



## รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

การปรับปรุงเอชเอ็มไอบนพื้นฐานดีซีเอส Foxboro Evo สำหรับการเพิ่ม  
การจำหน่ายไอน้ำของโรงไฟฟ้า

HMI Improvement Based on Foxboro Evo DCS for  
Steam Sale Expansion of Power Plant

นายชิน ธรรมอภิพล

หลักสูตรวิศวกรรมอัตโนมัติ  
ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม  
คณะวิศวกรรมศาสตร์  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ปีการศึกษา 2561



## รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

การปรับปรุงเอชเอ็มไอบนพื้นฐานดีซีเอส Foxboro Evo สำหรับการเพิ่ม  
การจำหน่ายไอน้ำของโรงไฟฟ้า  
HMI Improvement Based on Foxboro Evo DCS for  
Steam Sale Expansion of Power Plant

นายชิน ธรรมอภิพล

หลักสูตรวิศวกรรมอัตโนมัติ

ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงการสหกิจศึกษา	การปรับปรุงเอชเอ็มไอบนพื้นฐานดีซีเอส Foxboro Evo สำหรับการเพิ่ม การจำหน่ายไอน้ำของโรงไฟฟ้า
ชื่อ – สกุล นักศึกษา	นายชิน ธรรมอภิพล รหัสนักศึกษา 58010294
หลักสูตร	วิศวกรรมอัตโนมัติ
คณะ	วิศวกรรมศาสตร์
ชื่อ – สกุล อาจารย์นิเทศ	ผศ.ดร.ธีรวัฒน์ เทพมณี รศ.ดร.พิทยา ปานนิล
ชื่อ – สกุล ผู้นิเทศงาน	นายกฤษณะ ศรีสุนทรภรณ์
ชื่อสถานประกอบการ	บริษัท ซีโนเดอร์ อิเล็กทริก ซิสเต็มส์ (ประเทศไทย) จำกัด

### บทคัดย่อ

โรงไฟฟ้าที่จำหน่ายไฟฟ้าและไอน้ำมีความต้องการปรับปรุงเอชเอ็มไอของดีซีเอสรุ่น Foxboro Evo ที่ใช้ในการเฝ้าสังเกตการส่งจ่ายไอน้ำให้กับลูกค้ารายใหม่ โดยโครงการนี้มีจุดมุ่งหมายในการสร้างหน้า  
กราฟิกแสดงผลแก่ผู้ปฏิบัติงานสำหรับการปรับปรุงเอชเอ็มไอที่ต้องการนี้ ซึ่งมีการแสดงค่าตัวแปร  
กระบวนการที่สำคัญ เช่น อุณหภูมิ ความดัน และอัตราการไหลของไอน้ำในท่อส่งจ่ายแบบเวลาจริง  
นอกจากนี้ยังมีการแจ้งเตือนแบบ high-high, high, low และ low-low ของตัวแปรกระบวนการที่สนใจ  
บนหน้ากราฟิกที่ถูกสร้างขึ้นเพื่อหาเหตุแก้ไขข้อขัดข้อง จากผลของการทดสอบเพื่อตรวจรับงานที่บริษัทผู้  
รับจ้างยืนยันได้ว่า การทำงานของหน้ากราฟิกเอชเอ็มไอที่สร้างขึ้นใหม่ตรงตามความต้องการของเจ้าของ  
งาน

คำสำคัญ: ดีซีเอส, Foxboro Evo, เอชเอ็มไอ, การเพิ่มการจำหน่ายไอน้ำ

**Cooperative Project Title:** HMI Improvement Based on Foxboro Evo DCS for Steam Sale Expansion of Power Plant

**Student:** Mr. Chin Tamapipon Student ID 58010294

**Program:** Automation Engineering

**Faculty:** Engineering

**Advisors:** Asst.Prof.Dr. Teerawat Thepmanee  
Assoc.Prof.Dr. Pittaya Pannil

**Mentor:** Mr. Krisana Srisoontaraporn

**Company:** Schneider Electric Systems (Thailand) Company Limited

### ABSTRACT

A power plant for electricity and steam sales requires to improve the human machine interface (HMI) of existing distributed control system (DCS) modeled Foxboro Evo for monitoring the distribution of steam to new customer. This project aims at implementing the new operator graphic page for this HMI improvement. Major process parameters such as temperature, pressure, and flow rate of steam in supply pipe are monitored in real time. In addition, the alarms including high-high, high, low, low-low of the interested process parameters are also notified on the implemented graphic page for troubleshooting. The factory acceptance test (FAT) results confirm that functions of the newly created HMI page are in accordance with the owner's requirements.

**Keywords:** DCS, Foxboro Evo, HMI, Steam Sale Expansion

## กิตติกรรมประกาศ

รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์ฉบับนี้สามารถลุล่วงได้ด้วยดี เนื่องด้วยความอนุเคราะห์จาก บริษัท ชไนเดอร์ อิเล็คทริก ซิสเต็มส์ (ประเทศไทย) จำกัด ที่ได้ให้โอกาสสำหรับการทำโครงการสหกิจศึกษา อีกทั้งคุณกฤษณะ ศรีสุนทรภรณ์ ผู้นิเทศงาน และพนักงานบริษัททุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือ ให้ความรู้ และให้ประสบการณ์ในการทำงานตลอดระยะเวลาสี่เดือน

ขอขอบพระคุณ ผศ.ดร.ธีรวัฒน์ เทพมณี และ รศ.ดร.พิทยา ปานนิล ที่ได้ให้คำแนะนำแก่ผู้จัดทำมา โดยตลอด ขอขอบพระคุณอาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมอัตโนมัติทุกท่านที่ได้ให้ความรู้ และคำแนะนำอันเป็นประโยชน์ต่อการทำรายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์ฉบับนี้

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากรายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์ฉบับนี้ผู้จัดทำขอมอบแต่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

ชิน ธรรมอภิพล



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ .....	I
ABSTRACT .....	II
กิตติกรรมประกาศ .....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VI
สารบัญภาพ .....	VII
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงการ.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ .....	1
1.3 ขอบเขตของโครงการ .....	1
1.4 วิธีดำเนินการโครงการ.....	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ .....	3
บทที่ 2 แนวคิดและหลักการที่เกี่ยวข้อง .....	4
2.1 กล่าวนำ .....	4
2.2 ระบบการผลิตและส่งจ่ายไอน้ำ .....	4
2.3 แนวคิดของเอชเอ็มไอ.....	6
2.4 การสร้างเอชเอ็มไอตามเอกสารอ้างอิงมาตรฐานของบริษัท .....	10
2.5 ดีซีเอส Foxboro.....	14
2.5.1 โครงสร้างทางฮาร์ดแวร์ .....	15
2.5.2 ซอฟต์แวร์ที่ใช้ในดีซีเอส Foxboro .....	22
บทที่ 3 การสร้างเอชเอ็มไอสำหรับการส่งจ่ายไอน้ำที่นำเสนอ .....	31
3.1 กล่าวนำ .....	31
3.2 ตัวแปรที่ใช้ในกระบวนการส่งจ่ายไอน้ำ .....	31
3.3 การสร้างหน้าจอแสดงผล .....	34
บทที่ 4 ผลการทดสอบ .....	41
4.1 กล่าวนำ .....	41
4.2 ผลการทดสอบการ์ดอินพุตและเอาต์พุต .....	41
4.3 ผลการทดสอบหน้าจอแสดงผล .....	43

## สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 สรุปผล ปัญหา และข้อเสนอแนะ .....	45
5.1 สรุปผลการดำเนินงาน .....	46
5.2 ปัญหา และวิธีการแก้ไข .....	46
5.2.1 ปัญหาที่พบ.....	46
5.2.2 วิธีการแก้ไข .....	46
5.3 ข้อเสนอแนะ .....	46
เอกสารอ้างอิง.....	47



## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 แผนการดำเนินงาน .....	2
3.1 ตัวแปรสภาวะของอุปกรณ์ที่ใช้ในกระบวนการ .....	31
3.2 ตัวแปรแอนะล็อกอินพุต .....	32
3.3 ตัวแปรแอนะล็อกเอาต์พุต .....	33
3.4 ตัวแปรดิจิทัลอินพุต .....	33
3.5 ตัวแปรดิจิทัลเอาต์พุต .....	33



## สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 แผนภาพระบบไอน้ำและการทำงานของหม้อไอน้ำ.....	5
2.2 I/A Series System DM Default Color with Code .....	11
2.3 Dynamic of Color when statuses changed.....	12
2.4 System Standard Dynamic Color.....	12
2.5 Data Format.....	12
2.6 Dynamic Convention all Controller.....	13
2.7 Color changed condition.....	13
2.8 Logo Foxboro Evo process automation System .....	14
2.9 โครงสร้างของระบบที่ใช้ในโครงการ .....	15
2.10 FCP280 Module Pair Mounted on Vertical Baseplate.....	16
2.11 FBM214b, HART® Communication Input Interface Module.....	18
2.12 เอาต์พุตโมดูลรุ่น FBM215 HART® Communication .....	19
2.13 อินพุตเอาต์พุตโมดูลรุ่น FBM241/b/c/d Discrete .....	20
2.14 FBM230 Field Device System Integrator Module.....	21
2.15 ซอฟต์แวร์ I/A Series® Configuration Component (IACC).....	22
2.16 Compound and Block Relationships .....	23
2.17 บล็อกไดอะแกรมของ Real Input.....	24
2.18 บล็อกไดอะแกรมของ Contract Input .....	24
2.19 บล็อกไดอะแกรมของ ROUT .....	25
2.20 บล็อกไดอะแกรมของ COUT .....	25
2.21 บล็อกไดอะแกรมของ Advance Calculation .....	26
2.22 PIDA Functional Diagram.....	27
2.23 Live Values Displayed in a CSD .....	28
2.24 ซอฟต์แวร์ FoxDraw Version 10.3.....	29
2.25 ซอฟต์แวร์ FoxView Version 10.4.3 .....	30
3.1 P&ID ของระบบส่งจ่ายไอน้ำ .....	34

## สารบัญญภาพ(ต่อ)

ภาพที่	หน้า
3.2 P&ID ของระบบส่งจ่ายน้ำ .....	34
3.3 โครงสร้างของหน้าจอแสดงผล.....	35
3.4 ฐานข้อมูลใน Excel.....	36
3.5 Import Database .....	36
3.6 หน้าต่างซอฟต์แวร์ FoxDraw Version 10.3 .....	37
3.7 Template of device.....	38
3.8 Graphic Attributes .....	38
3.9 Link from Library .....	39
3.10 Configure Object for Symbols.....	40
4.1 แอนะล็อกอินพุต .....	41
4.2 แอนะล็อกเอาต์พุต .....	42
4.3 ดิจิทัลอินพุต .....	42
4.4 ดิจิทัลเอาต์พุต .....	42
4.5 Interconnection Pipeline to Customer.....	43
4.6 แอนะล็อกอินพุต I/O Check test.....	44
4.7 แอนะล็อกเอาต์พุต I/O Check test.....	44
4.8 ดิจิทัลอินพุต I/O Check test.....	45
4.9 ดิจิทัลเอาต์พุต I/O Check test.....	45

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงการ

ไอน้ำ ปัจจุบันในอุตสาหกรรมต่าง ๆ ได้มีการใช้ไอน้ำกันมากขึ้นเพื่อประโยชน์ในรูปแบบที่แตกต่างกันออกไป เช่น ใช้ขับเคลื่อนกังหันไอน้ำ เครื่องจักรไอน้ำอันเป็นเครื่องจักรต้นกำลังหรือใช้เป็นตัวถ่ายเทความร้อน โดยโรงไฟฟ้าที่ได้ศึกษานี้มีการจำหน่ายไอน้ำซึ่งเป็นของไหลควบแน่น เพราะฉะนั้นจะไม่สามารถจำหน่ายเป็นปริมาตรได้เนื่องจากจะไม่สามารถวัดได้อย่างถูกต้องแน่นอนจึงจะต้องจำหน่ายในรูปแบบของมวลแทน โดยการจำหน่ายไอน้ำนั้นจะมีการควบคุมความดัน อัตราการไหล และอุณหภูมิให้เป็นไปตามที่บริษัทผู้ซื้อต้องการเนื่องจากไอน้ำในอุณหภูมิ หรือความดันที่แตกต่างกันสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้แตกต่างรูปแบบกันขึ้นอยู่กับจุดประสงค์ของบริษัทผู้ซื้อว่าต้องการใช้ไปทำอะไร

โรงไฟฟ้าที่จำหน่ายไฟฟ้าและไอน้ำที่ได้ศึกษามีความต้องการปรับปรุงเอชเอ็มไอ (Human Machine Interface : HMI) ของดีซีเอส (Distribution Control System : DCS) รุ่น Foxboro Evo ที่ใช้ในการเฝ้าสังเกตการส่งจ่ายไอน้ำให้กับลูกค้ารายใหม่ เพื่อเป็นการสร้างเอชเอ็มไอสำหรับการเพิ่มการจำหน่ายไอน้ำให้มีประสิทธิภาพ การออกแบบส่วนเอชเอ็มไอควรจะมีการแสดงผลที่ทำให้ผู้ปฏิบัติงานเข้าใจได้ง่ายทั้งนี้เพื่อความสะดวกในการเฝ้าสังเกตกระบวนการจำหน่ายไอน้ำสำหรับผู้ปฏิบัติงานที่ห้องควบคุม และช่วยให้ผู้ปฏิบัติงานสามารถตอบสนองต่อผลการแจ้งเตือนได้อย่างทันทั่วทั้ง

### 1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

สร้างหน้ากราฟิกแสดงผลแก่ผู้ปฏิบัติงานสำหรับการปรับปรุงเอชเอ็มไอที่ต้องการบนพื้นฐานดีซีเอส Foxboro Evo เพื่อใช้แสดงค่าตัวแปรกระบวนการและการแจ้งเตือนที่สำคัญ เช่น อุณหภูมิ ความดัน และอัตราการไหลของไอน้ำในท่อส่งจ่ายแบบเวลาจริงสำหรับการเพิ่มการจำหน่ายไอน้ำของโรงไฟฟ้ากับลูกค้ารายใหม่

### 1.3 ขอบเขตของโครงการ

1. ใช้ซอฟต์แวร์ IACC ในดีซีเอส Foxboro Evo ในการสร้างพารามิเตอร์ในการอ้างอิงค่าของตัวแปรอุณหภูมิ ความดัน และอัตราการไหลของไอน้ำภายในท่อส่งจ่ายไอน้ำของโรงไฟฟ้าเพื่อใช้ในการอ้างอิงค่าที่แสดงในหน้ากราฟิกเอชเอ็มไอ

2. ส่วนหน้ากราฟิกเอชเอ็มไอที่สร้างขึ้นใหม่จะใช้ซอฟต์แวร์ FoxViewFoxDraw ซึ่งเป็นระบบที่ผู้ปฏิบัติงานสามารถเฝ้าสังเกตการค่าตัวแปรกระบวนการและสัญญาณแจ้งเตือนกระบวนการจากตัวแปรอุณหภูมิ ความดัน อัตราการไหลของไอน้ำภายในท่อส่งจ่ายไอน้ำของโรงไฟฟ้า และความผิดปกติในการทำงานของอุปกรณ์เช่น วาล์ว เครื่องมือวัดอุณหภูมิ ความดัน และอัตราการไหล เป็นต้น

#### 1.4 วิธีดำเนินการโครงการ

1. ค้นคว้าหาข้อมูลเกี่ยวกับกระบวนการการส่งจ่ายไอน้ำที่ต้องการแสดงผล
2. ศึกษารายละเอียดของดีซีเอส Foxboro Evo
3. ศึกษาวิธีการสร้างเอชเอ็มไออ้างอิงจากเอกสาร Functional Design Specification ของโครงการ
4. สร้างเอชเอ็มไอ และทดสอบด้วยซอฟต์แวร์ FoxViewFoxDraw
5. แก้ไขการทำงานของซอฟต์แวร์
6. ทำการทดสอบเพื่อตรวจรับงานที่บริษัทผู้รับจ้าง

ตารางที่ 1.1 แผนการดำเนินงาน

ลำดับ	แผนการดำเนินงาน	6 ส.ค.- 9ส.ค.	14ส.ค.-17ส.ค.	20ส.ค.-24ส.ค.	27ส.ค.-31ส.ค.	3ก.ย.-7ก.ย.	10ก.ย.-14ก.ย.	17ก.ย.-21ก.ย.	24ก.ย.-28ก.ย.	1ต.ค.- 5ต.ค.	8ต.ค.-12ต.ค.	15ต.ค.-19ต.ค.	22ต.ค.-26ต.ค.	29ต.ค.- 2พ.ย.	5พ.ย.- 9พ.ย.	12พ.ย.-16พ.ย.	19พ.ย.-23พ.ย.
1	ค้นคว้าหาข้อมูลเกี่ยวกับกระบวนการการส่งจ่ายไอน้ำที่ต้องการ																
2	ศึกษารายละเอียดของดีซีเอส Foxboro Evo																
3	ศึกษาวิธีการสร้างเอชเอ็มไอ																
4	สร้างเอชเอ็มไอ																
5	ทดลองซอฟต์แวร์																
6	แก้ไขซอฟต์แวร์																
7	ทำการทดสอบเพื่อตรวจรับงานที่บริษัทผู้รับจ้าง																
8	ทำเล่มโครงการและแก้ไข																

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษานี้เท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. โรงไฟฟ้าสามารถตรวจสอบสถานะของตัวแปรกระบวนการจำหน่ายไอน้ำอย่างสะดวกทั้ง อุณหภูมิ ความดัน และอัตราการไหลของไอน้ำที่จำหน่าย
2. โรงไฟฟ้าสามารถลดระยะเวลาที่ระบบเกิดขัดข้อง (Downtime) จากการที่ผู้ปฏิบัติงานสามารถตอบสนองต่อผลการแจ้งเตือนได้อย่างทันท่วงที



## บทที่ 2

### แนวคิดและหลักการที่เกี่ยวข้อง

#### 2.1 กล่าวนำ

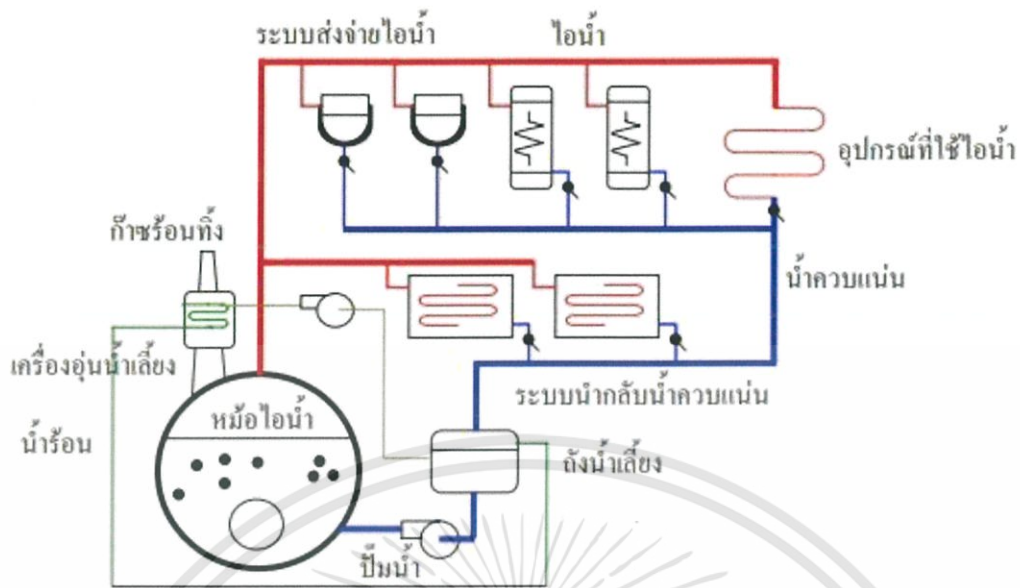
ในบทนี้จะกล่าวถึงแนวคิด และหลักการที่เกี่ยวข้องกับโครงการได้แก่ ระบบการผลิตและส่งจ่ายไอน้ำ แนวคิดของเอชเอ็มไอ การสร้างเอชเอ็มไอตามเอกสารอ้างอิงมาตรฐานของบริษัท และดีซีเอส Foxboro Evo ที่นำเสนอในโครงการนี้

#### 2.2 ระบบการผลิตและส่งจ่ายไอน้ำ [1]

ระบบการผลิตและส่งจ่ายไอน้ำมีหลักการทำงานคือไอน้ำผลิตจากหม้อไอน้ำแล้วถูกส่งไปยังอุปกรณ์ที่ใช้ไอน้ำผ่านท่อส่งจ่ายไอน้ำ ไอน้ำจะสูญเสียความร้อนไปสู่อากาศรอบ ๆ ท่อทำให้ไอน้ำบางส่วนเปลี่ยนสถานะกลายเป็นน้ำร้อนเรียกว่าการคอนเดนเสท ถ้าไม่ระบายคอนเดนเสทออกจากระบบไอน้ำ ไอน้ำที่ผลิตจะกลายเป็นไอน้ำเปียกค่าความร้อนจะลดลง ซึ่งอาจมีผลกระทบต่อการใช้งาน

ระบบไอน้ำเป็นระบบผลิตพลังงานความร้อน (ในรูปของไอน้ำ) ที่มีใช้งานอยู่ทั่วไปทั้งในโรงงานอุตสาหกรรมและในอาคารกลุ่มโรงแรม โรงพยาบาล ระบบไอน้ำเป็นระบบที่ใช้เชื้อเพลิงในปริมาณสูง และอาจก่อมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อม การจัดการและการบำรุงรักษาเพื่อให้ระบบไอน้ำสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพอยู่ตลอดเวลาจะช่วยลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงาน มลพิษที่ปล่อยสู่สิ่งแวดล้อม อีกทั้งสร้างสภาพแวดล้อมที่ดีให้แก่เจ้าหน้าที่ปฏิบัติการหม้อไอน้ำได้อีกด้วย

ระบบไอน้ำเป็นระบบที่ใช้พลังงานพื้นฐานที่มีการใช้งาน และสามารถพบเห็นได้ในหลายอุตสาหกรรม (โรงงานและอาคาร) ภาพที่ 2.1 แสดงองค์ประกอบของระบบไอน้ำและการทำงานของหม้อไอน้ำ จากภาพระบบไอน้ำประกอบด้วยอุปกรณ์และระบบย่อยต่าง ๆ ได้แก่ หม้อไอน้ำ ระบบส่งจ่ายไอน้ำ ระบบนำกลับไอน้ำควบแน่น (Condensation) และ อุปกรณ์ที่ใช้ไอน้ำ (ผู้ใช้ไอน้ำปลายทาง)



ภาพที่ 2.1 แผนภาพระบบไอน้ำและการทำงานของหม้อไอน้ำ

จากภาพที่ 2.1 น้ำป้อนที่มีอุณหภูมิต่ำจะถูกผ่านเข้าไปยังหม้อไอน้ำเพื่อรับความร้อนจากก๊าซเผาไหม้และกลายเป็นไอน้ำ ไอน้ำที่ผลิตขึ้นจะถูกส่งไปยังผู้ใช้ในโรงงานซึ่งได้แก่อุปกรณ์ต่าง ๆ ในกระบวนการผลิต ผ่านระบบส่งจ่ายไอน้ำ ไอน้ำหรือน้ำร้อนความดันที่เหลือจากกระบวนการผลิตจะถูกนำกลับมายังหม้อไอน้ำอีกครั้งเพื่อรวมกับน้ำเติม ก่อนที่จะส่งไปยังหม้อไอน้ำและผลิตเป็นไอน้ำต่อไปก๊าซร้อนจากกระบวนการเผาไหม้ เมื่อถ่ายเทความร้อนให้กับน้ำแล้ว จะถูกปล่อยสู่สิ่งแวดล้อม ความร้อนที่ปล่อยออกไปพร้อมกับก๊าซไอเสียนี้เป็นการสูญเสียพลังงานมากที่สุดของหม้อไอน้ำ ในภาพที่ 2.1 แสดงการติดตั้งเครื่องอุ่นน้ำป้อนซึ่งเป็นอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนประเภทหนึ่ง ความร้อนจากก๊าซไอเสียจะถูกถ่ายเทให้แก่ น้ำป้อนเพื่อให้มีอุณหภูมิสูงขึ้นก่อนจ่ายเข้าหม้อไอน้ำ วิธีการดังกล่าวเป็นหนึ่งในหลายมาตรการเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพโดยรวมของหม้อไอน้ำและระบบไอน้ำอุตสาหกรรม

โดยในระบบส่งจ่ายไอน้ำนั้นจะมีการส่งจ่ายไอน้ำผ่านท่อไอน้ำ โดยการส่งจ่ายไอน้ำนั้นจะมีการวัดเป็นในลักษณะของมวลจึงจำเป็นต้องมีการวัดอัตราการไหลของไอน้ำเพื่อนำค่าอัตราการไหลไปคำนวณหาค่าออกมาเป็นในรูปของมวลเพื่อใช้ในการวัดปริมาณการส่งจ่ายไอน้ำ ถ้าหากไม่มีการวัดค่าไอน้ำออกมาเป็นมวลจะทำให้การวัดปริมาณของไอน้ำที่ส่งมีความคลาดเคลื่อนไม่ตรงกับความ เป็นจริงได้

ในแต่ละจุดประสงค์การใช้ไอน้ำนั้นอาจมีแตกต่างกันไปแล้วแต่ผู้ใช้จะเลือกซึ่งในแต่ละแบบ นั้นอาจมีค่าของอุณหภูมิ และความดันที่แตกต่างกันไปในแต่ละจุดประสงค์ของการใช้ ดังนั้นบนท่อใน ส่วนของการส่งจ่ายไอน้ำจึงจำเป็นต้องมีการวัดค่าตัวแปรหลัก ๆ อยู่ทั้งหมด 3 ตัวแปรได้แก่ อุณหภูมิของไอน้ำภายในท่อ ความดันของไอน้ำภายในท่อ และอัตราการไหลของไอน้ำภายในท่อ ใน แต่ละตัวแปรนอกจากจะช่วยบ่งบอกถึงคุณสมบัติของไอน้ำและปริมาณที่ถูกส่งมาตรงตามที่ต้องการ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หรือไม่อีกทั้งยังช่วยให้สามารถสังเกตถึงอันตรายที่อาจเกิดขึ้นของการส่งจ่ายไอน้ำนี้เช่นอุณหภูมิเกิดสูงเกินไปอาจทำให้เกิดอันตรายต่อท่อส่งจ่าย เป็นต้น

ระบบส่งจ่ายไอน้ำนั้นจะมีการเพิ่มความปลอดภัยของระบบโดยการเพิ่มการควบคุมตัวแปรสำคัญหลักๆอยู่ 2 ตัวแปรได้แก่ อุณหภูมิไอน้ำภายในท่อส่งจ่าย และความดันไอน้ำภายในท่อส่งจ่าย การที่ใส่ระบบลดอุณหภูมิไอน้ำภายในท่อส่งจ่ายนอกจากจะเพิ่มความปลอดภัยในการส่งจ่ายแล้วอีกทั้งยังช่วยคงอุณหภูมิให้ตรงตามที่ต้องการได้ โดยการที่จะช่วยลดอุณหภูมิของไอน้ำได้นั้นจำเป็นจะต้องมีการใช้เครื่องฉีดละอองน้ำ การฉีดพ่นละอองน้ำเพื่อช่วยลดอุณหภูมินั้นจะไม่ทำให้เกิดผลกระทบแก่ระบบส่งจ่ายไอน้ำรวมไปถึงไม่ส่งผลกระทบต่ออุปกรณ์ที่จะมีการใช้ไอน้ำนี้ต่อไป ซึ่งวิธีการลดอุณหภูมิของไอน้ำภายในท่อนั้นห้ามใช้การฉีดน้ำเข้าไปโดยตรงเพราะว่าอาจทำให้น้ำเข้าสู่ระบบส่งจ่ายไอน้ำได้ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่ออุปกรณ์ที่ใช้ไอน้ำได้ในภายหลัง นอกจากอุณหภูมิที่เป็นตัวแปรสำคัญในระบบแล้วยังมีตัวแปรความดันเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่สำคัญของระบบส่งจ่ายไอน้ำซึ่งการที่จะควบคุมความดันได้นั้นจะต้องมีวาล์วที่ใช้ในเปิดปิดเพื่อควบคุมการส่งจ่ายไอน้ำ โดยวาล์วตัวนี้จะทำการควบคุมปริมาณการส่งจ่ายของไอน้ำโดยหากมีการส่งมากเกินไปจะส่งผลให้อุณหภูมิภายในท่อส่งมีมากขึ้น และทำให้ความดันมีมากขึ้นตามไปด้วยเพราะฉะนั้นจึงจำเป็นต้องมีการควบคุมวาล์วส่งจ่ายไอน้ำให้อยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสมเพื่อคงค่าตัวแปรอุณหภูมิ และความดันให้อยู่ในค่าที่ต้องการ

### 2.3 แนวคิดของเอชเอ็มไอ [2]

เอชเอ็มไอ หรือ HMI คือแบบจำลองกระบวนการทำงานต่าง ๆ เป็นระบบที่สร้างขึ้นเพื่อเป็นสื่อกลางในการรับส่งข้อมูลระหว่างผู้ใช้กับระบบอัตโนมัติ เพื่อแสดงผลในกระบวนการนั้น ๆ ให้ผู้ใช้เข้าใจและเห็นการทำงานของกระบวนการในขณะนั้นได้โดยดูแบบจำลองอุปกรณ์ต่าง ๆ ในหน้าจอของโปรแกรมที่สร้างขึ้นคล้ายกับอุปกรณ์ของจริงตามกระบวนการให้มากที่สุด เพื่อให้สามารถเข้าใจ และใช้งานได้ง่าย เช่นการสร้างภาพเสมือนจริงเกี่ยวกับกระบวนการในการทำงานในโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งจะมีโปรแกรมในการเขียนหลากหลาย

ระบบ HMI มักจะมีการเชื่อมโยงไปยังฐานข้อมูลระบบสกาตา และโปรแกรมซอฟต์แวร์เพื่อหาแนวโน้ม ข้อมูลการวินิจฉัย และข้อมูลการจัดการเช่นขั้นตอนการบำรุงรักษาตามตารางที่กำหนด ข้อมูลโลจิสติก แผนงานโดยละเอียดสำหรับเครื่องตรวจจับหรือเครื่องจักรตัวใดตัวหนึ่ง และแนวทางการแก้ปัญหาที่เกิดจากระบบ

ระบบ HMI มักจะนำเสนอข้อมูลให้กับบุคลากรในการดำเนินงานในรูปแบบกราฟิกแบบแผนภาพเลียนแบบ ซึ่งหมายความว่าผู้ปฏิบัติงานสามารถดูแผนผังแสดงโรงงานที่ถูกควบคุม ยกตัวอย่างเช่นภาพของเครื่องสูบน้ำที่เชื่อมต่อกับท่อสามารถแสดงการทำงานและปริมาณของน้ำที่กำลังสูบผ่านท่อในขณะนั้น ผู้ปฏิบัติงานก็สามารถปิดการทำงานของเครื่องสูบน้ำได้ ซอฟต์แวร์ HMI จะแสดงอัตราการ

ไหลของของเหลวในท่อที่ลดลงในเวลาจริง แผนภาพเปลี่ยนแปลงอาจประกอบด้วยกราฟิกเส้นและสัญลักษณ์วงจรถือเป็นตัวแทนขององค์ประกอบของกระบวนการหรืออาจประกอบด้วยภาพถ่ายดิจิทัลของอุปกรณ์ในขบวนถูกทับซ้อนด้วยสัญลักษณ์ภาพเคลื่อนไหว

แพ็คเกจ HMI สำหรับระบบสกาดา มักจะมีโปรแกรมวาดภาพเพื่อผู้ปฏิบัติการหรือบุคลากรบำรุงรักษาระบบที่สามารถใช้ในการเปลี่ยนวิธีการที่จุดเหล่านี้จะแสดงในอินเตอร์เฟซ การแสดงผลเหล่านี้อาจจะเป็นสัญญาณไฟจราจรง่าย ๆ ซึ่งแสดงสถานะของสัญญาณไฟจราจรที่เกิดขึ้นจริงในสนามหรืออาจซับซ้อนยิ่งขึ้นในการแสดงผลบนจอแบบหลายโปรเจคเตอร์ที่แสดงตำแหน่งทั้งหมดของลิฟต์ในตึกกระฟ้าหรือแสดงรถไฟทั้งหมดของระบบการขนส่งทางราง

ส่วนที่สำคัญของการใช้งานระบบสกาดา ส่วนใหญ่คือการจัดการเรื่องการแจ้งเตือน ระบบจะจับภาพตลอดไม่ว่าเงื่อนไขของสัญญาณเตือนจะเป็นอย่างไรเพื่อใช้พิจารณาเมื่อมีเหตุการณ์การแจ้งเตือนที่เกิดขึ้น เมื่อเหตุการณ์แจ้งเตือนได้รับการตรวจจับ มีสิ่งที่จะต้องกระทำหลายอย่าง (เช่นสร้างตัวชี้วัดสัญญาณเตือนภัยเพิ่มอีกตัวหรือมากกว่าหรือส่งข้อความอีเมลหรือข้อความเพื่อแจ้งให้ผู้ปฏิบัติการหรือผู้จัดการระบบสกาดา ระยะเวลาจะได้รับทราบ) ในหลายกรณีที่ผู้ปฏิบัติการสกาดาอาจจะต้องรับทราบเหตุการณ์เตือนที่เกิดขึ้นเพื่อยกเลิกสัญญาณเตือนบางตัวในขณะที่สัญญาณเตือนตัวอื่น ๆ ยังคงใช้งานจนกว่าเงื่อนไขของสัญญาณเตือนทั้งหมดจะถูกแก้ไข เงื่อนไขการเตือนจะต้องสามารถชี้ชัดอย่างชัดเจน ตัวอย่างเช่นจุดแจ้งเตือนเป็นจุดสถานะแบบค่าดิจิทัลที่มีทั้ง'ปกติ'หรือ'ALARM' ที่คำนวณตามสูตรขึ้นอยู่กับค่าในแอนะล็อกและดิจิทัลโดยปริยาย: ระบบสกาดา อาจตรวจสอบโดยอัตโนมัติว่า ค่าแอนะล็อกอยู่นอกค่าต่ำสุดหรือสูงสุด หรือไม่ ตัวอย่างของสัญญาณเตือนภัยรวมถึงไซเรนกลองปี่อ้อพขึ้นบนหน้าจอหรือพื้นที่สีระบายหรือสีกระพริบบนหน้าจอ (ที่อาจจะทำในลักษณะที่คล้ายกันกับไฟ "น้ำมันหมด" ในรถยนต์); ในแต่ละกรณี บทบาทของตัวสัญญาณเตือนภัยก็เพื่อดึงความสนใจของผู้ปฏิบัติการ ในการออกแบบระบบสกาดา, จะต้องดำเนินการเมื่อมีเหตุการณ์สัญญาณเตือนภัยที่เกิดขึ้นต่อเนื่องในช่วงเวลาสั้น ๆ มิฉะนั้นสาเหตุพื้นฐานซึ่งอาจจะไม่ใช่เหตุการณ์แรกที่ตรวจพบอาจหาไม่เจอ

โดยการสร้างส่วนเอชเอ็มไอให้ถูกหลักและสามารถเข้าใจได้ง่ายนั้นมึหลักการดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึ๗ษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. สิ่งสำคัญคือการทำให้ HMI ไม่ซับซ้อน และคำนึงถึงการใช้งานของผู้ปฏิบัติงานเป็นสิ่งสำคัญ จะเป็นการดีที่สุดหากสามารถทำให้เข้าใจได้ง่ายด้วยภาพ นอกจากนี้พยายามทำให้หน้าจอแสดงผลมีลักษณะคล้ายกัน และมีรูปแบบของโครงหน้าแบบเดียวกันตลอด หลีกเลี่ยงการแสดงผลทางเทคนิค เป็นเรื่องปกติที่วิศวกรจะพยายามมอบทุกอย่างให้กับลูกค้า แต่ด้วยความที่เป็น HMI ทำให้เข้าใจง่ายไว้ดีที่สุด
2. การเลือกใช้ขนาดของหน้าจอที่เหมาะสม อย่าพยายามประหยัดต้นทุนโดยการที่เลือกใช้หน้าจอที่มีขนาดเล็ก และการไม่ใส่ข้อมูลมากเกินไปเมื่อเทียบกับขนาดของหน้าจอก็เป็นสิ่งสำคัญ ปรับขนาดจอแสดงผลตามปริมาณข้อมูลเพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานสามารถใช้งานได้เต็มประสิทธิภาพ ควรที่จะมีการปรึกษากันถึงความต้องการใช้งานของผู้ปฏิบัติงานล่วงหน้าเสมอเพื่อให้ระบบสามารถตอบสนองความต้องการของผู้ปฏิบัติงานได้
3. เคล็ดลับการออกแบบ การออกแบบที่ดีต้องใช้เลย์เอาต์สี และเนื้อหาอย่างระมัดระวัง หากเกิดความเข้าใจผิดผู้ปฏิบัติงานอาจพลาดการแจ้งเตือนที่สำคัญส่งผลให้เกิดความเสียหายหรือแย่กว่านั้นคือมีผู้ได้รับบาดเจ็บ หน้าจอที่ไม่มีดีมีลักษณะคือเลย์เอาต์แสดงภาพของโรงงานไม่สมเหตุสมผล และการจัดวางหน้าจอทำให้การค้นหาข้อมูลทำได้ยาก การเลือกสีไม่ดี การใช้ตัวพิมพ์ใหญ่มากเกินไป และการใช้หน่วยซ้ำ ๆ ด้วยค่าข้อมูลทั้งหมดทำให้หน้าจออ่านยากมากโดยเฉพาะอย่างยิ่งจากระยะไกล การเลือกใช้สีนั้นควรหลีกเลี่ยงสีที่อาจสร้างปัญหาให้กับผู้ที่ตาบอดสี ลดการใช้สีให้น้อยที่สุดเพื่อให้สถานะอุปกรณ์ และสัญญาณเตือนชัดเจนขึ้น สำหรับการแจ้งเตือนให้เลือกสีที่ตัดกันกับมุมมองกระบวนการปกติเพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานสังเกตเห็นการเปลี่ยนแปลง
4. การทบทวนการออกแบบโรงงาน จัดให้มีการทบทวนการออกแบบร่วมกับกลุ่มบุคลากรของโรงงานเพื่อหารือเกี่ยวกับการแจ้งเตือนสถานะ และเหตุการณ์ที่ต้องมีการตั้งโปรแกรมทั้งจากมุมมองของการเปลี่ยนแปลงของภาพและเสียง และการตอบสนองการดำเนินงาน สร้างระบบการทำงานที่ตั้งใจไว้ครั้งหนึ่งในฐานะนักออกแบบแล้วจากนั้นเชิญผู้ใช้อย่างน้อยสองระดับที่จะเชื่อมต่อกับ HMI การทำสิ่งนี้ก่อนการระบุอุปกรณ์ช่วยในการระบุคุณสมบัติที่ผู้ใช้ต้องการจากหน้าจอ HMI นอกจากนี้ยังหลีกเลี่ยงความประหลาดใจที่จุดของการใช้จริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษานี้เท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ที่ตั้งของ HMI สถานที่ติดตั้งอาจเป็นพื้นที่สำคัญในพื้นที่การผลิตที่มีสิ่งกีดขวางเป็นจำนวนมากทำให้การเลือกตำแหน่งติดตั้ง HMI ในสถานที่ปฏิบัติงานจะต้องติดตั้งในสถานที่ที่สามารถมองเห็นได้ชัดเจน และเข้าถึงได้ ระวังพื้นที่โครงการในอนาคตอันใกล้ที่อาจเกิดขึ้น ป้องกันตำแหน่ง HMI เพื่อไม่ให้ผู้อื่นสามารถที่จะกระทำสิ่งใดที่อาจทำให้ไม่สามารถสังเกตเห็นหน้าจอ HMI ได้อย่างชัดเจน
6. สำรองข้อมูลการทำงานเป็นระยะ การสำรองข้อมูลโดยเฉพาะอย่างยิ่งก่อนที่จะใช้การอัปเดตหรือเปลี่ยนแปลง เพื่อให้สามารถบำรุงรักษาระบบ HMI ให้สามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่องไม่ขัดข้อง ถึงแม้เกิดเหตุการณ์ขัดข้องขึ้นกับ HMI ก็สามารถใช้ข้อมูลที่ทำการสำรองไว้ใช้งานแทนไปก่อนได้
7. เห็นภาพกระบวนการ HMI ควรแสดงให้เห็นถึงกระบวนการผลิตในโรงงานเพื่อให้เห็นภาพที่ดีขึ้นแก่ผู้ปฏิบัติงานทำให้รู้สึกถึงการกระทำที่ต้องการ การใช้ฮาร์ดแวร์ที่ตรงตามข้อกำหนดมีส่วนช่วยให้ผู้ปฏิบัติงานเข้าใจถึงกระบวนการผลิตมากยิ่งขึ้น
8. ข้อมูลที่จำเป็นเท่านั้น ทำการควบคุมและตรวจสอบกระบวนการให้ง่ายขึ้นโดยเลือกเฉพาะข้อมูลที่จำเป็นที่สุดจากฐานข้อมูลกระบวนการสำหรับการเก็บบันทึกผลของข้อมูล สิ่งนี้จะลดภาระของระบบและป้องกันไม่ให้ล้มเหลว อย่าลืมความจำเป็นในการบำรุงรักษา และทำให้แน่ใจว่าคุณกำหนดเวลาการสำรองข้อมูลเป็นระยะ
9. คิดเกี่ยวกับความสิ้นเปลือง จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการออกแบบที่ชัดเจนสำหรับ HMI ตัดสินใจว่าจอแสดงผลนั้นจะต้องเป็นไปตามธรรมชาติอย่างไร และจะต้องจัดกลุ่มส่วนเข้าด้วยกันอย่างไรสำหรับผู้ปฏิบัติงาน อย่าทำตาม P&ID มากจนเกินไป และตรวจสอบกับลูกค้าก่อนที่จะออกแบบและสร้างหน้าจอ HMI
10. รูปแบบของการแจ้งเตือน การแจ้งเตือนนั้นจำเป็นต้องมีรูปแบบที่ชัดเจน ต้องใช้สัญญาณเตือนสำหรับเงื่อนไขที่ต้องการมีการแสดง และต้องมีการแก้ไขที่ชัดเจนกับแต่ละรายการที่ไม่ควรเป็นสัญญาณเตือน

โดยทั่วไปลักษณะสำคัญของจอแสดงผล HMI คือข้อมูลโรงงานแบบไดนามิก ข้อมูลไดนามิกแบบพื้นฐานมีสองประเภท: การแจ้งเตือน และข้อมูลสถานะปกติของโรงงาน แนวทางการแสดงการแจ้งเตือนที่ดีมีดังต่อไปนี้

1. การแจ้งเตือนสำหรับโรงงานโดยรวมควรจัดเป็นกลุ่มควรเห็นได้ทุกหน้าจอ และควรมีเส้นทางการนำทางไปสู่หน้าจอที่มีรายละเอียดเพิ่มเติมเกี่ยวกับการแจ้งเตือนที่ง่ายในการเข้าถึง
2. สีของสัญญาณเตือนควรเป็นไปตามรูปแบบความปลอดภัยเช่น สีแดงหมายความว่าหยุด ห้าม และอันตราย สีเหลืองหมายถึงข้อควรระวัง และความเสี่ยงของอันตราย สีเขียวหมายความว่าสภาพที่ปลอดภัย สีน้ำเงินหมายความว่าการทำงานที่บังคับ
3. การเปลี่ยนสีใด ๆ จะต้องเสริมด้วยการเปลี่ยนแปลงภาพ และหากการเตือนมีความสำคัญการเตือนด้วยเสียง การเปลี่ยนแปลงภาพอาจรวมถึงการเปลี่ยนแปลงรูปร่างการเปลี่ยนแปลงในตำแหน่งของตัวบ่งชี้โดยมีข้อความหรือวัตถุเพิ่มเติม ปราบกฏบนสัญญาณเตือน การกระพริบของสัญญาณเตือนที่ไม่ได้รับการยอมรับนั้นทำให้เกิดความรำคาญ และเครียดจึงควรหลีกเลี่ยง
4. ควรหลีกเลี่ยงการเปลี่ยนจอแสดงผลโดยอัตโนมัติอาจทำให้เกิดปัญหาในการทำงานเพื่อหลีกเลี่ยงไม่ให้หน้าจอหายไปเมื่อคุณกำลังทำงานอยู่
5. การแจ้งเตือนด้วยเสียงจะมีประโยชน์มากโดยเฉพาะอย่างยิ่งหากระบบสามารถสร้างโทนเสียง และระดับเสียงได้หลากหลายแบบ เสียงเตือนเหล่านี้สามารถใช้ส่งสัญญาณเตือนความสำคัญได้ การวิจัยแสดงให้เห็นว่าเสียงที่ดังกระหึ่ม มีจังหวะเร็ว เร็วบ่งบอกถึงความเร่งด่วนโดยอัตโนมัติ เสียงแหลมต่ำที่มีจังหวะช้าเป็นเรื่องเร่งด่วนน้อยลง
6. ไม่ว่าหน้าจอไหนจะถูกใช้งานอยู่สัญญาณเตือนควรอยู่ในตำแหน่งที่สามารถมองเห็นได้ง่ายในทุกหน้าจอ เช่นบริเวณด้านบนของหน้าจอ

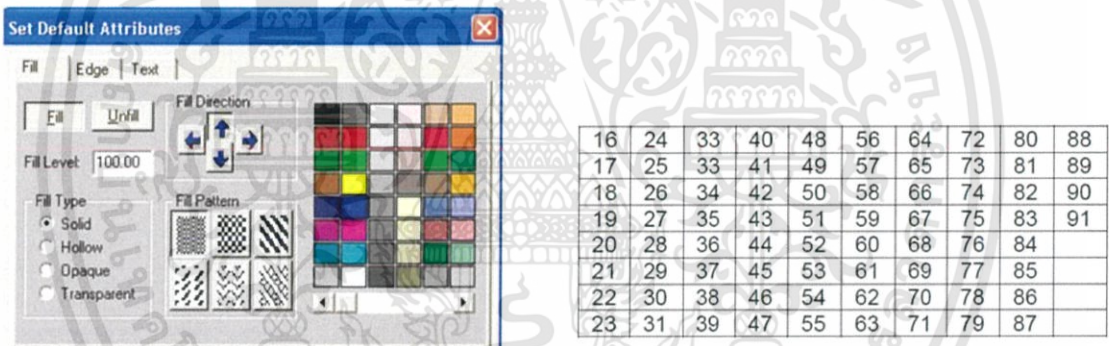
#### 2.4 การสร้างเอชเอ็มไอตามเอกสารอ้างอิงมาตรฐานของบริษัท [3]

โดยเอกสารที่ใช้อ้างอิงในการสร้างหน้าจอ HMI นั้นมีชื่อว่า Functional Design Specification วัตถุประสงค์ของเอกสารนี้คือการกำหนดข้อกำหนดทางฮาร์ดแวร์ดีซีเอส Foxboro Evo สำหรับโครงการส่งจ่ายไอน้ำ นี่คือการหลักที่ใช้สำหรับการออกแบบ และการผลิตตู้ในดีซีเอส และแสดงถึงมาตรฐานการออกแบบส่วนควบคุม และ HMI

เส้นทางการจัดเก็บไฟล์ภาพ HMI จำเป็นจะต้องมีเส้นทางที่แน่นอนเพื่อลดรายการหน้าจอ HMI ที่มีความยาวในระบบหน้าจอ HMI กระบวนการจะถูกเก็บไว้ในเส้นทางที่เฉพาะเจาะจงซึ่งแยกออกเป็นแต่ละหน่วย และประเภทของจอ HMI ดังต่อไปนี้

- /opt/menus/display สำหรับภาพรวมของระบบ และหน้าจอแสดงกระบวนการ
- /opt/menus/display/ovl สำหรับหน้าจอแสดงการทำงานของอุปกรณ์เช่น มอเตอร์
- /opt/menus/display/trend สำหรับหน้าจอแสดงกราฟ
- /opt/menus/display/Ann สำหรับหน้าจอแสดงการแจ้งเตือนความผิดปกติในระบบ
- /opt/menus/display/status สำหรับแสดงสถานะของการกระทำที่ผิด

การสร้างหน้าจอแสดงผลนั้นจะต้องทำตามเอกสาร Functional Design Specification โดยภายในเอกสารจะบอกถึงมาตรฐานของรูปอุปกรณ์ต่าง ๆ ลักษณะของหน้าต่างจอค่าตัวแปร กระบวนการส่งจ่ายไอน้ำรวมไปถึงสีของสถานะของแต่ละตัวแปรโดยจะแบ่งเป็นเลขรหัสของสีที่ตั้งแสดงในภาพที่ 2.2



ภาพที่ 2.2 I/A Series System DM Default Color with Code

โดยการแสดงสีของปั๊มที่ปิดอยู่ มอเตอร์ที่ไม่ทำงาน และวาล์วที่ปิดอยู่จะถูกแสดงด้วยสีเขียว ในหน้าจอแสดงผล ในทางกลับกันหากปั๊มเปิดอยู่ มอเตอร์ที่ทำงาน และวาล์วที่เปิดอยู่จะถูกแสดงด้วยสีแดงในหน้าจอแสดงผลดังที่แสดงในภาพที่ 2.3

Description	Color	DM Color Code
Inoperative status (off, pump/motor stopped, valve close)	Green	26
Operative status (on, pump/motor running valve open)	Red	25
On Travelling status (MOV moving)	Blink Yellow/Black	27/16

ภาพที่ 2.3 Dynamic of Color when statuses changed

การแสดงผลสีของระบบนั้นตัวแปรที่ไม่ได้มีอยู่ในระบบให้แสดงเป็นสีฟ้า และหากสถานะของตัวแปรที่มีข้อผิดพลาดให้แสดงตรงกรอบเป็นสีม่วงดังที่เห็นในภาพที่ 2.4

Description	Color	DM Color Code
Unprocessed tag, Not existing tag in the system	Cyan	22
BAD I/O status, edge color on BAD status	Magenta	17

ภาพที่ 2.4 System Standard Dynamic Color

ความละเอียดของตัวแสดงค่าแอนะล็อก สามารถกำหนดค่าได้โดยจะไม่ขึ้นอยู่กับกำหนดค่าที่ใช้ในฟังก์ชันการควบคุม โดยค่าที่กำหนดในการแสดงผลที่ใช้สำหรับโครงการมีดังภาพที่ 2.5

Instrument Range	Format	Delta	Note
0 ~ 1	X.XXX	0.001	[2]
0 ~ 2 to 0 ~ 9	XX.XX	0.005	[2]
0 ~ 2 to 0 ~ 9 – Analyzers	X.XXX	0.001	
0 ~ 10 to 0 ~ 99	XXX.X	0.05	[2]
0 ~ 10 to 0 ~ 99 – Analyzers	XX.XX	0.05	
0 ~ 100 onwards	XXXX	0.5	[2]
0 ~ 100 onwards – Analyzers	XXXX	0.5	

ภาพที่ 2.5 Data Format

ภายในเอกสาร Functional Design Specification ยังแสดงถึงลักษณะการแจ้งเตือนต่าง ๆ อย่างละเอียดโดยบอกทั้งสีที่ต้องใช้ในการแจ้งเตือน รวมไปถึงลักษณะของการแสดงดังที่แสดงให้เห็นในภาพที่ 2.6 และภาพที่ 2.7

Status	Text Box for Alarm Convention Color	Screen
Normal Condition	Yellow(27)	134LIC201 XXX.X %
No Alarm & Unacknowledged (HH/LL)	Black/ Orange (16/57) Blink	134LIC201 XXX.X %
Alarm & Unacknowledged (HH/LL)	Black/ Orange (16/57) Blink	134LIC201 XXX.X %
Alarm & Acknowledged (HH/LL)	Black/ Orange (16/57)	134LIC201 XXX.X %
No Alarm & Unacknowledged (H/L)	Black/ Yellow (16/27) Blink	134LIC201 XXX.X %
Alarm & Unacknowledged (H/L)	Black/ Yellow (16/27) Blink	134LIC201 XXX.X %
Alarm & Acknowledged (H/L)	Black/ Yellow (16/27)	134LIC201 XXX.X %
Out of Service	Black/Light Blue(16/30)	134LIC201 XXX.X %
Out of Range	Black/Red (16/25)	134LIC201 XXX.X %

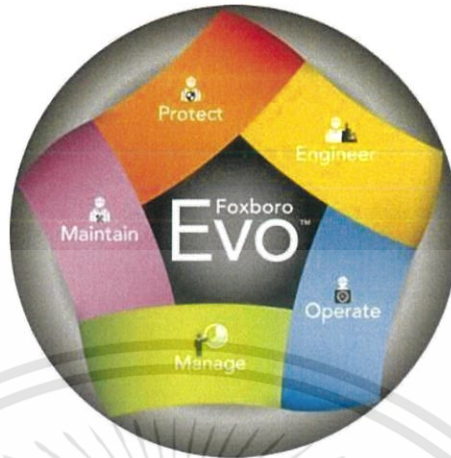
ภาพที่ 2.6 Dynamic Convention all Controller

Condition	Text Color	DM Color Code	Fill Color	DM Color Code
Normal	Black	16	Yellow	27
HH/LL Alarm & Unacknowledged	Black	16	Blinking Dark Orange/black	57/16
H/L Alarm & Unacknowledged	Black	16	Blinking Light Orange/black	59/16
H/L Deviation Alarm & Unacknowledged	Black	16	Blinking Light Orange/black	59/16
Unack. & Return to Normal	Black	16	Blinking Light Orange/black	59/16
HH/LL Alarm & Acknowledged	Black	16	Dark Orange	57
H/L Alarm & Acknowledged	Black	16	Light Orange	59
H/L Deviation Alarm & Acknowledged	Black	16	Light Orange	59

ภาพที่ 2.7 Color changed condition

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษานี้เท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.5 ดีซีเอส Foxboro [4]



ภาพที่ 2.8 Logo Foxboro Evo process automation System

The Foxboro Evo™ process automation system คือนวัตกรรมที่มีคุณสมบัติในการควบคุมความผิดพลาด มีความเสถียรภาพในการใช้งาน รวบรวมข้อมูลที่สำคัญ และยกระดับความสามารถเพื่อให้การทำงานของกระบวนการเป็นไปอย่างต่อเนื่องสมบูรณ์แบบ

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

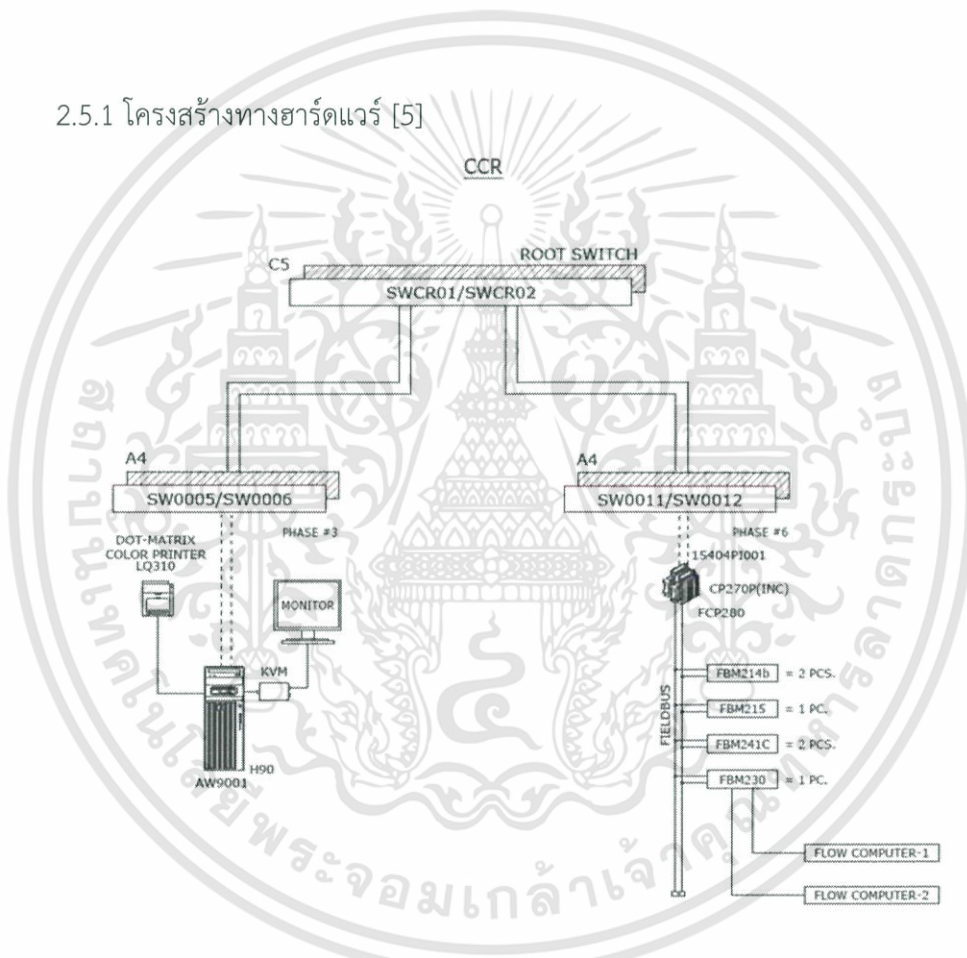
นอกจากนี้ยังมีความสามารถมากกว่าดีซีเอสรูปแบบเดิมคือจะช่วยให้การรวบรวมเชิงกลยุทธ์ของส่วนประกอบในระบบควบคุมอุตสาหกรรม ดังต่อไปนี้

- มีความเสถียรในการประมวลผลการควบคุม และมีความสามารถสูงซึ่งรวมโปรแกรมพื้นฐาน และโปรแกรมขั้นสูงที่เหมาะสม
- มีประสิทธิภาพเหมาะกับจุดประสงค์งานที่เกี่ยวข้องกับอินพุตเอาต์พุต รวมไปถึงโปรแกรมที่กำหนดค่าในตัว Marshalling
- เพิ่มขีดความสามารถ HMI ให้กับผู้ใช้งานและการแจ้งเตือนในกราฟฟิก
- ป้องกัน Cybersecurity
- ใช้งานง่ายอุปกรณ์เป็นไปตามพื้นฐานของวิศวกร
- รวมอยู่ในส่วนควบคุมและส่วนรักษาความปลอดภัยเข้าด้วยกัน โดยใช้ระบบ Triconex safety
- มีความฉลาด ง่ายต่อการบำรุงรักษา
- การพัฒนาโครงสร้างในอนาคตสามารถสร้างขึ้นจากองค์ประกอบที่นำมาใช้ซ้ำได้

## ประโยชน์ของดีซีเอส Foxboro

1. Foxboro Evo ช่วยเพิ่มมูลค่าการผลิตประสิทธิภาพในการดำเนินงานการผลิตและความน่าเชื่อถือขณะที่ใช้ต้นทุนน้อยลงโดยอัตโนมัติ และได้ผลตอบแทนสูงสุด
2. ปกป้องการลงทุนของคุณด้วยเทคโนโลยีในอนาคตเพื่อให้การลงทุนของคุณสามารถเติบโตได้อย่างง่ายดายและคุ้มค่า
3. ปกป้องความถูกต้องในการดำเนินงานของธุรกิจของคุณเพื่อความปลอดภัย และความน่าเชื่อถือ
4. การทำงานมีความรวดเร็วและแม่นยำมากยิ่งขึ้น

### 2.5.1 โครงสร้างทางฮาร์ดแวร์ [5]



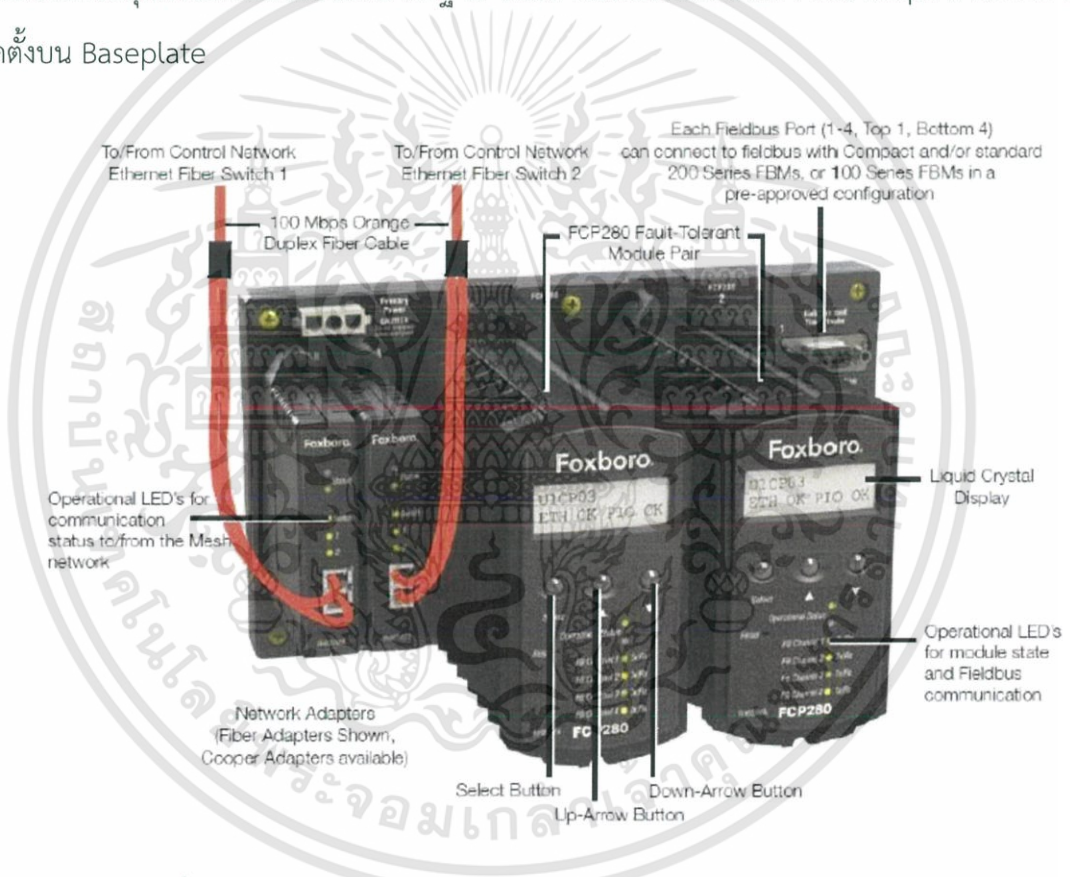
ภาพที่ 2.9 โครงสร้างของระบบที่ใช้ในโรงงาน

จากภาพที่ 2.9 แสดงให้เห็นถึงการเชื่อมต่อของระบบทั้งหมดโดยจะเริ่มตั้งแต่ตัว Server ดีซีเอส AW9001 เชื่อมต่อไปสู่สวิตช์ SW0005/SW0006 และเชื่อมต่อไปยัง Switch SWCR01/SWCR02 ซึ่งเป็นสวิตช์หลักซึ่งทำหน้าที่กระจายข้อมูลไปยังสถานีต่าง ๆ โดยสถานีที่ทำการศึกษานี้จะส่งข้อมูลเข้าสู่สวิตช์ SW0011/SW0012 และทำการส่งข้อมูลไปให้ Field Control Process FCP280 จากนั้นเชื่อมต่อเข้ากับโมดูลอินพุตเอาต์พุตต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการ<sup>15</sup>เท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบการทำงานประกอบไปด้วยโมดูลตัวควบคุม (Field Control Processor : FCP) ในที่นี้ใช้ FCP280 โมดูลอินพุต/เอาต์พุต (Input/Output Module หรือ Fieldbus Module : FBM) ในที่นี้ใช้ FBM214b ,FBM215 ,FBM241C และ FBM230

Field Control Process 280 (FCP280) เป็นการควบคุมแบบกระจายส่วน FCP280 มีความสามารถในการดำเนินการกฎระเบียบ การทำโปรแกรมเชิงตรรกะ เวลา และการทำการควบคุมแบบลำดับขั้นโดยใช้งานร่วมกับโมดูล Fieldbus ที่เชื่อมต่อ นอกจากนี้ยังทำการเก็บข้อมูล และมีการแจ้งเตือนกระบวนการ การตรวจจับ และการแจ้งเตือนปัญหาของระบบ FCP280 เชื่อมต่อกับเครือข่ายควบคุมผ่านไฟเบอร์ออปติกมาตรฐาน หรือสายอีเธอร์เน็ตทองแดง 100 Mbps ผ่านทางการติดตั้งบน Baseplate



ภาพที่ 2.10 FCP280 Module Pair Mounted on Vertical Baseplate

โดยคุณสมบัติของ FCP280 มีดังต่อไปนี้

- ดำเนินการด้านการควบคุมเชิงตรรกะ เวลา และการควบคุมตามลำดับพร้อมกันกับการเชื่อมต่อเข้ากับโมดูล Fieldbus (FBMs)
- สามารถดำเนินการเก็บข้อมูล และตรวจจับสัญญาณเตือน

- รองรับโหมดการทำงานด้วยตนเองซึ่งช่วยให้ FCP280 สามารถบู๊ตตัวเองได้ด้วยการควบคุมที่ถูกต้องแม้ว่าจะไม่มีเวิร์กสเตชันของมันที่กำลังออนไลน์อยู่ก็ตาม อย่างไรก็ตาม การควบคุมการแก้ไขฟังก์ชันนั้นจะไม่สามารถทำได้
- Liquid Crystal Display (LCD) แสดงบทบาทและสถานะของตัวอักษรแบบเรียลไทม์
- เชื่อมต่อกับเครือข่ายควบคุม Foxboro Evo ผ่านใยแก้วนำแสงมาตรฐานหรือสาย Ethernet เคเบิลทองแดง 100 Mbps
- ใช้ตัวเรือนอะลูมิเนียมหล่อที่แข็งแรงทนทานเพื่อติดตั้งในพื้นที่ที่ไม่มีช่องระบายอากาศได้
- สามารถทำงานในสภาพแวดล้อมที่เลวร้ายระดับ G3
- ช่อง Fieldbus แต่ละช่องบน baseplates FCP280 มีมาตรฐานรองรับ 2 Mbps หรือ 268 Kbps HDLC fieldbus โดยเฉพาะ
- ใช้อัลกอริทึมการควบคุมที่หลากหลาย และ FBM ที่หลากหลายเพื่อให้การควบคุมแอปพลิเคชันของกระบวนการมีความหลากหลาย

Fieldbus Module 214b (FBM214b) เป็นโมดูลส่วนการสื่อสารแบบ HART มี 8 ช่องสัญญาณแต่ละช่องรับสัญญาณแอนะล็อก 4 ถึง 20 mA หรือสัญญาณดิจิทัล HART ช้อนทับ 4 ถึง 20mA



ภาพที่ 2.11 FBM214b, HART® Communication Input Interface Module

โดยคุณสมบัติของ FBM214b มีดังต่อไปนี้

- ช่องสัญญาณแอนะล็อก 8 ช่องแต่ละช่องยอมรับอินพุตได้ 2 แบบคือแบบมาตรฐานสัญญาณแอนะล็อก 4 ถึง 20 mA และสัญญาณดิจิทัล HART Frequency Shift Keying (FSK) ซ้อนทับ 4 ถึง 20 mA
- รองรับคำสั่ง HART ที่จำเป็นต่อการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์วัดด้วยฐานข้อมูลระบบ I / A Series®
- การออกแบบที่กะทัดรัดและทนทานเหมาะสำหรับตู้ในสภาพแวดล้อม Class G3
- Termination Assembly (TA) สำหรับการเชื่อมต่อในพื้นที่ หรือในระยะไกลกับ FBM214b

Fieldbus Module 215 (FBM215) มีช่องสัญญาณ HART สูงสุด 8 ช่อง HART เอาต์พุตเป็นระบบไฟฟ้าเข้ากันได้กับสัญญาณ 4-20 mA ทำให้โรงงานสามารถอัพเกรดอุปกรณ์ได้โดยไม่ต้องเปลี่ยนระบบควบคุม



ภาพที่ 2.12 เอार्टพุตโมดูลรุ่น FBM215 HART® Communication

โดยคุณสมบัติของ FBM215 มีดังต่อไปนี้

- ช่องสัญญาณแอนะล็อก 8 ช่องแต่ละช่องยอมรับเอาร์ทพุตได้ 2 แบบคือแบบมาตรฐานสัญญาณแอนะล็อก 4 ถึง 20 mA และสัญญาณดิจิทัล HART Frequency Shift Keying (FSK) ซ้อนทับ 4 ถึง 20 mA
- รองรับคำสั่งสากล HART ที่จำเป็นต่อการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์วัดด้วยฐานข้อมูลระบบ I / A Series®
- การออกแบบที่กะทัดรัดและทนทานเหมาะสำหรับตู้ในสภาพแวดล้อม Class G3
- Termination Assembly (TA) สำหรับการเชื่อมต่อในพื้นที่ หรือในระยะไกลกับ FBM215

Fieldbus Module 241C (FBM241C) ประกอบด้วย 8 อินพุตแปดตัว และ 8 เอार्टพุตแยกกันที่เข้ากันได้กับแรงดัน และกระแสที่พบได้ทั่วไปในโรงงานอุตสาหกรรม



ภาพที่ 2.13 อินพุตเอาต์พุตโมดูลรุ่น FBM241/b/c/d Discrete

โดยคุณสมบัติของ FBM241c มีดังต่อไปนี้

- 8 Discrete อินพุต และ 8 Discrete เอาต์พุต
- การออกแบบที่ทนทานเหมาะสำหรับตู้ในสภาพแวดล้อม Class G3
- ดำเนินการโปรแกรม Discrete อินพุตเอาต์พุต หรือ Ladder Logic

Fieldbus Module 230 (FBM230) มี 4 ช่องโดยแต่ละช่องสามารถกำหนดค่าแยกต่างหากในซอฟต์แวร์สำหรับ RS-232, RS-422 หรือ RS-485 FBM230 ตัวเดียวมีความยืดหยุ่นในการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ที่คล้ายกันแต่ไม่เหมือนกันได้หลายเครื่อง การเดินสายทางกายภาพเป็นไปตามมาตรฐานสมาคมอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ (EIA) มาตรฐาน RS-232, RS-422 หรือ RS-485

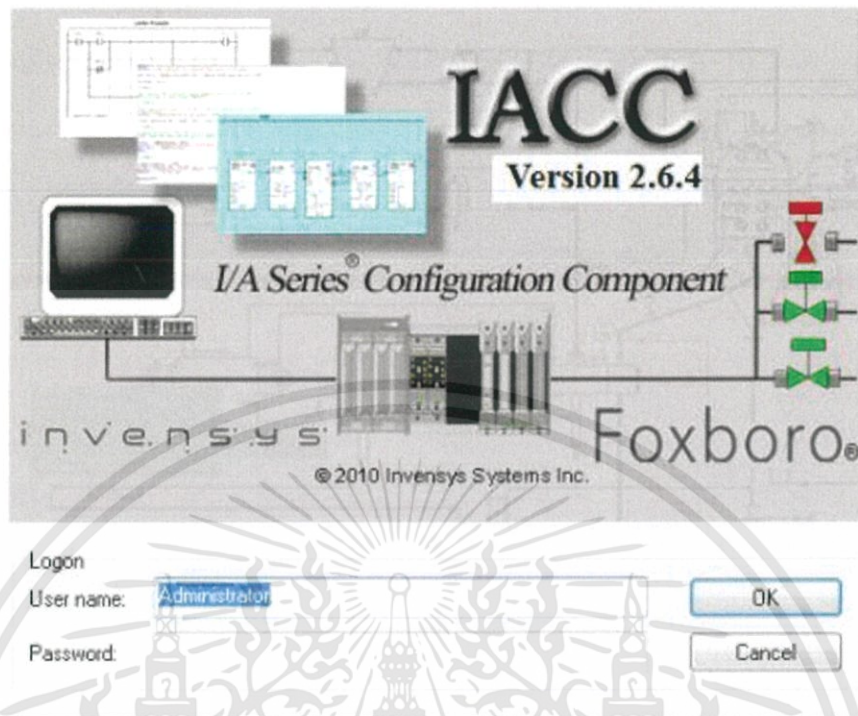


ภาพที่ 2.14 FBM230 Field Device System Integrator Module

โดยคุณสมบัติของ FBM230 มีดังต่อไปนี้

- 4 ช่องการเชื่อมต่อโดยแต่ละช่องสามารถกำหนดค่าแยกต่างหากในซอฟต์แวร์สำหรับ RS-232, RS-422 หรือ RS-485
- รองรับมาตรฐานอินเตอร์เฟซการสื่อสาร RS-232, RS-422 หรือ RS-485
- สามารถดาวน์โหลดไดรเวอร์ซอฟต์แวร์ I/O ได้จากไลบรารีของโปรโตคอลที่มีอยู่
- การเชื่อมต่อบล็อก DCI สูงสุด 2000 รายการ
- การออกแบบที่ทนทานเหมาะสำหรับตู้ในสภาพแวดล้อม Class G3

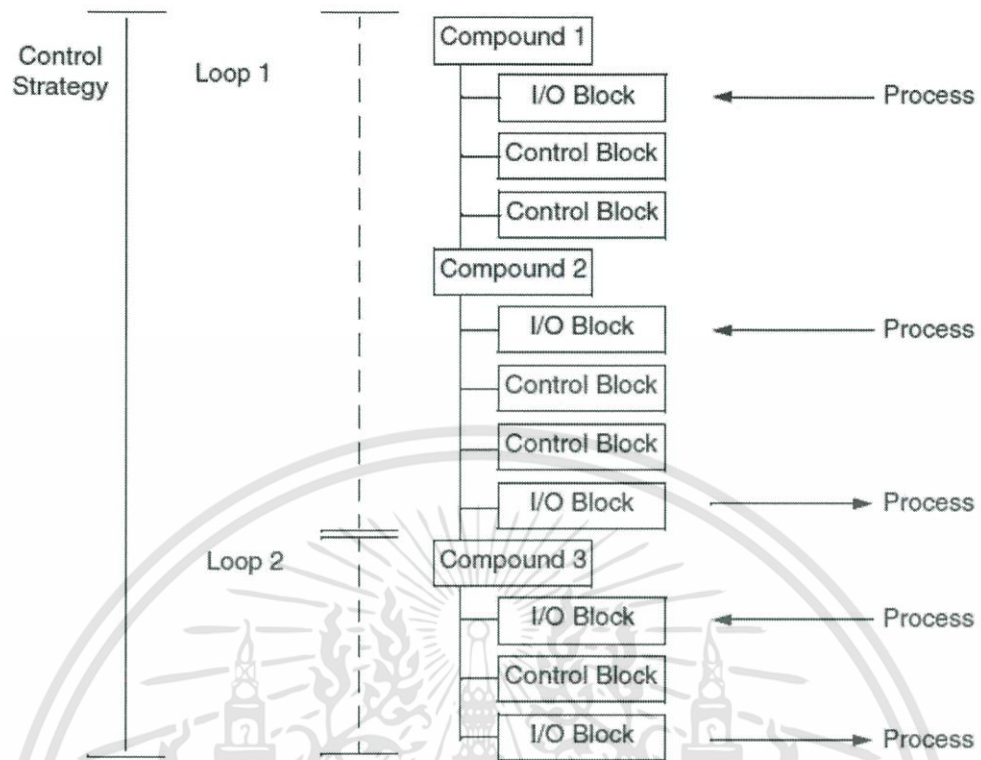
## 2.5.2 ซอฟต์แวร์ที่ใช้ในดีซีเอส Foxboro [6]



ภาพที่ 2.15 ซอฟต์แวร์ I/A Series® Configuration Component (IACC)

ซอฟต์แวร์ I/A Series® Configuration Component (IACC) เป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพในการออกแบบการทำงานของ I/A Series process control ให้เป็นไปในทางเดียวกันกับการออกแบบเชิงวิศวกรรมจากสถานะแวดล้อมทางวิศวกรรมทั่วไป อีกทั้งยังช่วยลดต้นทุนการกำหนดค่าได้อย่างมาก IACC ช่วยลดเวลาในการออกแบบ และต้นทุนของโครงการโดยใช้รูปแบบต่าง ๆ เช่น control strategy templates, I/A Series process control blocks และการกำหนดค่าบล็อกที่กำหนดไว้ล่วงหน้า ในขณะที่เดียวกันซอฟต์แวร์จะทำงานเป็นประจำหลายครั้งทำให้คุณสามารถที่จะมีสมาธิไปกับการวางแผน และงานเชิงวิศวกรรม อีกทั้งยังสามารถลดข้อผิดพลาด และพัฒนาคุณภาพทางเทคนิคขึ้นได้

กระบวนการสำหรับระบบ I/A Series จะขึ้นอยู่กับแนวคิดของ Compounds และบล็อก โดยที่บล็อกเป็นสมาชิกของชุดอัลกอริทึมที่ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานภายในโครงสร้างของ Compound โดยที่ Compound เป็นชุดลอจิกคอลของบล็อก ที่ทำงานในรูปแบบของการควบคุมที่แสดงใน ภาพที่ 2.16

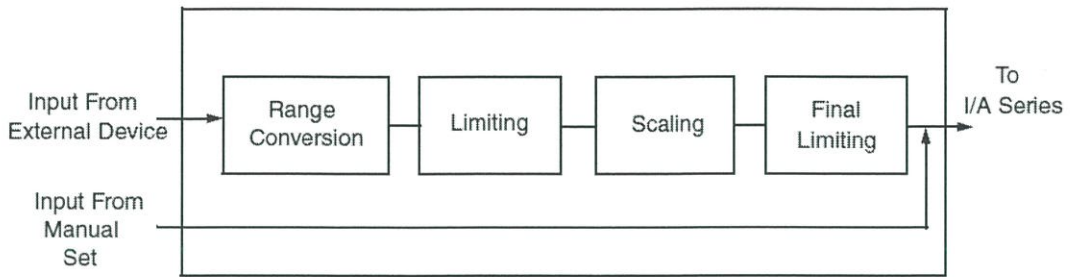


ภาพที่ 2.16 Compound and Block Relationships

ภายในซอฟต์แวร์ IACC จะมี Integrated Control Block การใช้ Control Block ในการจัดการข้อมูลเพื่อใช้ในระบบ Control Block มีมากมายเลือกใช้ตามความเหมาะสม ทั้งนี้จะยกตัวอย่าง Control Block สำคัญที่ใช้งาน มีดังนี้

- RIN-Real Input Block

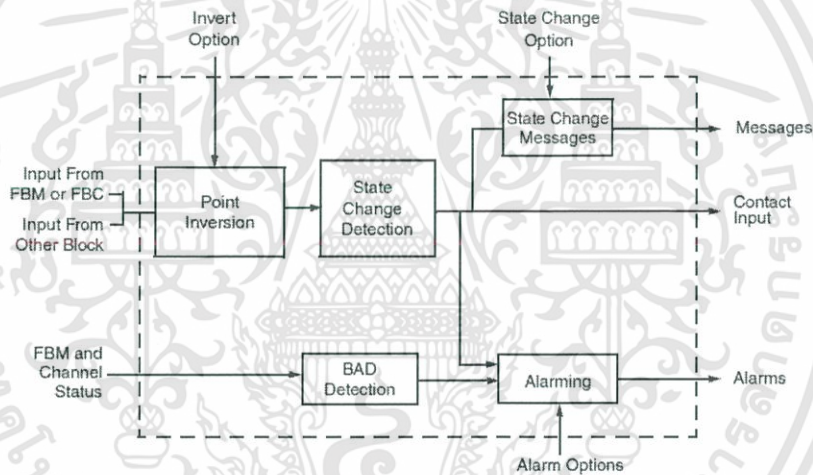
Real Input Block (RIN) จะทำหน้าที่รับค่าแอนะล็อก มาจากอุปกรณ์ฟิลด์ และทำการแสดงค่านั้นหลังจากที่มีการประมวลผลอินพุตที่ตัวแปร RINP แล้วไม่ว่าบล็อกจะอยู่ใน Mode auto หรือ manual จะมีการระบุตัวแปร MEAS เพิ่มเติม เพื่อใช้เป็นเหมือนบล็อกเอาต์พุตสำหรับรูปแบบการควบคุม ค่าของ MEAS จะเหมือนกับค่าของ RINP เมื่อบล็อกอยู่ใน Mode Auto แต่เมื่ออยู่ใน Manual mode ค่าของ MEAS จะไม่เป็นไปตาม RINP แต่จะสามารถตั้งค่าได้เอง



ภาพที่ 2.17 บล็อกไดอะแกรมของ Real Input

- CIN-Contract Input Block

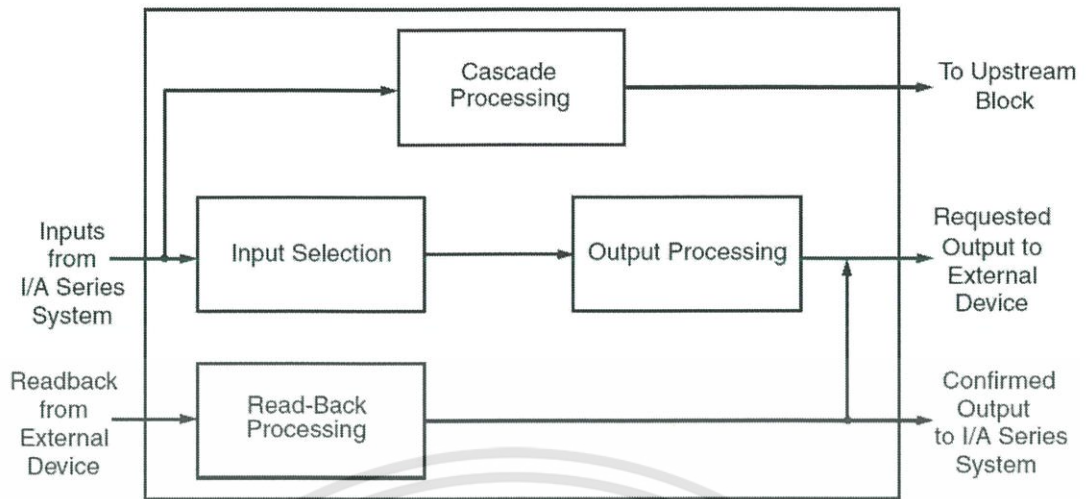
Contract Input Block (CIN) ใช้สำหรับรับค่าดิจิทัลอินพุต หรือดิจิทัลเอาต์พุตใน Fieldbus Module (FBM) หรือ Fieldbus Card (FBC) โดยบล็อกจะมีความสามารถการแจ้งเตือนโดยขึ้นอยู่กับอินพุต



ภาพที่ 2.18 บล็อกไดอะแกรมของ Contract Input

- ROUT-Real Output Block

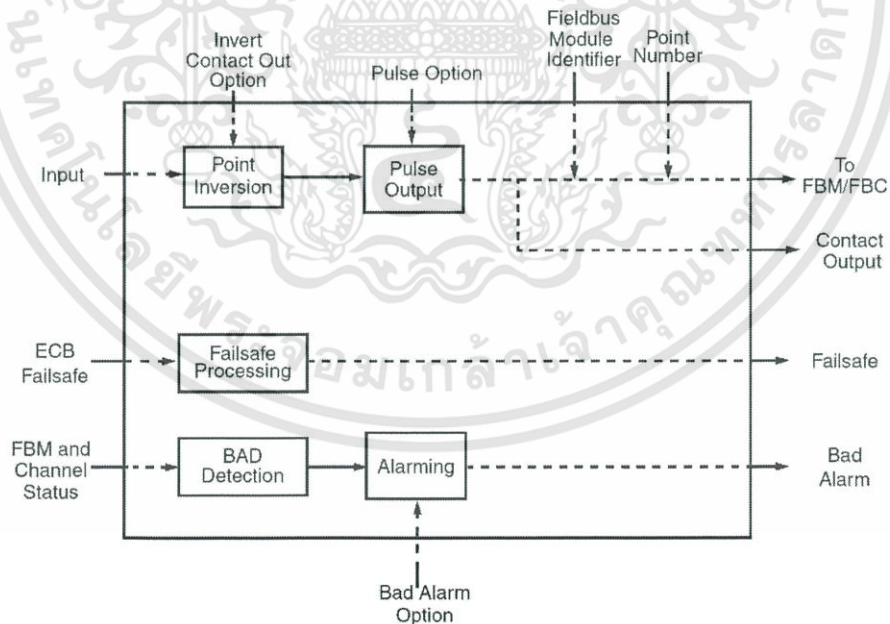
Real Output Block (ROUT) ใช้สำหรับส่งค่าแอนะล็อกไปยังอุปกรณ์ในฟิลด์ โดยบล็อกจะยอมรับค่าจริงจากรูปแบบการควบคุมหรือจากการสั่งการ และส่งค่าไปยังตำแหน่งที่ถูกกำหนดไว้บล็อกที่ถูกยืนยันโดยโครงสร้างเอาต์พุต สามารถถูกเปลี่ยนแปลงได้โดย FBM เพื่อให้สามารถอ่านค่าจากอุปกรณ์ในฟิลด์กลับมาได้โดย I/A Series Block



ภาพที่ 2.19 บล็อกไดอะแกรมของ ROUT

- COUT-Contact Output Block

Contact Output Block (COUT) ทำให้รูปแบบการควบคุมสามารถส่งดิจิทัลเอาต์พุตใน FBM หรือ Fieldbus Card (FBC) ที่มีตำแหน่งดังกล่าว คุณสามารถเลือกเอาต์พุตให้ออกตามอินพุตบล็อกหรือจะเป็นเอาต์พุต Pulsed ที่สามารถเลือกความกว้างของ Pulse ได้ อีกทั้งบล็อกยังสนับสนุนการทำงานแจ้งเตือนด้วย

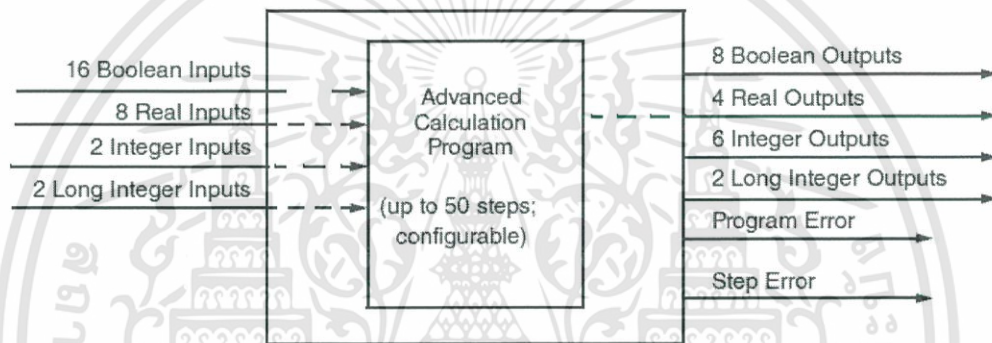


ภาพที่ 2.20 บล็อกไดอะแกรมของ COUT

- CALCA-Advance Calculation Block

Advance Calculation Block (CALCA) สามารถจัดการการดำเนินการทางโครงสร้าง Logic และทางการคำนวณทางคณิตศาสตร์ ได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงทำให้ลดความยาวของโปรแกรมลงได้มากถึงสามเท่าเมื่อเทียบกับการคำนวณแบบเดียวกันที่ดำเนินการในโปรแกรมของ CALC โดยสามารถ Configuration ได้ทั้งหมด 50 step ต่อบล็อกสามารถ Configuration โดยใช้ภาษาระดับสูง (High level Batch language) หรือ Configuration ในรูปแบบโครงสร้างทาง Logic

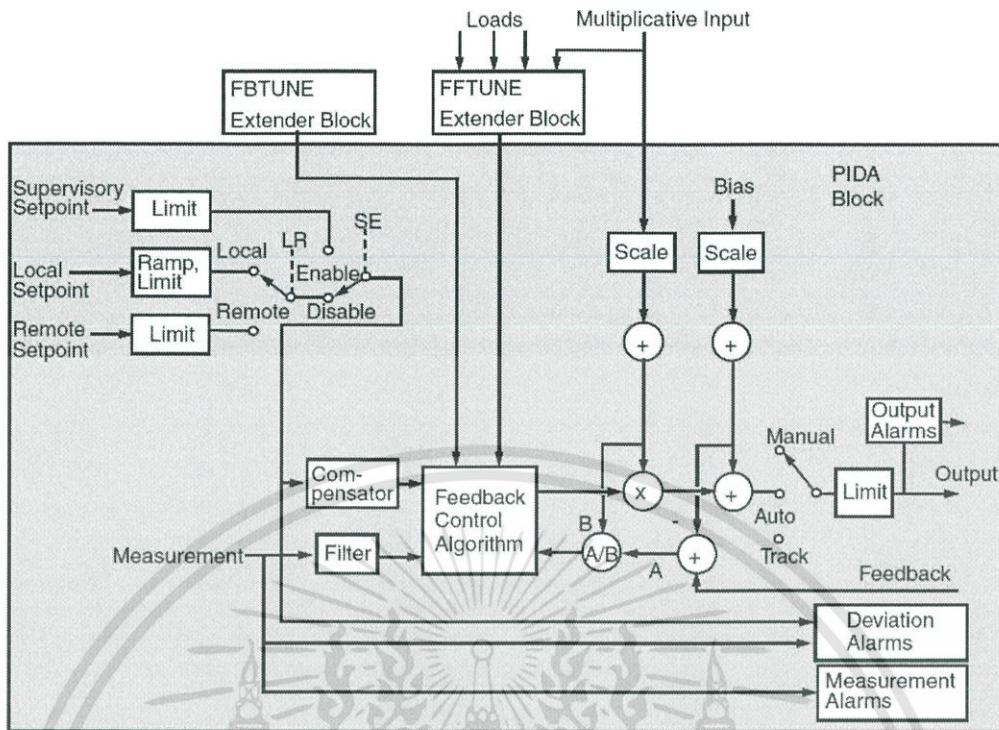
CALCA สามารถรับค่าอินพุตทั้งแบบดิจิทัล และแอนะล็อกได้ เอาต์พุตก็สามารถถูกส่งในรูปแบบ เอาต์พุต Boolean หรือ เอาต์พุต Real ได้เช่นกัน



ภาพที่ 2.21 บล็อกไดอะแกรมของ Advance Calculation

- PIDA-Advanced PID Block

Advanced PID Block (PIDA) ใช้สำหรับการตอบสนอง PID แบบ Continuous แบบ additive และแบบ Multiplicative ค่าอินพุต, Setpoint และ การวัดนั้นจะถูกใช้สำหรับการคำนวณค่าเอาต์พุต ค่า Manipulated นั้นจะขึ้นอยู่กับผู้ใช้ตั้งไว้หรือมีการปรับเปลี่ยนค่าของ tuning parameters ความสามารถในการดึงข้อมูลสามารถนำมาใช้เพื่อแยกการตอบสนองในแต่ละลูปได้ เช่นการควบคุมระดับน้ำไปยังการควบคุมการไหลอย่างรวดเร็ว

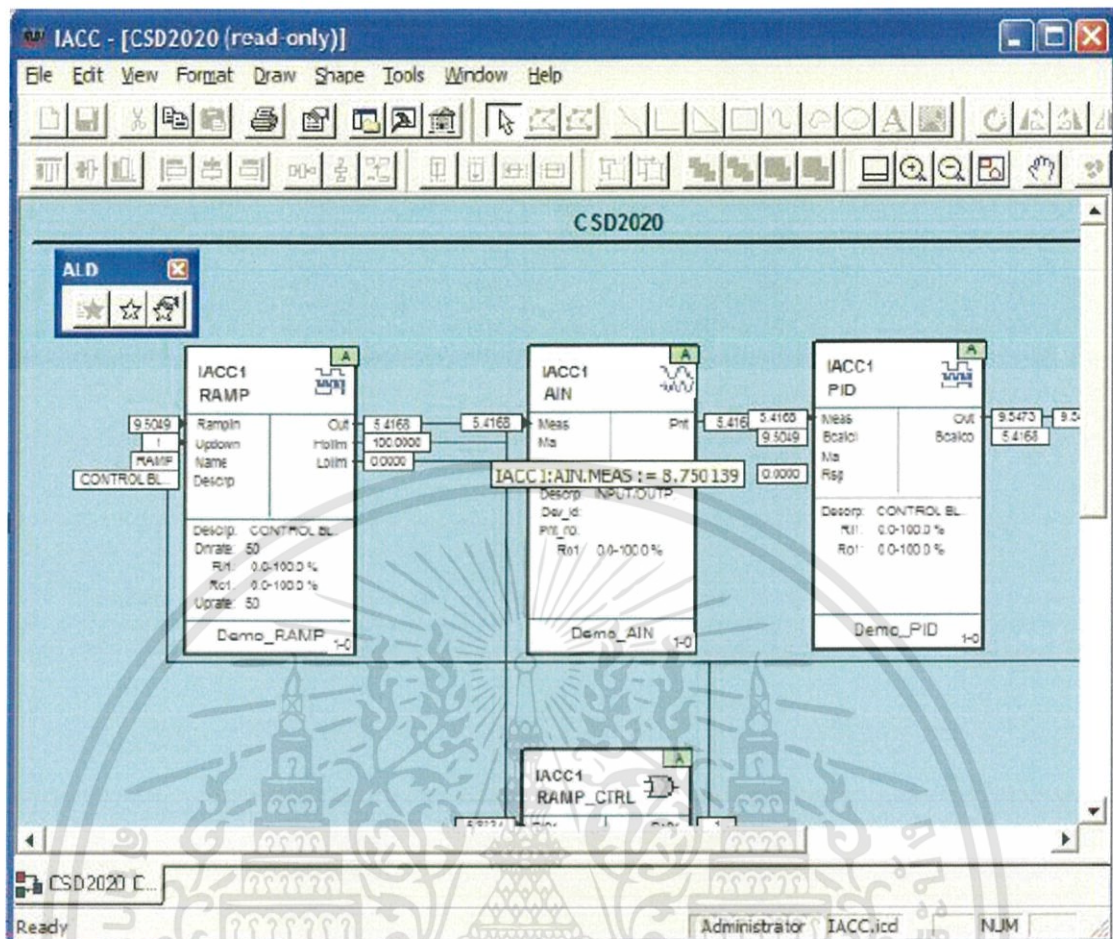


ภาพที่ 2.22 PIDA Functional Diagram

Control Strategy Diagram (CSD) Editor คือ การสร้างฐานข้อมูลที่ใช้ในการตั้งค่า CSD ซึ่งใช้สร้างดังต่อไปนี้

- การควบคุมการทำงานอย่างต่อเนื่อง
- การ startup และ shutdown
- Device interlocking
- การควบคุมเป็นลำดับขั้น
- Inter-unit coordination
- สร้างหรือปรับแต่ง CSD Templates

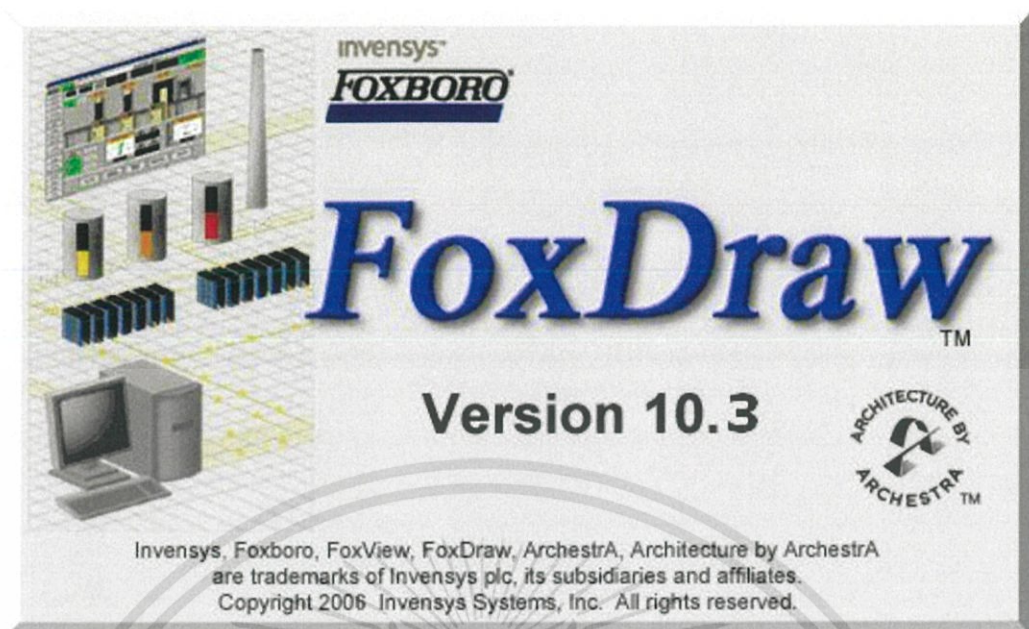
CSDs มักจะประกอบด้วยหลายบล็อกที่เชื่อมต่อกันซึ่งถูกจัดกลุ่มไว้เพื่อทำหน้าที่เฉพาะตามที่ถูกตั้งไว้ แต่ละบล็อกจะมีอัลกอริทึมที่มีพารามิเตอร์อินพุตและเอาต์พุตตั้งแต่หนึ่งชุดขึ้นไป พารามิเตอร์อินพุตจะนำเอาข้อมูลของกระบวนการแบบ real-time เข้ามาสู่บล็อกอัลกอริทึม พารามิเตอร์เอาต์พุตจะมีหน้าที่ทำให้ค่าที่ได้จากการคำนวณภายในบล็อกสามารถพร้อมที่จะใช้ได้ภายนอกบล็อกพารามิเตอร์เหล่านี้จะถูกเชื่อมต่อกับพารามิเตอร์อินพุต และพารามิเตอร์เอาต์พุตของบล็อกอื่นเพื่อสร้างการไหลของข้อมูลอย่างต่อเนื่อง



ภาพที่ 2.23 Live Values Displayed in a CSD

Control Strategy Diagram (CSD) Templates คุณสามารถทำการเปลี่ยน CSD ไหนก็ได้ เป็น CSD Template หรือจะใช้ CSD Editor ในการสร้าง template ขึ้นมาเอง CSD Template จะประกอบด้วยลูปควบคุมที่เชื่อมต่อกับบล็อกควบคุม และ ECB placeholder ทำให้สามารถปรับแต่งการควบคุมได้เสมอ ด้วยคำสั่งเดียวคุณสามารถสร้าง CSD หลายตัวที่มีบล็อกแบบเดียวกัน และการเชื่อมต่อบล็อกเหมือนกัน จากนั้นคุณสามารถเชื่อมต่อ CSDs ไปสู่อินพุตเอาต์พุตของกระบวนการได้ และสามารถที่จะทำการปรับเปลี่ยนให้เหมาะสมตามกรณีได้ เมื่อทำการอัปเดตตัว CSD Template การเปลี่ยนแปลงของ CSD ที่มีการใช้ Template นั้น ๆ จะเป็นไปโดยอัตโนมัติ CSD Template ยังสามารถใช้กับ TagList เพื่อสร้าง CSDs และอัปเดต CSD template ที่มีอยู่ได้

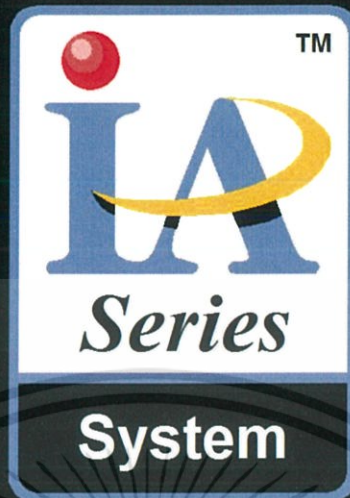
ซอฟต์แวร์ FoxDraw Version 10.3 เป็นซอฟต์แวร์สำหรับการสร้าง และการแก้ไข ภาพกราฟิกให้เหมาะสมต่อการทำงานของกระบวนการ โดยหน้าจอแสดงผลจะถูกสร้าง และ กำหนดค่าเพื่อดูผ่านจากหน้าต่างซอฟต์แวร์ FoxView อีกที่หนึ่ง



ภาพที่ 2.24 ซอฟต์แวร์ FoxDraw Version 10.3

คำว่า “object” ในซอฟต์แวร์นี้จะประกอบด้วยวัตถุทั่วไป (เช่น เส้นสี่เหลี่ยมผืนผ้า สกกลม และข้อความ) และ Library object โดยวัตถุใน Library object จะมีทั้งที่ Invensys Foxboro มีมาให้ และ Symbol ที่ผู้ใช้ทำการสร้างเอง คำว่า “Symbol” หมายถึงวัตถุจำนวนมากที่คุณสามารถจะคัดลอกไปใช้ในหน้าจอแสดงผลจากที่ Invensys Foxboro มีมาให้ และจากที่ผู้ใช้สร้างเอง

ซอฟต์แวร์ FoxView Version 10.4.3 จะเป็นส่วนติดต่อกับผู้ใช้ I/A Series ระหว่างผู้ใช้กับกระบวนการ จาก FoxView คุณสามารถจัดการการทำงานกับหน้างานจริงได้แบบ real-time หรือกับการจัดการกับข้อมูลของกระบวนการที่ทาง I/A Series FoxView มีให้



I/A Series®

Foxboro FoxView: Version 10.4.3 May 25, 2015

Foxboro Evo Version 9.3.63

inversis

Foxboro®

ภาพที่ 2.25 ซอฟต์แวร์ FoxView Version 10.4.3

ประโยชน์ของ Foxview

- การเข้าใช้งานแบ่งตามผู้ใช้แต่ละราย
- มีความเป็น real-time และ มีการเก็บประวัติการทำงาน
- เข้าถึงกระบวนการแสดงแบบไดนามิกโดยตรง
- สามารถใช้จอได้ถึง 4 จอ
- สามารถดูการแจ้งเตือนของกระบวนการได้ผ่านทาง Alarm Manager
- FoxSelect จะให้ภาพรวมขององค์ประกอบและบล็อกในฐานข้อมูลควบคุม และเข้าถึง Block Detail Displays
- การเข้าถึงแอปพลิเคชันอื่น ๆ
  - System Management
  - FoxDraw™ software สำหรับการสร้างและกำหนดค่าต่าง ๆ ในกราฟฟิก
  - Integrated Control Configurator สำหรับการกำหนดค่าฐานข้อมูลการควบคุม

### บทที่ 3

## การสร้างเอชเอ็มไอสำหรับการส่งจ่ายไอน้ำที่นำเสนอ

### 3.1 กล่าวนำ

โรงไฟฟ้าที่จำหน่ายไฟฟ้าและไอน้ำที่ได้ศึกษามีความต้องการปรับปรุงเอชเอ็มไอ (Human Machine Interface : HMI) ของดีซีเอส (Distribution Control System : DCS) รุ่น Foxboro Evo ที่ใช้ในการเฝ้าสังเกตการส่งจ่ายไอน้ำให้กับลูกค้าราย ซึ่งในบทนี้กล่าวถึงตัวแปรที่ใช้ในกระบวนการส่งจ่ายไอน้ำและการสร้างกราฟิก HMI ของกระบวนการส่งจ่ายไอน้ำ

### 3.2 ตัวแปรที่ใช้ในกระบวนการส่งจ่ายไอน้ำ

ตัวแปรสถานะของอุปกรณ์ทั้งหมดที่ใช้ในกระบวนการส่งจ่ายไอน้ำ

ตารางที่ 3.1 ตัวแปรสถานะของอุปกรณ์ที่ใช้ในกระบวนการ

DCS TAG	SERVICE
15404PIA001A	Control/Trip 15404-PV-001
15404TIA001A	Control 15404-TV-001, Trip 15404-PV-001
15404PZI007	HP Steam Valve
15404PIA007	Trip 15404-XV-001
15404PIA001B	Control/Trip 15404-PV-001
15404TIA001B	Control 15404-TV-001, Trip 15404-PV-001
15404TZI001	Spray Water Valve
15404PV001	HP Steam Valve
15404TV001	Spray Water Valve
15404PZSC001	HP Steam Valve
15404TZSC001	Spray Water Valve
15404XZSO001	Demin Water Value
15404XZSC001	Demin Water Value
1540PAL010	Instrument Air
15404PSOV001	HP Steam Valve
15404TSOV001	Spray Water Valve
15404XSOV001	Demin Water Valve
15404XSOV002	Demin Water Valve

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DCS TAG	SERVICE
15404XZSO002	Demin Water Valve
15404XZSC002	Demin Water Valve
15404XA001	Power Supply Status
15404XA002	Cabinet Temperature Status
15404XA003	UPS Status
15404TI002	Flow Computer Compensate
15404PI002	Flow Computer Compensate
15404FI001	MP Steam Flow Meter
15404FI002	Power supply
15404FI002	Resistance 250 OHM/ 1W
15404FI002	Demin Water Flow Meter

จากตัวแปรสถานะของอุปกรณ์ในกระบวนการส่งจ่ายไอน้ำ สามารถแบ่งประเภทของตัวแปรได้ดังต่อไปนี้

1. ตัวแปรแอนะล็อกอินพุต

ตารางที่ 3.2 ตัวแปรแอนะล็อกอินพุต

Item	Item description
15404PIA001A	Control/Trip 15404-PV-001
15404TIA001A	Control 15404-TV-001, Trip 15404-PV-001
15404PZI007	HP Steam Valve
15404PIA007	Trip 15404-XV-001
15404PIA001B	Control/Trip 15404-PV-001
15404TIA001B	Control 15404-TV-001, Trip 15404-PV-001
15404TZI001	Spray Water Valve

2. ตัวแปรแอนะล็อกเอาต์พุต

ตารางที่ 3.3 ตัวแปรแอนะล็อกเอาต์พุต

Item	Item description
15404PV001	HP Steam Valve
15404TV001	Spray Water Valve

3. ตัวแปรดิจิทัลอินพุต

ตารางที่ 3.4 ตัวแปรดิจิทัลอินพุต

Item	Item description
15404PZSC001	HP Steam Valve
15404TZSC001	Spray Water Valve
15404XZSO001	Demin Water Valve
15404XZSC001	Demin Water Valve
1540PAL010	Instuerment Air
15404XZSO002	Demin Water Valve
15404XZSC002	Demin Water Valve
15404XA001	Power Supply Status
15404XA002	Cabinet Temperature Status
15404XA003	UPS Status

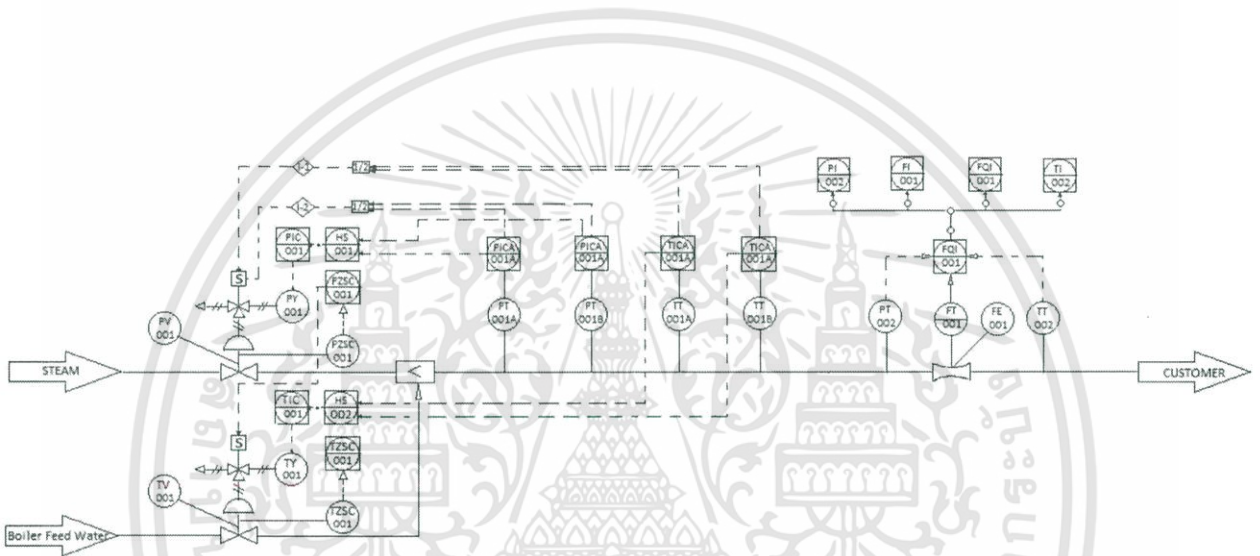
4. ตัวแปรดิจิทัลเอาต์พุต

ตารางที่ 3.5 ตัวแปรดิจิทัลเอาต์พุต

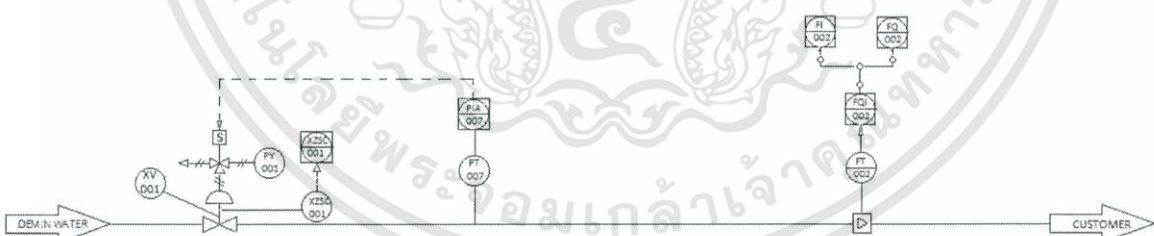
Parameter	Parameter description
15404PSOV001	HP Steam Valve
15404TSOV001	Spray Water Valve
15404XSOV001	Demin Water Valve
15404XSOV002	Demin Water Valve

### 3.3 การสร้างหน้าจอแสดงผล

การสร้างหน้าจอแสดงผลใช้ซอฟต์แวร์ FoxViewFoxDraw โดยการสร้างหน้าจอแสดงผลจะอ้างอิงตาม P&ID และจะต้องทำตามเอกสาร Functional Design Specification โดยการสร้างหน้าจอตาม P&ID นั้นจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนของท่อส่งไอน้ำที่แสดงให้เห็นในภาพที่ 3.1 และ ส่วนของท่อส่งน้ำที่แสดงให้เห็นในภาพที่ 3.2 โดยความต้องการของเจ้าของงานต้องการแสดงผลของท่อส่งไอน้ำเป็นหลักโดยสิ่งที่สำคัญที่จะต้องมีในการสร้างหน้าจอแสดงผลในส่วนของท่อส่งไอน้ำนั้นจะมี วาล์ว เครื่องมือวัดอุณหภูมิ ความดัน และอัตราการไหลภายในท่อส่งจ่าย



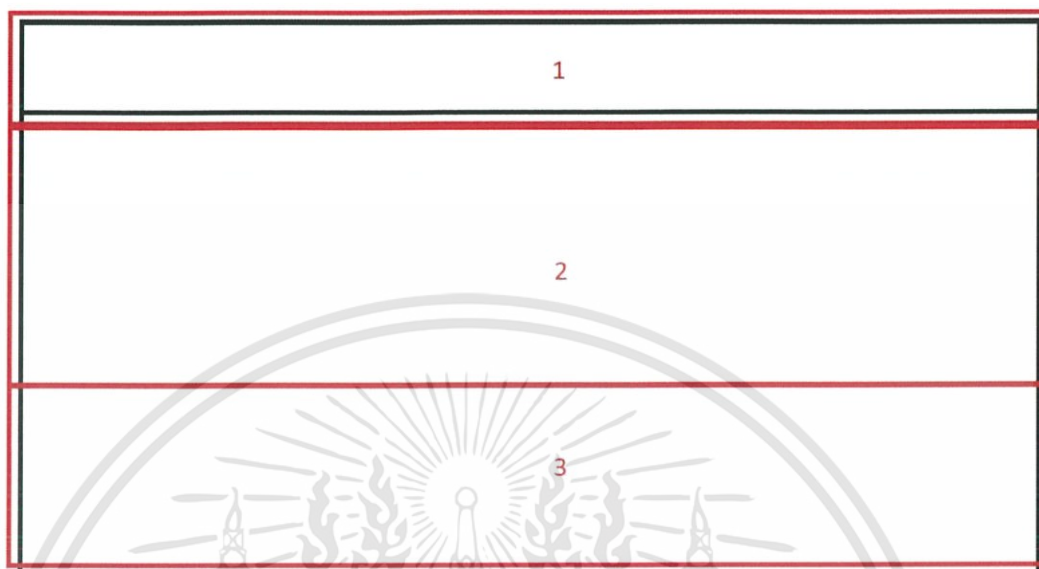
ภาพที่ 3.1 P&ID ของระบบส่งจ่ายไอน้ำ



ภาพที่ 3.2 P&ID ของระบบส่งจ่ายน้ำ

โดยภายในเอกสาร Functional Design Specification จะบอกถึงมาตรฐานของสัญลักษณ์ อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการแสดงแทนอุปกรณ์จริง ลักษณะของหน้าต่างแสดงค่าตัวแปรกระบวนการส่งจ่ายไอน้ำรวมไปถึงสีของสถานะของแต่ละตัวแปร

หน้าจอแสดงผลที่จะสร้างในโครงงานนี้มี 1 หน้าโดยจะมีโครงสร้างของหน้าจอแบ่งออกเป็น 3 ส่วนด้วยกัน



ภาพที่ 3.3 โครงสร้างของหน้าจอแสดงผล

ส่วนที่ 1 : แสดงชื่อของหน้าจอ

ส่วนที่ 2 : แสดงของท่อส่งจ่ายไอน้ำ

ส่วนที่ 3 : แสดงส่วนของท่อส่งจ่ายน้ำ

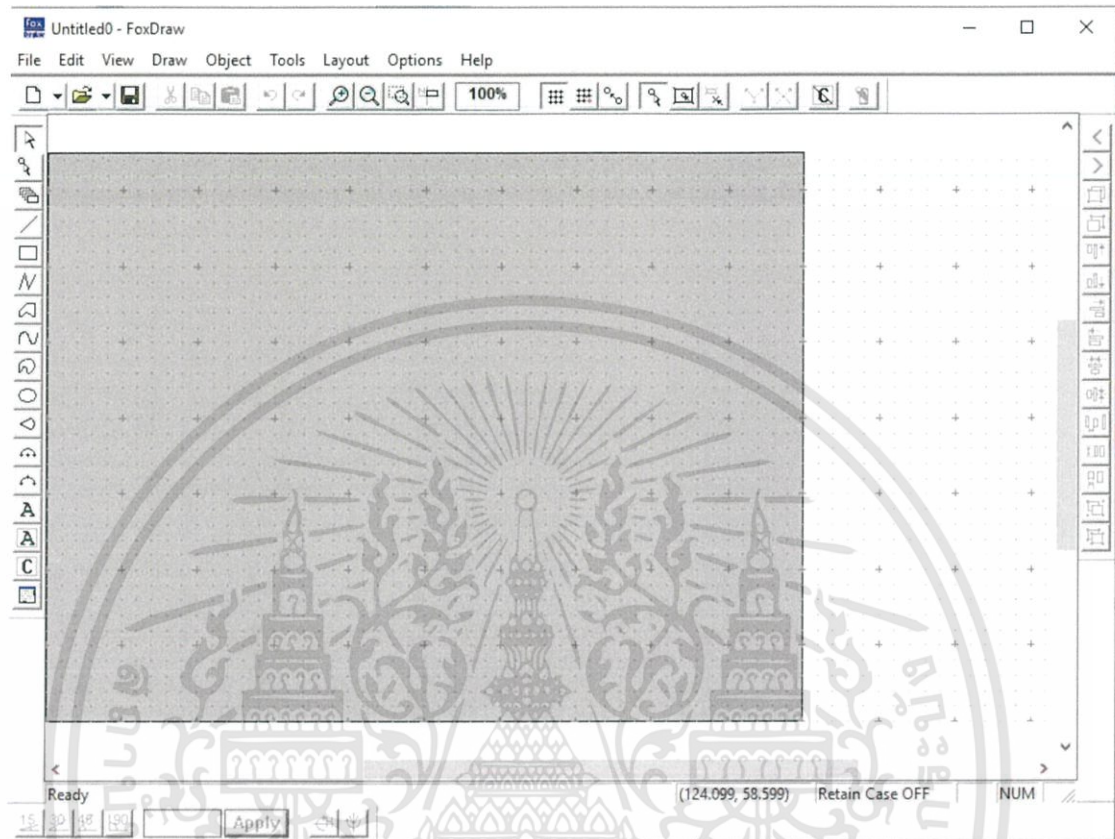
ขั้นตอนการสร้างหน้าจอแสดงผลมีดังต่อไปนี้

1. ทำการรสร้างฐานข้อมูล โดยการสร้างฐานข้อมูลนั้นจะทำให้ส่วนของฮาร์ดแวร์ และซอฟต์แวร์สามารถที่จะเชื่อมต่อกันได้อย่างถูกต้องตามที่อ้างอิงจากตัวแปรของกระบวนการส่งจ่ายไอน้ำทั้งหมดว่าตัวแปรไหนจะต้องใช้กับ Fieldbus Module ตัวใด และสามารถที่จะทำการระบุชื่อพารามิเตอร์ของแต่ละตัวแปรตามมาตรฐานที่ได้ตกลงกันไว้ได้ โดยเราสามารถที่จะสร้างฐานข้อมูลได้จากการใส่ค่าตัวแปรต่าง ๆ ลงใน Excel ให้ครบทุกพารามิเตอร์โดยจะต้องระบุข้อมูลลงไปในแต่ละพารามิเตอร์เพื่อใช้ระบุในซอฟต์แวร์ได้อย่างถูกต้องดังภาพที่

3.4

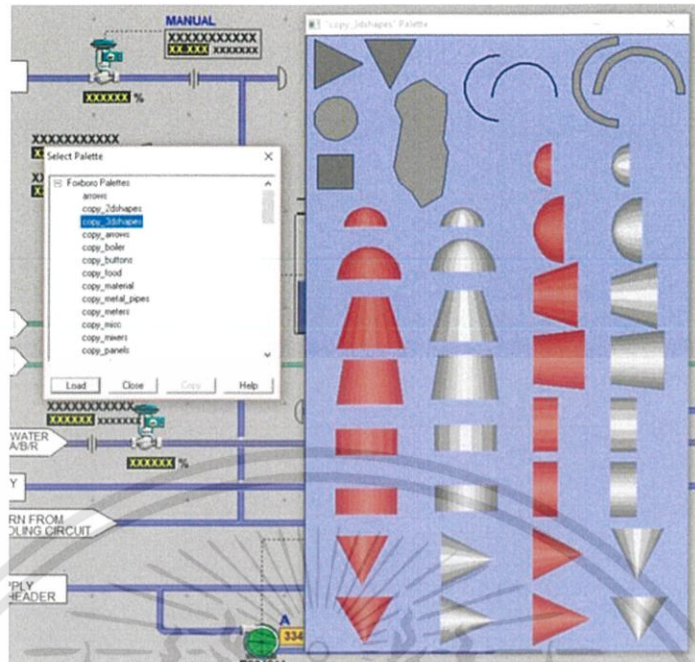


3. การสร้างหน้าจแสดงผลของโครงการนี้จะใช้ซอฟต์แวร์ FoxDraw Version 10.3 ในการสร้างโดยจะมีหน้าต่างของซอฟต์แวร์ดังภาพที่ 3.6



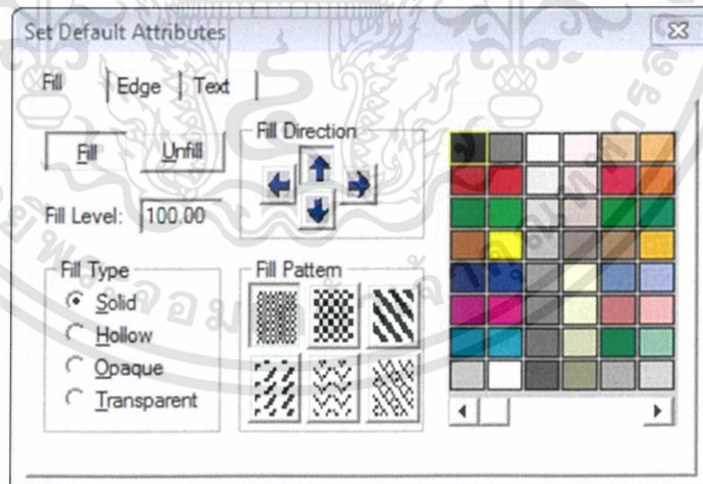
ภาพที่ 3.6 หน้าต่างซอฟต์แวร์ FoxDraw Version 10.3

4. เราจะทำการวาดโครงสร้างของท่อจ่ายไอน้ำตามแบบ P&ID ของโครงการนี้โดยเราสามารถทำได้โดยเลือกอุปกรณ์ที่ต้องการวางในหน้า HMI โดยสามารถสร้างได้โดยเลือกจาก tool ด้านข้างได้ หรืออาจเลือกอุปกรณ์สำเร็จรูปได้จาก Object>Link/Copy from Palette



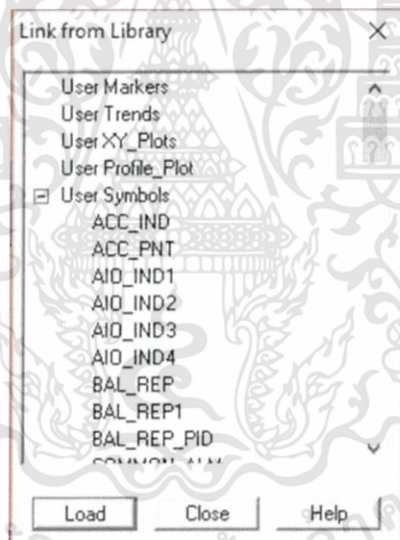
ภาพที่ 3.7 Template of device

5. ทำการเปลี่ยนสีของท่อให้ได้ตามมาตรฐานในเอกสารได้โดยการคลิกขวาที่อุปกรณ์ จากนั้นเลือก Graphic Attributes โดยจะสามารถเปลี่ยนได้ทั้งสีของเส้น อุปกรณ์ ตัวอักษร และสามารถเปลี่ยนแบบตัวอักษรได้



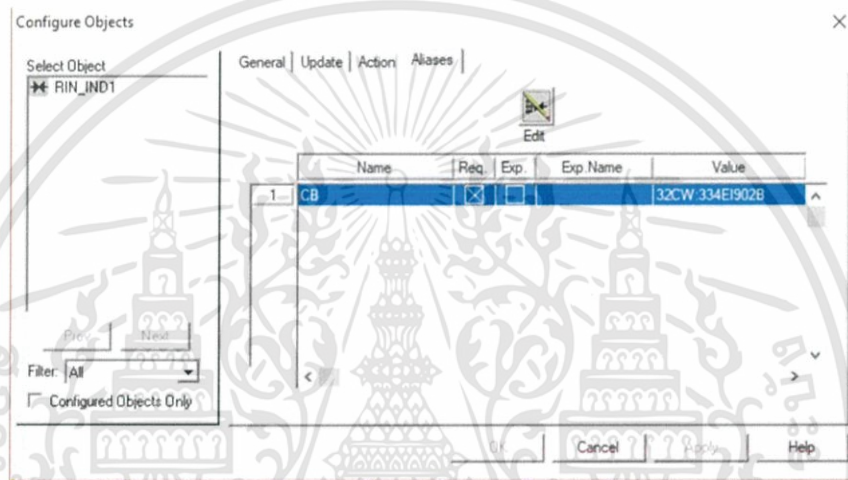
ภาพที่ 3.8 Graphic Attributes

6. เมื่อทำการวาดโครงสร้างของท่อสำหรับกระบวนการส่งจ่ายไอน้ำทั้งหมดเสร็จแล้ว ต่อมาจะทำการวางอุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น วาล์ว และเครื่องมือวัด และวางส่วนแสดงค่าของตัวแปรกระบวนการที่ต้องการแสดงให้ตรงตามอุปกรณ์อันได้แก่ ค่าอุณหภูมิของไอน้ำภายในท่อส่ง ค่าความดันไอน้ำภายในท่อส่ง ค่าอัตราการไหลของไอน้ำภายในท่อส่ง และค่าเปอร์เซ็นต์ของการเปิดปิดวาล์ว ให้ตรงตาม P&ID ที่ได้กำหนดไว้ การสร้างหน้าจอแสดงผลนั้นส่วนมากแล้วจะมีการใช้ Symbols มากกว่าการที่จะสร้างขึ้นใหม่เนื่องจากการสร้างรูปแบบที่เป็นมาตรฐานเหมือนกันแล้วยังสามารถช่วยให้แก้ไขหน้าจอแสดงผลได้โดยง่าย โดยในการทำงานจริงนั้นส่วนมากทางโรงงานจะมีมาตรฐานของหน้าจอแสดงผลอยู่แล้ว ทำให้การใช้ Symbols จากที่ทางโรงงานมีนั้นจะทำให้ง่ายต่อการวาดมากกว่า และยังช่วยให้สามารถวาดได้ถูกต้องตามมาตรฐาน โดยเราสามารถเลือกใช้ Symbols ได้จากการเข้าไปที่ Object>Link from Library แล้วจะพบการรูปแบบของอุปกรณ์ และส่วนแสดงค่าตัวแปรต่างๆที่เราสามารถนำมาใช้กับโครงการนี้ได้ดังที่แสดงในภาพที่ 3.9



ภาพที่ 3.9 Link from Library

7. หลังจากจัดวาง Symbols เสร็จเรียบร้อยแล้วต่อมาทำการกำหนดค่าตัวแปรพารามิเตอร์ให้กับอุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น วาล์ว ที่ต้องการการแสดงผลที่แตกต่างกันในแต่ละสถานะ และทำการกำหนดค่าพารามิเตอร์ให้กับส่วนแสดงค่าตัวแปรค่าอุณหภูมิของไอน้ำภายในท่อส่ง ค่าความดันไอน้ำภายในท่อส่ง ค่าอัตราการไหลของไอน้ำภายในท่อส่ง และค่าเปอร์เซ็นต์ของการเปิดปิดวาล์ว ให้ตรงตาม P&ID โดยการกำหนดค่านั้นสามารถทำได้โดยคลิกขวาที่อุปกรณ์ที่ต้องการ จากนั้นเลือก Configure Objects จากนั้นกดที่ Aliases และทำการใส่ชื่อของพารามิเตอร์ให้ถูกต้องดังภาพที่ 3.10



ภาพที่ 3.10 Configure Object for Symbols

## บทที่ 4

### ผลการทดสอบ

#### 4.1 กล่าวนำ

จากบทที่ 3 ได้มีการกล่าวถึงการดำเนินโครงการในขั้นตอนต่าง ๆ โดยบทนี้จะกล่าวถึงผลของการดำเนินงานทั้งหมดที่ได้จากการทดสอบตามเอกสาร DCS Factory Acceptance Test Procedure โดยมีผลของการทดสอบเพื่อตรวจรับงานที่บริษัทผู้รับจ้างใช้ในการยืนยันได้ว่าการทำงานของหน้ากราฟิกเอชเอ็มไอที่สร้างขึ้นใหม่ตรงตามความต้องการของเจ้าของงาน โดยการทดสอบจะแบ่งเป็น 2 ส่วนคืออาร์คิตอนิฟุเตอาดัตฟุเตและหน้าจอแสดงผล

#### 4.2 ผลการทดสอบอาร์คิตอนิฟุเตและอาดัตฟุเต

โดยการทดสอบนี้จะทำตามเอกสาร DCS Factory Acceptance Test Procedure โดยแบ่งออกเป็น 4 ส่วนคือแอนะล็อกอินพุต แอนะล็อกอาดัตฟุเต ดิจิทัลอินพุต และดิจิทัลอาดัตฟุเตโดยการทดสอบแอนะล็อกอินพุต สามารถทำได้โดยจำลองค่าผ่านมัลติมิเตอร์แบบพิเศษโดยจะจำลองค่า 4-20 mA จากนั้นทำการบันทึกค่าในช่วงต่าง ๆ

No.	LETTER/BUD	SLOT	CARD	TYPE	POINT	TAG NAME	TYPE	HIDE	SOME	LOW	SCALE	0	25	50	75	100	FALSE	TRUE	REMARK
1	OP0101	1	FBM214b	1	15404PIA001A	AI	250.00	0.00	0.00	5.00	10.00	15.00	20.00						
2	OP0101	1	FBM214b	2	15404PIA001A	AI	250.00	0.00	0.00	11.50	23.00	34.50	46.00						
3	OP0101	1	FBM214b	3	15404PZ001	AI	100.00	0.00	0.00	14.99	29.99	44.99	59.99						
4	OP0101	1	FBM214b	4	15404PIA007	AI	20.00	0.00	0.00	5.00	10.00	15.00	20.00						
5	OP0101	1	FBM214b	5	SPARE	AI	100.00	0.00	0.00	25.00	50.00	75.00	100.00						
6	OP0101	1	FBM214b	6	SPARE	AI	100.00	0.00	0.00	15.00	30.00	45.00	60.00						
7	OP0101	1	FBM214b	7	SPARE	AI	100.00	0.00	0.00	25.00	50.00	75.00	100.00						
8	OP0101	1	FBM214b	8	SPARE	AI	100.00	0.00	0.00	25.00	50.00	75.00	100.00						
9	OP0102	2	FBM214b	1	15404PIA001B	AI	20.00	0.00	0.00	5.00	10.00	15.00	20.00						
10	OP0102	2	FBM214b	2	15404PIA001B	AI	250.00	0.00	0.00	11.50	23.00	34.50	46.00						
11	OP0102	2	FBM214b	3	15404PZ001	AI	100.00	0.00	0.00	14.99	29.99	44.99	59.99						
12	OP0102	2	FBM214b	4	SPARE	AI	100.00	0.00	0.00	15.00	30.00	45.00	60.00						
13	OP0102	2	FBM214b	5	SPARE	AI	100.00	0.00	0.00	15.00	30.00	45.00	60.00						
14	OP0102	2	FBM214b	6	SPARE	AI	100.00	0.00	0.00	25.00	50.00	75.00	100.00						
15	OP0102	2	FBM214b	7	SPARE	AI	100.00	0.00	0.00	25.00	50.00	75.00	100.00						
16	OP0102	2	FBM214b	8	SPARE	AI	100.00	0.00	0.00	14.99	29.99	44.99	59.99						

ภาพที่ 4.1 แอนะล็อกอินพุต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดสอบแอนะล็อกเอาต์พุตนั้นสามารถทำได้โดยจำลองค่าจากในซอฟต์แวร์ในแต่ละช่วง และใช้มัลติมิเตอร์วัดค่าที่ได้จากนั้นทำการจดบันทึก

17	0P0103	3	FBM215	1	15404PV001	AO	100.00	0.00	0.00	25.00	50.00	75.00	100.00		
18	0P0103	3	FBM215	2	15404TV001	AO	100.00	0.00	0.00	25.00	50.00	75.00	100.00		
19	0P0103	3	FBM215	3	SPARE	AO	100.00	0.00	0.00	25.00	50.00	75.00	100.00		
20	0P0103	3	FBM215	4	SPARE	AO	100.00	0.00	0.00	25.00	50.00	75.00	100.00		
21	0P0103	3	FBM215	5	SPARE	AO	100.00	0.00	0.00	25.00	50.00	75.00	100.00		
22	0P0103	3	FBM215	6	SPARE	AO	100.00	0.00	0.00	25.00	50.00	75.00	100.00		
23	0P0103	3	FBM215	7	SPARE	AO	100.00	0.00	0.00	25.00	50.00	75.00	100.00		
24	0P0103	3	FBM215	8	SPARE	AO	100.00	0.00	0.00	25.00	50.00	75.00	100.00		

ภาพที่ 4.2 แอนะล็อกเอาต์พุต

การทดสอบดิจิตอลอินพุตนั้นทำได้โดยทำการจำลองโดยการนำสายไฟมาเชื่อมกันกันที่ Point ของการ์ดเพื่อให้เกิดการเชื่อมต่อกันนั้นสังเกตค่าที่เกิดขึ้นในซอฟต์แวร์

25	0P0104	4	FBM241C	1	15404PZSC001	DI									
26	0P0104	4	FBM241C	2	15404TZSC001	DI									
27	0P0104	4	FBM241C	3	15404XZSC001	DI									
28	0P0104	4	FBM241C	4	15404YZSC001	DI									
29	0P0104	4	FBM241C	5	15404PAL010	DI									
30	0P0104	4	FBM241C	6	SPARE	DI									
31	0P0104	4	FBM241C	7	SPARE	DI									
32	0P0104	4	FBM241C	8	SPARE	DI									

ภาพที่ 4.3 ดิจิตอลอินพุต

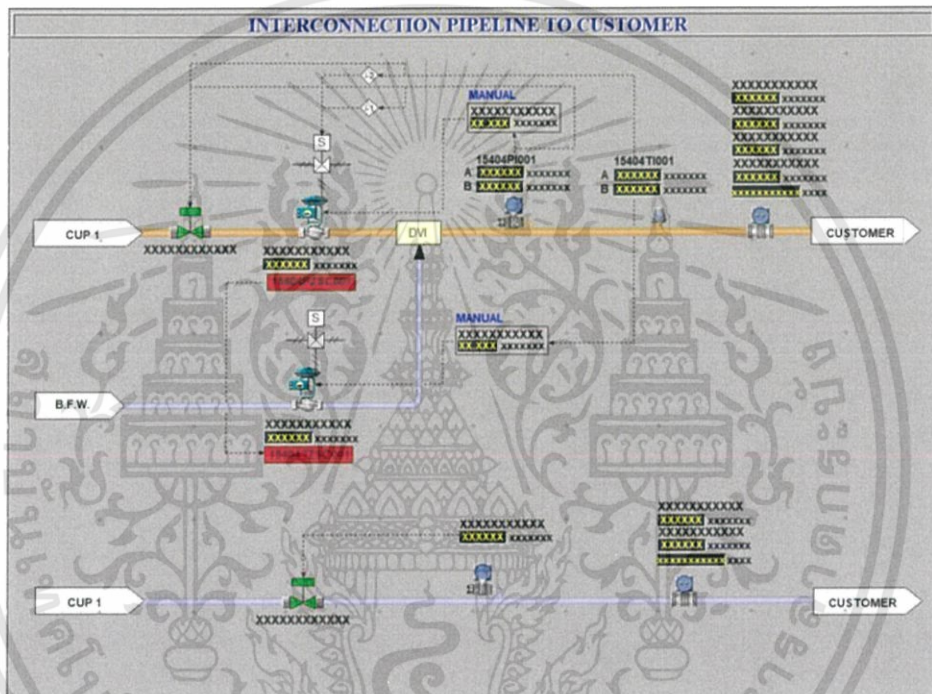
การทดสอบดิจิตอลเอาต์พุตนั้นทำได้โดยใช้มัลติมิเตอร์เช็คการเชื่อมต่อของ Point ของการ์ด จากนั้นทำการจำลองค่าผ่านซอฟต์แวร์แล้วสังเกตสัญญาณแสดงการเชื่อมต่อของมัลติมิเตอร์แล้วจดบันทึกค่า

49	0P0105	5	FBM241C	9	SPARE	DO									
50	0P0105	5	FBM241C	10	SPARE	DO									
51	0P0105	5	FBM241C	11	SPARE	DO									
52	0P0105	5	FBM241C	12	SPARE	DO									
53	0P0105	5	FBM241C	13	SPARE	DO									
54	0P0105	5	FBM241C	14	SPARE	DO									
55	0P0105	5	FBM241C	15	SPARE	DO									
56	0P0105	5	FBM241C	16	SPARE	DO									

ภาพที่ 4.4 ดิจิตอลเอาต์พุต

#### 4.3 ผลการทดสอบหน้าจอแสดงผล

การทดสอบหน้าจอแสดงผลนั้นจะทำไปพร้อมกับการทดสอบการ์ดอินพุตและเอาต์พุตโดยจะตรวจสอบว่าค่าที่แสดงมานั้นแสดงผลตรงกับค่าที่ใส่มา และแสดงผลอยู่ถูกต้องตำแหน่งที่อ้างอิงใน P&ID หรือไม่โดยจะแบ่งออกเป็น 5 ส่วนคือ การจัดวางท่อ และอุปกรณ์ แอนะล็อกอินพุต แอนะล็อกเอาต์พุต ดิจิทัลอินพุต และดิจิทัลเอาต์พุต โดยการตรวจสอบการจัดว่าท่อ และอุปกรณ์นั้นสามารถทำได้โดยการเทียบกับเอกสาร P&ID ที่ได้ตกลงกันไว้ว่ามีการวาดท่อครบถ้วน และจัดวางตำแหน่งที่ถูกต้องหรือไม่ รวมไปถึงการตรวจสอบตำแหน่งวางของส่วนแสดงค่าพารามิเตอร์ และอุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น เครื่องมือวัด และวาล์ว เป็นต้น



ภาพที่ 4.5 Interconnection Pipeline to Customer

การทดสอบหน้าจอแสดงผลของตัวแปรแอนะล็อกอินพุต นั้นสามารถทำได้โดยจำลองค่าผ่านมัลติมิเตอร์แบบพิเศษโดยจะจำลองค่า 4-20 mA จากนั้น สังเกตค่าที่เปลี่ยนแปลงที่หน้าจอแสดงผลว่าอยู่ถูกต้องตำแหน่ง และแสดงค่าได้ถูกต้องหรือไม่

TEST STEPS	PASS	FAIL
Invoke the correct Process Graphics on which the Tag is configured.	✓	
In case, the Tag is not available in the process graphics, then the standard test graphics (Detail Display) will be used for I/O Injection testing.	✓	
Connect suitable simulation equipment to the respective terminals in the Marshalling cabinet as per DCS Termination List.		
Simulate the values (0%,50%,100%,50%,0%) from Simulation Equipment and record the values on the DCS I/O List.	✓	

ภาพที่ 4.6 แอนะล็อกอินพุต I/O Check test

การทดสอบหน้าจอแสดงผลของตัวแปรแอนะล็อกเอาต์พุตนั้นสามารถทำได้โดยจำลองค่าจากในซอฟต์แวร์ในแต่ละช่วง จากนั้นสังเกตการณ์เปลี่ยนแปลงของค่าที่เกิดขึ้นว่าค่าที่แสดงนั้นถูกต้อง และอยู่ถูกตำแหน่งหรือไม่

TEST STEPS	PASS	FAIL
Invoke the correct Process Graphics on which the Tag is configured.	✓	
In case, the Tag is not available in the process graphics, then the standard test graphics (Detail Display) will be used for I/O Injection testing.	✓	
Connect multimeter (in current measurement mode) to the respective Marshalling cabinet as per the DCS Termination List		
Force the output (0%,50%,100%,50%,0%)from the DCS HMI screen and and record the values on the DCS I/O List.	✓	

ภาพที่ 4.7 แอนะล็อกเอาต์พุต I/O Check test

การทดสอบหน้าจอแสดงผลของตัวแปรดิจิทัลอินพุต นั้นทำได้โดยการจำลองโดยการนำสายไฟมาเชื่อมกันกันที่ Point ของการ์ดเพื่อให้เกิดการเชื่อมต่อจากนั้นสังเกตการณ์เปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในหน้าจอแสดงผลว่ามีเปลี่ยนแปลงที่ถูกต้อง และถูกตำแหน่งหรือไม่

TEST STEPS	PASS	FAIL
Invoke the correct Process Graphics on which the Tag is configured.	✓	
In case, the Tag is not available in the process graphics, then the standard test graphics (Detail Display) will be used for I/O Injection testing.	✓	
Short the terminals in the respective Marshalling cabinet as per the DCS Termination List and verify that the block status changes to Logical-1 in detail display. Open the terminals and verify that the block status changes to Logical-0 in detail display	✓	

ภาพที่ 4.8 ดิจิทัลอินพุต I/O Check test

การทดสอบหน้าจอแสดงผลของตัวแปรดิจิทัลเอาต์พุตนั้นทำได้โดยจำลองค่าผ่านซอฟต์แวร์ แล้วสังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในหน้าจอแสดงผลว่ามีการเปลี่ยนแปลงถูกต้อง และถูกตำแหน่งหรือไม่

TEST STEPS	PASS	FAIL
Invoke the correct Process Graphics on which the Tag is configured.	✓	
In case, the Tag is not available in the process graphics, then the standard test graphics (Detail Display) will be used for I/O Injection testing.	✓	
Connect suitable measurement equipment (Multimeter) to respective Terminal as per the Termination Database		
Contact driven outputs: Set the block output to logical 1 and verify close contact displayed on the multimeter Set the block output to logical 0 and verify open contact displayed on the multimeter	✓	
Voltage driven outputs: Set the block output to logical 1 and verify 24V DC is displayed on the multimeter Set the block output to logical 0 and verify 0 V ± 0.1 V dc is displayed on the multimeter	✓	

ภาพที่ 4.9 ดิจิทัลเอาต์พุต I/O Check test

## บทที่ 5

### สรุปผล ปัญหา และข้อเสนอแนะ

#### 5.1 สรุปผลการดำเนินงาน

โรงไฟฟ้าสำหรับการจำหน่ายไฟฟ้าและไอน้ำที่ได้ศึกษามีความต้องการที่จะพัฒนาเอชเอ็มไอ (Human Machine Interface : HMI) บนพื้นฐานดีซีเอส (Distribution Control System : DCS) รุ่น Foxboro Evo ที่มีอยู่สำหรับการเฝ้าสังเกตการณ์การจำหน่ายไอน้ำให้กับลูกค้ารายใหม่ เพื่อเป็นการสร้างเอชเอ็มไอสำหรับการเพิ่มการจำหน่ายไอน้ำให้มีประสิทธิภาพ การออกแบบส่วนเอชเอ็มไอควรจะมีการแสดงผลที่ทำให้ผู้ปฏิบัติงานเข้าใจได้ง่ายทั้งนี้เพื่อความสะดวกในการเฝ้าสังเกตกระบวนการจำหน่ายไอน้ำสำหรับผู้ปฏิบัติงานที่ห้องควบคุม และช่วยให้ผู้ปฏิบัติงานสามารถตอบสนองต่อผลการแจ้งเตือนได้อย่างทันท่วงที

โครงการนี้ได้ทำการสร้างเอชเอ็มไอ โดยได้ทดสอบฟังก์ชันต่าง ๆ ด้วยซอฟต์แวร์ตัวควบคุมตามเอกสาร DCS Factory Acceptance Test Procedure โดยหลังจากนี้สามารถนำเอชเอ็มไอไปทดสอบกับระบบควบคุมของจริงที่ใช้งานในโรงไฟฟ้าเพื่อทดสอบอินพุตเอาต์พุตเพื่อปรับปรุงให้เป็นไปตามความต้องการของผู้ปฏิบัติงานต่อไป

#### 5.2 ปัญหา และวิธีการแก้ไข

##### 5.2.1 ปัญหาที่พบ

บริษัทที่ได้ทำงานด้วยนั้นมีการใช้ซอฟต์แวร์ที่ทางผู้ศึกษาไม่มีองค์ความรู้มาก่อน ส่งผลทำให้ไม่มีความเชี่ยวชาญมากพอในการทำโครงการนี้ แต่สามารถที่จะทำการศึกษาเพิ่มเติมได้

##### 5.2.2 วิธีการแก้ไข

จากปัญหาเรื่องขององค์ความรู้ไม่มากพอ สามารถแก้ไขได้โดยศึกษาการใช้ซอฟต์แวร์เพิ่มเติม

#### 5.3 ข้อเสนอแนะ

ควรทำการศึกษารูการใช้งานซอฟต์แวร์ที่จะต้องใช้เวลาเพื่อจะสามารถที่จะเริ่มงานได้ทันทีโดยไม่ต้องเสียเวลาเรียนรู้เพิ่มเติม

## เอกสารอ้างอิง

[1] ระบบการผลิตและส่งจ่ายไอน้ำ แหล่งที่มา:

[http://www2.dede.go.th/bhrd/old/Download/file\\_handbook/Pre\\_Fac/Fac\\_13.pdf](http://www2.dede.go.th/bhrd/old/Download/file_handbook/Pre_Fac/Fac_13.pdf)

[2] Human-Machine Interface (HMI) แหล่งที่: <http://dspace.spu.ac.th/bitstream/>

123456789/4773/7/g.%E0%B8%9A%E0%B8%97%E0%B8%97%E0%B8%B5%E0%B9%88%202.pdf

[3] การสร้างเอชเอ็มไอตามเอกสารอ้างอิงมาตรฐานของบริษัท แหล่งที่มา: Functional Design Specifications.pdf

[4] DCS Foxboro แหล่งที่มา: <https://www.schneider-electric.ie/en/product-range-presentation/63680-foxboro-evo-process-automation-system>

[5] โครงสร้างทางฮาร์ดแวร์ แหล่งที่มา: Functional Design Specifications.pdf

[6] I/A Series® Configuration Component (IACC) SOFTWARE แหล่งที่มา: I/A Series® Configuration Component (IACC) User's Guide.pdf