



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU  
VASA YRKESHÖGSKOLA  
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Markku Ojala

EROTINALA-ASEMIEN  
MALLISUUNNITELMIEN LUONTI  
E<sup>3</sup>.-SUUNNITTELUOHJELMISTOLLA

Tekniikka ja liikenne  
2013

## **ALKUSANAT**

Päättötyö on suoritettu Vaasan ammattikorkeakoulun sähkötekniikan linjalle vuoden 2013 keväällä. Opinnäytetyön tilaajana toimi ABB:n Substation Automation Systems -yksikkö, joka on osa Power Systems -divisioonaa. Opinnäytetyön ohjaajana on toiminut ABB:ltä projekti-insinööri Miia Esala ja valvojana Vaasan ammattikorkeakoululta lehtori Timo Männistö. Erotinala-asemaprojekteihin liittyvää tietoa sain suurimmaksi osaksi projekti-insinööri Jani Pirhoselta. Haluan kiittää edellä mainittuja henkilöitä suuresta avusta, jota olen saanut opinnäytetyössäni, sekä kaikkia muita henkilöitä, jotka ovat antaneet neuvoja päättötyön suorittamisessa. Lisäksi haluan kiittää suunnittelupäällikkö Tapio Vainiota mahdollisuudesta tehdä päättötyö ABB Substation Automation Systems -yksikölle.

Vaasassa 15.4.2013

Markku Ojala

## TIIVISTELMÄ

Tekijä	Markku Ojala
Opinnäytetyön nimi	Erotinala-asemien mallisuunnitelmien luonti E <sup>3</sup> . -suunnitteluohjelmistolla
Vuosi	2013
Kieli	suomi
Sivumäärä	63 + 2 liitettä
Ohjaaja	Timo Männistö

---

Opinnäytetyö on tehty ABB:n Substation Automation Systems -yksikölle, joka on osa Power Systems -divisioonaa. Yksikkö on siirtymässä E<sup>3</sup>-suunnitteluohjelmistoon AutoCADin sijaan, mutta erotinala-asemaprojektien suunnittelua E<sup>3</sup>:lla ei ole vielä ratkaistu. Työssä luodaan E<sup>3</sup>:lla käytettävät komponentit, otetaan huomioon osaston esittämät vaatimukset ja toiveet erotinala-asemien suunnittelemisesta ja luodaan sopivia kokonaisuuksia, jotka helpottavat uusien erotinala-asemaprojektien suunnittelua.

Työn teoriaosuudessa tutustuttiin E<sup>3</sup>:een ja erotinala-asemien toimintoihin ja komponentteihin. E<sup>3</sup>-suunnitteluohjelmiston käyttöä opiskeltiin E<sup>3</sup>-koulutuksissa sekä kysymällä ohjeita opinnäytetyön ohjaajalta. Erotinala-asemiin liittyvää teoriaa opiskeltiin tutkimalla vanhojen projektien dokumentaatioita ja haastatteleamalla erotinala-asemaprojekteja tehnyttä projekti-insinööriä. Tarkempaa komponentti-kohtaista tietoa saatiin internetistä löytyviltä datalehdiltä.

Työn toteutusvaiheessa luotiin ABB:n E<sup>3</sup>-tietokantaan puuttuvia erotinala-asemiin liittyviä komponentteja. Tekniset tiedot näihin löytyivät internetin datalehdiltä. Lisätietoa sai fyysisistä komponenteista, joita yksiköstä löytyi. Komponenttien luonnin jälkeen tehtiin itse mallipohjat. Mallipohjien sisältö selvitettiin vanhojen projektien dokumentaatioiden pohjalta ja haastatteleamalla yksikön työntekijöitä.

Valmiit mallipohjat auttavat omalta osaltaan yksikön siirtymistä käyttämään E<sup>3</sup>-suunnitteluohjelmistoa, koska uusissa erotinala-asemaprojekteissa ei tarvitse käyttää aikaa yhtä paljon piirtämisen suunnitteluun ja toteutukseen, eli yksikkö säästää suunnittelutunteja.

## ABSTRACT

Author	Markku Ojala
Title	Creation of Model Projects for a Disconnecter Substation with E <sup>3</sup> .series
Year	2013
Language	Finnish
Pages	63 + 2 Appendices
Name of Supervisor	Timo Männistö

---

This thesis was made for ABB Substation Automation Systems unit, which is part of the Power Systems division. The unit is changing their engineering program from AutoCAD to E<sup>3</sup>., but the disconnecter substation projects have not yet been designed with E<sup>3</sup>. The thesis involved the creation of needed components with E<sup>3</sup>., taking the requirements and wishes of the unit into consideration and the creation of entities that can be used as a base for future disconnecter substation projects.

The theory for the thesis consisted of learning the use of E<sup>3</sup>. and the functions and components of disconnecter substations. The use of E<sup>3</sup>. was studied in E<sup>3</sup>. trainings and by asking instructions from the mentor of this thesis. The functions and properties of disconnecter substation were learned by studying the documents of old projects and by interviewing a project engineer who has been involved in disconnecter substation projects in the past. More specific information about the components used in disconnecter substations was learned from datasheets found on the Internet.

In the implementation part of the thesis the missing components were created into ABB's E<sup>3</sup>. database. The needed information about the devices was learned from the datasheets found on the Internet and additional information was gained by studying devices found in the unit. After the components had been created the templates were designed. The desired content for the templates was obtained from the documentation of old projects and by interviewing employees of the unit.

The finished templates will contribute to the unit's transition from AutoCAD to E<sup>3</sup>., because in future disconnecter substation projects less time will be spent on designing the project with E<sup>3</sup>., consequently the unit saves engineering hours.

---

Keywords     Model template, disconnecter substation, E<sup>3</sup>.series, database, transition

# SISÄLLYS

ALKUSANAT

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

KUVIO- JA TAULUKKOLUETTELO .....	5
LIITELUETTELO .....	7
KÄYTETYT LYHENTEET JA MERKINNÄT.....	8
1 JOHDANTO.....	9
2 ABB OY .....	10
3 TUTKIMUKSEN TAUSTA .....	11
4 EROTINALA-ASEMAT .....	12
4.1 Tyypillisiä erotinala-asemien kokoonpanoja .....	13
4.2 Toistuvat komponentit .....	13
5 E <sup>3</sup> . -SUUNNITTELUOHJELMISTO.....	22
5.1 E <sup>3</sup> . -tuoteperheen moduulit .....	22
5.2 E <sup>3</sup> . -terminologia .....	24
5.3 Käyttöliittymä .....	25
5.4 Tietokanta .....	27
5.4.1 Tietokantaeditori .....	27
6 KOMPONENTTIKOKONAISUUKSIEN SUUNNITTELU JA LUONTI... 40	
6.1 Yksittäisten komponenttien luonti .....	40
6.2 Mallipohjat.....	52
6.2.1 Kolmen moottoriohjattavan erottimen mallipohja.....	53
6.2.2 Kuuden moottoriohjattavan erottimen mallipohja .....	57
7 LOPPUPÄÄTELMÄT .....	61
LÄHTEET.....	63
LIITTEET	

## KUVIO- JA TAULUKKOLUETTELO

<b>Kuva 1.</b> Erotinala-aseman kaaviokuva .....	12
<b>Kuva 2.</b> Erotinala-aseman piirtämismalli AutoCADilla .....	13
<b>Kuva 3.</b> Esimerkki REC603:n kommunikaatiojärjestelmästä /3/ .....	14
<b>Kuva 4.</b> REC603 -etupaneeli /3/ .....	15
<b>Kuva 5.</b> REC603 -sarjapaneeli /3/ .....	16
<b>Kuva 6.</b> REC603 -antennipaneeli /3/ .....	17
<b>Kuva 7.</b> Radiomodeemiratkaisut /4/ .....	18
<b>Kuva 8.</b> Hall-ilmiö /5/ .....	18
<b>Kuva 9.</b> Hall-anturi erotinala-asemassa .....	19
<b>Kuva 10.</b> YUASA NP 17-12 Akku /6/ .....	20
<b>Kuva 11.</b> Jumisuojakontaktori -K1 ja kuormitusvastus .....	21
<b>Kuva 12.</b> E <sup>3</sup> . -tuoteperheen modulaarinen rakenne /7/ .....	24
<b>Kuva 13.</b> E <sup>3</sup> . -käyttöliittymä .....	26
<b>Kuva 14.</b> Tietokantaikkuna .....	27
<b>Kuva 15.</b> Tietokantaeditorin käynnistäminen, ensimmäinen tapa .....	28
<b>Kuva 16.</b> Tietokantaeditorin käynnistäminen, toinen tapa .....	28
<b>Kuva 17.</b> Tietokantaeditorin käynnistäminen, kolmas tapa .....	29
<b>Kuva 18.</b> Valmiin symbolin käyttö grafiikkana .....	30
<b>Kuva 19.</b> Symbolin tietojen määrittely .....	31
<b>Kuva 20.</b> Kytkeäpisteiden määrittely .....	32
<b>Kuva 21.</b> Ominaisuuksien määrittely, ensimmäinen tapa .....	32
<b>Kuva 22.</b> Ominaisuuksien määrittely, toinen tapa .....	32
<b>Kuva 23.</b> Tekstin ominaisuuksien määrittely .....	33
<b>Kuva 24.</b> Esimerkki symbolin luonnista kytkentäpisteineen ja ominaisuuksineen .....	33
<b>Kuva 25.</b> Esimerkki layout-symbolin luonnista ja ominaisuuksista .....	34
<b>Kuva 26.</b> <i>Insert Slot</i> -ikkuna .....	35
<b>Kuva 27.</b> Layout-symbolin kytkentäpisteiden ominaisuuksien määrittely .....	36
<b>Kuva 28.</b> Komponenttityypin määrittäminen .....	37
<b>Kuva 29.</b> Komponentin attribuuttien määrittäminen .....	38
<b>Kuva 30.</b> Komponentin rakenteen määrittäminen .....	39

<b>Kuva 31.</b> CR5410-20 komponentin luonti .....	41
<b>Kuva 32.</b> REF601:n layout-symboli.....	42
<b>Kuva 33.</b> REC603 layout-symboli .....	43
<b>Kuva 34.</b> REC603 IED-referenssitaulut .....	44
<b>Kuva 35.</b> Referenssitaulun ja symbolin attribuuttitekstit .....	45
<b>Kuva 36.</b> Master-slave suhteen asettelu .....	45
<b>Kuva 37.</b> Symbolien ja layout-symbolin väliset yhdistykset .....	46
<b>Kuva 38.</b> VAL-MS 230/FM -ylijännitesuojan layout-symboli .....	47
<b>Kuva 39.</b> Trabtech PT2-PE/S komponentin luonti.....	48
<b>Kuva 40.</b> FPA100 RJ10 -kuormitusvastuksen komponentin luonti .....	49
<b>Kuva 41.</b> YUASA NP 17-12 -komponentin luonti .....	50
<b>Kuva 42.</b> Asennuslevyn komponentti .....	51
<b>Kuva 43.</b> Etunäkymän komponentti .....	51
<b>Kuva 44.</b> Sivunäkymän komponentti .....	52
<b>Kuva 45.</b> AutoCADilla toteutettu liitinrimakohtainen piirtämismalli.....	53
<b>Kuva 46.</b> Johdintyyppin valinta.....	54
<b>Kuva 47.</b> Johtokourujen tason asettelu.....	55
<b>Kuva 48.</b> Yhden REC603:n ala-aseman layout ennen autoconnectia .....	56
<b>Kuva 49.</b> Yhden REC603:n ala-aseman layout autoconnectin jälkeen.....	56
<b>Kuva 50.</b> Kahden REC603:n ala-aseman layout ennen autoconnectia .....	59
<b>Kuva 51.</b> Kahden REC603:n ala-aseman layout autoconnectin jälkeen .....	59
<b>Taulukko 1.</b> E <sup>3</sup> . -tuoteperheen moduulit /7/.....	23
<b>Taulukko 2.</b> E <sup>3</sup> .:n terminologiaa /7/ .....	25

## **LIITELUETTELO**

**LIITE 1.** Kolmen moottoriohjattavan erottimen mallipohja

**LIITE 2.** Kuuden moottoriohjattavan erottimen mallipohja



## KÄYTETYT LYHENTEET JA MERKINNÄT

ABB	Asea Brown Boveri
API	Application Programming Interface, ohjelmointirajapinta
AWG	American Wire Gauge, Yhdysvalloissa ja Kanadassa käytettävä johtimien pinta-alayksikkö
DIP-kytkin	Dual in-line package -kytkin, heikkoja virtoja ohjaava, yleensä useampia kytkimiä sisältävä kytkin
ECAD	Electronic Design Automation, sähköisen suunnittelun automaatio
E-CAE	Electrical Computer-Aided Engineering, tietokoneavusteinen sähkösuunnittelu
GPRS	General Packet Radio Service, GSM-verkossa toimiva pakettikytkentäinen tiedonsiirtopalvelu
IED	Intelligent Electronic Device, älykäs sähköinen laite, esimerkiksi kennoterminaalit
IMSI	International Mobile Subscriber Identity, enintään 15 merkkiä pitkä, SIM-kortille tallennettu numerosarja
LED	Light-emitting diode
RMU	Ring Main Unit, rengassyöttökojeisto
SCADA	Supervisory Control And Data Acquisition, käytönvalvontajärjestelmä
SIM	Subscriber Identity Module, käytetään tilaajan yksilöllisen IMSI-avaimen tietoturvalliseen tallentamiseen

## 1 JOHDANTO

Opinnäytetyö tehdään ABB Oy Substation Automation Systems yksikölle. Tarpeen opinnäytetyölle loi yksikön siirtyminen käyttämään E<sup>3</sup>. - suunnitteluohjelmistoa AutoCADin sijaan. Yksikössä käytetään ABB Sveitsin ja Power Systemsin tietokantoja ja suuri osa projekteissa käytettävistä komponenteista löytyi tietokannasta, mutta erotinala-asemiin liittyvää suunnittelua E<sup>3</sup>.:lla ei yksikössä ole aikaisemmin toteutettu.

Opinnäytetyön tavoitteena on luoda E<sup>3</sup>.:lla erotinala-asemiin liittyvät, tietokannasta vielä puuttuvat yksittäiset komponentit sekä luoda kokonaisuuksia, jotka helpottavat erotinala-asemien kuvaamisen suunnittelua ja toteutusta uusissa projekteissa. Kokonaisuuksien luontia varten täytyy selvittää erilaisia erotinala-asemien kokoonpanoja ja osaston vaatimukset kokonaisuuksien kuvaamiseen.

Työssä E<sup>3</sup>.:een liittyvää tietoa hankitaan CIM-teamin järjestämistä E<sup>3</sup>.-koulutuksista sekä haastattelemalla yksikössä E<sup>3</sup>.:n kanssa tekemisissä olleita henkilöitä. Erotinala-asemiin liittyvää tietoa hankitaan haastattelemalla projekti-insinööriä, joka on ollut osallisena erotinala-asemiin liittyvissä projekteissa ja tutkimalla vanhojen projektien AutoCAD -kuvia ja dokumentaatioita. Erotinala-asemiin liittyvistä komponenteista tietoa saadaan haastattelemalla yksikön työntekijöitä, käymällä läpi vanhoja erotinala-asemiin liittyviä projekteja ja tutustumalla komponenttien datalehtiin.

## 2 ABB OY

Vuoden 1988 alussa sveitsiläinen Brown Boveri ja ruotsalainen Asea yhdistyivät, jolloin syntyi ABB OY. Nykyään ABB on johtava sähkövoima- ja automaatioteknologiayhtymä, johon kuuluu viisi divisioonaa: Sähkövoimajärjestelmät, Sähkövoimatuotteet, Sähkökäytöt ja kappaletavara-automaatio, Pienjännitetuotteet ja Prosessiautomaatio. ABB:llä on toimintaa noin 100 maassa ja se työllistää yli 135 000 henkilöä. /1/

Suomessa tehdaskeskittymät ovat Helsingissä, Vaasassa ja Porvoossa. Yhteensä ABB toimii yli 30 paikkakunnalla ja sen liikevaihto on noin 2,3 miljardia euroa. Pääkaupunkiseudulla ABB on suurin teollinen työnantaja, ja suomenlaajuisesti yksi suurimmista. /1/

ABB:n Substation Automation Systems -yksikkö on osa Power Systems -divisioonaa. Power Systems keskittyy sähkönjakelun ja voimansiirron järjestelmiin ja palveluihin. ABB:n yksiköt Suomessa Power Systemsin lisäksi ovat Discrete Automation and Motion, Low Voltage Products, Process Automation ja Power Products. /1/

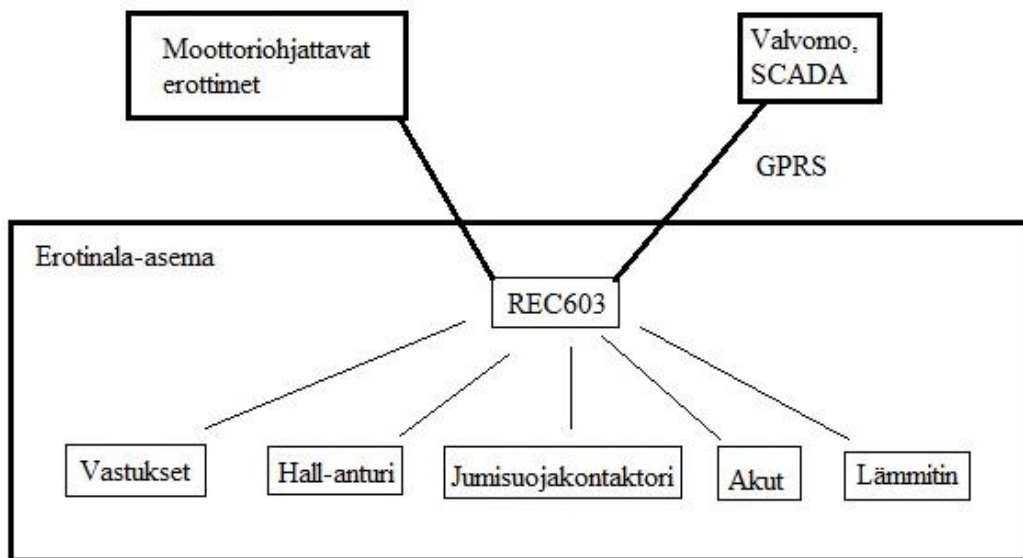
### 3 TUTKIMUKSEN TAUSTA

ABB:n Power Systems divisioonaan kuuluva Substation Automation Systems on ottamassa käyttöön uuden sähkösuunnitteluohjelmiston, E<sup>3</sup>.seriesin, korvaamaan AutoCADin. Erotinala-asemiin liittyvät projektit on aiemmin suunniteltu AutoCADilla, mutta osaston siirtyessä käyttämään E<sup>3</sup>.:a myös erotinala-asemiin liittyvät projektit halutaan suunnitella E<sup>3</sup>.:lla. ABB:llä on valmiina E<sup>3</sup>. -tietokannassaan kattava komponenttikirjasto, mutta erotinala-asemien kuvaamiseen E<sup>3</sup>.:lla ei ole paneuduttu aikaisemmin.

Erotinala-asetat rakentuvat tietyistä komponenteista, jotka säilyvät projektista toiseen samoina, mutta myös projektikohtaisia eroja löytyy. Opinnäytetyössä on tarpeen selvittää erilaisia erotinala-asemien kokoonpanoja, luoda tarvittavat komponentit, ottaa huomioon muut osaston esittämät vaatimukset ja toivomukset erotinala-asemien kuvaamisesta E<sup>3</sup>.:lla ja luoda sopivia kokonaisuuksia, jotka helpottaisivat erotinala-asemien kuvaamisen suunnittelua ja toteutusta uusissa projekteissa. Kokonaisuuksien halutaan sisältävän erotinala-asemien piirikaaviokuvat ja layout-kuvat. Valmiit kokonaisuudet helpottavat omalta osaltaan osaston siirtymistä AutoCADista E<sup>3</sup>.:een, koska uusien erotinala-asemaprojektien luonti E<sup>3</sup>.:lla helpottuu valmiiden mallien ollessa saatavilla.

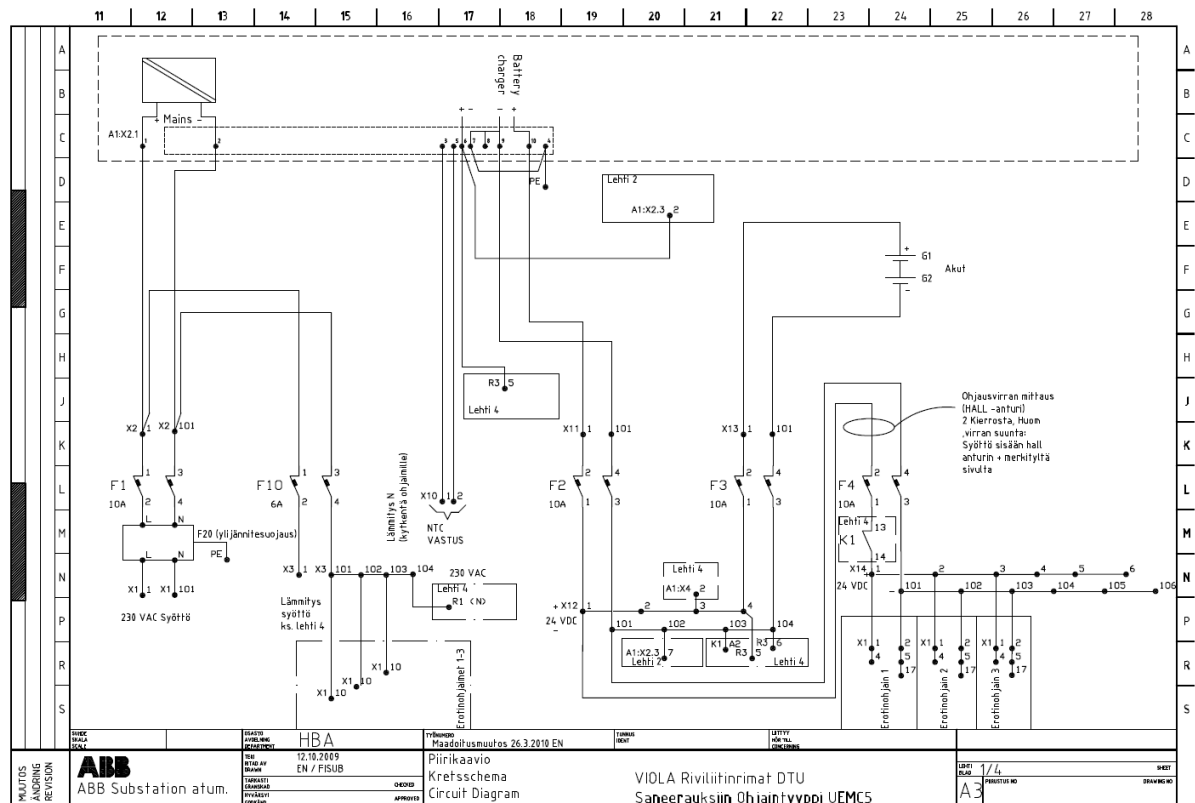
## 4 EROTINALA-ASEMAT

Opinnäytetyössä keskitytään erotinala-asemiin, joiden tarkoitus on moottoriohjattujen erottimien ohjaus sähköjakeluverkossa. erotinala-asemien ohjaus ja valvonta voidaan suorittaa GPRS:n kautta SCADA-järjestelmällä valvomosta. Kuva 1 esittää erotinala-aseman periaatetta sisältäen yleisimmät komponentit ja yhteydet valvomoon ja itse erottimiin. /2/



**Kuva 1.** Erotinala-aseman kaaviokuva

Erotinala-asemien piirikaaviot on kuvattu aiemmin AutoCADilla käyttäen esitystapaa, jossa jokainen REC603:n liitinrima ja siihen tehdyt kytkennät ovat kuvattuina erikseen omalla lehdellään. Kuvassa 2 on esimerkki erotinala-aseman piirtämismallista AutoCADilla.



**Kuva 2.** Erotinala-aseman piirtämismalli AutoCADilla

#### 4.1 Tyypillisiä erotinala-asemien kokoonpanoja

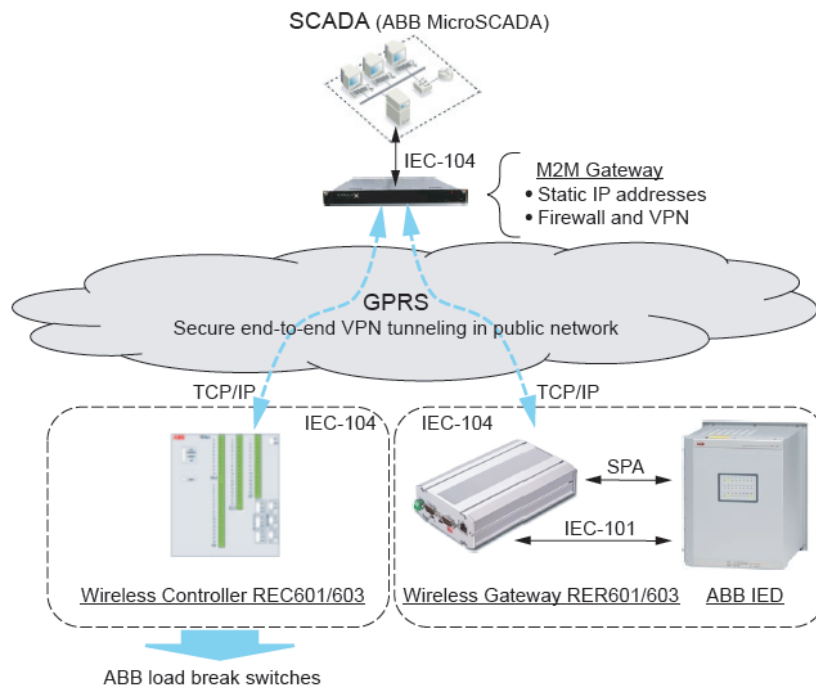
Erotala-asemilla moottoriohjattujen erottimien ohjaus perustuu REC603:een ja sen kykyyn kommunikoida langattomasti GPRS:n kautta SCADA-järjestelmään. Erotinala-asema voi sisältää yhden REC603:n, jolloin kyetään ohjaamaan enintään kolme moottoriohjattua erotinta. Erotinala-asema voi sisältää myös kaksi REC603:a, jolloin kyetään ohjaamaan enintään kuutta moottoriohjattua erotinta. Ohjattavien erottimien määrän kasvaessa kasvaa myös muiden erotinala-asemiin liittyvien komponenttien määrä. /2/

#### 4.2 Toistuvat komponentit

Erotala-asemista on erilaisia komponentteja sisältäviä versioita, mutta tietyt komponentit luovat projekteissa pohjan halutulle toiminnallisuudelle. /2/

Langaton ohjain REC603 on tarkoitettu verkon erottimien, kuormanerottimien ja RMU:iden kauko-ohjaukseen ja valvontaan sähköjakaiverkossa. /3/

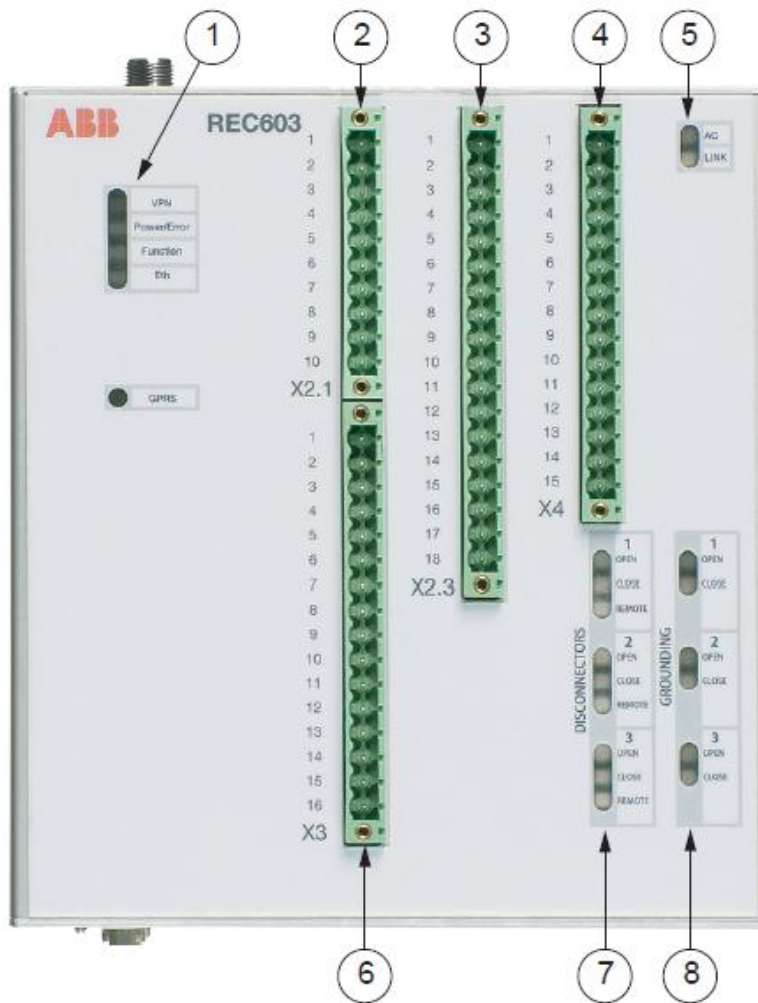
REC603:n avulla SCADA-järjestelmä voi langattomasti valvoa ja ohjata laitteita kentällä julkisen kommunikaatioinfrastruktuurin yli GPRS:n kautta. Sisäänrakennettujen GPRS -ominaisuuksien avulla REC603:lla kyetään valvomaan ja ohjaamaan valvomosta kolmea eri objektiota. Erotinala-asemien tapauksessa ohjataan moottoriohjattuja erottimia. Esimerkki REC603:n kommunikaatiojärjestelmästä on esitetty kuvassa 3. /3/



**Kuva 3.** Esimerkki REC603:n kommunikaatiojärjestelmästä /3/

REC603:n ominaisuuksiin kuuluu objektien ohjauksen ja valvonnan lisäksi moottorien ylikuormitussuojaus, sisäänrakennettu akun lataus ja valvonta, lämmittimen hallinta ja oikea-aikainen kello tarkkaan aikaleimaukseen. /3/

REC603:ssa on kolme paneelia; etupaneeli, sarjapaneeli ja antennipaneeli. Jokainen paneeli sisältää omat liittimensä, LEDinsä ja kytkimensä. Kuvissa 4-6 käydään läpi REC603:n eri paneelit.



**Kuva 4.** REC603 -etupaneeli /3/

Etupaneelin selitykset kuvan numeroiden mukaan:

- 1 järjestelmän tilaa kuvaavat LEDit
- 2 liitinrima X2.1
- 3 liitinrima X2.3
- 4 liitinrima X4
- 5 AC ja LINK LEDit
- 6 liitinrima X3
- 7 erottimen tilaa kuvaavat LEDit
- 8 maadoituserottimen tilaa kuvaavat LEDit.

/3/





**Kuva 5.** REC603 -sarjapaneeli /3/

Sarjapaneelin selitykset kuvan numeroiden mukaan:

- 1 konsolin sarjaportti
- 2 virtakytkin
- 3 sarjakonsolin kytkin (RS1)
- 4 sarjaportti 2:n konfiguroinnin DIP-kytkimet
- 5 sarjaportti 2
- 6 ethernet-liitin.

/3/



**Kuva 6.** REC603 -antennipaneeli /3/

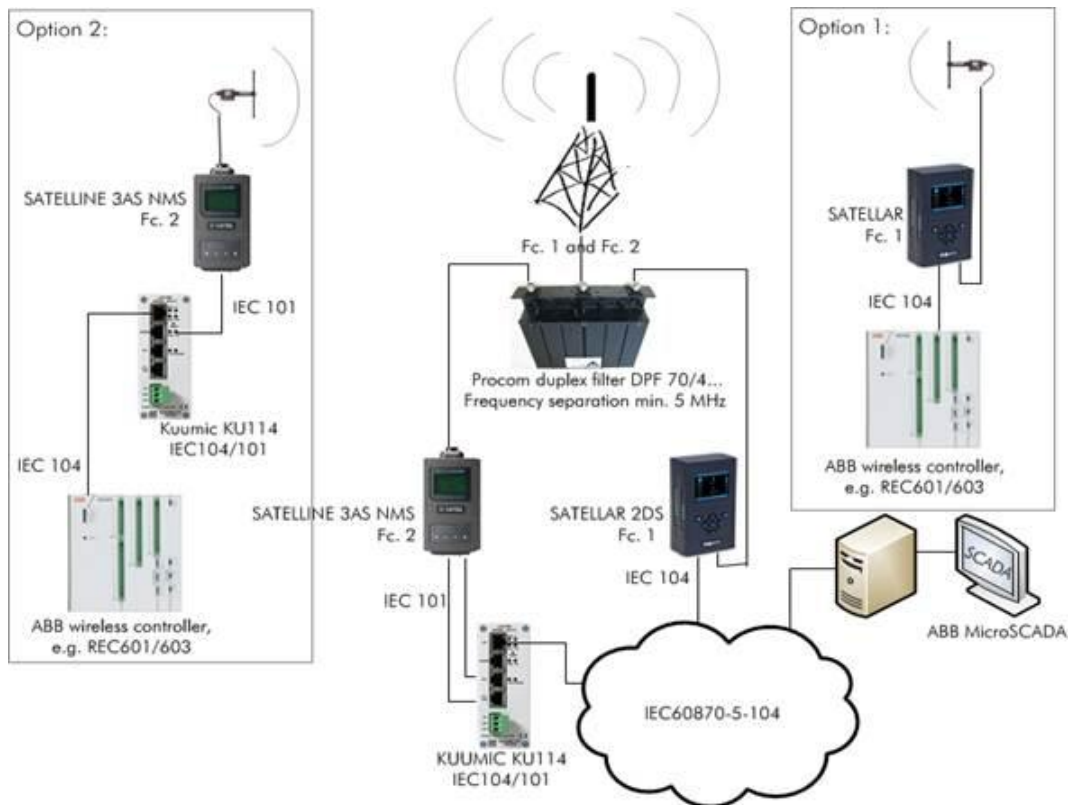
Antennipaneelin selitykset kuvan numeroiden mukaan:

- 1 liitin SIM-kortille
- 2 SIM-kortin irrotuspainike
- 3 antenniliitin.

/3/

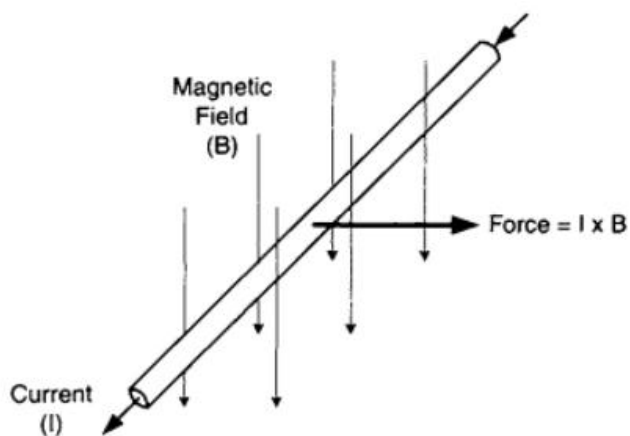
Viime aikoina on tutkittu ratkaisua, jossa käytetään REC603:n sisäänrakennettujen GPRS -ominaisuuksien sijaan SATELLAR -radiomodeemia. SATELLAR -radiomodeemi tarvitsee oman tukiasemamodeemin, jolloin radiomodeemi ja olemassa oleva SATELLINE-3AS NMS -modeemi voidaan kytkeä samaan antennijärjestelmään hyödyntäen protokollamuunninta. /4/

Halutessa käyttää REC603:a ja radioverkkoa voidaan käyttää ratkaisuna SATELLAR-2DS:ää, jolloin IEC-104:n käyttö onnistuu ilman protokollamuunninta. Laajennettaessa SATELLINE-3AS NMS -verkon omaavaa järjestelmää REC603:lla, on käytettävä protokollamuunninta. Kuvassa 7 ensiksi mainittu vaihtoehto on Option 1, toiseksi mainittu Option 2. / 4/



**Kuva 7.** Radiomodeemiratkaisut /4/

Toinen erotinala-asemissa toistuva komponentti on Hall-anturi, jonka toiminta perustuu Hall-ilmioon, jossa sähkövirtaa johtava johdin tuodaan kohtisuorassa magneettikenttään nähden. Tämän seurauksena elektronit vaihtavat kulkusuuntaansa ja tästä syntyy Hall-jännite, joka on kohtisuorassa virransuuntaan ja magneettikenttään nähden. Kuvassa 8 on esitetty Hall-ilmion periaate. /5/



**Kuva 8.** Hall-ilmio /5/

Hall-anturin ulostulojännite vaihtelee magneettikentän muutoksien suhteen. Joh-  
timen läpi kulkeva virta saa aikaan magneettikentän, joka vaihtelee virran muu-  
toksien suhteen. Hall-anturi kykenee mittaamaan virtaa aiheuttamatta häiriötä itse  
virtapiiriin. Yleensä Hall-anturi sisältää kestmagneetin joka ympäröi mitattavaa  
johdinta. Kuva 9 esittää Hall-anturia erotinala-asemassa. /5/



**Kuva 9.** Hall-anturi erotinala-asemassa

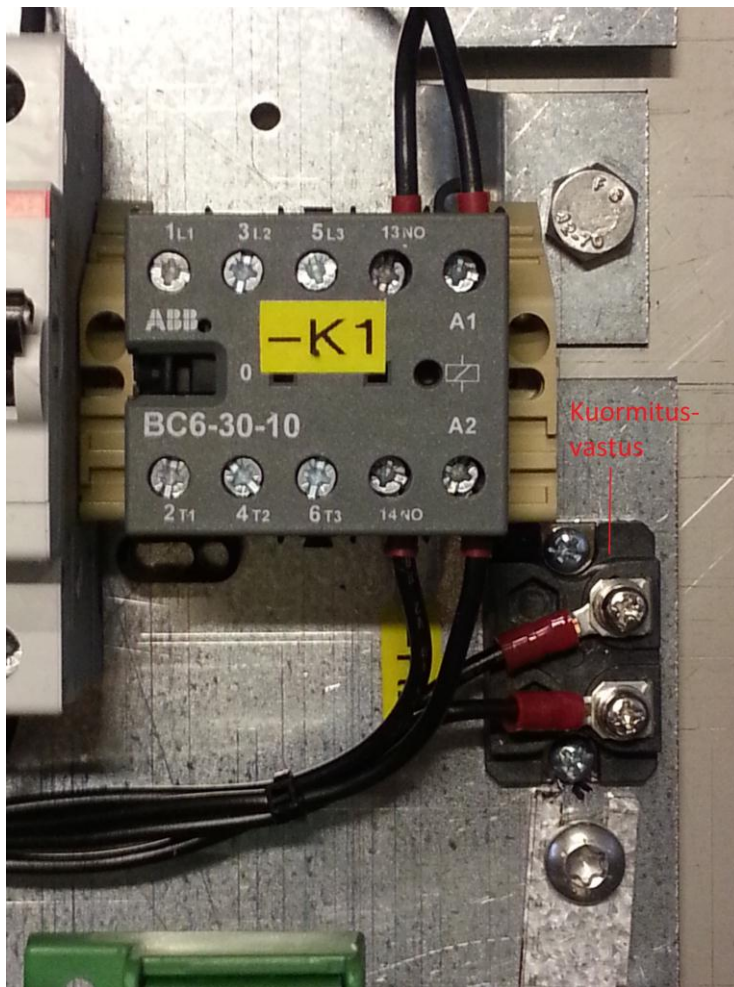
Erotinala-asemissa Hall-anturi havaitsee virran muutoksia, jotka voivat johtua  
esimerkiksi erottimen jumitilasta, ja välittää tiedon REC603:lle. /2/

Erotinala-asemat sisältävät akut, jotka turvaavat jännitteen syötön sähkökatkon  
aikana. Akkuja voidaan ladata REC603:n kautta, sekä valvoa akun varausta val-  
vomosta. Järjestelmän jännite on 24 V, joten yleensä käytetään kahta 12 V akkua  
sarjassa. Kuvassa 10 on erotinala-asemissa tyypillisesti käytetty YUASA NP 17-  
12 akku. /2/



**Kuva 10.** YUASA NP 17-12 Akku /6/

Erotinala-asemissa käytetään myös jumisuojacontactoria, jonka läpi erottimen moottorin virta kulkee. Hall-anturilla havaittaessa esimerkiksi erottimen jumitilasta johtuvan ylivirran REC603 avaa contactorin. Contactori voidaan sulkea SCADA-järjestelmällä valvomosta. Jos ylikuormitussuojana käytettäisiin vain auto- maattisulakkeita, olisi lähetettävä työntekijä ala-asemalle asettamaan sulakkeet jälleen toimintakuntoon. Kuvassa 11 näkyy asennettuna contactori ja kuormitus- vastus. /2/



**Kuva 11.** Jumisuojakontaktori -K1 ja kuormitusvastus

Kuormitusvastusta käytetään akun testaamiseen. Akun tilan testaus aktivoidaan kaukokäyttöisesti antamalla komento SCADA -järjestelmästä. Kuormitusvastus on kytketty rinnan akkujen kanssa, jolloin se kuluttaa akun energiaa. Testin aikana akun varaus mitataan ja ilmoitetaan ampeeritunteina. Arvon tippuessa alle halutun arvon tulee SCADA-järjestelmään hälytys. /3/

Ala-aseman sijaitessa ulkona käytetään lämmitintä pitämään ala-aseman lämpötila halutuissa rajoissa. Lämmittimen ohjaus kytkee päälle ja pois relettä, jolla ohjataan lämmitysvastusta. Valvomosta voidaan tarkkailla lämpötilaa ja sen laskiessa tai noustessa liikaa saadaan hälytys. /3/

## 5 E<sup>3</sup>. -SUUNNITTELUOHJELMISTO

E<sup>3</sup>.series on Zuken E<sup>3</sup> GmbH:n kehittämä Windows® -ympäristöön suunniteltu E-CAE ohjelmisto, joka mahdollistaa suunnittelun osittaisen automatisoinnin API rajapinnan kautta. E<sup>3</sup>:a käytetään sähkö-, automaatio-, kaapelointi-, hydraulikka-, ja pneumatiikkasuunnitteluun ja dokumentointiin. Pohjoismaissa Zuken E3 GmbH:n jälleenmyyjänä toimii CIM Consult Solution OY. /7/

E<sup>3</sup>. on objektikeskeinen järjestelmä jonka tavoitteena on suunnittelun ja dokumenttien nopea ja virheetön luonti. E<sup>3</sup>:n toiminnallisuudelle perustan luo kattava symboli -ja komponenttikirjasto. /8/

E<sup>3</sup>. pohjautuu projektikeskeiselle ajattelulle. Avattaessa E<sup>3</sup>. ja aloitettaessa työskentely on luotava uusi tai avattava olemassa oleva projekti. Kaikki dokumentaatio sisältyy projektiin, kuten piirikaaviot ja raportit. Projektiin liittyvä tieto tallentuu \*.e3s-päätteiseen tiedostoon ja raportteja saadaan tallennettua Excel-tiedostoina. /7/

### 5.1 E<sup>3</sup>. -tuoteperheen moduulit

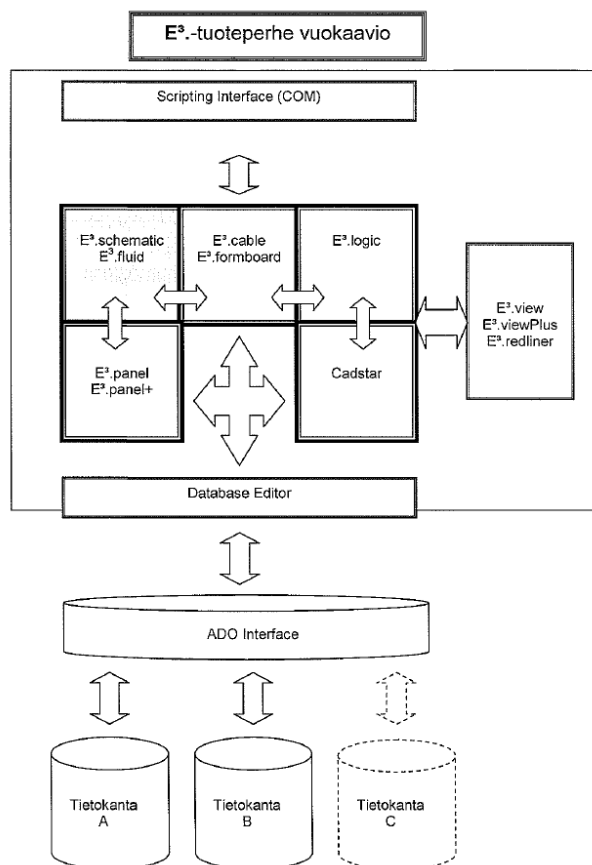
E<sup>3</sup>. -tuoteperhe rakentuu eri moduuleista, joilla on oma käyttötarkoituksensa. Eri moduuleille tieto jaetaan moduulien yhteisestä ECAD kernel -tietokannasta. Eri moduulien käyttötarkoitukset on kuvailtu taulukossa 1. /7/

**Taulukko 1.** E<sup>3</sup>. -tuoteperheen moduulit /7/

Nro	Moduuli	Kuvaus
1	E <sup>3</sup> .schematic	Sähköisten, hydraulisten, pneumaattisten ja prosessikaavioiden suunnitteluun ja dokumentaation tuottamiseen.
2	E <sup>3</sup> .cable	Laitteiden johdotusten, kaapeleiden ja johdinsarjojen suunnitteluun ja esittämiseen. Sisältää E <sup>3</sup> .schematicin toiminnot.
3	E <sup>3</sup> .panel, E <sup>3</sup> .panel+	Koteloiden ja keskusten kalustusten sekä johdotusten suunnitteluun ja esittämiseen. Sisältää E <sup>3</sup> .schematicin tai E <sup>3</sup> .cablen.
4	E <sup>3</sup> .formboard	Johdinsarjojen "naulapöytäesitysten" (1:1) esittämiseen. Tarvitsee toimiakseen joko E <sup>3</sup> .schematicin tai E <sup>3</sup> .cablen.
5	E <sup>3</sup> .fluid	Eryityisesti hydraulisten ja pneumaattisten kaavioiden suunnitteluun ja dokumentaatioon. Vastaa E <sup>3</sup> .schematicia.
6	E <sup>3</sup> .logic	Elektroniikkakaavioiden suunnitteluun ja dokumentaation tuottamiseen.
7	Cadstar	Piirilevyjen suunnitteluun ja dokumentointiin.
8	E <sup>3</sup> .view	Ilmainen moduuli kaikkien E <sup>3</sup> .:n suunnitelmien ja dokumenttien tutkimiseen ja tulostamiseen. Moduulilla ei voi muokata eikä tehdä uusia suunnitelmia
9	E <sup>3</sup> .viewPlus	Moduuli, jolla voi E <sup>3</sup> .view:n ominaisuuksien lisäksi tarkastella tasoja ja kielikantaa
10	E <sup>3</sup> .redliner	Moduuli, jolla voi E <sup>3</sup> .view:n ominaisuuksien lisäksi tehdä punakynämerkintöjä



E<sup>3</sup>. -tuoteperheen modulaarinen rakenne voidaan esittää kuvan 12 vuokaaviona.



**Kuva 12.** E<sup>3</sup>. -tuoteperheen modulaarinen rakenne /7/

## 5.2 E<sup>3</sup>. -terminologia

E<sup>3</sup>. on Windows® -pohjainen järjestelmä, joten siinä toimii Windowsista tutut termit, komennot ja pikanäppäimet. E<sup>3</sup>. ei ole riippuvainen muista ohjelmistoista ja se tukee useisiin eri standardiformaatteihin perustuvia input/output toimintoja. E<sup>3</sup>.:n omat, toistuvasti käytetyt termit ja niiden selitykset on kuvattu taulukossa 2.

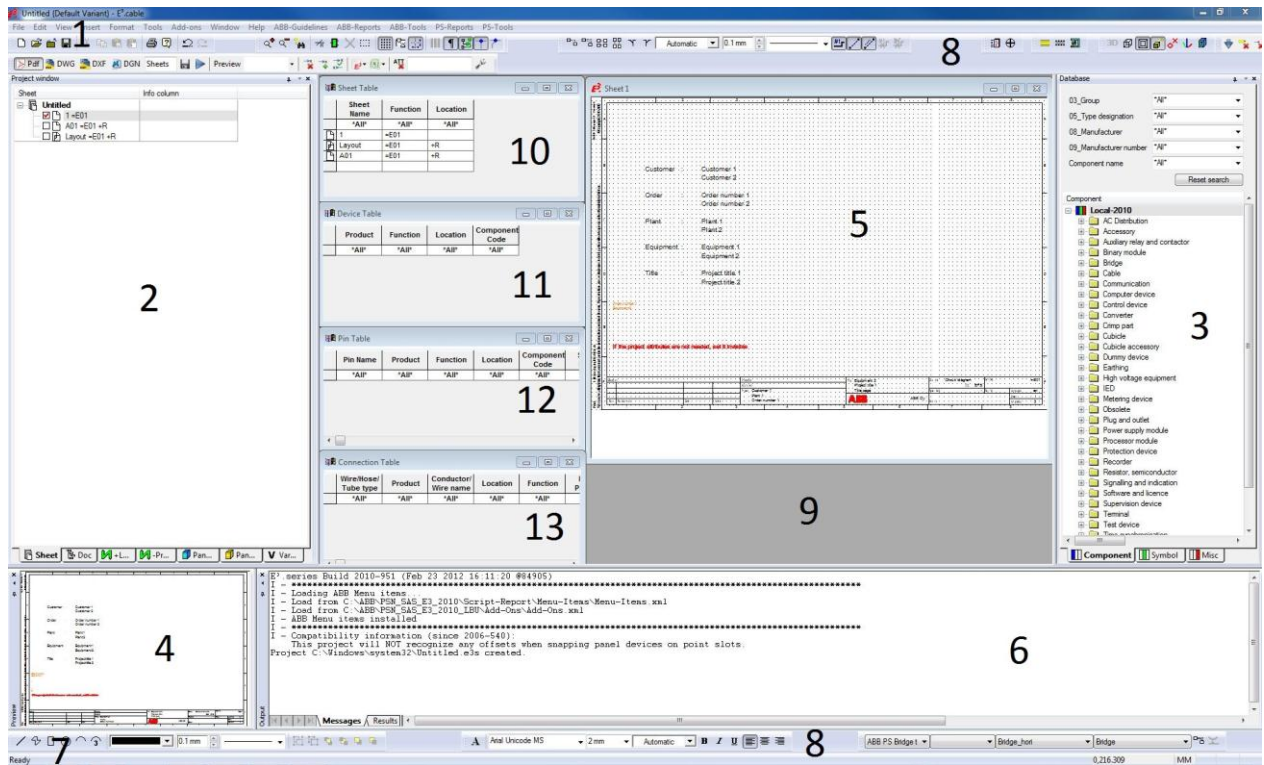
/7/

**Taulukko 2.** E<sup>3</sup> :n terminologiaa /7/

Nro.	Termi	Selitys
1	Projekti (Project)	E <sup>3</sup> :lla tuotettujen lehtien ja muiden dokumenttien muodostama kokonaisuus, joka tallennetaan yhteen tiedostoon.
2	Objektikeskeisyys (Object-oriented)	Tapa, jolla E <sup>3</sup> hallinnoi objekteja. Objekteja ovat esim. laitteet, symbolit, liittimet, blokit, kytkennät, grafiikka ja tekstit. Objektia voidaan tarkastella useassa eri näkymässä, mutta sitä käytetään aina yhdestä ja samasta paikasta.
3	Näkymä (View)	Objektin esittämistapa (erilaiset esittämistavat, eli näkymät). Esim. liittimet piirikaaviossa ja osana liitinkaaviota.
4	Lehti (Sheet)	Piirustusalue, jolle laitteet, symbolit, grafiikka ja tekstit sijoitetaan.
5	Symboli (Symbol)	Neutraali graafinen elementti, joka kertoo laitteen toiminnan yleisesti.
6	Komponentti (Component)	Symboli tai symboliryhmä, joka on fyysinen laite ja on voitu sitoa tiettyyn valmistajaan, osanumeroon jne.
7	Laite (Device)	E <sup>3</sup> :ssa projektiin lisätyn komponentin esiintymä, jolla on tunnus.
8	Attribuutti (Attribute)	Objektiin sidottu lisäinformaatio.
9	Ominaisteksti (Text type)	Objektiin sidottu lisäinformaatio, vähän kuin attribuutti. Ominaistekstillä voidaan myös tehdä jonkin attribuutin arvo näkyväksi.
10	Dialogi (Dialog)	"Syöttöikkuna", jonka avulla käyttäjä antaa tietoja erilaisissa tilanteissa ohjelmiston prosessoitavaksi.
11	Mallipiiri (Subcircuit)	Mallipiiri on tietynlainen "komponentti", tietyn piirin tai sen osan malli. Mallipiiri muodostuu useammasta komponentista ja/tai symbolista ja voi sisältyä useammalle lehdelle. Mallipiiri voidaan tallentaa tietokantaan.

### 5.3 Käyttöliittymä

E<sup>3</sup> :n käynnistämisen ja projektin avaamisen jälkeen käyttöliittymä voi näyttää esimerkiksi kuvan 13 tapaiselta:



Kuva 13. E<sup>3</sup>. -käyttöliittymä

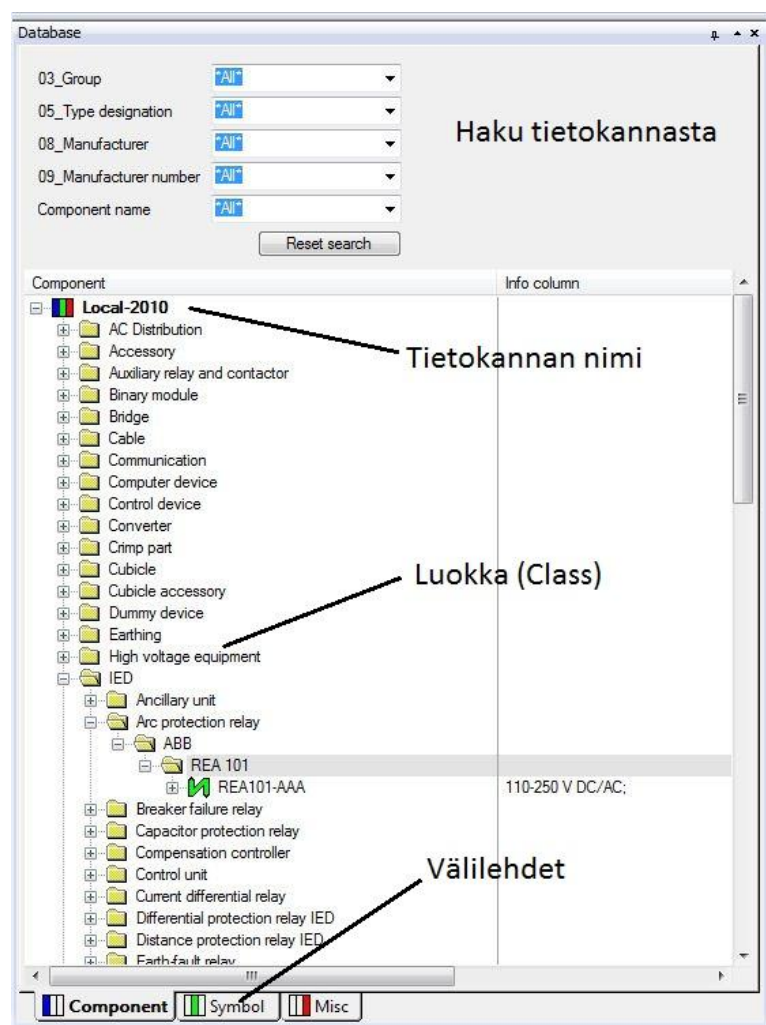
Selitykset kuvan 9 numeroille:

- 1 projektivalikko
- 2 projekti-ikkuna
- 3 tietokantaikkuna
- 4 esikatseluikkuna
- 5 työskentelyalue
- 6 viestikenttä
- 7 tilakenttä
- 8 työkalupalkki
- 9 pääikkuna
- 10 lehtitaulu
- 11 laitetaulu
- 12 pinnitaulu
- 13 kytkentätaulu.

/7/

## 5.4 Tietokanta

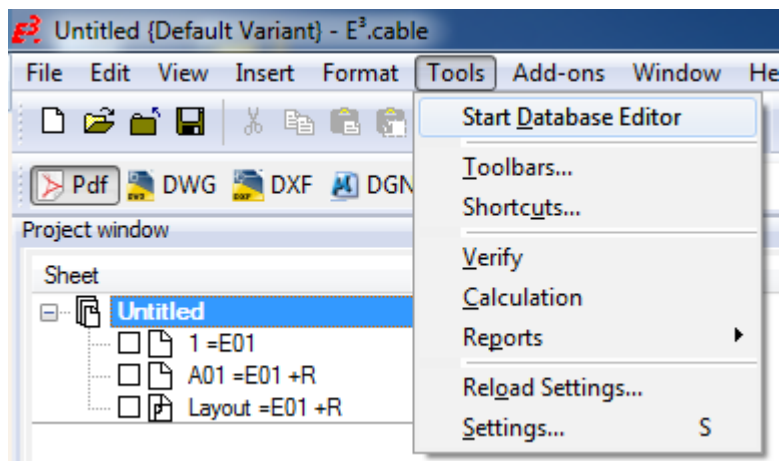
Opinnäytetyössä käytetään ABB:n Power Systems -divisioonan ja Sveitsin tietokantoja. Tietokanta sisältää tiettyyn valmistajaan sidottuja komponentteja, sekä neutraaleja graafisia symboleja. Lisättäessä komponentti projektiin, siitä syntyy laite. Kuva 14 on esimerkki tietokantaikkunasta.



**Kuva 14.** Tietokantaikkuna

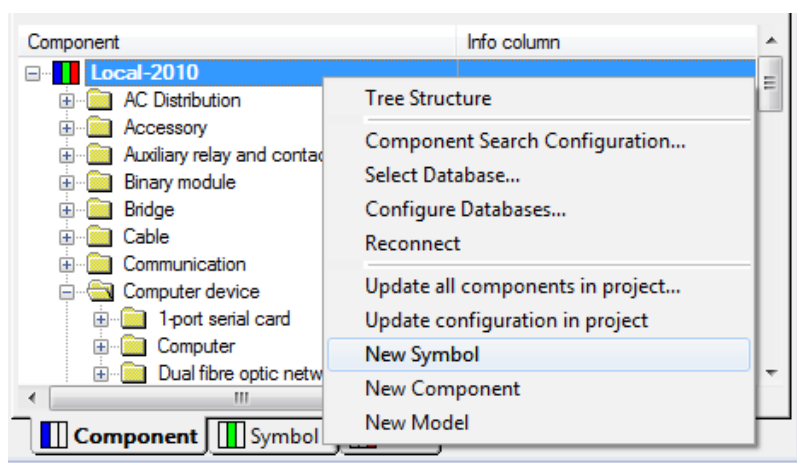
### 5.4.1 Tietokantaeditori

E<sup>3</sup>. -suunnitteluohjelmiston tietokantaeditorin käynnistäminen voidaan tehdä muutamalla eri tavalla. Kuvassa 15 on esitetty tietokantaeditorin avaaminen haluttaessa aloittaa täysin uuden symbolin, modelin tai komponentin luonti. Tällöin avataan *Tools* -valikon alta *Start Database Editor*. /7/



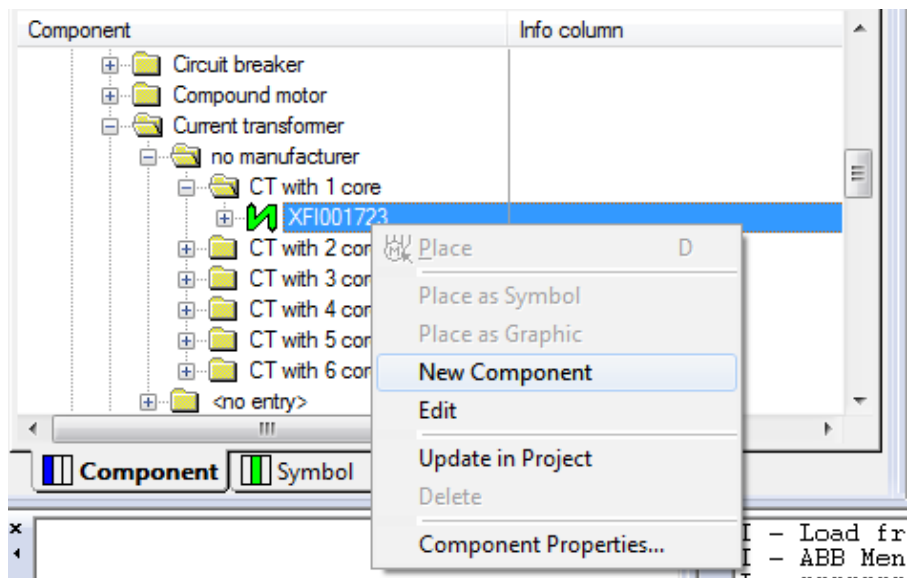
**Kuva 15.** Tietokantaeditorin käynnistäminen, ensimmäinen tapa

Toinen tapa avata tietokantaeditori on aktivoida tietokantaikkunassa apuvalikko hiiren oikealla painikkeella ja valita jokin vaihtoehtoista *New Symbol*, *New Component* tai *New Model*, riippuen haluaako tehdä uuden symbolin, komponentin vai layout-symbolin. Tietokantaeditorin avaaminen kuvaillulla tavalla on esitetty kuvassa 16. /7/



**Kuva 16.** Tietokantaeditorin käynnistäminen, toinen tapa

Tietokantaeditori voidaan avata käyttäen valmiina olevaa komponenttia, symbolia tai layout-symbolia pohjana uuden luonnille. Tällöin mennään tietokantaikkunassa olevan, esimerkiksi komponentin, päälle ja painetaan hiiren oikeaa painiketta ja valitaan *New Component*. Valinta on esitetty kuvassa 17. /7/

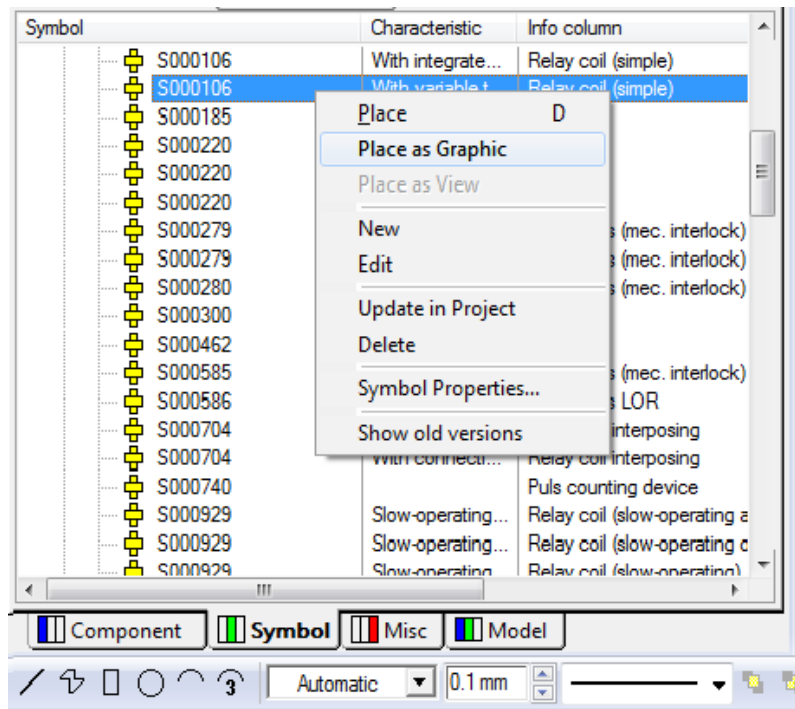


**Kuva 17.** Tietokantaeditorin käynnistäminen, kolmas tapa

Haluttaessa muokata valmiina olevaa komponenttia, symbolia tai layout-symbolia toimitaan samalla tavalla kuin edellä, mutta valitaan *Edit*.

Luotaessa uutta symbolia tietokantaeditorilla on periaatteessa suoritettava neljä vaihetta, jotka ovat symbolin grafiikan luominen, symbolin tietojen määrittely, kytkentäpisteiden määrittely ja ominaistekstien määrittely. Lisäksi symbolille on määriteltävä origo ja tilavaraus, joka kuvaa tilaa jonka symboli tarvitsee suunnittelussa. /7/

Symbolin grafiikka voidaan luoda käyttämällä grafiikkatyökaluja tai käyttämällä valmiina tietokannassa olevaa symbolia valitsemalla *Place as Graphic*, kuten kuvassa 18 on tehty. Kuvan alalaidassa näkyy grafiikkatyökalupalkki, jonka avulla voi piirtää erilaisia kuvioita. /7/



**Kuva 18.** Valmiin symbolin käyttö grafiikkana

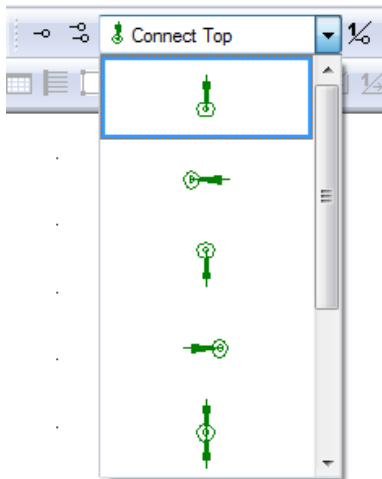
Symbolin tiedot voidaan määrittellä painamalla hiiren oikeaa painiketta työskentelyalueella ja valitsemalla apuvalikosta *Symbol Properties*. Avautuva ikkuna on esitettyä kuvassa 19. /7/

Name	Entry
02_Class	Coil
04_Description	Relay coil (simple)
10_Issued	2011-07-08/SL
11_Modified	<no entry>
Symbol norm	IEC vertical
Text variable (1)	<no entry>
Text variable (2)	<no entry>
Pin number (1)	<no entry>
Pin number (2)	<no entry>

### Kuva 19. Symbolin tietojen määrittely

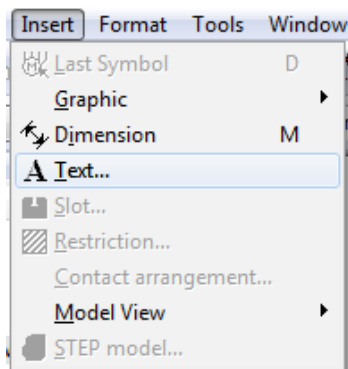
Grafiikkaan määritellään halutut kytkentäpisteet valitsemalla sopiva vaihtoehto *Node Symbol* -valikosta, kuten kuvassa 20 on esitetty. Esimerkiksi valittaessa *Connect Top* kytkentäpisteeseen tullaan ylhäältäpäin. Yksittäinen tai useampi kytkentäpiste voidaan sijoittaa *Node Symbol* -valikon vasemmalla puolella olevilla *Single Node* ja *Multiple Nodes* -painikkeilla. *Node Symbol* -valikon oikealla puolella on *Node Order* - painike, jolla voidaan vaihtaa kytkentäpisteiden järjestystä.





**Kuva 20.** Kytkeäpisteiden määrittäminen

Symbolin ominaistekstit voidaan määrittää joko *Insert* -alasuvalikosta valitsemalla tai käyttämällä tekstityöpalkkia. Määrittelytavat ovat esitettynä kuvissa 21 ja 22. /7/

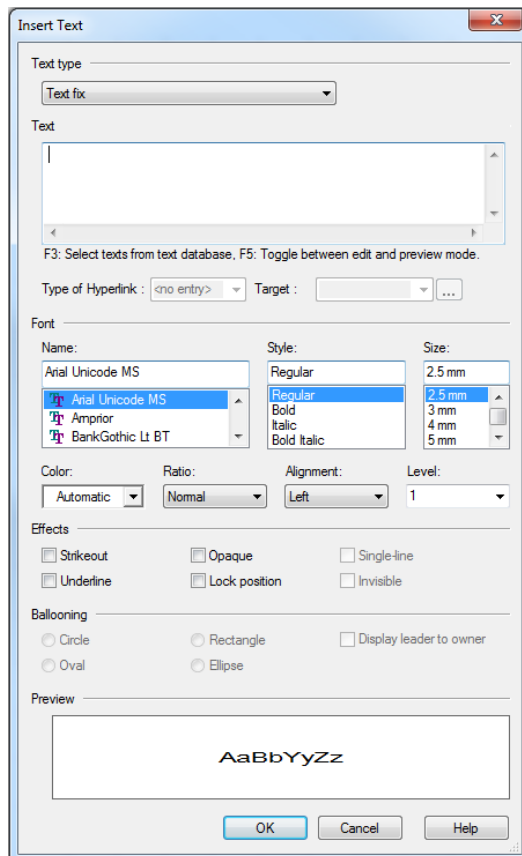


**Kuva 21.** Ominaiskirjoituksen määrittäminen, ensimmäinen tapa



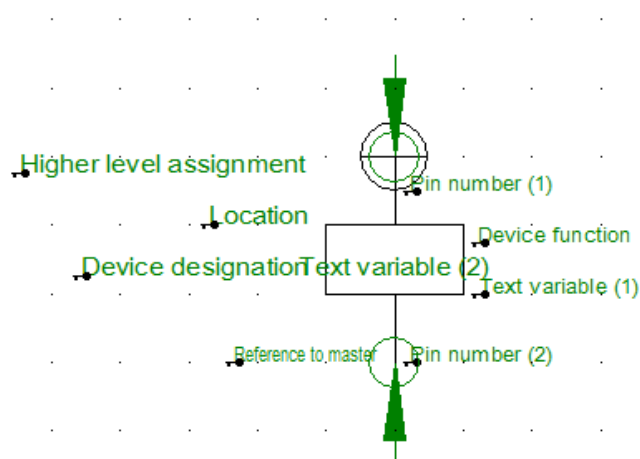
**Kuva 22.** Ominaiskirjoituksen määrittäminen, toinen tapa

Molemmilla vaihtoehdoilla voidaan valita ominaiskirjoituksen tyyppi ja muut tekstiin liittyvät ominaisuudet, jonka jälkeen teksti voidaan sijoittaa haluttuun paikkaan. Tekstin ominaisuuksien määrittäminen on esitetty kuvassa 23. /7/



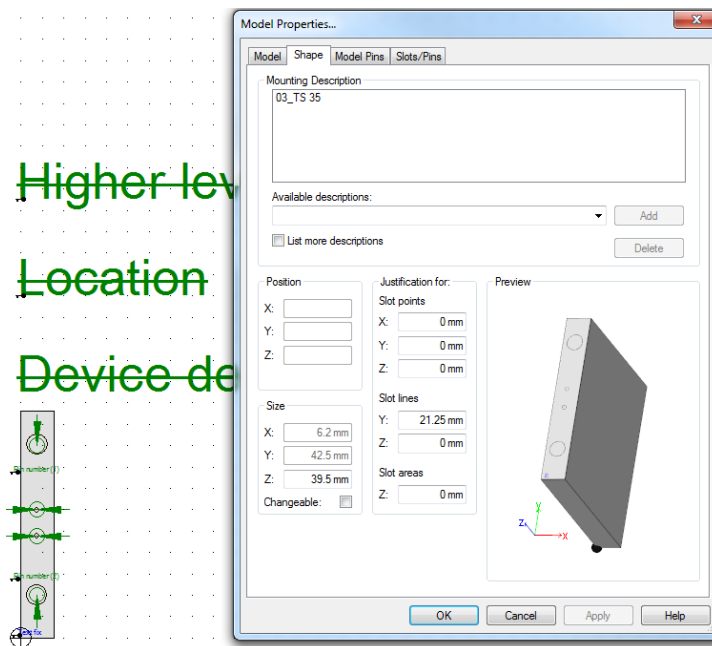
**Kuva 23.** Tekstin ominaisuuksien määrittely

Esimerkki luodusta symbolista kytkentäpisteinen ja ominaisteksteinen on esitetty kuvassa 24.



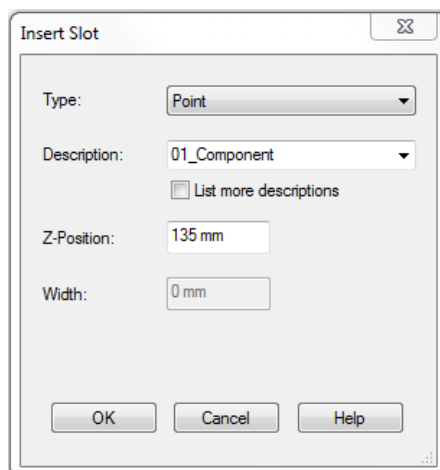
**Kuva 24.** Esimerkki symbolin luonnista kytkentäpisteinen ja ominaisteksteinen

Tehtäessä uutta layout-symbolia voidaan normaalin symbolin lailla aloittaa tyhjästä tai käyttää valmiina olevaa layout-symbolia pohjana. Myös layout-symbolille on määriteltävä omat tiedot, kytKentäpisteet ja ominaistekstit, kuten kuvassa 25. Layout-symboleille voidaan kohtaan *Mounting Description* määrittellä millaiselle alustalle se voidaan asentaa, esimerkiksi kuvan 25 tapauksessa layout-symbolin asennus tapahtuu 35 mm din-kiskolle. Kuvan 25 *Size* -kohdan alta voidaan muuttaa layout-symbolin Z-lukua eli symbolin syvyyttä. /7/



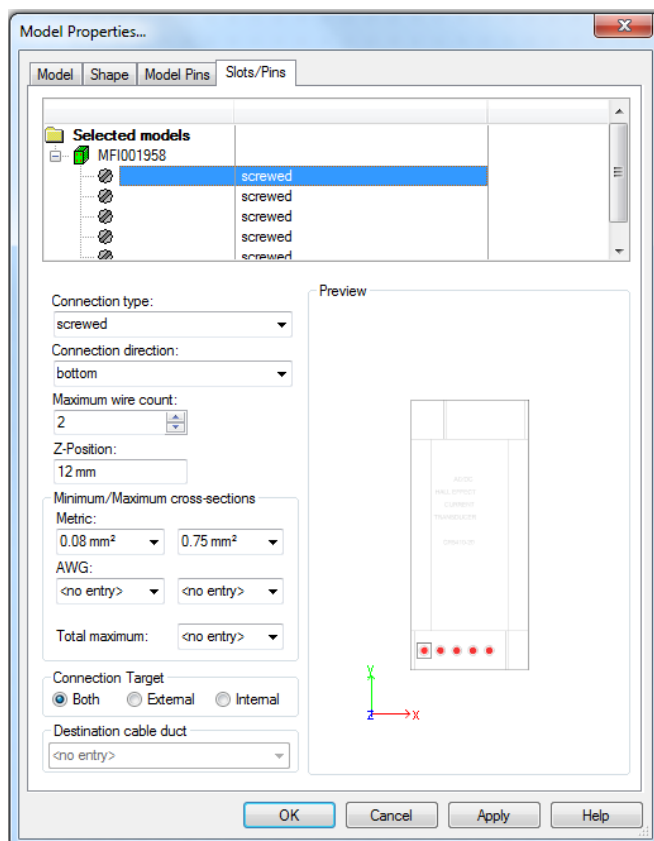
**Kuva 25.** Esimerkki layout-symbolin luonnista ja ominaisuuksista

Layout-symbolin päälle voidaan halutessa asettaa toinen layout-symboli tehdessä layout-kuvaa. Layout-symbolille on oltava määriteltynä *Slot point*, *line* tai *area*. Tällöin layout-symbolille voidaan määrittellä piste, linja tai alue, jolle toinen haluttu layout-symboli voidaan asettaa. *Description* -kohtaan määrittellään asennuspisteen, linjan tai alueen tyyppi. Asennuspaikalle asennettavan layout-symbolin *Mounting Description* on vastattava tätä aseteltua tyyppiä. Slot point, line tai area saadaan annettua *Insert* -valikon kohdasta *slot*. Avautuva ikkuna on kuvattuna kuvassa 26. /7/



**Kuva 26.** *Insert Slot* -ikkuna

Layout-symbolille annettujen kytkentäpisteiden ominaisuudet määritellään *Model Properties* -ikkunasta *Slots/Pins* -välilehden alta. Annettavia määrittelyjä ovat kytkennän tyyppi ja suunta, johtimien enimmäismäärä ja kytkentäpisteen paikka syvyys suunnassa. Kytkentäpisteille halutaan myös antaa pienin ja suurin mahdollinen johtimen pinta-ala kytkettäessä johtimia kytkentäpisteeseen. Kohtaan *Total maximum* annetaan suurin sallittu johtimien pinta-alan summa kytkettäessä useampi johdin kytkentäpisteeseen. Pinta-ala voidaan antaa joko neliömillimetreinä tai AWG:nä. Esimerkki kytkentäpisteiden ominaisuuksien määrittämisestä on esitettyä kuvassa 27. /7/



**Kuva 27.** Layout-symbolin kytkentäpisteiden ominaisuuksien määrittäminen

Komponentin luonnissa on neljä vaihetta; komponenttityypin määrittäminen, attribuuttien määrittäminen, komponentin rakenteen määrittäminen ja komponentin muokkaaminen. /7/

Komponentin luonnin alkaessa määritellään komponenttityyppi kuvassa 28 esitetyllä dialogilla. /7/

Component Wizard - Identification

Please select the type of component to be created.  
Define name and device letter code of the new component.

Type

- Standard device
- Cable
- Overbraid
- Wire Group
- Terminal
- Connector
- Subcircuit
- Block
- Assembly
- Hose/Tube

Base Settings

Name and device letter code of the new component:

Name:

Version:   current  old

Version text:

Device letter code:

Use attributes and structure of the following component:

Name:

Version:

Use supply for new component:

Use information from file:

...

< Back Next > Finish Cancel

### Kuva 28. Komponenttityypin määrittäminen

Seuraavaksi avautuvassa ikkunassa, joka on esitetty kuvassa 29, määritellään komponentin attribuutit. Attribuutit voidaan määrittellä ja niitä voidaan muokata myös valitsemalla *Component properties*. //

Component Wizard - Properties

Please enter the component-specific attributes.  
Select the 'Name' column to add attributes.

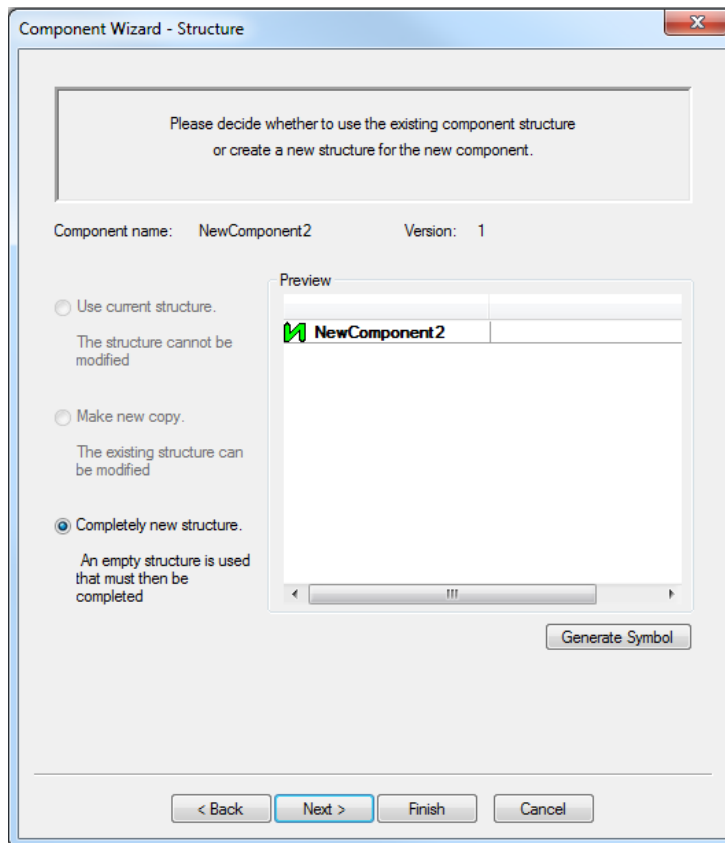
Component name: NewComponent1      Version: 1

Name	Entry
01_SAP ID	<no entry>
02_Class	<no entry>
03_Group	<no entry>
04_Description	<no entry>
05_Type designation	<no entry>
06_Technical data	<no entry>
07_Remark	<no entry>
08_Manufacturer	<no entry>
09_Manufacturer number	<no entry>
10_Issued	<no entry>
11_Modified	<no entry>

< Back    Next >    Finish    Cancel

### Kuva 29. Komponentin attribuuttien määrittäminen

Komponentin rakennetta määriteltäessä voidaan käyttää toista komponenttia pohjana, jolloin komponentilla on samat symbolit ja layout-symbolit. Muokattaessa näin tehtyä komponenttia muutokset tulevat voimaan kaikkiin komponentteihin, jotka käyttävät samaa rakennetta. Toinen tapa on luoda kopio valmiina olevan komponentin rakenteesta, jolloin komponenttiin tehdyt muokkaukset eivät vaikuta muihin komponentteihin. Komponentille voi luoda myös täysin uuden rakenteen tyhjältä pohjalta. Komponentin rakenteen määrittäminen on esitetty kuvassa 30. /2/



### Kuva 30. Komponentin rakenteen määrittäminen

Määrittelyjen jälkeen komponenttia voidaan muokata. Työskentelyalueelle voidaan lisätä ja sieltä voidaan poistaa symboleja ja layout-symboleja sekä tehdä haluttuja määrittelyjä. /7/



## 6 KOMPONENTTIKOKONAISUUKSIEN SUUNNITTELU JA LUONTI

Osa tarvittavista komponenteista löytyy ABB:n tietokannasta, mutta osa jouduttiin luomaan tietokantaan. Luotavat komponentit olivat CR Magneticsin Hall-anturi, ABB:n REC603 langaton ohjain, Phoenix Contactin Trabtech PT2-PE/S - ylijännitesuoja ja Arcolin FPA100 RJ10 -kuormitusvastus. Yksittäisten komponenttien lisäksi oli luotava mallipohjia, joita voitaisiin käyttää tulevissa erotinalasemiin liittyvissä projekteissa.

### 6.1 Yksittäisten komponenttien luonti

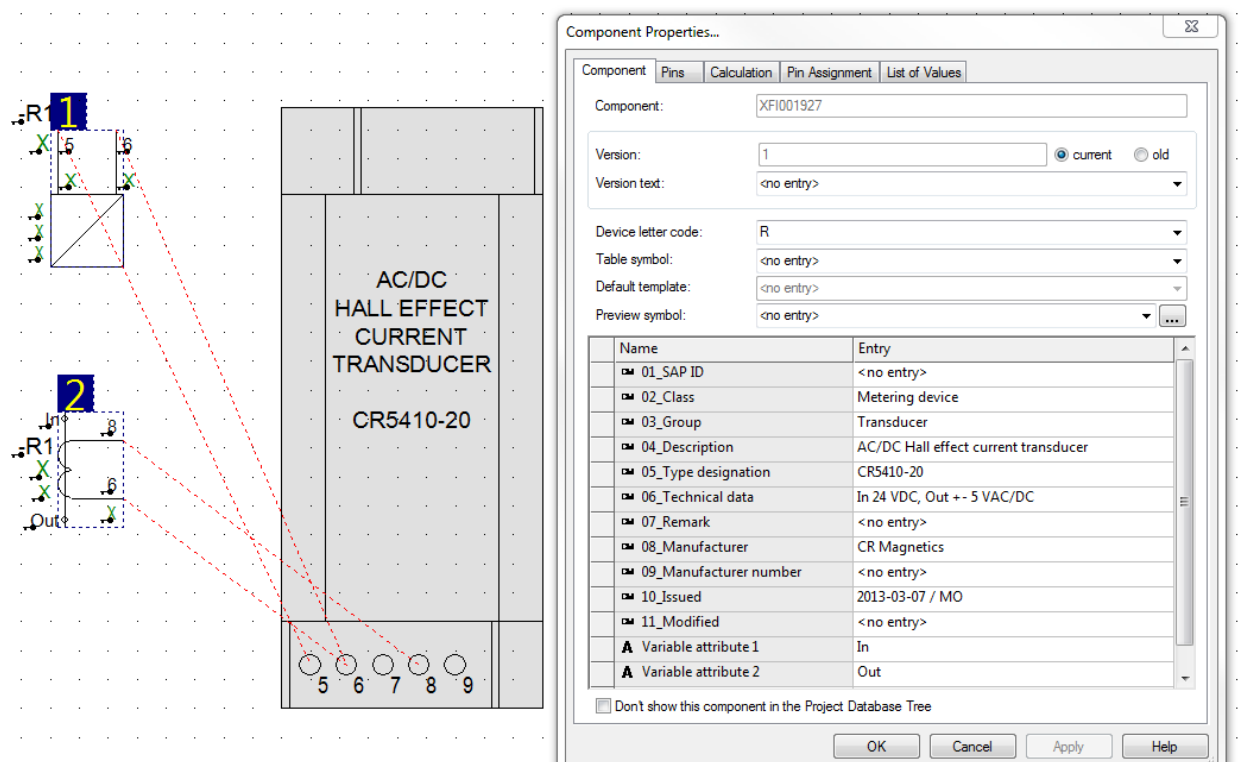
Yksittäisiä komponentteja luotaessa oli etsittävä tehtävien komponenttien datalehtiä, joista ilmeni komponentin tekniset tiedot. Layout-symbolia luotaessa oli tiedettävä myös fyysiset mitat. Piirikaaviosymbolien luomiseen oli hyvä käyttää esimerkkinä vanhojen projektien dokumentaatioita, kuten AutoCAD -kuvia. Kannattavaa oli myös hyödyntää tietokannassa valmiina olevia vastaavantyyllisiä komponentteja, symboleja ja layout-symboleja.

Hall-anturin teossa ei löytynyt tietokannasta vastaavaa komponenttia. Internetistä löytyvästä datalehdessä saatiin Hall-anturin ulkoiset mitat, tekniset tiedot sekä kytkentäpisteiden tiedot. ABB Substation Automation Systemsillä on tiloissaan viallinen Hall-anturi, josta otettiin mallia piirtämiseen. Hall-anturille tarvittiin kaksi piirikaaviosymbolia, joista toinen kuvaa Hall-anturin sähkönsyöttöä ja toinen anturin keskellä olevaa reikää, jonka läpi johtimet viedään ohjausvirran mittaamiseksi. Sopivat symbolit löytyivät ABB:n tietokannasta. Lisäämällä *Component properties* -ikkunasta *Variable attribute 1* ja *Variable attribute 2* saatiin virranmittausta kuvaavaan symboliin näkyviin, mistä suunnasta johdin tuodaan sisään ja mistä ulos.

Hall-anturin layout-symboli luotiin datalehden mittojen perusteella sekä käytössä ollutta fyysistä Hall-anturia mallina käyttäen. Hall-anturin väri on vihreä, mutta layout-symbolien väreiksi on sovittu käytettävän harmaata. Väri saatiin määri-

teltyä *Graphic properties* -valikosta. Layout-symbolille määriteltiin myös kytkentäpisteiden ominaisuudet, jotka saatiin datalehddestä.

Kuvassa 31 on esitetty komponentin luonti-ikkuna sisältäen tehdyn layout-symbolin, piirikaaviosymbolit sekä kytkentäpisteiden väliset linkitykset. Kuvasta ilmenee myös *Component properties* -ikkunasta määritellyt komponenttikohdaiset tiedot. Määriteltäviä tietoja olivat komponentin luokka, valmistaja, kuvaus, tyyppi ja tekniset tiedot.



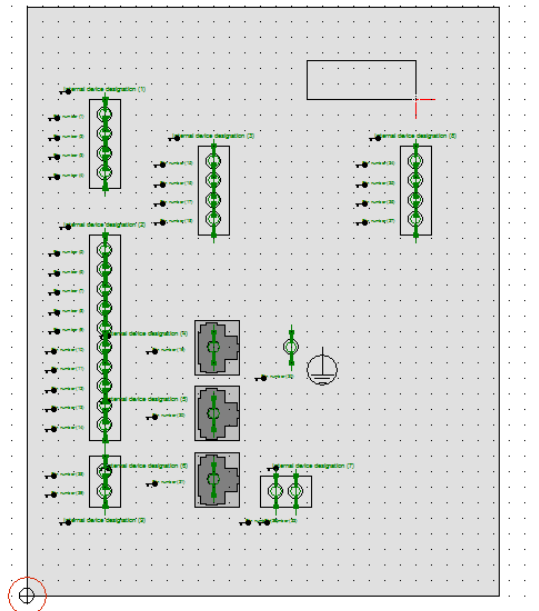
**Kuva 31.** CR5410-20 komponentin luonti

REC603:n layout-symbolia luotaessa käytettiin pohjana tietokannasta löytyvää REF601:ä, joka on esitettyä kuvassa 32.

Higher level assignment

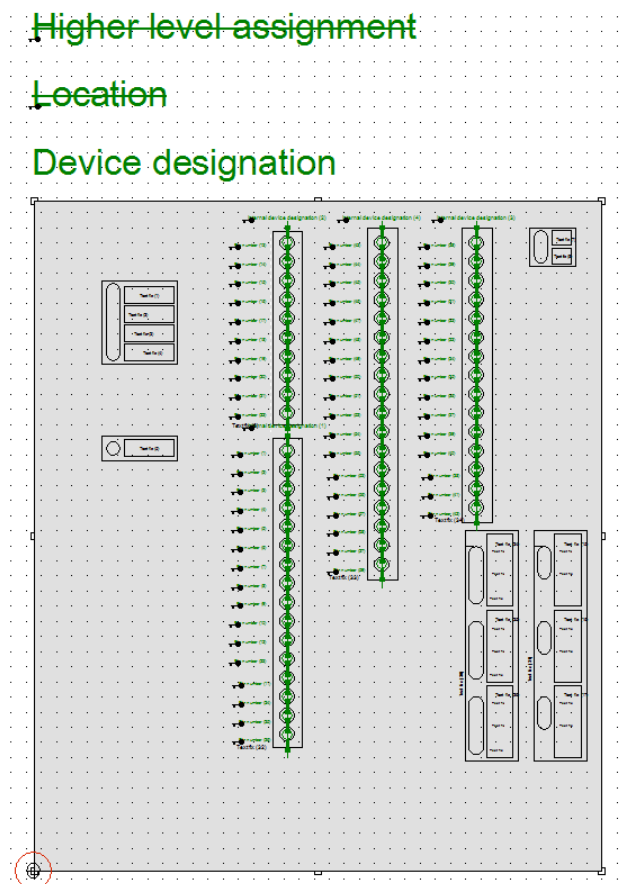
Location

Device designation



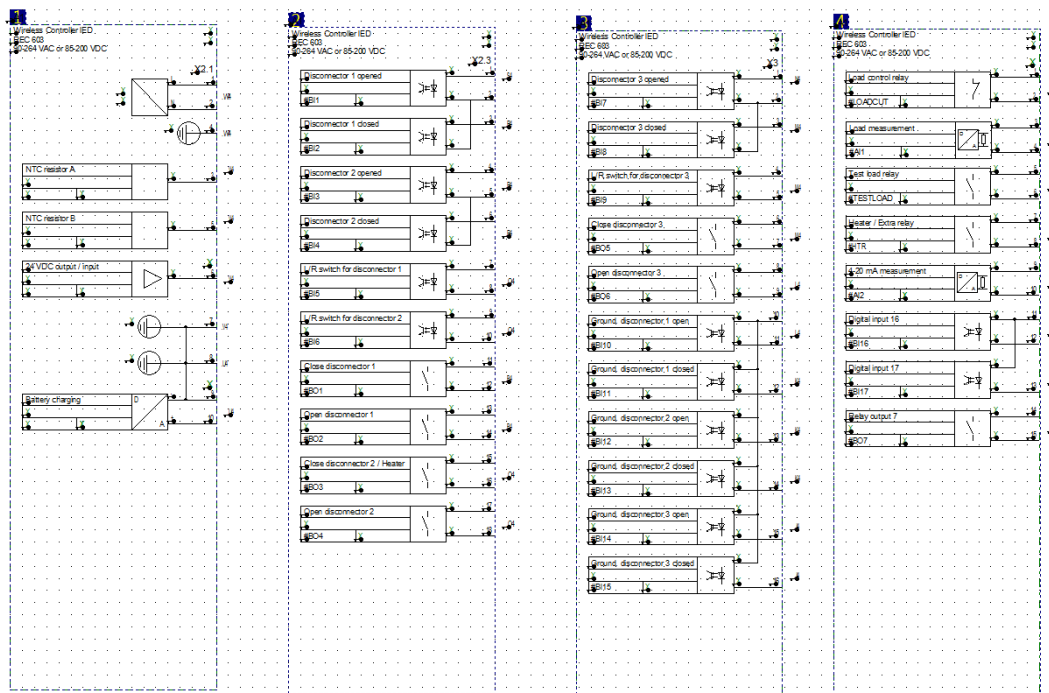
**Kuva 32.** REF601:n layout-symboli

REC603:n varten tehtiin paljon muutoksia pohjana käytettyyn layout-symboliin. REC603:n Technical Manualista saatiin ulkoiset mitat, ja liittimien ja LEDien etäisyydet mittaamalla REC603:sta. Tarkastelemalla Technical Manualin kuvia ja REC603:a saatiin hyvä kuva luotavan komponentin ulkoisesta olemuksesta. REC603 asennetaan 35 mm din-kiskoon, joten asennustavaksi piti määrittää 03\_TS 35. Asennuspiste määriteltiin korkeussuunnassa puoleen väliin, jotta layout-symboli asennetaan keskeltä asennuskiskoon. Tämän lisäksi määriteltiin kytkentäpisteiden ominaisuudet, kuten kytkennän tyyppi, suunta sekä pienimmät ja suurimmat sallitut poikkipinta-alat. Kuva 33 esittää REC603:n valmista layout-symbolia.



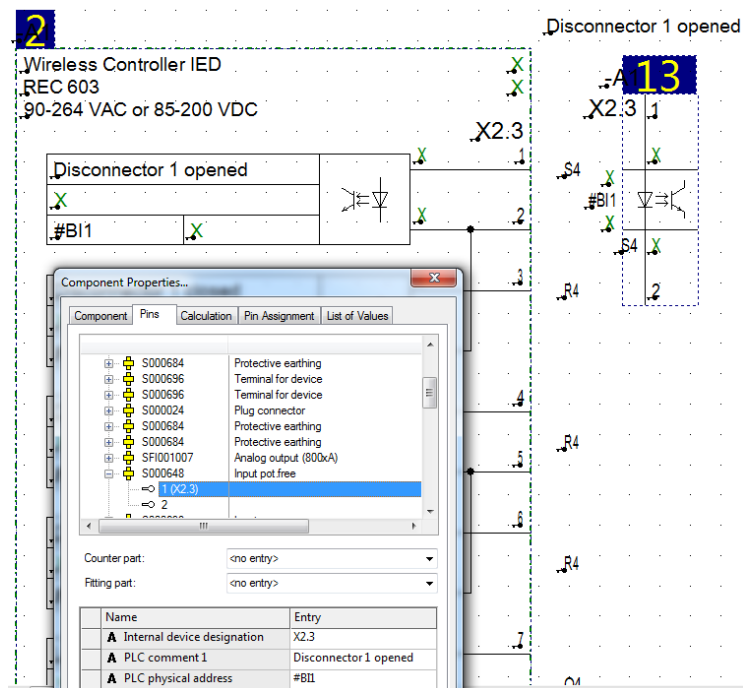
**Kuva 33.** REC603 layout-symboli

IED-komponentteja luotaessa tehdään IED-referenssitaulut, jotka viitataan käytettyihin symboleihin. REC603:a varten luotiin neljä eri referenssitaulua, jotka kuvaivat kukin yhtä liitinrimaa. Referenssitaulut tehtiin ottaen mallia tietokannassa olevista referenssitauluista ja katsoen REC603:n Technical Manualista liitinten kytkentätaulukot ja kuvaukset. Liitinrimojen X2.1, X2.3, X3 ja X4 IED-referenssitaulut ovat esitettynä kuvassa 34.



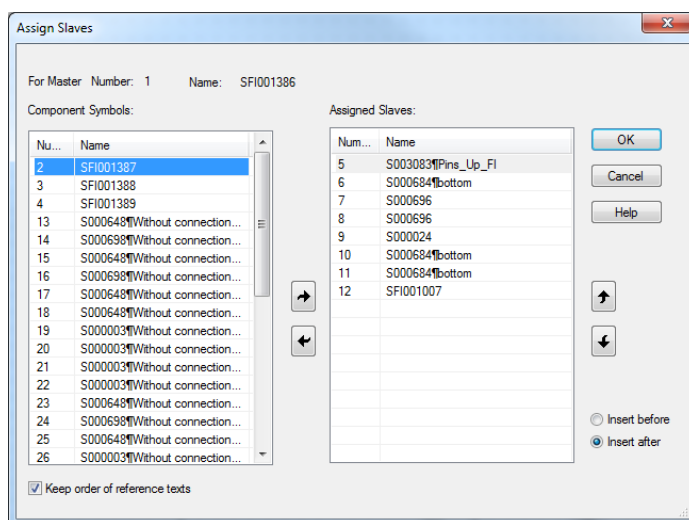
**Kuva 34.** REC603 IED-referenssitaulut

Tietokannasta haettiin käytettävät piirikaaviosymbolit, jonka jälkeen IED referenssitaulut ja symbolit laitettiin järjestykseen *Symbol Order* -toiminnolla. Järjestys asetettiin siten, että referenssitaulut asetettiin symboleiksi 1-4, jonka jälkeen piirikaaviosymbolit liitinkohtaisessa järjestyksessä. Tämän jälkeen tuotujen symbolien halutut attribuutit yhdistettiin referenssitaulun attribuutteihin. Yhdistämisen jälkeen *Component properties* -ikkunasta *Pins* -välilehdeltä saatiin määriteltyä halutut attribuuttitekstit näkyviin sekä referenssitauluilla että piirikaaviosymboleilla. Kuvassa 35 näkyy esimerkki attribuuttitekstien määrittelystä ja niiden esiintymisestä symboleilla.



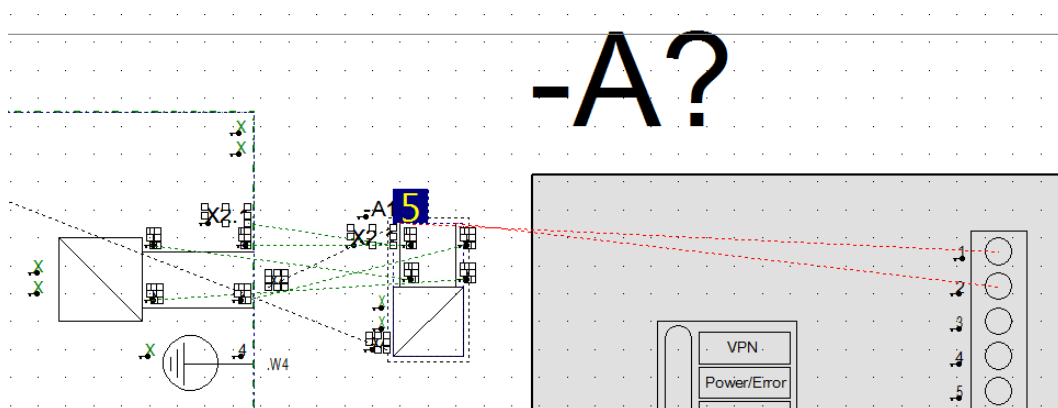
**Kuva 35.** Referenssitaulun ja symbolin attribuuttitekstit

Painamalla hiiren oikeaa painiketta referenssitaulun päällä ja valitsemalla *Master/Slave Arrangement* asetettiin referenssitaulun ja symbolien välille master-slave suhde. Avautuvassa ikkunassa on listattuna komponentin symbolit numerojärjestyksessä ja symbolit voidaan asettaa referenssitaulun orjiksi siirtämällä ne nuolinäppäimellä *Assigned slaves* -valikkoon. Kuvassa 36 on symbolit 5-12 asetettu referenssitaulun orjiksi.



**Kuva 36.** Master-slave suhteen asettelu

Tuotujen symbolien kytkentäpisteet yhdistetään normaalin komponentin luonnin tapaan layout-symbolin kytkentäpisteisiin, jolloin kytkentäpisteille voidaan määrittellä yhteiset nimet. Kuvassa 37 on esitetty syöttöä kuvaavan symbolin attribuuttitekstien yhdistys referenssitauluun ja kytkentäpisteiden kytkeminen layout-symbolin kytkentäpisteisiin.



**Kuva 37.** Symbolien ja layout-symbolin väliset yhdistykset

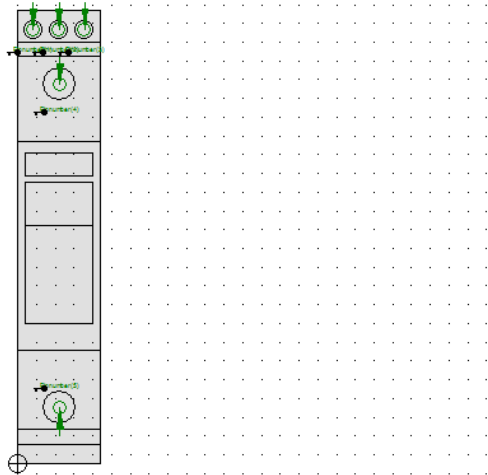
Ennen komponentin tallentamista syötettiin halutut komponentin ominaisuudet, kuten komponentin luokka ja kuvaus komponentista. Muita annettuja ominaisuuksia olivat valmistaja, komponentin kirjainkoodi, valmistajan tuotenumero, syöttöjännite, laitteen käyttötarkoitus ja laitetunnus.

Trabtech PT2-PE/S -ylijännitesuojalle voitiin käyttää pohjana tietokannasta löytyvää Phoenix Contactin VAL-MS 230/FM -ylijännitesuojan layout-symbolia, joka on esitettyä kuvassa 38. Pohjaan tehtyjä muutoksia olivat layout-symbolin koon muuttaminen grafiikan asetuksista, kytkentäpisteiden paikkojen ja määrien muutokset sekä layout-symbolin oikeiden tietojen määrittäminen. Annettuja tietoja olivat layout-symbolin luokka sekä kuvaus. Layout-symbolilla oli valmiina asetettu asennustavaksi 35 mm din-kisko ja asennuslinjaksi annettiin layout-symbolin keskikohta.

## Higher level assignment

### Location

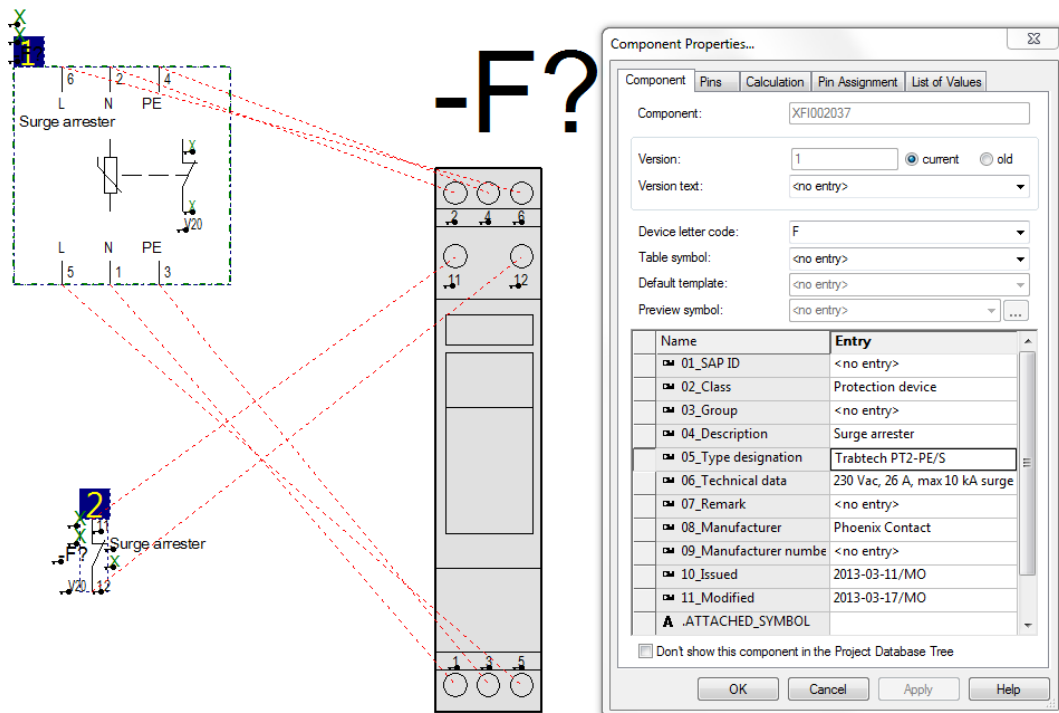
### Device designation



**Kuva 38.** VAL-MS 230/FM -ylijännitesuojan layout-symboli

Komponentille luotiin kaksi symbolia, joista toinen, avautuva kosketin, löytyi valmiina tietokannasta. Toinen luotu symboli kuvaa vaihejännitteen, nollan ja maadoituksen liityntöjä. Tähän symboliin saatiin malli vanhasta erotinala-asema -projektin AutoCAD -kuvasta. Trabtech PT2-PE/S:n layout -symboli ja piirikaa-viosymbolit komponentin luonti-ikkunassa on esitetty kuvassa 39. Kuvassa 39 nähdään myös symbolien ja layout-symbolin kytkentäpisteiden väliset yhteydet sekä *Component properties* -ikkunassa aseteltavat komponenttikohtaiset tiedot.

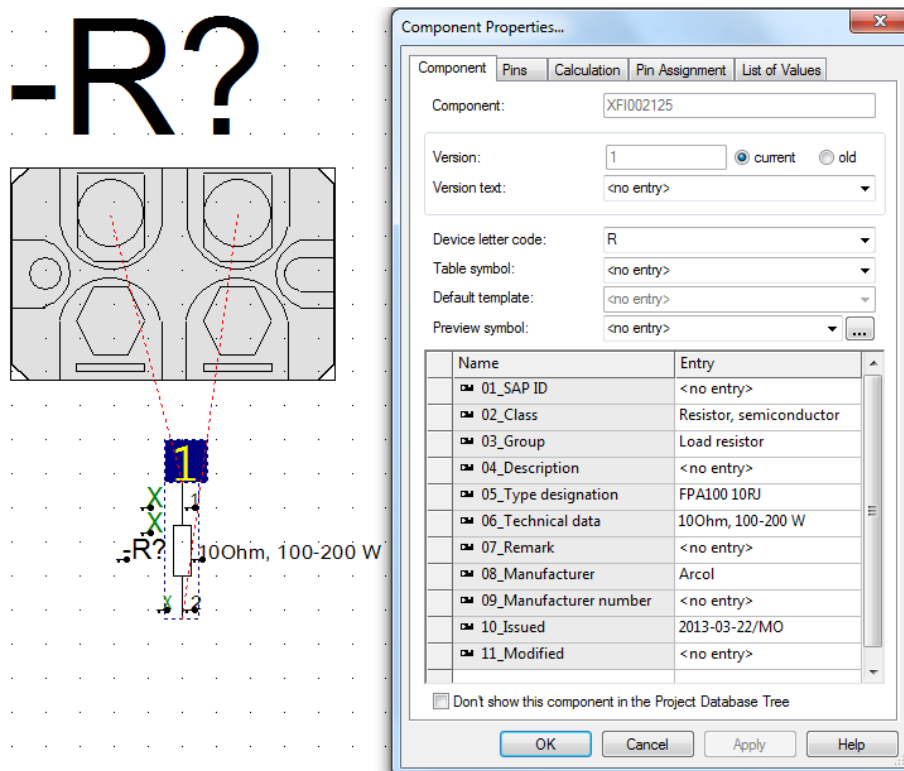




**Kuva 39.** Trabtech PT2-PE/S komponentin luonti

Arcol FPA100 RJ10 -kuormitusvastukselle käytettiin piirikaaviosymbolina tietokannasta löytyvää vastuksen symbolia, mutta pohjaksi sopivaa layout-symbolia ei löytynyt tietokannasta. Internetistä löytyvästä datalehdessä saatiin uuden layout-symbolin luontia varten fyysiset mitat kyseiselle mallille ja tarkempia mittauksia suoritettiin osastolta löytyvän mallikappaleen avulla. *Model properties* -ikkunaan syötettiin layout-symbolin tyyppi FPA100 RJ10 ja luokka johon luotava layout-symboli kuuluu. Kuormitusvastus asennetaan asennuslevyyn, joten *Mounting Description* -kohtaan määriteltiin 01\_Component.

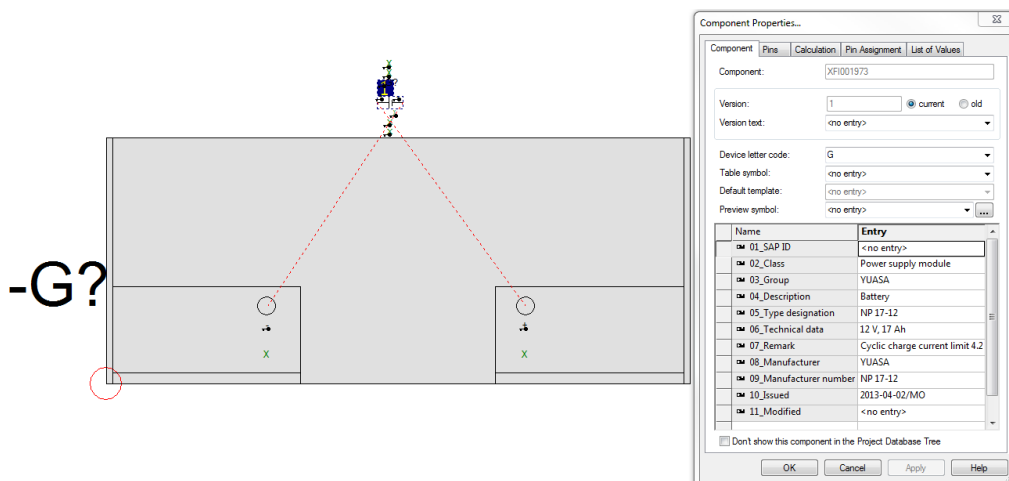
Kuormitusvastuksen komponentin luonnissa yhdistettiin layout-symbolin kytkentäpisteet piirikaaviosymbolin kytkentäpisteisiin, minkä jälkeen komponentille aseteltiin halutut tiedot, kuten vastuksen teho ja sen suuruus ohmeina. Tämän lisäksi määriteltäviä tietoja olivat komponentin luokka sekä vastuksen tyyppi ja valmistaja. Kuva 40 esittää kuormitusvastus-komponentin luontia. Kuvasta näkyy layout-symbolin ja symbolin kytkentäpisteiden linkitys sekä *Component properties* -ikkuna.



**Kuva 40.** FPA100 RJ10 -kuormitusvastuksen komponentin luonti

Tietokantaan luotiin erotinala-asetilla käytettävä akkutyypin YUASA NP 17-12. Tietokannasta löytyi sopiva akkua kuvaava piirikaaviosymboli, mutta pohjaa tehtävälle layout-symbolille ei löytynyt. Layout-symbolin fyysiset mitat saatiin internetistä löytyvästä datalehdessä ja *Model properties* -ikkunaan syötettiin halutut tiedot.

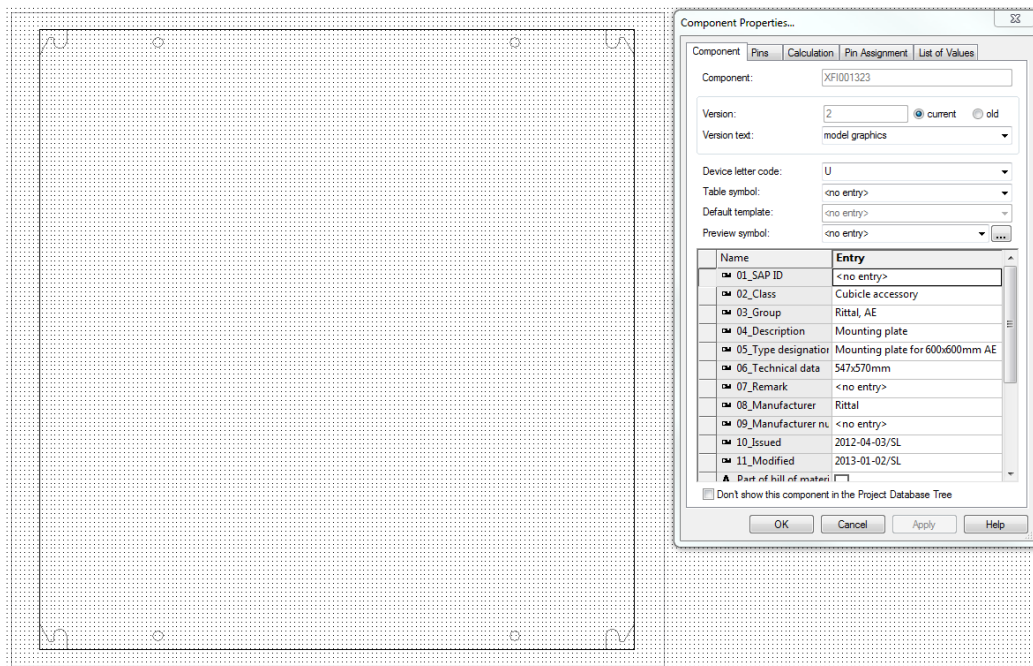
Luotaessa komponentti YUASA NP 17-12:lle lisättiin halutut komponentin tiedot, jotka olivat komponentin luokka, kuvaus, tyyppi, valmistaja ja tekniset tiedot. Lisäksi yhdistettiin layout-symbolin kytkentäpisteet piirikaaviosymbolin kytkentäpisteisiin, jolloin molemmat symbolit saivat halutut kytkentäpisteiden tekstit *Pin Assignment* -välilehden määrittelyjen mukaan. Kytkentäpisteiden teksteiksi määriteltiin + ja - kuvaamaan akun positiivista ja negatiivista napaa. Kuvassa 41 näkyy komponentin luonti-ikkuna, jossa nähdään luotu layout-symboli ja käytetty piirikaaviosymboli sekä komponentin ominaisuuksien määrittelyt.



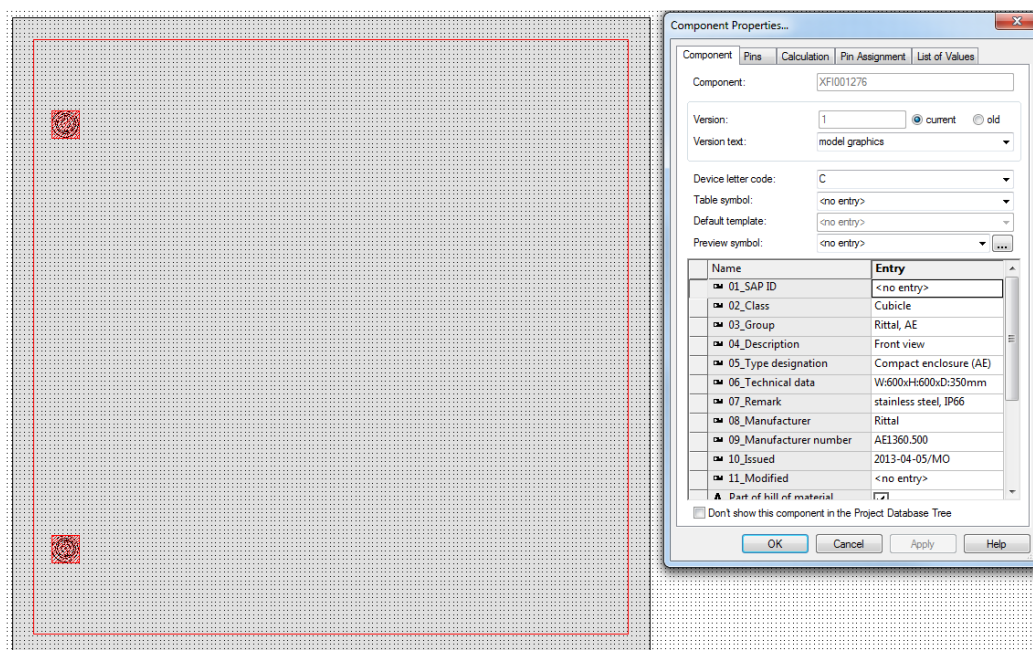
**Kuva 41.** YUASA NP 17-12 -komponentin luonti

Lopuksi tarkistettiin löytyykö erotinala-asemaprojekteissa käytettyä Rittal AE 1360.500 -kaappityyppiä tietokannasta. Kyseisen kaappityypin korkeus on 600 mm, leveys 600 mm ja syvyys 350 mm. Tietokannasta löydettiin käyttökelpoisia komponentteja, mutta joitain muutoksia oli tehtävä, sillä tietokannan kaappityyppien syvyys ei vastannut haluttua. /2/

Projektien layout-kuvissa on hyvä esittää ainakin kaappien etunäkymä, etuovi (jos erikseen etunäkymästä), sivunäkymä ja asennuslevy, johon komponentit asetellaan. Asennuslevyn saa laitettua etunäkymän päälle eli kaapin sisään, samoin etuovi voidaan asettaa etunäkymän päälle.. ABB:n tietokannasta löydettiin valmiina asennuslevyn komponentti sekä layout-symboli etunäkymälle. Etunäkymästä oli luotava uusi komponentti, koska tietokannassa valmiina oleva on tehty 210 mm syvälle mallille. Tehdessä etunäkymän komponenttia käytettiin 210 mm syvää mallia pohjana, jolloin ainoana muutoksina komponentin ominaisuuksiin vaihdettiin oikea syvyys ja valmistusnumeroksi kaappityypin malli AE 1360.500. Käytettävän kaappityypin asennuslevyn ja etunäkymän komponentit on esitetty kuvissa 42 ja 43.



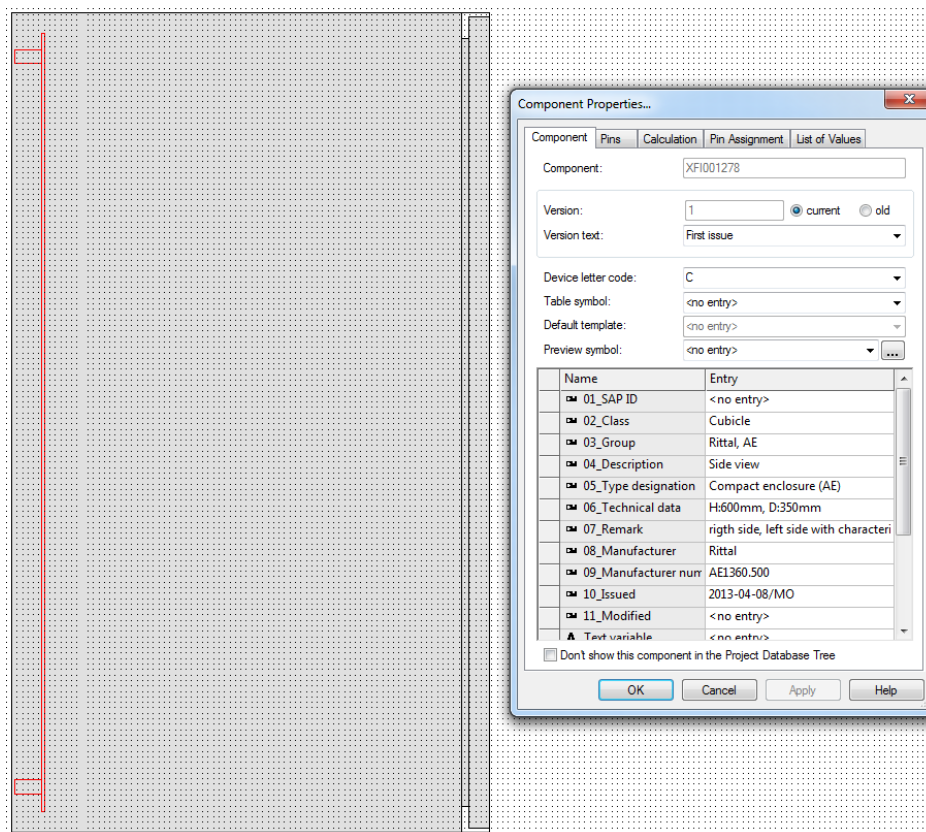
**Kuva 42.** Asennuslevyn komponentti



**Kuva 43.** Etunäkymän komponentti

Sivunäkymästä löydettiin tietokannasta layout-symboli ja komponentti 210 mm syvään malliin, joten oli luotava uusi layout-symboli käytettävään 350 mm syvään malliin. Tämä onnistuttiin tekemään käyttämällä 210 mm syvää layout-symbolia pohjana, jolloin oli muutettava vain symbolin kokoa. Oikean mallin komponentin

luonnissa lisättiin oikea layout-symboli ja täytettiin halutut tiedot komponentin ominaisuuksiin, kuten kaapin valmistaja, tyyppi, kuvaus ja tekniset tiedot. Luotu sivunäkymän komponentti on esitettyä kuvassa 44.



**Kuva 44.** Sivunäkymän komponentti

Työn liitteinä olevista mallipohjista nähdään layout-kuvat, joista nähdään luodut komponentit käytännössä.

## 6.2 Mallipohjat

Tulevia projekteja varten on järkevää suunnitella pohjia, joita voidaan muokata projektin tarpeiden mukaisesti. Erotinala-aseilla voidaan käyttää joko yhtä REC603:a, jolloin ohjataan yhdestä kolmeen moottoriohjattua erotinta, tai kahta REC603:a, jolloin ohjataan neljästä kuuteen moottoriohjattua erotinta. Molemmista tilanteista nähtiin hyväksi luoda E<sup>3</sup> -tiedostot, joita käytetään uusissa projekteissa.

Pohjien luonnille apuna käytettiin vanhoja projekteja, joissa oli yhdestä kolmeen tai neljästä kuuteen moottoriohjattua erotinta. Projektien osaluetteloista nähtiin tarvittavat komponentit ja AutoCAD -piirroksista tehdyt kytkennät sekä layout-kuva. Aloitettiin yhden REC603:n sisältävän pohjan luonnista, koska yhden REC603:n projekti sisältää vähemmän komponentteja ja kytkentöjä ja kahden REC603:n mallia luotaessa käytetään valmista yhden REC603:n mallia pohjana.

### 6.2.1 Kolmen moottoriohjattavan erottimen mallipohja

Projektien piirtämismalli oli AutoCADilla toteutettu liitinrimakohtaisesti, jolloin esimerkiksi ensimmäisellä sivulla oli esitettyinä X2.1 -liitinriman kytkennät, kuten kuvassa 45 on esitetty.



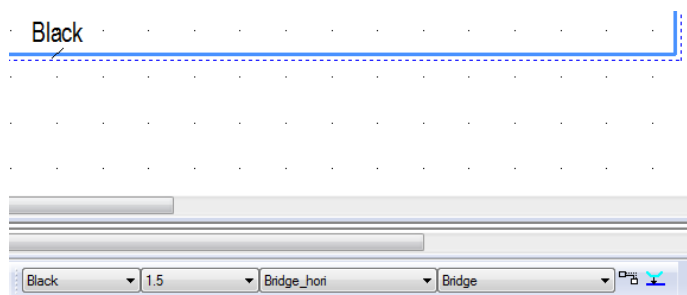
**Kuva 45.** AutoCADilla toteutettu liitinrimakohtainen piirtämismalli

E<sup>3</sup>:lla piirtämismalliksi valittiin vähemmän tilaa vievä tyyli, jossa liittimien kytkennät kuvataan symboleilla, jotka ovat liitettyinä REC603:n kytkentäpisteisiin ja viitetauluihin, kuten REC603:n luontivaiheessa kuvattiin. Sivut eivät etene liitinrimakohtaisesti, kuten AutoCADissa, vaan ensimmäisellä sivulla esitetään 230 VAC:n sähkönsyöttö, toisella sivulla 24 VDC:n sähkönjakelu, kuten akkujen lataus, sekä mittauksia, kuten Hall-anturiin perustuva ohjausvirran mittaus ja sivuilla 3 ja 4 moottoriohjattujen erottimien tilatiedot ja ohjaukset.

Piirikaaviokuvien piirto onnistui hyvin vanhojen kuvien pohjalta, joista nähtiin tehdyt kytkennät selkeästi. Muutoksia AutoCADilla tehtyyn pohjaan oli kytkentäpisteiden välisten hyppyjohtimien poistaminen ja kyseisten kytkentöjen tekeminen lisäämällä riviliittimiä, jolloin kytkennät selkeytyivät, esimerkiksi REC603:n maadoituskytkennöille lisättiin omat PE -riviliittimensä. Lisäksi tarkasteltiin kytkentöjen järjestyksen niiden kulkeman välimatkan ja piirikaaviokuvan selkeyden suhteen, jolloin voitiin halutessa vaihtaa kytkentää riviliittimeltä toiseen kuitenkin

kaan erotinala-aseman toiminnallisuuteen vaikuttamatta. Johtimien kulkema välimatka nähtiin parhaiten layout-kuvasta, johon otetaan kantaa edempänä.

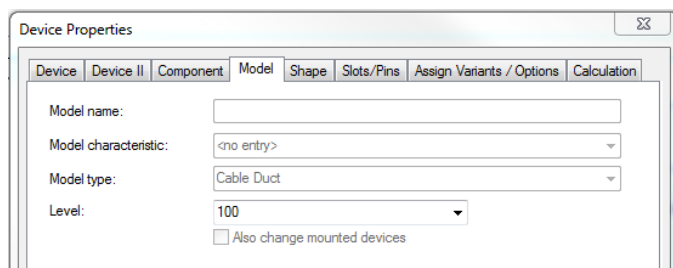
Kytkentöjen piirtämisen jälkeen aseteltiin halutut johdintyypit komponenttien välille. Erotinala-aseman kytkennöissä käytettiin pääasiassa mustia  $1.5 \text{ mm}^2$  johtimia, poikkeuksena akkujen johdot, jotka olivat poikkipinnaltaan  $6 \text{ mm}^2$ , sekä Hall-anturin  $0.75 \text{ mm}^2$  johtimet. Maadoitusjohtimien väriksi valittiin standardien mukaan keltavihreä ja akkujen miinusjohtimelle käytettiin sinistä väriä. Yhdistettyjen riviliittimien välille aseteltiin halutuntyyppiset sillat. Johdintyyppien valinta tapahtui käyttämällä *Wire setting toolbaria*, josta voitiin valita johtimen väri sekä poikkipinta-ala, minkä jälkeen painettiin *Insert default wires* -painiketta ja aseteltiin johdintyyppi halutun kytkennän päälle. Aseteltu johdin näkyy kytkennän vieressä kulkevana katkopisteiviivana engineering -näkyvässä sekä esimerkiksi mustan johtimen tapauksessa tekstillä ”Black”. Esimerkki johdintyyppien valinnasta on esitettyä kuvassa 46.



**Kuva 46.** Johdintyyppien valinta

Suunnittellessa layout-kuvaa tutkittiin vanhojen projektien kaappikuvia, joista saatiin käsitys aseteltavien komponenttien järjestyksestä. Erotinala-asemissa ei käytetä johtokouruja johdotuksiin, mutta E<sup>3</sup>. tarvitsee layout-kuvaan automaattisen kytkentätyökalun toimintaan johtokourut. Automaattista kytkentätyökalua E<sup>3</sup>. tarvitsee johtimien pituuksien mittausta varten. Automaattisen kytkennän jälkeen layout-kuvasta voidaan myös tarkastella, ovatko kytkentöjen reitit järjeviä kaapin sisällä.

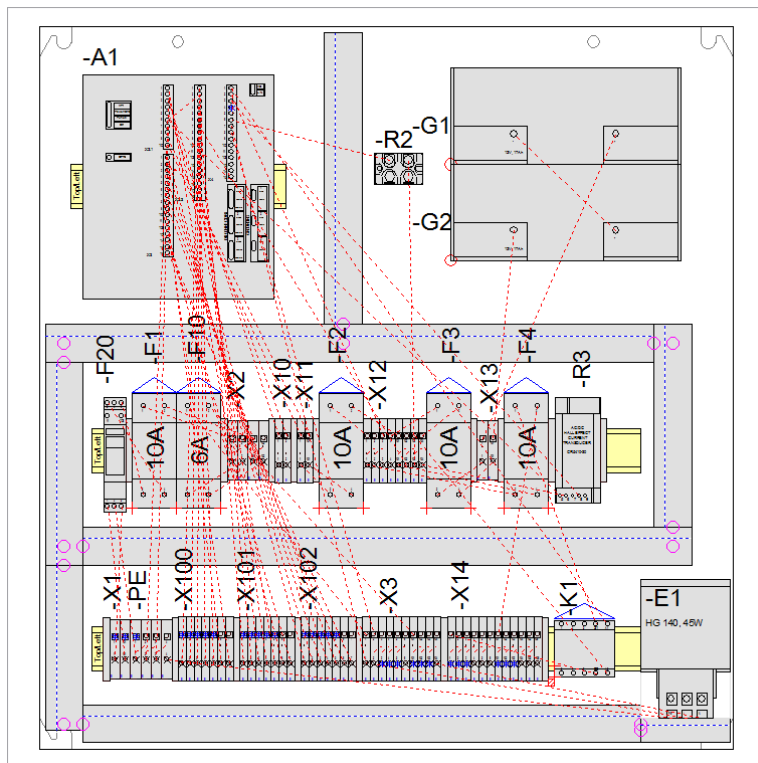
Kaappikuvaan aseteltiin johtokourut käyttämällä *Insert Cable Duct* -painiketta. Johtokourujen *Device Properties* -ikkunan *Model* -välilehdeltä aseteltiin tasoksi 100, jolloin johtokourut eivät näy asiakastulostuksissa tai laiteluettelossa. Myöskään johtokourujen koolla tai täyttöasteella ei ollut väliä, koska fyysisiä johtokouruja ei erotinala-asemaan asenneta. Johtokourujen tason asettaminen on esitettyä kuvassa 47.



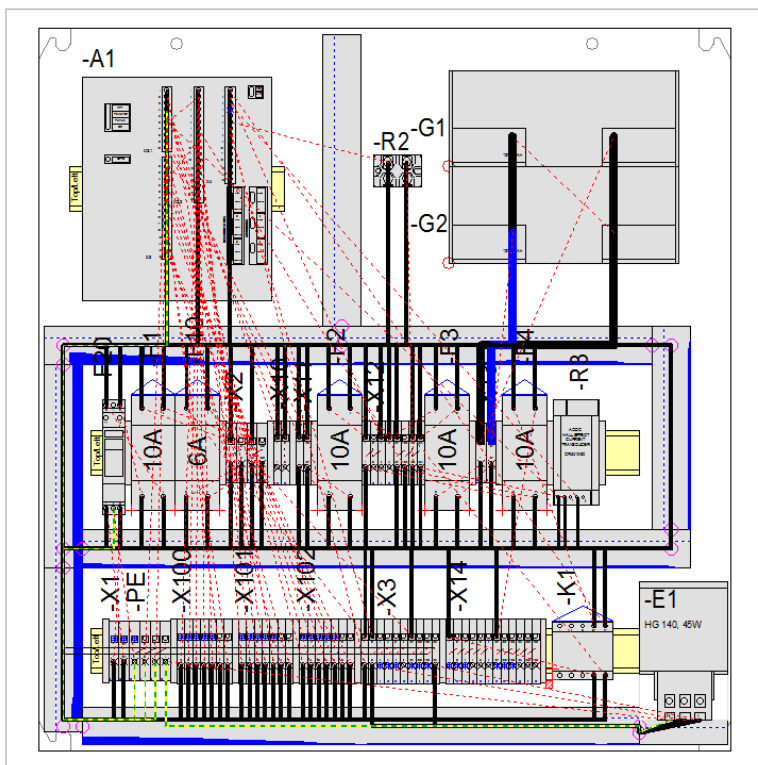
**Kuva 47.** Johtokourujen tason asettelu

Johdintyyppien asettelun sekä komponenttien ja johtokourujen sijoittamisen jälkeen voitiin layout-kuvassa valita komponentit ja käyttää *Panel Autoconnect* -toimintoa, jolloin layout-kuvaan piirrettiin tehdyt kytkennät. Tämän perusteella voitiin tarkastella tehtyjen kytkentöjen järkevyyttä kytkentöjen etäisyyksien perusteella ja vaihtaa kytkentöjen paikkoja riviliittimeltä toiselle kuitenkin erotinala-aseman toiminnallisuutta muuttamatta. Kuvissa 48 ja 49 on esitettyä asennuslevylle asennetut yhden REC603 sisältävän ala-aseman komponentit ennen *Panel Autoconnectia* ja sen jälkeen. Punaiset viivat kuvissa kuvaavat kytkentäpisteiden välisiä signaaleja.





**Kuva 48.** Yhden REC603:n ala-aseman layout ennen autoconnectia



**Kuva 49.** Yhden REC603:n ala-aseman layout autoconnectin jälkeen

Valmis kokonaisuus voidaan muuntaa pdf tai DWG -tiedostoksi. E<sup>3</sup>.:lla saadaan halutessa tulostettua tehdyn kokonaisuuden osaluettelo, kytkentäluettelo, kaapeli-luettelo, riviliitinluettelo ja johdinmerkintälista.

Kolmen moottoriohjattavan erottimen kokonaisuus on esitettyä opinnäytetyön liitteessä 1.

### **6.2.2 Kuuden moottoriohjattavan erottimen mallipohja**

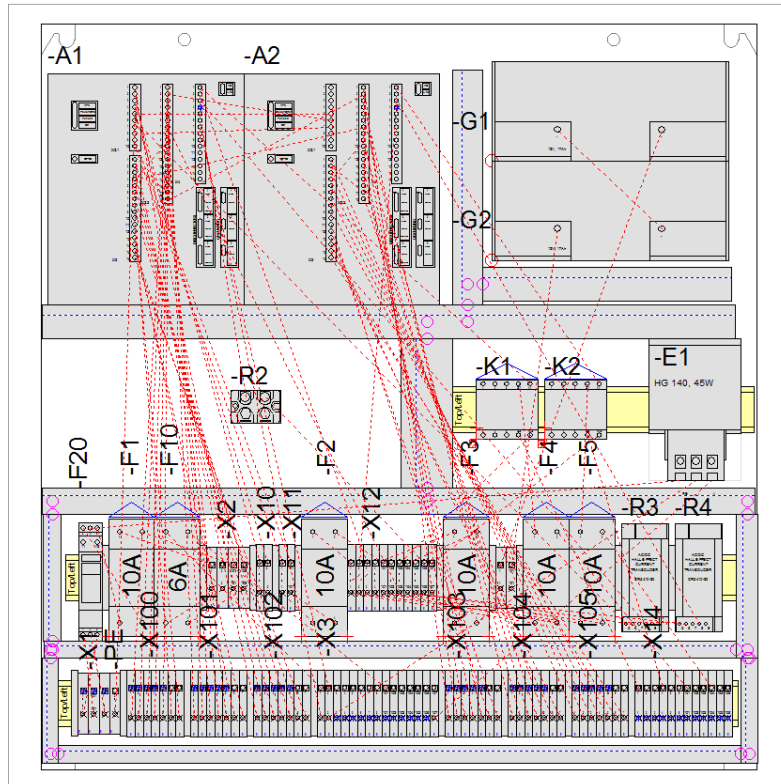
Siirryttäessä kahden REC603:n kokonaisuuteen, käytettiin tehtyä yhden REC603:n kokonaisuutta pohjana. Kahden REC603:n järjestelmässä komponenttien määrä lisääntyi huomattavasti. Erotinala-asemaan lisättiin toinen jumisuoja-kontaktori toiselle REC603:lle, toinen Hall-anturi mittaamaan toisen REC603:n ohjausvirtaa ja yksi 10 A johdonsuojakatkaisija. Riviliittimien määrä lisääntyi sähkönjakelun laajentuessa useammille komponenteille, jonka seurauksena jouduttiin käyttämään AutoCAD -pohjan tapaan hyppylankoja kytkentäpisteiden välillä. Ilman hyppyjohtimia riviliittimien määrä nousisi liian suureksi ja lisätyt riviliittimet olisi vaikea saada mahtumaan erotinala-asemaan.

Lisätyille komponenteille tehtiin kytkennät vanhojen projektien mukaisesti ja lisättiin johdintyyppit yhden REC603:n mallin tapaan. Muutama poikkeus tehtiin vanhojen projektien AutoCAD -kuviin nähden piirikaaviokuvien selkeyttämiseksi ja kytkentöjen välimatkojen pienentämiseksi. Tällaisia muutoksia olivat esimerkiksi riviliittimien lisääminen, kytkentöjen vaihtaminen riviliittimeltä toiselle erotinala-aseman toiminnallisuuteen vaikuttamatta ja liittimien kytkentäpisteiden välisten hyppyjohtimien vaihtamista selkeämpään järjestykseen.

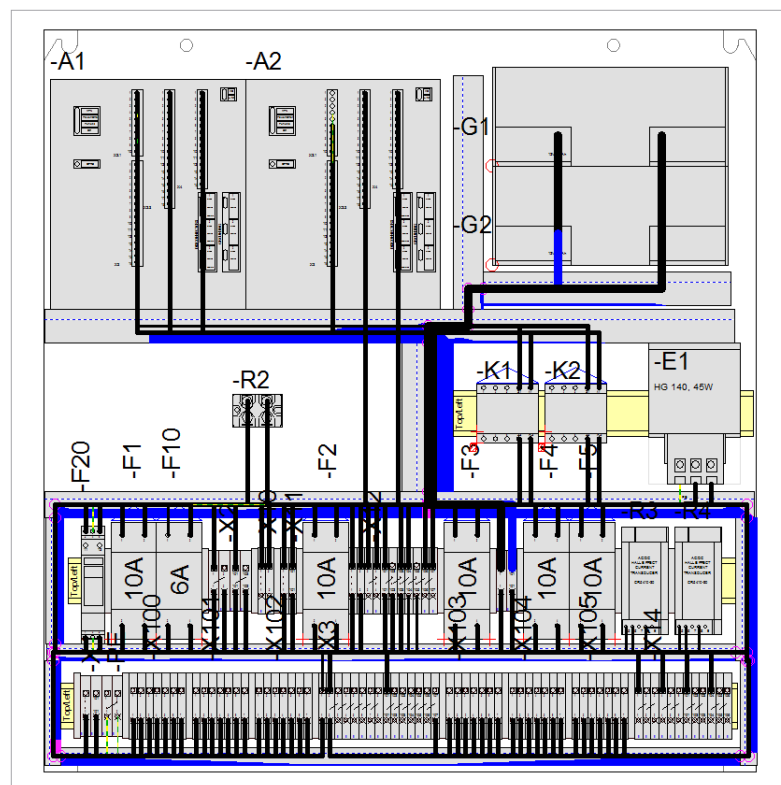
Johtokouruja lisättiin ja muokattiin, mutta myöskään kahden REC603:n erotinala-asemassa ei käytetä johtokouruja, joten asettamalla kourujen tasoksi 100 saatiin ne jälleen pois näkyvistä asiakasdokumenteissa ja osaluetteloissa.

Layout-kuvan pohjana käytettiin vanhoja projekteja sekä luotua yhden REC603:n erotinala-asemaa. Vanhoissa kahden REC603:n projekteissa layout-kuvissa oli kolme din-kiskoa, joihin komponentit oli sijoitettu, mutta nyt layout-kuvaan lisättiin tilan puutteen vuoksi yksi din-kisko, johon sijoitettiin jumisuojakontaktorit ja

lämmitin. Kyseisten komponenttien siirtoon päädyttiin kontaktorin ja lämmittimen suuren koon vuoksi ja koska kyseisten komponenttien kytkentöjen välimatkojen todettiin säilyvän järkevinä. Kuvissa 50 ja 51 on esitettynä asennuslevylle asennetut kaksi REC603:a sisältävän ala-aseman komponentit ennen *Panel Autoconnectia* ja sen jälkeen.



**Kuva 50.** Kahden REC603:n ala-aseman layout ennen autoconnectia



**Kuva 51.** Kahden REC603:n ala-aseman layout autoconnectin jälkeen

Kuuden moottoriohjattavan erottimen kokonaisuus on esitetty opinnäytetyön liitteessä 2.

## 7 LOPPUPÄÄTELMÄT

Opinnäytetyö sisälsi paljon uutta opeteltavaa. Ennen opinnäytetyötä en ollut koskaan käyttänyt E<sup>3</sup>. -suunnitteluohjelmistoa, enkä myöskään tiennyt mitään erotinala-asemien sisällöstä. E<sup>3</sup>.:n käyttöä varten kävin Turussa E<sup>3</sup>.cable perus -ja jatkokoulutuksessa, E<sup>3</sup>. -tietokantaeditorikoulutuksessa ja E<sup>3</sup>.panel koulutuksessa. Tämän lisäksi opetusta ohjelman käyttöön sain ohjaajaltani projekti-insinööri Miia Esalalta. Erotinala-asemiin liittyvää tietoa sain erotinala-asemaprojekteja tehneeltä projekti-insinööriltä sekä vanhojen projektien dokumentaatioista. Yksikön testi-alueella oli opinnäytetyön aloittamisen aikaan muutamia erotinala-asemia, joista pääsi konkreettisesti näkemään käytettyjä komponentteja ja niiden välisiä johdotuksia. Tutkimustyön perusteella päätettiin keskittyä REC603:n ominaisuuksiin pohjautuviin erotinala-asemiin.

Opinnäytetyön haastavin ja työläin vaihe oli komponenttien luonti tietokantaan. Komponenttien luonnissa oli etsittävä komponenttien fyysiset ja teknilliset tiedot sekä tiedettävä määriteltävät asiat komponentin toimivuuden kannalta. Power Systemsillä on yksi henkilö, joka voi komponentteja tietokantaan lisätä, joten jokainen luomus oli lähetettävä hänelle tarkistettavaksi, jonka jälkeen suoritettiin vaa-dittavat korjaukset. Tähän kului opinnäytetyössä huomattavasti aikaa, mutta myös luotujen komponenttien laatu pysyi hyvänä niiden käydessä tarkistusrutiinin läpi. Komponenteista löydetty korjattavat seikat ja parannusehdotukset kehittivät itseäni komponenttien luojana.

Mallipohjien luonnissa oli omat haasteensa käyttää E<sup>3</sup>.:lle sopivaa piirtämistapaa, joka erosi AutoCADilla toteutetusta piirtämistavasta. Vanhoista projekteista näki kuitenkin hyvin miten kytkennät oli tehty, joten kytkentöjen tarkoituksien ymmärtämisen jälkeen piirtämistavan siirtäminen E<sup>3</sup>.:lle ei ollut yhtä haastavaa kuin komponenttien luonti. Tein joitain kytkentöihin liittyviä muutoksia, jotka mielestäni selkeyttivät piirustusten lukua ja kytkentöjen tekoa, mutta suurimmaksi osaksi piirustuksien sisältö säilyi samana kuin AutoCADilla toteutetuissa piirustuksissa.

Luodut mallipohjat ovat toimiva pohja tuleville projekteille, sekä omalta osaltaan edistävät yksikön siirtymistä käyttämään E<sup>3</sup>.-suunnitteluohjelmistoa, koska tule-

vissa erotinala-asemaprojekteissa ei tarvitse miettiä E<sup>3</sup>:lla tehtävää piirtämismallia. Projekteissa esiintyy aina pieniä muutoksia asiakkaiden tarpeiden mukaan, mutta muutoksienteko pohjaan ei ole ongelma, sillä komponenttien poisto ja uusin lisääminen on melko helppoa käytettyjen komponenttien ollessa tietokannassa. Asiakkaan tarpeiden vaatiessa on luotava uusia komponentteja tietokantaan. Jos ilmestyy uusi erotinala-asemien malli, voi olla tarpeellista luoda uusi mallipohja.

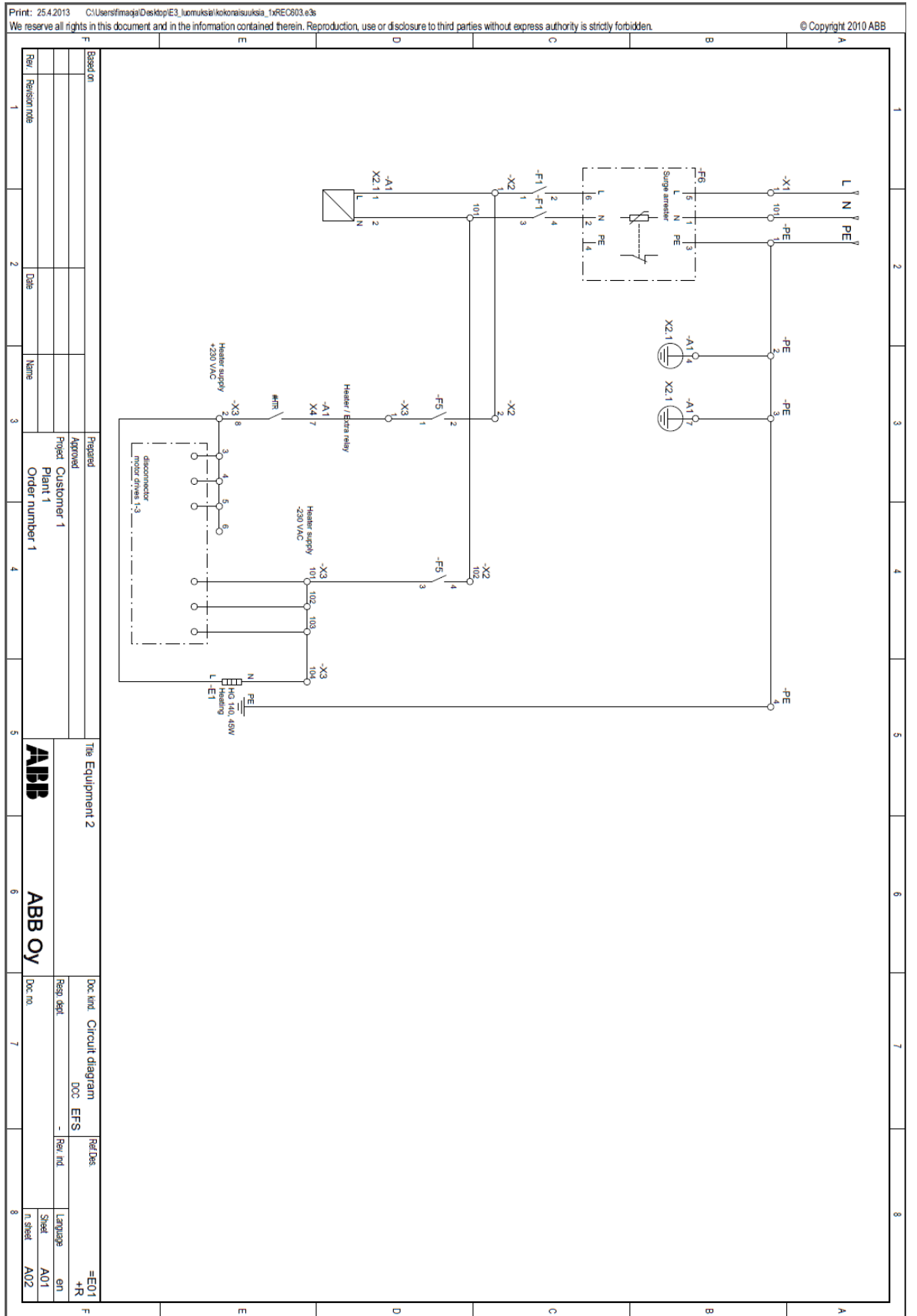
Vanhoissa projekteissa ei ole esitetty tarkkoja etäisyyksiä kaapin sisällä esimerkiksi din-kiskojen välillä. Etäisyydet olisi hyvä standardisoida. Toimiva etäisyys saataisiin parhaiten uutta projektia tehdessä ja asentaessa fyysiset komponentit ala-asemaan, jolloin nähtäisiin mitkä komponenttien etäisyydet toimivat järkevästi käytännössä. Tämä ei kuitenkaan ollut opinnäytetyön puitteissa mahdollista, sillä uusia projekteja ei alkanut opinnäytetyön aikana. Seuraavan erotinala-asemaprojektin aikana voidaan tarkat mitat mitoittaa ja muokata tehtyihin projekteihin.

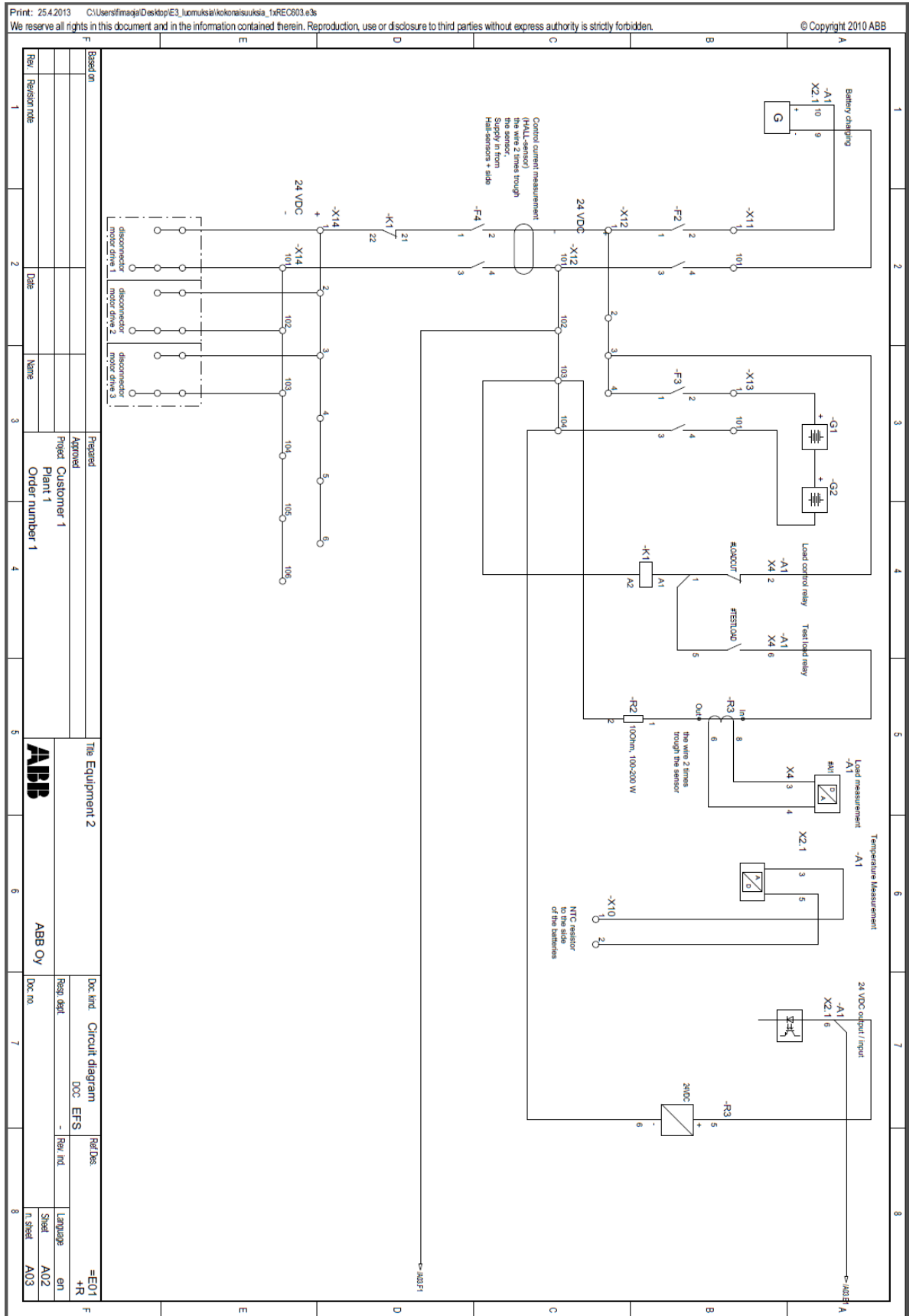
Opinnäytetyössä ei tutkittu vaihtoehtoja käytetyille komponenteille, vaan komponentit valittiin ja luotiin tietokantaan vanhojen projektien osaluetteloiden perusteella. Jatkossa voitaisiin tutkia löytyykö komponenttiratkaisuille uusia vaihtoehtoja, jotka voisivat helpottaa projektien tekoa ja/tai säästää rahaa. Uudet komponentit voidaan luoda tietokantaan datalehtien ja muiden tietolähteiden perusteella ja uudet ratkaisut voidaan päivittää luotuihin pohjiin poistamalla vanhat komponentit ja lisäämällä tietokannasta piirikaaviokuvaan käytetyt komponentit.

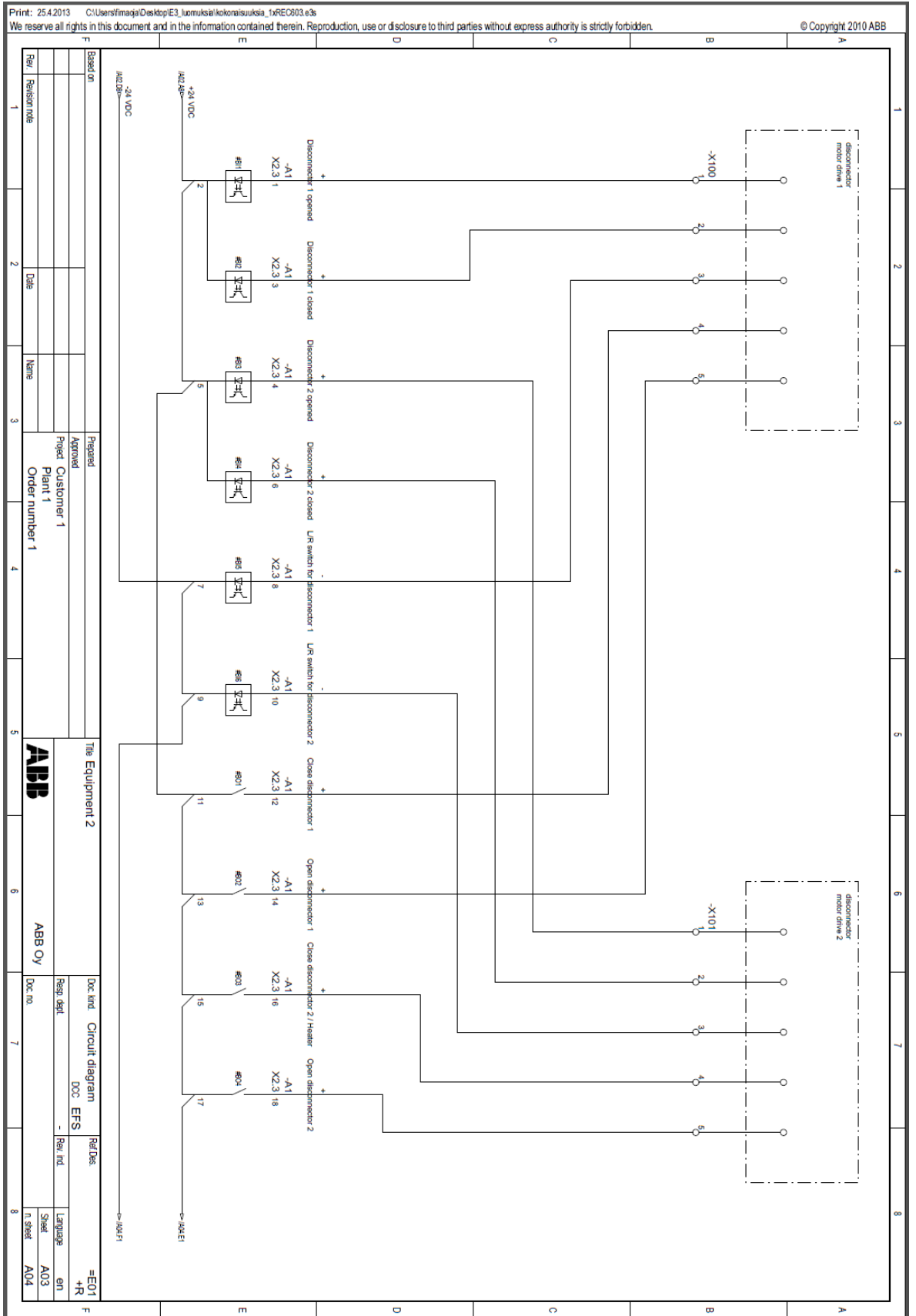
## LÄHTEET

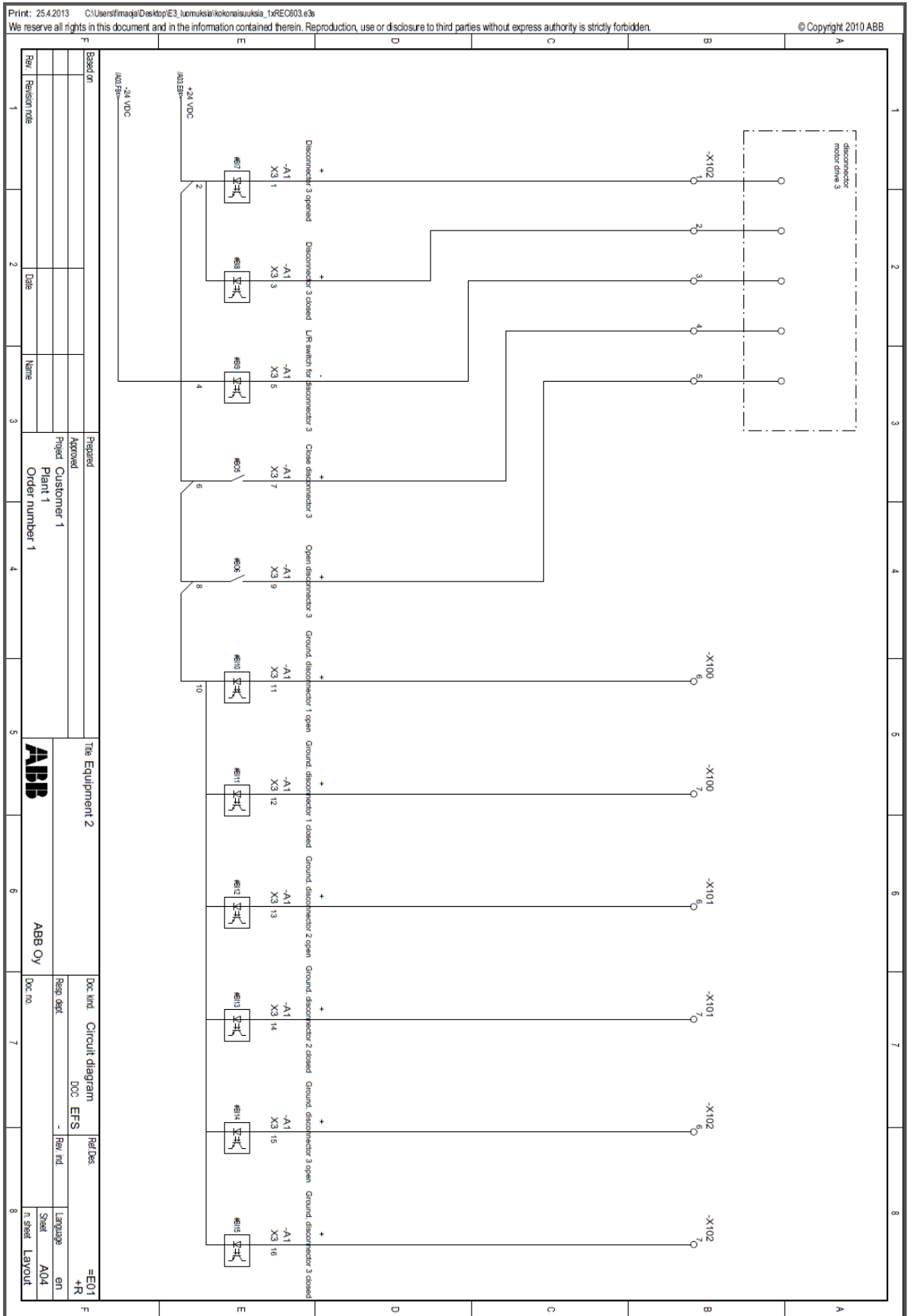
- /1/ ABB:n verkkosivut, ABB lyhyesti. Viitattu 14.1.2013  
<http://www.abb.fi/cawp/fiabb251/657dfdcf6e344cc7c1256b20003149ae.aspx?v=ED92&leftdb=global/FIABB/FIABB251.NSF&e=fi&leftmi=34d5930bfd44ace0412567a2003a70c5>
- /2/ Pirhonen, J. 2013. Projekti-insinööri. ABB Substation Automation Systems. Haastattelu 24.1.2013
- /3/ Wireless Controller REC601/603 Product Guide.  
Viitattu 30.1.2013
- /4/ Korin, J, Area Sales Manager, SATEL OY. Email 15.02.2013
- /5/ Ramsden, E. 2006. Hall-effect sensors: theory and applications. 2. painos.
- /6/ NP 17-12I datalehti. Viitattu 25.4.2013  
[http://www.yuasaeurope.com/images/uploads/uk/downloads/datasheets/NP/NP17-12I\\_UK.pdf](http://www.yuasaeurope.com/images/uploads/uk/downloads/datasheets/NP/NP17-12I_UK.pdf)
- /7/ CIM Consult Solutionin E<sup>3</sup>.series koulutuksen koulutusmateriaali
- /8/ CIM Consult Solutionin verkkosivut. Viitattu 16.1.2013  
<http://www.ccsgroup.net/fi/e3.series>











												1
												2
												3
												4
												5
												6
												7
												8
	Based on											
	Approved		Project	Customer 1		Doc. kind	Assembly drawing	RefDes				=E01 4R
			Plant 1			Responsible	ELU					en
			Order number 1			Rev. no.						Sheet Layout 1001
												8
												8
												8
												8

1	2	3	4	5	6	7	8				
Pos.	Location	Device designation	Device description	Type designation	Technical data	Remark	Article number	Manufacturer	Manufacturer number	Qty.	Document / sheet
1	A1	Wireless Controller IED	REC 603	REC 603	90x264 VAC or 85-200 VDC			ABB	REC603A1AAAG1A	1	A01, A02, A04
2	<C2	Front view	Conrad enclosure (AE)	Conrad enclosure (AE)	W800xH 600x0 350mm	stainless steel, IP66		Rittal	AET 980 500	1	
3	E1	Heating	HG 140, 45W	HG 140, 45W	120, 240 VAC/DC, with cable 9x2,5 mm	45W, Isec 3,5A		Shapo	1403-0-00	1	A01
4	F1	Miniature circuit breaker	S 202 K 10	S 202 K 10	10A	2 pole, 40V/AC/125V/DC	2CDS262001R0427	ABB	2CDS262001R0427	1	A01
5	F2	Miniature circuit breaker	S 202 K 10	S 202 K 10	10A	2 pole, 40V/AC/125V/DC	2CDS262001R0427	ABB	2CDS262001R0427	1	A02
6	F3	Miniature circuit breaker	S 202 K 10	S 202 K 10	10A	2 pole, 40V/AC/125V/DC	2CDS262001R0427	ABB	2CDS262001R0427	1	A02
7	F4	Miniature circuit breaker	S 202 K 10	S 202 K 10	10A	2 pole, 40V/AC/125V/DC	2CDS262001R0427	ABB	2CDS262001R0427	1	A02
8	F5	Miniature circuit breaker	S 202 K 6	S 202 K 6	6A	2 pole, 40V/AC/125V/DC	2CDS262001R0377	ABB	2CDS262001R0377	1	A01
9	F6	Surge arrester	Triablen PT2-FE5	Triablen PT2-FE5	280 Vac, 28 A, max. 10 kA surge			Phoenix Contact		1	A01
10	G1	Battery	NP 17-12	NP 17-12	12 V, 17 Ah	Optic charge current limit 4,25 A		VIASA	NP 17-12	1	A02
11	G2	Battery	NP 17-12	NP 17-12	12 V, 17 Ah	Optic charge current limit 4,25 A		VIASA	NP 17-12	1	A02
12	K1	Contact	BC 6-30-01	BC 6-30-01	24 VDC	3NO, 1NC	SLI 1213001R0011	ABB	SLI 1213001R0011	1	A02
13	FE	Terminal (PE)	UT 6 FE	UT 6 FE	1000V, 57A	0,25-6mm <sup>2</sup> , max 2 wires, green-yellow	HGF405028F0034	Phoenix Contact	3044157	4	A01
14	FE	Terminal (PE)	FRAL00 10RU	FRAL00 10RU	100mm, 100-200 W			Acrol	FRAL00 10RU	1	A02
15	F8	AC/DC 16A effect current transformer	CS8410-20	CS8410-20	In 25 VDC, Out +- 5 VAC/DC			CR Magnetics		1	A02
16	X1	Feed-through terminal	UT 6	UT 6	1000V, 57A	0,25-6mm <sup>2</sup> , max 2 wires, grey	HGF405028F0032	Phoenix Contact	3044191	2	A01
17	X2	Feed-through terminal	UT 6	UT 6	1000V, 57A	0,25-6mm <sup>2</sup> , max 2 wires, grey	HGF405028F0032	Phoenix Contact	3044191	4	A01
18	X3	Disconnect terminal	UK 54MK-FPP	UK 54MK-FPP	500V, 16A	0,25-6mm <sup>2</sup> , max 2 wires, grey	Phoenix Contact	3004032	3004032	10	A01
19	X10	Disconnect terminal	UK 54MK-FPP	UK 54MK-FPP	500V, 16A	0,25-6mm <sup>2</sup> , max 2 wires, grey	Phoenix Contact	3004032	3004032	2	A02
20	X11	Disconnect terminal	UK 54MK-FPP	UK 54MK-FPP	500V, 16A	0,25-6mm <sup>2</sup> , max 2 wires, grey	Phoenix Contact	3004032	3004032	2	A02
21	X12	Disconnect terminal	UK 54MK-FPP	UK 54MK-FPP	500V, 16A	0,25-6mm <sup>2</sup> , max 2 wires, grey	Phoenix Contact	3004032	3004032	8	A02
22	X13	Feed-through terminal	UT 6	UT 6	1000V, 57A	0,25-6mm <sup>2</sup> , max 2 wires, grey	HGF405028F0032	Phoenix Contact	3044191	2	A02
23	X14	Disconnect terminal	UK 54MK-FPP	UK 54MK-FPP	500V, 16A	0,25-6mm <sup>2</sup> , max 2 wires, grey	Phoenix Contact	3004032	3004032	12	A02
24	X100	Disconnect terminal	UK 54MK-FPP	UK 54MK-FPP	500V, 16A	0,25-6mm <sup>2</sup> , max 2 wires, grey	Phoenix Contact	3004032	3004032	7	A03, A04
25	X101	Disconnect terminal	UK 54MK-FPP	UK 54MK-FPP	500V, 16A	0,25-6mm <sup>2</sup> , max 2 wires, grey	Phoenix Contact	3004032	3004032	7	A03, A04
26	X102	Disconnect terminal	UK 54MK-FPP	UK 54MK-FPP	500V, 16A	0,25-6mm <sup>2</sup> , max 2 wires, grey	Phoenix Contact	3004032	3004032	7	A04
27	X103	End clamp	Optik 38-5	Optik 38-5	Width 5,2mm	End clamp, Grey		Phoenix Contact	3022276	1	

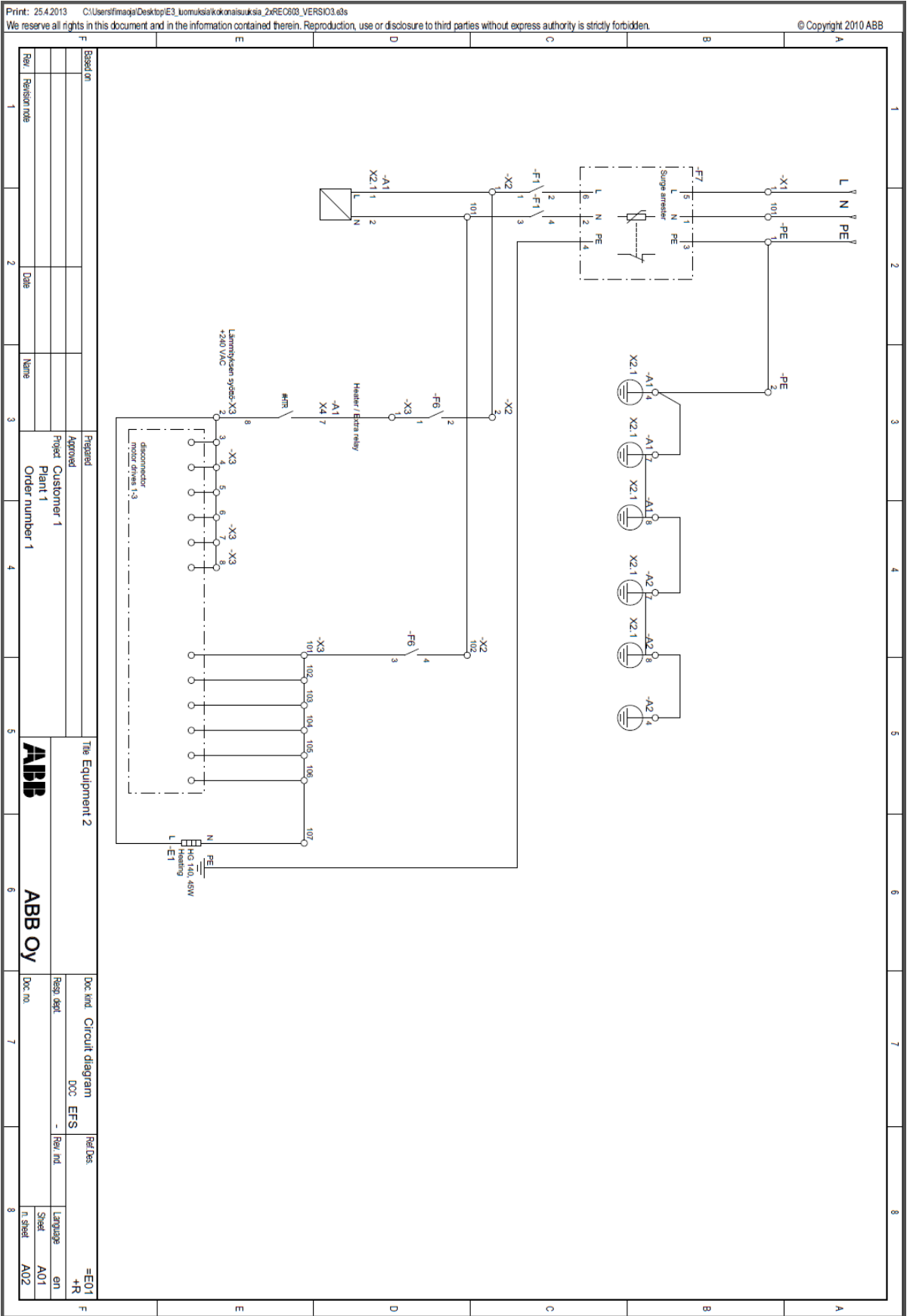
  

Based on		Approved		Title Equipment 2		Doc. kind		Parts list		Ref Des	
Revision note		Project Customer 1		Parts list +R-A1		Resp. Dept		EPP		Rev. Ind	
Date		Order number 1		ABB Oy		Doc. no.		-		Language	
Name		Order number 1		ABB Oy						Sheet 1001	
										In sheet 1002	

1	2	3	4	5	6	7	8				
Pos.	Location	Device designation	Device description	Type designation	Technical data	Remark	Article number	Manufacturer	Manufacturer number	Qty.	Document / sheet
28		-X104	End clamp	Ogfk. 38-5	Width 5,2mm	End clamp, Grey		Phoenix Contact	3022276	1	
29		-X106	End clamp	Ogfk. 38-5	Width 5,2mm	End clamp, Grey		Phoenix Contact	3022276	1	
30		-X106	End clamp	Ogfk. 38-5	Width 5,2mm	End clamp, Grey		Phoenix Contact	3022276	1	
31		-X107	End clamp	Ogfk. 38-5	Width 5,2mm	End clamp, Grey		Phoenix Contact	3022276	1	
32		-X108	End clamp	Ogfk. 38-5	Width 5,2mm	End clamp, Grey		Phoenix Contact	3022276	1	
33		-X109	End clamp	Ogfk. 38-5	Width 5,2mm	End clamp, Grey		Phoenix Contact	3022276	1	
34		-X110	End clamp	Ogfk. 38-5	Width 5,2mm	End clamp, Grey		Phoenix Contact	3022276	1	
35		-X111	End clamp	Ogfk. 38-5	Width 5,2mm	End clamp, Grey		Phoenix Contact	3022276	1	
36		-X112	End clamp	Ogfk. 38-5	Width 5,2mm	End clamp, Grey		Phoenix Contact	3022276	1	
37		-X113	End clamp	Ogfk. 38-5	Width 5,2mm	End clamp, Grey		Phoenix Contact	3022276	1	
38		-X114	End clamp	Ogfk. 38-5	Width 5,2mm	End clamp, Grey		Phoenix Contact	3022276	1	
39		-X115	End clamp	Ogfk. 38-5	Width 5,2mm	End clamp, Grey		Phoenix Contact	3022276	1	
40		-X116	End clamp	Ogfk. 38-5	Width 5,2mm	End clamp, Grey		Phoenix Contact	3022276	1	
41		-X117	End clamp	Ogfk. 38-5	Width 5,2mm	End clamp, Grey		Phoenix Contact	3022276	1	
42		-X118	End clamp	Ogfk. 38-5	Width 5,2mm	End clamp, Grey		Phoenix Contact	3022276	1	

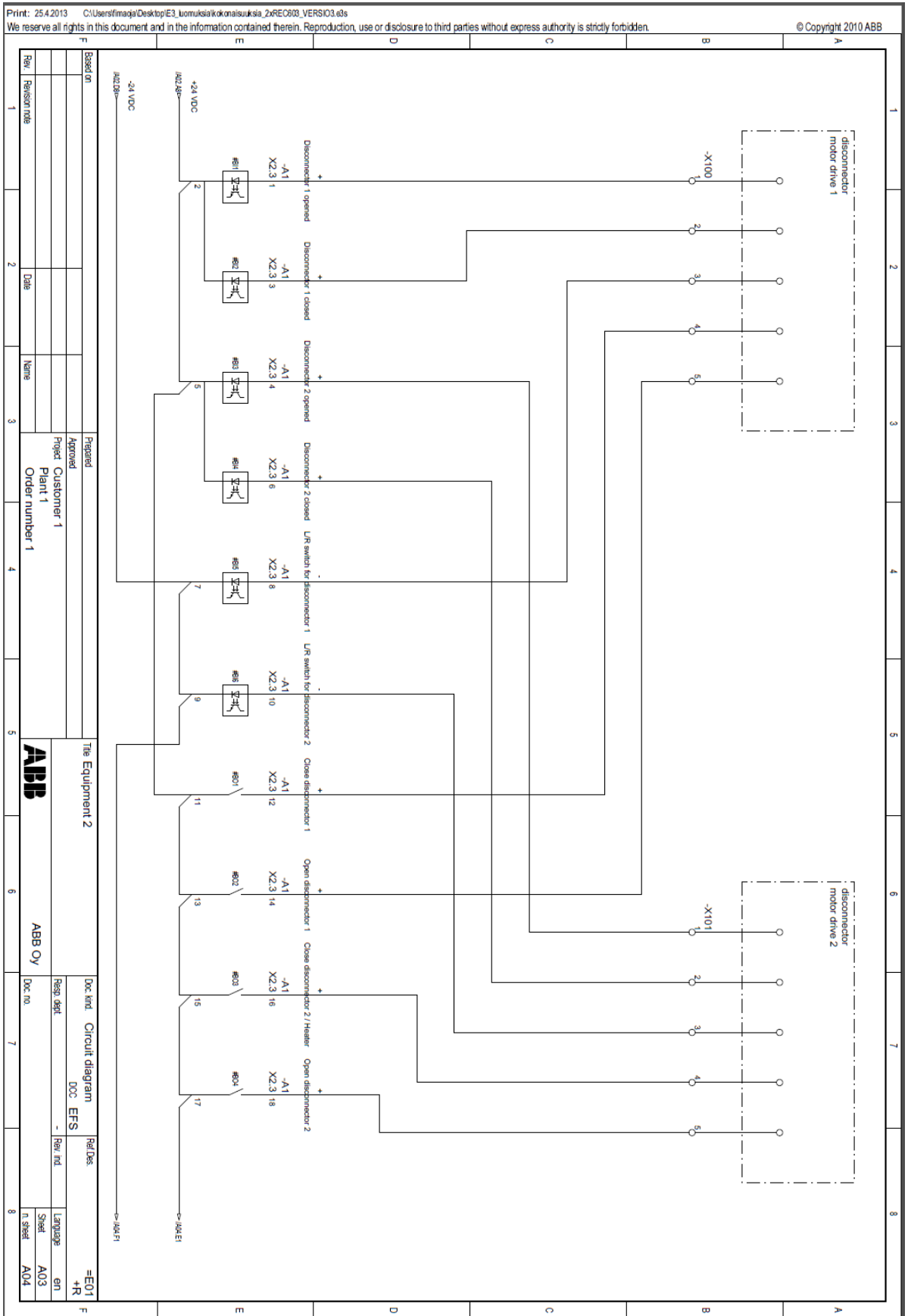
  

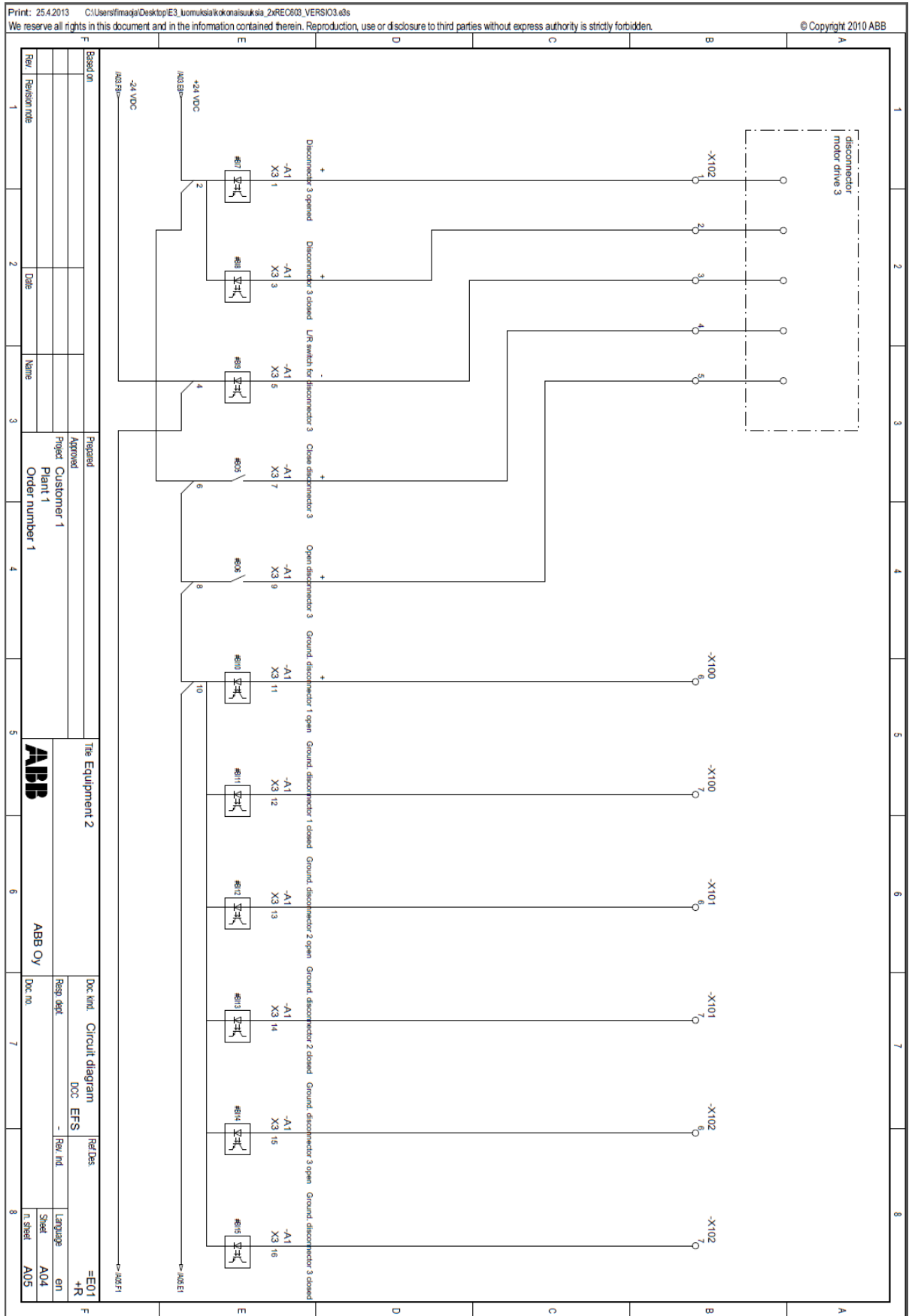
Based on		Prepared		Title		Parts list		Ref.Des	
Rev.	Revision note	Date	Name	Approved	Project	Customer	Plant	Order number	Doc. kind
1					Customer 1	Plant 1			DOC
									EPB
									Rev. ind
									-
									Language
									en
									Sheet
									1002
									In. sheet

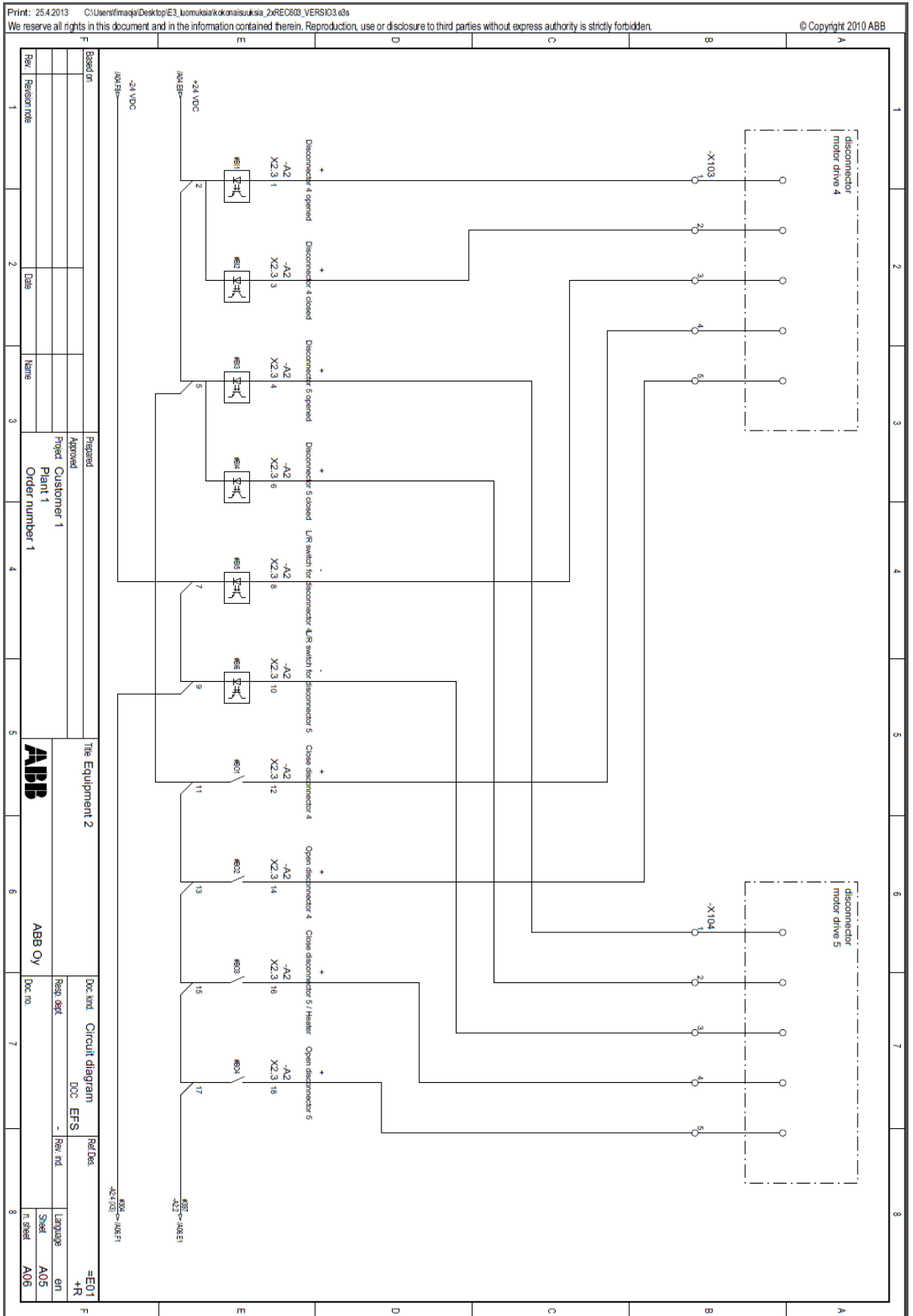


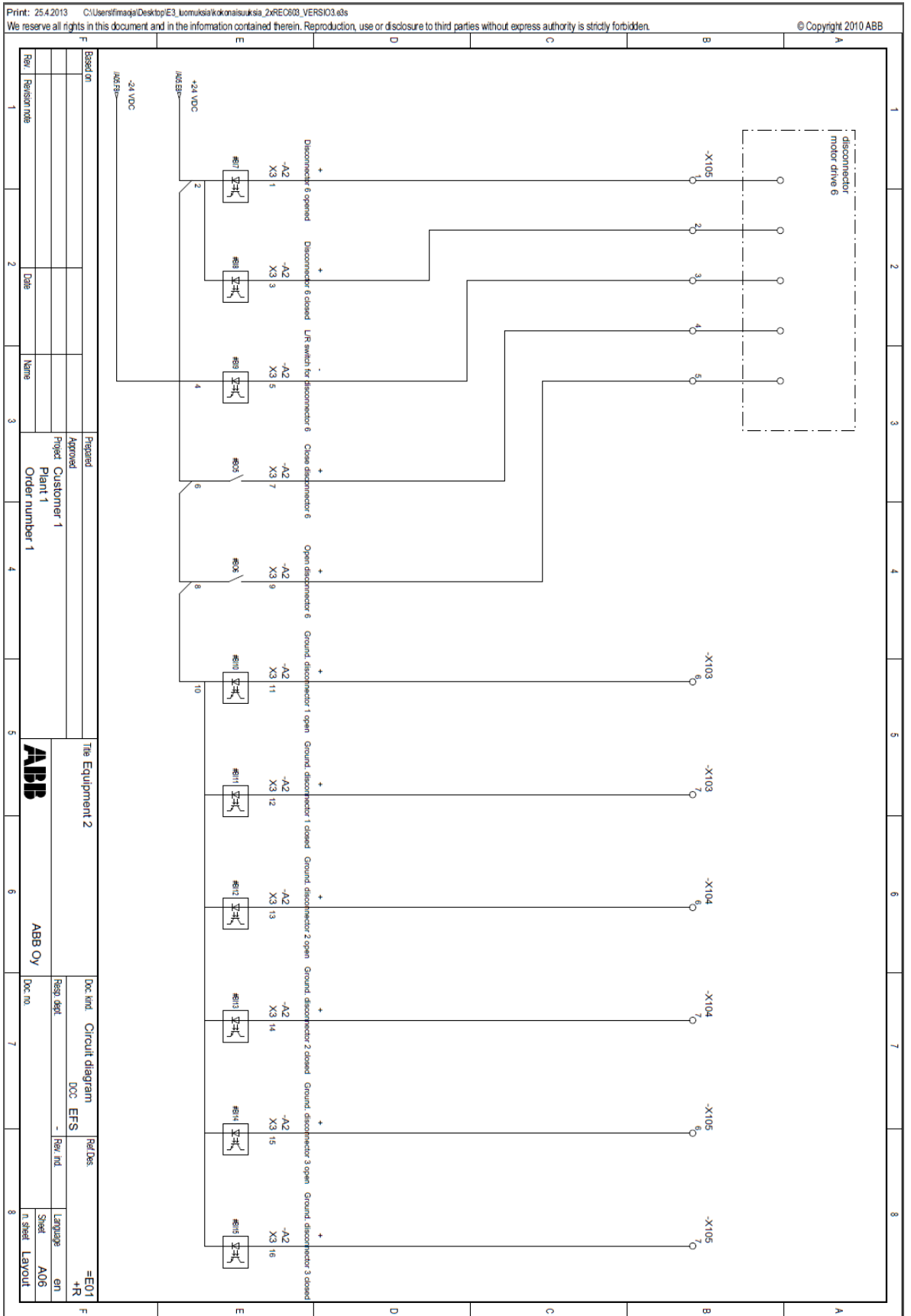












Print: 18.4.2013 C:\User\finmaja\Desktop\E3\_tomuksia\kokonaisuuska\_2xREC603\_VERSION3.a3s  
 We reserve all rights in this document and in the information contained therein. Reproduction, use or disclosure to third parties without express authority is strictly forbidden. © Copyright 2010 ABB

Rev.	Revision no.	1	2	3	4	5	6	7	8
Based on	Prepared	Approved	Project	Customer	Plant	Order number	The Equipment 2		
			1	1	1	1	ABB		
	Date	Name				ABB OY			
						Doc. kind	Assembly drawing	Ref/Des	=EQ1 +R
						Rev. no.	ELU	Rev. no.	
						Doc. no.		Language	en
								Sheet	Layout
								of sheet	1001

C:\Users\finaga\Desktop\E3\_bomskaitikonaisuksu\_2\REC600\_VERSION3.63s  
 We reserve all rights in this document and in the information contained therein. Reproduction, use or disclosure to third parties without express authority is strictly forbidden. © Copyright 2010 ABB

1		2		3		4		5		6		7		8																																																																																																																	
Pos.	Location	Device designation	Device description	Type designation	Technical data	Remark	Article number	Manufacturer	Manufacturer number	Qty.	Document / sheet																																																																																																																				
1		-A1	Wires Controller IED	REC 603	90264 VAC or 65-200 VDC			ABB	REC903A/AAAG1A	1	A01, A02, A04																																																																																																																				
2		-A2	Wires Controller IED	REC 603	90264 VAC or 65-200 VDC			ABB	REC903A/AAAG1A	1	A01, A02, A05, A06																																																																																																																				
3		-C2	Front view	Control enclosure (AE)	W 800H x 600D x 350mm	stainless steel / F96		Rittal	AE 960 500	1																																																																																																																					
4		-E1	Heating	HG 140, 45W	120-240 VAC/DC, with cable 3x2,5 mm	45W, class 3 SA		Siepo	14003-0-00	1	A01																																																																																																																				
5		-F1	Mixture circuit breaker	S 202 K 10	10A	230V, 400VAC/125VDC	2C0S32001RQ4Z7	ABB	2C0S32001RQ4Z7	1	A01																																																																																																																				
6		-F2	Mixture circuit breaker	S 202 K 10	10A	230V, 400VAC/125VDC	2C0S32001RQ4Z7	ABB	2C0S32001RQ4Z7	1	A02																																																																																																																				
7		-F3	Mixture circuit breaker	S 202 K 10	10A	230V, 400VAC/125VDC	2C0S32001RQ4Z7	ABB	2C0S32001RQ4Z7	1	A02																																																																																																																				
8		-F4	Mixture circuit breaker	S 202 K 10	10A	230V, 400VAC/125VDC	2C0S32001RQ4Z7	ABB	2C0S32001RQ4Z7	1	A02																																																																																																																				
9		-F5	Mixture circuit breaker	S 202 K 10	10A	230V, 400VAC/125VDC	2C0S32001RQ4Z7	ABB	2C0S32001RQ4Z7	1	A02																																																																																																																				
10		-F6	Mixture circuit breaker	S 202 K 6	6A	230V, 400VAC/125VDC	2C0S32001RQ377	ABB	2C0S32001RQ377	1	A01																																																																																																																				
11		-F7	Surge arrester	Taltech P72-FES	230Vac, 28 A, max 10kA surge			Phoenix Contact		1	A01																																																																																																																				
12		-G1	Battery	NP 17-12	12V, 17 Ah	Cyclic charge current limit 4,25 A		VULSA	NP 17-12	1	A02																																																																																																																				
13		-G2	Battery	NP 17-12	12V, 17 Ah	Cyclic charge current limit 4,25 A		VULSA	NP 17-12	1	A02																																																																																																																				
14		-K1	Contactor	BC 6-30-01	24 VDC	3NO, 1NC	GAL1213001R0011	ABB	GAL1213001R0011	1	A02																																																																																																																				
15		-K2	Contactor	BC 6-30-01	24 VDC	3NO, 1NC	GAL1213001R0011	ABB	GAL1213001R0011	1	A02																																																																																																																				
16		-FE	Terminal (FE)	UT 6-FE	1000V, 57A	0,25-6mm <sup>2</sup> , max 2 wires, green-yellow	H4F-F405028R0024	Phoenix Contact	3044157	2	A01																																																																																																																				
17		-R2		FFA100 09BU	100mm, 100-200W			Acoi	FFA100 09BU	1	A02																																																																																																																				
18		-R3	ACDC Hall effect current transducer	OS6410-20	In 24 VDC, Out +- 5VAC/DC			CR Magnetics		1	A02																																																																																																																				
19		-R4	ACDC Hall effect current transducer	OS6410-20	In 24 VDC, Out +- 5VAC/DC			CR Magnetics		1	A02																																																																																																																				
20		-X1	Feed-through terminal	UT 6	1000V, 57A	0,25-6mm <sup>2</sup> , max 2 wires, grey	H4F-F405028R0022	Phoenix Contact	3044131	2	A01																																																																																																																				
21		-X2	Feed-through terminal	UT 6	1000V, 57A	0,25-6mm <sup>2</sup> , max 2 wires, grey	H4F-F405028R0022	Phoenix Contact	3044131	4	A01																																																																																																																				
22		-X3	Disconnected terminal	UK 54MTR-FAP	500V, 16A	0,25-6mm <sup>2</sup> , max 2 wires, grey		Phoenix Contact	3004022	15	A01																																																																																																																				
23		-X10	Disconnected terminal	UK 54MTR-FAP	500V, 16A	0,25-6mm <sup>2</sup> , max 2 wires, grey		Phoenix Contact	3004022	2	A02																																																																																																																				
24		-X11	Disconnected terminal	UK 54MTR-FAP	500V, 16A	0,25-6mm <sup>2</sup> , max 2 wires, grey		Phoenix Contact	3004022	2	A02																																																																																																																				
25		-X12	Disconnected terminal	UK 54MTR-FAP	500V, 16A	0,25-6mm <sup>2</sup> , max 2 wires, grey		Phoenix Contact	3004022	11	A02																																																																																																																				
26		-X13	Feed-through terminal	UT 6	1000V, 57A	0,25-6mm <sup>2</sup> , max 2 wires, grey	H4F-F405028R0022	Phoenix Contact	3044131	2	A02																																																																																																																				
27		-X14	Disconnected terminal	UK 54MTR-FAP	500V, 16A	0,25-6mm <sup>2</sup> , max 2 wires, grey		Phoenix Contact	3004022	12	A02																																																																																																																				
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Based on</td> <td></td> <td>Prepared</td> <td></td> <td>The Equipment 2</td> <td>Doc. kind</td> <td>Parts list</td> <td>Ref Des</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Rev. / Revision notes</td> <td></td> <td>Approved</td> <td></td> <td>Parts list +R-A1</td> <td>Req. dept</td> <td>EPB</td> <td>Rev. ind</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>Project</td> <td>Customer 1</td> <td>ABB</td> <td></td> <td>ABB Oy</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>Plant</td> <td>Plant 1</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>Order number</td> <td>1</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>Date</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>Name</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>												Based on		Prepared		The Equipment 2	Doc. kind	Parts list	Ref Des									Rev. / Revision notes		Approved		Parts list +R-A1	Req. dept	EPB	Rev. ind											Project	Customer 1	ABB		ABB Oy												Plant	Plant 1															Order number	1															Date																Name																	
Based on		Prepared		The Equipment 2	Doc. kind	Parts list	Ref Des																																																																																																																								
Rev. / Revision notes		Approved		Parts list +R-A1	Req. dept	EPB	Rev. ind																																																																																																																								
		Project	Customer 1	ABB		ABB Oy																																																																																																																									
		Plant	Plant 1																																																																																																																												
		Order number	1																																																																																																																												
		Date																																																																																																																													
		Name																																																																																																																													

1		2		3		4		5		6		7		8	
Pos.	Location	Device designation	Device description	Type designation	Technical data	Remark	Article number	Manufacturer	Manufacturer number	Qty.	Document / sheet				
28		-X100	Decomct terminal	UK 5-ANTK-PP	500V, 16A	0.25-Slmm <sup>2</sup> , max 2 wires, grey	Phoenix Contact	3004032		7	A03, A04				
29		-X101	Decomct terminal	UK 5-ANTK-PP	500V, 16A	0.25-Slmm <sup>2</sup> , max 2 wires, grey	Phoenix Contact	3004032		7	A03, A04				
30		-X102	Decomct terminal	UK 5-ANTK-PP	500V, 16A	0.25-Slmm <sup>2</sup> , max 2 wires, grey	Phoenix Contact	3004032		7	A04				
31		-X103	Decomct terminal	UK 5-ANTK-PP	500V, 16A	0.25-Slmm <sup>2</sup> , max 2 wires, grey	Phoenix Contact	3004032		7	A05, A06				
32		-X104	Decomct terminal	UK 5-ANTK-PP	500V, 16A	0.25-Slmm <sup>2</sup> , max 2 wires, grey	Phoenix Contact	3004032		7	A05, A06				
33		-X105	Decomct terminal	UK 5-ANTK-PP	500V, 16A	0.25-Slmm <sup>2</sup> , max 2 wires, grey	Phoenix Contact	3004032		7	A06				
34		-X151	End clamp	CPdta 38-5	Width 5,2mm	End clamp, Grey	Phoenix Contact	3022276		1					
35		-X152	End clamp	CPdta 38-5	Width 5,2mm	End clamp, Grey	Phoenix Contact	3022276		1					
36		-X154	End clamp	CPdta 38-5	Width 5,2mm	End clamp, Grey	Phoenix Contact	3022276		1					
37		-X155	End clamp	CPdta 38-5	Width 5,2mm	End clamp, Grey	Phoenix Contact	3022276		1					
38		-X156	End clamp	CPdta 38-5	Width 5,2mm	End clamp, Grey	Phoenix Contact	3022276		1					
39		-X157	End clamp	CPdta 38-5	Width 5,2mm	End clamp, Grey	Phoenix Contact	3022276		1					
40		-X158	End clamp	CPdta 38-5	Width 5,2mm	End clamp, Grey	Phoenix Contact	3022276		1					
41		-X159	End clamp	CPdta 38-5	Width 5,2mm	End clamp, Grey	Phoenix Contact	3022276		1					
42		-X160	End clamp	CPdta 38-5	Width 5,2mm	End clamp, Grey	Phoenix Contact	3022276		1					
43		-X161	End clamp	CPdta 38-5	Width 5,2mm	End clamp, Grey	Phoenix Contact	3022276		1					
44		-X163	End clamp	CPdta 38-5	Width 5,2mm	End clamp, Grey	Phoenix Contact	3022276		1					
45		-X164	End clamp	CPdta 38-5	Width 5,2mm	End clamp, Grey	Phoenix Contact	3022276		1					
46		-X165	End clamp	CPdta 38-5	Width 5,2mm	End clamp, Grey	Phoenix Contact	3022276		1					
47		-X167	End clamp	CPdta 38-5	Width 5,2mm	End clamp, Grey	Phoenix Contact	3022276		1					
48		-X188	End clamp	CPdta 38-5	Width 5,2mm	End clamp, Grey	Phoenix Contact	3022276		1					
49		-X189	End clamp	CPdta 38-5	Width 5,2mm	End clamp, Grey	Phoenix Contact	3022276		1					
50		-X170	End clamp	CPdta 38-5	Width 5,2mm	End clamp, Grey	Phoenix Contact	3022276		1					
51		-X171	End clamp	CPdta 38-5	Width 5,2mm	End clamp, Grey	Phoenix Contact	3022276		1					
52		-X172	End clamp	CPdta 38-5	Width 5,2mm	End clamp, Grey	Phoenix Contact	3022276		1					

Based on	Prepared	Approved	The Equipment 2		Doc. title	Parts list	Ref Des	=EQ1	
Revision notes	Date	Name	Project	Customer 1	Req. date	DOC	EPB	Rev. no.	+R
1	2		Plant 1	Order number 1					en
									Sheet
									1002
									In sheet

Print: 25.4.2013 C:\Users\finmag\Desktop\E3\_tuomksa\kokonaisuuska\_2\REC003\_VERSION3.03.03s  
 We reserve all rights in this document and in the information contained therein. Reproduction, use or disclosure to third parties without express authority is strictly forbidden.  
 © Copyright 2010 ABB