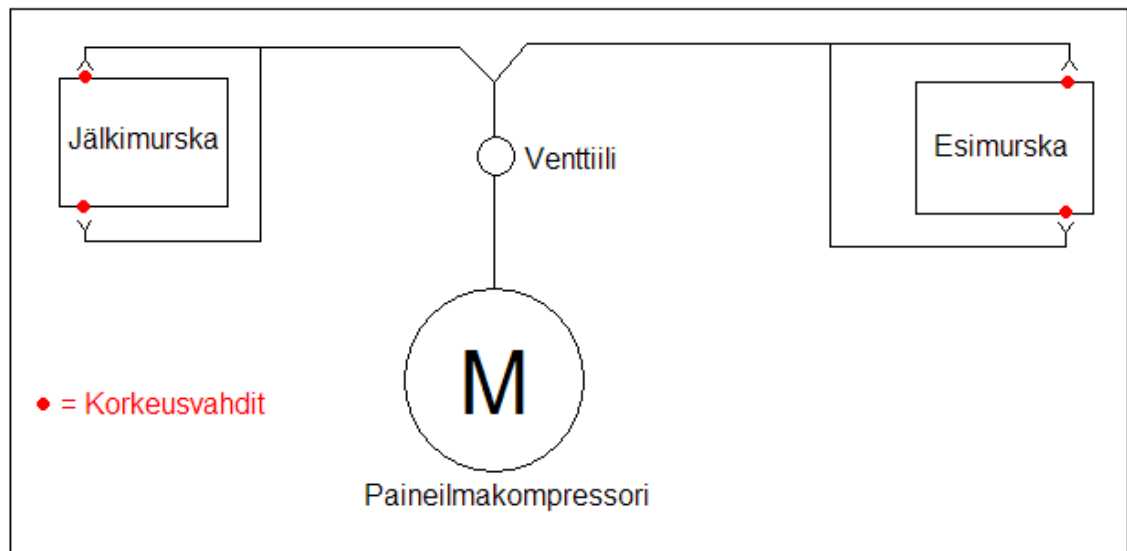
Kuva 7. Korkeusvahdit asennettuna jälkimurskaan. Asennustapa on samanlainen myös esimurskassa. Lisäksi kuvassa näkyvät antureiden puhdistusjärjestelmän suuttimet.

3.3 Murskainten korkeusvahtien puhdistusjärjestelmä

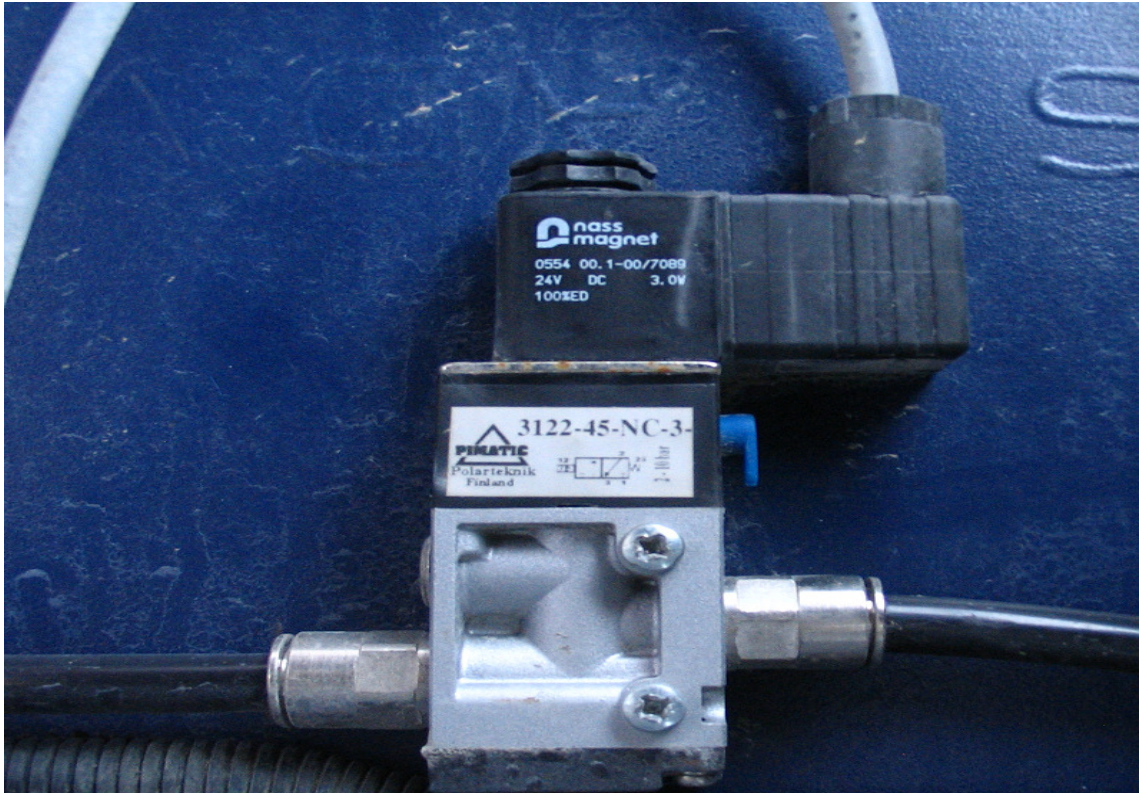
Kiviä murskatessa syntyy pölyä. Pöly haittaa valokennojen säteen kulkua, jos sitä kertyy tarpeeksi anturin pintaan. Ajatuksena oli puhdistaa anturin pinta automaattisesti paineilmailla. Seuraavaksi käydään läpi korkeusvahteina käytettävien antureiden pölynpoistojärjestelmä (kuva 8).

Paineilmaa saadaan vaunussa olevasta kompressorista, jonka käyttöpaine on säädetty viiteen baariin. Paineilmaa ohjataan sähköohjatulla venttiilillä (kuva 9), joka logiikalta saamallaan virtaviestillä päästää ilmaa läpi antureille. Venttiili on logiikalla ajastettu antamaan viiden minuutin välein kahden sekunnin puhallus.

Anturin lähelle on tehty kaksi suutinta (kuva 7), joista toinen puhaltaa anturin pintaan poistaen siihen kertyneen pölyn ja toinen puhaltaa murskaimen seinässä olevan reiän puhtaaksi. Murskaimen seinässä olevaan reikään, josta valvontasäde kulkee, voi juuttua myös pieniä kiviä, jotka yleensä lähtevät puhalluksen voimasta irti.



Kuva 8. Murskainten korkeusvahtien puhdistusjärjestelmän paineilmakaavio



Kuva 9. Paineilman ohjausventtiili

3.4 Metallinilmaisoin jälkimurskan turvaksi

Jälkimurskaan ei saanut päästä metallia. Yhtenä vaihtoehtona oli metallinilmaisoin (kuva 11), joka hälyttää, kun se havaitsee metallia. Hälytys voidaan esimerkiksi kytkeä pysäyttämään kuljetin, jolta metalli havaitaan. Toisena vaihtoehtona olisi ollut magneettierotin (kuva 10). Magneettierotin on magneettinen kuljetinhihna, joka vetää metallia itseensä ja kuljettaa sen sivuun. Kuljettimen toisessa päässä metalli irtoaa, koska pää ei ole magneettinen. Se asennetaan esimerkiksi kuljetinhihnan, jolta metalli halutaan poistaa, päälle poikittain. Magneettierotinta käytetään hyvin yleisesti ainakin kierrätysmurskaimissa.

Tässä tapauksessa kuitenkin päädyttiin hankkimaan metallinilmaisoin sen pienemmän tilantarpeen takia ja että se tunnistaa metallinpalaset myös kuljetettavan aineksen alta. Lisäksi se on käyttövarmempi, koska siinä ei ole liikkuvia osia. Magneettierotin olisi taas vienyt liikaa tilaa, minkä lisäksi se ei välttämättä jaksaisi nostaa isoa metallinpalaa kuljetettavan aineksen alta, eikä tällaista riskiä haluttu ottaa.



Kuva 10. Metallia erotteleva magneettierotin (Enrec)



Kuva 11. Ensimmäisellä kuljetinhihnalla oleva metallinilmaisin asennettuna.

3.5 Antureiden ja metallinilmaisimen yhteenveto

Kuljettimien pyörintävahdeiksi valittiin induktiiviset anturit, jotka asennettiin valvoamaan taitteloja. Antureiden tunnisteluetaisyydet haluttiin mahdollisimman suuriksi, koska kierrostunnisteen ja taittotelan välimatka voi muuttua. Antureiden suojaksi tehtiin metallilaatikot, jotka ovat kiinni taittelojen laakereiden pulteissa. Kuljetinhihnoja ki-ristettäessä anturit täytyy kohdistaa uudelleen oikealle kohdalle.

Murskainten korkeudentasovahdeiksi valittiin lähetin-vastaanotin tyyppiset valokennot, jotka estävät murskainten ylitäytymisen hidastamalla syöttimen nopeutta. Antureille tehtiin lisäksi pölynpoistojärjestelmä, joka puhaltaa paineilmalla anturit ja säteenkulku-reiät puhtaiksi.

Jälkimurskan turvaksi asennettiin metallinilmaisim, joka valvoo ensimmäisellä kuljetinhihnalla kulkevaa moreeniainesta. Metallinilmaisimeen päädyttiin pienemmän tilantarpeen ja varmempitoimisuuden takia.

4 Logiikkaohjelman suunnittelu ja toteutus

Luvussa käydään läpi logiikkaohjelma sekä logiikan valinta. Lisäksi perehdytään ohjaukseen, joka ei ole riippuvainen logiikan toiminnasta.

4.1 Käytön riippumattomuus logiikasta

Toimeksiantajan ensisijainen vaatimus oli pystyä murskaamaan tilanteessa, jossa jokin automaation osa olisi rikki. Tästä alettiin kehittää systeemiä, jossa manuaali- ja automaattitilojen ohjauspiirit erotetaan toisistaan. Automaattitilan ohjauspiirissä ovat logiikalla ohjattavat koskettimet, kun taas manuaalitulassa niitä ei ole. Murskaimen toimilaitteet käynnistetään aina manuaalitulassa päällä ollessa, jolloin logiikalla ohjattavat koskettimet eivät rajoita ohjausta. Kun kaikki laitteet pyörivät niin voidaan kääntää automaattitila päälle, jolloin logiikka valvoo toimintaa. Manuaali- ja automaattitila-kytkimessä on juontokoskettimet, jotka varmistavat ettei ohjauspiiri katkea kytkintä käännettäessä.

4.2 Logiikan valinta

Ohjelmoitava logiikka on tietokone, jolla pystytään korvaamaan jopa tuhansia releitä ja ajastimia. Logiikan sisällä on ohjelma, jossa käsitellään ja muokataan logiikan kymmeniä tai jopa satoja tuloja ja lähtöjä. Yksinkertaistettuna se on erittäin monipuolinen ohjelmoitava rele.

Vaihtoehtoina logiikan valmistajaksi olivat Omron ja Siemens yksinkertaisesti siksi, että vain näiden valmistajien tuotteista oli aikaisempaa kokemusta. Kummaltakin valmistajalta tiedusteltiin vaihtoehtoisia logiikkapaketteja. Vastauksena saamiemme vaihtoehtoisten tarjousten vertailu osoittautui hankalaksi, joten päätettiin pyytää kokeneemman henkilön mielipidettä.

Tässä vaiheessa otettiin yhteyttä samalla paikkakunnalla toimivaan AMT Systems Oy:nimiseen yritykseen, koska kyseinen yritys suunnittelee ja toteuttaa automaatioon pohjautuvia järjestelmiä. Kyseisen yrityksen toimitusjohtajan kanssa on oltu tekemisissä aikaisemminkin murskausvaunua rakennettaessa, mutta ei automaation osalta. Ehdotettiin hänelle saatuja logiikkapaketteja ja tässä yhteydessä hän ehdotti Omronin CPM2A-30CDR-A –logiikkaa (kuva 5). (Turunen 2010) Koska kyseinen logiikka oli riittävä projektia ajatellen, päätettiin ottaa se.

Kyseisessä logiikassa oli tosin vain 18 tuloa ja 12 lähtöä, mutta koko projektissa tarvittiin 13 tuloa ja 20 lähtöä. Tulot olisivat riittäneet, mutta lähtöjen puutteen takia jouduttiin hankkimaan ylimääräinen tuloja ja lähtöjä sisältävä yksikkö. Omronilla oli kyseiseen malliin saatavilla lisäyksikkö malliltaan CP1W-40EDT1.



Kuva 5. Automaation sydän eli ohjelmoitava logiikka

4.3 Logiikkaohjelma

Kaikkien vaunussa olevien antureiden sekä taajuusmuuntimilta tulevien tilatietojen toimintatavoiksi haluttiin normally closed (NC). Valinnalle oli perusteltu syy, koska kyseisissä vaunuissa on melko yleistä, että kivi tai vastaava voi katkaista antureiden johtoja. Johtojen katkeamisia on tietenkin pyritty ennaltaehkäisemään valitsemalla johdotuksille mahdollisimman suojaisia kulkuväyliä.

Jos esimerkiksi korkeusrajoina murskaimissa toimivien valokennojen toimintatavaksi olisi valittu normally open (NO) ja johto olisi mennyt poikki, niin logiikka ei olisi saanut korkeuden ylittyessä viestiä. Kun viestiä ei tulisi, logiikka luulisi kaiken olevan kunnossa ja tämän seurauksena murskaimen taso nousisi liian ylös. Nyt logiikka huomioi johdon katkeamisen vikaviestiksi, joka on helppo käyttäjän huomata.

4.3.1 Tulot ja lähdöt

Liitteessä 1 sivulla 1 esitellään logiikkaohjelman käyttämät tulot ja lähdöt. Tuloihin kuuluvat hihnojen pyörintävahteina käytettävät induktiiviset anturit, murskainten korkeusvahteina käytettävät valokennot, muiden toimilaitteiden taajuusmuuntimilta saadut tilatiedot, manuaali- ja automaattitila-kytkimen tiedot, sekä metallinilmaisimen vika ja päällä tiedot.

Lähtöihin kuuluvat toimilaitteiden ohjaukset, sekä niiden vikatiedot. Lisäksi on syöttimen hidastustieto, metallinilmaisimen vikatieto, antureiden paineilmapuhdistuspulssi, sekä huomiovalojen ohjaukset.

4.3.2 Kuljetinhihnojen pyörintävahtien ohjaus

Ensimmäiseksi logiikkaohjelmaan tehtiin kuljetinhihnojen pyörintävahteille elektronikkaosan korvaava toiminta. Kun induktiivisen anturin ohi kulkee metallia, joka on tässä tapauksessa kierrostunniste (kuva 6), niin käynnistyy tilatietoajastin, joka on kuljettimesta riippuen TIM 008 - 010 (liite 1 s.2, kohdat 3-5). Ellei ajastin saa uutta signaalia kierrostunnisteesta yhden sekunnin kuluessa, niin logiikka sammuttaa tarvittavat toimilaitteet.

Pyörintävahtien toiminnalle tehtiin varmistus (liite 1 s.2, kohdat 0-2), jolla otetaan huomioon kierrostunnisteen pysähtyminen juuri anturin kohtaan. Ilman varmistusta kyseisessä tapauksessa TIM 008 – 010 ajastimet resetoituvat, mutta eivät lähde laskemaan aikaa. Tällöin logiikka ei saa tietoa vikatilasta. Mutta nyt varmistuksessa kierrostunnisteen pysähtyessä anturin kohtaan, käynnistyy 0,5 sekunnin ajastin, joka nollautuessaan käynnistää varsinaisen tilatietoajastimen (TIM 008 – 010).

Liitteessä 1 sivulla 2 on kuvattu huomiota herättävä poikkeus, kun kohdissa 3-5 toka-hihna_vahti on invertoitu ja ekahihna sekä purkuhihna eivät ole. Tämä poikkeus johtuu siitä, että koeajotilanteessa toisella hihnalla olevan anturin ja kierrostunnistimen väliin pääsi putoamaan kivi, joka vei osan anturista mennessään. Onneksi anturin tilalle löydettiin nopeasti uusi, tosin sillä puutteella, ettei anturissa ollut NC-toimintoa ollenkaan. Ohjelma jouduttiin muokkaamaan NO-toiminnolle vastaavaksi.

Tämän jälkeen on pidetty aina mukana yhtä uutta anturia. Lisäksi nyt jälkeinpäin ajateltuna kuljettimien pyörintävahteina olevien antureiden toimintatavaksi kävisi yhtä hyvin NO kuin NC:kin. Pyörintävahtien toiminta perustuu tasavälein saataviin pulsseihin, joten ei ole merkitystä onko pulssi NO vai NC. Ilman pulssia logiikka luulee hihnan pysähtyneen.

4.3.3 Toimilaitteiden ohjaukset

Jokaisen toimilaitteen ohjaukseen vaikuttaa sen edellä prosessissa olevan toimilaitteen tila (liite 1 s.3). Esimerkiksi syöttimen ohjaukseen vaikuttavat kaikki muut toimilaitteet, kun taas purkuhihnan ohjaukseen vaikuttaa vain hihnan oma pyörintävahti, koska se on prosessin viimeinen toimilaite. Poikkeuksena ovat murskaimet, jotka eivät saa pysähtyä täynnä ollessaan. Murskainten alle on jätetty tarpeeksi suuri tila, johon murskain pystyy itsensä tyhjentämään, jos alla oleva hihna pysähtyy. Murskainten ohjausta rajoittaa vain niiden oma laitevika. Murskain saa logiikalta pysähtymiskäskyn, kun murskain on jo pysähtynyt. Lähinnä tämä on siis vain varmistus, että ohjauspiiri katkeaa murskaimen pysähtyessä esimerkiksi ylikuormituksen takia.

4.3.4 Korkeusvahtien vaikutus syöttimen hidastukseen

Murskaimissa olevien valokennojen vaikutusta syöttimen hidastukseen on paranneltu kompensoimalla lentelevien kivien ja pölyn vaikutusta. Jälkimurskassa viive on kolme sekuntia ja esimurskassa 10 sekuntia (liite 1 s.3). Aikaerot johtuvat valokennojen valvontakohdista sekä murskattavan kiven koosta. Esimurskassa maksimissaan 35 senttimetriä halkaisijaltaan oleva kivi murskaantuu hitaammin kuin jälkimurskassa noin 10 senttimetriä halkaisijaltaan oleva kivi. Viiveitä voitaisiin vielä hienosäätää, mutta ne ovat kyllä osoittautuneet käytössä hyvin toimiviksi.

Jos TIM 001 tai TIM 002 (liite 1 s.3) ehtii käydä loppuun, niin logiikka antaa taajuusmuuntimen tuloon S5 (Liite 2) virtaviestin ja muunnin laskee syöttimen taajuuden 30 hertsiin. Tämä riittää pysäyttämään aineksen syöttämisen. 30 hertsiä on haettu kokeilemalla eri taajuuksia. Tästä hitaampi taajuus saa syöttimen kirjaimellisesti hyppimään, koska moottoreiden epäkeskopainojen hitaampi pyöriminen saa aikaan syöttimen suuremman liikkeen. Nostettaessa taajuutta yli 30 hertsin, alkaa aines taas liikkua.

4.3.5 Toimilaitteiden vikavalojen ohjaukset

Toimilaitteille asennettiin jokaiselle oma vikavalonsa, jotta automaattisen pysähtymisen yhteydessä nähtäisiin mistä vikaa lähdetäisiin etsimään. Vikavalot toimivat ainoastaan manuaali- ja automaattitila-kytkimen ollessa automaattitilassa, koska manuaalitulassa laitteita voidaan ajaa vuorotellen osan ollessa pysähdyksissä. Tällöin logiikka luulisi pysähtyneen laitteen olevan vikatilassa.

Vianmääritys perustuu toimintaan (liite 1 s.4), jossa ensimmäinen pysähtyminen havaitaan ja muut suljetaan pois. Alkutilanteessa kaikki toimilaitteet pyörivät, kunnes joku pysähtyy. Tämä pysähtyminen saa aikaan muitakin pysäytyksiä, riippuen toimilaitteesta. Ensimmäisenä pysähtyneen laitteen vikatila laitetaan päälle, jolloin muiden laitteiden valvontapiirit estetään. Näin saadaan vain yksi valo syttymään, vaikka monta toimilaitetta onkin yhtä aikaa pysähdyksissä.

KEEP-lohkolla vika pysyy päällä, kunnes se resetoituu toimilaitteen lähtiessä taas pyörimään. Vianmäärityspiirissä tarvittiin apumuuttujia, jotta saataisiin toimimaan vikavalojen näyttö vain automaattitilassa, vaikka kytkintä käytettäisiin välillä manuaaltilassa.

4.3.6 Huomiovalojen ohjaukset

Murskainvaunussa on kolme-osainen huomiovalotorni, jossa on vihreä, keltainen ja punainen valo (liite 1 s.5). Vihreä palaa, kun automaattitila on päällä ja kaikki toimilaitteet pyörivät. Keltainen valo on vilkkuva, jotta se herättäisi hyvin huomiota. Se vilkkuu, jos manuaalitila on jäänyt päälle ja kaikki laitteet pyörivät. Se varoittaa tilasta, jossa automaatio ei valvo vaunua. Lisäksi keltaiseen valoon on kytketty myös metallinilmäsimen virrattomuustilan huomiointi. Punainen valo palaa, jos jokin vika on päällä.

4.3.7 korkeusvahtien puhdistusjärjestelmän ohjaus

Puhdistusjärjestelmän toiminta (liite 1 s.6) on tehty alkamaan, kun automaattitila kytketään päälle. Se käynnistää ajastimen, joka määrittää paineettoman ajan. Tässä tapauksessa paineeton aika on viisi minuuttia. Kun aika on käynyt loppuun, asettaa se paineellisen tilan päälle. Tätä kestää kaksi sekuntia, jonka jälkeen paineeton tila kytkeytyy takaisin. Tätä kiertoa jatkuu niin pitkään, kunnes manuaalitila kytketään päälle.

4.4 Logiikkaohjelman yhteenveto

Toimeksiantajan toiveesta johtuen tehtiin erilliset manuaalitila- ja automaattitilaohjauspiirit. Automaattitilassa valvonnan hoitaa ohjelmoitava logiikka, johon hankittiin tuloja ja lähtöjä sisältävä lisäyksikkö. Projektissa tuloja oli 13 ja lähtöjä 20. Antureiden toimintatavoiksi valittiin NC, jolloin johdon katkeaminen tulkitaan vikatilaksi.

Kuljetinhihnojen pyörintävahtien logiikkaohjelmassa antureilta tulevien pulssitietojen väliä valvotaan ajastimilla. Liian pitkät pulssienvälit tulkitaan kuljettimien pysähtymiseksi. Myös mahdolliset jatkuvat tulojen päällä olot tulkitaan vikatiloiksi.

Toimilaitteiden päällä oloa valvotaan ja kontrolloidaan. Toimilaitteen pysähtyessä sitä ennen prosessissa olevat toimilaitteet sammuvat, poikkeuksena murskaimet.

Murskainten korkeusvahtien valvontalinjojen läpi kulkee kiviä. Tarvittiin ajastus, ettei syöttimen hidastus kytkeydy päälle jokaisesta valvontalinjan katkeamisesta. Ainoastaan pidempiaikainen katkeaminen aiheuttaa hidastuksen.

Vikavalojen ohjaukset toimivat periaatteella, jossa ensimmäinen pysähtyminen havaitaan ja muut suljetaan pois. Vikavalot toimivat vain automaattitilassa. Vikavalojen lisäksi vaunussa on huomiovalotorni, jossa on kolme valoa. Murskatessa vihreävalo palaa, kun kaikki on kunnossa.

Antureiden puhdistusjärjestelmän ohjaus toteutettiin ajastimilla. Logiikka antaa paineilmaa ohjaavalle venttiilille viiden minuutin välein kahden sekunnin ohjauspulssin. Järjestelmä toimii vain automaattitilassa.

5 Testaus

Kappaleessa käydään läpi testausmenetelmät. Testaus aloitettiin, kun kaikki kytkennät oli saatu valmiiksi. Ensimmäisenä tarkistettiin, että sähkökeskukseen tuli virta oikein. Kun taajuusmuuntimille oli saatu virtaa, aloitettiin niiden ohjelmointi sähköalanammattilaisen opastuksella. Ohjelmoinnin jälkeen pystyttiin aloittamaan vaunun testaus. Testaustuloksia käsitellään luvussa 6 tarkemmin.

5.1 Yleisen toiminnan testaus

Ensimmäiseksi käynnistettiin kaikki toimilaitteet vuorotellen manuaalitulassa. Tarkastettiin, että jokainen moottori pyöri oikeinpäin. Seurattiin, että kuljetinhihnat pyörivät oikeilla kohdillaan säätämällä taitto- ja vetoteloja. Murskainten vetohihnojen kireydet tarkistettiin ja säädettiin.

Moottoreiden pyörintänopeudet säädettiin kohdilleen muuttamalla taajuutta. Normaali 50 hertsiä oli toimiva vain jälkimurskassa ja ensimmäisellä hihnalla. Kaikkien muiden toimilaitteiden nopeuksia jouduttiin muuttamaan.

5.2 Automaation testaus

Automaation testaus aloitettiin käynnistämällä kaikki toimilaitteet. Laitteiden pyöriessä seurattiin logiikan lähtöjä ja tarkastettiin ovatko kaikki ohjaavat lähdöt päällä. Kuljetinhihnojen pyörintävahdeista osa oli liian kaukana kierrostunnisteesta, joten niitä jouduttiin säätämään. Lopulta kaikki lähdöt saatiin päälle, jolloin pystyttiin kokeilemaan automaattitilaa. Automaattitilan kääntäminen päälle onnistui, kun mikään laitteista ei sammunut. Todettiin, että ainakin automaattitilan puolella on ehjä ohjauspiiri.

5.2.1 Kuljetinhihnojen pyörintävahtien testaus

Testaus aloitettiin, kun toimilaitteet pyörivät ja automaattitila oli päällä. Jokaisen kuljetinhihnan pyörintävahdit testattiin erikseen. Hihna kerrallaan asetettiin metallilevyn pala anturin ja kierrostunnisteen väliin, jolloin pulssia ei enää tullut logiikalle. Jokaisen hihnan kohdalla testaus onnistui, logiikka luuli hihnan sammuneen ja sammutti tarvittavat toimilaitteet.

5.2.2 Murskainten korkeusvahtien testaus

Korkeusantureiden testaus suoritettiin, kun syötin oli käynnissä. Lähettimen ja vastaanottimen välisen valonsäteen kulku estettiin, jolla matkittiin murskassa olevan kiviaineksen tason nousua liian ylös. Asetetun ajan kuluttua syöttimen pyörintänopeus hiljensi asetettuun arvoon. Testaus suoritettiin onnistuneesti kummallekin murskalle erikseen.

5.2.3 Toimilaitteiden ohjauksen testaus

Korkeusvahtien ja pyörintävahtien testauksen jälkeen aloitettiin kokonaisvaltainen testaus. Kaikki toimilaitteet käynnistettiin ja automaattitila asetettiin päälle. Vuorotellen sammutettiin joku toimilaite ja katsottiin sammuttaako automaatio tarvittavat laitteet. Tässä vaiheessa ei havaittu ongelmia, vaan kaikki toimi kuten oli suunniteltu.

5.2.4 Metallinilmaisimen testaus

Viimeiseksi testattiin metallinilmaisinta. Se oli säädetty tehtaalla havaitsemaan noin kaksi senttimetriä halkaisijaltaan olevat metallinpalaset. Laitettiin erikokoisia metallinpaloja kulkemaan ensimmäistä hihnaa pitkin, jossa metallinilmaisimien sijaitsevat. Testauksen perusteella asetukset olivat lähes kohdallaan. Testauksen edetessä jouduttiin tosin ilmaisimen herkkyyttä vähän hienosäätämään.

6 Tulokset

Kappaleessa käsitellään automaation ja testauksen tuloksia. Käydään läpi käyttöliittymän sekä antureiden toimivuus ja epäkohdat.

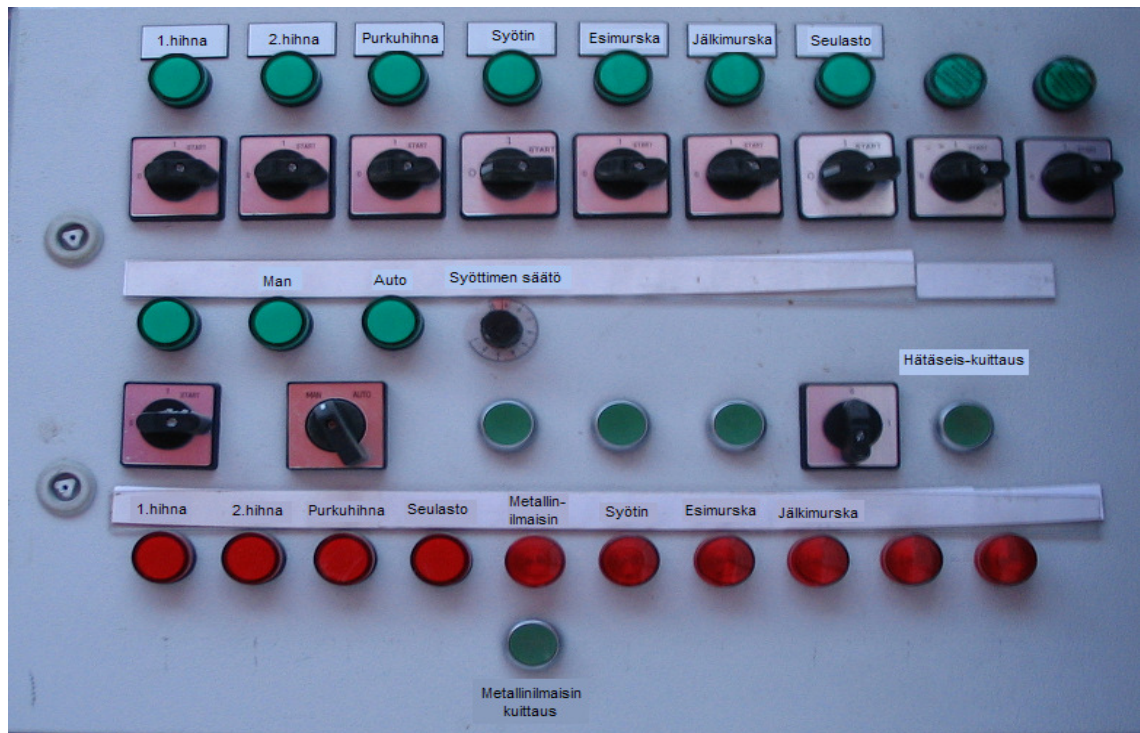
6.1 Yleisiä huomioita

Automaation ansiosta välttyään ylimääräiseltä työltä, koska aineksen kasaantumista ei enää pääse tapahtumaan. Lisäksi koneiden vaurioitumisriski on pienentynyt huomattavasti.

Antureiden johdotus onnistui, eikä logiikan asennuksessakaan suurempia ongelmia ilmennyt. Logiikkaohjelman testauksen yhteydessä havaittiin muutamia vikavalojen toimintavikoja, jotka saatiin lopulta toimimaan oikein. Muita ohjelmallisia vikoja ei havaittu, lukuun ottamatta pieniä ajastimien tulevia aikamuutoksia.

6.2 Murskaimen käyttöliittymä

Käyttöliittymästä tuli selkeä ja helppokäyttöinen. Toimilaitteita voidaan käynnistää ja sammuttaa nokkakytkimistä halutussa järjestyksessä, kun manuaalitila on valittuna. Kun laitteet on saatu käyntiin ja halutaan aloittaa murskaus, niin automaattitilan valinta päälle riittää. Tämän jälkeen vaunun toimilaitteiden valvonta on automaation varassa. Automaation sammuttaessa toimilaitteita, käyttäjä näkee vikavalosta, mistä aloittaa vian etsintä. Vikavalojen ja toimilaitteiden ohjaukset löytyvät liitteestä 1 sivuilta 3 ja 4.



Kuva 6. Käyttöliittymä

6.3 Kuljettimien pyörintävahdit

Pyörintävahdit toimivat lähes halutulla tavalla. Automaatio on tosin pysäyttänyt muutamana kerran toimilaitteita pyörintävahdtien haamuvikojen takia. Tämä saattaa johtua liian lyhyestä ajastimen ajasta, jolloin kierrostunniste ei ehdi ohittaa anturia kahta kertaa asetetussa ajassa. Todennäköisesti välillä anturi ei jostain syystä saa signaalia ja logiikka luulee hihnan pysähtyneen. Tätä tosin ilmeni koeajoviikkojen aikana vain noin pari kertaa viikossa, joten tähän ei vielä puututtu. Tulevana keväänä on tarkoitus testata vahdtien toimintaa muuttamalla ajastimien aikoja. Tähän liittyvä logiikkaohjelma löytyy liitteestä 1 sivulta 2.

6.4 Murskainten korkeusvahdit

Korkeusvahteina käytettävät valokennot toimivat pieniä muutoksia lukuun ottamatta hyvin. Varsinkin jälkimurskaimen kolmen sekunnin viivästys osui kohdalleen. Logiikan tuloa seuraamalla huomattiin miten anturin valvontalinjan läpi lentelevät kivet aiheuttavat tuloviestin katkeamista koko ajan. Syötin ei kuitenkaan hidastu, koska säde katkeaa arviolta korkeintaan sekunniksi kerrallaan.

Esimurskan 10 sekuntia on toimiva, koska valvontalinjan läpi kulkevat lähes kaikki murskaan menevät kivet. Jopa 35 senttimetriä halkaisijaltaan olevat kivet saattavat olla paikallaan useita sekunteja, koska leuat eivät saa välttämättä kunnan otetta kivistä. Ison kiven murskaaminen vie oman aikansa ja joskus kivi ei lähde murskautumaan ennen kuin sen päälle tippuu toinen kivi, jonka lisäpaino auttaa leukoja saamaan otteen kivistä. Näihin liittyvä logiikkaohjelma löytyy liitteestä 1 sivulta 3.

Ainut tähän mennessä huomattu epäkohta on anturin kulmaliittimen pyöriminen auki murskattaessa. Liittimen metallinen kierre ei pysy kiinni, koska murskattaessa tulevat iskut aukaisevat liittimen, jolloin se irtoaa anturista. Pikakorjauksena kiinnitettiin liitin kiristinhihnalla. Nyt jälkeinpäin mietittäessä olisi ehkä kannattanut laittaa korkeusantureiden metallisten kulmaliittinten sijaan muoviset.

6.5 Korkeusvahtien puhdistusjärjestelmä

Antureiden pinnat ovat puhdistuneet hyvin, tosin tulevaisuus näyttää toimiiko järjestelmä pitkällä aikavälillä. Muutaman kerran murskaimen seinässä olevaan valvontareikään on päässyt juuttumaan kivi, kun metalliseinän ja siinä olevan kulutuskumin väliin on juuttunut kivi. Tämä ongelma poistui, kun kulutuskumista leikattiin pala pois. Korkeusvahtien puhdistusjärjestelmän logiikkaohjelma löytyy liitteestä 1 sivulta 6.

7 Pohdinta

Aluksi suuri kiitos kaikille, jotka olivat projektissa mukana. Kaikki tekivät valtavan työn. Varsinkin kun työskentelyolosuhteet olivat melko vaativia tämän kokoista projektia ajatellen.

Murskausvaunun automaatiosta ja ohjauksesta saatiin mielestäni sellainen, kuin toimeksiantaja halusi. Tosin tähän asti ainoana murskausvaunun käyttäjänä oma mielipiteeni saattaa antaa väärän kuvan todellisuudesta, koska ei ole vertailua muilta käyttäjiltä. Tähän toivoakseni saadaan muutos, kun vaunu saadaan keväällä kunnolla töihin.

Työ itsessään antoi todella paljon uutta kokemusta, vaikka kaikkea ei tässä kirjallisessa työssä läpi käydäkään. Oli melko vaikeaa päättää, mitkä alueet liitetään kirjalliseen osuuteen ja mitkä ei. Yleisesti jo koko murskausvaunun lähes kolme vuotta kestäneet suunnittelu-, toteutus- ja testausvaiheet kattoivat monia eri osa-alueita, joissa pääsin olemaan mukana. Yleisen metallirakentamisen lisäksi vaunu sisälsi melko suuriakin sähkömoottoreita, joiden ohjauksesta ja kytkemisestä sain uutta tietoa. Suurien virtojen kytkemiseen ja taajuusmuuntimien (liite 2) ohjelmointiin käytettiin ulkopuolista sähköalan ammattilaista, jonka valvonnan alaisena sain tehdä kytkentöjä sekä ohjelmointia.

7.1 Kehityskohteita

Kuljetinhihnaa kiristettäessä kuljettimen pyörintävahti täytyy kohdistaa oikealle kohdalle. Tätä voisi kehittää niin, ettei kohdistamista tarvitsisi tehdä vaan anturi asettuisi automaattisesti oikealle kohdalle.

Jatkossa täytyy perehtyä huomiovalojen toimintavaatimuksiin, jotta esimerkiksi huomiovalo, josta näkee automaation valvovan toimintaa, olisi varmasti määräysten mukainen.

8 Lähteet

Turunen, J. 2010. Toimitusjohtaja. AMT Systems Oy. 15.07.2010, 23.11.2010, projektipalaverit.

Matalan Toni. 2011. Toni Matalan blogi. Saatavissa: (<http://tonimatala.posterous.com/murskaus>). Luettu: 15.01.2012.

Enerec. 2011. Tuotteet/erottimet/hihnamagneetit, Saatavissa: (<http://www.enerec.fi/suomeksi/Tuotteet/Erottimet/Hihnamagneetit/tabid/10263/language/en-US/Default.aspx>). Luettu: 18.01.2012

Yaskawa Electric. 2008. Yaskawa A1000 taajuusmuuttaja. Saatavissa: http://www.valveensahkokone.fi/File/A1000_pikaopas.pdf. Luettu: 20.01.2012.

Omron Electronics Oy. 2012. Induktiivinen anturi E2A-M18KS08-M1-B2. Saatavissa: (http://www.ia.omron.com/product/item/e2a_7057r/index.html). Luettu: 20.01.2012.

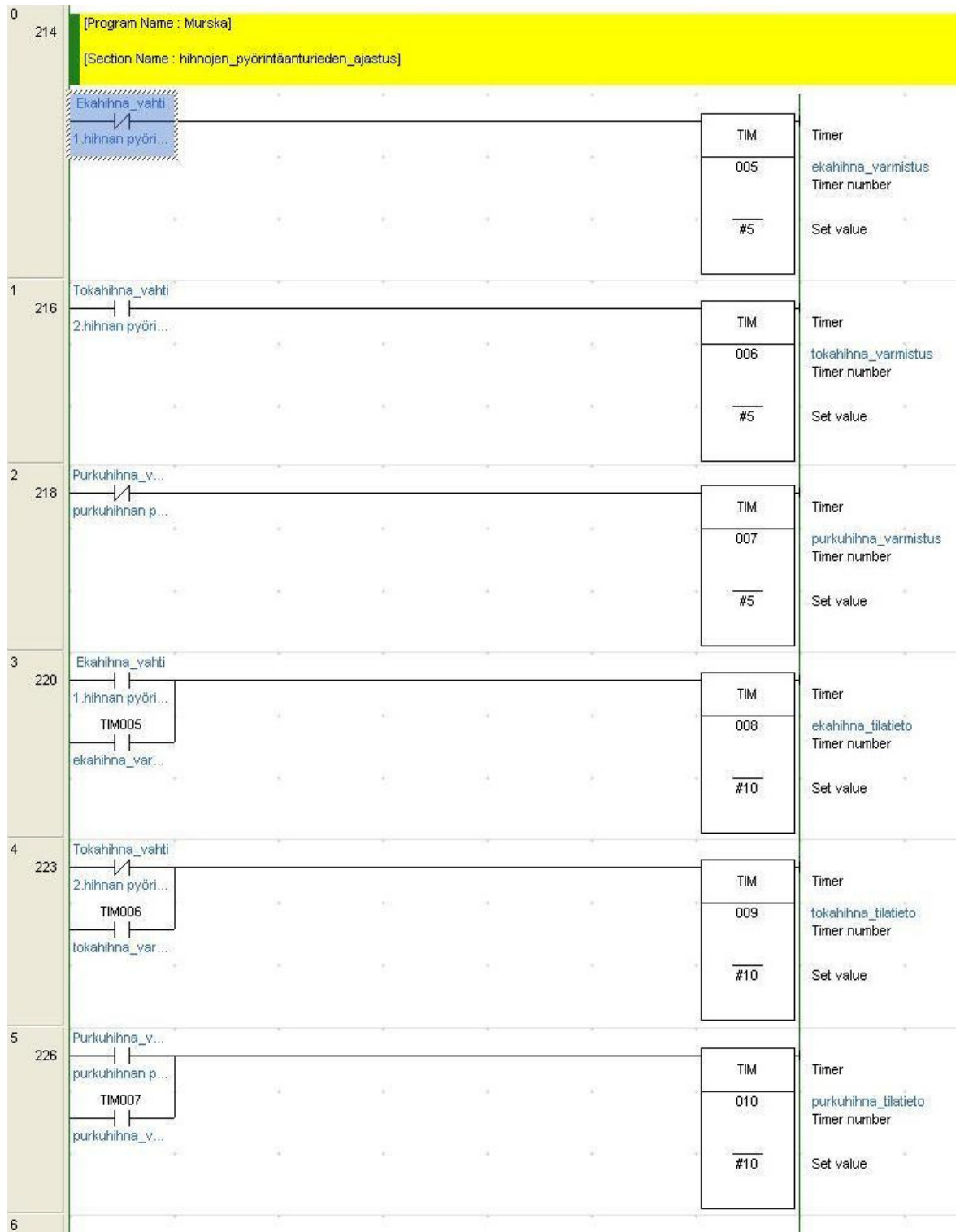
Omron Electronics Oy. Valokenno E3F2-7B4-M1-M. Saatavissa: (http://www.auser.fi/data/attachments/E3F2_sylinterinmuotoinen_kenno.pdf). Luettu: 20.01.2012.

Logiikan ohjelma

Tulot ja lähdöt

Name	Data Type	Address / Value	Rack Location	Usage	Comment
Ekahihna_vahti	BOOL	0.00			1.hihnan pyörintäanturi
Tokahihna_vahti	BOOL	0.01			2.hihnan pyörintäanturi
Purkuhihna_vahti	BOOL	0.02			purkuhihnan pyörintäanturi
Seulasto_vahti_1	BOOL	0.03			seulaston moottoritila anturi
Esimurska_vahti	BOOL	0.04			esimurskan moottoritila anturi
Jälkimurskan_korkeusraja	BOOL	0.05			Korkeusrajan tilatieto
Esimurskan_korkeusraja	BOOL	0.06			Korkeusrajan tilatieto
Metallinilmaisin_vahti	BOOL	0.07			1.hihnan metallinilmaisin
Jälkimurska_vahti	BOOL	0.08			jälkimurskan moottoritila anturi
Syötin_vahti_1	BOOL	0.09			syöttimen moottoritila anturi
Manuaaltilantieto	BOOL	1.00			Man - Auto- kytkimen tilatieto
Automaattitilantieto	BOOL	1.01			Man - Auto- kytkimen tilatieto
metallinilmaisin_päällä	BOOL	1.02			Metallinilmaisimen virtapäällä- tilan v...
Syötin_ohjaus	BOOL	10.00			Syöttimen ohjaus
Esimurska_ohjaus	BOOL	10.01			esimurskan ohjaus
Ekahihna_ohjaus	BOOL	10.02			1.hihnan ohjaus
Tokahihna_ohjaus	BOOL	10.03			2.hihnan ohjaus
Seulasto_ohjaus	BOOL	10.04			seulaston ohjaus
Jälkimurska_ohjaus	BOOL	10.05			jälkimurskan ohjaus
Purkuhihna_ohjaus	BOOL	10.06			purkuhihnan ohjaus
Ekahihna_vika	BOOL	10.07			1.hihnan vikatiето
Tokahihna_vika	BOOL	11.00			2.hihnan vikatiето
Purkuhihna_vika	BOOL	11.01			purkuhihnan vikatiето
Seulasto_vika	BOOL	11.02			seulaston vikatiето
Metallinilmaisin_vika	BOOL	11.03			metallinilmaisimen vikatiето
Syötin_vika	BOOL	12.00			syötin vikatiето
Esimurska_vika	BOOL	12.01			esimurska vikatiето
Jälkimurska_vika	BOOL	12.02			jälkimurska vikatiето
Syötin_hidastus	BOOL	12.03			syötin hidastustieto
Anturi_painelmapulssi	BOOL	12.04			antureiden painelmapuhdistimien ohj...
Manuaaltila_hälytysvalo	BOOL	12.05			keltainen
Ajotila_ok_valo	BOOL	12.06			vihreä
Vikapäällä_valo	BOOL	12.07			punainen
viive_esimurska	BOOL	TIM001			Esimurskan korkeusrajan viive
viive_jälkimurska	BOOL	TIM002			jälkimurskan korkeusraja viive

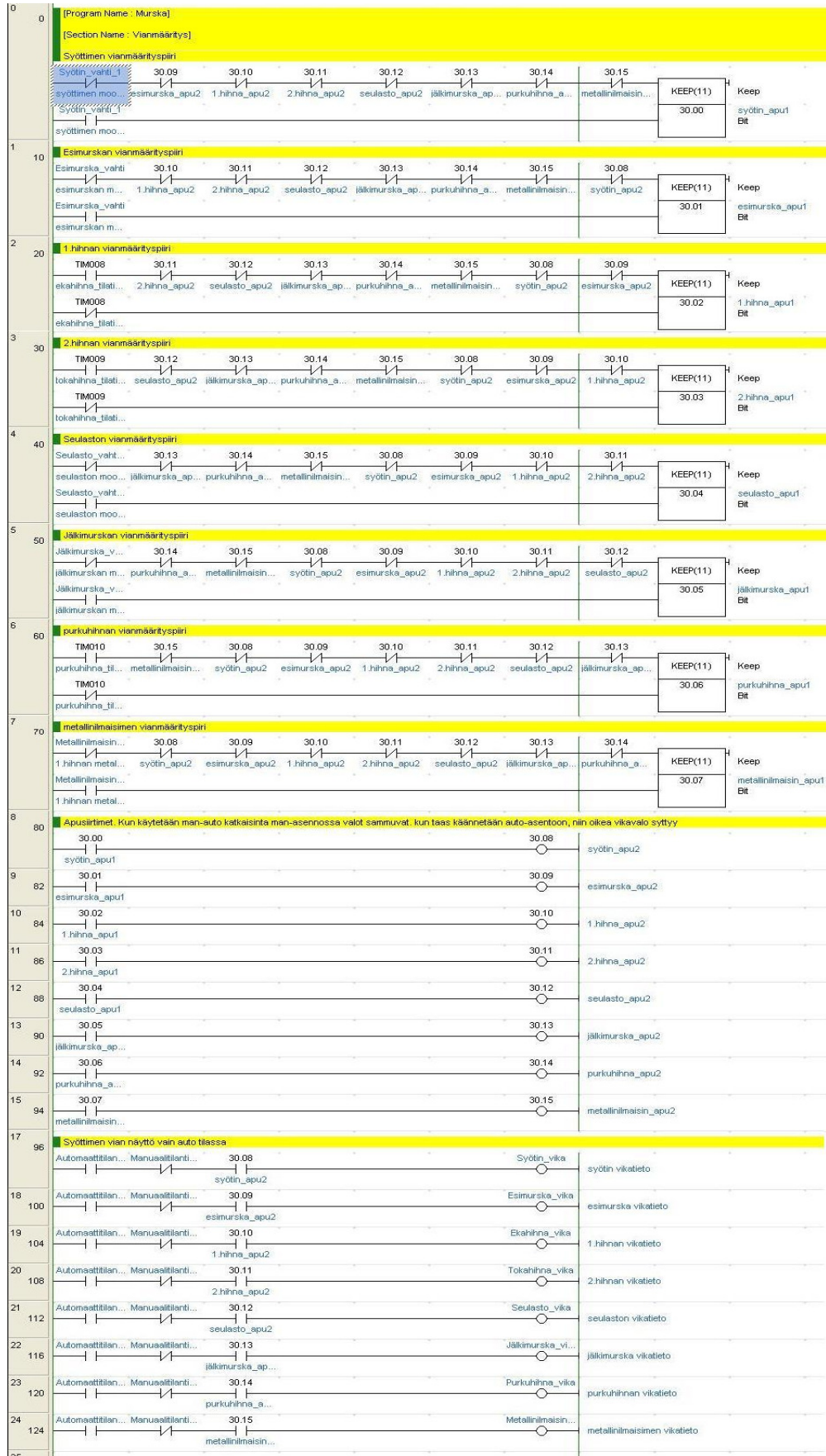
Kuljetinhihnojen pyörintävahtien toimintakaavio



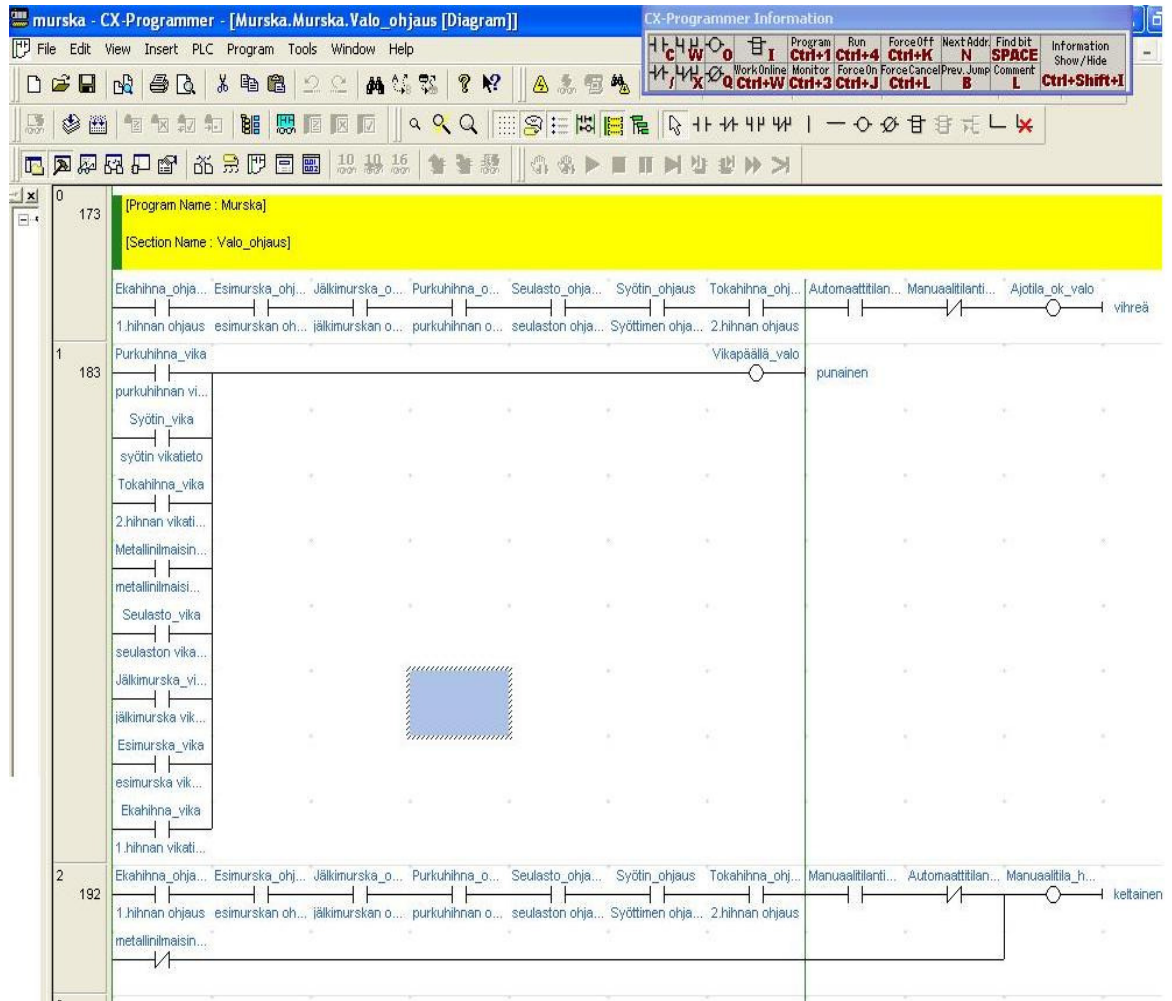
Toimilaitteiden ohjaukset sekä syöttimen hidastus



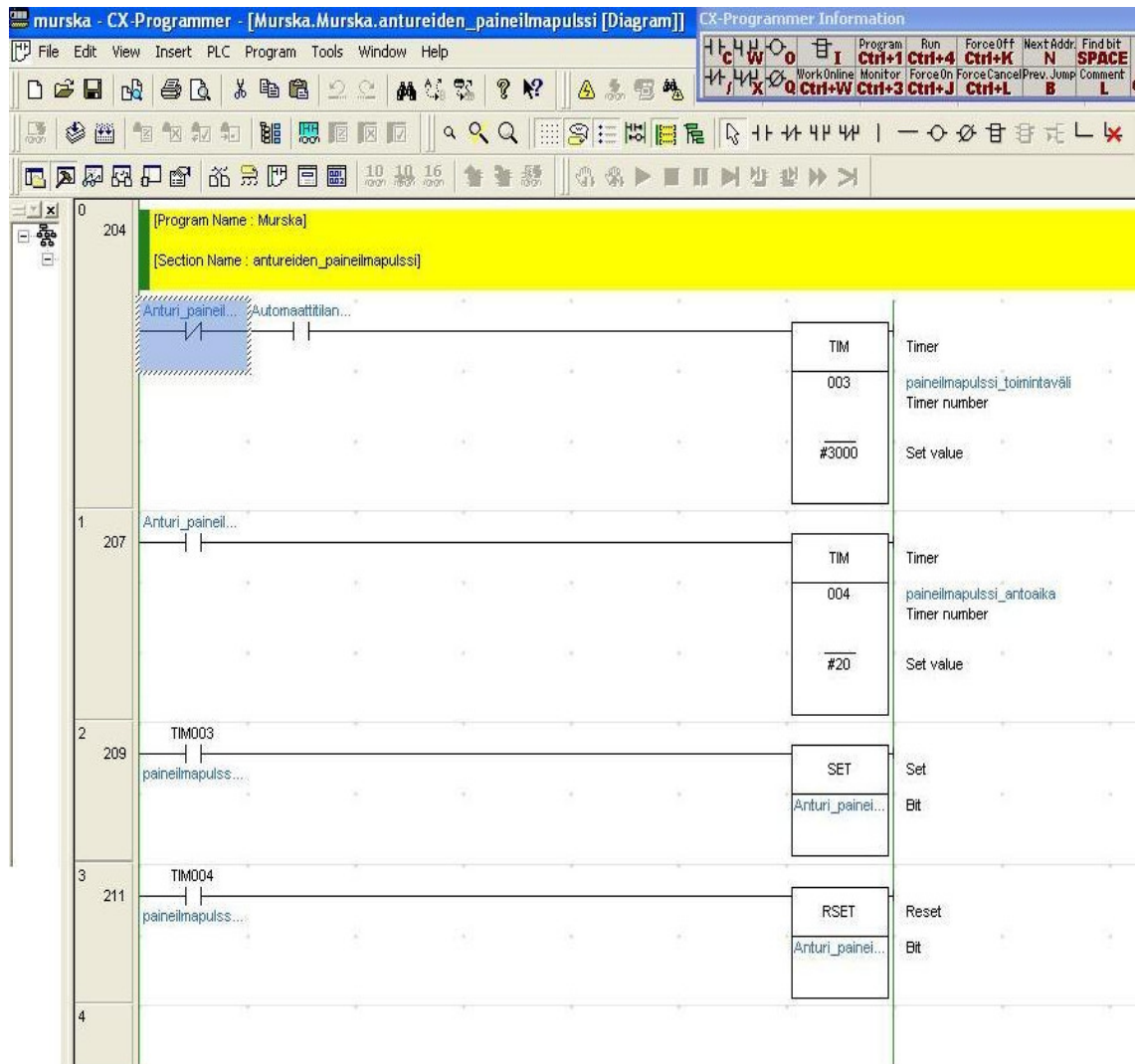
Toimilaitteiden vikavalojen ohjaukset



Huomiovalojen ohjaukset



Antureiden puhdistusjärjestelmän ohjaus

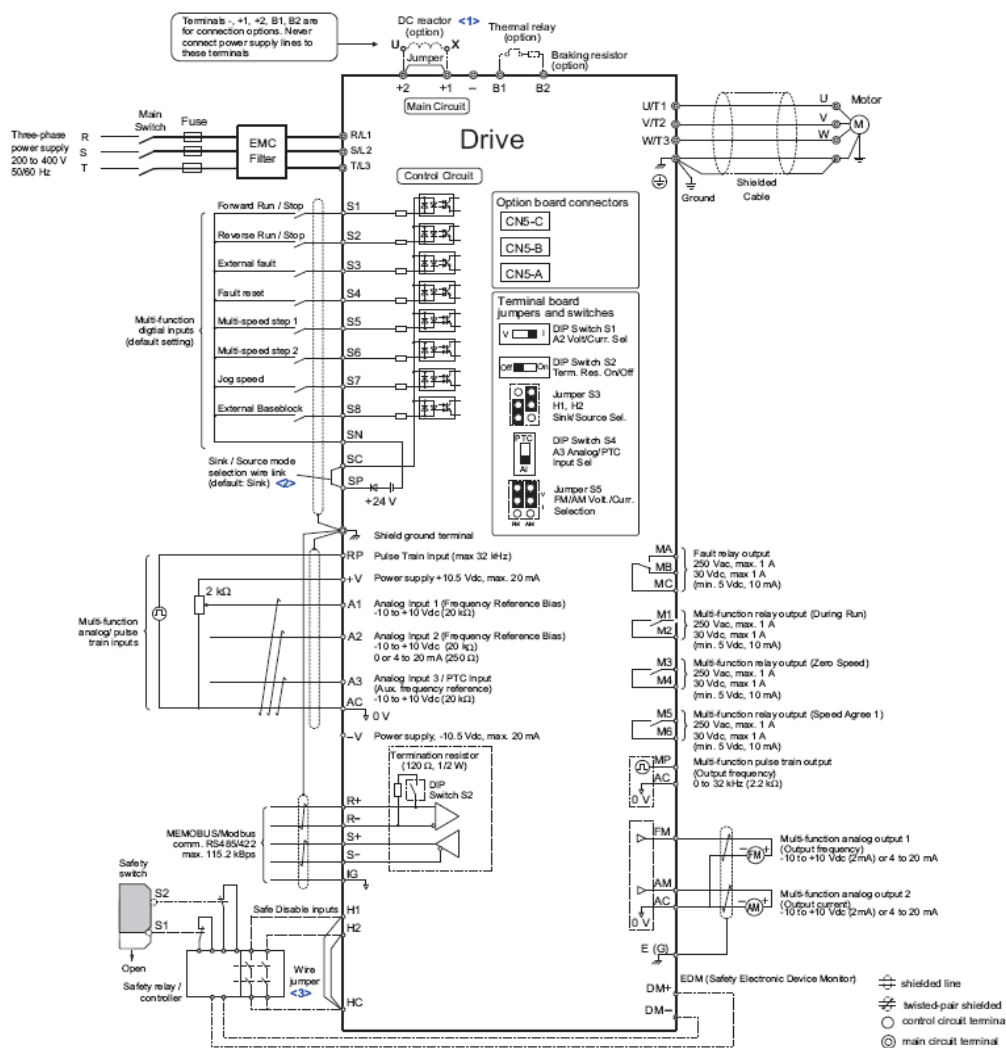


Yaskawa A1000 taajuusmuuntaja

3 Sähköasennus

3 Sähköasennus

Alla olevassa kaaviossa esitetään pää- ja ohjauspiirien johdotus.



- <1> Irrota jumpperi asentaessasi tasavirtakuristinta. Tasavirtakuristin on sisäänrakennettuna malleissa CIMR-A□2A0110-0211 ja 4A0058-0165.
 <2> Älä koskaan oikosulje liittimiä SP ja SN, sillä se vahingoittaa taajuusmuuttajaa.
 <3> Irrota johdinjumpperi väliltä H1-HC ja H2-HC, kun käytät turvapäätystuloa.

Lähde: Yaskawa Electric, 2008. Yaskawa A1000 taajuusmuuttaja. Saatavissa:

http://www.valveensahkokone.fi/File/A1000_pikaopas.pdf. Luettu: 20.01.2012.

Omron E2A-M18KS08-M1-B2:n tiedot

E2A-M18KS08-M1-B2



*3D-CAD CG View

DC 3-Wire Model , Shielded , M18 , M12 Connector Type , Sensing Distance 8mm , Operation Mode NC , PNP Open Collector Output

[Inquiry of E2A-M18KS08-M1-B2](#)

Find OMRON IA Products in your country

Get more support via Products links, such as manuals and CAD files.

[Share](#) | [Twitter](#) | [Facebook](#) | [LinkedIn](#) | [Email](#) | [Print](#)

Similar items

- [E2A-M18KS08-M1-C1](#)
- [E2A-M18KS08-M1-C2](#)
- [E2A-M18KS08-WP-B1 2M](#)
- [Item index of E2A](#)

Ratings / Performance		Dimensions	Output circuit diagram	Timing chart	Sensing range
Sensing distance vs. size and material of sensing object		Mutual interference		Effects of surrounding metals	
Cylinder type sensing head size	M18				
Type	Shielded				
Sensing method	Inductive type				
Sensing distance	8 mm -10% to +10%				
Setting distance	0 to 6.4 mm				
Differential distance	10% Max. of sensing distance				
Sensing object	Ferrous metal (Sensitivity lowers with non-ferrous metals.)				
Standard sensing object	Iron 24*24*1mm				
Response frequency	DC: 0.5 kHz (average)				
Power supply voltage	12 to 24 VDC (ripple(p-p) :10% Max.)				
Operating voltage range	10 to 32 VDC				
Current consumption	10 mA Max.				
Control output (Output type)	PNP open collector output				
Control output (Switching capacity)	0 to 200 mA				
Control output (Residual voltage)	(DC) 2 V Max. (under load current with cable length of 2m)				
Indicator	Operation indicator(yellow)				
Operation mode	NC				
Protective circuit	Surge suppressor Output short-out protection Output reverse polarity protection Power supply reverse polarity protection				
Standard or Different frequency	Standard				
Ambient temperature	Operating: -40 to 70 CEL Storage: -40 to 85 CEL (with no icing or condensation)				
Ambient humidity	Operating: 35 to 95 %RH Storage: 35 to 95 %RH (with no condensation)				
Temperature influence	+10% Max. of sensing distance in temperature range of -25 to +70CEL +15% Max. of sensing distance in temperature range of -40 to +70CEL (As the basis for sensing distance of 23CEL)				
Voltage influence	+1% Max. of sensing distance in rated voltage range +15%. (As the basis for sensing distance at standard power voltage)				
Insulation resistance	50 M OHM Min. at 500VDC between charged parts and the case				
Dielectric strength	1000 VAC 50/60 Hz for 1 minute between charged parts and the case				
Vibration resistance	10 to 55 Hz, 1.5-mm double amplitude for 2 hours each in X, Y, and Z directions				
Shock resistance	1000m/s ² for 10 times each in X, Y, and Z directions				
Degree of protection	IEC60529: IP67				
Applicable standard (EC Directive (Low Voltage Directive))	EN60947-1 EN60947-5-2				
Applicable standard (EC Directive (EMC Directive))	EMI: EN60947-5-2 Emission Enclosure: CISPR11 Group 1 class A EMS: EN60947-5-2 Immunity ESD: IEC61000-4-2 Immunity RF-interference: IEC61000-4-3 Immunity Conducted Disturbance: IEC61000-4-8 Immunity Burst: IEC61000-4-4 CE marking: Equipped				
Applicable standard (CCC mark)	Not equipped				
Connection method	M12 connector models				
Weight (Packed state)	approx. 70 g				
Material (case)	Brass nickel plating				
Material (sensing surface)	PBT				
Material (clamping nuts)	Brass nickel plating				
Material (toothed washer)	Iron zinc plating				

Lähde: Omron Electronics Oy. 2012. Induktiivinen anturi E2A-M18KS08-M1-B2. Saatavissa: (http://www.ia.omron.com/product/item/e2a_7057r/index.html). Luettu: 20.01.2012.

Omron E3F2-7B4-M1-M:n tiedot

OMRON

Tekniset tiedot

DC-mallien arvot/ominaisuudet

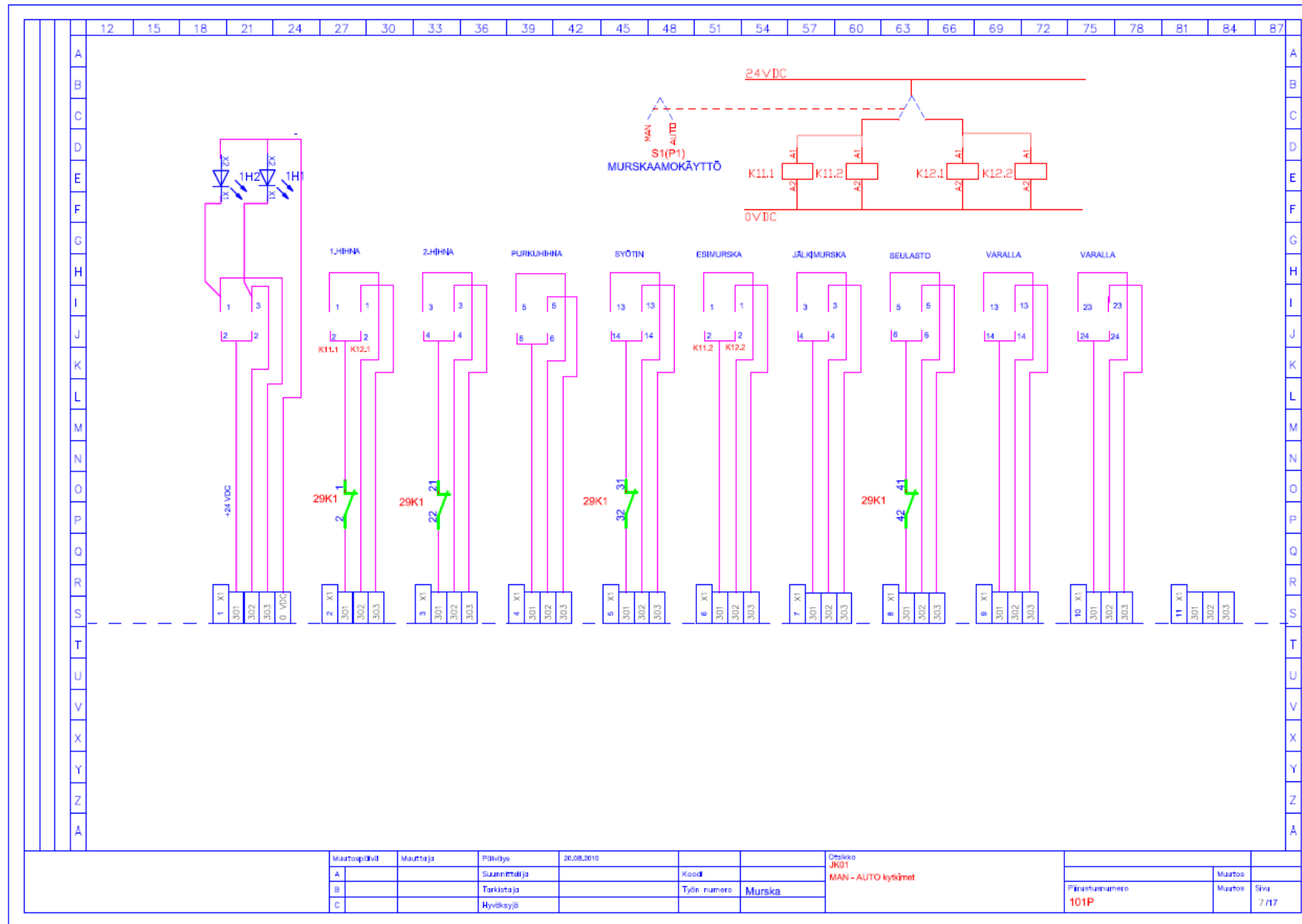
Kuvaus	E3F2-7□	E3F2-10□	E3F2-R2□4□	E3F2-R2R□	E3F2-R4□□	E3F2-D610□	E3F2-DS30□	E3F2-D1□4□	E3F2-LS10□4□
Tunnistustapa	Lähtin/vastaanotinpari - Monikäyttöinen - Tarkka tunnistus [7] - Testitulo		Peilheijastava Ei-polaroitu Polaroitu			Kohdeheijastava Leveä säde Säädettävä tunnistusetäisyys Taustan vaimennus			
Käyttöjännite	10 ... 30 V DC		12 ... 24 V DC			10 ... 30 V DC			
Virtankulutus	Maks. 50 mA		Maks. 25 mA		Maks. 30 mA		Maks. 25 mA		Maks. 30 mA
Nimellinen tunnistusetäisyys [1]	7 m	10 m	0,1 - 2 m (peilheijastimella E39-R1)		0,1 - 4 m (peilheijastimella E39-R1S)	0,1 m (5 x 5 cm valkoinen matlapaperi)	0,3 m (10 x 10 cm valkoinen matlapaperi)	1 m (30 x 30 cm valkoinen matlapaperi)	0,1 m (10 x 10 cm valkoinen matlapaperi)
Tyypillinen tunnistusetäisyys eri peilheijastintyyppille (ks. Lisätarvikkeet) [2]	-		E39-R1: 4,0 m E39-R7: 4,5 m E39-R8: 5,3 m	E39-R1: vaakasuora 3,7 m pystysuora 2,4 m E39-R7: vaakasuora 4,2 m pystysuora 2,7 m E39-R8: vaakasuora 5,3 m pystysuora 3,1 m	E39-R1S: 4,3 m E39-R7: 4,8 m E39-R8: 5,6 m E39-R4C: 4,3 m E39-R5C: 2 m	-			
Standardikohde	Läpinäkyvä: min. halk. 11 mm		Läpinäkyvä: min. halk. 56 mm			-			
Suuntauskulma	3° ... 20°		-			-			
Hystereesi	-		-			Maks. 20%		Maks. 5%	
Musta/valkoinen-virhe	-		-			-		3%	
Vasteaika	Toiminta ja nollaus: maks. 2,5 ms				maks. 1 ms	maks. 2,5 ms		maks. 1 ms	
Ohjauslähti	Transistori (avoin kollekti), kuormavirta: maks. 100 mA (jännitehäviö: maks. 2 V)								
Sytön nollausaika	50 ms				maks. 100 ms		50 ms		100 ms
Ympäristön valaistus	Hehkulamppu: maks. 3000 lx / auringonvalo: maks. 10000 lx								
Ympäristön lämpötila	Toiminta: -25 ... 55 °C / varastointi: -30 ... 70 °C (ei jäätymistä tai kondensoitumista)								
Ympäristön kosteus	Toiminta: 35% ... 85% / varastointi: 35% ... 95% (ei kondensoitumista)								
Eristysvastus	Min. 20 MΩ (500 V DC) virtaa johtavien osien ja rungon välillä								
Eristyskjuus	Maks. 1000 VAC, 50/60 Hz 1 minuutin ajan virtaa johtavien osien ja rungon välillä								
Täinänkestävyys	10 ... 55 Hz, 1,5 mm kaksoisamplitudi 2 tunnin ajan X-, Y- ja Z-suuntiin								
Iskunkestävyys	Rikkoontuminen: 500 m/s ² X-, Y- ja Z-suuntiin								
Kotelointiluokka	IP67 [3]; NEMA 1, 2, 4								
Valonlähde	Infrapuna-LED (890 nm/850 nm)			Punainen LED (660 nm)		Infrapuna-LED (880 nm)			Punainen LED (880 nm)
Merkkivalot	Valotien esteettömyyden / valolähteen jännitteen osoitus (punainen)	Lähti (oranssi) / valonsäteily (punainen)	Valotien esteettömyyden / valolähteen jännitteen osoitus (punainen)		Valotien esteettömyyden / stabiiliisuus (vihreä)	Valotien esteettömyyden / valolähteen jännitteen osoitus (punainen)		Valotien esteettömyyden / stabiiliisuus (vihreä)	Lähdön merkkivalo (oranssi) / stabiiliisuus (vihreä)
Herkkyuden säätö	Kiinteä				Kiinteä / säädettävä	Kiinteä	Säädettävä		Kiinteä
Liityntä	2 m, 5 m kiinteä kaapeli (PVC, halk. 4 mm (18 / 0,12) [4]) tai M12-liitin								
Testitulo	-		[9.]		-				
Lähdön toiminta	Kirkas- tai tummakytkentä (Light ON tai Dark ON) valitaan johdotuksella								
Paino (n.)									
Muovi-runko	Kiinteäkaapeli (2 m)	120 g		60 g					
	Liitin	40 g		20 g					
Meta-runko	Kiinteäkaapeli (2 m)	180 g		90 g					
	Liitin	120 g		50 g					
Piirin suojaus	Oikosulku- ja napaisuussuojaus								
Rungon materiaali	Muovi (runko: ABS; insi: PMMA)								
	Nikkelimes-sinki	Nikkelimes-sinki	-	Nikkelimes-sinki	Nikkelimes-sinki	Nikkelimes-sinki	Nikkelimes-sinki	Nikkelimes-sinki	Nikkelimes-sinki
	Ruostumaton teräs [5]	-	-	Ruostumaton teräs [5]	-	Ruostumaton teräs [5]	Ruostumaton teräs [5]	-	- [6]

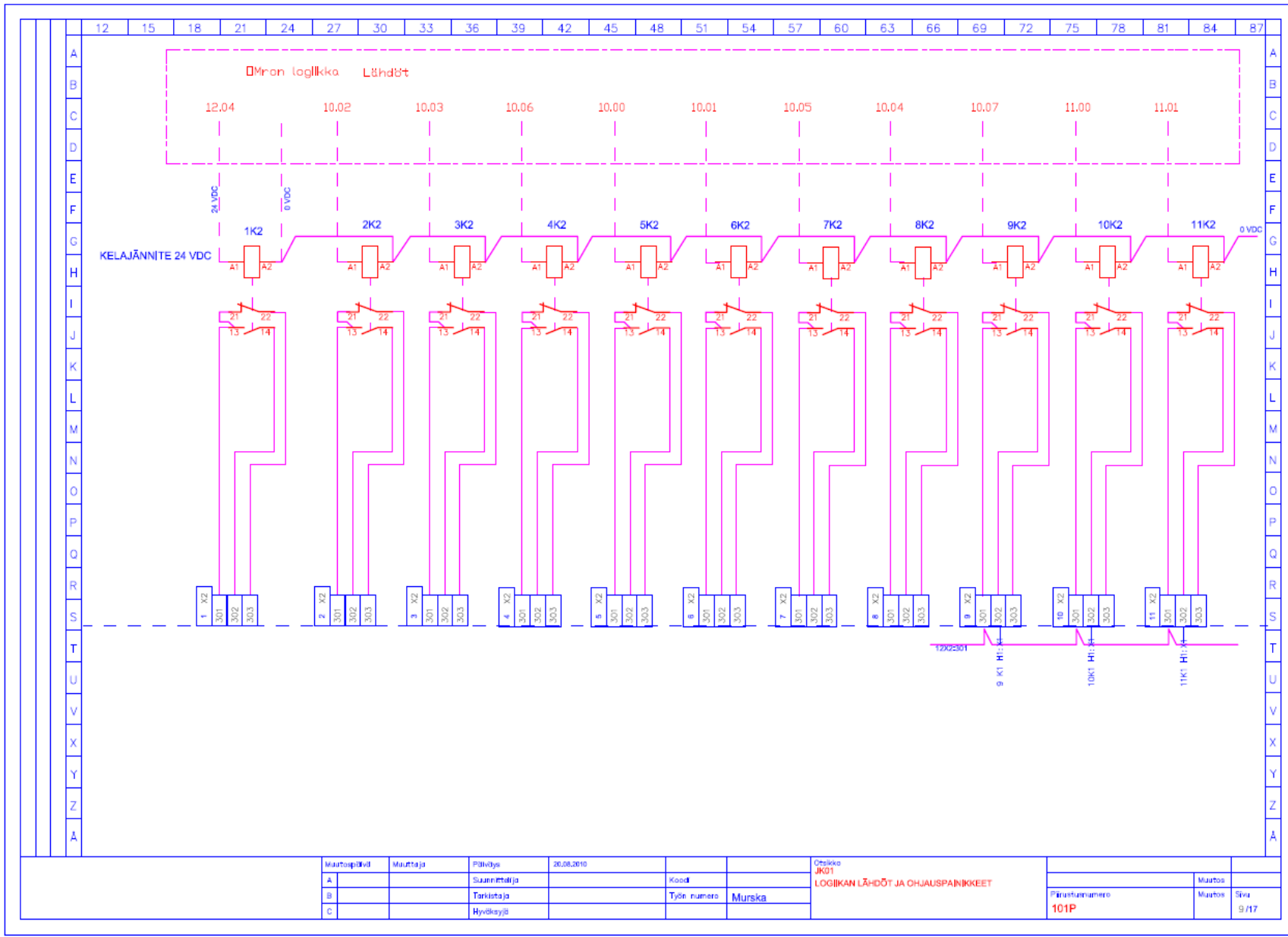
Lähde: Omron Electronics Oy. Valokenno E3F2-7B4-M1-M. Saatavissa:

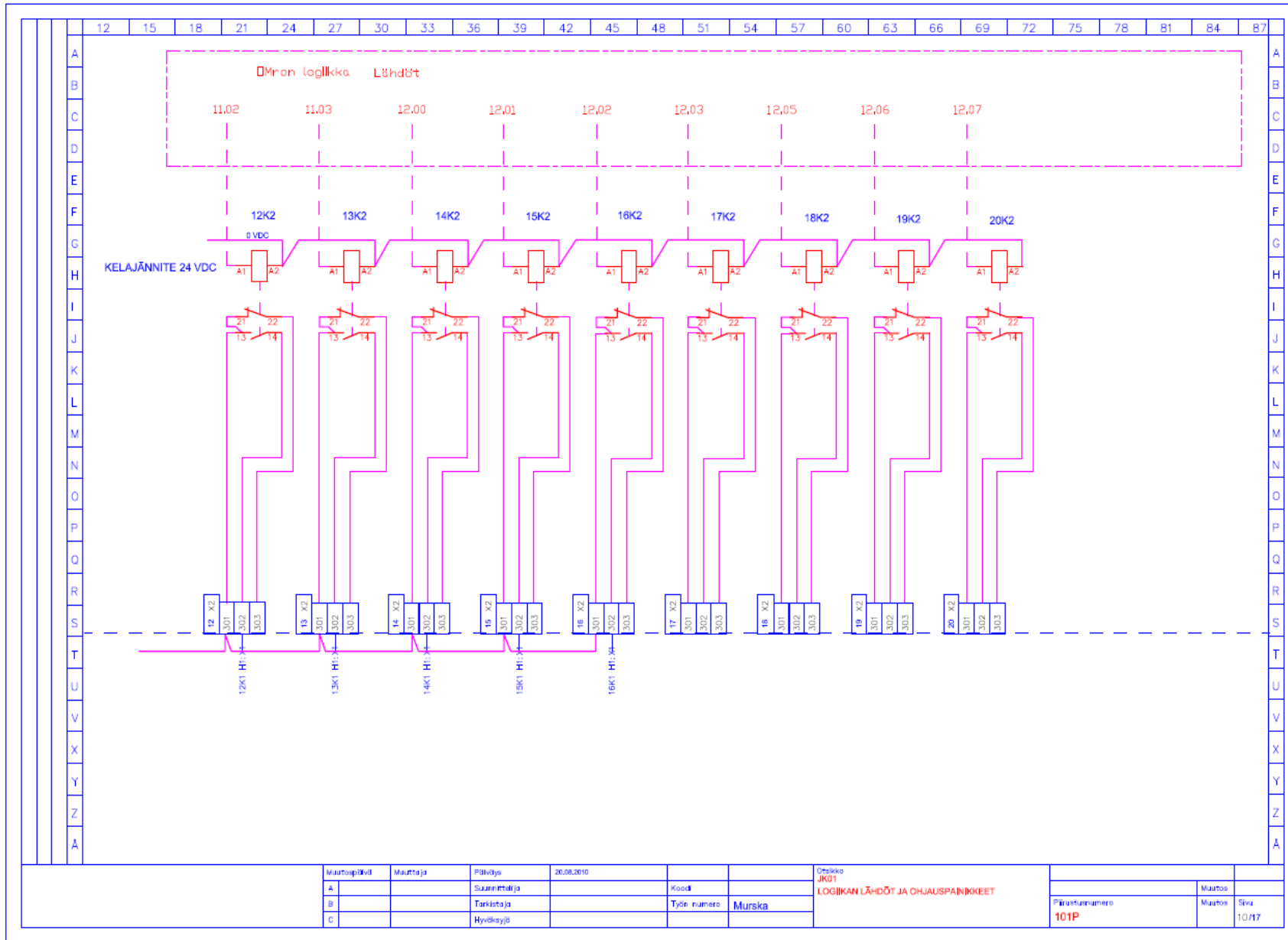
(http://www.ouser.fi/data/attachments/E3F2_sylinterinmuotoinen_kenno.pdf). Luettu:

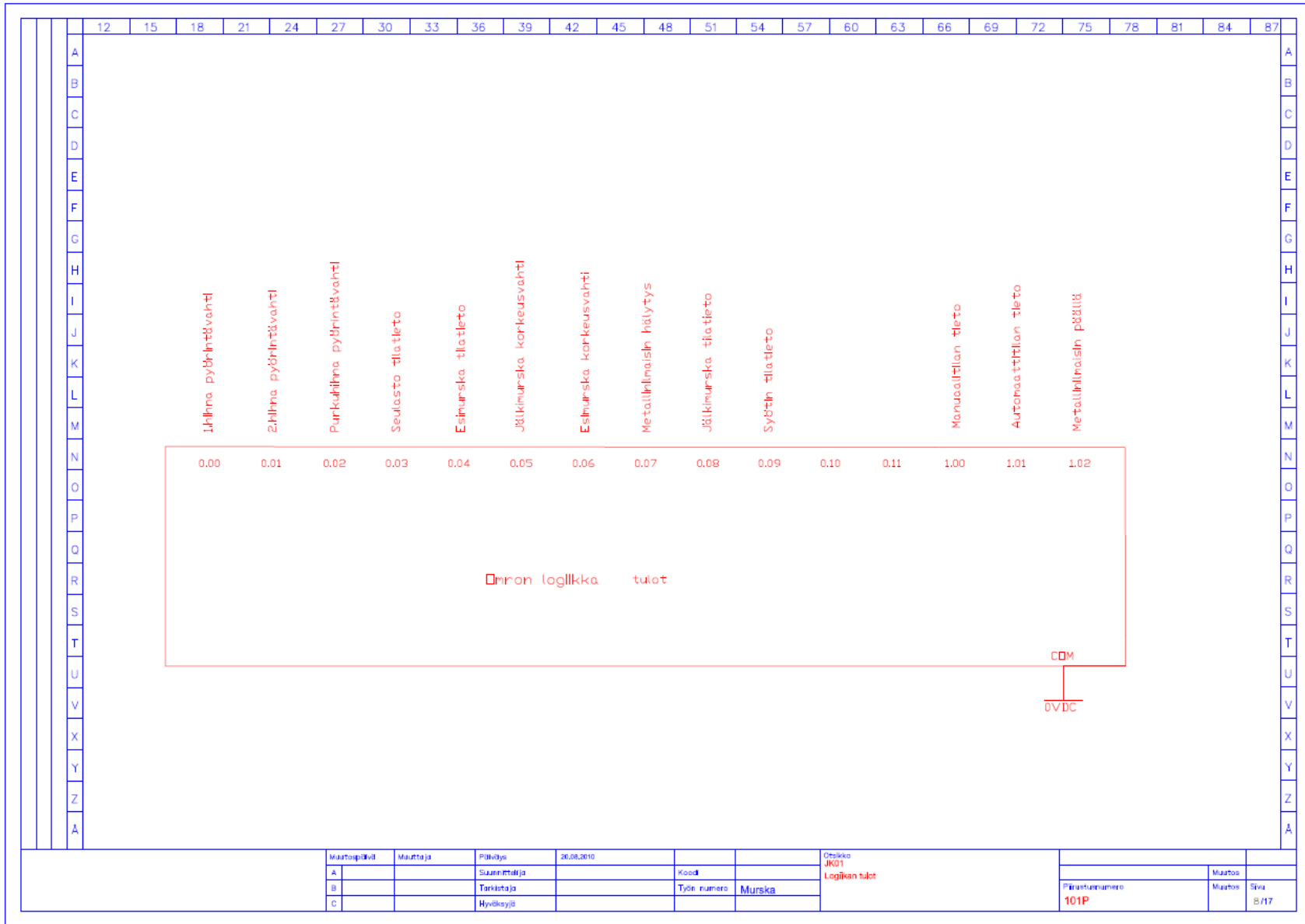
20.01.2012.

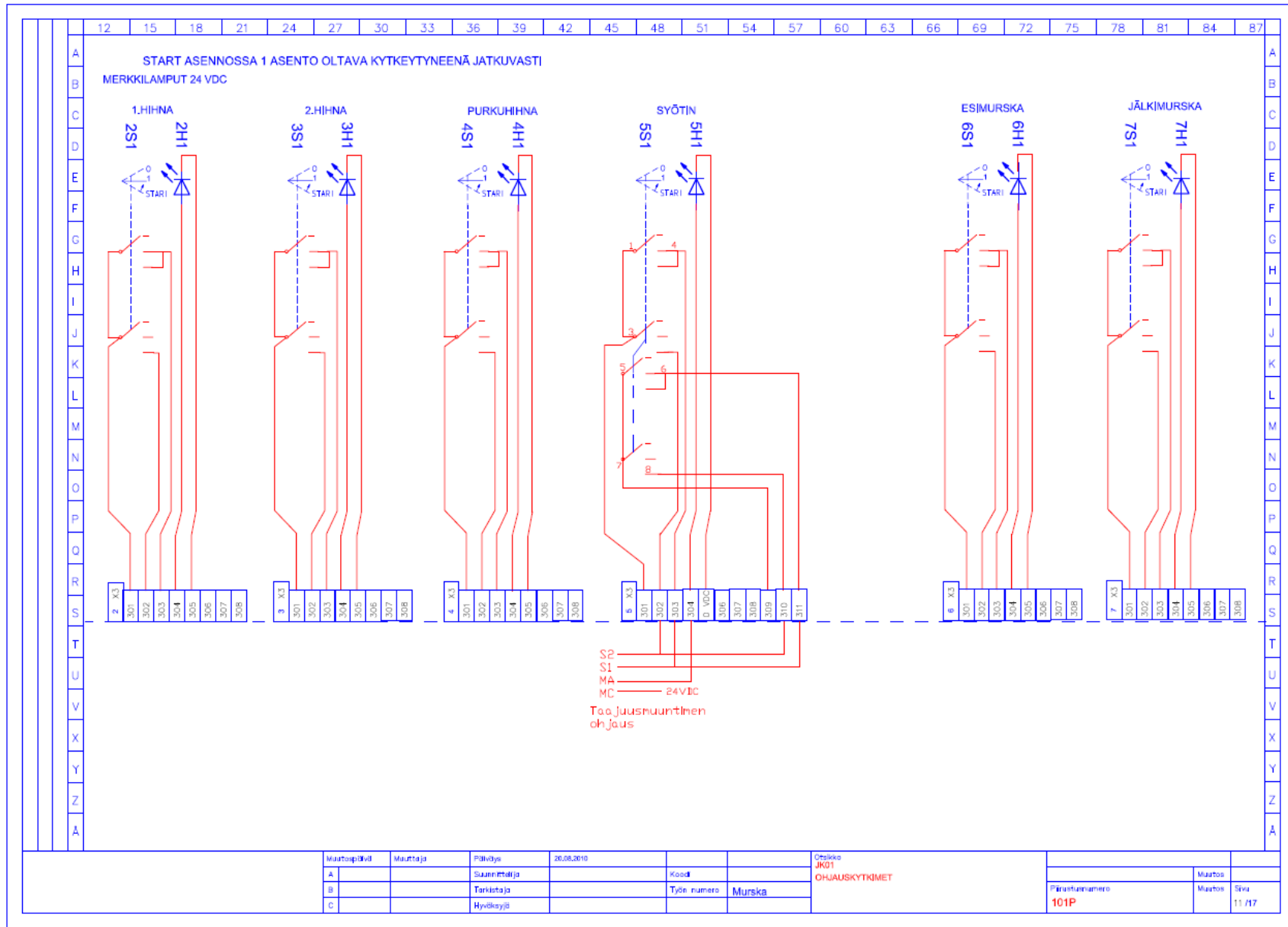
Automaation ja ohjauksen CAD-kuvat

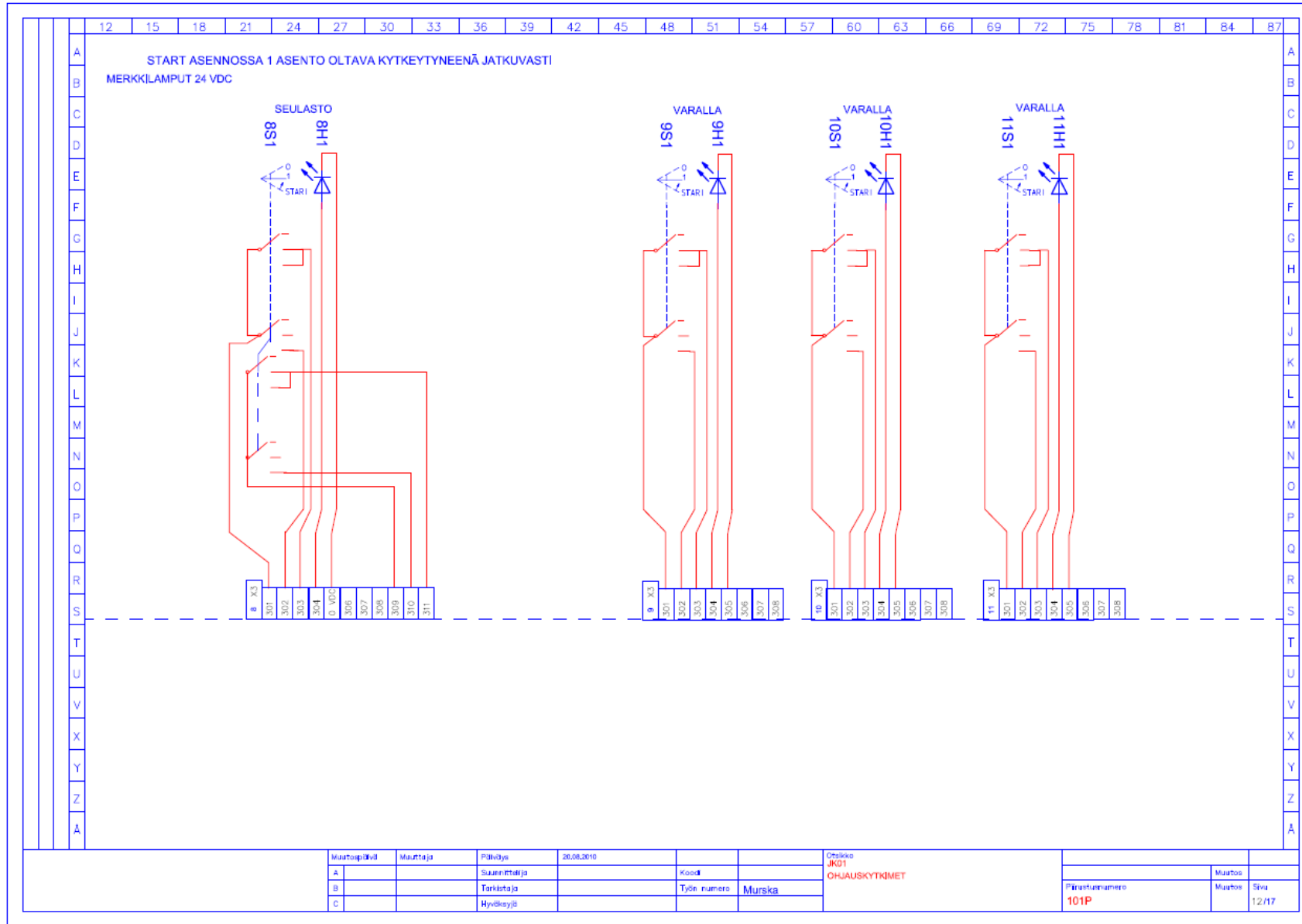




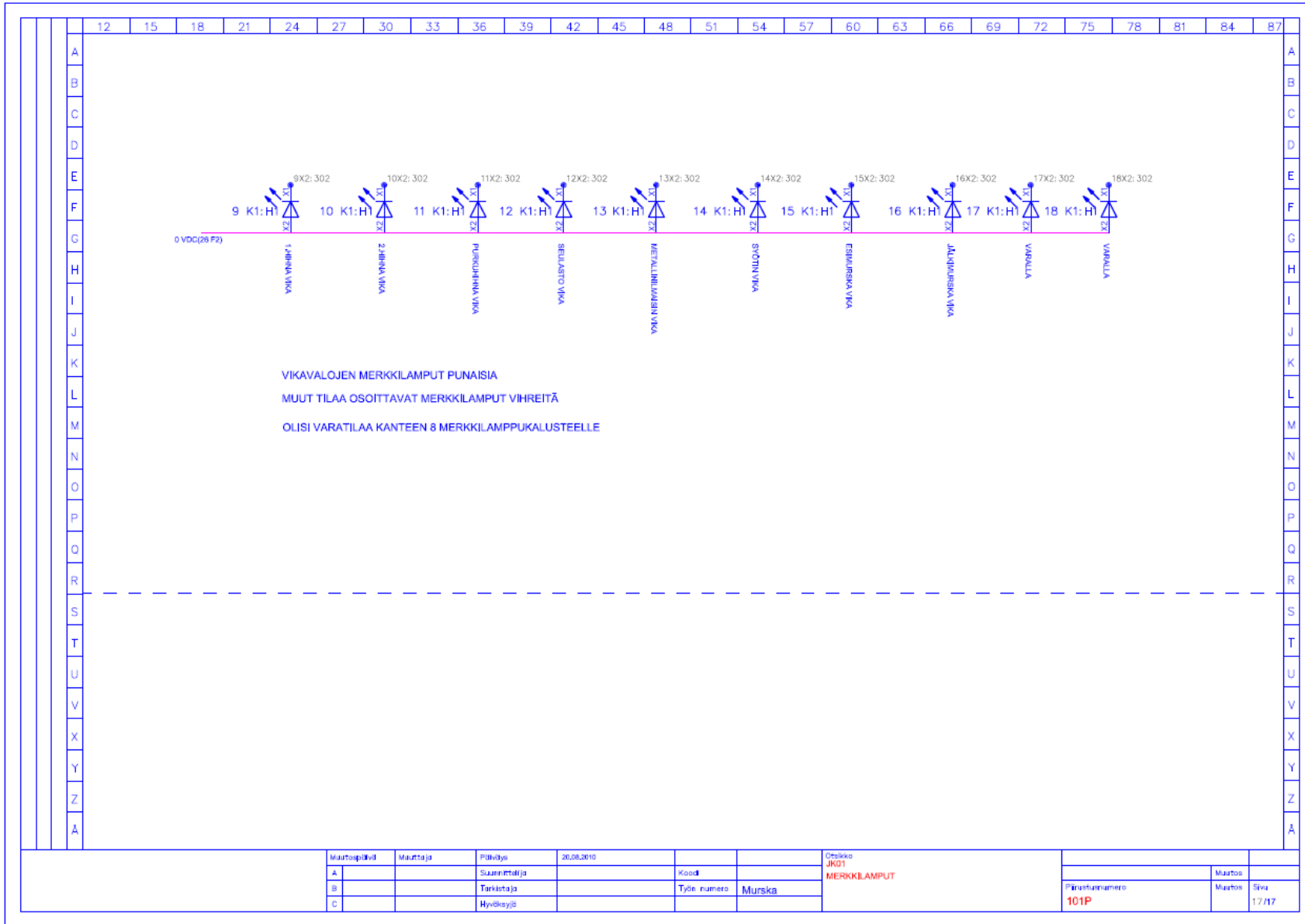




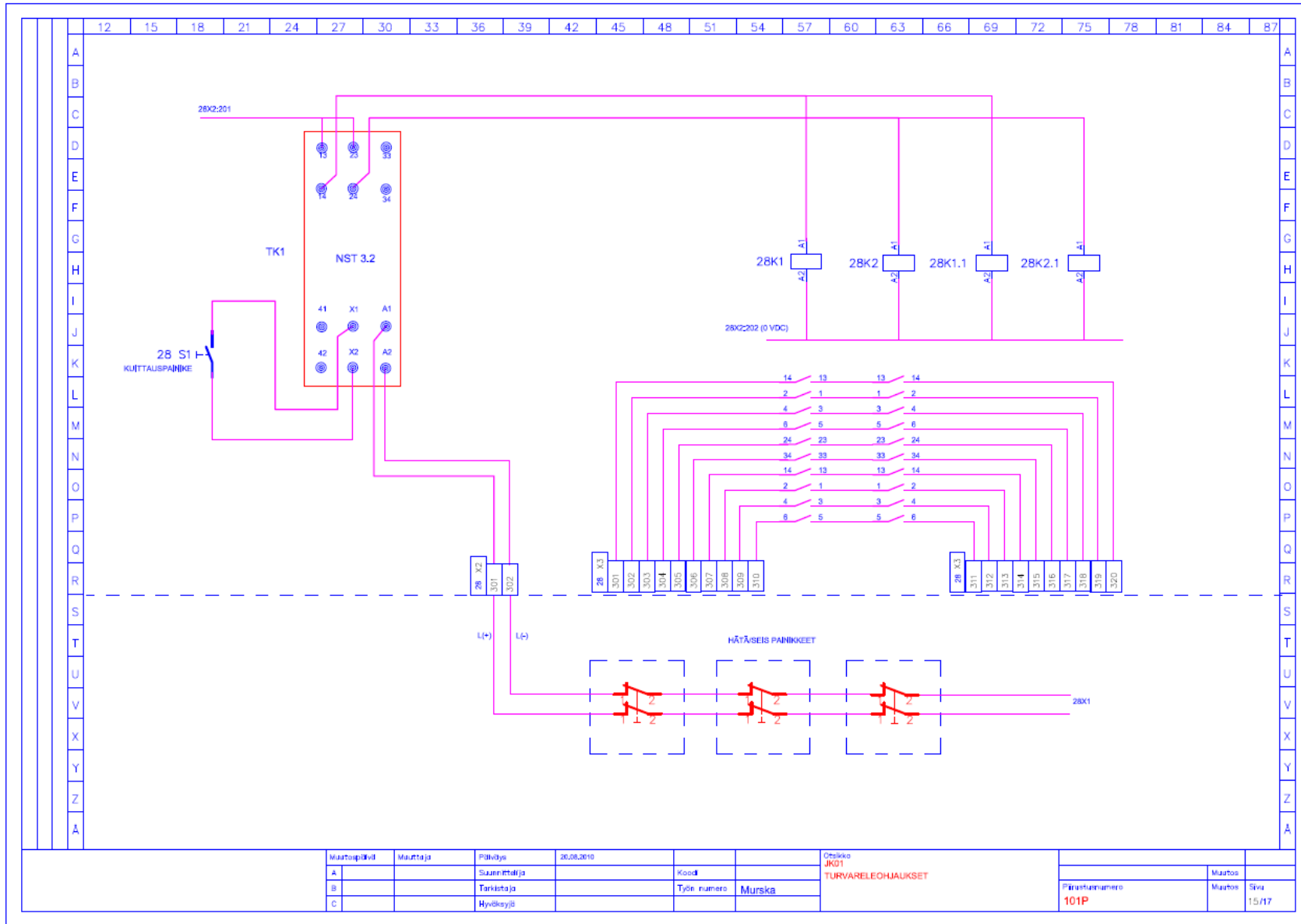




Muutospöytä	Muuttaja	Päivitys	26.08.2010	Koodi		Otsikko	JK01	Muutos	
A		Suunnittelija		Työn numero	Murska	OHJAUSKYTKIMET		Muutos	
B		Tarkkaja					Fäpöfnumero	Muutos	Siv
C		Hyväksyjä					101P		12/17



Muutospäivä	Muutaja	Päiväys	26.08.2010	Koodi		Otsikko		Muutos	
A		Suunnittelija		Työn numero	Murska	JKO1 MERKKILAMPUT			
B		Tarkistaja					Piirustuksen numero	Muutos	Sivu
C		Hyväksyjä					101P		17/17



Muutuspöytä	Muuttaja	Päivitys	26.08.2016	Koodi		Ohjelma	JK01		
A		Suunnittelija		Työn numero	Murska	TURVARELEOHJAUKSET		Muutos	
B		Tarkistaja						Muutos	Sivu
C		Hyväksyjä						Muutos	15/17
							Parantenumero	101P	