

# **Automaatiosuunnittelun dokumentti- pohjien luonti tietokantapohjaista tuottamista varten**

Petteri Rauhala

Opinnäytetyö

Joulukuu 2018

Tekniikan ja liikenteen ala

Insinööri (AMK), sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma

Tekijä(t) Rauhala, Petteri	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Päivämäärä Joulukuu 2018
	Sivumäärä 43	Julkaisun kieli Suomi
		Verkojulkaisulupa myönnetty: x
Työn nimi <b>Automaatiosuunnittelun dokumenttipohjien luonti tietokantapohjaista tuottamista varten</b>		
Tutkinto-ohjelma Insinööri (AMK), sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma		
Työn ohjaaja(t) Ari Kuisma, Veli-Matti Häkkinen		
Toimeksiantaja(t) JEEC Oy		
<p>Tiivistelmä</p> <p>Automaatiosovellussuunnittelussa käytetään hyödyksi perussuunnitteluvaiheessa tehtyjä toimintakaavioita ja -kuvauksia. Sovellussuunnittelun eri vaiheissa toimintakaavioihin ja -kuvauksiin tulee kuitenkin muutoksia, joten perussuunnitteluvaiheessa tehdyt dokumentit eivät pidä enää paikkaansa. Opinnäytetyössä automatisoitiin näiden dokumenttien tekemistä perussuunnitteluvaiheessa ja päivittämistä sovellussuunnitteluvaiheen jälkeiseen tilaan.</p> <p>Toimeksiantajalla toimintakaaviot ja toimintakaavioihin tulleet muutokset on tehty käsin. Opinnäytetyössä kehitettiin toimintakaavioiden tekemisen ja päivittämisen automatisointia varten Valmet DNA -tyyppiin mukaiset toimintakaaviopohjat ja tietokantaa hyödyntäen Excel-taulukkoesimerkit. Toimeksiantajalla käytetään toimintakuvausten tekemiseen FuDe-ohjelmaa, jolla tehdään toimintakuvauksia pääasiassa Valmet DNA -piireille. Työssä automatisoitiin varsinkin toimintakuvausten päivittämistä Valmet DNA -sovellussuunnittelussa piireihin tehtyjen muutosten jälkeiseen tilaan.</p> <p>Tuloksena saatiin generointimenetelmä toimintakaavioiden tekemistä varten. Toimintakaavioiden generointia testattiin ja verrattiin vanhaan menetelmään. Toimintakuvausten tekemistä ja päivittämistä varten päivitettiin FuDen piiriluetteloa ja kirjastoa. Toimintakuvausten toiminnot testattiin ja kuvaukset vastasivat Valmet DNA -tyyppiin toimintoja.</p> <p>Tuloksena tehdyt toimintakaaviopohjat ja toimintakaavioiden massagenerointimenetelmä nopeuttavat perussuunnittelua ja toimintakaavioiden päivittämistä. Toimintakuvausten tekeminen ja päivittäminen suoraan Valmet DNA -piireistä suoraviivaistui ja nopeutui aikaisemmin käytetystä menetelmästä, vaikkakin toimintakuvausten päivittämistä on tarvetta vielä testata oikeissa projekteissa.</p>		
<p>Avainsanat (<a href="#">asiasanat</a>) Automaatiosuunnittelu, automaation toimintakaavio, automaation toimintakuvaus, Valmet DNA</p>		
<p><i>Liitteet 1, 2 ja 3 ovat salassa pidettäviä, jotka on poistettu julkisesta työstä. Salassapidon peruste Julkisuuslain 621/1999 24§, kohta 17, yrityksen liike- tai ammattisalaisuus. Salassapitoaika viisi (5) vuotta, salassapito päättyy 3.12.2023.</i></p>		

Author(s) Rauhala, Petteri	Type of publication Bachelor's thesis	Date December 2018 Language of publication: Finnish
	Number of pages 43	Permission for web publication: x
Title of publication <b>Creation of automation documentation templates for database-based production</b>		
Degree programme Electrical and Automation Engineering		
Supervisor(s) Kuisma Ari, Häkkinen Veli-Matti		
Assigned by JEEC Oy		
Abstract  <p>Automation software engineering utilizes functional diagrams and descriptions created in basic engineering phase. However, functional diagrams and functional descriptions are changed in various software engineering phases; hence the old document versions do not hold ground any longer. The subject of the thesis is to automate the generation of functional diagrams and functional descriptions and updating process.</p> <p>The assignor did not have any systematic process for the generating and updating of the functional diagram documents other than modifying documents by hand. Functional diagram templates which are based on Valmet DNA templates and Excel-table templates using real project's database were made. Client uses a program called FuDe for function descriptions generation. Automation of the function descriptions updating process to the state after the Valmet DNA software engineering phase is made.</p> <p>As a result functional diagram generation method and automated updating process for the functional descriptions were accomplished. Functional diagram generation method was tested and compared to the previously used method. For the update process of the function description, an updated circuit list and library were made for FuDe. The functions of the function diagrams were tested, and they were equivalent with the Valmet DNA templates.</p> <p>The functional diagram templates and the functional diagram mass generation method speed up the basic engineering process and the said document updating process. The creation of the functional descriptions and said document updating process was more straightforward and faster than before, even though testing with real projects is needed.</p>		
Keywords/tags ( <a href="#">subjects</a> ) Automation engineering, automation functional description, automation functional diagram, Valmet DNA		
<p><i>Appendixes 1, 2 and 3 are confidential which have been removed from the public thesis. Grounds for secrecy: Act on the Openness of Government Activities 621/1999, Section 24, 17: business or professional secret. Period of secrecy is five (5) years and it ends 3.12.2023.</i></p>		

## Sisältö

<b>1</b>	<b>Johdanto .....</b>	<b>4</b>
1.1	Opinnäytetyön tausta ja tavoitteet .....	4
1.2	Tiedonkeruu .....	5
1.3	JEEC Oy .....	6
<b>2</b>	<b>Opinnäytetyössä käytetyt ohjelmistot .....</b>	<b>6</b>
2.1	Valmet DNA -järjestelmä .....	6
2.1.1	DNA Explorer -työkalu .....	6
2.1.2	Function Block CAD -ohjelma .....	7
2.2	BricsCAD-ohjelma .....	9
2.3	Microsoft Access -työkalu .....	9
2.4	Toimintakuvausten suunnitteluohjelma FuDe .....	10
2.4.1	XML-metakieli .....	10
2.4.2	FuDen pääikkuna .....	11
2.4.3	Kirjaston puurakenne .....	11
2.4.4	Piirien kenttätaulukko .....	12
<b>3</b>	<b>Automaatiosuunnittelun keskeiset dokumentit .....</b>	<b>12</b>
3.1	Perus- ja sovellussuunnittelun lähtötietodokumentit .....	12
3.2	Toimintakaavio .....	13
3.3	Toimintakuvaus .....	14
<b>4</b>	<b>Opinnäytetyön toteutus .....</b>	<b>15</b>
4.1	Valmet DNA -tyyppiirit .....	15
4.2	Toimintakaaviopohjat ja tietokanta .....	16
4.2.1	Toimintakaaviopohjien teko .....	16
4.2.2	Tietokannan kyselyt .....	17
4.2.3	Toimintakaavioiden massatuotanto .....	19

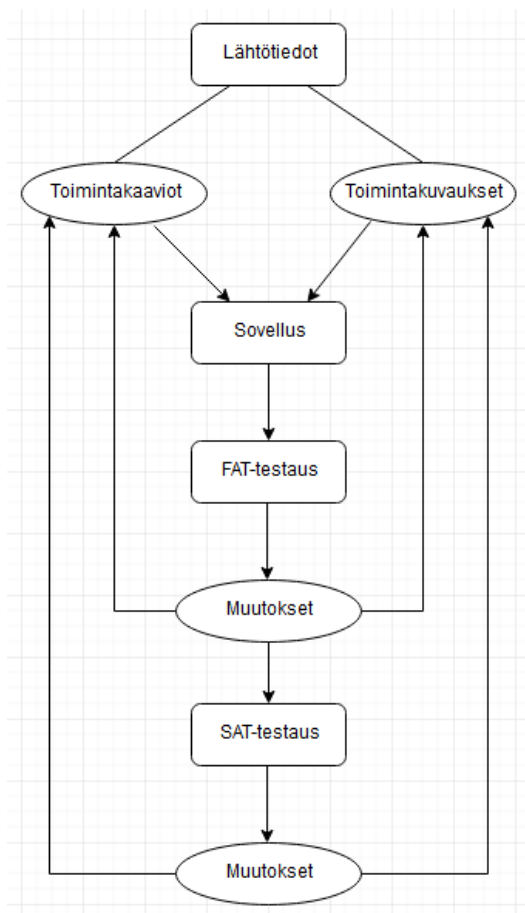
	2
4.3 Toimintakuvauspohjien tekeminen.....	21
4.3.1 Piiriluetellon muokkaus.....	21
4.3.2 Kirjaston muokkaus .....	22
4.3.3 Toimintakuvausten päivittäminen.....	24
<b>5 Tulokset ja kehityskohteet .....</b>	<b>25</b>
<b>6 Pohdinta.....</b>	<b>27</b>
<b>Lähteet .....</b>	<b>29</b>
<b>Liitteet .....</b>	<b>31</b>
Liite 4. Mittauspiirin toimintakaaviopohja .....	31
Liite 5. Binääritulopiirin toimintakaaviopohja .....	32
Liite 6. Säättöpiirin toimintakaaviopohja .....	33
Liite 7. Moottoripiirin toimintakaaviopohja .....	34
Liite 8. Venttiilipiirin toimintakaaviopohja .....	35
Liite 9. Mittauspiirin toimintakuvaus.....	36
Liite 10. Binääritulopiirin toimintakuvaus .....	37
Liite 11. Säättöpiirin toimintakuvaus .....	38
Liite 12. Moottoripiirin toimintakuvaus.....	39
Liite 13. Venttiilipiirin toimintakuvaus.....	40
 <b>Kuviot</b>	
 Kuvio 1. Automaation sovellussuunnitteluprosessin vuokaavio .....	4
Kuvio 2. DNA Explorerin -käyttöympäristö .....	7
Kuvio 3. Function Block CAD -toimilohkokaavio .....	8
Kuvio 4. Mittaustoimilohko .....	9
Kuvio 5. Binäärilogiikan piirrosmerkin periaate .....	14

Kuvio 6. Kentältä-, valvomolta- ja sovelluksesta tuleva tieto .....	16
Kuvio 7. Venttiilipiirin toimintakaaviopohja.....	17
Kuvio 8. Venttiilipiirin kysely .....	18
Kuvio 9. Kyselyn tuloksia .....	19
Kuvio 10. Säättöpiirien kyselyn tulokset Excel-taulukossa.....	19
Kuvio 11. Säättöpiirin laitetietojen tekstien generointi .....	20
Kuvio 12. Generoitu venttiilipiiri .....	21
Kuvio 13. Valmet DNA -säättöpiirin Excel-taulukkoa (ylempi) ja FuDen kenttätaulukkoa (alempi) .....	22
Kuvio 14. Kirjaston dynaaminen tagi \$(alarm_masking) XML Notepadissa .....	23
Kuvio 15. C11-tyyppiin hälytyslistan rakenne.....	24
Kuvio 16. Säättöpiirin toimintakuvaus .....	25

# 1 Johdanto

## 1.1 Opinnäytetyön tausta ja tavoitteet

Automaatiosovellussuunnittelua tehdään lähtötietoina saatujen laitteiden ja piirien toimintakaavioiden ja toimintakuvausten avulla. Toimintakaaviot ja toimintakuvaukset kumminkin muuttuvat joillakin laitteilla ja piireillä, esimerkiksi FAT-testauksen (Factory Acceptance Test) ja SAT-testauksen (Site Acceptance Test) aikana. Kun piirin toiminta muuttuu, lähtötietoina saadut toimintakaaviot ja toimintakuvaukset eivät enää pidä paikkaansa. Opinnäytetyön tavoitteena oli automatisoida toimintakaavioiden ja toimintakuvausten tekemistä perussuunnitteluvaiheessa ja päivittämistä sovellussuunnittelussa tulleiden muutosten jälkeiseen tilaan (ks. kuvio 1). Dokumenttien generoinnin ja päivittämisen automatisoinnilla pyritään säästämään aikaa ja minimoimaan inhimillisiä virheitä.



Kuvio 1. Automaation sovellussuunnitteluprosessin vuokaavio

Opinnäytetyön toimeksiantaja, JEEC Oy, ei ole aiemmin käyttänyt toimintakaavioiden generoinnissa systemaattista menetelmää. Toimintakaavioita on tehty ja muokattu asiakkaan toiveesta suurimmaksi osaksi käsin. Opinnäytetyössä tavoitteena oli kehittää toimintakaavioiden tekemiseen ja päivittämiseen Valmet DNA -piireistä massagenerointimenetelmä.

JEEC Oy käyttää toimintakuvausten tekemisessä kehittämäänsä FuDe-ohjelmaa. Ohjelmalla pystyttiin opinnäytetyön alkuvaiheessa tekemään toimintakuvauksia ja muutoksia niihin, mutta tiedot eivät päivittyneet suoraan Valmet DNA -piireistä. Opinnäytetyön tavoitteena oli kehittää FuDen piiriluettelo ja kirjasto niin, että toimintakuvaukset saataisiin tehtyä ja päivitettyä suoraan Valmet DNA -piireistä ”kopioi ja liitä”-periaatteella.

Henkilökohtaisena tavoitteena oli tutustua syvemmin Valmet DNA -sovellussuunniteluympäristöön ja Valmet DNA -tyyppiinpiireihin, jotka ovat keskeisessä asemassa Valmet DNA -sovellussuunnittelussa. Tavoitteenani oli myös tutustua, miten ja mistä toimintakaaviot ja -kuvaukset rakentuvat, koska ne ovat keskeisessä asemassa automaation sovellussuunnittelussa.

Opinnäytetyö oli kehitystutkimusta, jonka tuloksia analysoitiin vertaamalla vanhaa toimintatapaa uuteen toimintatapaan.

## 1.2 Tiedonkeruu

Toimeksiantaja on teettänyt toimintakaavioihin ja -kuvauksiin liittyen useita opinnäytetöitä, joista sain hyvää tietoperustaa omaan opinnäytetyöhöni. Opinnäytetyön tietoperustaa kartoitin myös muista aiheeseen liittyvistä opinnäytöistä ja diplomitöistä. Valmet DNA -ohjelmistoon liittyvät manuaalit ovat keskeisessä asemassa opinnäytetyön tietoperustassa. Tietoperustaa kartoitin myös standardeista sekä luotettavista internet lähteistä, kuten Automaatioseuran verkkojulkaisuista.



### 1.3 JEEC Oy

Opinnäytetyön toimeksiantaja JEEC Oy on vuonna 2009 Jyväskylässä perustettu automaatio- ja sähkötoimialoilla toimiva insinööritoimisto. JEEC Oy:n ydinosaaminen automaatioalalla on prosessiautomaatiojärjestelmien suunnittelu ja käyttöönotto. Automaatiosuunnittelua JEEC Oy pystyy toteuttamaan esisuunnittelusta ylläpito- ja kehitystehtäviin asti. JEEC Oy:lla oli henkilöstöä opinnäytetyötä tehtäessä 19, joista suurin osa on DCS-, PLC- tai instrumentointisuunnittelijoita. (JEEC Oy n.d.) Kouvolaalainen suunnitteluyhtiö CTS Engtec Oy osti JEEC-yhtiön maaliskuussa 2018 (Sillanpää 2018).

## 2 Opinnäytetyössä käytetyt ohjelmistot

### 2.1 Valmet DNA -järjestelmä

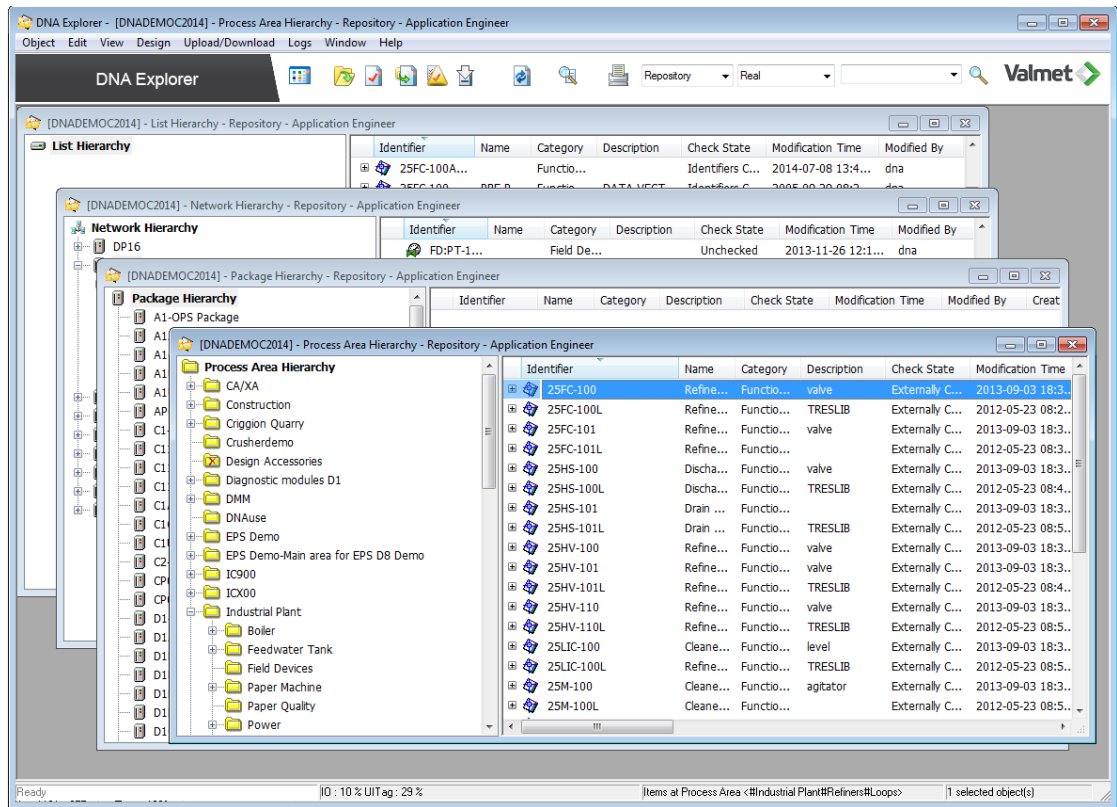
Valmet DNA on Valmet Automation Oy:n kehittänyt hajautettu automaatiojärjestelmä (DCS). Valmet DNA -ohjelmalla voidaan tehdä yksittäisten laitteiden ohjauksia tai jopa kokonaisten tehtaiden ja laitosten ohjauksia. (Automation solutions – Valmet DNA DCS 2018.)

#### 2.1.1 DNA Explorer -työkalu

DNA Explorer on Valmet DNA -suunnittelutietokantaa varten tehty työkalu, jota käytetään ensisijaisesti sovelluksen suunnittelussa ja ylläpidossa. Suunnittelua ja ylläpitoa tukevat monet muut Valmet DNA -suunnitteluympäristön työkalut. (DNA Explorer Manual 2015, 2.)

DNA Explorerilla (ks. kuvio 2) voidaan mm. käsitellä suunnitteluobjekteja kuten toimilohkokaavioita, ja järjestellä niitä prosessialueille ja paketteihin, etsiä suunnittelutietokannasta suunnitteluobjekteja ja luoda yksittäisiä uusia suunnitteluobjekteja.

Suunnitteluobjekteja voidaan muokata graafisten suunnittelutyökalujen avulla, kuten Function Block CAD -ohjelmalla. Suunnitteluobjekteja ja paketteja voidaan ladata ajo- ja virtuaaliympäristöön, näitä tiedostoja voidaan myös lukea ajo- tai virtuaaliympäristöstä. (DNA Explorer Manual 2015, 2.)



Kuvio 2. DNA Explorerin -käyttöympäristö (DNA Explorer Manual 2015, 1)

### 2.1.2 Function Block CAD -ohjelma

Function Block CAD -ohjelmaa (ks. kuvio 3) käytetään toimilohkokaavioiden (FBD) suunnittelussa. Toimilohkokaaviot ovat säätöpiirejä, jotka liittyvät prosessien ohjaimiseen ja monitorointiin Valmet DNA -ympäristössä. Function Block CAD -ohjelmalla luotu toimilohkokaavio on yhtä aikaa ajoympäristöön ladattava sovellus sekä graafinen dokumentti. Näin taataan se, että sovelluksen dokumentointi on muokkausten jälkeen aina ajan tasalla. (Function Block CAD Manual 2015, 1.)

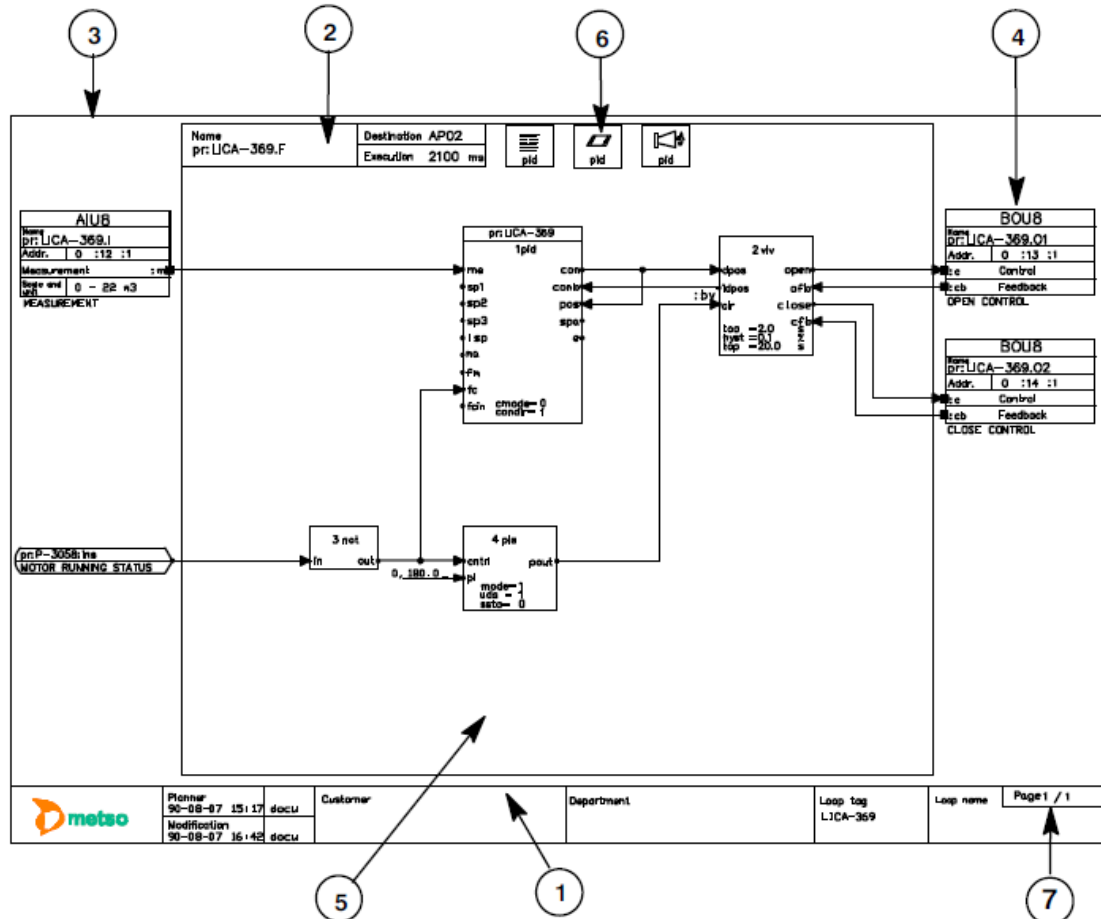
Kuviossa 3 näytetään toimilohkokaavion rakenne Function Block CAD -ohjelmassa.

Toimilohkokaavio koostuu

- (1) automaatiomodulin hallintaosasta, jonne kirjataan kaavion yleistä tietoa, kuten kaavion nimi ja tekijä
- (2) toimilohkon hallintaosa, jossa on mm. kaavion suoritusväli millisekunteina
- (3) ulkoisten tulojen ja tulomodulien kytkentäalueesta
- (4) ulkoisten lähtöjen ja lähtömodulien kytkentäalueesta

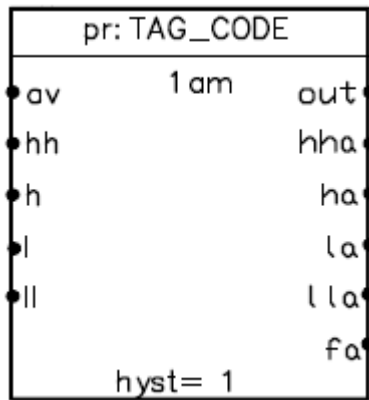
- (5) toimilohkojen kytkentäalueesta
- (6) valvomoduuleista
- (7) sivunumerosta

(Automation Language 2014, 22).



Kuvio 3. Function Block CAD -toimilohkokaavio (Automation Language 2014, 23)

Toimilohkokaaviot koostuvat pääosin toimilohkoista (ks. kuvio 4). Toimilohko voidaan jakaa kolmeen osaan: tuloihin, lähtöihin ja konfigurointiparametreihin. Toimilohko lukee dataa tulosta ja kirjoittaa dataa lähtöihin. Toimilohkon konfigurointiparametri näkyy toimilohkon keskellä (hyst = 1). Toimilohkoja voidaan kytkeä toisiin toimilohkoihin käyttämällä tuloja ja lähtöjä. Vain saman tyyppisiä jäseniä voidaan kytkeä toisiinsa, esimerkiksi binäärilähtö voidaan kytkeä binäärituloon. (Automation Language 2014, 11.)



Kuvio 4. Mittaustoimilohko (Automation Language 2014, 11)

## 2.2 BricsCAD-ohjelma

BricsCAD on Bricsysin kehittämä tietokoneavusteinen suunnittelutyökalu (CAD). BricsCAD-ohjelmalla voidaan lukea ja tehdä DWG- ja DXF-tiedostoja, suunnitella 2D- ja 3D-piirustuksia. (BricsCAD overview 2018.) BricsCAD-ohjelmaa käytetään JEEC Oy:ssä instrumentointisuunnittelu- ja perussuunnittelutyökaluna. Opinnäytetyössä käytettiin BricsCAD-ohjelmaa toimintakaaviopohjien tekoon.

## 2.3 Microsoft Access -työkalu

Microsoft Access on Microsoftin kehittämä tietokannan hallinnointityökalu, joka kuuluu Microsoft Office -ohjelmistopakettiin. Accessissa on muista Office-työkaluista tuttu ulkoasu. Access-tietokanta on rakennettu seitsemästä pöörakenneosasta, jotka ovat: taulukot, taulukoiden väliset yhteydet, kyselyt, lomakkeet, raportit, makrot ja moduulit. Taulukoihin tallennetaan tietokannan tiedot. Kyselyiden tarkoitus on käsitellä taulukoiden sisältämää tietoa, kyselyt voidaan esittää lomakkeena tai raporttina. Opinnäytetyössä haettiin kyselyiden avulla taulukoista laite- ja piirikohtaiset tiedot toimintakaavioita varten. Makroilla voidaan tehdä Accessin tietokantaan automaattisia toimintoja, kuten lomakkeiden aukaisuja, vaihtaa taulukoiden arvoja, käynnistää uusia makroja, jne. Makroilla voidaan tehdä melkein äärettömästi erilaisia toi-

mintoja. Moduuli-ikkunassa voidaan kirjoittaa ja tallentaa Visual Basic for Applications (VBA) -ohjelmointikielellä tehtyjä ohjelmia ja toimintoja. (What is Microsoft Access n.d.)

## 2.4 Toimintakuvausten suunnitteluohjelma FuDe

FuDe on JEEC Oy:n kehittämä ohjelmisto, joka tekee muotoillun tekstidokumentin piiri- ja/tai laiteluettelon tiedoista. Olennaista ohjelman toiminnan kannalta on FuDeen laadittu kirjasto, joka sisältää käytettävät muotoilumäärittelyt. (Apell 2013, 10.)

FuDea käytetään pääasiassa laitteiden ja piirien toimintakuvausten tekemiseen. Ohjelma tarvitsee toimintakuvausten tuottamista varten XML-muotoisen kirjaston ja piiriluetellon, joita käsiteltiin tässä opinnäytetyössä. XML-muotoinen kirjasto sisältää sarakkeiden ominaisuudet (dynaamiset kentät) ja toimintakuvausten rakenteet, kun taas XML-muotoinen piiriluetello sisältää piiriluetellon sarakkeet ja piirien sisältämät tiedot. Windows 10:n päivitys aiheutti kirjastoihin muutoksia, joiden takia XML-muotoisten tiedostojen muokkaus FuDella ei ollut mahdollista, joten opinnäytetyössä tein XML-muotoisten tiedostojen muokkaukset XML Notepad -ohjelmalla.

FuDea kehitetään jatkuvasti. Opinnäytetyön aloitin tekemään versiolla 1.3, mutta opinnäytetyön loppuvaiheilla FuDen versio oli jo 2.0, ja siinä oli huomioitu Windows 10 kirjastoversion aiheuttamat muutokset.

### 2.4.1 XML-metakieli

XML (Extensible Markup Language) on niin kutsuttu metakieli, jonka avulla kuvataan tietoa tiedosta, esimerkiksi nimien, ominaisuudet ja tietotyyppi. XML perustuu dataa kuvaavien elementtien ja näiden ominaisuuksien (attribuuttien) määrittelylle. Elementtien avulla pyritään ilmaisemaan konkreettisia asioita sekä tietorakenteita. Jokainen elementti koostuu kolmenlaisesta informaatiosta: nimestä, ominaisuuksista ja sisällöstä. Ominaisuuksien avulla tarkennetaan elementin sisältämää tietoa tai esitetään varsinainen tieto, joka voi olla esimerkiksi tekstiä. (Lyhyesti xml:n rakenteesta n.d; XML perusteet n.d.)

## 2.4.2 FuDen pääikkuna

Kun FuDe avataan, se kysyy alkuasetuksina piiriluettelon ja kirjaston XML-tiedostot sekä piirien ja pääselostusten CSS-tiedostot. Toimintaselostuksen lopullinen ulkoasu on HTML-muotoinen, ja se hyödyntää CSS-tyylitiedostoja. FuDen pääikkuna avautuu, kun alkuasetukset on konfiguroitu ja painettu ”OK”-painiketta. (Apell 2013, 12.)

Pääikkunassa (ks. liite 1) on käsiteltävänä valittu piiri, ja toimintakuvauksen puurakenne ja toimintakuvauksen esitys tekstimuodossa. Toimintakuvaukseen voidaan lisätä tekstiä sekä puurakenteeseen että tekstimuotoiseen rakenteeseen. Käsiteltävää piiriä voidaan vaihtaa ”Valitse käsiteltävä piiri”-painikkeesta. Toimintakuvauksen kieli voidaan vaihtaa ”Kieli:”-valikosta. (Apell 2013, 14.) Opinnäytetyössä tehtiin toimintakuvauksien päivitykset suomeksi ja englanniksi.

## 2.4.3 Kirjaston puurakenne

Kirjaston puurakenne (ks. liite 2) aukeaa pääikkunan (ks. liite 1) vasemmasta yläkulmasta laittamalla ruksi ”Näytä kirjaston puu”-kohtaan. Kirjaston puurakenteesta voidaan muokata kirjaston XML-muotoista tiedostoa ohjelman toimiessa. Opinnäytetyössä käyttämälläni versiolla tämä ei kumminkaan ollut mahdollista aiemmin mainittujen syiden takia.

Kirjaston puurakenne osoittautui kumminkin hyödylliseksi välineeksi opinnäytetyötä tehtäessä, koska sieltä pystyin tarkistamaan tekemäni muutokset ja muutosten vaikutukset helposti. Kirjaston kentät on ryhmitelty kansioihin, joita FuDen uudemmassa versiossa voidaan muokata vapaasti. Ensimmäinen kansio on varattu dynaamisille kentille. Dynaamiset kentät voivat sisältää useita arvoja. Jos piirin kenttä on määritetty dynaamiseksi, hakee se arvonsa dynaamisesta kirjastokentästä. Esimerkiksi liitteessä 2 näkyvällä ”\$(CTRLDIR)”-kentällä on kolme eri arvoa:

- -1 = Käänteinen
- 0 = ---VIRHE---
- 1 = Suora.

Toimintakuvauksen teksti määräytyy siitä, mikä näistä kolmesta arvosta on laitettu piirin \$(CTRLDIR)-kenttään. Tämä ominaisuus mahdollistaa toimintakuvauksen muodostumisen automaattisesti. (Apell 2013, 16.)

#### 2.4.4 Piirien kenttätaulukko

Piirien kenttätaulukko (ks. liite 3) aukeaa pääikkunan (ks. liite 1) vasemmasta yläkulmasta laittamalla ruksi ”Näytä piirien kenttätaulukko”-kohtaan. Piirien kenttätaulukossa on rivi jokaiselle piiriluentelon piirille. Kenttätaulukossa näytetään sarakkeina piirien ominaisuudet, joiden avulla muodostetaan toimintakuvaus. Piirin kentät on jaettu viiteen ryhmään: piirin avainkentät, piirin kentät, laitteen avainkenttä, laitteen kentät ja dynaamiset kentät. Kentät näytetään taulukossa eri taustavärein. Kenttätaulukon tietoja voidaan muokata suoraan taulukossa ja muutokset siirtyvät XML-muotoiseen piiriluenteloon tallentaessa. (Apell 2013, 17.)

Kenttätaulukosta valitaan käsiteltävä piiri painamalla sitä. Valittu piiri ja piirin toimintakuvaus tulee näkyviin FuDen pääikkunaan.

### 3 Automaatiosuunnittelun keskeiset dokumentit

#### 3.1 Perus- ja sovellussuunnittelun lähtötietodokumentit

Automaation perussuunnittelua tehdään lähtötietoina saatujen dokumenttien avulla.

Optimaalisessa tapauksessa perussuunnittelun lähtötietoina ovat

- suunnittelustandardit
- viranomais- ja turvamääräykset
- hankintarajamäärittelyt
- laitoksen päämitoitussarvot
- P&I-kaaviot
- osaprosessien ja prosessilaitteiden toimintakuvaukset
- instrumenttipiiriluentelo, alustava
- moottoripiiriluentelo, alustava

(Automaatiojärjestelmien sovellussuunnittelun opas n.d, 5).

Yllä mainittujen perussuunnittelun lähtötietojen avulla tehdään sovellussuunnittelun lähtötiedoiksi parhaassa tapauksessa

- instrumenttipiiriluentelot
- moottoripiiriluentelot
- toimintakuvaukset
- suunnittelustandardit ja -ohjeet

- toimintakaaviot
- lukituskaaviot
- sekvenssikaaviot
- ajokaaviot
- hälytysmäärittelyt
- raporttimäärittelyt
- resepti- ja/tai optimointimäärittelyt
- erikoissovellusmäärittelyt
- automaation toteutusaikataulu
- P&I-kaaviot

(Automaatiojärjestelmien sovellussuunnittelun opas n.d, 6-7).

Asiakkaan toiveitten mukaan sovellussuunnittelun FAT- ja SAT-testausten aikana tehdyt muutokset laitteiden ja piirien toimintaan liittyen päivitetään joihinkin sovellussuunnittelun lähtötietoina saatuihin dokumentteihin, kuten toimintakaavioihin ja -kuvauksiin (ks. kuvio 1, s. 4). Opinnäytetyössä keskityttiin edellä mainituista dokumenteista toimintakaavioiden ja -kuvausten generointiin ja päivittämisen automatisointiin.

### 3.2 Toimintakaavio

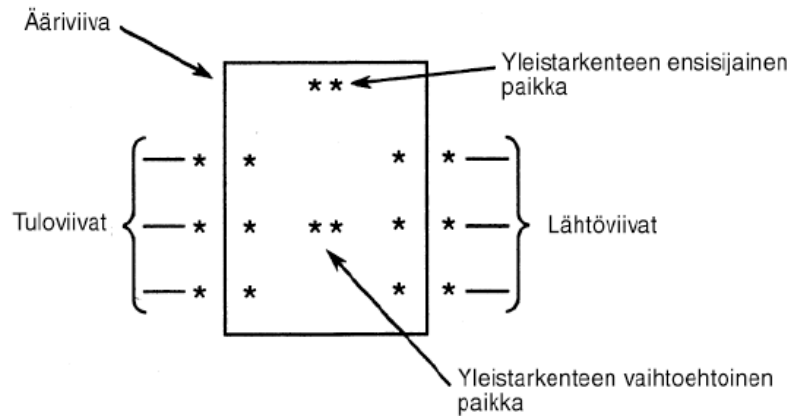
Toimintakaavion ensimmäinen versio tehdään perussuunnitteluvaiheessa. Toimintakaavion tulee kuvata laitteen tai piirin toimintaa toiminnalliselta näkökannalta. Toimintakaavioiden pitää olla järjestelmäriippumattomia ja standardien mukaisia. (Leino 2012, 22.) Toimintakaaviossa signaalin ensisijaisen kulkusuunnan tulisi olla vasemmalta oikealle ja ylhäältä alas (SFS-EN 61082-1 2015, 54). Tarkoista toimintakaavioista selviää piirin yksityiskohtainen toiminta, kuten mittausalueet, lukitukset sekä hälytys- ja lukitusrajat (Automaatiojärjestelmien sovellussuunnittelun opas n.d, 8).

Toimintakaavion toiminnot suoritetaan tulo- ja lähtöalueiden välissä, ja toimintoja kuvataan erilaisilla toimilohkoilla ja piirrosmerkeillä (Leino 2012, 22). Opinnäytetyössä tehdyt toimintakaaviopohjat ja toimilohkot ovat Valmet DNA -suunnitteluympäristössä esiintyvien toimilohkokaavioiden ja toimilohkojen tapaisia, mutta toiminnot on kumminkin mahdollista toteuttaa riippumatta automaatiojärjestelmästä.

Kuviossa 5 nähdään toimeksiantajan standardin mukaisen binäärilogiikan piirrosmerkin periaate. Merkinällä "\*\*\*" osoitetaan paikkaa, jossa toimilohkon yleistarkenne eli



toimilohkon nimitys esitetään. Merkintä "\*" osoittaa tulo- ja lähtöliittimien tarkenteen nimitysten esityspaikkaa. (Automaatiojärjestelmien sovellussuunnittelun opas n.d, 2.)



Kuvio 5. Binäärilogiikan piirrosmerkin periaate (Automaatiojärjestelmien sovellussuunnittelun opas n.d, 3.)

### 3.3 Toimintakuvaus

Toimintakuvaus on laitteen ja ohjelman tai yksittäisen piirin ja ohjelman, kuten säätöpiirin toiminta sanallisena kuvauksena. Toimintakuvaus on hyödyllinen dokumentti operaattoreille ja kunnossapitohenkilöstölle. Toimintakuvauksen merkitys korostuu varsinkin hälytyksen jälkeisessä vika- ja poikkeustilanteiden tunnistamisessa tai vika-tilanteiden syiden selvittämisessä. (Pukki 2014, 13.)

Toimintakuvaus tehdään pääosin perussuunnitteluvaiheessa, jossa toimintakuvauksen on vastattava kysymykseen "mitä järjestelmän halutaan tekevän?". Toimintakuvausta ei välttämättä tehdä aina, vaan automaatio suunnitteluun tarvittavat tiedot voidaan saada säätö-, lukitus- ja sekvenssikaavioista. (Seppälä 2010, 18.). Toimintakuvausta voidaan myös selkeyttää liittämällä toimintakuvaukseen toimintakaavio. Vastaavasti toimintakaavioita voidaan selkeyttää sanallisella kuvauksella. (Pukki 2014, 14.). Toimintakuvaus elää suunnitteluprosessin aikana ja siihen voi tulla muutoksia.

Toteutussuunnitteluvaihe tuottaa yksityiskohtaiset määrittelyt, jotka yleensä muuttuvat vielä toteutuksen ja käyttöönoton aikana. (Suomen Automaatioseura ry 2007, 23.)

Toimintakuvauksen tietoihin tyypillisesti kuuluu

- piirin yleiset tiedot, kuten positio ja nimi
- piirin toiminta automaation näkökulmasta
- hälytykset
- lukitukset
- piirin liitynnät muihin piireihin
- kommentit ja piirin muutoshistoria.

Turvallisuuden näkökulmasta toimintakuvauksissa pitää mainita mm. mihin asentoon järjestelmän laitteet ajetaan lukitustilanteissa, lukitusehdot, säätimien toimintasuunnat ja hälytysrajat (Pukki 2014, 14).

## 4 Opinnäytetyön toteutus

### 4.1 Valmet DNA -tyyppiipiirit

Lähdin toteuttamaan opinnäytetyötä tutustumalla erilaisiin Valmet DNA -tyyppiipiireihin. Tyyppiipiirit ovat valmiita ja testattuja Valmet DNA -peruspiirejä, joita ei tarvitse yleensä itse muokata. Tyyppiipiirien avulla pyritään mm. nopeuttamaan ja helpottamaan automaation sovellussuunnittelua.

Valmet DNA -tyyppiipiirissä on käyttäjäkysymyksiä, jotka muuttavat piirin toimintaa tai tuovat piiriin uusia toimintoja. Käyttäjäkysymyksinä kysytään myös mm. piirin nimi, kommentit ja laitetagit. Opinnäytetyön toimintakaavio- ja toimintakuvauspohjat tehtiin A10-mittauspiirille, B10-binääritulopiirille, C11-säätöpiirille, M31-moottori-  
piirille ja V21-venttiilipiirille.

Tyyppiipiireistä selvitettiin oleelliset käyttäjäkysymykset ja niiden vaikutukset piirien toimintaan. Näiden tietojen pohjalta lähdettiin rakentamaan toimintakaaviopohjia sekä toimintakuvauksissa tarvittavia XML-muotoista kirjastoa ja -piirilueteloa.

## 4.2 Toimintakaaviopohjat ja tietokanta

### 4.2.1 Toimintakaaviopohjien teko

Opinnäytetyöhön tehtävät yleiset toimintakaaviopohjat tehtiin erilaisten Valmet DNA -tyyppipiirien perusteella. Toimintakaaviopohjat haluttiin yksinkertaisille peruspii-reille, joten niistä ei löydy kaikkia, esimerkiksi PID-säätimissä käytettäviä toimintoja.

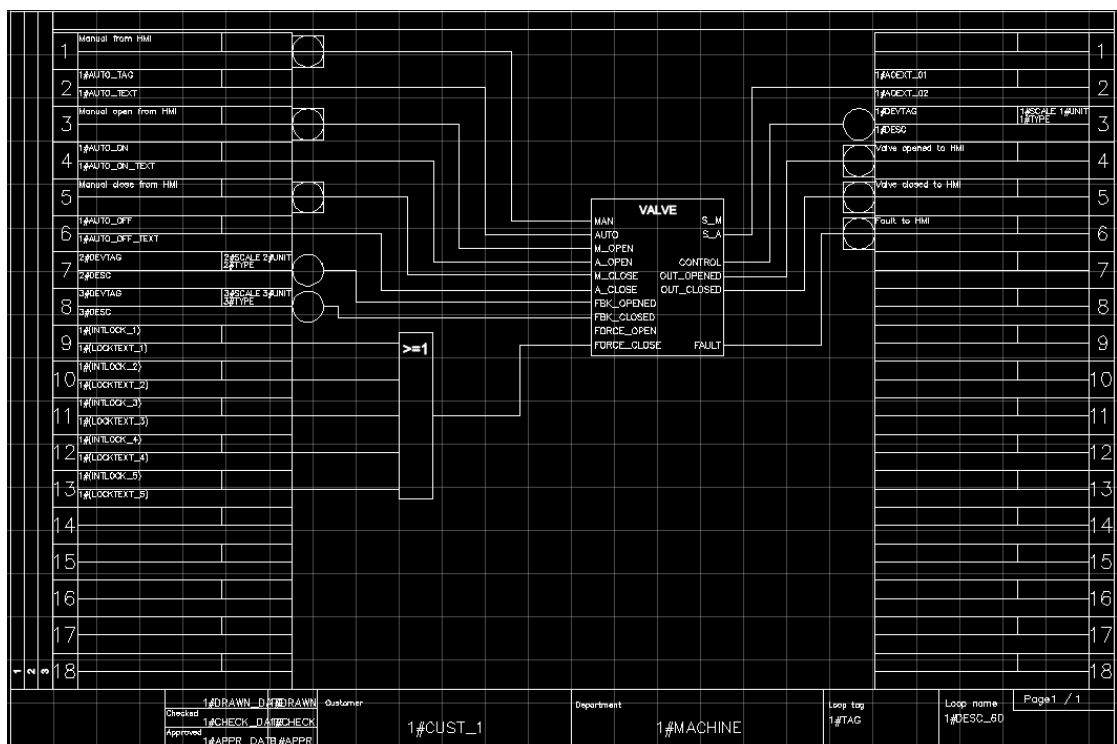
Toimintakaavioihin haetaan Microsoft Access -tietokannasta laitenimet, laitteiden toiminta-alueet, laitteiden signaalit ja otsikkotaulun tiedot. Sovellukseen liittyvät tiedot, esimerkiksi lukitusten tagit eli tunnisteet pitää täyttää Microsoft Accessista saatuun Excel-taulukoon. Valvomoihin liittyvät tiedot ovat valmiina toimintakaaviopohjissa. Massana tuotettu toimintakaavio pitää tarkastaa ja niistä pitää poistaa tai lisätä haluttuja toimintoja ja tietoja, esimerkiksi jos säätöpiirin HH-ylärajan hälytystietoa ei viedä valvomoon, se pitää käydä käsin poistamassa toimintakaaviosta.

Toimintakaaviopohjat tehtiin BricsCAD-ohjelmalla. Toimintakaaviopohjiin saatiin vanhoista projekteista valmiina otsikkotaulu. Tulo- ja lähtöalueiden esitystavassa päädyttiin kuviossa 6 näkyvään ratkaisuun. Kenttä tieto indikoidaan ympyrällä, valvomotieto indikoidaan neliöllä, jonka sisällä ympyrä ja sovellustiedossa ei ole erillistä indikaattoria.

1#DEVTAG	1#SCALE	1#UNIT
1#DESC	1#TYPE	
Manual from HMI		
1#(INTLOCK1)		
1#(LOCKTEXT1)		

Kuvio 6. Kentältä-, valvomolta- ja sovelluksesta tuleva tieto

Toimintakaaviopohjien (ks. kuvio 7) toimilohkot tehtiin toimeksiantajalla käytettyjen standardien mukaan ja mahdollisimman yksinkertaisiksi, koska massana on tarkoitus tuottaa pelkästään yksinkertaiset peruspiirit. Toimilohkojen toiminnot tehtiin Valmet DNA -piireistä löytyvien toimilohkojen toimintojen mukaan. Toimintakaavioihin voidaan tuoda 18 eri tulo- ja lähtötietoa, joka on riittävä määrä yksinkertaisille peruspiireille. Tulo- ja lähtöalueiden tietojen täyttyessä voidaan esimerkiksi lukituksille tehdä erillinen toimintakaavio. Toimintakaaviopohjan tulo- ja lähtöalueen sekä otsikkotaulun esitystapaa voidaan muokata ja vaihtaa riippuen projektista ja asiakkaasta.



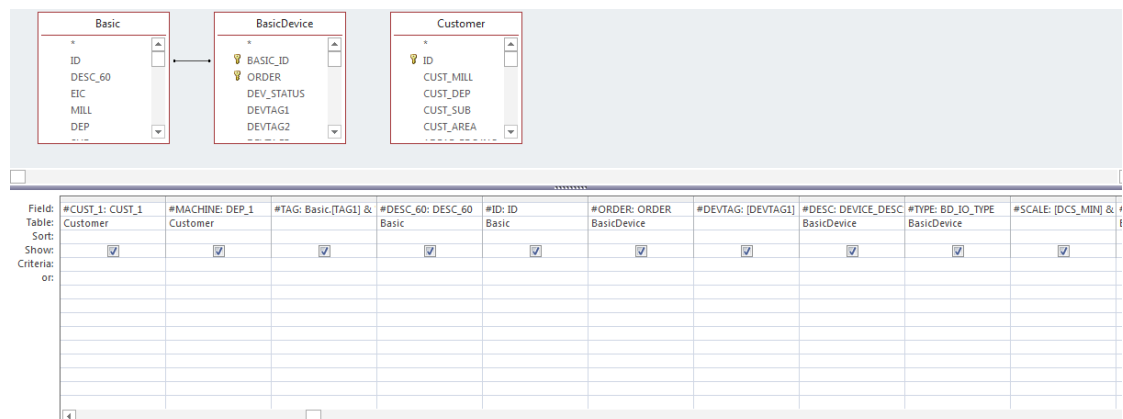
Kuvio 7. Venttiilipiirin toimintakaaviopohja

#### 4.2.2 Tietokannan kyselyt

Tietokannan kyselyissä käytettiin oikean projektin tietokantaa. Tietokannassa tehtiin kyselyitä Basic, BasicDevice ja Customer -taulukoille. Basic-taulukossa on yleistä tietoa laitteista ja piireistä, kuten niiden tunnuksat ja kuvaukset. BasicDevice-taulukossa on yksityiskohtaisempaa tietoa laitteista ja piireistä, kuten niiden signaalityypit ja

mitta-alueet. Basic ja BasicDevice -taulukoiden tietoja hyödynnettiin toimintakaavioiden tulo- ja lähtöalueiden laitetietojen täydentämisessä, sekä otsikkotaulun tunnisteen (tagin) koostumisessa. Customer-taulukossa on tietoa asiakkaasta, taulukosta saatavat tiedot tulivat toimintakaavioiden otsikkotauluihin.

Kuviosta 8 nähdään, miten Accessissa tehtävä kysely muodostui. Esimerkiksi ”#DESC\_60”-sarakeeseen haettiin Basic-taulukosta piirien ”DESC\_60”-sarakekenttien tiedot. Kyselyt käyttivät viittaustunnuksena ”ID”- ja ”BASIC\_ID”-kenttiä. Viitetunnusta käytetään eri taulukoiden tietojen yhdistämiseen. Kyseisessä projektissa viittaustunnuksena käytettiin piirinumeroa. Viittaustunnuksen avulla kyselyllä voidaan hakea tietoa sekä Basic että BasicDevice -taulukoista. Customer-taulukolla on oma ID, joka ei liity edellä mainittuihin viittaustunnuksiin. Customer-taulukosta haettiin tietoa vain taulukon yhdeltä riviltä, joka määriteltiin kyselyissä piirityyppikohtaisesti.



Kuvio 8. Venttiilipiirin kysely

Kyselyn tuottamat tulokset saadaan näkyviin Accessissa taulukkomuotoisena (ks. kuvio 9). Tuloksista nähdään, että joillakin piireillä on monta riviä. Tämä johtuu siitä, että kyseisellä piirillä on useampi kuin yksi laite. Kuviossa 9 tehty kysely haki venttiilipiirien auki- ja kiinnirajan sekä ohjauksen. Piirien laitteiden järjestys määräytyy ”#ORDER”-sarakkeen järjestysnumerosta. Esimerkiksi kuviossa 9 nähdään, että ”2-HS-4003”-piirin ohjaus on toisella rivillä (#ORDER = 2) ja kiinniraja on neljännellä rivillä (#ORDER = 4). Laitteiden järjestysnumero huomioitiin toimintakaaviopohjia tehdessä, jotta laitteiden tunnuksot tulisivat oikeille tulo- tai lähtöalueen riveille.

#TAG	#DESC_60	#ID	#ORDER	#DEVTAG	#DESC	#TYPE	#SCALE
2-HS-4003	INSOLUBILIZER STORAGE TANK INLET VALVE	4003	1	2-EV-4003	On/off-valve	0	-
2-HS-4003	INSOLUBILIZER STORAGE TANK INLET VALVE	4003	2	2-SV-4003	Solenoid valve	BO	-
2-HS-4003	INSOLUBILIZER STORAGE TANK INLET VALVE	4003	3	2-ZSO-4003	Open limit switch	BI	-
2-HS-4003	INSOLUBILIZER STORAGE TANK INLET VALVE	4003	4	2-ZSC-4003	Closed limit switch	BI	-
2-HS-4004	INSOLUBILIZER STORAGE TANK DRAIN VALVE	4004	1	2-EV-4004	On/off-valve	0	-
2-HS-4004	INSOLUBILIZER STORAGE TANK DRAIN VALVE	4004	2	2-SV-4004	Solenoid valve	BO	-
2-HS-4004	INSOLUBILIZER STORAGE TANK DRAIN VALVE	4004	3	2-ZSO-4004	Open limit switch	BI	-
2-HS-4004	INSOLUBILIZER STORAGE TANK DRAIN VALVE	4004	4	2-ZSC-4004	Closed limit switch	BI	-

Kuvio 9. Kyselyn tuloksia

#### 4.2.3 Toimintakaavioiden massatuotanto

Toimintakaavioiden massatuotannossa Microsoft Access -tietokannasta tuotiin export-toiminnolla Excel-taulukkona käsitellyn piirityypin kyselyiden tulokset. Excel-taulukossa (ks. kuvio 10) on sarakkeet valmiina sovelluksesta tuotaviin tietoihin, esimerkiksi HH hälytysrajan arvo. Nämä sovelluksesta tuotavat tiedot täytetään Excel-taulukon tuomalla Valmet DNA -peruspiirien ja -lukituspiirien Excel-taulukoista vastaavien sarakkeiden tiedot ”kopioi ja liitä”-periaatteella tai tiedot täytetään tyhjiin kenttiin käsin kirjoittamalla. Kaikkia tietoja ei saada kumminkaan kopioitua suoraan Valmet DNA -piirien Excel-taulukoista vaan jotkut tiedot pitää täyttää käsin. Valmet DNA -piirien Excel-taulukoista suoraan kopioitava tieto merkattiin tietokantaan suluissa, esimerkiksi: #(ALIMITHH).

#	NAME	FILE_NAME	#ORDER	#ORANPL_DATE	#ORANPL	#CHECK_DATE	#CHECK	#APPL_DATE	#APPL	#CURSE_L	#MACHINE	#TAG	#DESC_60	#ID	#DEVTAG	#DESC	#TYPE	#SCALE	#UNIT
1	BASIC_PID_CONTROLLER_1	2-TIC-4080	1	1.11.2018	PRA	1.11.2018	PRA	1.11.2018	PRA	-	CDX, WEC, SUPPLY SYSTEM	2-TIC-4080	PVA MIXER TEMPERATURE CONTROL	4080	2-TT-4080	Temperature Transmitter	AI	0-150	C
2	BASIC_PID_CONTROLLER_1	2-TIC-4080	2	1.11.2018	PRA	1.11.2018	PRA	1.11.2018	PRA	-	CDX, WEC, SUPPLY SYSTEM	2-TIC-4080	PVA MIXER TEMPERATURE CONTROL	4080	2-CV-4080	Control valve	AO	-	-
3	BASIC_PID_CONTROLLER_1	2-TIC-4049	1	1.11.2018	PRA	1.11.2018	PRA	1.11.2018	PRA	-	CDX, WEC, SUPPLY SYSTEM	2-TIC-4049	CMC MIXER TEMPERATURE CONTROL	4049	2-TT-4049	Temperature Transmitter	AI	0-100	C
4	BASIC_PID_CONTROLLER_1	2-TIC-4049	2	1.11.2018	PRA	1.11.2018	PRA	1.11.2018	PRA	-	CDX, WEC, SUPPLY SYSTEM	2-TIC-4049	CMC MIXER TEMPERATURE CONTROL	4049	2-CV-4049	Control valve	AO	-	-
5	BASIC_PID_CONTROLLER_1	2-TIC-4052	1	1.11.2018	PRA	1.11.2018	PRA	1.11.2018	PRA	-	CDX, WEC, SUPPLY SYSTEM	2-TIC-4052	CMC STORAGE TANK TEMPERATURE CONTROL	4052	2-TT-4052	Temperature Transmitter	AI	0-100	C
6	BASIC_PID_CONTROLLER_1	2-TIC-4052	2	1.11.2018	PRA	1.11.2018	PRA	1.11.2018	PRA	-	CDX, WEC, SUPPLY SYSTEM	2-TIC-4052	CMC STORAGE TANK TEMPERATURE CONTROL	4052	2-CV-4052	Control valve	AO	-	-

Kuvio 10. Säätiöpiirien kyselyn tulokset Excel-taulukossa

Massatuotannossa käytettiin apuna DXF Convert -ohjelmaa, joka tarvitsi toimiakseen DXF-tiedoston ja tekstitiedoston. Tekstitiedossa oli Excel-taulukon sisältämät tiedot tekstimuodossa ja DXF-tiedosto sisälsi toimintakaaviopohjan.

DXF Convert käytti toimintakaaviopohjana "Model\_name"-sarakkeen nimen mukaista tiedostoa ja generoi tiedoston "File\_name"-sarakkeen nimen mukaan. Ohjelma täytti sarakkeiden, joissa on risuaita (#), tiedot DXF-tiedoston vastaavan nimiin tekstikenttiin.

Kuviosta 11 nähdään, kuinka DXF Convert -ohjelmalla saatiin muutettua toimintakaaviopohjan laitetekstit tietokannasta saatujen laitetietojen mukaisiksi. Esimerkiksi "1#DEVTAG"-tekstiin tuli piirin ensimmäisen laitteen tagi eli tunniste, kun taas "2#DEVTAG"-tekstiin tuli piirin toisen laitteen tagi. Toimintakaaviopohjien tekstien alussa oleva numero tuli "#ORDER"-sarakkeen mukaan.

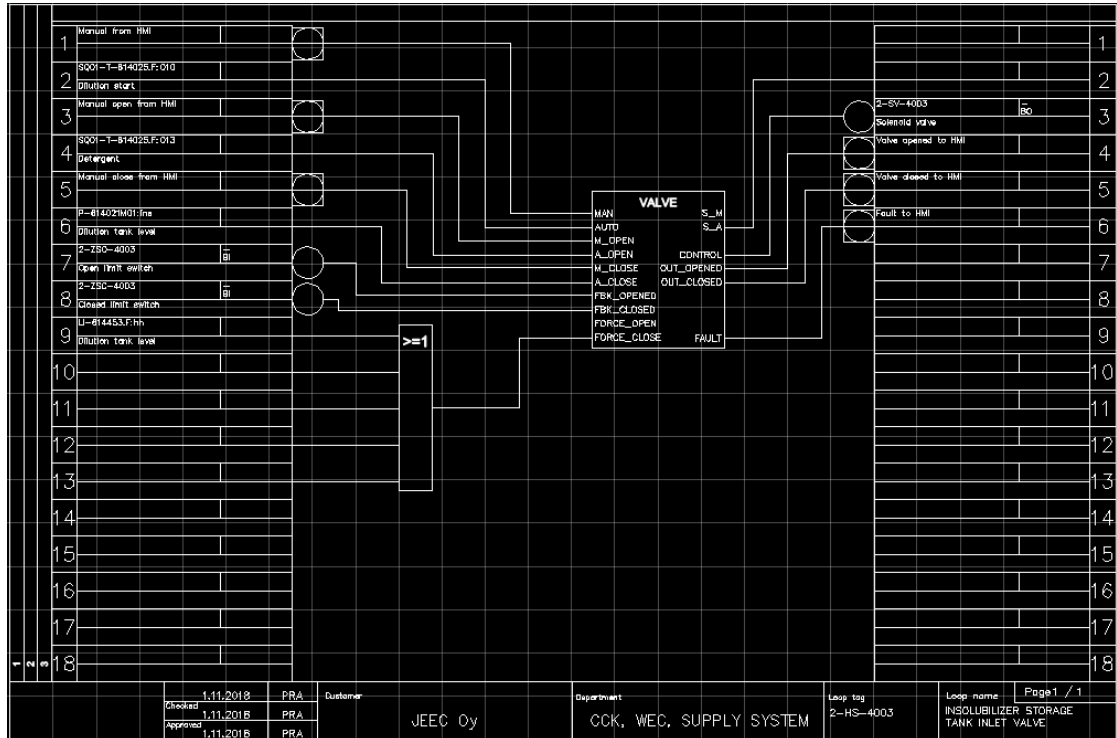
4	1#DEVTAG	1#SCALE 1#UNIT	4	2-TT-4049	0-100	C
	1#DESC	1#TYPE		Temperature Transmitter	AI	
	2#DEVTAG	2#SCALE 2#UNIT	5	2-CV-4049	A0	
	2#DESC	2#TYPE		Control valve		

Kuvio 11. Säättöpiirin laitetietojen tekstien generointi

Sovelluksesta tulevat tiedot lisättäisiin tietokannasta saatuun Excel-taulukkoon joko kopioimalla tiedot Valmet DNA -piirien Excel-taulukoista tai käsin kirjoittamalla tietokannasta saatuun Excel-taulukon kenttiin. Excel-taulukkoon saadaan kopioitua suoraan Valmet DNA -piirien tiedot tekemällä "#ORDER"-sarakkeelle suodatus. Suodatusta ei tarvitse tehdä, jos piirillä on vain yksi laite. Suodatuksen avulla saadaan tietokannasta tuotuun Excel-taulukkoon näkyviin vain ensimmäiset (#ORDER = 1) laitteet, jolloin piirien rivit täsmäävät Valmet DNA -piirien vastaavia rivejä. Kopioinnin jälkeen suodatus poistetaan ja Excel-tiedosto tallennetaan tekstimuotoisena. Tekstitiedoston avulla DXF Convert -ohjelma täyttää toimintakaavioiden tekstikentät automaattisesti.

Kuviosta 12 nähdään kuinka generoitu piiri ei ole täydellinen. Piiristä pitää poistaa tietoja, kuten lukitustietojen jälkeen oleva "OR"-toimilohko, jolloin lukituksen signaali pitäisi vetää suoraan "FORCE\_CLOSE"-nastaan. Toimintakaavioiden massa-generointi kumminkin nopeuttaa perussuunnittelua ja toimintakaavioiden päivittämistä huomattavasti, koska esimerkiksi laitetietoja ei tarvitse kirjoittaa manuaalisesti

DXF-tiedostoon. FAT-testien ja SAT-testien aikana Valmet DNA -piirien päivittyneet sovellustiedot saadaan toimintakaavioihin suoraan ”kopio ja liitä”-periaatteella.



Kuvio 12. Generoitu venttiilipiiri

## 4.3 Toimintakuvaus pohjien tekeminen

### 4.3.1 Piiriluettelon muokkaus

Piiriluettelo sisältää FuDen kenttätaulukon sarakkeiden tagit (tunnisteet), tagien järjestyksen ja kenttätaulukon piirien tiedot. XML-muotoinen piiriluettelo oli jo tehty JEEC Oy:lla ennen opinnäytetyötä, mutta piiriluetteloiden sarakkeiden tagien nimet, määrä ja järjestys eivät vastanneet Valmet DNA -tyyppi piirien Excel-taulukoiden vastaavia rakenteita. Tämän takia tietojen kopiointi suoraan Valmet DNA -piireistä ei onnistunut, vaan tietoja täytettiin käsin tai kopioitiin Valmet DNA -piireistä sarake kerrallaan. Opinnäytetyön yhtenä tavoitteena olikin tehdä piiriluettelosta täsmälleen tyyppi piirien Excel-taulukoiden rakenteen mukainen.



Piiriluettelon kentistä, jotka muuttivat piirin toimintaa Valmet DNA -suunnitteluym-  
päristössä, tehtiin dynaamisia. Dynaamisen kentän erottaa kuviosta 13 punaisen poh-  
javäriin avulla. Dynaamisen kentän vaikutus toimintakuvaukseen riippuu sen sisältä-  
mästä arvosta tai tekstistä. Vihertävän pohjaväriin omaavat kentät ovat tekstikenttiä,  
näiden kenttien sisältämä teksti tuodaan toimintakuvaukseen sellaisenaan. Työssä  
piiriluettelon sarakkeista tehtiin täsmälleen Valmet DNA -tyyppiipiirien Excel-tiedos-  
tojen rakenteen mukaisia (ks. kuvio 13).

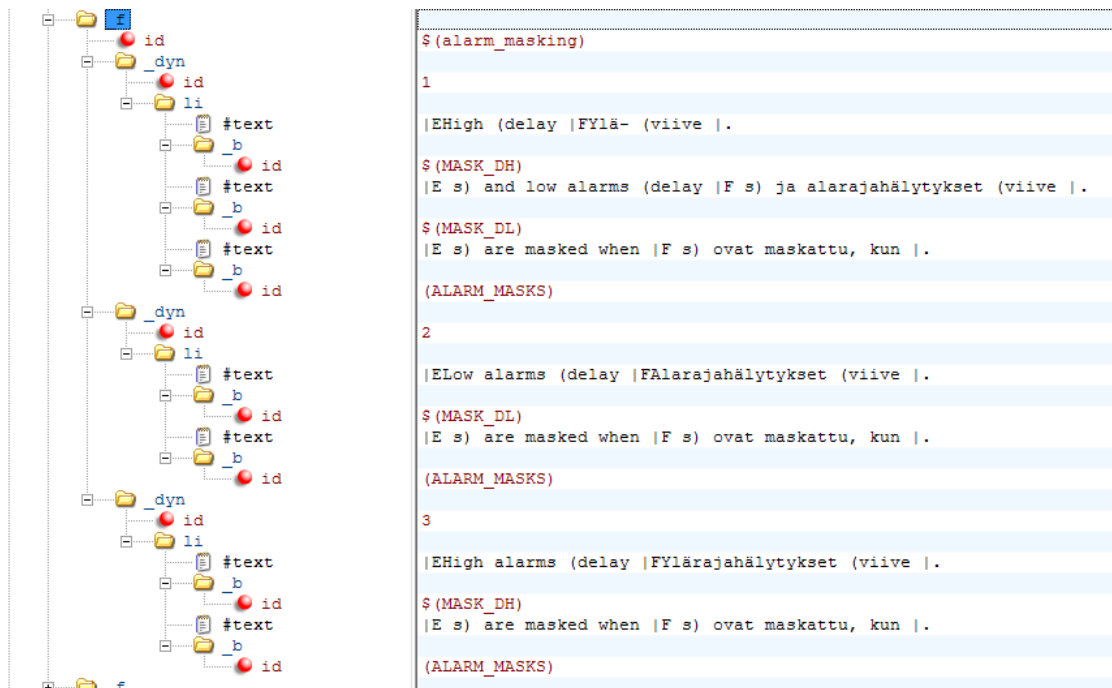
	BD	BE	BF	BG	BH	BI	BJ	BK	BL	BM	BN	BO	BP	BQ	BR	BS
1	\$(FBACT)	\$(limit_type)	\$(limit_inv)	\$(FC)	\$(FM)	\$(HH)	\$(H)	\$(L)	\$(LL)	\$(HYST)	\$(interl_hh_alarm)	\$(interl_h_alarm)	\$(interl_l_alarm)	\$(interl_ll_alarm)	\$(MASK_DL)	\$(ALIMITHH)
2	2	1	0	0	0	1	1	1	1	1.0	0	0	0	0	30	999
	\$(FBACT)	\$(limit_type)	\$(limit_inv)	\$(FC)	\$(FM)	\$(HH)	\$(H)	\$(L)	\$(LL)	\$(HYST)	\$(interl_hh_alarm)	\$(interl_h_alarm)	\$(interl_l_alarm)	\$(interl_ll_alarm)	\$(MASK_DL)	\$(ALIMITHH)
3:111AA001-C-11	2	1	0	0	0	1	1	1	1	1.0	0	0	0	0	30	999

Kuvio 13. Valmet DNA -säätöpiirin Excel-taulukkoa (ylempi) ja FuDen kenttätaulukkoa (alempi)

#### 4.3.2 Kirjaston muokkaus

XML-muotoinen kirjasto sisältää dynaamisten kenttien arvot ja tyyppiipiirien toimin-  
takuvauksen muotoilut. XML-muotoinen kirjasto oli myös tehty JEEC Oy:lla, mutta  
kirjastosta puuttui paljon dynaamisia arvoja, niiden sisältämät toiminnat olivat väärin  
ja toimintakuvausten rakenteita piti muokata. Kirjastoa lähdettiin päivittämään  
muokkaamalla vanhoja dynaamisia tageja ja lisäämällä uudet dynaamiset tagit kirjas-  
toon.

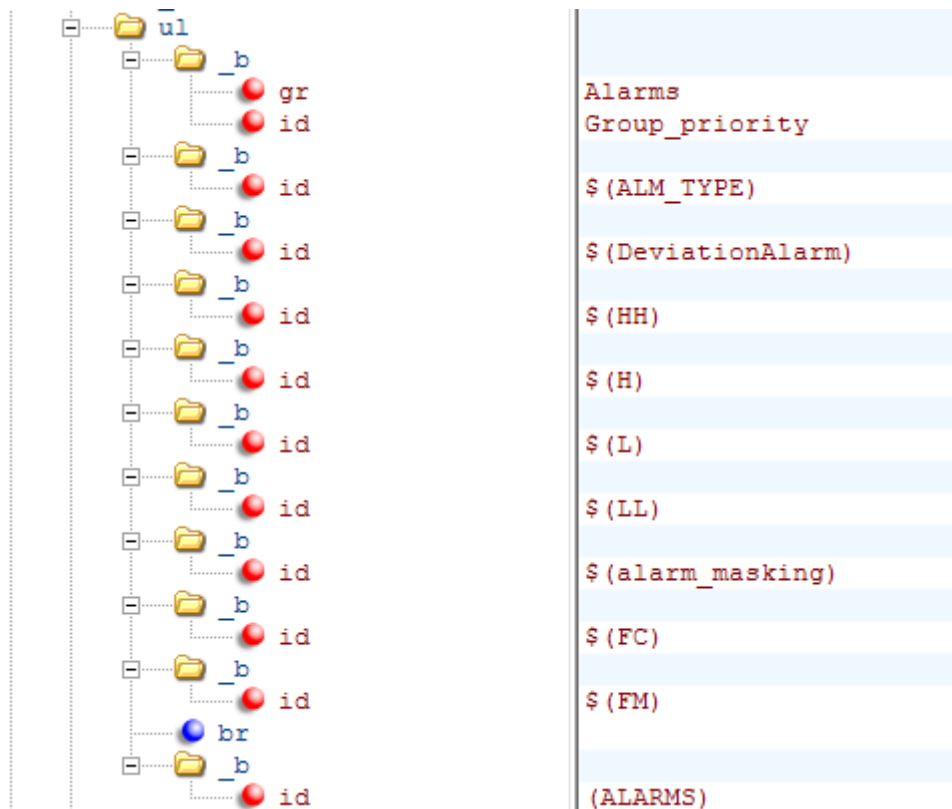
Kuviossa 14 nähdään dynaamisen tagin rakenne XML Notepad -ohjelmassa. Tagilla on  
kolme eri ominaisuutta (attribuuttia): 1, 2 ja 3. Valittu ominaisuus määrää toiminta-  
kuvaukseen tulevan tekstin rakenteen ja sisällön. Esimerkiksi ominaisuudella yksi, ra-  
kenteeseen valitaan "li"-elementti, joka tekee tekstin alkuun luettelamerkin. Luettel-  
amerkin jälkeen tulee teksti "Ylä- (viive ", jonka jälkeen rakenne saa "\$ (MASK\_DL)"-  
attribuutin sisältämän tiedon, eli alarajahälytyksen maskauksen viiveen arvon sekun-  
teina. Rakenteen viimeinen attribuutti "(ALARM\_MASKS)" on tyhjä tekstikenttä, jo-  
hon FuDessa kirjoitetaan käsin maskauksen aiheuttama tagi tai selite.



Kuvio 14. Kirjaston dynaaminen tagi \$(alarm\_masking) XML Notepadissa

Toimintakuvausten yleisrakenne oli tehty kirjastoon kaikille muille opinnäytetyössä käsitetyille piireille paitsi M31-moottoripiirille. Moottoripiirille tehtiin uusi rakenne muiden piirien mallin mukaisesti. Muiden piirien yleisrakenteisiin lisättiin ja päivitettiin tageja ja tekstejä, jotta toimintakuvaukset vastaisivat paremmin tyyppi- ja toimintakuvauksien toimintoja.

Kuviossa 15 näytetään miltä C11-piirin toimintakuvauksen hälytyslistan rakenne näyttää XML Editor -ohjelmassa. Elementti "ul" luo hälytyslistalle listamaisen rakenteen, jolloin jokainen kuviossa 15 näkyvä dynaaminen- tai normaali tagi näytetään toimintakuvauksessa omalla rivillään kuviossa 15 näkyvässä järjestyksessä. Tagi "(ALARMS)" on tyhjä tekstikenttä, johon voidaan kirjoittaa vapaasti selostusta hälytyksistä. Muiden tagien sisältö määräytyy dynaamisesta arvosta, piiriluettelon täytetystä tekstistä tai molemmista.



Kuvio 15. C11-tyyppiin hälytyslistan rakenne

### 4.3.3 Toimintakuvausten päivittäminen

Toimintakuvaukset päivitetään avaamalla FuDen ”Piirien kenttätaulukko”-ikkuna auki, painetaan ”\$(TEMPLATE)”-saraketta hiiren oikealla ja valitaan suodatustoiminto päälle. Suodatukseen kirjoitetaan tyyppipohjan nimi, jonka toimintakuvauksia käsitellään, esimerkiksi C11. Tämän jälkeen piilotetaan tyhjät sarakkeet, jolloin sarakejärjestys saadaan vastaamaan Valmet DNA -piirien Excel-taulukon järjestystä. Nyt voidaan avata Valmet DNA -piirit Excelissä, kopioida niiden tiedot ja liittää ne FuDen kenttätaulukkoon. Nyt toimintakuvauksiin on päivittynyt muokattujen piirien tiedot. Aivan kaikki tiedot ei päivity toimintakuvaukseen, esimerkiksi muuttuneet lukitustiedot pitää käydä käsin kirjoittamassa toimintakuvaukseen. Kuviossa 16 nähdään miltä generoitu toimintakuvaus näyttää HTML-muodossa.

## 111AA001-C-11 C11 mallipiiri - PERUSSÄÄTÖ

### Yleistä

Prosessi alue: Test process area  
PI-kaavio: 111-000-P3-001 Testikaavio

TÄHÄN KIRJOITETAAN YLEISIÄ TIETOJA

### Toiminta

Piirityyppi: Säätöpiiri  
Mittausalue 0-999 %  
Säätäjän toimsuunta: Suora  
Säätäjän lähtö on skaalattu alueelle 0-100 %  
Etäinen asetusarvo käytössä

TÄHÄN KIRJOITETAAN SÄÄTIMEN TOIMINTOJA

### Hälytykset

- Hälytys ryhmä: 11  
Hälytys prioriteetti: 700
- Mittaus > HH-raja (999 %, alkuarvo) (viive 20 s)
  - Mittaus > H-raja (99 %, alkuarvo) (viive 15 s)
  - Mittaus < L-raja (-99 %, alkuarvo) (viive 10 s)
  - Mittaus < LL-raja (-999 %, alkuarvo) (viive 5 s)
  - Ylä- (viive 30 s) ja alarajahälytykset (viive 25 s) ovat maskattu, kun TÄHÄN KIRJOTIETAAN MASKAUKSEN TIEDOT

TÄHÄN KIRJOTIETAAN HÄLYTYKSIÄ

### Lukitukset

Piiri pakotetaan MAN-moodiin, kun mittauksen vikabitit havaittu  
TÄHÄN KIRJOITETAAN LUKITUKSIA

Lukituksen aikainen ja jälkeinen toiminta:  
Piiri pakotetaan MAN-moodiin, kun pakko-ohjaus on tullut voimaan

### Liitynnät muihin piireihin

TÄHÄN KIRJOITETAAN LIITYNNÄT MUIHIN PIIREIHIN

### Huomautukset

Kuvio 16. Säätöpiirin toimintakuvaus

## 5 Tulokset ja kehityskohteet

JEEC Oy:lla oli tehty ja muokattu toimintakaavioita ennen opinnäytetyön alkua pääosin käsin, joten opinnäytetyön ansiosta päästiin hyvään alkuun kaavioiden massageneroinnissa. Opinnäytetyössä käytin oikean projektin tietokantaa toimintakaavioiden generoinnin testaamiseen. Tietokannasta saadut otsikkotaulun ja laitteiden tiedot täydentyivät toivotulla tavalla generoituihin toimintakaavioihin. Toimintakaavioiden sovellustietojen generoinnin testauksessa piti täydentää tiedot tietokannasta

saatuun Excel-tiedostoon käsin, koska testaukseen ei ollut saatavilla vastaavia valmiita Valmet DNA -piirejä. Toimintakaavioiden sovellustiedot kumminkin generoituvat kaavioihin toivotulla tavalla. Kuten aiemmin mainittiin, toimintakaaviot eivät silti ole täydellisiä, vaan ne pitää tarkistaa ja muokata halutuiksi generoinnin jälkeen. Generointi kumminkin nopeuttaa toimintakaavioiden luontia ja päivittämistä huomattavasti, jos generoinnissa on käytetty oikeita toimintatapoja. Oikein generoituna toimintakaavioiden sisältämät laite-, sovellus- ja otsikkotaulun ovat tiedot oikein, eikä niitä tarvitse enää kirjoittaa käsin.

Toimintakaavioiden generoinnin hyötyjä arvioitiin tekemällä viisi piiriä käsin, lisäämällä toimintakaaviopohjaan pelkästään laite- ja sovellustiedot ja muokkaamalla valmiiksi viisi vastaavaa piiriä, jotka oli tehty generointimenetelmää käyttäen. Yhden piirin tietojen käsin lisäämiseen meni keskimäärin noin 3 minuuttia aikaa ja generoidun piirin muokkaukseen meni keskimäärin noin 30 sekuntia aikaa. Vaikka tämä testi ei ole tarkka, testistä kumminkin selviää, että generointimenetelmä nopeuttaa toimintakaavioiden luontia huomattavasti. Vaikkakin inhimillisten virheiden, kuten kirjoitusvirheiden esiintyvyyttä on lähes mahdotonta testata, generointimenetelmää käyttäen voidaan kumminkin minimoida näiden virheiden esiintyvyys.

Generointimenetelmästä on hyötyä varsinkin, jos projektissa ilmenee monta samantyylistä piiriä. Jos projekteissa taas ei ole samantyyllisiä piirejä montaa, toimintakaavioiden generoinnista ei saada suurta ajallista hyötyä, vaan toimintakaaviot on parempi tehdä käsin. Toimintakaavioiden generointia pitääkin testata syvällisemmin oikeissa projekteissa, joissa samantyylisten piirien toistuvuus on suurta.

Piirien laitetiedot saadaan kaivettua myös Valmet DNA -piireistä, mutta suoraan ”kopioidi ja liitä”-periaatteella laitetietoja ei saada opinnäytetyössä tehtyihin toimintakaaviopohjiin. Valmet DNA -sovelluksesta tuotujen laitetietojen tiedot ovat Excel-taulukossa aina yhdellä rivillä, kun tietokannasta tuodut laitetiedot ovat erillisillä riveillä, jossa ”#ORDER”-sarake määrää laitetiedon rivinumeron kyseisessä piirissä. Jotta laitetiedot saataisiin suoraan Valmet DNA -piireistä, pitäisi niille luoda omat Excel-taulukkopohjat ja toimintakaaviopohjat, joissa jokaisen laitteen tiedot ovat ”#ORDER”-sarakkeen ensimmäisellä rivillä. Toimintakaaviopohjia voitaisiin myös tehdä lisää erityyppisille piireille, kuten lukituspiireille.

Perussuunnitteluvaiheessa toimintakuvauksia ei saada tehtyä suoraan Valmet DNA -piireistä, koska sovellusta ei ole vielä toteutettu, joten ensimmäisten versioiden generoinnin toteutustapa ei juurikaan muuttunut entisestä tavasta. Toimintakuvausten piiriluettelo ja kirjasto ovat vain opinnäytetyön jälkeen laajempia, joten toimintakuvausten sisältö myös laajentui. Laajennettu piiriluettelo ja -kirjasto mahdollistavat kumminkin toimintakuvausten päivittämisen suoraan Valmet DNA -piireistä, mikä nopeuttaa huomattavasti automaatio suunnittelua entisestä toimintatavasta. Toimintakuvausten päivittämistä olisi myös hyvä testata syvällisemmin oikeissa projekteissa.

Toimintakuvausten päivittämisessä ja generoinnissa on vielä kehitettävää. Toimintakuvauksiin käytettäviä piiriluetteloja ja kirjastoja voitaisiin vielä päivittää niin, että saataisiin tyyppiipiireihin kuuluvien lukituspiirien tiedot tuotua toimintakuvauksiin. Lukituspiireistä saataisiin tuotua esimerkiksi lukitusten aiheuttamat tagit ja kommentit. Kirjastoa ja piiriluetteloja voitaisiin myös laajentaa erityyppisille tyyppiipiireille. FuDea tullaan jatkokehittämään JEEC Oy:lla niin, että siihen saadaan import/export-toiminto taulukkomuotoisille tiedostoille, jolloin toimintakuvausten päivittämisestä tulee vieläkin suoraviivaisempaa.

## 6 Pohdinta

Opinnäytetyössä tehdyt dokumenttipohjat täyttävät tavoitteena olleet vaatimukset, vaikkakin niitä pitäisi testata syvällisemmin oikeissa projekteissa. Itse tehtyjen testausten perusteella toimintakaaviot ja -kuvaukset generoituivat halutulla tavalla. Toimintakaaviopohjat ja toimintakaavioiden massagenerointimenetelmä nopeuttavat automaation perussuunnittelua ja toimintakaavioiden päivittämistä FAT-testausten ja SAT-testausten jälkeiseen tilaan. Toimintakuvausten päivittäminen suoraan Valmet DNA -piireistä suoraviivaistui ja oletettavasti nopeutui aikaisemmin käytetystä menetelmästä.

Automaation dokumenttien massageneroinnista ei aina ole hyötyä ja massageneroinnin käyttöä kannattaa harkita projektikohtaisesti. Dokumenttien massageneroinnilla

saadaan ajallista ja laadullista hyötyä projekteissa, joissa samanlaisten piirien toistuvuus on suurta. Massagenerointia ei kumminkaan kannata käyttää projekteissa, joissa ei ole juurikaan montaa samanlaista piiriä.

Opinnäytetyön aikana tuli Valmet DNA -tyyppipiirien ja toimilohkojen toiminnot hyvinkin tutuiksi, joka oli yhtenä henkilökohtaisena tavoitteena. Toimintakaavioiden ja -kuvausten käyttötarkoitus ja niihin tarvittavat sisällöt selkeytyivät opinnäytetyön aikana. Sovellussuunnittelussa osaan nyt käyttää toimintakaavioista ja -kuvauksista saamia tietoja paremmin hyödyksi.

## Lähteet

Apell, A. 2013. Toimintakuvausten tyyppipohjakirjaston luonti. Opinnäytetyö, AMK. Jyväskylän ammattikorkeakoulu, tekniikan ja liikenteen ala, automaatiotekniikan koulutusohjelma.

Automaatiojärjestelmien sovellussuunnittelun opas. N.d. JEEC Oy:n suunnittelijoille suunnattu opas.

Automation Language. 2014. Metso DNA Engineering, Collection 2014 rev. 6 G5059\_EN\_06. Metso DNA automaatiokielen ja sovellusrakenteen käsikirja. Tampere: Metso Automation Inc.

Automation solutions – Valmet DNA DCS. 2018. Valmetin kotisivut. Viitattu 19.11.2018. <https://www.valmet.com/automation-solutions/valmet-dna-dcs/>

Automaatiosuunnittelun prosessimalli. 2007. Yhteiset käsitteet verkottuneen suunnittelun perustana. Helsinki: Suomen Automaatioseura ry. Viitattu 9.11.2018. [https://www.automaatioseura.fi/site/assets/files/1367/automaatiosuunnittelun\\_prosessimalli.pdf](https://www.automaatioseura.fi/site/assets/files/1367/automaatiosuunnittelun_prosessimalli.pdf)

BricsCAD overview. 2018. Bricsys-yrityksen kotisivut. Viitattu 21.11.2018. <https://www.bricsys.com/en-intl/bricscad/>

DNA Explorer Manual. 2015. Valmet DNA Engineering, Collection 2015 rev. 1 G5059\_EN\_01. DNA Explorer -käyttöohje. Tampere: Valmet Automation Inc.

Function Block CAD Manual. 2015. Valmet DNA Engineering, Collection 2015 rev. 1 G5038\_EN\_01. Function Block CAD -käyttöohje. Tampere: Valmet Automation Inc.

JEEC Oy. 2018. JEEC Oy kotisivut. Viitattu 20.11.2018. <http://www.jeec.fi/fi#home-block-three>

Leino, T. 2012. Toimintamalli kuitulinjan automaation perussuunnittelun toiminta-kaavioiden tietokantapohjaiseen tuottamiseen, Opinnäytetyö, AMK. Kymenlaakson ammattikorkeakoulu. Energiatekniikan koulutusohjelma. Viitattu 9.11.2018. <http://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2012052810256>

Lyhyesti xml:n rakenteesta. N.d. Artikkelit 2Kmediat-sivustolla. Koulutus- ja konsultointipalvelu KK Mediat. Viitattu 9.11.2018. <https://www.2kmediat.com/xml/syntaksi.asp>

Pukki, K. 2014. Toimintakuvaukset osana voimalaitoksen automaatiosuunnittelua : Savonian koekattilan toimintakuvausten laatiminen. Opinnäytetyö, AMK. Savonia AMK, Varkaus, automaatiotekniikka. Viitattu 9.11.2018. <http://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-201403193290>

Seppälä, J. 2010. Kattilalaitoksen piirikohtaisten toimintakuvausten generointi. Diplomityö, Tampereen teknillinen yliopisto, automaatiotekniikan koulutusohjelma. Viitattu 19.11.2018. <http://urn.fi/URN:NBN:fi:ttty-201008201298>



SFS-EN 61082-1. 2015. Sähkötekniikassa käytettävien dokumenttien laatiminen. Osa 1: Säännöt 3. painos. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS ry.

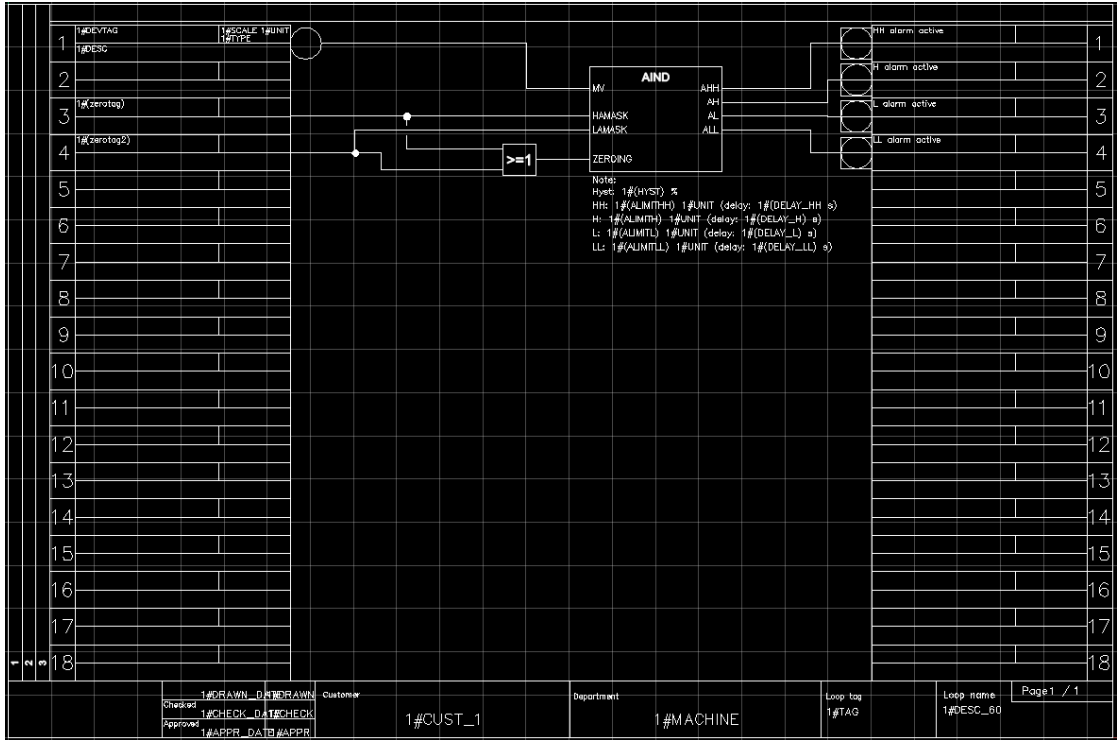
Sillanpää, M. 2018. Kouvolalainen CTS Engtec osti automaatio- ja sähkösuunnittelu-osaamista Jyväskylästä. Yle 27.3.2018. Viitattu 23.11.2018. <https://yle.fi/uutiset/3-10135144>

What is Microsoft Access. N.d. Artikkelel SimplyAccess-sivustolla. Viitattu 9.11.2018. <http://www.simply-access.com/What-Is-Microsoft-Access.html>

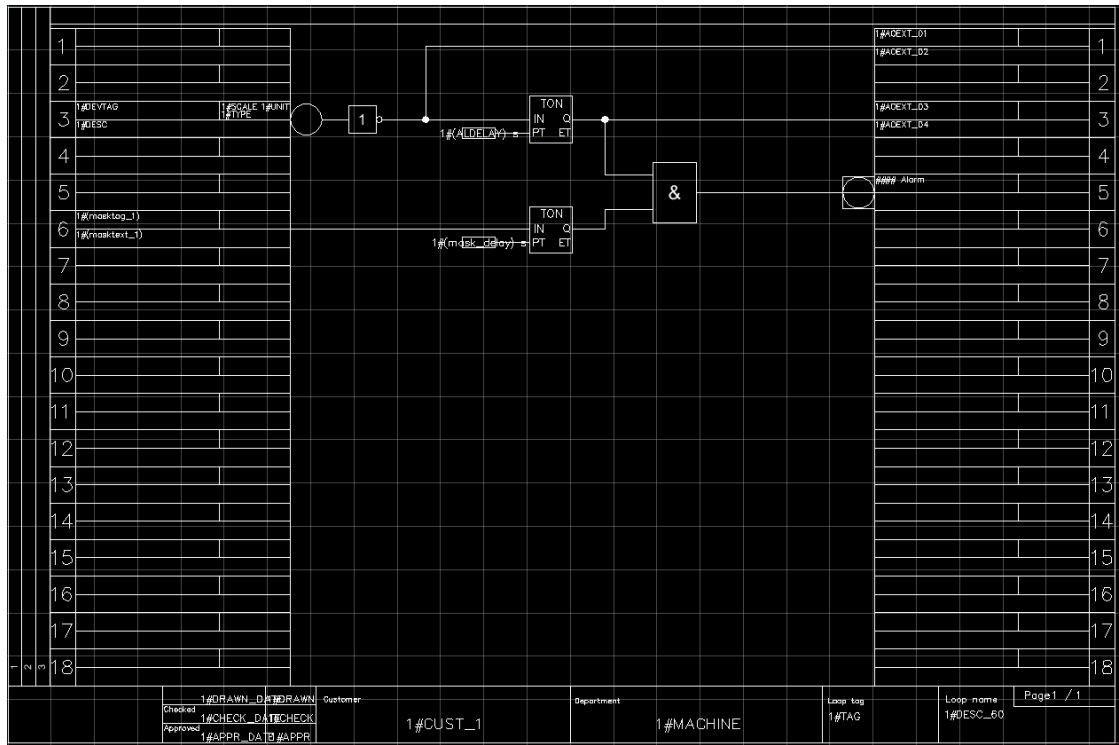
XML perusteet. N.d. Artikkelel 2Kmediat-sivustolla. Koulutus- ja konsultointipalvelu KK Mediat. Viitattu 9.11.2018. <https://www.2kmediat.com/xml/johdanto.asp>

# Liitteet

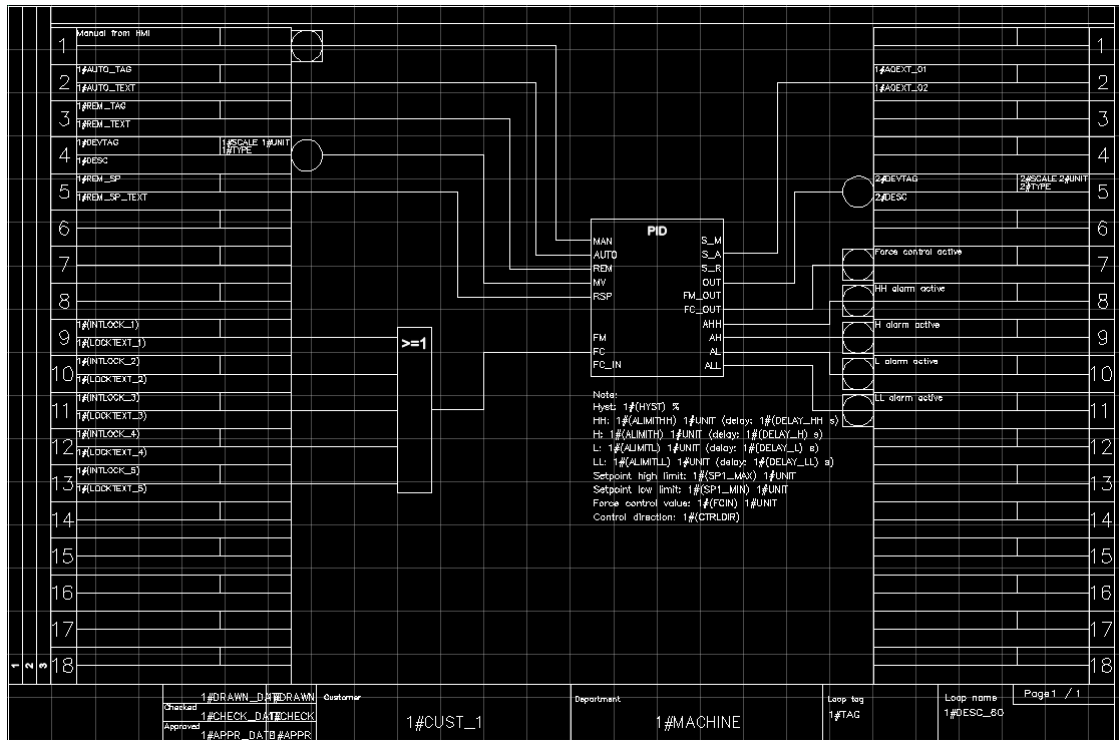
## Liite 4. Mittauspiirin toimintakaaviopohja



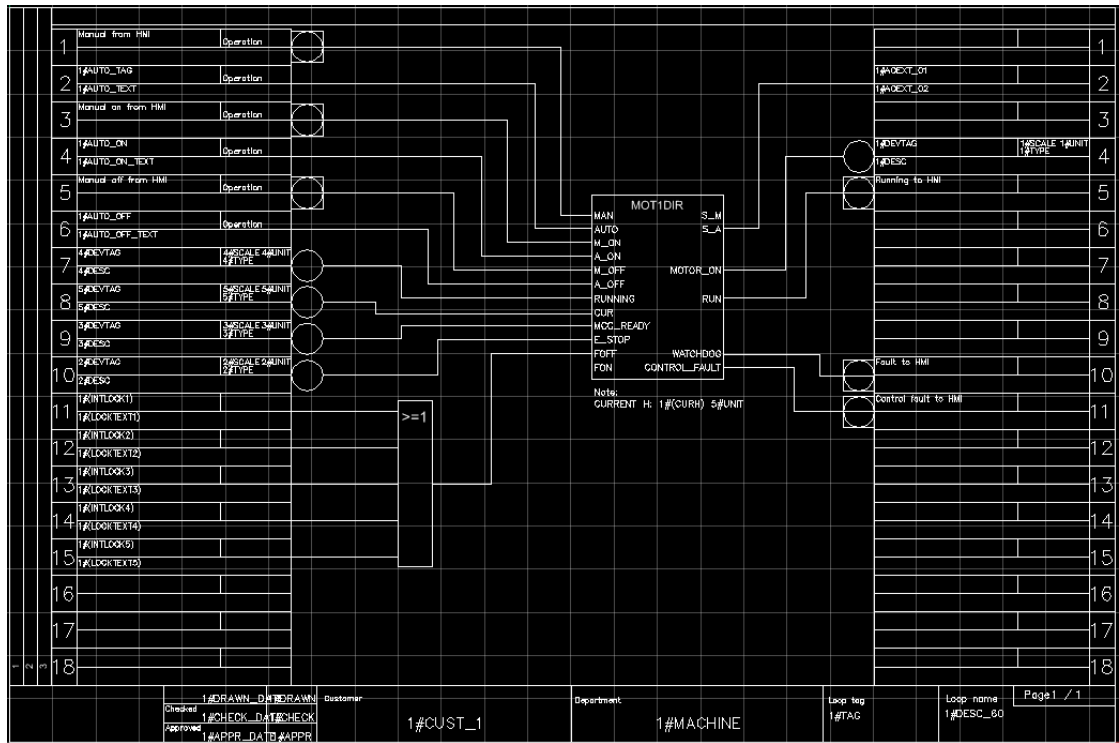
Liite 5. Binääritulopiirin toimintakaaviopohja



### Liite 6. Säättöpiirin toimintakaaviopohja



Liite 7. Moottoriin toimintakaaviopohja





## Liite 9. Mittauspiirin toimintakuvaus

### **111AA001-A1-10 A10 mallipiiri - MITTAUS**

#### **Yleistä**

Prosessi alue: Test process area  
PI-kaavio: 111-000-P3-001 Testikaavio

TÄHÄN KIRJOITETAAN YLEISIÄ TIETOJA

#### **Toiminta**

Piirityyppi: Mittauspiiri  
Mittausalue: 0-999 %  
Mittauksen nollaus käytössä. Mittauksen nollaus tagi(t): ZEROTAG1 / ZEROTAG2

#### **Hälytykset**

Hälytys ryhmä: 11  
Hälytys prioriteetti: 700

- Mittaus > HH-raja (999 %, alkuarvo) (viive 20 s)
- Mittaus > H-raja (99 %, alkuarvo) (viive 15 s)
- Mittaus < L-raja (-99 %, alkuarvo) (viive 10 s)
- Mittaus < LL-raja (-999 %, alkuarvo) (viive 5 s)
- Ylä- (viive 30 s) ja alarajahälytykset (viive 25 s). Maskaus tagi(t): ZEROTAG1 / ZEROTAG2

TÄHÄN KIRJOITETAAN HÄLYTYKSIÄ

#### **Liitynnät muihin piireihin**

TÄHÄN KIRJOITETAAN LIITYNNÄT MUIHIN PIIREIHIN

#### **Huomautukset**

Liite 10. Binääritulopiirin toimintakuvaus

## **110-LS-001 B10 mallipiiri - BINÄÄRITULO**

### **Yleistä**

Prosessi alue: Test process area  
PI-kaavio: 111-000-P3-001 Testikaavio

TÄHÄN KIRJOITETAAN YLEISIÄ TIETOJA

### **Toiminta**

Piirityyppi: Binaaritulo

KIRJOITA TOIMINTOJA TÄHÄN

### **Hälytykset**

Hälytys ryhmä: 11  
Hälytys prioriteetti: 700

- Hälytys: LEVEL HIGH (viive 10.0 s)
- Hälytys on maskattu (viive 15.0 s). Maskaus tagi: #.

TÄHÄN KIRJOITETAAN HÄLYTYKSIÄ

### **Liitynnät muihin piireihin**

TÄHÄN KIRJOITETAAN LIITYNNÄT MUIHIN PIIREIHIN

### **Huomautukset**



## Liite 11. Säättöpiirin toimintakuvaus

### 111AA001-C-11 C11 mallipiiri - PERUSSÄÄTÖ

#### Yleistä

Prosessi alue: Test process area  
PI-kaavio: 111-000-P3-001 Testikaavio

TÄHÄN KIRJOITETAAN YLEISIÄ TIETOJA

#### Toiminta

Piirityyppi: Säättöpiiri  
Mittausalue 0-999 %  
Säättäjän toimsuunta: Suora  
Säättäjän lähtö on skaalattu alueelle 0-100 %  
Etäinen asetusarvo käytössä

TÄHÄN KIRJOITETAAN SÄÄTIMEN TOIMINTOJA

#### Häilytykset

Häilytys ryhmä: 11  
Häilytys prioriteetti: 700

- Mittaus > HH-raja (999 %, alkuarvo) (viive 20 s)
- Mittaus > H-raja (99 %, alkuarvo) (viive 15 s)
- Mittaus < L-raja (-99 %, alkuarvo) (viive 10 s)
- Mittaus < LL-raja (-999 %, alkuarvo) (viive 5 s)
- Ylä- (viive 30 s) ja alarajahäilytykset (viive 25 s) ovat maskattu, kun TÄHÄN KIRJOITETAAN MASKAUKSEN TIEDOT

TÄHÄN KIRJOITETAAN HÄILYTYKSIÄ

#### Lukitukset

Piiri pakotetaan MAN-moodiin, kun mittauksen vikabitit havaittu  
TÄHÄN KIRJOITETAAN LUKITUKSIA

Lukituksen aikainen ja jälkeinen toiminta:  
Piiri pakotetaan MAN-moodiin, kun pakko-ohjaus on tullut voimaan

#### Liitynnät muihin piireihin

TÄHÄN KIRJOITETAAN LIITYNNÄT MUIHIN PIIREIHIN

#### Huomautukset

## Liite 12. Moottoripiirin toimintakuvaus

### **111AA001-MOT-11 M31 mallipiiri -MOOTTORI**

#### **Yleistä**

Prosessi alue: Test process area  
PI-kaavio: 111-000-P3-001 Testikaavio

TÄHÄN KIRJOITETAAN YLEISIÄ TIETOJA

#### **Toiminta**

Piirityyppi: Moottoripiiri  
Virtamittauksen mittausalue on 0 - 200 A. Nominaalivirta on 160.0 A.  
Vasteaika (4.0 s) käynnistys ohjaukselle  
Vasteaika (4.0 s) pysäytys ohjaukselle

TÄHÄN KIRJOITETAAN MOOTTORIN TOIMINTOJA

#### **Hälytykset**

- Hälytys ryhmä: 11
- Standardi moottoripiiri hälytykset
  - Virta > H-raja (105.0 % nominaali virta-arvosta, viive 5.0 s) (arvot ovat alkuarvoja)
  - Hälytys, kun laite on pakotettu ON tilaan
  - Hälytys, kun laite on pakotettu OFF tilaan
  - Hälytys, kun KESKUSVIKA on päällä, moottori pakotetaan MAN-moodiin
  - Hälytys, kun TURVAKYTKIN on päällä, moottori pakotetaan MAN-moodiin
  - Hälytys, kun TLJ-LUKITUS on päällä, moottori pakotetaan MAN-moodiin

TÄHÄN KIRJOITETAAN HÄLYTYKSIÄ

#### **Lukitukset**

Kaapelivian tullessa laite pakotetaan OFF tilaan  
TÄHÄN KIRJOITETAAN LUKITUKSIA

Lukituksen aikainen ja jälkeinen toiminta:  
Piiri pakotetaan MAN-moodiin, kun pakko-ohjaus on tullut voimaan

#### **Liitynnät muihin piireihin**

TÄHÄN KIRJOITETAAN LIITYNNÄT MUIHIN PIIREIHIN

#### **Huomautukset**

## Liite 13. Venttiilipiirin toimintakuvaus

### **110-HS-002 V21 mallipiiri - SULKUVENTTIILI**

#### **Yleistä**

Prosessi alue: Test process area  
PI-kaavio: 111-000-P3-001 Testikaavio

TÄHÄN KIRJOITETAAN YLEISIÄ TIETOJA

#### **Toiminta**

Piirityyppi: Auki/kiinni-venttiilipiiri  
Venttiilillä on kiinni- ja aukirajakytkimet.  
Käänteinen venttiilin ohjaus käytössä  
Vasteaika (15 s) aukiohjaukselle  
Vasteaika (15 s) kiinniohjaukselle

TÄHÄN KIRJOITETAAN VENTTIILIN TOIMINTOJA

#### **Hälytykset**

Hälytys ryhmä: 11  
Hälytys prioriteetti: 700

- Standardi venttiilipiiri hälytykset
- Hälytys, kun SAFETY INT.LOCK on päällä, venttiili pakotetaan manuaali tilaan
- Hälytys, kun laite on pakotettu ON tilaan
- Hälytys, kun laite on pakotettu OFF tilaan

TÄHÄN KIRJOTIETAAN HÄLYTYKSIÄ

#### **Lukitukset**

Kaapelivian tullessa laite pakotetaan OFF tilaan  
TÄHÄN KIRJOITETAAN LUKITUKSIA

Lukituksen aikainen ja jälkeinen toiminta:  
Pakko-ohjaus ei vaikuta piirin moodiin.

#### **Liitynnät muihin piireihin**

TÄHÄN KIRJOITETAAN LIITYNNÄT MUIHIN PIIREIHIN

#### **Huomautukset**