รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

การควบคุมกระบวนการผสมโดยใช้ดีซีเอส Harmonas-DEO สำหรับกระบวนการผลิตสุรา

Blending Process Control Using Harmonas-DEO DCS for Liquor Production

นางสาว นิศากร ขอคงประเสริฐ

หลักสูตรวิศวกรรมอัตโนมัติ
ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2561

รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

การควบคุมกระบวนการผสมโดยใช้ดีซีเอส Harmonas-DEO สำหรับกระบวนการผลิตสุรา

Blending Process Control Using Harmonas-DEO DCS for Liquor Production

นางสาว นิศากร ขอคงประเสริฐ

หลักสูตรวิศวกรรมอัตโนมัติ
ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงงานสหกิจศึกษา	การควบคุมกระบวนการผสมโดยใช้ดีซีเอส Harmonas-DEO สำหรับกระบวนการผลิตสุรา
ชื่อ – สกุล นักศึกษา	นางสาวนิศากร ขอคงประเสริฐ รหัสนักศึกษา 58010684
หลักสูตร	วิศวกรรมอัตโนมัติ
คณะ	วิศวกรรมศาสตร์
ชื่อ – สกุล อาจารย์นิเทศ	ผศ.ดร.ธีรวัฒน์ เทพมณี
	ผศ.ดร.กฤษณ์ เสมอพิทักษ์
ชื่อ – สกุล ผู้นิเทศงาน	คุณจีรพันธ์ พันธุมจินดา
ชื่อสถานประกอบการ	บริษัท อัซบิล (ประเทศไทย) จำกัด

บทคัดย่อ

โครงงานนี้นำเสนอเทคนิคในการสร้างระบบควบคุมแบบลำดับโดยใช้ดีซีเอส Harmonas-DEO สำหรับกระบวนการผสมในกระบวนการผลิตสุรา โดยมีการแสดงรายการค่าพารามิเตอร์อินพุตและเอาต์พุตที่ของทรานสมิตเตอร์ วาล์ว ปั๊ม และเครื่องกวนที่ใช้ในกระบวนการที่ถูกควบคุม และมีการอธิบายขั้นตอนการเขียนโปรแกรมด้วยฟังก์ชันบล็อกไดอะแกรมและภาษา CL รวมทั้งขั้นตอนการปรับแก้กราฟิกแสดงผลด้วยซอฟต์แวร์ Wonderware InTouch นอกจากนี้ยังมีการเขียนแบบเชื่อมต่อสำหรับการเดินสายและการติดตั้งโมดูลอินพุต/เอาต์พุตและตัวควบคุมของดีซีเอสโดยใช้ซอฟต์แวร์ AutoCAD 2017 จากผลการเลียนแบบการทำงานเพื่อทดสอบการเชื่อมต่อโมดูลอินพุต/เอาต์พุตและโปรแกรมควบคุม ยืนยันได้ว่า ฟังก์ชันการทำงานของระบบควบคุมที่นำเสนอมีความสอดคล้องกับความต้องการของหน่วยงานที่รับผิดชอบ

คำสำคัญ: ดีซีเอส, Harmonas-DEO, กราฟิกแสดงผล, กระบวนการผสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Cooperative Project Title:	Blending Process Control Using Harmonas-DEO DCS for Liquor Production	
Student:	Miss Nisakorn Khaokongprasert	Student ID 58010684
Program:	Automation Engineering	
Faculty:	Engineering	
Advisors:	Asst.Prof.Dr.Teerawat Thepmanee	
	Asst.Prof.Dr.Krit Smerpitak	
Mentor:	Mr.Jeerapan Panthumjinda	
Company:	Azbil (Thailand) Company Limited	

ABSTRACT

This project aims at presenting a technique to implement the sequence control using Harmonas-DEO distributed control system (DCS) for blending process of liquor production. The input/output (I/O) parameters of transmitters, valves, pumps, and agitators used in the controlled process are listed. The procedures for programming by using Function Block Diagrams (FBDs) and Control Language (CL) as well as for revising the operator graphics by utilizing Wonderware InTouch are described. Moreover, the connection diagrams for wiring and installing the DCS I/O and controller modules are also created by using AutoCAD 2017. Simulation results of testing I/O module connections and control programs confirms that the functions of the proposed control are agreed with the owner's requirements.

Keywords: DCS, Harmonas-DEO, operator graphics, blending process

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี เนื่องด้วยความอนุเคราะห์จากบริษัท อัซบิล ประเทศไทย จำกัด ที่ให้โอกาสสำหรับโครงการสหกิจศึกษาและได้รับคำแนะนำจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ธีรวัฒน์ เทพมณี และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กฤษณ์ เสมอพิทักษ์ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาในการทำโครงงาน ให้คำปรึกษา คำแนะนำ และการแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ตลอดจนตรวจสอบความถูกต้องของรายงานจนทำให้รายงานฉบับนี้มีความสมบูรณ์

การศึกษาค้นคว้าโครงงานรายวิชาสหกิจศึกษาฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความอนุเคราะห์ของบุคคลหลายท่านซึ่งไม่อาจจะนำมากล่าวได้ทั้งหมด ขอขอบพระคุณคุณศราวุธ ปรัชญาคุณ และ คุณจีรพันธ์ พันธุมจินดา ซึ่งเป็นผู้นิเทศน์งานที่บริษัท และพี่ ๆ พนักงานบริษัททุกท่าน ที่ให้ความรู้ ความช่วยเหลือและประสบการณ์การทำงานอีกมากมาย

คุณค่าและประโยชน์ทั้งหมดที่ได้รับจากรายงานการศึกษาฉบับนี้ ผู้จัดทำขอมอบแด่บูรพาจารย์ที่เคยอบรมสั่งสอน และผู้มีพระคุณทุกท่าน

นิศากร ขอคงประเสริฐ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II

กิตติกรรมประกาศ III

สารบัญ IV

สารบัญตาราง VII

สารบัญภาพ VIII

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปริญญานิพนธ์ 1

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน 2

1.3 ขอบเขตของโครงงาน 2

1.4 วิธีการดำเนินโครงงาน 2

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3

บทที่ 2 แนวคิดและหลักการที่เกี่ยวข้อง 4

2.1 กล่าวนำ 4

2.2 หลักการกระบวนการผลิตสุรา 4

2.2.1 กระบวนการผลิตสุราโดยทั่วไป 4

2.2.2 กระบวนการผสมสุราในส่วนที่ควบคุม 5

2.3 ดีซีเอส Harmonas DEO 8

2.3.1 ข้อมูลโดยทั่วไป 8

2.3.2 องค์ประกอบทางฮาร์ดแวร์ที่ใช้ในโครงงาน 10

2.3.3 โปรแกรมที่ใช้ในดีซีเอส Harmonas-DEO 14

2.4 โปรแกรม AutoCAD 2017 19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 3 การควบคุมกระบวนการผสมสำหรับการผลิตสุราที่นำเสนอ 20

3.1 กล่าวนำ 20

3.2 โครงสร้างของระบบทางฮาร์ดแวร์ 20

3.2.1 การสร้าง I/O List ที่ใช้ในการควบคุม 20

3.2.2 ศึกษาแนวคิดในการออกแบบตู้ควบคุม 24

3.2.3 ขั้นตอนการดำเนินการเขียนแบบลงบนโปรแกรม AutoCAD 2017 25

3.3 เงื่อนไขของระบบควบคุมกระบวนการ 27

3.3.1 เงื่อนไขกระบวนการ Storage 27

3.3.2 เงื่อนไขกระบวนการ Mixing 27

3.3.3 เงื่อนไขการ Filter 30

3.3.4 เงื่อนไขกระบวนการ Buffering 32

3.4 โปรแกรมสำหรับควบคุมกระบวนการในส่วน Function Block Diagram 33

3.4.1 การเชื่อมโยง Function Block สำหรับสั่งการปั๊มและเครื่องกวน 33

3.4.2 การเชื่อมโยง Function Block สำหรับสั่งการโซลินอยด์วาล์ว 33

3.4.3 การเชื่อมโยง Function Block สำหรับสั่งการวาล์วควบคุม 34

3.4.4 การเชื่อมโยง Function Block สำหรับควบคุมอุณหภูมิ 35

3.4.5 การเชื่อมโยง Function Block สำหรับอัตราการไหล 35

3.5 โปรแกรมสำหรับควบคุมกระบวนการในส่วนภาษา Control language (CL) 36

3.5.1 โปรแกรมสำหรับควบคุมอุปกรณ์ 36

3.5.2 โปรแกรมสำหรับควบคุมกระบวนการ 39

3.6 ปรับแก้กราฟิกสำหรับกระบวนการผสม 45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการทดสอบ 46

4.1 กล่าวนำ 46

4.2 การติดตั้งฮาร์ดแวร์ และการทดสอบการติดต่อของระบบ 46

4.2.1 วิธีการ 46

4.2.2 ผลการทดสอบการติดต่อระบบ 48

4.3 ผลการทดสอบระบบ และ กราฟิก 48

4.3.1 วิธีการ 48

4.3.2 ผลการทดสอบระบบและการแสดงผล 49

บทที่ 5 สรุปผล ปัญหาและข้อเสนอแนะ 52

5.1 สรุปผลดำเนินงาน 52

5.2 ปัญหาและวิธีการแก้ไข 52

5.2.1 ปัญหา 52

5.2.2 วิธีการแก้ไข 52

5.3 ข้อเสนอแนะ 52

เอกสารอ้างอิง 53

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

1.1 แผนดำเนินงาน.....3
3.1 I/O List.....20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

2.1 กระบวนการผลิตสุราทั่วไป 4
2.2 ภาพรวมกระบวนการที่หน่วยงานที่รับผิดชอบต้องการ 5
2.3 การเปลี่ยนกระบวนการระหว่างกระบวนการ Storage และ Mixing 6
2.4 กระบวนการ Filter 6
2.5 การเปลี่ยนกระบวนการระหว่างกระบวนการ Mixing และ Buffering 7
2.6 System Configuration ของ Harmonas-DEO 9
2.7 System Architecture ของฮาร์ดแวร์ 10
2.8 DOPC IV Process Controller 11
2.9 Distributed I/O Module 12
2.10 การเชื่อมต่อ Distributed I/O Module กับ Power Supply 12
2.11 แบบจำลองหน้าต่างโปรแกรม RTC Editor 14
2.12 Part Bar ในโปรแกรม RTC Editor 15
2.13 ตัวอย่างหน้าต่างโปรแกรม Notepad++ 18
2.14 ตัวอย่างหน้าต่างโปรแกรม Harmonas DEO 18
2.15 ตัวอย่างหน้าต่างซอฟต์แวร์ Wonderware InTouch 19
2.16 ตัวอย่างหน้าต่างโปรแกรม AutoCAD 19
3.1 ตัวอย่าง DCS I/O Assignment 24
3.2 บล็อกไดอะแกรม 24
3.3 ตัวอย่างการวาดแบบตู้ควบคุม 25
3.4 ตัวอย่างการวาดแบบ Analog Input และ Analog Output 26
3.5 ตัวอย่างการวาดแบบ FX-BUS Connection Diagram 26
3.6 ตัวอย่างการวาดแบบ Network Cable Connection Diagram 27
3.7 เงื่อนไขการทำงานกระบวนการ Mixing (1) 28
3.8 เงื่อนไขการทำงานกระบวนการ Mixing (2) 29
3.9 เงื่อนไขการทำงานกระบวนการ Filter Intensity และ Filter Color 30
3.10 เงื่อนไขการทำงานกระบวนการ Filter Temperature 31
3.11 เงื่อนไขการทำงานกระบวนการ Buffering 32
3.12 ตัวอย่างการเขียน Function Block Diagram สำหรับปั๊ม 33
3.13 ตัวอย่างการเขียน Function Block Diagram สำหรับโซลินอยด์วาล์ว 33
3.14 ตัวอย่างการเขียน Function Block Diagram สำหรับวาล์วควบคุม 34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

3.15 ตัวอย่างการเขียน Function Block Diagram สำหรับควบคุมอุณหภูมิ 35
3.16 ตัวอย่างการเขียน Function Block Diagram สำหรับวัดอัตราการไหล.....35
3.17 ตัวอย่างการเขียน Function Block Diagram สำหรับคำนวนอัตราการไหลรวม 35
3.18 ตัวอย่างการ Tag ชื่ออุปกรณ์กับ Indicator 45
3.19 ตัวอย่างการเขียนเงื่อนไขใน Window Maker..... 45
4.1 ตู้ควบคุมส่วนอุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุม.....47
4.2 ตู้ควบคุมส่วนอุปกรณ์ที่ใช้ติดต่อกับอุปกรณ์ภาคพื้นสนาม 47
4.3 ตัวอย่าง Group Assignment.....49
4.4 การทดสอบปั้มในโหมดต่างๆ.....50
4.5 ตัวอย่างการเปลี่ยนสีของเครื่องกวน 50
4.6 ตัวอย่างทดสอบสั่งการระบบผ่านหน้าจอ.....51
4.7 ตัวอย่างทดสอบวาล์วควบคุมที่ถูกสั่งการด้วยโปรแกรม 51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปริญญานิพนธ์

การผลิต หรือกระบวนการผลิต (Manufacturing Process) หมายถึง การนำสารตั้งต้นมาทำการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง เปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางด้านกายภาพ ทางด้านเคมีให้เป็นผลิตภัณฑ์หรือสินค้า (Product หรือ Goods) ซึ่งการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัตินั้นต้องมีกระบวนการการผลิตที่มีประสิทธิภาพโดยพยายามรักษาเสถียรภาพของกระบวนการผลิต กำจัดการรบกวนจากสิ่งแวดล้อมภายนอกระบบ รักษาประสิทธิภาพการผลิตให้สม่ำเสมอ และมีระบบควบคุมการผลิตที่เหมาะสม โดยทั่วไปเป้าหมายของการควบคุม นั้นคือเพื่อรักษาค่าตัวแปรควบคุม (Control Variable) ให้เข้าใกล้ค่าเป้าหมาย (Set Point) โดยใช้ตัวควบคุมแบบ “พีไอดี” (Proportional-Integral-Derivative : PID) ซึ่งโรงงานขนาดเล็กที่มีลูปควบคุมไม่มาก จะนิยมใช้ระบบควบคุมลูปเดี่ยว (Single Loop Control) ส่วนโรงงานที่มีระบบควบคุมการทำงานแบบลำดับ นิยมใช้ตัวควบคุมที่ชื่อว่า “พีแอลซี” (Programmable Logic Control : PLC) ในโรงงานขนาดใหญ่ที่มีลูปควบคุมจำนวนมาก อย่างเช่น โรงกลั่นน้ำมัน หรือ โรงงานปิโตรเลียม จะใช้ระบบควบคุมที่ชื่อว่า “ดีซีเอส” (Distributed Control System : DCS) ใช้ในการควบคุม (Control) เฝ้าระวัง (Monitoring) และแจ้งเตือน (Alarm)

เนื่องจากหน่วยงานที่รับผิดชอบดูแลเป็นโรงงานผลิตสุรา ที่ต้องการควบคุมระบบในส่วนการผสมวัตถุดิบ (Blending Process) ผลิตผลิตภัณฑ์ประเภทสก๊อตวีสกี้ (Scotch Whisky), ENA (Extra Neutral Alcohol) และวอดก้า (Vodka) โดยมีลักษณะกระบวนการแบบแบตช์ (Batch Process) ซึ่งควบคุมกระบวนการตั้งแต่การนำเข้าวัตถุดิบที่ถังเก็บ (Storage Tank) ไปยังถังผสม (Mixing Tank) เพื่อผสมวัตถุดิบ รวมถึงขั้นตอนการปรับแต่ง (Filter) อย่างเช่นเพิ่ม/ลด ความเข้มข้นแอลกอฮอล์ หรือสีของแอลกอฮอล์ รวมถึงอุณหภูมิของแอลกอฮอล์ด้วยเช่นกัน และสุดท้ายถังพักชั่วคราว (Buffering Tank) ซึ่งกระบวนการทั้งหมดมีส่วนผสมหลักคือ น้ำ และ แอลกอฮอล์ โดยต้องการควบคุมอัตราการไหลเพื่อรักษาอัตราส่วนของส่วนผสม และปริมาณของของเหลว การควบคุมระดับน้ำ เพื่อรักษาระดับของของเหลวในแต่ละถัง และการเฝ้าระวังอุณหภูมิ เพื่อความปลอดภัย เนื่องจากแอลกอฮอล์เป็นสารไวไฟ จุดเดือดที่ต่ำ และเพื่อทราบอุณหภูมิขณะผสมของแต่ละวัตถุดิบ นอกจากนี้ยังต้องควบคุมการทำงานของเครื่องกวน (Agitator) ในขั้นตอนการผสมในถังผสม (Mixing Tank) และ ในถังส่วนผสม (Ingredient Tank) การควบคุมจะรับค่าเป้าหมายจากผู้ปฏิบัติการ (Operator) และค่าตัวแปรกระบวนการ (Process Variable) ที่ได้จากทรานสมิตเตอร์ (Transmitter) ต่าง ๆ ผ่านระบบควบคุมเพื่อสั่งการไปยังอุปกรณ์ควบคุมสุดท้าย อย่างเช่นวาล์วควบคุม (Control Valve), โซลินอยด์วาล์ว (Solenoid Valve) และเครื่องกวน (Agitator) เป็นต้น ทั้งนี้ระบบจึงจำเป็นต้องมีการแจ้งเตือนให้ผู้ปฏิบัติการรับรู้ถึงขั้นตอนของกระบวนการ ดังนั้นเพื่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ควบคุมกระบวนการผสมที่ซับซ้อนและมีลูปควบคุมจำนวนมาก หน่วยงานที่รับผิดชอบจึงเลือกใช้ระบบดีซีเอสควบคุมกระบวนการผลิต

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1. เขียนโปรแกรมการควบคุมกระบวนการผสมโดยใช้ดีซีเอส ตามเงื่อนไขความต้องการของหน่วยงานที่ดูแลรับผิดชอบ

2. ปรับแก้กราฟิกการแสดงผล (Operator Graphic) สำหรับการควบคุมกระบวนการผสม

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

1. เขียนแบบ (Drawing Diagram) จัดเรียงอุปกรณ์จำพวก Controller I/O Module เพื่อติดตั้งในระบบโดยใช้โปรแกรม AutoCAD 2017

2. สามารถควบคุมกระบวนการผสมตั้งแต่นำวัตถุเข้ากระบวนการผ่านขั้นตอน Storage, Mixing, Filter และ Buffering ได้ โดยใช้ Controller Harmonas-DEO รุ่น DOPC IV ในการควบคุม

3. ปรับแก้กราฟิกในส่วนเปลี่ยนสีสถานะของอุปกรณ์และ Tag อุปกรณ์ให้แสดงค่าตามอุปกรณ์วัด โดยใช้โปรแกรม Window Maker ของซอฟต์แวร์ Wonderware InTouch

1.4 วิธีการดำเนินโครงงาน

1. ศึกษาการทำงานระบบควบคุมการผลิตสุรา ในส่วนกระบวนการผสมวัตถุดิบ

2. เรียนรู้ระบบ DCS Hardware / Software

3. เตรียมข้อมูลสำหรับการเขียนโปรแกรมควบคุม ได้แก่ เอกสาร I/O List และแบบไดอะแกรมต่าง ๆ

4. เขียนโปรแกรมควบคุมระบบ

5. เขียนกราฟิก

6. ตรวจสอบการทำงานของโปรแกรมและกราฟิก

7. ตรวจสอบตู้ควบคุม

8. จัดทำ/แก้ไข ปริญญานิพนธ์

จากวิธีการทั้งหมดสามารถสรุปแผนดำเนินงานได้ตามตารางที่ 1.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1. 1 แผนการดำเนินงาน

ลำดับ	หัวข้องาน	เดือนที่ 1				เดือนที่ 2				เดือนที่ 3				เดือนที่ 4			
1	ศึกษาการทำงานระบบควบคุมการผลิตสุรา																
2	เรียนรู้ดีซีเอส ทั้งฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์																
3	เตรียมข้อมูลสำหรับการเขียนโปรแกรมควบคุม																
4	เขียนโปรแกรมควบคุมระบบ																
5	เขียนกราฟิก																
6	ตรวจสอบการทำงานของโปรแกรมและกราฟิก																
7	ตรวจสอบตู้ควบคุม																
8	จัดทำ/แก้ไข ปริญญานิพนธ์																

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทำให้โรงงานเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิต และลดอัตราการเกิดข้อผิดพลาด จากการแก้ปัญหาเมื่อได้รับการแจ้งเตือนได้อย่างทันที

2. โรงงานสามารถควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์ได้ง่ายขึ้น

3. กราฟิกที่สร้างขึ้นทำให้ผู้ปฏิบัติการสะดวกต่อการติดตามสถานะการทำงานของอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

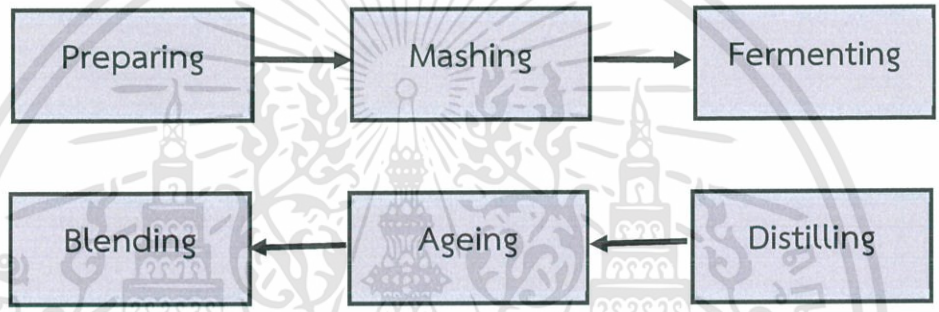
บทที่ 2
แนวคิดและหลักการที่เกี่ยวข้อง

2.1 กล่าวนำ

ในบทนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับปริญญานิพนธ์ ได้แก่ กระบวนการผลิตสุรา และ ดีซีเอส ทั้ง ฮาร์ดแวร์ และซอฟต์แวร์ที่ใช้ในโครงการ

2.2 หลักการกระบวนการผลิตสุรา

2.2.1 กระบวนการผลิตสุราโดยทั่วไป



ภาพที่ 2.1 กระบวนการผลิตสุราทั่วไป

ภาพที่ 2.1 แสดงกระบวนการผลิตสุราทั่วไปซึ่งแต่ละขั้นตอนจะมีจุดประสงค์ที่แตกต่างกันไปดังนี้ [1]

1. Preparing คือ ขั้นตอนการจัดเตรียมวัตถุดิบจำพวกธัญพืชที่ใช้ในการผสม เช่น ข้าวบาร์เลย์ ข้าวมอลซ์ ข้าวสาลี ข้าวไรย์ เป็นต้น

2. Mashing คือ ขั้นตอนที่ใช้เทคนิคเปลี่ยนแป้งให้เป็นน้ำตาลที่จะใช้ในการหมัก

3. Fermenting คือ ขั้นตอนการหมัก เป็นการหมักน้ำตาลให้เป็นแอลกอฮอล์และคาร์บอนไดออกซ์ ด้วยวิธีการเติมยีสต์ เพื่อให้ทำปฏิกิริยากับน้ำตาล

4. Distilling คือ ขั้นตอนการกลั่น การกลั่นมี 2 แบบ คือการกลั่นครั้งเดียวต่อเนื่องออกมาเป็นสุราดีกรีสูง และการกลั่นแบบสองครั้ง หรือแบบกลั่นทับ เพื่อจะสงวนกลิ่นรสของธัญพืชไว้

5. Ageing คือ การเก็บ หลักจากกลั่นแล้ว ก็ต้องทำน้ำเหล้าให้เหลือ 45-68 ดีกรีเพื่อนำไปเก็บบ่มในถังไม้โอ๊ก ซึ่ง จะทำให้น้ำเหล้ามีรสหอมและกลิ่นของไม้จางๆ

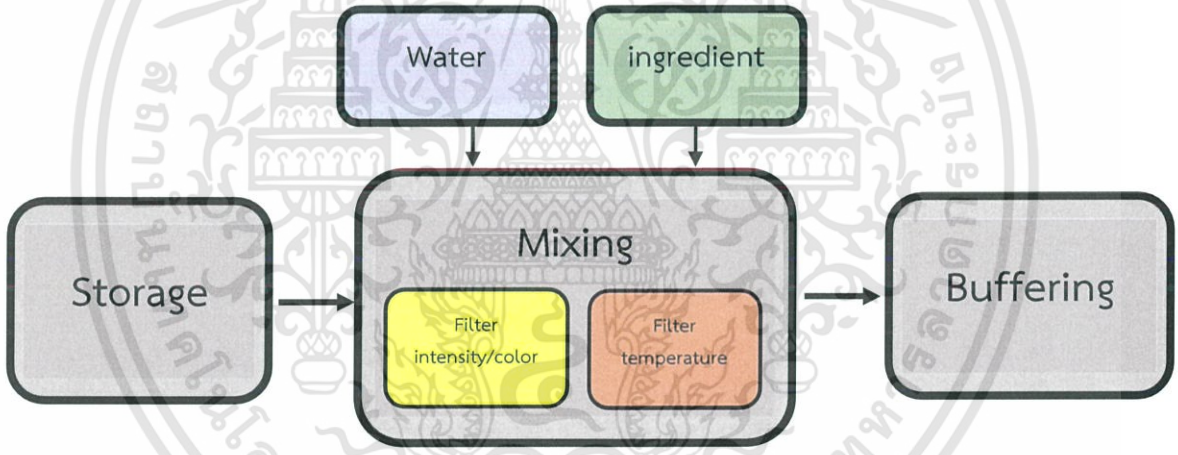
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. Blending คือ ขั้นตอนการผสมสุรา ซึ่งนำหัวเชื้อจากการเก็บรักษามาผสมกับส่วนผสมอื่นซึ่งขึ้นอยู่แล้วผู้ต้องการปรุงแต่งไม่มีสูตรที่แน่นอน

หลังจากการปรุงสุราเรียบร้อยแล้ว จะได้สุราประเภทที่ต่างกันออกไปขึ้นอยู่กับปริมาณที่ใช้ในการผสมของแอลกอฮอล์และส่วนผสมอื่น ๆ อย่างเช่น สก็อตวิสกี้ และ วอดก้า เป็นต้น และนำไปบรรจุเป็นขั้นตอนสุดท้าย

2.2.2 กระบวนการผสมสุราในส่วนที่ควบคุม

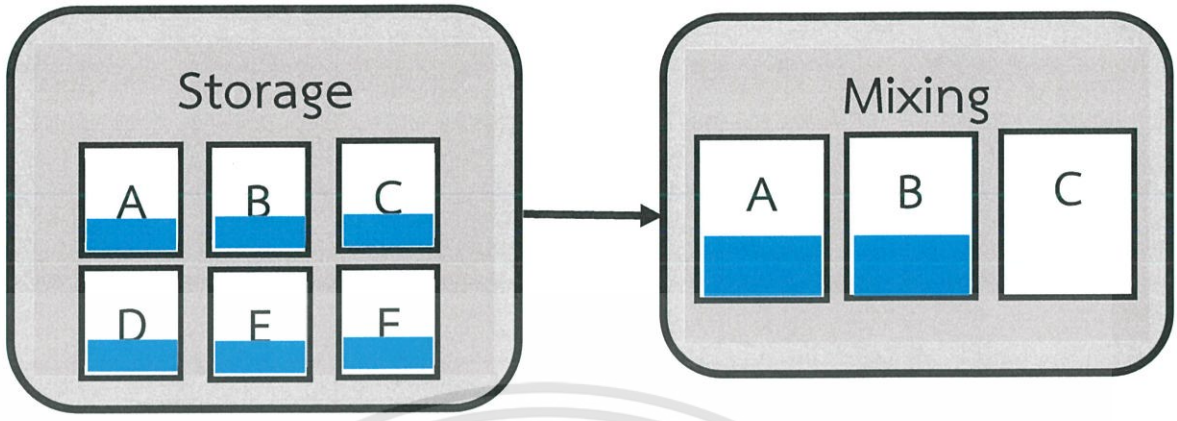
เนื่องจากในส่วนที่หน่วยงานที่รับผิดชอบต้องการคือขั้นตอนการผสมสุรา (Blending) ซึ่งจะนำวัตถุดิบ (แอลกอฮอล์ที่ผ่านการบ่มเรียบร้อยแล้ว) นำเข้าถังเก็บ (Storage) ก่อนที่จะนำไปผสม (Mixing) และเก็บพักที่ถังพัก (Buffering) เพื่อเตรียมบรรจุ



ภาพที่ 2.2 ภาพรวมกระบวนการที่หน่วยงานที่รับผิดชอบต้องการ

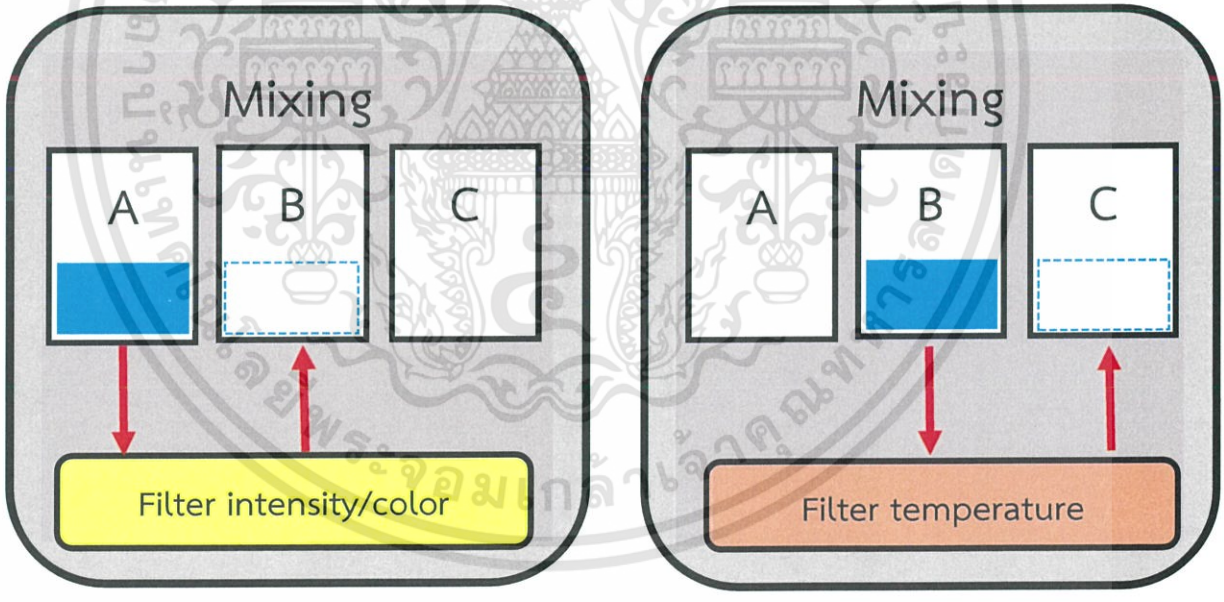
กระบวนการผลิตของโครงงานนี้จะแบ่งออกเป็น3กระบวนการ ได้แก่ กระบวนการเก็บวัตถุดิบในถังเก็บ (Storage) ส่งต่อไปยังกระบวนการผสม (Mixing) และกระบวนการพักวัตถุดิบ (Buffering) ตามลำดับดังภาพที่ 2.2 ซึ่งภายในกระบวนการ Mixing ก็จะมีกระบวนการย่อยได้แก่ Filter Intensity, Filter Color และ Filter Temperature เป็นส่วนหนึ่งอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.3 การเปลี่ยนกระบวนการระหว่างกระบวนการ Storage และ Mixing

ในกระบวนการ Storage ประกอบด้วยถังบรรจุ 6 ถัง เมื่อมีผู้ปฏิบัติการต้องการผสมวัตถุดิบจะสั่งการย้ายวัตถุดิบจาก Storage มายังถังผสมซึ่งการทำงานกระบวนการ Mixing มีเงื่อนว่า จะสามารถดำเนินงานได้ 2 ใน 3 ถังเท่านั้น และ รับวัตถุดิบจากกระบวนการ Storage ได้เพียงทีละถัง ตามภาพที่ 2.3



ภาพที่ 2.4 กระบวนการ Filter

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระบวนการ Filter จะแบ่งออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่ Filter Intensity, Filter Color และ Filter Temperature

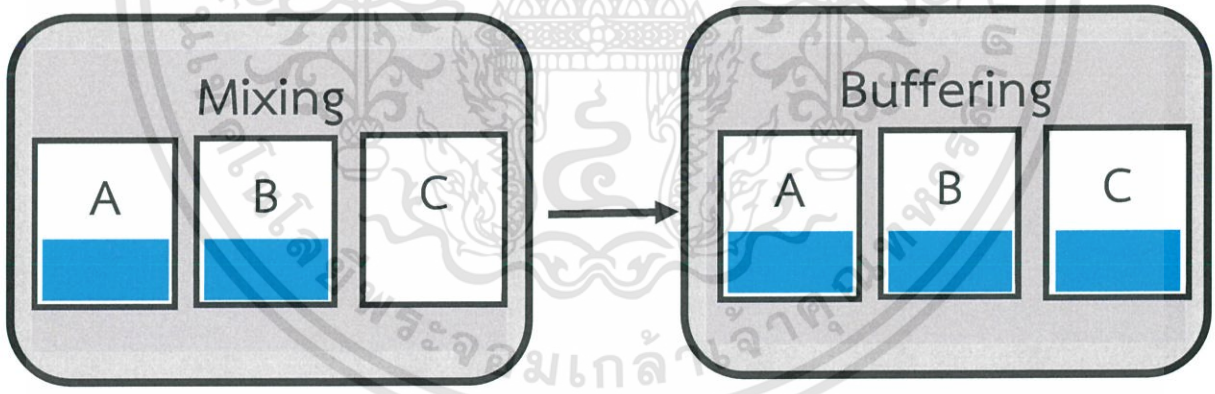
- Filter Intensity: การปรับแต่งในเรื่องของความเข้มข้นของแอลกอฮอล์
- Filter Color: การปรับแต่งในเรื่องของสีของแอลกอฮอล์

การสั่งการ Filter ทั้ง 2 ประเภทข้างต้นขึ้นอยู่กับความต้องการของผู้ปฏิบัติงาน อาจจะเลือกเพียงอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือทั้งสองประเภท แต่ไม่สามารถดำเนินการพร้อมกันได้ ดังภาพที่ 2.4 ทางซ้าย

- Filter Temperature: การปรับแต่งในเรื่องของอุณหภูมิของแอลกอฮอล์

หลังจาก Filter Intensity และ/หรือ Filter Color เรียบร้อยแล้วต้องผ่านการ Filter Temperature ก่อนการถ่ายเทแอลกอฮอล์ไปยังกระบวนการ Buffering แต่จะถูกสั่งการโดยผู้ปฏิบัติงาน ดังภาพที่ 2.4 ทางขวา

ซึ่งทั้ง 3 กระบวนการนี้ จะมีการถ่ายเทจากถังหนึ่งกลับไปอีกถังหนึ่งที่ว่างของกระบวนการMixing ดังตัวอย่างในภาพที่ 2.4 มีการ Filter ถัง A ไปถัง B และ Filter ถัง B ไปถัง C และจะไม่ทำงานพร้อมกับกระบวนการรับวัตถุดิบจาก Storage



ภาพที่ 2.5 การเปลี่ยนกระบวนการระหว่างกระบวนการ Mixing และ Buffering

ในกระบวนการ Buffering ประกอบด้วยถังบรรจุ 3 ถัง เมื่อมีผู้ปฏิบัติการต้องการย้ายวัตถุดิบที่ผสมเรียบร้อยแล้วไปพักในถังเก็บ ซึ่งการทำงานกระบวนการ Buffering มีเงื่อนว่า จะสามารถดำเนินงานได้พร้อมกัน และ รับวัตถุดิบจากกระบวนการ Mixing ได้เพียงทีละถัง ตามภาพที่ 2.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 ดีซีเอส Harmonas DEO

2.3.1 ข้อมูลโดยทั่วไป

ดีซีเอสเป็นระบบควบคุมแบบกระจาย ซึ่งย่อมาจาก Distributed Control System ในดีซีเอส จำประกอบไปด้วยหลักๆ คร่าวๆ คือ ส่วนควบคุม ซึ่งคล้ายกับ PLC แต่ใหญ่กว่ามีความสามารถสูงกว่า ทำได้ทั้งการควบคุมแบบ Batch, Sequential, Analog Control และ Advance Control โดยสถาปัตยกรรมของดีซีเอส ประกอบด้วยเครื่องมือพื้นฐานที่คล้ายกันดังนี้ [2]

1. หน่วยเชื่อมต่อกระบวนการ (Process Interface Module) เป็นหน่วยติดต่อระหว่างดีซีเอสกับกระบวนการผลิต ทำหน้าที่รับสัญญาณวัดจากกระบวนการผลิตให้กับดีซีเอสและส่งสัญญาณควบคุมจากดีซีเอสไปยังกระบวนการผลิต ซึ่งมีทั้งหน่วยรับ/ส่ง ทั้งสัญญาณแบบแอนะล็อก และ ดิจิทัล

2. หน่วยควบคุมกระบวนการ (Process Control Module) เป็นหน่วยควบคุมหลักของดีซีเอส โดยทำหน้าที่รับข้อมูลจากกระบวนการจากหน่วยเชื่อมกระบวนการเพื่อคำนวนค่าสัญญาณควบคุม และส่งกลับไปยังหน่วยเชื่อมต่อกระบวนการเพื่อควบคุมกระบวนการอีกครั้งหนึ่ง

3. หน่วยติดต่อและปฏิบัติการของผู้ปฏิบัติงาน (Operator Interface Module) หน่วยปฏิบัติการของวิศวกร (Engineering Workstation) เป็นหน่วยติดต่อระหว่างดีซีเอสกับผู้ใช้ระดับวิศวกรและผู้ปฏิบัติงานทั่วไป โดยหน่วยปฏิบัติการของผู้ปฏิบัติงานทำหน้าที่เป็นอุปกรณ์ติดต่อกับผู้ปฏิบัติงานเพื่อตรวจสอบและควบคุมกระบวนการผลิต ส่วนหน่วยปฏิบัติการของวิศวกรทำหน้าที่เป็นอุปกรณ์ติดต่อระหว่างดีซีเอสกับวิศวกรสำหรับการจัดโครงสร้างของระบบควบคุม เชื่อมต่อเครื่องมือภายในระบบดีซีเอสและอื่นๆ

4. หน่วยเชื่อมต่อเครือข่าย (Communication Module) เป็นหน่วยเชื่อมต่อดีซีเอสกับเครือข่ายคมนาคมของกระบวนการ

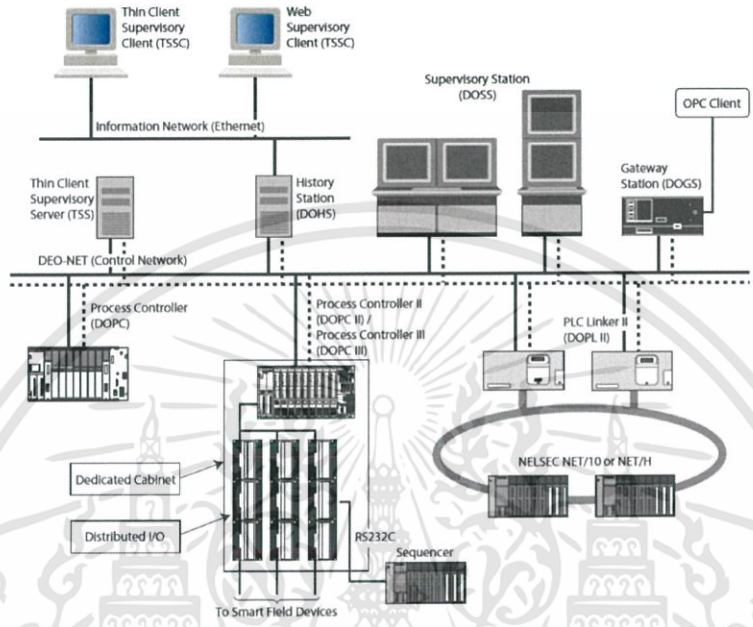
5. หน่วยเก็บข้อมูลและประวัติกระบวนการ (Process Data and History Module) เป็นอุปกรณ์สำหรับเก็บข้อมูลสำหรับควบคุมกระบวนการผลิตของดีซีเอส และข้อมูลประวัติของกระบวนการ

6. หน่วยเชื่อมต่อกับเครือข่ายคอมพิวเตอร์ (Computer Network Interface Module) เป็นหน่วยเชื่อมต่อระหว่างเครือข่ายของดีซีเอสกับเครือข่ายของคอมพิวเตอร์อื่นสำหรับการบริหารระบบควบคุม

7. หน่วยเชื่อมต่อกับระบบเครื่องมือย่อย (Subsystem Interface Module) เป็นหน่วยเชื่อมต่อระหว่างดีซีเอสกับเครื่องมืออื่นๆ เช่นอุปกรณ์รับและส่งข้อมูลระยะไกล (Remote Input/Output Device)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. หน่วยจ่ายกำลังไฟฟ้า (Power Supply Module) เป็นหน่วยสำหรับจ่ายกำลังไฟฟ้าให้กับอุปกรณ์ทุกส่วยของดีซีเอส และเก็บพลังงานไฟฟ้าสำรองสำหรับระบบดีซีเอส



ภาพที่ 2.6 System Configuration ของ Harmonas-DEO

ปริญญานิพนธ์เล่มนี้จะใช้คำว่าดีซีเอส แทน DCS Harmonas-DEO ภาพที่ 2.6 เป็นองค์ประกอบดีซีเอสของ Harmonas-DEO องค์ประกอบที่สำคัญ [3] ได้แก่

1. DOSS (The Human-Machine Interface Supervisory Station): เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการติดต่อสื่อสารระหว่างระบบกับมนุษย์ สำหรับควบคุมและติดตาม ซึ่งสามารถติดตั้งได้สูงสุด 32 node และทำงานบนพื้นฐานของระบบ Windows

2. Process Controller: เป็นอุปกรณ์ควบคุมและประมวลผล ได้แก่ DOPC, DOPC II, DOPC III, และ DOPC IV ซึ่งสามารถสามารถติดตั้งได้สูงสุด 96 node

3. DOHS (History Station): ใช้สำหรับเก็บดาต้าเบสของระบบซึ่งสามารถติดตั้งได้สูงสุด 5 Units

4. DOPL (PLC Linker): เป็นโมดูลเชื่อมต่อกับพีแอลซี ซึ่งรองรับพีแอลซีของผู้ผลิต มิตซูบิชิ ผ่านโปรโตคอล MELSEC หากต้องการเชื่อมต่อระหว่างพีแอลซีมากกว่า 1 ขึ้นไป ก็จะต้องเชื่อมต่อผ่าน DOPL ซึ่งสามารถเชื่อมต่อพีแอลซีได้สูงสุด 8 Node

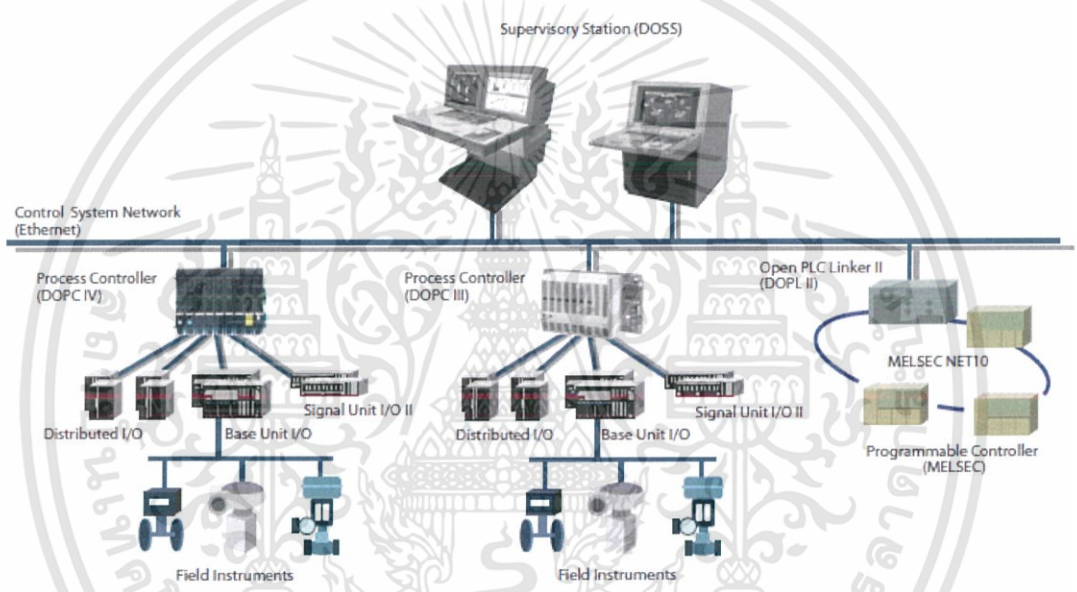
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. DOGS (Gateway Station): เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับดึงข้อมูลจากคอนโทรลเลอร์และพีแอลซีสำหรับแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างกัน

6. DGPL (General Purpose Linker): เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เป็นเกตเวย์ (Gateway) รองรับโปรโตคอลหลายชนิดได้แก่ Modbus TCP, OPC, MELSEC, STSMAC และ savic-net

7. DOFC (Fieldbus Controller): เป็นอุปกรณ์ควบคุมที่ใช้สำหรับระบบ FOUNDATION Fieldbus

2.3.2 องค์ประกอบทางฮาร์ดแวร์ที่ใช้ในโครงงาน



ภาพที่ 2.7 System Architecture ของฮาร์ดแวร์

จากภาพที่ 2.7 เป็น System Architecture ของฮาร์ดแวร์ DCS Harmonas DEO โดยกระบวนการควบคุมนี้จะใช้อุปกรณ์ดังต่อไปนี้

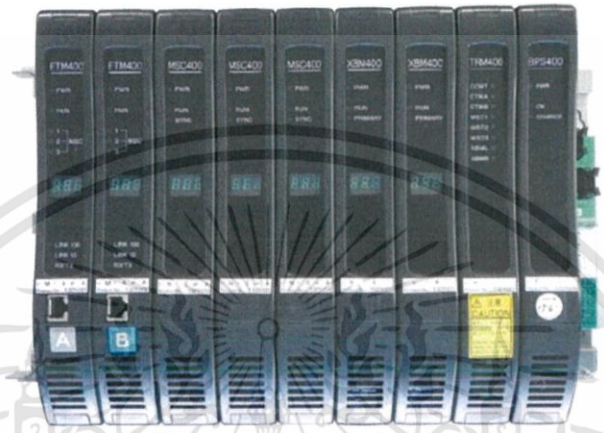
1. Process Controller

ตัวควบคุมกระบวนการ (Process Controller) คืออุปกรณ์ที่ทำการควบคุมและปรับแต่ง สภาพการทำงานของกระบวนการ หรือ ระบบให้มีค่าเป็นไปตามเป้าหมายที่ต้องการ ระบบนี้ใช้ตัวควบคุมกระบวนการที่ชื่อว่า “DOPC IV” ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ของบริษัท Azbil [4]

- คุณสมบัติที่สำคัญของ DOPC IV
  1. สามารถบรรจุได้ถึง 640 Control Loop และใช้ I/O Connection ได้ถึง 120 Units
  2. มีการเก็บบันทึกลำดับขั้น (Sequence of Event : SOE)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. รองรับทั้ง X-bus (1 Mbps) และ FX-bus (5 Mbps)
4. รองรับ I/O Type 3 ประเภท ได้แก่ Distributed I/O, Base Unit I/O และ Signal Unit I/O
5. DOPC IV สามารถติดต่อสื่อสารกับ Controller ชนิด DOPC, DOPC II, DOPC III และยังสามารถติดต่อกับพีแอลซีได้อีกด้วย



ภาพที่ 2.8 DOPC IV Process Controller

จากภาพที่ 2.8 DOPC IV Process Controller ประกอบด้วย

1. ETM400 : Ethernet Module (HD-ETM400)

ใช้ต่อกับอุปกรณ์ monitor จาก higher-level network

2. MSC400 : Control Module (HD-MSC400)

Control Module คือ ตัวประมวลผลซึ่งประกอบไปด้วย CPU และ RAM Memory มีการป้องกันข้อมูลสูญหายเมื่อเกิดไฟฟ้าขัดข้องเป็นเวลานาน

3. XBM400 : X-BUS Module (HD-XBM400)

ใช้ในการติดต่อสื่อสารกับ I/O Module จาก Lower-Level Network

4. TRM400 : Terminal Block Interface Module (HD – TRM400)

คือ Status – Output Module ใช้แสดงสถานะความพร้อมใช้งานของ Module ใน Controller

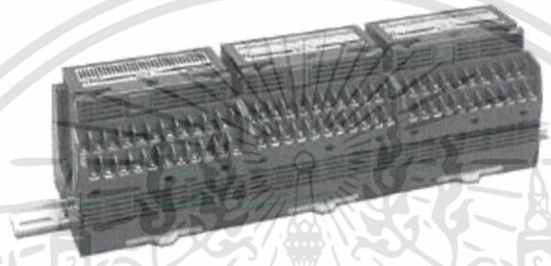
5. BPS400 : Battery Backup Module (HD-BPS400)

คือ แบตเตอรี่สำรองเมื่อเกิดไฟดับ โมดูลนี้จะทำการจ่ายไฟสำรองและสำรองข้อมูลทั้งหมด ในเวลาภายใน 5 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

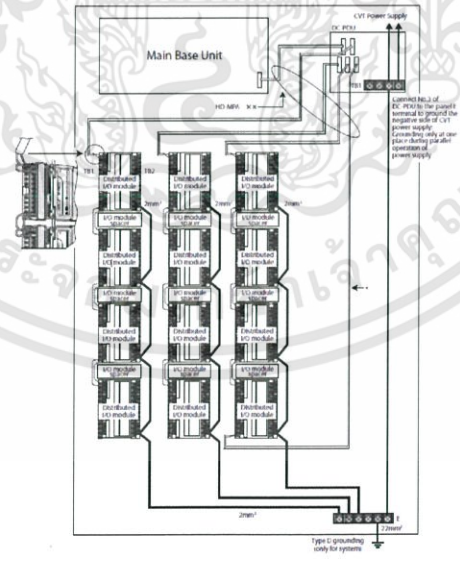
2. I/O Module

I/O Module คือ อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ในการควบคุมการย้ายข้อมูล (Transfer Data) ระหว่างอุปกรณ์ภายนอก (External Device) นั้นหมายถึง แอนะล็อกอินพุต (Analog Input) แอนะล็อกเอาต์พุต (Analog Output) ดิจิทัลอินพุต (Digital Input) ดิจิทัลเอาต์พุต (Digital Output) กับ Controller ซึ่ง DOPC IV รองรับ I/O Module ประเภท Distributed I/O, Base Unit I/O และ Signal Unit I/O แต่ละประเภทมีลักษณะต่างกันที่ลักษณะภายนอกและจำนวนการติดตั้ง กระบวนการนี้เลือกใช้ Module ประเภท Distributed I/O [5] มีลักษณะตามภาพที่ 2.9



ภาพที่ 2.9 Distributed I/O Module

Distributed I/O สามารถเชื่อมต่อ Moduleได้สูงสุด 120 Module โดยที่ไม่มีการ Redundant แต่ถ้าทุก Module มีการRedundant จะสามารถเชื่อมต่อได้สูงสุดเพียง 60 Module



ภาพที่ 2.10 การเชื่อมต่อ Distributed I/O Module กับ Power Supply

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การติดตั้ง Distributed I/O Module ใช้ Power Supply 24 V ในการติดตั้งจะต้องต่อกันเป็นแนวตั้งต่อลงมาดังภาพที่ 2.10 โดยจะต้องมีอุปกรณ์ที่ชื่อว่า Extention Adapter ติดตั้งไว้เหนือสุดของแถว แล้วปิดท้ายด้วยอุปกรณ์ที่ชื่อว่า Terminator

3. การติดต่อสื่อสาร (Communication)

- Fx-bus

Fx-bus คือ I/O busที่เชื่อมต่อระหว่าง Controller และ อุปกรณ์ I/O Module การสื่อสารผ่าน Fx-bus เป็นการสื่อสารแบบอนุกรม (Serial Communication) นำไปใช้กำหนดทั้งในเชื่อมต่อสายหลักและสายสำรองการทำงาน (Redundant) [6]

- สัญญาณแอนะล็อกและสัญญาณดิจิทัล

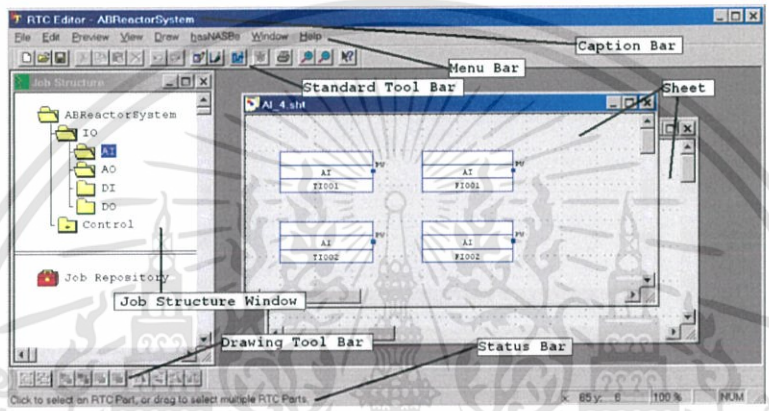
สัญญาณแอนะล็อก และ สัญญาณดิจิทัล เป็นสัญญาณที่ใช้ในการติดต่อสื่อสารระหว่าง I/O Module และ อุปกรณ์ปลายทาง สัญญาณแอนะล็อก (Analog Signal) หมายถึงสัญญาณข้อมูลแบบต่อเนื่อง (Continuous Data) มีขนาดของสัญญาณไม่คงที่ มีการเปลี่ยนแปลงขนาดของสัญญาณแบบค่อยเป็นค่อยไป มีลักษณะเป็นเส้นโค้งต่อเนื่องกันไป โดยการส่งสัญญาณแบบแอนะล็อกจะถูกรบกวนให้มีการแปลความหมายผิดพลาดได้ง่าย สัญญาณดิจิทัล (Digital Signal) หมายถึง สัญญาณที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลแบบไม่ต่อเนื่อง(Discrete Data) ที่มีขนาดแน่นอนซึ่งขนาดดังกล่าวอาจกระโดดไปมาระหว่างค่าสองค่า คือ สัญญาณระดับสูงสุดและสัญญาณระดับต่ำสุด ซึ่งสัญญาณดิจิทัลนี้เป็นสัญญาณที่คอมพิวเตอร์ใช้ในการทำงานและติดต่อสื่อสารกันเป็นค่าของเลขลงตัว โดยปกติมักแทนด้วย ระดับแรงดันที่แสดงสถานะเป็น "0" และ "1" หรืออาจจะมีหลายสถานะ ซึ่งจะกล่าวถึงในเรื่องระบบสื่อสารดิจิทัล มีค่าที่ตั้งไว้ (threshold) เป็นค่าบอกสถานะ ถ้าสูงเกินค่าที่ตั้งไว้สถานะเป็น "1" ถ้าต่ำกว่าค่าที่ตั้งไว้ สถานะเป็น "0" ซึ่งมีข้อดีในการทำให้เกิดความผิดพลาดน้อยลง [7]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.3 โปรแกรมที่ใช้ในดีซีเอส Harmonas-DEO

1. โปรแกรม RTC Editor

RTC คือ Software Application บนระบบปฏิบัติการ Microsoft Windows 7 (64-bit Processor) และ Microsoft Windows 8 (64-bit Processor) เป็นโปรแกรมที่ช่วยในการออกแบบกระบวนการควบคุม สร้าง Engineering Database ของระบบ Harmonas – DEO และโหลดไปยัง Controller โดยตรง [8]



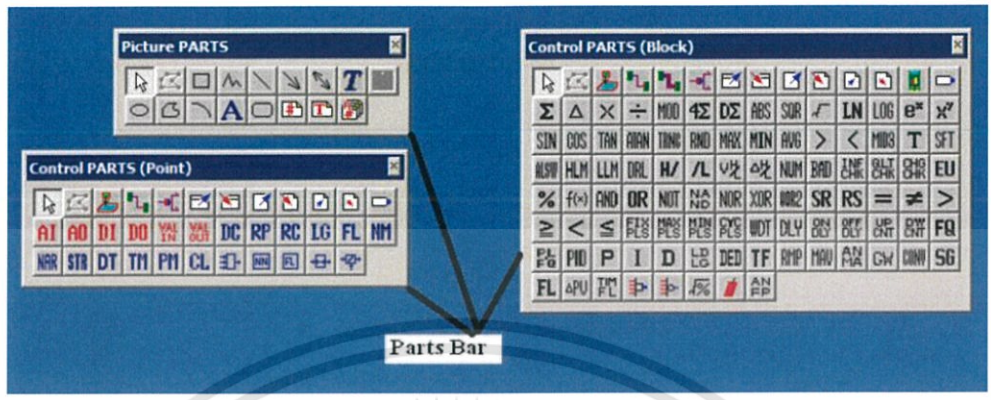
ภาพที่ 2.11 แบบจำลองหน้าต่างโปรแกรม RTC Editor

ลำดับขั้นตอนการสร้างระบบ ดังนี้

1. สร้าง New job
2. กำหนดตัวแปรต่างๆ ได้แก่ กำหนด Controller Node Numbers, Unit, และ Slot
3. ใส่ข้อมูลในส่วนของ Sheets เขียนวงจร Control
4. ในส่วน Control Part และ กำหนดค่า Point และ Block สามารถกำหนดพารามิเตอร์ (Parameter) สำหรับเชื่อมต่อ I/O ระหว่าง Part ได้
5. ในการใช้ Containers เพื่อใช้สร้างเงื่อนไขการทำงาน และใช้ Containers ในการแบ่งหมวดหมู่
6. Generate Points (ข้อมูลจะจัดเก็บไว้ใน System Configuration) โดยการ Create Point Database
7. หลังจาก Create Point Database ทำการ History Configuration โดยการ Create System Data Files
8. หลังจาก Create Point Database ให้ Create Controller Data File
9. หลังจาก Create Point Database และ Create System Data Files ผ่านแล้ว จะทำให้มั่นใจว่าเครือข่ายถูกเชื่อมต่อระหว่าง Controller และ DOSS (Supervisory Station) แล้ว
10. โหลด Controller Program File ไปยัง Controller

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Control Part Function



ภาพที่ 2.12 Part Bar ในโปรแกรม RTC Editor

ภาพที่ 2.11 Part Bar ประกอบด้วย Control Part Function ต่าง ๆ ที่เปรียบเสมือนเครื่องมือสำหรับเขียนกระบวนการทำงาน ฟังก์ชันที่ใช้ในโครงการนี้ได้แก่

- Analog Input Point (AI) Parts

  Analog Input Point (AI) Part แปลงสัญญาณ Analog PV ที่รับจาก Field Sensor ให้เป็นหน่วยทางวิศวกรรม (Engineering Unit) ใช้สำหรับงาน System Data Point

- Analog Output Point (AO) Parts

  Analog Output Point แปลงค่าเอาต์พุต (Output Valve: OP) ให้เป็นสัญญาณเอาต์พุต 0-20 mA สำหรับสั่งการอุปกรณ์ปลายทาง (Final Control Element) อย่างเช่น Valve และ Actuator ใน Field ค่าพารามิเตอร์ของเอาต์พุตสามารถควบคุมผ่าน Controller โดยผู้ปฏิบัติงานได้

- Digital Input Point (DI) Parts

  Digital Input Point แปลงสัญญาณ Digital (PVRAW) ที่รับจาก Field ให้เป็นค่า PV ที่สามารถนำไปใช้กับ Controller และ Data Point ในระบบได้

- Digital Output Point (DO) Parts

  Digital Output Point ใช้เปิดช่องทางให้ Digital Output ส่งไปยังโดยขึ้นอยู่กับ Input และ การกำหนดพารามิเตอร์ Digital Output Point มี 2 ประเภท คือ Pulse-Width Modulated และ Status Output

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

➢ Digital Composite Point (DIGCOMP) Parts

Digital Composite Point จะช่วยให้ Multi-Input/Multi-Output Point สามารถเข้าได้กับอุปกรณ์แบบ Discrete เช่น มอเตอร์ ปั๊ม โซลินอยด์วาล์ว

➢ Logic Point (LOGIC) Parts

Connect (LOG) Logic Point Parts มีอยู่หลายฟังก์ชัน ฟังก์ชันที่ใช้ในโครงงานนี้ได้แก่

- Connect Parts

  สามารถมีจำนวนได้สูงสุด 12 Input Connection, 16 Logic Block และ 12 Output Connection ใช้สำหรับเป็นตัวขั้นระหว่าง Point อาจจะใช้ต่อเพื่อให้พารามิเตอร์สามารถเข้ากันได้

- FLAG (LOG) Parts

  FLAG จะใช้เมื่อต้องการสั่งการเป็นลอจิก 0 และ 1

- NUMERIC (LOG)

  Numeric สามารถเป็นค่าอ้างอิงเพื่อใช้ในการเปรียบเทียบกับ Logic Algorithms และสามารถเปลี่ยนค่าจาก DOSS (Supervisory Station) ได้เลย.

- ALGO (LOG)

  Logic Block ประเภทนี้สามารถมี Input ได้ถึง 4 Input และทำให้เหลือเพียง 1 Boolean Output ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการเลือก Algorithm ด้วย Input ของ Algorithm สามารถใช้เป็น Type Real หรือ Boolean ซึ่ง Real Input สามารถได้มาจาก Numeric หรือ External Input ส่วน Boolean Input สามารถได้มาจาก Flags External Input หรือ Output จาก Logic Block

➢ Regulatory PV Point (RegPV) Parts

Regulatory PV Point เป็น Point ประเภทที่ใช้เพื่อให้ง่ายต่อการคำนวนค่า PV ซึ่ง Regulatory PV Point มีอยู่หลายฟังก์ชัน ฟังก์ชันที่ใช้ในโครงงานนี้ได้แก่

- Totalizer

  กระบวนการของฟังก์ชันนี้จะใช้ในการเก็บสะสมค่า PV โดยทั่วไปมักจะถูกนำมาใช้ในการเก็บค่า PV ของ การไหลของของเหลว หรือจะนำไปใช้กับค่าแอนะล็อก และ พัลส์ (Pulse) ก็ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Calculator

  ใช้ในการคำนวนการบวก, การลบ, การคูณ และการหาร ซึ่งมี Input ได้สูงสุดถึง 6 ค่า

➢ Regulatory Control Point (RegCtl) Parts

สิ่งที่ควรทราบเกี่ยวกับ Regulatory Control Point ได้แก่

- Modes ประกอบด้วย
  1. Manual (MAN): โหมดที่ใช้สำหรับให้ Operator เป็นผู้กำหนด สามารถควบคุมค่า Output จาก Point นั้นๆโดยไม่สนใจการควบคุมจากโปรแกรม
  2. Automatic (Auto): ค่า Output จะได้จากการประมวลผลใน RegCtl Algorithm Point ซึ่ง Operator สามารถกำหนดได้เพียงค่า Setpoint
  3. Cascade (Cas): โหมดนี้จะทำให้ Point นั้นๆจะรับค่า Setpoint จาก Point ก่อนหน้า
- Mode Attribute (MODATTR)

  การกำหนด Mode Attribute เพื่อกำหนดว่าผู้ใดมีอำนาจในการเปลี่ยนแปลงพารามิเตอร์ของ data point นั้นๆ ประกอบด้วย

  1. Operator: Operator เป็นผู้กำหนดค่า Setpoint, Output Value, Mode และ ค่า Bias
  2. Program: Program เป็นผู้กำหนดค่า Setpoint, Output Value, Mode และ ค่าBias
  3. None: ไม่ได้กำหนด Mode Attribute

Control Algorithms มีอยู่หลายฟังก์ชัน ฟังก์ชันที่ใช้ในโครงงานนี้ได้แก่

➢ PID

ฟังก์ชัน PID เป็นวิธีการควบคุมแบบพีไอดี (Proportional-Integral-Derivative : PID)

➢ Auto Manual (AUTOMAN)

ฟังก์ชัน Auto Manual ใช้สำหรับเปลี่ยนโหมดให้กับ point output

➢ Switch

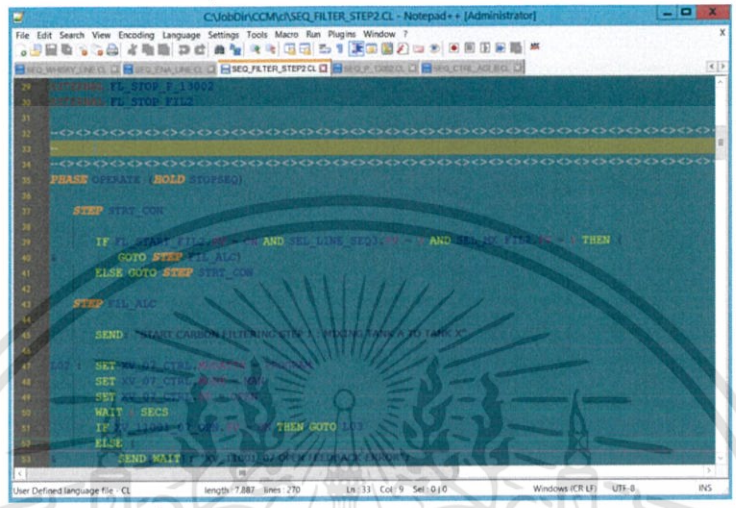
ฟังก์ชัน Switch เป็นสวิตซ์สับเปลี่ยน ซึ่งมี input ได้สูงสุด 4 position

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

➢ Genlin

ฟังก์ชัน Genlin ใช้สำหรับปรับค่าเอาท์พุทให้เป็นไปตามสัดส่วนของกราฟ

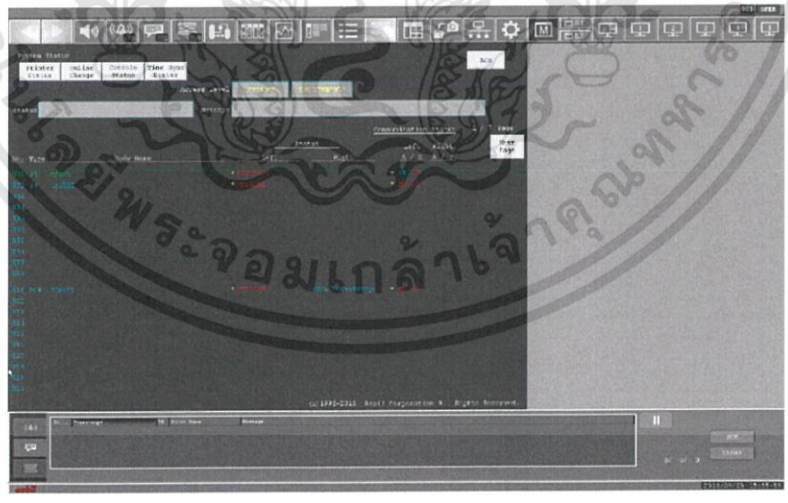
2. โปรแกรม Notepad++



ภาพที่ 2.13 ตัวอย่างหน้าต่างโปรแกรม Notepad++

เป็นโปรแกรมที่ใช้สำหรับเขียนคำสั่งการทำงานให้กับกระบวนการ โดยใช้ภาษาซี (CL) เป็นภาษาในการเขียน ซึ่งสามารถใช้งานร่วมกับ Block Diagram ในโปรแกรม RTC Editor และ Download ชุดคำสั่งไปยัง Controller ผ่านโปรแกรม RTC Editor ได้เลย

3. โปรแกรม Harmonas DEO R500

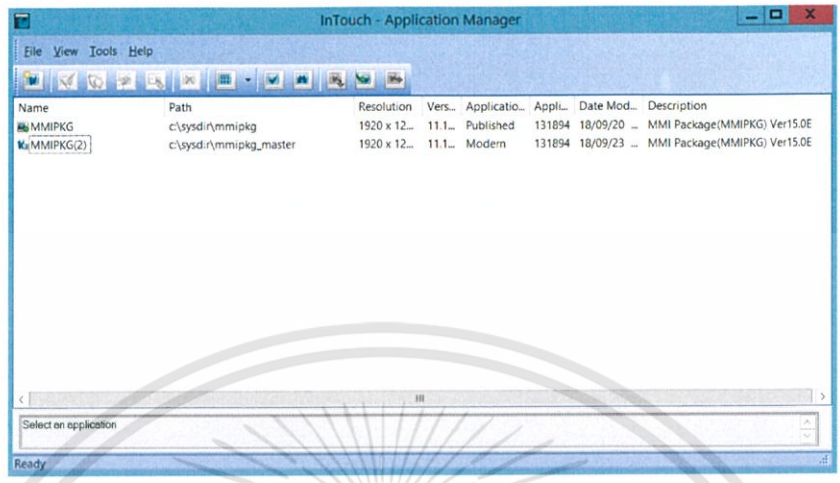


ภาพที่ 2.14 ตัวอย่างหน้าต่างโปรแกรม Harmonas DEO

เป็นโปรแกรมที่ใช้เป็นศูนย์กลางในการติดต่อระหว่างมนุษย์และระบบ (Human-Centered Interface : HCI) เพื่อใช้ในการควบคุมและสังเกตุการณ์ (Control and Monitoring)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

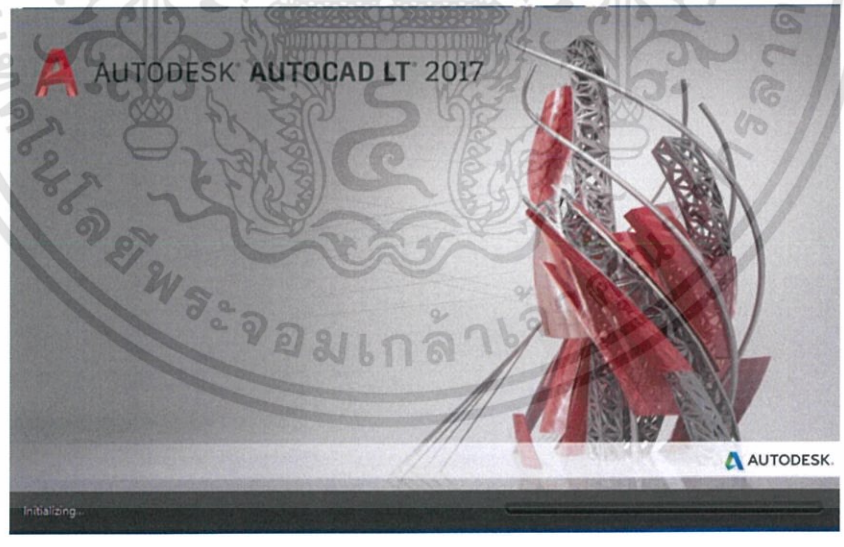
4. ซอฟต์แวร์ Wonderware InTouch



ภาพที่ 2.15 ตัวอย่างหน้าต่างซอฟต์แวร์ Wonderware InTouch

ใช้โปรแกรม Window Maker ของซอฟต์แวร์ Wonderware InTouch สำหรับสร้างกราฟิก เพื่อนำไปใช้แสดงผลผ่านโปรแกรม Harmonas DEO

2.4 โปรแกรม AutoCAD 2017



ภาพที่ 2.16 ตัวอย่างหน้าต่างโปรแกรม AutoCAD

เป็นโปรแกรมสำหรับวาดแบบ Diagram ต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การควบคุมกระบวนการผสมสำหรับการผลิตสุราที่นำเสนอ

3.1 กล่าวนำ

ในบนนี้จะกล่าวถึง วิธีการดำเนินงาน ตั้งแต่การสร้าง I/O List บล็อกไดอะแกรม การวาดแบบ การศึกษาเงื่อนไขการทำงาน การสร้างโปรแกรมสำหรับควบคุม และกราฟิกที่ใช้แสดงผล

3.2 โครงสร้างของระบบทางฮาร์ดแวร์

เนื่องจากเป็นการวางระบบใหม่ ทำให้ต้องจัดเรียงอุปกรณ์ในตู้ควบคุม และจัดเรียง I/O Module

3.2.1 การสร้าง I/O List ที่ใช้ในการควบคุม

หลังจากทราบจำนวน I/O เรียบร้อยแล้ว จะต้องนำมาสร้าง I/O List เพื่อใช้สำหรับดูคำอธิบายของแต่ละอุปกรณ์ และใช้เป็นพื้นฐานข้อมูลในการสร้างโปรแกรมควบคุม ตามตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 I/O List

No	Tegname	Description	Type	No	Tegname	Description	Type
1	TI_11001_01A	Imp Tank T-11001 A tamp	AI	11	TI_11001_01F	Imp.Tank T-11001 F temp.	AI
2	LI_11001_01A	Imp.Tank T-11001 A level	AI	12	LI_11001_01F	Imp.Tank T-11001 F level	AI
3	TI_11001_01B	Imp.Tank T-11001 B tamp	AI	13	FT_11001_01	ENA 65% ABV Flow	AI
4	LI_11001_01B	Imp.Tank T-11001 B level	AI	14	FT_11001_05	Bulk WK 65% ABV Flow	AI
5	TI_11001_01C	Imp.Tank T-11001 C temp.	AI	15	FCV_11001_01	Bulk WK 65% ABV FCV	AO
6	LI_11001_01C	Imp.Tank T-11001 C level	AI	16	FCV_11001_05	ENA 65% ABV FCV	AO
7	TI_11001_01D	Imp.Tank T-11001 D temp.	AI	17	P_11001_STS	BulkWK Unload Pump STS	DI
8	LI_11001_01D	Imp.Tank T-11001 D level	AI	18	P_11001_FLT	Bulk WK Unload Pump FLT	DI
9	TI_11001_01E	Imp.Tank T-11001 E temp.	AI	19	P_11002_STS	ENA Unload Pump STS	DI
10	LI_11001_01E	Imp.Tank T-11001 E level	AI	20	P_11002_FLT	ENA Unload Pump FLT	DI

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

No	Tegname	Description	Type	No	Tegname	Description	Type
21	P_13001_STS	Bulk WK Trans Pump STS	DI	42	XV_11001_07_CMD	DeminWater SV CMD	DO
22	P_13001_FLT	Bulk WK Trans Pump FLT	DI	43	XV_11001_08_CMD	DeminWater SV CMD	AI
23	P_13001_REMOTE	BulkWK TransPump Remote	DI	44	FT_11001_06	Demin Water Flow	AI
24	P_11004_STS	ENA load Pump STS	DI	45	TT_13001_02A	Mix.Tank T-13001 A Temp.	AI
25	P_11004_FLT	ENA load Pump FLT	DI	46	AT_13001_02A	Mix.Tank T-13001 A Analy	AI
26	P_11004_REMOTE	ENA load Pump Remote	DI	47	LT_13001_02A	Mix.Tank T-13001 A Level	AI
27	XV_11001_01_CLS	WK 65% ABV Valve CLS	DI	48	TT_13001_02B	Mix.Tank T-13001 B Temp.	AI
28	XV_11001_01_OPN	WK 65% ABV Valve OPN	DI	49	AT_13001_02B	Mix.Tank T-13001 B Analy	AI
29	XV_11001_05_CLS	ENA 65% ABV Valve CLS	DI	50	LT_13001_02B	Mix.Tank T-13001 B Level	AI
30	XV_11001_05_OPN	ENA 65% ABV Valve OPN	DI	51	TT_13001_02C	Mix.Tank T-13001 C Temp.	AI
31	XV_11001_06_CLS	Demin Water Valve CLS	DI	52	AT_13001_02C	Mix.Tank T-13001 C Analy	AI
32	XV_11001_06_OPN	Demin Water Valve OPN	DI	53	LT_13001_02C	Mix.Tank T-13001 C Level	AO
33	XV_11001_07_CLS	Alc 44.5% ABV Valve	DI	54	FCV_11001_06	Demin Water	AO
34	XV_11001_07_OPN	Alc 44.5% ABV Valve	DO	55	FCV_11001_08	Demin Water	AO
35	P_13001_START	BulkWK TransPump STRCMD	DO	56	A_13001A_STS	Mix.Tank AgitatA Status	DI
36	P_11004_START	ENA load Pump STRCMD	DO	57	A_13001A_FLT	Mix.Tank AgitatA Fault	DI
37	P_11001_ILK	BulkWK ULoadPump INTL	DO	58	A_13001A_REMOTE	Mix.Tank AgitatA Remote	DI
38	P_11002_ILK	ENA Unload Pump INTL	DO	59	A_13001B_STS	Mix.Tank AgitatB Status	DI
39	XV_11001_01_CMD	WK65%ABV SV CMD	DO	60	A_13001B_FLT	Mix.Tank AgitatB Fault	DI
40	XV_11001_05_CMD	ENA65%ABV SV CMD	DO	61	A_13001B_REMOTE	Mix.Tank AgitatB Remote	DI
41	XV_11001_06_CMD	DeminWater SV CMD	DO	62	A_13001C_STS	Mix.Tank AgitatC Status	DI

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

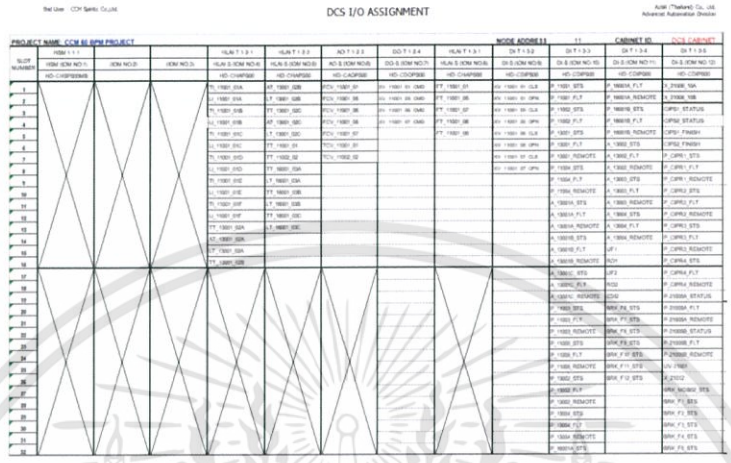
No	Tegname	Description	Type	No	Tegname	Description	Type
63	A_13001C_FLT	Mix.Tank AgitatC Fault	DI	83	P_11003_REMOTE	Whisky load pump Remote	DI
64	A_13001C_REMOTE	Mix.Tank AgitatC Remote	DI	84	P_11005_STS	ENA Trans pump Status	DI
65	A_13001A_START	Mix.Tank AgitatA STR CMD	DO	85	P_11005_FLT	ENA Trans pump Fault	DI
66	A_13001B_START	Mix.Tank AgitatB STR CMD	DO	86	P_11005_REMOTE	ENA Trans pump Remote	DI
67	A_13001C_START	Mix.Tank AgitatC STR CMD	DO	87	P_13002_STS	VK Trans Pump Status	DI
68	FT_11001_07	Alc.44.5 % ABV Flow	AI	88	P_13002_FLT	VK Trans Pump Fault	DI
69	TT_11001_01	Whisky Alc. Chill Temp.	AI	89	P_13002_REMOTE	VK Trans Pump Remote	DI
70	TT_11002_02	Whisky Heater Temp.	AI	90	P_13004_STS	Ingr.Trans Pump Status	DI
71	TT_16001_03A	Buf.Tank T-16001 A Temp.	AI	91	P_13004_FLT	Ingr.Trans Pump Fault	DI
72	LT_16001_03A	Buf.Tank T-16001 A Level	AI	92	P_13004_REMOTE	Ingr.Trans Pump Remote	DI
73	TT_16001_03B	Buf.Tank T-16001 B Temp.	AI	93	P_16001A_STS	Buf.Trans Pump A Status	DI
74	LT_16001_03B	Buf.Tank T-16001 B Level	AI	94	P_16001A_FLT	Buf.Trans Pump A Fault	DI
75	TT_16001_03C	Buf.Tank T-16001 C Temp.	AI	95	P_16001A_REMOTE	Buf.Trans Pump A Remote	DI
76	LT_16001_03C	Buf.Tank T-16001 C Level	AI	96	P_16001B_STS	Buf.Trans Pump B Status	DI
77	LT_16001_04	Bottling filler Level	AI	97	P_16001B_FLT	Buf.Trans Pump B Fault	DI
78	FCV_11001_07	Alc.44.5 % ABV FCV	AO	98	P_16001B_REMOTE	Buf.Trans Pump B Remote	DI
79	TCV_11001_01	Whisky Alc. ChillTemp CV	AO	99	A_13002_STS	Ingr.Tank1 Agitat Status	DI
80	TCV_11002_02	Whisky Heat Temp CV	AO	100	A_13002_FLT	Ingr.Tank1 Agitat Fault	DI
81	P_11003_STS	Whisky load pump Status	DI	101	A_13002_REMOTE	Ingr.Tank1 Agitat Remote	DI
82	P_11003_FLT	Whisky load pump Fault	DI	102	A_13003_STS	Ingr.Tank2 Agitat Status	DI

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

No	Tegname	Description	Type	No	Tegname	Description	Type
103	A_13003_FLT	Ingr.Tank2 Agitat Fault	DI	126	P_CIPR3_STS	CIP R3 Pump Status	DI
104	A_13003_REMOTE	Ingr.Tank2 Agitat Remote	DI	127	P_CIPR3_FLT	CIP R3 Pump Fault	DI
105	A_13004_STS	Ingr.Tank3 Agitat Status	DI	128	P_CIPR3_REMOTE	CIP R3 Pump Remote	DI
106	A_13004_FLT	Ingr.Tank3 Agitat Fault	DI	129	P_CIPR4_STS	CIP R4 Pump Status	DI
107	A_13004_REMOTE	Ingr.Tank3 Agitat Remote	DI	130	P_CIPR4_FLT	CIP R4 Pump Fault	DI
108	P_11003_START	WK loading pump STRCMD	DO	131	P_CIPR4_REMOTE	CIP R4 Pump Remote	DI
109	P_11005_START	ENA Trans Pump STRCMD	DO	132	CIP01_REQ	CIP01 Request	DO
110	P_13002_START	VK Trans Pump STRCMD	DO	133	CIP02_REQ	CIP02 Request	DO
111	P_13004_START	Ingr.Trans Pump STRCMD	DO	134	CIP03_REQ	CIP03 Request	DO
112	P_16001A_START	Buf.Trans Pump A STRCMD	DO	135	CIP04_REQ	CIP04 Request	DO
113	P_16001B_START	Buf.Trans Pump B STRCMD	DO	136	CIP05_REQ	CIP05 Request	DO
114	A_13002_START	Ingr.Tank1 Agitat STRCMD	DO	137	CIP06_REQ	CIP06 Request	DO
115	A_13003_START	Ingr.Tank2 Agitat STRCMD	DO	138	CIP07_REQ	CIP07 Request	DO
116	A_13004_START	Ingr.Tank3 Agitat STRCMD	DO	139	CIP08_REQ	CIP08 Request	DO
117	CIPS1_STATUS	CIP01 Status	DI	140	CIP09_REQ	CIP09 Request	DO
118	CIPS2_STATUS	CIP02 Status	DI	141	P_CIPR1_START	CIP R1 Pump	DO
119	CIPS1_FINISH	CIP01 Finish	DI	142	P_CIPR2_START	CIP R2 Pump STRCMD	DO
120	CIPS2_FINISH	CIP02 Finish	DI	143	P_CIPR3_START	CIP R3 Pump STRCMD	DO
121	P_CIPR1_STS	CIP R1 Pump Status	DI	144	P_CIPR4_START	CIP R4 Pump STRCMD	DO
122	P_CIPR1_FLT	CIP R1 Pump Fault	DI	145	P_CIPR1_REMOTE	CIP R1 Pump Remote	DI
123	P_CIPR1_REMOTE	CIP R1 Pump Remote	DI	146	P_CIPR2_START	CIP R2 Pump Status	DI
124	P_CIPR2_STS	CIP R2 Pump Status	DI	147	P_CIPR3_START	CIP R2 Pump Fault	DI
125	P_CIPR2_FLT	CIP R2 Pump Fault	DI	148	P_CIPR4_START	CIP R2 Pump Remote	DI

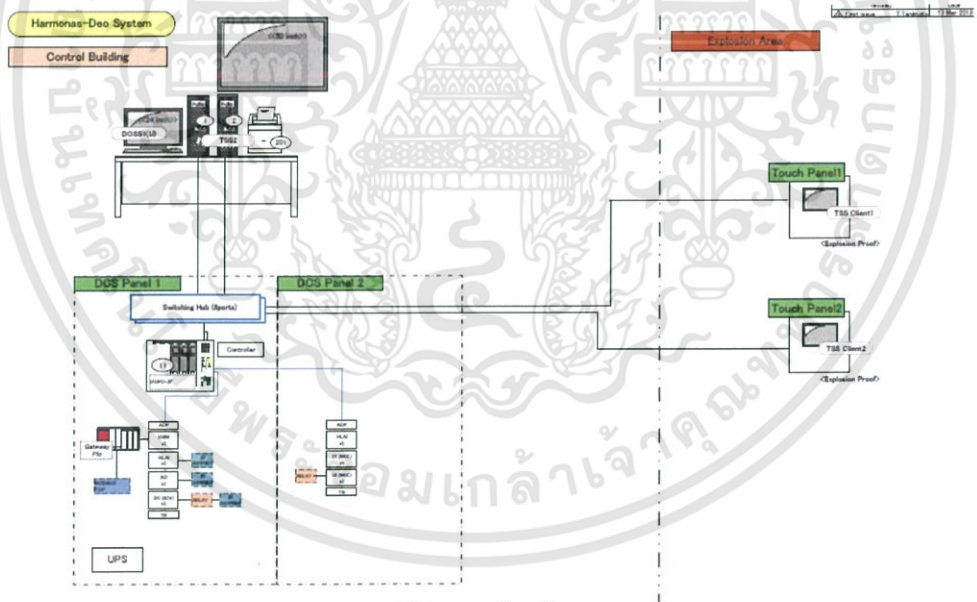
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อทราบจำนวนและประเภทของ I/O List แล้ว จึงนำมาจัดทำ DCS I/O Assignment เพื่อง่ายต่อการสร้าง Point ในการสร้างระบบ DCS และเพื่อจัดเรียง Module และ Slot อีกด้วย ตัวอย่างดังภาพ 3.1



ภาพที่ 3.1 ตัวอย่าง DCS I/O Assignment

3.2.2 ศึกษาแนวคิดในการออกแบบตู้ควบคุม



ภาพที่ 3.2 บล็อกไดอะแกรม

การศึกษาบล็อกไดอะแกรมเพื่อต้องการจัดโมดูลให้อุปกรณ์แต่ละตัว และเป็นต้นแบบสำหรับจัดทำ Control Panel Diagram และ Connection diagram ซึ่งทางบริษัทเป็นผู้จัดทำเพื่อเสนอลูกค้าดังภาพที่ 3.2 ได้แบ่งตู้คอนโทรลเป็น 2 ตู้ โดยมีหลักการการแบ่งตาม การป้องกันการระเบิด (Explosion Proof) ดังนี้

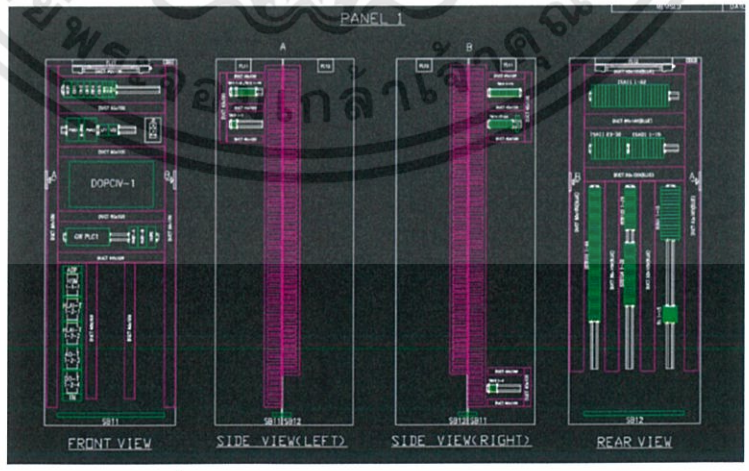
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. Exi: Intrinsic Safety Protection เป็นการป้องกันแบบจำกัดกระแสและแรงดันที่ต่ำมากที่ส่งไปยังอุปกรณ์ หากมีการลัดวงจรภายในอุปกรณ์ จะไม่ก่อให้เกิดพลังงานความร้อนที่ทำให้เกิดการติดไฟได้ โดยใช้อุปกรณ์ที่เรียกว่า IS-Barrier และ อุปกรณ์ที่ถูกจัดให้มีการป้องกันชนิดนี้ได้แก่ Temperature Transmitter (AI), Level Transmitter (AI), Control Valve (AO) และ Solenoid Valve Command (DO) ดังนั้น I/O Module ของอุปกรณ์ทั้งหมดนี้จึงจัดให้อยู่ในตู้คอนโทรลที่ 1
2. Exd: Flame Proof Protection เป็นการป้องกันด้วยภาชนะที่บรรจุ หากเกิดการจุดระเบิดภายในภาชนะที่ห่อหุ้ม จะไม่สร้างความเสียหายสู่ภายนอก และอุปกรณ์ที่ถูกจัดให้มีการป้องกันชนิดนี้ได้แก่ Flow Transmitter (AI) และ สัญญาณOpen/Close Solenoid Valve (DI) ดังนั้น I/O Module ของอุปกรณ์ทั้งหมดนี้จึงจัดให้อยู่ในตู้คอนโทรลที่ 2
3. None: Nonincendive Protection ใช้กับอุปกรณ์ไฟฟ้า ตามปกติจะไม่มีการสปาร์กที่รุนแรง รวมทั้งจะไม่เกิดความร้อนที่ตัวหุ้มอุปกรณ์ที่สูงจนทำให้เกิดการติดไฟได้ อุปกรณ์ที่ถูกจัดให้มีการป้องกันชนิดนี้ได้แก่ สัญญาณ Feedback ต่างๆ (DI) เช่น สัญญาณ Start, Stop, Fault, Status และ Remote เป็นต้น ดังนั้น I/O Module ของอุปกรณ์ทั้งหมดนี้จึงจัดให้อยู่ในตู้คอนโทรลที่ 2

นอกจากนี้ อุปกรณ์ดีซีเอส และอุปกรณ์ไฟฟ้า จะถูกบรรจุอยู่ในตู้คอนโทรลที่ 1 ด้วยเช่นกัน

3.2.3 ขั้นตอนการดำเนินการเขียนแบบลงบนโปรแกรม AutoCAD 2017

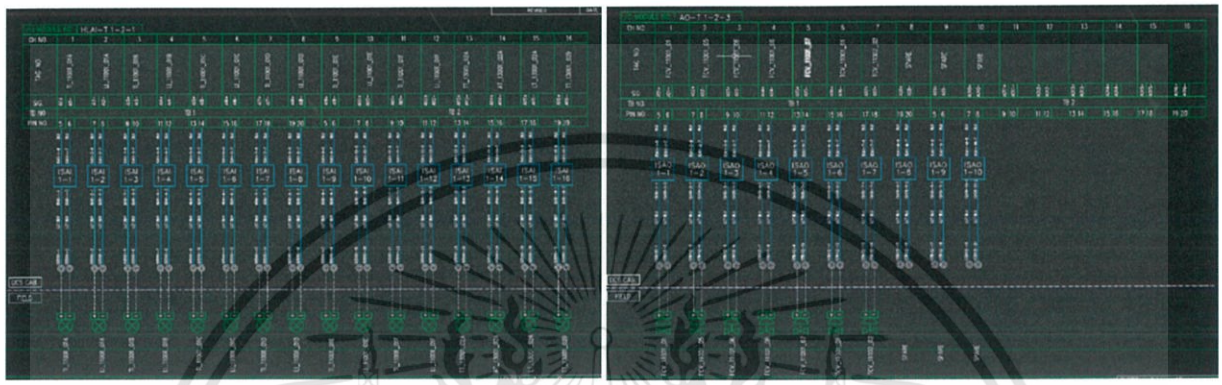
หลังจากศึกษาแนวคิดการออกแบบระบบควบคุมของบริษัท และศึกษา I/O List จากนั้นจะต้องทำการเขียนแบบโครงสร้างต่างๆ เพื่อให้บริษัทผู้รับเหมาใช้เป็นแบบในการสร้างตู้ แบบที่ใช้ในระบบควบคุมมีดังนี้



ภาพที่ 3.3 ตัวอย่างการวาดแบบตู้ควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

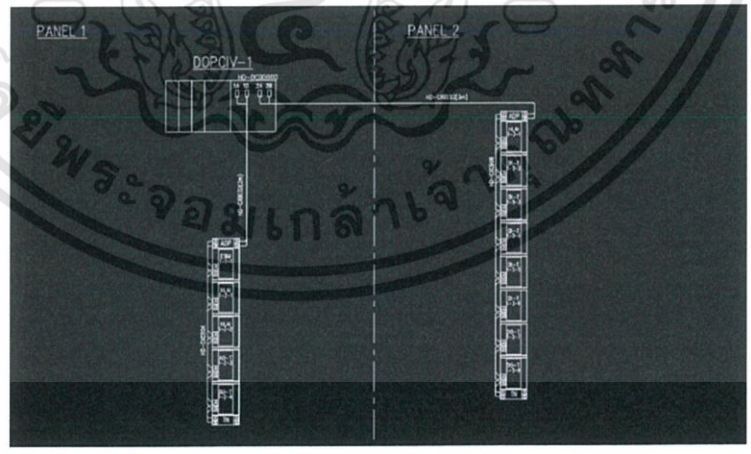
เมื่อศึกษาแนวคิดการออกแบบระบบควบคุมบริษัทแล้ว จึงนำอุปกรณ์ทั้งหมดมาจัดเรียงในตู้ควบคุมตามตัวอย่างที่แสดงในภาพที่ 3.3 โดยหาขนาดของอุปกรณ์จากอินเตอร์เน็ต หรือ คู่มือการใช้งานของอุปกรณ์



ภาพที่ 3.4 ตัวอย่างการวาดแบบ Analog Input และ Analog Output

การวาดแบบการต่อโมดูล (Internal Connection) ทั้งการต่อ Analog Input, Analog Output, Digital Input และ Digital Output ตามตัวอย่างที่แสดงในภาพที่ 3.4

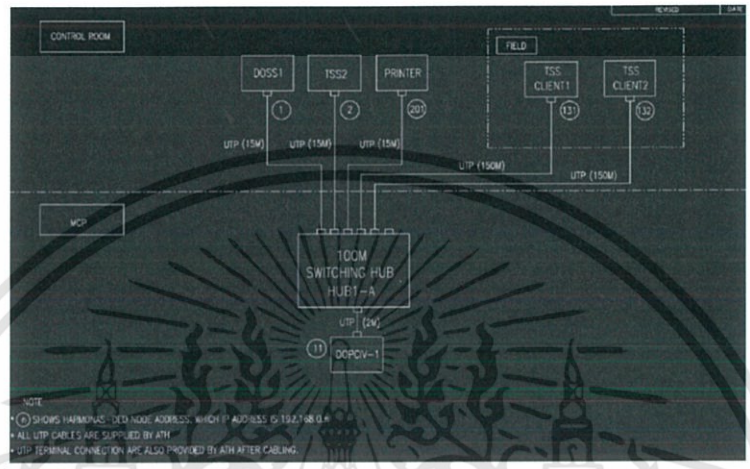
ซึ่งแบบ Internal Connection จะเขียนรายละเอียด โหนดการต่อ การต่อเทอมินอล (Terminal) การต่อ IS-barrier (Intrinsic Safety Barriers) รวมถึง กำหนดสีของสายไฟด้วย



ภาพที่ 3.5 ตัวอย่างการวาดแบบ FX-BUS Connection Diagram

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากภาพที่ 3.5 แสดงตัวอย่างการวาดแบบ FX-BUS Connection Diagram แบบในส่วนนี้จะแสดงให้เห็นได้ชัดเจนว่าโมดูลไหนบรรจุไว้ที่ตู้คอนโทรล 1 หรือ 2 และการต่อพ่วงกับ Extention Adapter และ Terminator



ภาพที่ 3.6 ตัวอย่างการวาดแบบ Network Cable Connection Diagram

จากภาพที่ 3.6 แสดงตัวอย่างการวาดแบบ Network Cable Connection Diagram จะแสดงการต่ออุปกรณ์ในระบบ ตำแหน่งของอุปกรณ์ผ่าน SWITCHING HUB ที่ต่อมาจาก Controller

3.3 เงื่อนไขของระบบควบคุมกระบวนการ

ทางบริษัทได้ออกแบบเงื่อนไขการควบคุมกระบวนการ ผู้จัดทำจึงจำเป็นต้องศึกษาขั้นตอนการควบคุมเพื่อใช้ในการสร้างโปรแกรมในบทที่ 3.5

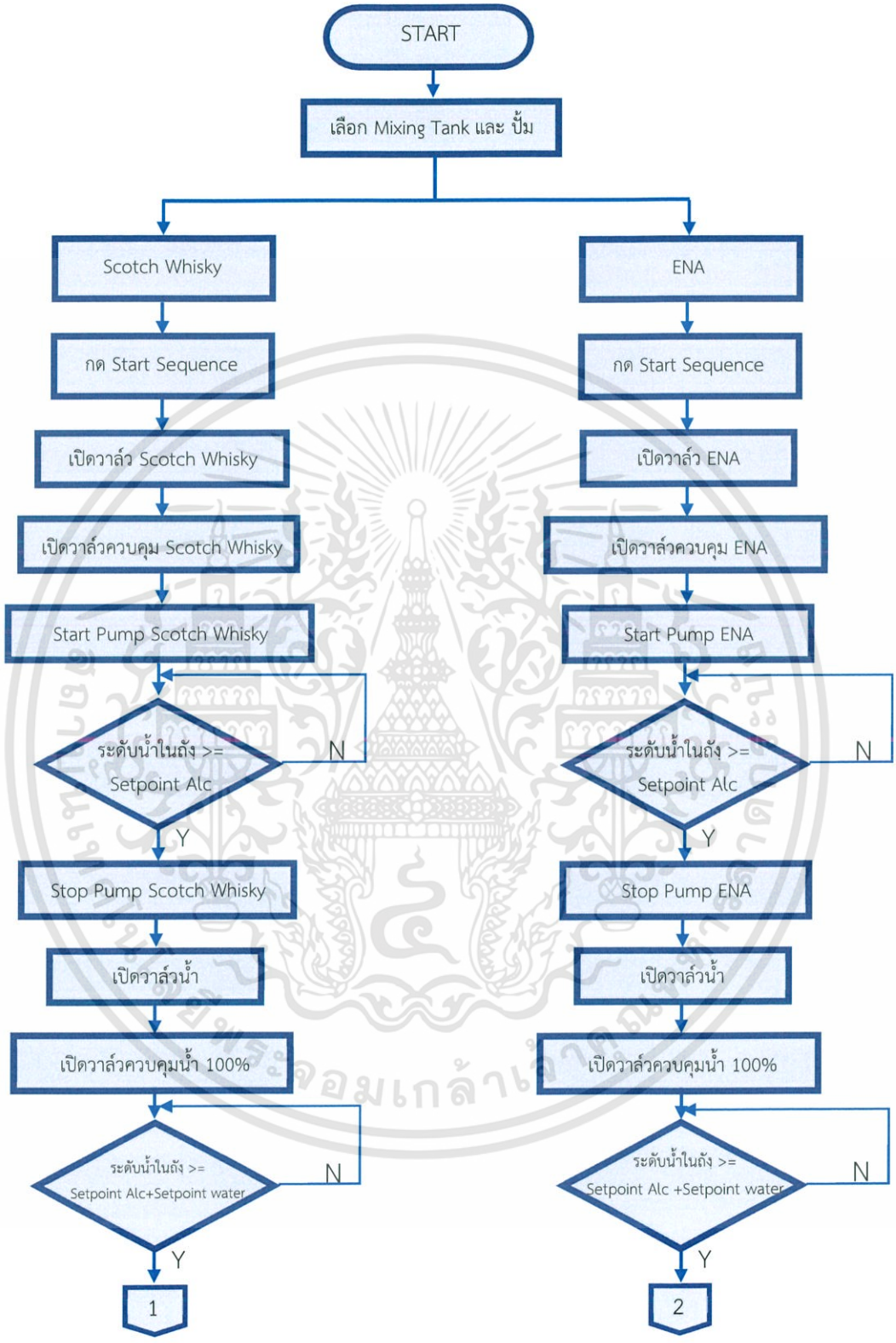
3.3.1 เงื่อนไขกระบวนการ Storage

กระบวนการทำงานในส่วนการนำวัตถุดิบเข้าถัง Storage หน่วยงานที่รับผิดชอบต้องการให้เป็นระบบ Manual จึงไม่มีการควบคุมการทำงานในส่วนนี้ เพียงแต่มีสัญญาณแจ้งเตือนและแสดงผลที่หน้าจอ HMI ในส่วนการส่งต่อไปยังถัง Mixing จะรวมอยู่ในหัวข้อ 3.3.2

3.3.2 เงื่อนไขกระบวนการ Mixing

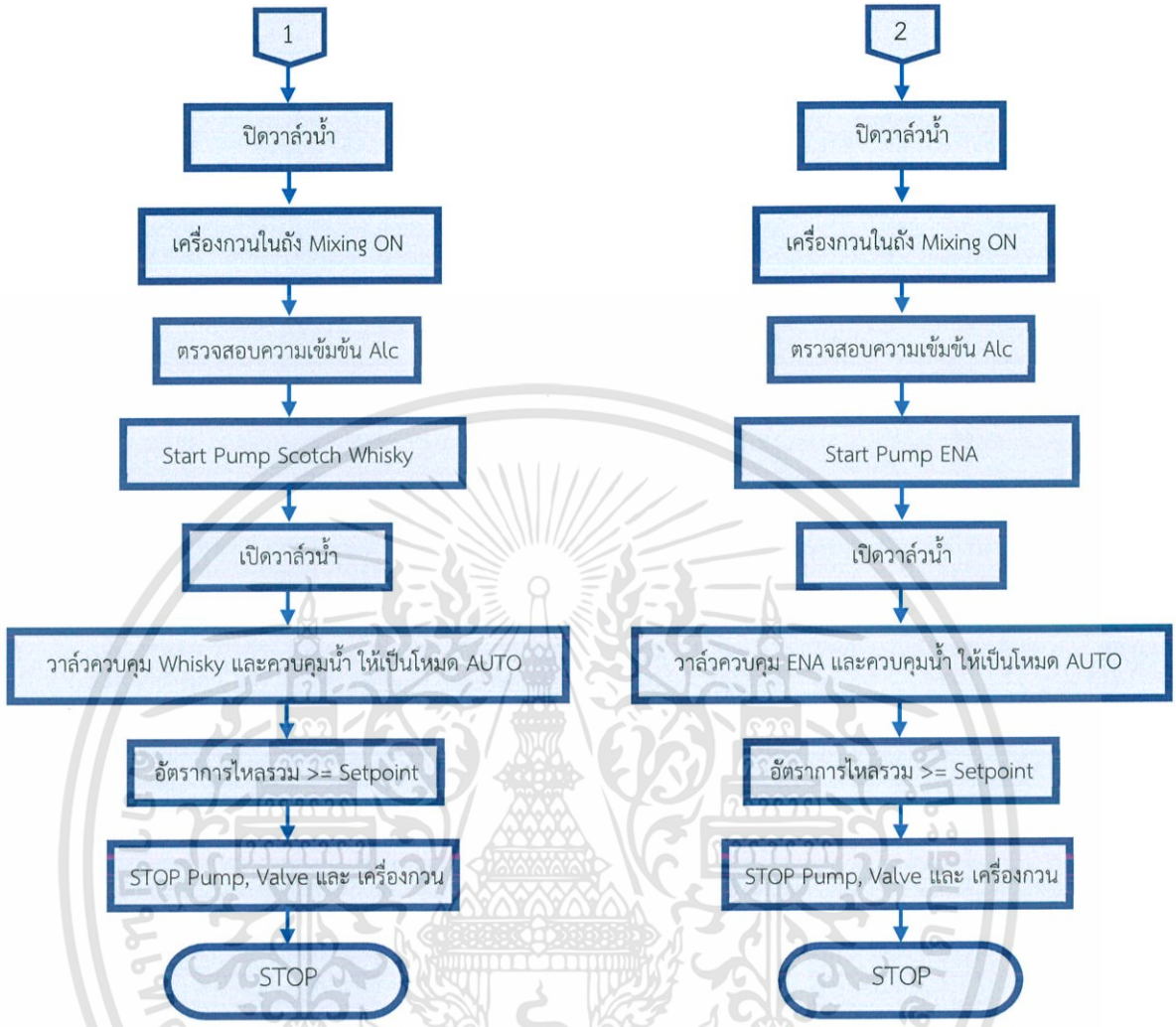
กระบวนการ Mixing คือ กระบวนการผสมแอลกอฮอล์และน้ำ ในอัตราส่วนที่กำหนด โดยจะเป็นขั้นตอนต่อจากช่วงถังเก็บ (Storage) ภายใน Mixing Tank จะมีเครื่องกวน (Agitator) ในการกวนส่วนผสมให้เข้ากัน เงื่อนไขการทำงานกระบวนการดังภาพที่ 3.7และ3.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.7 เงื่อนไขการทำงานกระบวนการ Mixing (1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.8 เงื่อนไขการทำงานกระบวนการ Mixing (2)

กระบวนการ Mixing ประกอบด้วย ถังผสม (Mixing Tank) 3 ถัง และมี Line Input 2 Line นั้นคือ Scotch Whisky และ ENA ซึ่งจะไม่สามารถ OPERATE 2 Line พร้อมกันได้

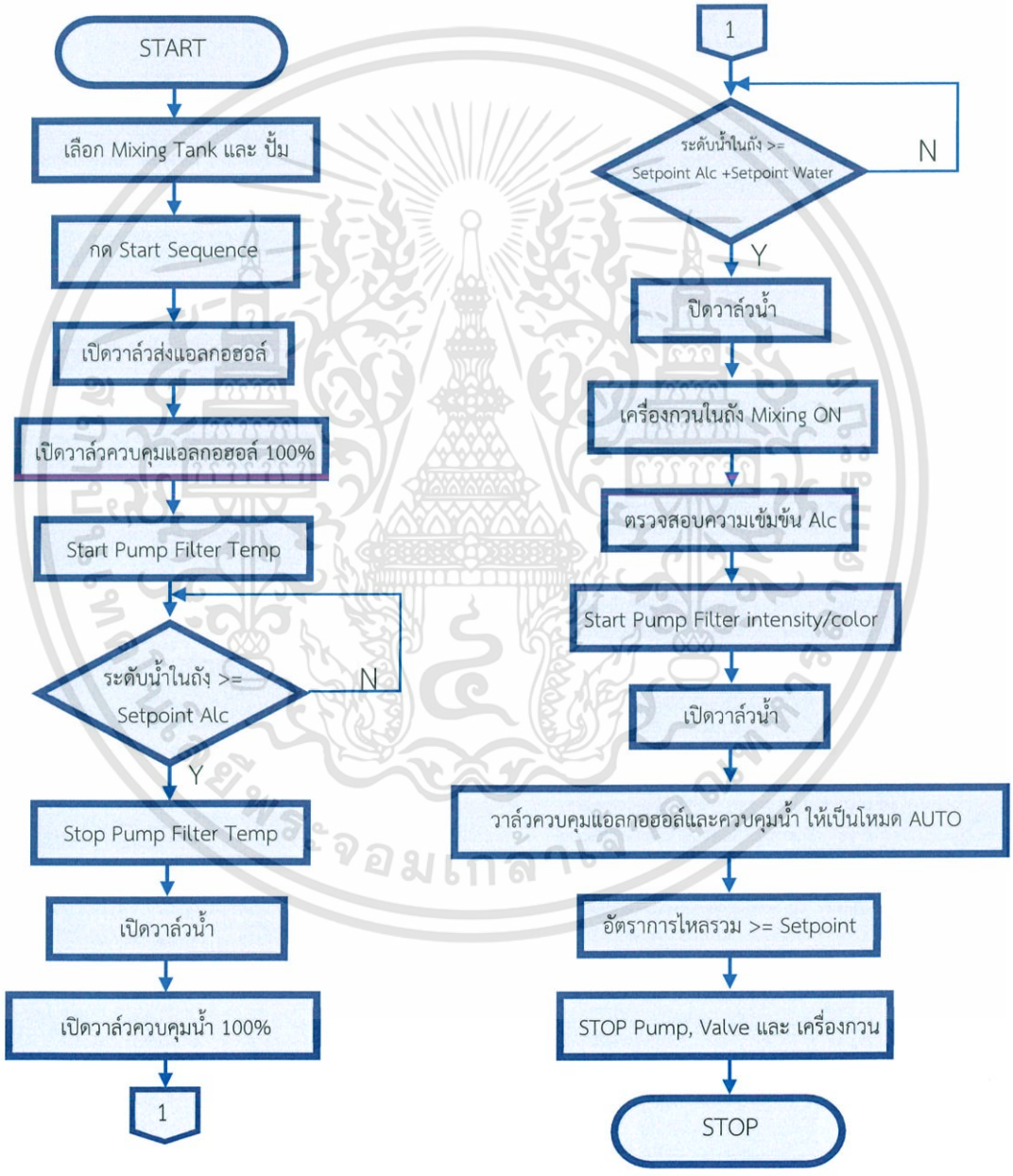
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3 เงื่อนไขการ Filter

การ Filter คือ กระบวนการปรับแต่งแอลกอฮอล์ให้ได้คุณภาพตามกำหนด แบ่งออกเป็น 3 กระบวนการ ได้แก่ Filter Intensity, Filter Color และ Filter Temperature

- Filter Intensity และ Filter Color

  Filter Intensity และ Filter Color มีเงื่อนไขการทำงานที่คล้ายกัน แตกต่างกันที่จุดประสงค์การทำงาน และปั๊มที่ใช้ในการส่งแอลกอฮอล์ ซึ่งมีเงื่อนไขการทำงานดังภาพที่ 3.9



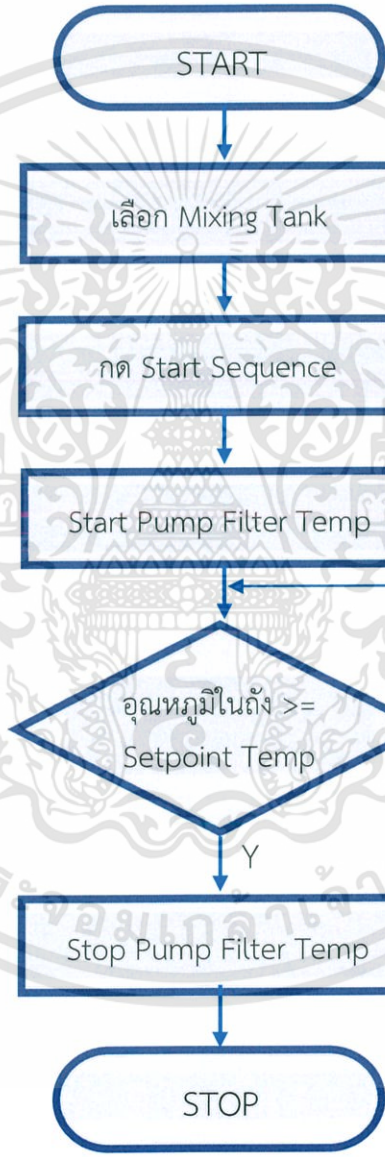
ภาพที่ 3.9 เงื่อนไขการทำงานกระบวนการ Filter Intensity และ Filter Color

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Filter Intensity มีจุดประสงค์ประความเข้มข้นของแอลกอฮอล์ ส่วน Filter Color มีจุดประสงค์กรองสีของแอลกอฮอล์

- Filter Temperature

  กระบวนการ Heater และ Chiller มีเงื่อนไขการทำงานที่เหมือนกัน และใช้ปั๊มตัวเดียวกันในการทำงาน ดังนั้นจึงไม่สามารถสั่งการทำงานในเวลาเดียวกันได้ โดยมีเงื่อนไขการทำงานดังภาพที่ 3.10



ภาพที่ 3.10 เงื่อนไขการทำงานกระบวนการ Filter Temperature

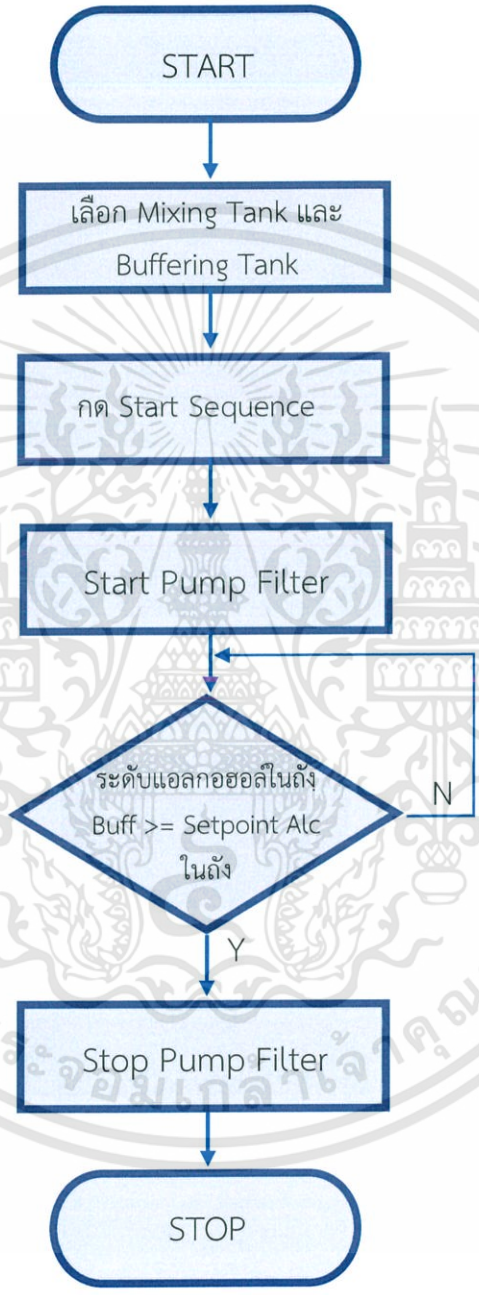
Heater: ขั้นตอนการเพิ่มอุณหภูมิให้กับแอลกอฮอล์ ในถัง Mixing Tank

Chiller: ขั้นตอนการลดอุณหภูมิให้กับแอลกอฮอล์ในถัง Mixing Tank

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.4 เงื่อนไขกระบวนการ Buffering

เป็นกระบวนการส่งต่อแอลกอฮอล์จาก Mixing Tank มายัง Buffering Tank ซึ่งอธิบายตามภาพที่ 3.11



ภาพที่ 3.11 เงื่อนไขการทำงานกระบวนการ Buffering

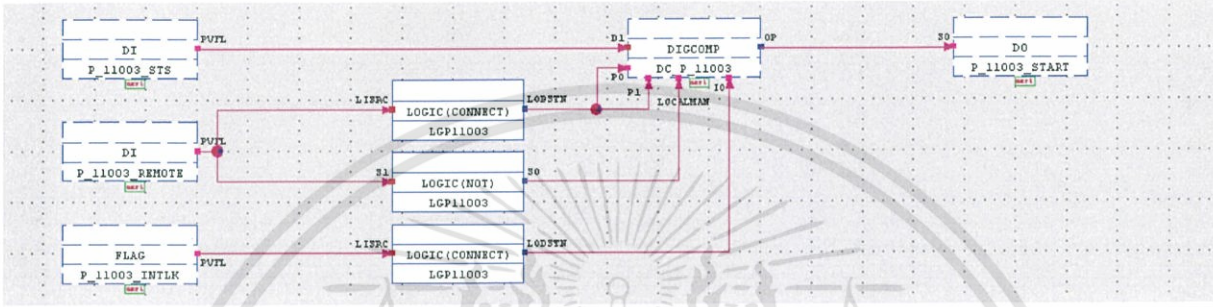
กระบวนการ Buffering ประกอบด้วย ถังพัก (Buffering Tank) 3 ถัง และมี Line Input 1 line นั้นมาจากกระบวนการ Mixing

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 โปรแกรมสำหรับควบคุมกระบวนการในส่วน Function Block Diagram

3.4.1 การเชื่อมโยง Function Block สำหรับสั่งการปั๊มและเครื่องกวน

การเชื่อมโยง Function Block สำหรับปั๊มและเครื่องกวน ทุกตัวมีลักษณะการสั่งการทำงานเช่นเดียวกัน ซึ่งจะถูกสั่งการด้วย Point Flag (FL) ในภาษา CL ผ่าน Point DIGCOMP (DC) ใน Function Block Diagram โดยมีลักษณะดังนี้

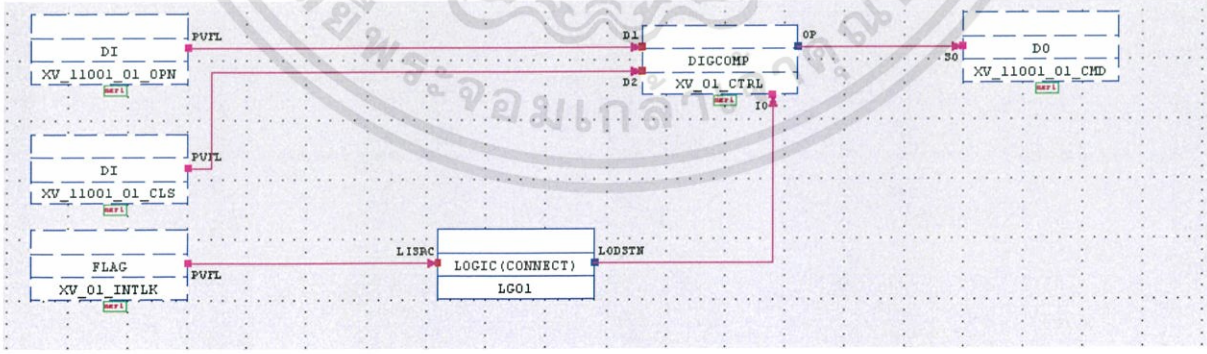


ภาพที่ 3.12 ตัวอย่างการเขียน Function Block Diagram สำหรับปั๊ม

จากภาพที่ 3.12 เป็นตัวอย่างการเขียน Function Block Diagram ของปั๊มโดย point DC นี้ จะตรวจสอบสัญญาณป้อนกลับจากปั๊ม (DI) หรือเครื่องกวน (DI) สถานะ Local/Remote (DI) และสัญญาณ Interlock (FL) ก่อนที่จะส่งสัญญาณให้กับ Point DO

3.4.2 การเชื่อมโยง Function Block สำหรับสั่งการโซลินอยด์วาล์ว

การเชื่อมโยง Function Block สำหรับโซลินอยด์ทุกตัวมีลักษณะการสั่งการทำงานเช่นเดียวกัน ซึ่งจะถูกสั่งการด้วย Point DIGCOMP (DC) ในภาษา CL โดย FBD มีลักษณะดังนี้



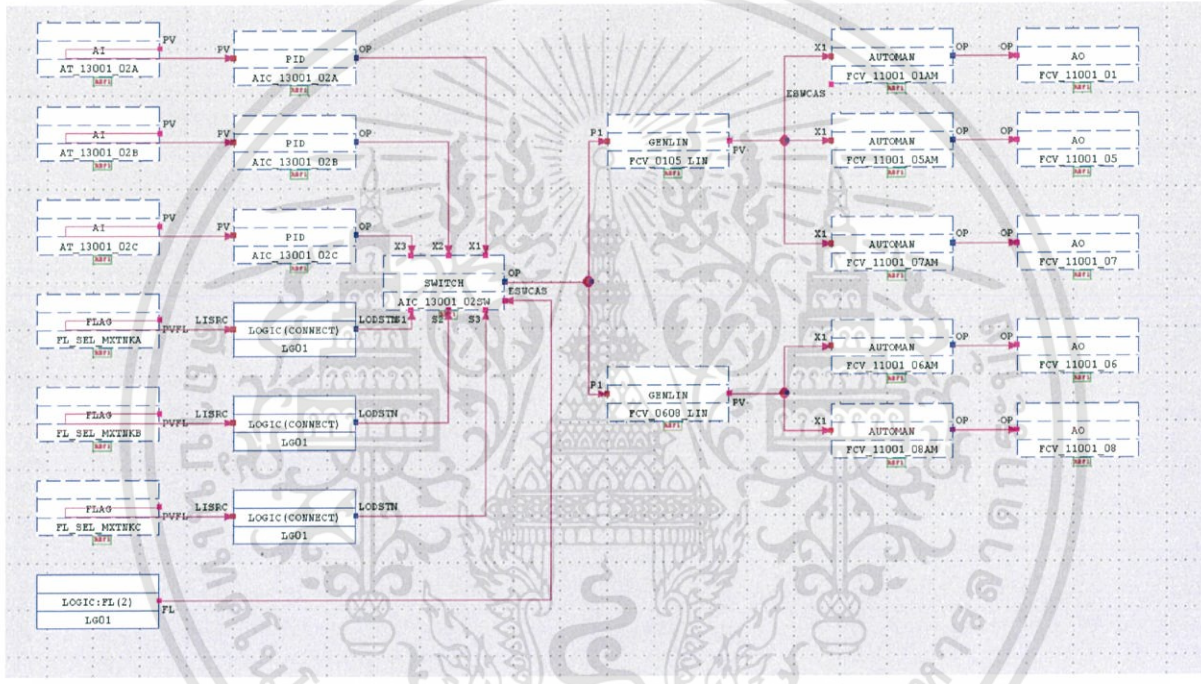
ภาพที่ 3.13 ตัวอย่างการเขียน Function Block Diagram สำหรับโซลินอยด์วาล์ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากภาพที่ 3.13 เป็นตัวอย่างการเขียน Function Block Diagram สำหรับโซลินอยด์วาล์ว โดย Point DC นี้ จะตรวจสอบสัญญาณป้อนกลับจากโซลินอยด์วาล์ว (DI) ทั้งสัญญาณบอกสถานะเปิด หรือสัญญาณบอกสถานะปิด และสัญญาณ Interlock (FL) ก่อนที่จะส่งสัญญาณให้กับ Point DO

3.4.3 การเชื่อมโยง Function Block สำหรับสั่งการวาล์วควบคุม

การเชื่อมโยง Function Block สำหรับวาล์วควบคุมโดย Function Block Diagram มีลักษณะดังนี้



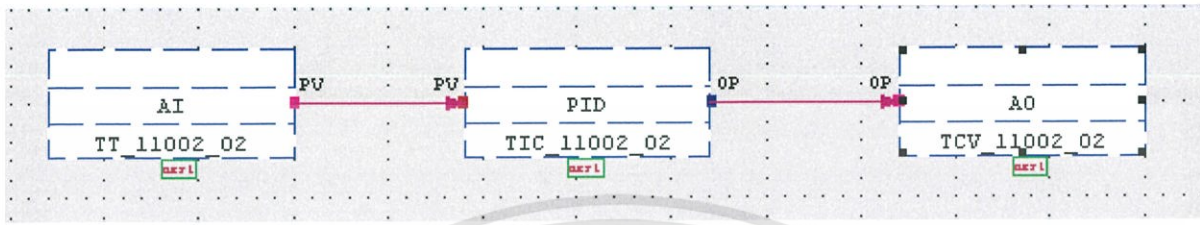
ภาพที่ 3.14 ตัวอย่างการเขียน Function Block Diagram สำหรับวาล์วควบคุม

จากภาพที่ 3.14 เป็นตัวอย่างการเขียน Function Block Diagram สำหรับวาล์วควบคุม เนื่องจากไม่ต้องการให้ Mixing Tank ทั้ง 3 มีการบรรจุ/ถ่ายเทของเหลวพร้อมกัน จึงใช้ Control Algorithms ประเภท Switch มาสับเปลี่ยนการทำงานเพื่อป้องกันการสั่งการพร้อมกัน โดยการสั่งการจะสั่งการผ่าน Point Flag (FL) ในภาษา CL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.4 การเชื่อมโยง Function Block สำหรับควบคุมอุณหภูมิ

การเชื่อมโยง Function Block สำหรับควบคุมอุณหภูมิ โดย Function Block Diagram มีลักษณะดังนี้

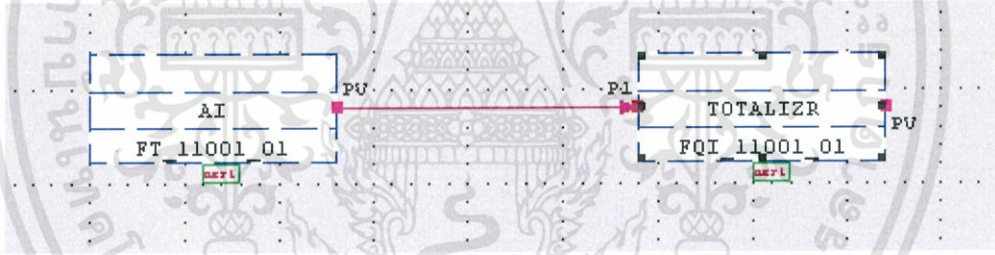


ภาพที่ 3.15 ตัวอย่างการเขียน Function Block Diagram สำหรับควบคุมอุณหภูมิ

จากภาพที่ 3.15 เป็นตัวอย่างการเขียน Function Block Diagram สำหรับควบคุมอุณหภูมิด้วย Point PID

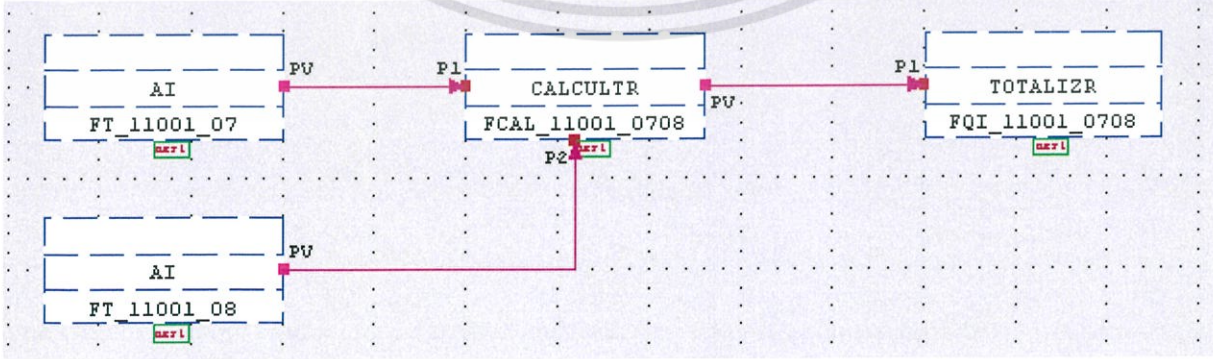
3.4.5 การเชื่อมโยง Function Block สำหรับอัตราการไหล

การเชื่อมโยง Function Block สำหรับอัตราการไหล ซึ่งจะใช้สำหรับวัดปริมาณน้ำและแอลกอฮอล์ และควบคุมปริมาณ โดย Function Block Diagram มีลักษณะดังนี้



ภาพที่ 3.16 ตัวอย่างการเขียน Function Block Diagram สำหรับวัดอัตราการไหล

จากภาพที่ 3.16 เป็นตัวอย่างการเขียน Function Block Diagram สำหรับวัดอัตราการไหล ใช้สำหรับเติมปริมาณแอลกอฮอล์ และเติมปริมาณน้ำ



ภาพที่ 3.17 ตัวอย่างการเขียน Function Block Diagram สำหรับคำนวนอัตราการไหลรวม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากภาพที่ 3.17 เป็นตัวอย่างการเขียน Function Block Diagram สำหรับคำนวนอัตราการไหลรวมเมื่ออยู่ในกระบวนการ Filter

3.5 โปรแกรมสำหรับควบคุมกระบวนการในส่วนภาษา Control language (CL)

จากการศึกษาการออกแบบเงื่อนไขของระบบควบคุมจากบทที่ 3.3 การสร้างโปรแกรมจึงเหมาะกับการเขียนการทำงานเป็นลำดับขั้น (Sequence) และ แบ่งโปรแกรมการควบคุมเป็น 2 ประเภท คือ ควบคุมอุปกรณ์ และ ควบคุมกระบวนการ

3.5.1 โปรแกรมสำหรับควบคุมอุปกรณ์

อุปกรณ์ที่ใช้ในการสั่งการในงานนี้ มีอยู่ 2 อย่างหลักๆ ได้แก่ปั๊มและเครื่องกวน การสั่งการการใช้งานโปรแกรมในส่วนนี้จะถูกควบคุมด้วยโปรแกรมที่ควบคุมกระบวนการ

1. **โปรแกรมควบคุมการทำงานของปั๊ม (Pump)**

- Phase Standby

```
STEP CONDI
IF FL_START_P_11003.PV = ON THEN GOTO STEP START
IF FL_STOP_P_11003.PV = OFF THEN GOTO STEP STOP
GOTO STEP CONDI
```

Step Condition: จะเป็นส่วนการเข้าสู่ Sequence ตรวจสอบว่า Flag ไหนที่ถูกสั่งการ

- Phase Start

```
                STEP START
L01       :     IF DC_P_11003.LOCALMAN = OFF THEN GOTO L011
                ELSE (
&               SEND(WAIT) :" P_11003 IS IN LOCAL MODE " ;
&               GOTO L01 )
L011 :  IF DC_P_11003.I0 = OFF THEN GOTO L02
                ELSE (
&               SEND(WAIT) :" P_11003 IS INTERLOCKED" ;
&               GOTO L011 )
L02 :   SET DC_P_11003.MODATTR = PROGRAM
                SET DC_P_11003.MODE = MAN
                SET DC_P_11003.OP = OPEN
                SET FL_START_P_11003.PV = OFF
                GOTO STEP CONDI
```

Step Start: การสั่งการทำงานปั๊มได้นั้น ปั๊มจะต้องอยู่ในสถานะ Remote และสั่งเปิดปั๊มโดยผ่าน Point DC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Phase Stop

```
STEP STOP
SET DC_P_11003.MODATTR = PROGRAM
SET DC_P_11003.MODE = MAN
SET DC_P_11003.OP = CLOSE
SET FL_STOP_P_11003.PV = OFF
SET DC_P_11003.MODATTR = OPERATOR
GOTO STEP CONDI
```

Step Stop: การสั่งปิดปั้ม นั้นจะต้องโดยผ่าน Point DC เช่นกัน และตั้งค่าให้กลับมาอยู่ในโหมด OPERATOR เพื่อรอรับคำสั่งใหม่อีกครั้ง

2. **โปรแกรมควบคุมการทำงานของเครื่องกวน (Agitator)**

การควบคุมการทำงานของเครื่องกวน ทุกตัวจะมีลักษณะการสั่งการทำงานเช่นเดียวกัน ซึ่งจะถูกสั่งการผ่าน Point Flag โดยเครื่องกวนจะถูกสั่งการมาจากกระบวนการ Mixing และ Filter

- Phase standby

```
STEP CONDI
        IF FL_START_AGI_B.PV = ON AND SEL_CIP4LINE.PV <> 2 THEN GOTO STEP START
        IF FL_STOP_AGI_B.PV = ON THEN GOTO STEP STOP
        IF FL_START_AGI_B.PV = ON AND SEL_CIP4LINE.PV = 2 THEN GOTO PHASE CIP
        GOTO STEP CONDI
```

Step Condition: จะเป็นส่วนการเข้าสู่ Sequence ตรวจสอบว่า Flag ไหนที่ถูกสั่งการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Phase start

```
PHASE START (HOLD FINISH)
        STEP PREPARE
                SET CIP1REQ_DC.MODATTR = PROGRAM
                SET CIP1REQ_DC.MODE = MAN
                SET CIP1REQ_DC.OP = ON
                WAIT WAIT_RES SECS
L03 :   IF CIPS1_STATUS.PV = RUN THEN GOTO STEP OPERATE
                ELSE (
&                       SEND (WAIT): "P_101 START FEEDBACK ERROR";
&                       GOTO L03)
        STEP OPERATE
                IF SEL_CIP1LINE.PV = 1 THEN SEND : "CIP01 (UNLOADING LINE ENA PUMP) SEQUENCE START "
                IF SEL_CIP1LINE.PV = 2 THEN SEND : "CIP01 (UNLOADING LINE WHISKY PUMP) SEQUENCE START"
                WAIT CIPS1_FINISH.PV = ON
                WAIT 10 SECS
END SEQ_CIP1

HOLD HANDLER FINISH (WHEN CIPS1_FINISH.PV = ON)
        SET CIP1REQ_DC.MODATTR = PROGRAM
        SET CIP1REQ_DC.MODE = MAN
        SET CIP1REQ_DC.OP       = OFF
        SET CIP1REQ_DC.MODATTR = OPERATOR
        IF SEL_CIP1LINE.PV = 1 THEN SEND : "CIP01 (UNLOADING LINE ENA PUMP) SEQUENCE FINISH "
        IF SEL_CIP1LINE.PV = 2 THEN SEND : "CIP01 (UNLOADING LINE WHISKY PUMP) SEQUENCE FINISH"
        SET FL_START_CIP_1.PV = OFF;
        SET SEL_CIP1LINE.PV = 0;
        RESTART
        RESUME PHASE STNBY
END FINISH
```

Step Start: การสั่งการทำงานเครื่องกวนได้นั้น เครื่องกวนจะต้องอยู่ในสถานะ Remote และสั่งเปิดเครื่องกวน โดยผ่าน Point DC

- Phase stop

```
        STEP STOP
                SET DC_A_13001B.MODATTR = PROGRAM
                SET DC_A_13001B.MODE = MAN
                SET DC_A_13001B.OP = CLOSE
                SET FL_STOP_AGI_B.PV = OFF
                SET DC_A_13001B.MODATTR = OPERATOR
                GOTO STEP CONDI
```

Step Stop: การสั่งปิดเครื่องกวน นั้นจะต้องโดยผ่าน Point DC เช่นกัน และตั้งค่าให้กลับมาอยู่ในโหมด OPERATOR เพื่อรอรับคำสั่งใหม่อีกครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.2 โปรแกรมสำหรับควบคุมกระบวนการ

การเขียนโปรแกรมควบคุมกระบวนการจะแบ่งออกเป็น 4 ส่วน นั้นคือ Storage Mixing Filter และ Buffering

1. **โปรแกรมควบคุมการทำงานกระบวนการ Storage**

ในกระบวนการ Storage จะควบคุมเพียงแต่ปั้มที่ทำหน้าที่สูบเข้าถัง Storage ซึ่งปั้มที่ทำหน้าที่สูบของเหลวเข้าถังนั้น ถูกสั่งการด้วยผู้ปฏิบัติการ

2. **โปรแกรมควบคุมการทำงานกระบวนการ Mixing**

กระบวนการ Mixing ทั้ง 3 Tank 2 Line มีระบบการทำงานที่เหมือนกัน เนื้อหาในส่วนนี้จะอธิบายเป็นเพียงตัวอย่างของระบบ Mixing 1 Tank 1 Line

- Phase Standby

```
STEP STRT_CON

        IF FL_START_SEQ1.PV = ON AND SEL_LINE_SEQ1.PV = 1 AND SEL_MIXING_TANK1.PV = 1 THEN (
&       SET FL_SEL_MXTNKA.PV = ON;
&       GOTO STEP FIL_ALC)
        ELSE GOTO STEP STRT_CON
```

Step Condition: จะเป็นส่วนการเข้าสู่ Sequence ตรวจสอบว่าเลือก line ไหน และ Mixing tank ไหน

- Phase Start

```
STEP FIL_ALC

L02 :   SET XV_01_CTRL.MODATTR = PROGRAM
        SET XV_01_CTRL.MODE = MAN
        SET XV_01_CTRL.OP = OPEN
        IF XV_11001_01_OPN.PV = ON THEN GOTO L03
        ELSE GOTO L02

L03 :   SET FCV_11001_01AM.MODATTR = PROGRAM
        SET FCV_11001_01AM.MODE = MAN
        SET FCV_11001_01AM.OP = 100
        SEND (WAIT): "PLEASE CONFIRM LINE UP";

L04 :   SET FL_START_P_13001.PV = ON
        IF P_13001_STS.PV = RUN THEN GOTO L05
        ELSE GOTO L04

L05 :   WAIT LT_13001_02A.PV >= SP_ALC_SEQ1.PV
L06  :  SET FL_STOP_P_13001.PV = ON
        IF P_13001_STS.PV = STOP THEN GOTO STEP FIL_H20
        ELSE GOTO L06
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Step FIL_ALC: เป็นขั้นตอนการเติมแอลกอฮอล์ จะสั่งการเปิดโซลินอยด์วาล์วและต่อด้วยเปิดวาล์วควบคุม แล้วจึงเปิดปั้มให้แอลกอฮอล์ไหลเข้า Mixing Tank จากนั้นก็เปรียบเทียบระดับน้ำกับค่า Setpoint แอลกอฮอล์

```
        STEP FIL_H20

L07 :   SET XV_06_CTRL.MODATTR = PROGRAM
                SET XV_06_CTRL.MODE = MAN
                SET XV_06_CTRL.OP = OPEN
                IF XV_11001_06_OPN.PV = ON THEN GOTO L08
                ELSE GOTO L07

L08 :   SET FCV_11001_06AM.MODATTR = PROGRAM
                SET FCV_11001_06AM.MODE = MAN
                SET FCV_11001_06AM.OP = 100

L09 :   WAIT LT_13001_02A.PV >= (SP_ALC_SEQ1.PV+SP_WATER_SEQ1.PV)

L10 :   SET XV_06_CTRL.MODATTR = PROGRAM
                SET XV_06_CTRL.MODE = MAN
                SET XV_06_CTRL.OP = CLOSE
                IF XV_11001_06_CLS.PV = ON THEN GOTO STEP AL_CTRL
                ELSE GOTO L10
```

Step FIL_Water: เป็นขั้นตอนการเติมน้ำ ซึ่งมีขั้นตอนเช่นเดียวกันกับ Step FIL_ALC เพียงแต่เปรียบเทียบระดับน้ำกับค่า Setpoint แอลกอฮอล์ รวมกับ Setpoint ของน้ำ

```
        STEP AL_CTRL

L11 :   SET FL_START_AGI_A.PV = ON
                IF A_13001A_STS.PV = RUN THEN GOTO L12
                ELSE GOTO L11

L12 :   SET AIC_13001_02A.MODATTR = PROGRAM
                SET AIC_13001_02A.MODE = MAN
                SET AIC_13001_02A.SP = SP_AIC_SEQ1.PV

L13 :   SET FL_START_P_13001.PV = ON
                IF P_13001_STS.PV = RUN THEN GOTO L15
                ELSE GOTO L13

L15 :   SET XV_06_CTRL.MODATTR = PROGRAM
                SET XV_06_CTRL.MODE = MAN
                SET XV_06_CTRL.OP = OPEN
                IF XV_11001_06_OPN.PV = ON THEN GOTO L16
                ELSE GOTO L15

L16 :   SET AIC_13001_02A.MODATTR = PROGRAM
                SET FCV_11001_01AM.MODATTR = PROGRAM
                SET FCV_11001_06AM.MODATTR = PROGRAM
                SET AIC_13001_02A.MODE = AUTO
                SET FCV_11001_01AM.MODE = CAS
                SET FCV_11001_06AM.MODE = CAS

L17 :   WAIT FQI_11001_0106.PV >= SP_TT_SEQ1.PV
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Step AL_CTRL: ขั้นตอนการสั่งการเครื่องกวนและ Point PID ระบบจะสิ้นสุดเมื่ออัตราการไหลของทั้งปั้มแอลกอฮอล์ และ ปั้มน้ำ ถึงจุด Setpoint รวม จึงจะเป็นการจบการทำงาน และจะต้องสั่งการให้ระบบจะเปลี่ยนพารามิเตอร์กลับมาให้อยู่ในสถานะพร้อมรับคำสั่งใหม่

3. โปรแกรมควบคุมการทำงานการ Filter

จากการศึกษาเงื่อนไขการทำงานของการ Filter ในบทที่ 3.3.3 พบว่า Filter Intensity และ Filter Color มีลักษณะเงื่อนไขการทำงานเช่นเดียวกัน โปรแกรมในส่วน Control Language จึงเขียนในลักษณะเดียวกัน แต่เงื่อนไขของ Filter Temperature มีลักษณะที่แตกต่างออกไป

➢ **โปรแกรมสั่งการทำงานของ Filter Intensity และ Filter Color**

การ Filter intensity และ Filter color มีเงื่อนไขการทำงานเช่นเดียวกัน เนื้อหาด้านล่างจะแสดงตัวอย่างกระบวนการ Filter color จาก Mixing Tank A ไปยัง Mixing Tank B

- Phase Standby

```
        STEP STRT_CON

             IF FL_START_FIL2.PV = ON AND SEL_LINE_SEQ3.PV = 3 AND SEL_MX_FIL2.PV = 1 THEN (
&                 SET FL_SEL_MXTNKA.PV = ON;
&                 GOTO STEP FIL_ALC)
             ELSE GOTO STEP STRT_CON
```

Step Condition: จะเป็นส่วนการเข้าสู่ Sequence ตรวจสอบการเลือก Mixing Tank และสั่งการให้ Point Control Valve พร้อมทำงาน

- Phase Start

```
       STEP FIL_ALC

L02 :  SET XV_07_CTRL.MODATTR = PROGRAM
           SET XV_07_CTRL.MODE = MAN
           SET XV_07_CTRL.OP = OPEN
           IF XV_11001_07_OPN.PV = ON THEN GOTO L03
           ELSE GOTO L02

L03 :  SET FCV_11001_07AM.MODATTR = PROGRAM
           SET FCV_11001_07AM.MODE = MAN
           SET FCV_11001_07AM.OP = 100
           SEND (WAIT): "PLEASE CONFIRM LINE UP";

L04 :  SET FL_START_P_13002.PV = ON
           IF P_13002_STS.PV = RUN THEN GOTO L41
           ELSE GOTO L04

L41 :  IF SEL_FIL2_MX.PV = 2 THEN GOTO L05
           ELSE GOTO L42

L05 :  IF LT_13001_02B.PV >= SP_ALC_FIL2.PV THEN (
&                  SET FL_STOP_P_13002.PV = ON;
&                  GOTO L06)
           ELSE GOTO L05

L06    :   SET FL_STOP_P_13002.PV = ON;
           WAIT 0 SECS
           IF P_13002_STS.PV = STOP THEN GOTO STEP FIL_H20
           ELSE GOTO L06
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Step FIL_ALC: เป็นขั้นตอนการเติมแอลกอฮอล์ที่ผ่านการ Mixing แล้ว จะสั่งการเปิดโซลินอยด์วาล์ว และต่อด้วยเปิดวาล์วควบคุม (ที่ส่งไปยังกระบวนการ Filter) แล้วจึงเปิดปั๊ม Filter ให้แอลกอฮอล์ไหลเข้า Mixing Tank จากนั้นก็เปรียบเทียบระดับน้ำกับค่า Setpoint แอลกอฮอล์

```
        STEP FIL_H20

L07 :   SET XV_06_CTRL.MODATTR = PROGRAM
                SET XV_06_CTRL.MODE = MAN
                SET XV_06_CTRL.OP = OPEN
                IF XV_11001_06_OPN.PV = ON THEN GOTO L08
                ELSE GOTO L07

L08 :   SET FCV_11001_08AM.MODATTR = PROGRAM
                SET FCV_11001_08AM.MODE = MAN
                SET FCV_11001_08AM.OP = 100

                IF SEL_FIL2_MX.PV = 2 THEN GOTO L09
                ELSE GOTO L81
L81 :   IF SEL_FIL2_MX.PV = 3 THEN GOTO L91
                ELSE SET FL_STOP_FIL2.PV = ON

L09 :   IF LT_13001_02B.PV >= (SP_ALC_FIL2.PV+SP_WATER_FIL2.PV) THEN GOTO L10
                ELSE GOTO L09

L10 :   SET XV_06_CTRL.MODATTR = PROGRAM
                SET XV_06_CTRL.MODE = MAN
                SET XV_06_CTRL.OP = CLOSE
                IF XV_11001_06_CLS.PV = ON THEN GOTO STEP AL_CTRL
                ELSE GOTO L10
```

Step FIL_Water: เป็นขั้นตอนการเติมน้ำลงในแอลกอฮอล์ที่ผ่านการ Mixing แล้ว ซึ่งมีขั้นตอนเช่นเดียวกันกับ Step FIL_ALC เพียงแต่เปรียบเทียบระดับน้ำกับค่า Setpoint แอลกอฮอล์รวมกับ Setpoint ของน้ำ

```
        STEP AL_CTRL

L101 :  IF SEL_FIL2_MX.PV = 2 THEN (
&                       SET FL_START_AGI_B.PV = ON;
&                       GOTO L11)


L11 :   IF A_13001B_STS.PV = RUN THEN GOTO L12
                ELSE GOTO L101

L12 :   SET AIC_13001_02B.MODATTR = PROGRAM
                SET AIC_13001_02B.MODE = MAN
                SET AIC_13001_02B.SP = SP_AIC_FIL2.PV
                GOTO L13

L13 :   SET FL_START_P_13002.PV = ON
                IF P_13002_STS.PV = RUN THEN GOTO L14
                ELSE GOTO L13

L14 :   SET XV_06_CTRL.MODATTR = PROGRAM
                SET XV_06_CTRL.MODE = MAN
                SET XV_06_CTRL.OP = OPEN
                IF XV_11001_06_OPN.PV = ON THEN GOTO L151
                ELSE GOTO L14

L151 :  IF SEL_FIL2_MX.PV = 2 THEN GOTO L16
                ELSE GOTO L152

L16 :   SET AIC_13001_02B.MODATTR = PROGRAM
                SET AIC_13001_02B.MODE = AUTO
                GOTO L165

L165 :  SET FCV_11001_07AM.MODATTR = PROGRAM
                SET FCV_11001_08AM.MODATTR = PROGRAM
                SET FCV_11001_07AM.MODE = CAS
                SET FCV_11001_08AM.MODE = CAS

L17 :   IF FQI_11001_0708.PV >= SP_VLM_FIL2.PV THEN GOTO STEP CLEAR
                ELSE GOTO L17
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Step AL_CTRL: ขั้นตอนการสั่งการเครื่องกวน และ Point PID ระบบจะสิ้นสุดเมื่ออัตราการไหลของทั้งปั้มแอลกอฮอล์ และปั้มน้ำถึงจุด Setpoint รวม จึงจะเป็นการจบการทำงาน และจะต้องสั่งการให้ระบบจะเปลี่ยนพารามิเตอร์กลับมาให้อยู่ในสถานะพร้อมรับคำสั่งใหม่

ซึ่งระบบนี้มีความคล้ายคลึงกับกระบวนการ Mixing เพียงแต่จุดประสงค์ของ Filter นั้น เพื่อแต่งเติมรายละเอียดของแอลกอฮอล์

➢ โปรแกรมสั่งการทำงานของ Filter Temperature

กระบวนการ Filter Temperature เป็นกระบวนการเพิ่ม/ลดอุณหภูมิ ซึ่งจะมีลักษณะกระบวนการที่เหมือนกัน แต่ใช้ PID แยกกัน

- Phase Standby

```
STEP STRT_CON
        IF FL_START_FILT.PV = ON AND SEL_FILT_LINE.PV = 3 AND SEL_MX_FILT.PV <> 0 AND SEL_FILT_BUFFER.PV = 0 THEN (
&               SEND : "FILTERING LINE (CHILLER) SEQUENCE START";
&               GOTO STEP TRANSFER)
        ELSE GOTO STEP STRT_CON
```

Step Condition: จะเป็นส่วนการเข้าสู่ Sequence ตรวจสอบการเลือก Mixing Tank การเลือกประเภท Filter Intensity

- Phase Start

```
STEP TRANSFER
        SET TIC_11001_01.MODATTR = PROGRAM
        SET TIC_11001_01.MODE = MAN
        SET TIC_11001_01.OP = 0
        SET TIC_11002_02.MODATTR = PROGRAM
        SET TIC_11002_02.MODE = AUTO
        SEND (WAIT) : "CONFIRM ACTION ?"
        SET FL_START_P_11003.PV = ON
        IF SEL_MX_FILT.PV = 1 THEN (
&               WAIT TT_13001_02A.PV <= SP_TEMP_MX.PV;
&               GOTO STEP CLEAR)
        IF SEL_MX_FILT.PV = 2 THEN (
&               WAIT TT_13001_02B.PV <= SP_TEMP_MX.PV;
&               GOTO STEP CLEAR)
        IF SEL_MX_FILT.PV = 3 THEN (
&               WAIT TT_13001_02C.PV <= SP_TEMP_MX.PV;
&               GOTO STEP CLEAR)
```

Step Transfer: ระบบจะตั้งให้ PID ใน Sequence นั้นเป็นโหมด AUTO และเปิดปั้มจนกว่าจะได้อุณหภูมิที่ต้องการ จึงจะหยุดกระบวนการ และจะต้องสั่งการให้ระบบจะเปลี่ยนพารามิเตอร์กลับมาให้อยู่ในสถานะพร้อมรับคำสั่งใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. โปรแกรมควบคุมการทำงานกระบวนการ Buffering

กระบวนการ Buffering เป็นกระบวนการที่รับช่วงต่อจากกระบวนการ Filter Temperature เนื้อหาด้านล่างจะแสดงตัวอย่างกระบวนการส่งแอลกฮอร์มายัง Buffering Tank

- Phase Standby

```
!
        STEP STRT_CON
                IF FL_START_FILT.PV = ON AND SEL_FILT_LINE.PV = 1 AND SEL_MX_FILT.PV = 1 AND SEL_FILT_BUFFER.PV <> 0 THEN (
&                       SEND : "FILTERING LINE (TO BUFFER TANK) SEQUENCE START";
&                       GOTO STEP TRANSFER)
                ELSE GOTO STEP STRT_CON
```

Step Condition: จะเป็นส่วนการเข้าสู่ Sequence ตรวจสอบการเลือก Mixing Tank และ Buffering Tank

- Phase Start

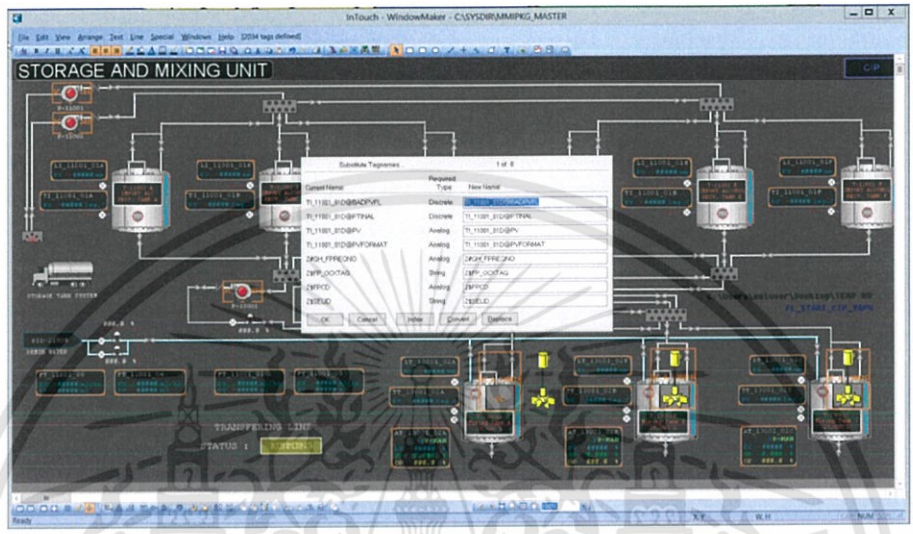
```
        STEP TRANSFER
                SET TIC_11001_01.MODATTR = PROGRAM
                SET TIC_11001_01.MODE = MAN
                SET TIC_11001_01.OP = 0
                SET TIC_11002_02.MODATTR = PROGRAM
                SET TIC_11002_02.MODE = MAN
                SET TIC_11002_02.OP = 0
                SEND (WAIT) : "CONFIRM ACTION ?"
                SET FL_START_P_13002.PV = ON
                IF SEL_FILT_BUFFER.PV = 1 THEN (
&                       WAIT LT_16001_03A.PV >= SP_LT_BUFFER.PV;
&                       GOTO STEP CLEAR)
                IF SEL_FILT_BUFFER.PV = 2 THEN (
&                       WAIT LT_16001_03B.PV >= SP_LT_BUFFER.PV;
&                       GOTO STEP CLEAR)
                IF SEL_FILT_BUFFER.PV = 3 THEN (
&                       WAIT LT_16001_03C.PV >= SP_LT_BUFFER.PV;
&                       GOTO STEP CLEAR)
```

Step Transfer: ระบบจะตั้งให้ PID ใน Sequence Heater และ Chiller เป็นโหมด MAN และเปิดปั๊มเพื่อส่งแอลกอฮอล์จากถัง Mixing Tank ไปยัง ถัง Buffering Tank จนกระทั่งในถัง Buffering Tank ที่เลือกมีระดับแอลกอฮอล์ถึงค่า Setpoint จึงจะหยุดกระบวนการ และจะต้องสั่งการให้ระบบจะเปลี่ยนพารามิเตอร์กลับมาให้อยู่ในสถานะพร้อมรับคำสั่งใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

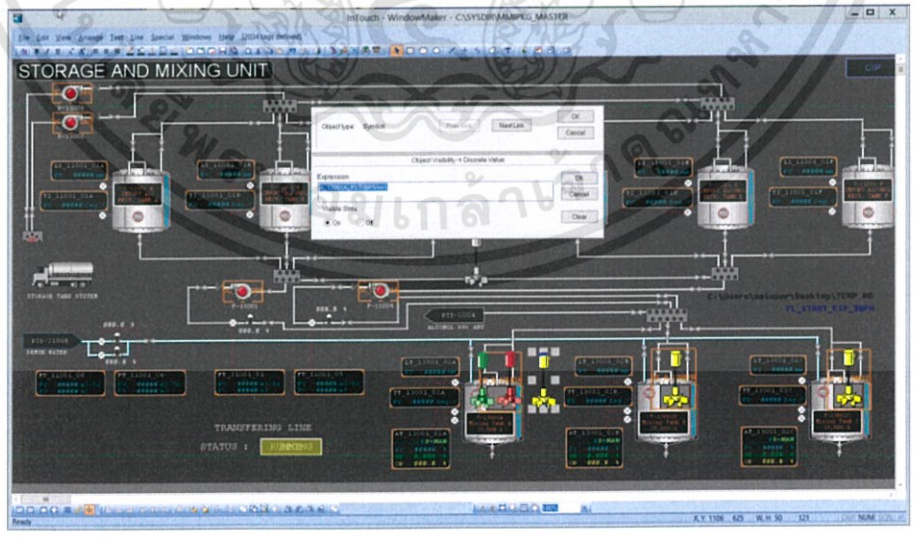
3.6 ปรับแก้กราฟิกสำหรับกระบวนการผสม

การทำกราฟิกใช้โปรแกรม Window Maker ในการสร้าง เนื่องจากทางบริษัทได้ออกแบบหน้าจอแสดงผลเรียบร้อยแล้ว ขั้นตอนนี้คือการ Tag ชื่ออุปกรณ์และพารามิเตอร์ให้แสดงผลตามที่ต้องการ (indicator) ตามภาพที่ 3.18



ภาพที่ 3.18 ตัวอย่างการ Tag ชื่ออุปกรณ์กับ Indicator

นอกจากนี้เงื่อนไขของหน่อยงานที่รับผิดชอบต้องการ ให้อุปกรณ์บางชนิดมีการเปลี่ยนสีเมื่อเปลี่ยนสถานะ อย่างเช่นเครื่องกวนและปั๊ม จึงต้องมีการเขียนเงื่อนไขในโปรแกรมนี้บางส่วน ตัวอย่างเช่น ภาพที่ 3.19



ภาพที่ 3.19 ตัวอย่างการเขียนเงื่อนไขใน Window Maker

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการทดสอบ

4.1 กล่าวนำ

ในบทที่ 3 ได้มีการกล่าวถึงการดำเนินงานในขั้นตอนต่างๆ ซึ่งในบทนี้จะกล่าวถึงผลการดำเนินงานโดยจะแบ่งดังนี้

1. การติดตั้งฮาร์ดแวร์ และการทดสอบการติดต่อของระบบ
2. ผลการทดสอบระบบ

ซึ่งการทดสอบในครั้งนี้เป็นการจำลองป้อนค่าผ่านโปรแกรม (Simulation)

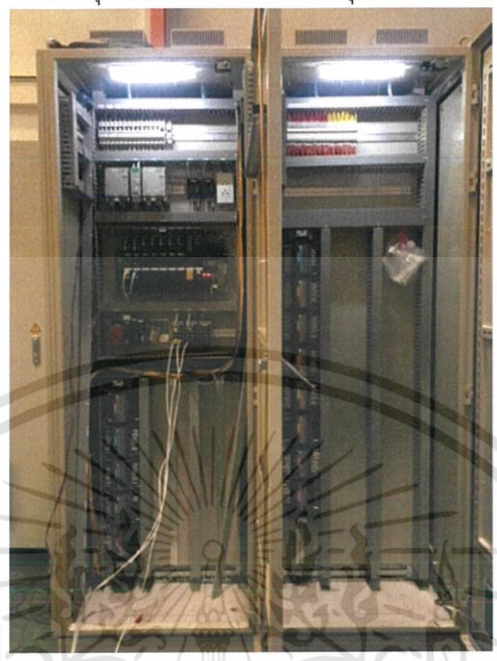
4.2 การติดตั้งฮาร์ดแวร์ และการทดสอบการติดต่อของระบบ

4.2.1 วิธีการ

การทดสอบนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อทดสอบตู้คอนโทรลหลังจากที่ส่งแบบให้กับผู้รับเหมาเพื่อจัดทำตู้คอลโทรล โดยแบ่งเป็นสองส่วน คือ ส่วนอุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุม และส่วนอุปกรณ์ที่ใช้ติดต่อกับอุปกรณ์ภาคพื้นสนาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ส่วนอุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุม



ภาพที่ 4.1 ตู้ควบคุมส่วนอุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุม

จะต้องกำหนด Address ให้กับตัวอุปกรณ์ให้เรียบร้อย หากมีการจ่ายไฟ อุปกรณ์ทุกตัวจะต้องไม่แสดงสถานะ ERROR

ภาพที่ 4.2 ตู้ควบคุมส่วนอุปกรณ์ที่ใช้ติดต่อกับอุปกรณ์ภาคพื้นสนาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ส่วนอุปกรณ์ที่ใช้ติดต่อกับอุปกรณ์ภาคพื้นสนาม

วิธีการทดสอบของอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อ AI AO DI และ DO แตกต่างกันดังนี้

AI: ใช้วิธีการจำลองค่าโดยส่งจาก Current Source และดูค่าที่จอ Monitor

AO: ใช้วิธีการจำลองค่าโดยส่งจาก Host station และวัดที่ Terminal ด้วย Ammeter

DI: ใช้วิธีการจำลองค่าโดยการ Shot Circuit เพื่อให้ครบวงจร และสังเกตุที่จอ Monitor

DO: ใช้วิธีการจำลองค่าโดยส่งจาก Host station และวัดที่ Relay ด้วย Voltmeter

4.2.2 ผลการทดสอบการติดต่อระบบ

จากการทดสอบการต่อสาย (Wiring) อุปกรณ์ทุกตัวมีการต่อสายไฟถูกต้องตรงตามแบบที่สร้างไว้ สามารถ Download โปรแกรมลง Controller และติดต่อกับ อุปกรณ์ I/O Module ได้

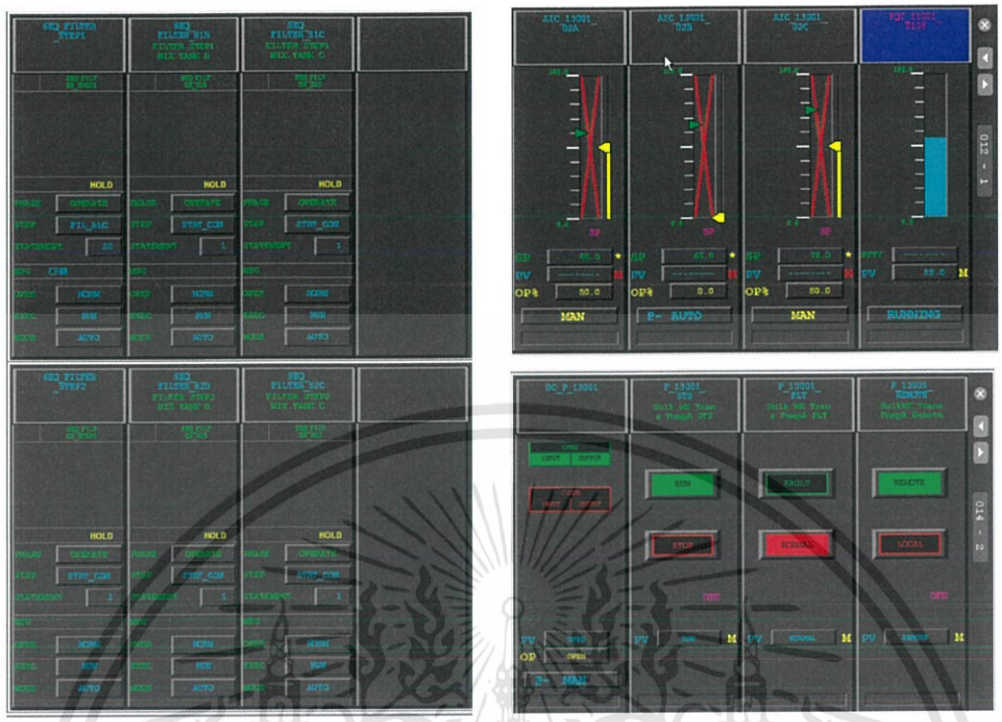
4.3 ผลการทดสอบระบบ และ กราฟิก

4.3.1 วิธีการ

การทดสอบนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อทดสอบระบบควบคุมและหน้าจอ Monitor เพื่อให้ได้ตามเป้าหมายที่หน่วยงานที่รับผิดชอบกำหนด

การทดสอบระบบจะใช้วิธีการจำลองค่า (Simulation) โดยป้อนอินพุททั้งดิจิทัลและแอนะล็อกด้วยโปรแกรม โดยการสร้าง Group Assignment ใส่ Tagname ที่ต้องการจะ Control และ Monitor ในโปรแกรม Harmonas DEO สำหรับจำลองข้อมูล และสังเกตุผลจากจอ Monitor ผ่านโปรแกรม Harmonas DEO

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.3 ตัวอย่าง Group Assignment

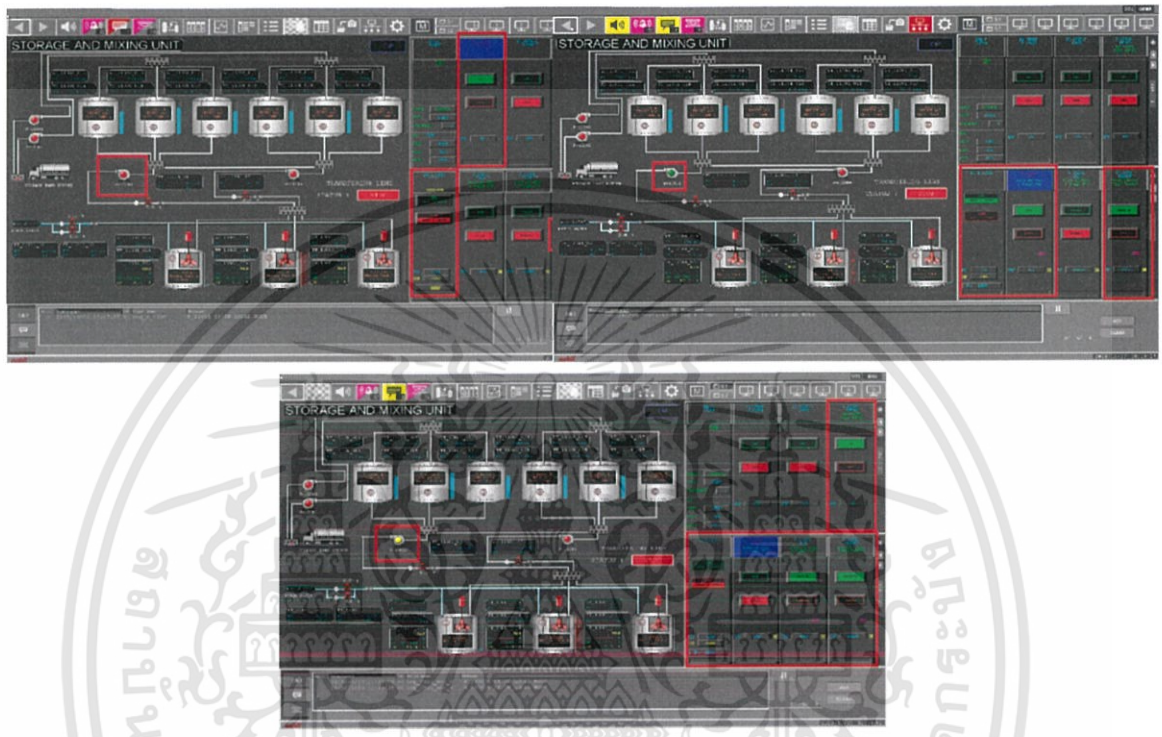
4.3.2 ผลการทดสอบระบบและการแสดงผล

การทดสอบระบบจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ ทดสอบการสั่งการอุปกรณ์ และทดสอบการทำงานของกระบวนการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

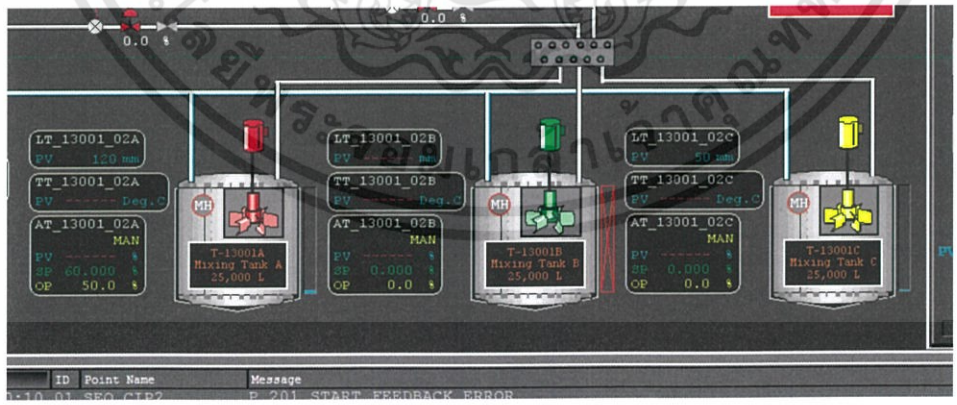
- การทดสอบการสั่งการอุปกรณ์ปั้มและเครื่องกวน

การทดสอบปั้มและเครื่องกวน สรุปได้ว่า มีการสั่งการตามเงื่อนไขที่ได้โปรแกรมไว้โดยสมบูรณ์และสามารถแสดงผลเปลี่ยนสีสถานะได้ตามข้อกำหนด



ภาพที่ 4.4 การทดสอบปั้มในโหมดต่างๆ

เช่นเดียวกันกับเครื่องกวน

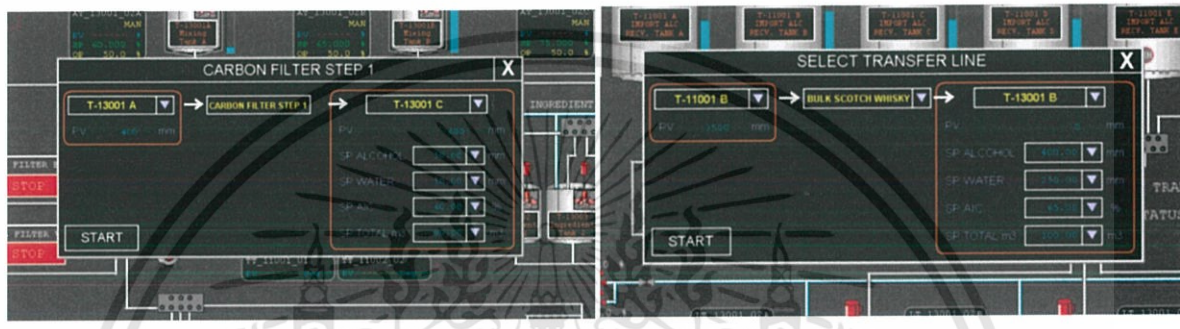


ภาพที่ 4.5 ตัวอย่างการเปลี่ยนสีของเครื่องกวน

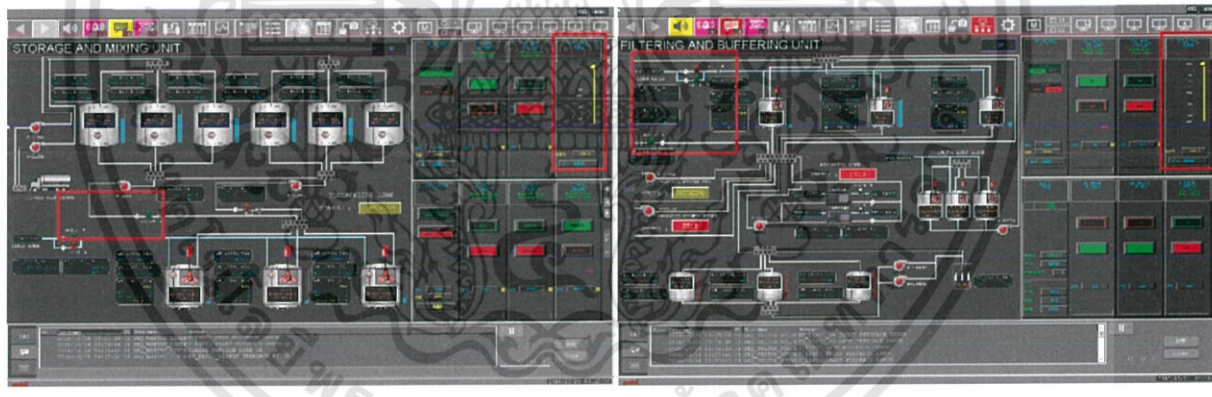
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การทดสอบกระบวน Storage, Mixing, Filter และ Buffering

การทดลองระบบ Storage, Mixing, Filter และ Buffering สรุปได้ว่า เมื่อสั่งเริ่มการทำงานของระบบผ่านหน้าจอ ระบบสามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่องและสั่งการปั๊ม เครื่องกวน ได้อย่างอัตโนมัติ นอกจากนี้การแสดงผลของวาล์วควบคุมจะถูกเปลี่ยนสีเมื่อมีการเปลี่ยนสถานะ ซึ่งเป็นไปตามเงื่อนไขของโปรแกรมที่สร้างไว้



ภาพที่ 4.6 ตัวอย่างทดสอบสั่งการระบบผ่านหน้าจอ



ภาพที่ 4.7 ตัวอย่างทดสอบวาล์วควบคุมที่ถูกสั่งการด้วยโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผล ปัญหาและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลดำเนินงาน

จากการดำเนินงานสร้างระบบควบคุมการผลิตสุรา มีการสร้างกระบวนการผลิตใหม่โดยเป็นระบบอัตโนมัติที่ใช้ร่วมกับระบบคน และกระบวนการเป็นประเภท Batch Process ซึ่งทำงานด้วยระบบ DCS Harmonas DEO และแสดงผลผ่านกราฟิกที่ง่ายต่อการเข้าใจของผู้ปฏิบัติงาน สามารถติดตามและควมคุมกระบวนการ สถานะการทำงานได้จากหน้าจอโปรแกรม Harmonas DEO ระบบนี้ถูกสร้างขึ้นตามเงื่อนไขและความต้องการของหน่วยงานที่รับผิดชอบ ได้มีการทดสอบระบบการสั่งการ และการแสดงผลผ่านโปรแกรมจำลอง ซึ่งสามารถทำงานได้ถูกต้องตามเป้าหมายและในระยะเวลาที่กำหนด พร้อมที่จะทดสอบและปรับแก้กับระบบจริง

5.2 ปัญหาและวิธีการแก้ไข

5.2.1 ปัญหา

เนื่องจากระหว่างดำเนินงานเป็นการสร้างและวางระบบใหม่ของหน่วยงานที่รับผิดชอบ ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงเงื่อนไขการทำงาน และ จำนวนตัวแปรอยู่บ่อยครั้ง จึงต้องมีการแก้ไขตามความต้องการของหน่วยงานที่รับผิดชอบอยู่เสมอ

5.2.2 วิธีการแก้ไข

ติดตามการเปลี่ยนแปลงอยู่สม่ำเสมอ

5.3 ข้อเสนอแนะ

การจัดเรียงและสร้างรูปแบบการเขียนโปรแกรม เป็นสิ่งสำคัญที่จะช่วยให้สะดวกต่อการแก้ไขและเข้าใจได้ง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] **กระบวนการผลิตสุราทั่วไป แหล่งที่มา:** https://spirits.eu/spirits/a-spirit-of-tradition/distillation-process

[2] **ข้อมูลโดยทั่วไปของดีซีเอส แหล่งที่มา**: http://nadthachai141.blogspot.com

[3] **องค์ประกอบดีซีเอสของ Harmonas-DEO แหล่งที่มา:** Harmonas-DEO Introduction to Engineering

[4] **Process Controller แหล่งที่มา:** Controller Reference Manual DOPC4.PDF

[5] **I/O Module แหล่งที่มา:** I/O Module with HART Communication .PDF

[6] **FX-BUS แหล่งที่มา:** FX-BUS Input/Output Equipment Hardware Manual.PDF

[7] **สัญญาณแอนะล็อก และสัญญาณดิจิตอล แหล่งที่มา:** http://www.scimath.org/article/item/4819-analog-digital

[8] **โปรแกรม RTC Editor แหล่งที่มา:** Harmonas-DEO RTC User's Guide.PDF และ Harmonas-DEO Parameter Reference Manual.PDF

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้