

Janne Voutilainen

SÄHKÖTEKNINEN DOKUMENTOINTI JA EPLAN- SUUNNITTELUOHJELMISTO

Opinnäytetyö
Sähkövoimatekniikka


Maaliskuu 2013




MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU

Mikkeli University of Applied Sciences

KUVAILULEHTI

 MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU Mikkeli University of Applied Sciences	Opinnäytetyön päivämäärä 12.3.2013
Tekijä(t) Janne Voutilainen	Koulutusohjelma ja suuntautuminen Sähkövoimatekniikka
Nimeke Sähkötekniinen dokumentointi ja EPLAN-suunnitteluohjelmisto	
Tiivistelmä <p>Opinnäytetyön tarkoituksena oli perehtyä sähkötekniisen dokumentoinnin sääntöihin ja määräyksiin sekä soveltaa niitä Gardner Denver Oy:n suunnitteluprosessiin kompressorien sähkösuunnittelussa. Työhön sisältyy myös uuden sähkösuunnitteluohjelmiston, EPLAN:in käyttöönotto.</p> <p>EPLAN Software & Service on luonut laajan suunnitteluohjelmiston (EPLAN), johon on saatavilla sähkö-, hydraulikka- ja prosessiohjaussovellukset. EPLAN Electric P8 on älykäs sähkösuunnitteluohjelmisto, joka sisältää useita tutustumisen arvoisia ominaisuuksia. Electric P8:ssa on panostettu suunnitteluprosessin nopeampaan läpiviemiseen useiden automatisoitujen toimintojen avulla. Electric P8 tukee myös omalta osaltaan standardien mukaista dokumentointia. Electric P8 soveltuu ensisijaisesti piirikaavioiden luomiseen ja siitä syystä sopii mielestäni erinomaisesti laitevalmistajien käyttöön. Työssä esittelen EPLAN:ia omien käyttökokemuksieni pohjalta.</p> <p>Työssä esitellään voimassa olevat sähkötekniistä dokumentointia koskevat standardit, EPLAN Electric P8 sähkösuunnitteluohjelmisto, EPLAN Pro Panel 3D- keskussuunnitteluovellus, joka on yksi osa EPLAN suunnitteluohjelmistoa, sekä tapa, jolla standardeja sovelletaan käytäntöön Gardner Denver Oy:llä EPLAN:in käyttöönoton jälkeen.</p>	
Asiasanat (avainsanat) Sähkötekniinen dokumentointi, EPLAN	
Sivumäärä 35	Kieli Suomi
URN	
Huomautus (huomautukset liitteistä)	
Ohjaavan opettajan nimi Hannu Honkanen	Opinnäytetyön toimeksiantaja Gardner Denver Oy Jyrki Mäkiö

DESCRIPTION

 <p>MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU Mikkeli University of Applied Sciences</p>		Date of the bachelor's thesis 12.3.2013	
Author(s) Janne Voutilainen		Degree programme and option Electrical Engineering	
Name of the bachelor's thesis Electric technical documentation and EPLAN designing program			
Abstract <p>The purpose of this thesis was to focus on standards and norms of electric technical documentation and to apply them to design process of compressors in Gardner Denver Oy. The thesis also includes commissioning of a new designing program, EPLAN.</p> <p>EPLAN Software & Service has created extensive designing software (EPLAN), which has separate segments for electrical planning, fluid planning and instrumental and control engineering. EPLAN electric P8 is smart electric designing software, which includes many features worth exploring. Much effort has been put into speeding up the designing process. Electric P8 also supports the standards that concerns electric technical documentation. Electric P8 is primarily intended for circuit diagrams and that's why it suits well to device manufacturers. In this thesis I introduce you to EPLAN based on my own experiences.</p> <p>The thesis clarifies current standards about electric technical documentation. After that I introduce the way that those rules and standards are taken in use in Gardner Denver Oy. I also introduce you to EPLAN Electric P8 and EPLAN Pro Panel, which is software for designing 3D-electric cabinets.</p>			
Subject headings, (keywords) Electric technical documentation, EPLAN			
Pages 35	Language Finnish	URN	
Remarks, notes on appendices			
Tutor Hannu Honkanen		Bachelor's thesis assigned by Gardner Denver Oy Jyrki Mäkiö	

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	1
2	GARDNER DENVER OY	1
3	SÄHKÖTEKNISTÄ DOKUMENTOINTIA KOSKEVAT STANDARDIT.....	2
3.1	Sähkötekniikassa käytettävien dokumenttien laatiminen (SFS-EN 61082-1)3	
3.1.1	Dokumenttien luokittelu	3
3.1.2	Informaation esittäminen	3
3.1.3	Piirikaaviot.....	4
3.1.4	Liitântätaulukot	6
3.1.5	Sijaintipiirustukset	7
3.1.6	Osaluettelot (SFS-EN 62027)	9
3.2	Viitetunnusjärjestelmä (SFS-EN 81346-1 ja -2).....	10
3.2.1	Näkökannat	10
3.2.2	Viitetunnusten muodostaminen	15
3.2.3	Viitetunnusten esittäminen.....	15
3.3	Kohteiden luokittelu (SFS-EN 81346-2)	18
4	EPLAN SOFTWARE & SERVICE.....	18
4.1	EPLAN-suunnitteluohjelmisto	18
4.2	EPLAN Electric P8.....	19
4.2.1	Standardien tukeminen.....	19
4.2.2	Käyttöliittymä	20
4.2.3	Navigaattorit	20
4.2.4	Projektiotiot ja makrot	22
4.2.5	Data Portal	24
4.2.6	Tarkistusajot.....	25
4.2.7	Automaattiset raportit ja yleiskatsaukset	25
4.2.8	Unicode-ominaisuus	26
4.2.9	Tuonti-/vientitoiminnot ja rajapinnat.....	26
4.3	EPLAN Pro Panel	27
5	DOKUMENTAATION UUDISTAMINEN GARDNER DENVER OY:SSÄ	28
5.1	Uudistuksen vaiheet.....	29
5.2	Uudistuksen syyt ja tulokset	30
5.3	Uudet dokumentit	32

6	YHTEENVETO	33
---	------------------	----

LIITE/LIITTEET

1 Kompressorin dokumentaatio

Määritelmiä

CAD = tietokoneavusteinen suunnittelu (engl. computer aided desing)

Kohde = kokonaisuus, jota käsitellään kehitys-, toteutus-, käyttö- ja hävittämisproses-
sissa.

Järjestelmä = sellainen toisiinsa liittyvien kohteiden joukko, joita pidetään määrätys-
sä yhteydessä kokonaisuutena ja ympäristöstään riippumattomina.

Rakenne = Esittää järjestelmän kohteiden väliset riippuvuussuhteet ja kuvaa miten
kohteet koostuvat osista.

Tuote = aiottu tai valmis työn tulos.

Komponentti = tuote, jota käytetään kokoonpannun tuotteen, järjestelmän tai laitok-
sen osana.

Tunniste = määre, joka liitetään kohteeseen erottamaan se yksiselitteisesti muista
kohteista tietyn alueen sisällä.

Näkökanta = määrätty tapa tarkastella kohdetta.

Viitetunnus = tietyn kohteen yksilöllinen tunniste, joka on muodostettu suhteessa
laitteistoon, jonka osa kohde on. Komponentin viitetunnus on avain kohdetta koske-
van informaation löytämiseen dokumentaatiosta.

Viitetunnusjärjestelmä = järjestelmä, jonka avulla laitteisto voidaan jakaa ”puumai-
seen” rakenteeseen ja sen kohteisiin/komponentteihin viitataan viitetunnuksia käyttä-
mällä.

Revisio = tuotteen versiotieto, joka muuttuu, kun tuotteeseen tehdään muutoksia.

1 JOHDANTO

Nykyisessä globaalissa markkinatilanteessa kilpaillaan asiakkaista kaikilla markkina-alueilla. Tämä tarkoittaa sitä, että tuotteen kaikkien osa-alueiden on oltava kunnossa. Yksi tärkeä ja joissain tapauksissa hieman laiminlyöty osa-alue on tuotteiden dokumentointi. Laadukas dokumentointi on tärkeä osa tuotetta ja myös olennainen tapa todistaa, että kaikki tuotteeseen liittyvät turvallisuus-, laatu-, ja ympäristövaatimukset on täytetty. Dokumentointi on tärkeää tuotteen jokaisessa elinkaaren vaiheessa. Dokumentteja tarvitaan tuotteen suunnittelussa, valmistuksessa, asennuksessa, käytössä, huollossa ja purkamisessa. On myös tärkeää, että kaikille sidosryhmille voidaan luovuttaa oikeanlaisia ja helposti ymmärrettäviä dokumentteja.

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on selvittää nykyisien standardien vaatimukset sähkötekniselle dokumentoinnille sekä standardisoida ja nopeuttaa Gardner Denver Oy:n tuotteiden sähkötekniistä suunnitteluprosessia. Tällä tavoin valmistaudutaan markkinoiden nykyisiin ja tuleviin vaatimuksiin sekä pyritään vastaamaan paremmin asiakkaiden tarpeisiin. Prosessiin liittyy myös uuden sähkösuunnitteluohjelmiston, EPLAN:in käyttöönotto.

2 GARDNER DENVER OY

Gardner Denver Oy on Gardner Denver Inc:n omistama yritys, joka on kompressorien ja puhallinten sekä pumppujen ja nesteiden siirron laitteiden valmistaja. Gardner Denver Inc:llä on yli 30 valmistuslaitosta ja liiketoimintaa yli 30 maassa. Tampereella toimiva Gardner Denver Oy valmistaa teollisuus- ja laivakompressoreita sekä ruuviviykkeitä ja hoitaa jälkimarkkinointia. /6./

Ensimmäinen ruuvikompressori on valmistettu Tampereella Tampella Tamrock-nimen alla vuonna 1963, jolloin solmittiin lisenssisopimus SMR:n (Svenska Rotormaskiner) kanssa ruuvikompressoreiden valmistuksesta. Tämän jälkeen vuonna 1990 kompressoriosasto yhtiöitettiin ja otettiin käyttöön nimi Tamrotor. Vuonna 1997 Gardner Denver Inc. osti Tamrotorin ja vuonna 1999 otettiin käyttöön nimi Gardner Denver Oy. Vuonna 1997 valmistettiin ensimmäinen taajuusmuuttajalla varustettu kompressori ja jo vuonna 2002 Gardner Denver Oy:llä oli valikoimassaan maailman laajin taajuus-

muuttajalla varustettu kompressorisarja. Vuonna 2007 tuotantoon tuli täysi sarja laivakompressoreita, jotka ovat laivakäyttöön standardisoituja kompressoreita, joiden suunnittelu ja valmistus tapahtuvat Tampereella. /5./

Nykyään Gardner Denver Oy:llä on kolme liiketoiminta-aluetta, jotka ovat ruuviyksiköt, teollisuuskompressorit ja Marine- eli laivakompressorit. Näiden lisäksi liiketoiminta sisältää varaosat ja huoltotuen sekä paineilman jälkikäsitteilylaitteet. Nykyisin yrityksessä työskentelee yhteensä yli 150 henkilöä ja liikevaihto oli 44,5 miljoonaa euroa vuonna 2009. /5./

Gardner Denver Oy:n emoyhtiö Gardner Denver Inc on perustettu vuonna 1859. Sen pääkonttori sijaitsee Yhdysvalloissa, Quincyssä. Henkilöstön määrä on yhteensä 6500 ja kokonaisliikevaihto vuonna 2009 oli 1,8 miljardia USD. Yhtiö on pörssinoteerattu New York Stock Exchancessa. Suomen lisäksi Gardner Denver Inc:llä on tehtaita Euroopassa mm. Italiassa, Saksassa ja Englannissa. Tämän lisäksi myyntiyhtiöitä on lukuisissa muissa maissa, joiden avulla maailmanlaajuinen edustajaverkosto hoitaa markkinointia yli 40 maahan. /6./

3 SÄHKÖTEKNISTÄ DOKUMENTOINTIA KOSKEVAT STANDARDIT

SFS-käsikirja 616 ja SFS-käsikirjasarja 174 ovat tärkeimmät ja uusimmat sähkötekniiseen dokumentointiin liittyvät oppaat, jotka kokoavat yhteen tärkeimmät dokumentointia ohjaavat standardit. SFS-käsikirjat ovat sähkö- ja elektroniikka-alan standardisointijärjestö SESKO ry:n valmistelemissä ja Suomen standardisointiliitto SFS ry:n kustantamia. Käsikirjoista ilmestyy uusia painoksia sitä mukaa, kun standardien sisältö muuttuu. Seuraavaksi avaan käsikirjojen sisältämien tärkeimpien standardien sisältöä oman työni näkökulmasta. Standardien kokonaisvaltainen käsittely olisi tämän työn kannalta työlästä ja epäolennaista, joten keskityn osa-alueisiin, jotka koskettavat työtäni.

Standardien tarkoituksena on luoda kaikilla tekniikan alueilla käytettävä yhtenäinen järjestelmä. Tämän ansiosta dokumentteja on helppo lukea ja ymmärtää, mikäli lukija on perehtynyt teknisen dokumentoinnin standardeihin. Näin ollen virheiden ja väärinymmärrysten mahdollisuus pienenee.

3.1 Sähkötekniikassa käytettävien dokumenttien laatiminen (SFS-EN 61082-1)

Standardi SFS-EN 61082-1 on osa suurempaa kansainvälistä standardia IEC-61082. Tämä osa standardista antaa sääntöjä ja ohjeita sähkötekniikassa käytettävien dokumenttien laatimiseen. Standardi antaa sääntöjä informaation esittämiselle mm. piirto-suunnista, piirrosmerkeistä ja merkinnöistä. Lisäksi standardi esittelee sähkötekniikassa käytettävät perusdokumenttilajit ja antaa ohjeita niiden laatimiseen. Viimeisin eli 2. painos standardista on vahvistettu marraskuussa 2006.

3.1.1 Dokumenttien luokittelu

Sähköteknisessä dokumentaatiossa käytetään pääosin neljää eri perusdokumenttilajia. Näitä ovat erilaiset kaaviot, piirustukset, taulukot ja diagrammit. Jokaiselle dokumenttilajille annetaan yllämainitussa standardissa laatimissääntöjä ja –ohjeita. Dokumenttilajeille annetaan myös minimivaatimukset tiedoista, joita niiden on sisällettävä sekä mahdollisuuksia erilaisten lisäinformaation esittämiselle. /8./ Työssäni keskityn lähinnä piirikaavioiden, osaluetteloiden, liitântätaulukoiden ja layout piirustusten laatimiseen.

3.1.2 Informaation esittäminen

Dokumentissa olevan informaation esittämisen on oltava yksikäsitteistä ja käytännöllistä. Informaation on oltava kauttaaltaan yhtenäistä kaikissa esittämispaikoissa. /8./ Tämä tarkoittaa, että dokumenteissa esitetty tieto täytyy olla jokaisessa kohdassa yksikäsitteistä ja selkeää, eikä se saa jättää mitään arvailun varaan.

Esimerkkinä voitaisiin käyttää piirikaaviota, jossa halutaan esittää sulakkeiden koot. Sulakkeiden koot on merkittävä jokaiseen kohtaan piirikaaviota, jossa kyseiset sulakkeet on esitetty, tai niissä on esitettävä viittaukset dokumentaation kohtaan, josta informaatio on löydettävissä. Näin toimittaessa erehtymisen mahdollisuutta ei jää.

Dokumenttien käytännöllisyys määräytyy taas käyttökohteen mukaan. Esimerkiksi, jos asiakkaan on piirikaavion avulla ymmärrettävä laitteen toimintaa, on piirikaavioon liitettävä informaatiota, joka helpottaa kaavion lukemista. Tällaista informaatiota voi olla esimerkiksi laitteen osa-alueiden toimintaan liittyvää informaatio.

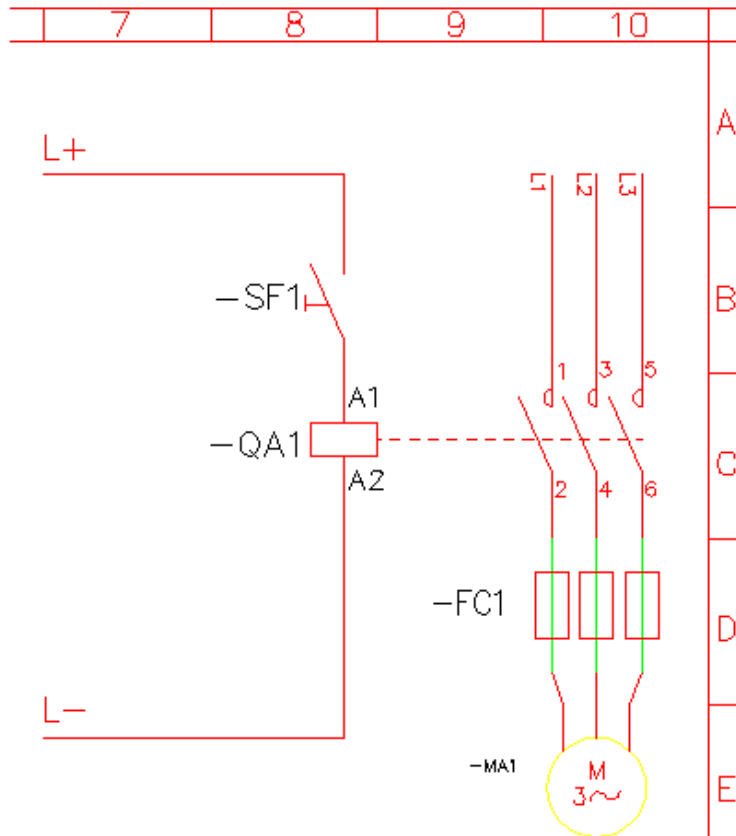
3.1.3 Piirikaaviot

Piirikaavion on esitettävä kohteen toteutuksen yksityiskohdat. Piirikaavio antaa informaatiota kohteen sähköpiireistä ja esittää toteutuksen osana olevat komponentit ja niiden väliset liitännät ottamatta huomioon esimerkiksi niiden fyysisiä kokoja ja muotoja. Piirikaavion on autettava kohteen toiminnan ymmärtämistä. Piirikaavio koostuu piirrosmerkeistä, liitännäviivoista, viitetunnuksista, liitintunnuksista, signaalitunnuksista, sijaintiviitteistä ja kohteen toimintaa selventävistä lisäinformaatioista. /8./ Piirikaavion on siis annettava kaikki tarvittava informaatio kohteen toiminnasta esimerkiksi huoltotöitä varten, jotta työ voitaisiin tehdä oikein ja turvallisesti. Piirikaavion ei kuulu spesifioida kohteen osia, se ei esimerkiksi kerro kontaktoreiden tai releiden malleja tai sähköisiä suureita. Piirikaavion ensisijainen tehtävä on antaa informaatiota vain kohteen toiminnasta.

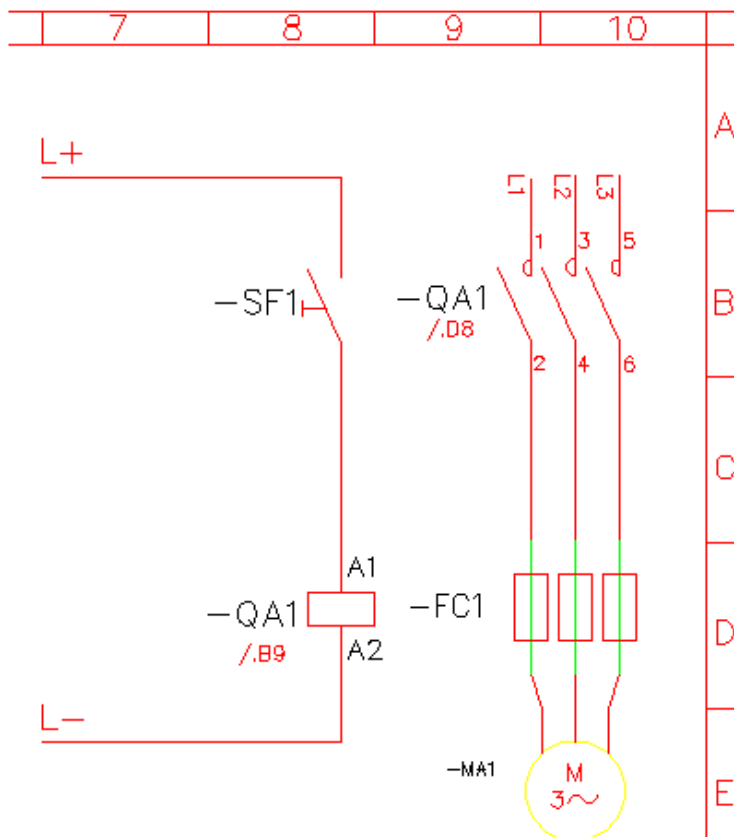
Komponentit voidaan kuvata joko yksittäisellä piirrosmerkillä tai useamman piirrosmerkin yhdistelmällä. Piirrosmerkit voidaan myös esittää kaaviossa joko kerran tai useammassa paikassa, mikäli se on tarpeellista ja helpottaa toiminnan ymmärtämistä. Tapauksessa, jossa sama komponentti esitetään useammin kuin kerran, tai mikäli komponentti on esitetty useamman piirrosmerkin yhdistelmällä, on tärkeää esittää viitetunnus jokaisen piirrosmerkin kohdalla merkkien välisen suhteen osoittamiseksi. /8./

Piirikaavion laatimisessa voidaan käyttää joko piirrosmerkkien koottua esitystapaa tai vapaata esitystapaa. Koottu esitystapa korostaa asetelullaan prosessin kulkua. Vapaa esitystapa korostaa komponenttien välisiä toiminnallisia suhteita. /8./

Koottu esitystapa on tarkoitettu lähinnä yksinkertaisten kohteiden kuvaamiseen. Vapaata esitystapaa tulisi käyttää tilanteissa, joissa kootulla esitystavalla piirrosmerkkejä ja liitännöjä ei pystytä esittämään järkevästi. Tällaisessa tilanteessa piirit risteilevät ja kaavion ymmärrettävyys kärsii. /8./ Vapaassa esitystavassa tulee muistaa esittää jaetun komponentin kohdalla sekä komponentin viitetunnus, että ristiviittaus dokumentin jokaiseen kohtaan, jossa komponentti tai sen osia esiintyy. Kuvissa 1 ja 2 on havainnollistettu piirrosmerkkien koottua ja vapaata esitystapaa komponentin –QA1 asette- luilla.



KUVA 1. Piirrosmerkkien koottu esitystapa



KUVA 2. Piirrosmerkkien vapaa esitystapa

Liikkuvia osia sisältävät komponentit, kuten esimerkiksi kontaktorit, tulisi yleisesti esittää sähköttömässä tilassa. Yksiasentoiset käsitoimiset tai sähkömekaaniset komponentit esitetään sähköttömässä tai lepotilassa. Katkaisijat, erottimet ja ohjauskytkimet pois-/ei-asennossa. Mikäli komponentissa ei tällaista selkeää valintaa pystytä tekemään, on komponentin tilasta annettava lisäinformaatiota. /8./ Näiden yksiselitteisten ja selkeiden ohjeiden avulla voidaan sulkea pois väärinymmärrysten mahdollisuus ja välttää mahdolliset vaaratilanteet.

3.1.4 Liitântätaulukot

Liitântätaulukot antavat informaatiota laitteiston komponenttien välisistä liitännöistä, eri yksiköiden tai laitteistojen välisistä liitännöistä tai laitteistoon tulevista ulkoisista liitännöistä. Esitettävään minimi-informaatioon kuuluu viitetunnus tai johtimen/kaapelin numero ja yhdistettävien kohteiden yksilöinti. Lisäinformaationa liitântätaulukon voidaan lisätä tarpeen vaatiessa mm. johtimien ja kaapeleiden spesifisiä tietoja, kuten johtimien/kaapeleiden pituudet tai poikkipinta-alat. Tarpeen vaatiessa voidaan myös ilmoittaa informaatiota esimerkiksi kaapelin kulkureitistä, liittamisestä, päättämisestä tai häiriösuojauksesta. /8./ Liitântätaulukon alkeellisin muoto voi siis olla hyvin yksinkertainen, mutta dokumentin tekijälle annetaan vapaat kädet lisätä siihen informaatiota, jota pitää tärkeänä ja näin ollen taulukosta saadaan sopiva aiottuun käyttötarkoitukseen.

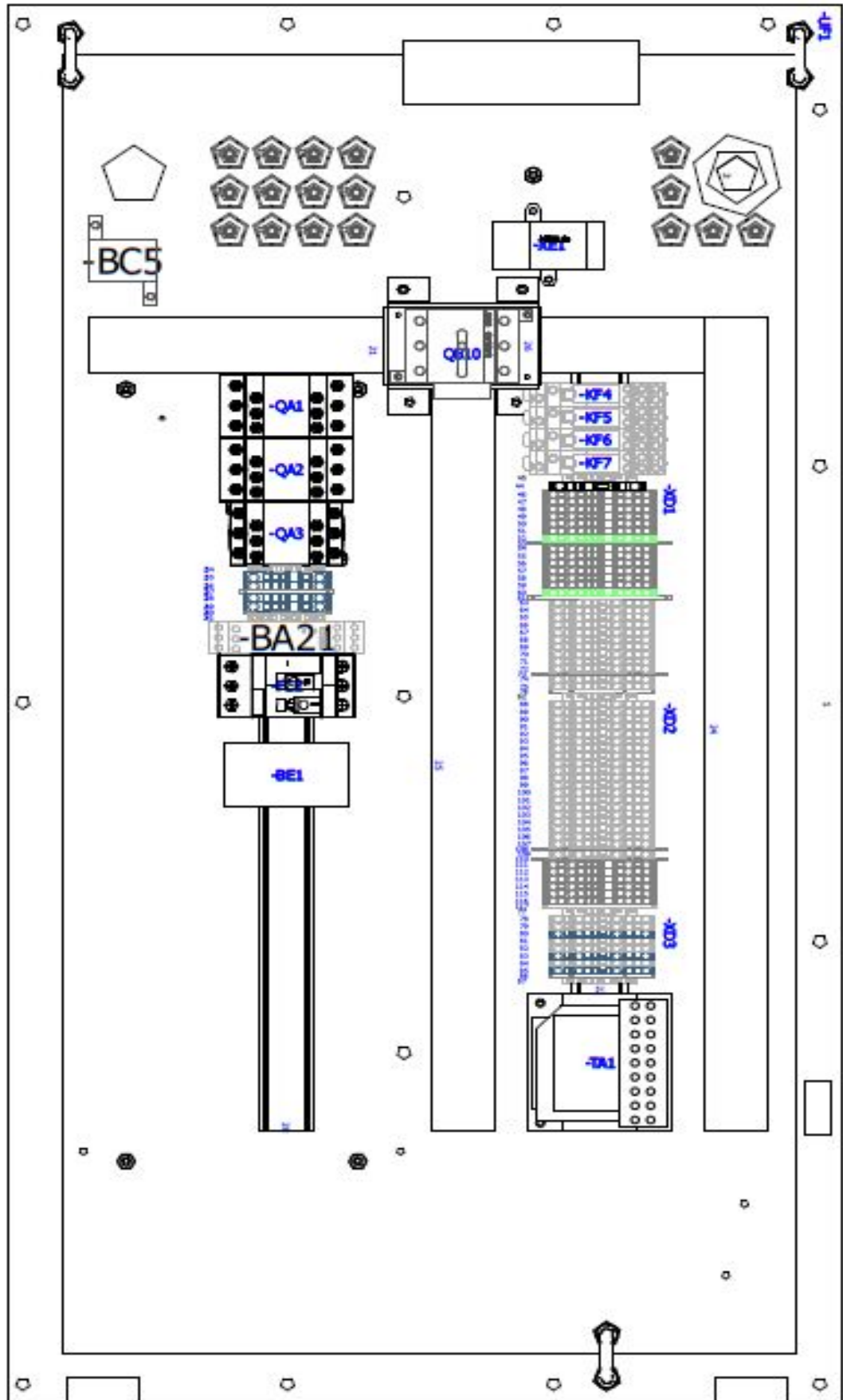
Liitântätaulukossa esitetyt liitännät on yksilöitävä esimerkiksi niiden viitetunnuksilla tai liitintunnuksilla. Kaapeleissa esiintyvät johtimet on yksilöitävä joko johtimien värien avulla tai numeroimalla. Liitântätaulukot voidaan laatia liitântään perustuvan luokittelumenetelmän mukaisesti, jossa liitännät on järjestettävä johtimien tunnisteiden mukaisesti. Toinen vaihtoehto on laatia ne liitoskohtaan perustuvan menetelmän mukaisesti, jossa liitännät järjestetään liittimien tunnisteiden mukaisesti. /8./ Oiva tapa liitântöjen yksilöimiseksi onkin laatia taulukko niin, että esitetään kaapelin tunnus, johtimen yksilöivä tieto sekä liityttävän komponentin liitintunnus samassa yhteydessä. Kuvassa 3 on esitetty osa kompressoripaketin liitântätaulukosta.

Connection	Source	Target	C-S (mm ²)	Color	Cable type	Conn. Type
-WD12.1	-FC2:1/L1	-QA2:1/L1	6,0	BK	LKEM-HF	Conductor/Wire
-WD12.2	-FC2:3/L2	-QA2:3/L2	6,0	BK	LKEM-HF	Conductor/Wire
-WD12.3	-FC2:5/L3	-QA2:5/L3	6,0	BK	LKEM-HF	Conductor/Wire
-WD4.1	-QA1:1/L1	-QB10:2	6,0	BK	LKEM-HF	Conductor/Wire
-WD4.2	-QA1:3/L2	-QB10:4	6,0	BK	LKEM-HF	Conductor/Wire
-WD4.3	-QA1:5/L3	-QB10:6	6,0	BK	LKEM-HF	Conductor/Wire
-WD1	-SF1:13	-XD1:25	1,0	RD		Conductor/Wire
-WD2	-SF1:14	-XD1:26	1,0	RD		Conductor/Wire

KUVA 3. Esimerkki liitântätaulukosta

3.1.5 Sijaintipiirustukset

Sijaintipiirustus eli layoutpiirustus kuvaa kohteen osien tai esimerkiksi komponenttien sijainnit ja/tai mitat. Kohteet esitetään niiden muodon ja mittojen avulla joko suhteellisesti tai oikeassa koossaan. Kohteet on merkittävä niille kuuluvien tunnuksien tunnistamista varten. Yksityiskohtaista lisäinformaatiota voidaan myös tarpeen vaatiessa liittää mm. tarkkojen mittojen esittämiseksi. /8./ Sijaintipiirustus on hyvä liittää esimerkiksi laitteiston dokumentaatioon piirikaavion ja muiden dokumenttien mukaan. Se auttaa lukijaa hahmottamaan laitteiston kokonaisuutena ja helpottaa suuresti esimerkiksi sähkölaitteiston komponenttien paikantamista. Kuvassa 4 on esitetty kompressorin sähkökaapin asennuslevyn sijaintipiirustus.



KUVA 4. Sähkökaapin asennuslevyn sijaintipiirustus

3.1.6 Osaluettelot (SFS-EN 62027)

Osaluettelon tärkein tehtävä on määritellä kohteen tai järjestelmän osana olevat komponentit /11./. Osaluettelot soveltuvat hyvin laitevalmistajien dokumentaatioon esittämään tietoa siitä, mistä osista ja komponenteista laite on koottu eli mitä se pitää sisällään. Osaluettelot perustuvat tuotteenmukaiseen näkökantaan, jonka esittelen myöhemmin luvussa 3.2.1.

Osaluetteloita on kahta luokkaa, luokka A ja luokka B. Luokan A mukainen osaluettelo on osaluettelo, jossa jokainen luettelokohta esittää yhtä tai useampaa samanlaista laitteessa esiintyvää komponenttia. Toisin sanottuna jos laitteessa on kolme samanlaista komponenttia, ne esitetään samalla ”rivillä” ja määräksi merkitään kolme. Tällaista luokan A osaluetteloa voidaan myös kutsua materiaali- ja tarvikeluetteloksi. Luokan B mukaisessa osaluettelossa jokainen komponentin/osan esiintymä merkitään omalle ”rivilleen”. Tällöin on mahdollista spesifioida komponentit esimerkiksi viitetunnusten avulla ja viitetunnusta voidaan käyttää komponentin avaintietona. Luokan B osaluetteloita käytetään usein sähköasennuksissa, koska komponenttien jokainen esiintymä on tärkeää yksilöidä mahdollisia kytkentöjä varten. /11./

Osaluettelossa jokainen laitteen sisältämä komponentti/osa yksilöidään viitetunnuksella ja komponentin/osan tiedoilla, kuten esimerkiksi valmistajan nimellä ja tyyppinumerolla. Lisäksi voidaan antaa muitakin lisäinformaatiota, jotta osaluettelosta saataisiin mahdollisimman käyttökelpoinen eri tarkoituksiin. /11./ Myös osaluetteloa voidaan siis räätälöidä melko vapaasti erilaisiin käyttökohteisiin sen mukaan, mitä suunnittelija näkee tarpeelliseksi. Yleensä osaluetteloon merkitään ainakin osan viitetunnus, määrä, valmistaja ja osan tyyppitunnus, jotka kuuluvat pakolliseen minimiinformaatioon. Mahdollisena lisäinformaationa voidaan esittää esimerkiksi komponentin kuvaus, paino/mitat tai esimerkiksi tuotannonohjausjärjestelmään kuuluva tunnus. Kuvassa 5 on esitetty osa kompressorin sähköteknisestä osaluettelosta.

Device tag	Designation	Quantity	Description	Type number	Manufacturer
-KF4		1	Terminal relay 230Vac	G2R-2-SN230	Omron
-GQ1		1	Cooling Fan 230 V	GKV-1500-220	Stulz Cosmotech
-QB10		1	Switch disconnecter	OT 63F3	ABB
-SF1		1	Selector switch, 1NO	XB4BD21	Schneider Electric
-XE1		1	PE Terminal	KE80.15	Ensto
-XD1	1...6;8...13	12	Terminal block	ST 2,5- QUATTRO	Phoenix Contact
-XD2	88...107;109	21	Terminal block	STTB 2,5	Phoenix Contact
-XD3	81;82;84;85;87	5	Terminal block	STTB 2,5	Phoenix Contact

KUVA 5. Esimerkki osaluettelosta

3.2 Viitetunnusjärjestelmä (SFS-EN 81346-1 ja -2)

Viitetunnusjärjestelmä antaa ohjeet teknisten järjestelmien jäsentelyyn. Jäsentelyllä tarkoitetaan, että järjestelmä ja sitä koskeva informaatio jaetaan osiin. Sen avulla laitteisto voidaan jakaa ”puumaiseen” rakenteeseen ja sen kohteisiin/komponentteihin viitataan viitetunnuksia käyttämällä. Viitetunnus taas on avain kohdetta koskevan informaation löytämiseen dokumentaatiosta. Standardi SFS-EN 81346-1 antaa ohjeet, kuinka kohteet jäsenellään ja antaa säännöt viitetunnuksien muodostamiseen lopputuloksena olevan rakenteen perusteella. /9./

Standardi SFS-EN 81346-2 esittää viitetunnusten käyttötarkoituksen, muodostamissäännöt sekä laitteiden kirjainkoodit esittävät taulukot, joista löytyy standardoidut tunnuksot erilaisille komponenteille, esimerkiksi kelalle tai kontaktorille /10./

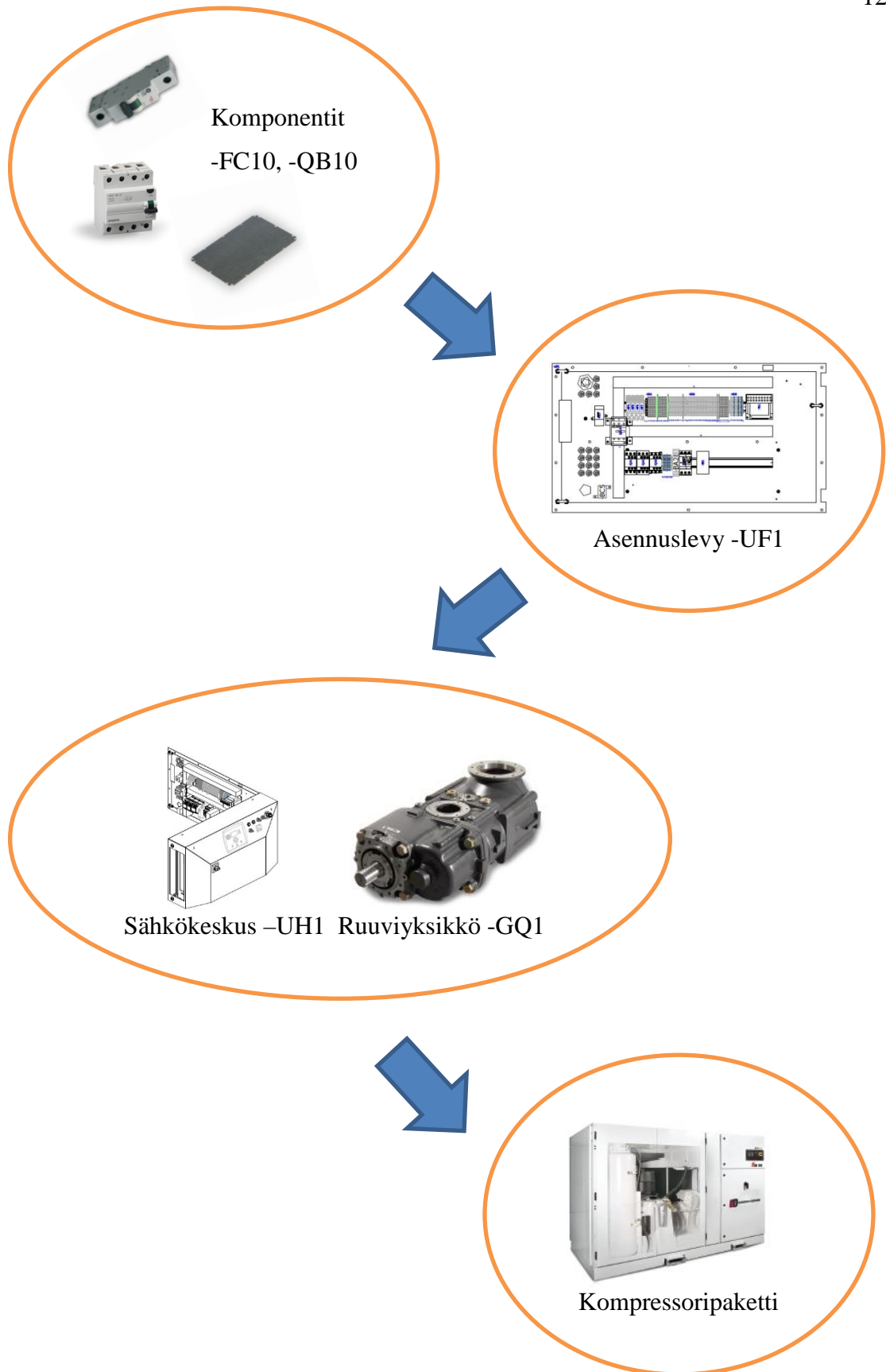
3.2.1 Näkökannat

Ennen kuin määritellään laitteiston/kohteen rakennetta, on valittava siihen sopiva näkökanta. Eri näkökantojen avulla voidaan lähestyä kohdetta siltä kannalta, mikä on tarkoituksen mukaista eri tilanteissa. Standardi SFS-EN 81346-1 esittää kolme näkökantaa, joista kohdetta voi tarkastella. /9./ Alla selvennän näkökantojen ideaa ja mahdollisia käyttökohteita.

Tuotenäkökanta

Tuotenäkökannassa rakennetaan tuotteen mukainen rakenne, jossa ilmaistaan, miten kohde jakautuu osakohteisiin. Dokumentti, jossa on käytetty tuotteenmukaista näkökanta, tuo esille kyseisen laitteiston komponenttien rakenteelliset järjestelyt. Tuotteen mukaisen rakenteen ilmaisemiseen käytetään viitetunnuksen etumerkinä ”-” merkkiä. Etumerkki sijoitetaan viitetunnuksen eteen ja se on osa viitetunnusta. /9./ Tuotenäkökanta soveltuu hyvin esimerkiksi ns. laitevalmistajalle, kuten Gardner Denver Oy.

Otetaan esimerkiksi kompressori, jonka eri osakokonaisuuksia voisi olla sähkökeskus, asennuslevy ja ruuviyksikkö. Asennuslevylle muodostetaan standardin mukainen viitetunnus, jonka avulla asennuslevylle voidaan sijoittaa komponentteja. Kuvassa 6 on esitetty havainnollistava esimerkki tuotteen mukaisesta rakenteesta, jossa edetään pienemmistä osakokonaisuuksista kohti lopullista valmista tuotetta. Kuvaan 6 on myös merkitty esimerkinomaisia tuotteenmukaisen rakenteen mukaisia viitetunnuksia.

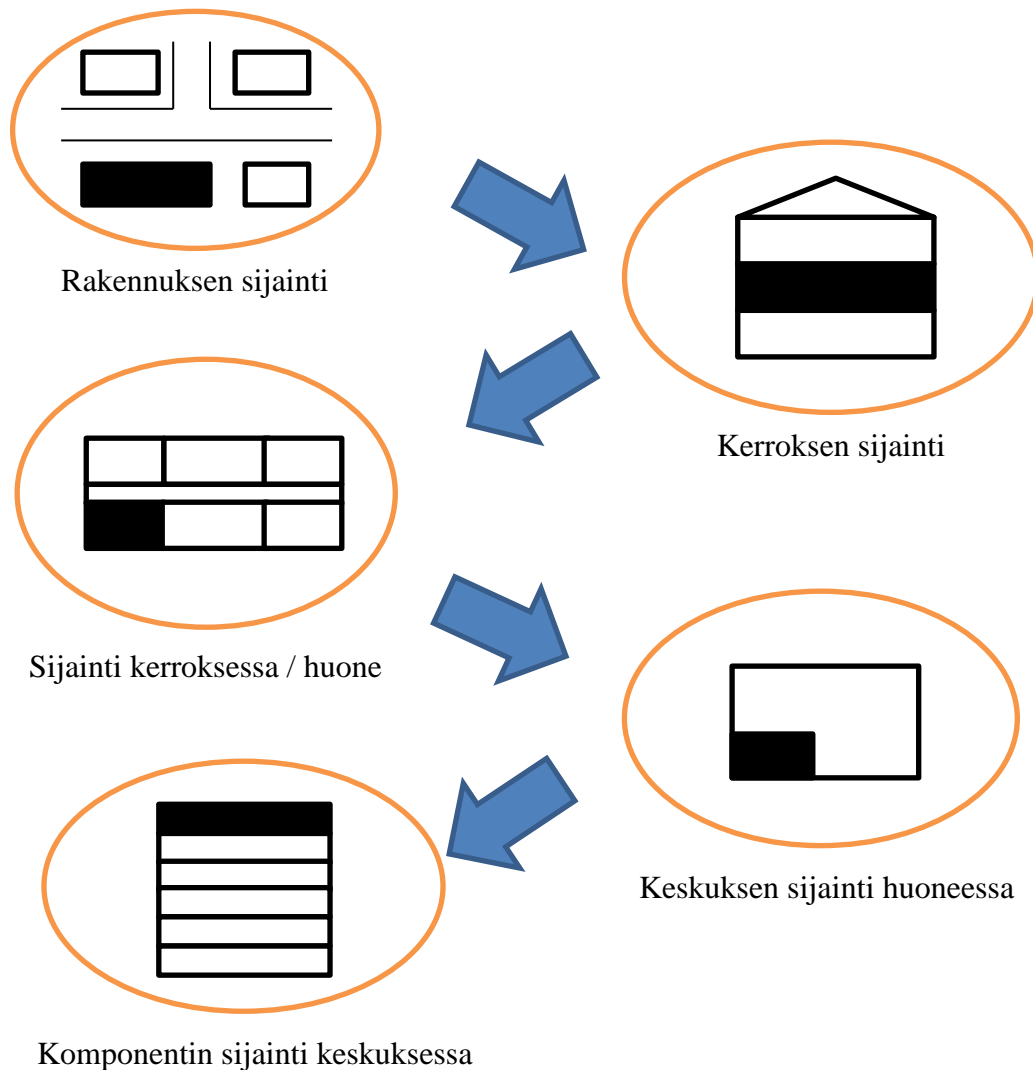


KUVA 6. Esimerkki tuotteen mukaisesta rakenteesta

Sijaintinäkökanta

Sijaintinäkökannassa muodostetaan sijainnin mukainen rakenne, joka ilmaisee informaation kohteesta sijaintien mukaisesti ja tuo esiin kyseisen laitteiston komponenttien keskinäiset topografiset eli tarkat sijainnilliset suhteet. Sijainnin mukaisen rakenteen ilmaisemiseen käytetään viitetunnuksen etumerkkinä ”+” merkkiä. Etumerkki sijoitetaan viitetunnuksen eteen, ja se on osa viitetunnusta. /9./

Sijainnin mukaista rakennetta tulee siis käyttää, jos on tarpeen määrittellä kohde ja sen osien tarkat sijainnit. Kyseisen näkökannan käyttö voi siis tulla kyseeseen esimerkiksi laajoja kohteita hahmoteltaessa. Kuvassa 7 on esitetty havainnollistava esimerkki sijainnin mukaisesta rakenteesta, jossa edetään suuremmista kokonaisuuksista pienempiin määrittäen sijainteja aina mahdollisimman tarkkaan määritelmään asti.

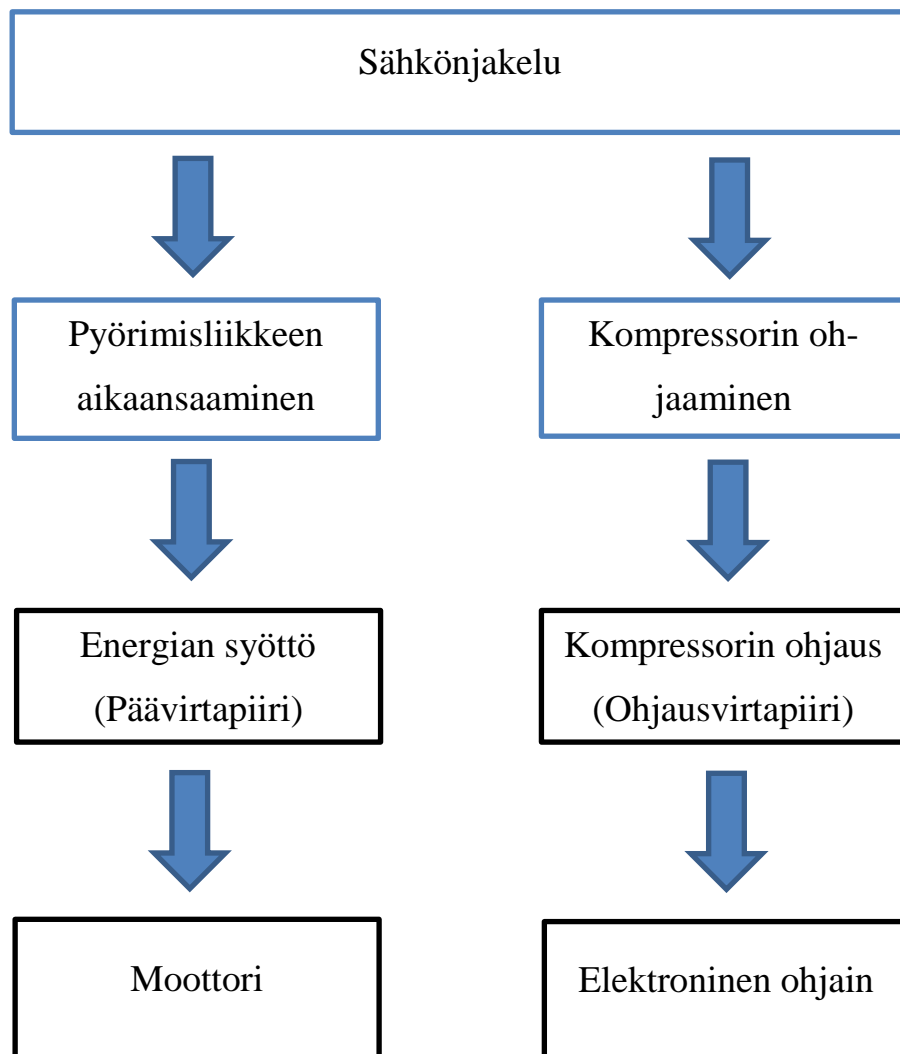


KUVA 7. Esimerkki sijainnin mukaisesta rakenteesta

Toimintanäkökanta

Toimintanäkökannassa muodostetaan toiminnan mukainen rakenne, joka perustuu järjestelmän käyttötarkoitukseen. Toiminnan mukaisessa rakenteessa ilmaistaan komponenttien väliset toiminnalliset suhteet ottamatta huomioon niiden sijainti- ja tuotantäkökanta. Toiminnan mukaisen rakenteen ilmaisemiseen käytetään viitetunnuksen etumerkkinä ”=” merkkiä. Etumerkki sijoitetaan viitetunnuksen eteen, ja se on osa viitetunnusta. /9./

Toiminnan mukaista näkökanta voidaan siis käyttää dokumenteissa, joiden tarkoitus on selittää kohteen ja komponenttien toimintaa. Toimintanäkökanta ei kuitenkaan ota kantaa komponenttien sijainteihin tai rakenteelliseen järjestelyyn. Kuvassa 8 on esitetty havainnollistava esimerkki toiminnan mukaisesta rakenteesta, jossa eritellään omiksi kokonaisuuksikseen erilaiset toiminnalliset yksiköt eli samaan ”toimintaan” liittyvät kokonaisuudet.



KUVA 8. Esimerkki toiminnan mukaisesta rakenteesta

3.2.2 Viitetunnusten muodostaminen

Viitetunnusten tarkoitus on yksilöidä kohteita järjestelmän sisällä. Määriteltävän kohteen viitetunnuksen on muodostuttava näkökannan mukaisesta etumerkistä (-, + tai =) ja kirjainkoodista/numerosta tai kirjainkoodin ja numeron yhdistelmästä. Jos viitetunnus on monitasoinen, viitetunnuksessa on esitettävä kaikki tasot ylätasolta aina itse viitattavan kohteen viitetunnukseen. /9./

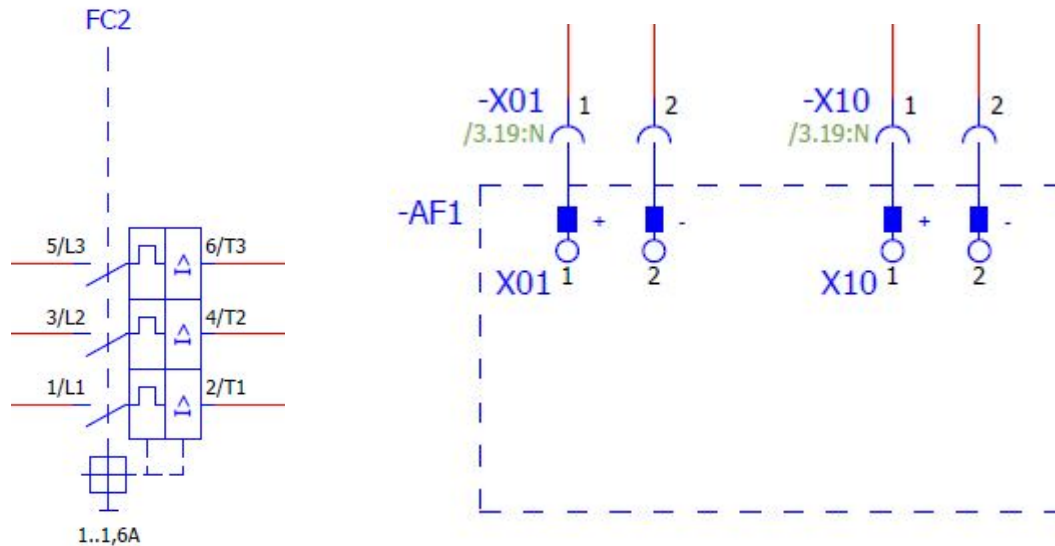
Kirjainkoodit muodostetaan latinalaisista suuraakkosista A...Z poislukien kansalliset erikoismerkit. I ja O kirjaimien käyttöä tulee välttää, mikäli ne on mahdollista sekoittaa numeroihin 1 ja 0. Kirjainkoodin on luokiteltava kohde standardin toisessa osassa SFS-EN 81346-2 esitetyn luokittelumallin perusteella, joten kirjainkoodit tulee valita kyseisen luokittelumallin perusteella. /9./

Esimerkkinä tuotteen mukaisen näkökannan mukainen viitetunnus laitekaapin asennuslevylle: –UH1-UF1. Viitetunnuksessa standardin mukaisesti UH= ”kojeiston sekä ohjaus- ja kommunikaatiolaitteiden kotelointi”, esim. laitekaappi ja UF= ”kojeiston sekä ohjaus- ja kommunikaatiolaitteiden kiinnittäminen”, esim. asennuslevy. Numerointia voidaan käyttää kirjainkoodien perässä esimerkiksi kohteissa, joissa on useampia laitekaappeja tai asennuslevyjä niiden sisällä.

3.2.3 Viitetunnusten esittäminen

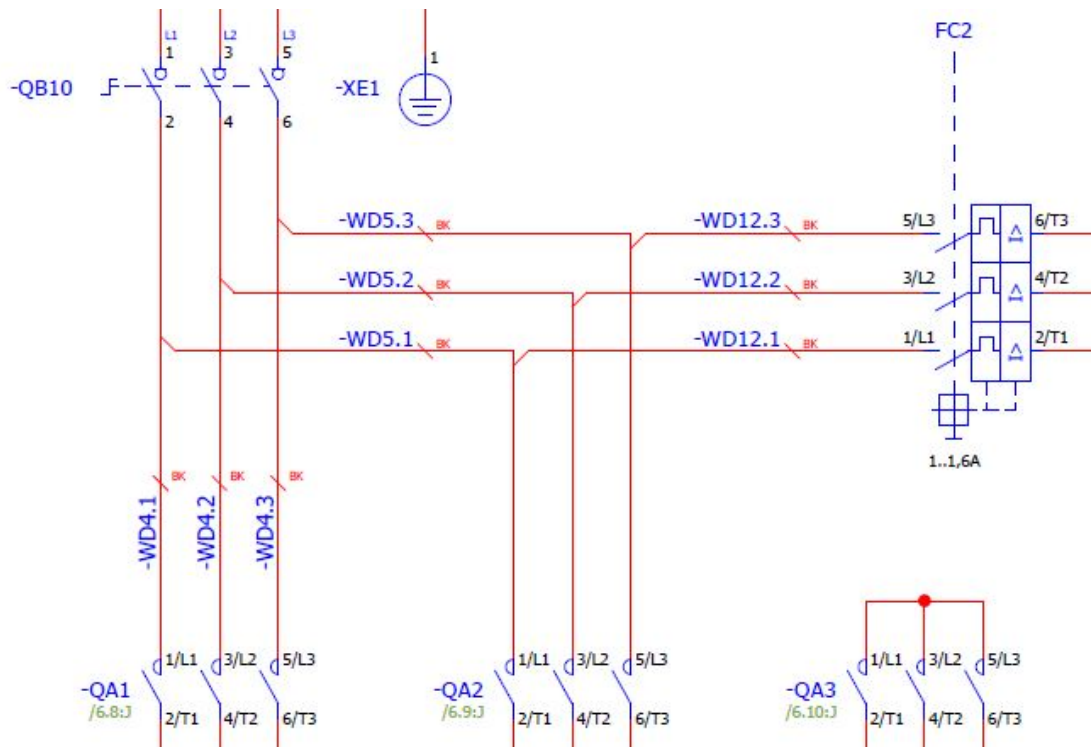
Piirrosmerkkien eli pääasiassa komponenttien viitetunnukset on sijoitettava viitattavan kohteen vasemmalle puolelle, mikäli kohde on piirretty pystyasentoon (liittimet on pääosin pystysuorassa). Mikäli kohde on piirretty vaaka-asentoon (liittimet pääosin vaakasuorassa), on viitetunnus sijoitettava kohteen yläpuolelle. /8./

Komponenttien liitintunnukset on sijoitettava vaakasuorien liitinviivojen yläpuolelle ja pystysuorien liitinviivojen vasemmalle puolelle. Liitintunnuksen asento tulee lisäksi olla liitinviivan suuntainen. Viitetunnus on esitettävä yhdellä rivillä, eikä yksitasoista viitetunnusta saa jakaa osiin. /9./ Kuvassa 9 on havainnollistettu viitetunnusten sijoittamista.



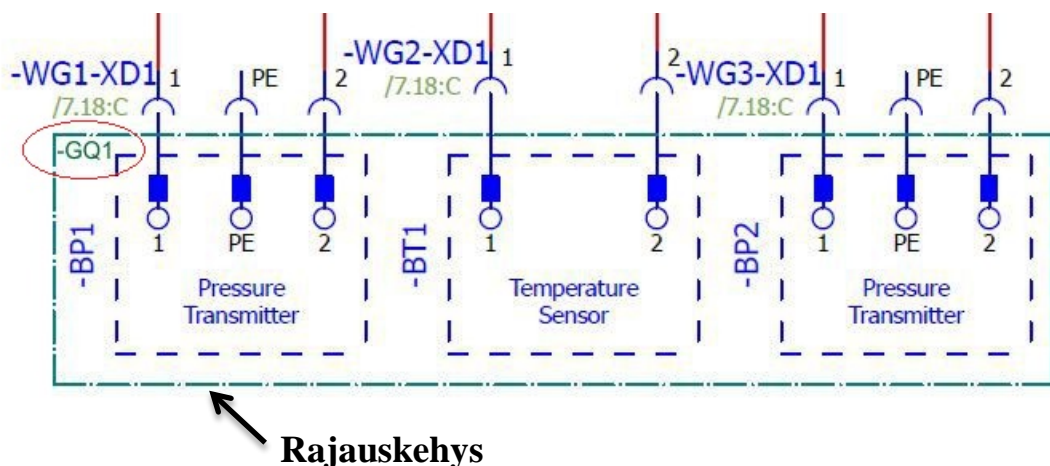
KUVA 9. Viitetunnusten sijoittaminen

Mikäli johtimille/kaapeleille halutaan antaa viitetunnukset (mikä on monessa tapauksessa järkevää), ne on sijoitettava niin, että ne liittyvät selvästi kyseiseen liitännäviivaan. Tämä tarkoittaa käytännössä sitä, että viitetunnuksen on sijaittava liitännäviivan vieressä. Viitetunnus sijoitetaan pystysuoran liitännäviivan vasemmalle puolelle ja suunnataan pitkin liitännäviivaa. Vaakasuoran liitännäviivan tapauksessa viitetunnus sijoitetaan liitännäviivan yläpuolelle ja suunnataan pitkin liitännäviivaa. Mikäli tunnuksia ei ole mahdollista esittää näin esimerkiksi tilanpuutteen takia, ne on esitettävä viitteenä viivalla. /8./ Kuvassa 10 on havainnollistettu johdinten ja kaapeleiden viitetunnusten sijoittamissääntöjä.



KUVA 10. Johdinten ja kaapeleiden viitetunnusten esittäminen

Piirikaavioissa on myös mahdollista käyttää rajauskehyksiä viitetunnusten esittämiseen. Mikäli kuvassa on useita komponentteja, jotka kuuluvat samaan osakokonaisuuteen on mahdollista tehdä niille rajauskehys, jonka vasempaan ylälaitaan merkataan osakokonaisuuden viitetunnus. /8./ Rajauskehystä käyttämällä saadaan yksinkertaistettua viitetunnuksia ja tehtyä piirikaaviosta helpommin luettava. Rajauskehys on myös hyvä tapa havainnollistaa erilaisia osakokonaisuuksia piirustuksesta. Kuvassa 11 on havainnollistettu viitetunnusten esittämistä rajauskehysten avulla. Piirikaavioon jouduttaisiin ilman rajauskehystä merkkamaan painelähettimille ja lämpötilamittaukselle viitetunnukset: -GQ1-BP1, -GQ1-BT1 ja -GQ1-BP2.



KUVA 11. Viitetunnusten esittäminen rajauskehysten avulla

3.3 Kohteiden luokittelu (SFS-EN 81346-2)

Standardin SFS-EN 81346-2 tarkoituksena on määritellä kohteille pääluokat ja niiden alaluokat sekä antaa luokille niille kuuluvat viitetunnuksissa käytettävät kirjainkoodit. Kohteiden luokittelun pääperiaatteena on, että kohdetta tarkastellaan välineenä, joka tekee jonkin ennalta määrätyn toiminnon. Samanlaisen toiminnon tekevät komponentit kuuluvat siis samaan pääluokkaan. Luokalle määritellään kirjainkoodi, josta voidaan päätellä komponentin toimintaa. Jokaiselle luokalle määritellään lisäksi tarvittava määrä alaluokkia ja niille pääluokkaansa viittaavat, mutta tarkemmat kirjainkoodit.

Esimerkkinä voitaisiin ottaa pääluokan Q; ”Ohjattu energia-, signaali- tai materiaalivirran kytkeminen tai muuttaminen”, alaluokka QB; ”Sähkövirtapiirien erottaminen” /10./. Tähän luokkaan kuuluvat mm. erottimet ja varokekytkimet. Tällä tavoin standardin avulla komponenteille voidaan antaa yhtenäiset, toimintaa kuvaavat viitetunnuksukset riippumatta tekniikan alasta, suunnittelualustasta tai esimerkiksi suunnittelijan äidinkielestä. Näin ollen dokumenteista tulee yhdenmukaisia ja niiden lukeminen ja ymmärtäminen helpottuu sekä virheiden ja väärinymmärrysten määrä pienenee.

4 EPLAN SOFTWARE & SERVICE

EPLAN Software & Service yritys on luonut laajan suunnitteluohjelmiston (EPLAN), johon on saatavilla sähkö-, hydraulikka- ja prosessiohjaussovellukset. Yritys on lähtöisin Saksasta ja on tarjonnut ohjelmistojaan asiakkaiden käyttöön noin 25 vuotta. EPLAN Software & Service on sähkökytkentä- ja IT-laitekaappeja sekä konesaleja valmistavan Rittalin tytäryhtiö ja kuuluu Friedhelm Loh -konserniin. /1./

4.1 EPLAN-suunnitteluohjelmisto

EPLAN:in suunnitteluohjelmistoon on saatavilla omat moduulit eri tekniikan aloille. Kaikki suunnitteluohjelmiston osat toimivat samalla alustalla, EPLAN Platformilla ja saavat tietonsa samasta tietokannasta. Tämä mahdollistaa viestinnän tekniikan eri osa-alueiden välillä. /4./

EPLAN-suunnitteluohjelmistoon kuuluvat moduulit ja niiden tekniikan alueet:

- Electric P8 – Sähkösuunnittelu
- Pro Panel – Sähkökeskus- ja kotelointiratkaisut
- Fluid – Hydraulikkasuunnittelu
- PPE – Prosessinohjaustekniikka



KUVA 12. EPLAN ohjelmistokaavio

Kappaleissa 4.2 ja 4.3 esittelen Gardner Denver Oy:ssä käyttöönotettuja moduuleita Electric P8 ja Pro Panel.

4.2 EPLAN Electric P8

EPLAN Electric P8 on älykäs sähkösuunnitteluohjelmisto, joka sisältää tietokannan ja useita automatisoituja toimintoja. Electric P8 soveltuu ensisijaisesti piirikaavioiden luomiseen ja siitä syystä sopii mielestäni erinomaisesti laitevalmistajien käyttöön. Seuraavaksi esittelen Electric P8:n tärkeimpiä ominaisuuksia.

4.2.1 Standardien tukeminen

Electric P8 tukee ja jäljittelee ominaisuuksiltaan kansainvälisiä standardeja. Ohjelmassa on tuki Euroopassa käytettävään IEC-, Venäjällä käytössä olevaan GOST- ja Yhdysvalloissa käytettävään NFPA-standardiin. /1./

Electric P8 tukee IEC-standardien mukaisten näkökanta-ajattelun ja viitetunnusjärjestelmän käyttöä. Ohjelmassa on mahdollista muokata viitetunnusten rakenne omaan käyttöön sopiviksi, jolloin käyttäjän tarvitsee vain nimetä varsinainen kohde (esimerkiksi komponentti) ja viitetunnus muodostuu komponentille automaattisesti käytössä olevan rakenteen mukaisesti.

Ominaisuuksiin kuuluu myös automaattinen standardien muunto, joka muuntaa IEC-standardin mukaan tehdyt dokumentit muiden tuettujen standardien mukaisiksi /1./. Tätä ominaisuutta en käyttänyt työssäni, koska dokumentoinnissa käytössä oli nimenomaan Euroopassa käytössä oleva IEC-standardi. Ominaisuus voi toimiessaan olla kuitenkin hyödyksi nykyisillä kansainvälistyvillä markkinoilla.

4.2.2 Käyttöliittymä

Electric P8:ssa on graafinen käyttöliittymä. Lähes kaikki toiminnot, joita sähkösuunnittelija työssään tarvitsee, on automatisoitu. Muun muassa komponenttien ja niiden osatietojen lisääminen, kaapeleiden valinta ja merkitseminen, kytkentöjen muodostaminen komponenttien välille ja erilaisten raporttien luominen ovat tällaisia toimintoja.

Käyttöliittymä on monipuolinen ja mahdollistaa projektin ja sen tarkastelun monesta eri näkökulmasta. Käyttöliittymä on lisäksi konfiguroitavissa käyttäjän haluamaksi sisältäen yksilölliset työtilat ja työkalurivit, kuvakkeet ja näppäinmääritykset /1./.

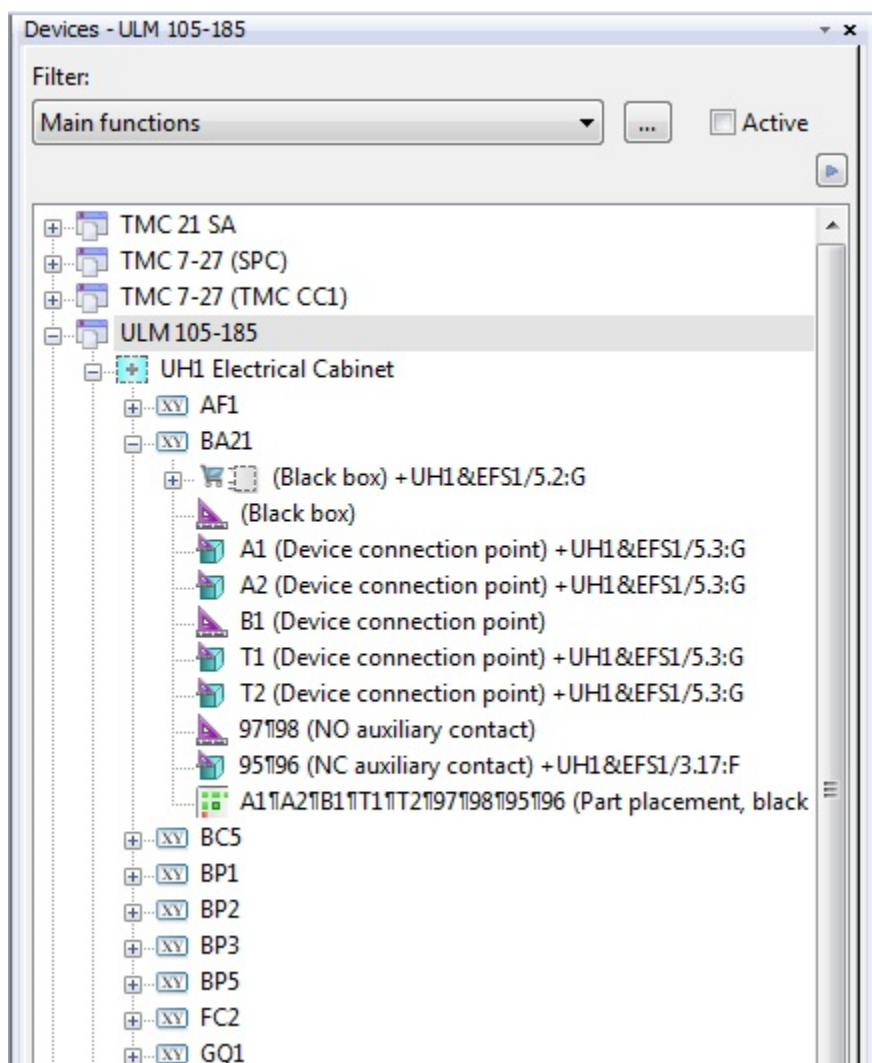
Saatavilla olevalla API-laajennus lisäosalla (Application Programming Interface) voidaan lisäksi tehdä sovelluksia .NET-, VB-, VBA-, C++- ja Java -ympäristöihin sekä muokata EPLAN:in työtiloja /2./. Tämän laajennusosan avulla voidaan automatisoida suunnittelua yksilöllisesti yrityksen ja asiakkaan erityistarpeisiin sekä nopeuttaa suunnitteluprosessia edelleen.

4.2.3 Navigaattorit

Erikoiseksi ja käytännölliseksi moniin eri projekteihin Electric P8:n tekee sen erilaisiin navigaattoreihin perustuva projektin hallinta. Ohjelmassa on omat navigaattorit mm. riviliittimille, kaapeleille ja laitteille. Navigaattoreiden kautta hallinnoidaan kyseisiä kohteita ja niihin liittyvää dataa, kuten esimerkiksi informaatiota riviliittimen

osatiedoista ja liittimien lukumäärästä. Riviliitinnavigaattorista näkee esimerkiksi, mitkä liittimet on jo kytketty ja mitkä liittimet ovat vielä käytettävissä. Navigaattorin kautta voi myös suunnistaa dokumentissa kyseiseen kohtaan, jossa kiinnostava kohde dokumentissa sijaitsee. Näin säästyy aikaa, kun ei tarvitse manuaalisesti etsiä kohteita dokumentoinnista.

Navigaattorit mahdollistavat projektin keskitetyn hallinnan ja tällä tavoin projekteja on helppo hallinnoida ja muokata. Otetaan esimerkiksi tilanne, jossa halutaan muuttaa kohteen nimeä. Tehtäessä nimeäminen navigaattorin kautta ohjelma muuttaa kyseisen kohteen nimen jokaisessa kohdassa dokumenttia, missä se esiintyy. Navigaattoreita käytettäessä virheiden ja unohdusten määrä lähes eliminoituu. Tiivistetysti muotoiltuna automatisoitujen toimintojen ansiosta voidaan keskittyä olennaisiin asioihin, kun aikaa vievät manuaaliset työvaiheet jäävät pois ja suunnitteluprosessi nopeutuu. Kuvassa 12 esitetty EPLAN:in laitenavigaattori, josta nähdään kaikki projektiin lisätyt komponentit.



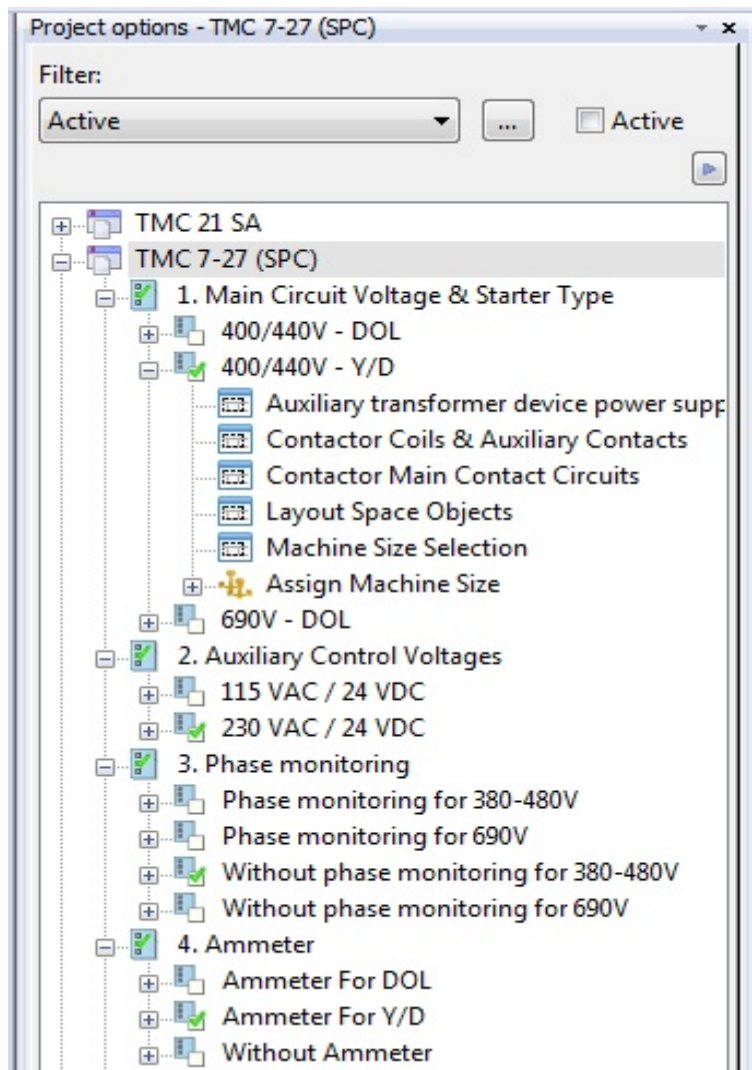
KUVA 12. EPLAN laitenavigaattori

4.2.4 Projektiotiot ja makrot

Sähkölaitteiden ja –järjestelmien rakenteet ovat usein hyvin samanlaisia yhdellä valmistajalla. Electric P8 tarjoaa aivan uuden ominaisuuden, projektiotiot, joiden avulla voi yhdellä napinpainalluksella vaihtaa esimerkiksi kokonaisen toiminnallisen osakokonaisuuden vastaamaan kyseistä tilannetta. Yksittäisten ja turhaan työllistävien tietojen yksitellen muuttamisen sijaan valitaan projektiotioista vain sopivan osittaispiirin ja valitset sen aktiiviseksi, jolloin esimerkiksi kaapelin mitoitus ja yksittäiset valinnat kuten moottorinsuojat yms. päivittyvät tilannetta vastaavaksi. Näin suunnitteluprosessia saadaan nopeutettua huomattavasti ja turha asioiden toistaminen suunnittelutyössä vähenee.

Projektiotiot mahdollistavat myös ns. konesarjojen hallinnan samassa projektissa, eikä jokaiselle koneelle tarvitse tehdä työläästi omaa projektia. Työssäni Gardner Denver Oy:llä sisällytimme esimerkiksi saman konesarjan erikokoiset koneet samaan projektiin projektiotioiden avulla. Optiota vaihtamalla saatiin esimerkiksi pääjännite vaihtumaan 400V:sta 690V:iin ja samalla kaapelit, tarvittavat moottorin kytkennät ja muut tarvittavat osat vaihtuivat tilannetta vastaaviksi option määritetyllä tavalla. Kuvassa 13 on esitetty EPLAN:in projektiotionavigaattori.

Electric P8:n ominaisuuksiin kuuluvat myös makrot, joita voidaan lisätä ns. valmiina komponentteina makrokirjastosta. Makroja voi myös itse luoda ja tallentaa kirjastoon mahdollista tulevaa käyttöä varten. Makrot ovat käyttökelpoisia mm. sellaisten tavallista monimutkaisempien komponenttien kohdalla, joita ei löydy valmiiksi osakirjastosta. Gardner Denverin kompressoreissa tällainen komponentti oli esimerkiksi ohjausjännitemuuntaja. Muuntajan piirros tallennettiin makrona kirjastoon, jolloin se pystyttiin nopeasti hakemaan uuteen projektiin. Muuntajasta oli myös erilaisia variaatioita, jotka tallennettiin makroon ”varianteiksi”. Varianteja voidaan selata painamalla tabulaattoria näppäimistöltä ja näin oli helppo valita tilanteeseen sopiva variaatio muuntajasta.



KUVA 13. Projektiopio navigaattori

4.2.5 Data Portal

EPLAN Data Portal on verkossa toimiva tietokantapalvelu, josta voi hakea suunnitelua varten ajan tasalla olevia laitetietoja. Data Portal sisältää laitetietoja, makroja, osittaispiirejä, kansainvälisiä nimikkeitä, esikatselukuvia ja käyttöoppaita. EPLAN on yhteistyössä komponenttivalmistajien kanssa kerännyt portaaliin laitetiedot ja integroinut ne EPLAN-ympäristöön ja suoraan suunnittelijoiden käytettäväksi. Useiden laitevalmistajien, kuten ABB:n, B&R:n, Feston, Igusin, Hartingin, Labb Kabelin, Pepperl & Fuchs:n, Phoenix Contact:n, Rittalin, Rockwell Automationin, Schneider Electricin, SNEW:n, Siemensin ja Wagon tuotetietoja löytyy dataportaalista. Tietokantaa päivitetään ja laajennetaan säännöllisesti. /3./

Data Portal tarjoaa suunnittelijalle tarkkaa ja ajantasaista tietoa laitteista ja komponenteista, joka helpottaa suunnittelua. Halutessaan käyttäjä saa portaalista valitsemastaan laitteesta 2D- ja 3D-makrot sekä tekniset tiedot helposti ja nopeasti. Tämä säästää aikaa tuotekatalogien selaamiselta ja tietojen etsimiseltä. Lisäksi tiedot voi helposti tallentaa portaalista omaan tietokantaan, jonka jälkeen laite ja sen tiedot ovat jatkossa nopeasti ja helposti käytettävissä.

Portaali ei kuitenkaan ole vielä tässä vaiheessa kaikenkattava, koska laitevalmistajille koituu palvelusta tiettyjä kustannuksia. Tämän takia minäkin työssäni jouduin syöttämään käsin tietokantaamme laitetietoja, joita ei portaalista ainakaan vielä löytynyt. Laajentuvan tietokannan ja jatkuvan yhteistyön avulla EPLAN:lla on kuitenkin mahdollisuus saada dataportaalista kattava ja toimiva apuväline sähkösuunnitteluun ja on mielestäni kova kilpailuvaltti muita sähkösuunnitteluohjelmistoja vastaan.

4.2.6 Tarkistusajot

Electric P8:ssa voit suorittaa missä vaiheessa tahansa tarkistusajoja, jotka etsivät virheitä projektista. Ohjelma antaa varoituksia ja huomautuksia esimerkiksi kytkemättömistä liittimistä tai liiallisista kytkennöistä. Valmiille projektille on hyvä suorittaa lopuksi tarkastusajo, jolloin mahdolliset virheet tulevat esiin ja ne voidaan korjata.

Tämä ominaisuus on mielestäni hyvä, koska usein suunnittelija tulee ”sokeaksi” omille virheilleen ja työlleen ja virheet saattavat jäädä huomaamatta. Kun Electric P8:lla ajetaan tarkistusajo ja virheet korjataan ennen dokumenttien lähettämistä esimerkiksi asiakkaalle, vältetään kiusallisilta tilanteilta ja turhilta korjauskierroksilta.

4.2.7 Automaattiset raportit ja yleiskatsaukset

Electric P8:n mielestäni tärkein valttikortti on automaattinen raportointi ja projekti-asiakirjojen luominen. Ohjelmalla voi luoda tietokantaominaisuutensa ansiosta piirikaavion perusteella osalistat, kytkentäkaaviot, johdotuskaaviot ja lukuisia muita asiakirjoja, kuten kansilehden tai sisällysluettelon automaattisesti. Mikäli suunnitelmaan tehdään raportoinnin jälkeen muutoksia tai siihen lisätään jotain, raportit päivittyvät automaattisesti nykytilannetta vastaaviksi. Tämä nopeuttaa ja helpottaa huomattavasti suunnittelua ja dokumentointia, kun tietoja ei tarvitse enää naputella käsin taulukoiksi.

Samalla myös inhimillisten erehdysten ja virheiden mahdollisuus käytännössä poistuu kokonaan.

Raporttien tulostus piirikaaviosta tapahtuu valikosta, jossa määritellään mahdolliset suodattimet tulostuvalle tiedolle ja dokumenttipohjat. Suodattimilla voidaan esimerkiksi osaluetteloon suodattaa vain laitteen tietyn osa-alueen komponentit. Tämä saattaa olla tarkoituksenmukaista esimerkiksi alihankkijoille luovutettavissa dokumenteissa. Dokumenttipohjassa on määriteltynä dokumentin sisältö ja ulkoasu. Dokumenttipohjat ja raportteihin tulostuvat asiat ovat muokattavissa laajasta valikoimasta, ja kun pohjat on kerran tehnyt sopiviksi, niitä voi käyttää jatkossa nopeasti ja helposti hyödykseen.

Kun tuotteen piirikaavio on valmis, siitä pystytään tulostamaan kaikki tarpeelliset asiakirjat eri sidosryhmille, kuten aliurakoitsijoille tai asiakkaalle muuttamalla suodattimia kuhunkin tilanteeseen sopivaksi. Näin saadaan eri sidosryhmille sopivia ja oikeanlaisia dokumentteja nopeasti ja helposti. Raportit voidaan tulostaa joko EPLAN:iin, josta ne voidaan kääntää mm. DWG- muotoon tai sitten ne voidaan tulostaa suoraan Excelliin, jolloin ne ovat muokattavissa ja luettavissa helposti Office-ohjelmistoilla.

4.2.8 Unicode-ominaisuus

Electric P8:n sisältämä unicode-ominaisuus mahdollistaa käännökset kaavioista melkein mille tahansa kielelle. Suunnittelija voi luoda dokumentit omalla äidinkielellään ja sen jälkeen tarvittaessa tehdä niistä käännökset unicode-ominaisuuden avulla vaikka venäjänkieliseksi. Tämä helpottaa toimimista kansainvälisten asiakkaiden ja yhteistyökumppaneiden kanssa, eikä erillistä tulkkia tarvita kääntämään dokumentteja. Unicode-ominaisuuden toimivuutta oli hankala kaikkien kielten osalta arvioida, mutta ideana se on kuitenkin mielestäni hyödyllinen.

4.2.9 Tuonti-/vientitoiminnot ja rajapinnat

Electric P8:ssa yksittäinen projekti ei ole vain yksi tiedosto. Jokaisella projektilla on oma kansio ja niin sanottu tietokanta. Tällä tavoin kaikki tieto, joka on liitetty projektiin, kulkee projektin mukana. Jos haluaisimme esimerkiksi lähettää projektin tarkaste-

luun toiselle suunnittelijalle tai asiakkaalle, tämä pystyy tuomaan projektista kaiken sen sisältämän tiedon omaan tietokantaansa (jos käytössä EPLAN ohjelmisto).

Mikäli projekti kuitenkin halutaan perinteisiin DWG-, DWX-, PDF-muotoihin tai vaikka erilaisiin kuvatiedostomuotoihin, se onnistuu helposti vientiominaisuuden avulla. Electric P8:n älykäs PDF-vientitoiminto tuottaa älykkään PDF-tiedoston, joka säilyttää mm. alkuperäisten ristiviittausten hyperlinkit ja alkuperäisen projektin sisältämän sivujen puurakenteen. Erilaisten raporttien ja tietojen tuominen onnistuu myös Microsoft Office -sovelluksiin, kuten Exceliin. Tällä tavoin voidaan välittää eri sidosryhmille niiden tarvitsemaa tietoa, vaikka heillä ei olisi käytössään EPLAN-ohjelmistoa. Myös aikaavievä ja virhealtis tietojen syöttäminen käsin poistuu työvaiheista nopeuttaen työtä ja parantaen dokumentaation laatua.

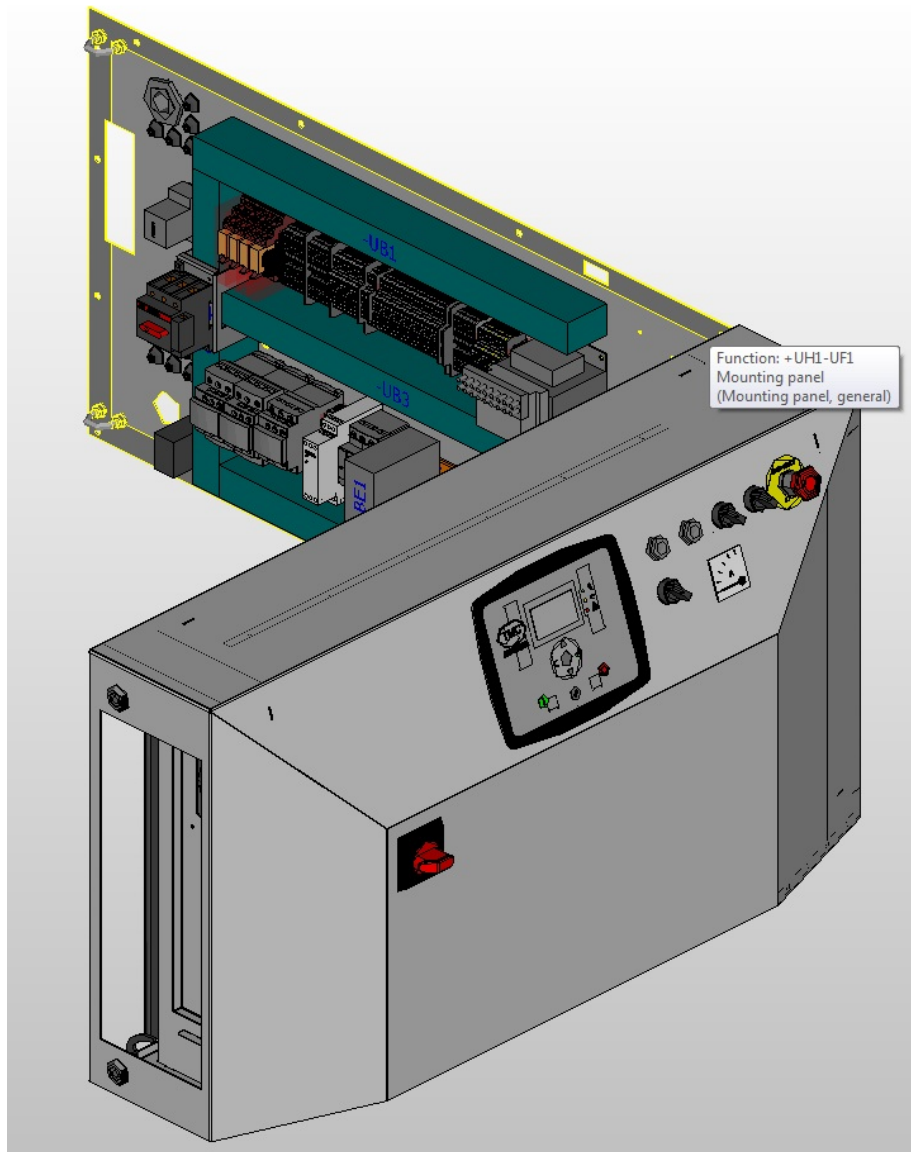
4.3 EPLAN Pro Panel

EPLAN Pro Panel on 3D-keskussuunnittelusovellus, joka on yksi osa EPLAN-suunnitteluohjelmistoa. Pro Panel lisäosa toimii integroidun EPLAN-tietokannan avulla täysin yhteistyössä Electric P8:n kanssa. Electric P8:lla luodun projektin pohjalta voidaan piirikaavioon lisättyjen komponenttien avulla luoda myös kolmiulotteinen keskuskokoonpano. Electric P8:n tapaan Pro Panelissa laitteita ja osia hallitaan helpokäyttöisen laitenavigaattorin avulla. /4./

EPLAN:in tietokannassa komponenteilla on 3D-makrot, joiden avulla on helppoa ja nopeaa luoda tyylikkäitä keskuskokoonpanoja. Keskuskokoonpanon avulla on mahdollista myös mitoittaa keskuksen johdotus kokoonpanoa ja dokumentointia varten. Virtuaaliset pituusoptimoidut keskusjohdotukset voidaan myös viedä täydentämään piirikaaviota. Tietokantaan on myös mahdollista lisätä komponenteille ja esimerkiksi johtimille hinnat. Näin ollen EPLAN:in avulla on mahdollista tehdä myös erilaisia kustannuslaskelmia projektista. /4./

Suurin hyöty Gardner Denverillä Pro Panelin käytössä on, että keskuslayoutit voidaan luoda piirikaavion pohjalta. Tuotteen piirikaavioon jo sisällytettyjen komponenttitietojen avulla voidaan helposti ja nopeasti luoda kokoonpanokuva, eikä kokoonpanon suunnittelua tarvitse aloittaa tyhjästä. Piirikaavio ja keskuskokoonpano voidaan luoda samalla ohjelmistolla, kun aikaisemmin kokoonpanokuvat luotiin erillisellä, lähinnä

mekaniikkasuunnitteluun tarkoitettulla AutoCAD-ohjelmistolla. Piirikaaviolla ja kokoonpanokuvalla on myös sama tietokanta, jolloin dokumenttien tiedot ovat automaattisesti yhteneviä. Kuvassa 14 esitetään Pro Panelilla luotu keskuskokoonpano.



KUVA 14. EPLAN Pro Panelilla luotu keskuskokoonpano

5 DOKUMENTAATION UUDISTAMINEN GARDNER DENVER OY:SSÄ

Sähköisen dokumentoinnin parantamisen pääkriteereinä ja tavoitteina Gardner Denverillä oli nopeuttaa ja standardisoida suunnitteluprosessia sekä pienentää ihmisen tekemien virheiden mahdollisuutta. Tuotteiden dokumentaatio on tärkeä osa tuotetta, ja dokumentaation laatu on osa koko tuotteen laatua. Tuotteiden laatu ja nopea tuoteke-

hityssykli ovat yrityksen kriittisiä menestystekijöitä [7.]. Näin ollen voidaan sanoa, että uudistuksella parannetaan yrityksen mahdollisuuksia menestyä markkinoilla.

Dokumentoinnin tila yrityksessä oli jokseenkin jämähtänyt paikoilleen, ja asioita tehtiin tavalla, jolla ”ne oli aina ennenkin tehty”. Vanhemmat suunnittelijat olivat luoneet omanlaisensa systeemin, jonka mukaan dokumentaatioita yrityksessä hoidettiin. Nykyiset suunnittelijat olivat kuitenkin ajansaatossa huomanneet, että vanhassa systeemissä oli parantamisen varaa ja se ei enää vastannut nykyisiä tarpeita. Sähköiseen suunnitteluun Gardner Denver Oy:llä oli ennen EPLANia käytössä CADS-suunnitteluohjelmisto.

5.1 Uudistuksen vaiheet

Uudistuksen ensimmäinen vaihe oli tutustua erilaisiin suunnitteluohjelmistoihin ja miettiä, mikä mahdollisesti vastaisi parhaiten juuri Gardner Denver Oy:n tarpeita. Perinteisillä AutoCAD-pohjaisilla suunnitteluohjelmistoilla on perinteet mekaniikkasuunnittelun puolella, ja Gardner Denverillä todettiin, että nämä ohjelmistot eivät vastaa heidän tarpeitaan sähkösuunnittelussa. Gardner Denver Oy:llä todettiin, että vanhalla AutoCAD-pohjaisella ohjelmistolla ei pystytä hallitsemaan tarpeeksi hyvin dokumentaatiota, jossa käsitellään paljon tuotteita ja piirikaavioita, joissa on paljon eri variaatioita. Suunnittelussa luodaan viikoittain uusia dokumentteja ja variaatioita tuotteista, jolloin on edullista, että jo olemassa olevia dokumentteja ja niiden osia voidaan käyttää hyödyksi. Lisäksi piirikaavio tueksi tuotettavat dokumentit, kuten osalistat ja kytkentälistat olivat työläitä tehdä ja niissä oli korkea virheiden mahdollisuus. Tiedot eivät myöskään olleet linkitettyinä piirikaavion ja muiden dokumenttien välillä, joka lisäsi virheiden ja unohdusten mahdollisuutta.

Pohdinnan jälkeen Gardner Denver Oy:llä päädyttiin EPLAN Electric P8:aan, joka soveltuu hyvin erilaisten sähkölaitteiden dokumentointiin ja piirikaavioiden suunnitteluun. Samalla käyttöön otettiin myös Electric P8:aan integroitu lisäosa, Pro Panel (3D-keskuslayoutsuunnitteluohjelma). Pro Panel lisäosa toimii integroidun tietokannan avulla täysin yhteistyössä Electric P8:n kanssa. Näin ollen piirikaavion avulla on helppoa ja vaivatonta tuottaa tuotteelle myös sähkökeskuslayout projektiin jo sisällytetyistä komponenteista.

Sähkösuunnitteluohjelmiston hankkimispäätöksen jälkeen hankkeen ajankohdaksi valittiin kesä 2012. Minut palkattiin yritykseen avustamaan ohjelmiston käyttöönotossa, ja pääasiallinen tehtäväni kesän ajan olikin uuden ohjelmiston käyttöönotto ja uusien kuvapohjien luominen. Ensimmäisenä työvaiheena oli sähköisen dokumentoinnin standardeihin tutustuminen ja perehtyminen. Tämän jälkeen oli mietittävä, kuinka standardeja sovelletaan käytännössä tuotteiden dokumentointiin ja kuinka ideat saadaan toteutettua EPLAN:ssa. Aluksi loin projekteille ”pohjat”, joihin määritin tuotteille standardien mukaiset näkökannat ja rakenteet. Lisäksi loin dokumentaatiossa käytettävät kehykset ja otsikkotaulut sekä täydensin tietokantaa tarvittavilla komponenteilla, kaapeleilla ja johtimilla, joita ei ainakaan vielä tietokannasta löytynyt. Tämän jälkeen aloin luoda pilotiksi valitusta tuotteesta sähkökuvia ja muita dokumentteja samalla tutustuen ohjelman ominaisuuksiin.

Kesän 2012 lopussa projekti oli siinä vaiheessa, että yhden kompressorisarjan dokumentaatio oli valmisteltu ja ensimmäiset kommentit asiakkailta uusista dokumenteista oli kerätty. Asiakkaat olivat innostuneita uuden suunnitteluohjelman tuomista mahdollisuuksista ja uusista dokumenteista, jotka mahdollisesti vastaavat tulevaisuudessa paremmin heidän tarpeitaan ja jopa helpottavat heidänkin työtään. Dokumentit olivat muuttaneet muotoa aikaisemmista ja niin kuin oletettiin, asiakkaalla oli paljon kysymyksiä ja yksilöllisiä tarpeita, joihin yritimme yhdessä sähkösuunnitteluosaston henkilöstön kanssa vastata heidän vierailunsa aikana Gardner Denver Oy:ssä elokuun 2012 lopussa.

5.2 Uudistuksen syyt ja tulokset

Yhtenä suurena syynä EPLAN Electric P8 -ohjelmiston valintaan oli sen tuki kansainvälisille IEC-standardeille, jonka mukaisia dokumentteja haluttiin tuottaa. Ohjelmisto mm. ymmärtää ja tukee aiemmin esitellyn SFS-EN 81346 -standardin mukaisten näkökanta-ajattelun ja viitetunnusjärjestelmän käyttöä.

Suuri syy uudistukselle oli myös, että mekaanisia, ihmisen tekemiä työvaiheita oli aivan liikaa ja ne veivät suurimman osan suunnittelun ajasta. Esimerkiksi kytkentälisät ja osalistat tuotteille oli naputeltava käsin Excel-taulukkoihin ja se vei paljon aikaa. Tällaisessa mekaanisessa ja työläessä työvaiheessa myös virheiden ja erehdysten määrä on huomattava. Eri vaihtoehtojen vertailun jälkeen todettiin, että ennen paljon aikaa

vieneet virheet työvaiheet voitiin hoitaa EPLAN:in avulla automaattisesti tietokantaominaisuuden ansiosta. Samalla säästetään aikaa ja minimoidaan virheiden mahdollisuus. Tietokantansa avulla Electric P8:ssa tiedot piirikaavion ja muiden dokumenttien, kuten osalistojen välillä linkittyvät siten, että jos esimerkiksi piirikaaviossa vaihdetaan jokin osa, se vaihtuu automaattisesti myös osalistassa. Electric P8 tarjoaa laajat mahdollisuudet tuotteiden dokumentointiin. Kytkeälistat, osalistat, riviliitinkartat ja monet muut dokumentit tulostuvat automaattisesti. Lisäksi dokumentteihin tulostuvat asiat ja dokumenttien asettelu ovat itse valittaessa helpon käyttöliittymän avulla. Tämä ominaisuus helpotti ja nopeutti huomattavasti suunnitteluprosessia Gardner Denverillä.

Uuden suunnitteluohjelmiston myötä voitiin myös parantaa osaltaan dokumenttien hallintaa, kun ohjelmassa oli mahdollisuus projektiopitoiden avulla sisällyttää useita erikokoisia ja eri varustelulla olevia, samaan tuoteperheeseen kuuluvia tuotteita samaan projektiin. Electric P8:ssa voidaan napinpainalluksella vaihtaa kompressoripaketin pääjännitettä tai ohjausjännitettä ja samalla muuttaa kaikki komponentit arvoihin sopiviksi. Samalla osalistat ja muut mahdolliset dokumentit päivittyvät vastaamaan voimassa olevaa tuotteen kokoonpanoa, joten suunnittelijan ei tarvitse manuaalisesti tehdä uusia dokumentteja jokaiselle variaatiolle tuotteesta. Näin ollen tiedostojen määrä pieneni huomattavasti verrattuna entiseen menetelmään, jossa jokaiselle eri variaatiolle tuotteesta oli tehtävä omat kuvat ja dokumentit vanhalla suunnitteluohjelmistolla.

Yksi haavoittava ominaisuus vanhassa dokumentaatioissa oli myös muistinvaraisuus. Suunnittelijoilla oli liikaa asioita, jotka oli muistettava ulkoa. Kuvitellaan hypoteettinen tilanne, jossa kompressorin kontaktoreiden viitetunnuksia halutaan muuttaa. Vanhassa systeemissä suunnittelijan oli muistettava muuttaa viitetunnukset jokaisessa kohdassa dokumentaatiota erikseen, jossa kyseisen komponentin osia esiintyi. Tämä tarkoittaa, että oli suunnittelijan muistin ja tarkkaavaisuuden varassa, tuliko kaikki viitetunnukset muutettua piirikaavioihin ja osalistoihin. Electric P8:ssa on vastaavasti navigaattori- ja tietokantaominaisuuksien ansiosta mahdollista nimetä komponentti uudelleen navigaattorissa, jolloin ohjelma automaattisesti päivittää viitetunnuksen oikeaksi jokaisessa kohdassa, missä se esiintyy dokumentaatioissa. Ideologiana oli, että informaatiota hallinnoidaan vain yhdestä paikasta ja kaikki informaatio esimerkiksi

yhteen komponenttiin linkittyä tähän paikkaan, tässä tapauksessa laitenavigaattoriin, jolloin informaatiota muutettaessa se päivittyy automaattisesti joka paikkaan.

EPLAN:in ansiosta kaikkia dokumentteja voidaan myös hallinnoida saman ohjelman alla, kun vanhassa menetelmässä piirikaavio tehtiin CADs:llä ja osalistat sekä kytkentälistat askarrettiin erikseen Excelillä. Dokumenttien väliset informaatiot olivat vain nimellisesti tiedostonimien avulla linkitettyinä toisiinsa, ja se hankaloitti muun muassa revisioiden hallintaa. Monen tuotteen kohdalla vallitsikin tilanne, jossa piirikaaviosta oli tehty uusi revisio, mutta osalistasta ja kytkentälistasta oli olemassa vain vanhempi revisio. EPLAN:ssa revisioiden hallintaankin on kiinnitetty huomiota. Kun dokumentit ovat valmiit, ne on mahdollista jäädyttää. Tällöin dokumentaatioon ei ole mahdollista tehdä muutoksia tekemättä niistä uutta revisiota. Tämän kaltainen revisioiden hallinta on tärkeää kun hallinnoidaan satoja, jopa tuhansia dokumentteja. Filosofia tämän ominaisuuden takana on, että ohjelma huolehtii revisioista automaattisesti, eikä se perustu vain yhden ihmisen muistin varaan.

5.3 Uudet dokumentit

Uusissa dokumenteissa käyttöön otettiin Electric P8:n myötä aiemmin esittelemäni viitetunnusjärjestelmä ja sen mukainen näkökanta-ajattelu. Näkökannaksi valittiin tuotenäkökanta, koska se soveltuu näkökannoista parhaiten laitevalmistajille ja Gardner Denver Oy:n tuotteisiin. Viitetunnusjärjestelmää rakennettaessa kompressori jaettiin osakokonaisuuksiin. Kompressorin rakenne muodostuu seuraavista osakokonaisuuksista:

- Sähkökeskus (-UH1)
- Kompressori (-GQ1)
- Koneen perustukset (-UL1).

Alkuvaiheessa ajatuksena oli jakaa myös sähkökeskus osakokonaisuuksiin, mutta todettiin, että tälle ei ainakaan vielä ollut tarvetta. Yksi tällainen mahdollinen jako olisi ollut esimerkiksi niin, että keskuksessa sijaitseva asennuslevy ja keskuksen ovi olisivat olleet omia kokonaisuuksiaan, jolloin olisi ollut mahdollista eritellä asennuslevyillä ja ovessa olevat komponentit.

Piirikaaviot rakennettiin niin pitkälle kuin mahdollista aiemmin esittelemieni luomisohjeiden perusteella. Samalla tarkistettiin, että piirikaavioon sisällytetään tarpeelliset tiedot ja että ne ovat esitetty aiemmin esiteltyjen standardien vaatimalla tavalla. Samalla myös joitakin tietoja poistettiin piirikaaviosta ja sijoitettiin muualle dokumentaatioon, koska ne eivät kuuluneet piirikaavioon. Joidenkin yksityiskohtien kohdalla jouduimme joustamaan asiakkaiden toivomuksien takia. Tällainen asia oli esimerkiksi rajauskehyksien käyttö. Olisimme halunneet Gardner Denverillä merkitä rajauskehyksien nimet piirikaavioon näkyviin, mutta asiakkaan toivomuksesta nimet piilotettiin. Alkuperäinen rakenne säilyi, mutta rajauskehyksissä ei ole nimeä näkyvillä, vaan ne ovat ns. läpinäkyviä.

Piirikaavioiden tueksi tuotteiden dokumentaatioon tuotetaan Electric P8:n avulla myös osalista, kytkentälistä sekä riviliitinkartat. Näiden dokumenttien kohdalla käytimme standardien määrittelemiä sääntöjä ja lisäsimme sinne muutamia haluamiamme lisäinformaatioita, kuten esimerkiksi osalistaan tuotannonhallintajärjestelmän (ERB) osanumerot. Lisäksi Pro Panelilla luodaan asennuslevylle ja keskuksen ovelle layout, sekä yleiskatsaus sähkökeskuksesta. Yllämainituista dokumenteista koostettu erään laivakompressoripaketin dokumentaatio on liitetty liitteeksi 1.

6 YHTEENVETO

Gardner Denver Oy:llä otettiin toukokuussa 2012 käyttöön uusi sähkösuunnitteluohjelmisto (EPLAN), koska se soveltui paremmin yrityksen sähkösuunnittelun tarpeisiin ja samalla pyrittiin uudistamaan dokumentaatiota.

Dokumentaation uudistamisen ajankohta Gardner Denver Oy:ssä oli otollinen, koska samaan aikaan otettiin käyttöön uusi sähkösuunnitteluohjelmisto ja dokumentaatio muuttui pakostikin tämän johdosta. Samalla oli siis mahdollista päivittää toimintatapoja ja korjata vanhoja epäkohtia.

Uudistuksen avulla pyrittiin vastaamaan markkinoiden/asiakkaiden vaatimuksiin ja luomaan dokumentoinnille tietyt pelisäännöt. Pelisääntöjen avulla tiedetään, mitä tietoja dokumenttien tulisi sisältää ja miten informaatio tulee esittää. Kun pelisäännöt ovat selvillä, suunnitteluprosessi suoraviivaistuu ja nopeutuu.

Työn aikana perehdyin sähköteknisen dokumentoinnin sääntöihin ja vaatimuksiin. Ensisijaisena tietolähteenä oli sähkö- ja elektroniikka-alan standardisoimisjärjestö SESKO ry:n laatimat standardit. Näitä standardeja soveltamalla käytäntöön pyrittiin tekemään Gardner Denver Oy:n sähköteknisestä dokumentaatiosta mahdollisimman standardien mukaista.

Uudistuksessa onnistuttiin mielestäni hyvin. Uudet dokumentit ovat nykyisien standardien mukaisia, vaikkakin muutamia myönnytyksiä jouduttiin asiakkaiden toivomuksista tekemään. Suunnitteluprosessista jäi pois monia työläitä ja virhealttiita työvaiheita ja uskoisin, että jo tämän ansiosta tuotekehityssykli nopeutuu. Lisäksi uskon, että virheiden määrä dokumenteissa pienenee huomattavasti.

Työstäni teki mielenkiintoisen se, että pääsin käyttämään uuden sukupolven sähkösuunnitteluohjelmaa ja uskoisin, että muutkin sähkösuunnitteluohjelmat tulevat kehittymään tulevaisuudessa samaan suuntaan EPLAN:in kanssa. Työn tekeminen oli haastavaa, koska aihealue ei ollut itselleni ennestään tuttu ja asioihin perehtyminen ja niiden sisäistäminen vei aluksi paljon aikaa. Lisäksi standardien tulkitseminen ja soveltaminen tuotti välillä päänvaivaa, mutta sain onneksi taustatukea ongelmien kanssa vanhemmilta suunnittelijoilta. Uskon, että työn tekemisestä ja dokumentointiin perehtymisestä on minulle tulevaisuudessa hyötyä työelämässä. Opin myös, että kaikkia asioita ei kannata ensisilmäyksellä hyväksyä, vaan että asioiden ja toimintatapojen terve kyseenalaistaminen on välillä suotavaa kehityksen kannalta.

LÄHTEET

1. EPLAN Electric P8 esite. EPLAN:in suomenkieliset kotisivut. PDF-dokumentti. Päivitetty 13.3.2012. Luettu 28.1.2013.
2. EPLAN Electric P8 moduulit esite. PDF-dokumentti. Päivitetty 13.3.2012. Luettu 28.1.2013.
3. EPLAN Data Portal esite. PDF-dokumentti. Päivitetty 13.3.2012. Luettu 28.1.2013.
4. EPLAN 2013. Yrityksen kotisivut. WWW-dokumentti. Päivitetty 6.3.2013. Luettu 6.3.2013.
5. Gardner Denver Oy 2010. Yritysesittely. PDF-dokumentti.
6. Gardner Denver Oy 2013. Yrityksen kotisivut. WWW-dokumentti. Päivitetty 6.3.2013. Luettu 6.3.2013.
7. Lecklin, Olli 2006. Laatu yrityksen menestystekijänä. Helsinki: Talentum.
8. SESKO ry 2006. SFS-Käsikirja 174-3. SFS-EN 61082-1 Standardi.
9. SESKO ry 2011. SFS-Käsikirja 616. SFS-EN 81346-1 Standardi.
10. SESKO ry 2011. SFS-Käsikirja 616. SFS-EN 81346-2 Standardi.
11. SESKO ry 2006. SFS-Käsikirja 174-3. SFS-EN 62027 Standardi.

Electrical option overview

Option group name	Option group description	Option name	Option name description	Option active
1. Main Circuit Voltage & Starter Type	Selection for voltage and starting method	400/440V - Y/D	Star-delta starter for 380-480V	X
2. Auxiliary Control Voltages	Selection for voltages for auxiliary circuits	230 VAC / 24 VDC	230 VAC & 24 VDC control voltages	X
3. Phase monitoring	Selection for 3-Phase voltage monitoring	Phase monitoring for 380-480V	Phase monitoring included	X
4. Ammeter	Selection for electric current measurement & display	Ammeter For Y/D		X
5. Ambient temperature	Selection for ambient air temperature	+55 °C	Electrically controlled thermostatic mixing valve	X
6. Master/Slave switch	Selection for Master/Slave switch option	With Master/Slave switch	Selector switch for pressure schedule override	X

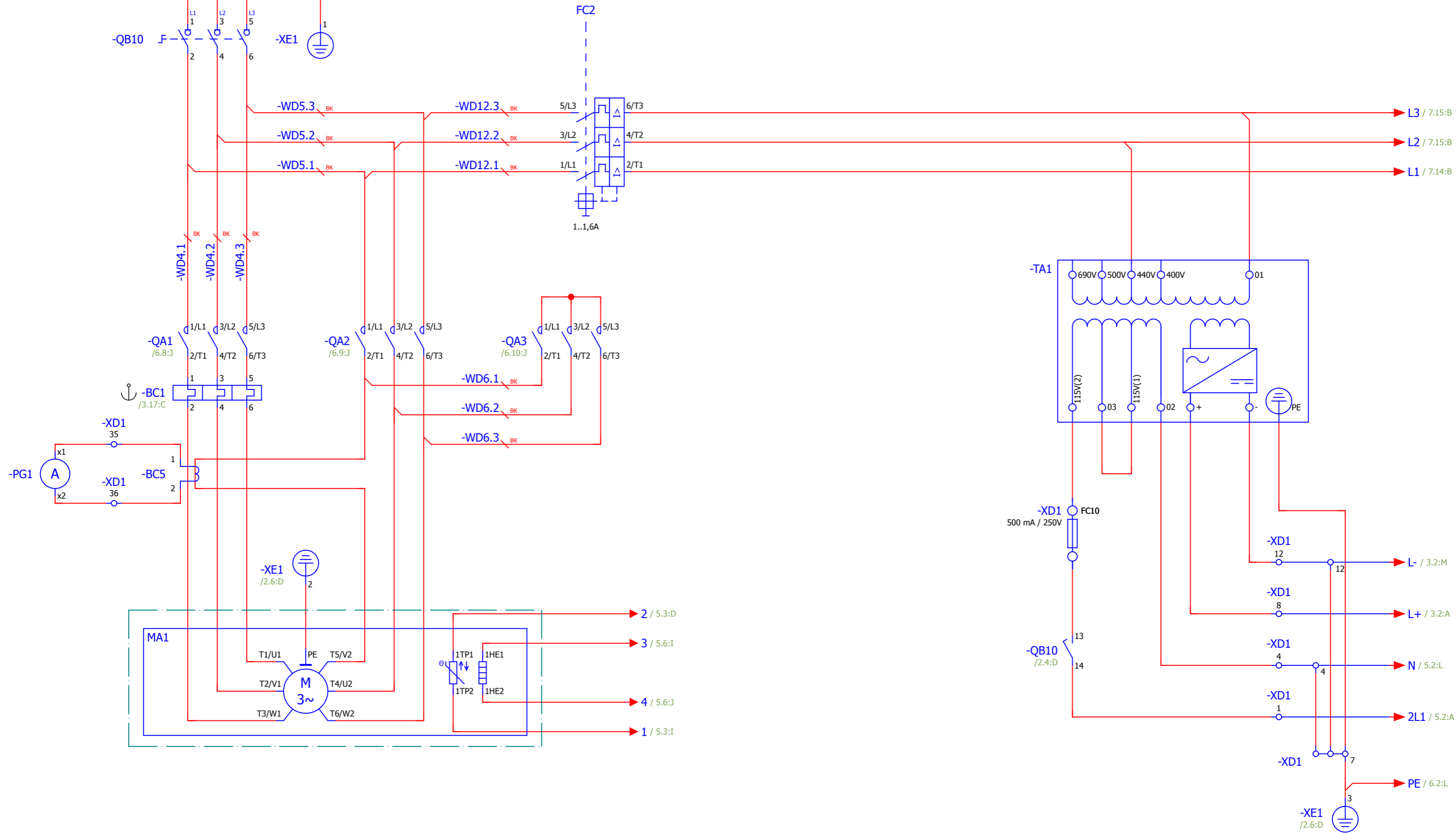
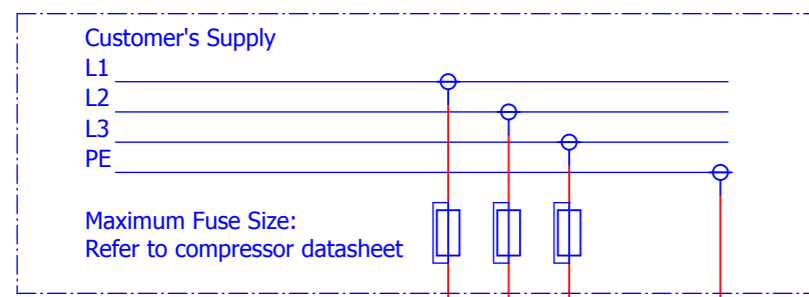
Revisions

Modification	Date	Name	Proj. Rev.
	21.1.2013		

Created By	Date	14.9.2012
Approved By	Date	

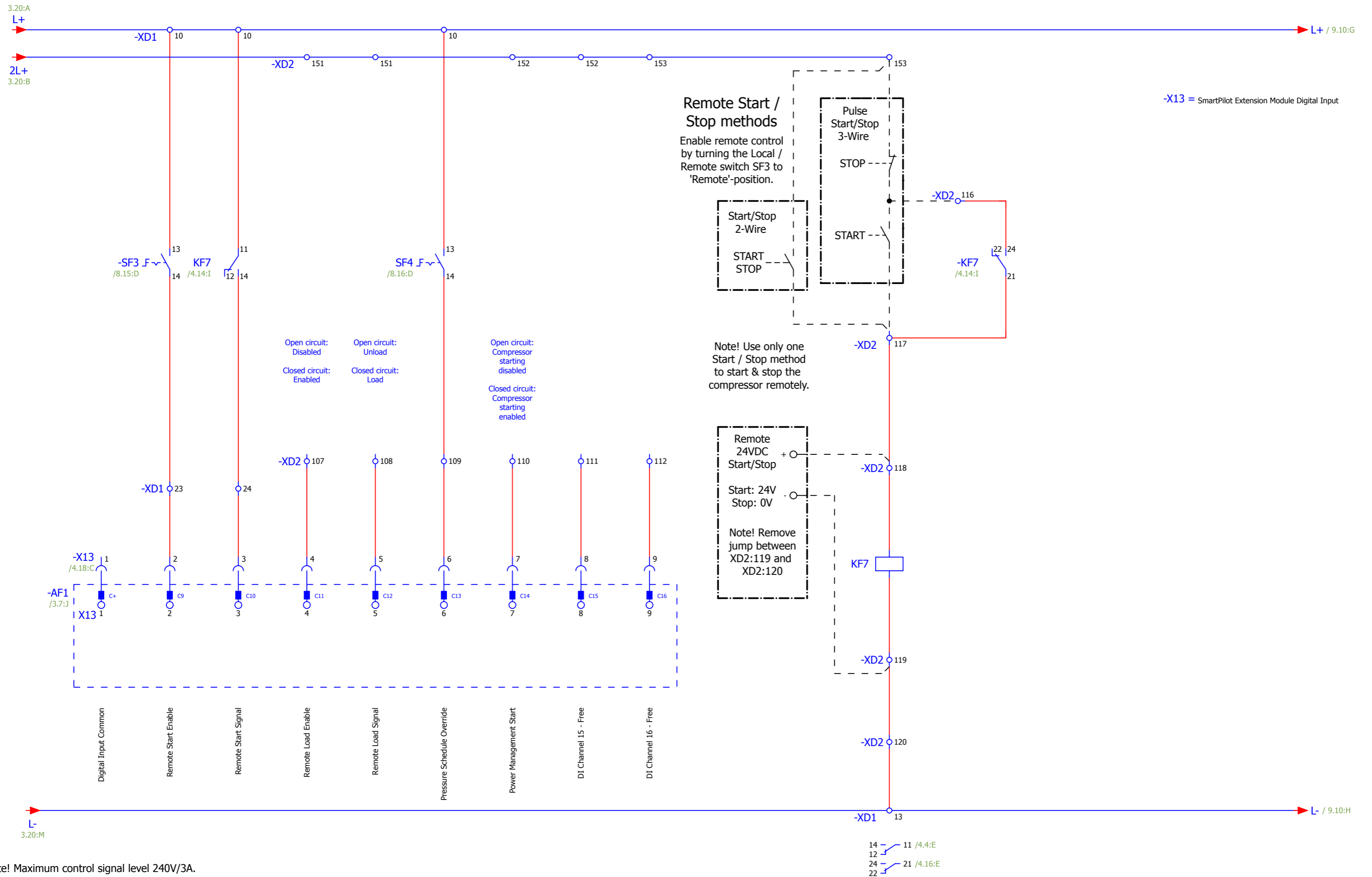
Document Class Name	Project options overview
Title	Electrical options overview

Reference ID	TMC7-27+UH1&EDB1
Document ID	-



Revisions	Date	Created By	Date	Document Class Name	Reference ID
	21.1.2013		14.9.2012	Schematic multi-line	TMC7-27+UH1&EFS1
Modification	Date	Name	Proj. Rev.	Title	Document ID
				Main Circuit Diagram	23333-

Page 2 / 22



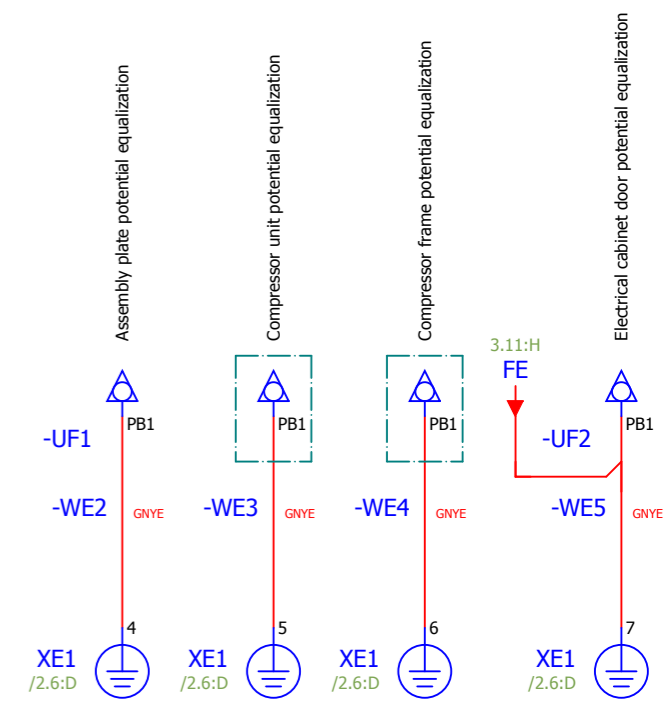
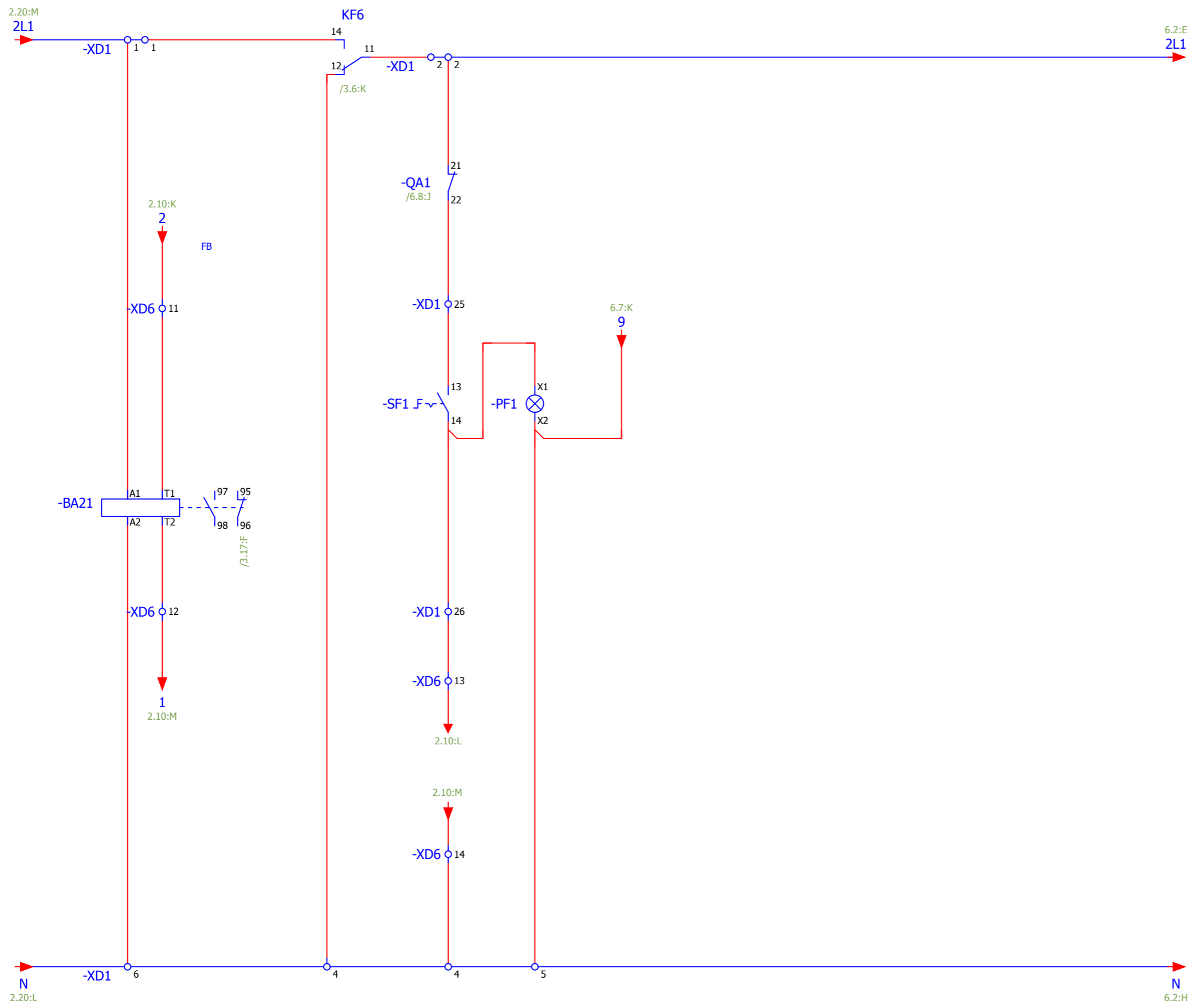
Note! Maximum control signal level 240V/3A.

Note! Use potential free switches only.

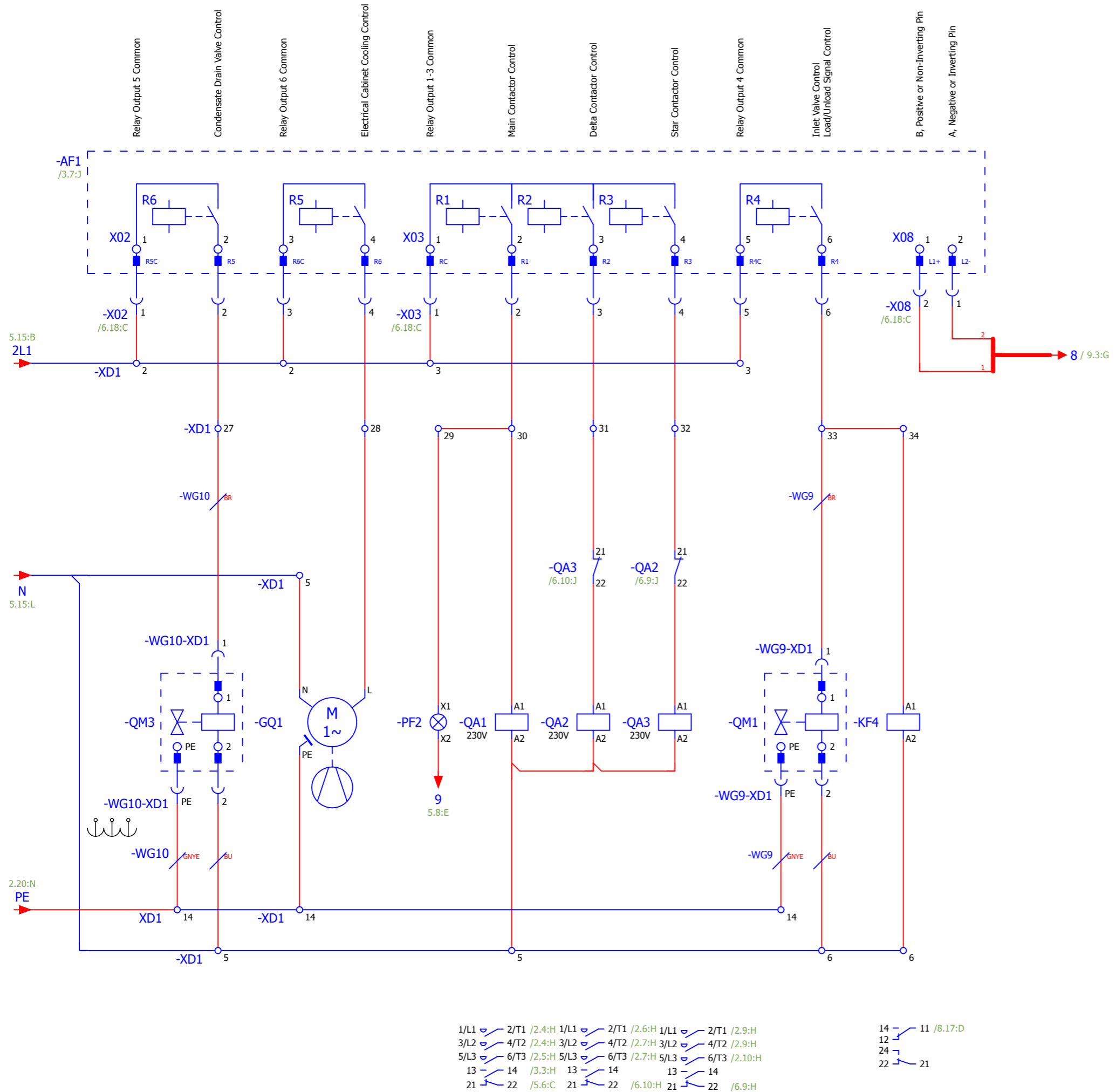
Note! Maximum control cable length depends on electrical environment, impedance of the used cable type and cable installation practices. Absolute maximum wire length is 500 meters (1.5 mm²)

Note! Control signals are always subjected to conducted and radiated electrical interference. Therefore armoured/screened cables must be used. Control cables must be separated from power cables.

Revisions				Date	21.1.2013	Created By		Document Class Name	Reference ID	
				Ed.		Date	14.9.2012	Schematic multi-line	TMC7-27+UH1&EFS1	
						Approved By		Title	Document ID	Page
	Modification	Date	Name	Proj. Rev.				Control Inputs	23335-	4 / 22



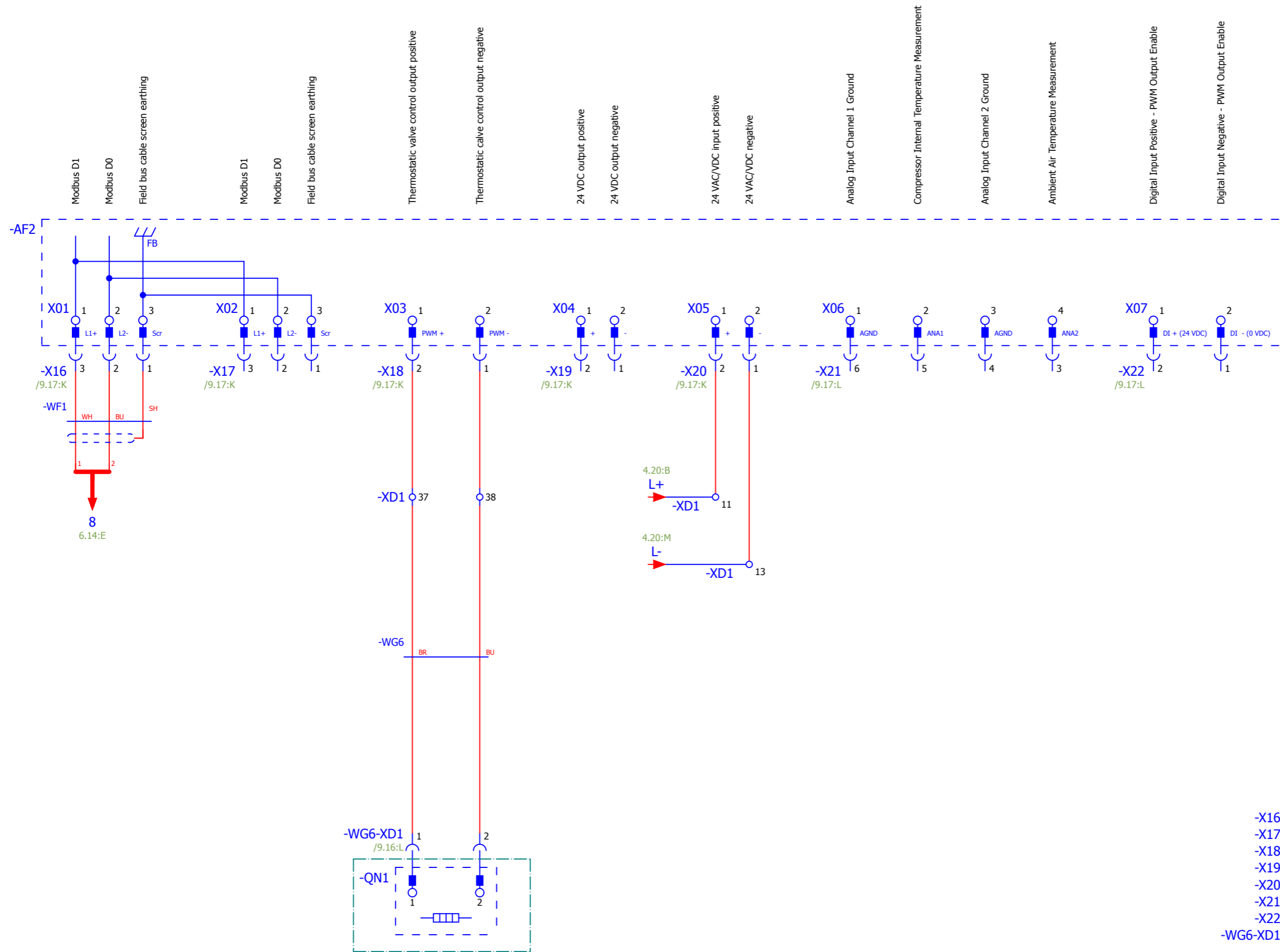
Revisions				Date	21.1.2013	Created By		Document Class Name	Reference ID	
				Ed.		Date	14.9.2012		Schematic multi-line	TMC7-27+UH1&EFS1
						Approved By		Title	Document ID	Page
	Modification	Date	Name	Proj. Rev.			AC Control Circuit Diagram		23336-	5 / 22



- X02 = SmartPilot Base Module Digital Output
- X03 = SmartPilot Motor & Inlet Valve Control Output
- X08 = SmartPilot Modbus Field Bus Port
- WG9-XD1 = Solenoid Valve Plug
- WG10-XD1 = Solenoid Valve Plug

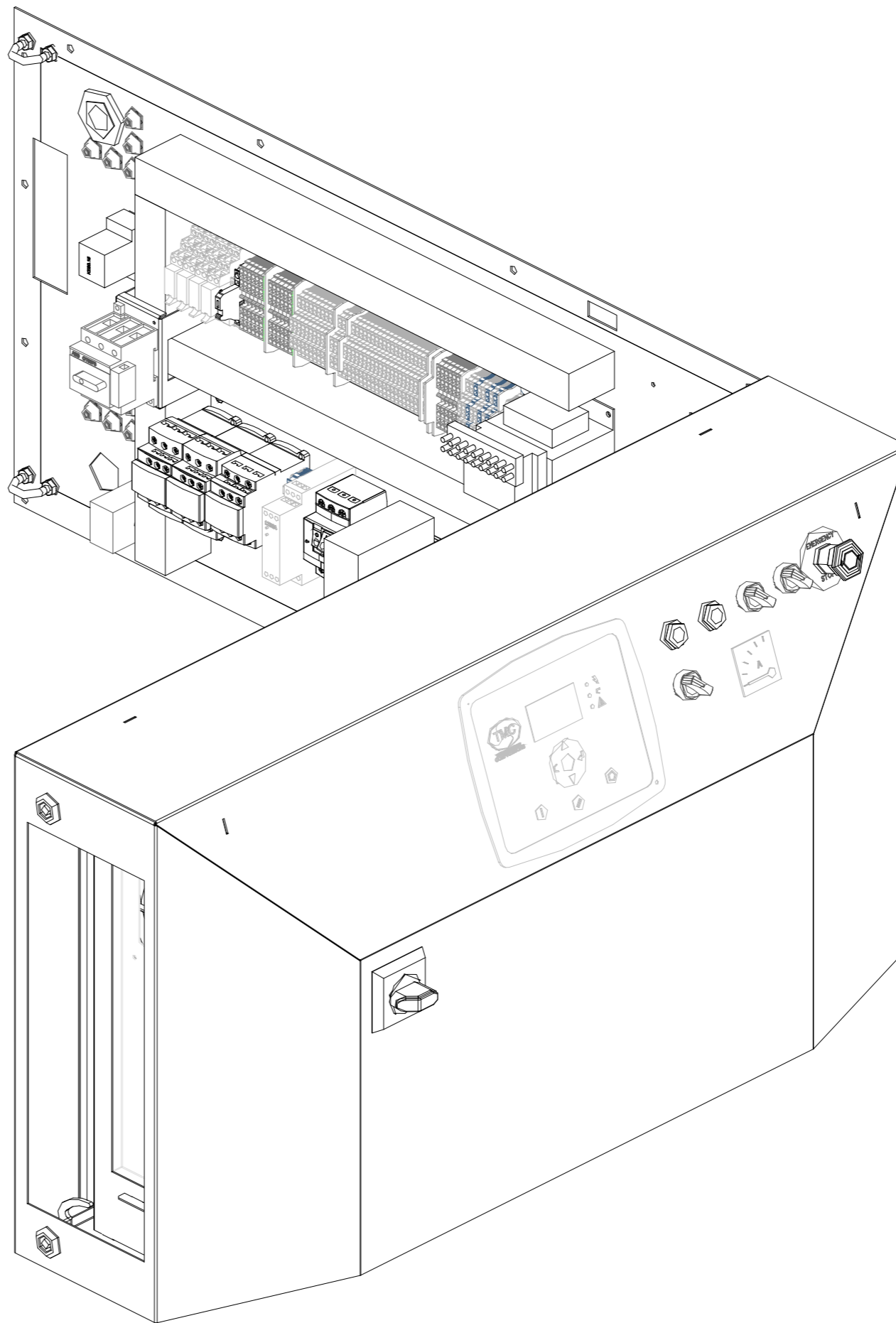
1/L1 ↔ 2/T1 /2.4:H 1/L1 ↔ 2/T1 /2.6:H 1/L1 ↔ 2/T1 /2.9:H
 3/L2 ↔ 4/T2 /2.4:H 3/L2 ↔ 4/T2 /2.7:H 3/L2 ↔ 4/T2 /2.9:H
 5/L3 ↔ 6/T3 /2.5:H 5/L3 ↔ 6/T3 /2.7:H 5/L3 ↔ 6/T3 /2.10:H
 13 ↔ 14 /3.3:H 13 ↔ 14 /2.7:H 13 ↔ 14 /2.10:H
 21 ↔ 22 /5.6:C 21 ↔ 22 /6.10:H 21 ↔ 22 /6.9:H
 14 ↔ 11 /8.17:D
 12 ↔
 24 ↔
 22 ↔ 21

Revisions				Date	21.1.2013	Created By		Date	14.9.2012	Document Class Name	Reference ID	
				Ed.						Schematic multi-line	TMC7-27+UH1&EFS1	
						Approved By		Date		Title	Document ID	Page
	Modification	Date	Name	Proj.	Rev.					AC Control Circuit Diagram	23337-	6 / 22



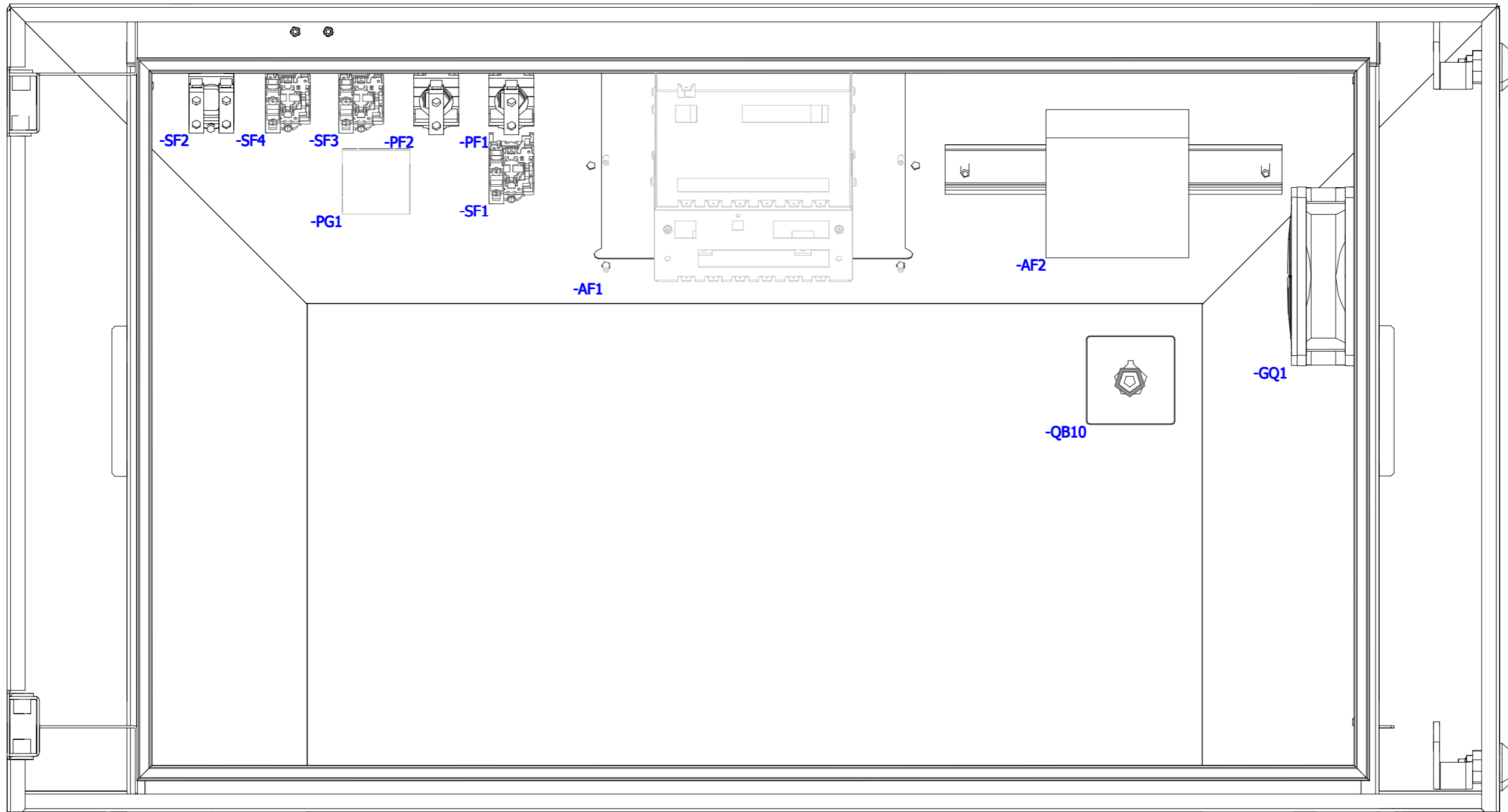
- X16 = Thermostatic Oil-Mixing Valve Controller Modbus Field Bus Port 1
- X17 = Thermostatic Oil-Mixing Valve Controller Modbus Field Bus Port 2
- X18 = Thermostatic Oil-Mixing Valve Controller PWM Output
- X19 = 24 VDC Power Supply Output
- X20 = Thermostatic Oil-Mixing Valve Controller Power Supply
- X21 = Thermostatic Oil-Mixing Valve Controller Analog Input
- X22 = Thermostatic Oil-Mixing Valve Controller 24 VDC Digital Input
- WG6-XD1 = Thermostatic Oil-Mixing Valve Plug

Revisions				Date	21.1.2013	Created By		Document Class Name	Reference ID	
				Ed.		Date	14.9.2012	Schematic multi-line	TMC7-27+UH1&EFS1	
						Approved By		Title	Document ID	Page
	Modification	Date	Name	Proj. Rev.				Thermostatic Oil-mixing Valve Control Circuit Diagram	4-307... -	9 / 22



Isometric view from user panel and electrical cabinet

Revisions				Date	21.1.2013	Created By		Document Class Name	Reference ID	TMC7-27+UH1&ELU1
				Ed.		Date	14.9.2012	Panel layout	Document ID	
						Approved By		Title		Page
	Modification	Date	Name	Proj. Rev.				Electrical cabinet layout		10 / 22



Left view from electrical cabinet door

Revisions				Date	21.1.2013	Created By		Document Class Name	Reference ID	
				Ed.		Date	14.9.2012	Panel layout	TMC7-27+UH1&ELU1	
						Approved By		Title	Document ID	Page
	Modification	Date	Name	Proj. Rev.				Door panel layout	23340-	12 / 22

Terminal diagram

Strip XD2

Internal targets

Interconnections	Wire jumper	Level	Jumper	Target designation	Cable type
		0			
		0			
Digital input - Remote load enable	107	1		-X13:4	
Digital input - Remote load signal	108	1		-X13:5	
-X13:6	109	1		-SF4:14	
Digital input - PMS start signal	110	1		-X13:7	
DI15 - User configurable	111	1		-X13:8	
DI16 - User configurable	112	1		-X13:9	
Remote E-stop contact (remove jumper before use)	113	1		-SF2:12	
Remote E-stop contact (Remove wire jumper before use)	114	1		-KF6:A1	
Reserved	115	1		-KF6:24	
3-Wire stop (Normally closed contact)	116	1		-KF7:24	
2- and 3-Wire start (Normally open contact)	117	1		-KF7:21	
24VDC Start/Stop (External +24V DC)	118	1		-KF7:A1	
24VDC Start/Stop (External 0V DC) (Remove jumper before use!)	119	1		-KF7:A2	
Compressor auxiliary power supply negative (0V DC)	120	1		-XD1:13:c	
Common alarm (Potential free contact)	121	2		-X14:1	
Shutdown fault signal (Potential free contact)	122	2		-X14:3	
PMS start request signal (Potential free contact)	123	2		-X14:5	
Stand By -state (Potential free contact)	124	2		-X14:7	
Emergency stop indication (Potential free contact)	125	2		-SF2:21	
Local/Remote control indication (Potential free contact)	126	2		-SF3:23	
Master/Slave pressure control (Potential free contact)	127	2		-SF4:23	
Load / unload signal (Potential free contact)	128	2		-KF4:11	
Running signal (Potential free contact)	129	2		-KF5:11	

Cooling water pump control (Potential free contact)	130	2		-KF5:21	
Common alarm (Potential free contact)	131	2		-X14:2	
Shutdown fault signal (Potential free contact)	132	2		-X14:4	
PMS start request signal (Potential free contact)	133	2		-X14:6	
Stand By -state (Potential free contact)	134	2		-X14:8	
Emergency stop indication (Potential free contact)	135	2		-SF2:22	
Local/Remote control indication (Potential free contact)	136	2		-SF3:24	
Master/Slave pressure control (Potential free contact)	137	2		-SF4:24	
Load / unload signal (Potential free contact)	138	2		-KF4:14	
Running signal (Potential free contact)	139	2		-KF5:14	
Cooling water pump control (Potential free contact)	140	2		-KF5:24	
Analog output - Ground	141	1		-X06:1	
Analog output - User configurable (Default: 4-20mA ~ 0-16bar)	142	2		-X06:2	
+24V DC Power supply	150			-XD1:9:b	
				-XD1:18	
+24V DC Power supply	151				
=	152				
=	153				



Revisions				Date	21.1.2013
	Modification	Date	Name	Proj. Rev.	

Created By	Date	14.9.2012	Document Class Name	Terminal diagram
Approved By	Date		Title	Interconnection list

Reference ID	TMC7-27+UH1&EMA2	
Document ID	-	Page 13 / 22

Terminal diagram

Strip XD1



External targets				Internal targets			
Cable type	Target designation	Jumper	Level	Jumper	Target designation	Cable type	
	-QB10:13		FC10		-TA1:115V(2)		
	-QB10:14		1		-KF6:14		
	-BA21:A1						
	-KF6:11		2		-X02:1		
	-QA1:21				-X02:3		
			3		-X03:1		
					-X03:5		
	-TA1:02		4		-KF6:12		
					-XD6:14		
BETAflam® 145 flex	-WG10-XD1:2		5		-PF1:X2		
	-QA1:A2				-GQ1:N		
BETAflam® 145 flex	-WG9-XD1:2		6		-BA21:A2		
	-KF4:A2						
	-TA1:PE		7		-XE1:3		
	-TA1:+		8		-SF2:11		
	-QA1:13				-X01:1		
BETAflam® 145 flex	-WG8-XD1		9		-XD2:150:a		
	-BC1:95				-BE1:18		
	-KF7:11		10		-SF3:13		
					-SF4:13		
			11		-X20:2		
	-KF5:A2		12		-KF6:22		
	-TA1:-						
	-XD2:120		13		-X01:2		
	-KF6:A2				-X20:1		

BETAflam® 145 flex	-WG10-XD1:PE		14		-GQ1:PE		
BETAflam® 145 flex	-WG9-XD1:PE						
	-QB10:24		15	1	-X04:2		
	-QA1:22		25	2	-SF1:13		
BETAflam® 145 flex	-WG8-XD2		16	1	-X04:3		
	-XD6:13		26	2	-SF1:14		
			17	1	-X04:4		
BETAflam® 145 flex	-WG10-XD1:1		27	2	-X02:2		
	-XD2:150:b		18	1	-X04:5		
	-GQ1:L		28	2	-X02:4		
	-BA21:96		19	1	-X04:6		
			29	2	-PF2:X1		
	-BE1:15		20	1	-X04:7		
	-QA1:A1		30	2	-X03:2		
			21	1	-X04:8		
	-QA3:21		31	2	-X03:3		
			22	1	-X04:9		
	-QA2:21		32	2	-X03:4		
	-SF3:14		23	1	-X13:2		
BETAflam® 145 flex	-WG9-XD1:1		33	2	-X03:6		
	-KF7:14		24	1	-X13:3		
	-KF4:A1		34	2			
	-BC5:1		35	1	-PG1:x1		
BETAflam® 145 flex	-WG6-XD1:1		37	2	-X18:2		
	-BC5:2		36	1	-PG1:x2		
BETAflam® 145 flex	-WG6-XD1:2		38	2	-X18:1		

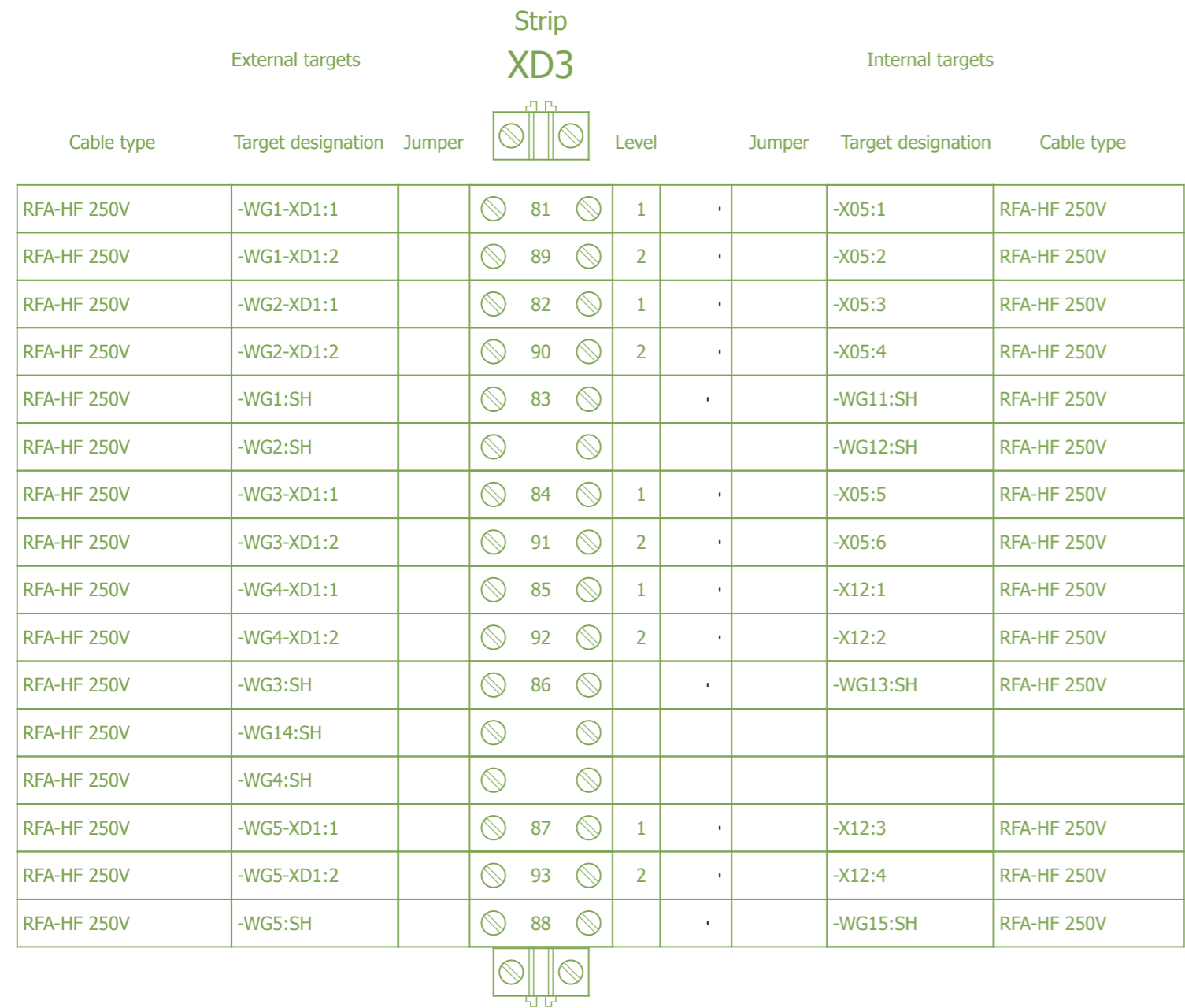


Revisions				Date	21.1.2013
	Modification	Date	Name	Proj. Rev.	

Created By	Date	14.9.2012	Document Class Name	Terminal diagram
Approved By	Date		Title	Terminal diagram

Reference ID	TMC7-27+UH1&EMA2	
Document ID	-	Page 14 / 22

Terminal diagram



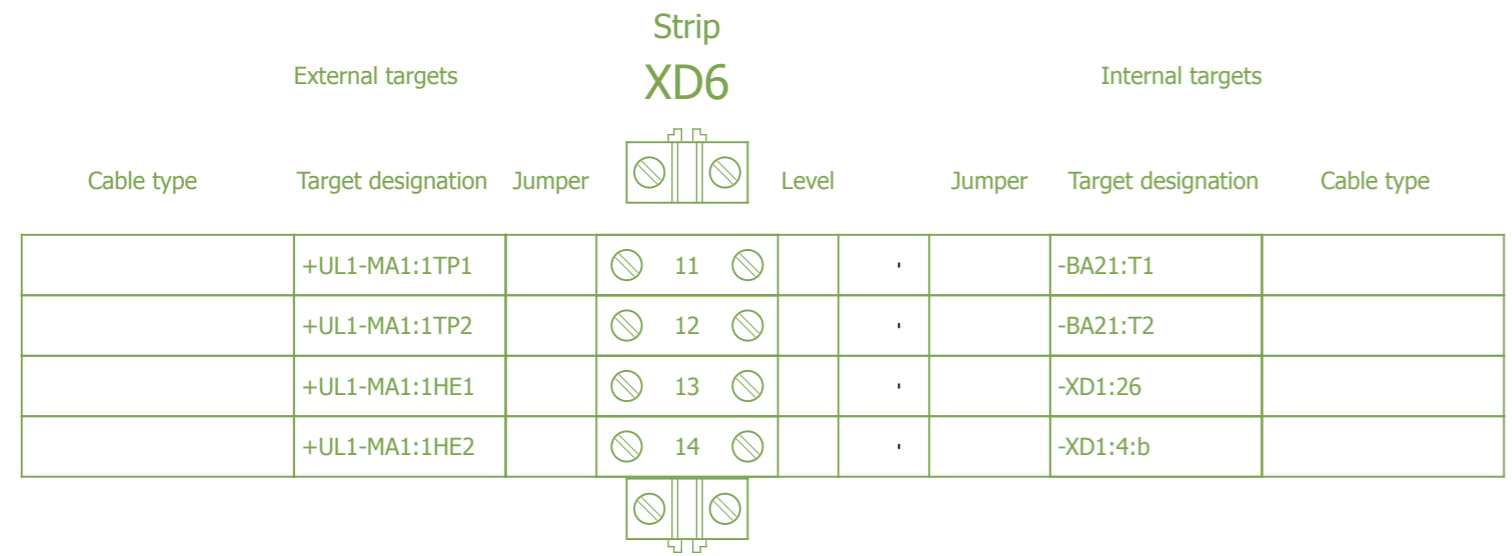
Revisions	Modification	Date	Name	Proj. Rev.

Date	21.1.2013	Created By	
Ed.		Date	14.9.2012
		Approved By	
		Date	
		Proj. Rev.	

Reference ID	TMC7-27+UH1&EMA2	
Document ID	-	Page 15 / 22

Document Class Name	Terminal diagram
Title	Terminal diagram

Terminal diagram



Revisions	Modification	Date	Name	Proj. Rev.

Created By	Date	Document Class Name
	14.9.2012	Terminal diagram
Approved By	Date	Title
		Terminal diagram

Reference ID	Page
TMC7-27+UH1&EMA2	16 / 22
Document ID	
-	

Connection list

connection	source	Target	cross-section	Color	Cable type	Page / column 1	Page / column 2	Conn. type	Length
-WD4.2	-QA1:3/L2	-QB10:4	6,0	BK		&EFS1/2.4:H	&EFS1/2.4:D	Conductor / wire	
-WD4.3	-QA1:5/L3	-QB10:6	6,0	BK		&EFS1/2.5:H	&EFS1/2.4:D	Conductor / wire	
	-QA1:21	-XD1:2:b	1,0	RD		&EFS1/5.6:C	&EFS1/5.6:B	Conductor / wire	
	-QA1:13	-XD1:8:b	1,0	RD		&EFS1/3.3:H	&EFS1/2.19:K	Conductor / wire	
	-QA1:22	-XD1:25	1,0	RD		&EFS1/5.6:C	&EFS1/5.6:D	Conductor / wire	
	-QA1:A2	-XD1:5:d	1,0	RD		&EFS1/6.8:J	&EFS1/5.7:L	Conductor / wire	
	-QA1:A1	-XD1:30	1,0	RD		&EFS1/6.8:J	&EFS1/6.8:F	Conductor / wire	
	-QA1:A2	-QA2:A2	1,0	RD		&EFS1/6.8:J	&EFS1/6.9:J	Conductor / wire	
-WD5.1	-QA2:1/L1	-QB10:2	6,0	BK		&EFS1/2.6:H	&EFS1/2.4:D	Conductor / wire	
-WD5.2	-QA2:3/L2	-QB10:4	6,0	BK		&EFS1/2.7:H	&EFS1/2.4:D	Conductor / wire	
-WD5.3	-QA2:5/L3	-QB10:6	6,0	BK		&EFS1/2.7:H	&EFS1/2.4:D	Conductor / wire	
-WD6.1	-QA2:2/T1	-QA3:2/T1	6,0	BK		&EFS1/2.6:H	&EFS1/2.9:H	Conductor / wire	
-WD6.2	-QA2:4/T2	-QA3:4/T2	6,0	BK		&EFS1/2.7:H	&EFS1/2.9:H	Conductor / wire	
-WD6.3	-QA2:6/T3	-QA3:6/T3	6,0	BK		&EFS1/2.7:H	&EFS1/2.10:H	Conductor / wire	
	-QA2:A2	-QA3:A2	1,0	RD		&EFS1/6.9:J	&EFS1/6.10:J	Conductor / wire	
	-QA2:22	-QA3:A1	1,0	RD		&EFS1/6.10:H	&EFS1/6.10:J	Conductor / wire	
	-QA2:A1	-QA3:22	1,0	RD		&EFS1/6.9:J	&EFS1/6.9:H	Conductor / wire	
	-QA2:21	-XD1:32	1,0	RD		&EFS1/6.10:H	&EFS1/6.10:F	Conductor / wire	
	-QA3:1/L1	-QA3:3/L2				&EFS1/2.9:H	&EFS1/2.9:H	Saddle jumper	
	-QA3:3/L2	-QA3:5/L3				&EFS1/2.9:H	&EFS1/2.10:H	Saddle jumper	
	-QA3:21	-XD1:31	1,0	RD		&EFS1/6.9:H	&EFS1/6.9:F	Conductor / wire	
	-QB10:14	-XD1:1:a	1,0	RD		&EFS1/2.16:L	&EFS1/2.19:M	Conductor / wire	
	-QB10:24	-XD1:15	1,0	RD		&EFS1/3.13:H	&EFS1/3.13:I	Conductor / wire	
	-QB10:13	-XD1:FC10:2	1,0	RD		&EFS1/2.16:L	&EFS1/2.16:J	Conductor / wire	
	-SF1:13	-XD1:25	1,0	RD		&EFS1/5.6:F	&EFS1/5.6:D	Conductor / wire	
	-SF1:14	-XD1:26	1,0	RD		&EFS1/5.6:F	&EFS1/5.6:H	Conductor / wire	
	-SF2:11	-XD1:8:c	1,0	RD		&EFS1/3.6:C	&EFS1/2.19:K	Conductor / wire	
	-SF2:12	-XD2:113	1,0	RD		&EFS1/3.6:C	&EFS1/3.6:D	Conductor / wire	
	-SF2:22	-XD2:135	1,0	RD		&EFS1/8.13:D	&EFS1/8.13:F	Conductor / wire	
	-SF2:21	-XD2:125	1,0	RD		&EFS1/8.13:D	&EFS1/8.13:F	Conductor / wire	
	-SF3:13	-XD1:10:a	1,0	RD		&EFS1/4.4:E	&EFS1/4.4:B	Conductor / wire	
	-SF3:14	-XD1:23	1,0	RD		&EFS1/4.4:E	&EFS1/4.4:H	Conductor / wire	
	-SF3:23	-XD2:126	1,0	RD		&EFS1/8.15:D	&EFS1/8.14:F	Conductor / wire	
	-SF3:24	-XD2:136	1,0	RD		&EFS1/8.15:D	&EFS1/8.15:F	Conductor / wire	
	-SF4:23	-XD2:127	1,0	RD		&EFS1/8.16:D	&EFS1/8.15:F	Conductor / wire	
	-SF4:24	-XD2:137	1,0	RD		&EFS1/8.16:D	&EFS1/8.16:F	Conductor / wire	
	-SF4:13	-XD1:10:c	1,0	RD		&EFS1/4.8:E	&EFS1/4.4:B	Conductor / wire	
	-SF4:14	-XD2:109	1,0	RD		&EFS1/4.8:E	&EFS1/4.8:H	Conductor / wire	
	-TA1:+	-XD1:8:a	1,0	RD		&EFS1/2.18:I	&EFS1/2.19:K	Conductor / wire	
	-TA1:02	-XD1:4:c	1,0	RD		&EFS1/2.17:I	&EFS1/2.19:L	Conductor / wire	
	-TA1:PE	-XD1:7:b	1,0	GNYE		&EFS1/2.19:I	&EFS1/2.19:M	Conductor / wire	
	-TA1:-	-XD1:12:c	1,0	RD		&EFS1/2.18:I	&EFS1/2.19:K	Conductor / wire	
	-TA1:115V(2)	-XD1:FC10:1	1,0	RD		&EFS1/2.16:I	&EFS1/2.16:J	Conductor / wire	
	-TA1:03	-TA1:115V(1)	1,0	RD		&EFS1/2.16:I	&EFS1/2.17:I	Conductor / wire	
-WE2	-UF1:PB1	-XE1:4	6,0	GNYE		&EFS1/5.18:L	&EFS1/5.18:N	Conductor / wire	
-WE5	-UF2:PB1	-XE1:7	6,0	GNYE		&EFS1/5.21:L	&EFS1/5.21:N	Conductor / wire	
-WF1	-WF1:SH	-X16:1		SH	RFA-HF 250V	&EFS1/9.3:F	&EFS1/9.4:E	Conductor / wire	10 m
-WG1	-WG1:SH	-XD3:83		SH	RFA-HF 250V	&EFS1/7.2:H	&EFS1/7.3:G	Conductor / wire	
-WG1	-WG1-XD1:1	-XD3:81	0,5	WH	RFA-HF 250V	&EFS1/7.2:J	&EFS1/7.2:G	Conductor / wire	
-WG1	-WG1-XD1:2	-XD3:89	0,5	BU	RFA-HF 250V	&EFS1/7.3:J	&EFS1/7.3:G	Conductor / wire	
-WG2	-WG2:SH	-XD3:83		SH	RFA-HF 250V	&EFS1/7.3:H	&EFS1/7.3:G	Conductor / wire	
-WG2	-WG2-XD1:1	-XD3:82	0,5	WH	RFA-HF 250V	&EFS1/7.3:J	&EFS1/7.3:G	Conductor / wire	
-WG2	-WG2-XD1:2	-XD3:90	0,5	BU	RFA-HF 250V	&EFS1/7.4:J	&EFS1/7.4:G	Conductor / wire	
-WG3	-WG3:SH	-XD3:86		SH	RFA-HF 250V	&EFS1/7.5:H	&EFS1/7.6:G	Conductor / wire	
-WG3	-WG3-XD1:1	-XD3:84	0,5	WH	RFA-HF 250V	&EFS1/7.5:J	&EFS1/7.5:G	Conductor / wire	
-WG3	-WG3-XD1:2	-XD3:91	0,5	BU	RFA-HF 250V	&EFS1/7.6:J	&EFS1/7.6:G	Conductor / wire	
-WG4	-WG4:SH	-XD3:86		SH	RFA-HF 250V	&EFS1/7.6:H	&EFS1/7.6:G	Conductor / wire	

Revisions

Modification	Date	Name	Proj. Rev.

Date

Ed.

Date

Proj. Rev.

21.1.2013

Created By

Approved By

14.9.2012

Date

Document Class Name

Title

Connection list

Connection list for subcontractor

Reference ID

TMC7-27+UH1&EMA1

Document ID

-

Page 17.a / 22

