รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

การสร้างระบบควบคุมแบบลำดับและเอชเอ็มไอบนพื้นฐานดีซีเอส Foxboro Evo สำหรับการผสมกึ่งแห้ง

Sequence Control and HMI Implementation Based on Foxboro Evo DCS for Thick Mixing Process

นางสาว จิราภา หงส์ทองสกุล

หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอัตโนมัติ
ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2560

รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

การสร้างระบบควบคุมแบบลำดับและเอชเอ็มไอบนพื้นฐานดีซีเอส Foxboro Evo สำหรับการผสมกึ่งแห้ง

Sequence Control and HMI Implementation Based on Foxboro Evo DCS for Thick Mixing Process

นางสาว จิราภา หงส์ทองสกุล

หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอัตโนมัติ
ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2560

ชื่อโครงงานสหกิจศึกษา	การสร้างระบบควบคุมแบบลำดับและเอชเอ็มไอบนพื้นฐานดีซีเอส Foxboro Evo สำหรับการผสมกึ่งแห้ง
ชื่อ – สกุล นักศึกษา	นางสาวจิราภา หงส์ทองสกุล รหัสนักศึกษา 57010198
หลักสูตร	วิศวกรรมอัตโนมัติ
คณะ	วิศวกรรมศาสตร์
ชื่อ – สกุล อาจารย์นิเทศ	รศ.ดร.ไสว พงศ์สวัสดิ์
	ผศ.สาท คำมูล
ชื่อ – สกุล ผู้นิเทศงาน	คุณพรพิมล วัฒโนภาษ
ชื่อสถานประกอบการ	บริษัท ชไนเดอร์ อิเล็กทริค ซิสเต็มส์ (ประเทศไทย) จำกัด
ปีการศึกษา	2560

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้มีจุดมุ่งหมายในการสร้างระบบควบคุมแบบลำดับและหน้าจอแสดงผล (HMI) สำหรับกระบวนการผสมแบบกึ่งแห้งในโรงงานผลิตเครื่องดื่มมอลต์แห่งหนึ่ง โดยมีจุดประสงค์ในการสร้างบนพื้นฐาน DCS Foxboro Evo นอกเหนือจากนี้มีระบบฐานข้อมูลสำหรับจัดเก็บและประมวลผลข้อมูลของกระบวนการ จากผลการทดลองยืนยันได้ว่าระบบที่สร้างขึ้นสามารถทำงานได้อย่างถูกต้อง

คำสำคัญ : ดีซีเอส, Foxboro, FoxViewFoxDraw, IACC

Co-operative Title:	Sequence Control and HMI Implementation Based on Foxboro Evo DCS for Thick Mixing Process
Student intern name:	Miss Jirapa Hongtongsakul No. 57010198
Program	Automation Engineering
Faculty	Engineering
Advisor name:	Assoc. Prof. Dr. Sawai Pongsawatd
	Asst.Prof.Sart Kummool
Mentor name:	Miss Pornpimol Watthanopas
Company:	Schneider Electric Systems (Thailand) Co.,Ltd

ABSTRACT

This thesis aims at implementing the sequence control and human machine interface (HMI) for thick mixing process at an instant malt drink manufacturer. The proposed implementation is based on a distributed control system (DCS) modeled Foxboro Evo. In addition, the production tracking database for collecting and analysis the major process variables are also created. Experimental results confirm that the implemented system can be correctly operated.

Keyword: DCS, Foxboro, FoxViewFoxDraw, IACC

กิตติกรรมประกาศ

รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์ฉบับนี้ลุล่วงด้วยดี เนื่องด้วยความอนุเคราะห์จากบริษัท ชไนเดอร์ อิเล็คทริค ซิสเต็มส์ (ประเทศไทย) จำกัด ที่ให้โอกาสสำหรับโครงการสหกิจศึกษา อีกทั้งคุณพรพิมล วัฒโนภาษ ผู้นิเทศงาน และพนักงานบริษัททุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือ และให้ประสบการณ์ในการทำงานตลอดระยะเวลาสี่เดือน

ขอขอบพระคุณ รศ.ดร.ไสว พงศ์สวัสดิ์ และผศ.สาท คำมูล ที่ได้ให้ความเมตตา และคำแนะนำแก่ผู้จัดทำตลอดมา ขอขอบพระคุณอาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมอัตโนมัติทุกท่านที่ได้ให้คำแนะนำ และช่วยเหลืออันเป็นประโยชน์ต่อการทำรายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์ฉบับนี้

คุณค่า และประโยชน์อันพึงมีจากรายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์ฉบับนี้ผู้จัดทำขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

จิราภา หงส์ทองสกุล

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II

กิตติกรรมประกาศ III

สารบัญ IV

สารบัญตาราง VII

สารบัญภาพ VIII

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปริญญานิพนธ์ 1

1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์ 1

1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์ 1

1.4 วิธีดำเนินการปริญญานิพนธ์ 2

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3

บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 4

2.1 กล่าวนำ 4

2.2 การผสมกึ่งแห้ง (Thick Mixing) 4

2.2.1 การเตรียมของเหลว (Liquid Preparation) 4

2.2.2 การเตรียมผง (Powder Preparation) 4

2.2.3 การผสม (Mixing) 4

2.2.4 ถังน้ำเชื่อม (Syrup Tank) 5

2.2.5 Band Drier 5

2.2.6 การทำความสะอาดสถานที่ (Clean In Place) 5

2.2.7 ห้องทำความร้อน (Hot Water Station) 6

2.3 Human-Machine Interface (HMI) 6

2.4 ฮาร์ดแวร์ที่ใช้ในการทำ 8

2.4.1 DCS Eurotherm (Foxboro PAC) 8

2.4.2 DCS Foxboro 10

2.5 ซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการทำ 12

2.5.1 I/A Series® Configuration Component (IACC) SOFTWARE 12

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

2.5.3 โปรแกรม FoxDraw Version 10.4.1 19
2.5.2 โปรแกรม FoxView Version 10.4.1 21

บทที่ 3 การดำเนินการ 23
3.1 กล่าวนำ 23
3.2 รายละเอียดของระบบ DCS Foxboro Evo 23
3.2.1 การติดตั้งฮาร์ดแวร์ 23
3.2.2 การเชื่อมต่อฮาร์ดแวร์เข้ากับซอฟต์แวร์ 24
3.3 ตัวแปรที่ใช้ในกระบวนการผลิต 26
3.3.1 ตัวแปรสภาวะของอุปกรณ์ที่ใช้ในกระบวนการผลิต 26
3.3.2 ตัวแปร Setpoint ที่ใช้ในกระบวนการผลิต 28
3.4 วิธีการสร้างลำดับการควบคุมการทำงาน 28
3.4.1 สร้างฐานข้อมูลของกระบวนการ โดยใช้โปรแกรม IACC 28
3.4.2 การเขียนลำดับการทำงานกระบวนการ 32
3.5 การตั้งค่าตัวแปรบนจอแสดงผล 38
3.6 หน้าจอแสดงผล 41

บทที่ 4 ผลการดำเนินการ 45
4.1 กล่าวนำ 45
4.2 ผลการทดสอบระบบ 45
4.2.1 การติดตั้งฮาร์ดแวร์ 45
4.2.2 การเชื่อมต่อระหว่างฮาร์ดแวร์ และซอฟต์แวร์ให้ทำงานร่วมกันได้ 46
4.2.3 ผลการทดลองการ์ดอินพุตและเอาต์พุต 46
4.2.4 ผลการทดสอบหน้าจอแสดงผล 48
4.2.5 ผลการทดสอบฟังก์ชันการทำงาน 50

บทที่ 5 สรุปผล ปัญหา และข้อเสนอแนะ 52
5.1 สรุปผลการดำเนินงาน 52
5.2 ปัญหา และวิธีการแก้ไข 52
5.2.1 ปัญหาที่พบ 52

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

5.2.2 วิธีการแก้ไข 52
5.3 ข้อเสนอแนะ 53

เอกสารอ้างอิง 54

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

ตารางที่ 1. 1 แผนการดำเนินงาน 2
ตารางที่ 3. 1 ตัวแปรสภาวะของอุปกรณ์ที่ใช้ในกระบวนการผลิต 26
ตารางที่ 3. 2 ตัวแปรสำหรับควบคุม 26
ตารางที่ 3. 3 ตัวแปรอินพุต 27
ตารางที่ 3. 4 ตัวแปรเอาต์พุต 27
ตารางที่ 3. 5 ตัวแปร Setpoint ที่ใช้ในกระบวนการผลิต 28

สารบัญภาพ

รูปที่ **หน้า**

รูปที่ 2.1 Eurotherm by Schneider Electric 8

รูปที่ 2.2 General View of the 2500 DIN 9

รูปที่ 2.3 Logo Foxboro Evo process automation System 10

รูปที่ 2.4 DCS Foxboro System 11

รูปที่ 2.5 I/A Series® Configuration Component (IACC) SOFTWARE 12

รูปที่ 2.6 Real Input Block Diagram 13

รูปที่ 2.7 Contract Input Block Diagram 14

รูปที่ 2.8 Analog Input Block Diagram 15

รูปที่ 2.9 Advance Calculation Block Diagram 15

รูปที่ 2.10 Independent Sequence Block Diagram 16

รูปที่ 2.11 การเขียน HLBL (High Level Batch Language) ใน IND Block 17

รูปที่ 2.12 โปรแกรม FoxView Version 10.4.1 21

รูปที่ 2.13 โปรแกรม FoxDraw Version 10.4.1 20

รูปที่ 3.1 System Architecture 23

รูปที่ 3.2 Program iTools 24

รูปที่ 3.3 Configulation by iTools 25

รูปที่ 3.4 Configulation by Eurotherm Profibus GSD File Editor 25

รูปที่ 3.5 ฐานข้อมูลใน Excel 29

รูปที่ 3.6 การ Import ข้อมูล 29

รูปที่ 3.7 การเลือกข้อมูลที่จะ Import 30

รูปที่ 3.8 เลือกไฟล์ที่ต้องการ Import 30

รูปที่ 3.9 Start Import 31

รูปที่ 3.10 Finish Import 32

รูปที่ 3. 11 Flowchart of Cooling step 33

รูปที่ 3. 12 IND Block Source Code Template (1 of 2) 34

รูปที่ 3. 13 IND Block Source Code Template (2 of 2) 35

สารบัญภาพ (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

รูปที่ 3. 14 Sequence of Cooling step 37

รูปที่ 3. 15 P&ID of Project 38

รูปที่ 3. 16 Template of device 39

รูปที่ 3. 17 Graphic Attibutes 39

รูปที่ 3. 18 Configure Object 40

รูปที่ 3. 19 Fill color - Discrete State 40

รูปที่ 3. 20 การออกแบบหน้าจอ HMI 41

รูปที่ 3. 21 Thick Mixing 41

รูปที่ 3. 22 Powder Preparation 42

รูปที่ 3. 23 Liquid Preparation 42

รูปที่ 3. 24 Band Drier 1 43

รูปที่ 3. 25 Band Drier 2 43

รูปที่ 3. 26 Thick Mixing CIP 44

รูปที่ 4. 1 การติดตั้งฮาร์ดแวร์ด้านหน้า 45

รูปที่ 4.2 การติดตั้งฮาร์ดแวร์ด้านหลัง 46

รูปที่ 4.3 Analog Input 47

รูปที่ 4.4 Analog Output 47

รูปที่ 4.5 Digital Input 47

รูปที่ 4.6 Digital Output 47

รูปที่ 4.7 ON MOTOR 48

รูปที่ 4.8 OFF MOTOR 49

รูปที่ 4.9 ON Valve 49

รูปที่ 4.10 OFF Valve 49

รูปที่ 4.11 ON Process 50

รูปที่ 4.12 OFF Process 50

รูปที่ 4. 13 Check Sheet of Cooling Step (1 of 2) 50

สารบัญภาพ (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

รูปที่ 4. 14 Check Sheet of Cooling Step (2 of 2) 51

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปริญญานิพนธ์

เครื่องดื่มมอลต์ รสช็อกโกแลต เป็นเครื่องดื่มที่มีผู้นิยมบริโภคกันมาก และสามารถดื่มได้ทุกเพศทุกวัย และเครื่องดื่มมอลต์นี้สามารถนำไปใช้เป็นส่วนผสมสำหรับการผลิตเครื่องดื่มชนิดอื่นได้อย่างหลากหลาย ในกระบวนการผลิตเครื่องดื่มมอลต์ มีการผลิต 2 แบบ คือแบบเปียก (Wet Process) และแบบกึ่งแห้ง (Thick Mixing) โดยที่โรงงานผลิตเครื่องดื่มมอลต์แห่งหนึ่งที่ได้ศึกษามีการผลิตทั้ง 2 แบบ คือ การผลิตแบบเปียก โดยเติมน้ำลงในถัง ใส่ผงโกโก้ น้ำตาล และส่วนผสมอื่น ๆ ตามลำดับ หลังจากขั้นตอนการผสม จะเป็นขั้นตอนการอบแห้งและปั่นเป็นผง ก่อนจะส่งไปบรรจุภัณฑ์ ส่วนการผลิตแบบกึ่งแห้ง คือ การนำเอาผงโกโก้ น้ำตาล และส่วนผสมอื่น ๆ ไปละลายโดยใช้ความร้อน หลังจากนั้นจะถูกทำให้แห้งและนำไปปั่น ก่อนจะไปบรรจุภัณฑ์

เพื่อเป็นการปรับปรุงคุณภาพ และเพิ่มกำลังการผลิต โรงงานผลิตเครื่องดื่มมอลต์ที่ได้ศึกษานี้ มีการสร้างกระบวนการผลิตใหม่โดยเลือกการผลิตแบบกึ่งแห้ง เนื่องจากเป็นกระบวนการผลิตที่มีขั้นตอนการผลิตและการใช้พลังงานที่น้อยกว่า โดยกระบวนการผลิตประกอบด้วยกระบวนการย่อยหลายกระบวนการ โดยแต่ละกระบวนการย่อยจะถูกควบคุมแบบลำดับ (Sequence Control) ในการสร้างระบบควบคุมและส่วนติดต่อกับผู้ใช้งาน (Human Machine Interface : HMI) สำหรับกระบวนการผลิตใหม่ เป็นระบบที่สร้างโดยเลือกใช้ DCS Foxboro Evo ทั้งนี้เพื่อความสะดวกในการเฝ้าระวังกระบวนการผลิตสำหรับผู้ปฏิบัติงานที่ห้องควบคุม การออกแบบส่วน HMI ควรจะมีการแสดงผลที่ทำให้ผู้ปฏิบัติงานเข้าใจง่ายและสามารถตอบสนองต่อผลการแจ้งเตือน (Alarm) อย่างทันท่วงที

1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์

1. สร้างส่วน HMI ที่สามารถใช้ร่วมกับการควบคุมการผลิตแบบกึ่งแห้ง
2. สร้างระบบควบคุมแบบลำดับสำหรับการผลิตแบบกึ่งแห้ง
3. สร้างระบบฐานข้อมูลสำหรับจัดเก็บข้อมูลของกระบวนการผลิต

1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์

1. ระบบควบคุมแบบลำดับที่สร้างขึ้น โดยใช้โปรแกรม IACC ซึ่งเป็นระบบที่ผู้ปฏิบัติงาน (Operator) สามารถเลือกโหมดการควบคุมได้ ระหว่างการควบคุมด้วยมือ (Manual Mode) และ

การควบคุมแบบอัตโนมัติ (Auto Mode) โดยที่ Manual Mode เป็นโหมดที่ผู้ปฏิบัติงานสามารถเปิด-ปิดมอเตอร์และวาล์ว ได้จากห้องควบคุม ส่วน Auto Mode เป็นโหมดที่มีการเปิด-ปิดมอเตอร์และวาล์ว ตามลำดับที่กำหนดในโปรแกรม

2. ส่วน HMI ที่สร้างขึ้นโดยใช้โปรแกรม FoxViewFoxDraw เป็นระบบที่ผู้ปฏิบัติงานสามารถเฝ้าระวังสัญญาณแจ้งเตือนกระบวนการ (Process Alarm) จากตัวแปรที่สำคัญในกระบวนการผลิต เช่น ค่าอุณหภูมิ และความดัน และความผิดปกติในการทำงานของอุปกรณ์ (Device Alarm) เช่น การเปิด-ปิดมอเตอร์และวาล์ว

3. ระบบฐานข้อมูล ที่สร้างขึ้นโดยใช้โปรแกรม IACC เป็นระบบที่จัดเก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสภาวะการทำงานของอุปกรณ์จำพวกมอเตอร์และวาล์วที่ใช้ในกระบวนการทั้งหมด

1.4 วิธีดำเนินการปริญญานิพนธ์

1. ค้นคว้าหาข้อมูลเกี่ยวกับกระบวนการการทำงาน
2. ศึกษารายละเอียดของซอฟท์แวร์ที่ใช้
3. เขียนโปรแกรมควบคุมแบบลำดับและทดสอบ ด้วยโปรแกรม IACC
4. สร้างส่วนแสดงผล และทดสอบด้วยโปรแกรมFoxViewFoxDraw
5. แก้ไขการทำงานของโปรแกรม

ตารางที่ 1. 1 แผนการดำเนินงาน

ลำดับ	แผนการดำเนินงาน	7 ส.ค.-11ส.ค.	15ส.ค.-18ส.ค.	21ส.ค.-25ส.ค.	28ส.ค.-1ก.ย.	4ก.ย.-8ก.ย.	11ก.ย.-15ก.ย.	18ก.ย.-22ก.ย.	25ก.ย.-29ก.ย.	2ต.ค.-6ต.ค.	9ต.ค.-13ต.ค.	16ต.ค.-20ต.ค.	23ต.ค.-27ต.ค.	30ต.ค.-3พ.ย.	6พ.ย.-10พ.ย.	13พ.ย.-17พ.ย.	20พ.ย.-24พ.ย.
1	ศึกษาโปรแกรมที่เกี่ยวข้อง																
2	ศึกษาการทำงานของระบบ																
3	เขียน Logic และ Sequence																
4	สร้างส่วนแสดงผล																
5	ทดลองโปรแกรม																
6	แก้ไขโปรแกรม																
7	ทำปริญญานิพนธ์และแก้ไข																

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. โรงงานสามารถเพิ่มกำลังการผลิตได้ตามต้องการ โดยการผลิตแบบกึ่งแห้งที่เลือกใช้ ทำให้มีการลดปริมาณการใช้น้ำและลดระยะเวลาในกระบวนการผลิตลง

2. โรงงานสามารถควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์ได้ง่ายขึ้น รวมทั้งลดระยะเวลาที่ระบบเกิดขัดข้อง (Downtime) จากการที่ผู้ปฏิบัติงานสามารถตอบสนองต่อผลการแจ้งเตือนได้อย่างทันท่วงที

บทที่ 2
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 กล่าวนำ

ในบทนี้กล่าวถึงทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับปริญญานิพนธ์ ได้แก่ การผสมแบบกึ่งแห้ง (Thick Mixing), การแสดงผลการทำงาน (HMI), ฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการทำงาน

2.2 การผสมกึ่งแห้ง (Thick Mixing)

กระบวนการผสมแบบกึ่งแห้ง คือ การใช้ความร้อนในการละลายส่วนผสม ซึ่งการผสมแบบเก่าจะใช้น้ำในการละลายส่วนผสม ส่งผลให้สิ้นเปลืองน้ำ อีกทั้งต้องเสียเวลาในการทำส่วนผสมให้แห้ง กระบวนการแบบกึ่งแห้งจึงทั้งการใช้น้ำและเวลาในการผลิตลงอีกด้วย

2.2.1 การเตรียมของเหลว (Liquid Preparation) [1]

การเตรียมของเหลว จะประกอบด้วยวัตถุดิบ เช่น น้ำมันปาล์ม (Palm oil), น้ำตาลกลูโคส (Glucose) และ LME วัตถุดิบทั้งหมดจะถูกชั่งน้ำหนัก และบรรจุใส่ ถังเตรียมของเหลว(Liquid Preparation Tank) ตามลำดับ เพื่อรอผสม หลังจากผสมเสร็จเรียบร้อย ของเหลวจะถูกเพิ่มความร้อนจาก 30 °C เป็น 80 °C และปล่อยสู่ถัง Liquid Buffer ผ่านแผ่นกรอง(Filter) 2 อัน

2.2.2 การเตรียมผง (Powder Preparation) [2]

การเตรียมผง จะประกอบด้วยวัตถุดิบ เช่น น้ำตาล (Sugar), โกโก้ (Cocoa), แมกนีเซียม (Magnesium), ไดแคลเซียม (Di-calcium) และหางนม (Whey) วัตถุดิบทั้งหมดจะถูกชั่งน้ำหนักและบรรจุใส่ถัง Ribbon Blender ตามลำดับ โดยน้ำตาลจะถูกใส่ทั้งหมด 2 ครั้ง โดยครั้งที่ 2 จะใส่หลังจากใส่แมกนีเซียมเสร็จแล้ว

2.2.3 การผสม (Mixing) [3]

ขั้นตอนการผสมมีดังนี้

1. ตรวจสอบความพร้อมของ ส่วนผสมของผงและของเหลว
2. นำส่วนผสมของเหลวปล่อยสู่ถังผสม
3. เพิ่มความร้อนที่ Jacket ของถังผสม จนมีอุณหภูมิเป็น 80 °C
4. ส่วนผสมภายในถังจะถูกเพิ่มความดัน ที่ 500 มิลลิบาร์
5. ปล่อยผงสู่ถังผสมอย่างต่อเนื่อง
6. ส่วนผสมทั้งหมดจะถูกผสมเข้าด้วยกัน โดยควบคุมอุณหภูมิไม่ให้ต่ำกว่า 75 °C

7. ผสมผงและของเหลว เป็นเวลา 15 นาที หากส่วนผสมอุณหภูมิต่ำกว่า 82 °C จะเพิ่มความร้อนเป็น 82°C และทำพาสเจอไรซ์ (Pasteurization) ทิ้งไว้ 15 นาที
8. ลดความดันลงเหลือ 250 มิลลิบาร์ ทิ้งไว้ 15 นาที ถ้าส่วนผสมอุณหภูมิสูงมากกว่า85 °C ให้เพิ่มความเย็นถังผสมที่ Jacket
9. หลังจากลดความดัน ส่วนผสมจะต้องมีอุณหภูมิ 80 °C และปล่อยสู่ ถังน้ำเชื่อม (Syrup Tank)

2.2.4 ถังน้ำเชื่อม (Syrup Tank) [4]

ถังน้ำเชื่อม คือถังพักส่วนผสม (Buffer Tank) ก่อนที่จะถูกส่งไป Band Drier ถังน้ำเชื่อมจะต้องควบคุมอุณหภูมิให้มีอุณหภูมิ 80°C ตลอด เพื่อรักษาส่วนผสมไม่ให้เสีย หลังจากนั้นจะถูกส่งไปกระบวนการ Band Drier

2.2.5 Band Drier [5]

ผลิตภัณฑ์ ในถังน้ำหวาน (Syrup Tank) จะถูกปล่อยไปยัง Band Drier ในการปล่อยน้ำหวานจะใช้น้ำร้อนในการควบคุมอุณหภูมิให้ไม่เกิน 80°C โดยสายการผลิตการถูกปล่อยเป็น 2 สาย แต่ละสายความจุ 2000 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ผลิตภัณฑ์จะถูกดูดผ่านแผ่นกรองเข้า band drier ด้วยอัตราการไหล 160 กิโลกรัมต่อชั่วโมงต่อท่อ โดยบางส่วนของผลิตภัณฑ์จะถูกดูดกลับไปยังถัง

2.2.6 การทำความสะอาดสถานที่ (Clean In Place) [6]

Clean In Place (CIP) คือ การทำความสะอาดเครื่องปฏิกรณ์ (bioreactors), เครื่องหมัก (fermenters), ถังผสม (mix vessels) และอุปกรณ์อื่น ๆ เพื่อล้างสิ่งตกค้าง และ ลดปริมาณของสารพิษที่อยู่ในกระบวนการผลิต

2.2.6.1 ขั้นตอนการทำความสะอาด

1. ถังของเหลวและถังพัก (Liquid Preparation and Buffer Tank)

- ถังของเหลวจะถูกทำความสะอาดแยกจากถังอื่น
- สายการผลิต 1 และ 2 จะถูกทำความสะอาดพร้อมกัน

2. ถังผสม (Mixing Tank)

- ถังผสมจะจะถูกทำความสะอาดตามลำดับ โดยเริ่มจาก ถังพักของเหลว (Liquid Buffer tank) ไปยังถังพักของเหลว (Liquid Buffer tank) ไปยังถังผสม (Mixing Tank) และท่อจากถังผสม (Mixing Tank) ไปถังน้ำหวาน (Syrup Tank),

3. ถังน้ำหวาน (Syrup Tank)

- ทำความสะอาดถังผสม (Mixing Tank)และถังน้ำหวาน (Syrup Tank) แยกกัน

4. Band Drier 1&2

- สายการผลิตขาเข้า Band Drier 1&2 และสายการผลิตขาออก Band Drier 1&2

2.2.7 ห้องทำความร้อน (Hot Water Station) [7]

น้ำจะถูกถ่ายไปยังถังน้ำร้อน และให้ความร้อนโดยใช้ X18 PHE Heater ก่อนที่จะเข้าถังน้ำร้อน เมื่อน้ำถูกเติมจนเสร็จแล้ว น้ำจะถูกควบคุมให้มีอุณหภูมิ 80°C โดยบริเวณที่ให้น้ำร้อน คือ C01 (Liquid Preparation)และ H01 (Syrup Tank)

- C01 ต้องการน้ำร้อน น้ำจะถูกเพิ่มความร้อนจาก 80°C เป็น 85°C
- H01 ต้องการน้ำร้อน น้ำจะถูกส่งไปทันทีโดยที่ไม่ต้องเพิ่มอุณหภูมิ

เมื่อเสร็จกระบวนการในแต่ละวัน จะทำความสะอาดโดยใช้น้ำร้อนทำความสะอาดนำสารตกค้างออกจากระบบ และก่อนเริ่มการผลิต จะใส่ไอน้ำในถังผสมที่อุณหภูมิ 85-90°C เมื่อเสร็จถังผสมจะถูกควบคุมอุณหภูมิที่ 80 °C เป็นเวลา 30 นาที

2.3 Human-Machine Interface (HMI) [8]

HMI (Human–Machine Interface) มักจะมีการเชื่อมโยงไปยังฐานข้อมูลระบบ SCADA และโปรแกรมซอฟต์แวร์เพื่อหาแนวโน้ม, ข้อมูลการวินิจฉัย, และข้อมูลการจัดการเช่นขั้นตอนการบำรุงรักษาตามตารางที่กำหนด, ข้อมูลโลจิสติก, แผนงานโดยละเอียดสำหรับเครื่องตรวจจับหรือเครื่องจักรตัวใดตัวหนึ่ง, และแนวทางการแก้ปัญหาที่เกิดจากระบบผู้เชี่ยวชาญ (expert system)

ระบบ HMI มักจะนำเสนอข้อมูลให้กับบุคลากรในการดำเนินงานในรูปกราฟิกแบบแผนภาพเลียนแบบ ซึ่งหมายความว่าผู้ปฏิบัติสามารถดูแผนผังแสดงโรงงานที่ถูกควบคุม ยกตัวอย่างเช่นภาพของเครื่องสูบน้ำที่เชื่อมต่อกับท่อสามารถแสดงการทำงานและปริมาณของน้ำที่กำลังสูบผ่านท่อในขณะนั้น ผู้ปฏิบัติงานก็สามารถปิดการทำงานของเครื่องสูบน้ำได้ ซอฟต์แวร์ HMI จะแสดงอัตราการไหลของของเหลวในท่อที่ลดลงในเวลาจริง แผนภาพเลียนแบบอาจประกอบด้วยกราฟิกเส้นและสัญลักษณ์วงจรเพื่อเป็นตัวแทนขององค์ประกอบของกระบวนการหรืออาจประกอบด้วยภาพถ่ายดิจิตอลของอุปกรณ์ในกระบวนถูกทับซ้อนด้วยสัญลักษณ์ภาพเคลื่อนไหว

แพคเกจ HMI สำหรับระบบ SCADA มักจะมีโปรแกรมวาดภาพเพื่อผู้ปฏิบัติการหรือบุคลากรบำรุงรักษาระบบที่สามารถใช้ในการเปลี่ยนวิธีการที่จุดเหล่านี้จะแสดงในอินเตอร์เฟซ การแสดงเหล่านี้อาจจะเป็นสัญญาณไฟจราจรง่ายๆซึ่งแสดงสถานะของสัญญาณไฟจราจรที่เกิดขึ้นจริงในสนามหรืออาจซับซ้อนยิ่งขึ้นในการแสดงผลบนจอแบบหลายโปรเจ็กเตอร์ที่แสดงตำแหน่งทั้งหมดของลิฟท์ในตึกระฟ้าหรือแสดงรถไฟทั้งหมดของระบบการขนส่งทางราง

ส่วนที่สำคัญของการใช้งานระบบ SCADA ส่วนใหญ่คือการจัดการเรื่องการเตือนภัย ระบบจะจับภาพตลอดไม่ว่าเงื่อนไขของสัญญาณเตือนจะเป็นอย่างไรเพื่อใช้พิจารณาเมื่อมีเหตุการณ์การเตือนภัยเกิดขึ้น เมื่อเหตุการณ์เตือนภัยได้รับการตรวจจับ มีสิ่งที่ต้องกระทำหลายอย่าง (เช่นสร้างตัวชี้วัดสัญญาณเตือนภัยเพิ่มอีกตัวหรือมากกว่าหรือส่งข้อความอีเมลหรือข้อความเพื่อแจ้งให้ผู้ปฏิบัติการหรือผู้จัดการระบบ SCADA ระยะไกลจะได้รับทราบ) ในหลายกรณีที่ผู้ปฏิบัติการ SCADA อาจจะต้องรับทราบเหตุการณ์เตือนที่เกิดขึ้นเพื่อยกเลิกสัญญาณเตือนบางตัวในขณะที่สัญญาณเตือนตัวอื่น ๆ ยังคงใช้งานจนกว่าเงื่อนไขของสัญญาณเตือนทั้งหมดจะถูกแก้ไข เงื่อนไขการเตือนปลุกต้องสามารถชี้ชัดอย่างชัดเจน ตัวอย่างเช่นจุดเตือนภัยเป็นจุดสถานะแบบค่าดิจิตอลที่มีทั้ง'ปกติ'หรือ 'ALARM' ที่คำนวณตามสูตรขึ้นอยู่กับค่าในอนาล็อกและดิจิตอลโดยปริยาย: ระบบ SCADA อาจจะตรวจสอบโดยอัตโนมัติว่า ค่าอนาล็อกอยู่นอกค่าต่ำสุดหรือสูงสุด หรือไม่ ตัวอย่างของสัญญาณเตือนภัยรวมถึงไซเรน , กล่องป๊อปอัพขึ้นบนหน้าจอหรือพื้นที่สีระบายหรือสีกระพริบบนหน้าจอ (ที่อาจจะกระทำในลักษณะที่คล้ายกันกับไฟ "น้ำมันหมด" ในรถยนต์); ในแต่ละกรณี บทบาทของตัวสัญญาณเตือนภัยก็เพื่อดึงความสนใจของผู้ปฏิบัติการ ในการออกแบบระบบ SCADA, จะต้องดำเนินการเมื่อมีเหตุการณ์

สัญญาณเตือนภัยที่เกิดขึ้นต่อเนื่องในช่วงเวลาสั้น ๆ มิฉะนั้นสาเหตุพื้นฐาน (ซึ่งอาจจะไม่ใช่เหตุการณ์แรกที่ตรวจพบ) อาจหาไม่พบ

2.4 ฮาร์ดแวร์ที่ใช้ในการทำ

2.4.1 DCS Eurotherm (Foxboro PAC) [9]

ระบบ DCS (Distributed Control System) คือ ระบบควบคุม(Control)และเฝ้าดู(monitor)ที่ใหญ่ที่สุดเมื่อเทียบกับระบบควบคุมทั้งหมดและใช้กันอย่างแพร่หลายที่สุดในอุตสาหกรรมขนาดใหญ่เช่น โรงกลั่นน้ำมัน แท่นขุดเจาะน้ำมันและก๊าส อุตสาหกรรมปิโตรเคมี และเคมิคอลทั้งหลายระบบDCS นั้นยังมีความเสถียรและแม่นยำค่อนข้างสูงมาก จึงเป็นที่นิยมในอุตสาหกรรมที่มีความเสี่ยงสูงเช่น อุตสาหกรรมปิโตรเคมีเป็นต้น

Eurotherm®

by Schneider Electric

รูปที่ 2.1 Eurotherm by Schneider Electric

Eurotherm by Schneider Electric เป็นผู้ผลิตอุปกรณ์ระบบและบริการระดับโลกที่ออกแบบมาเพื่อการทำงานที่มีประสิทธิภาพของกระบวนการทางอุตสาหกรรม ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1965 แบรนด์ Eurotherm ได้ให้บริการโซลูชั่นพิเศษสำหรับอุตสาหกรรมที่ใช้พลังงานมากและได้รับการควบคุมแล้วและยังคงออกแบบและผลิตเครื่องควบคุมกระบวนการและตัวควบคุมพลังงานที่มีความละเอียดกำหนดค่าและเครื่องบันทึกข้อมูลที่เกี่ยวข้องซึ่งช่วยให้ลูกค้าสามารถใช้ประโยชน์จากกระบวนการผลิตของตนได้มากที่สุด

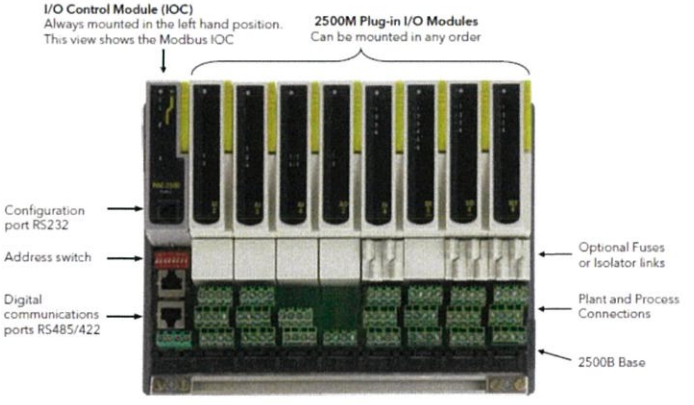
ระบบและบริการของ Eurotherm

- ตัวควบคุมและตัวควบคุมอุณหภูมิแบบไม่ต่อเนื่อง (ตัวบ่งชี้อุตสาหกรรมและตัวควบคุม PID)

- ตัวควบคุมกำลังไฟ - SCR (ตัวควบคุมวงจรเรียงซิลิคอน) และ SSR (Solid State Relays)
- เครื่องบันทึกข้อมูลและระบบเก็บข้อมูล
- ประมวลผลระบบอัตโนมัติ - PAC (Process Automation Controllers) และ HMIs (Human Machine Interfaces)
- เครื่องปรับอากาศสัญญาณและหัววัด

1. IOC Module (Model 2500 Foxboro PAC)

โมเดล 2500 เป็นระบบ modular ที่สามารถควบคุม PID แบบ multi-loop, analog และ digital I / O signal conditioning และบล็อกการคำนวณที่มีโมดูลปลั๊กอินหลากหลายรูปแบบ

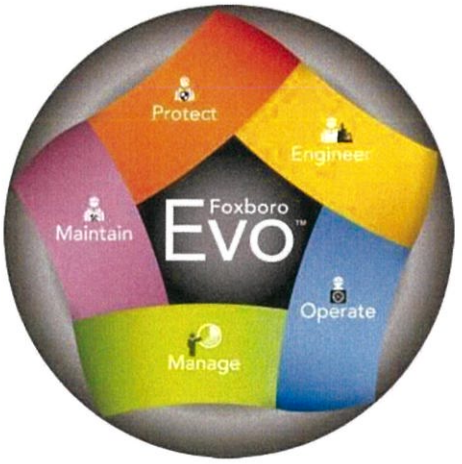


รูปที่ 2.2 General View of the 2500 DIN

หน่วยพื้นฐาน (2500B) สามารถจัดให้มีขนาดแตกต่างกันโดยมีโมดูล I / O 16 ชุด โดยพื้นฐานสามารถติดตั้งได้บน DIN rail (35mm top-hat) หรือยึดติดกับผนังเท่านั้นโดยโมดูลที่ใช้ประกอบด้วย

- AI3 (Analog Input Module)
- AO2 (Analog Output Module)
- DI8 (Digital Input Module)
- DO4 (Digital Output Module)

2.4.2 DCS Foxboro **[10]**



รูปที่ 2.3 Logo Foxboro Evo process automation System

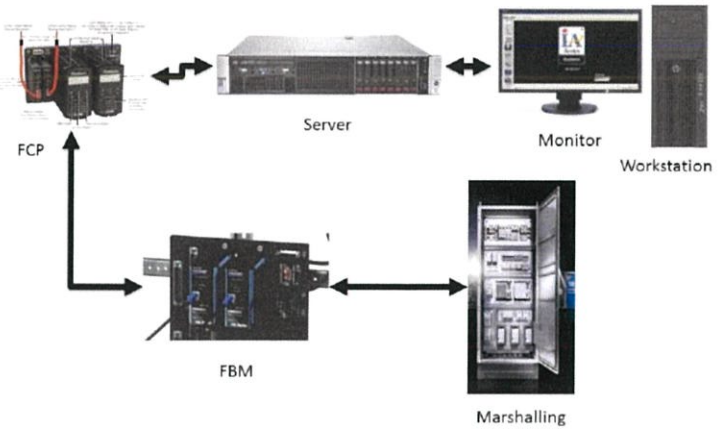
The Foxboro Evo™ process automation system คือนวัตกรรมใหม่ของ fault-tolerant องค์ประกอบของเสถียรภาพในการควบคุมที่รวบรวมข้อมูลสำคัญ และยกระดับขีดความสามารถเพื่อให้แน่ใจว่าไม่มีข้อผิดพลาด และกระบวนการสามารถดำเนินต่อไปได้

The Foxboro Evo™ process automation system เป็นรูปแบบที่มีประสิทธิภาพ สาหรับการยกระดับ และการป้องกันคุณค่าให้กับผลิตภัณฑ์ตลอดจนการควบคุมกระบวนการแบบต่อเนื่อง (Continuous) และแบบแบตช์ (Batch)

นอกจากนี้ยังมีความสามารถมากกว่าดีซีเอสแบบเดิม คือ ช่วยบูรณาการเชิงกลยุทธ์ของระบบการควบคุมในอุตสาหกรรม ดังนี้

- มีความเสถียรในการประมวลผลการควบคุม และมีความสามารถสูงซึ่งรวมโปรแกรมพื้นฐาน และโปรแกรมขั้นสูงที่เหมาะสม
- มีประสิทธิภาพ, ตรงตาม I/O รวมไปถึงโปรแกรมที่กำหนดค่าในตู้ Marshalling
- เพิ่มขีดความสามารถ HMI ให้กับผู้ใช้งานและการแจ้งเตือนในกราฟฟิก
- ป้องกัน Cybersecurity
- ใช้งานง่าย, อุปกรณ์เป็นไปตามพื้นฐานของวิศวกร
- รวมอยู่ในส่วนควบคุมและส่วนรักษาความปลอดภัยเข้าด้วยกัน โดยใช้ระบบ Triconex safety
- มีความฉลาด ง่ายต่อการบำรุงรักษา

- สถาปัตยกรรมหลักฐานในอนาคตที่สร้างขึ้นบนนำมาใช้ใหม่ โดยอุปกรณ์ยึดหลักตามองค์ประกอบ 19



รูปที่ 2.4 DCS Foxboro System

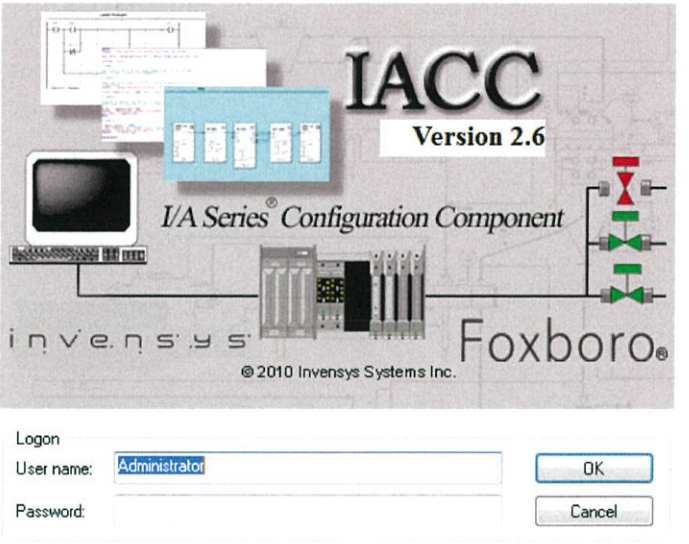
ดีซีเอสประกอบไปด้วยโมดูลตัวควบคุม (Field Control Processor : FCP) โมดูลอินพุต/เอาต์พุต (Input/Output Module หรือ Fieldbus Module : FBM) เวิร์คสเตชันสาหรับงานวิศวกรรม/ผู้ปฏิบัติงาน (Engineering / Operator Workstation) และเวิร์คสเตชันสาหรับซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการบริหารจัดการสินทรัพย์ (Asset Management Software) รวมไปถึงเซิร์ฟเวอร์สาหรับการจัดเก็บข้อมูล (Server) นอกจากนี้ยังมีตู้พักสัญญาณ (Marshalling) ซึ่งภายในประกอบไปด้วยตัวรับสัญญาณแบบ non intrinsic safety (Terminal Assembly : TA) และแบบ intrinsic safety (Barrier)

ประโยชน์

1. Foxboro Evo เพิ่มมูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์ มีเสถียรภาพ เพิ่มประสิทธิให้กับการดำเนินงานและผลิตภัณฑ์ และลดต้นทุนการผลิตและเพิ่มกาไรให้กับผู้ผลิต
2. รักษาการลงทุนด้วยการนาเทคโนโลยีที่พิสูจน์ได้ในอนาคตซึ่งง่าย และราคาไม่แพง
3. ป้องกันธุรกิจของคุณในเรื่องความปลอดภัย การรักษาความปลอดภัยและการผลิต ที่เชื่อถือได้
4. มีประสิทธิภาพในการทางาน และทางานได้เร็วขึ้น 20

2.5 ซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการทำ

2.5.1 I/A Series® Configuration Component (IACC) SOFTWARE [11]



รูปที่ 2.5 I/A Series® Configuration Component (IACC) SOFTWARE

ซอฟต์แวร์ IACC เป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพในการทำให้การออกแบบการทำงานของ I/A Series process control เป็นไปในทางเดียวกันกับการออกแบบวิศวกรรมจากสภาวะแวดล้อมทางวิศวกรรมทั่วไป ช่วยลดต้นทุนการกำหนดค่าได้อย่างมาก, IACC ช่วยลดเวลาในการออกแบบและต้นทุนของโครงการโดยการใช้รูปแบบต่าง ๆ เช่น control strategy templates, I/A Series process control blocks และการกำหนดค่าบล็อกที่กำหนดไว้ล่วงหน้า ในขณะเดียวกันซอฟต์แวร์จะทำงานเป็นประจำหลายครั้งเพื่อให้คุณสามารถมุ่งเน้นไปที่การวางแผนและวิศวกรรมในขณะที่ลดข้อผิดพลาดและปรับปรุงคุณภาพทางเทคนิค

โปรแกรมสำหรับเพิ่มการใช้งานในโรงงาน, ลดวิศวกร และสร้างความสอดคล้องของศูนย์ควบคุม (control stations), ฮาร์ดแวร์ (hardware), ซอฟต์แวร์ (software), และจอแสดงผล (displays) สำหรับ I/A Series®

- สร้างลูปแบบง่ายๆโดยใช้ Control Strategy Diagram Editor ในการกำหนด Compound และดาวน์โหลดไปที่สถานีควบคุม
- สร้างและแก้ไขหน้า FoxDraw™ จาก IACC

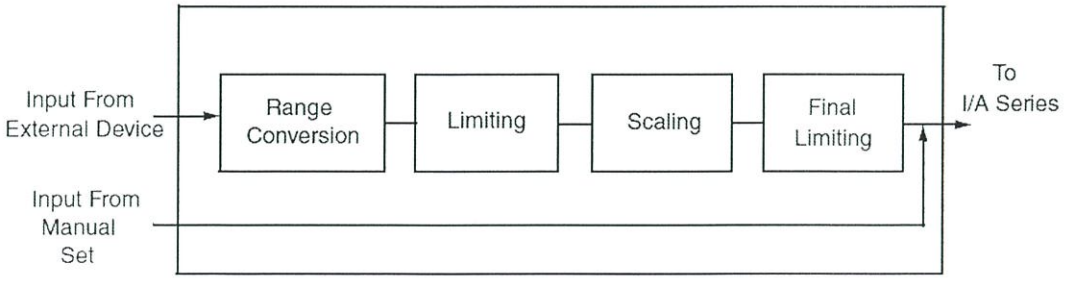
- สร้าง Tag ,รูปแบบ CSD และ สร้างCompound และCSD ในจำนวนมากได้
- ปรับปรุง Ladder Logic Control โดยใช้ IACC
- ปรับปรุง Sequential control โดยใช้ IACC
- สร้าง System configuration, กำหนดชื่อของฮาร์ดแวร์และตัวแปรในซอฟต์แวร์
- อธิบายและใช้คุณสมบัติการรักษาความปลอดภัยและคุณลักษณะของ IACC
- ใช้ในการหาฐานข้อมูลหรือ ใช้คำสั่งค้นหารวมทั้งสร้างรายงาน
- Backup, restore และ แก้ไขฐานข้อมูลIACC

2.5.1.1 Integrated Control Block **[12]**

การใช้ Control Block ในการจัดการข้อมูลเพื่อใช้ในระบบ Control Block มีมากมายเลือกใช้ตามความเหมาะสม ทั้งนี้จะยกตัวอย่าง Control Block สำคัญที่ใช้ในงาน Interlocking System มีดังนี้

- RIN-Real Input Block

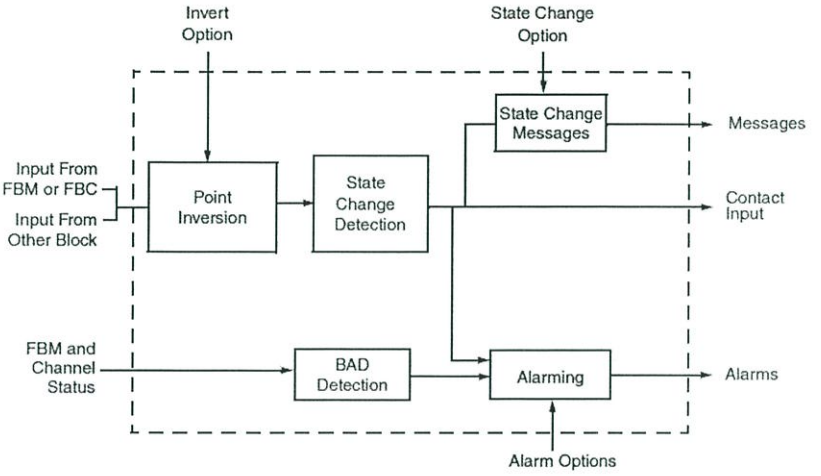
Real Input Block (RIN) เป็นBlock ที่ใช่รับค่า Analog Input จาก Field device โดยจะแสดงค่า Input ที่ผ่านกระบวนการมาแล้วโดยรับค่าผ่าน พารามิเตอร์ RINP และออกเป็นพารามิเตอร์ MEAS โดยค่า RINP และ MEAS จะเป็นค่าเดียวกันใน โหมด AUTO เมื่อเป็นโหมด MANUAL ค่า MEAS จะเป็นอิสระต่อRINP



รูปที่ 2.6 Real Input Block Diagram

- CIN-Contact Input Block

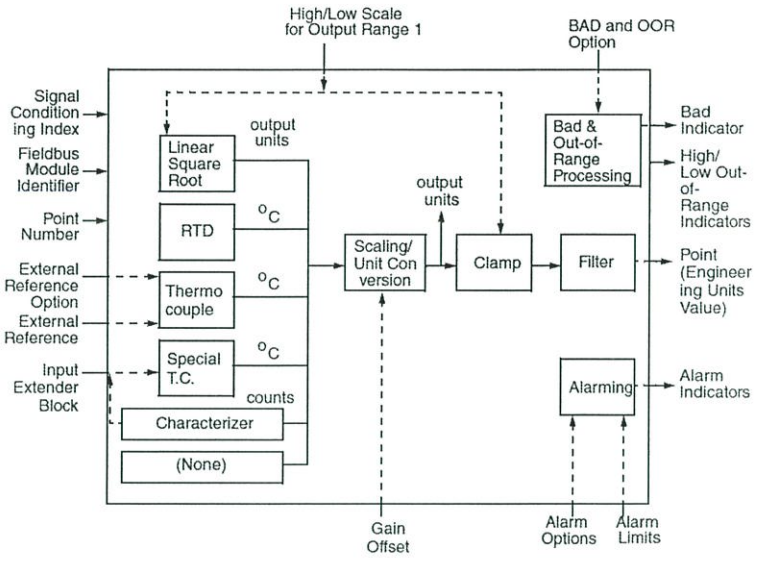
Contact Input Block (CIN) ใช้สำหรับ point ที่เป็นค่าประเภท Digital input และ Digital outputจาก Fieldbus Module Fieldbus Card หรือค่าจาก Block อื่น มีฟังก์ชัน State Change Message และ Alarm



รูปที่ 2.7 Contract Input Block Diagram

- AIN-Analog Input Block

Analog Input Block (AIN) ใช้สำหรับรับค่าข้อมูลขาเข้า สำหรับ point ที่เป็นค่าประเภท Analog Pulse หรือ Count จาก Fieldbus Module Fieldbus Card หรือค่าจาก Block อื่น ๆ โดยที่ Output จะถูกส่งออกมาเป็น Engineering Unit ที่ถูกจัดสะให้เหมาะสมแล้ว รวมทั้ง ใน Block มีฟังก์ชันสร้าง Alarm แจ้งเตือนโดยส่งออกในรูปแบบ Boolean

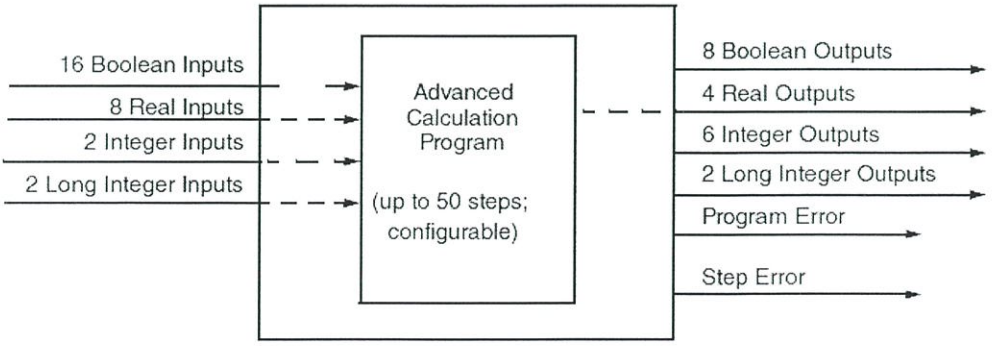


รูปที่ 2.8 Analog Input Block Diagram

- CALCA-Advance Calculation Block

Advance Calculation Block (CALCA) สามารถจัดการการดำเนินการทางโครงสร้าง Logic และทางการคำนวณทางคณิตศาสตร์ ได้อย่างมีประสิทธิภาพสูง สามารถ Configuration ได้ทั้งหมด 50 step ต่อ Block สามารถ Configuration โดยใช้ภาษาระดับสูง (High level Batch language) หรือ Configuration ในรูปแบบโครงสร้างทาง Logic

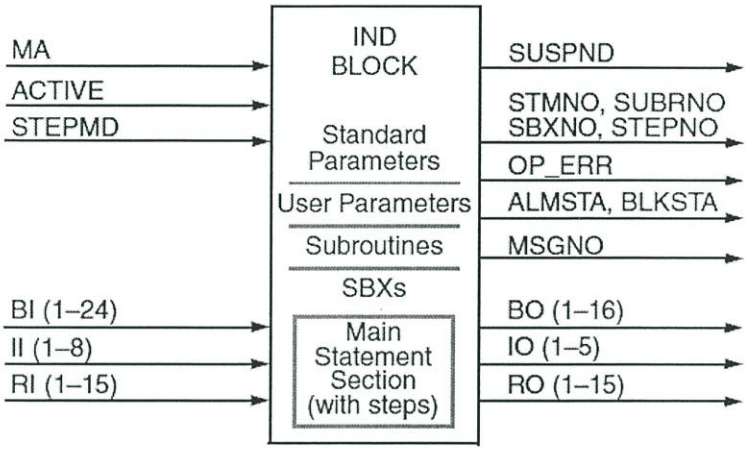
CALCA สามารถรับค่าInput ทั้งแบบ Digital และ Analog ได้และ output ก็สามารถถูกส่งในรูป Boolean output หรือ Real Output ได้เช่นกัน



รูปที่ 2.9 Advance Calculation Block Diagram

- IND-Independent Sequence Block

IND-Independent Sequence Block ใช้สำหรับเขียน Sequence ให้เป็น Application ตามต้องการโดยใช้ภาษาระดับสูง (High Level Batch Language) ในการสร้าง Application นั้น ๆ



รูปที่ 2.10 Independent Sequence Block Diagram

```
INDEPENDENT_SEQUENCE {*********************************
**                                                    **
** NAME: PLAM_OIL                                     **
** TYPE: IND                                          **
** AUTHOR:                                            **
** REVISION HISTORY:                                  **
**    9/28/2017   Created                             **
**                                                    **
*******************************************************}

#define AV13C0003 :: VRHTENTY
#define AV13C0004 :: VRHTENTY
#define AV13C0005 :: VRHTENTY
#define PU13C0002 :: VRHTENTY
#define WQ8120    :: VRHTENTY
#define WQ8130    :: VRHTENTY
#define LT13C0001 :: VRHTENTY


CONSTANTS
  OPEN    = TRUE;
  CLOSE   = FALSE;
  ON      = TRUE;
  OFF     = FALSE;
  AUTO    = TRUE;
  MANUAL  = FALSE;
  START   = TRUE;
  STOP    = FALSE;

VARIABLES
USER_LABELS  INITE_WQ  :RI0001;
 TARE       :RI0002;
 TORALENCE :RI0003;/* GOTO AUTO */
SUBROUTINE GOTO_AUTO()
 STATEMENTS
 AV13C0003.MA := AUTO;
 AV13C0004.MA := AUTO;
 AV13C0005.MA := AUTO;
 PU13C0002.MA := AUTO;
 WQ8120.MA    := AUTO;
 WQ8130.MA    := AUTO;
 LT13C0001.MA := AUTO;
WAIT 2;
ENDSUBROUTINE
STATEMENTS {*****************************************
           *       Specify the statements here       *
           *****************************************}

{******MAIN SEQUENCE *******}
CALL GOTO_AUTO();
  IF LT13C0001 = 0 THEN
  AV13C0003 := OPEN;
  AV13C0004 := CLOSE;
  AV13C0005 := CLOSE;
  PU13C0002 := STOP;
  WAIT 5;
   TARE := (INITE_WQ - WQ8120.PNT) + TORALENCE;
   WAIT UNTIL TARE >= 80;
  AV13C0003 := CLOSE;
  WAIT 5;
   TARE := (INITE_WQ - WQ8130.PNT) + TORALENCE;
   WAIT UNTIL TARE >= 0;
  AV13C0004 := OPEN;
  AV13C0005 := OPEN;
  PU13C0002 := START;
  WAIT 2;
   TARE := (INITE_WQ - WQ8130.PNT) + TORALENCE;
   WAIT UNTIL TARE >= 80;
  AV13C0004 := CLOSE;
  PU13C0002 := STOP;
  ENDIF;
ENDSEQUENCE
```

รูปที่ 2.11 การเขียน HLBL (High Level Batch Language) ใน IND Block

2.5.1.2 CONTROL STRATEGY DIAGRAM EDITOR **[13]**

CONTROL STRATEGY DIAGRAM EDITOR (CSD) คือ การสร้างฐานข้อมูลที่ใช้ในการตั้งค่า CSD ซึ่งใช้สร้างดังต่อไปนี้

- การควบคุมการทำงานอย่างต่อเนื่อง
- Sequential control
- การ startup และ shutdown
- Inter-unit co-ordination
- Device interlocking

CSDs มักจะประกอบด้วยหลายBlock ที่เชื่อมต่อกันซึ่งจัดกลุ่มไว้เพื่อทำหน้าที่เฉพาะ (เช่นการควบคุมระดับถัง) แต่ละBlock มีอัลกอริทึมที่มีพารามิเตอร์อินพุตและเอาต์พุตตั้งแต่หนึ่งชุดขึ้นไป พารามิเตอร์การป้อนข้อมูลนำข้อมูลกระบวนการเรียลไทม์ไปใช้กับอัลกอริทึม พารามิเตอร์เอาต์พุตทำให้ค่าที่คำนวณได้จากการBlock สามารถใช้งานได้นอกBlock พารามิเตอร์เหล่านี้เชื่อมต่อกับพารามิเตอร์อินพุตและเอาต์พุตของBlockอื่นเพื่อสร้างการไหลของข้อมูลอย่างต่อเนื่อง

2.5.1.3 SEQUENCE BLOCK FUNCTIONS **[14]**

ตัวแปรอินพุตของ SEQ blocks ถูกกำหนดค่าผ่านทาง Control Configurator เช่นเดียวกับบล็อกต่อเนื่องยกเว้นที่นอกเหนือจากการกำหนดค่าตัวแปรมาตรฐานผู้ใช้ต้องกำหนดลำดับโปรแกรมสำหรับบล็อก คอนโทรลเลอร์ควบคุมมีมาตรฐาน ชุดของฟังก์ชันเมนูที่สนับสนุนการสร้างตัวแปรการป้อนข้อมูลของชุดลำดับ ชุดย่อยของ ซอฟต์แวร์ตัวควบคุม Configurator ที่เรียกว่า Sequence Editor จะพร้อมใช้งานเมื่อ มีการสร้างบล็อกควบคุมลำดับงานที่ทำงานได้

การเข้าถึงโปรแกรมแก้ไขข้อความและการใช้คำสั่งและคำสั่งของโปรแกรมสอดคล้องกับโปรโตคอล HLBL (High Level Batch Language) สร้างลำดับโครงการ โปรโตคอล HLBL เป็นภาษาการเขียนโปรแกรมระดับสูงคล้ายคลึงกับ Pascal แต่มุ่งเน้นเฉพาะการสร้างกลยุทธ์การควบคุมกระบวนการ

- Monitor Block

Monitor Block (MON) มีความสามารถในการตรวจสอบเงื่อนไขของกระบวนการ Block MON มีการใช้ Boolean ไวไม่เกิน 16 ตัว เรียกว่า Monitor Case โดย Monitor Case สามารถกำหนดได้เช่นว่าเมื่อได้รับการประเมินแล้วจะเป็น True หรือ บางค่าที่ทำเครื่องหมายไว้ BAD อีกทั้ง Block MON จะสั่งเปิดใช้งานBlock ที่มีชื่อตามที่กำหนด ซึ่งBlockที่สามารถทำได้ คือ EXC, IND หรือ DEP หรือแม้แต่Block MON อื่น มีเอาต์พุตแบบบูลีนพารามิเตอร์

ที่เกี่ยวข้องกับแต่ละMonitor Case โดย Monitor Case จะทำการประเมินผลบูลีนว่าเป็นจริงหรือเท็จและ จะถูกเก็บไว้ในพารามิเตอร์เอาต์พุตที่สอดคล้องกัน

- Timer Block

Timer Block (TIM) ประกอบด้วยตัวจับเวลาสี่ตัวที่สามารถเรียกใช้โดยBlock SEQ (IND, DEP หรือ EXC) เป็นกิจกรรมลำดับเวลา Block TIM ไม่มี HLBL เป็นเพียงพารามิเตอร์มาตรฐานเท่านั้น

- Exception Block

Exception Block (EXC) จะประมวลผลคำสั่ง HLBL จาก Independent Block (IND) และ Dependent Block (DEP) โดย Block EXC สามารถดำเนินการได้หลายชุด และมักใช้เพื่อดำเนินการแก้ไขเมื่อมีการตรวจพบสภาวะปกติที่ไม่ปกติโดย Block Monitor เมื่อ Block EXC ใช้งานอยู่ Dependent Block (DEP) ทั้งหมด ที่อาศัยอยู่ในCompound เดียวกันจะถูกเปลี่ยนเป็นสถานะหยุดชั่วคราวจนกว่า EXC จะส่งกลับไปที่สถานะที่ไม่ใช้งาน

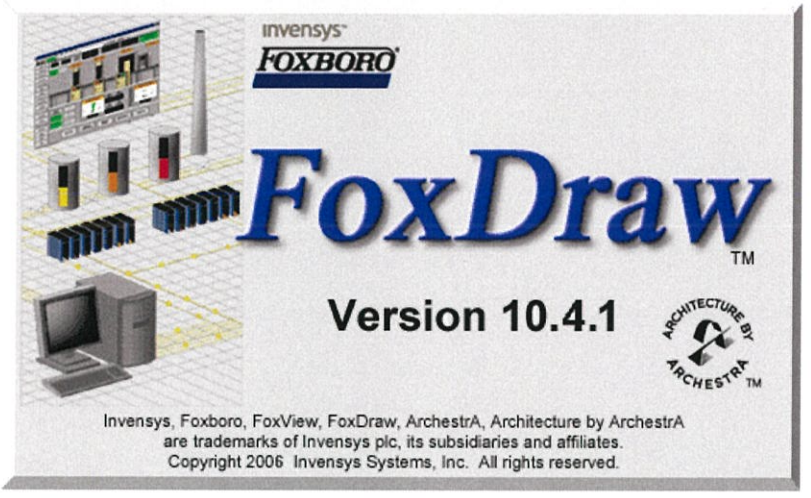
- Independent Block

Independent Block (IND) เรียกใช้คำสั่ง HLBL ผู้ใช้สามารถใช้ Block IND ในการทำกิจกรรมต่าง ๆ เนื่องจาก Block DEP จะหยุดชั่วคราวเมื่อ Block EXC ใด ๆ ในชุดเดียวกัน compound เป็น Active และ IND block ไม่ควรใช้ IND blocks เพื่อดูแล Block DEP ตัวอย่างเช่น Block IND สามารถเปิดใช้งานบล็อก DEP เพื่อดำเนินการฟังก์ชันได้เช่นการเติมถัง

- Dependent Block

Dependent (DEP) จะประมวลผลคำสั่ง HLBL สามารถใช้ Block DEP ในการดำเนินการกิจกรรมต่าง ๆ เช่นการบรรจุการผสมและการระบายน้ำของถัง ถ้าBlock Monitor (MON) ตรวจพบสภาวะการทำงานปกติที่ไม่ปกติก็สามารถเปิดใช้งาน Exception Block (EXC) เพื่อดำเนินการแก้ไขได้ Block DEP ถูกหยุดชั่วคราวจนกว่าการดำเนินการแก้ไขข้อมูลจะเสร็จสมบูรณ์เมื่อBlock EXC กลายเป็นไม่ใช้งานBlock DEP จะเสร็จสิ้นการรันโปรแกรม

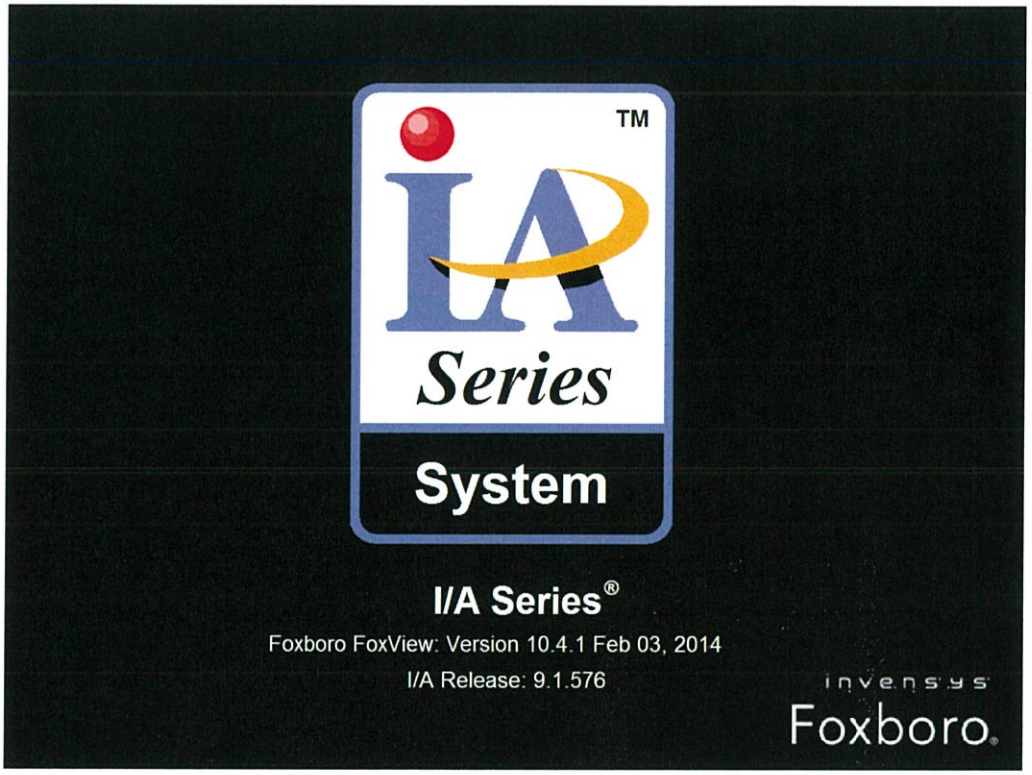
2.5.3 โปรแกรม FoxDraw Version 10.4.1 [15]



รูปที่ 2.12 โปรแกรม FoxDraw Version 10.4.1

FoxDraw เป็นเครื่องมือสร้าง / กำหนดค่าที่ใช้แสดงผลเพื่อสร้างและควบคุมการแสดงผลกราฟิกสำหรับการดูการเปลี่ยนแปลงของกระบวนการ ใช้เครื่องมือและวัตถุกราฟิกวาดภาพ FoxDraw เพื่อสร้างการแสดงกระบวนการที่เป็นตัวแทนของโรงงานพื้นที่กระบวนการหรือส่วนของกระบวนการ ใช้ FoxDraw เพื่อเชื่อมต่อวัตถุการแสดงผลเพื่อประมวลผลตัวแปรและตัวดำเนินการโดยให้การปรับปรุงแบบไดนามิกเป็นวิธีการโต้ตอบกับกระบวนการ

2.5.2 โปรแกรม FoxView Version 10.4.1 **[16]**



รูปที่ 2.13 โปรแกรม FoxView Version 10.4.1

FoxView คือ โปรแกรมของ I/A Series ใช้สำหรับเชื่อมต่อระหว่าง ผู้ใช้กับกระบวนการ โดยผู้ใช้สามารถควบคุมการทำงาน และข้อมูลของกระบวนการได้ตลอดเวลาในระบบ I/A Series

ประโยชน์ของ Foxview

- การเข้าใช้งานแบ่งตามผู้ใช้แต่ละราย
- มีความเป็น real-time และ มีการเก็บประวัติการทำงาน
- เข้าถึงกระบวนการแสดงแบบไดนามิกโดยตรง
- สามารถใช้จอได้ถึง 4 จอ
- FoxSelect จะให้ภาพรวมขององค์ประกอบและบล็อกในฐานข้อมูลควบคุม และเข้าถึง Block Detail Displays
- การเข้าถึงแอพลิเคชั่นอื่น ๆ

- System Management
- FoxDraw™ software สำหรับการสร้างและกำหนดค่าต่าง ๆ ในกราฟฟิก
- Integrated Control Configurator สำหรับการกำหนดค่าฐานข้อมูลการควบคุม
- AIM Historian สำหรับการกำหนดค่าประวัติข้อมูลกระบวนการและข้อความระบบ.
- Display Editor (DEdit), Display Converter (DConvert)

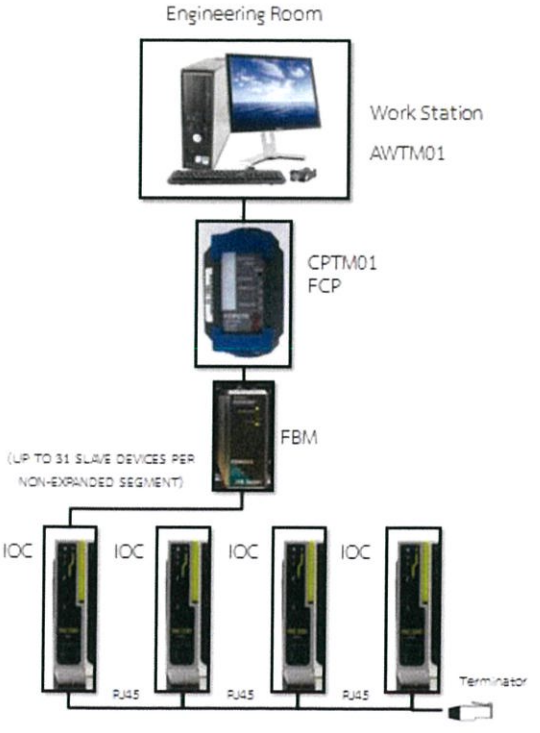
บทที่ 3
การดำเนินการ

3.1 กล่าวนำ

โรงงานแห่งหนึ่งต้องการเพิ่มกำลังการผลิต โดยเพิ่มกระบวนการใหม่คือ Thick Mix เป็นกระบวนการใหม่ที่ใช้ในการปล่อยน้ำเชื่อมสู่กระบวนการ Band Drier ซึ่งในบทนี้กล่าวถึงรายละเอียดของฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์, ตัวแปรที่ใช้ในกระบวนการผลิต, วิธีการสร้างลำดับการควบคุมการทำงาน, การตั้งค่าตัวแปรบน HMI และหน้าจอแสดงผลของกระบวนการผลิต

3.2 รายละเอียดของระบบ DCS Foxboro Evo

3.2.1 การติดตั้งฮาร์ดแวร์



รูปที่ 3.1 System Architecture

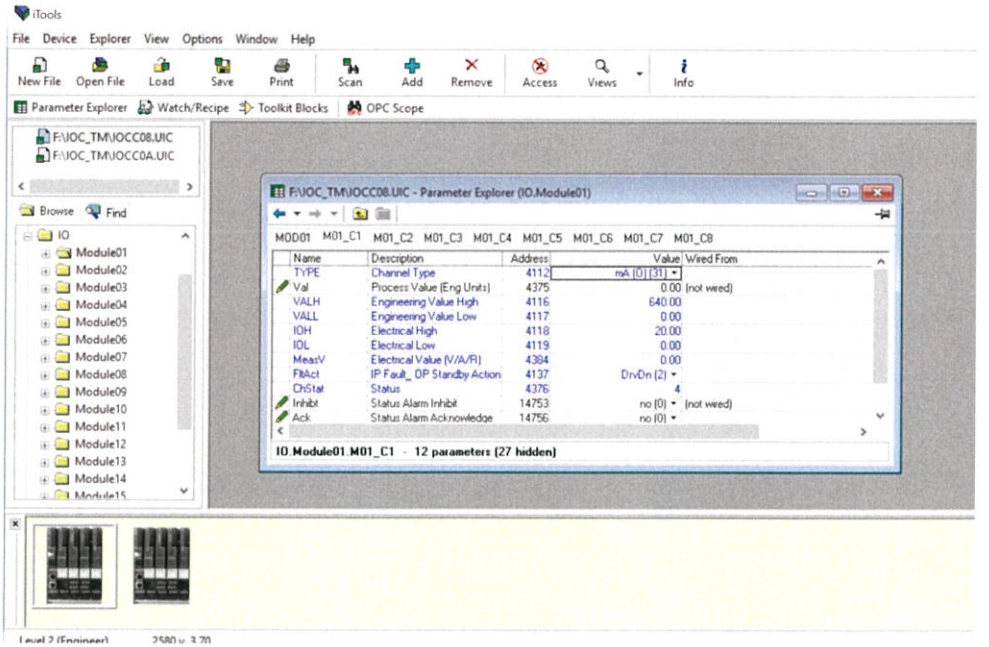
ระบบการทำงานประกอบไปด้วยโมดูลตัวควบคุม (Field Control Processor : FCP) ในที่นี้ใช้ FCP270 ,โมดูลอินพุต/เอาต์พุต (Input/Output Module หรือ Fieldbus Module : FBM) ในที่นี้ใช้ FBM223 และ โมดูล I/O Controller (IOC profibus-DP) ในที่นี้ใช้ Eurotherm 2500E

3.2.2 การเชื่อมต่อฮาร์ดแวร์เข้ากับซอฟต์แวร์

การติดตั้ง ฮาร์ดแวร์ให้เข้ากับซอฟต์แวร์ ใช้โปรแกรม iTools และ โปรแกรม Eurotherm Profibus GSD File Editor

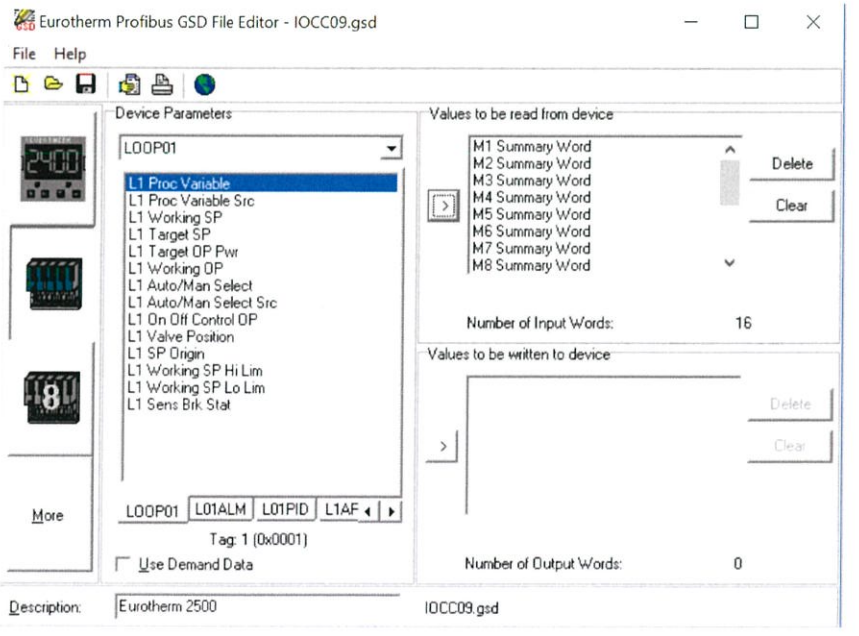
- โปรแกรม iTools ใช้ในการติดตั้งการ์ด IOC การตั้งค่าจะตั้งค่าแต่ละpoint โดยอนาล็อก ใช้ 0-20 mA และ ดิจิตอล ใช้ 24 Vdc

รูปที่ 3.2 Program iTools



รูปที่ 3.3 Configulation by iTools

- โปรแกรม Eurotherm Profibus GSD File Editor จะตั้งค่าแต่ละการ์ด โดยการกำหนดการ์ดแต่ละการ์ด ถ้าการ์ดเป็นอินพุต จะถูกกำหนดให้เป็น อ่าน (Read) หรือ ถ้าการ์ดเป็นเอาต์พุต จะถูกกำหนดให้เป็น เขียน (Write)



รูปที่ 3.4 Configulation by Eurotherm Profibus GSD File Editor

3.3 ตัวแปรที่ใช้ในกระบวนการผลิต

3.3.1 ตัวแปรสภาวะของอุปกรณ์ที่ใช้ในกระบวนการผลิต

ในเนื้อหานี้ขออธิบายในส่วนของการทำ Cooling ของขั้นตอน Mixing

ตารางที่ 3. 1 ตัวแปรสภาวะของอุปกรณ์ที่ใช้ในกระบวนการผลิต

Item	Item description	Tag Name
TNK_LSH	High level switch at tank	LSH13.H01.14.01
TNK_LSL	Low level switch at tank	LSL13.H01.14.01
TNK_TT	Temperature transmitter at tank	TT13.H01.14.01
TNK_WT	Weight transmitter at tank	WT13.H01.14.01
TNK_PT	Pressure transmitter at tank	PT13.H01.36.01
JKT_TT	Temperature transmitter of media at mixing tank jacket	TT13.H01.38.40
TNK_AGIT	Tank agitator	AG13.H01.16.01
TNK_AGIT_SC	Speed control of tank agitator	SC13.H01.16.01
TNK_SCRAP	Tank scrap surface	AG13.H01.16.02
TNK_SCRAP_SC	Speed control of tank scrap surface	SC13.H01.16.02
STM_STP_VLV1	Stop valve of steam inlet at mixing tank jacket	AV13.H01.38.15
STM_CONT_VLV	Steam control valve at mixing tank jacket	CV13.H01.38.20
STM_STP_VLV2	Stop valve of steam inlet to top zone of mixing tank jacket	AV13.H01.38.25
STM_STP_VLV3	Stop valve of steam outlet at mixing tank jacket	AV13.H01.38.40
CW_STP_VLV1	Stop valve of cooling water inlet at mixing tank jacket	AV13.H01.38.35
CW_STP_VLV2	Stop valve of cooling water outlet at mixing tank jacket	AV13.H01.38.50

จากตัวแปรสภาวะของอุปกรณ์ในกระบวนการผลิต สามารถแบ่งประเภทของตัวแปรได้ดังนี้

1. ตัวแปรสำหรับควบคุม

ตารางที่ 3. 2 ตัวแปรสำหรับควบคุม

Item	Item description	Tag Name
STM_CONT_VLV	Steam control valve at mixing tank jacket	CV13.H01.38.20

2. ตัวแปรอินพุต

ตารางที่ 3. 3 ตัวแปรอินพุต

Item	Item description	Tag Name
TNK_LSH	High level switch at tank	LSH13.H01.14.01
TNK_LSL	Low level switch at tank	LSL13.H01.14.01
TNK_TT	Temperature transmitter at tank	TT13.H01.14.01
TNK_WT	Weight transmitter at tank	WT13.H01.14.01
TNK_PT	Pressure transmitter at tank	PT13.H01.36.01
JKT_TT	Temperature transmitter of media at mixing tank jacket	TT13.H01.38.40

3. ตัวแปรเอาต์พุต

ตารางที่ 3. 4 ตัวแปรเอาต์พุต

Item	Item description	Tag Name
TNK_AGIT	Tank agitator	AG13.H01.16.01
TNK_AGIT_SC	Speed control of tank agitator	SC13.H01.16.01
TNK_SCRAP	Tank scrap surface	AG13.H01.16.02
TNK_SCRAP_SC	Speed control of tank scrap surface	SC13.H01.16.02
STM_STP_VLV1	Stop valve of steam inlet at mixing tank jacket	AV13.H01.38.15
STM_CONT_VLV	Steam control valve at mixing tank jacket	CV13.H01.38.20
STM_STP_VLV2	Stop valve of steam inlet to top zone of mixing tank jacket	AV13.H01.38.25
STM_STP_VLV3	Stop valve of steam outlet at mixing tank jacket	AV13.H01.38.40
CW_STP_VLV1	Stop valve of cooling water inlet at mixing tank jacket	AV13.H01.38.35
CW_STP_VLV2	Stop valve of cooling water outlet at mixing tank jacket	AV13.H01.38.50

3.3.2 ตัวแปร Setpoint ที่ใช้ในกระบวนการผลิต

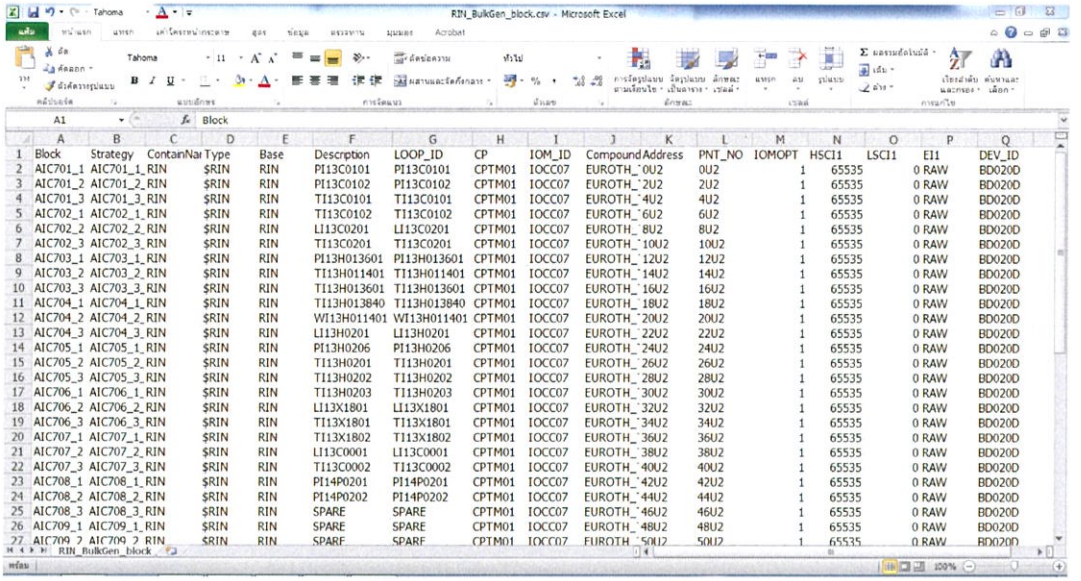
ตารางที่ 3. 5 ตัวแปร Setpoint ที่ใช้ในกระบวนการผลิต

No.	Parameter	Parameter description
1	TempSP	Temperature Setpoint
2	TempStart	Temperature Start Cooling
3	FlushTime	Time to flush jacket
4	CoolDownTime	Time to cool down jacket
5	FillTime	Time to fill the jacket
6	TopZoneLevel	Level to open cooling top zone
7	MaxCoolTime	Maximum cooling time in cooling step
8	CoolingTime	Time at cooling step
9	StartTemp	Cooling start temperature set
10	StopTemp	Cooling stop temperature set
11	ProcessTempOffset	The offset for temperature is used as a limit for when running process mode.

3.4 วิธีการสร้างลำดับการควบคุมการทำงาน

3.4.1 สร้างฐานข้อมูลของกระบวนการ โดยใช้โปรแกรม IACC

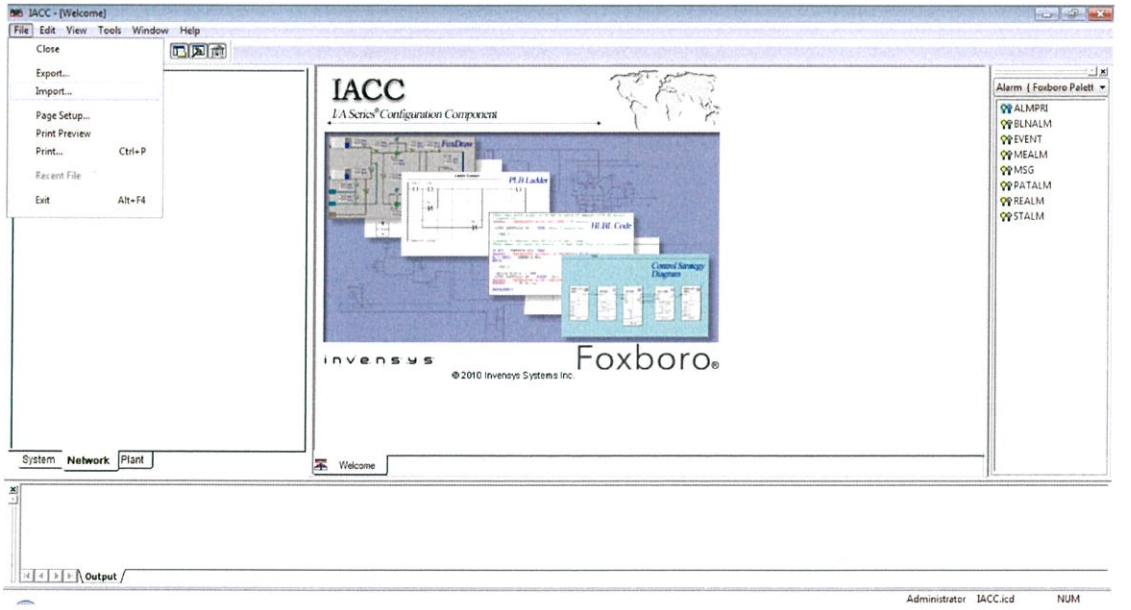
1. สร้างข้อมูลทั้งหมดใน Excel



Block	Strategy	ContainNa	Type	Base	Description	LOOP_ID	CP	IOM_ID	Compound	Address	PNT_NO	IOMOPT	HSCI1	LSCI1	EI1	DEV_ID
AIC701_1	AIC701_1_	RIN	$RIN	RIN	PI13C0101	PI13C0101	CPTM01	IOCC07	EUROTH_	0U2	0U2	1	65535		0 RAW	BD020D
AIC701_2	AIC701_2_	RIN	$RIN	RIN	PI13C0102	PI13C0102	CPTM01	IOCC07	EUROTH_	2U2	2U2	1	65535		0 RAW	BD020D
AIC701_3	AIC701_3_	RIN	$RIN	RIN	TI13C0101	TI13C0101	CPTM01	IOCC07	EUROTH_	4U2	4U2	1	65535		0 RAW	BD020D
AIC702_1	AIC702_1_	RIN	$RIN	RIN	TI13C0102	TI13C0102	CPTM01	IOCC07	EUROTH_	6U2	6U2	1	65535		0 RAW	BD020D
AIC702_2	AIC702_2_	RIN	$RIN	RIN	LI13C0201	LI13C0201	CPTM01	IOCC07	EUROTH_	8U2	8U2	1	65535		0 RAW	BD020D
AIC702_3	AIC702_3_	RIN	$RIN	RIN	TI13C0201	TI13C0201	CPTM01	IOCC07	EUROTH_	10U2	10U2	1	65535		0 RAW	BD020D
AIC703_1	AIC703_1_	RIN	$RIN	RIN	PI13H013601	PI13H013601	CPTM01	IOCC07	EUROTH_	12U2	12U2	1	65535		0 RAW	BD020D
AIC703_2	AIC703_2_	RIN	$RIN	RIN	TI13H011401	TI13H011401	CPTM01	IOCC07	EUROTH_	14U2	14U2	1	65535		0 RAW	BD020D
AIC703_3	AIC703_3_	RIN	$RIN	RIN	TI13H013601	TI13H013601	CPTM01	IOCC07	EUROTH_	16U2	16U2	1	65535		0 RAW	BD020D
AIC704_1	AIC704_1_	RIN	$RIN	RIN	TI13H013840	TI13H013840	CPTM01	IOCC07	EUROTH_	18U2	18U2	1	65535		0 RAW	BD020D
AIC704_2	AIC704_2_	RIN	$RIN	RIN	WI13H011401	WI13H011401	CPTM01	IOCC07	EUROTH_	20U2	20U2	1	65535		0 RAW	BD020D
AIC704_3	AIC704_3_	RIN	$RIN	RIN	LI13H0201	LI13H0201	CPTM01	IOCC07	EUROTH_	22U2	22U2	1	65535		0 RAW	BD020D
AIC705_1	AIC705_1_	RIN	$RIN	RIN	PI13H0206	PI13H0206	CPTM01	IOCC07	EUROTH_	24U2	24U2	1	65535		0 RAW	BD020D
AIC705_2	AIC705_2_	RIN	$RIN	RIN	TI13H0201	TI13H0201	CPTM01	IOCC07	EUROTH_	26U2	26U2	1	65535		0 RAW	BD020D
AIC705_3	AIC705_3_	RIN	$RIN	RIN	TI13H0202	TI13H0202	CPTM01	IOCC07	EUROTH_	28U2	28U2	1	65535		0 RAW	BD020D
AIC706_1	AIC706_1_	RIN	$RIN	RIN	TI13H0203	TI13H0203	CPTM01	IOCC07	EUROTH_	30U2	30U2	1	65535		0 RAW	BD020D
AIC706_2	AIC706_2_	RIN	$RIN	RIN	LI13X1801	LI13X1801	CPTM01	IOCC07	EUROTH_	32U2	32U2	1	65535		0 RAW	BD020D
AIC706_3	AIC706_3_	RIN	$RIN	RIN	TI13X1801	TI13X1801	CPTM01	IOCC07	EUROTH_	34U2	34U2	1	65535		0 RAW	BD020D
AIC707_1	AIC707_1_	RIN	$RIN	RIN	TI13X1802	TI13X1802	CPTM01	IOCC07	EUROTH_	36U2	36U2	1	65535		0 RAW	BD020D
AIC707_2	AIC707_2_	RIN	$RIN	RIN	LI13C0001	LI13C0001	CPTM01	IOCC07	EUROTH_	38U2	38U2	1	65535		0 RAW	BD020D
AIC707_3	AIC707_3_	RIN	$RIN	RIN	TI13C0002	TI13C0002	CPTM01	IOCC07	EUROTH_	40U2	40U2	1	65535		0 RAW	BD020D
AIC708_1	AIC708_1_	RIN	$RIN	RIN	PI14P0201	PI14P0201	CPTM01	IOCC07	EUROTH_	42U2	42U2	1	65535		0 RAW	BD020D
AIC708_2	AIC708_2_	RIN	$RIN	RIN	PI14P0202	PI14P0202	CPTM01	IOCC07	EUROTH_	44U2	44U2	1	65535		0 RAW	BD020D
AIC708_3	AIC708_3_	RIN	$RIN	RIN	SPARE	SPARE	CPTM01	IOCC07	EUROTH_	46U2	46U2	1	65535		0 RAW	BD020D
AIC709_1	AIC709_1_	RIN	$RIN	RIN	SPARE	SPARE	CPTM01	IOCC07	EUROTH_	48U2	48U2	1	65535		0 RAW	BD020D
AIC709_2	AIC709_2_	RIN	$RIN	RIN	SPARE	SPARE	CPTM01	IOCC07	EUROTH_	50U2	50U2	1	65535		0 RAW	BD020D

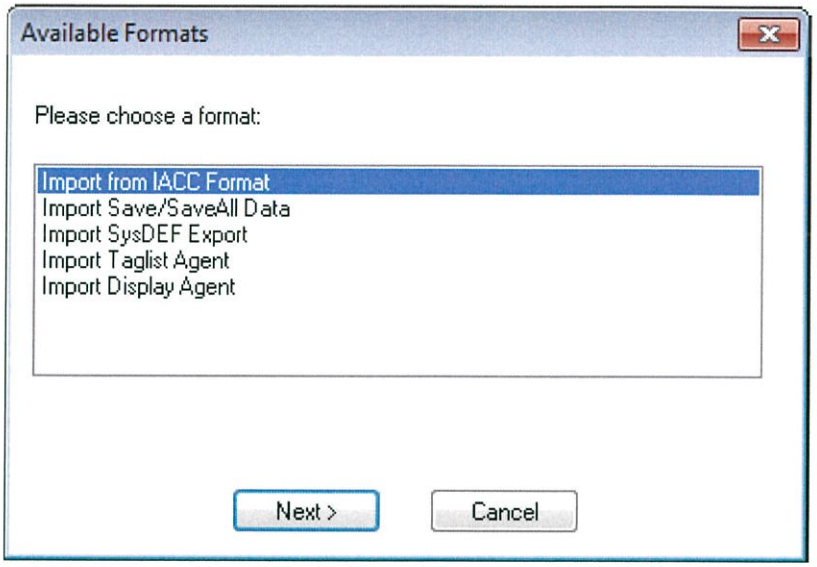
รูปที่ 3.5 ฐานข้อมูลใน Excel

2. Import ข้อมูลในโปรแกรม IACC



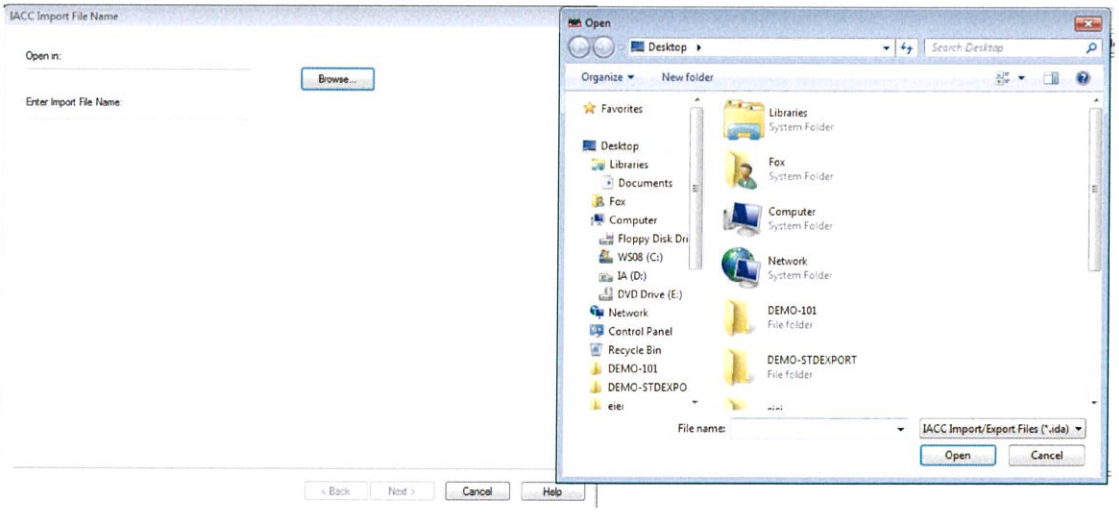
รูปที่ 3.6 การ Import ข้อมูล

3. เลือก Import from IACC Format คลิก next



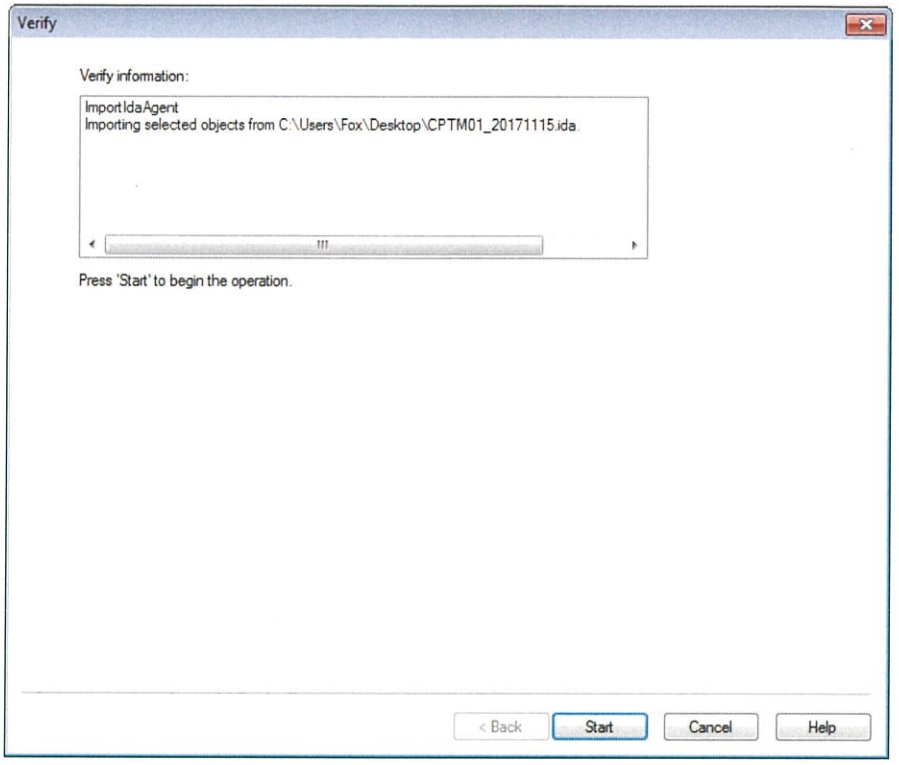
รูปที่ 3.7 การเลือกข้อมูลที่จะ Import

4. เลือกไฟล์ที่ต้องการจะ Import



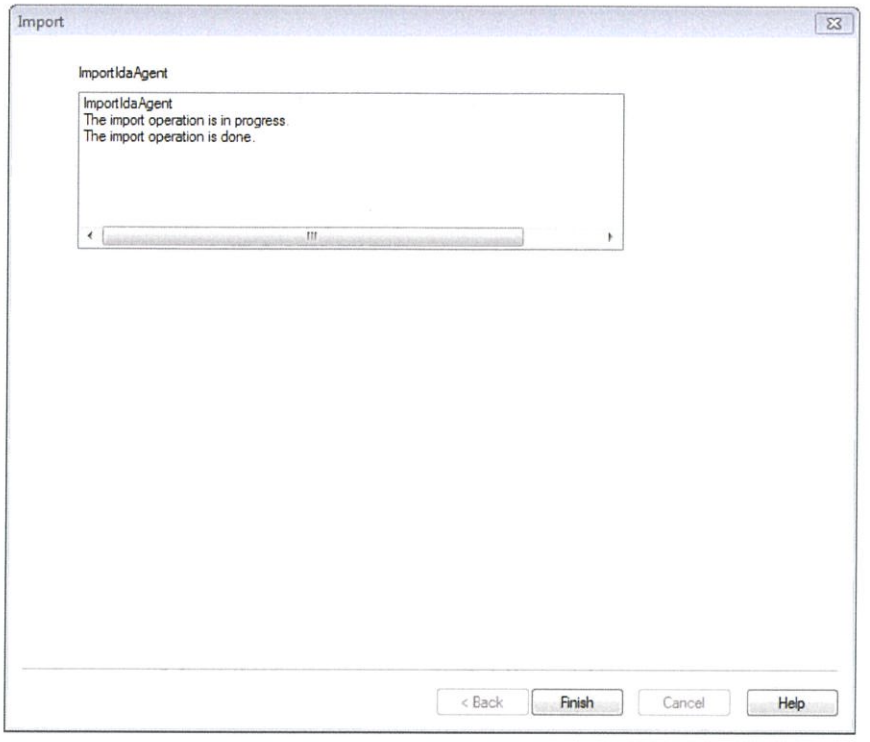
รูปที่ 3.8 เลือกไฟล์ที่ต้องการ Import

5. คลิก Start



รูปที่ 3.9 Start Import

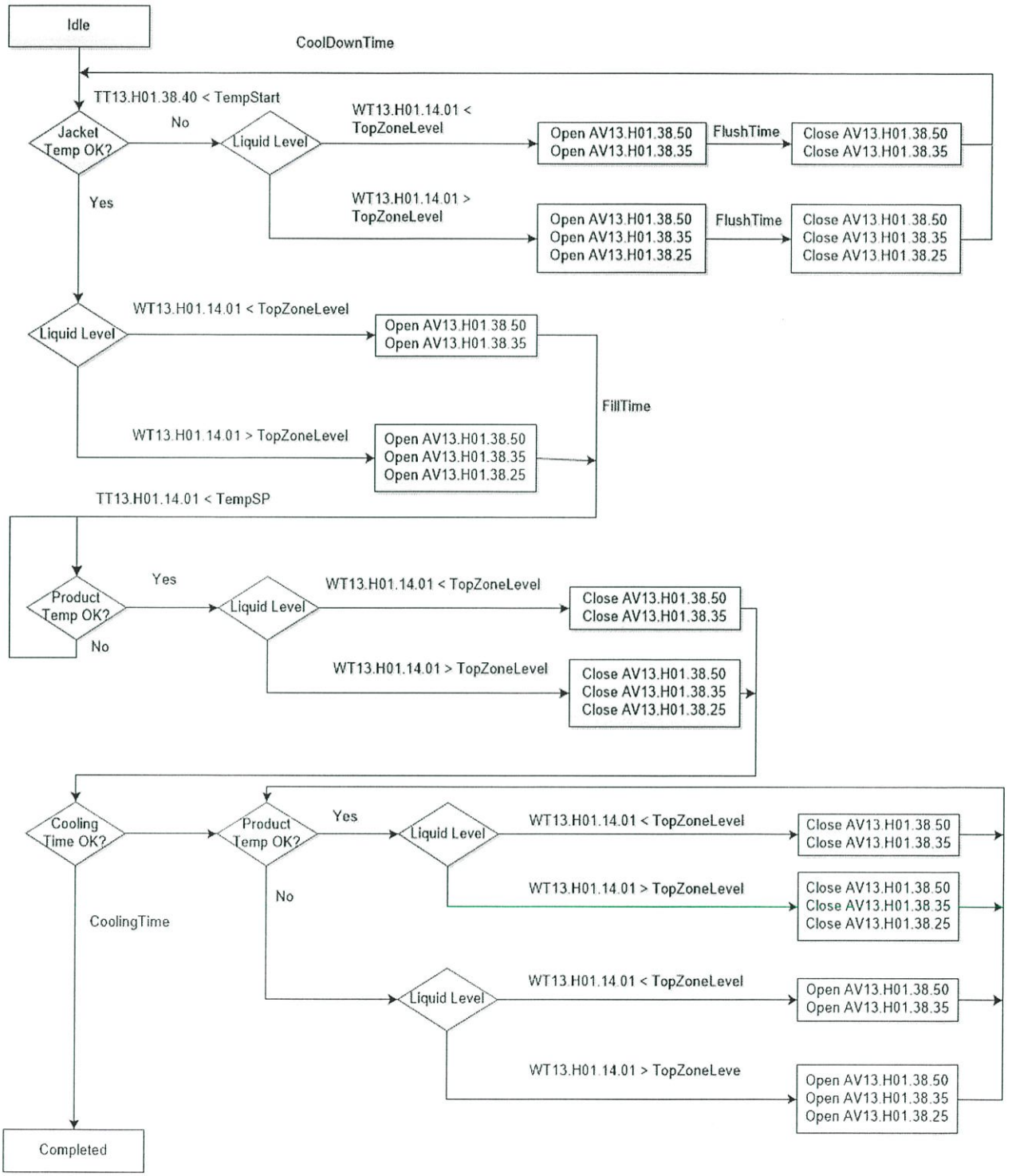
6. Import ข้อมูลสำเร็จ



รูปที่ 3.10 Finish Import

3.4.2 การเขียนลำดับการทำงานกระบวนการ

1. การทำงานของขั้นตอน Cooling



รูปที่ 3. 11 Flowchart of Cooling step

2. นำ Flowchart มาเขียนในโปรแกรม IACC โดยใช้ IND Block ภายใน IND Block ใช้ High Level Batch Language (HLBL) ในการเขียน โดย Sequence Block source code file จะมีดังนี้

- Standard Parameters
- Block Type Identification
- Symbolic Constants
- Local Block Variables
- User Labels
- Include Files
- Subroutines (variables and statements)
- Standard Block Exception Handlers
- Block Statements, grouped into Steps

```
INDEPENDENT_SEQUENCE {
                      **                                                **
                      **          INDEPENDENT SEQUENCE                  **
                      **             CONTROL BLOCK                      **
                      ****************************************************}

CONSTANTS             {*************************************************************
                      *                                                             *
                      *          specify any Constants                              *
                      *                  in the following format:                   *
                      * ************************************************************
                      *          12_char_name = value ;                             *
                      * ************************************************************}

VARIABLES             {*************************************************************
                      *                                                             *
                      *          specify any Block Local Variables                  *
                      *                  in the following format:                   *
                      *************************************************************
                      *                                                             *
                      *          12_char_name [ , 12_char_name ] : type;            *
                      *                                                             *
                      *        where type is one of B, I, R, S, S12, S6             *
                      * ************************************************************}

USER_LABELS           {*************************************************************
                      *                                                             *
                      *          specify any user labeled parameters                *
                      *                  in one of the following formats:           *
                      *************************************************************
                      *                                                             *
                      *                                                             *
                      *        10_char_name :  BI00nn;     n =  01  --  24          *
                      *        10_char_name :  BO00nn;     n =  01  --  16          *
                      *        10_char_name :  BA000n;     n =   1  --   4          *
                      *        10_char_name :  RI00nn;     n =  01  --  15          *
                      *        10_char_name :  RO00nn;     n =  01  --  15          *
                      *        10_char_name :  RA00nn;     n =   1  --   2          *
                      *        10_char_name :  II000n,     n =   1  --   8          *
                      *        10_char_name :  IO000n,     n =   1  --   5          *
                      *        10_char_name :  IA0001;                               *
                      *        10_char_name :  SN00nn;     n =  01  --  10          *
                      *************************************************************}
```

รูปที่ 3. 12 IND Block Source Code Template (1 of 2)

- Block Type Identification

  เป็นส่วนของการบอกข้อมูลเกี่ยวกับ Block เช่น ชื่อBlock ,ผู้สร้าง ,รุ่นและวันที่

- Constants

  Symbolic constants คือ การกำหนดค่าที่คงที่เสมอ หรือแสดงค่าของตัวแปร

- Variables

  Block Variable ตัวแปรที่ถูกกำหนดให้เป็นตัวแปรเฉพาะที่และไม่สามารถเข้าถึงได้จากภายนอกบล็อก

- User Labels

  พารามิเตอร์ที่ระบุโดยผู้ใช้สามารถอ้างถึงได้โดยอัลกอริทึมที่กำหนดโดยผู้ใช้สามารถกำหนดประเภทของแต่ละตัวแปรได้ดังต่อไปนี้: ค่าจริง ,จำนวนเต็ม ,บูลีนและตัวอักษร ทุกชนิดยกเว้นสตริงสามารถเชื่อมโยงกับพารามิเตอร์ในบล็อกและสารประกอบอื่น ๆ ได้และตัวแปรที่ใช้ร่วมกัน

```
{ ***************************************************************
*   Specify any Subroutines                                     *
*****************************************************************
*                                                               *
*   SUBROUTINE name ( formal arguments ) ;                      *
*     VARIABLES  subr. local variables ;                        *
*     STATEMENTS                                                *
*           ;                                                   *
*   ENDSUBROUTINE                                               *
 *************************************************************** }

{ ***************************************************************
*   Specify any                                                 *
*       Standard Block Exception Handlers                       *
*****************************************************************
*                                                               *
*   BLOCK_EXCEPTION exc_name [ DISABLE ]                        *
*     STATEMENTS                                                *
*           ;                                                   *
*     ENDEXCEPTION                                              *
* *************************************************************** }

STATEMENTS { ***************************************************************
*                  Specify the statements here                  *
 *************************************************************** }

ENDSEQUENCE
```

รูปที่ 3. 13 IND Block Source Code Template (2 of 2)

- Subroutine

  Subroutine คือ ส่วนของการควบคุมย่อย โดย subroutine จะถูกใช้เมื่อ Main code เรียกใช้

- SBX's

  Standard Block Exception Handler (SBX) คือ การกำหนดค่าเฉพาะของผู้ใช้งาน จะทำงานเมื่อ มีความผิดพลาดในการ operate ในขณะที่เป็น Automatic execution หรือถูกขวางการทำงานจากภายนอกในขณะ operate

- Statement

  ส่วน Main Statement คือส่วนที่ใช้เขียน Main code โดยใช้ HLBL ในการเขียน

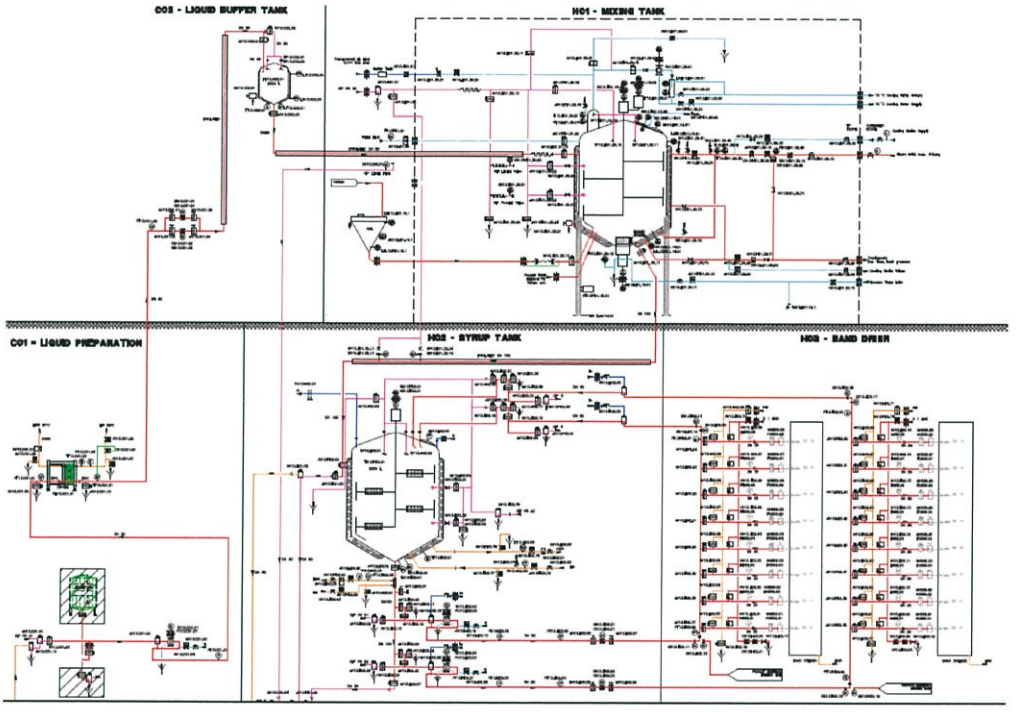
3. จาก Sequence Block Source Code file สามารถเขียน Sequence Control ของ cooling step ได้ดังนี้

```
INDEPENDENT_SEQUENCE{****************************
**
      **                          **
      **    INDEPENDENT SEQUENCE      **
      **     CONTROL BLOCK          **
      **                          **
      ****************************************}

#define LSH13_H011401 :TM_MIXING:LSH13H011401
#define LSL13_H011401 :TM_MIXING:LSL13H011401
#define TT13_H011401  :TM_MIXING:TT13H011401
#define WT13_H011401  :TM_MIXING:WT13H011401
#define PT13_H013601  :TM_MIXING:PT13H013601
#define AG13_H011601  :TM_MIXING:AG13H011601
#define SC13_H011601R :TM_MIXING:SC13H011601R
#define AG13_H011602  :TM_MIXING:AG13H011602
#define SC13_H011602R :TM_MIXING:SC13H011602R
#define AV13_H013815  :TM_MIXING:AV13H013815
#define CV13_H013820  :TM_MIXING:CV13H013820
#define AV13_H013825  :TM_MIXING:AV13H013825
#define AV13_H013840  :TM_MIXING:AV13H013840
#define TT13_H013840  :TM_MIXING:TT13H013840
#define AV13_H013835  :TM_MIXING:AV13H013835
#define AV13_H013850  :TM_MIXING:AV13H013850
#define TIME1         :TM_MIXING:TIM_COOLING1

CONSTANTS
 OPEN  = TRUE;
 CLOSE = FALSE;
 ON    = TRUE;
 OFF   = FALSE;
 AUTO  = TRUE;
 MANUAL = FALSE;
 START = TRUE;
 STOP  = FALSE;

VARIABLES

USER_LABELS
 INITE_WQ  :RI0001;
 TARE      :RI0002;
 TORALENCE :RI0003;
 TEMP_SP   :RI0004;
 TOPZONELEVEL : RI0005;
 MaxCoolTime  : RI0006;
 TIME       : RI0007;
 FLUSHTIME   : RI0009;
 MaxCirculateTime : RI0008;
 TEMPSTART   : RI0013;

/* GOTO AUTO */
SUBROUTINE GOTO_AUTO()
 STATEMENTS
AG13_H011601.MA := AUTO;
AG13_H011602.MA := AUTO;
AV13_H013815.MA := AUTO;
CV13_H013820.MA := AUTO;
AV13_H013825.MA := AUTO;
AV13_H013840.MA := AUTO;
AV13_H013835.MA := AUTO;
AV13_H013850.MA := AUTO;
WAIT 2;
ENDSUBROUTINE

STATEMENTS{****************************************
      *    Specify the statements here     *
      ****************************************}
CALL GOTO_AUTO();
TIME1.TIMR1V := 0;

 IF TT13_H013840.PNT >= TEMPSTART THEN
   IF WT13_H011401.PNT <= TOPZONELEVEL THEN
      AV13_H013850.AUTDSR := OPEN;
      AV13_H013835.AUTDSR := OPEN;
       WAIT FLUSHTIME;
      AV13_H013850.AUTDSR := CLOSE;
      AV13_H013835.AUTDSR := CLOSE;
      AV13_H013835.AUTDSR := CLOSE;
    ENDIF;
    WAIT 2;
  IF WT13_H011401.PNT >= TOPZONELEVEL THEN
      AV13_H013850.AUTDSR := OPEN;
      AV13_H013835.AUTDSR := OPEN;
      AV13_H013825.AUTDSR := OPEN;
       WAIT FLUSHTIME;
      AV13_H013850.AUTDSR := CLOSE;
      AV13_H013835.AUTDSR := CLOSE;
      AV13_H013825.AUTDSR := CLOSE;
    ENDIF;
    WAIT 2;
 ELSE IF WT13_H011401.PNT <= TOPZONELEVEL THEN
      AV13_H013850.AUTDSR := OPEN;
      AV13_H013835.AUTDSR := OPEN;
 ELSE
      AV13_H013850.AUTDSR := OPEN;
      AV13_H013835.AUTDSR := OPEN;
      AV13_H013825.AUTDSR := OPEN;
    WAIT 2;
 ENDIF;
 ENDIF;
IF TT13_H011401.PNT <= TEMP_SP THEN
  IF WT13_H011401.PNT <= TOPZONELEVEL THEN
      AV13_H013850.AUTDSR := CLOSE;
      AV13_H013835.AUTDSR := CLOSE;
    ELSE
      AV13_H013850.AUTDSR := CLOSE;
      AV13_H013835.AUTDSR := CLOSE;
      AV13_H013825.AUTDSR := CLOSE;
    WAIT 2;
ENDIF;
ENDIF;
  TIME1.TIMR1R := ON;
 WAIT UNTIL TIME1.TIMR1V <= MaxCoolTime ;
          IF TT13_H011401.PNT <= TEMP_SP THEN
              IF WT13_H011401.PNT <= TOPZONELEVEL
THEN
                  AV13_H013850.AUTDSR := CLOSE;
                  AV13_H013835.AUTDSR := CLOSE;
                  ELSE
                  AV13_H013850.AUTDSR := CLOSE;
                  AV13_H013835.AUTDSR := CLOSE;
                  AV13_H013825.AUTDSR := CLOSE;
                  WAIT 2;
                  ENDIF;

          ELSEIF TT13_H011401.PNT > TEMP_SP THEN
              IF WT13_H011401.PNT <= TOPZONELEVEL
THEN
                  AV13_H013850.AUTDSR := OPEN;
                  AV13_H013835.AUTDSR := OPEN;
                  ELSE
                  AV13_H013850.AUTDSR := OPEN;
                  AV13_H013835.AUTDSR := OPEN;
                  AV13_H013825.AUTDSR := OPEN;
                  WAIT 2;
                  ENDIF;
              ENDIF;
  WAIT UNTIL (TIME1.TIMR1V >= MaxCirculateTime);
     TIME1.TIMR1R := OFF;
ENDSEQUENCE
```

รูปที่ 3. 14 Sequence of Cooling step

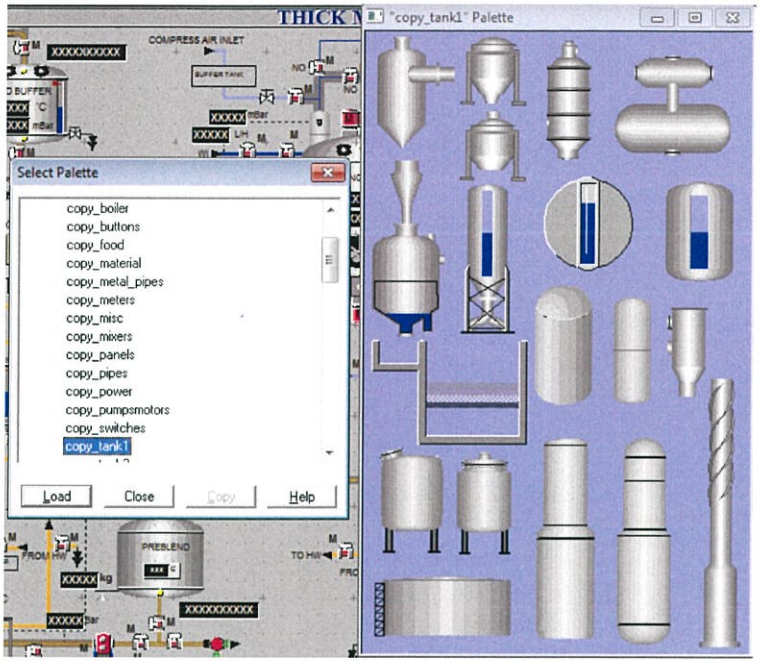
3.5 การตั้งค่าตัวแปรบนจอแสดงผล

การสร้างหน้าจอแสดงผลใช้โปรแกรม FoxViewFoxDraw โดยการสร้างหน้าจอแสดงผลจะอ้างอิงตาม P&ID



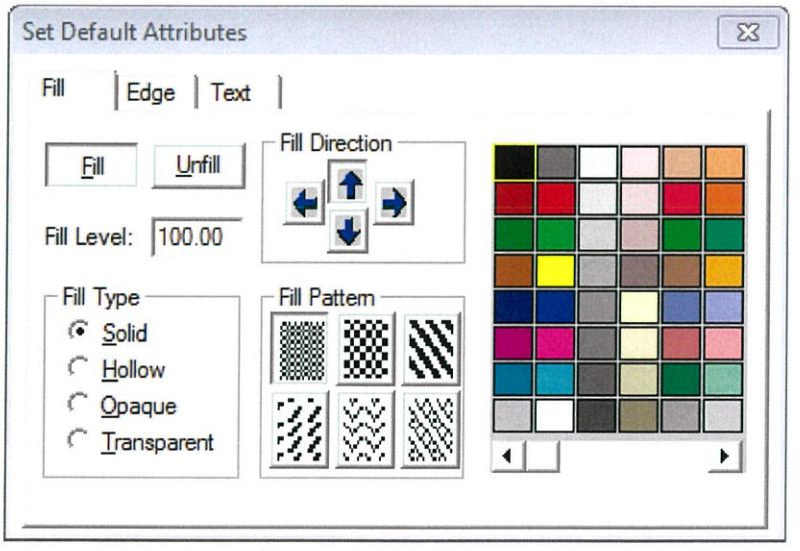
รูปที่ 3. 15 P&ID of Project

1. เลือกอุปกรณ์ที่ต้องการวางในหน้ากราฟิก โดยสามารถสร้างเองได้ โดยเลือกจาก tool ด้านข้างได้ หรืออาจเลือกอุปกรณ์สำเร็จรูปได้จาก Object>Link/Copy from Palette



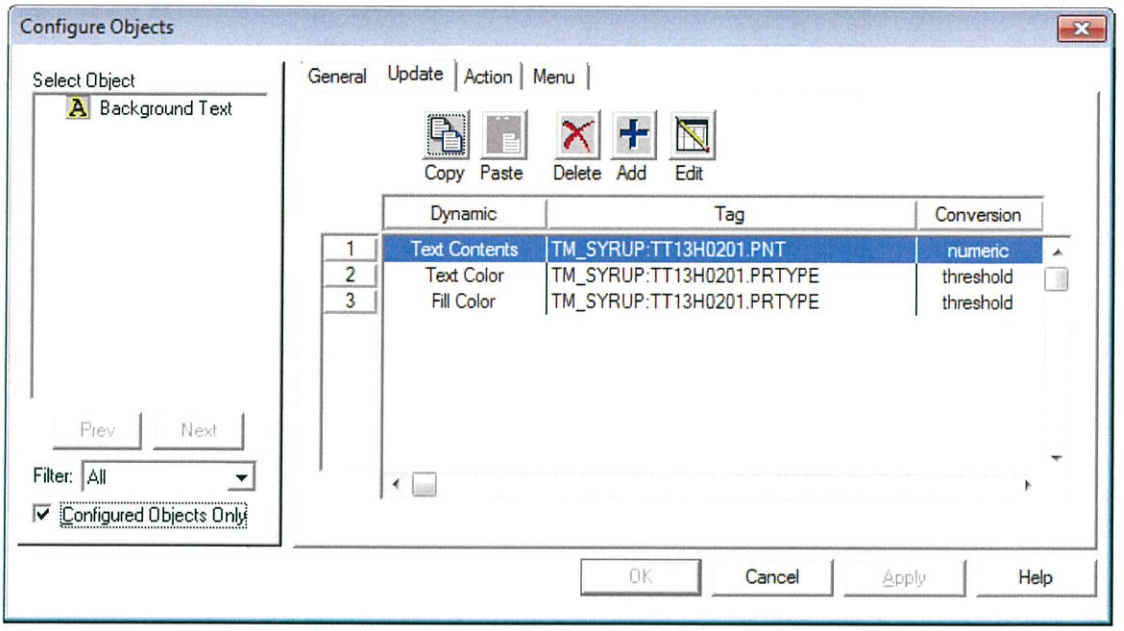
รูปที่ 3. 16 Template of device

2. หากต้องการเปลี่ยนสีของอุปกรณ์ให้คลิกขวาที่อุปกรณ์ จากนั้นเลือก Graphic Attributes โดยจะสามารถเปลี่ยนได้ทั้งสีเส้น, อุปกรณ์, ตัวอักษร และเปลี่ยนแบบตัวอักษรเป็นต้น

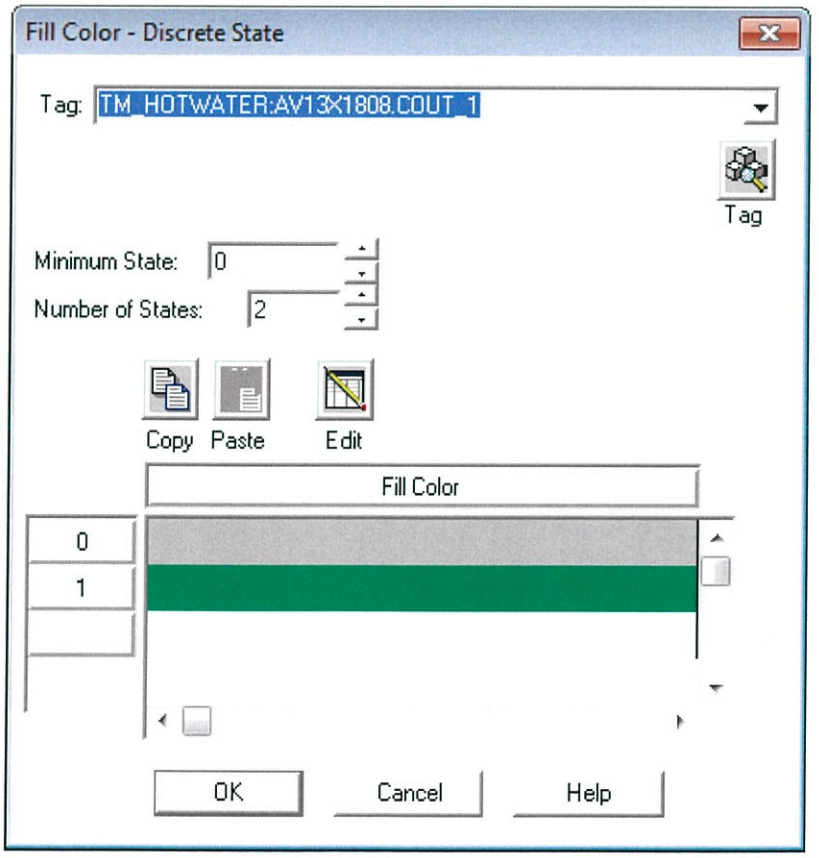


รูปที่ 3. 17 Graphic Attibutes

3. เมื่อเลือกอุปกรณ์ที่ต้องการวางบนหน้ากราฟิกแล้ว จะเป็นการ configuration อุปกรณ์เพื่อให้อุปกรณ์เชื่อมต่อกับ database และสามารถแสดงผลการทำงานได้ โดยคลิกขวาที่อุปกรณ์ที่ต้องการ จากนั้นเลือก Configure Objects



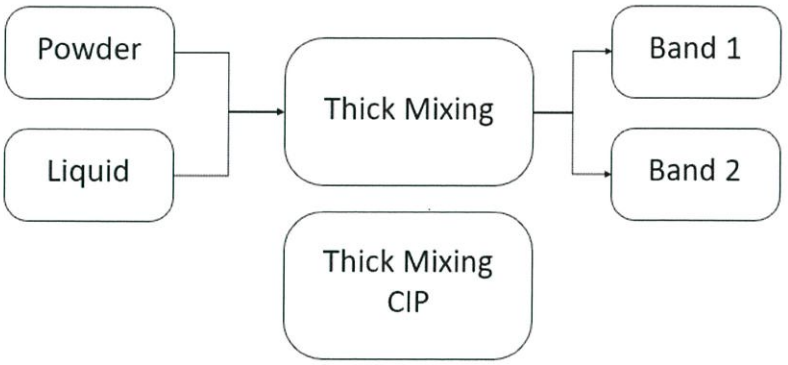
รูปที่ 3. 18 Configure Object



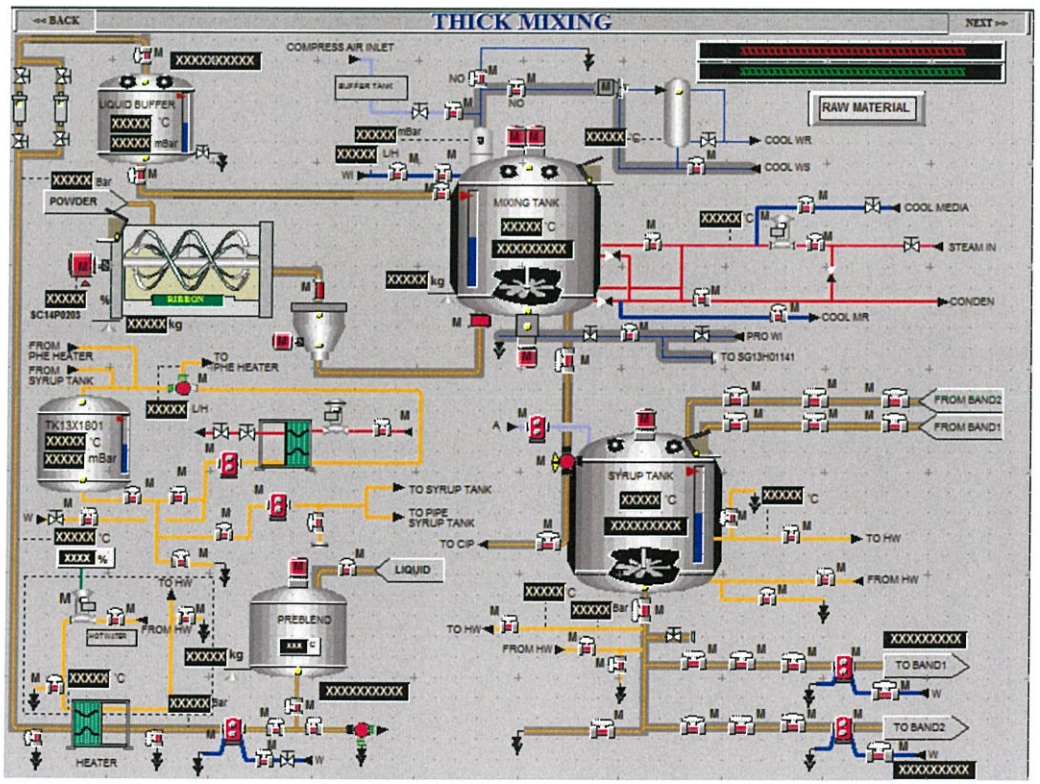
รูปที่ 3. 19 Fill color - Discrete State

3.6 หน้าจอแสดงผล

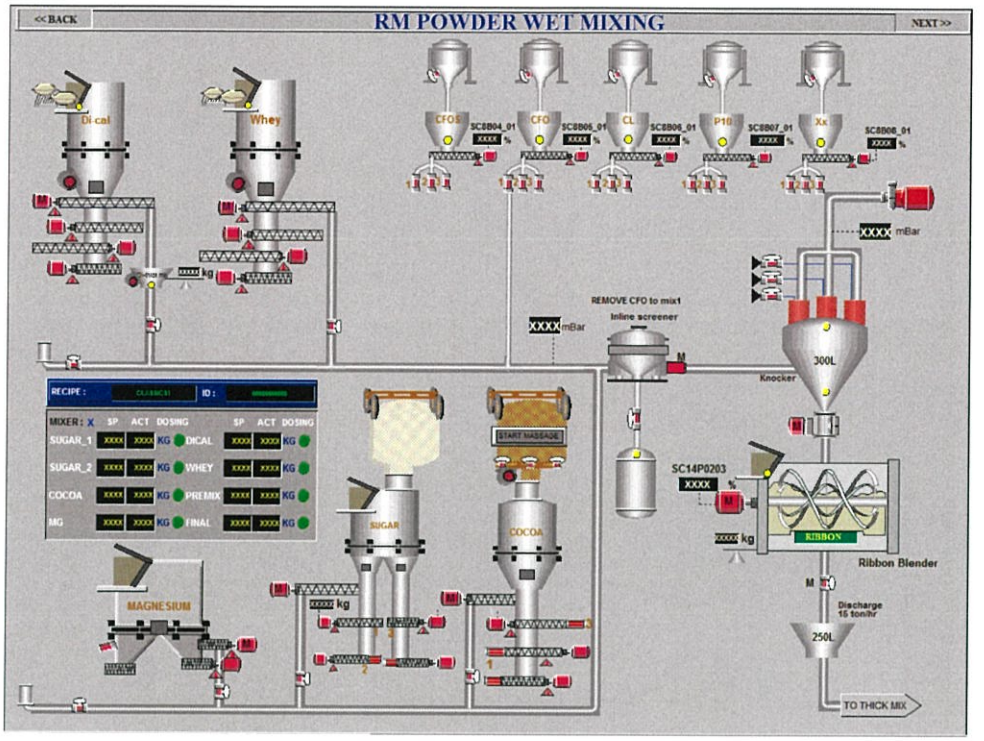
หน้าจอแสดงผลประกอบด้วย Thick Mixing ,Powder Preparation ,Liquid Preparation ,Band Drier และ Thick Mixing CIP



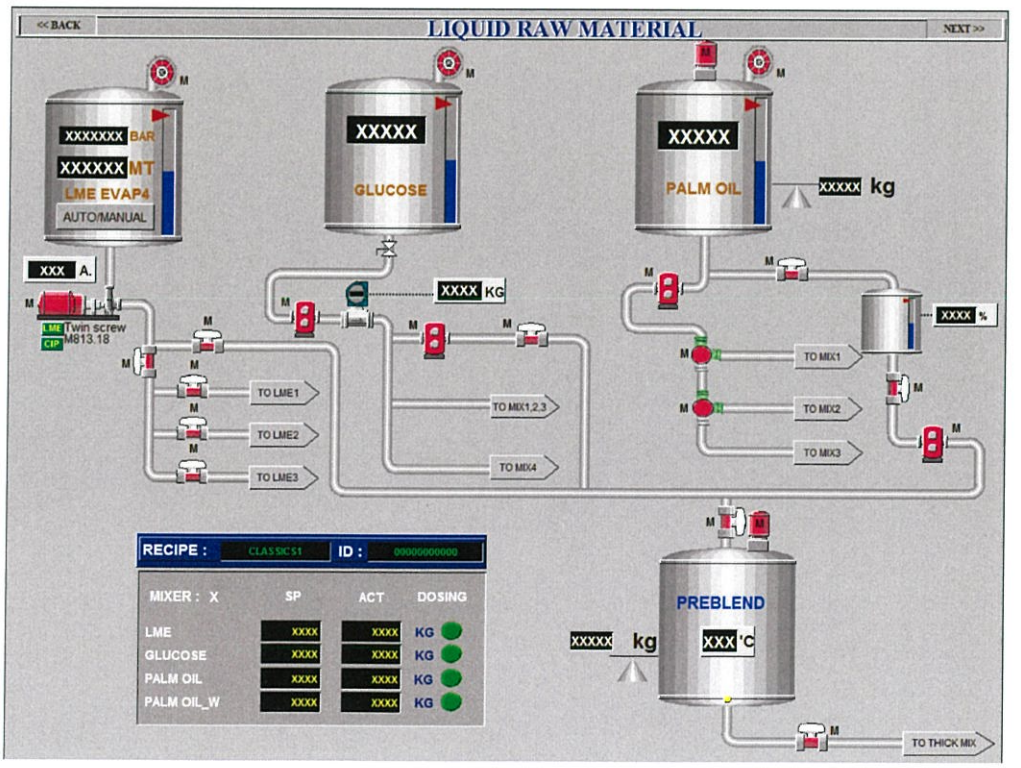
รูปที่ 3. 20 การออกแบบหน้าจอ HMI



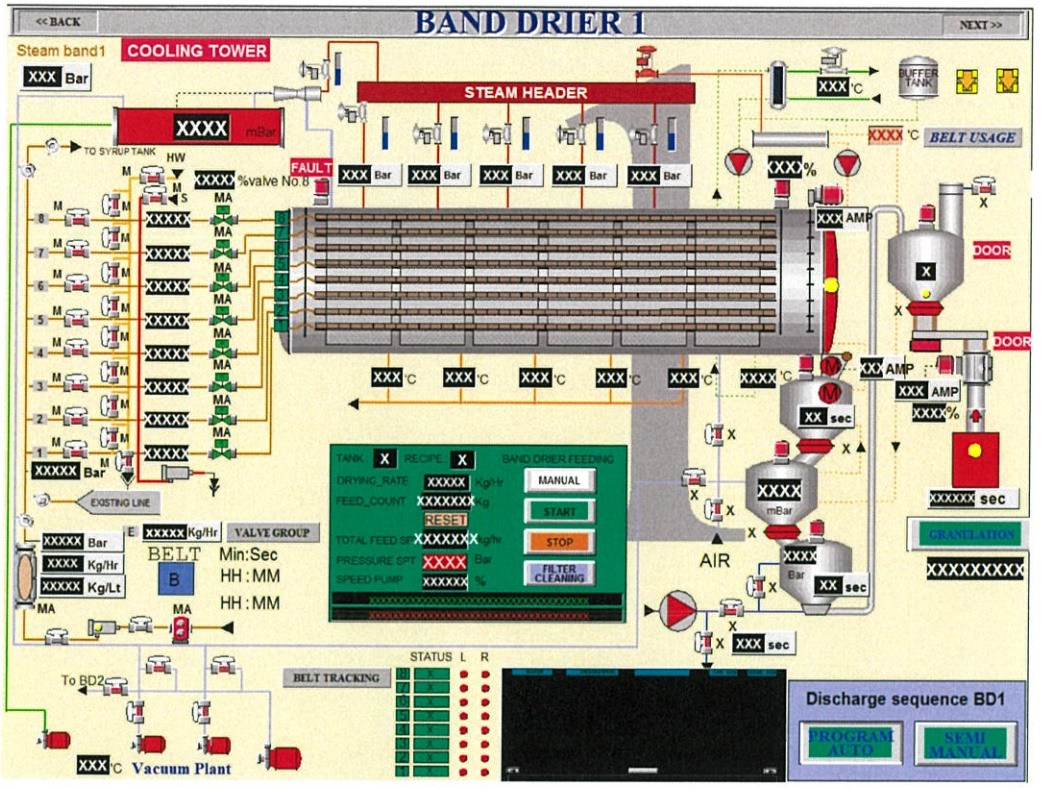
รูปที่ 3. 21 Thick Mixing



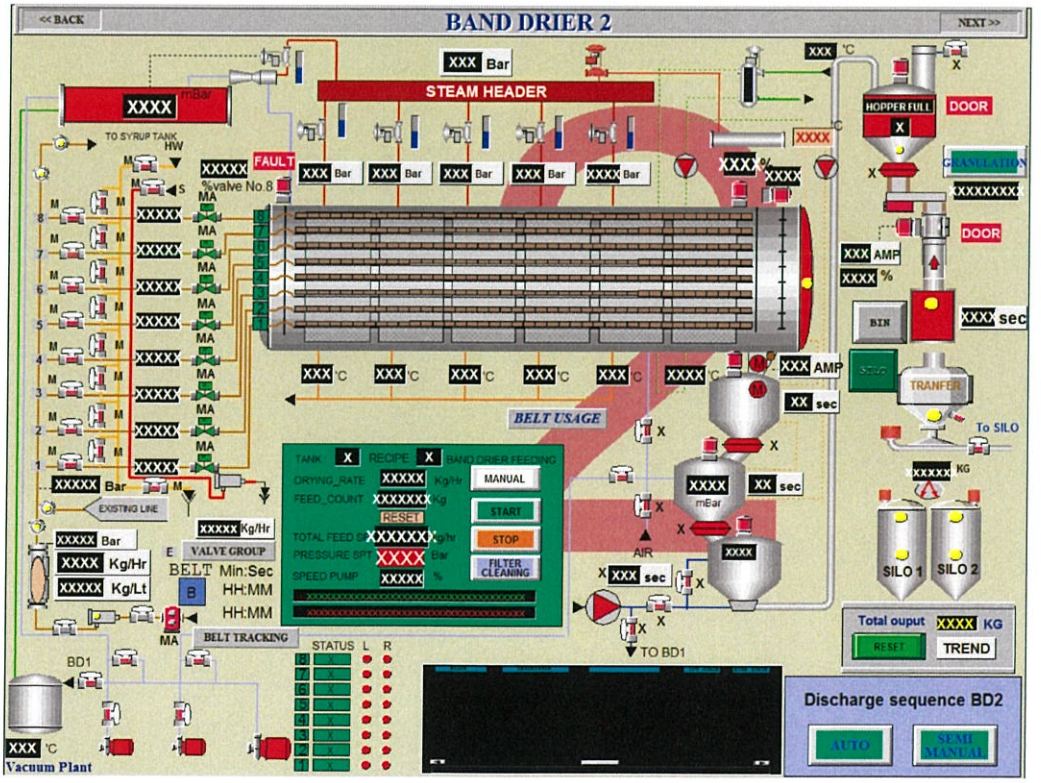
รูปที่ 3. 22 Powder Preparation



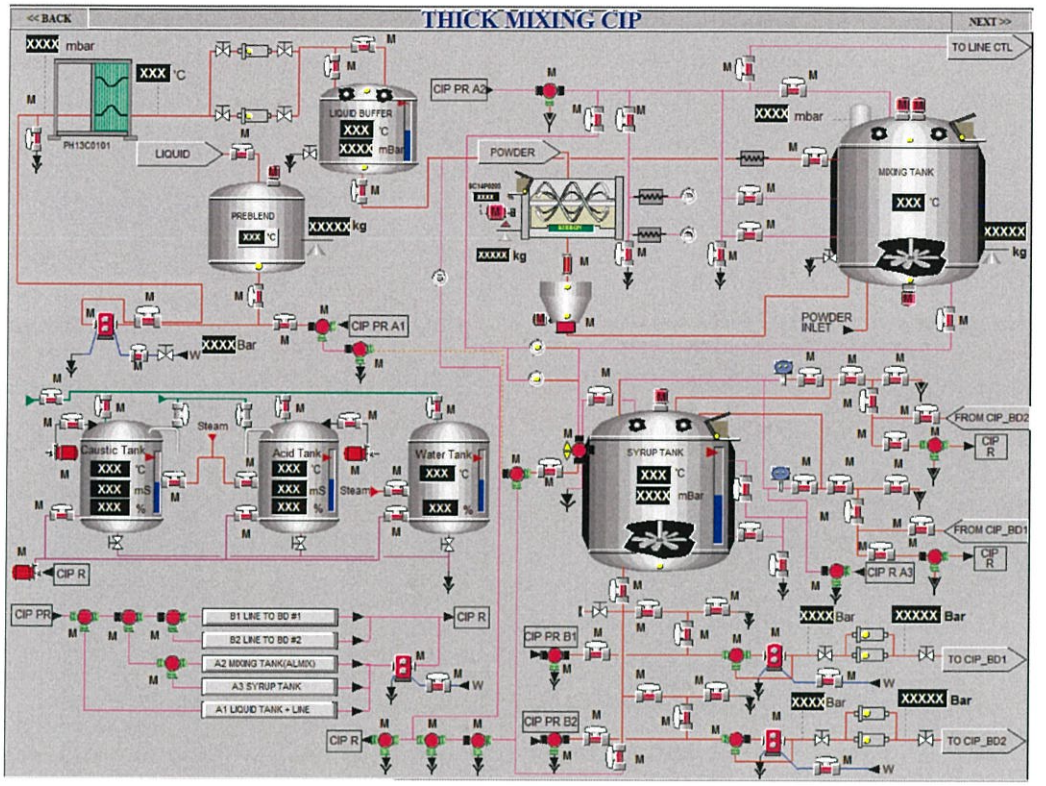
รูปที่ 3. 23 Liquid Preparation



รูปที่ 3. 24 Band Drier 1



รูปที่ 3. 25 Band Drier 2



รูปที่ 3. 26 Thick Mixing CIP

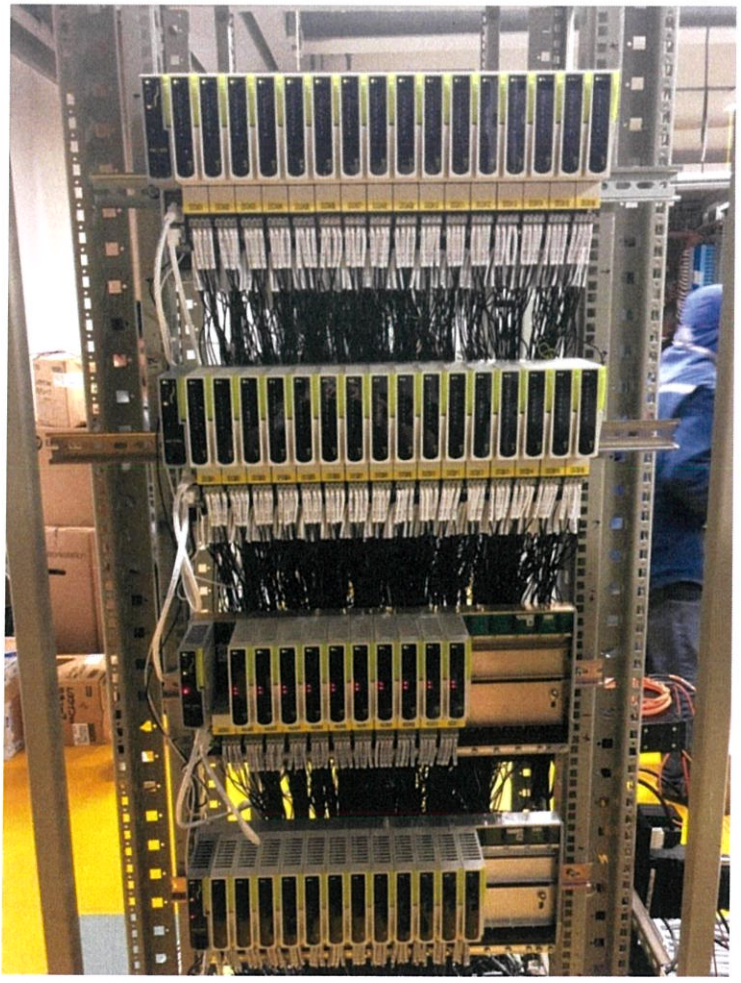
บทที่ 4
ผลการดำเนินการ

4.1 กล่าวนำ

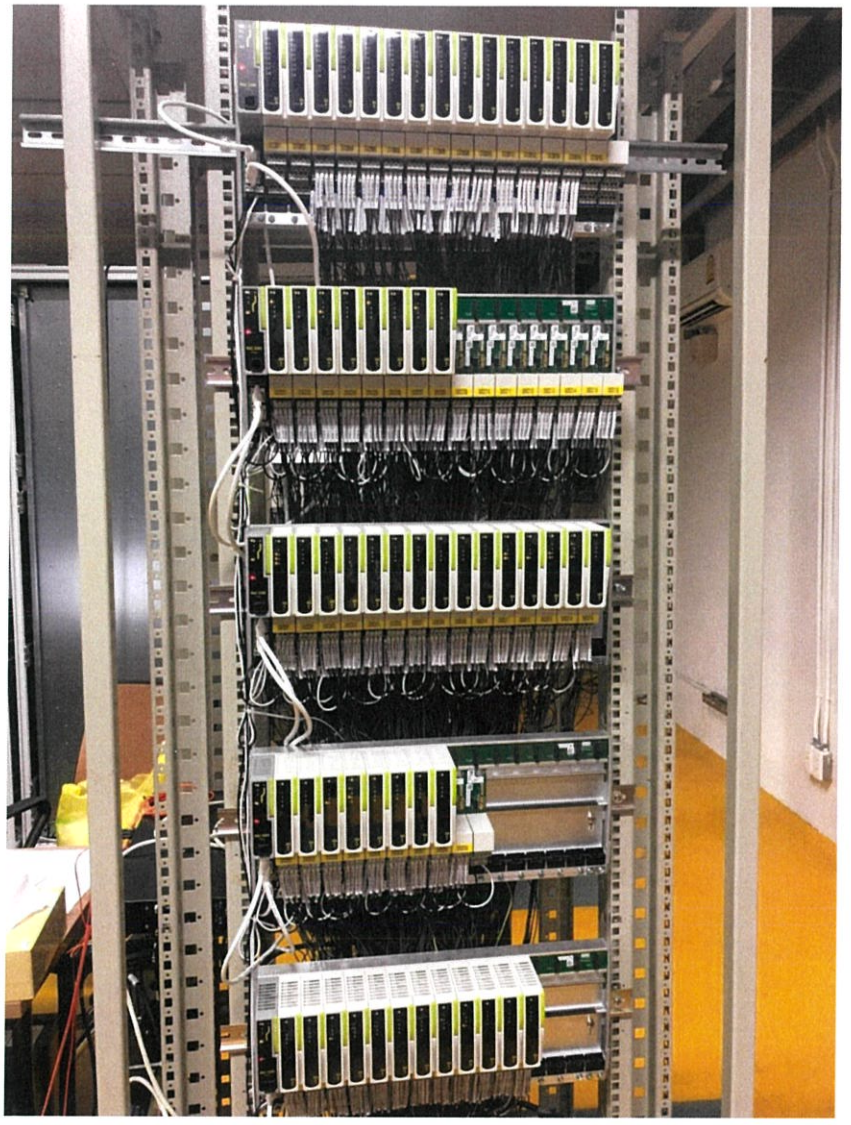
จากบทที่ 3 ได้มีการกล่าวถึงการดำเนินโครงงานในขั้นตอนต่าง ๆ บทนี้กล่าวถึงผลของการดำเนินงานทั้งหมด โดยมีการติดตั้งฮาร์ดแวร์, การเชื่อมต่อระหว่างฮาร์ดแวร์ และซอฟต์แวร์, ผลการทดลองการ์ดอินพุตและเอาต์พุต, หน้าจอแสดงผลและ ผลการทดสอบ ดังนี้

4.2 ผลการทดสอบระบบ

4.2.1 การติดตั้งฮาร์ดแวร์



รูปที่ 4. 1 การติดตั้งฮาร์ดแวร์ด้านหน้า



รูปที่ 4.2 การติดตั้งฮาร์ดแวร์ด้านหลัง

4.2.2 การเชื่อมต่อระหว่างฮาร์ดแวร์ และซอฟต์แวร์ให้ทำงานร่วมกันได้

เมื่อทำการติดตั้งฮาร์ดแวร์ และซอฟต์แวร์เรียบร้อยแล้ว ต่อไปต้องทำการตั้งค่าทั้งซอฟต์แวร์ และฮาร์ดแวร์เพื่อให้ในทั้งสองส่วนทำงานร่วมกันได้

4.2.3 ผลการทดลองการ์ดอินพุตและเอาต์พุต

NO.	CABINET	LETTERBUG	CARD TYPE	POINT	TAG NAME	0	25	50	75	100	FALSE	TRUE
1	DCS-13	IOCC07	AIC701	1	PI13C0101	0.00	2.49	5.00	7.50	10.00		
2	DCS-13	IOCC07	AIC701	2	PI13C0102	0.00	2.50	5.00	7.50	10.00		
3	DCS-13	IOCC07	AIC701	3	TI13C0101	0.03	40.03	80.03	120.03	160.03		

รูปที่ 4.3 Analog Input

NO.	CABINET	LETTERBUG	CARD TYPE	POINT	TAG NAME	0	25	50	75	100	FALSE	TRUE
46	DCS-13	IOCC08	AOC805	2	AG13H0201VFD	3.99	7.99	11.99	15.99	19.99		
47	DCS-13	IOCC08	AOC806	1	SC13X1801	3.99	7.99	11.99	15.99	19.99		
48	DCS-13	IOCC08	AOC806	2	SC13C0001	3.99	7.99	11.99	15.99	19.99		

รูปที่ 4.4 Analog Output

59	DCS-13	IOCC09	DIC901	1	AV13C0101C						✓	✓
60	DCS-13	IOCC09	DIC901	2	AV13C0101O						✓	✓
61	DCS-13	IOCC09	DIC901	3	AV13C0102C						✓	✓
62	DCS-13	IOCC09	DIC901	4	AV13C0102O						✓	✓
63	DCS-13	IOCC09	DIC901	5	AV13C0105C						✓	✓
64	DCS-13	IOCC09	DIC901	6	AV13C0105O						✓	✓
65	DCS-13	IOCC09	DIC901	7	AV13C0109C						✓	✓
66	DCS-13	IOCC09	DIC901	8	AV13C0109O						✓	✓

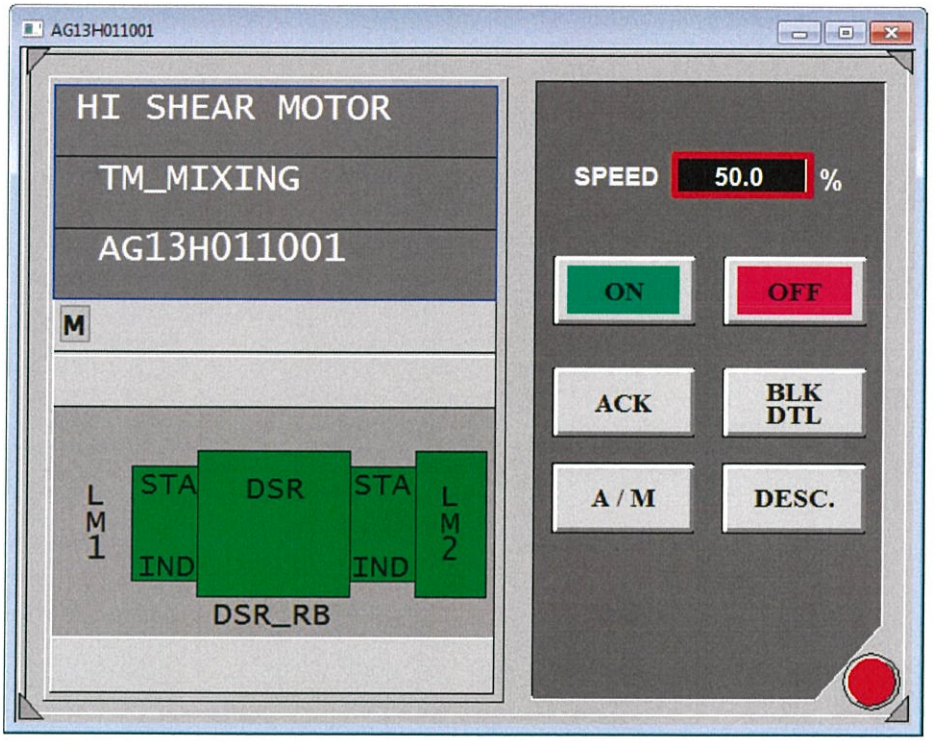
รูปที่ 4.5 Digital Input

NO.	CABINET	LETTERBUG	CARD TYPE	POINT	TAG NAME	0	25	50	75	100	FALSE	TRUE
483	DCS-13	IOCC0C	DOCC11	1	AV13H0205						✓	✓
484	DCS-13	IOCC0C	DOCC11	2	AV13H0206						✓	✓
485	DCS-13	IOCC0C	DOCC11	3	AV13H0209						✓	✓
486	DCS-13	IOCC0C	DOCC11	4	AV13H0210						✓	✓

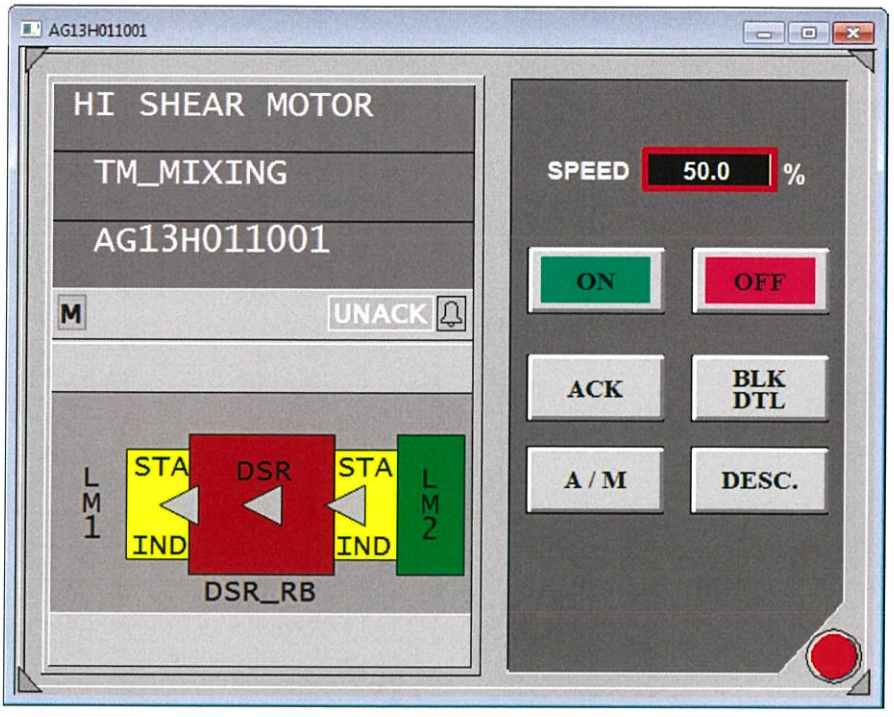
รูปที่ 4.6 Digital Output

4.2.4 ผลการทดสอบหน้าจอแสดงผล

การทดสอบเปิดปิดมอเตอร์ มอเตอร์ในกระบวนการส่วนใหญ่เป็นมอเตอร์ที่มีเพียงสองสถานะ คือ เปิด และปิด โดยเมื่อเปิดมอเตอร์ให้คลิกที่ปุ่ม ON ส่วนแสดงผลส่งค่า “1” ในทางตรงกันข้าม เมื่อคลิกปุ่ม OFF ส่วนแสดงผลส่งค่า “0” ไปแทน ดังภาพที่ 4.7 และ 4.8 ที่แสดงมอเตอร์ในสถานะ ON และ OFF ตามลำดับ



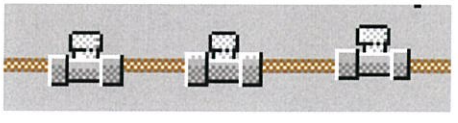
รูปที่ 4.7 ON MOTOR



รูปที่ 4.8 OFF MOTOR

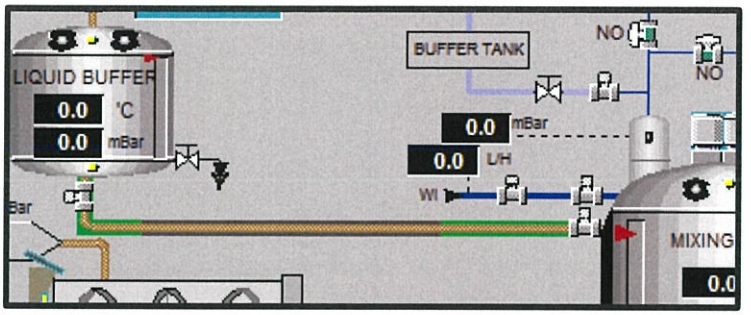
การทดสอบเปิดปิดวาล์ว วาล์วในกระบวนการเป็นวาล์วที่มีเพียงสองสถานะ คือ เปิดและปิด โดยเมื่อเปิดวาล์วให้คลิกที่ปุ่ม ON ส่วนแสดงผลส่งค่า “1” ในทางตรงกันข้าม เมื่อคลิกปุ่ม OFF ส่วนแสดงผลส่งค่า “0” ไปแทน ดังภาพที่ 4.9 และ 4.10 ที่แสดงมอเตอร์ในสถานะ ON และ OFF ตามลำดับ

รูปที่ 4.9 ON Valve

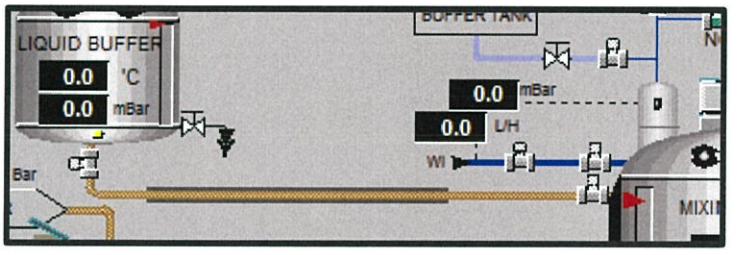


รูปที่ 4.10 OFF Valve

การทดสอบเปิดปิดการทำงานในส่วนต่าง ๆ โดยเมื่อกระบวนการในส่วนนั้นทำงาน ส่วนแสดงผลจะแสดงเป็นแถบสี ในทางตรงกันข้าม เมื่อกระบวนการในส่วนนั้นไม่ทำงาน ส่วนแสดงผลจะเป็นเพียงท่อปกติ



รูปที่ 4.11 ON Process



รูปที่ 4.12 OFF Process

4.2.5 ผลการทดสอบฟังก์ชันการทำงาน

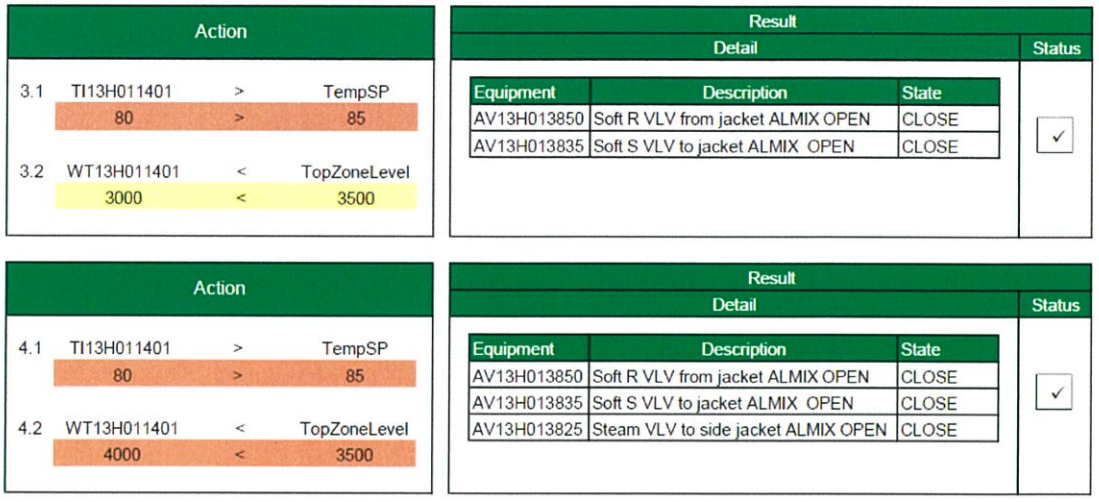
Action			
1.1	TI13H011401	>	TempSP
	90	>	85
1.2	WT13H011401	<	TopZoneLevel
	3000	<	3500

Result		
Detail		Status
Equipment	Description	State
AV13H013850	Soft R VLV from jacket ALMIX OPEN	OPEN
AV13H013835	Soft S VLV to jacket ALMIX OPEN	OPEN

Action			
2.1	TI13H011401	>	TempSP
	90	>	85
2.2	WT13H011401	<	TopZoneLevel
	4000	<	3500

Result		
Detail		Status
Equipment	Description	State
AV13H013850	Soft R VLV from jacket ALMIX OPEN	OPEN
AV13H013835	Soft S VLV to jacket ALMIX OPEN	OPEN
AV13H013825	Steam VLV to side jacket ALMIX OPEN	OPEN

รูปที่ 4. 13 Check Sheet of Cooling Step (1 of 2)



รูปที่ 4. 14 Check Sheet of Cooling Step (2 of 2)

บทที่ 5
สรุปผล ปัญหา และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน

จากการดำเนินงานโรงงานผลิตเครื่องดื่มมอลต์ที่ได้ศึกษานี้ มีการสร้างกระบวนการผลิตใหม่ โดยเลือกการผลิตแบบกึ่งแห้ง เนื่องจากเป็นกระบวนการผลิตที่มีขั้นตอนการผลิตและการใช้พลังงานที่น้อยกว่า โดยกระบวนการผลิตประกอบด้วยกระบวนการย่อยหลายกระบวนการ โดยแต่ละกระบวนการย่อยจะถูกควบคุมแบบลำดับ (Sequence Control) ในการสร้างระบบควบคุมและส่วนติดต่อกับผู้ใช้งาน (Human Machine Interface : HMI) สำหรับกระบวนการผลิตใหม่ เป็นระบบที่สร้างโดยเลือกใช้ DCS Foxboro Evo ทั้งนี้เพื่อความสะดวกในการเฝ้าระวังกระบวนการผลิตสำหรับผู้ปฏิบัติงานที่ห้องควบคุม การออกแบบส่วน HMI ควรจะมีการแสดงผลที่ทำให้ผู้ปฏิบัติงานเข้าใจง่ายและสามารถตอบสนองต่อผลการแจ้งเตือน (Alarm) อย่างทันท่วงที

โครงการนี้ได้ทำการสร้างส่วนแสดงผล และส่วนโปรแกรมควบคุมของกระบวนการ โดยได้ทดสอบฟังก์ชันต่าง ๆ ด้วยซอฟท์แวร์ตัวควบคุม โดยหลังจากนี้สามารถนำส่วนแสดงผล และโปรแกรมควบคุมกระบวนการไปทดสอบกับระบบควบคุมของจริงที่ใช้งานในโรงงานเพื่อทดสอบอินพุต/เอาต์พุต เพื่อปรับปรุงให้เป็นไปตามความต้องการของผู้ปฏิบัติงาน

5.2 ปัญหา และวิธีการแก้ไข

5.2.1 ปัญหาที่พบ

การทดสอบระบบที่สร้างขึ้นไม่เป็นไปตามความต้องการของผู้ปฏิบัติงานจึงมีการปรับเปลี่ยนโปรแกรมควบคุม และส่วนแสดงผลอยู่บ่อย ๆ ทำให้เกิดความล่าช้าในการทำงาน

5.2.2 วิธีการแก้ไข

จากปัญหาเรื่องระบบที่ออกแบบมาไม่ตรงตามความต้องการของผู้ปฏิบัติงานจึงต้องมีการประชุมสรุปงานร่วมกับผู้ปฏิบัติงานทุกคนทุกครั้งก่อนการสร้างระบบในส่วนต่อไป

5.3 ข้อเสนอแนะ

ในการออกแบบระบบ โครงสร้างของทั้งส่วนแสดงผล และโปรแกรมควบคุมออกเป็นส่วน ๆ เพื่อให้ง่ายต่อการจัดการเป็นสิ่งสำคัญอันดับแรกในการพัฒนาระบบควบคุม ซึ่งช่วยลดปัญหาในการปรับเปลี่ยนกราฟฟิก และโปรแกรมควบคุมได้ในระดับหนึ่ง

เอกสารอ้างอิง

[1] การเตรียมของเหลว แหล่งที่มา: Process Functional Specification.pdf

[2] การเตรียมผง แหล่งที่มา: Process Functional Specification.pdf

[3] การผสม แหล่งที่มา: Process Functional Specification.pdf

[4] ถังน้ำเชื่อม แหล่งที่มา: Process Functional Specification.pdf

[5] Band Drier แหล่งที่มา: Process Functional Specification.pdf

[6] การทำความสะอาด แหล่งที่มา: Process Functional Specification.pdf

[7] ห้องทำความร้อน แหล่งที่มา: Process Functional Specification.pdf

[8] Human-Machine Interface (HMI) แหล่งที่มา: https://th.wikipedia.org/wiki/HMI

[9] DCS Eurotherm (Foxboro PAC) แหล่งที่มา: https://www.eurotherm.com/about

[10] DCS Foxboro แหล่งที่มา: http://www.schneider-electric.com/enproduct-range-presentation/ 63680-foxboro-evo-process-automation-system

[11] I/A Series® Configuration Component (IACC) SOFTWARE แหล่งที่มา: I/A Series® Configuration Component (IACC) SOFTWARE.pdf

[12] Integrated Control Block แหล่งที่มา: https://en.wikipedia.org/wiki/Interlocking

[13] CONTROL STRATEGY DIAGRAM EDITOR แหล่งที่มา: Control Configuration.pdf

[14] SEQUENCE BLOCK FUNCTIONS แหล่งที่มา: Sequence Logic Concepts-1.pdf

[15] โปรแกรม FoxDraw Version 10.4.1 แหล่งที่มา: Manual FoxViewFoxDraw

[16] โปรแกรม FoxView Version 10.4.1 แหล่งที่มา: Manual FoxViewFoxDraw