

AMMATTIKOULUN SÄHKÖOSASTON OPPIMISYMPÄRISTÖN KEHITTÄMINEN

Jarno Kivenvuori

Ammattikoulun sähköosaston
oppimisympäristö kehittäminen
Toukokuu 2015
YAMK
Automaatio

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU
Tampere University of Applied Sciences

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Ylempi ammattikorkeakoulu
Automaation suuntautumisvaihtoehto

KIVENVUORI, JARNO:
Ammattikoulun sähköosaston oppimisympäristön
kehittäminen
Opinnäytetyö 78 sivua, josta liitteitä 36 sivua
Toukokuu 2015

Opinnäytetyössä kehitettiin Hämeenkyrön Ammatti-instituutti lisäkin sähköalan teollisuuden sähkötöihin liittyvä oppimisympäristö. Oppimisympäristön suunnittelu aloitettiin tutkimalla, mikä automaatiojärjestelmä koulun kannattaa ostaa. Logiikoiden valintakriteerinä oli, että niihin sai liitettyä profibus-väylälaitteita tulevaisuudessa. Toinen valintakriteeri oli, että I/O-määrä on tarpeeksi suuri tai että siihen on asennettavissa lisää I/O-kortteja. Kolmas kriteeri oli, että laitteistoon piti saada kiinnitettyä näyttö, jolla ympäristön laitteita ohjataan. Neljäs kriteeri oli hinta, eli koulun piti hankkia halvin mahdollinen järjestelmä.

Kirjallisuuskatsauksessa selvitettiin, mitä ammattikoulun oppimisympäristön suunnittelussa kannattaa huomioida ja miten ammattikoulussa kannattaa opettaa. Kirjallisuuden mukaan oppimisympäristön tehtävien tulee olla mahdollisimman paljon oikeiden työtehtävien kaltaisia. Tehtävät eivät saa olla liian vaikeita tai liian helppoja, jotta opiskelijoilla pysyy motivaatio hyvänä. Motivaatio on yksi tärkeimmistä asioista, joita oppiminen vaatii. Hyvä oppimisympäristö lisää motivaatiota, ja oppimistulokset paranevat. Oppiminen alkaa perusteista ja siirtyy siitä vaikeampiin asioihin. Opettajan rooli on alussa suuri, mutta opiskelijoiden taitojen kehittyessä opiskelija ottaa isompaa roolia omasta oppimisestaan. Opettaja tukee opiskelijaa koko opintojen ajan, mutta opiskelijan pitää oppia käyttämään omaa tietoansa hyväksi ja oppia etsimään tietoa itsekin.

Oppimisympäristön logiikaksi valittiin Siemensin S7-1200. Oppimisympäristöön hankittiin tarvittavia komponentteja, mm. kennokeskus, kaapelihyllyjä, automaatiokeskuk-
sia ja asennustarvikkeita. Ympäristöön tuli kymmenen erilaista harjoitetta, ja kun tiesin millaisia harjoitteita tulee, aloin suunnitella sähkökuvia niihin. Sähköpiirustusten valmistuttua tein Siemensin Tiaportal-järjestelmällä logiikkaohjelmoinnin ja kosketusnäyt-
töihin valvomonäytöt.

Asiasanat: oppimisympäristö, ohjaava koulutus, sähkö, automaatiojärjestelmä

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Upper Degree Programme in Automation

JARNO KIVENVUORI

Developing a learning environment into the electrical department of the vocational school
Bachelor's thesis 78 pages, appendices 36 pages
May 2015

The aim for the thesis was to develop a learning environment for industrial electricity studies in the vocational institute Iisakki, in Hämeenkyrö. The starting point was to analyse which of the possible automation systems would be the most suitable for the institute's needs. The most important choosing criterion was that the profibus fieldbus device could be connected to the logic in the future. The second important criterion was that the logic would have enough inputs and outputs (I/O) or that more of those could be installed later if needed. The third criterion was that in order to use the devices in the learning environment it needed to have a display connected into the machinery. The fourth criterion was the price of the logic which was set by the institute's budget.

In theory part of the thesis was studied the ways of planning a learning environment and the ways of teaching in a vocational school. According to the studied literature the exercises made in the learning environment should be as similar to real life assignments as possible. The exercises need to be difficult enough to keep the motivation of the students high but on the other hand, they shouldn't be too difficult either. The motivation of the students is the most important thing in learning. A functional learning environment increases the motivation of the students and thus generates better learning results. Teacher plays an important role in the beginning of the studies, but in time the students themselves should increasingly take responsibility of their studies. The role of the teacher is to support the learning process throughout the studies, but gradually the student should learn to apply the learnt information more and more independently and also to independently retrieve the needed information.

As a result of the analysis, The Siemens S7-1200 was chosen as the logic of the learning environment. The next steps were to purchase the needed components such as switchgear, cable racks, automation centres, installation accessories etc. and to build the environment. During the process of this thesis ten different exercises were designed into the new learning environment. An electrical circuit diagram was made for each of these exercises. After that the logic and the control panels of the touch screens were programmed by using the Siemens Tiaportal system. The new learning environment was taken into use during this spring.

Key words: learning environment, guiding education, electricity, automation system

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	5
2	AUTENTTINEN OPPIMISYMPÄRISTÖ	7
3	OHJAUSJÄRJESTELMÄN VALINTA	13
3.1	Automaatiojärjestelmä	13
3.2	Logiikoiden vertaaminen.....	14
3.2.1	Siemens Logo	14
3.2.2	S7-1200	15
3.2.3	Siemens S7-300.....	17
3.2.4	Beckhoff	17
3.2.5	Omron	19
3.3	Oppimisympäristön automaatiolaitteisto.....	20
3.3.1	S7-1200 CPU 1214C.....	20
3.3.2	SB 1232 AQ.....	21
3.3.3	SM 1223 (233-1PL30-0XB0)	22
3.3.4	SM 1231 AI 4 (231-4HD30-0XB0)	23
3.3.6	KTP600 Basic color (6AV6-647-0AD11-3AX0)	25
3.4	Ohjelmistot.....	25
3.4.1	TiaPortal	25
3.4.2	CADS suunnittelu	26
4	OPPIMISYMPÄRISTÖN HARJOITUKSET.....	28
4.1	Harjoitus 1: Lämpötilan mittaus.....	28
4.2	Harjoitus 2: Säätoventtiili.....	30
4.3	Harjoitus 3: Moottorin suoraikäyttö.....	31
4.4	Harjoitus 4: Moottorin suunnanvaihto	32
4.5	Harjoitus 5: Taajuusmuuttajaohjattu moottorikäyttö	32
4.6	Harjoitus 6: Vedenlämmitys.....	33
4.7	Harjoitus 7: On/Off venttiili	34
4.8	Harjoitus 8: Pelletin pakkaus.....	36
4.9	Harjoitus 9: Pintakytkin	36
4.10	Harjoitus 10: Pinnanmittaus	37
5	LOPUKSI.....	39
	LÄHTEET	40
	LIITTEET	42

1 JOHDANTO

Työn tarkoitus oli kehittää Ammattikoulu Iisakin sähköosaston teollisuuden sähköasennuksia koskevaa opintokokonaisuutta. Työssä tehtiin koululle mahdollisimman autenttinen oppimisympäristö, joka kuvaa nykyaikaista teollisuusympäristöä. Tavoitteena on tällä tavoin antaa opiskelijalle kuva, miten automaatiojärjestelmä ohjaa erilaisia kenttälaitteita, kuten moottoreita ja venttiileitä. Opiskelijalle tulee kuva miten sähköistyksen tehdään ja millaisia johtoja ja johdinreittejä tulee käyttää. Ympäristössä opiskelija tutustuu erilaisiin teollisuuden komponentteihin ja oppii ymmärtämään miten niiden ohjaaminen tapahtuu.

Tavoitteena on saada opiskelijoille entistä parempi kuva suurista kokonaisuuksista pienten irrallisten töiden sijaan. Liitteinä ovat oppimisympäristön sähkökuvat, joiden perusteella oppilaat tekevät kytkennät. Liitteinä ovat myös automaatiokuvat, joista selviää ohjelma ja myös se miten valvomonäytöt on tehty. Opiskelija ei tee itse logiikoihin ohjelmaa, vaan ne ovat valmiina. Opiskelija joutuu tutustumaan ohjelmaan käyttöönotossa ja hänen on ymmärrettävä ohjelman toiminta. Jokainen opiskelija tekee kaikki kymmenen harjoitusta ja saa palautetta lopuksi työn sujumisesta. Hän saa palautetta myös siitä, kuinka hyvin työ on tehty, sekä kehittämisehdotukset jatkoa ajatellen. Harjoitusten alussa oppilasta ohjeistetaan työn teossa ja myöhemmin oppilaan pitää suoriutua töistä itsenäisemmin. Taitojen kasvaessa oppilas ottaa suurempaa roolia omasta oppimisestaan ja kehittymisestään. Työssä tutustuin oppimisympäristöihin liittyvään kirjallisuuteen ja siellä tuotiin vahvasti esille, että oppimisympäristöjen tulisi olla laajoja, jotta opiskelijalle tulee hyvä käsitys kokonaisuuksista.

Opiskelu pitää aloittaa perusteista, jolloin opettajan rooli on suuri ja opiskelijan oma panos vähäisempi. Opiskelijan kehittyessä hänen omaa vastuuta oppimisesta kasvatetaan. Opiskelija oppii parhaiten, kun hän tekee itse töitä oppimisensa eteen. Ammatillisessa koulutuksessa oppimisen tulee olla työntekoa, jolloin oppimistulokset ovat parhaimpia ja opiskelijan motivaatio on hyvä.

Tässä työssä tutkin erilaisia logiikkavaihtoehtoja, jotka soveltuisivat suunnittelemaani oppimisympäristöön. Ratkaiseva tekijä logiikan valintaan oli hinta, eli tavoitteena oli saada mahdollisimman edullinen logiikkajärjestelmä. Logiikassa piti olla tarpeeksi I/O:ta ja niitä piti tarpeen tullen pystyä liittämään lisää. Logiikkaan piti saada myös profibus-väyläliityntä, vaikka sitä ei tässä työssä käytettykään. Työssä tutkin kolmen eri

valmistajan tarjontaa logiikoissa (Omron, Siemens ja Beckhoff). Kaikkien kolmen valikoimassa oli koulun järjestelmään sopiva logiikkajärjestelmä ja tällöin ratkaisevaksi tekijäksi valintaan tuli hinta. Koulu sai edullisimman tarjouksen Siemensiltä ja logiikkaa valittiin Siemens S7-1200. Siemensillä oli myös edullisempi logiikkasarja, mutta sen I/O: määrä oli liian pieni koulun järjestelmään. Siemens S7-1200 logiikkaa voi laajentaa erilaisilla I/O korteilla ja siihen sai liitettyä profibus-väyläkortin. Logiikkaan sai liitettyä myös kosketusnäytön, joka toimii oppimisympäristössä valvomona.

Oppimisympäristön harjoituksissa tehdään mm. erilaisia moottorilähtöjä, joita ohjataan näytöltä. Kaikkia harjoituksia ohjataan kosketuspaneelilta, joka vastaa teollisuuden valvomoa. Harjoituksissa tutustutaan myös analogiasignaaliin ja siihen, kuinka se toimii mittauksissa ja ohjauksissa. Harjoitustöissä mitataan lämpötilaa ja pinnankorkeutta. Analogiasignaalilla ohjataan taajuusmuuttajaa ja taajuusmuuttajalla säädetään moottorin pyörimisnopeutta. Yhdessä harjoituksessa analogiasignaalilla ohjataan venttiiliä, jonka avulla säädetään pinnankorkeutta. Pelletinpakkausharjoituksessa opiskelija tutustuu laskureiden toimintaan ja miten niitä voidaan käyttää todellisessa ympäristössä.

2 AUTENTTINEN OPPIMISYMPÄRISTÖ

Työn tavoitteena oli saada mahdollisimman teollisuudenomainen oppimisympäristö. Aloin suunnitella oppimisympäristöä oman työkokemukseni ja oman opiskelukokemukseni perusteella. Itselläni oli vaikeuksia hahmottaa kokonaisuuksia heti koulun jälkeen työskennellessäni paperitehtaalla. En ymmärtänyt, mistä eri laitteiden ohjaukset tulevat ja miten ne keskustelevat toisilleen. Minulla oli vaikeuksia löytää oikeita keskuksia kuvien perusteella, koska koululla en ollut sellaista harjoitellut. Koululla tehtiin aikaisemmin moottorinohjausharjoituksia seinälle laitettavaan muovikoteloon. Muovikotelolasennuksessa jää monta tärkeää vaihetta pois, kuten turvakytkimien lukitseminen ja ”älä kytke” kylttien laittaminen paikalleen. Olen saanut opiskelijoiden harjoittelupaikoilta palautetta, että osa opiskelijoista ei tiedä mitä tehdä, kun esimerkiksi haetaan vikaa. Oppimisympäristön kennokeskuksessa pitää kytkeä jännitteet pois ja lukita turvakytkimet ennen töiden aloittamista. Opiskelijalle tulee harjoitusympäristössä oikeat työvaiheet selville. Tehtaalla on kennokeskuksia kymmeniä metrejä ja oikean kennon löytäminen oli minulle vaikeaa urani alussa. Koululle suunnittelemassani oppimisympäristössä on kennokeskuksia vierekkäin ja kuvien perusteella pitää löytää oikea kenno. Opiskelijalle oppii lukemaan sähkökuvista, miten löytää oikea kenno. Mielestäni liian yksinkertaisilla harjoituksilla opiskelija ei opi hahmottamaan kokonaisuutta.

Opiskeluaikanani me ohjasimme logiikalla yhtä moottoria suoraan logiikan relelähdestä. Tämän kaltaisessa työssä ei opi hahmottamaan miten logiikka todellisuudessa teollisuudessa toimii. Opiskelijalle ei tule tietoa esimerkiksi siitä, että automaatioissa ja moottorinohjauksessa on käytössä erilaisia jännitteitä(24 VDC, 230 VAC ja 400 VAC ym.). Välireleidenkään käyttötarkoitus ei tule selville yksinkertaisissa töissä. Mielestäni sähköasentajan ei tarvitse osata ohjelmoida monimutkaisia logiikkaohjelmia. Asentajan on tärkeä ymmärtää miten logiikka toimii ja miten se kytketään. Kytkemisessä pitää huomioida mm. erilaiset jännitteet ja millaisella kaapelilla voidaan erilaiset jännitteet kytkeä. Asentajan on myös hyvä tietää millaisen kaapelin erilaiset signaalit vaativat. Analogisignaaliille käytetään erilaista kaapelia, kuin digitaaliselle. Teollisuuden työpaikoilta on tullut palautetta, että opiskelijoiden olisi tärkeää ymmärtää miten analogiasignaali toimii. Teollisuudessa analogiasignaalia käytetään esimerkiksi erilaisissa mittauksissa. Suunnittelemani oppimisympäristöön tuli jokunen mittaus, joten opiskelijat pääsevät tutustumaan miten analogiasignaalia käytetään mittalaitteissa. Analogiaohjausta käytetään oppimisympäristössä

taajuusmuuttajan ohjaamiseen ja näin opiskelija pääsee näkemään miten teollisuudessa moottoreiden nopeuksia säädetään.

Opiskelijoilta kuulee usein, että töissä oppii enemmän, koska pääsee tekemään. Mielestäni ammattikouluun sopii yleensäkin paremmin tekemällä oppiminen. Teoriaa opiskelijat eivät tahdo jaksaa kuunnella ja osa asiasta ei jää opiskelijan muistiin. Teoriaa opettaessa olen monesti huomannut, että opiskelijat ymmärtävät asian, mutta kun heidän pitäisi kytkeä laite, eivät he osaa. Osaaminen teoriassa ja käytännössä ovat eri asia. Ammattikouluun tulleilla opiskelijoilla on jo tullessaan hyvä motivaatio käytännön työn tekemiseen ja monella teorian lukeminen ei motivoi.

Kirjassa ”Aktivoiva opetus ” sivulla 10 kerrottiin mihin aktivoivalla opetuksella pyritään, eli siinä painopisteenä on oppimisprosessin tukeminen. Opiskelijan oma työ-määrä/panos yritetään maksimoida. Opiskelijan tiedot ja taidot aktivoidaan, eli opiskelija ei ole passiivinen vastaanottaja (luennot, jossa opettaja pelkästään puhuu), vaan hän käyttää tietojaan suoriutuakseen ongelmasta. opiskelijalle pitää antaa palautetta aktivoivassa opetuksessa ja sitä hän saa oppimisympäristöä käyttäessään minulta. Myös onnistunut työ antaa palautetta siitä, että työ on opittu ja toimimaton työ kertoo, että opiskelijan täytyisi vielä harjoitella lisää. (Lonka, K. & Lonka, I. 2003). Olen omassa oppimisympäristössäni pyrkinyt aktivoivaan opetukseen. Mielestäni luennot eivät aktivoi opiskelijaa ja näin ollen suuri osa asiasta jää opiskelijalta oppimatta. Suunnittelemassani oppimisympäristössä opiskelija joutuu itse miettimään asioita ja tutustuu niihin omalla tahdillaan. Autan opiskelijoita, jos he eivät jotakin osaa, tai kerron mistä he löytävät tietoa ongelmaan. Opiskelija joutuu soveltamaan jo oppimaansa tietoa ja hän oppii yhdistelemään tietojansa ratkaistakseen ongelman. Ennen oppimisympäristön tehtävien tekemistä on tietenkin käytävä jonkin verran teoriaa läpi, jotta opiskelijat pääsevät alkuun. Teorian opiskeluun on näin ollen hyvä motivaatio, kun opiskelija pääsee heti toteuttamaan teoriassa oppimiaan asioita käytännössä.

Aktivoivassa opettamisessa tärkein on opiskelijan oppiminen. Vastuu oppimisesta on opiskelijalla, ei opettajalla, eli opettaja vain ohjaa opiskelijaa.(Lonka, K. & Lonka, I. 2003, 12). Tämä on hyvä taito työelämässäkin, sillä sähköala kehittyy kovaa vauhtia eteenpäin ja tietoa joutuu jatkuvasti etsimään työuran aikana. Kaikkea tietoa ei voi aina hakea kursseilta tai kouluttautumalla lisää, vaan työarjessa joutuu lukemaan manuaaleja ja mitä laki/standardimuutoksia tulee asennuksiin. ”Todellinen oppiminen ei ole olemassa olevien faktojen tallentamista, vaan olennaista on oppijan aktiivinen panos, kun

hän yrittää rakentaa oppimastaan merkityksellistä ja luonnollista.” (Lonka, K. & Lonka, I. 2003,12). Mielestäni hyvä sähköasentaja ei osaa kaikkea teoriaa ulkoa vaan osaa käyttää tietoa käytännössä ja osaa hakea tietoa asiasta mitä ei osaa. Monet luennot, missä olen itse ollut, on asian ulkoa opettelua. Opettaja selvittää edessä asiaa ja opiskelijat tallentavat tietoa päähänsä. Vuorovaikutteisuus on oppilaiden ja opettajan välillä vähäistä ja oppilaat eivät opi päähänsä tallennettua asiaa. Suuri syy vuorovaikutuksen heikouteen on suuret ryhmät ja pieni aika. Opettajan aika menisi kyselemiseen ja vastailemiseen, jos hän jatkuvasti ohjaisi jokaista henkilökohtaisesti. Tunneilla hiljaiset oppilaat, joiden pitäisi kysellä (koska eivät osaa asiaa) eivät yleensä kysy mitään. Oppilaat, jotka ovat aktiivisempia tunneilla ja ovat ymmärtäneet asiasta jotakin, kyselevät tiedonälkäisinä lisää. Suunnittelemassani oppimisympäristössä opiskelijat tekevät kytKentöjä pareittain ja opettajana näen koko ajan missä kelläkin on vaikeuksia. Opettajana minulle jää enemmän aikaa henkilökohtaiseen opetukseen, kun opiskelijat oppivat itsenäisesti. Vähemmän osaavia oppilaita kerkeää neuvoa ja näin he saavat oppimisesta tulevia hyvänolon tunteita ja heidän motivaationsa nousee. Hyvin osaaville opiskelijoille voi antaa vaikeampia tehtäviä, jotta heidän motivaationsa ei laske liian helppojen töiden vuoksi.

Aktivoiva oppiminen (Lonka, K. & Lonka, I. 2003, 99) kirjassa kirjoitettiin, että oppiminen edellyttää itsenäistä käytännön harjoittelua. Kirjassa oli esimerkkinä, että kukaan ei opi ajamaan autoa seuraamalla vierestä, kun toinen ajaa. Opetuksen pitäisi edetä niin, että asia opetetaan ja sitten harjoitellaan. Opetuksessa voi näyttää miten työ tehdään ja oppilaat tekevät sen jälkeen itsenäisesti työn. Usein oppilaat oppivat asian todellisuudessa vasta sitten, kun he ovat itse tehneet toimenpiteen käytännössä. (Lonka, K. & Lonka, I. 2003, 99-100). Opiskelijoiden tehdessä harjoitusta, ei ohjeistus saa olla liian tarkka. Opiskelijan voidessa tehdä työ suoraan ohjeen mukaan, hän vain tekee, mutta ei ajattele mitä tekee. Oppiminen on heikompaa, kun opiskelija ei aktiivisesti käytä omaa ajattelua.

”Harjoitusten on oltava sopivan tasoisia, todenmukaisia ja niiden on valaistava olennaisia asioita. Niiden pitäisi ohjata oppilaita harjoittelemaan järjestelmän kannalta olennaisia taitoja. Harjoitusten avulla on autettava oivaltamaan myös yleisiä periaatteita ja asioiden välisiä yhteyksiä sekä ymmärtämään, miten opittuja asioita todellisissa työtehtävissä käytetään”. (Lonka, K. & Lonka, I. 2003, 100). Edelliset lauseet kiteyttävät hyvin omat tavoitteeni oppimisympäristölleni. Opiskelijat pääsevät harjoittelemaan niitä olennaisia taitoja, mitä heiltä vaaditaan työskennellessä teollisessa ympäristössä. Opiskelijat oppivat ymmärtämään asioiden välisiä yhteyksiä, kun järjestelmä on tarpeeksi laaja.

Esimerkiksi opiskelijan tehdessä oikosulun työnsä ohjausvirtapiiriin, kaikkien muidenkin töistä katkeaa ohjaukset, sillä ohjauspiirin sulake palaa. Opiskelija huomaa myös, että kytkettäessä kennokeskukseen jännitteet päälle, saattaa toiseenkin kennoon tulla jännite päälle. Käyttöönnotossa opiskelija oppii näkemään miten hänen työnsä on osa suurta kokonaisuutta. Suunnittelemassani oppimisympäristössä on monen tasoisia harjoitteita, jotta eritasoiset oppijat saavat onnistumisen tunteita.

Kirjassa *Aktivoima oppiminen* (Lonka, K. & Lonka, I. 2003), sivulla 98 kerrottiin ihmisen oppivan parhaiten asiakokonaisuuksia, joihin yksittäistiedot voi kytkeä. Sähköalalakin voidaan opettaa piirrosmerkkejä eri komponenteista ulkoa lukuna kirjasta. Tällä tyyllillä harva muistaa komponentteja, koska ei edes välttämättä tiedä mitä komponentti tekee. Piirrosmerkit ja komponentit jäävät paremmin mieleen, kun ne yhdistetään suurempaan kokonaisuuteen. Esimerkiksi suunnittelussa oppimisympäristössä opiskelija oppii turvakytkimen piirrosmerkin ja toiminnan, kun hän on sen kytkenyt itse työhönsä.

Motivaatiolla on mielestäni erittäin suuri merkitys oppimisessa. Ilman motivaatiota ei voi oppia. Olen työssäni huomannut, että opiskelijoilla on hyvä motivaatio, kun heillä on todellisia töitä. Kirjassa tuhat tapaa opettaa (Vuorinen, I. 1993. 12), kirjoitettiin motivaation käynnistävän opiskelijassa tavoitteellisia toimintoja. Motivaatio voi syntyä tarpeesta, eli esimerkiksi ihmisen tullessa nälkäiseksi hän alkaa etsiä itselleen syömistä. Motivaatio voi syntyä myös ihmisen itselleen asettamista arvoista. Opiskelija voi esimerkiksi asettaa itselleen tavoitteeksi saada hyvä keskiarvo ja tämä motivoi häntä opiskelemaan hänelle epämieluisia aineita ahkerammin. Opiskelijan halutessa jatko-opintoihin hänellä on yleensä hyvä motivaatio saada hyviä numeroita. Motivaatio on psyykkinen tila, joka määrää millä teholla ihminen keskittyy tiettyyn asiaan. (Vuorinen, I. 1993. 12-13). Tuhat tapaa opettaa kirjassa (Vuorinen, I. 1993) sivulla 15 oli kirjoitettu motiivista ja miten se vaikuttaa motivaatioon. Motiivit kilpailevat keskenään ja kirjassa oli esimerkkinä ihmisen valinta siitä lähteäkö kansalaisopistoon vai jäädä kotiin lukemaan kirjaa. Ihminen tekee itse päätöksen, kumpaa asiaa tekee ja tällöin hänellä on parempi motivaatio tehdä päätettyä asiaa. Kirjassa oli myös kolmas vaihtoehto, jäädä kotiin katsomaan tv:tä. Koulussa opiskelijoilla on monenlaisia motiiveja, jotka vaikuttavat motivaatioon ja päätöksen tekoon.

Monella opiskelijalla on hyvä motivaatio pelata esimerkiksi puhelimella erilaisia pelejä, mutta heikko motivaatio lukea koulukirjoja. Opiskelijoiden motivaatio koulutehtäviä kohtaan pitäisi saada nousemaan, jotta he pärjäisivät työelämässä. Mielestäni motivaatio

tio-ongelma teorian lukemiseen johtuu teorian ja oikean työn irrallisuudesta. Opiskelijat eivät ymmärrä mihin he tarvitsevat teoriassa saamiaan tietoja. Suunnittelemassani oppimisympäristössä on monipuolisesti erilaisia tehtäviä ja siinä opiskelijan pitää monipuolisesti käyttää teoriatunneilla oppimiaan tietoja. Opiskelijan motivaatio kasvaa teorian lukemiseenkin, kun hän huomaa, että tietoja tarvitaan todellisissa töissä. Mielestäni teoriatunneilla pitäisi opettaa niitä asioita, joita opiskelija tarvitsee työelämässä. Perusasiat pitää opettaa huolellisesti, jotta opiskelija voi siirtyä vaikeampiin tehtäviin. Tehtävien ollessa liian vaikeita alussa opiskelijan motivaatio laskee, kun hän kokee tehtävät mahdottomaksi suorittaa.

Kirjassa Taitojen opettelu kirjoitettiin opetuksen voivan olla alussa opettajakeskeistä, eli esimerkiksi luentoja. Kurssin edetessä vastuu oppimisesta pitää siirtää opiskelijalle ja opettajan rooli vaihtuu enemmän tutoriksi. Opettaja neuvoo tarvittaessa, mutta muuten opiskelija harjoittelee itsenäisesti. Kirjassa sanottiin opetuksen olevan prosessi, jossa opiskelijaa tuetaan perusprosessissa parhaalla mahdollisella tavalla. Opiskelijan perusprosessi on oppiminen. (Salakari, H. 2007.8). Tekeminen on oppimisen ydin ja oppiakseen opiskelijan on itse tehtävä harjoitteita. Harjoitteiden tekeminen voidaan aloittaa hyvin varhaisessa vaiheessa, koska opiskelijan oppimiselle tekee hyvää, kun hän joutuu hakemaan itse tietoa edetäkseen harjoitteissa. Taitojen opettelu kirjassa oli taitojen oppiminen jaettu kolmeen osaan. Ensimmäisessä osassa opetellaan perustaitoja ja tässä vaiheessa on hyvä kiinnittää huomiota opiskelijan motivaatioon ja emootioihin. Opettaja on tässä vaiheessa paljon esillä ja opiskelijan oma työpanos on vielä suhteellisen vähäinen. Toisessa vaiheessa aletaan opittuja asioita sitoa jatkuviksi toiminnoiksi. Opittuja asioita yhdistellään ja näin opiskelija pystyy tekemään haastavampia kokonaisuuksia. Tässä vaiheessa tehtävien tulee olla sopivan haastavia, ei liian vaikeita tai liian helppoja. Taitojen kehittyessä tehtävienkin pitää vaikeutua. Opettajan vastuu pienenee tässä vaiheessa ja hän jaa enemmän taka-alalle, jolloin opiskelijan oma työpanos kasvaa. Kolmannessa vaiheessa opiskelija kasvattaa työnopeuttaan, taitavuuttaan, työn laatua ja opitun asian yleistettävyyttä. Kolmas vaihe tapahtuu yleensä työelämässä/harjoittelussa, jossa opiskelija pääsee tekemään enemmän alansa tehtäviä. (Salakari, H. 2007. 9).

Tekniikka kehittyi sähköalallakin kovaa vauhtia eteenpäin ja tietotekniikka on yhä suuremmissa osissa. Automaatio kehittyi ja sitä on tullut paljon lisää kaikkiin sähköalaan liittyviin työtehtäviin. Oppimisympäristössä on mietitty tätäkin asiaa ja siksi kaikkiin tehtäviin liittyy automaatio, sekä tietokoneen käyttö. Tietokonetta tarvitaan tehtyjen töiden käyttöönotossa. Kaikkia tehtäviä ohjataan keskitetysti yhdestä automaatiojärjes-

telmästä, kuten yleensä teollisuudessa. Teollisuudessa on toki usein automaatiota hajautettu moneen paikkaan suuren määrän ja pitkien etäisyyksien vuoksi. Kirjassa taitojen opetus kirjoitettiin, että harjoitusten tulisi olla mahdollisimman oikeiden työtehtävien kaltaisia ja tähän olen ympäristössä panostanut. Moottorilähtöharjoitteita pitää vielä tulevaisuudessa kehittää niin, että moottorit pyörittävät jotakin laitetta. (Salakari, H. 2007.11)

3 OHJAUSJÄRJESTELMÄN VALINTA

3.1 Automaatiojärjestelmä

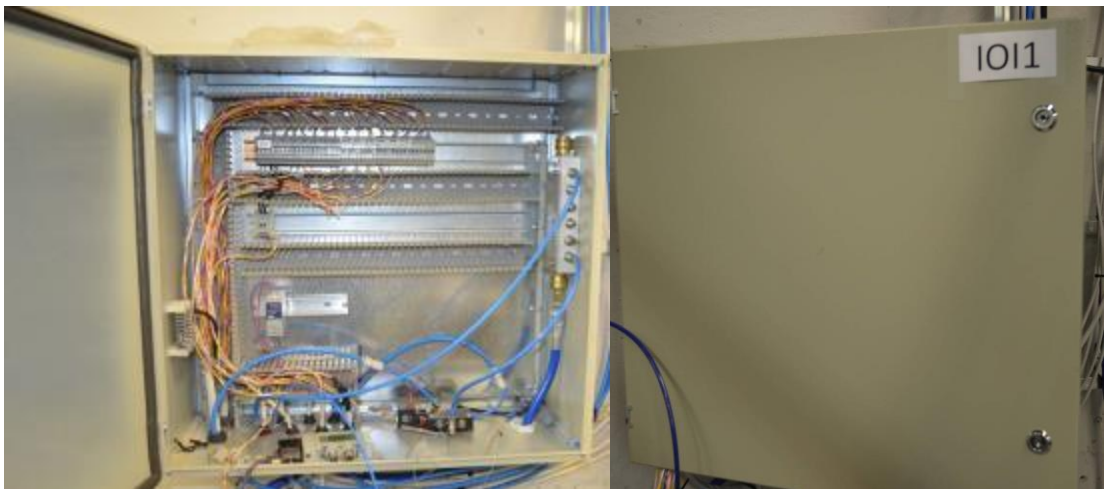
Oppimisympäristön suunnittelun alkuvaiheessa tutkin, mikä logiikkavaihtoehto olisi paras oppimisympäristöön. Koululle ratkaiseva tekijä oli hinta, eli laitteiston piti olla edullinen. Ympäristöä varten kysyin tarjouksia Omronilta, Siemensiltä ja Beckhoffilta. Logiikassa piti olla myös riittävästi I/O:ta, jotta kaikkien laitteiden ohjaaminen onnistuisi samalla logiikalla. Lisäksi oli tärkeää, että logiikkaan voidaan liittää profibus -ohjattu taajuusmuuttaja. Laitteistoa piti pystyä ohjaamaan näytöltä, eli logiikkaan oli pystyttävä liittämään jokin valvomosovellus.

Ohjausjärjestelmä on keskitetty yhteen paikkaan, josta ohjataan kaikkia oppimisympäristön laitteita. Digitaalista ja analogista ohjausta on suhteellisen paljon, joten logiikkasarja tuli olla hyvin laajennettavissa. Ohjaaminen on toteutettu kuten teollisuudessa, eli logiikka on omassa keskuksessaan (KUVA 1: Logiikkakeskus) ja sieltä tapahtuu koko järjestelmän ohjaaminen. Keskuksessa on myös ristikytkentä.



KUVA 1: Logiikkakeskus

Logiikkakeskukseen tuodaan kaapeleita suoraan antureilta, mutta siitä lähtee myös runkokaapeli hajautuskeskukselle (KUVA 2: Hajautettu I/O, IOI1). Hajautuskeskus on nimetty IOI1:ksi ja sinne tulee kaksi jamak $8 \times 2 \times 0,5 + 2,5$ kaapelia. Hajautuskeskuksen avulla saadaan oppilaiden kaapelinvetoja lyhyemmäksi, kun ei aina tarvitse vetää kaapelia keskukselle asti. Samanlaista systeemiä käytetään teollisuudessa ja näin ei tarvitse vetää valtavaa määrää kaapelia hyllylle, vaan yhdellä runkokaapelilla saadaan iso määrä irrallisia kaapeleita korvattua. Suuremmissa tehtaissa logiikkajärjestelmä on hajautettu moneen suureen keskittymään/automaatiotilaan, jotta kaapelien pituudet ei tule kohtuuttoman pitkäksi. Nykypäivänä käytetään myös hajautettua I/O:ta, jolla saadaan johdotuksia vähemmäksi. Koulun opetustila on pieni ja siksi hajautettua I/O:ta ei käytetä oppimisympäristössämme.



KUVA 2: Hajautettu I/O, IOI1

3.2 Logiikoiden vertaaminen

3.2.1 Siemens Logo

Siemens valmistaa ohjelmoitavia logiikoita. Siemensillä on monta eri logiikkasarjaa ja logiikkasarjat on suunniteltu erikokoisiin ympäristöihin. Pienin logiikka on Logo, jota markkinoidaan ohjelmoitavana releenä ja tällä pystytään tekemään pieniä ohjausjärjes-

telmiä, kuten omakotitalon valaistuksen ohjausta. Logolla voidaan myös tehdä pieniä koneohjauksia. Logon avulla voidaan vähentää kaapelointia ja irrallisten releiden käyttöä. Se on helppo käyttää ja ohjelmoida. Logoa voidaan käyttää saneerauskohteissa, joissa on aiemmin käytetty aikareleitä tai kellokytkimiä. Uusimmissa logoissa on web-palvelin, jonka avulla logoa voidaan ohjata näytöltä tai älypuhelimelta. Logossa on maksimissaan 24 digitaalituloa, 16 digitaalilähtöä, 8 analogituloa, 2 analogilähtöä ja lisäksi väyläliitäntä mahdollisuus AS-Iin tai KNXään. Tämä tulojen ja lähtöjen määrä ei riitä suunnittelemaani oppimisympäristöön, joten Logoa ei voitu valita järjestelmän loogiikaksi. Logoa voidaan ohjelmoida suoraan logiikassa olevalla näytöllä ja koskettimilla tai tietokoneelle asennettavalla Logo soft comfort- ohjelmalla. (Siemens. LOGO).



KUVA 3: Siemens Logo (Siemens.LOGO)

3.2.2 S7-1200

Keskikokoinen järjestelmä on Siemensin S7-1200 sarja, joka on ohjelmoitava PLC- logiikka (KUVA 4: S7-1200, CPU 1214C). S7-1200 on suhteellisen pienikokoinen logiikka koneen ohjaukseen ja erilaisiin valmistuslinjoihin. S7-1200 soveltuu pienten ja keskisuurten laitteiden automatisointiin. Logiikka on monipuolinen ja releohjausten lisäksi sillä voidaan tehdä PID säätöjä ja erilaisia liikkeenohjaustoimintoja monimutkaisiinkin järjestelmiin. S7-1200 on mahdollista liittää laajempiinkin järjestelmiin ja siihen on saatavilla monipuolisesti erilaisia väyläliityntäkortteja. (Siemens. S7-1200)



KUVA 4: S7-1200, CPU 1214C (Siemens. S7-1200)

S7-1200 logiikka on modulaarinen, joten siitä on helppo rakentaa juuri tarpeisiin nähden sopivan kokoinen (KUVA 5: S7-1200 modulaarinen järjestelmä). Logiikkaan on mahdollista monipuolisesti saada lisäkortteja analogisignaaleille ja digitaalisille in- ja output tiedoille. Kaikkiin, S7-1200 CPU 1214C, CPU 1215C ja CPU 1217C, on mahdollista liittää 8 lisäkorttia, inputeille on varattu muistia 1024 tavua ja outputeille 1024 tavua (SIMATIC S7-1200 Easy book 2015, 16). Koulun oppimisympäristöön S7-1200 logiikan maksimi i/o määrä on riittävä ja sitä voidaan laajentaa tarvittaessa erilaisilla väyläratkaisuilla.



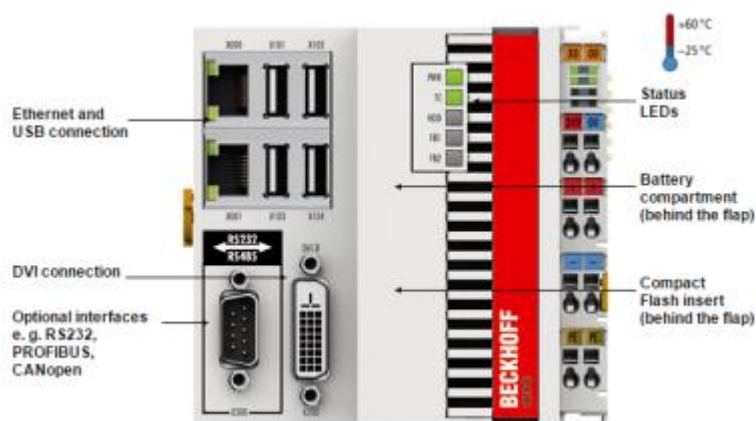
KUVA 5: S7-1200 modulaarinen järjestelmä

Siemens S7-1200 ohjelmoidaan STEP 7 Basic (Tiaportal) ohjelmalla ja saman ohjelman paremmalla versiolla voidaan ohjelmoida Siemensin muitakin logiikoita. STEP7 - ohjelmalla voidaan tehdä myös valvomonäyttöjä. Siemens S7-1200 järjestelmään voidaan kytkeä myös paikallisohjausnäyttö KTP600.

3.2.3 Siemens S7-300

Siemensillä on S7-300 ja S7-1500 logiikkasarja, mutta ne ovat ominaisuuksiltaan turhan monipuolisia koulun oppimisympäristöön ja näin ollen niiden hinta on liian korkea. S7-300 ja S7-1500 on suunniteltu suurempiin järjestelmiin ja ammattikouluopiskeluun ne eivät tuo mitään lisää verrattuna S7-1200:aan.

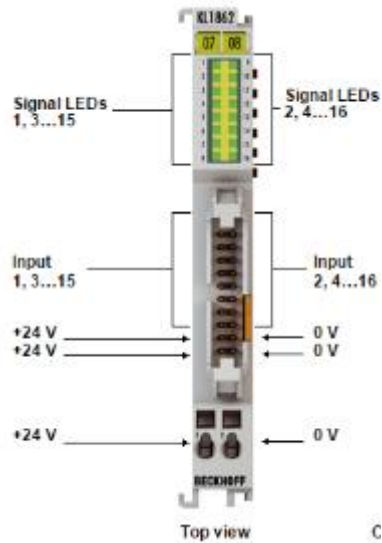
3.2.4 Beckhoff



KUVA 6: Beckhoff 5010 (Beckhoff. 5010)

Beckhoff valmistaa PC pohjaista logiikkaa ja 5010 on yksi heidän PC pohjaisista CPU:sta. Logiikassa on Intelin valmistama Atom Z530 1,6 GHz suoritin. Päämuistia logiikassa on 512 MB RAM ja flash- muistia 128 MB. Logiikassa on 2 x RJ45, 4 x USB, DVI ja RS232 liityntöjä. Käyttöjärjestelmänä on Microsoft Windows CE 6 tai Microsoft Windows Embedded Standard 2009, jonka päällä logiikkasovellus pyörii (TwinCAT 2 PLC runtime tai TwinCAT 2 NC PTP runtime). Kuvassa 7 on 16 -kanavainen sisääntulokortti. I/O kortit ovat rakenteeltaan kapeita, joten ne vievät vähän tilaa. Opetuskäytössä Beckhoffin järjestelmä olisi hyvä pienen kokonsa vuoksi. Logiikkaan on mahdollista saada Profibus -liityntäkortti, kuten myös muita väyliä. Siihen on mahdollista saada myös analogisia ja digitaalisia I/O kortteja. Logiikka ohjelmoidaan

Beckhoffin omalla sovelluksella, joka on Twincat. Ohjelmointi tapahtuu kytkemällä logiikan ethercat- väylä tietokoneen ethernet- liittimeen (RJ-45) (Beckhoff, 5010).



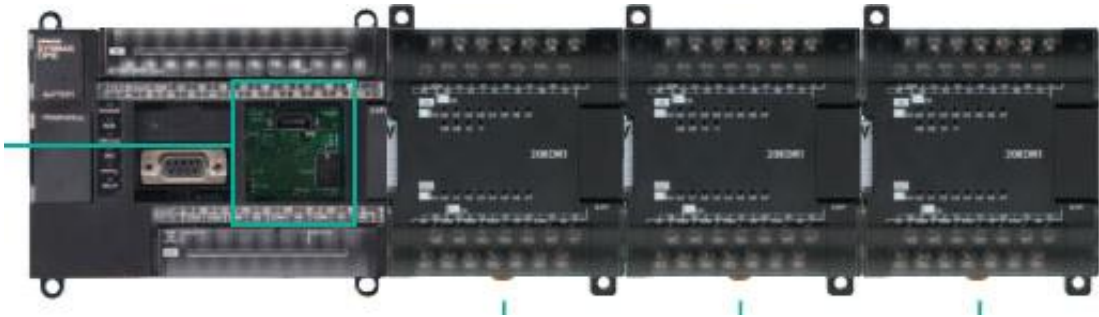
KUVA 7: 16 kanavainen sisääntulokortti (Beckhoff.5010)

Beckhoffin logiikkaan on mahdollista kytkeä paikallisohjausnäyttö. Näyttöissä on valinnanvaraa käyttötarpeen mukaan. Kuvassa 8 on esitetty eri malleja. Näyttöjä on mahdollista saada erillisillä painikkeilla, jotka sijaitsevat näytön reunoilla. Näyttöissä on kosketustoiminto, mutta jossakin tilanteissa on hyvä, että on irrallisia painikkeita. Esimerkiksi työskennellessä hansikkaat kädessä kosketusnäyttö ei toimi. Näyttöjä on saatavilla 5.7, 6.5, 12 ja 15 -tuumaisena. Näyttöjen ohjelmointi tapahtuu Twincat sovelluksella (Beckhoff. CP6601).



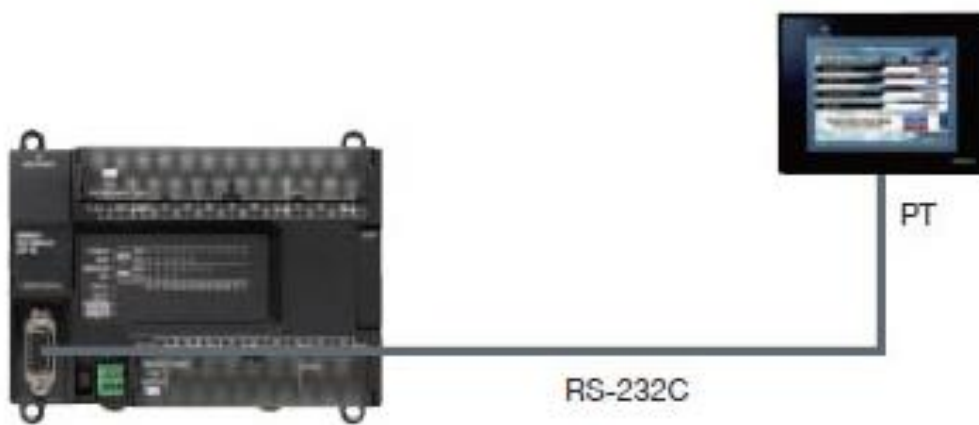
KUVA 8: Beckhoff näyttö (Beckhoff. cp6601)

3.2.5 Omron



KUVA 9: Omron CP1E (Omron. CP1E)

Omronilla on kustannustehokas logiikkasarja CP1E. Logiikkaan voidaan kytkeä digitaalisia ja analogisia I/O tietoja. Logiikka ohjelmoidaan kytkemällä normaali USB kaapeli logiikan ja tietokoneen välille. Ohjelmointiohjelma on Omronin oma CXONE. CP1E sarjaa voidaan laajentaa kuvan 9 mukaisilla lisäkorteilla. Ammattikoulun opetusympäristöön logiikkasarja on hyvin soveltuva, koska sitä pystyy laajentamaan ja siihen voidaan kytkeä näyttö, sekä erilaisia väyliä. Kuvassa 10 on esitetty miten Omronin näyttö kytketään logiikkaan RS-232C liittimen avulla. Omronilla on 5.7, 8.4, 10.4, 12.1 ja 15 -tuumaisia paikallisohjausnäyttöjä (Omron. NS series).



KUVA 10: Omron näyttö (Omron. CP1E)

3.3 Oppimisympäristön automaatiolaitteisto.

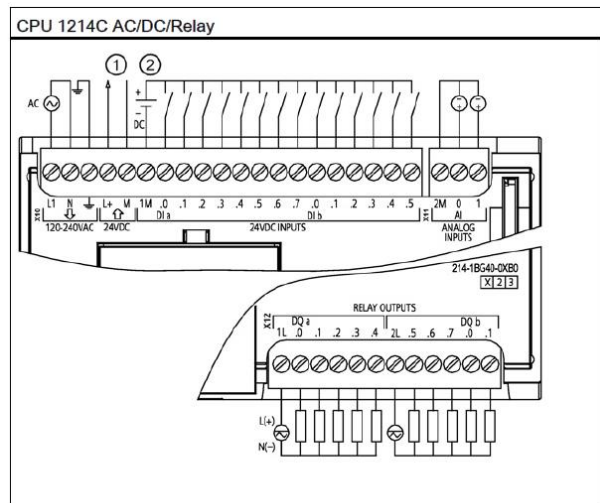
3.3.1 S7-1200 CPU 1214C

Pyysimme tarjoukset Omronilta, Siemensiltä ja Beckhoffilta ja saimme edullisimman tarjouksen Siemensiltä. Päädyimme Siemensin tarjoamiin automaatiokomponentteihin. Logiikaksi valittiin Siemens S7-1200 CPU 1214C AC/DC/RLY 6ES7 214-1BE30-0XB0 (KUVA 4: S7-1200, CPU 1214C (Siemens. S7-1200)). CPU 1214C on ulkoisilta mitoiltaan 110x100x75 ja siinä on 14 digitaalista sisääntulokanavaa. Digitaalisia ulostulokanavia on 10 ja analogisia sisääntulokanavia kaksi, jotka lukevat 0-10 V viestiä. Bitmuistia laitteessa on 8192 tavua. Laitteeseen voidaan liittää 8 signaalilisäkorttia CPU:n oikealle puolelle ja 3 kommunikointikorttia vasemmalle puolelle. CPU 1214C digitaalisisääntuloista kanavia 0-5 voidaan käyttää nopeutta vaativiin laskurituloihin (100 kHz) ja kanavaa 6 30 kHz:n laskurituloihin (Siemens. S7-1200).

CPUssa on profinet- liityntä, jonka avulla laite ohjelmoidaan. (SIMATIC S7-1200 Easy book 2015, 16) Profinet- kaapeli on vastaavanlainen, kuin Ethernet- kaapeli ja se liitetään tietokoneen ethernet- porttiin. Siemens S7-1200 logiikkaan voidaan ohjelmoida OB, FB, FC ja DB lohkoja ja niille on varattu 100 kilotavua muistia. Lohkoja voi olla maksimissaan yhteensä 1024 kappaletta. (SIMATIC S7-1200 Easy book 2015, 16). Logiikka voidaan ohjelmoida LAD, FBD tai SCL kielellä. Logiikka asennettiin keskukseen vaakatasoon ja sen lämpötilarajat olivat tällöin -20 – 60 °C. Logiikka on koulun laboratoriossa ja siellä lämpötila on noin kaksikymmentä astetta, joten logiikan lämpötilarajat eivät ylity. Logiikka on suojausluokaltaan IP20. CPU 1214 C käyttää muistina EEPROM ja sitä on varattu käyttäjän tiedolle 75 kilotavua, työmuistiin 100 kilotavua ja ohjelmille (load memory) 4 Mt. Logiikkaan voidaan liittää myös Siemensin 2 Gt muistikortti, jolla saadaan lisää muistia ohjelmille ja esimerkiksi web- serverille tehdyille valvomolle. Logiikan CPU:n toiminta-ajat ovat bitti toiminnolla 0,085 µs/operaatio, sana toiminnoissa 1,7 µs/operaatio ja liukuluvuilla 2,3 µs/operaatio. (Siemens. CPU 1214 C, 2-3).

Tyypinimessä merkintä AC/DC/RLY tarkoittaa, että logiikka toimii 230 AC jännitteellä (85 V – 264 V), eli se on kytkettävä Suomen verkkojännitteeseen. Verkkojännitteen taajuus tulee olla välillä 45 – 63 Hz. (Siemens. CPU 1214 C). Kuva11:ssa on esitetty kytkentä ja siitä näkyy, että L1- liittimeen tuodaan 230 vaihejännite ja N- liitti-

meen kytketään nollajohdin, sekä maadoitusliittimeen PE- johdin. Logiikassa on myös pieni jännitelähde (L+ ja M liittimet), mutta koulun oppimisympäristössä käytetään erillistä 24 VDC virtalähdettä tehontarpeen vuoksi. DC tyyppimerkinnässä tarkoittaa, että logiikan tulot on tarkoitettu toimimaan 24 VDC jännitteellä. Relay tyyppimerkinnässä tarkoittaa, että logiikan lähdöt ovat releen kaltaisia toiminnaltaan. Kuvan 11 1L liittimeen tuodaan ohjausjännite, joka menee a-kanavan liittimiin .0-4, kun logiikasta ohjataan 0-4 lähtö päälle. 2L:ään tuotu jännite ohjautuu a-kanavan lähtöihin 5-7 ja b-kanavan lähtöihin 0 ja 1. Relelähtöjen jännite voi olla esimerkiksi 24 VDC tai 230 VAC ja näin ollen niitä voidaan käyttää erilaisiin tarkoituksiin. Koulun järjestelmässä lähtöihin ohjataan jännitteet erilliseltä virtalähteeltä 24 VDC. Logiikassa on myös kaksi analogiasäätuloa (Analog inputs). Sisääntulot mittaavat virtaa 0 – 20 mA ja anturilta tuleva virtaviesti on 4-20 mA, joten arvo pitää skaalata ohjelmallisesti.

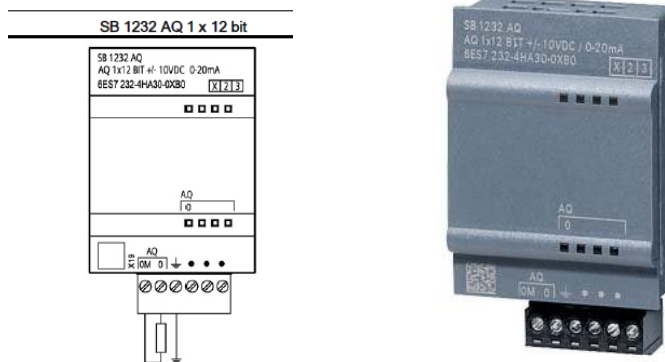


KUVA 11: CPU 1214C (. (SIMATIC S7-1200 Easy book 2015, 374)

3.3.2 SB 1232 AQ

Siemens valmistaa pieniä signaalikortteja S7-1200 CPU:n päälle asennettavaksi ja koulun oppimisympäristöön valitsin kortiksi SB 1232 AQ. Kortti on analogialähtökortti ja siinä on yksi kanava. Korttiin voi kytkeä maksimissaan kymmenen metriä pitkän kierretyn parikaapelin. Kortin ollessa toiminnassa sen lämpötila-alueet ovat pystyyn

asennettaessa 0 – 45 °C ja vaakaan asennettaessa 0 – 55 °C. Koulun ympäristössä kortti asennetaan vaakaan ja lämpötila pysyy maksimilämpötilan alla. Kortti on suojausluokaltaan IP20. Kortissa on ledi, joka ilmaisee kanavan tilaa. Korttiin kytkettävän laitteen/kuorman impedanssi saa olla maksimissaan 600 Ω. (Siemens. SB1232 AQ.).



KUVA 12: SB 1232 AQ

(SIMATIC S7-1200 Easy book 2015, 390)

KUVA 13: SB 1232 AQ (Siemens. SB1232 AQ)

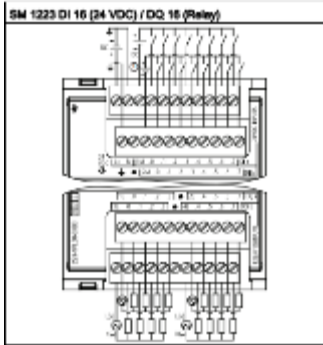


KUVA 14: Logiikkajärjestelmä

3.3.3 SM 1223 (233-1PL30-0XB0)

Sm 1223 kortissa on 16 sisääntulo- ja 16 ulostulodigitaalikanavaa. Ulostulokanavat ovat relelähtöjä ja niiden syötöt tulee L-napoihin (Kuva 15). 1L- napaan tuotu jännite ohjataan napoihin .0, .1, .2 ja .3, kun logiikan lähdöt 0, 1, 2 ja 3 ovat aktiivisia (Siemens, Technical specification. 247). Sisääntulokanavat toimivat 24 VDC jännitteellä, mutta ne kestävät 30 VDC jännitteen jatkuvana. Ulostulon relelähtöihin voi kytkeä 5...30 VDC jännitteen tai 5..120 VAC. Koskettimet kestävät maksimissaan 2 A:n Virran. Releen

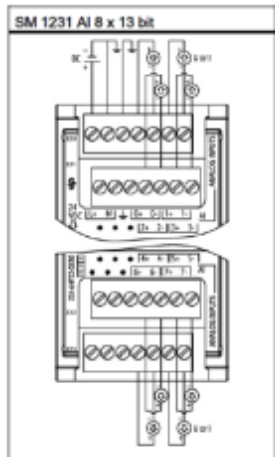
lähdöt kestävät ilman kuormaa 10 000 000 auki/kiinni- toimintoa ja kuorman kanssa 100 000 auki/kiinni- toimintoa. (Siemens, Technical spesification. 250, 252). Koululle suunnitellussa järjestelmässä logiikan relelähttöihin tulee 24 VDC jännite ja niillä ohjataan välireleitä tai magneettiventtiileitä.



KUVA 15: SM1223 (Siemens, Technical spesification. s. 248)

3.3.4 SM 1231 AI 4 (231-4HD30-0XB0)

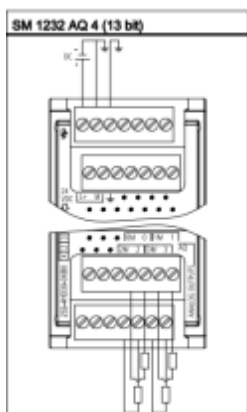
SM 1231 on analogia- sisääntulokortti ja siinä on neljä sisääntulokanavaa. Sisääntulosignaalina voi toimia 0..10 VDC jännite tai 0..20 mA virtaviesti (lisäksi on mahdollista valita +/- 10 VDC, +/- 5DC tai +/-2,5V). Käytettävän signaalin valinta tehdään step 7 Basic- ohjelmalla ja oppimisympäristön sisääntulosignaalit ovat 4..20 mA. Ohjelmassa joudutaan tekemään skaalaaminen, jotta kortille tuleva tieto ja kortin lukema tieto ovat samat. Kortin resoluutio on 12 bittiä. 4..20 mA signaali muutetaan kortilla digitaalitiedoksi 0 .. 27 684. kortille tuleva jännite saa olla maksimissaan 35 VDC. Kaapelina tulee käyttää kierrettyä ja suojattua parikaapelia, esimerkiksi JAMAK. (Siemens, Tehnical spesification. 257 ja 258). Kuvassa 16 näkyy, miten tulot kytketään SM 1231 korttiin. Kortti vaatii ulkoisen jännitteen syötön L+ ja M napoihin (24 VDC). Kuvassa 16 on kahdeksankanavainen sisääntulokortti, joten se poikkeaa hivenen käytetystä tulokortista. Erona on, että kanavia on vähemmän. Muuten kytkentä tapahtuu samalla lailla molemmissa korteissa. Ulostulokortti ei ole syöttävä, joten se tarvitsee erillisen jännitelähteen tuloon tulevaan kytkentään. Liitteessä 1 on esimerkki, miten tulo kytketään. Jännitelähteeltä lähtee anturille/lähettimelle + 24 VDC. Anturilta tulee johdin kortin 0+ napaan ja jännitelähteen – napa kytketään kortin 0- napaan.



KUVA 16: SM 1231 (Siemens, . 2015. SIMATIC S7-1200 Easy book .395)

3.3.5 SM 1232 AQ 4 (232-4HD30-0XB0)

SM 1232 kortissa on neljä ulostulokanavaa ja niiden lukema signaali on 0 – 20 mA tai 0 – 10V. Signaalin valinta tehdään Step7- ohjelmassa. Kortin resoluutio on 11 bittiä ja tarkkuus 20 Celsiusasteen lämpötilassa +/- 0,3 %. Kortti muuttaa sisään tulevan signaalin digitaalisesti arvoksi 0 – 27 649. kortti toimii 24 VDC jännitteellä, mutta se kestää + 35 voltin jännitteeseen asti. Kaapelina tulee käyttää kierrettyä parikaapelia (Jamak) ja sen maksimipituus voi olla 100 metriä (Siemens, Tehnical spesification. 257 ja 258). Kuvasta 17 näkyy, miten lähtökorttiin kytketään ohjattavat lähdöt. Kortti on syöttävä, joten se ei vaadi erillistä jännitelähdettä lähdön puolelle. 0 – kanavaan kytkettäessä laite johdotetaan kortin 0 navasta ohjattavan laitteen + napaan. Kortin 0M navasta vedetään johdin ohjattavan laitteen – napaan.



KUVA 17: SM 1232 (Siemens, . 2015. SIMATIC S7-1200 Easy book .395)

3.3.6 KTP600 Basic color (6AV6-647-0AD11-3AX0)

KTP600 on Siemensin valmistama ohjauspaneeli. Ohjauspaneelille voi tehdä valvomonkaltaisen ohjausnäkyvän ja tällä voidaan ohjata erilaisia prosesseja. Ohjelmointi tehdään Tiaportal basic- ohjelmistolla (WinCC Basic), eli samalla, millä logiikka ohjelmoidaan. Näyttö on TFT ja kooltaan 5,7 tuumaa. Näytön resoluutio on 320 x 240 px ja värejä on 256. Muistia näytössä on 512 KB ja se on IP 20- luokan laite. Logiikan ja näytön välinen kommunikaatio tapahtuu ethernet- kaapelia pitkin profinet- väylän avulla. Logiikassa ja näytössä on RJ 45 liittimet, joihin ethernet- kaapeli kytketään. Näyttöön voidaan tallentaa 50 kuvaa prosessista ja prosessimuuttujia voi olla 500 (tulo- ja/lähtöjä/merkkereitä). Näyttöön voidaan tehdä erilaisia kuvaajia/piirtoja (X/Y piirtoja tai pylväsmallisia) ja vektorigrafiikkaa. (Siemens. KTP600).



KUVA 18: KTP 600 edestä ja takaa

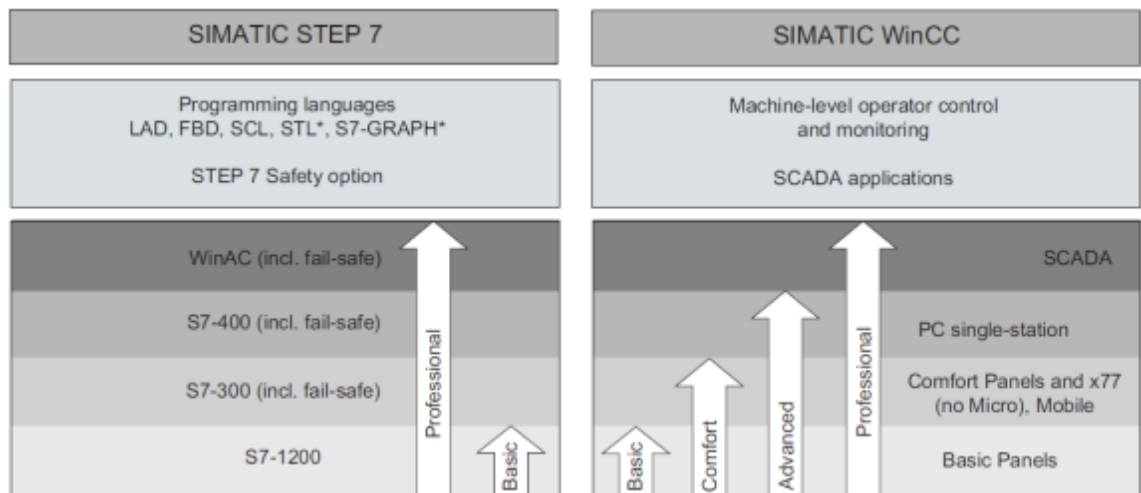
3.4 Ohjelmistot

3.4.1 TiaPortal

Siemensin S7-1200 logiikan ja KTP600 valvomonäyttöjen ohjelmointi tapahtuu TiaPortal ohjelmistolla ja sen Basic-versiolla. TiaPortal koostuu kahdesta eri ohjelmasta, Simatic Step 7:sta ja Simatic WinCc :sta. Nämä ohjelmat olivat aikaisemmin Siemensillä

erilliset ja ne piti käynnistää erikseen. TiaPortal:ssa ohjelmat on integroitu. Simatic Step 7- sovelluksella voidaan ohjelmoida S7-1200 logiikka ja WinCC sovelluksella voidaan ohjelmoida KTP600 näyttö.

TiaPortal ohjelmistosta on myös parempia versioita, joilla voidaan ohjelmoida esimerkiksi S7-300 logiikkaa. Kuvassa 19 on esitetty mitä eri ohjelman versiolla voidaan ohjelmoida. Basic-versiolla ei pysty ohjelmoimaan kuin S7-1200 logiikan ja Basic Panels-näyttöjä. Simatic WinCC:n paremmilla versioilla voidaan tehdä myös PC-pohjaisia valvomoita. Ammattikouluihin riittää hyvin KTP600- näytöt, jotta oppilaat oppivat ymmärtämään miten teollisuudessa valvomot keskustelevat logiikoiden kanssa. KTP600- näyttö keskustelee logiikan kanssa hyvin paljon samalla tavalla kun teollisuusvalvomo PC keskustelee logiikan kanssa. (Siemens. Step 7 Basic V11.0 SP2)



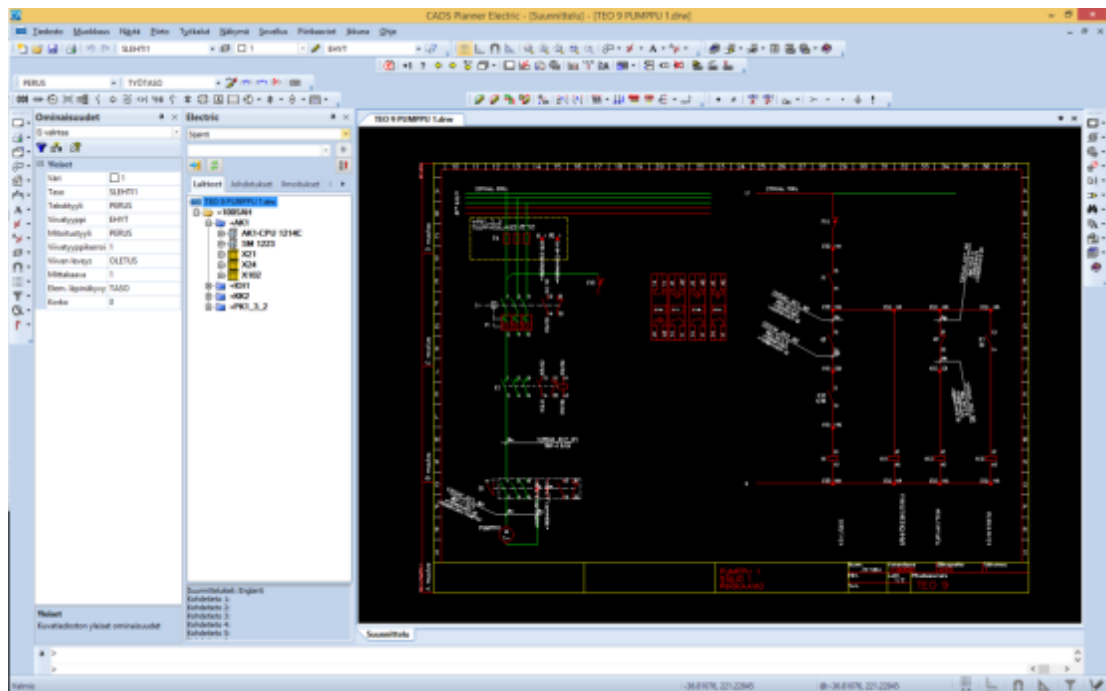
KUVA 19: Tia Portal (Siemens. Step 7 Basic V11.0 SP2.23)

3.4.2 CADS suunnittelu

Sähkösuunnittelussa käytettiin CADS Planner electrics- ohjelmistoa ja sillä piirrettiin piiri- ja johdotuskaaviot, sekä layout- kuvat. CADS Electric on monipuolinen ja sillä pystyy suunnittelemaan erilaisia sähkö- ja automaatioalan projekteja. Ohjelmistolla pystyy tekemään kuvia rakennussähköistykseen, teollisuussähköön, automaatioon ja myös

keskusten layout kuvista. Jakeluverkkokuvaakin ohjelmistolla pystyy piirtämään. CADSElectric on Suomen käytetyin ohjelmisto sähkö- ja automaatio suunnittelussa. CADSilla voi tehdä tietomallipohjaista suunnittelua teollisuuteen ja rakennussähköistykseen. Lopputodokumenttien tekeminen onnistuu vaivattomasti ohjelmistolla.

CADSElectric ohjelmistosta on saatavilla kolme eri tasoa, riippuen suunnittelun tarpeesta. Lite on kevyin versio, mutta silläkin pystyy tekemään piirikaavioita, taulukoita, keskuskaavioita ja tasopiirustuksia. Standard- versio on seuraavaksi paras ja sillä pystyy Lite version lisäksi tekemään keskuslayout- kuvia. Parhaalla Pro- versiolla voi tehdä myös tietokantasuunnittelua ja BSS- suunnittelua. CADSElectric ohjelmistolla voi tehdä seuraavia suunnitelmia: Piiri- ja johdotuskaaviot, keskuskaaviot, tasopiirustukset, keskuslayout, tietomallipohjainen suunnittelu, sähköinen määrälaskenta, energialaskenta, instrumentointi, logiikkasuunnittelu. CADS- ohjelmistoa käyttävät suunnittelutoimistot, urakoitsijat, keskusvalmistajat, valmistava teollisuus, teollisuuden kunnossapito, oppilaitokset, sekä energia- ja teleyhtiöt. (CADS. Planner Electric)

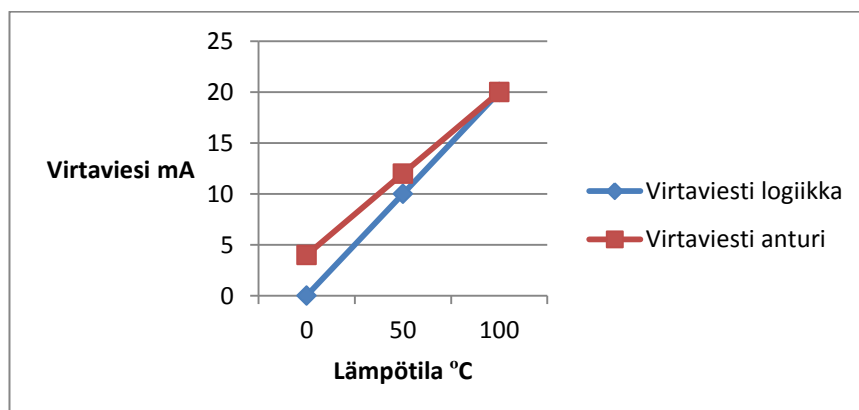


KUVA 20: CADSElectric (Kuvankaappaus ohjelmasta)

4 OPPIMISYMPÄRISTÖN HARJOITUKSET

4.1 Harjoitus 1: Lämpötilan mittaus

Harjoitus 1:ssä harjoitellaan kytkemään lämpötila-anturi ja samalla tutustutaan analogiasignaaliin. Lämpötila-anturi on Autrolin valmistama Pt100-anturi. Anturissa pitää olla erillinen lämpötilälähetin ja se on asennettu IO11 hajautuskeskukseen. Liite 1:ssä on piirikaavio anturin kytkennästä. KytKentä on tehty nelijohdinjärjestelmällä ja kaapelina on käytetty JAMAK 2x(2+1)x0.5 kaapelia, koska sillä on hyvä häiriösuojaus ulkoisia häiriöitä vastaan. Nelijohdinjärjestelmä tulee lähettimelle asti ja se muuttaa signaalin mA viestiksi. Virtaviesti menee logiikan CPU 1214C analogiasisääntuloon (AI_0), joka muuttaa sen logiikalle digitaalseksi tiedoksi. CPU 1214C analogiasisääntulo on 0 – 20 mA ja anturilta tuleva tieto on 4- 20 mA, joten tieto pitää ensin skaalata ohjelmallisesti, ennen kuin sitä voidaan käyttää. Kuvio 1:ssä on esitetty, miten mA virta muuttuu lämpötilan muuttuessa. Lämpötila on asetettu anturilla 0 °C vastaamaan 4 mA ja 100 °C 20 mA. Ilman logiikalla tehtävää skaalaamista logiikka käsittelee arvoa väärin, eli esimerkiksi näytölle tulee väärä arvo. Lämpötilan ollessa 100 astetta on anturin ja logiikan arvo sama. Ohjelmassa analogiasignaali muutetaan digitaalseksi arvoksi, jossa 0 mA on 0 ja 20 mA on 27648 (Siemens. 2015. SIMATIC S7-1200 Easy book, 397). Skaalauksen jälkeen 4 mA on 0 ja 20 mA on 27648.



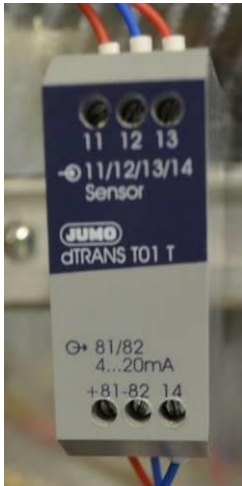
KUVIO 1: Anturin ja logiikan mA viestin eroavaisuus

Logiikan sisääntulon skaalaamisen jälkeen (0 – 20 mA → 4 - 20 mA) lämpötila pitää vielä skaalata näytölle oikeaan arvoon. Liitteenä 2 olevassa logiikan ohjelmassa FC1-lohkossa (kanava AI_0 analogia tieto on logiikassa IW64) 0 – 20 mA viesti skaalataan 4- 20 mA virtaviestiksi. Virran mennessä alle 3,2 mA FC1- lohkon lähtö b_wire_break menee aktiiviseksi. FC2 lohkoksa skaalataan lämpötila näytölle oikeaan muotoon, eli 4 mA vastaa 0 °C ja 20 mA vastaa 100 °C. Digitaalisenä lukuna 0 °C on 0 ja 100 °C on 27648. FC 2 lohkoksa saadaan aseteltua myös lämpötilan maksimi- ja minimilämpötila. Maksimilämpötilan ylityttyä, menee lähtömaksimi aktiiviseksi ja minimilämpötilan alle mentäessä lähtöminimi menee aktiiviseksi. FC2 lohkon analogialähtö on ”Lämpötila norm_1” ja siitä menee tieto näytölle.

Autrolin Pt-100 lämpötila-anturi on tyypiltään B ja se on G½”A –prosessiyhteellä. Anturin mittausalue on -50...+550 °C ja nimellispaine 2 baaria. Mitattavan aineen maksimivirtausnopeus on 13 m/s (suojaputken upotussyvyys ja aineen tiheys vaikuttaa maksimivirtausnopeuteen). Suojaputkin on materiaalia 316Ti ja mitat 12 x 2,5 / 1.4571. Lämpötila-anturin suojausluokka on IP65 ja sen sisäelementti on vaihdettavissa. (Autrol, s. 6). Anturin kytkentäkotelo on alumiinivalua ja se on epoksimaalattu. Johdon läpivienti on M20 ja kaapeli voi olla halkaisijaltaan 5..13mm. Sisäelementti on tyyppiä BUZH ja se on tärinän kestävä. (Autrol, s. 6)



KUVA 21: Autrolin lämpötila-anturi



KUVA 22:Lämpötilalähetin

4.2 Harjoitus 2: Säätoventtiili

Harjoitus 2:ssa kytketään logiikkajärjestelmään Valmetin valmistama säätoventtiili. Säätoventtiili sääto palloventtiiliä ja sääto tapahtuu 4 – 20 mA virtaviestillä. 4 mA virtaviestillä venttiili on täysin kiinni ja 20 mA virtaviestillä venttiili on täysin auki. Opiskelijan on ennen kytkemistä kalibroitava venttiili toimimaan oikein. Venttiilin asennoittimeen kytketään simuloiva mittari (4-20 mA) ja tuodaan paineilma IOI 1- kaapin jakotukin liittimestä 1. Opiskelijat tarkistavat, että venttiili on täysin kiinni arvossa 4.4 mA ja täysin auki arvossa 19.6 mA. Venttiilin pitää mennä kiinni jo arvossa 4.4, jotta varmistetaan, että venttiili menee varmasti kiinni tarvittaessa. Kalibroinnin jälkeen opiskelija kytkee venttiilin sähkökuvien (Liite 2) perusteella järjestelmään. Opiskelijan pitää osata lukea kuvista, millä kaapelilla venttiili kytketään ja minne. Lopuksi opiskelija ajaa venttiiliä näytöltä ja tarkistaa, että se aukeaa täysin ja menee täysin kiinni.

Logiikan analogia ulostulokortti on virtaviestiltään 0 – 20 mA ja venttiili on 4 – 20 mA, joten virtaviesti pitää ohjelmassa skaalata oikeaksi. Ohjelmassa on FC3, joka skaalaa näytöltä tulevan 0 – 100 % arvon arvoon 0 – 27648 (Siemens. 2015. SIMATIC S7-1200 Easy book, 397). Näytöltä tullut arvo skaalataan vielä vastaamaan lähtöä 4-20 mA.



KUVA 23: Säätöventtiili

4.3 Harjoitus 3: Moottorin suorakäyttö

Harjoitus 3:ssa harjoitellaan moottorin ohjaamista suoralla käytöllä. Opiskelija kytkee moottorin ohjauksen kennokeskukseen (kuva 24) liitteenä 3 olevien sähkökuvien mukaan. Ohjaukset tulevat automaatiokeskus 1:stä (AK1). Moottoria ohjataan näytöltä päälle ja pois. Näytölle tulee tieto moottorin käymisestä ja tieto tulee, kun kontaktori 1 vetää. Näytölle tulee myös hälytys, kun moottorinsuojakytkin laukeaa päävirtapiiristä. Turvakytkimen ollessa 0 asennossa, tulee myös näytölle ilmoitus. Työssä opiskelija johdottaa MCMK- kaapelilla syötön kaapelihyllyltä moottorille ja oppimistavoitteena on kaapelin oikeaoppinen asettaminen hyllylle. Kennokeskuksen kytkentöjen tekemisessä opiskelija oppii miten moottoreita ohjataan teollisuudessa.



KUVA 24: Kennokeskus

4.4 Harjoitus 4: Moottorin suunnanvaihto

Neljännessä harjoituksessa opiskelija harjoittelee, miten teollisuudessa rakennetaan suunnanvaihtokytkentä kennokeskukseen (Kuva 24). Harjoitus on samanlainen, kuin harjoitus 3, mutta siinä moottorin pyörimissuuntaa pystyy muuttamaan. Päävirtapiirissä on siis kaksi kontaktoria, joilla kahden vaiheen paikkaa vaihdetaan. Vaihtamalla kahden vaiheen paikkaa moottori vaihtaa suuntaa. Harjoitus 3:en verrattuna ohjausreleitä on kaksi, jotka ohjaavat päävirtapiirin kontaktoreita. Logiikka ohjaa releitä ja niistä toinen on suuntaan 1 ja toinen suuntaan 2. Liitteessä 4 on sähkökuvat kytkentään ja siihen miten logiikka on ohjelmoitu. Liitteessä 4 näkyy myös millaisella valvomonäytöllä moottoreita ohjataan.



KUVA 25: Moottorilähtöjen moottorit

4.5 Harjoitus 5: Taajuusmuuttajaohjattu moottorikäyttö

Viidennessä harjoituksessa opiskelijat harjoittelevat taajuusmuuttajan kytkentää. Taajuusmuuttajalla ohjataan moottoria ja sen nopeutta voidaan säätää logiikkaan kytketyltä näytöltä. Logiikan näytölle tulee taajuusmuuttajasta virranmittaustieto. Taajuusmuuttaja tulee kennokeskukseen (Kuva 26) ja sinne tulevat myös ohjausreleet. Logiikan näytöltä pystyy vaihtamaan taajuusmuuttajan suuntaa välireleiden avulla (Liite 5). Turvakytkimeltä tulee tieto logiikalle, kun se väännetään 0 asentoon. Näytölle ilmestyy tieto turvakytkimen auki olemisesta.

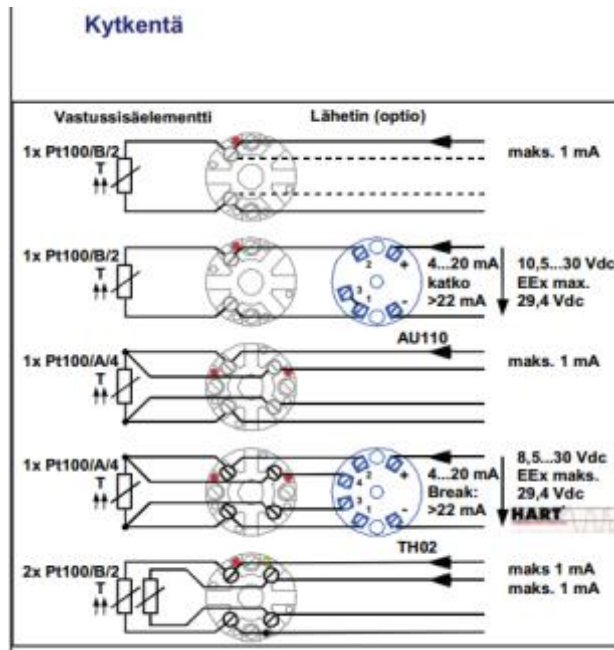


KUVA 26: Taajuusmuuttaja ohjattu moottorilähtö

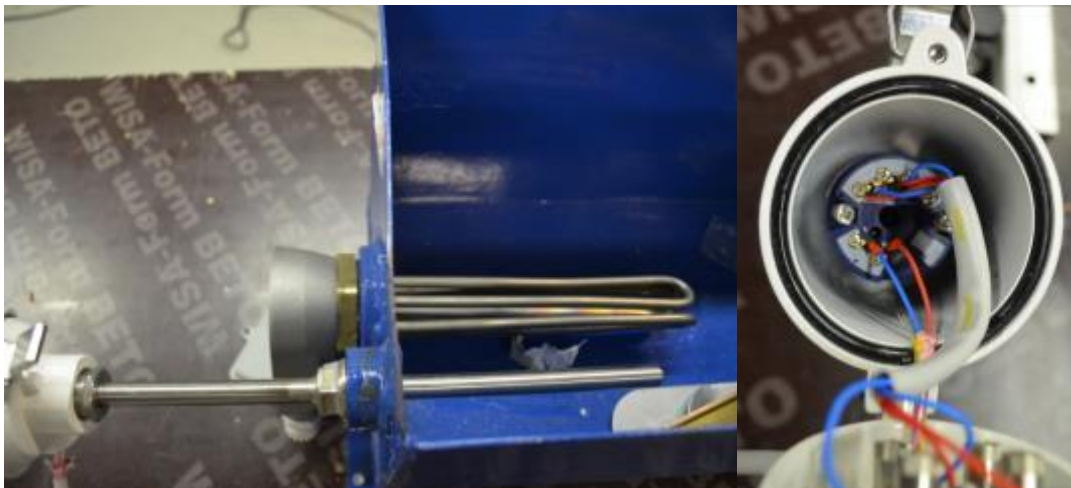
4.6 Harjoitus 6: Vedenlämmitys

Vedenlämmitystyössä on vesisäiliöön kytketty kolmivaiheinen lämmitysvastus. Lämmitysvastusta ohjataan kontaktorilla, joka on asennettu kennokeskukseen (kuva 24). Liitteessä 6 on sähkökuvat vastuksien ohjaamiselle. Ohjaukset tulevat automaatiokeskus 1:stä (AK1) ja siellä Siemensin logiikka ohjaa lähtöjä. Lämmitettävään vesisäiliöön on kytketty lisäksi lämpötila-anturi mittaamaan lämpötilaa. Lämpötilan mittauksen avulla säiliön veden lämpötila voidaan säätää oikeaksi. Haluttu lämpötila säädetään logiikkaan kytkettyyn näyttöön ja ohjelma säätää termostaatin kaltaisesti lämpötilaa. Lämpötila-anturina on Pt-100- anturi ja siihen on kytketty lämpötilalähetin.

Lämpötilalähetin on nappimallinen ja se asennetaan anturin päällä olevaan kytkentäkoppaan. Lähetin on malliltaan AU110H ja se on ohjelmoitava. Ohjelmoinnin voi tehdä hart -väylän kautta tai PCsetup- ohjelmalla. Laite on valmiiksi ohjelmoitu 0-100 °C asteeseen. Vastuselementti voidaan kytkeä 2-, 3- tai 4- johdinkytkennällä. Tuloviesti on galvaanisesti erotettu lähtöviestistä. Lähtöviesti toimii 8...30VDC jännitteellä ja virtaviestinä on 4...20 mA. Lähettimeen on saatavilla lisälaitteena kiskoasennussarja. (Autrol, s. 16). Liitteessä 6 on harjoitukseen sähkökuvat, logiikan ohjelmointikuva ja valvomönäytöstä kuva.



KUVA 27: Nappilähtettimen kytkentä (Autrol. s. 15)

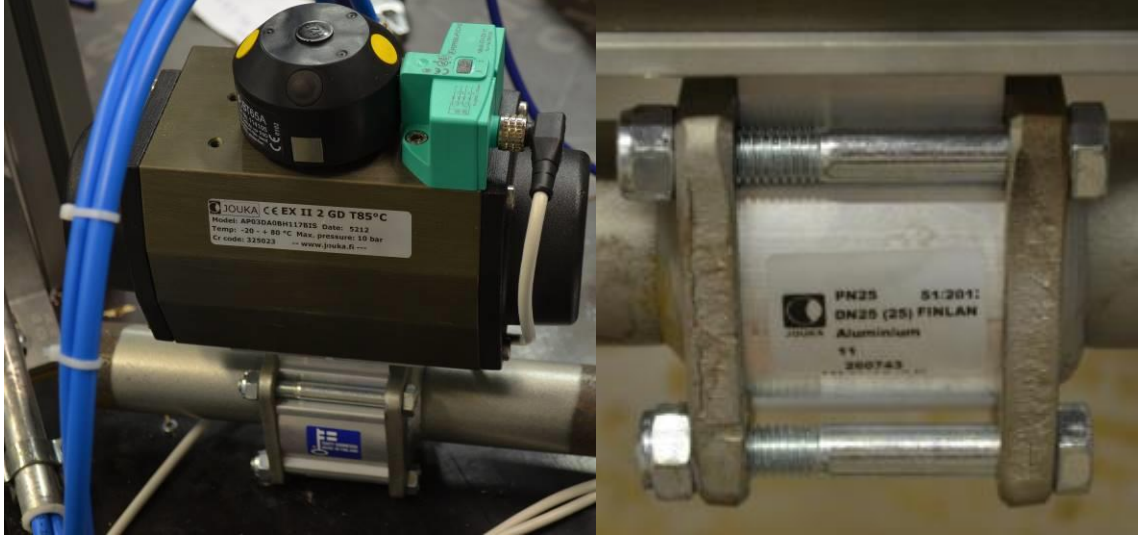


KUVA 28: Lämmitysvastus ja lämpötilanturi säililössä

4.7 Harjoitus 7: On/Off venttiili

Harjoitus 7:ssä on tarkoitus kytkeä On/Off venttiili. Venttiilin läpi ei tässä harjoituksessa kulje mitään nestettä, vaan tarkoituksena on tutustua On/Off venttiilin toimintaan ja kytkentään. Logiikan näytöltä ohjataan venttiiliä kiinni ja auki. Venttiilin päälle on kytketty rajapaketti, joka ilmaisee venttiilin auki- ja kiinniolon. Rajapaketilta menee tieto logiikan digitaalinputtiin ja sieltä taas näytölle. Liitteessä 7 on sähköpiirustus, miten

venttiili ja rajapaketti on kytketty. On/Off Venttiiliä ohjataan paineilman avulla kiinni ja auki. Paineilmaa ohjataan magneettiventtiilin avulla (Liite 7) oikeisiin venttiilin liittimiin. On/off venttiilissä on kaksi paineilmaliihtintä, joihin tuodessa paineilmaa, toinen venttiili aukeaa ja toinen menee kiinni.



KUVA 29: On/Off Venttiili



Kuva 30: Paineilman jakotukki

4.8 Harjoitus 8: Pelletin pakkaus

Pelletinpakkausharjoituksessa tutustutaan siihen, kuinka ruuvikuljetin toimii. Ruuvin avulla säiliöstä ajetaan pellettejä siiloon, jonka alle on kytketty pussi. Pusseja on kolmea eri kokoa. Ruuvikuljettimeen on kytketty induktiivinen rajakytkin, joka ilmaisee kierukan pyörimismäärää. Kierukkaan on tehty kohotettu metalliosa, jonka anturi havaitsee, aina kun kierukka on pyörinyt kierroksen. Anturin tieto menee logiikalle, joka laskee kierroksia. Opiskelija selvittää mikä on sopiva määrä kierroksia, jotta pussi tulee täyteen. Opiskelija asettaa kierroksien määrän logiikkaan ja logiikka osaa täyttää tästä eteenpäin pussit täyteen automaattisesti. Opiskelija oppii ymmärtämään mihin pulssilaskureita käytetään ja miten niitä voidaan hyödyntää, sekä miten niitä asennetaan. Asennettaessa anturia pitää huomioida, että anturi on sopivalla etäisyydellä tunnistettava pinnasta. Pinnan ollessa liian kaukana, anturi ei tunnista sitä. Anturin ollessa liian lähellä, se osuu pyörivään kappaleeseen ja rikkoutuu. Liitteessä 8 on sähkökuvat harjoitukseen, sekä miten logiikka on ohjelmoitu ja millaisella näytöllä harjoitusta ohjataan kosketusnäytöltä



KUVA 31: Ruuvikuljetin

4.9 Harjoitus 9: Pintakytkin

Pintakytkinharjoituksessa on kaksi säiliötä, joista toisen säiliön pintaa seurataan pintakytkimen avulla. Pintakytkimessä on alaraja- ja ylärajatieto. Anturissa on lisäksi kolmas sauva, joka on referenssipiste. Pintakytkimestä menee tieto logiikalle, kun referenssisauva ja alarajasauva ovat vedenpinnan alapuolella. Ylärajasauvalta menee myös tieto logiikalle, kun se ja referenssisauva ovat kosketuksissa veteen. Liitteessä 9 on sähköku-

vat ja kuva logiikan ohjelmoinnista. Myös valvomonäytöstä on kuva liitteessä 9. Valvomonäytöltä voidaan painaa säiliön täyttö päälle ja tällöin säiliö 1 täytetään automaattisesti. Näytöltä voidaan painaa päälle myös tyhjennys, jolloin säiliö 1 tyhjenetään automaattisesti säiliö 2:teen.



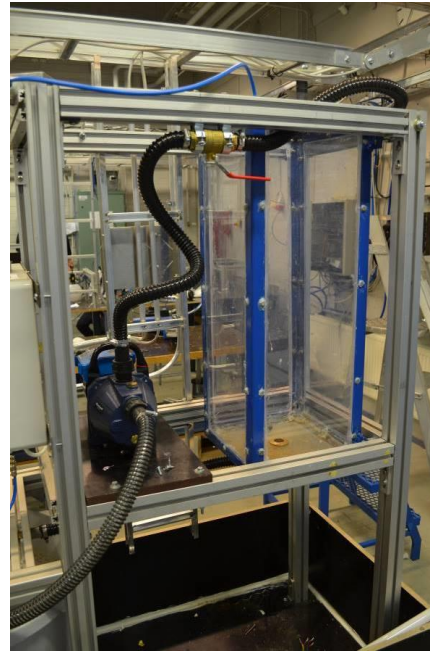
KUVA 32: Pintakytkin

4.10 Harjoitus 10: Pinnanmittaus

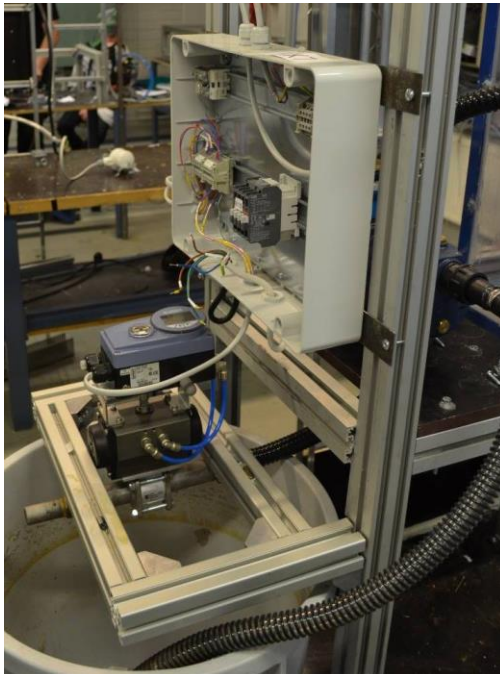
Pinnanmittausharjoituksessa säiliöön on kytketty paineanturi, joka mittaa pinnankorkeutta. Anturi pudotetaan säiliöön ylhäältäpäin ja se roikkuu oman johtonsa varassa säiliössä mahdollisimman lähellä pohjaa. Anturista tulee 4 - 20 mA:n viesti, joka muutetaan logiikan ohjelmassa pinnankorkeudeksi. Logiikkaan kytketyllä näytöllä voidaan määrittää, kuinka korkealla pinta on (0-100%). Säiliössä on pohjalla säätöventtiili, jonka avulla virtausta voidaan säätää. Säätö tapahtuu logiikassa PID-lohkon avulla. Opiskelija oppii miten PID-säätö toimii ja miten eri parametrit säädössä vaikuttavat toimintaan. Säiliöön pumpataan vettä pumpulla vakionopeudella ja poismenoa säädetään säätöventtiilillä. Pumppu on säädetty niin, että vedenpinta laskee, kun venttiili on täysin auki. Liitteessä 10 on harjoitukseen kuvat, miten logiikka on ohjelmoitu ja millaiselta valvomonäytöltä harjoitusta ohjataan. Liitteessä 10 on lisäksi sähkökuvat, miten kytkennät tehdään.



KUVA 33: Pinnankorkeusanturi



KUVA 34: Pinnan korkeudensäätöjärjestelmä



KUVA 35: Säätoventtiili ja ohjauskotelo

5 LOPUKSI

Lopputyön suunnittelu ja toteuttaminen oli mielenkiintoista ja antoisaa. Ajallisesti tämä prosessi vei yhteensä reilun vuoden ja pisimmän ajan otti itse oppimisympäristön suunnittelu ja rakentaminen. Oppimisympäristön komponenttien valitsemisessa oli paljon työtä, jotta kaikki sopivat keskenään yhteen. Tällä hetkellä kyseinen oppimisympäristö on käytössä Hämeenkyrön ammatti-instituutti Iisakin sähkö-osastolla. Oppimisympäristössä harjoittelevat sekä sähköasentajat että automaatioasentajat teollisuuden sähköasennuksia.

Oppimisympäristössä olevat harjoitukset ovat osoittautuneet toimiviksi ja oppilaita motivoiviksi, ja sen pohjalta olen alkanut suunnitella samantyyppistä oppimisympäristöä myös ammatti-instituutti Iisakin prosessi-osastolle. Prosessipuolen oppimisympäristöä tulee tulevaisuudessa käyttämään prosessipuolen opiskelijat yhdessä sähköpuolen opiskelijoiden kanssa. Opiskelijoiden hyvästä palautteesta voi päätellä, että työ on kokonaisuudessaan ollut onnistunut ja tarkoituksenmukainen. Tulevaisuus osoittaa kuinka pitkälle tämän tyyppinen opetusmuoto kehittyy, mutta ensimmäinen askel on nyt otettu ja siitä on hyvä mennä eteenpäin.

LÄHTEET

Autrol. VAKIORAKENTEISET VASTUSLÄMPÖTILA-ANTURIT. Luettu 4.2.2015
http://www.autrol.fi/pdf/Autrol/Lampotila-anturit_AUTROL.pdf

Beckhoff. 5010. Luettu 6.1.2015
http://www.beckhoff.com/english.asp?embedded_pc/cx5010_cx5020.htm

Beckhoff. cp6601. Luettu 6.1.2015
http://www.beckhoff.com/english.asp?industrial_pc/cp66xx.htm

CADS. Planner Electric. Luettu 25.1.2015
<http://www.cads.fi/fi>

Lonka, K. & Lonka, I. 2003. Aktivoiva opetus. 2. painos. Tampere: Tammer-Paino Oy

Omron. CP1E. Luettu 5.1.2015
<https://www.ia.omron.com/products/family/2064/>

Omron. NS Series. Luettu 5.1.2015
<https://www.ia.omron.com/products/family/155/lineup.html>

Salakari, H. 2007. Taitojen opetus. Saarijärvi: Saarijärven offset

Siemens. S7-1200. luettu 15.1.2015.
http://www.siemens.fi/fi/industry/teollisuuden_tuotteet_ja_ratkaisut/tuotesivut/automaatiotekniikka/ohjelmoitavat_logiikat_simatic/s7_1200.htm

Siemens. KTP600. Luettu 11.2.2015
<http://w3.siemens.com/mcms/human-machine-interface/en/operator-interfaces/basic-panel/devices-first-generation/pages/default.aspx>

Siemens. Step 7 Basic V11.0 SP2, System manual. Luettu 9.2.2015
https://support.industry.siemens.com/cs/attachments/57185407/STEP_7_Professional_V11_SP2_enUS_en-US.pdf?download=true

siemens. LOGO. Luettu 15.1.2015.
http://www.siemens.fi/fi/industry/teollisuuden_tuotteet_ja_ratkaisut/tuotesivut/automaatiotekniikka/ohjelmoitavat_logiikat_simatic/logo.htm

Siemens. 2015. SIMATIC S7-1200 Easy book. Käyttöohje. Luettu 15.1.2015.
http://support.automation.siemens.com/WW/llisapi.dll/csfetch/39710145/s71200_easy_book_en-US_en-US.pdf?func=cslib.csFetch&nodeid=39710184&forcedownload=true

Siemens. SB1232 AQ. Luettu 18.1.2015.
<https://mall.industry.siemens.com/mall/en/WW/Catalog/Products/10045691?activeTab=product>

Siemens. CPU 1214 C. Luettu 19.1.2015
<https://mall.industry.siemens.com/tedservices/DatasheetService/DatasheetService?control=%3C%3Fxml+version%3D%221.0%22+encoding%3D%22UTF->

[8%22%3F%3E%3Cpdf_generator_control%3E%3Cmode%3EPDF%3C%2Fmode%3E%3Cpdmsystem%3EPMD%3C%2Fpdmsystem%3E%3Ctemplate_selection+mlfb%3D%226ES7214-1BG40-0XB0%22+system%3D%22PRODIS%22%2F%3E%3Clanguage%3Een%3C%2Flanguage%3E%3Ccaller%3EMall%3C%2Fcaller%3E%3C%2Fpdf_generator_control%3E](http://new.technobothnia.fi/en_GB/c/document_library/get_file?uuid=9498c2a3-b72b-4763-9e52-79cbc661bd6d&groupId=23129)

Siemens. Technical specifications. Luettu 5.2.2015

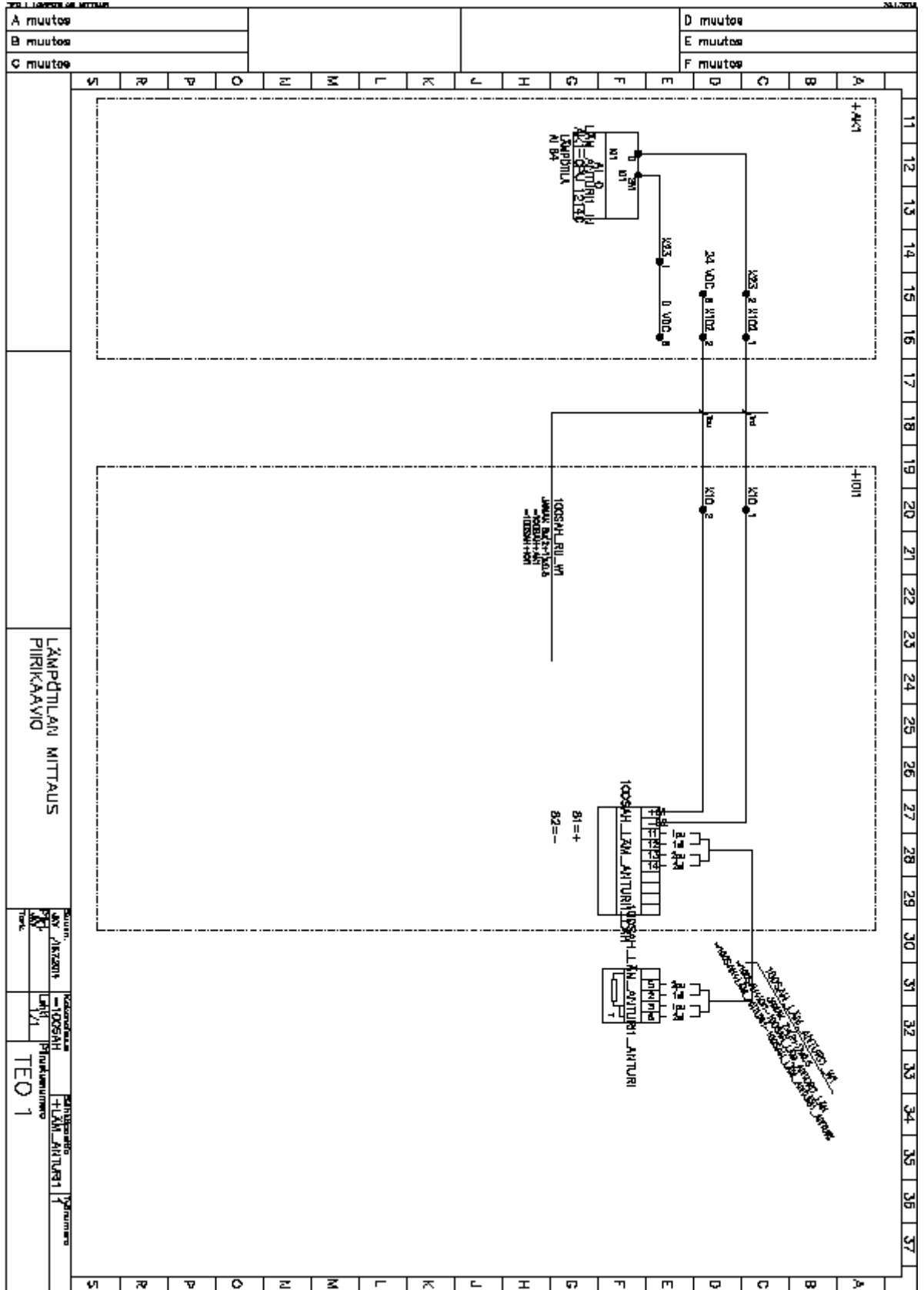
http://new.technobothnia.fi/en_GB/c/document_library/get_file?uuid=9498c2a3-b72b-4763-9e52-79cbc661bd6d&groupId=23129

Vuorinen, I. 1993. Tuhat tapaa opettaa. 2. painos. Vammalan kirjapaino Oy

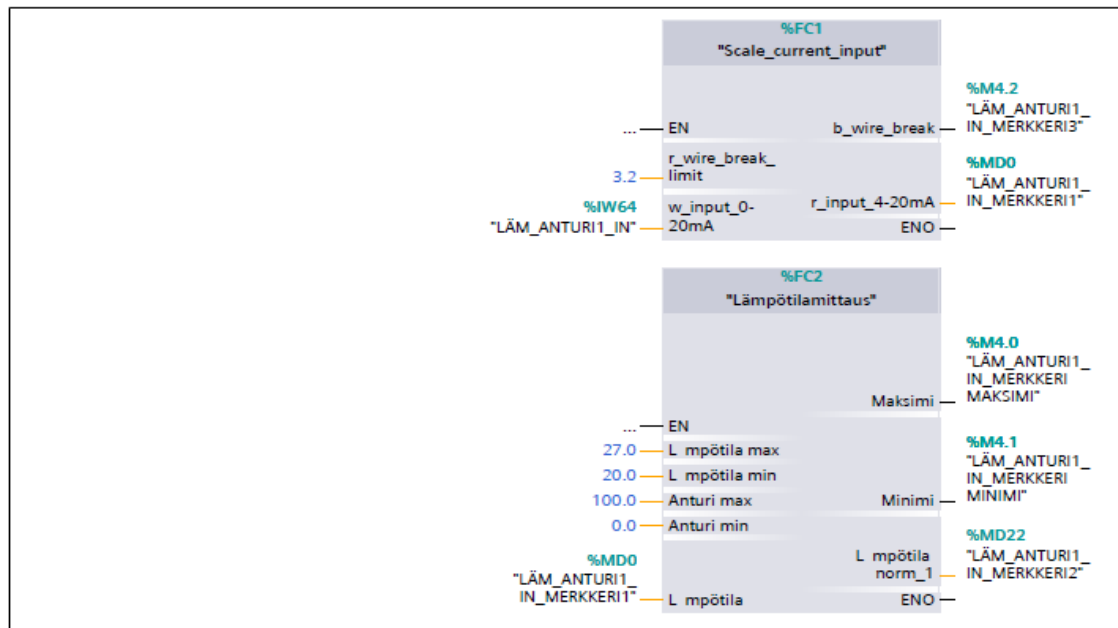
LIITTEET

Liite 1. Lämpötilanmittaus piirikaavio, logiikkaohjelma ja näytön kuva

1(2)



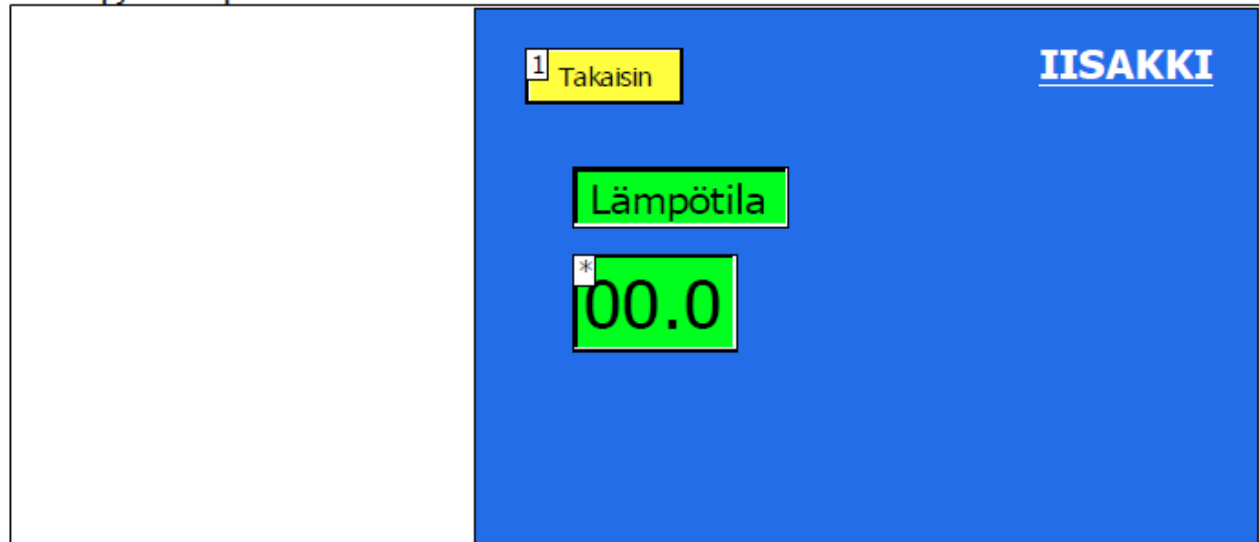
Network 1: TEO 1: LÄMPÖTILAN MITTAUS



Screens

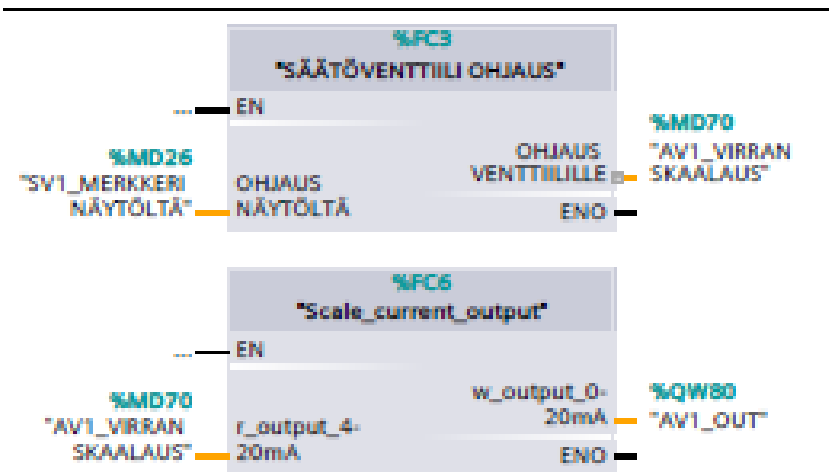
Lämpötilan mittaus

Hardcopy of Lämpötilan mittaus



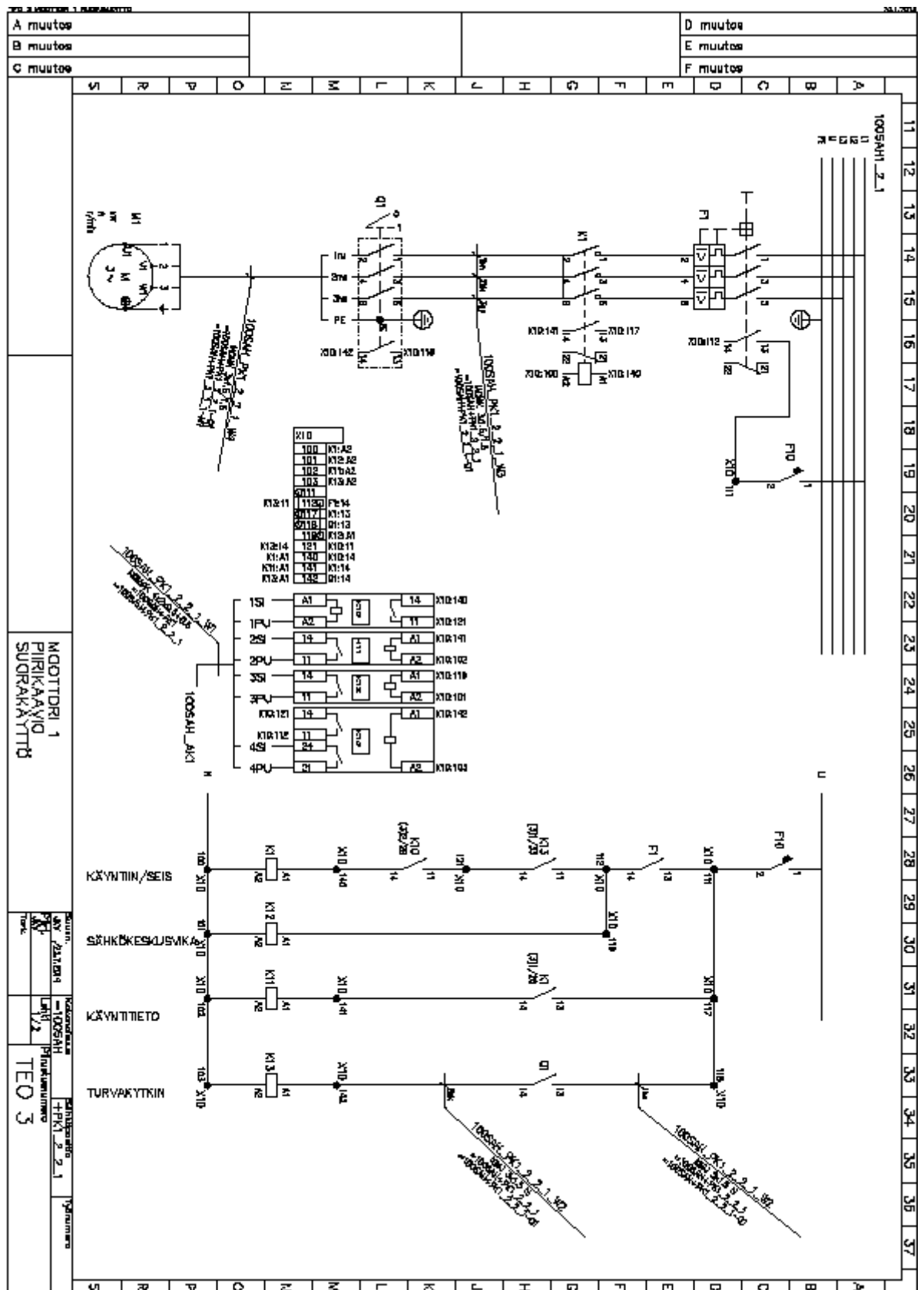
SÄÄTÖVENTTIILI 1

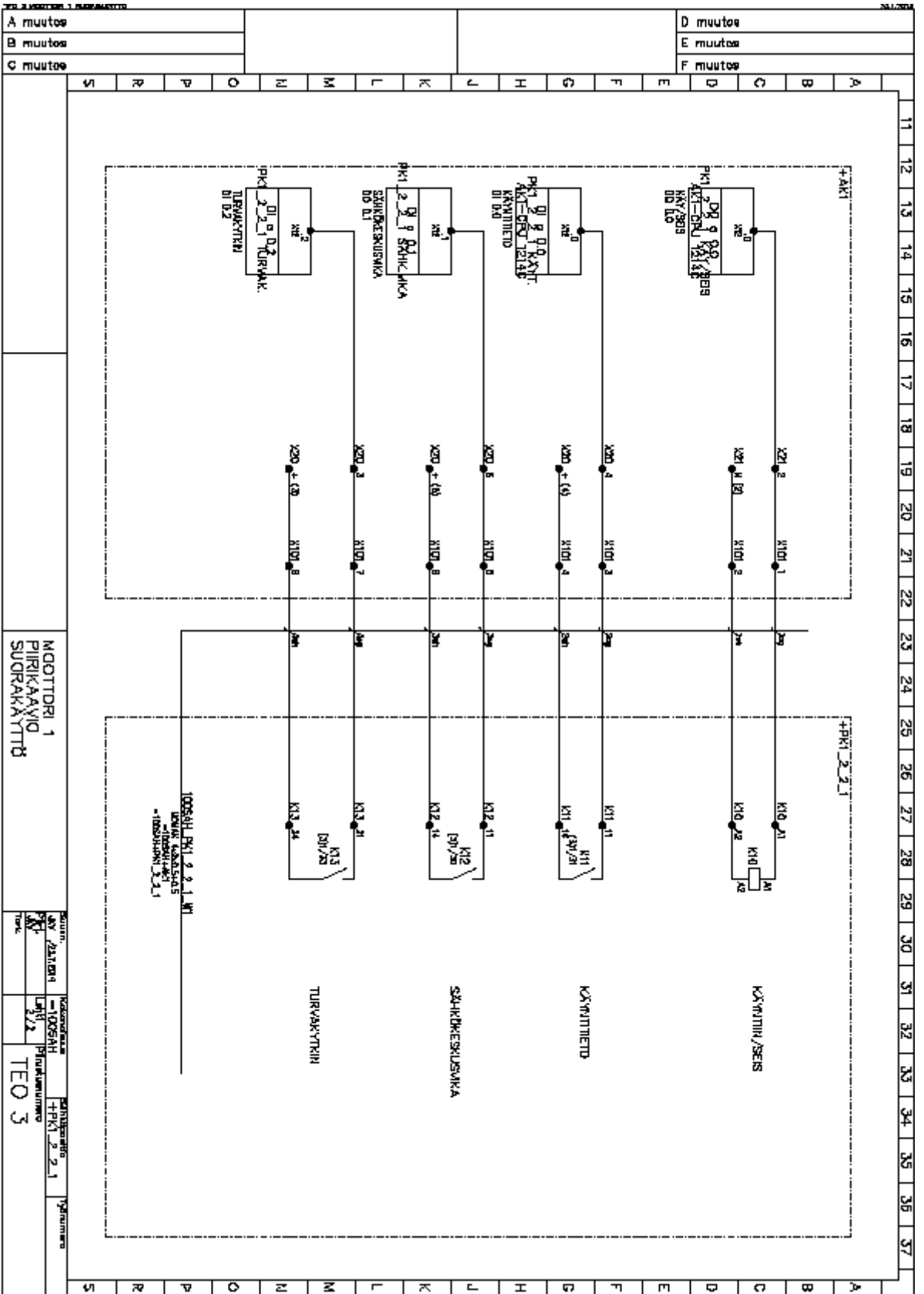
Hardcopy of SÄÄTÖVENTTIILI 1



Liite 3: Moottorin suorakäyttö piirikaavio

1 (3)





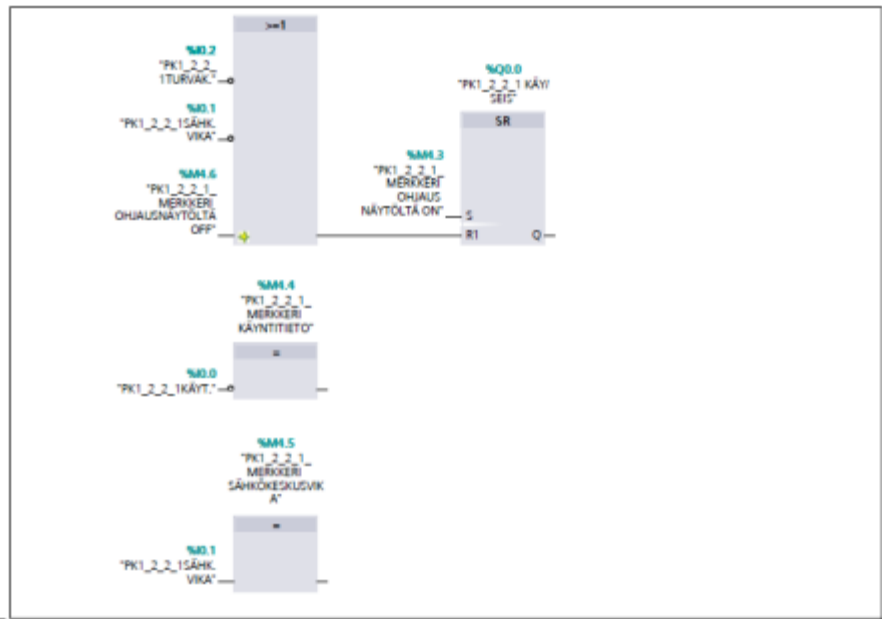
A muutos	D muutos
B muutos	E muutos
C muutos	F muutos

S	R	P	O	N	M	L	K	J	I	H	G	F	E	D	C	B	A									
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37

Kuolin	Kokonaismäärä	Sijaintipaikka	Yhdistysnumero
PK1	1005AH	+PK1_2_2_1	
PK2	1005AH	+PK1_2_2_1	
PK3	1005AH	+PK1_2_2_1	

TEO 3

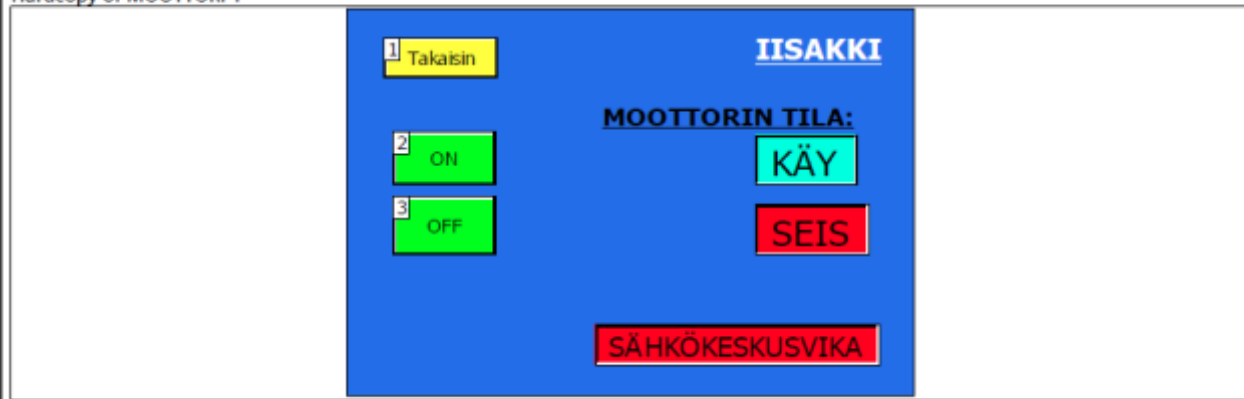
Network 3: TEO 3: MOOTTORI 1



Screens

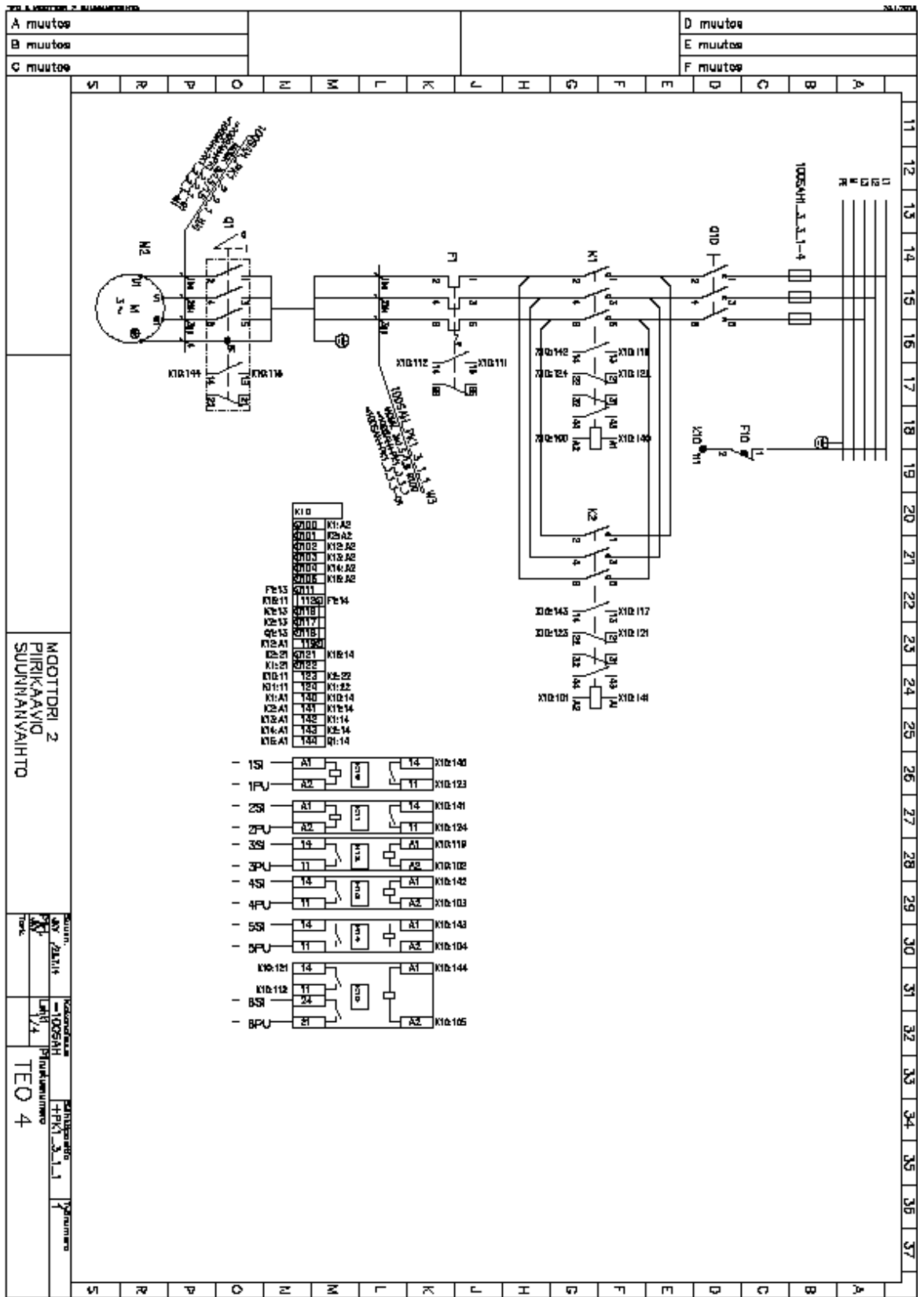
MOOTTORI 1

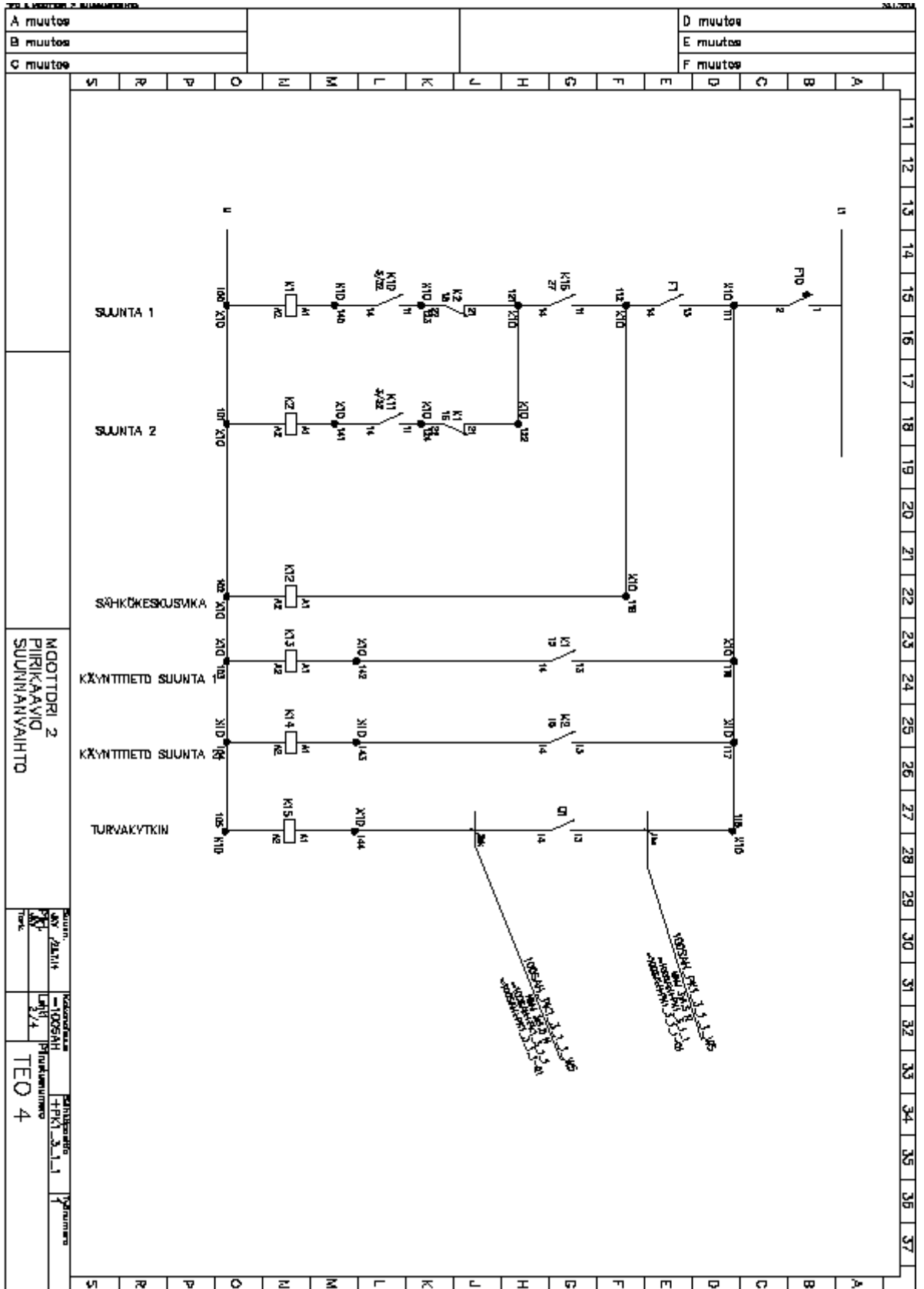
Hardcopy of MOOTTORI 1

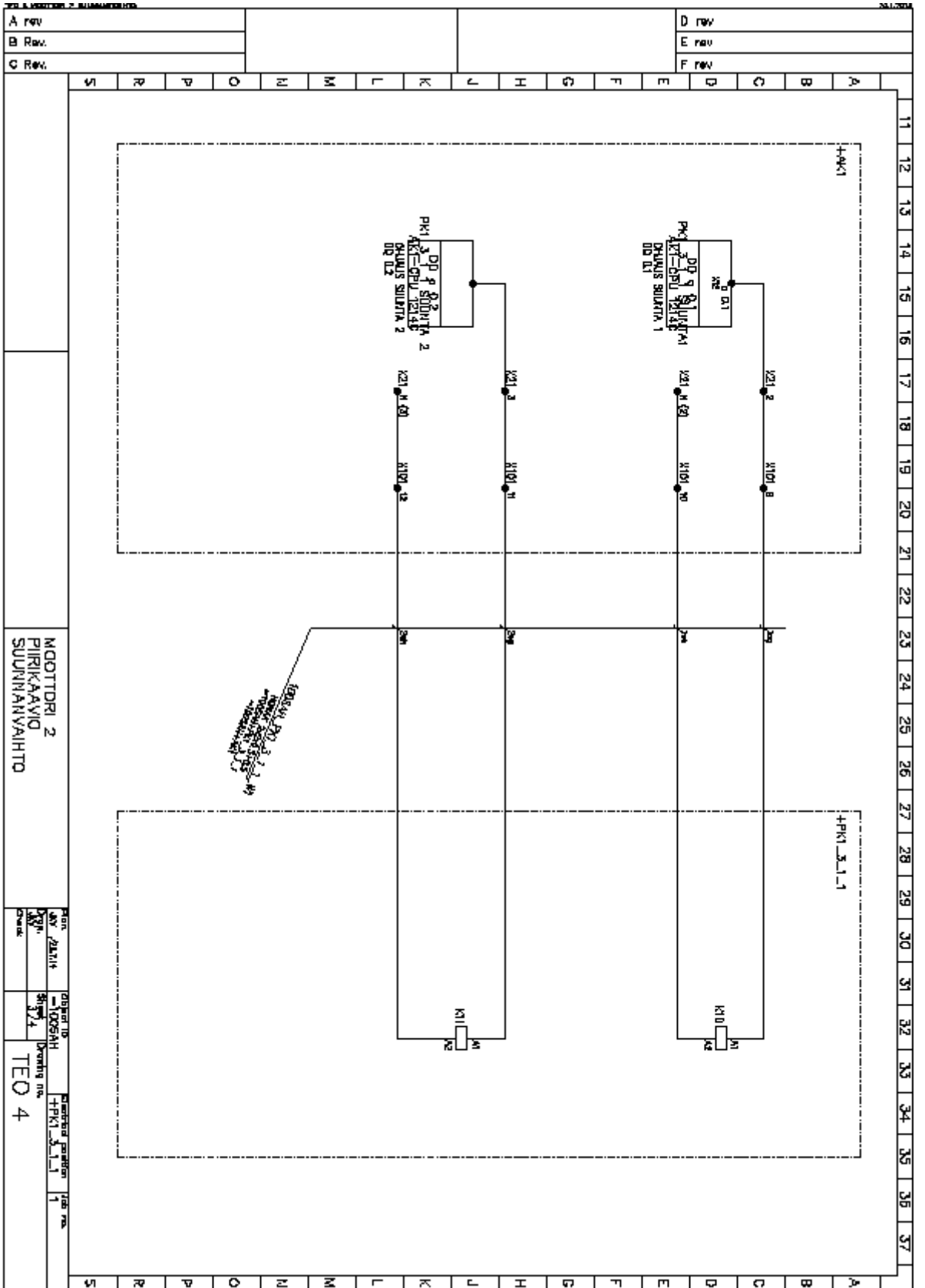


Liite 4: Moottorin suunnanvaihto

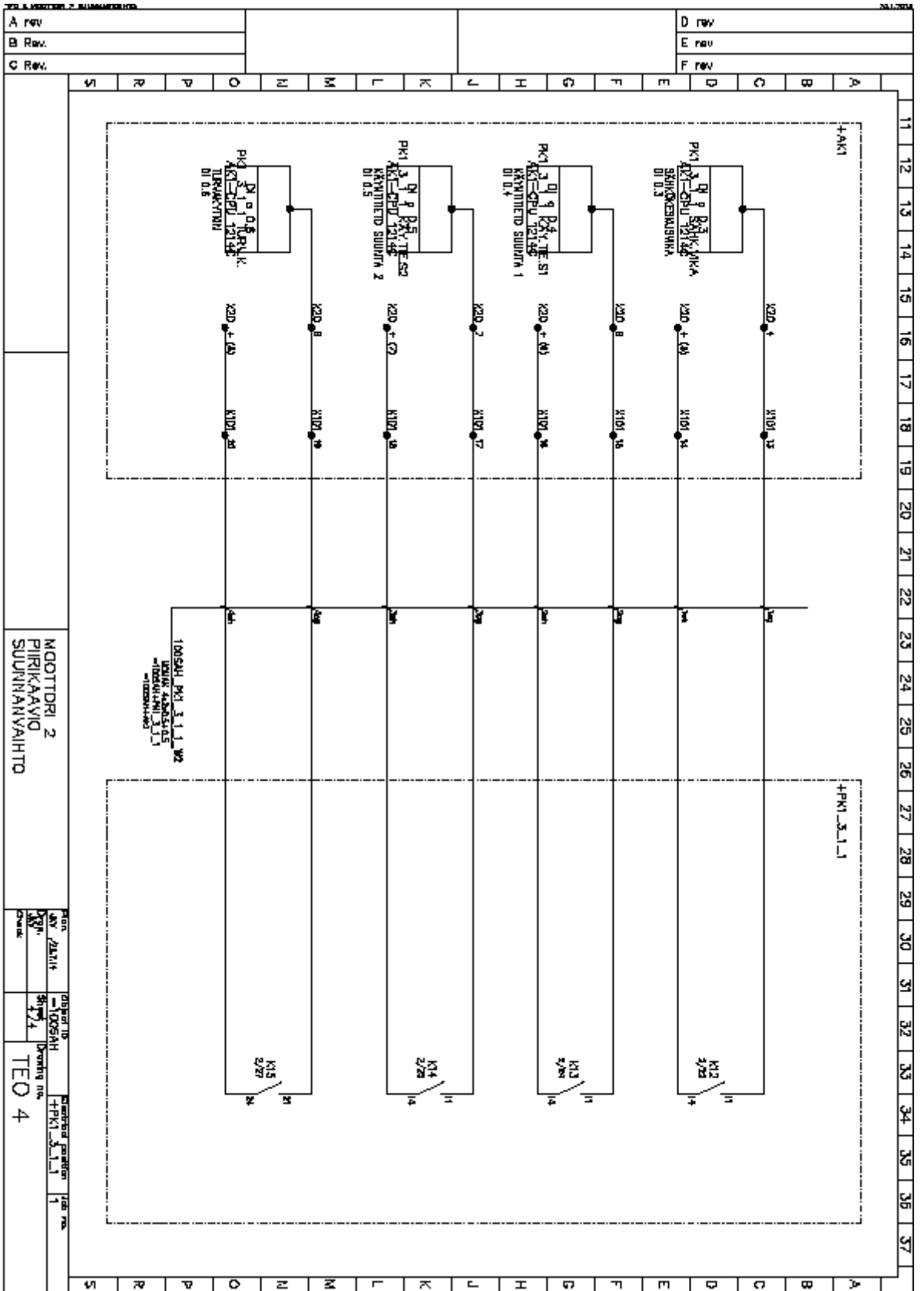
1 (5)





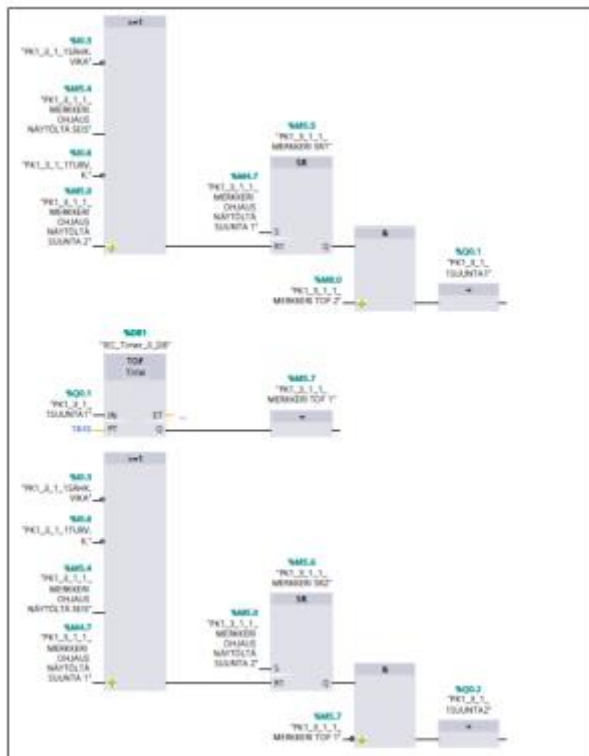


4 (5)

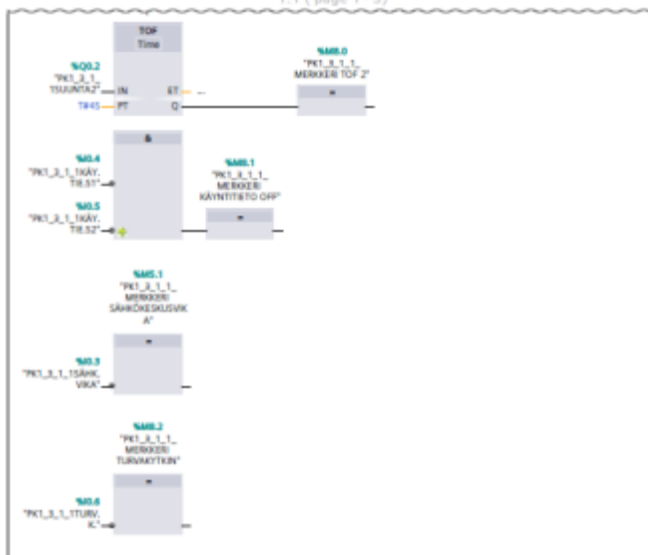


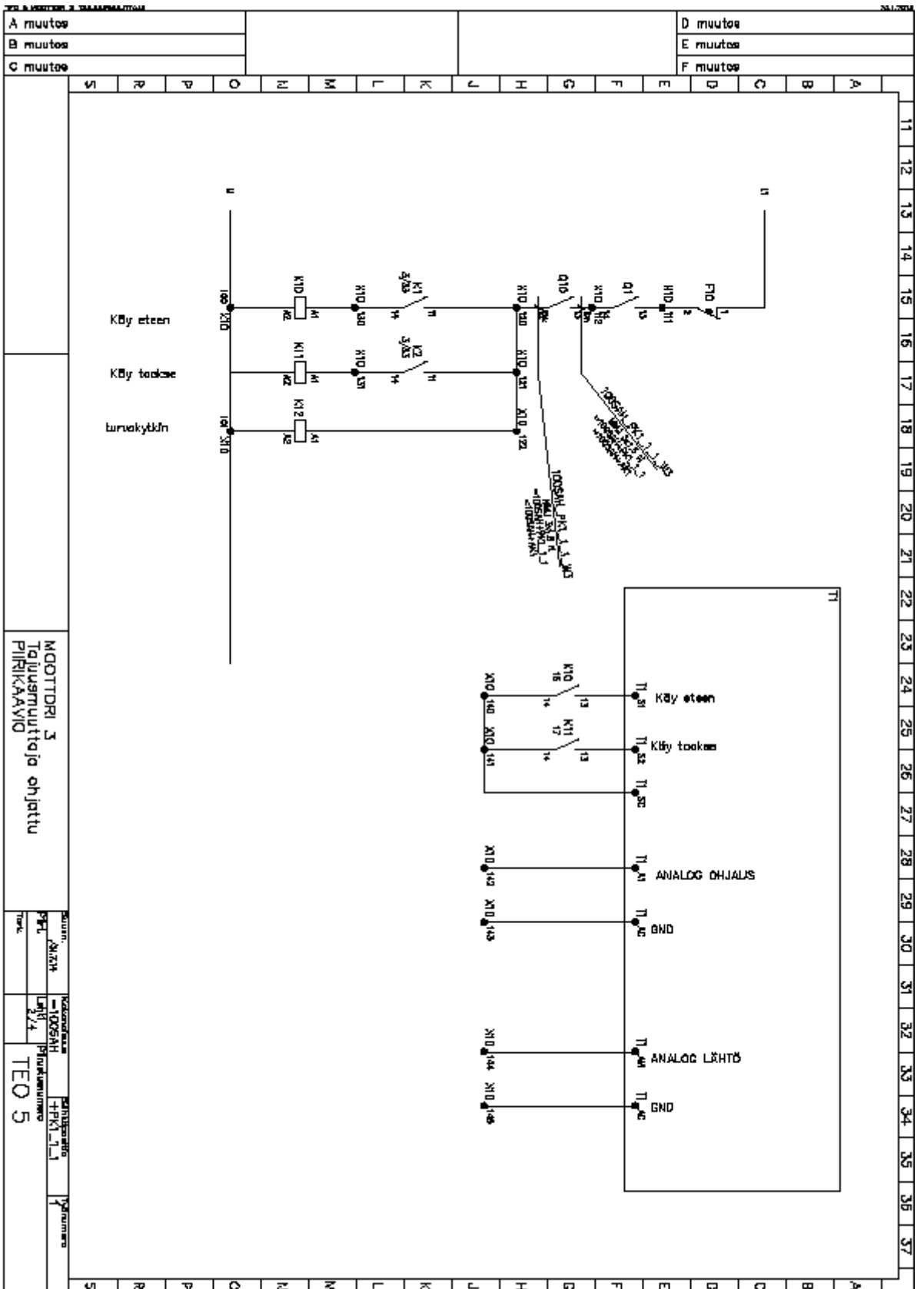


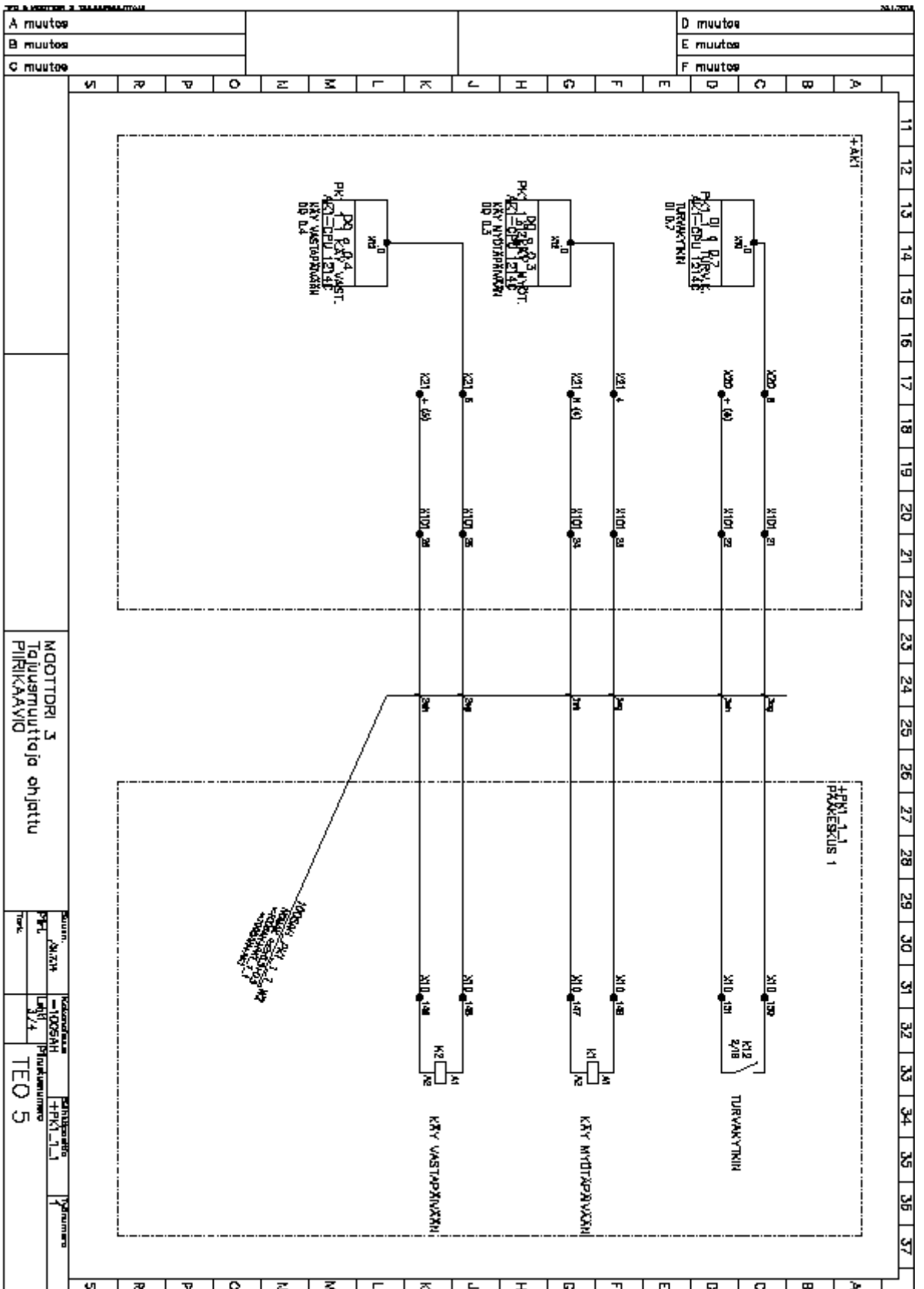
Network 4: TEO 4: MOOTTORI 2 (PK1_3_1_1) (1.1 / 2.1)



1.1 (page 1 - 3)







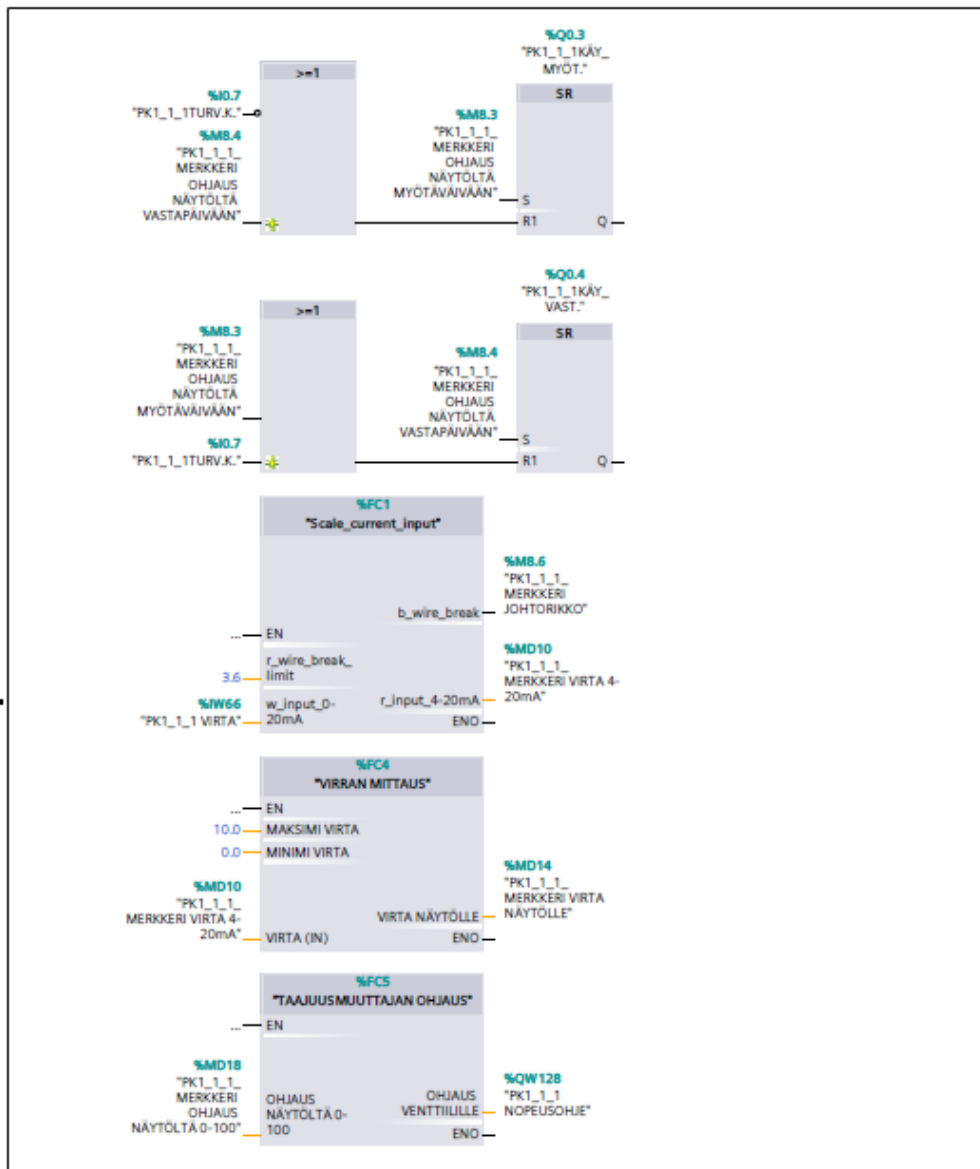
Screens

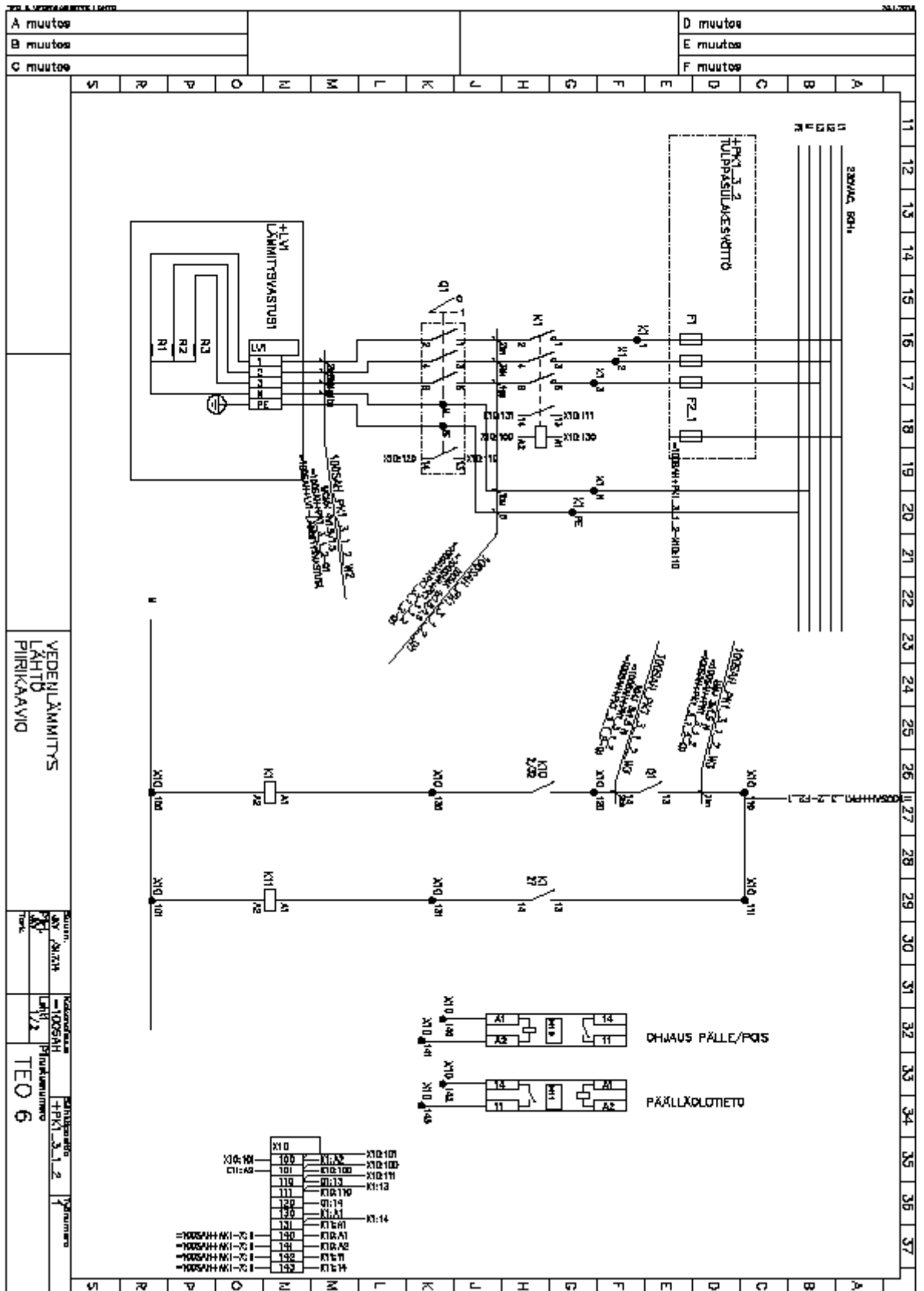
MOOTTORI 3

Hardcopy of MOOTTORI 3

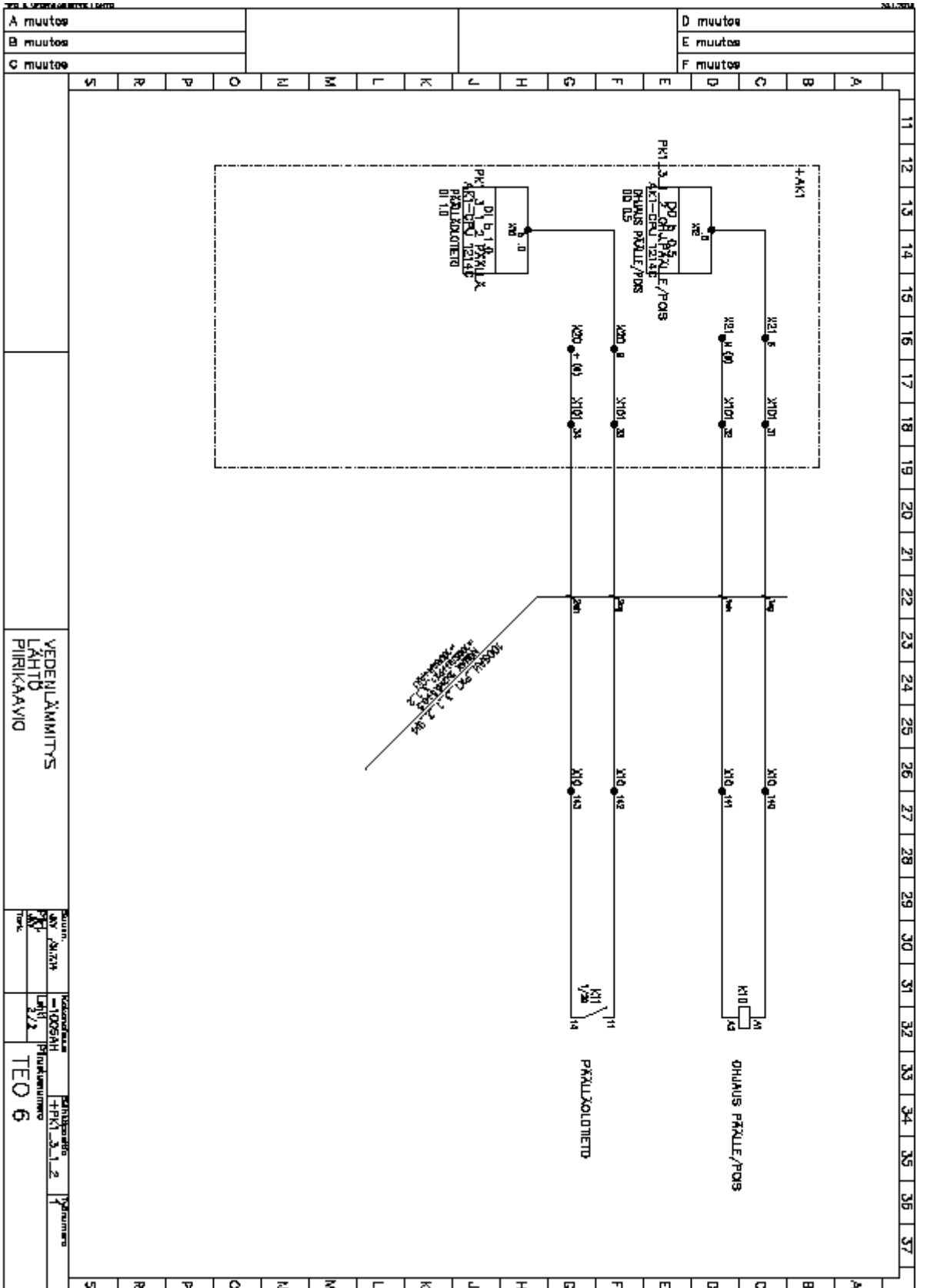


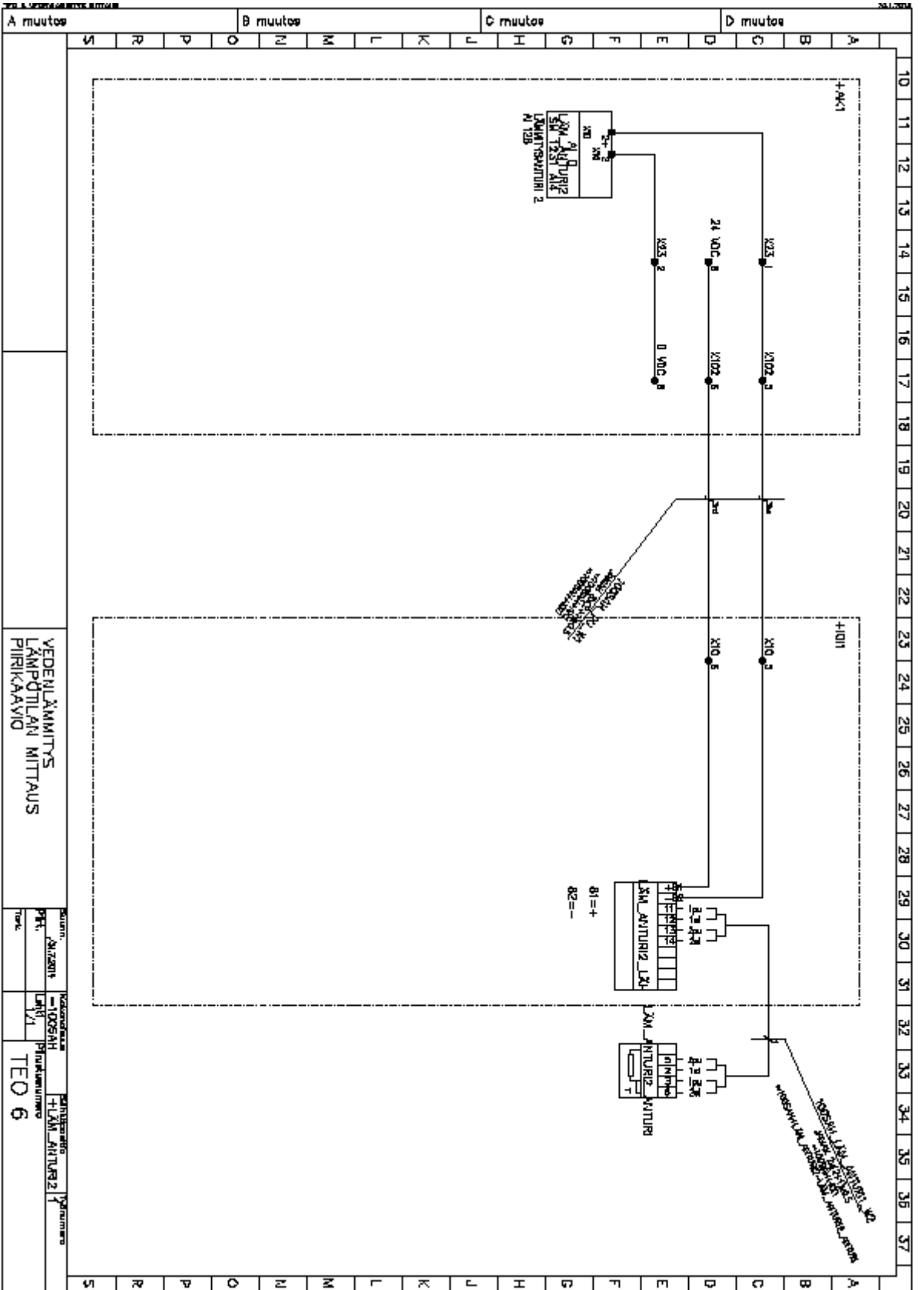
Network 5: TEO 5 : MOOTTORI 3 (PK1_1_1)





2 (4)





Screens

VEDENLÄMMITYS

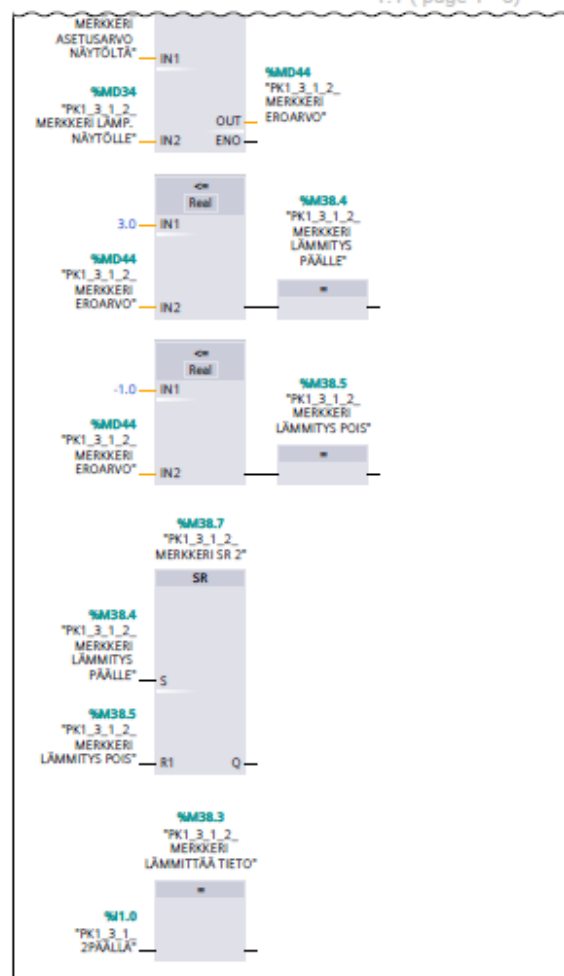
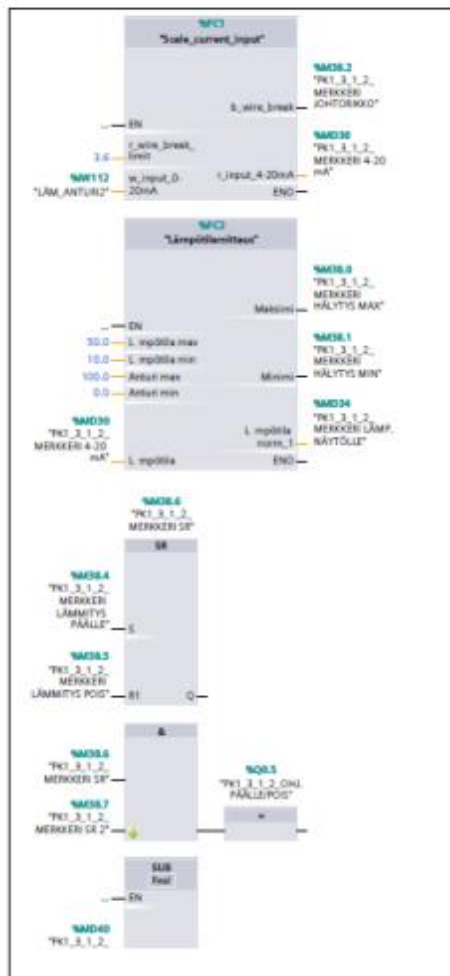
Hardcopy of VEDENLÄMMITYS



Network 6: TEO 6 : VEDENLÄMMITYS (PK1_3_1_2) (1.1 / 2.1)

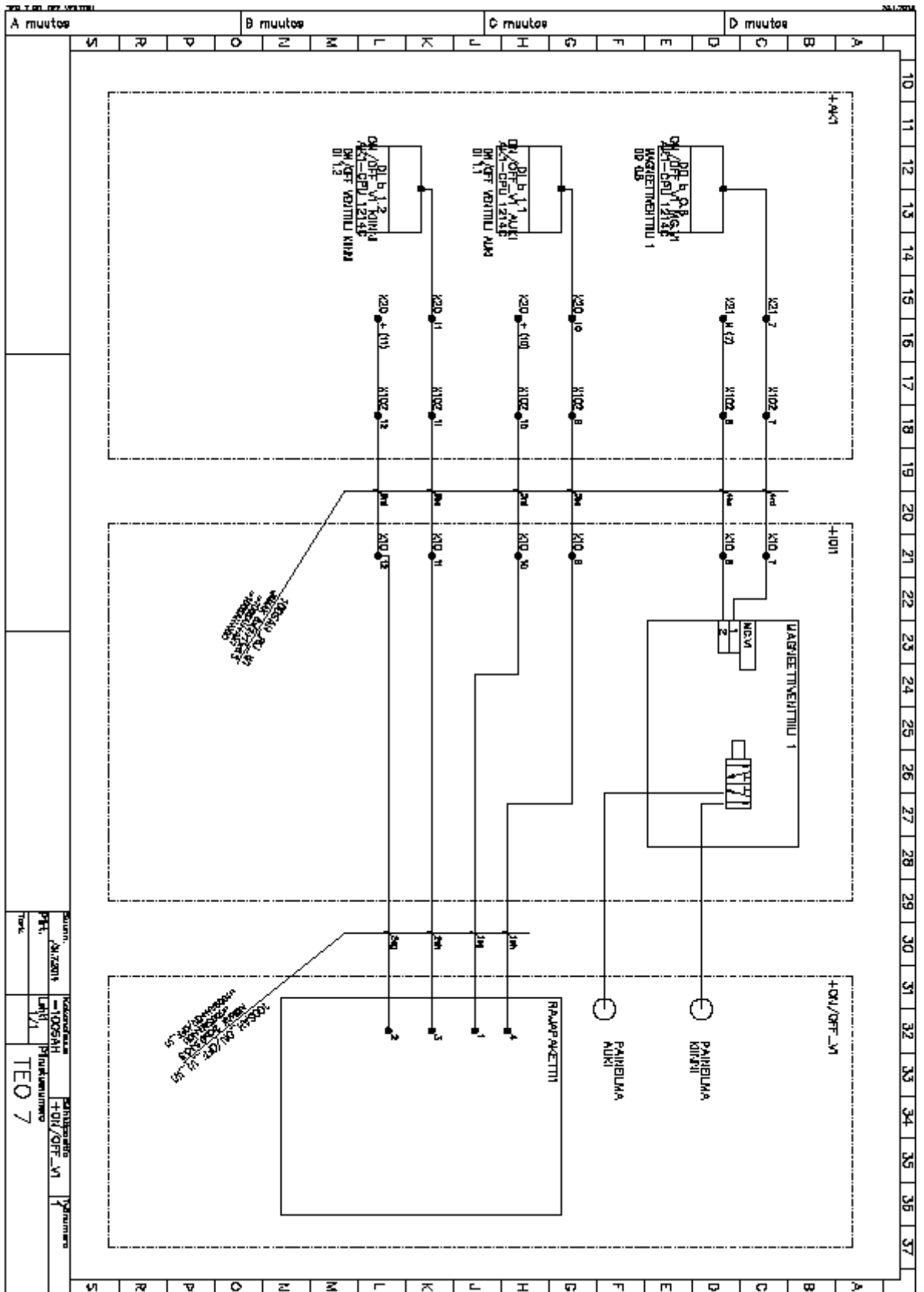
Network 6: TEO 6 : VEDENLÄMMITYS (PK1_3_1_2) (2.1 / 2.1)

1.1 (page 1 - 6)



Liite 7: On/Off venttiilin ohjaaminen

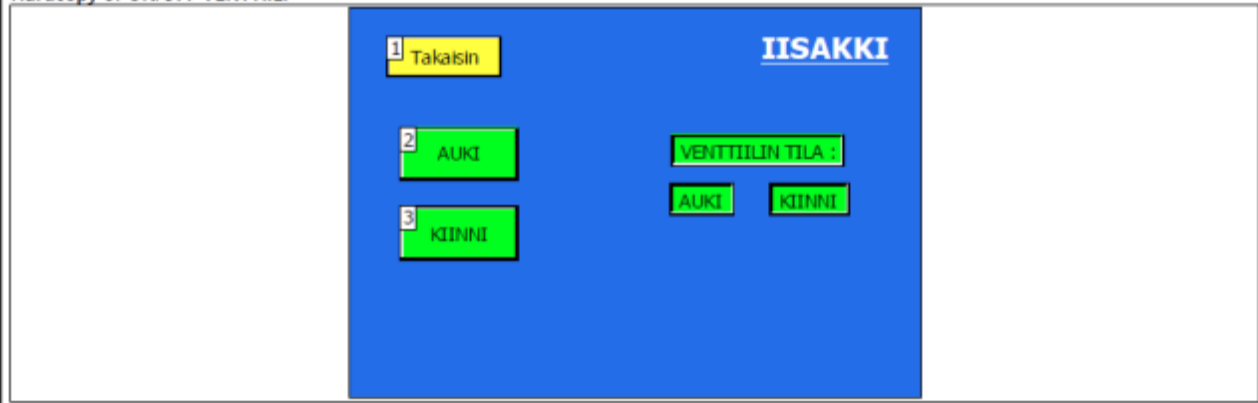
1 (2)



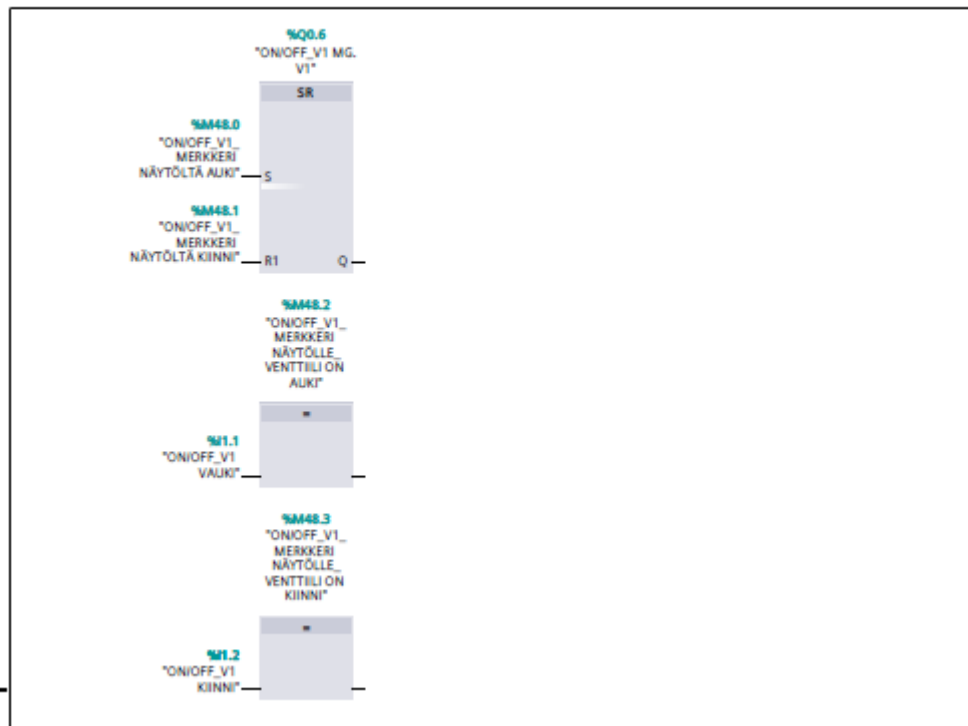
Screens

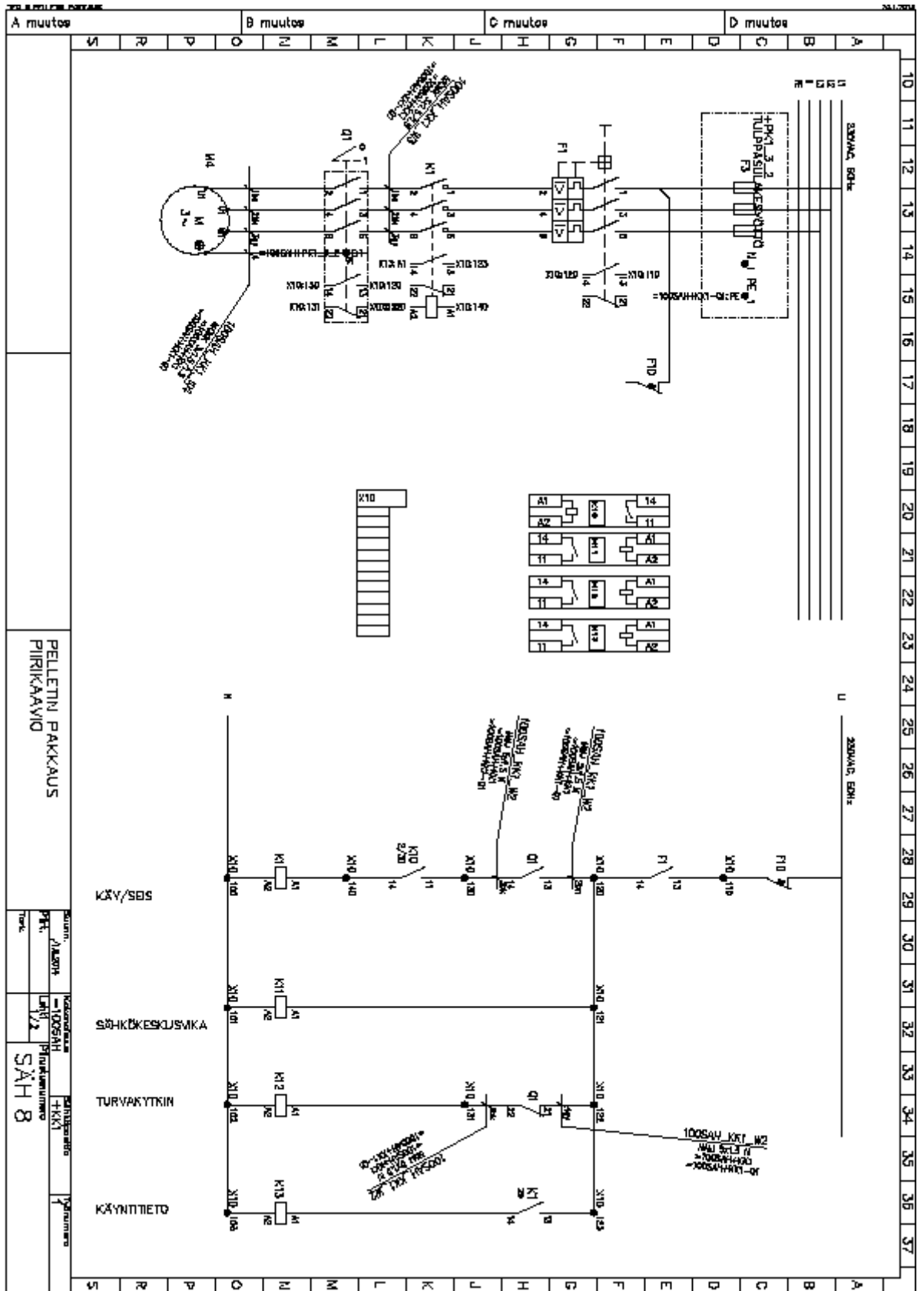
ON/OFF VENTTIILI

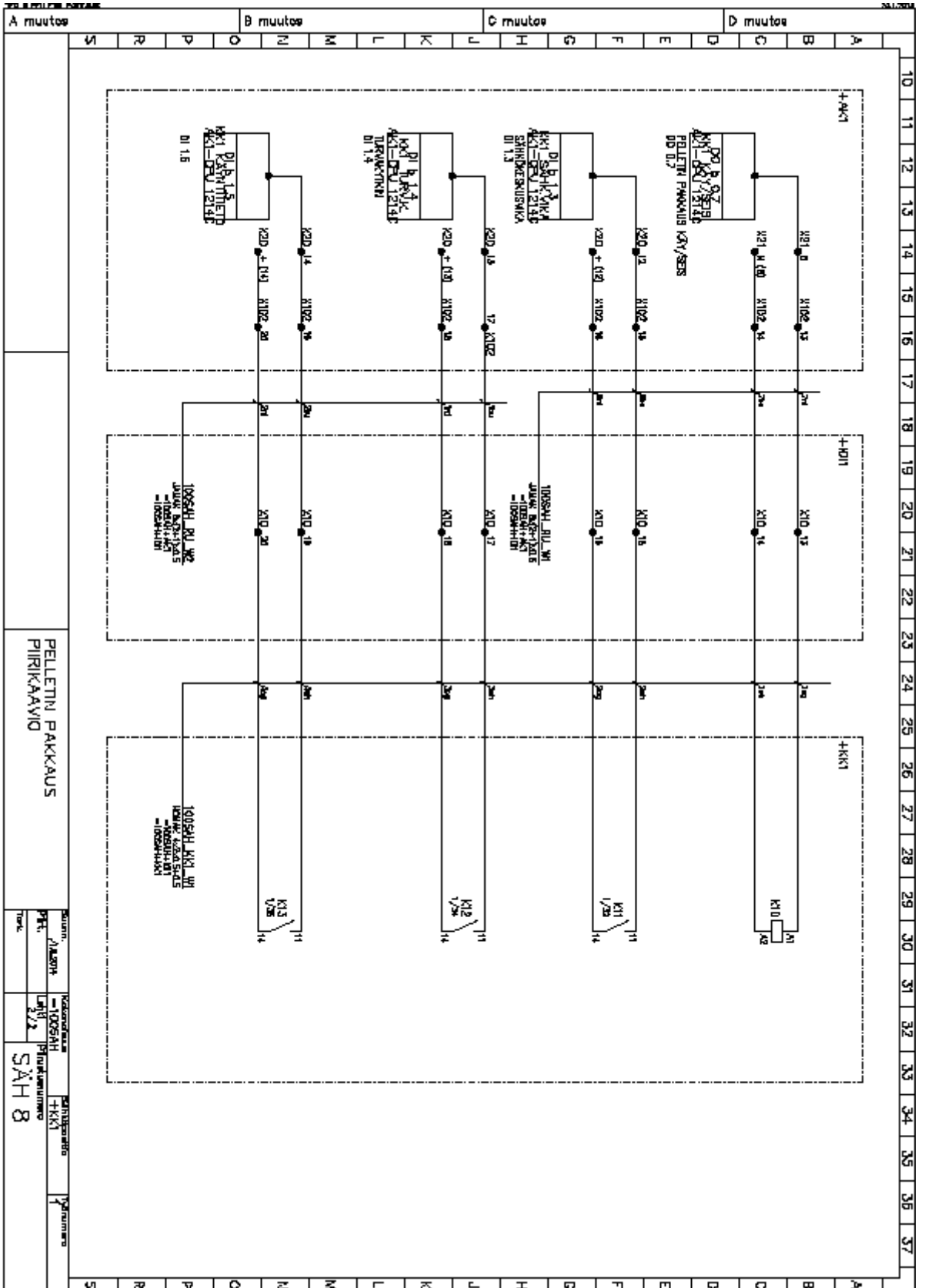
Hardcopy of ON/OFF VENTTIILI

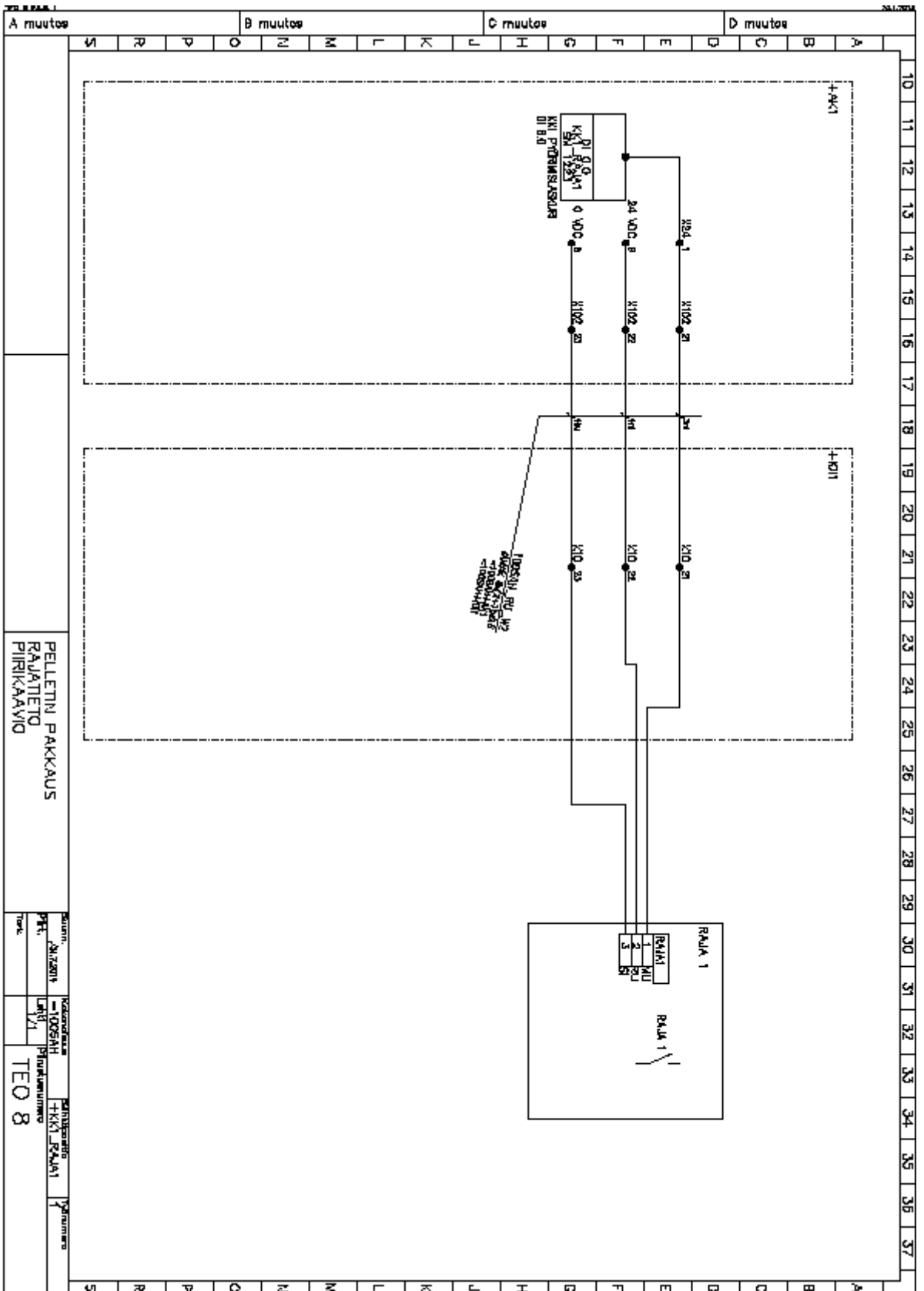


Network 7: TEO 7: ON/OFF VENTTIILI (ON/OFF_V1)





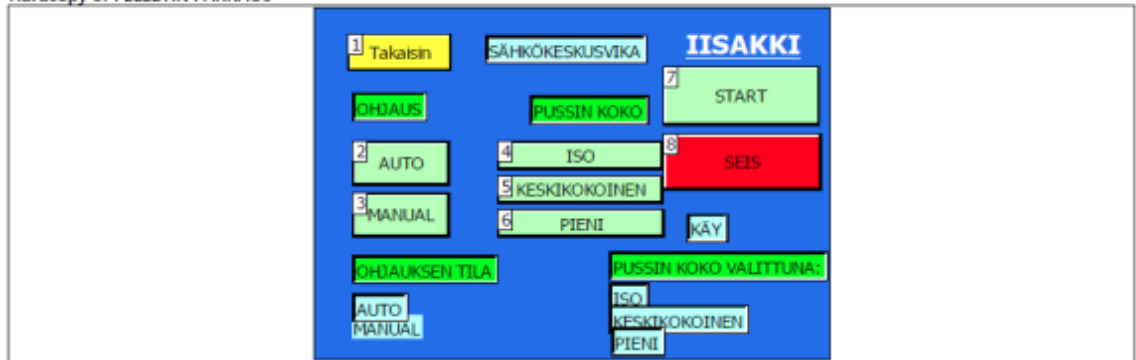




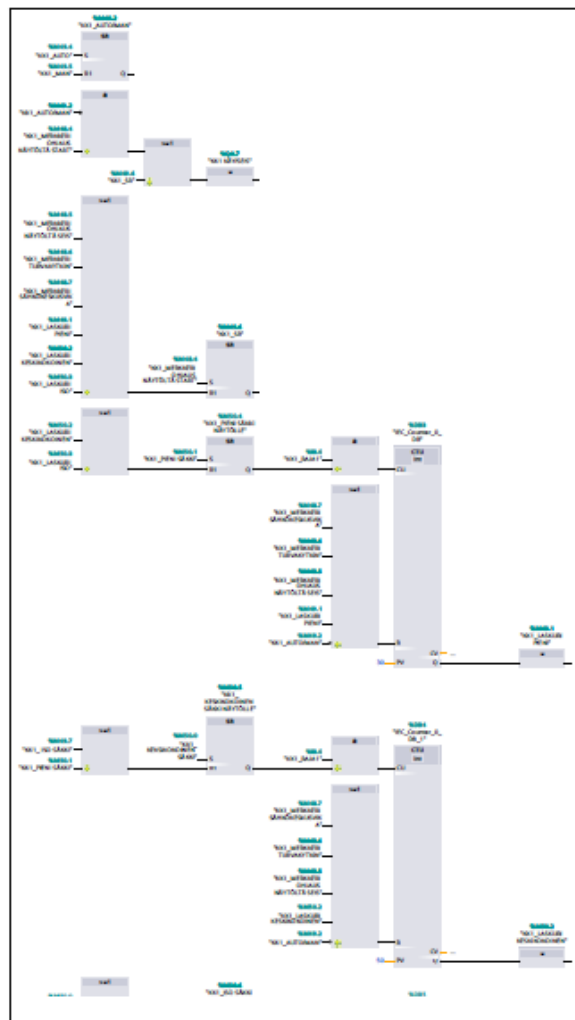
Screens

PELLETIN PAKKAUS

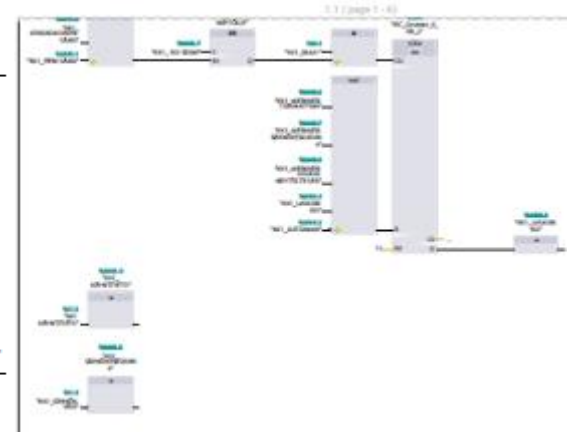
Hardcopy of PELLETTIN PAKKAUS



Work 8: TED 8: PELLETTIN PAKKAUS (1.1 / 2.1)

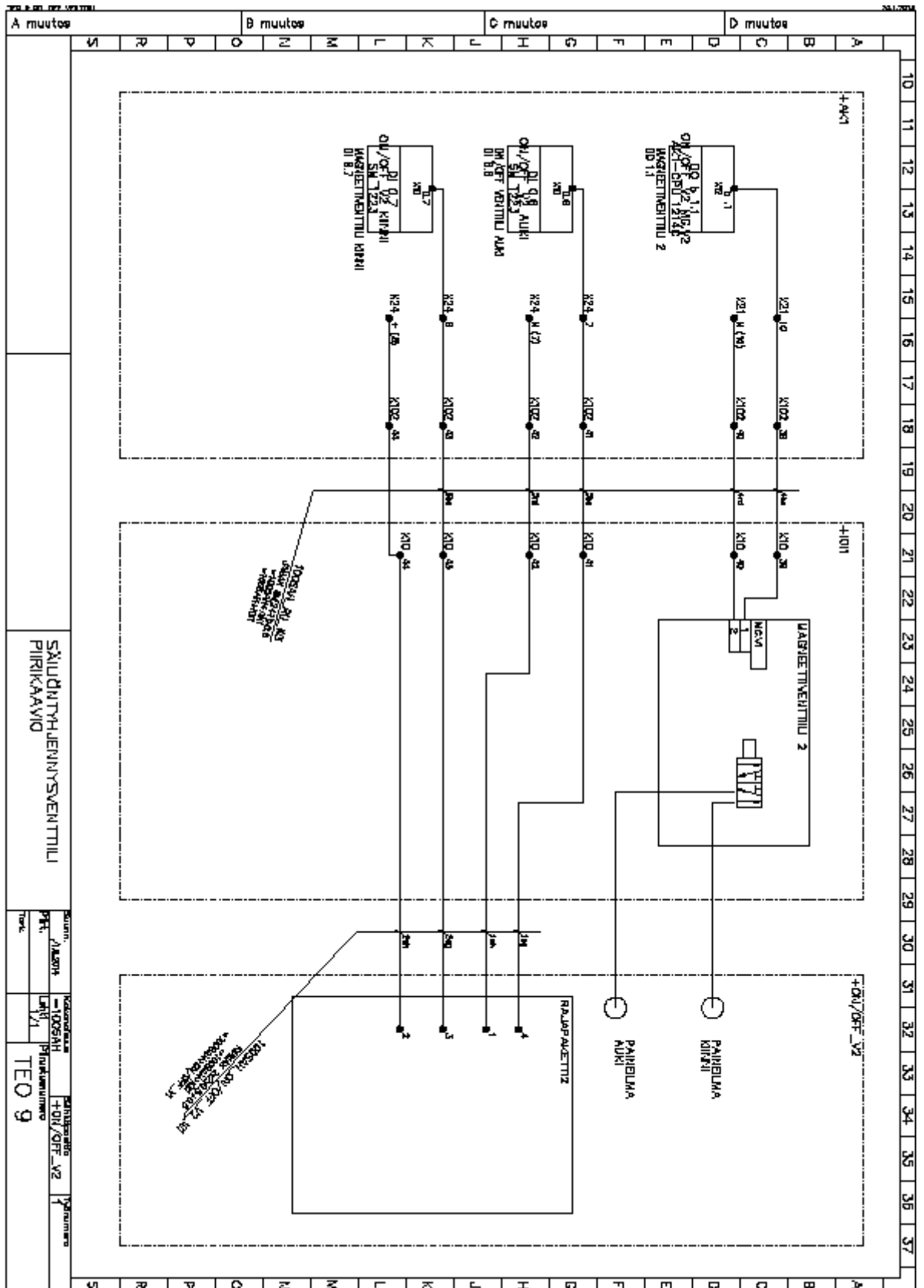


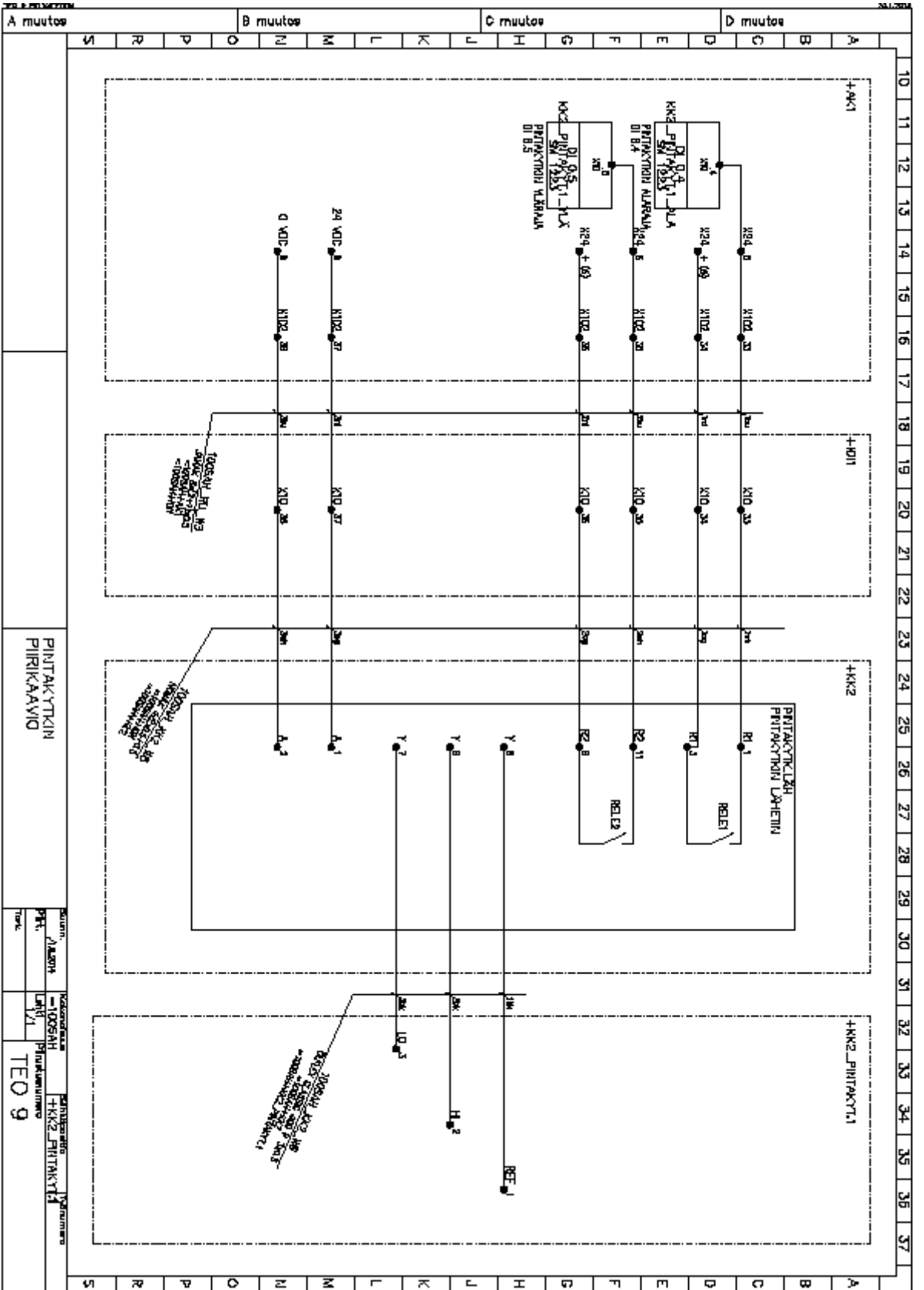
Work 8: TED 8: PELLETTIN PAKKAUS (2.1 / 2.1)

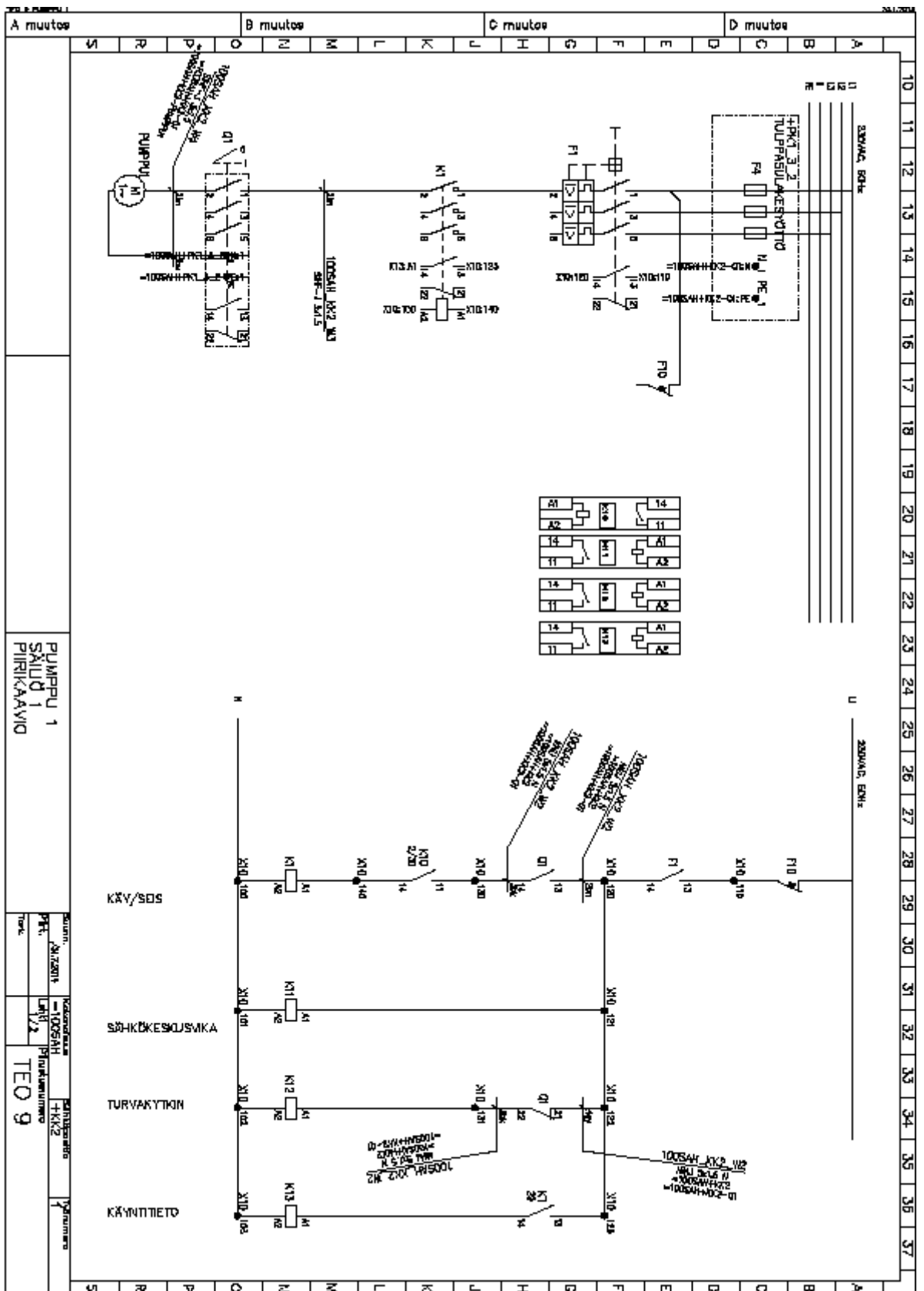


Liite 9: Pintakytökinohjattu säiliö

1 (5)





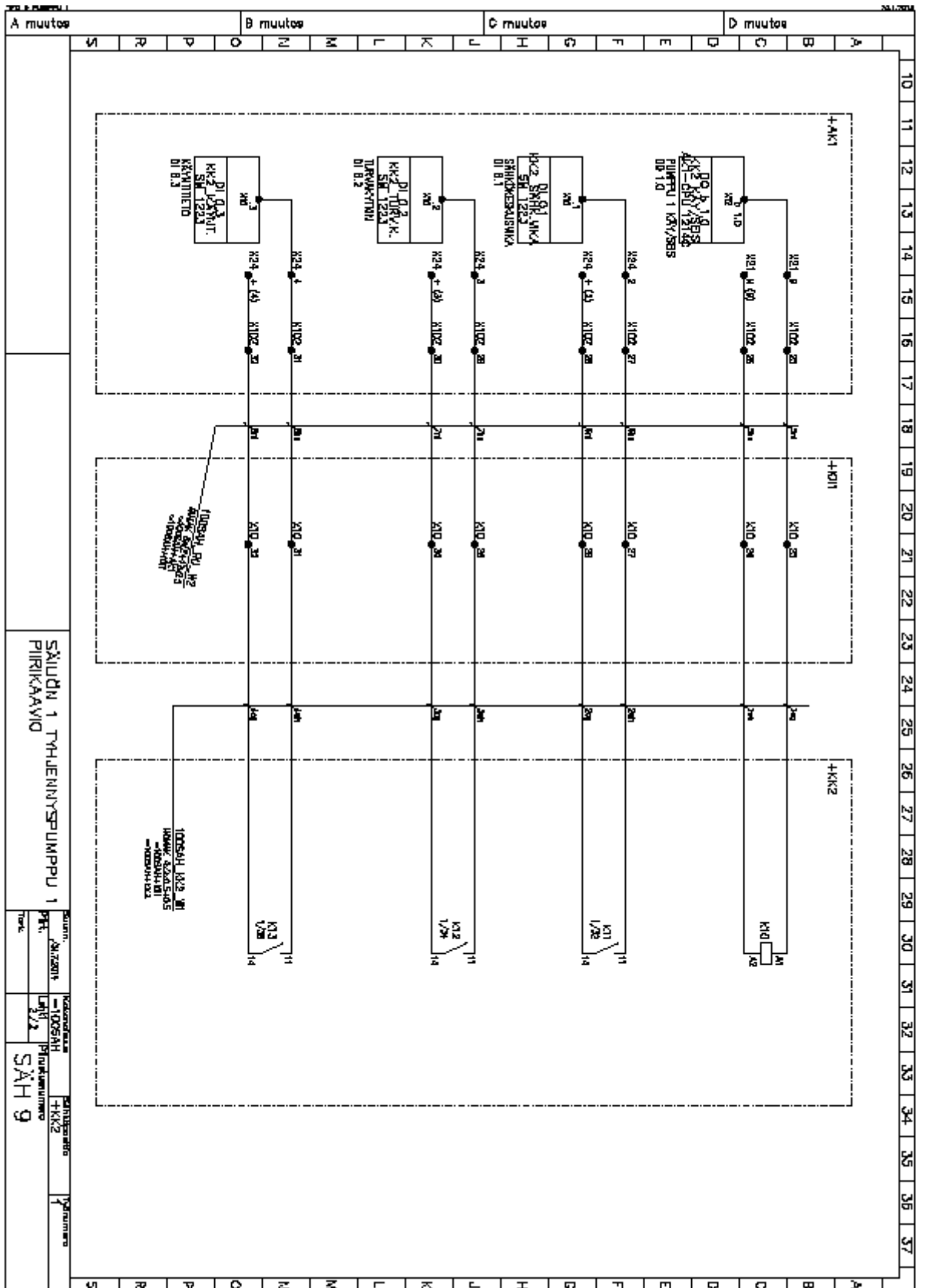


PUMPPU 1
SÄHD 1
PIIRIKAAVIO

SÄHKÖKESKUSLASKA
TURVAKYTKIN
KÄYNTITIEDO

100SAH 1000VA
100SAH 1000VA
100SAH 1000VA

TEO 9



Screens

9 SÄILIÖN TÄYTTÖ JA TYHJENNYS

Hardcopy of 9 SÄILIÖN TÄYTTÖ JA TYHJENNYS



Network 9: TEO 9: SÄILIÖN TYHJENNYSVENTTIILI

