

Metropolia Ammattikorkeakoulu
Sähkö- ja automaatiotekniikka

Mikko Pasanen

Vesilaitoksen automaation sähkösuunnittelu

Insinööriyö 17.2.2010

Ohjaaja: sovellusinsinööri Riku Helanne
Ohjaava opettaja: lehtori Kai Virta

Tekijä Otsikko	Mikko Pasanen Vesilaitoksen automaation sähkösuunnittelu
Sivumäärä Aika	80 sivua 17.2.2010
Koulutusohjelma	sähkö- ja automaatiotekniikka
Tutkinto	insinööri (AMK)
Ohjaaja Ohjaava opettaja	projekti-insinööri Riku Helanne lehtori Kai Virta
<p>Insinööriyön aiheena oli suunnitella ja piirtää piirikaaviot lämpövoimalaitoksen vesilaitoksen ohjauskeskukseen. Työn tarkoituksena oli tuottaa projektiin valmiit piirikaaviot, joiden avulla projektia varten voitiin koota ohjauskeskus ja suunnitella loppuasennuksessa käytettävät kaapelit ja komponentit.</p> <p>Projektiin kuului myös ohjauskeskuksen suunnitteleminen ja siihen tulevien komponenttien valinta. Ohjauskeskuksessa käytettävien komponenttien ja kentälle tulevien laitteiden avulla määritettiin ohjauskeskuksen sähkösyötön tarve ja mitoitettiin, millaista kaapelia projektissa käytettiin.</p> <p>Piirikaaviot piirrettiin Autocad-ohjelmistolla käyttäen Digicontrol Automationin käytäntöjä ja projektin omia vaatimuksia.</p> <p>Insinööriyön tuloksena saatiin valmiit piirikaaviot yrityksen käyttöön. Piirikaavioiden pohjalta keskuksen rakentaminen ja loppuasennus oli helpompi toteuttaa, ja projektissa käytettävä koodaus kaapeleille, komponenteille ja kentälaitteille oli valmiina.</p>	
Hakusanat	piirikaavio, sähkösuunnittelu, vesilaitos

Author Title	Mikko Pasanen Automation design of a water treatment facility
Number of Pages Date	80 17 February 2010
Degree Programme	Automation technology
Degree	Bachelor of Engineering
Instructor Supervisor	Riku Helanne, Project Engineer Kai Virta, Principal Lecturer
<p>The purpose of the thesis project was to draw and design circuit drawings for a power plant's water treatment facility. The circuit drawings were needed for the assembly and design of the control box and to help the installation of the system once finished.</p> <p>An essential part of the project was the design of the control box and the selection of the components. After making a summary of the components and field instruments and measuring the needed power feed, plans were made to select the proper cables and power supply components needed for the project.</p> <p>The circuit drawings were drawn using the AutoCAD program. The standards of Digicontrol Automation Oy and the project requirements were implemented in the drawings.</p> <p>The project resulted in finished circuit drawings and plans used by the company for its water treatment facility project. The drawings made the actual installation and commissioning of the water treatment facility easier to accomplish, and they were also used in the documentation of the field instrument and signals.</p>	
Keywords	circuit drawings, electronic design, water treatment facility

Sisällys

Tiivistelmä

Abstract

Sisällys

1	Termejä ja lyhenteitä.....	5
2	Johdanto	6
3	Vesilaitoksen toiminta.....	7
4	Ohjauskeskuksen suunnittelu	7
4.1	Jännitesyöttö keskukseen	9
4.2	400 VAC:n laitteet.....	9
4.3	400 VAC:n komponentit	11
4.3.1	400 VAC:n komponenttien mitoitus	13
4.4	230 VAC:n laitteet.....	14
4.5	230 VAC:n komponentit	15
4.5.1	230 VAC:n komponenttien mitoitus	18
4.6	24 VDC:n laitteet.....	18
4.7	24 VDC:n komponentit	23
4.8	5 VDC:n laitteet ja komponentit	23
5	Kaapelointi	24
5.1	Kaapelien valinta	24
5.2	Kaapelien mitoittaminen	24
5.3	Kaapelien nimeäminen ja numerointi.....	26
6	Maadoitus.....	27
6.1	Maadoituksen tarkoitus	27

6.2	Maadoituksen toteutus.....	27
7	Sähkösuunnittelun toteuttaminen piirikaavioihin	28
7.1	Piirikaavioiden piirtäminen	29
7.2	Laitteiden piirtäminen	32
8	Yhteenveto	36
	Lähteet.....	37
	Liitteet	
	Liite 1: Piirikaaviot	38

1 Termejä ja lyhenteitä

VAC Voltage Alternating Current	Vaihtojännite
VDC Voltage Direct Current	Tasajännite
RO Reverse Osmosis	Kalvojen läpi tapahtuva vedenpuhdistustapa
UPS Uninterruptable Power Supply	Varajärjestelmä, joka syöttää sähkökatkoksen sattuessa sähköä pääjärjestelmälle
EDI ElectroDeIonization	Sähköinen ioninvaihdin
PLC Programmable Logic Controller	Ohjelmoitava logiikka
NC Normally Closed	Perustilassa kiinni olevan laitteen etuliite
NO Normally Open	Perustilassa auki olevan laitteen etuliite
AI Analog Input	Analoginen tulosignaali
AO Analog Output	Analoginen lähtösignaali
DI Digital Input	Digitaalinen on/off-tulosignaali
DO Digital Output	Digitaalinen on/off-lähtösignaali
KKS-koodi (Kraftwerk KennzeichenSystem)	Voimalaitoksissa käytetty koodausjärjestelmä

2 Johdanto

Insinööriyön aiheena on vedenkäsittelyjärjestelmän automaation sähkösuunnittelu, ohjauskeskuksen suunnittelu ja piirikaavioiden piirtäminen CAD-ohjelmistolla. Vedenkäsittelyjärjestelmä on rakennettu loppuasiakkaan lämpövoimalan tiloihin eteläiseen Suomeen Digicontrol Automation Oy:n toimittaessa automaation ja yhteistyöyrityksen toimittaessa puhdistuslaitteiston. Vedenkäsittelyjärjestelmän pääosat koostuvat käänteisosmoosikalvoista ja ioninmuunnintankeista, joihin syötetään vettä kahdella rinnakkain toimivalla syöttöpumpulla.

Järjestelmän ohjaus tapahtuu ohjelmoitavan logiikan toimesta tai valvomosta etäkäyttönä. Laitteisto on ohjelmoitu toimimaan itsenäisesti paitsi pesusekvenssin aikana, jolloin käyttäjän pitää olla kuittaamassa paikallisesti kosketusnäytöltä ilmoitukset. Automaatiojärjestelmä ohjaa kuutta pumppua, viittä magneettiventtiiliä, yhtä tasasuuntaajaa ja pesunesteen lämmitysvastusta parin kymmenen anturin ja mittauksen avulla.

Kaikkien laitteiden ohjaus tapahtuu vesilaitoksen ohjauskeskuksessa, johon on rakennettu vesilaitosta ohjaava logiikka ja kosketusnäyttö ja asennettu tarvittavat sähkökomponentit. Pääsyöttöpumppujen taajuusmuuttajat ovat erillisessä tilassa, kuten ovat myös muiden kolmivaiheisten pumppujen syötöt ja lämpösuojareleet. Pääpumppujen ohjaus tapahtuu tuomalla signaalit logiikalle ja ohjaamalla pumppuja erillisillä signaalikaapeleilla. Pääpumppuja ohjataan PID-säädöllä, jonka parametrit otetaan syöttöveden virtauksesta ja paineesta.

Laitoksen tilaa seurataan valvomosta Profibus-väylän avulla. Valvomoon viedään tärkeimmät mittaukset ja pumppujen sekä venttiilien tilatiedot logiikan avulla.

3 Vesilaitoksen toiminta

Vesilaitos puhdistaa vettä voimalaitoksen kattiloiden käyttöön. Vesilaitos poistaa suodattimien ja RO-kalvojen avulla vedestä epäpuhtauksia ja sähköisesti deionisoi veden EDI-yksikön avulla. Puhdistettu vesi johdetaan loppusäiliöön, josta sitä käytetään voimalaitoksen kattilavetenä. Saapuvan veden johtokyky on noin 2,6 mikrosiemensia/cm ja järjestelmän läpikäyneen tuoteveden johtokyky noin 0,06 mikrosiemensia/cm.

4 Ohjauskeskuksen suunnittelu

Keskuksen suunnitteluun lähdettiin selvittämällä, millaisia komponentteja oli tarpeellista sijoittaa keskuksen ja mitkä komponentit tulisivat jäämään ulkopuolelle. Suurimpien pumppujen komponenttien ollessa sijoitettuna erilliseen tilaan jäivät vesilaitokseen tulevaan keskuksen lähinnä yksivaiheisten laitteiden komponentit ja ohjausjännitteet instrumenteille ja toimilaitteille. Ohjauskeskuksen valittiin oikea puoli pienoisjännitepuoleksi eli oikealle puolelle sijoitettiin 24 VDC:n jännitettä käyttävät komponentit ja 24 VDC:n kenttälaitteiden ohjaussignaalien komponentit. Vasemmalle puolelle sijoitettiin 230/400 VAC:n komponentit.

Eri jännitteet eroteltiin fyysisesti omille puolilleen, koska pienoisjännitepuoli pitää varmistaa olevan turvallinen. Pienen nimellisjännitteen käyttö ei riitä, vaan tulee varmistaa, että järjestelmässä esiintyvä jännite on luotettavasti erotettuna suuremman jännitteen komponenteista. Tämä toteutettiin rakentamalla keskuksen keskelle omat kaapelikourut pienoisjännitejohtimille ja suurempijännitteisille johtimille. [1, s. 233]



Kuva 1. Vesilaitoksen ohjauskeskus.

Projektin yhtenä vaatimuksena oli, että keskuksissa käytettävät komponentit ja laitteistot ovat yleisesti hyväksytyjä ja yleisten standardien mukaisia. Sähkökeskukseen valittiin käytettäväksi pääosin ABB Oy:n komponentteja. Omron Oy:ltä käytettiin releitä ohjaamaan joitain kenttälaitteita. Logiikaksi valittiin Siemensin S7-200-sarjan logiikka relälähdöillä. Logiikan perusyksikköä piti laajentaa yhdellä DI-moduulilla, kolmella AI/AO-moduulilla ja Profibus-liitäntämoduulilla. Paikalliseksi ohjaustavaksi valittiin Siemensin kosketusnäyttö.

4.1 Jännitesyöttö keskukseen

Keskukseen tuotiin erikseen 400 VAC:n jännite, 230 VAC:n UPS ja 24 VDC:n jännite omilla syöttökaapeleillaan. Näin ollen erilliselle muuntajalle ei ollut tarvetta. Syötöt mitoitettiin laskemalla eri laitteiden tarvitsemat ampeerimäärät ja lisäämällä asiakkaan haluama 25 % laajennusvaraa.

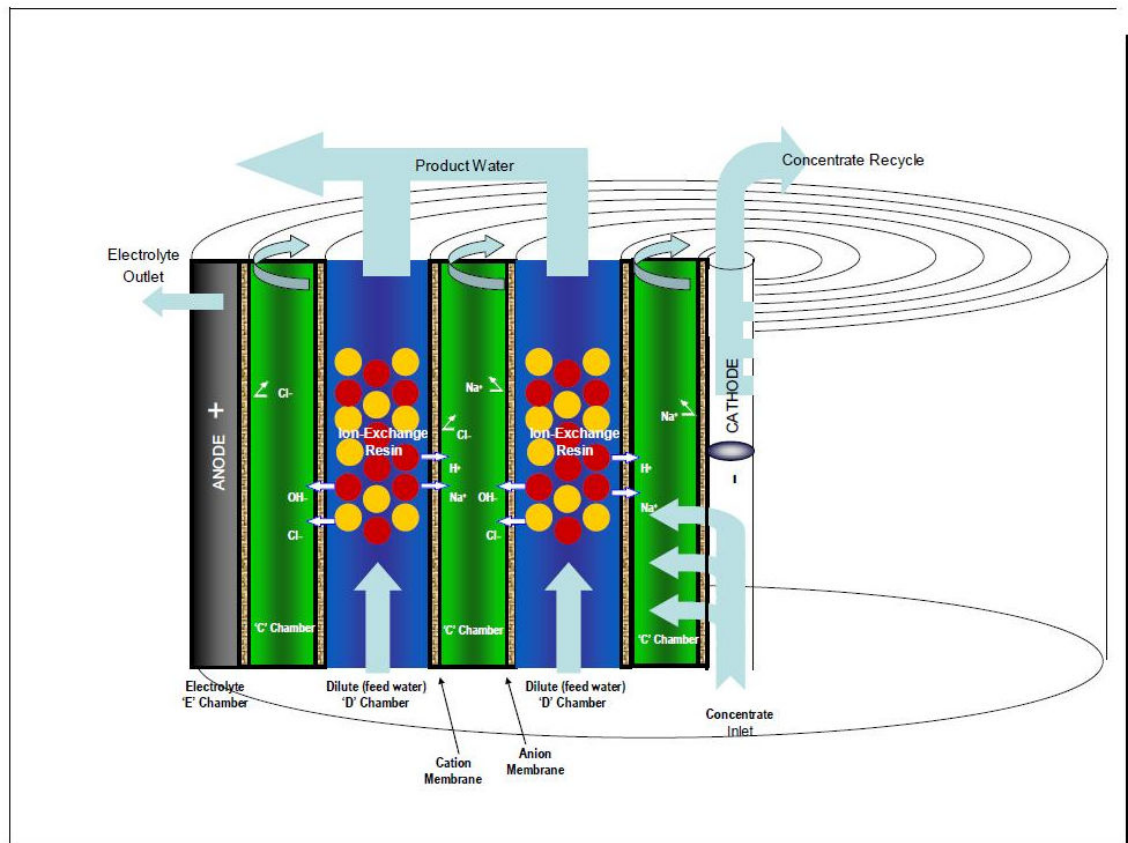
4.2 400 VAC:n laitteet

Pumput

Pääpumput olivat normaaleja kolmivaihepumppuja. Tulevan veden RO-syöttöpumppuja ohjattiin rinnakkaistoimisina vain toisen pumpun ollessa päällä vuorotellen. RO-syöttöpumppujen kierrosnopeutta ohjattiin taajuusmuuttajilla, jotta järjestelmälle saatiin optimi syöttöpaine. Pesupumppu ja konsentraatin kiertopumppu olivat suorakäynnisteisiä.

Tasasuuntaaja ja EDI-yksikkö

Tasasuuntaajaa tarvittiin syöttämään EDI-yksikön deionisointitankeille DC-jännitettä. Tasasuuntaajalle syötettiin 400 VAC:n jännite, jonka se muunsi DC-jännitteeksi. Muunnettu tasasähkö syötettiin deionisointitankkeihin, jossa anodi- ja katodipuolen kalvot puhdistivat syöttövedestä suoloja ja epäpuhtauksia, vetäen vastakkaisia ioneja kalvojen läpi. Vedestä poistetut epäpuhtaudet siirrettiin erillistä reittiä myöten pois ja puhdistussuolat regeneroituivat sähkösyötön ansiosta, jolloin vedenpuhdistus oli jatkuvaa.



Kuva 2. EDI-yksikön toimintakaavio [2]

Lämmitysvastus

Lämmitysvastus sijoitettiin pesunestesäiliöön. Pesuneste tuli lämmittää ennen kalvojen pesua parhaimman pesutuloksen aikaansaamiseksi. Lämmitysvastuksessa oli kolme erillistä metallivastusta, joista jokainen oli kytkettynä yksivaiheisena nollajohtimeen. Jokaiseen vastukseen kytkettiin yksi vaihe kontaktorin avulla, jolloin sähkösyötön aktivoituessa vastukset alkoivat kuumentaa pesunestettä.

4.3 400 VAC:n komponentit

Kolmivaiheinen johdonsuojakatkaisija

Ohjauskeskukseen tuli vain muutamia kolmivaihekomponentteja, koska suurin osa pumppujen syöttökomponenteista oli moottorikeskuksessa. Keskukseen sijoitettiin pääkatkaisija ja tasasuuntaajan ja lämmitysvastuksen syöttökomponentit.

Johdonsuojakatkaisijoina käytettiin ABB:n S203-C16-suojia. Johdonsuojakatkaisijat määritettiin suojattavan laitteen virran tarpeen mukaan. Johdonsuojat sijoitettiin vasemmalle puolelle keskusta 400 VAC:n syöttökiskon alapuolelle asentamisen helpottamiseksi. Johdonsuojakatkaisijoihin lisättiin apukoskettimet mahdollisen suojan laukeamisen aiheuttaman ongelman tietoon saattamiseksi. Apukoskettimista vietiin tilatieto logiikalle, joka tulkitse koskettimen antamaa tietoa.

Kontaktori

Lämmitysvastukselle määritettiin kontaktoriksi ABB:n kolmivaiheinen A26-30-10-kontaktori. Kontaktori toimii kuten rele. Kontaktorin releeseen syötetään jännite, joka aktivoi solenoidin, jolloin kontaktorin koskettimet menevät kiinni ja sähkövirta pääsee kulkemaan eteenpäin. Kontaktorin releenä oli 230 VAC:n rele, koska se oli kustannustehokkain vaihtoehto. Muita jännitteitä olisi ollut myös saatavilla, kuten 110 VAC tai 24 VDC. 110 VAC:n kontaktoria ei käytetty, koska siihen olisi tarvittu erillinen muuntaja ja 24 VDC:n kontaktorin hinta olisi ollut huomattavasti valittua 230 VAC:n kontaktoria suurempi.



Kuva 3. ABB:n A26-30-10-kontaktori 230 VAC:n kelajännitteellä

Kontaktorin releen toimiessa 230 VAC:n jännitteellä ei sitä voinut kytkeä suoraan logiikan lähtöportista, 230 VAC jännitteen ollessa liian suuri logiikan koskettimille. Toiminta hoidettiin syöttämällä logiikalta erilliselle 24 VDC releelle ohjaussignaali, jonka kautta 230 VAC:n signaali johdettiin kontaktorin releelle.

Pääkatkaisija

Pääkatkaisijana käytettiin ABB:n OT125 E3 –katkaisijaa. Katkaisijan kautta tuotiin 400 VAC:n pääsyöttö keskukseseen. Katkaisijaan asennettiin akseli, jonka avulla virran pystyi katkaisemaan keskuksen ovesta olevasta vääntimestä. Myös 230 VAC:n syötölle ja 24 VDC:n syötölle oli omat katkaisijansa, mutta niihin ei asennettu erillistä akselia ja väännintä.

Yleisen asennuskäytännön mukaan keskukseseen, jossa on kosketussuojaamattomia komponentteja, ei pitäisi päästä keskuksen ollessa jännitteisenä. Vääntimessä ja akselissa on rakennettuna liitos, jonka avulla keskuksen vasenta puolta ei saa avattua

pääkytkimen ollessa päällä-asennossa. Tämä estää pääsyn keskuksen vaarallisen jännitteen omaavien komponenttien luokse keskuksen ollessa jännitteisenä.

4.3.1 400 VAC:n komponenttien mitoitus

Laitteistossa oli kaapeloitavana keskukselta kaksi kolmivaihelaitetta, tasasuuntaaja ja lämmitysvastus. Tasasuuntaajana käytettiin Magna Power PQA375-17:ää.

Tasasuuntaajan tietoja, joita tarvittiin suojiin ja kaapelin mitoittamiseen:

- P_n : 6,6 kW
- U_n : 400 VAC
- I_n : 16 A

Lämmitysvastuksena käytettiin Lovalin lämmitysvastusta. Lämmitysvastuksen tietoja:

- P_n : 6,0 kW
- U_n : 400 VAC
- I_n : 10 A

Lämmitysvastuksen ja tasasuuntaajan johdonsuojien mitoittaminen tapahtui katsomalla laitteiden moottorikilvistä laitteen tarvitsema virta, ja siihen suhteutettuna valittiin riittävän suuri johdonsuoja.

Pääkatkaisija mitoitettiin laskemalla keskukselta syötettävien laitteiden yhteenlaskettu tehontarve. Projektin luonteen vuoksi mitoittamisessa valittiin varovainen linja ja

katkaisijaksi valittiin kokoluokassa seuraava oikeaan tarpeeseen verrattuna. Projektissa tuli myös jättää laajennusvaraa 25 %, ja laitesuunnittelun ollessa niin alkuvaiheessa mitoittamista suunniteltaessa päätettiin jättää tuleville, vielä suunnitelmista puuttuville, laitteille laajennusvaraa.

4.4 230 VAC:n laitteet

Rejektin siirtopumppu

Rejektin siirtopumppuna toimi rejektisäiliön pohjalle asennettu uppopumppu. Pumppuun oli integroituna oma kuivakäyntisuoja toimiva pintakytkimensä, jonka ansiosta se ei käynyt vesimäärän ollessa vähäinen. Pumpussa oli kiinteä virtajohto, jonka takia liitos keskukseseen tehtiin viemällä keskukselta tuleva syöttö erilliseen kytkentärasiaan, jossa se kytkettiin pumpun johtoon.

Suolan annostelupumppu

Suolan annostelupumpussa oli samanlainen kiinteä virtajohto kuin rejektin siirtopumpussa, joten sen kytkentä toteutettiin myös samanlaisen kytkentärasian avulla.

Tasasuuntaajan tuuletin

Tasasuuntaajalle piti asentaa lisäksi tuuletin jälkeensä. Tasasuuntaajan koteloitiin niin, ettei jäähdytysilma kiertänyt tarpeeksi hyvin ja tasasuuntaajan tuottama lämpö olisi kuumentanut kotelon lämpötilan yli sallittujen rajojen. Ongelma ratkaistiin asentamalla kotelon katolle poistotuuletin, jolle vietiin 230 VAC:n syöttö. Tuuletin päätettiin jättää päälle koko ajaksi, koska erillisen ohjauksen tekeminen ja ohjelmointi olisivat olleet tarpeeseen nähden liian kalliita.

Vedenpehmentimet

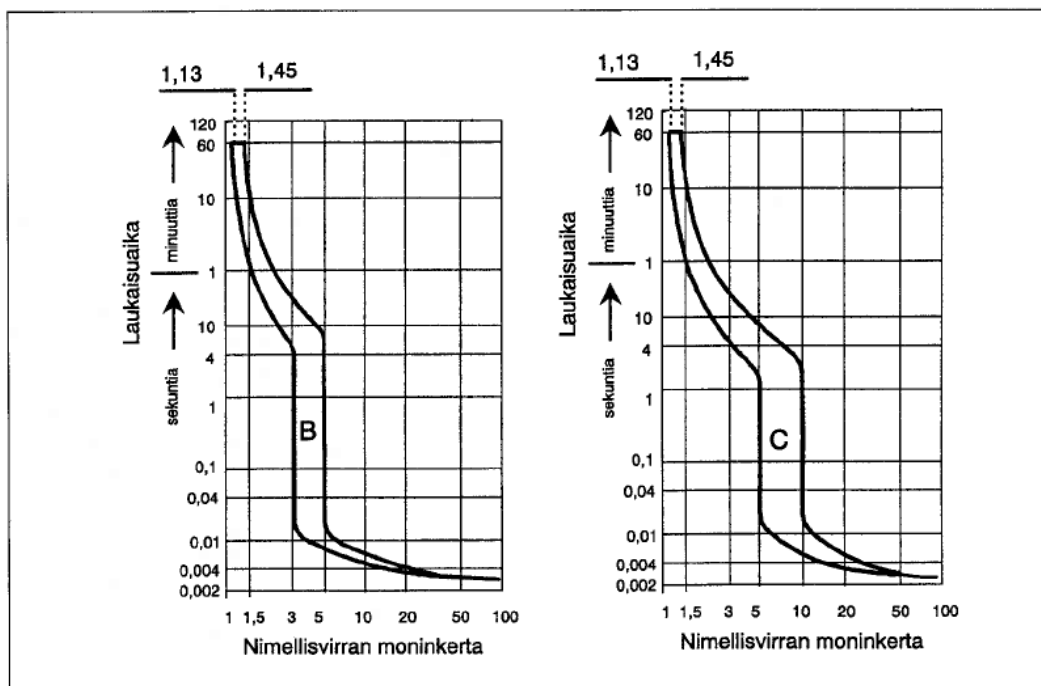
Vedenpehmentimet asennettiin ensimmäiseksi tulevan veden suodattimiksi. Vedenpehmentimille vietiin syöttö, ja laitteet toimivat itsenäisesti suodattaen vedestä orgaanisia ja epäorgaanisia suoloja ja muita epäpuhtauksia.

4.5 230 VAC:n komponentit

230 VAC:n komponentit sijoitettiin keskuksen vasempaan laitaan lukuun ottamatta logiikkaa, joka sijoitettiin ylimmäiseksi logiikan kytkemisen helpottamiseksi.

Yksivaihejohdonsuojat

Keskuksessa käytettiin ABB:n S201-C-mallin johdonsuojia. Johdonsuojissa oli C-käyrän mukainen hidaskatkaisuaika.



Kuva 4. B- ja C-tyypin johdonsuojakatkaisijoiden ominaiskäyrät [3, s. 30]

Johdonsuojakatkaisijoille on määritetty tietyt ominaisuudet standardissa SFS-EN 60 898. Yksi ominaisuuksista on ylin terminen toimintarajavirta, joka on määritetty 1,45-kertaiseksi. Kuten kuvassa 4, virta johtimessa voi olla 1,45-kertainen tunnin ajan ennen kuin johdonsuoja aktivoituu. Suuremmilla virran piikeillä johdonsuojakatkaisijoissa on jo eroa toiminnassa. C-käyrä on huomattavasti hitaampi reagoimaan nimellisvirran piikkeihin verrattuna B-käyrään. C-käyrän johdonsuojia käytetään mm., koska jotkin muuntajat voivat tuottaa käynnistysvaiheessa virtapiikkejä. [3, s. 33]

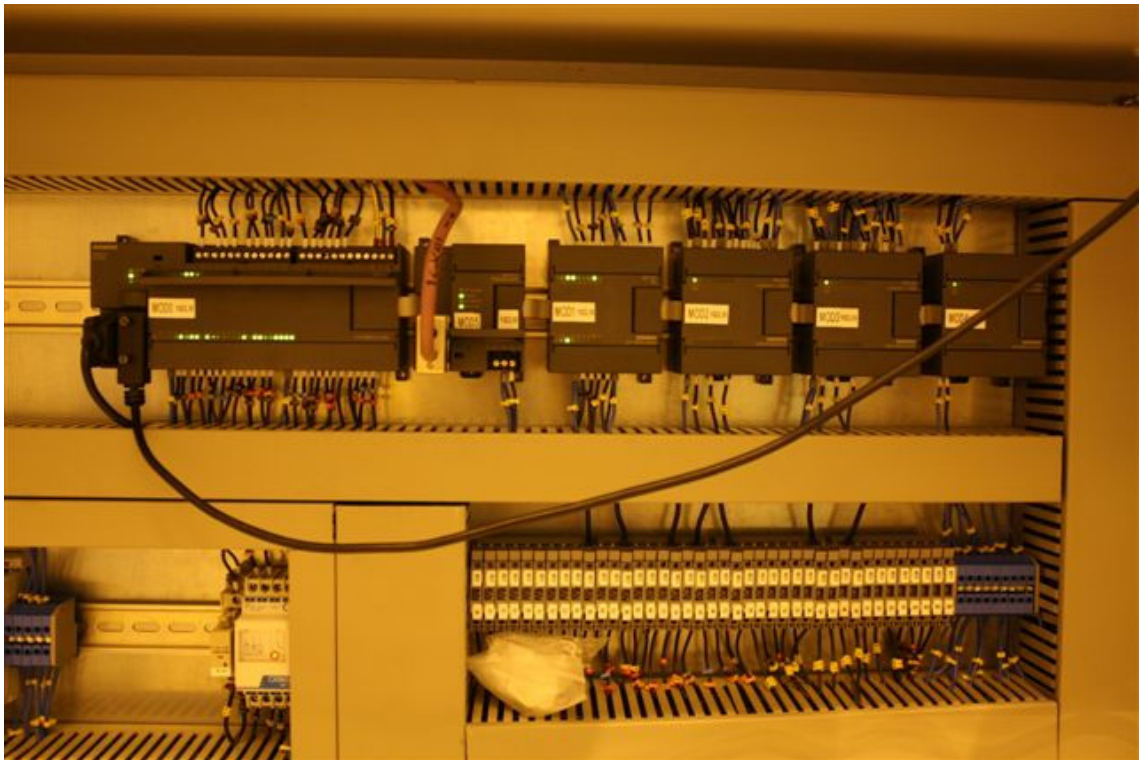
Johdonsuojakatkaisija toimii bimetallireleellä varustetulla ylikuormitussuojalaukaisimella, ja oikosulkusuojausta varten ne on varustettu lyöntiankkurilla. Johdonsuojien tarkkoja mittoja ei ole standardoitu, mutta leveys on sama eri valmistajilla, 17,5 mm vaihetta kohti, 63 A:iin saakka. [3. s 35]

Pintakytkinrele

Suolasäiliön pinnanmittauksessa käytettiin Orbiksen EBR-1-pintakytkintä. Pintakytkimeen syötetään 230 VAC:n käyttöjännite, jonka laite muuntaa 10 VAC:n mittausjännitteeksi antureille. Laitteeseen kytketään erillinen pintamittauselektrodi, joka upotetaan haluttuun säiliöön. Elektrodit kytkettiin laitteeseen anturikaapelilla.

Laite luo jännitteen elektrodien välille mitattavaan nesteeseen ja sen mukaan kytkee anturin päälle ja pois. Jos nesteen pinta laskee tasolle, jolla se ei enää kosketa kumpaakin mitattavaa elektrodia, katkeaa elektrodien välinen yhteys ja laite kytkee koskettimen päälle. Kosketintieto vietään logiikkaan, joka tulkitsee tiedon ohjelmassaan.

Logiikka



Kuva 5. Vesilaitoksen PLC

Laitteiston aivona toimii PLC eli ohjelmoitava logiikka. Logiikkaan voidaan ohjelmoida laitteiston toimintaehdot käyttäen erillistä ohjelmistoa. Logiikassa on erilliset tulo- ja lähtöportit, joihin kytketään halutut laitteet ja anturit. Tulopuolelle kytketään anturit, joiden tietojen mukaan logiikka tulkitsee järjestelmän tilaa. Logiikan perusyksikössä on vain DI/DO-koskettimet, jotka hoitavat tulojen liitännät ja relelähdöt. Relelähdöillä on mahdollista ohjata eri toimintajännitteillä toimivia laitteita päälle ja pois.

Lisämoduuleissa on jatkuvien mittaustietojen, kuten paineen tai virtaaman jatkuvan analysoinnin, mahdollistavat analogiatuloportit, kuten myös säätöpiirejä varten tarvittavat analogialähtöportit. Analogiaviesteillä voidaan ohjata mm. taajuusmuuttajaa antamalla sille järjestelmän toiminnan vaatima moottorin pyörimisnopeus. Logiikkana käytettiin Siemensin S7-200-sarjan logiikkaa.

Logiikkaan tuli myös erillinen kenttäväyläliitännämoduuli. Koko laitoksen yleisenä väylänä käytettiin Profibus/RS485-väylää. Logiikka liitettiin väylään Profibus-

kaapelilla ja tärkeimmät prosessin mittaus- ja tilatiedot siirrettiin valvomoon ohjelmallisesti.

4.5.1 230 VAC:n komponenttien mitoitus

230 VAC:n komponenteissa mitoitusperiaate oli sama kuin 400 VAC:n komponenteilla. 230 VAC:n UPS-syöttö mitoitettiin laskemalla UPS-syöttöä tarvitsevien laitteiden tehontarve ja katkaisija mitoitettiin yhtä suuremmaksi kuin oikea tehontarve oli. Johdonsuojien mitoittaminen tapahtui tarkistamalla suojattavien laitteiden moottorikilvistä tai vastaavista laitteen nimellisvirtatarve, johon valittiin vastaava johdonsuoja. Joillain laitteilla kuitenkin tuli tarkistaa johdonsuojan suojaustarvetta käyttöönnoton yhteydessä. Esimerkiksi rejektinsiirtopumpun käynnistysvirtapiikki oli sen verran suurempi kuin laitteen kilvessä ilmoitettu nimellisvirta, että johdonsuoja piti muuttaa jälkeinpäin.

4.6 24 VDC:n laitteet

Vesilaitoksen 24 VDC:n laitteet ovat lukumäärältään selvästi suurin kokonaisuus. Miltei kaikki anturit toimivat 24 VDC:n jännitteellä kuten myös magneettiventtiilit, kosketusnäyttö ja pH-, virtaus- ja painemittaukset. Myös kaikki logiikan laajennusmoduulit toimivat 24 VDC:n jännitteellä.

Paine-erokytkin

Vesilaitoksessa käytettiin kahta Danfossin MBC-sarjan paine-erokytkintä tunnistamaan tulevan veden tukkeutumista. Paine-erokytkimeen johdettiin kaksi eri painesyöttöä mitattavan prosessin kohdan eri puolilta, joita laite mittasi. Tässä projektissa laite mittasi patruunasuodattimen ja RO-kalvojen tulo- ja lähtöpuolta. Jos paine-ero nousi liian suureksi, laite tunnisti eron ja kytki sisäisen koskettimen kiinni, jolloin paine-erokytkimelle viety 24 VDC:n signaali kulki logiikalle.

Painekytkin

Painekytkiminä käytettiin Danfossin RT5-painekytkimiä. Painekytkin mittaa yhtä painetta prosessin jostain osasta ja paineen noustessa liian suureksi tai vastaavasti laskiessa liian alhaiseksi laite kytkee koskettimen päälle, kuten paine-erokytkinkin. Painekytkimet toimivat täysin mekaanisesti jousen mitatessa painetta. Paineen noustessa tai laskiessa asetetun rajan ohi painaa jousi koskettimen kiinni, mahdollistaen signaalin kulkemisen eteenpäin logiikalle.

Painelähetin

Vesilaitoksella mitattiin jatkuvalla painemittauksella painetta kahdesta kohtaa, RO-koneikon ajopainetta ja tuoteveesisäiliön pinnankorkeutta. Painelähettimet olivat Danfossin MBS3000-sarjan lähettimiä. Lähettimet tuottivat 4-20 mA:n signaalia, jota logiikan analogiamoduuli tulkitsi.

RO-koneikon ajopainetta mitattiin putken sisällä olevan paineen mukaan. Ajopaine vaikutti RO-koneikon syöttöpumppujen ohjauksen PID-säädön toisena parametrina. Tuoteveesisäiliön pinnankorkeutta mitattiin asentamalla paineanturi tuoteveesisäiliön pohjalle ja skaalaamalla vesimassan tuottama paine vesimääräksi, josta saatiin selvitettyä pinnankorkeus.

Pintakytkimet

Pintakytkimiä käytettiin mm. pesunestesäiliön ja rejektisäiliön pinnankorkeuden valvontaan. Pintakytkimet toimivat mekaanisesti kelluvien kohojen avulla. Mikäli nestettä oli säiliössä tarpeeksi, pinta-anturi oli kääntyneenä pintaa kohden eikä kohon sisäinen kosketin ollut aktivoitunut. Pinnan lasiessa alas koho jäi roikkumaan ilmaan ja kohon sisäiset koskettimet aktivoituivat laitteen omasta painosta. Pintakytkimillä valvottiin niin ylivuotoa kuin pesu- ja rejektipumpun kuivakäyntiä ja suolasäiliön tyhjenemistä.

Virtauskytkimet

Virtauskytkiminä käytettiin IFM:n SI-5000-kytkimiä. Kytkimet mittasivat virtaamaa kalorimetrisillä antureilla, jotka upotettiin putken sisään. Laitteeseen piti kalibroida virtaaman nopeus käsin ja asettaa haluttu virtauksen raja-arvo. Laite mittasi virtausta asetetun raja-arvon puitteissa ja virtauksen ollessa alle rajan laite lähetti signaalin logiikalle. Kytkimessä oli virtauksen tilan seuranta sisäänrakennettuna led-indikointina.



Kuva 6. IFM-virtauskytkin [4]

Virtausmittari

Tuoteveden virtaamaa mitattiin jatkuvalla analogimittauksella. Virtausmittarina oli Endress Hauserin EH Prosonic Flow 91 WA1 ultraääniantureilla. Mittarin käyttöjännite on 230 VAC, mutta mittaussignaali otettiin 24 VDC:n signaalina. Virtausta käytettiin toisena PID-säädön parametrinä.

Virtausmittarin ultraäänianturit kiinnitettiin putken päälle tietyn etäisyyden päähän toisistaan. Etäisyys määritettiin putken halkaisijan, paksuuden ja materiaalin mukaan. Ultraääniantureista toinen lähetti signaalin toiselle anturille, joka palautti signaalin takaisin saatuaan sen. Mittarille määritettiin virtaavan nesteen ominaisuudet, minkä jälkeen mittari laski äänen nopeuden muutoksen perusteella virtaaman. Signaali vietiin logiikalle 4-20 mA:n signaalina.



Kuva 7. Endress Hauserin ultraäänivirtausmittari [5]

Sähkönjohtavuusmittarit

Sähkönjohtavuutta mitattiin ABB:n TB82-johtokykymittareilla. Johtokykyä mitattiin syöttövedestä, tuotevedestä ja rejektistä. Sähkönjohtokyky ilmoitettiin mikrosiemenseinä/cm. Sähkönjohtokykyä mittasi anturi, joka oli asennettu putkeen sisään, joka lähetti mittaustiedon lähettimelle. Lähettimestä vietiin mittaustieto 4-20 mA:n analogiviestinä logiikalle.



Kuva 8. ABB:n johtokykymittarin keskusyksikkö [6]

Magneettiventtiilit

Automaattiventtiilit olivat Bosch-Rexrothin paineilmalla toimivia venttiileitä. Venttiilien ohjaus tapahtui jakotukista, jossa oli jokaiselle venttiilille oma solenoidinsa. Ohjaussignaalin jakotukki sai logiikan lähtöreleistä. Venttiilit olivat palautteisia, joten ohjausta tarvittiin NC-venttiileissä vain aukaisemaan tai vaihtoehtoisesti NO-venttiileissä sulkemaan ne.

Kosketusnäyttö

Ohjauskeskukseen asennettiin paikallisohjausta varten kosketusnäyttö. Näyttönä käytettiin Siemensin Simatic TP177:ää. Näytölle ohjelmoitiin tarkoitusta varten olevalla erillisellä ohjelmalla, Simatic WinCC flexiblellä, käyttöliittymä, jolla pystyttiin ohjaamaan ja monitoroimaan järjestelmää. Näytölle ohjelmoitiin pumppujen, venttiilien ja tasasuuntaajan ohjausvalinnat, tilatiedot ja käsi-automaattivalinnat. Eri mittaukset ohjelmoitiin näkymään käyttäjälle niin numeraalisesti kuin myös pylväsdiagrammeina. Näytöltä pystyi asettamaan myös mm. hälytyksien raja-arvot ja PID-säädön parametrit.

4.7 24 VDC:n komponentit

24 VDC:n komponentteja tuli keskukseen useita. Suurimpana lukumäärältään olivat riviliitinsulakkeet, joita tuli useita kymmeniä. Projektin vaatimuksena oli kentälaitteiden selektiivinen suojaus, jolloin jokaiselle erilliselle anturille, mittarille, releelle ja laitteelle määritettiin oma sulakkeensa. Muita komponentteja olivat mm. releet ja galvaanisella erotuksella toimivat signaalinmuuntimet.

4.8 5 VDC:n laitteet ja komponentit

Keskukseen tuli harvinaisempaa 5 VDC:n jännitettä käyttäviä releitä ohjaamaan tasasuuntaajan signaaleja. Tasasuuntaajassa oli sisäänrakennettu 5 VDC:n jännitelähde tasasuuntaajan signaaleille, mutta logiikan tulosignaalien olisi pitänyt olla vähintään 24 VDC ja muille laitteille käytetty 24 VDC:n signaali ollut liian suuri tasasuuntaajalle. Siksi tasasuuntaajan ohjaamiseksi käytettiin releitä. (Ks. liite 1 s. 76)

5 Kaapelointi

5.1 Kaapelien valinta

Instrumenttikaapelin valinta oli helppoa, koska projektikohtainen vaatimus loppuasiakkaalta oli, että instrumenttikaapeliksi pitää valita Nomak-E. Syöttökaapelina yksivaihelaitteille tuli käyttää MMJ:tä. Kolmivaihekaapeliksi valittiin MCMK.

5.2 Kaapelien mitoittaminen

Kaapelit mitoitettiin laitteen vaatimuksien mukaan. Laitteesta katsottiin laitteen vaatima teho ja virtamäärä, minkä jälkeen katsottiin taulukosta, millainen kaapeli tulee riittämään syötöksi. Projektiiin käytettiin taulukkoa kirjasta Käsikirja rakennusten sähköasennuksista, julkaisu D1. Taulukosta 1 näkee tarvittavan kaapelin paksuuden 230/400 VAC:n laitteille.

Taulukko 1. Johdon mitoitus ylivirtasuojan nimellisvirran perusteella. [1. s.177]

Korjauskerroin		1,1	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6
Asennustapa	Sulake/johdonsuojakatkaisijan nimellisvirta I _n	Vähimmäispoikkipinta, kun suojalaitteena on sulake/johdonsuojakatkaisija mm ² Cu					
A	6	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
	10	1,5	1,5	2,5/1,5	2,5/1,5	4/2,5	4/2,5
	13	1,5	1,5	2,5	2,5	2,5	4
	16	2,5	2,5	4/2,5	4	6/4	6
	20	4/2,5	4	6/4	6	10/6	10
	25	6/4	6	10/6	10	10	16
	32	10/6	10	10	16/10	16	25/16
	35	10	10	16/10	16	25/16	25
	40	10	16/10	16	16	25	35/25
	50	16	16	25	25	35/25	50/35
	63	25	25	35/25	35	50	70/50
	80	35	35	50	70/50	70	95
	100	50	70/50	70	95/70	95	150/120
	125	70	95/70	95	120/95	150/120	185
	160	120	120	150	185	240	300
	200	150	185	240	300	–	–
	250	240	240	300	–	–	–
C	6	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
	10	1,5	1,5	1,5	1,5	2,5/1,5	2,5/1,5
	13	1,5	1,5	1,5	1,5	2,5	2,5
	16	1,5	1,5	2,5/1,5	2,5	4/2,5	4
	20	2,5/1,5	2,5	2,5	4/2,5	4	6/4
	25	4/2,5	4/2,5	4	6/4	6	10/6
	32	4	6/4	6	10/6	10	10
	35	6/4	6	10/6	10	10	16/10
	40	6	10/6	10	10	16/10	16
	50	10	10	16/10	16	16	25
	63	16/10	16	16	25/16	25	35
	80	16	25/16	25	35/25	35	50
	100	25	35/25	35	50/35	70/50	70
	125	35	50/35	70/50	70	95/70	95
	160	70	70	95	95	120	150
	200	95	95	120	150	185	240
	250	120	150	150	185	240	300
315	150	185	240	300	–	–	
400	240	300	300	–	–	–	

5.3 Kaapelien nimeäminen ja numerointi

Projektissa tuli nimetä jokainen kaapeli yksilöllisesti. Kaapeleihin annettiin alkutunnukseksi sen keskuksen tai jakorasian tunnus, jonka nimi oli aakkosissa ensimmäisenä. Numeroksi annettiin nelinumeroinen tunnus keskuksen tunnuksen jälkeen. Erotuksena oli väliviiva. Vesilaitoksen ohjauskeskus oli tunnukseltaan 1CJC01. Mikäli lisäkeskuksille tai kytkentärasioille oli tarvetta, ne nimettiin juoksevasti kasvaen, esimerkiksi 1CJC02, 1CJC03 jne.

Numeroinnissa käytettiin sääntönä taulukkoa 2.

Taulukko 2. Kaapelin numerointisäännöt.

Sarjanumero	Kohde/jännite
0001-0999	Syöttökaapelit > 1000 VAC
1001-1999	Syöttökaapelit 60VAC < ja < 1000 VAC
2001-2999	Syöttökaapelit 24/220 VDC
3001-3999	Ohjauskaapelit >60 V
4001-4999	Ohjauskaapelit < 60 V
5001-6999	Instrumenttikaapelit (laitekaapelit)< 60 V

Kaapelien numerot alkoivat vesilaitoksen tapauksessa 1001:stä. Ensimmäinen kolmivaihemoottorin kaapeli oli siis 1CJC01-1001, seuraava 1CJC01-1002.

Ohjauskaapeleita yli 60 V:n ei vesilaitoksella ollut, vaan kaikki ohjaukset tapahtuivat 4000-sarjan kaapeleilla, alle 60 V:n.

6 Maadoitus

6.1 Maadoituksen tarkoitus

Maadoituksen tarkoituksena on yhdistää asennettavan laitteiston ja muut asennuskohteeseen liittyvät jännitteelle alttiit osat samaan potentiaaliin maan kanssa. Maadoitus on tärkeää sähköturvallisuuden ja myös häiriösuojauksen kannalta. [1, s. 233]

Sähköturvallisuuden kannalta vikatapauksissa esiintyvien kosketusjännitteiden ja askeljännitteiden rajoittaminen on maadoituksen ensisijainen tarkoitus. Vika voi liittyä itse sähköasennukseen tai sitä syöttävään järjestelmään, suurjänniteverkko mukaan lukien. Myös ukkosen aiheuttamat ylijännitteet voidaan rinnastaa vikoihin. [1, s. 233]

Vikatilanteissa ilmeneviä jänniterasituksia laitteistoille ja sähköasennukselle rajoitetaan maadoituksella siedettävälle tasolle. Lisäksi maadoituksella pyritään estämään haitallisten häiriöiden ilmaantuminen normaali- ja vikatilanteissa sekä häiriöiden siirtymistä muihin järjestelmiin ja laitteistoihin. [1, s. 233]

6.2 Maadoituksen toteutus

Vesilaitoksen ohjauskeskuksessa maadoitus toteutettiin tekemällä keskukseen yksi maadoituskisko, johon kerättiin laitteiden maadoitusjohtimet. Maadoituskiskosta vietiin johdin erilliseen päämaadoituskiskoon, johon oli kytketty laitoksen muut laitteistot. Näin saatiin vesilaitoksen eri järjestelmät maadoitettua samaan potentiaaliin.

Keskuksen alareunaan asennettiin potentiaalintasauskisko, jossa oli selkeät merkinnät ilmaisemassa sen olevan maadoituskisko. Maadoitusjohtimet liitettiin kiskoon ruuvien alle. Koska keskus oli metallinen kaappi, tuli itse keskuksen runko ja sen ovet kytkeä myös maadoituskiskoon. Keskuksessa oli erilliset paikat rakennettuna tätä tarkoitusta varten.

7 Sähkösuunnittelun toteuttaminen piirikaavioihin

Projektiin ei voinut soveltaa Digicontrol Automationin normaalia piirikaavioiden piirtotapaa. Normaalitapauksissa piirikaavioihin voidaan piirtää useampia eri kenttälaitteita yhdelle sivulle, mutta tässä projektissa se ei ollut mahdollista. Projektiin kuului jokaisen laitteen yksilöllinen KKS-koodaus, jonka avulla pystyttiin myöhemmin selvittämään helposti, missä mahdolliset ongelmat ilmenivät. Jokaisella kenttälaitteella ja laitteeseen liittyvällä komponentilla oli myös oma koodinsa. Tämän ansiosta pystyttiin helposti, esimerkiksi hälytyksen tapahtuessa, katsomaan hälytysilmoituksesta, mikä laite oli hälytyksen ilmoittanut. Hälytyksen sisältämästä KKS-koodista selvisi myös, mikä hälytyssignaali oli kyseessä, koska jokaiselle eri hälytykselle oli oma yksilöivä koodinsa.

Piirikaavioissa KKS-koodit vaikuttivat useampaan seikkaan. Jokaiselle KKS-positiolle piti olla oma sivunsa, jolloin useampaa kenttälaitetta ei yhdelle sivulle voinut piirtää. Jokainen signaali jokaisesta kenttälaitteesta ja logiikasta tuli merkitä piirikaavioihin omalla KKS-koodillaan. Koodit vaikuttivat siihen työmäärään, joka koodien ja muutosten tekemisen parissa kului.

7.1 Piirikaavioiden piirtäminen

Piirikaaviot piirrettiin AutoCAD-ohjelmistolla. Piirikaavioiden tuli olla yleisen standardin mukaisella ohjelmistolla tehty, koska kaaviot luovutettiin valmiina versiona asiakkaalle projektin luovutuksen yhteydessä. Kaavioissa käytettiin standardin mukaisia symboleja kuvaamaan komponentteja.

Piirtäminen aloitettiin hahmottelemalla kansilehti, johon määritettiin laitteiden järjestys. Ensimmäisenä luonnosteltiin sähkösyötöt ja logiikan syöttöjen kytkeminen. Sen jälkeen piirrettiin venttiilit, anturit ja mittaukset, pumppujen ja muiden toimilaitteiden ollessa viimeisenä. Laitteet jaoteltiin mitattavan suureen tai toiminnan mukaan. Viimeiseksi piirrettiin erilliset kytkentärasiat ja keskuksen reset- ja hätäseis-painikkeet.

Piirikaavioihin piirrettiin kaavion yläreunaan keskuksessa oleva jännitesyöttökisko. Kaavion alareunaan piirrettiin erotusviiva, joka erotti keskuksessa olevat komponentit kentällä olevasta laitteesta. Erotusviivaan piirrettiin riviliittimet, joihin laite kytkettiin. Riviliittimistä laitteelle menevän kaapelin tiedot piirrettiin piirikaavioon. Jännitesyöttökiskon ja riviliittimien väliin sijoitettiin laitteen ohjaukseen tarvittavat komponentit.

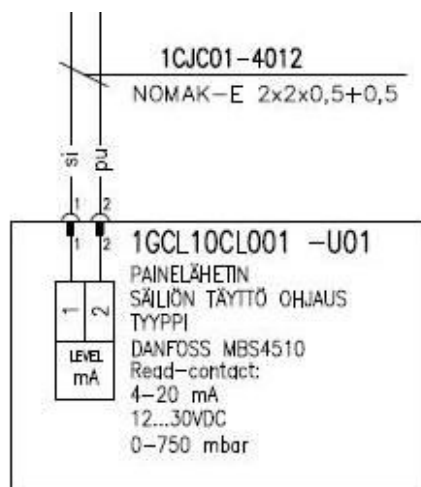
Komponentit ja laitteet merkittiin yleisesti käytettyjen merkkien mukaan.

- Q Katkaisija, erotin tai kontaktori
- K Rele
- F Sulake tai johdonsuoja
- U Lähetin
- S Ohjauskytkin tai painikekytkin
- M Moottori

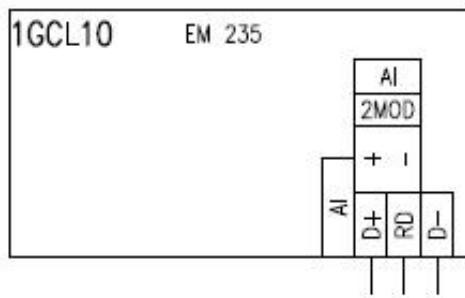
- X Riviliitin

Riviliittimet numeroitiin laitteen vaatiman jännitteen mukaan kasvavasti, alkaen X0:sta. Ensimmäiseksi numeroitiin jännitesyötöt. 400 VAC:n kaapelit kytkettiin X0:aan ja 230 VAC:n kaapelit X1:een. Muille laitteille määritettiin oma numeronsa juoksevasti kasvaen. Venttiilit kytkettiin riviliittimiin X3, paineanturit riviliittimiin X4 jne. Pumppujen ja tasasuuntaajan ohjauksille annettiin myös omat riviliittinnumeronsa. Ensimmäisen RO-syöttöpumpun signaalit kytkettiin riviliittimeen X8, toisen RO-syöttöpumpun signaalit riviliittimeen X9 jne.

Piirikaavioihin tuli Digicontrol Automationin peruspohjaa hyväksikäyttäen laitteiden ja logiikan I/O-kytkentää kuvaamaan omat symbolit ja kytkentäpisteet. Venttiilit ja anturit kuvattiin neliöiksi, joiden sisään piirrettiin laitteessa olevat kytkentäpisteet (kuva 9). Logiikan kytkennät kuvattiin samankaltaisen neliön sisään, jossa oli yksilöivät kytkentäpisteet ja moduulin numerot (kuva 10).



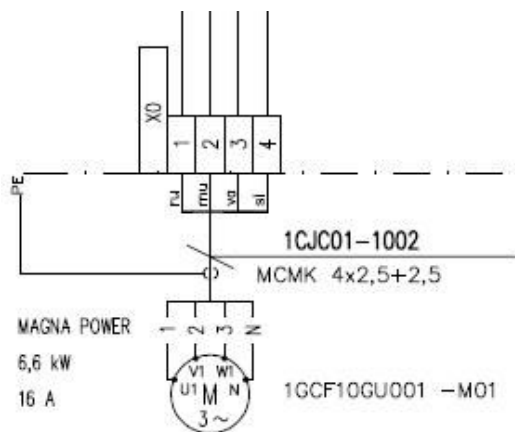
Kuva 9. Painelähtimen symboli piirikaaviosta



Kuva 10. Logiikan analogiamoduulin input-symboli piirikaaviosta

Logiikan symbolista näkee, mihin moduuliin ja mihin kytkentäpisteeseen kytkentä tehdään. Symbolissa on näkyvissä myös signaalin tyyppi AI (Analog Input), josta selviää signaalin olevan analoginen lukusignaali. 1GCL10 oli logiikalle annettu KKS-koodi ja EM 235 analogiamoduulin mallinumero.

Pumput, tasasuuntaaja ja lämmitysvastus kuvattiin piirikaavioissa omalla symbolillaan (kuva 11).



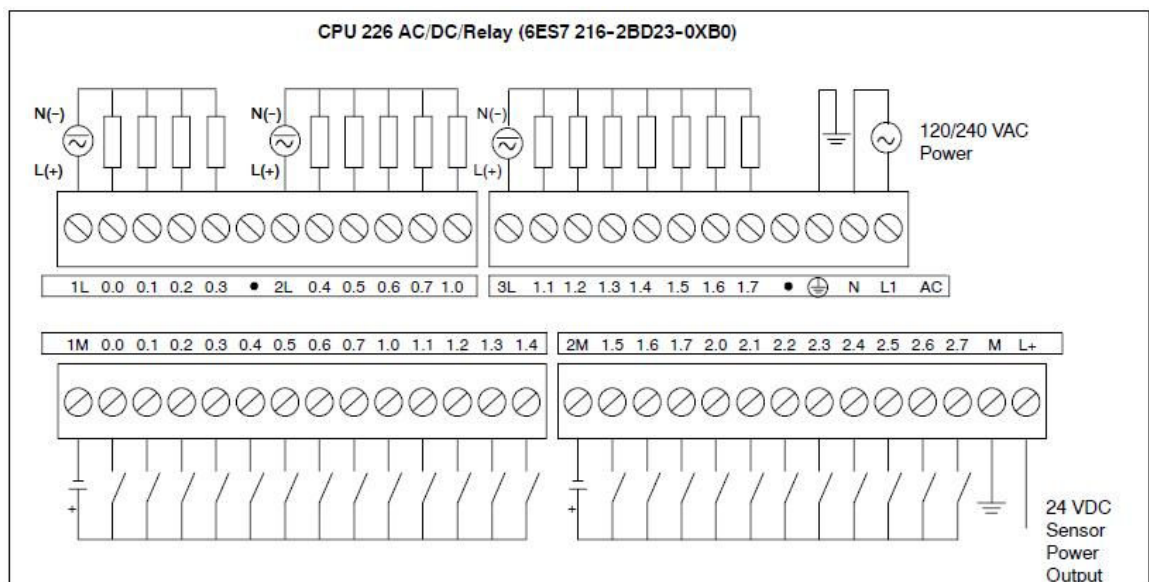
Kuva 11. Tasasuuntaajan jännitesyöttö piirikaavioista

Symboleihin kirjattiin laitteen oleelliset tiedot. Kenttälaitteen tiedoista tärkeimpiä oli KKS-koodi, jolla laitteen voi tunnistaa, ja nelikirjaiminen päätte KKS-koodin jälkeen, joka kertoo millainen laite on kyseessä. Myös kaapelin numero kirjattiin mukaan piirikaavioon.

7.2 Laitteiden piirtäminen

Venttiilit piirrettiin jokainen omalle sivulleen. Venttiilien riviliitinsarjaksi määrättiin X3. Venttiileille tuli keskuksesta yksi ohjauskaapeli, joka kytkettiin venttiilien jakotukkiin. Yhteen johtimeen kytkettiin -24 VDC, joka toimi jokaisen venttiilin nollana. Venttiilien ohjaussignaali oli vastavuoroisesti + 24 VDC. (Liite 1, sivut 41-45)

Venttiilien ohjaus jaoteltiin eri piirien alaiseksi, kuten tehtiin muillekin ohjauksille. Logiikan lähtöreleet olivat ryhmiteltyinä eri ”commonin” alaisiksi, jolloin oli mahdollista jakaa eri piireille omat sulakkeet (kuva 12). Tämä teki ohjauksesta turvallisemman. Jos jokin lähtöreleiden sulake olisi palanut, olisi silloin kaksi kolmesta lähtöpiiristä vielä ohjattavissa, jolloin logiikalla voitaisiin vielä ohjata järjestelmää. Tästä syystä logiikan lähtöportit eri toimilaitteille eivät ole järjestyksessä laitteisiin nähden.



Kuva 12. Logiikan kytkentäkaavio [7]

Paineanturit piirrettiin saman periaatteen pohjalta kuin venttiilit riviliitinsarjaan X4 paitsi analogiamittaukset, jotka piirrettiin kaikki riviliittimiin X7. Kaikki paineanturit, niin kytkimet kuin mittaukset, olivat kaksijohdin -kaapelilla toteutettavissa. Painekeytkimille vietiin 24 VDC:n lukujännite, joka tuli laitteesta takaisin laitteen koskettimilta. Jokaiselle painekeytkimelle ja mittaukselle nimettiin oma sulakkeensa. (Liite 1, sivut 46-53)

Sähkönjohtavuusmittaukset piirrettiin, kuten kaikki muutkin anturien analogiamittaukset, riviliitinsarjaan X7. Mittaaminen tapahtui viemällä instrumenttikaapelilla signaali mittauselektrodilta sähkönjohtavuusmittarille, josta vietiin milliampeerisignaali logiikalle. Anturikaapelin liittäminen perusyksikköön piirrettiin ABB:n TB82-johtokyky mittarin manuaalin perusteella. (Liite 1, sivut 54-56)

Virtauskytkimet (liite 1, sivut 58-62) piirrettiin saman peruskaavan mukaan riviliitinsarjaan X5. Käytettävät johtimet tarkastettiin IFM:n laitekohtaisesta ohjeesta. Virtausmittarin piirtämisessä (liite 1, sivu 57) käytettiin apuna peruskaavaa ja virtausmittarin manuaalia. Virtausmittarille tuli määrittää erillinen johdonsuoja sen käyttöjännitteen ja signaalin jännitteen eroavaisuuden vuoksi. Ultraäänisensoreissa oli kiinteät pistokkeella kytkettävät signaalikaapelit, joten niille ei piirretty liittimiä sensorin päähän.

Pintakytkimet piirrettiin riviliitinsarjaan X6 (liite 1, sivut 63-66). Kaikki pintakytkimet paitsi suolasäiliön pintakytkin olivat mekaanisella koskettimella toimivia pintakytkimiä.

Lämpötilalähetin piirrettiin samantyylliseksi kuin painelähettimet (liite 1, sivu 67). Lämpötilalähetin lähetti 4-20 mA analogisignaalia, joten se kytkettiin riviliitinsarjaan X7.

Uppokuumentimelle tarvittiin kaksi DI-signaalia ja yksi DO-signaali (liite 1, sivu 68). DI-signaalit otettiin saman sulakkeen takaa. Logiikalle uppokuumentimelta tarvittiin johdonsuojan tilatieto ja kontaktorin käyntitieto. Logiikan DO-signaali vietiin releelle -K46, joka ohjasi 230 VAC:n jännitteen kontaktorin -Q46 kelaan.

RO-koneikon syöttöpumppuja ohjattiin viidellä signaalilla (liite 1, sivut 69 ja 70). Syöttöpumppujen nopeutta säädettiin taajuusmuuttajalla. Käynnistyssignaali syötettiin logiikalta releelle –K11, joka toimi potentiaalivapaana koskettimena taajuusmuuttajan syöttämälle syöttöjännitteelle. Signaali kytkettiin vesilaitoksen keskuksessa, josta se kulki takaisin moottorikeskukseen taajuusmuuttajalle. Taajuusmuuttajan olo- ja ohjausarvot tulkittiin myös vesilaitoksen logiikalla. Ohjauskeskukseen asennettiin galvaaniset erottimella toimivat muuntimet –U11 ja –U12, jotka muunsivat analogiasignaalin, joka tuli ja lähti toiseen järjestelmään, sopivaksi vesilaitoksen keskuksen potentiaaliin. Galvaanisilla muuntimilla poistettiin mahdollista häiriötä, joka olisi syntynyt kahden eri jännitelähteen tuottamasta signaalista. Pumppujen käyntitieto ja moottorinsuojan häiriötieto otettiin lisäkoskettimilta moottorikeskuksessa olevista komponenteista. Moottorikeskukseen syötettiin jännite sulakkeen F101 kautta ja signaali otettiin vesilaitoksen logiikalle potentiaalivapaista koskettimista moottorikeskuksessa. Samanlainen kytkentä tehtiin kummallekin RO-syöttöpumpulle.

Pesupumpun ja konsentraatin kiertopumpun ohjaus tapahtui samalla tavalla kuin RO-syöttöpumppujenkin, mutta pelkillä DI/DO-signaaleilla (liite 1, sivut 71 ja 72). Moottorien syöttökomponentit olivat moottorikeskuksessa, josta otettiin signaalit koskettimilla vesilaitoksen logiikalle. Pesupumpussa ja konsentraatin kiertopumpussa oli lisäksi turvakytkimen tilatieto.

Suolan annostelupumpun (liite 1, sivu 73) ohjaus oli kokonaan vesilaitoksen keskuksen varassa. Käynnistyssignaali syötettiin logiikalta kuten muillakin pumpuilla, mutta releellä, jota logiikka ohjasi, oli kaksi kosketinta. Suolan annostelupumpusta oli määrä saada myös käyntitieto, joka oli yksinkertaisinta ottaa samasta releestä, josta syöttöjännite kulki pumpulle. Rele K105 oli siksi kaksinapainen.

Rejektin siirtopumppu (liite 1, sivu 74) ei tarvinnut käyntitietoa, kuten suolan annostelupumppu, joten ohjaus oli muuten samanlaisen releen takana, paitsi että releessä K106 oli vain yksi kosketin.

Tasasuuntaajalle syötettiin 400 VAC:n jännite johdonsuojan –F49 kautta, josta otettiin myös tilatieto. Ohjaussignaalien syöttäminen ja lukeminen piti hoitaa kokonaan releillä.

Tasasuuntaajan sisäinen signaalien luku- ja syöttöjännite oli 5 VDC, jota ei logiikalla voinut käyttää. Siksi kaikki tasasuuntaajan signaalit kulkivat välireleiden kautta (liite 1, sivut 75 ja 76).

Tasasuuntaajan tuottama DC-syöttö vietiin EDI-yksikön tankeille. Syöttö tuli kytkeä neljään tankkiin kaksi tankkia sarjaan keskenään, parit rinnankytkentäisenä toisen parin kanssa. Syöttö jaettiin erillisessä kytkentärasiasa 1CJC02:n riviliittimiin (liite 1, sivu 77).

Tasasuuntaajalle tarvittiin jäähdytystä varten oma poistotuuletin (liite 1, sivu 78).

Tuulettimelle valittiin 230 V:n UPS-syöttö, ettei tasasuuntaaja pääsisi koskaan huomaamatta ylikuumenemaan. Tuulettimelle ei tarvittu muuta kuin johdonsuoja ja kaapelia.

Vedenpehmentimet (liite 1, sivu 79) toimivat normaalisti pistorasiasta otetulla sähkövirralla, mutta tässä projektissa pistorasioita ei voinut käyttää. Vesilaitoksella ei voinut täysin poistaa mahdollisuutta roiskuvasta vedestä, joten syöttö toteutettiin vedenpitävän kytkentärasian 1CJC03 avulla. Kytkentärasiaan asennettiin riviliittimet, joihin kytkettiin vedenpehmentimet.

Projektin ainoa pistorasia oli ohjauskeskuksen sisällä (liite 1, sivu 80). Piirikaavioiden viimeiselle sivulle piirrettiin keskuksen sisällä oleva pistorasia ja keskuksen oveen asennetut hätäseis- ja resetpainikkeet. Hätäseispainike suunniteltiin NC-malliseksi, jolloin painike toimisi kertomalla hätäseispainikkeen painetun, jos painikkeeseen tulisi jokin vika. Näin ei pääse syntymään tilannetta, jossa hätäseispainike ei toimisi esimerkiksi syöttöjännitteen katkettua.

8 Yhteenveto

Insinööriyön tuloksena saatiin vesilaitoksen suunnitteluprojektiin valmiit piirikaaviot ja suunnitelmat, joiden pohjalta rakennettiin toimiva ohjauskeskus. Aikataulut oli vaikea hoitaa projektin muuttuvan luonteen vuoksi, mutta suunnitelmat saatiin kuitenkin ajallaan asiakkaalle.

Insinööriyöstä selveni hyvin, millainen määrä erilaista tietoa tarvittiin tällaisen projektin läpiviemiseen ja kuinka sitä löytyi. Lopputuloksena saatu piirikaaviot ja suunnitelma loppukokoonpanosta olivat oleellisena vesilaitoksen automaation valmistumiseen ja toimintaan saattamiseen.

Jos aikaa olisi ollut enemmän, olisi projektin puitteissa voinut perehtyä tarkemmin myös laitoksen mekaanisen suunnittelun osa-alueisiin ja voimalaitosautomaatioon. Tulevaisuudessa veden puhdistuksella ja siihen liittyvällä toiminnalla tulee olemaan kysyntää enenevässä määrin.

Lähteet

- 1 Käsikirja rakennusten sähköasennuksista. Julkaisu D1. Espoo: Sähköturvallisuuden edistämiskeskus ry, Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL ry, 2002
- 2 DOWTM EDI-210 module, Product manual version 6. 2008: DOW Chemical Company
- 3 Tiainen, Esa. Johdon mitoitus ja suojaus. Espoo: Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL ry, 2004.
- 4 IFM Product news. (WWW-dokumentti.) http://www.ifm-electronic.com/obj/SI5000_e_06u.pdf Luettu 12.01.2010.
- 5 Proline Prosonic Flow 91 W. Metso Endress+Hauser. (WWW-dokumentti.) <http://www.metsoendress.com>. Luettu 12.01.2010.
- 6 ABB Tuotteet ja järjestelmät. TB82. (WWW-dokumentti.) <http://www.abb.com/product/seitp330/b2777c80dc32f102c1256d25002aee03.aspx> Luettu: 12.01.2010.
- 7 Simatic S7-200 programmable controller system manual 09/2007: Siemens Oy, 2007

LIITE 1: Piirikaaviot: Sisällysluettelo

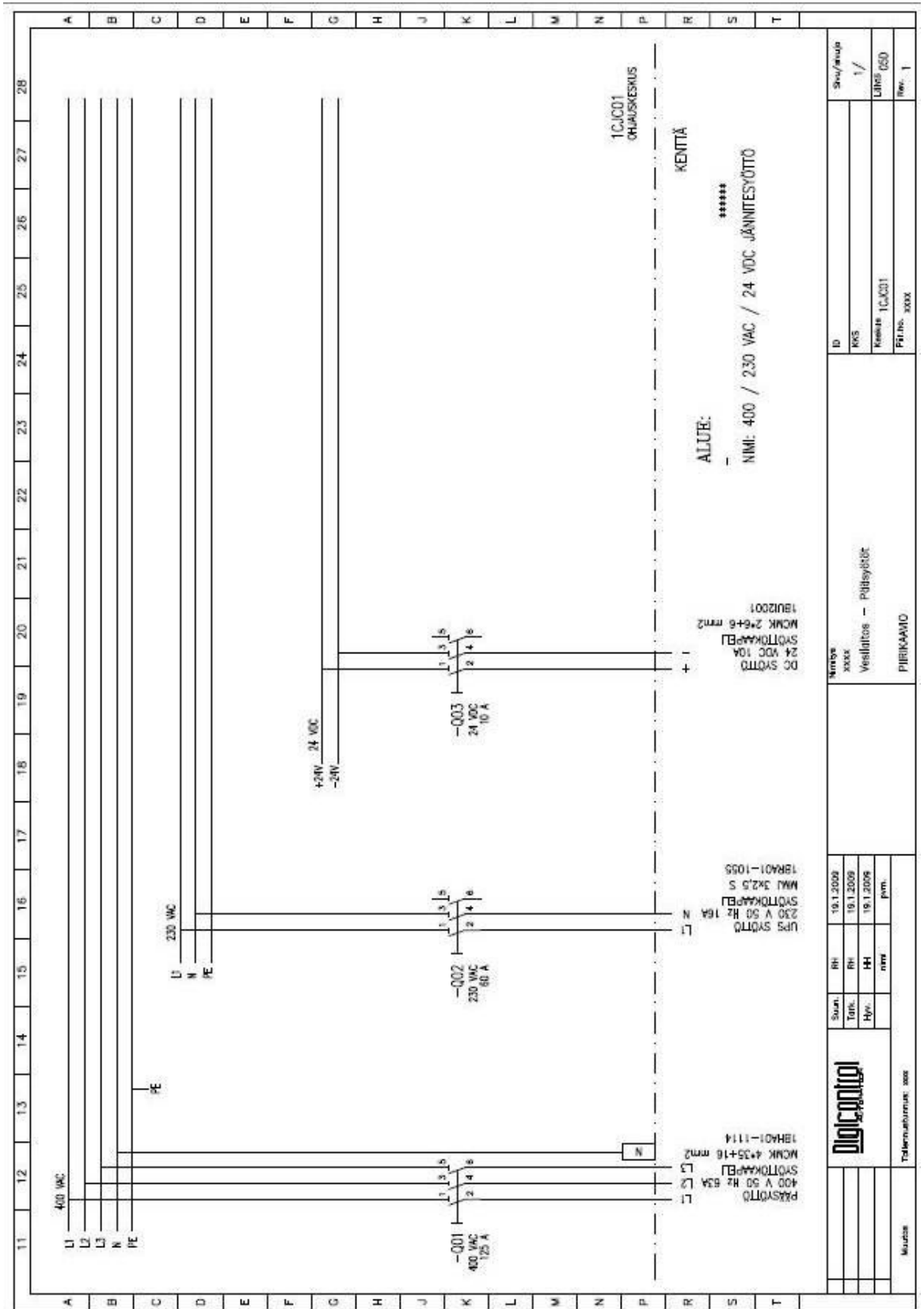
VESILAITOS – PIIRIKAAVIOT OHJAUSKESKUS 1CJ001

SIIVU	PIIRUSTUSNUMERO	NIMI	REV	TEKIJÄ
00	KELVO-020-120-030-HP25-14-0	SIIVYTYSLAITTO	02	MP
01	KELVO-020-120-030-HP25-14-1	400/230 VEC JA 24 VDC SVITIT	02	MP
02	KELVO-020-120-030-HP25-14-2	PLU SVITIT 230 VEC 24 VDC	02	MP
03	KELVO-020-120-030-HP25-14-3	YLEISÄ VIKSEI SVITIT MAGNETTISETIT 1002004001	02	MP
04	KELVO-020-120-030-HP25-14-4	MAGNETTISETIT 1002004001	02	MP
05	KELVO-020-120-030-HP25-14-5	VÄRINKOHTI 1002004001	02	MP
06	KELVO-020-120-030-HP25-14-6	KELVOITTI 1002004002	02	MP
07	KELVO-020-120-030-HP25-14-7	MAGNETTISETIT MAGNETTISETIT 1002004001	02	MP
08	KELVO-020-120-030-HP25-14-8	KOLMIA SÄÄDINTIET PARCE-EN PÄIKÄKÄT 1002004001	02	MP
09	KELVO-020-120-030-HP25-14-8	KOLMIA SÄÄDINTIET PARCE-EN PÄIKÄKÄT 1002004001	02	MP
10	KELVO-020-120-030-HP25-14-10	PARCE-EN 1002004001	02	MP
11	KELVO-020-120-030-HP25-14-11	KOLMIA SÄÄDINTIET PARCE-EN PÄIKÄKÄT 1002004001	02	MP
12	KELVO-020-120-030-HP25-14-12	KOLMIA SÄÄDINTIET PARCE-EN PÄIKÄKÄT 1002004001	02	MP
13	KELVO-020-120-030-HP25-14-13	KOLMIA SÄÄDINTIET PARCE-EN PÄIKÄKÄT 1002004001	02	MP
14	KELVO-020-120-030-HP25-14-14	KOLMIA SÄÄDINTIET PARCE-EN PÄIKÄKÄT 1002004001	02	MP
15	KELVO-020-120-030-HP25-14-15	KOLMIA SÄÄDINTIET PARCE-EN PÄIKÄKÄT 1002004001	02	MP
16	KELVO-020-120-030-HP25-14-16	KOLMIA SÄÄDINTIET PARCE-EN PÄIKÄKÄT 1002004001	02	MP
17	KELVO-020-120-030-HP25-14-17	KOLMIA SÄÄDINTIET PARCE-EN PÄIKÄKÄT 1002004001	02	MP
18	KELVO-020-120-030-HP25-14-18	KOLMIA SÄÄDINTIET PARCE-EN PÄIKÄKÄT 1002004001	02	MP
19	KELVO-020-120-030-HP25-14-19	KOLMIA SÄÄDINTIET PARCE-EN PÄIKÄKÄT 1002004001	02	MP
20	KELVO-020-120-030-HP25-14-20	KOLMIA SÄÄDINTIET PARCE-EN PÄIKÄKÄT 1002004001	02	MP
21	KELVO-020-120-030-HP25-14-21	KOLMIA SÄÄDINTIET PARCE-EN PÄIKÄKÄT 1002004001	02	MP
22	KELVO-020-120-030-HP25-14-22	KOLMIA SÄÄDINTIET PARCE-EN PÄIKÄKÄT 1002004001	02	MP
23	KELVO-020-120-030-HP25-14-23	KOLMIA SÄÄDINTIET PARCE-EN PÄIKÄKÄT 1002004001	02	MP

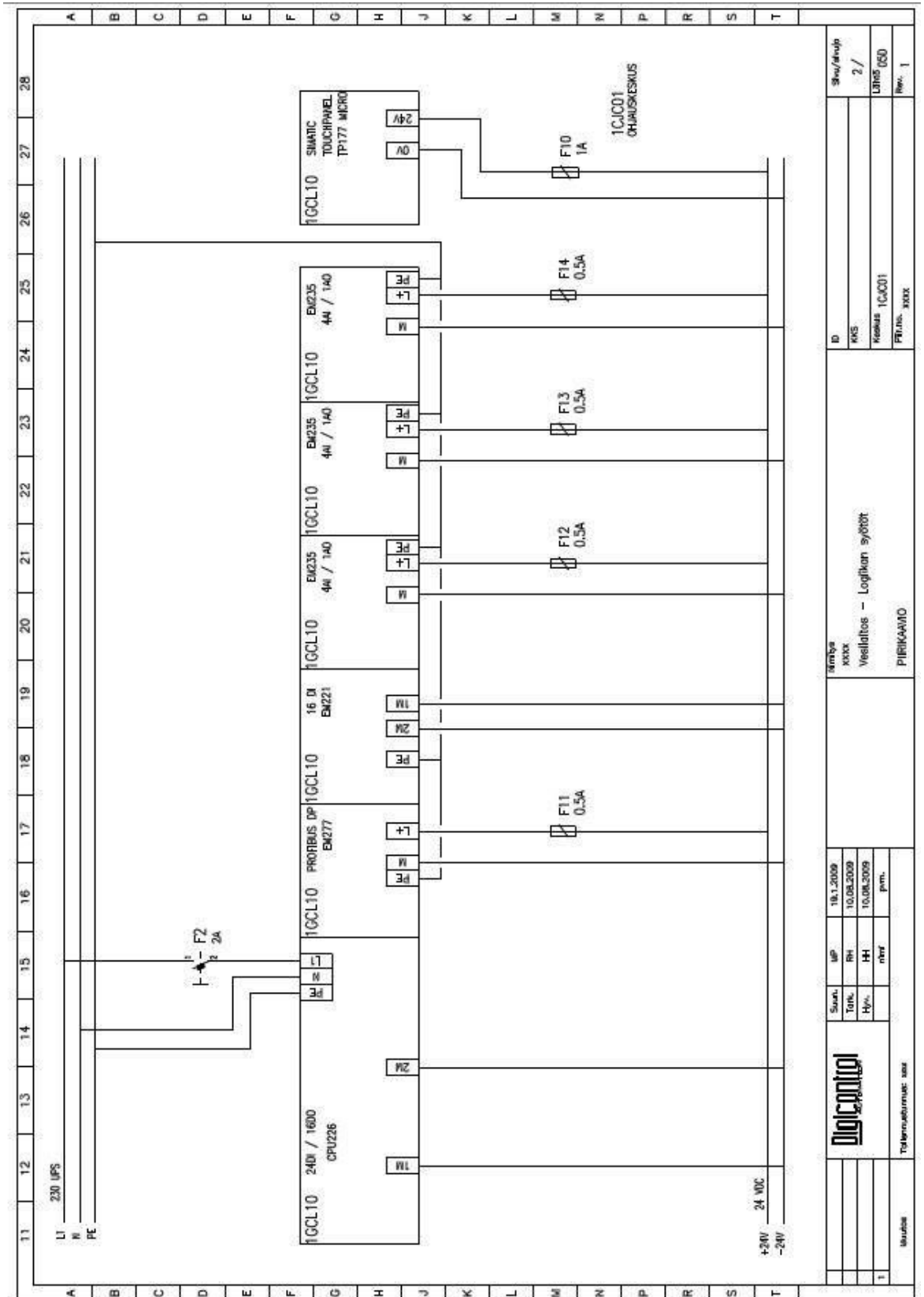
SIIVU	PIIRUSTUSNUMERO	NIMI	REV	TEKIJÄ
24	KELVO-020-120-030-HP25-14-24	YLEISÄ VIKSEI MAGNETTISETIT 1002004001	02	MP
25	KELVO-020-120-030-HP25-14-25	YLEISÄ VIKSEI MAGNETTISETIT 1002004001	02	MP
26	KELVO-020-120-030-HP25-14-26	YLEISÄ VIKSEI MAGNETTISETIT 1002004001	02	MP
27	KELVO-020-120-030-HP25-14-27	YLEISÄ VIKSEI MAGNETTISETIT 1002004001	02	MP
28	KELVO-020-120-030-HP25-14-28	YLEISÄ VIKSEI MAGNETTISETIT 1002004001	02	MP
29	KELVO-020-120-030-HP25-14-29	YLEISÄ VIKSEI MAGNETTISETIT 1002004001	02	MP
30	KELVO-020-120-030-HP25-14-30	YLEISÄ VIKSEI MAGNETTISETIT 1002004001	02	MP
31	KELVO-020-120-030-HP25-14-31	YLEISÄ VIKSEI MAGNETTISETIT 1002004001	02	MP
32	KELVO-020-120-030-HP25-14-32	YLEISÄ VIKSEI MAGNETTISETIT 1002004001	02	MP
33	KELVO-020-120-030-HP25-14-33	YLEISÄ VIKSEI MAGNETTISETIT 1002004001	02	MP
34	KELVO-020-120-030-HP25-14-34	YLEISÄ VIKSEI MAGNETTISETIT 1002004001	02	MP
35	KELVO-020-120-030-HP25-14-35	YLEISÄ VIKSEI MAGNETTISETIT 1002004001	02	MP
36	KELVO-020-120-030-HP25-14-36	YLEISÄ VIKSEI MAGNETTISETIT 1002004001	02	MP
37	KELVO-020-120-030-HP25-14-37	YLEISÄ VIKSEI MAGNETTISETIT 1002004001	02	MP
38	KELVO-020-120-030-HP25-14-38	YLEISÄ VIKSEI MAGNETTISETIT 1002004001	02	MP
39	KELVO-020-120-030-HP25-14-39	YLEISÄ VIKSEI MAGNETTISETIT 1002004001	02	MP
40	KELVO-020-120-030-HP25-14-40	YLEISÄ VIKSEI MAGNETTISETIT 1002004001	02	MP
41	KELVO-020-120-030-HP25-14-41	YLEISÄ VIKSEI MAGNETTISETIT 1002004001	02	MP
42	KELVO-020-120-030-HP25-14-42	YLEISÄ VIKSEI MAGNETTISETIT 1002004001	02	MP

1	05.08.2009/MP	haukko		Salku: MP Tarkk: RH Hyl: HH nkel: nkel	14.11.2008 10.08.2009 10.08.2009	MP RH HH nkel	Pk: xxx	14.11.2008 10.08.2009 10.08.2009	MP RH HH nkel	xxx Vesilaitos – Sisällysluettelo	ID KKS Keskus 1CJ001 Piirikaaviot	Sivuja 0 / Luvut Siv. 2
				Vesilaitos – Sisällysluettelo	Piirikaaviot	0 / Luvut Siv. 2						

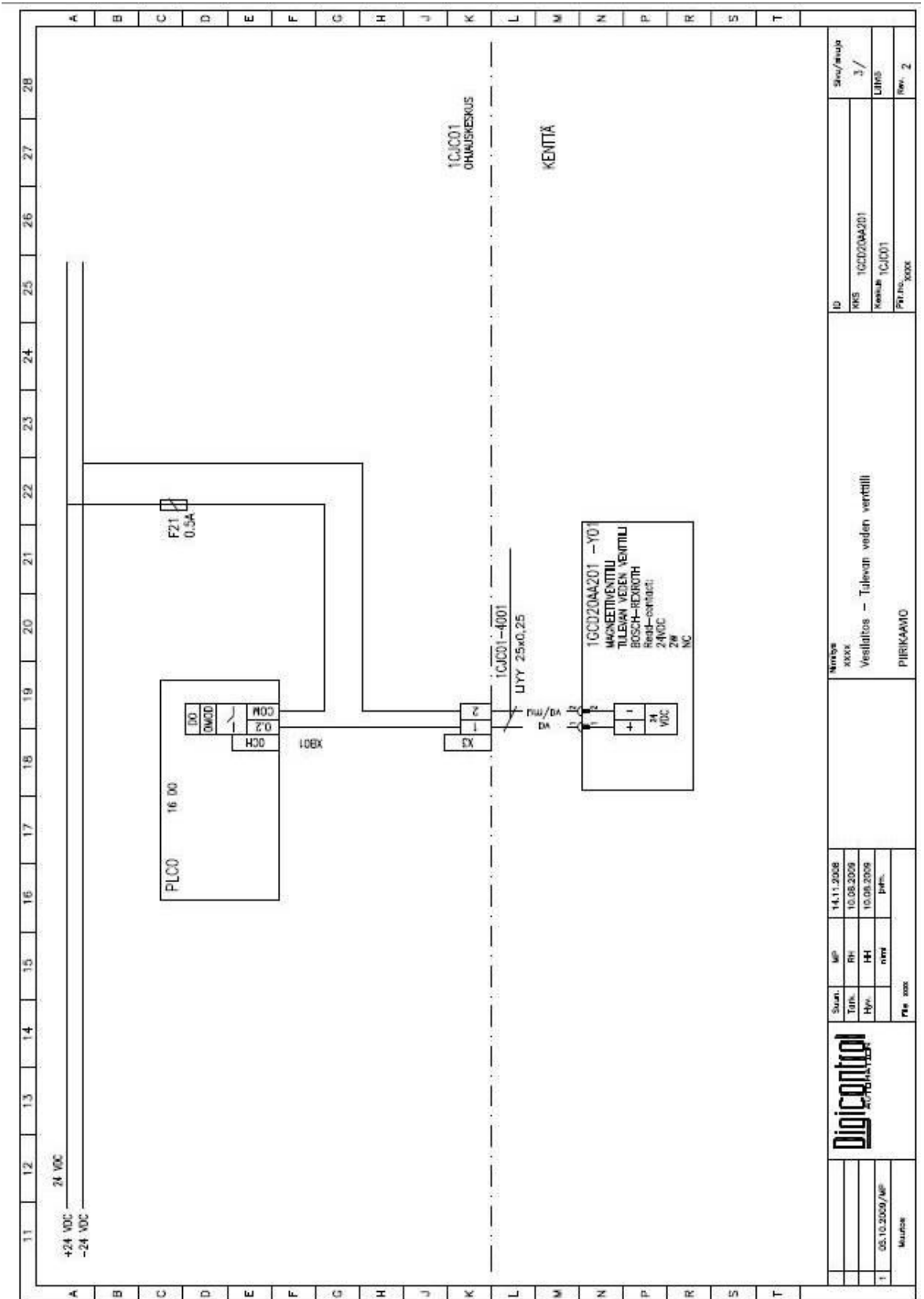
LIITE 1: Piirikaaviot: sivu 1



LIITE 1: Piirikaaviot: sivu 2

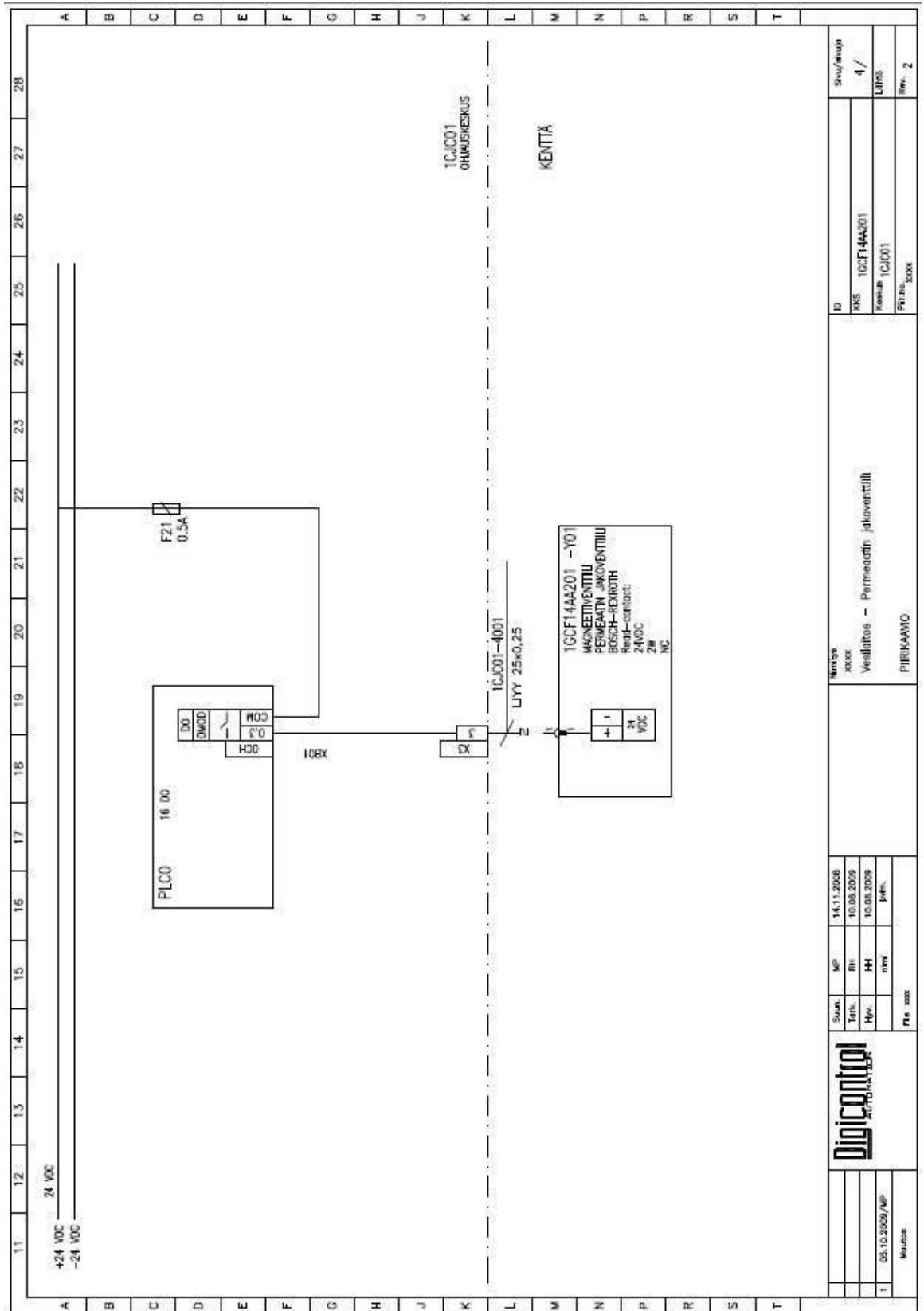


LIITE 1: Piirikaaviot: sivu 3



ID		Sivu/lehti	
MS 1GCD20AA201		3 /	
Kuvaile TCJ01		LIIK5	
Päiväys 2008		Rev. 2	
Nimike			
XXXX			
Vesilaitos - Tulen veden venttiili			
PIIRIKAAVIO			
Suunn.		Mitt.	
14.11.2008		14.11.2008	
Tark.		RH	
10.08.2009		10.08.2009	
Hyv.		HH	
nime		jarko	
Päiväys			
05.10.2009/MP			
Materia			

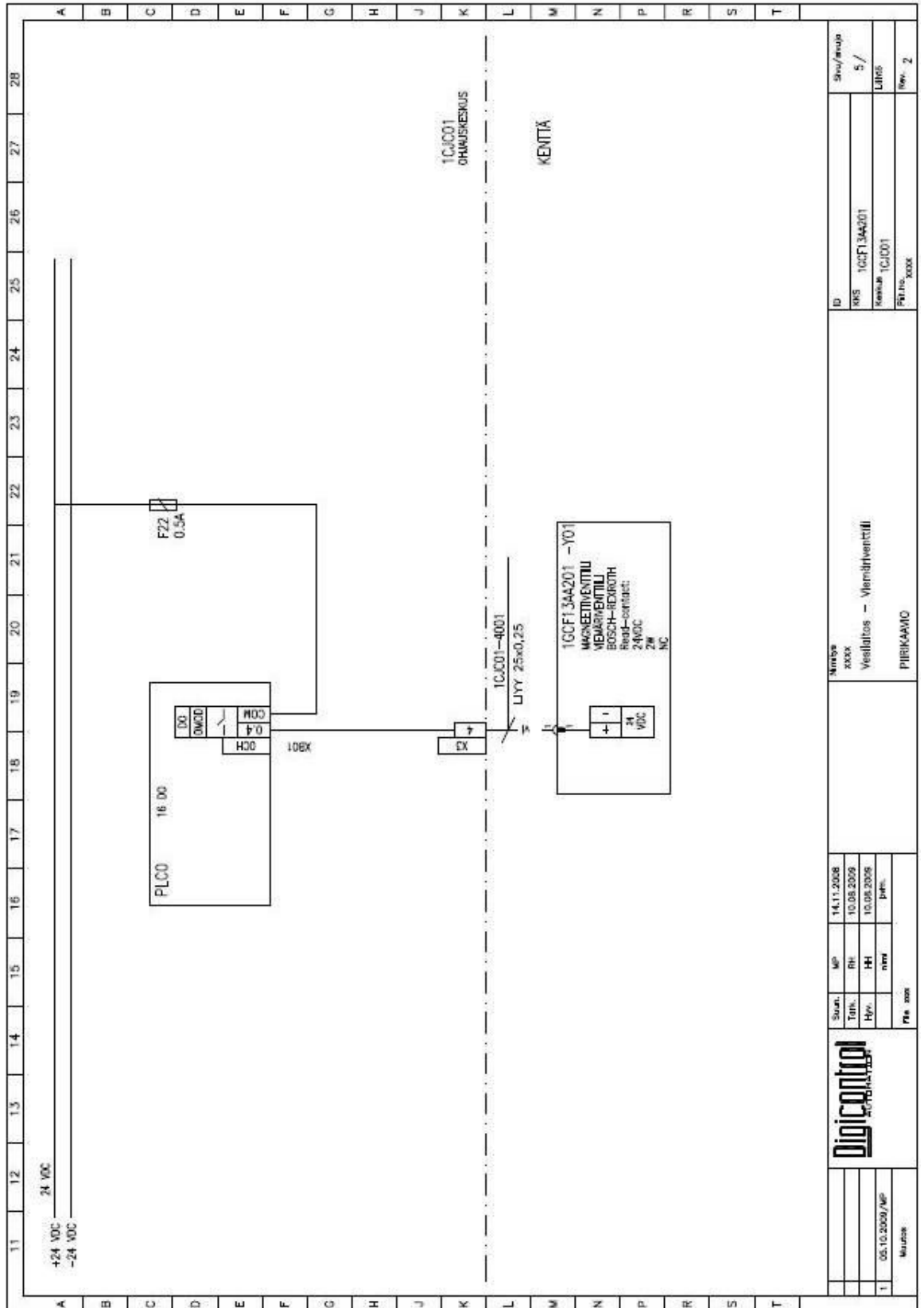
LIITE 1: Piirikaaviot: sivu 4



Projekti XXXX Vesilaitos - Parimedän jalkventtiili		Yhteisö XXXX PIRIKAAVO		ID RKS: 1CCF14A201 Keskus: 1CJ001 Pii No.: XXXX		Sivu/kuusi 4 / LIIRE	
Alku 14.11.2008		Viimeisin 10.08.2009		Projekti 10.08.2009		Rev. 2	
Luokka 05.10.2009/WP		Maailma XXXX		Yhteisö XXXX		Projekti XXXX	

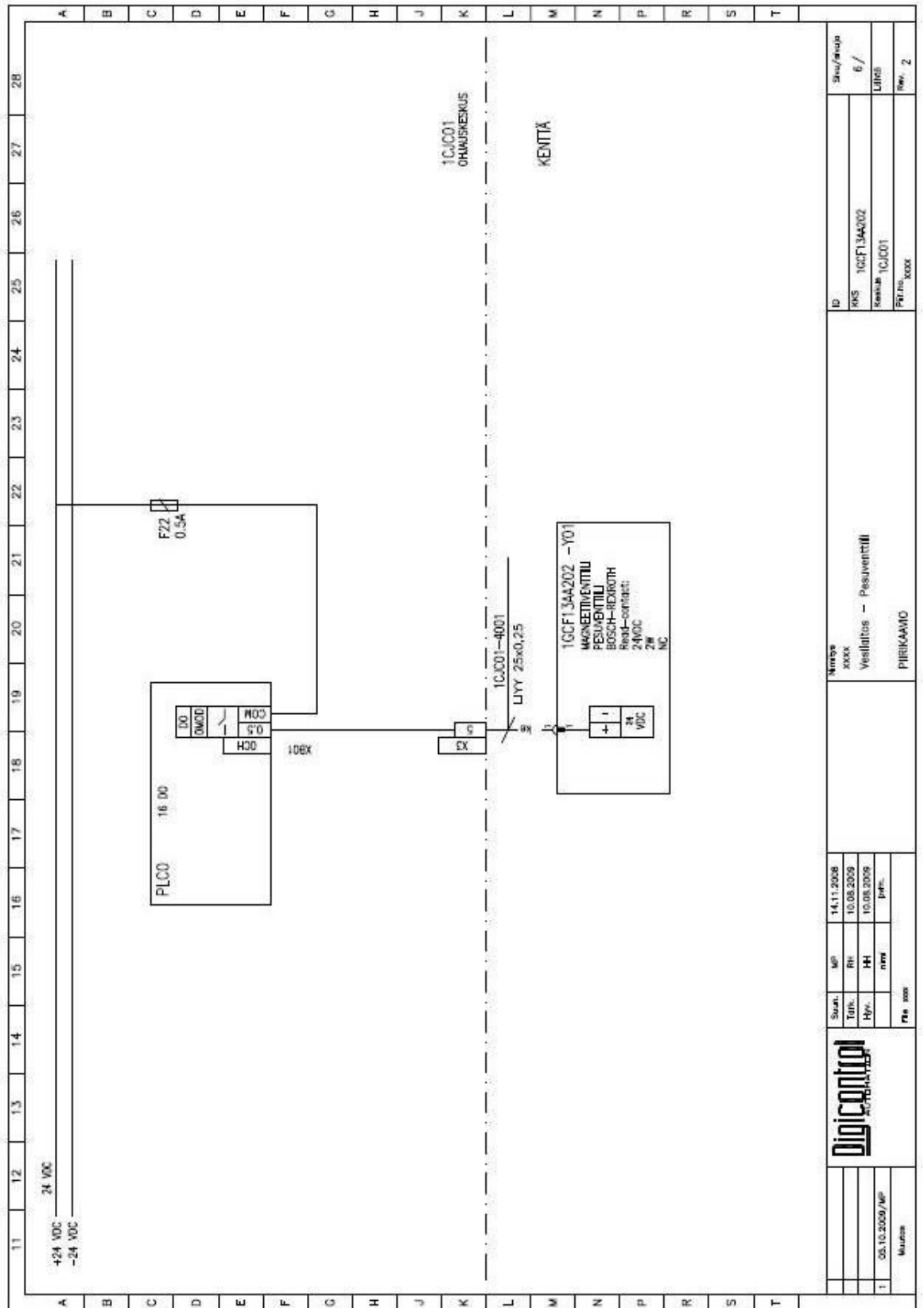


LIITE 1: Piirikaaviot: sivu 5



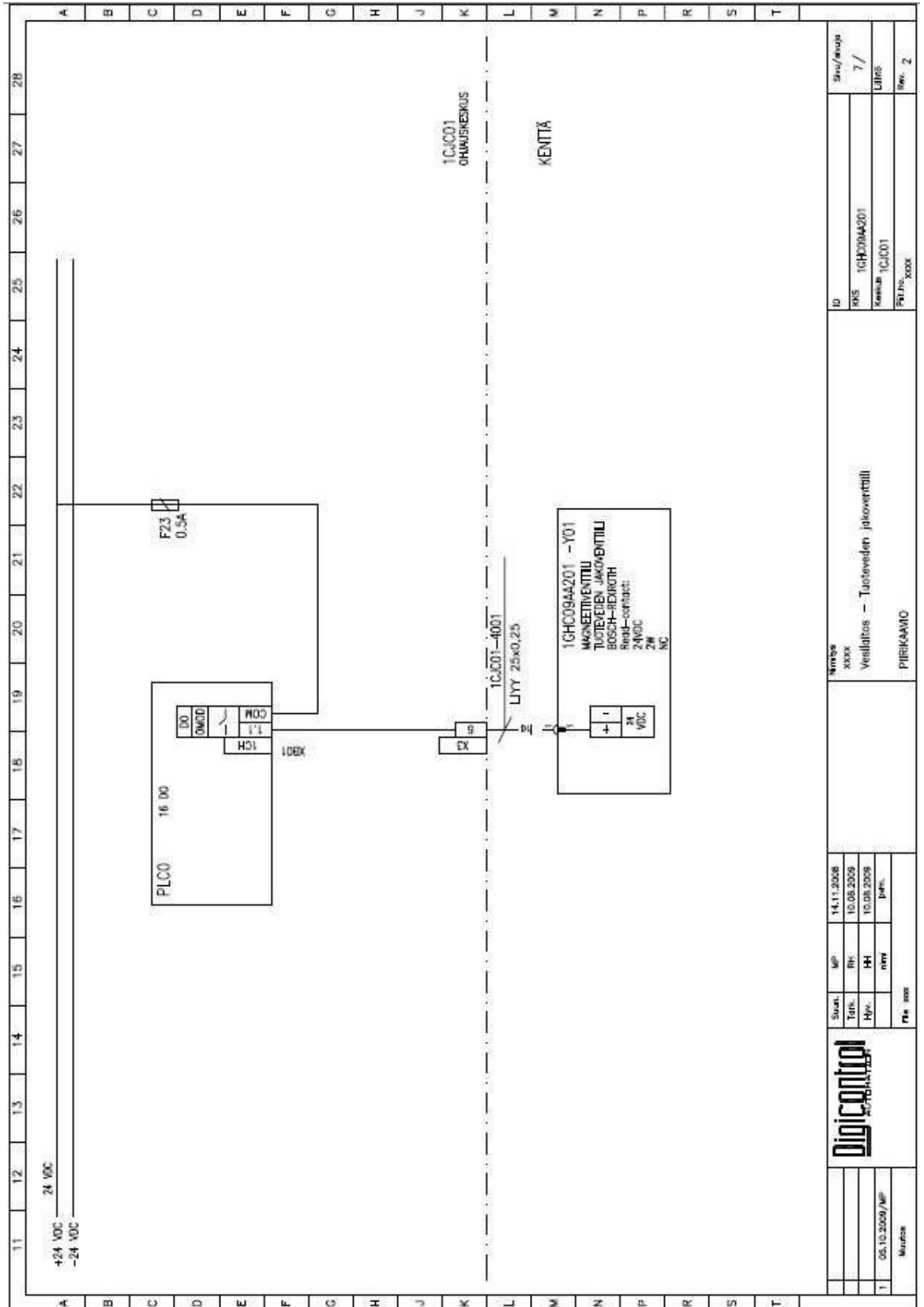
Suur.		MP	14.11.2008	Nimike		ID		Sivu/ryry
Tark.		RH	10.08.2009	xxxx		RNS 1GCF13AA201		5 /
Hys.		HH	10.08.2008	Vesilaitos - Viemäriventtiili		Keskus 1GJ01		LINSE
Pys.		nmv	pih.	PIIRIKAAVIO		Pii.no. xxxx		Rev. 2
Pii.no.								
Merkki								
1		05.10.2009/MP						

LIITE 1: Piirikaaviot: sivu 6



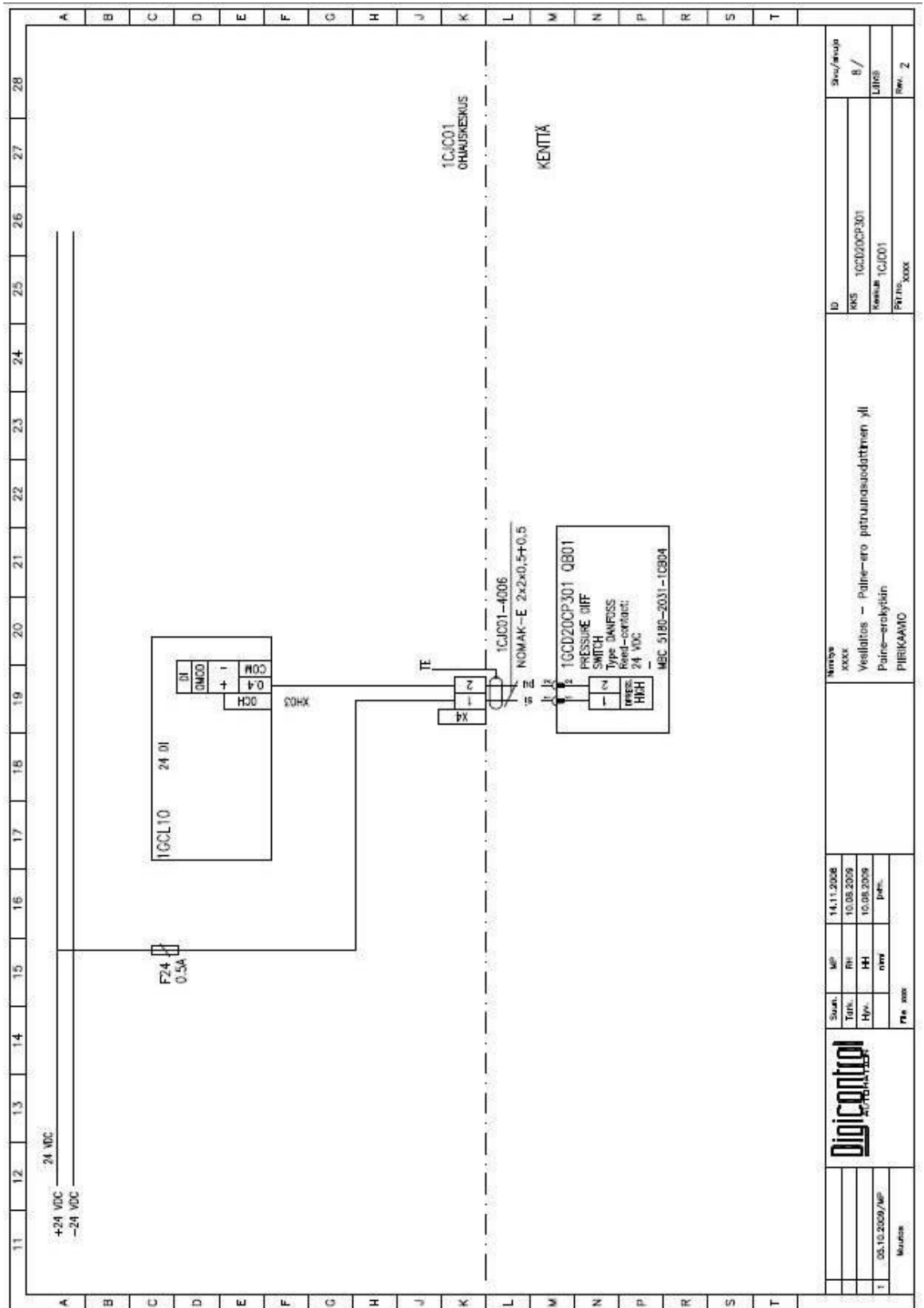
Suunn.		MP	14.11.2008	Määrä xxxx	ID	Sivu/ryhmä 6 / LIIHE
Tark.		RH	10.08.2009			
Hyv.		HH	10.08.2009			
1		05.10.2009/MP			10GCFT3AA202	
					Seuraava 1CJ001	
					Proj.nro. xxxxx	Rev. 2
Määrä						
Piiikaaviot						
Vesilaitos - Pesuventtili						
PIIRIKAAVIO						

LIITE 1: Piirikaaviot: sivu 7



Suunn.		MP	14.11.2008	Nimi/tyyppi		ID	Shu/kuop
Tark.	RH		10.08.2009	XXXX	XXXX	PKS 1GHC09AA201	7/
Hv.	HH		10.08.2009	Väestötus - Tuoteveiden jakoventtiili		Yksikö 1CJ001	LIIR6
	nml			PIIRIKAAVIO		Proj. XXXX	Rev. 2
Päiv.		05.10.2009/MP					
Mittakaava							

LIITE 1: Piirikaaviot: sivu 8



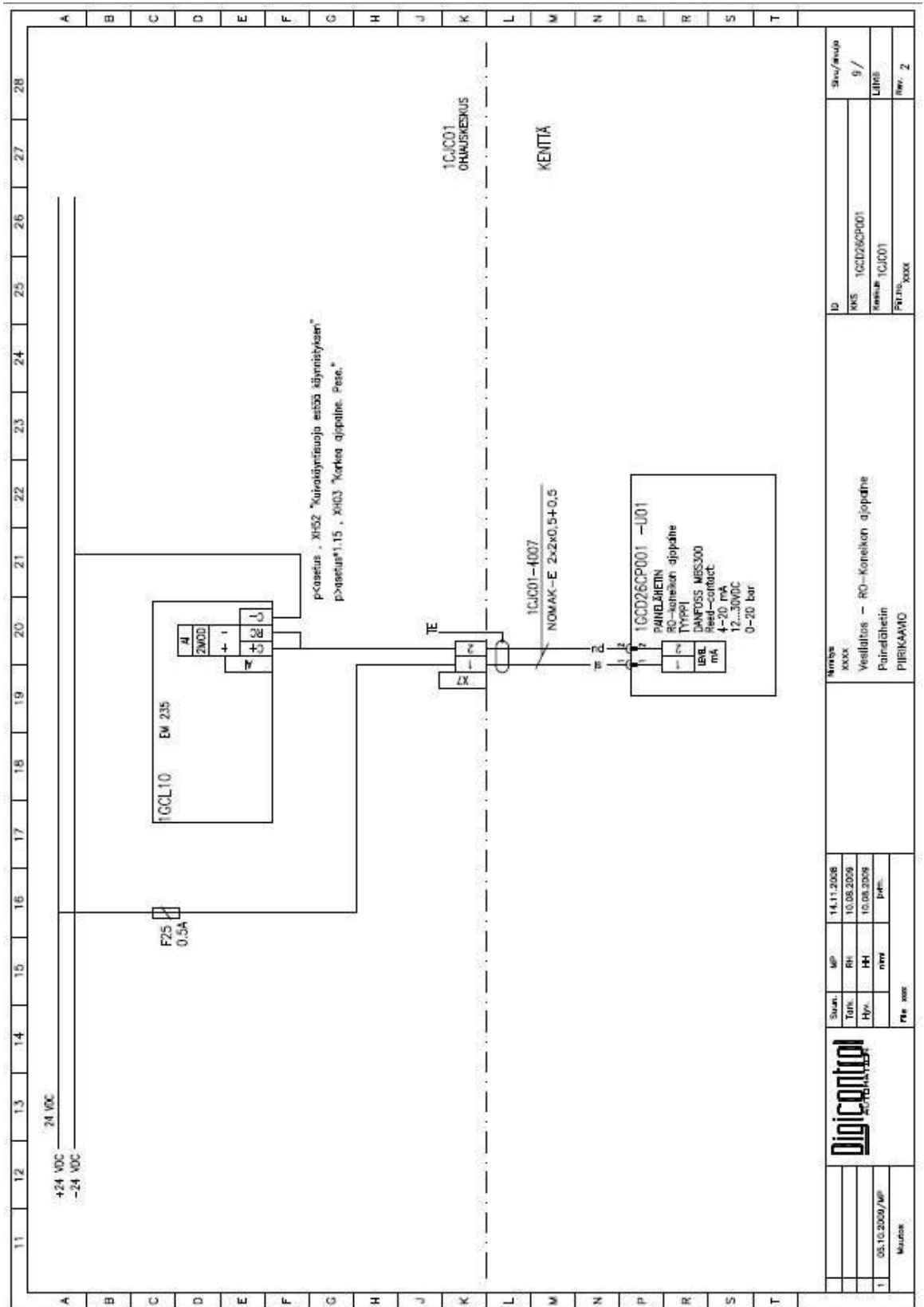
Maailma	05.10.2009/MP
T1	

Siuna	MP	14.11.2008
Tuomi	RH	10.08.2009
Hyyti	HJ	10.08.2009
	nmi	pre.

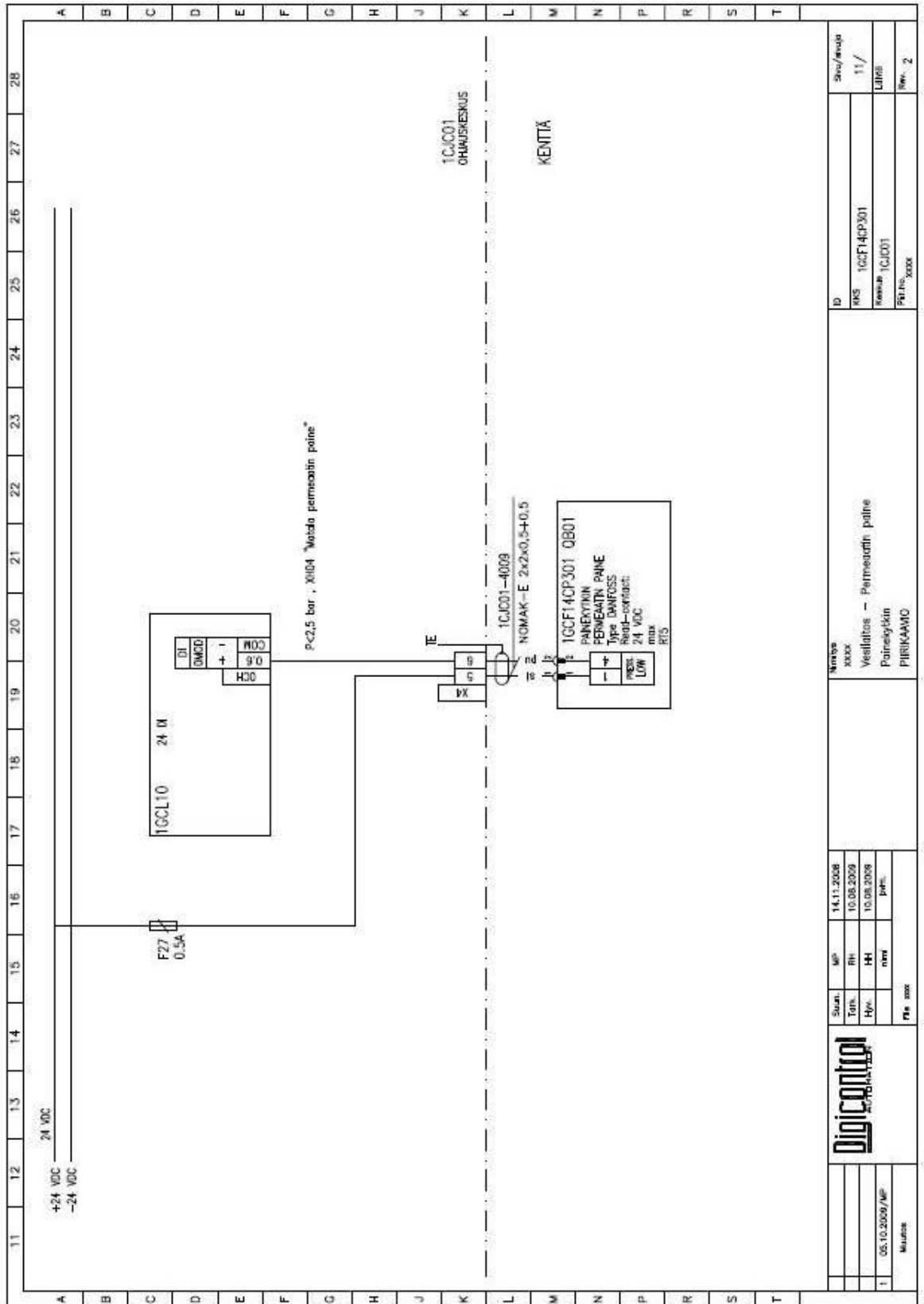
Maailma
XXXX
Vesilaitos - Paine-ero patruunasuodattimen yli
Paine-erokylisin
PIIRIKAAVIO

ID:	KMS	1GCD20CP301	8 /
Kassa:	1CJ001		Lähe
Proj. no.	XXXX		Rev. 2

LIITE 1: Piirikaaviot: sivu 9

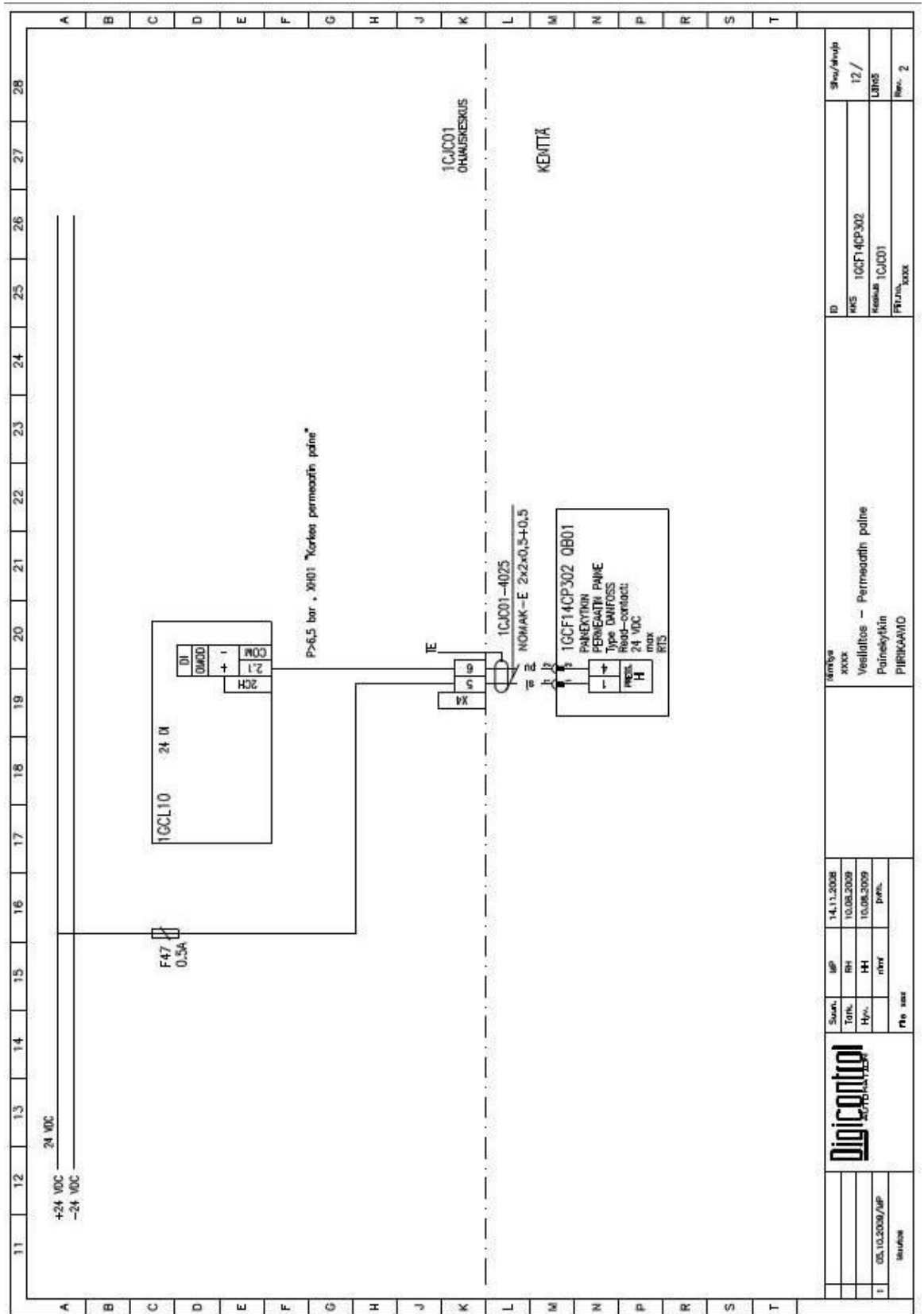


LIITE 1: Piirikaaviot: sivu 11



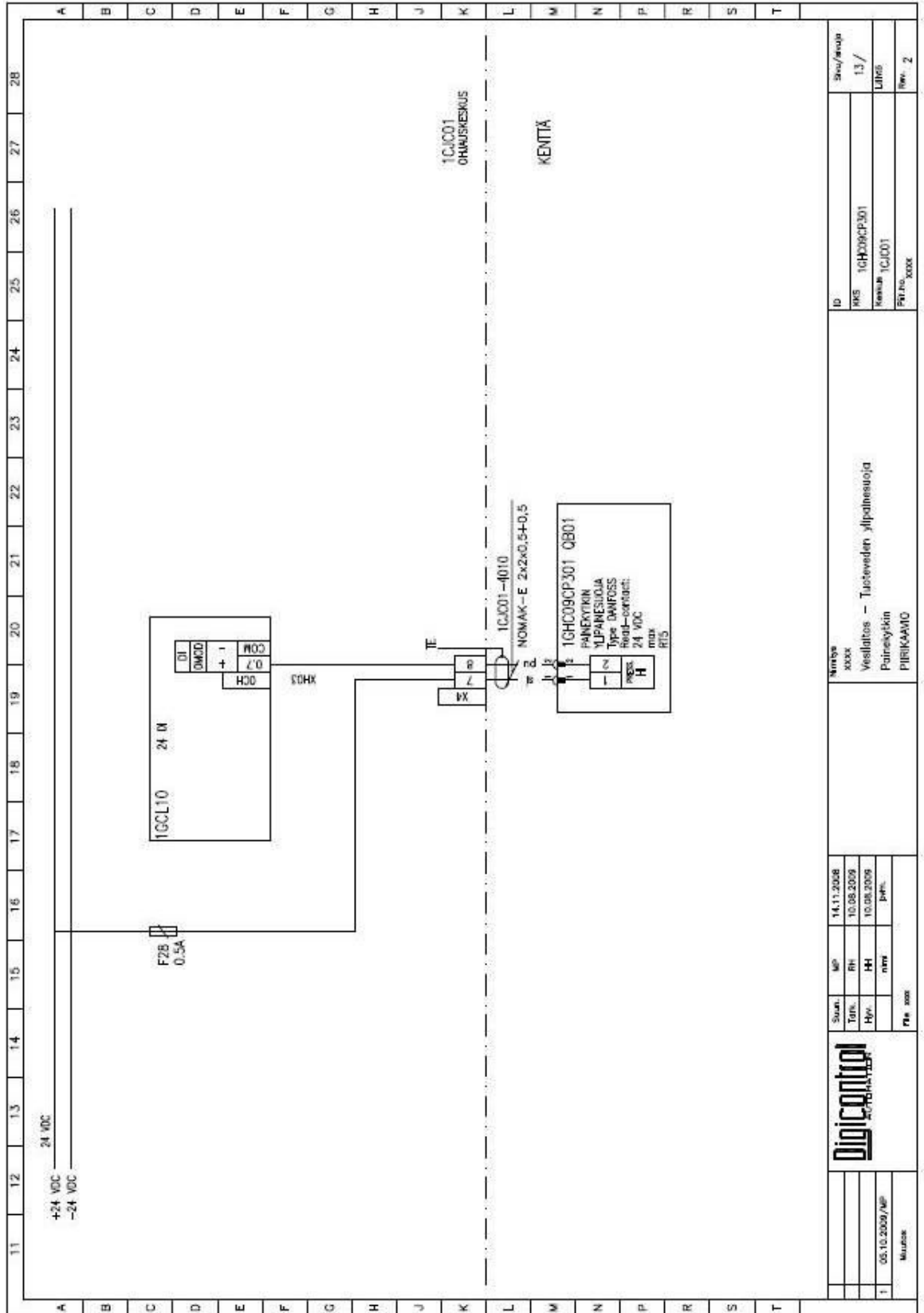
Suunn. 14.11.2008		Määritys xxxxx		ID	Shu/maup
Tark. 10.08.2009	Rh	Vestilaitos - Permoattin paine		KRS 1GCF14CP301	11/
Apr. 10.08.2008	H	Paineyhtymän		Kemurp 1GJC01	LIMS
	nm	PIIRIKAAVIO		Shu No. xxxxx	Sivu 2
Pia. 2008					
Mittaus					
1	05.10.2009/AMP				

LIITE 1: Piirikaaviot: sivu 12



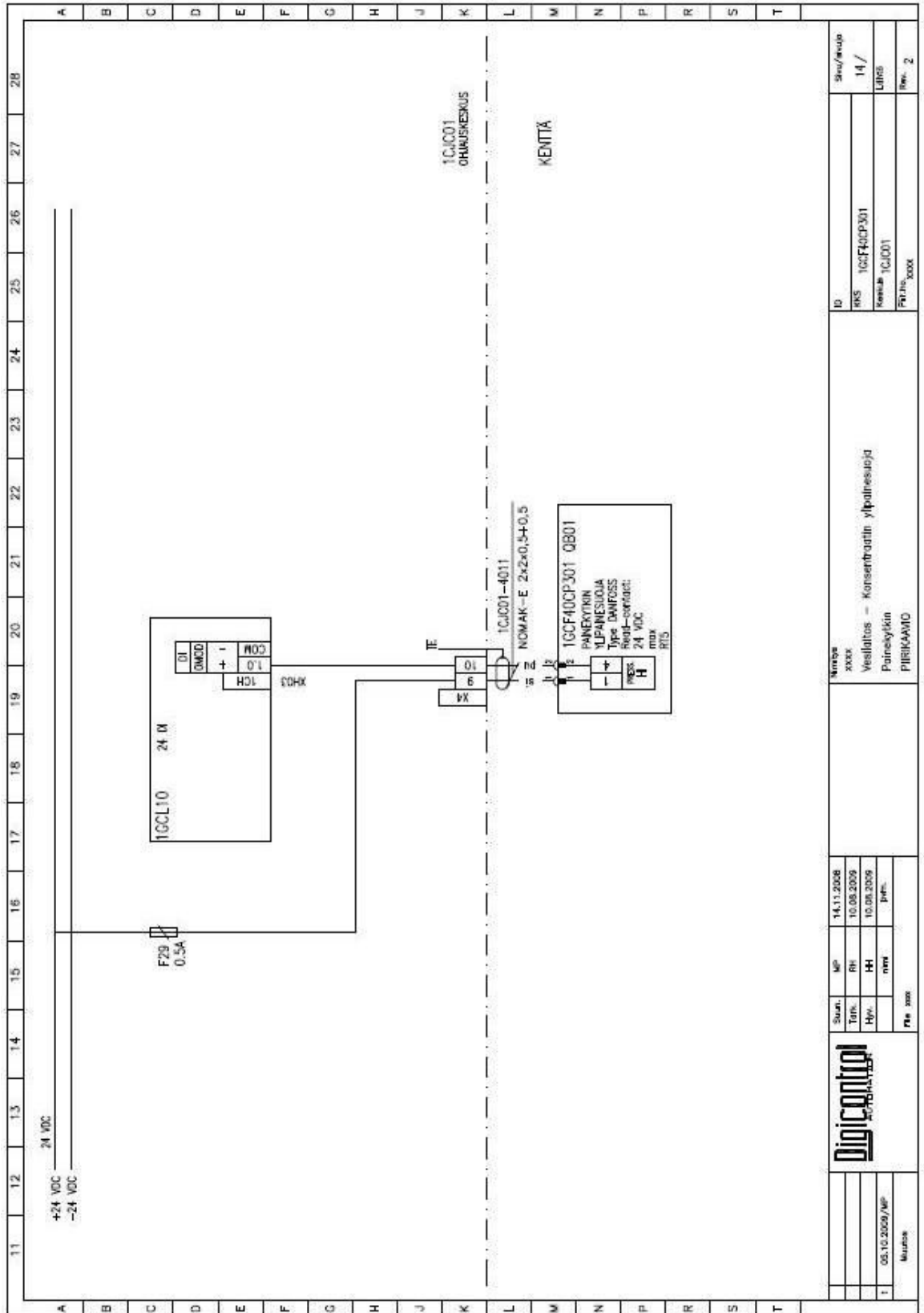
Suur- Tark. Hyv.		MP RH H	14.11.2008 10.08.2009 10.08.2009	xxxx	xxxx	xxxx	xxxx
Pto user		mp	mp	mp	mp	mp	mp
1		05.10.2009/MP					
ID		WS	1CCF14CP302	12 /	1205		
Keskus		1CJ01					
Pilaus		xxxx					
Rev.		2					

LIITE 1: Piirikaaviot: sivu 13



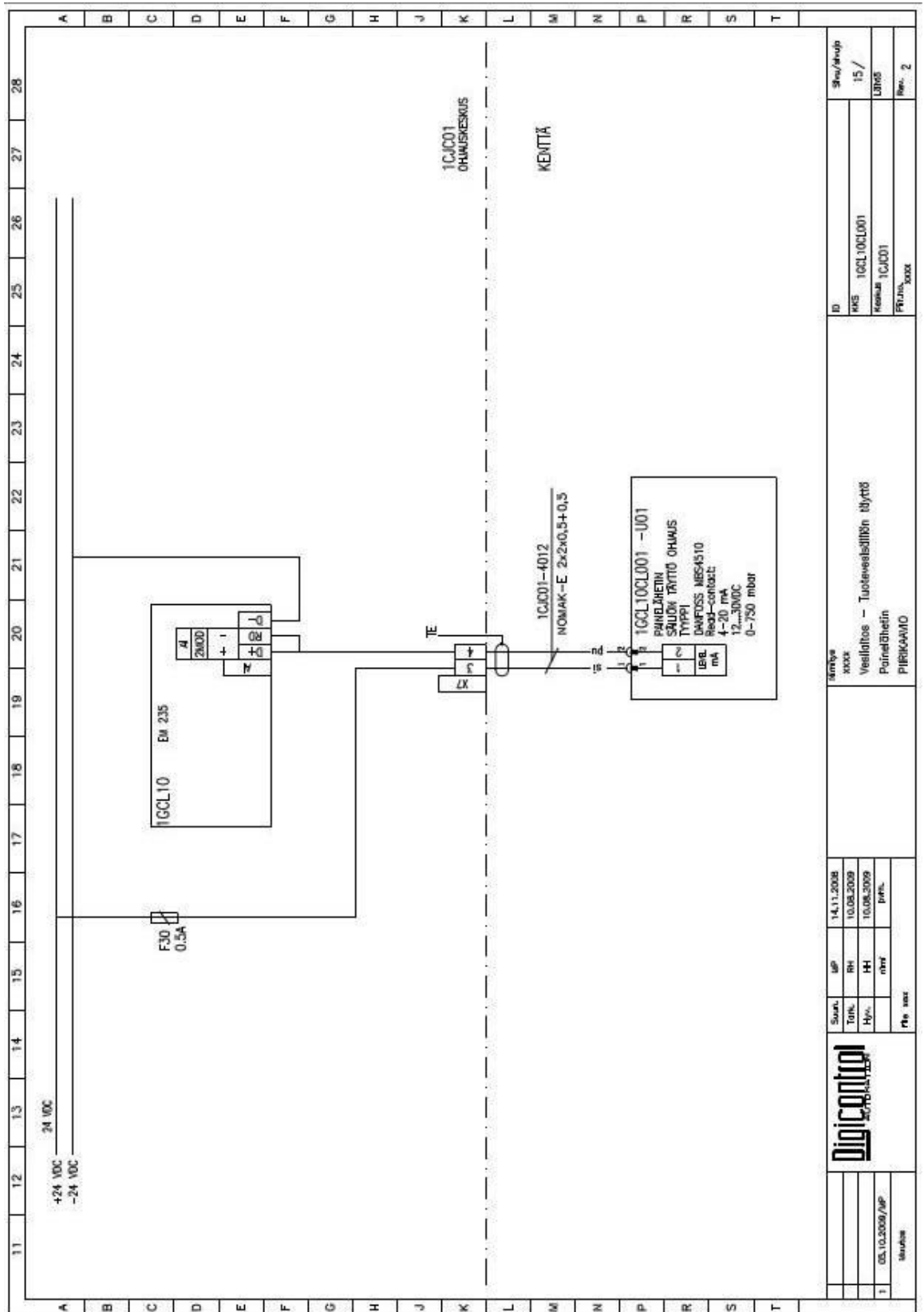
ID		Sivu/sivu	
MIS 10HC09CP301		13 /	
Keskus 1CJC01		LIIKES	
Pii.No. 2000		Rev. 2	
Numero			
XXXX			
Vesilaitos - Tuuletteen ylläpito			
Painetykkin			
PIIRIKAAVIO			
Suun.	MIP	14.11.2008	
Tark.	RH	10.08.2009	
Hv.	HH	10.08.2009	
	nmm		juv.
Pii. 2000			
			
1 05.10.2009/MIP Muutoks			

LIITE 1: Piirikaaviot: sivu 14



Suun.		MP	14.11.2008	Muutos		ID		Shu/kupe
Tark.		RH	10.08.2009	xxxx		RIS		14 /
Hyv.		H	10.08.2009	Vestiläts - Konsultointi-yhtiönäisyyd		Keskus 1CJC01		Libs
Pih		nm	pih.	Paineilykin		Puhis_xxxx		Rev. 2
Pih xxx				PIIRIKAAVIO				
T		05.10.2009/MP						
Muutos								

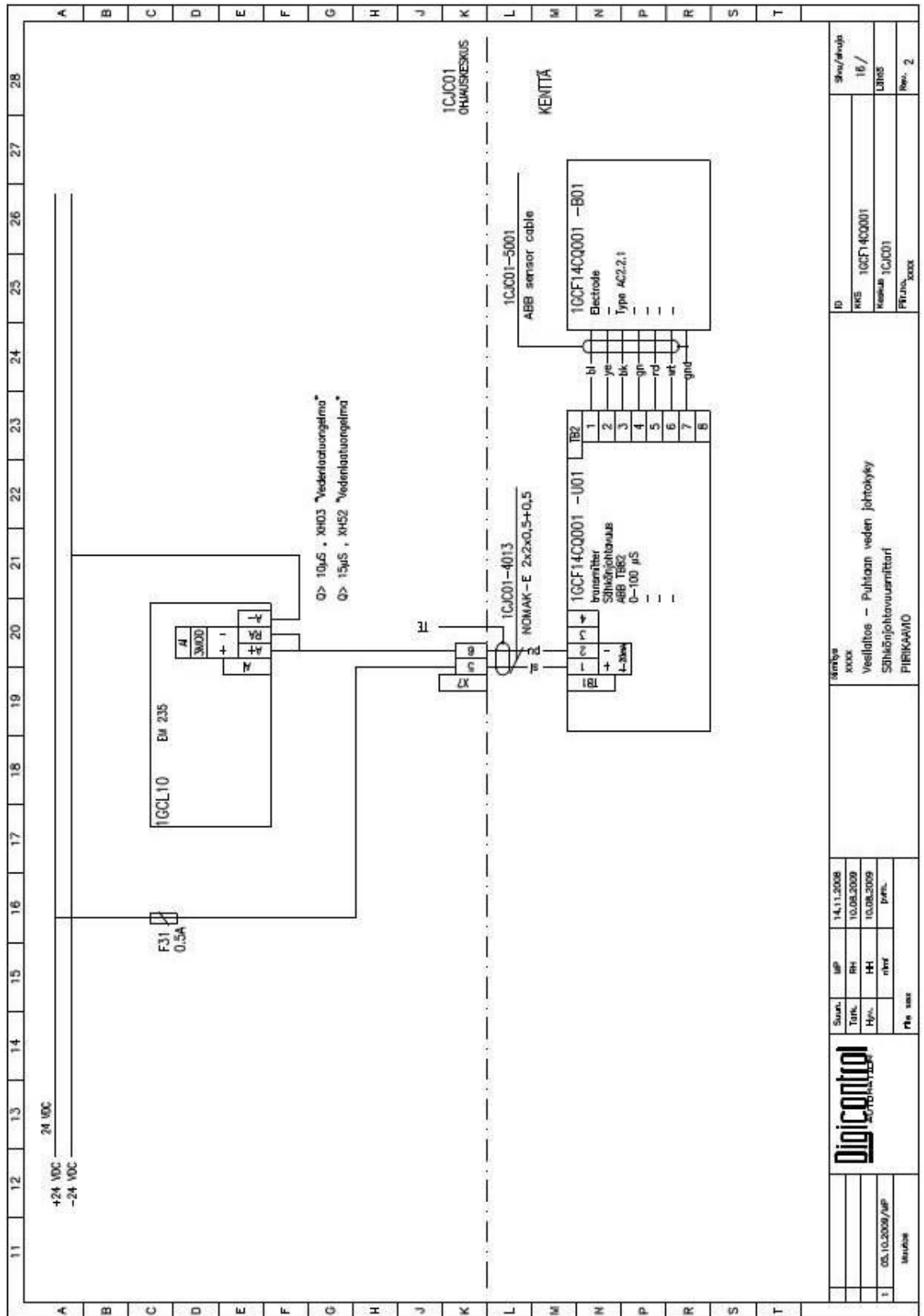
LIITE 1: Piirikaaviot: sivu 15



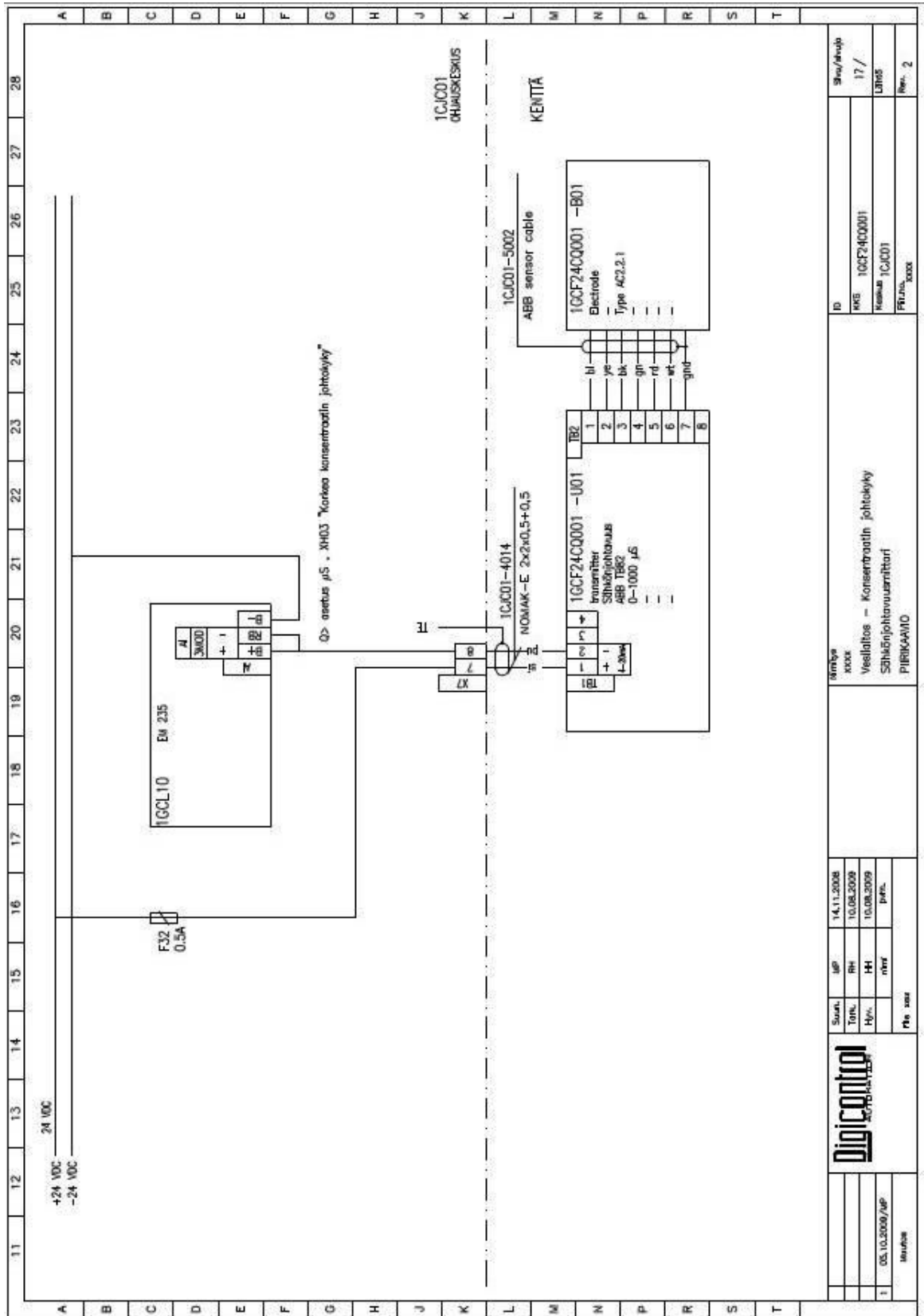
ID		Shu/kuup	
KKS	1GCL10CL001		15 /
Konari	1GJ01		Lähtö
FR:101_0000			Rev. 2
Kuvaus		Sisältö	
xxxx		Vieläitö - Tuotevalmistuksen täytyä	
Poistotila		Poistotila	
PIIRIKAAVIO		PIIRIKAAVIO	
Siirt.	14.11.2008	Siirt.	14.11.2008
Tark.	10.08.2009	Tark.	10.08.2009
Hyt.	10.08.2009	Hyt.	10.08.2009
muu	muu	muu	muu
Per.	Per.	Per.	Per.
1	05.10.2009/MP	1	05.10.2009/MP
Muutokset		Muutokset	



LIITE 1: Piirikaaviot: sivu 16

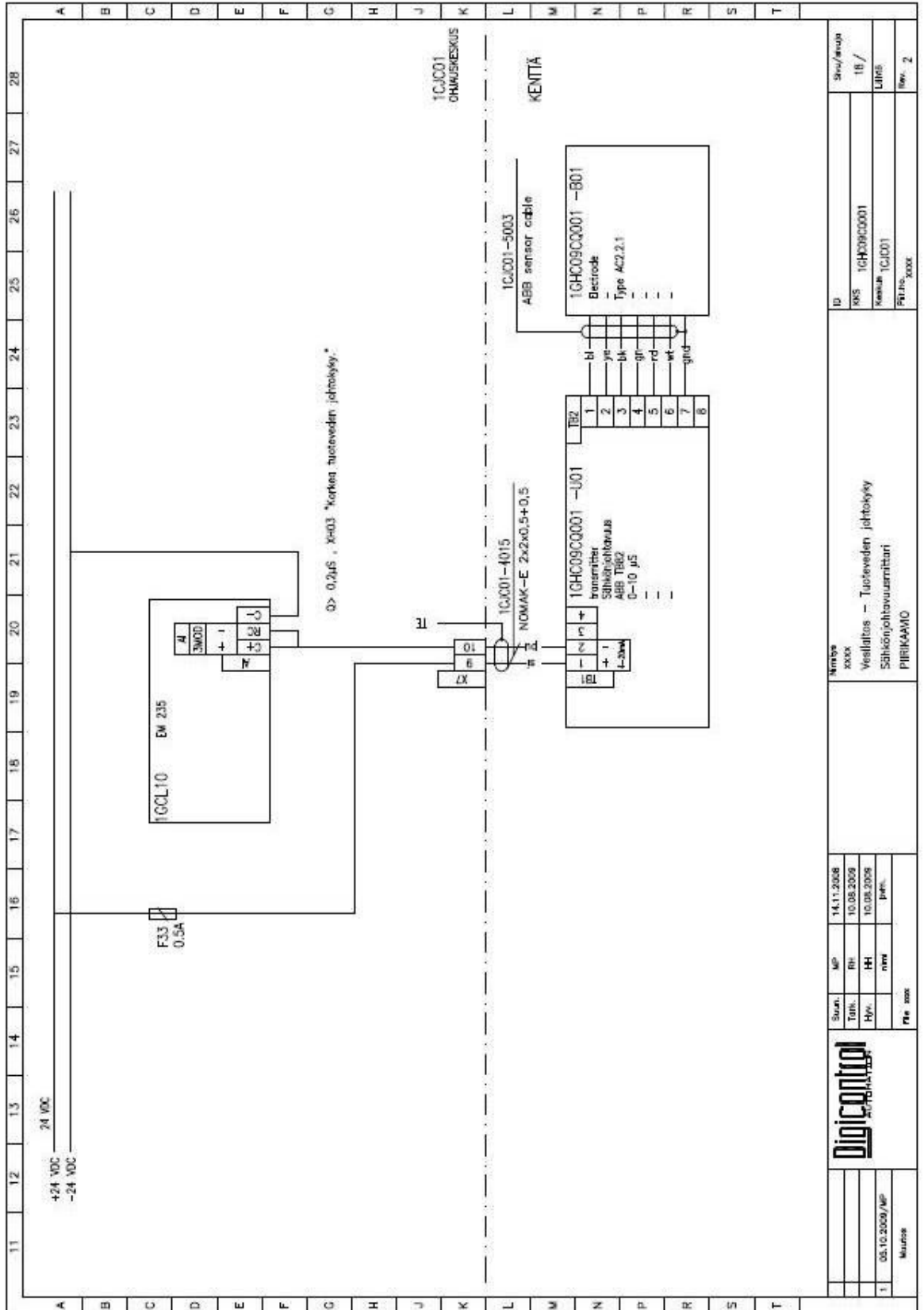


LIITE 1: Piirikaaviot: sivu 17



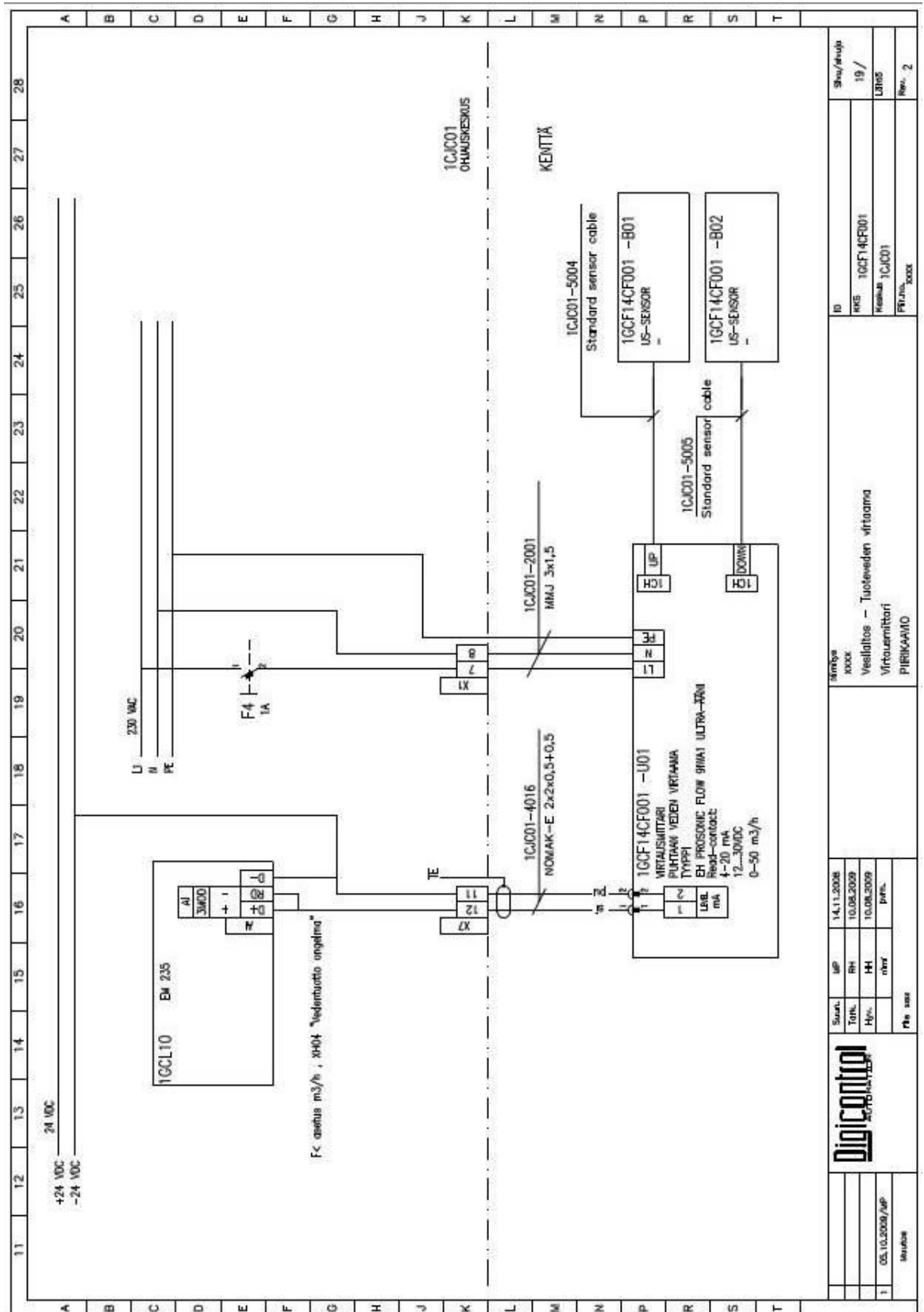
ID		Sivu/lehti	
KMS 1GCF24C0001		17 /	
Keskus 1CJ01		LITRES	
Pituus: 3000		Rev: 2	
<p>Numero: XXXX</p> <p>Veistiläis - Konsentraationin johtokyky</p> <p>Sähköjohtavuusmittari</p> <p>PIIRIKAAVIO</p>			
Suurl.	MP	14.11.2008	
Tuot.	RH	10.08.2009	
Hv.	HJ	10.08.2009	
	nrv		
Päivä: 05.10.2009/MP			
Numero: XXXX			

LIITE 1: Piirikaaviot: sivu 18



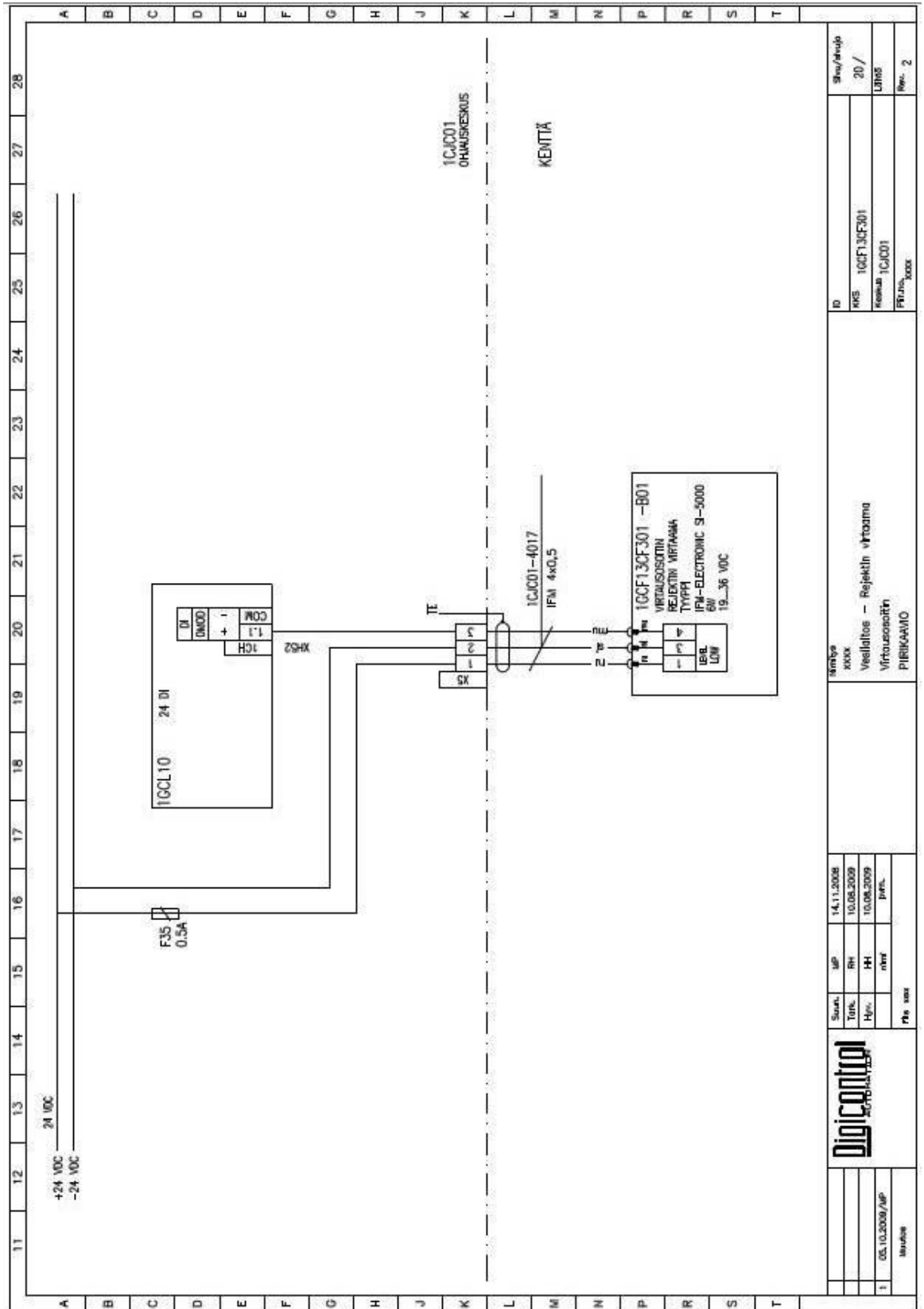
Suunn.		MP	14.11.2008
Tark.		RH	10.08.2008
Myy.		IH	10.08.2008
Pik.		nm	per.
Päiv. 05.10.2009/MP			
Määrä			
Nimi		xxxx	
Kuvaus		Vesilaitos - Tuoteveden johtokky	
Sähkösuunnittaja		Sähkösuunnittaja	
Pik.		PIIRIKAAVIO	
ID	10CJ01-5003	Rev.	2
KRS	10CJ01-5003	Rev.	18
Kemta	10CJ01	Rev.	11/08
Pik.	nm	Rev.	2

LIITE 1: Piirikaaviot: sivu 19



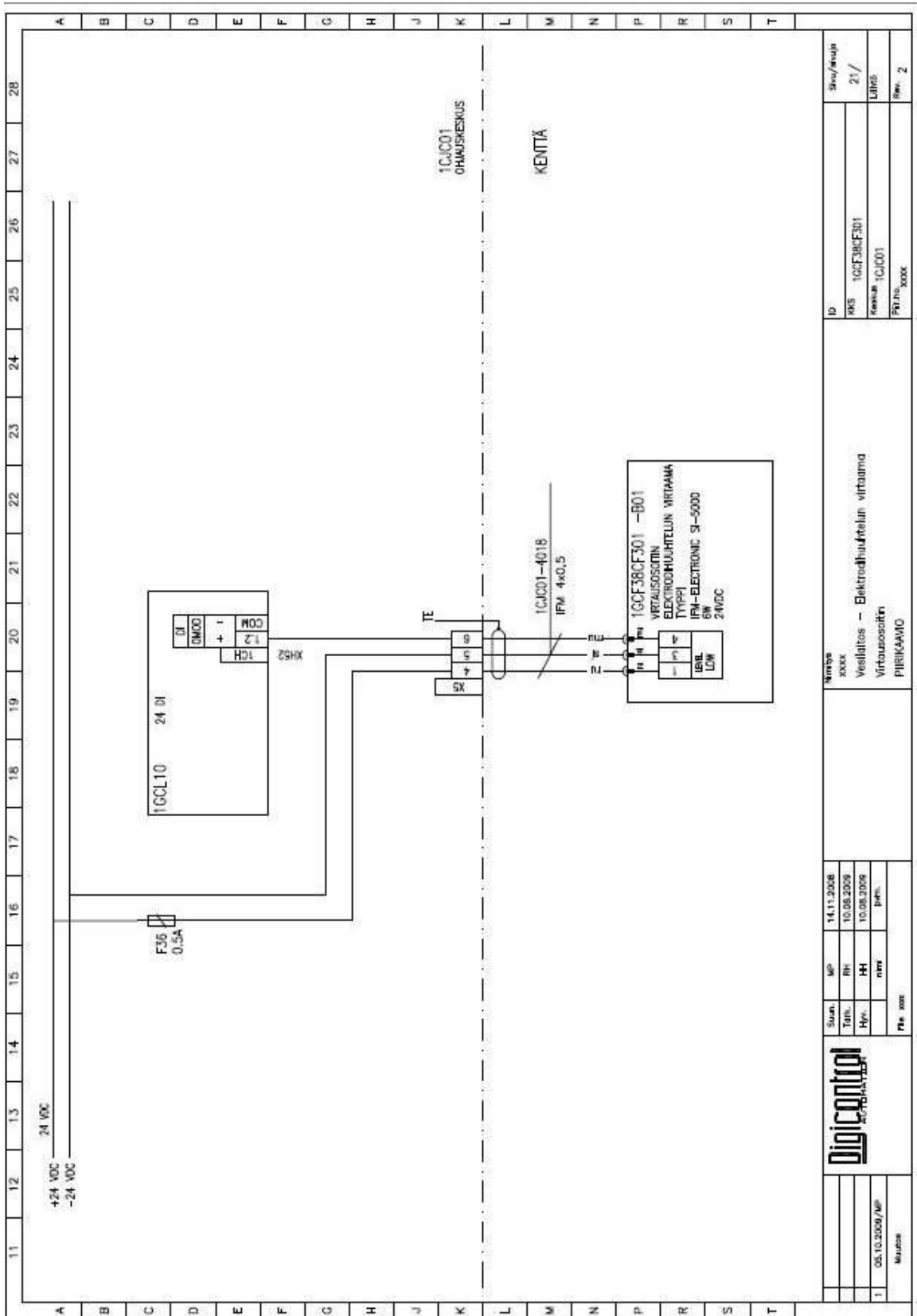
Suunn. UP		14.11.2008		Sivuja		19 /	
Tarkk. RH		10.08.2009		KMS		1GCF14CF001	
Hvnt. HH		10.08.2009		Keskus		1GJC01	
nhr		pohj.		Pituus		2000	
m/s use		m/s use		Rev.		2	
				Veistilasto - Tuoteveden virtaama Virtaamittari PIIRIKAAVIO			
1 08.10.2009/UP				ID			

LIITE 1: Piirikaaviot: sivu 20



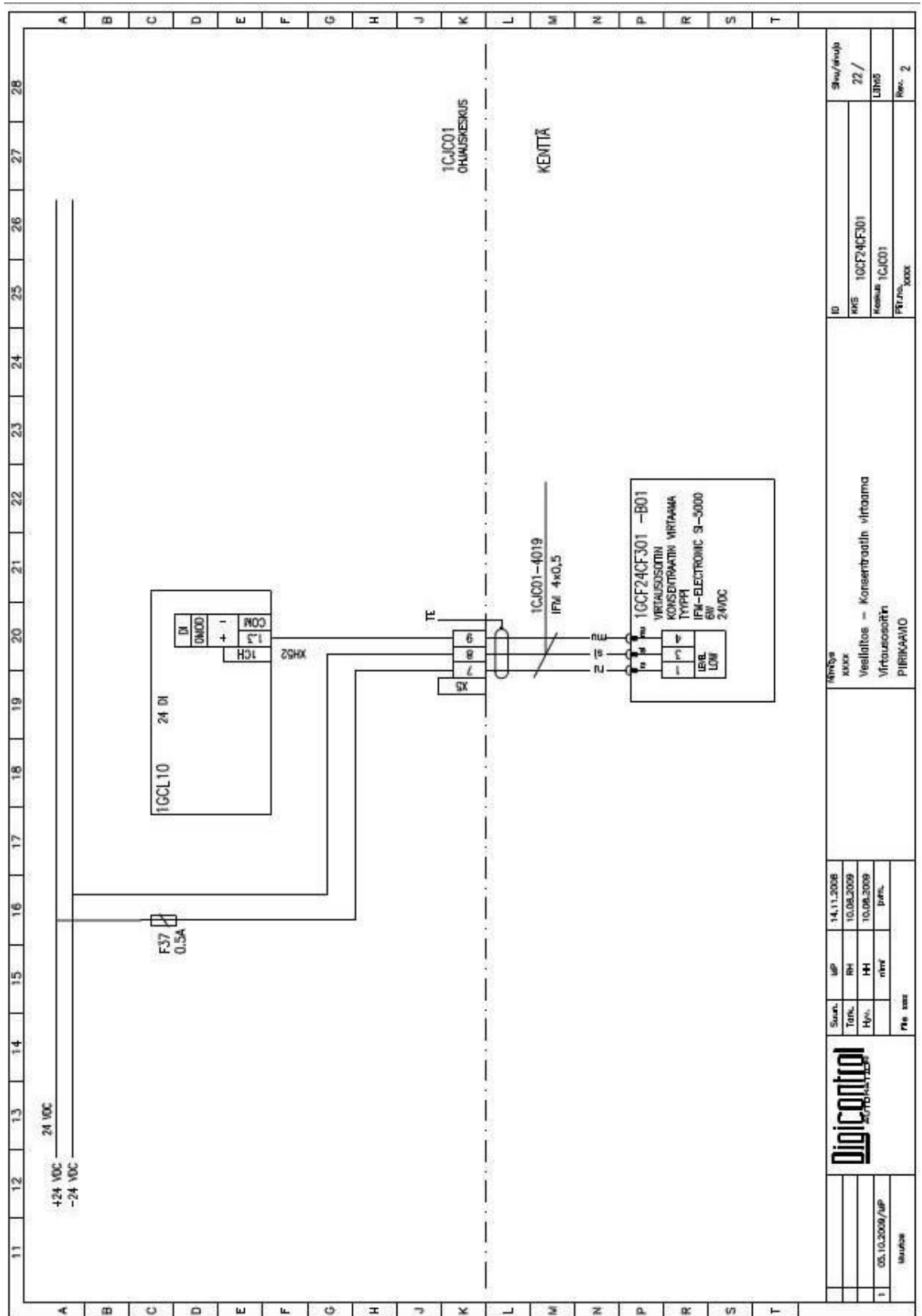
ID		Sho/kuulo
KMS	10CF13CF301	20 /
Kosma	ICIC01	UJHS
PIIRIKAAVIO	xxxx	Rev. 2
Merkitys		
xxxx	Viesilaitos - Rejektin virtaoma	
Virtausosittin		
PIIRIKAAVIO		
Suut.	up	14.11.2008
Tark.	RH	10.06.2009
Hv.	HH	10.06.2009
Pis. xxx		juha
Mittaus		
1	05.10.2009/MP	

LIITE 1: Piirikaaviot: sivu 21



Suunn. MP		14.11.2008	Nimike		XXXX		ID		Sivu/kuuja
Tark. RH		10.08.2008	Vesilaitos - Elektrodihaittelun virtauma		XXXX		KMS 1GCF38CF301		21 /
Hyv. HH		10.08.2008	Virtausosittin		XXXX		Keskus 1CJ01		LM5
Pis. zozz		Emp.	PIIRIKAAVIO		XXXX		Pii no. xxxx		Rev. 2
1 05.10.2009/MP		Muutos							

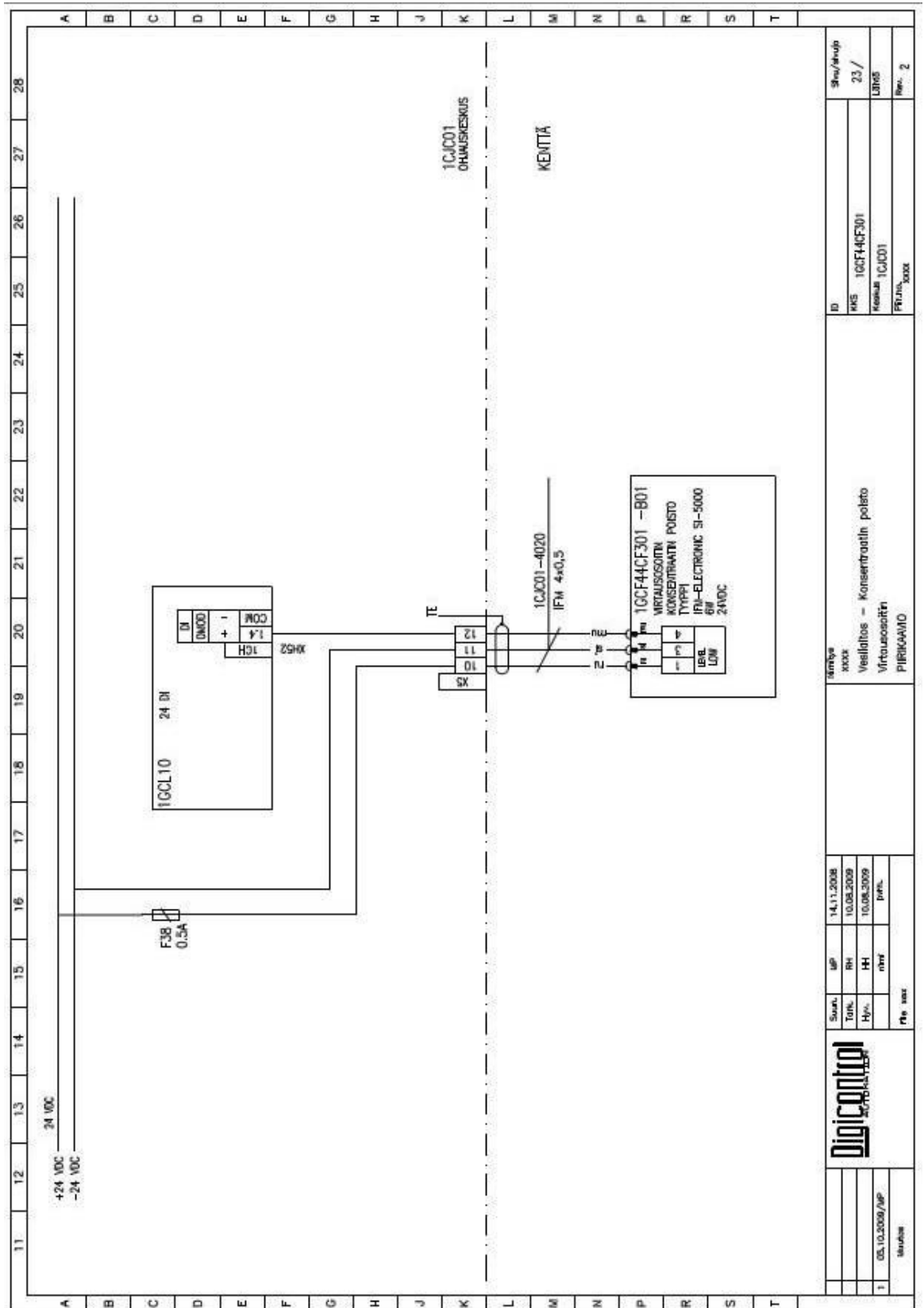
LIITE 1: Piirikaaviot: sivu 22



ID		Shu/kuulo
KMS 1GCF24CF301		22 /
Keskus 1CJ01		LHM5
Piltus_2008		Rev. 2
MIME		
KOKK		
Veelilatois - Konsentraath vltanma		
Virtuosoihtn		
PIIRIKAAVIO		
Stuul	MP	14.11.2008
Tark.	RH	10.08.2009
Hv.	HH	10.08.2009
ntv		
File size		
1 05.10.2009/MP		
MIME		

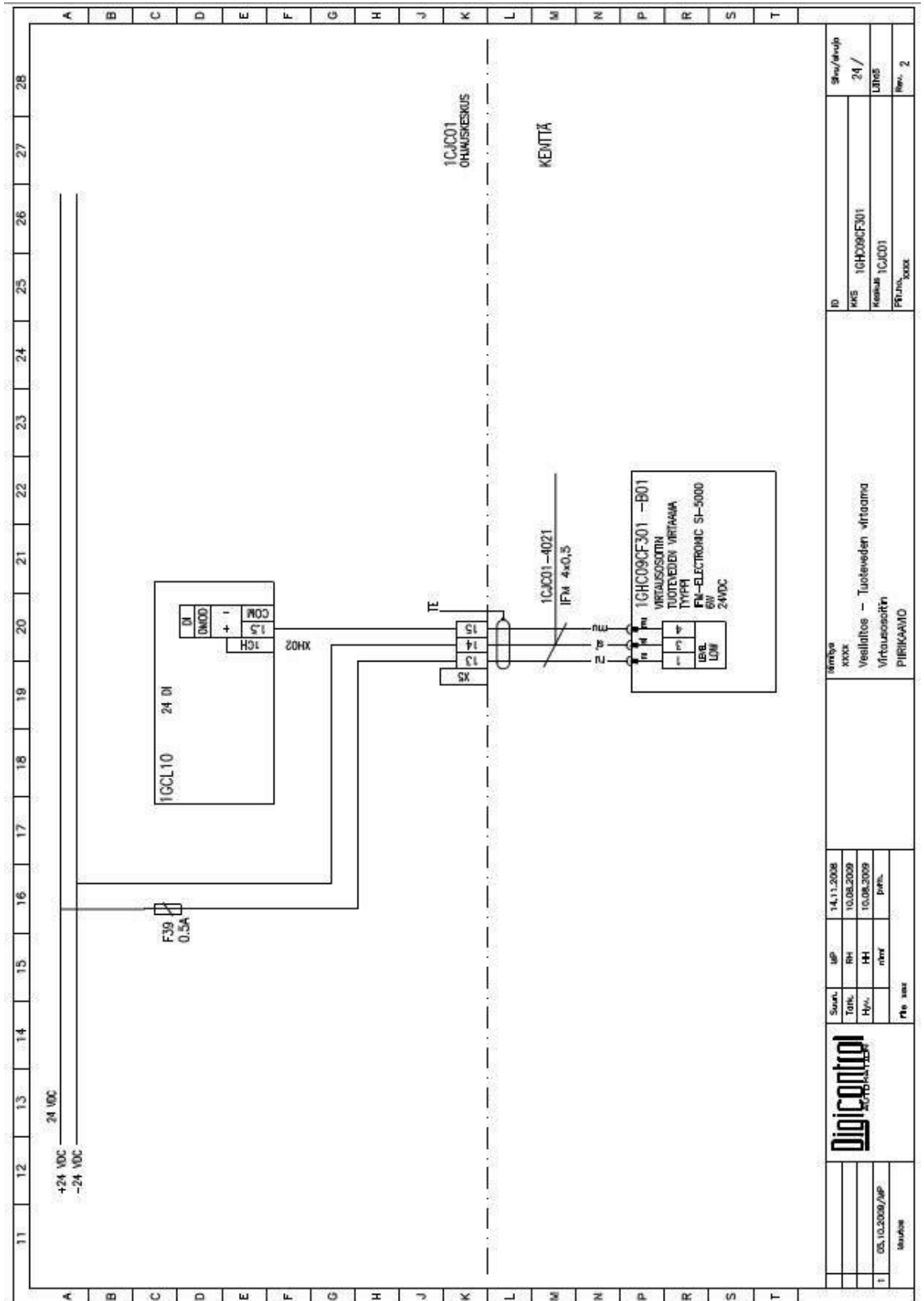


LIITE 1: Piirikaaviot: sivu 23



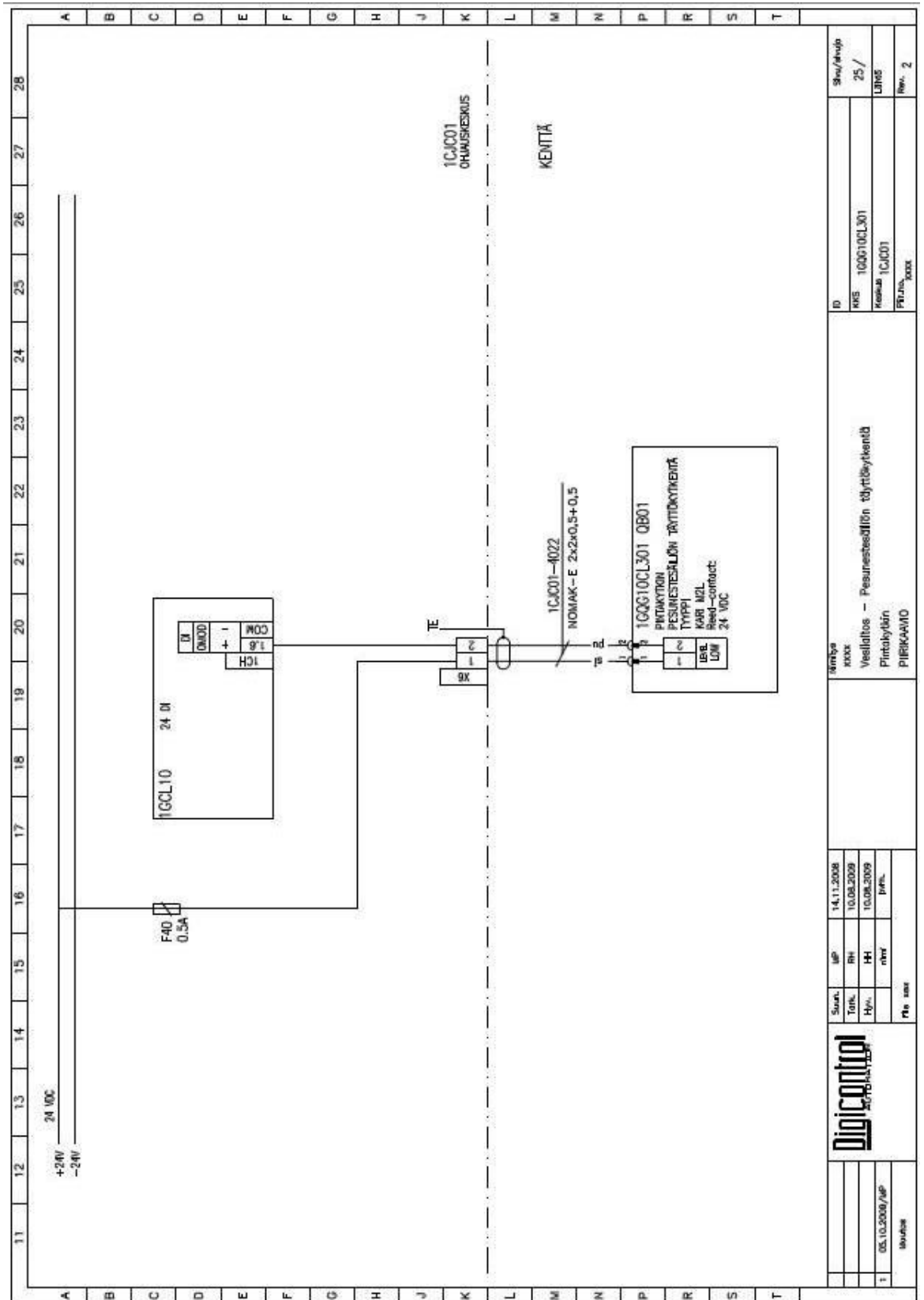
Suorl. MP		14.11.2008		Sivut/lehdet		23 /	
Tark. RH		10.08.2009		KMS		1CCF4CF301	
Hyv. HI		10.08.2009		Kokona		1CJ01	
Pfe suor		pns.		Päivä		xxxx	
1		05.10.2009/MP		ID		Rev. 2	
Muutos				Nimi		XXXX	
				Väri		Vesilaitte - Konsentraatin poltto	
				Pikilohko		Virtaussovitin	
				Pikilohko		PIIRIKAAVIO	

LIITE 1: Piirikaaviot: sivu 24

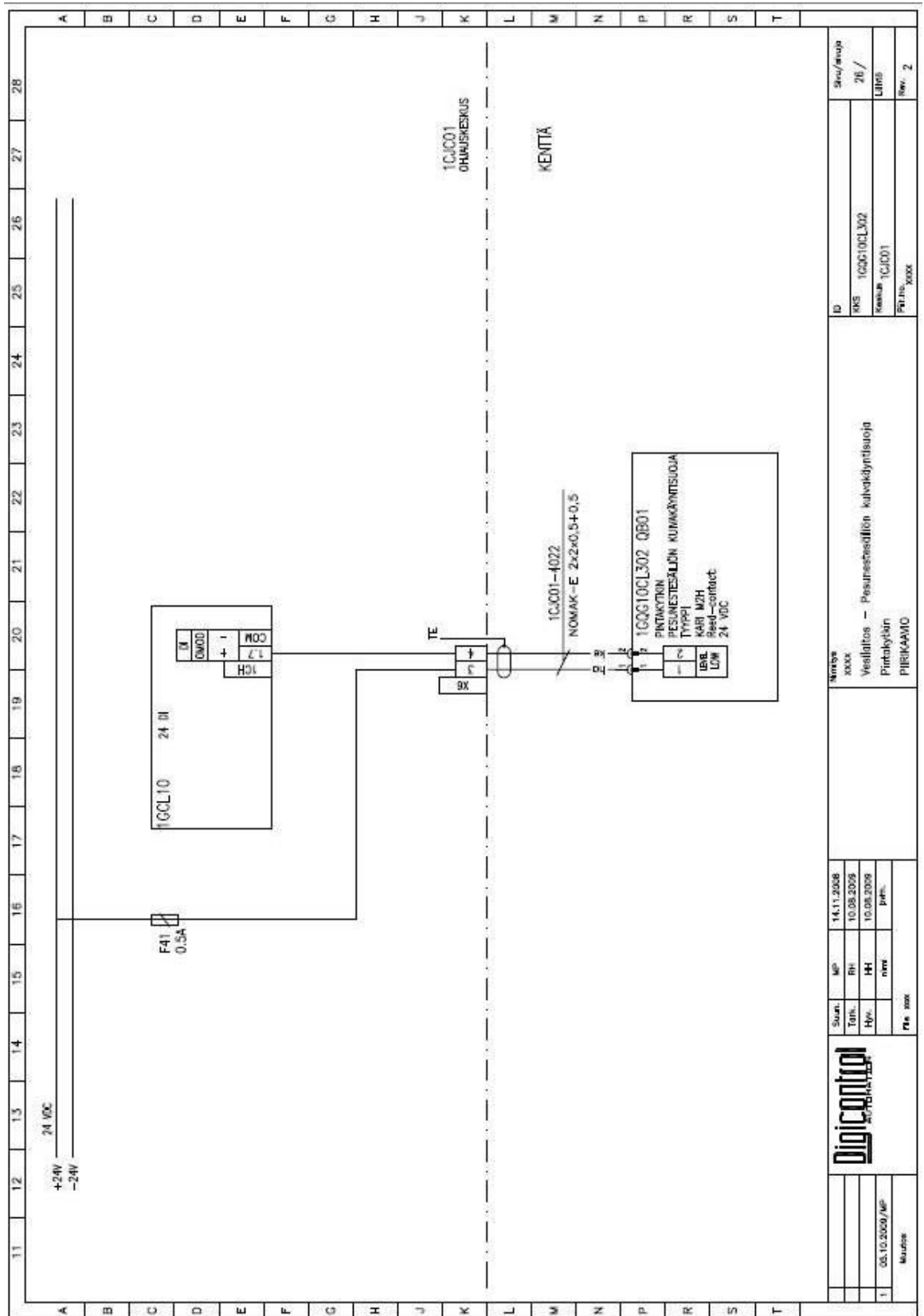


Suur.		UP	1.4.1.2008		Määrä		xxxx		ID	Sivu/kuubi	
Tark.		RH	10.08.2009		Vesilaitos - Tuoteveden virtaama		xxxx		KMS	24 /	
Hv.		HH	10.08.2009		Virtausosotin		xxxx		Koodi	Lähtö	
Pis.		HH	10.08.2009		PIIRIKAAVIO		xxxx		1CJCC01	Rev. 2	
Pis.		HH	10.08.2009				xxxx		FR:JMS		

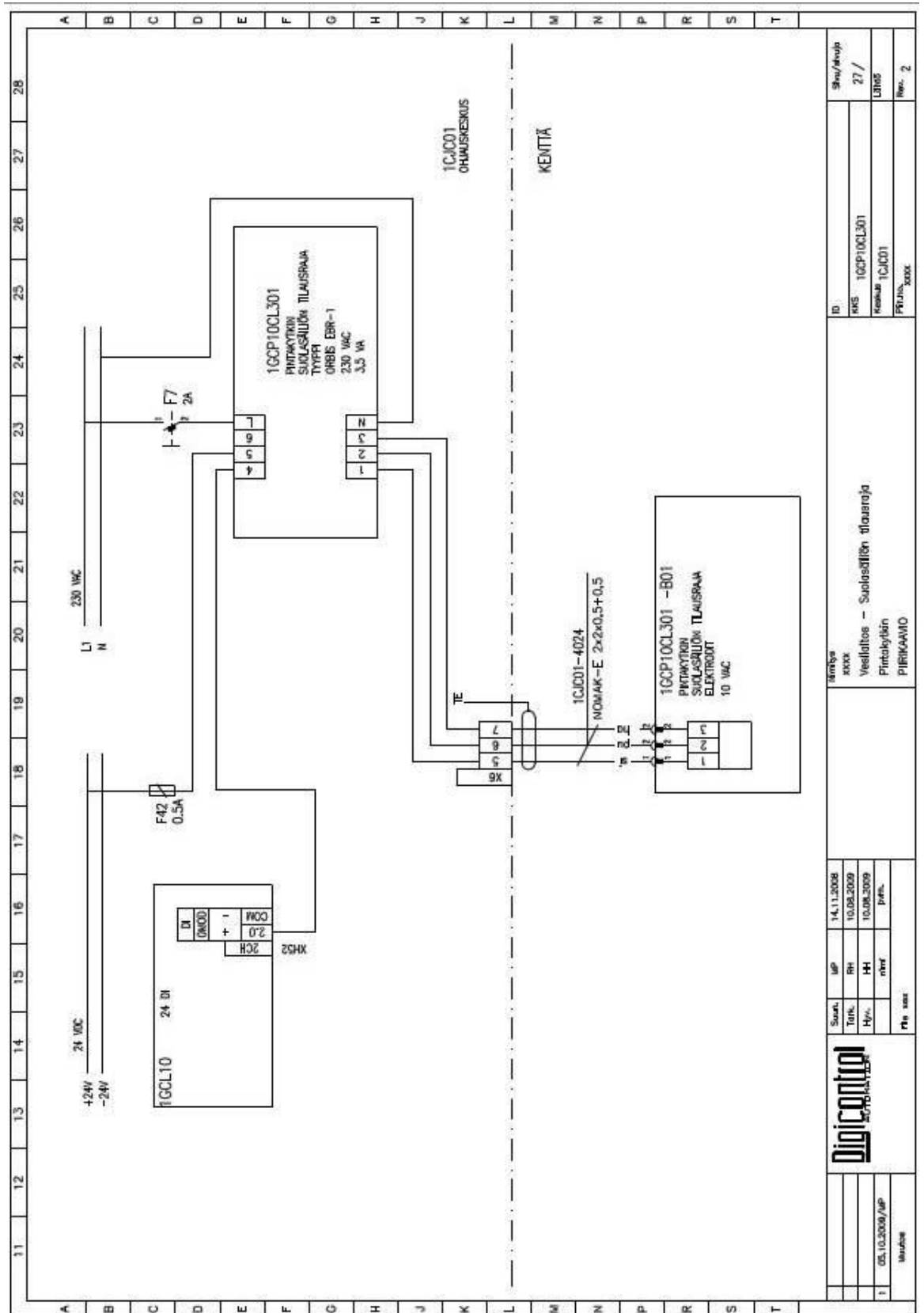
LIITE 1: Piirikaaviot: sivu 25



LIITE 1: Piirikaaviot: sivu 26

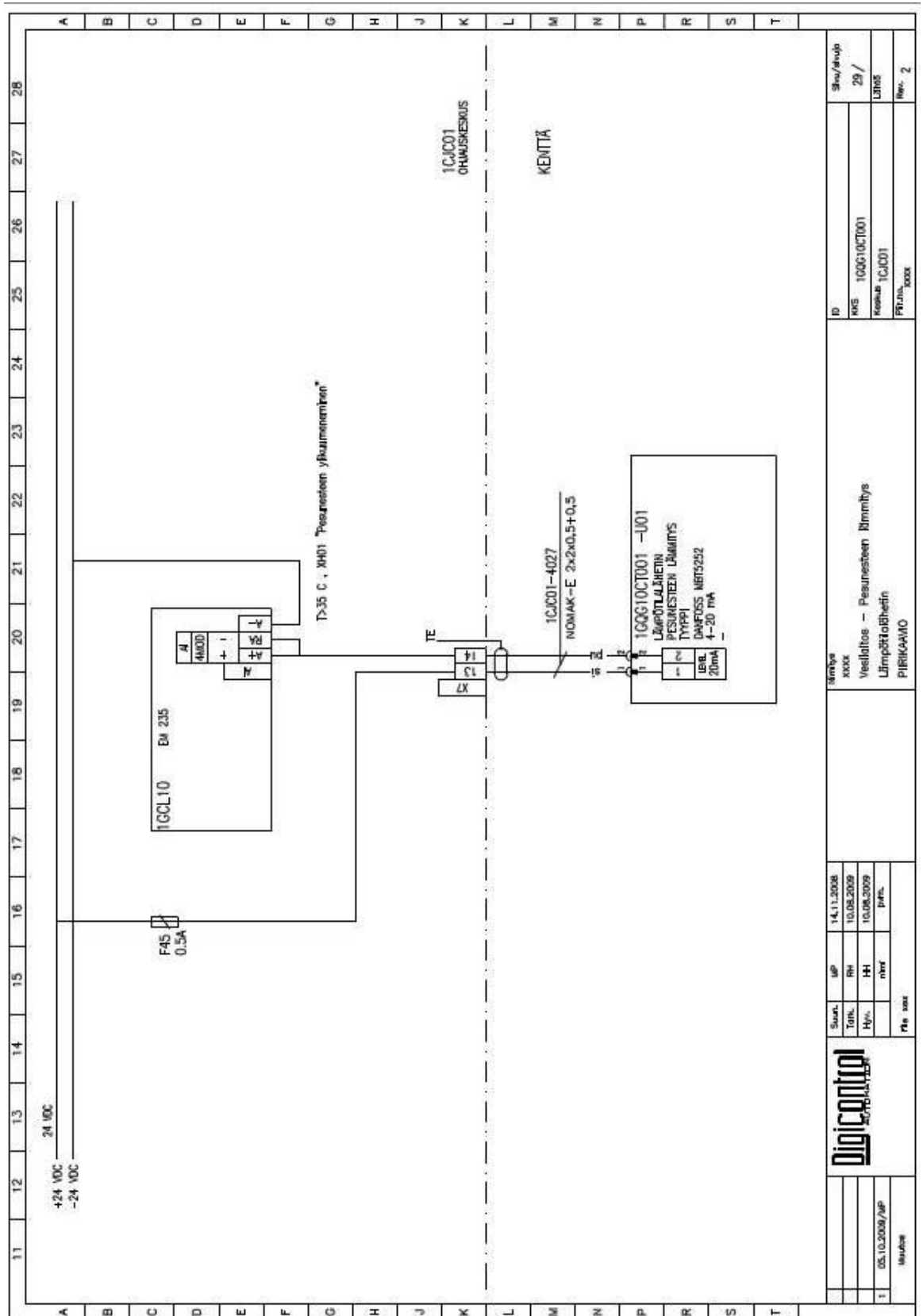


LIITE 1: Piirikaaviot: sivu 27



Suunn. 14.11.2008		Suunn./Arvio	
Tarkk. Rk	10.08.2009	KMS	1GCP10CL301
Hyt. H	10.08.2009	Maaila	1CJ001
Hyt. mtr	prtl.	FRJus.	xxxx
Rev. 05.10.2009/MP			
Maaila			Rev. 2
		Veellitös - Suojalaitteiden tilaaja Pirttikylän PIIRIKAAVO	
ID		27 /	
LIMS			

LIITE 1: Piirikaaviot: sivu 29



ID	Shu/Anup
KRS 100610CT001	29 /
Kuvaus 1GJ01	LÄM
PLUUN_2006	Rev. 2

Merkitys	xxxx
Veellatios - Pesunesteen lämmitys	
Lämpötilalähetin	
PIIRIKAAVO	

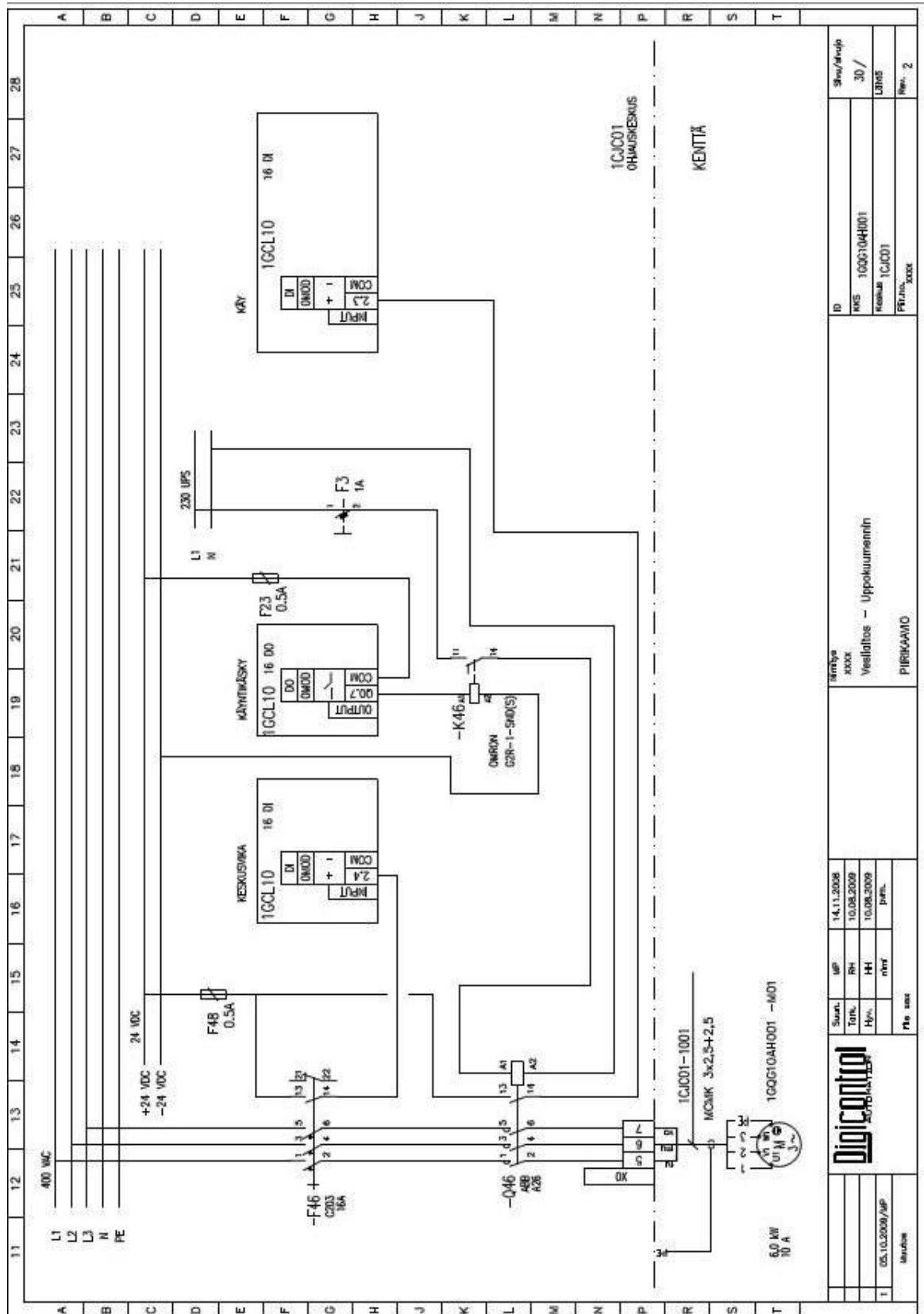
Suunt.	up
Tark.	HH
Hv.	nter

14.11.2006	
10.06.2009	
10.06.2009	peh.



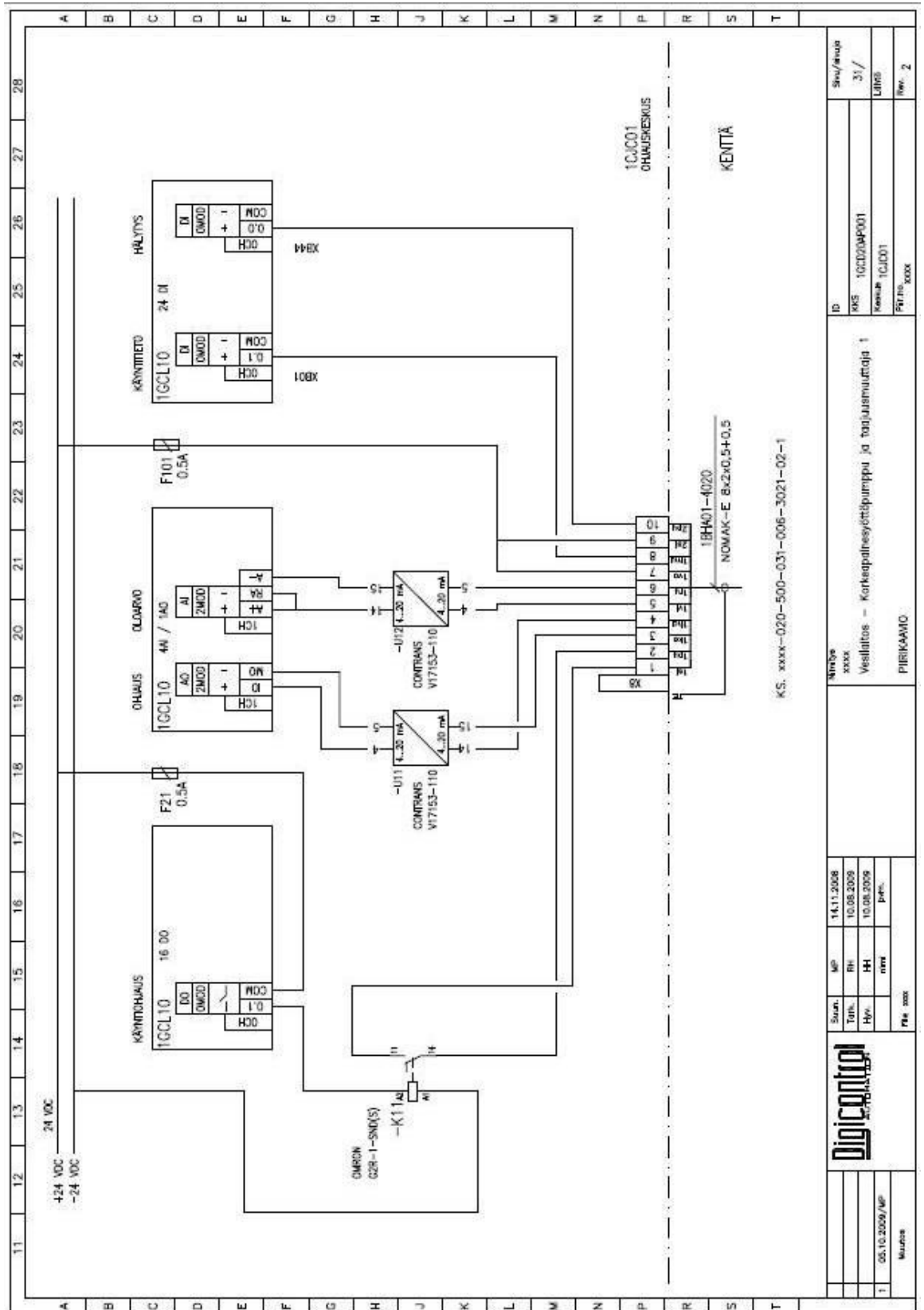
05.10.2009/ANP	
muutok	

LIITE 1: Piirikaaviot: sivu 30



ID		Sivu/kuupio													
WFS	1GG10AH001		30 /												
Kokona	1CJC01		LÄHS												
PIIRIKAAVIO			Rev. 2												
<table border="1"> <tr> <td colspan="2">Suoritus</td> <td colspan="2">Kokoo</td> </tr> <tr> <td colspan="4">Veistiläus - Uppokuumennin</td> </tr> <tr> <td colspan="4">PIIRIKAAVIO</td> </tr> </table>				Suoritus		Kokoo		Veistiläus - Uppokuumennin				PIIRIKAAVIO			
Suoritus		Kokoo													
Veistiläus - Uppokuumennin															
PIIRIKAAVIO															
Päiväys		Päivä													
14.11.2008		10.08.2009													
10.08.2009		10.08.2009													
MP	RH	HH	HH												
mm	mm	mm	mm												
Päivä		Päivä													
05.10.2009/MP															

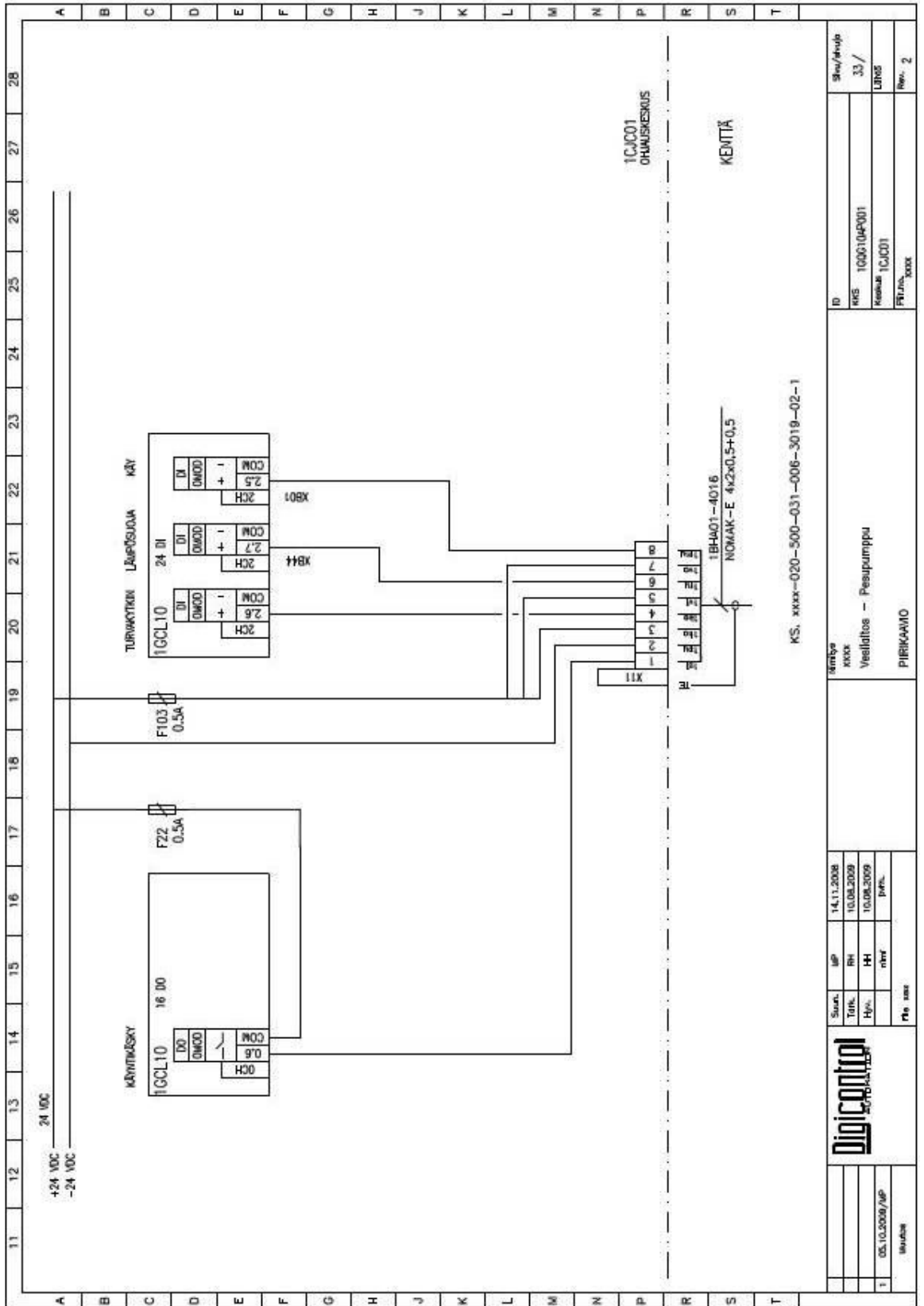
LIITE 1: Piirikaaviot: sivu 31



K.S. xxxx-020-500-031-006-3021-02-1

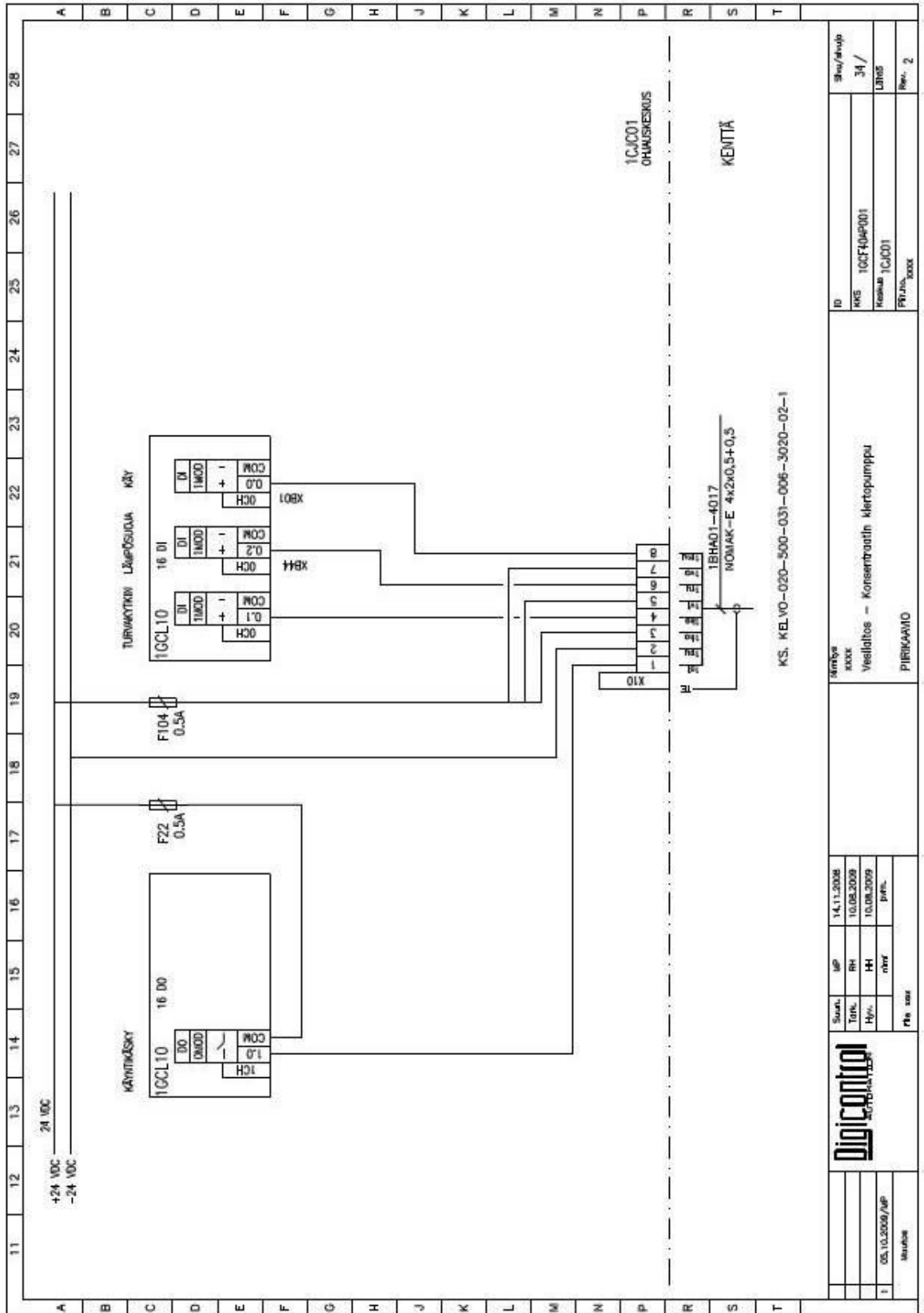
Suunn.		MP	14.11.2008		Pila: xxxx Muutose:
Tark.		PH	10.08.2009		
Hyv.		PH	10.08.2009		
mm					
ID				Nimike xxxx Vesilaitos - Korkeapaineisyyttäpumppu ja tarjousmuuttaja 1	
KRS				10CJJC01MP001	
Keskus				1CJJC01	
Pöytä				xxxx	
ID				Siv./lehti 31 / Liitte	
Pöytä				rev. 2	

LIITE 1: Piirikaaviot: sivu 33



Suunn. MP		14.11.2008		Käsitte		ID		Sheet/Sheet	
Tarkk. RH		10.04.2009		XXXX		KRS 100010AP001		33 /	
Hyv. HH		10.06.2009		Veellaitos - Pesupumppu		Keskik 1CJ001		LUNB	
Tarkk. nrv		DNL		PIIRIKAAVIO		FR/xxx,xxxx		Rev. 2	
T1 05.10.2009/MP		P16 xxx							

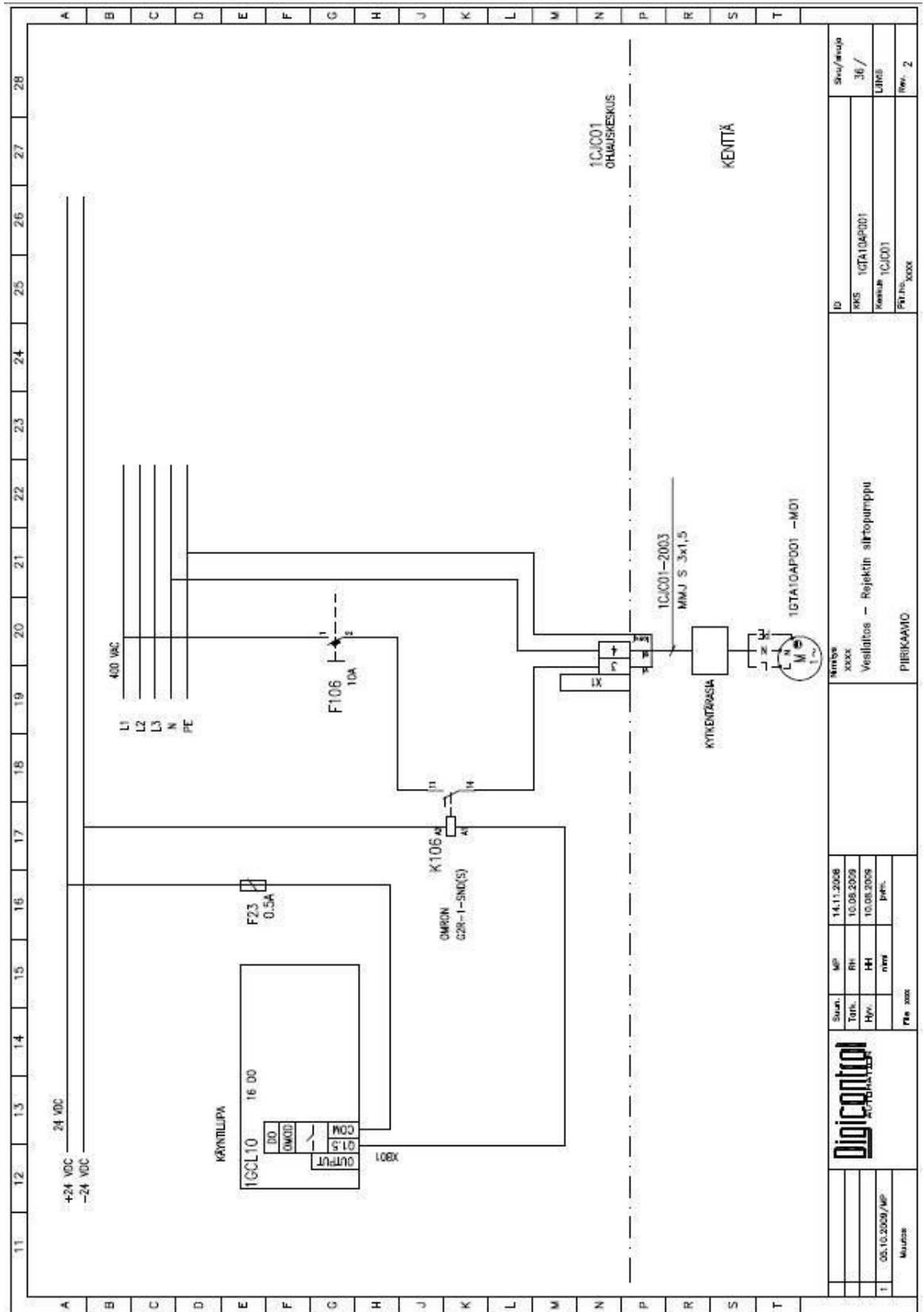
LIITE 1: Piirikaaviot: sivu 34



KS. KELVO-020-500-031-006-3020-02-1

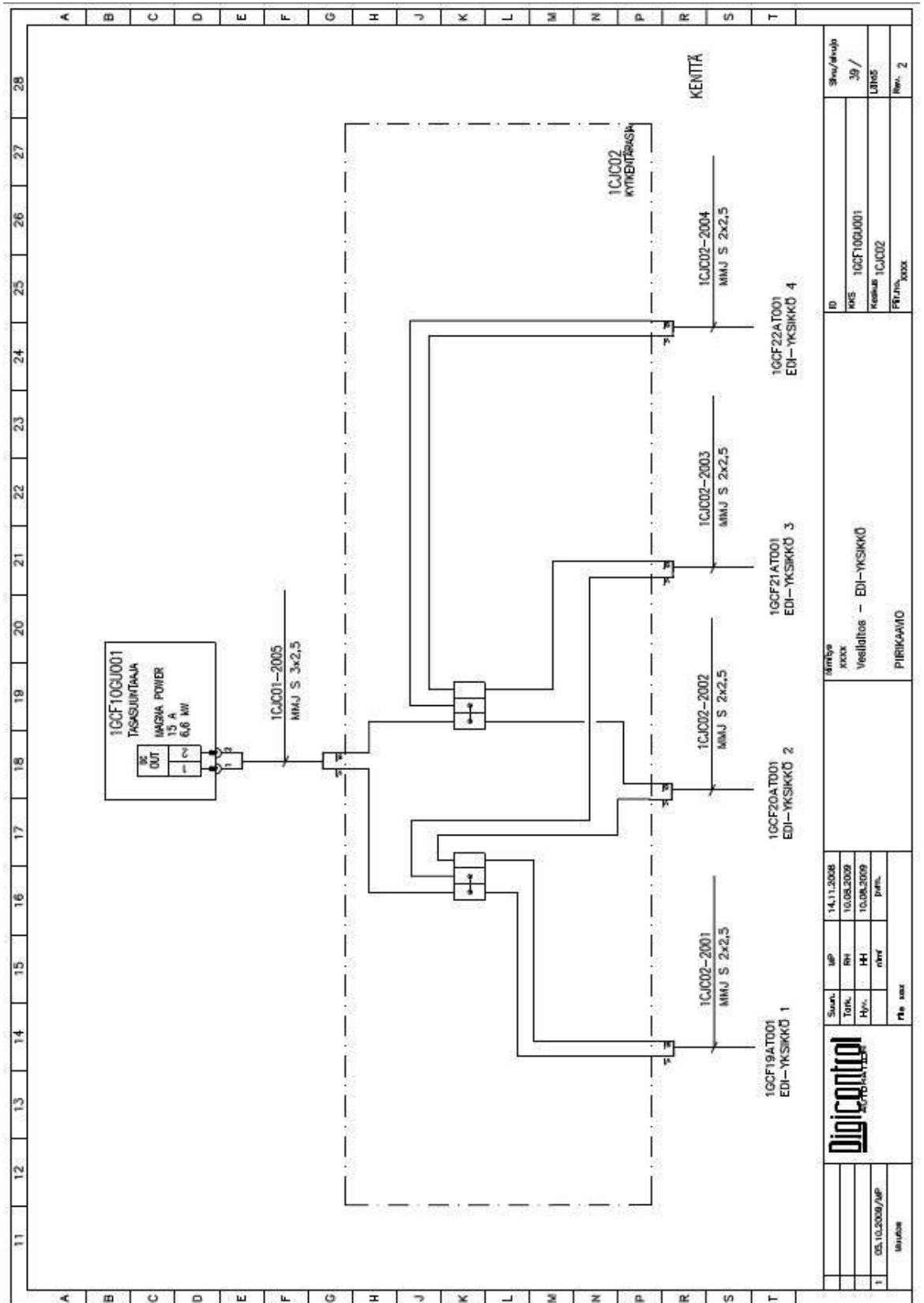
Suoritus		MP	14.11.2008
Tarkk.		RH	10.08.2009
Hyv.		HH	10.08.2009
Pik. suor.		nmr	prns.
Digicontrol			
VEIKKAUS OY			
Määrä		XXXX	
Käyttö		Veestilhos - Konsentraatin kiertopumppu	
ID		KWS	10CF40P001
		Keskus	1CJ001
		FRUN.	XXXX
Sivu/lehti		34 /	
		Lohes	
Rev.		2	

LIITE 1: Piirikaaviot: sivu 36



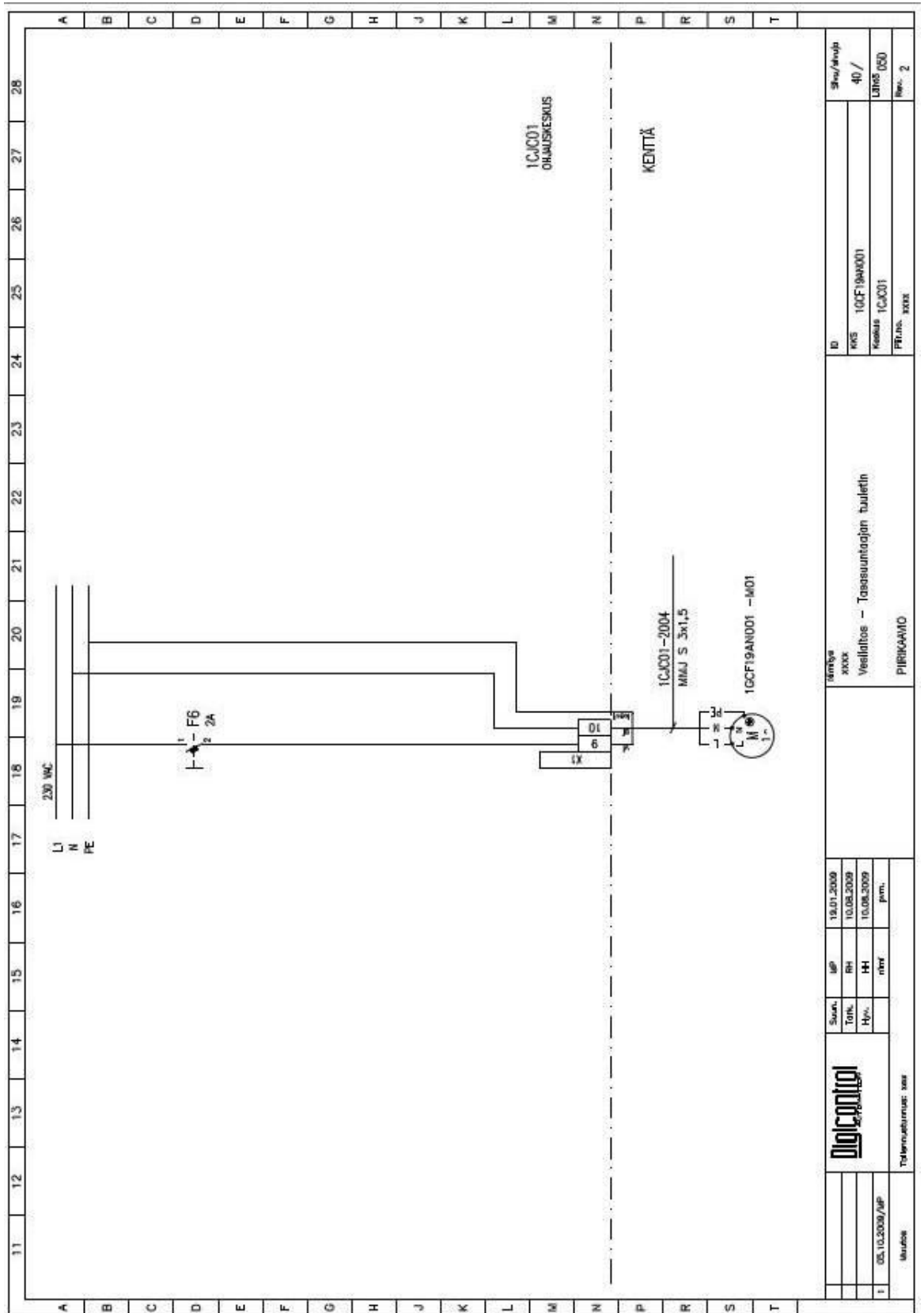
ID		Sivu/kupe
RMS: 16TA10AP001		36 /
Keskite: 1CJ001		LIIKES
Pii No: xxx		Rvw: 2
Nimike xxxxx Ventilatoris - Rejektin siirtopumppu PIIRIKAAVIO		
Suun.	MIP	14.11.2008
Tote.	RH	10.08.2009
Hyv.	PH	10.08.2009
muu		
Pii No: xxx		
1 05.10.2009/MP Maurus		

LIITE 1: Piirikaaviot: sivu 39



ID		Shu/kuup	
MIS	1GCF10GU001	39 /	
Keskus 1CJC02		LINES	
FR/ins_joxxx		Rev. 2	
Sijaisu		PIIRIKAAVIO	
XXXX		Vesilaitos - EDI-YKSIKKÖ	
Suunn.	14.11.2008	Pik. suun.	
Tark.	10.03.2009	Pik.	
Hv.	10.03.2009	Pik.	
1 05.10.2009/MP			
Maurho			

LIITE 1: Piirikaaviot: sivu 40



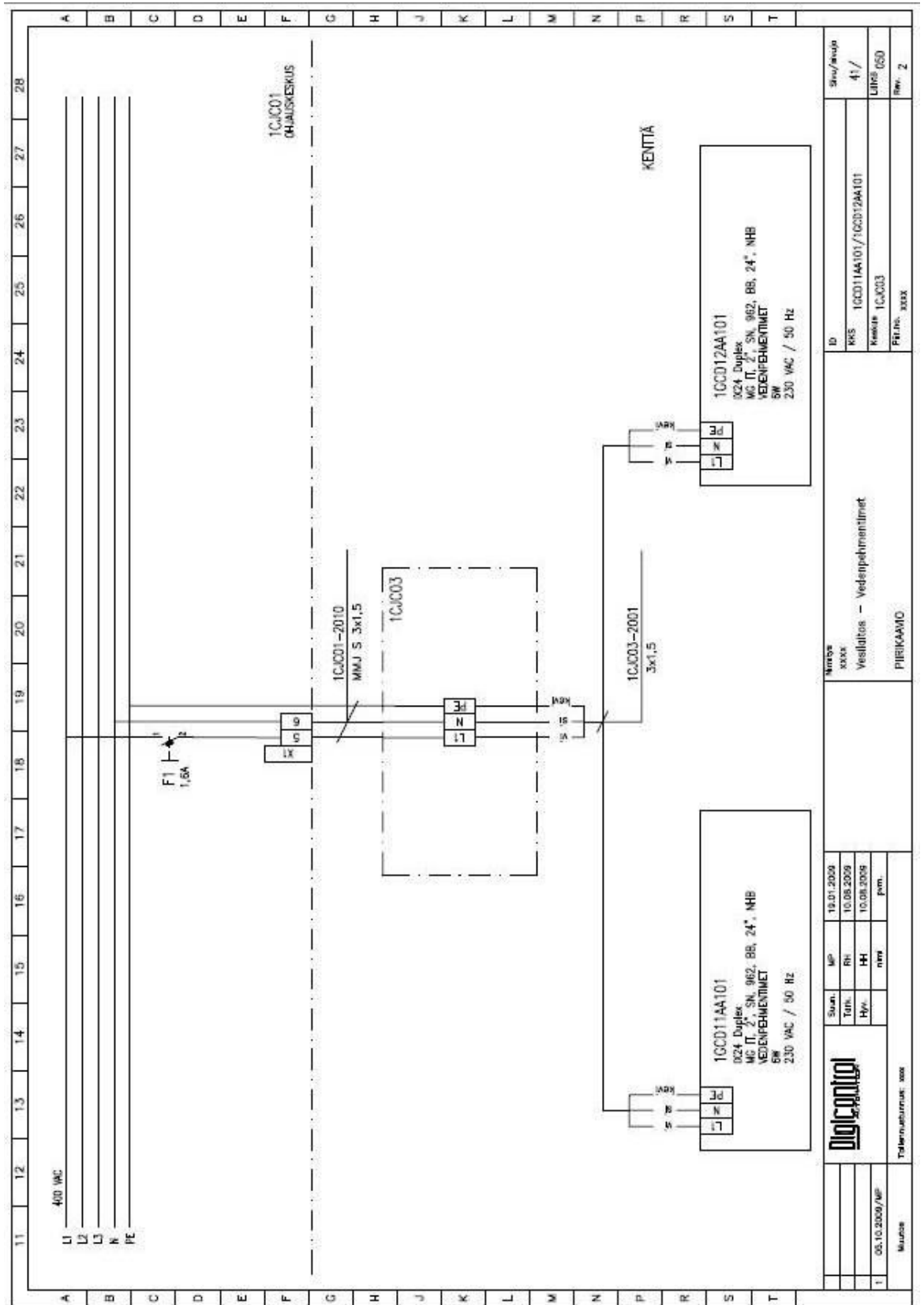
ID		Projekti	10000000000000000000
KMS		10000000000000000000	10000000000000000000
Koodi		10000000000000000000	10000000000000000000
PRT.nro.		10000000000000000000	10000000000000000000
Sivu/Arvoja		40 /	10000000000000000000
LMS		10000000000000000000	10000000000000000000
Rev.		2	10000000000000000000

Alue	10000000000000000000
Veelaitos - Tasaustuloajan tullein	10000000000000000000
PIIRIKAAVIO	10000000000000000000

Suun.	10.01.2009
Tark.	10.08.2009
Hv.	10.08.2009
ntf	pm.

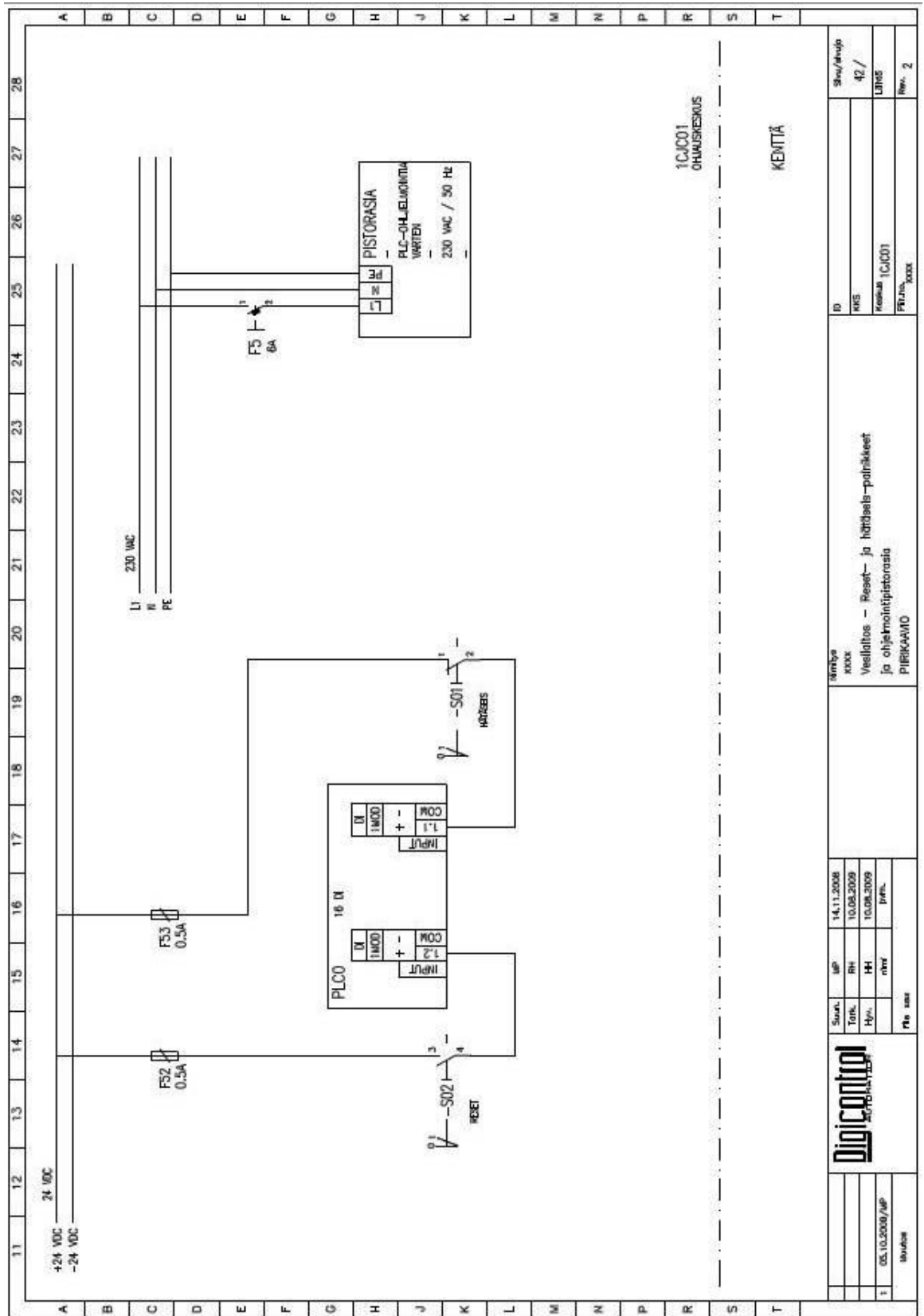
05.10.2009/HP	Tekijä	10000000000000000000
10000000000000000000	10000000000000000000	10000000000000000000

LIITE 1: Piirikaaviot: sivu 41



ID		Sivu/kuva	
MRS 1CCD11AA101/1CJ0312AA101		41 /	
Keskite 1CJ003		LIIKES OSD	
Pii.no. 3008		Rev. 2	
Nimike Ventilaatio - Vedepöhintimet PIIKKAAMO			
Suun.		19.01.2009	
Teh.		10.08.2009	
Hv.		10.08.2009	
Hv.		pm.	
Määrä		Toleranssivirhe: 008	
1 05.10.2009/MP			

LIITE 1: Piirikaaviot: sivu 42



ID		Sivu/lehti	
KWS		42 /	
Keskus 1CJ001		LHRS	
PRT:ms_0000		Rev. 2	
Nimi: KWS Vesilaitos - Reset- ja hätäseis-painikkeet ja ohjelmointipistorasia PIIRIKAAVIO			
Suor. MP	14.11.2008	Pik. user	
Tark. RH	10.08.2009		
Hv. HL	10.08.2009		
nyt	piir.		
1 05.10.2010/MP lausua			