ระบบเฝ้าสังเกตการวัดระดับและอุณหภูมิ
LEVEL AND TEMPERATURE MONITORING SYSTEM WITH HART COMMUNICATION

ปาริชาต นาคเกิด
พิมลพรรณ พรหมฤทธิ์

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์และออโตเมชัน
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2566

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LEVEL AND TEMPERATURE MONITORING SYSTEM WITH HART COMMUNICATION

PARICHAT NAKKOED
PIMONPAN PROMRIT

A THESIS SUMMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
BACHELOR OF ENGINEERING IN MECHATRONIC AND AUTOMATION ENGINEERING
FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUE OF THECNOLOGY LADKRABANG
ACADEMIC YEAR 2023

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2566
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองปริญญานิพนธ์

.....

หัวข้อปริญญานิพนธ์ ระบบเฝ้าสังเกตการวัดระดับและอุณหภูมิ
LEVEL AND TEMPERATURE MONITORING SYSTEM
WITH HART COMMUNICATION

นักศึกษาผู้จัดทำ ปาริชาต นาคเกิด **รหัสนักศึกษา** 63010600
พิมลพรรณ พรหมฤทธิ์ **รหัสนักศึกษา** 63010691

ปริญญา วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชา วิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์และออโตเมชัน

ปีการศึกษา 2566

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์	**ลายมือชื่อ**
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุธรรม สัทธรรมสกุล	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์ ระบบเฝ้าสังเกตการวัดระดับและอุณหภูมิ
LEVEL AND TEMPERATURE MONITORING SYSTEM
WITH HART COMMUNICATION

นักศึกษาผู้จัดทำ ปาริชาต นาคเกิด **รหัสนักศึกษา** 63010600
พิมลพรรณ พรหมฤทธิ์ **รหัสนักศึกษา** 63010691
อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.สุธรรม สัทธรรมสกุล
ปีการศึกษา 2566

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ จัดทำขึ้นเพื่อศึกษาการทำงานของอุปกรณ์วัดระดับและอุปกรณ์วัดอุณหภูมิซึ่งอุปกรณ์ที่ใช้วัดระดับของกระบวนการคือ Rosemount 3102 Ultrasonic อุปกรณ์ที่ใช้วัดอุณหภูมิคือ Rosemount 644 Temperature Transmitter โดยอุปกรณ์วัดทั้งสองชนิดจะส่งผ่านข้อมูลไปยังระบบควบคุมผ่าน HART ซึ่งเป็นเทคโนโลยีการสื่อสารรูปแบบหนึ่ง โดยปริญญานิพนธ์นี้เป็นการสังเกตการวัดระดับและอุณหภูมิของอุปกรณ์ผ่านโปรแกรม DeltaV Operate เพื่อทำการศึกษาการทำงานของอุปกรณ์วัดและตัวควบคุม รวมถึงจัดทำเป็นเอกสารสำหรับเป็นสื่อประกอบการเรียนรู้ของนักศึกษาต่อไปในอนาคต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	LEVEL AND TEMPERATURE MONITORING SYSTEM WITH HART COMMUNICATION
Authors	Ms. Parichat Nakkoed Ms. Pimonpan Promrit
Thesis Advisor	Asst.Prof.Dr.Sutham Satthamsakul
Year	2023

ABSTRACT

This thesis is prepared to study the operation of level measurement equipment and temperature measurement equipment. The equipment used to measure the level of the process is the Rosemount 3102 Ultrasonic device and measure temperature is the Rosemount 644 Temperature Transmitter. Both types of measurement equipment will transmit data to the control system through HART, which is a communication technology. This thesis is an observation of level and temperature measurements of the equipment through the DeltaV Operate program to study the operation of measurement equipment and control devices. It is prepared as reference material for the future.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ ด้วยความอนุเคราะห์จากผศ.ดร.สุธรรม สัทธรรมสกุล ผู้ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาที่ให้คำแนะนำ และตรวจสอบความถูกต้องของปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เพื่อให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้มีความถูกต้องสมบูรณ์ ผู้จัดทำจึงขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ณ ที่นี้

ขอขอบคุณ คุณสมพล บุษบรรณ Senior Sales Manager บริษัท EMERSON THAILAND ที่ได้ให้คำแนะนำและเอื้อเฟื้อพื้นที่และอุปกรณ์ สำหรับการทำปริญญานิพนธ์ในครั้งนี้ ให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี สุดท้ายนี้ขอขอบคุณคณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุมทุกท่านที่คอยให้คำแนะนำในเรื่องต่าง ๆ

คณะผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II
กิตติกรรมประกาศ III
สารบัญ IV
สารบัญตาราง VI
สารบัญรูป VIII

บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ความสำคัญของปริญญานิพนธ์ 1
1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์ 1
1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์ 1
1.4 ขั้นตอนการศึกษา 2

บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง 3
2.1 การวัดระดับ (Level Measurement) 3
2.1.1 อุปกรณ์วัดระดับชนิดอัลตราโซนิค (Ultrasonic Level Transmitter) 3
2.1.2 อุปกรณ์วัดความดันแตกต่าง (Differential Pressure Transmitter) 4
2.1.3 อุปกรณ์วัดอิเล็กทรอนิกส์เซ็นเซอร์ระยะไกล (Electronic Remote Sensor) 4
2.2 การวัดอุณหภูมิ (Temperature Measurement) 5
2.2.1 อุปกรณ์วัดอุณหภูมิ (Temperature Transmitter) 5
2.3 อุปกรณ์ควบคุมการไหล (Flow Controller) 6
2.3.1 วาล์วควบคุม (Control valve) 6
2.3.2 ปั๊มแบบหมุนเหวี่ยง (Centrifugal pump) 7
2.4 การสื่อสาร (Communication) 7
2.4.1 การสื่อสารแบบ HART 7
2.5 ระบบดีซีเอส (DCS : Distributed Control System) 8
2.5.1 DCS Server 9
2.5.2 DeltaV Workstation 9
2.5.3 DeltaV Controller 10
2.5.4 Control Network 11
2.6 ไดอะแกรม P&ID (Piping and Instrumentation Diagram) 11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 3 การดำเนินงาน....13
3.1 ไดอะแกรม P&ID ของ Plant Model.... 13
3.1.1 P&ID ของถังเอ.... 14
3.1.2 P&ID ของถังบี.... 15
3.1.3 P&ID ของถังซี.... 16
3.1.4 รายละเอียดไดอะแกรม P&ID.... 17
3.2 อุปกรณ์วัดบน Plant Model C.... 24
3.2.1 อุปกรณ์วัดอุณหภูมิ (Temperature Transmitter).... 24
3.2.2 อุปกรณ์วัดความดัน (Pressure Transmitter).... 29
3.2.3 อุปกรณ์การวัดระดับ(Level Measurement).... 33
3.3 การเชื่อมต่ออุปกรณ์วัดบน Plant Model C กับ CHARMs.... 37
3.4 การใช้และการตั้งค่าของโปรแกรม DeltaV.... 38
3.4.1 สร้าง I/O CHARMs.... 39
3.4.2 สร้างโมดูลของอุปกรณ์.... 41
3.4.3 Configuration อุปกรณ์วัด.... 41
3.4.4 สร้างกราฟิกเพื่อจำลองการทำงานของ Plant Model.... 46

บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง....49
4.1 เครื่องมือที่ใช้ประกอบการทดลอง.... 49
4.2 วิธีการทดลอง.... 49

บทที่ 5 การทดลองและผลการทดลอง....53
5.1 สรุปผลการทดลอง.... 53
5.2 ข้อเสนอแนะ.... 53

บรรณานุกรม....54

ภาคผนวก....56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

ตารางที่ 2.1 แสดง CHARM Classes and Types ของ S-series 11
ตารางที่ 2.2 แสดงสัญลักษณ์เบื้องต้นสำหรับไดอะแกรม P&ID 12
ตารางที่ 3.1 รายละเอียดไดอะแกรม P&ID ของ Plant Model A 17
ตารางที่ 3.2 รายละเอียดไดอะแกรม P&ID ของ Plant Model B 19
ตารางที่ 3.3 รายละเอียดไดอะแกรม P&ID ของ Plant Model C 21
ตารางที่ 3.4 คำอธิบายของอุปกรณ์ Temperature Transmitter Model 644HFI5XAJ6M5C2 24
ตารางที่ 3.5 คำอธิบายของอุปกรณ์ Temperature Transmitter Model 644HAE1J6M4Q4 24
ตารางที่ 3.6 คำอธิบายของอุปกรณ์ Temperature Transmitter Model 644HAK1J7M5Q4 25
ตารางที่ 3.7 คำอธิบายของอุปกรณ์ Temperature Transmitter Model 644HANAJ6M4Q4 26
ตารางที่ 3.8 คำอธิบายของอุปกรณ์ Temperature Transmitter Model 0065C3J0080N0435I1TB 26
ตารางที่ 3.9 คำอธิบายของอุปกรณ์ Temperature Transmitter Model 3144PD5A1E1B5M5C4Q4K1 27
ตารางที่ 3.10 คำอธิบายของอุปกรณ์ Temperature Transmitter Model 3144PD5A1E5M5C2C4Q4XA 28
ตารางที่ 3.11 คำอธิบายของอุปกรณ์ Pressure Transmitter Model 3051TG3A2A21AB4K5M5Q4 29
ตารางที่ 3.12 คำอธิบายของอุปกรณ์ Pressure Transmitter Model 3051S2TG2A2A11A1AK5M5P1Q4Q8Q15 30
ตารางที่ 3.13 คำอธิบายของอุปกรณ์ Pressure Transmitter Model 3051CD2A22A1BS2M5B4I1Q4Q8 31
ตารางที่ 3.14 คำอธิบายของอุปกรณ์ Level Transmitter Model 3102HA1FRCG5Q4 33
ตารางที่ 3.15 คำอธิบายของอุปกรณ์ Electronic Remote Sensor Model 3051SAM1PG4A2B11A1AM5Q4 34
ตารางที่ 3.16 คำอธิบายของอุปกรณ์ Electronic Remote Sensor Model 3051SAM1SG4A2B11A2AK5Q4 35
ตารางที่ 3.17 คำอธิบายของอุปกรณ์ Level Transmitter Model 3051S1CD1A2A11A1AK5M5Q4 36
ตารางที่ 3.18 ตารางแสดงข้อมูลของแต่ละ CHARM ชนิดอนาล็อก 37
ตารางที่ 3.19 ตารางแสดงข้อมูลของแต่ละ CHARM ชนิดดิจิทัล 37
ตารางที่ 3.20 ตารางแสดงชนิดข้อมูลของแต่ละ CHARM 40
ตารางที่ 3.21 ตารางแสดง Device Tag ของแต่ละโมดูล 42
ตารางที่ 3.22 แสดงย่านการวัดของอุปกรณ์ (ถัง 3 และถัง 4) 43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

ตารางที่ 3.23 แสดง Parameter path....48
ตารางที่ 4.1 แสดงค่าที่วัดได้จากอุปกรณ์วัดระดับ Ultrasonic....50
ตารางที่ 4.2 แสดงค่าที่วัดได้จากอุปกรณ์วัดระดับ Balance system....50
ตารางที่ 4.3 แสดงค่าที่วัดได้จากอุปกรณ์วัดระดับ Electronic Remote Sensor....51
ตารางที่ 4.4 แสดงค่าที่วัดได้จากอุปกรณ์วัดระดับ Temperature Transmitter....51
ตารางที่ 4.5 แสดงค่าเฉลี่ยของค่าวัดที่วัดได้จากอุปกรณ์วัดระดับทั้ง 4 ชนิด 52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ **หน้า**

2.1 แสดงอุปกรณ์วัดระดับชนิดอัลตราโซนิค Rosemount 3102 3
2.2 แสดงอุปกรณ์วัดความดันแตกต่าง Rosemount 3051 4
2.3 แสดงอุปกรณ์วัดอิเล็กทรอนิกส์เซ็นเซอร์ระยะไกล Rosemount 3051 SAM 5
2.4 แสดงอุปกรณ์วัดอุณหภูมิ Rosemount 644 5
2.5 แสดงส่วนประกอบหลักของวาล์วควบคุม 6
2.6 แสดงส่วนประกอบหลักของปั๊มหมุนแบบเหวี่ยง 7
2.7 แสดงการสื่อสารโดยใช้สัญญาณ Analog Input 7
2.8 แสดงการสื่อสารโดยใช้สัญญาณ Analog Output 8
2.9 แสดงการสื่อสารโดยใช้สัญญาณ Discrete Input 8
2.10 แสดงการสื่อสารโดยใช้สัญญาณ Discrete Output 8
2.11 แสดงแผนผังการเชื่อมต่ออุปกรณ์ของ DCS 8
2.12 แสดงลักษณะของ DeltaV Workstation 9
2.13 แสดงลักษณะของ DeltaV Controller 10
2.14 แสดงลักษณะของ DeltaV I/O Module 10
3.1 แสดง P&ID ของ Plant Model 13
3.2 แสดง P&ID ของถังเอ 14
3.3 แสดง P&ID ของถังบี 15
3.4 แสดง P&ID ของถังซี 16
3.5 แสดงผังโปรแกรม DeltaV 38
3.6 แสดงหน้าโปรแกรม DeltaV Exploring 38
3.7 แสดงหน้าโปแกรม I/O Configuration 38
3.8 แสดงหน้าโปรแกรม DeltaV Operate 39
3.9 แสดงหน้าโปรแกรม DeltaV Diagnostics 39
3.10 แสดงการสร้าง I/O CHARMs 40
3.11 แสดงไอคอนของโปรแกรม DeltaV Explorer 41
3.12 แสดงการสร้าง Area ใหม่ 41
3.13 แสดงการเปลี่ยนชื่อ Area 41
3.14 แสดงการสร้างโมดูลใหม่ 42
3.15 แแสดงการตั้งค่าช่วงการวัดของอุปกรณ์ 43
3.16 แสดง VIATOR USB HART Interface Driver 44
3.17 แสดง AMS Device Configurator Software 44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

3.18 แสดงภาพการเชื่อมต่อ VIATOR USB HART Interface....45
3.19 แสดง Connection Typeใน AMS Device Configurator....45
3.20 แสดงการเกี่ยวหัวคลิปโพรบมิเตอร์กับอุปกรณ์วัด....45
3.21 แสดงการแก้ไขการตั้งค่าของอุปกรณ์วัด....46
3.22 แสดงหน้าโปรแกรม DeltaV Operate....46
3.23 แสดงการสร้างรูปภาพใหม่....47
3.24 แสดงรูปแบบต่าง ๆ ของถัง....47
3.25 แสดงหน้าของ PCSD_HCD_120....47
3.26 แสดงไอคอนของคำสั่ง Data Link....48
4.1 แสดงกราฟฟิกจำลองกระบวนการ 3 ถัง....49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญของปริญญานิพนธ์

ในโรงงานอุตสาหกรรมส่วนใหญ่จะมีอุปกรณ์วัดติดตั้งอยู่เป็นจำนวนมาก ดังนั้นความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับชนิดและการทำงานของอุปกรณ์วัด จึงมีความจำเป็นอย่างมากสำหรับวิศวกรที่ต้องรู้หน้าที่ของอุปกรณ์แต่ละตัว ลักษณะการติดตั้ง การเดินสายอุปกรณ์ การส่งข้อมูลในส่วนของอุปกรณ์วัดและส่วนของระบบควบคุม หลักการทำงานและการเขียนโปรแกรมของระบบดีซีเอส การอ่านแบบ P&ID (Piping and Instrumentation Diagram) เพื่อกำหนด Tag I/O รวมไปถึงกระบวนการทำงานในโรงงานอุตสาหกรรมซึ่งเป็นเรื่องที่มีความสำคัญเป็นอย่างมาก โดยในโครงงานนี้มุ่งเน้นในเรื่อง การตรวจสอบและแก้ไขซ่อมแซมอุปกรณ์ของแบบจำลองกระบวนการ (Plant model) ให้สามารถกลับมาใช้งานได้ ค่าที่อ่านได้จากอุปกรณ์วัดทุกตัวมีความถูกต้อง พร้อมทั้งเขียนหน้าจอกราฟฟิกสำหรับแสดงผลการเฝ้าสังเกต โครงงานนี้ได้ศึกษาอุปกรณ์วัดระดับชนิดอัลตราโซนิค (Rosemount 3102) และอุปกรณ์วัดอุณหภูมิ (Rosemount 644) การทำงานของระบบดีซีเอสและการสร้างกราฟฟิกเพื่อแสดงการเฝ้าสังเกต (Monitoring) ผ่านโปรแกรมของ DeltaV ซึ่งจะกล่าวถึงในบทถัดไป

1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์

1. เพื่อจัดทำระบบเฝ้าสังเกตการวัดระดับและอุณหภูมิโดยการส่งข้อมูลผ่าน HART
2. เพื่อแก้ไขซ่อมแซมและตั้งค่าอุปกรณ์การวัด
3. เพื่อศึกษาการทำงานของอุปกรณ์การวัด รวมไปถึงการทำหน้าจอแสดงผลแบบกราฟฟิกสำหรับการเฝ้าสังเกต
4. เพื่อเขียนแบบ P&ID

1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์

1. จัดทำระบบเฝ้าสังเกตการวัดระดับและอุณหภูมิ โดยส่งค่าที่ถูกต้องของข้อมูลแบบไร้สายผ่าน HART
2. ซ่อมแซมและตั้งค่าอุปกรณ์การวัดทุกบนแบบจำลองกระบวนการถังซี
3. เพื่อศึกษาการทำงานของอุปกรณ์การวัดบนแบบจำลองกระบวนการถังซี
4. เขียนแบบ P&ID ของแบบจำลองกระบวนการ ทั้ง 3 ถัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ขั้นตอนการศึกษา

1. ศึกษาองค์ประกอบและหลักการทำงานของระบบจำลอง
2. ศึกษาหลักการทำงานของอุปกรณ์วัดทุกตัวบนแบบจำลองกระบวนการถังซี
3. ศึกษาการทำงานของระบบดีซีเอส
4. ศึกษาการทำงานของโปรแกรม DeltaV
5. ออกแบบแบบจำลองของกระบวนการ
6. ทดลองควบคุมการทำงานของกระบวนการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

2.1 การวัดระดับ (Level Measurement)

การวัดระดับถือว่าเป็นวิธีการหนึ่งที่สำคัญมากในกระบวนการทางอุตสาหกรรมต่าง ๆ เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปใช้งานอย่างอื่น เช่น การนำค่าสัญญาณที่ได้ไปควบคุม หรือบันทึกค่า โดยเครื่องมือวัดระดับนั้นมีมากมาย ในบทนี้จะกล่าวถึงเครื่องวัดระดับอัลตราโซนิค ที่ใช้ในการวัดระดับของเหลวในถัง รวมไปถึงข้อดีและข้อเสียของเครื่องมือ

2.1.1 อุปกรณ์วัดระดับชนิดอัลตราโซนิค (Ultrasonic Level Transmitter)

อุปกรณ์วัดระดับชนิดอัลตราโซนิคแสดงดังรูปที่ 2.1 เหมาะสำหรับการวัดระดับของเหลว หลักการทำงานของอุปกรณ์คือนำเอาหลักการของคลื่นเสียงเคลื่อนที่ในอากาศ จากสมการที่ 2.1 มาใช้ในการวัดระยะห่างจากพื้นผิวของเหลวอย่างต่อเนื่อง โดยอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์จะถูกควบคุมโดยไมโครโปรเซสเซอร์ เพื่อคำนวณระยะห่างถึงระดับของเหลวจากการหน่วงเวลาระหว่างการส่งสัญญาณและรับสัญญาณ [1] จากสมการที่ 2.2 เครื่องส่งสัญญาณจะคำนวณความลึกของเหลวส่งออกเป็นสัญญาณกระแสไฟฟ้ามาตรฐานในช่วง 4-20 mA ซึ่งต่อไปจะขอเรียกว่าสัญญาณ 4-20 mA และสัญญาณ HART แบบดิจิทัล

$$v = 331.5 + 0.607T \quad (2.1)$$

$$s = v * (t/2) \quad (2.2)$$

เมื่อ v คือ อัตราเร็ว (เมตร/วินาที)
T คือ อุณหภูมิ ณ ขณะนั้น (องศาเซลเซียส)
t คือ เวลา (วินาที)
s คือ ระยะทาง (เมตร)

รูปที่ 2.1 แสดงอุปกรณ์วัดระดับชนิดอัลตราโซนิค Rosemount 3102 [1]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2 อุปกรณ์วัดความดันแตกต่าง (Differential Pressure Transmitter)

อุปกรณ์วัดความดันแตกต่างดังรูปที่ 2.2 ใช้หลักการเปลี่ยนความดันที่ทำให้ไดอะแฟรมโค้งงอเป็นสัญญาณทางไฟฟ้าส่งไปยังตัวอุปกรณ์วัด จากนั้นนำค่าวัดความดันที่แตกต่างกันของจุดวัดสองจุดมาคำนวณหาระดับ [2] ดังสมการที่ 2.3 โดยค่าที่วัดได้จะเป็นศูนย์หากความดันของทั้งสองจุดเท่ากัน ตัวอุปกรณ์วัดมีการส่งสัญญาณ 4-20 mA ร่วมกับ HART โปรโตคอล

$$\Delta P = P_H - P_L \tag{2.3}$$

เมื่อ ΔP คือ ค่าความดันแตกต่าง
P_H คือ ค่าที่มีความดันสูง
P_L คือ ค่าที่มีความดันต่ำ

รูปที่ 2.2 แสดงอุปกรณ์วัดความดันแตกต่าง Rosemount 3051 [2]

2.1.3 อุปกรณ์วัดอิเล็กทรอนิกส์เซ็นเซอร์ระยะไกล (Electronic Remote Sensor)

อุปกรณ์วัดระดับ Rosemount 3051 SAM แสดงดังรูปที่ 2.3 หลักการทำงานคือนำค่าความดันที่วัดได้จากเซนเซอร์ของอุปกรณ์วัดติดตั้งที่จุดความดันสูง (P_H) และจุดความดันต่ำ (P_L) มาคำนวณเป็นค่าความดันแตกต่าง ซึ่งใช้สมการเช่นเดียวกับอุปกรณ์การวัดความดันแตกต่าง จากนั้นนำค่าความดันที่ได้มาคำนวณหาค่าของระดับ ดังสมการที่ 2.4 โดยอุปกรณ์นี้ใช้การเชื่อมต่อถึงกันด้วยสายเคเบิล จึงสามารถลดการใช้สายแคปปิลารีและเพิ่มความเร็วในการตอบสนองของอุปกรณ์ได้มากถึง 90% มีการส่งสัญญาณ 4-20 mA ร่วมกับ HART โปรโตคอล [3]

$$h = \frac{\Delta P}{\rho g * SG} \tag{2.4}$$

เมื่อ h คือ ระดับของของเหลว (เมตร)
ΔP คือ ค่าความดันแตกต่าง
ρ คือ ความหนาแน่นของของเหลว (กิโลกรัม/เมตร^3)
g คือ ค่าแรงโน้มถ่วง 9.81 (เมตร/วินาที^2)
SG คือ ความถ่วงจำเพาะของของเหลว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.3 แสดงอุปกรณ์วัดอิเล็กทรอนิกส์เซนเซอร์ระยะไกล Rosemount 3051 SAM [3]

2.2 การวัดอุณหภูมิ (Temperature Measurement)

2.2.1 อุปกรณ์วัดอุณหภูมิ (Temperature Transmitter)

อุปกรณ์วัดอุณหภูมิสามารถใช้ได้ในอุตสาหกรรมทุกประเภท มีหลักการทำงานคือแปลงค่าที่ได้รับจากเซนเซอร์วัดอุณหภูมิเป็นสัญญาณ 4-20 mA ในโครงงานนี้ได้ใช้อุปกรณ์ส่งสัญญาณการวัดอุณหภูมิ Rosemount 644 ดังรูปที่ 2.4 โดยมีองค์ประกอบหลัก คือ

1) **Resistance Temperature Detector**

เป็นเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ เมื่อไปต่อเข้ากับอุปกรณ์วัดมีหลักการคือความต้านทานเปลี่ยนตามอุณหภูมิที่วัดได้จากนั้นจะนำมาคำนวณเป็นค่าอุณหภูมิ เพื่อแสดงผลบนหน้าจอแสดงผลที่อุปกรณ์วัดอุณหภูมิ หรือส่งเป็นสัญญาณ 4-20 mA ร่วมกับ HART ไปยังอุปกรณ์อื่น [4]

2) **เทอร์โมเวลล์ (Thermowell)**

เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ป้องกันไม่ให้หัววัดอุณหภูมิสัมผัสกับชิ้นงานหรือของเหลวที่ต้องการวัดโดยตรง เพื่อป้องกันการกัดกร่อนของเคมีความดันที่สูงหรือการรั่วไหลของระบบเทอร์โมเวลล์มีข้อเสีย คือความไวของหัววัดอุณหภูมิจะลดลงเนื่องจากความหนาและช่องว่างระหว่างท่อของหัววัดกับท่อของเทอร์โมเวลล์

รูปที่ 2.4 แสดงอุปกรณ์วัดอุณหภูมิ Rosemount 644 [4]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 อุปกรณ์ควบคุมการไหล (Flow Controller)

ในอุตสาหกรรมทั่วไป จะมีการควบคุมปัจจัยการผลิตในกระบวนการผลิตต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นเรื่องของ ความดัน อุณหภูมิ ระดับความสูงของของเหลวภายในภาชนะที่ต้องการจะวัด รวมไปถึงอัตราการไหลในส่วนนี้จะกล่าวถึงวาล์วควบคุมและปั๊มหอยโข่ง ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ควบคุมการไหลเพื่อให้เป็นไปตามรูปแบบการไหลที่กำหนดไว้

2.3.1 วาล์วควบคุม (Control valve)

วาล์วควบคุม หรือ Control valve เป็นอุปกรณ์ที่ออกแบบมาเพื่อใช้จัดการการไหลสำหรับกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรม อีกทั้งยังเป็นอุปกรณ์ควบคุมตัวสุดท้าย (Final Element) ที่มีส่วนช่วยให้ตัวแปรในกระบวนการเกิดการเปลี่ยนแปลงตามค่าที่ต้องการควบคุม โดยวาล์วควบคุมมีองค์ประกอบหลัก 3 ส่วน ดังรูปที่ 2.5

1) **ตัววาล์ว (Valve body)**
   ตัววาล์ว เป็นส่วนของวาล์วที่สัมผัสกับของไหลทำหน้าที่ในการเปิด-ปิดเพื่อควบคุมของไหลให้เป็นตามแรงกระทำกับตัววาล์ว

2) **หัวขับ (Vale actuator)**
   ส่วนหัวขับเป็นส่วนส่งแรงกระทำกับตัววาล์ว ทดแทนการใช้แรงมือหมุนจากคน ซึ่งตัวหัวขับมีหลากหลายชนิด เช่น ชนิดไดอะแฟรม ชนิดมอเตอร์เฟืองขับ ชนิดกระบอกสูบ (Piston) เป็นต้น ซึ่งการเลือกใช้งานจะขึ้นอยู่กับการทำงานของตัววาล์ว

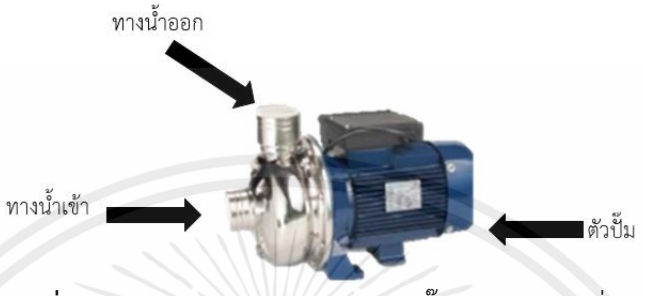
3) **ตัวควบคุมตำแหน่ง (Valve positioner)**
   เป็นอุปกรณ์แปลงสัญญาณคำสั่ง ให้เป็นสัญญาณลมในการควบคุมการเปิด-ปิดตัววาล์วทำงานโดยรับสัญญาณอินพุต 4-20 mA แปลงเป็นสัญญาณนิวเมติกและใช้สัญญาณนั้นเพื่อจัดตำแหน่งวาล์วอย่างเหมาะสม เรียกว่า I/P (I to P) [5]

รูปที่ 2.5 แสดงส่วนประกอบหลักของวาล์วควบคุม
ที่มา : https://www.heatingandprocess.com/product/product-category/fisher-gx-control-valve-and-actuator-system/

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2 ปั๊มแบบหมุนเหวี่ยง (Centrifugal pump)

ปั๊มแบบหมุนเหวี่ยงหรือปั๊มหอยโข่งในรูปที่ 2.6 เป็นปั๊มที่ใช้กันอย่างแพร่หลายทั้งในอุตสาหกรรมการผลิตและการเกษตรกรรม เพื่อเป็นตัวสูบน้ำหรือของเหลวเข้าสู่กระบวนการต่าง ๆ โดยหลักการทำงานของปั๊มหอยโข่งก็คือใช้มอเตอร์สร้างพลังงาน ทำให้ใบพัดหมุนเมื่อใบพัดหมุนจะทำให้เกิด“แรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง” ทำให้กระแสน้ำไหลไปตามทิศทางการหมุนของใบพัดและถูกส่งออกไปทางท่อน้ำออก [6]

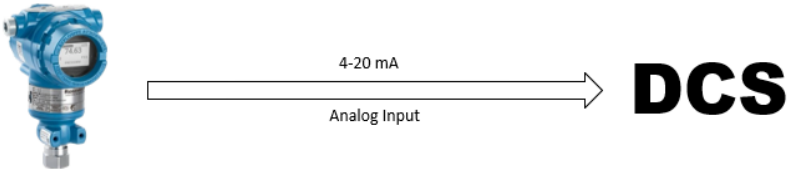


รูปที่ 2.6 แสดงส่วนประกอบหลักของปั๊มหมุนแบบเหวี่ยง
ที่มา : https://www.suriyapowers.com/products_detail/view/7448002

2.4 การสื่อสาร (Communication)

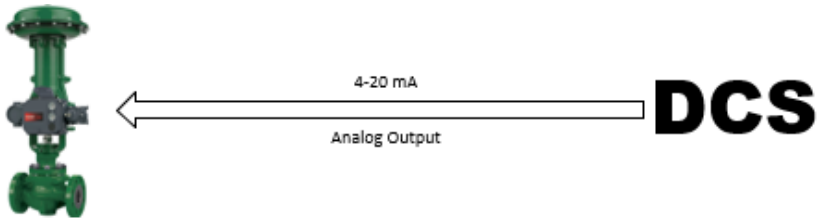
2.4.1 การสื่อสารแบบ HART

HART (Highway Addressable Remote Transducer) เป็นโปรโตคอลสื่อสารรูปแบบหนึ่งที่ใช้ทั้งสัญญาณดิจิทัลและอนาล็อก (4-20 mA) ในการส่งผ่านข้อมูลไปยังชุดควบคุมระบบ ในส่วนนี้จะกล่าวถึงการสื่อสารระหว่างเครื่องส่งสัญญาณไฟฟ้า (Transmitter) ที่วัดค่าทางกายภาพแล้วแปลงเป็นสัญญาณ PV (Process Variable) ส่งสัญญาณอนาล็อกที่วัดได้นี้ให้ระบบควบคุม (Analog Input) ดังรูปที่ 2.7 เช่น เครื่องส่งสัญญาณวัดระดับชนิดต่าง ๆ (Level Transmitter) เครื่องส่งสัญญาณวัดความดัน (Pressure Transmitter) เครื่องส่งสัญญาณอุณหภูมิ (Temperature Transmitter) เครื่องส่งสัญญาณวัดอัตราการไหล (Flow Transmitter) เป็นต้น หรือส่งสัญญาณอนาล็อกจากดีซีเอส (Analog Output) ที่ประมวลผลแล้วเป็นสัญญาณ MV (Multivariable Value Output) ให้กับตัวควบคุมตำแหน่งที่อยู่ที่ตัววาล์วควบคุม [7] ดังรูป 2.8 นอกจากนี้ยังมีการส่งสัญญาณดิจิทัลซึ่งเป็นสัญญาณที่มีลักษณะของข้อมูลแบบไม่ต่อเนื่อง (Discrete Data) มีค่าที่เป็นไปได้แค่สองค่า คือ 0 1 มีการส่งสัญญาณสองรูปแบบคือ การส่งสัญญาณจากสวิตช์ (switch) ไปยังดีซีเอส (Discrete Input) ตามรูปที่ 2.9 และการสั่งการทำงานของปั๊มจากดีซีเอส (Discrete Input) ตามรูปที่ 2.10

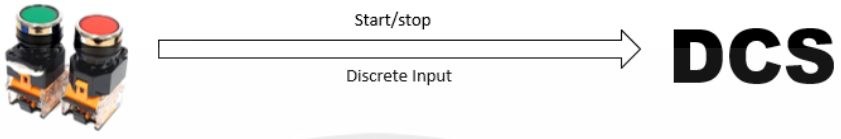


รูปที่ 2.7 แสดงการสื่อสารโดยใช้สัญญาณ Analog Input

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

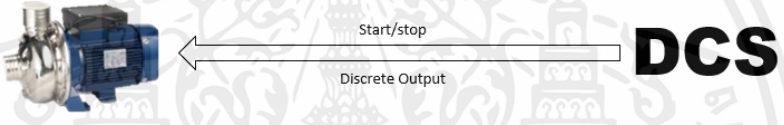


รูปที่ 2.8 แสดงการสื่อสารโดยใช้สัญญาณ Analog Output



รูปที่ 2.9 แสดงการสื่อสารโดยใช้สัญญาณ Discrete Input

ที่มา : https://www.pt-automationparts.com/category/102/push-button-switch-%E0%B8%AA%E0%B8%A7%E0%B8%B4%E0%B8%95%E0%B8%8A%E0%B9%8C%E0%B8%9B%E0%B8%B8%E0%B9%88%E0%B8%A1%E0%B8%81%E0%B8%94



รูปที่ 2.10 แสดงการสื่อสารโดยใช้สัญญาณ Discrete Output

2.5 ระบบดีซีเอส (DCS : Distributed Control System)

ระบบดีซีเอส (Distributed Control System) เป็นระบบควบคุมและเฝ้าสังเกต (Control and Monitor) กระบวนการผลิตที่ถือว่าเป็นระบบควบคุมอัตโนมัติที่ใหญ่ที่สุดเมื่อเทียบกับระบบควบคุมทั้งหมด นิยมใช้ในระบบอุตสาหกรรมที่มีลูปควบคุมหลายลูป [8] ซึ่งในส่วนนี้จะกล่าวถึง DeltaV ดีซีเอสที่ใช้ในการทำโครงงานนี้ โดยส่วนประกอบหลักของดีซีเอส แสดงดังรูปที่ 2.11

รูปที่ 2.11 แสดงแผนผังการเชื่อมต่ออุปกรณ์ของ DCS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.1 ดีซีเอส เซิร์ฟเวอร์ (DCS Server)

เซิร์ฟเวอร์ในระบบดีซีเอส นั้นสามารถเป็นได้ทั้งแบบเดี่ยว (Single Server) และแบบคู่ขนาน (Redundancy Server) ซึ่งส่วนใหญ่จะใช้เป็นแบบหลังเนื่องจากถ้ามีเซิร์ฟเวอร์ ตัวใดตัวหนึ่งเสียหรือหยุดการทำงาน เซิร์ฟเวอร์อีกตัวก็จะขึ้นมาทำงานแทนในทันทีและจะทำให้กระบวนการผลิตนั้นไม่หยุดชะงักหรือสร้างความเสียหายให้กับกระบวนการผลิตได้ ซึ่งหน้าที่หลักของเซิร์ฟเวอร์มีดังนี้

1) เป็นศูนย์กลางการเชื่อมต่อระหว่างตัวควบคุม กับ ฐานปฏิบัติงาน
2) เป็นตัวเก็บฐานข้อมูลและข้อมูลย้อนหลัง
3) เป็นศูนย์กลางการออกแบบกระบวนการผลิตก่อนที่จะส่งต่อไปยังตัวควบคุม
4) เป็นศูนย์กลางการเชื่อมต่อระหว่างดีซีเอส กับระบบอื่น ๆ เช่น ระบบสกาดา หรือ OPC เป็นต้น

2.5.2 DeltaV Workstation

คือเครื่องคอมพิวเตอร์ดังรูปที่ 2.12 ที่รับข้อมูลจากเซิร์ฟเวอร์ให้ผู้ควบคุมดูแลการผลิตนั้นใช้ในการเฝ้าสังเกตและควบคุมกระบวนการผลิตทั้งหมด DeltaV workstation มีด้วยกันหลายรูปแบบ [9] ดังนี้

1) Professional PLUS Station ต้องมีแค่เครื่องเดียวเท่านั้น ใช้สำหรับกำหนดค่าของฐานข้อมูล และการดำเนินการต่าง ๆ
2) Professional Station สามารถมีได้มากกว่า 1 เครื่อง ใช้สำหรับกำหนดค่าและดำเนินการต่าง ๆ
3) Operator Station ใช้สำหรับการดำเนินการสำหรับผู้ใช้งาน
4) Maintenance Station ใช้สำหรับการตรวจสอบการทำงานของระบบ
5) Base Station ใช้สำหรับการเลือกใช้งานฟังก์ชันต่าง ๆ
6) Application Station ใช้สำหรับแสดงข้อมูลจาก Professional PLUS

รูปที่ 2.12 แสดงลักษณะของ DeltaV Workstation

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.3 DeltaV Controller

เป็นอุปกรณ์ที่สำคัญที่สุดสำหรับระบบดีซีเอส ซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์วัด เป็นตัวรับข้อมูลจากเซิร์ฟเวอร์ และเป็นตัวควบคุมให้โปรแกรมทำงานตามผู้ใช้งานกำหนดไว้ โดยในการทำโครงงานนี้ได้ใช้ DeltaV S-series Controller เป็นตัวควบคุมของระบบดีซีเอสซึ่งมีส่วนประกอบดังนี้ [10]

2.5.3.1 DeltaV S-series Controller

ตัวอุปกรณ์มีสีเงิน สามารถติดตั้งได้ง่ายโดยการใส่อุปกรณ์ลงในช่อง สามารถใส่การ์ด CHARMs ดังรูปที่ 2.13 ซึ่งเป็นอุปกรณ์เก็บข้อมูล โดยมีปุ่มล็อคการ์ดเพื่อป้องกันการ์ดหล่นหายและป้องกันฝุ่นให้แก่การ์ด

รูปที่ 2.13 แสดงลักษณะของ DeltaV S-series Controller

2.5.3.2 CHARM I/O CARD (CIOC)

เป็นอุปกรณ์สำหรับควบคุมการเคลื่อนย้ายของข้อมูล (Transfer) และจังหวะการย้ายข้อมูล การส่งคำสั่งเพื่อตรวจสอบสถานะของการเคลื่อนย้ายข้อมูล และเป็นที่พักเพื่อรอการเปลี่ยนรูปแบบของข้อมูลให้เหมาะสมกับแต่ละอุปกรณ์

2.5.3.3 S-series Electronic Marshalling

เป็นอุปกรณ์สำหรับใส่การ์ด CHARMs แบบช่องละหนึ่งตัว ดังรูปที่ 2.14 มีการป้องกันวงจร และมีขั้วต่อสายไฟสำหรับการ์ดแต่ละตัวทำให้การ์ด CHARMs สามารถเชื่อต่อกับตู้สนาม (Junction Box) ได้

รูปที่ 2.14 แสดงลักษณะของ CIOC และ Electronic Marshalling

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.3.4 CHARM Classes and Types

CHARM Classes คือชนิดของข้อมูลขาเข้า (input) และ Type คือ ชนิดสัญญาณและรูปแบบการสื่อสารของข้อมูล ซึ่งรายละเอียด CHARM Classes and Types ของ DeltaV S-series Controller แสดงดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 แสดง CHARM Classes and Types ของ S-series

CHARM Classes	CHARM Types
Analog Input (AI)	AI 4-20 mA HART
Analog Output (AO)	AO 4-20 mA HART
Discrete Input (DI)	DI NAMUR DI 24 VDC Low side DI 24 VDC Isolated DI 120 VAC Isolated DI 230 VAC Isolated
Discrete Output (DO)	DO 24 VDC High side DO 24 VDC Isolated DO 120/230 VAC Isolated
Thermocouple Input	Thermocouple/mV
RTD Input	RTD / Resistance input
Voltage	AI 0-10 VDC Isolated

2.5.4 Control Network

การเชื่อมต่อกันระหว่างอุปกรณ์ต่าง ๆ ของระบบ DCS กับสวิตช์จะใช้แลน (Local Area Network) ในการเชื่อมต่อ ซึ่งสามารถส่งไฟล์ข้อมูลซึ่งมีความเสถียรสูง ทำให้ประหยัดเวลาและค่าใช้จ่ายอีกทั้งยังทำให้สะดวกแก่ผู้ใช้งานในด้านต่าง ๆ

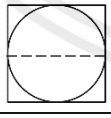
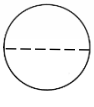
2.6 ไดอะแกรม P&ID (Piping and Instrumentation Diagram)

เป็นหนึ่งในประเภทของไดอะแกรมที่แสดงถึงการเชื่อมต่อระหว่างส่วนประกอบต่าง ๆ กับอุปกรณ์วัด รวมไปถึงทิศทางการไหลของวัสดุในกระบวนการ ไดอะแกรมชนิดนี้มักจะนิยมใช้ในการออกแบบและดำเนินงานของโรงงานอุตสาหกรรมและการผลิต อีกทั้งเป็นส่วนสำคัญสำหรับวิศกรที่ดำเนินงานในส่วนอื่น ๆ อีกด้วย ดังนั้นการเข้าใจสัญลักษณ์เบื้องต้น ซึ่งแสดงดังตารางที่ 2.2 และข้อตกลงของไดอะแกรมจึงเป็นสิ่งที่จำเป็น พื้นฐานที่จำเป็นต้องทราบทั้งหมด 4 ข้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) เส้น แสดงถึงท่อ ท่อร้อยสาย หรือประเภทอื่น ๆ ที่ใช้ในการลำเลียงวัตถุดิบในกระบวนการและประเภทของวัสดุที่กำลังขนส่งแยกออกเป็น เส้นทึบ เส้นประ และเส้นที่มีขนาดแตกต่างกัน โดยจะมีการระบุเอาไว้ในไดอะแกรม
2) สัญลักษณ์ แสดงส่วนประกอบและอุปกรณ์วัดประเภทต่าง ๆ ที่ใช้ในกระบวนการ โดยสัญลักษณ์เหล่านี้เป็นไปตามหลักมาตรฐานสากล
3) ตัวเลขและตัวอักษร ใช้เพื่อระบุส่วนประกอบและอุปกรณ์วัดในไดอะแกรม มีการใช้ร่วมกันกับสัญลักษณ์
4) คำอธิบายประกอบ ให้คำอธิบายเพิ่มเติเกี่ยวกับสิ่งที่เขียนในไดอะแกรมเพื่อให้เกิดความเข้าใจในกระบวนการมากยิ่งขึ้น [11]

ตารางที่ 2.2 แสดงสัญลักษณ์เบื้องต้นสำหรับไดอะแกรม P&ID

สัญลักษณ์	ความหมายของสัญลักษณ์
	ท่อ โดยความหนาบางแสดงถึงขนาดของท่อ
	ท่อบริเวณที่มองไม่เห็น
	บริเวณที่ท่อตัดกันเมื่อมองจากหน้างาน
	แสดงทิศทางการไหลของกระบวนการ
	อุปกรณ์วัดติดตั้งที่หน้างานและส่งข้อมูลเข้าสู่ระบบควบคุม
	อุปกรณ์วัดติดตั้งที่หน้างาน
	อุปกรณ์วัดติดตั้งที่หน้างานบริเวณที่มองไม่เห็นและส่งข้อมูลเข้าระบบควบคุม
	อุปกรณ์วัดติดตั้งที่หน้างานบริเวณที่มองไม่เห็น

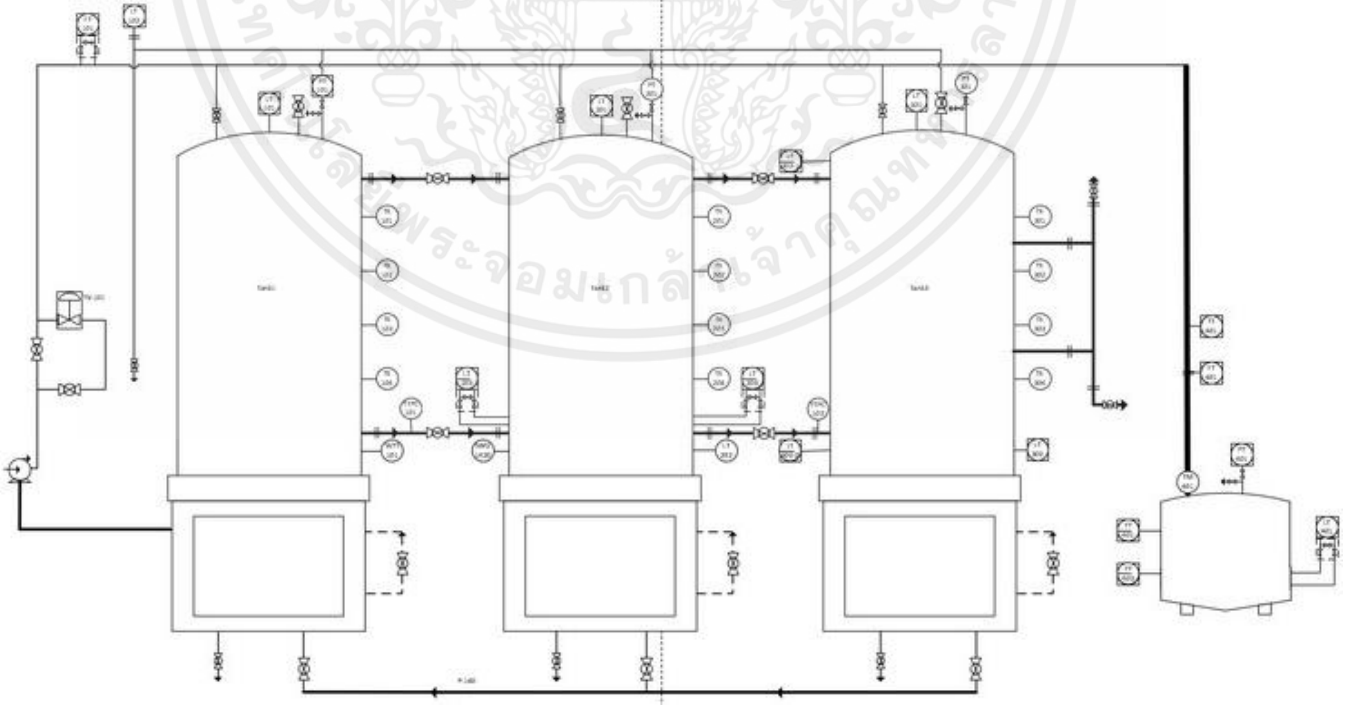
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การดำเนินการ

ในการทำระบบเฝ้าสังเกตการวัดระดับและอุณหภูมิ ได้เริ่มจากการถอดแบบ P&ID ของแบบจำลองกระบวนการ ซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักของโครงงานนี้ จากนั้นจะมุ่งเน้นไปที่ถังซี ซึ่งจะทำการตรวจสอบรายละเอียดของอุปกรณ์วัดทุกตัวบนถังซี ทั้งเรื่องของสเปคและหลักการทำงานของอุปกรณ์วัดเมื่อตรวจเช็คอุปกรณ์ทุกตัวเสร็จแล้ว จึงเริ่มเข้าสู่กระบวนการของการโปรแกรม ในที่นี้จะใช้โปรแกรมของ DeltaV ทั้งหมด โดยเริ่มจากการเพิ่มข้อมูลใน CHARMs แต่ละตัว ได้แก่ การตั้งชื่อ Device Tags การใส่ชนิดของข้อมูลใน CHARMs นั้น ๆ ตามการใช้งานของอุปกรณ์วัด จากนั้นทำการสร้างโมดูลของอุปกรณ์วัดแต่ละตัวเพื่อนำไปใช้ในการควบคุมและแสดงค่าในกราฟิก เมื่อเสร็จแล้วจะเริ่มในส่วนของการออกแบบกราฟิกแบบจำลองกระบวนการ เพื่อจำลองการทำงานของแบบจำลองกระบวนการและเพื่อนำค่าที่วัดได้จากอุปกรณ์มาแสดงบนจอคอมพิวเตอร์

3.1 ไดอะแกรม P&ID ของแบบจำลองกระบวนการ

แบบ P&ID ของแบบจำลองกระบวนการทั้งหมดภายในห้องปฏิบัติการนี้ ประกอบไปด้วยถังเก็บน้ำจำนวน 3 ถัง โดยแต่ละถังจะมีการติดตั้งเซนเซอร์วัดระดับและวัดอุณหภูมิที่มีหลักการสำหรับใช้ในการวัดที่แตกต่างกัน เพื่อเปรียบเทียบให้เห็นถึงความแตกต่างในการวัดของอุปกรณ์วัดแต่ละชนิด แสดงดังรูปที่ 3.1

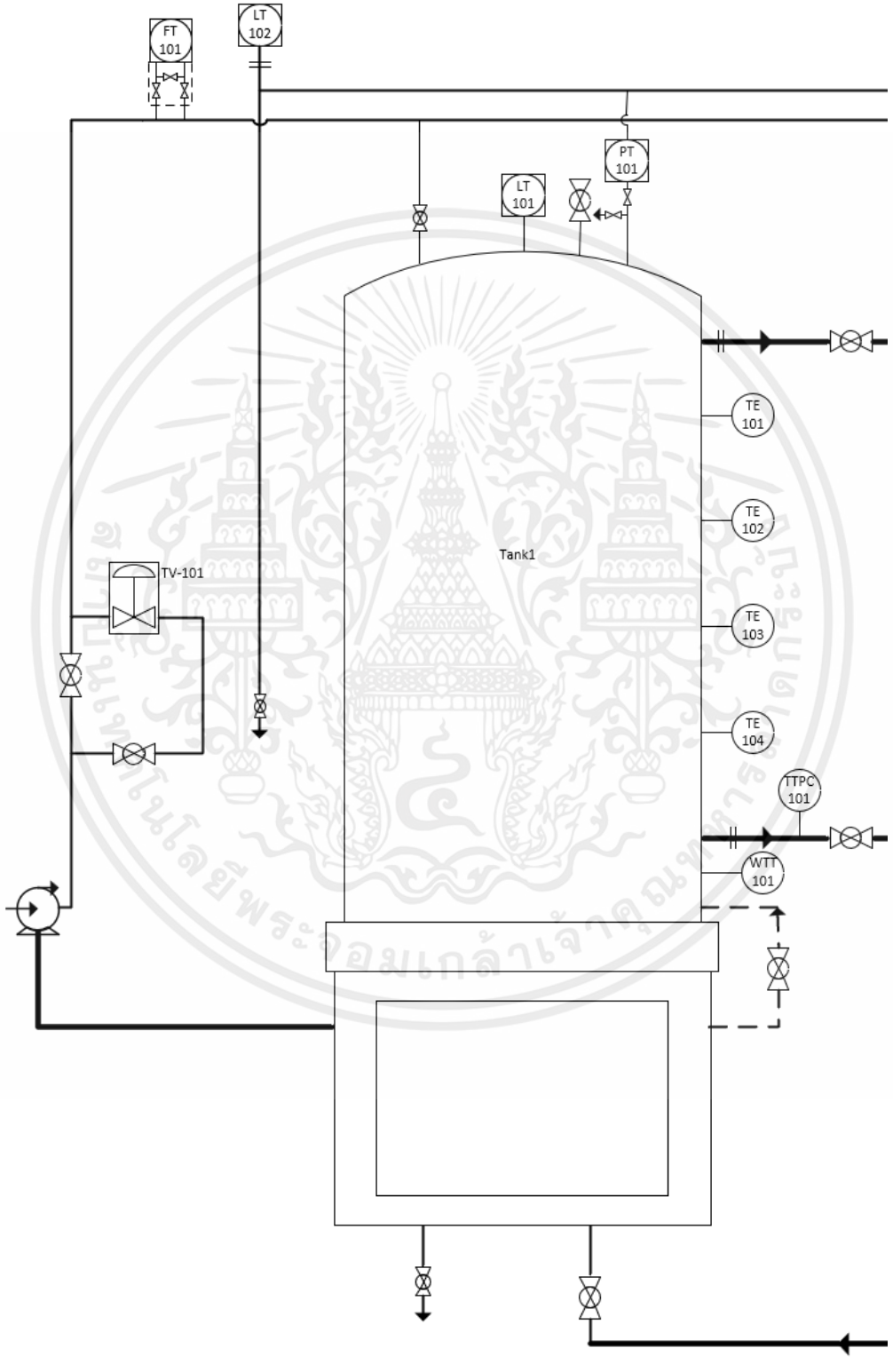


รูปที่ 3.1 แสดง P&ID ของ Plant Model

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.1 P&ID ของถังเอ

แบบจำลองกระบวนการถังเออยู่ทางด้านซ้ายสุด ประกอบด้วยอุปกรณ์วัดระดับ LT-101 LT-102 อุปกรณ์วัดการไหล FT-101 อุปกรณ์วัดความดัน PT-101 อุปกรณ์วัดอุณหภูมิ TE-101 TE-102 TE-103 และ TE-104 อุปกรณ์ควบคุมการไหล TV-101 แสดงดังรูปที่ 3.2

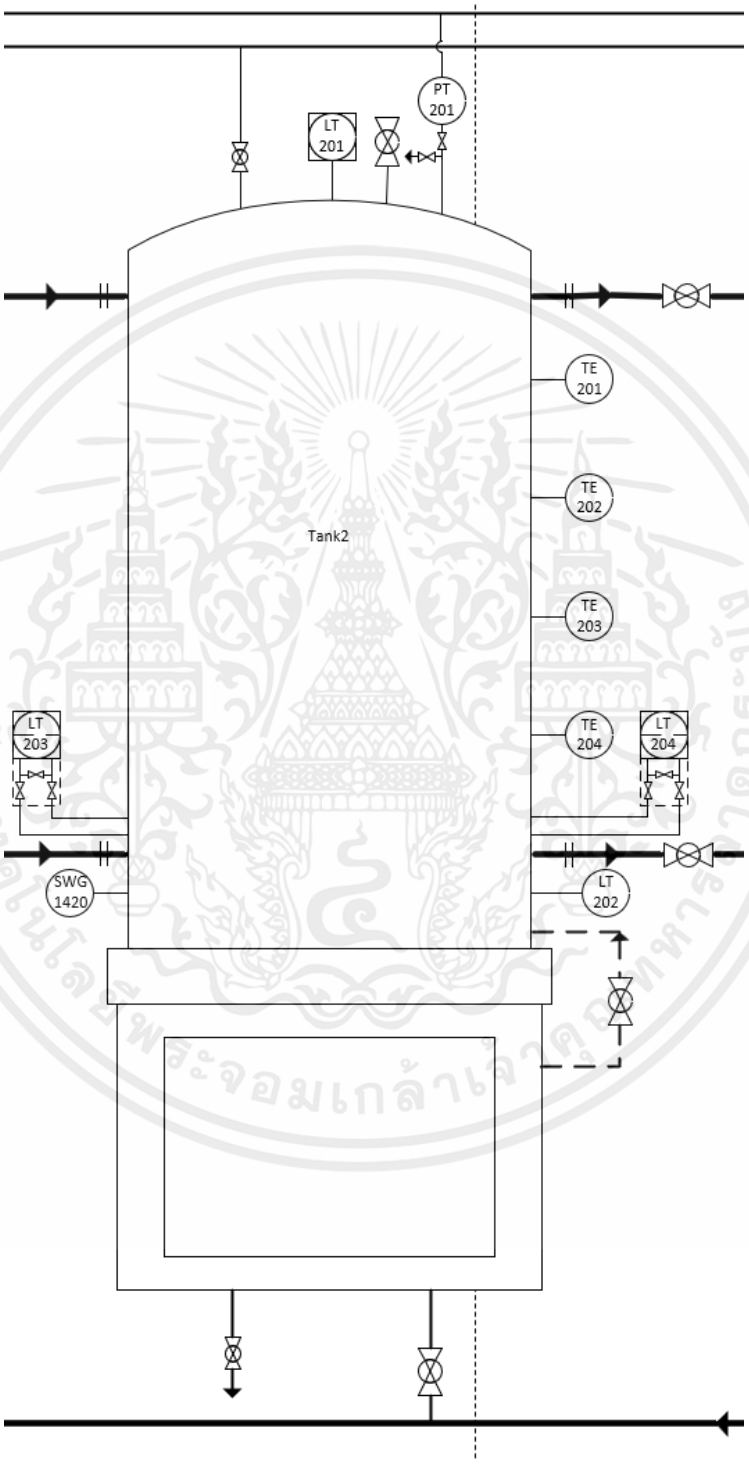


รูปที่ 3.2 แสดง P&ID ของถังเอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2 P&ID ของถังบี

ถังบีอยู่ตรงกลางของแบบจำลองกระบวนการ ประกอบด้วยอุปกรณ์วัดระดับ LT-201 LT-202 LT-203 และ LT-204 อุปกรณ์วัดความดัน PT-201 อุปกรณ์วัดอุณหภูมิ TE-201 TE-202 TE-203 และ TE-204 แสดงดังรูปที่ 3.3

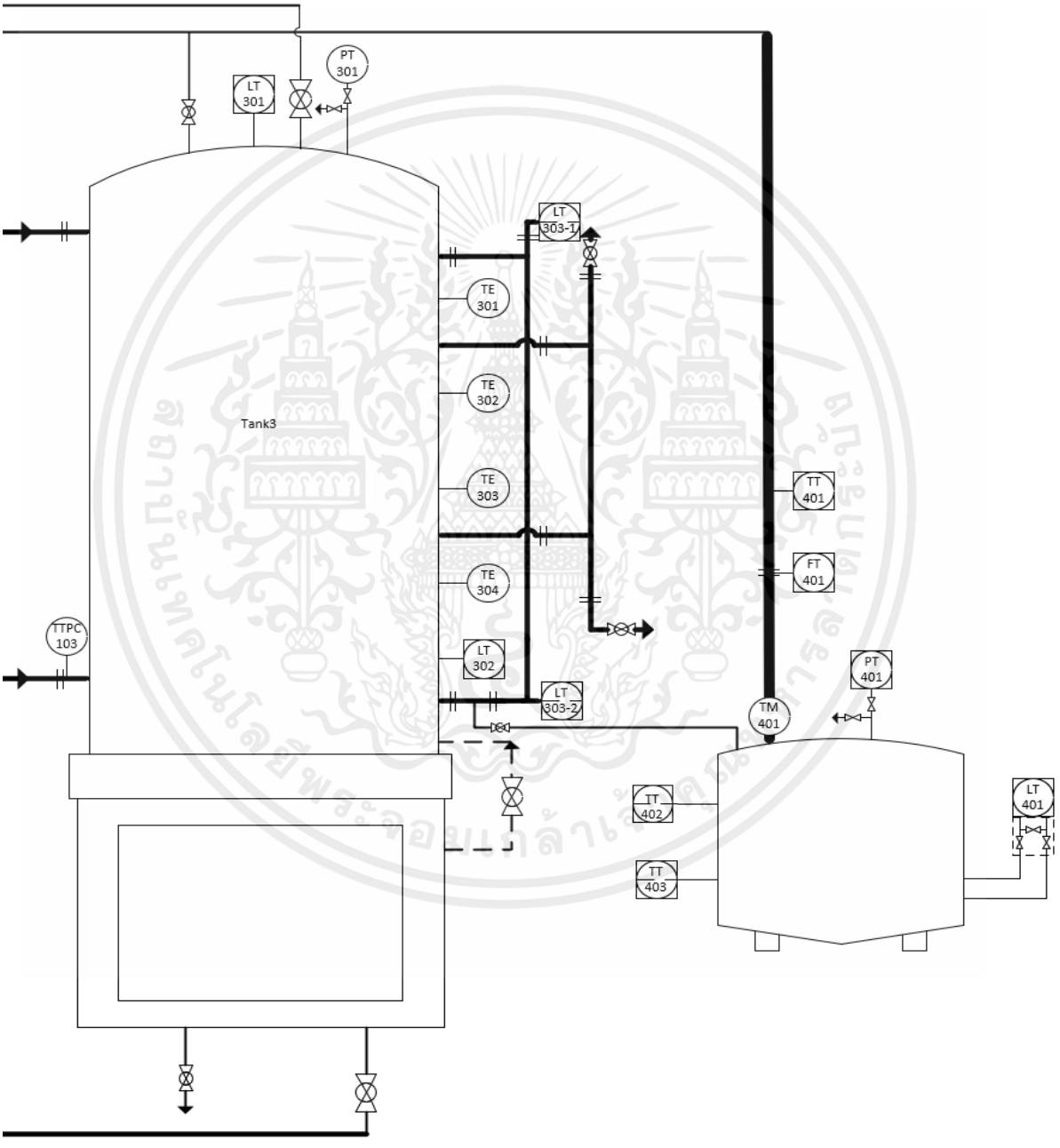


รูปที่ 3.3 แสดง P&ID ของถังบี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.3 P&ID ของถังซี

แบบจำลองกระบวนการถังเออยู่ทางด้านขวาสุด ประกอบด้วยอุปกรณ์วัดระดับ LT-301 LT-302 LT-303-1 LT-303-2 และ LT-401อุปกรณ์วัดการไหล FT-401 อุปกรณ์วัดความดัน PT-301 PT-401 อุปกรณ์วัดอุณหภูมิ TE-301 TE-302 TE-303 TE-304 TT-401 TT-402 และ TT-403 อุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิ TM-401 แสดงดังรูปที่ 3.4



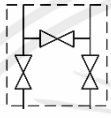
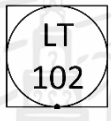
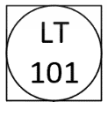
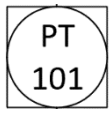
รูปที่ 3.4 แสดง P&ID ของถังซี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.4 รายละเอียดไดอะแกรม P&ID

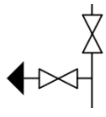
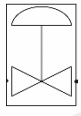
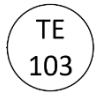
อธิบายถึงความหมายของสัญลักษณ์ต่าง ๆ ของแบบจำลองกระบวนการ โดยสัญลักษณ์ของถังเอ แสดงดังตารางที่ 3.1 สัญลักษณ์ของถังบี แสดงดังตารางที่ 3.2 และสัญลักษณ์ของถังซี แสดงดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.1 ความหมายของสัญลักษณ์ในไดอะแกรม P&ID ของถังเอ

สัญลักษณ์	ความหมายของสัญลักษณ์
	Flow Transmitter บนถังที่ 1 ตัวที่ 1 ติดตั้งที่หน้างานและส่งข้อมูลเข้าระบบดีซีเอส
	แมนิโฟลด์วาล์ว 3 ทาง
	Level Transmitter บนถังที่ 1 ตัวที่ 2 ติดตั้งที่หน้างานและส่งข้อมูลเข้าระบบดีซีเอส
	หน้าแปลน
	บริเวณที่ท่อตัดกันเมื่อมองจากหน้างาน
	บอลวาล์ว
	Level Transmitter บนถังที่ 1 ตัวที่ 1 ติดตั้งที่หน้างานและส่งข้อมูลเข้าระบบดีซีเอส
	Pressure Transmitterบนถังที่ 1 ตัวที่ 1 ติดตั้งที่หน้างานและส่งข้อมูลเข้าระบบดีซีเอส

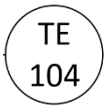
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 (ต่อ) ความหมายของสัญลักษณ์ในไดอะแกรม P&ID ของถังเอ

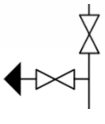
สัญลักษณ์	ความหมายของสัญลักษณ์
	แมนิโฟลด์วาล์ว 2 ทาง
	วาล์วควบคุม
	ปั๊มหอยโข่ง
	ท่อ โดยความหนาบางแสดงถึงขนาดของท่อ
	ท่อบริเวณที่มองไม่เห็น
	Temperature Elememt บนถังที่ 1 ตัวที่ 1 ติดตั้งที่หน้างาน
	Temperature Elememt บนถังที่ 1 ตัวที่ 2 ติดตั้งที่หน้างาน
	Temperature Element บนถังที่ 1 ตัวที่ 3 ติดตั้งที่หน้างาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 (ต่อ) ความหมายของสัญลักษณ์ในไดอะแกรม P&ID ของถังเอ

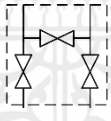
สัญลักษณ์	ความหมายของสัญลักษณ์
	Temperature element บนถังที่ 1 ตัวที่ 4 ติดตั้งที่หน้างาน
	Temperature Transmitter Pressure Controller บนถังที่ 1 ตัวที่ 1 ติดตั้งที่หน้างาน
	Wireless Temperature Transmitter บนถังที่ 1 ตัวที่ 1 ติดตั้งที่หน้างาน

ตารางที่ 3.2 ความหมายของสัญลักษณ์ในไดอะแกรม P&ID ของถังบี

สัญลักษณ์	ความหมายของสัญลักษณ์
	Level Transmitter บนถังที่ 2 ตัวที่ 1 ติดตั้งที่หน้างานและส่งข้อมูลเข้าระบบดีซีเอส
	Level Transmitter บนถังที่ 2 ตัวที่ 2 ติดตั้งที่หน้างาน
	Pressure Transmitter บนถังที่ 2 ตัวที่ 1 ติดตั้งที่หน้างาน
	2-way manifold valve
	หน้าแปลน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.2 (ต่อ) ความหมายของสัญลักษณ์ในไดอะแกรม P&ID ของถังบี

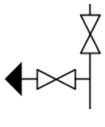
สัญลักษณ์	ความหมายของสัญลักษณ์
	ท่อ โดยความหนาบางแสดงถึงขนาดของท่อ
	ท่อบริเวณที่มองไม่เห็น
	Level Transmitter บนถังที่ 2 ตัวที่ 3 ติดตั้งที่หน้างานบริเวณที่มองไม่เห็นและส่งข้อมูลเข้าระบบดีซีเอส
	Level Transmitter บนถังที่ 2 ตัวที่ 4 ติดตั้งที่หน้างานบริเวณที่มองไม่เห็นและส่งข้อมูลเข้าระบบดีซีเอส
	3-way manifold valve
	Smart Wireless Gateway รุ่น 1420 ติดตั้งที่หน้างาน
	บอลวาล์ว
	Temperature Element บนถังที่ 2 ตัวที่ 1 ติดตั้งที่หน้างาน
	Temperature Element บนถังที่ 2 ตัวที่ 2 ติดตั้งที่หน้างาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.2 (ต่อ) ความหมายของสัญลักษณ์ในไดอะแกรม P&ID ของถังบี

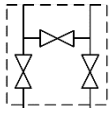
สัญลักษณ์	ความหมายของสัญลักษณ์
	Temperature Element บนถังที่ 2 ตัวที่ 3 ติดตั้งที่หน้างาน
	Temperature Element บนถังที่ 2 ตัวที่ 4 ติดตั้งที่หน้างาน
	แสดงทิศทางการไหลของกระบวนการ

ตารางที่ 3.3 ความหมายของสัญลักษณ์ในไดอะแกรม P&ID ของถังซี

สัญลักษณ์	ความหมายของสัญลักษณ์
	บอลวาล์ว
	แสดงทิศทางการไหลของกระบวนการ
	ท่อ โดยความหนาบางแสดงถึงขนาดของท่อ
	ท่อบริเวณที่มองไม่เห็น
	หน้าแปลน
	2-way manifold valve

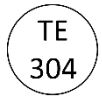
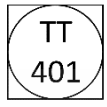
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.3 (ต่อ) ความหมายของสัญลักษณ์ในไดอะแกรม P&ID ของถังซี

สัญลักษณ์	ความหมายของสัญลักษณ์
	3-way manifold valve
	Level Transmitter บนถังที่ 3 ตัวที่ 1 ติดตั้งที่หน้างานและส่งข้อมูลเข้าระบบดีซีเอส
	Level Transmitter บนถังที่ 3 ตัวที่ 2 ติดตั้งที่หน้างานและส่งข้อมูลเข้าระบบดีซีเอส
	Level Transmitter บนถังที่ 3 ตัวที่ 3 อุปกรณ์ตัวที่ 1 ติดตั้งที่หน้างานบริเวณที่มองไม่เห็นและส่งข้อมูลเข้าระบบดีซีเอส
	Level Transmitter บนถังที่ 3 ตัวที่ 3 อุปกรณ์ตัวที่ 2 ติดตั้งที่หน้างานบริเวณที่มองไม่เห็นและส่งข้อมูลเข้าระบบดีซีเอส
	Pressure Transmitterบนถังที่ 3 ตัวที่ 1 ติดตั้งที่หน้างาน
	Temperature Transmitter Pressure Controller บนถังที่ 3 ตัวที่ 1 ติดตั้งที่หน้างาน
	Temperature Element บนถังที่ 3 ตัวที่ 1 ติดตั้งที่หน้างาน
	Temperature Element บนถังที่ 3 ตัวที่ 2 ติดตั้งที่หน้างาน
	Temperature Element บนถังที่ 3 ตัวที่ 3 ติดตั้งที่หน้างาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.3 (ต่อ) ความหมายของสัญลักษณ์ในไดอะแกรม P&ID ของถังซี

สัญลักษณ์	ความหมายของสัญลักษณ์
	Temperature Element บนถังที่ 3 ตัวที่ 4 ติดตั้งที่หน้างาน
	Temperature Transmitter บนถังที่ 4 ตัวที่ 1 ติดตั้งที่หน้างานและส่งข้อมูลเข้าระบบดีซีเอส
	Flow Transmitter บนถังที่ 4 ตัวที่ 1 ติดตั้งที่หน้างานและส่งข้อมูลเข้าระบบดีซีเอส
	Pressure Transmitter บนถังที่ 4 ตัวที่ 1 ติดตั้งที่หน้างานและส่งข้อมูลเข้าระบบดีซีเอส
	Thermostat บนถังที่ 4 ตัวที่ 1 ติดตั้งที่หน้างาน
	Temperature Transmitter บนถังที่ 4 ตัวที่ 2 ติดตั้งที่หน้างานบริเวณที่มองไม่เห็นและส่งข้อมูลเข้าระบบดีซีเอส
	Temperature Transmitter บนถังที่ 4 ตัวที่ 3 ติดตั้งที่หน้างานบริเวณที่มองไม่เห็นและส่งข้อมูลเข้าระบบดีซีเอส
	Level Transmitter บนถังที่ 4 ตัวที่ 1 ติดตั้งที่หน้างานและส่งข้อมูลเข้าระบบดีซีเอส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 อุปกรณ์วัดบนถังซี

ในโครงงานจะมุ่งเน้นไปที่การศึกษากระบวนการของถังซี ซึ่งประกอบด้วยอุปกรณ์วัด ดังนี้

3.2.1 อุปกรณ์วัดอุณหภูมิ (Temperature Transmitter)

อุปกรณ์วัดอุณหภูมิสามารถใช้ได้ในอุตสาหกรรมทุกประเภท มีหลักการทำงานคือแปลงค่าที่ได้รับจากเซนเซอร์วัดอุณหภูมิเป็นสัญญาณ 4-20mA โดยอุปกรณ์วัดระดับที่ใช้คือชนิด Field Mounting Transmitters ได้แก่

1) Temperature Transmitter Model 644HFI5XAJ6M5C2

เป็นอุปกรณ์วัดอุณหภูมิรุ่น 644 Model 644HFI5XAJ6M5C2 มีรายละเอียดข้อมูลการสั่งซื้อตามรหัสของ Model โดยคำอธิบายอุปกรณ์แสดงดังตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 คำอธิบายของอุปกรณ์ Temperature Transmitter Model 644HFI5XAJ6M5C2

รหัส	คำอธิบาย
644_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _	หมายเลขรุ่นของอุปกรณ์วัดอุณหภูมิและส่งสัญญาณ
_ _ _H_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _	ชนิดหัวกะโหลกที่มีเซนเซอร์ 1 ตัว
_ _ _ _F_ _ _ _ _ _ _ _ _ _	อุปกรณ์วัดติดตั้งหน้างานที่มีเซนเซอร์ 1 ตัว
_ _ _ _ _I5_ _ _ _ _ _ _ _	ความปลอดภัยตามหลักของสหรัฐอเมริกา ไม่สามารถใช้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ไม่ทำให้เกิดประกายไฟ
_ _ _ _ _ _ _XA_ _ _ _ _ _	เซนเซอร์แยกต่างหากและนำมาประกอบกับเครื่องส่งสัญญาณ
_ _ _ _ _ _ _ _ _J6_ _ _ _	เชื่อมต่อเข้ากับกล่องรวมสายไฟ 2 สาย
_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _M5_ _	แสดงผลผ่านหน้าจอแอลซีดี
_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _C2	เซนเซอร์ผ่านการสอบเทียบ

2) Temperature Transmitter Model 644HAE1J6M4Q4

เป็นอุปกรณ์วัดอุณหภูมิรุ่น 644 Model 644HAE1J6M4Q4 มีรายละเอียดข้อมูลการสั่งซื้อตามรหัสของ Model โดยคำอธิบายอุปกรณ์แสดงดังตารางที่ 3.5

ตารางที่ 3.5 คำอธิบายของอุปกรณ์ Temperature Transmitter Model 644HAE1J6M4Q4

รหัส	คำอธิบาย
644_ _ _ _ _ _ _ _ _ _	หมายเลขรุ่นของอุปกรณ์วัดอุณหภูมิและส่งสัญญาณ
_ _ _H_ _ _ _ _ _ _ _	ชนิดหัวกะโหลกที่มีเซนเซอร์ 1 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.5 (ต่อ) คำอธิบายของอุปกรณ์ Temperature Transmitter Model 644HAE1J6M4Q4

รหัส	คำอธิบาย
_ _ _ _A_ _ _ _ _ _ _ _	ส่งสัญญาณ 4-20 mA ด้วย HART
_ _ _ _ _E1_ _ _ _ _ _	มาตรฐานการป้องกันของสหภาพยุโรปสำหรับการทำงานภายใต้สภาพบรรยากาศที่สามารถติดไฟได้
_ _ _ _ _ _ _J6_ _ _ _	เชื่อมต่อเข้ากับกล่องรวมสายไฟ 2 สาย ชนิดอลูมิเนียม
_ _ _ _ _ _ _M4_ _	แสดงผลผ่านหน้าจอแอลซีดีพร้อมหนังสือแสดงเจตจำนง
_ _ _ _ _ _ _ _ _Q4	มีใบรับรองการสอบเทียบ

3) Temperature Transmitter Model 644HAK1J7MM5Q4

เป็นอุปกรณ์วัดอุณหภูมิรุ่น 644 Model 644HAK1J7MM5Q4 มีรายละเอียดข้อมูลการสั่งซื้อตามรหัสของ Model โดยคำอธิบายอุปกรณ์แสดงดังตารางที่ 3.6

ตารางที่ 3.6 คำอธิบายของอุปกรณ์ Temperature Transmitter Model 644HAK1J7M5Q4

รหัส	คำอธิบาย
644_ _ _ _ _ _ _ _ _ _	หมายเลขรุ่นของอุปกรณ์วัดอุณหภูมิและส่งสัญญาณ
_ _ _H_ _ _ _ _ _ _ _	ชนิดหัวกะโหลกที่มีเซนเซอร์ 1 ตัว
_ _ _ _A_ _ _ _ _ _ _	ส่งสัญญาณ 4-20 mA ด้วย HART
_ _ _ _ _K1_ _ _ _ _	มาตรฐานการป้องกันของสหภาพยุโรปสำหรับการทำงานภายใต้สภาพบรรยากาศที่สามารถติดไฟได้ และป้องกันฝุ่นชนิด n
_ _ _ _ _ _ _J7_ _ _ _	เชื่อมต่อเข้ากับกล่องรวมสายไฟ 2 สาย ชนิดเหล็กกล้าไร้สนิม
_ _ _ _ _ _ _ _ _M5_ _	แสดงผลผ่านหน้าจอแอลซีดี
_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _Q4	มีใบรับรองการสอบเทียบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) Temperature Transmitter Model 644HANAJ6M4Q4

เป็นอุปกรณ์วัดอุณหภูมิรุ่น 644 Model 644HANAJ6M4Q4 มีรายละเอียดข้อมูลการสั่งซื้อตามรหัสของ Model โดยคำอธิบายอุปกรณ์แสดงดังตารางที่ 3.7

ตารางที่ 3.7 คำอธิบายของอุปกรณ์ Temperature Transmitter Model 644HANAJ6M4Q4

รหัส	คำอธิบาย
644_ _ _ _ _ _ _ _ _ _	หมายเลขรุ่นของอุปกรณ์วัดอุณหภูมิและส่งสัญญาณ
_ _ _H_ _ _ _ _ _ _ _ _	ชนิดหัวกะโหลกที่มีเซนเซอร์ 1 ตัว
_ _ _ _A_ _ _ _ _ _ _	ส่งสัญญาณ 4-20 mA ด้วย HART
_ _ _ _ _NA _ _ _ _ _	ไม่มีได้รับอนุมัติให้ใช้ในสถานที่อันตราย
_ _ _ _ _ _ _J6_ _ _ _	เชื่อมต่อเข้ากับกล่องรวมสายไฟ 2 สาย ชนิดอลูมิเนียม
_ _ _ _ _ _ _ _ _M4_ _	แสดงผลผ่านหน้าจอแอลซีดีพร้อมหนังสือแสดงเจตจำนง
_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _Q4	มีใบรับรองการสอบเทียบ

5) Temperature Transmitter Model 0065C3J0080N0435I1TB

เป็นอุปกรณ์วัดอุณหภูมิรุ่น 0065 Model 0065C3J0080N0435I1TB มีรายละเอียดข้อมูลการสั่งซื้อตามรหัสของ Model โดยคำอธิบายอุปกรณ์แสดงดังตารางที่ 3.8

ตารางที่ 3.8 คำอธิบายของอุปกรณ์ Temperature Transmitter Model 0065C3J0080N0435I1TB

รหัส	คำอธิบาย
0065_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _	เซนเซอร์ชนิด RTD ที่ไม่มีหัววัดอุณหภูมิ
_ _ _ _C_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _	การเชื่อมต่อกับหัววัดด้วยอลูมิเนียม
_ _ _ _ _3_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _	เซนเซอร์เป็นอะแดปเตอร์แบบสปริงโหลด
_ _ _ _ _ _J_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _	ใช้ข้อต่อตรงนิปเปิล
_ _ _ _ _ _ _0080_ _ _ _ _ _ _ _	ขนาดท่อต่อตรง 80 มิลลิเมตร
_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _N_ _ _ _ _ _ _	ไม่มีหัววัดอุณหภูมิ
_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _0435_ _ _ _	เซนเซอร์ยาว 435 มิลลิเมตร
_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _0435_ _ _ _	เซนเซอร์ยาว 435 มิลลิเมตร
_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _I1_ _	มาตรฐานการป้องกันของสหภาพยุโรปสำหรับการทำงานภายใต้สภาพบรรยากาศที่สามารถติดไฟได้
_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _TB	เทอร์มินัลบล็อกสำหรับเซนเซอร์ 3 สาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6) Temperature Transmitter Model 3144PD5A1E1B5M5C4Q4K1

เป็นอุปกรณ์วัดอุณหภูมิรุ่น 3144P Model 3144PD5A1E1B5M5C4Q4K1 มีรายละเอียดข้อมูลการสั่งซื้อตามรหัสของ Model โดยคำอธิบายอุปกรณ์แสดงดังตารางที่ 3.9

ตารางที่ 3.9 คำอธิบายของอุปกรณ์ Temperature Transmitter Model 3144PD5A1E1B5M5C4Q4K1

รหัส	คำอธิบาย
3144P_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _	หมายเลขรุ่นของอุปกรณ์วัดอุณหภูมิและส่งสัญญาณ
_ _ _ _ _D5_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _	ติดตั้งหน้างานแบบช่องคู่ ชนิดเหล็กกล้าไร้สนิม
_ _ _ _ _ _ _ _A_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _	ส่งสัญญาณ 4-20 mA ด้วย HART
_ _ _ _ _ _ _ _1_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _	เซนเซอร์อินพุตแบบเดี่ยว
_ _ _ _ _ _ _ _ _E1_ _ _ _ _ _ _ _ _ _	มาตรฐานการป้องกันของสหภาพยุโรปสำหรับการทำงานภายใต้สภาพบรรยากาศที่สามารถติดไฟได้
_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _B5_ _ _ _ _ _ _ _	ขายึดแบบแอล สำหรับการติดตั้งขนาด 2 นิ้ว ชนิดเหล็กกล้าไร้สนิม
_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _M5_ _ _ _ _ _	แสดงผลผ่านหน้าจอแอลซีดี
_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _C4_ _ _ _	มีการสอบเทียบ 5 จุด
_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _Q4_ _	มีใบรับรองการสอบเทียบ
_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _K1	มาตรฐานการป้องกันของสหภาพยุโรปสำหรับการทำงานภายใต้สภาพบรรยากาศที่สามารถติดไฟได้ และป้องกันฝุ่นชนิด n

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7) Temperature Transmitter Model 3144PD5A1E5M5C2C4Q4XA

เป็นอุปกรณ์วัดอุณหภูมิรุ่น 3144P Model 3144PD5A1E5M5C2C4Q4XA มีรายละเอียดข้อมูลการสั่งซื้อตามรหัสของ Model โดยคำอธิบายอุปกรณ์แสดงดังตารางที่ 3.10

ตารางที่ 3.10 คำอธิบายของอุปกรณ์ Temperature Transmitter Model 3144PD5A1E5M5C2C4Q4XA

รหัส	คำอธิบาย
3144P_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _	หมายเลขรุ่นของอุปกรณ์วัดอุณหภูมิและส่งสัญญาณ
_ _ _ _ _D5_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _	ติดตั้งหน้างานแบบช่องคู่ ชนิดเหล็กกล้าไร้สนิม
_ _ _ _ _ _ _A_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _	ส่งสัญญาณ 4-20 mA ด้วย HART
_ _ _ _ _ _ _ _1_ _ _ _ _ _ _ _ _ _	เซนเซอร์อินพุตแบบเดี่ยว
_ _ _ _ _ _ _ _ _E5_ _ _ _ _ _ _ _ _	ไม่มีการสั่งซื้อชุดประกอบกราวด์ภายนอก
_ _ _ _ _ _ _ _ _ _M5_ _ _ _ _ _ _ _	แสดงผลผ่านหน้าจอแอลซีดี
_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _C2_ _ _ _ _ _	จับคู่กับเซนเซอร์ส่งสัญญาณชนิด Pt100
_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _C4_ _ _ _	มีการสอบเทียบ 5 จุด
_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _Q4_ _	มีใบรับรองการสอบเทียบ
_ __ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _XA	เซนเซอร์แยกต่างหากและนำมาประกอบกับเครื่องส่งสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 อุปกรณ์วัดความดัน (Pressure Transmitter)

เป็นอุปกรณ์วัดความดันที่มีเซนเซอร์วัดความดัน สามารถวัดและควบคุมความดันที่มีหน่วยในการแสดงผลได้หลากหลายในตัวเดียว เช่น mbar, bar, kPa, kgf/cm2, psi, mmHg, inHg เป็นต้น และมีสัญญาณเอาต์พุต 4-20mA

1) Pressure Transmitter Model 3051TG3A2A21AB4K5M5Q4

เป็นอุปกรณ์วัดความดันรุ่น 3051T Model 3051TG3A2A21AB4K5M5Q4 มีรายละเอียดข้อมูลการสั่งซื้อตามรหัสของ Model โดยคำอธิบายอุปกรณ์แสดงดังตารางที่ 3.11

ตารางที่ 3.11 คำอธิบายของอุปกรณ์ Pressure Transmitter Model 3051TG3A2A21AB4K5M5Q4

รหัส	คำอธิบาย
3051T_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _	อุปกรณ์วัดความดันและส่งสัญญาณแบบภายใน
_ _ _ _ _G_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _	เกจวัดความดัน
_ _ _ _ _ _3_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _	ใช้กับความดัน –14.7 to 800 psi
_ _ _ _ _ _ _A_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _	ส่งสัญญาณ 4-20 mA ด้วย HART
_ _ _ _ _ _ _ _61_ _ _ _ _ _ _ _ _	หน้าแปลนแบบไม่มีเกลียว
_ _ _ _ _ _ _ _ _2_ _ _ _ _ _ _ _	ไดอะแฟรมชนิด 316L เหล็กกล้าไร้สนิม
_ _ _ _ _ _ _ _ _ _1A_ _ _ _ _ _ _	ตัวเรือนชนิดอลูมิเนียม ขนาดท่อ ½-14 NPT
_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _B4_ _ _ _ _ _	ขายึดติดตั้งขนาด 2 นิ้ว ชนิดเหล็กกล้าไร้สนิม
_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _K5_ _ _ _	มีอุปกรณ์ป้องกันการระเบิดตามมาตรฐานสหรัฐอเมริกา ป้องกันฝุ่น ติดไฟ และความปลอดภัยภายในหมวด 2
_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _M5_ _	แสดงผลผ่านหน้าจอแอลซีดี
_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _Q4	มีใบรับรองการสอบเทียบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) **Pressure Transmitter Model 3051S2TG2A2A11A1AK5M5P1Q4Q8Q15**

เป็นอุปกรณ์วัดความดันรุ่น 3051S Model 3051S2TG2A2A11A1AK5M5P1Q4Q8Q15 มีรายละเอียดข้อมูลการสั่งซื้อตามรหัสของ Model โดยคำอธิบายอุปกรณ์แสดงดังตารางที่ 3.12

ตารางที่ 3.12 คำอธิบายของอุปกรณ์ Pressure Transmitter Model 3051S2TG2A2A11A1AK5M5P1Q4Q8Q15

รหัส	**คำอธิบาย**
3051S_ _	อุปกรณ์วัดความดันและส่งสัญญาณปรับขนาดได้
_ _ _ _ _2_ _	ความแม่นยำของช่วงการวัด 0.035 เปอร์เซ็นต์ในอัตรา 150:1 และมีความเสถียร 15 ปี
_ _ _ _ _ _T_ _	เชื่อมต่อภายใน
_ _ _ _ _ _ _ _G_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _	เกจวัดความดัน
_ _ _ _ _ _ _ _ _2_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _	ใช้กับความดัน -14.7 to 150 psi
_ _ _ _ _ _ _ _ _ _A_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _	อุปกรณ์ตัวแปรเดียว
_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _2_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _	ไดอะแฟรมชนิด 316L เหล็กกล้าไร้สนิม
_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _A11_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _	ประกอบเข้ากับแมนิโฟลด์วาล์วแบบอินทิกรัลรุ่น 306
_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _A_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _	ส่งสัญญาณ 4-20 mA ด้วย HART
_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _1A_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _	ตัวเรือนชนิดอลูมิเนียม ขนาดท่อ ½-14 NPT
_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _K5_ _ _ _ _ _ _ _ _ _	มีอุปกรณ์ป้องกันการระเบิดตามมาตรฐานสหรัฐอเมริกา ป้องกันฝุ่น ติดไฟ และความปลอดภัยภายในหมวด 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.12 (ต่อ) คำอธิบายของอุปกรณ์ Pressure Transmitter Model 3051S2TG2A2A11A1AK5M5P1Q4Q8Q15

รหัส	คำอธิบาย
_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _M5_ _ _ _ _ _ _ _ _	แสดงผลผ่านหน้าจอแอลซีดี
_ _P1_ _ _ _ _ _	มีใบรับรองการสอบเทียบแบบความดันภายในหลอด
_ _Q4_ _ _ _	มีใบรับรองการสอบเทียบ
_ _Q8_ _	รับรองคุณภาพของวัสดุตามมาตรฐาน EN 10204 3.1 B
_ _Q15	มีใบรับรองตามมาตรฐาน NACE MR0175/ISO 15156 สำหรับวัสดุเปียก

3) Pressure Transmitter Model 3051CD2A22A1BS2M5B4I1Q4Q8

เป็นอุปกรณ์วัดความดันรุ่น 3051C Model 3051CD2A22A1BS2M5B4I1Q4Q8 มีรายละเอียดข้อมูลการสั่งซื้อตามรหัสของ Model โดยคำอธิบายอุปกรณ์แสดงดังตารางที่ 3.13

ตารางที่ 3.13 คำอธิบายของอุปกรณ์ Pressure Transmitter Model 3051CD2A22A1BS2M5B4I1Q4Q8

รหัส	คำอธิบาย
3051C_ _	อุปกรณ์วัดความดันและส่งสัญญาณแนวระนาบ
_ _ _ _ _D_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _	ชนิดความดันแตกต่าง
_ _ _ _ _ _2_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _	ใช้งานที่ความดัน –250 to 250 inH2O
_ _ _ _ _ _ _A_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _	ส่งสัญญาณ 4-20 mA ด้วย HART
_ _ _ _ _ _ _ _2_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _	หน้าแปลนชนิดเหล็กกล้าไร้สนิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.13 (ต่อ) คำอธิบายของอุปกรณ์ Pressure Transmitter Model 3051CD2A22A1BS2M5B4I1Q4Q8

รหัส	คำอธิบาย
_ _ _ _ _ _ _ _ _2_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _	ไดอะแฟรมชนิด 316L เหล็กกล้าไร้สนิม
_ _ _ _ _ _ _ _ _ _A_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _	โอริงแก้วแบบ PTFE
_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _1_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _	เซนเซอร์ของเหลวแบบซิลิโคน
_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _B_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _	ตัวเรือนชนิดอลูมิเนียม
_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _S2_ _ _ _ _ _ _ _ _	ประกอบเข้ากับซีล 2 ตัว
_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _M5_ _ _ _ _	แสดงผลผ่านหน้าจอแอลซีดี
_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _B4_ _ _ _	ขายึดหน้าแปลนแนวระนาบ ชนิดเหล็กกล้าไร้สนิมทั้งหมด
_ _I1_ _ _	ความปลอดภัยตามหลักของสหรัฐอเมริกา ไม่สามารถใช้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ไม่ทำให้เกิดประกายไฟ
_ _Q4_ _	มีใบรับรองการสอบเทียบ
_ _Q8	รับรองคุณภาพของวัสดุตามมาตรฐาน EN 10204 3.1 B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3 อุปกรณ์การวัดระดับ (Level Measurement)

การวัดระดับถือว่าเป็นวิธีการหนึ่งที่สำคัญมากในกระบวนการทางอุตสาหกรรมต่าง ๆ เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปใช้งานอย่างอื่น เช่น การนำค่าสัญญาณที่ได้ไปควบคุม หรือบันทึกค่า โดยเครื่องมือวัดระดับนั้นมีมากมาย โดยอุปกรณ์ที่ติดตั้งจะส่งสัญญาณ 4-20 mA

1) Level Transmitter (Ultrasonic Radar) Model 3102HA1FRCG5Q4

เป็นอุปกรณ์วัดระดับรุ่น 3102 Model 3102HA1FRCG5Q4 มีรายละเอียดข้อมูลการสั่งซื้อตามรหัสของ Model โดยคำอธิบายอุปกรณ์แสดงดังตารางที่ 3.14

ตารางที่ 3.14 คำอธิบายของอุปกรณ์ Level Transmitter Model 3102HA1FRCG5Q4

รหัส	คำอธิบาย
3102_ _ _ _ _ _ _ _ _ _	อุปกรณ์วัดระดับชนิดอัลตราโซนิคที่มีรีเลย์ 2 ตัว ระยะ 1 ถึง 36 ฟุต
_ _ _ _H_ _ _ _ _ _ _ _	การสื่อสารแบบ 4-20 mA ด้วย HART
_ _ _ _ _A_ _ _ _ _ _ _	ตัวเรือนวัสดุชนิดอลูมิเนียมเคลือบโพลียูรีเทน
_ _ _ _ _ _1_ _ _ _ _ _	ท่อร้อยสายขนาด ½-14 NPT
_ _ _ _ _ _ _F_ _ _ _ _	วัสดุเปียกชนิด PVDF
_ _ _ _ _ _ _ _RC_ _ _	การเชื่อมต่อในกระบวนการ 2 นิ้ว NPT
_ _ _ _ _ _ _ _ _ _G5_ _	ใบรับรองผลิตภัณฑ์แบบ FM ตามตำแหน่งสามัญ
_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _Q4	มีใบรับรองการสอบเทียบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) **Electronic Remote Sensor Model 3051SAM1PG4A2B11A1AM5Q4**
เป็นอุปกรณ์วัดระดับรุ่น 3051SAM Model 3051SAM1PG4A2B11A1AM5Q4 มีรายละเอียดข้อมูลการสั่งซื้อตามรหัสของ Model โดยคำอธิบายอุปกรณ์แสดงดังตารางที่ 3.15

ตารางที่ 3.15 คำอธิบายของอุปกรณ์ Electronic Remote Sensor Model 3051SAM1PG4A2B11A1AM5Q4

รหัส	คำอธิบาย
3051SAM_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _	อุปกรณ์วัดความดันและส่งสัญญาณปรับขนาดได้แบบความดันสัมบูรณ์
_ _ _ _ _ _ _1_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _	ความแม่นยำของช่วงการวัด 0.025 เปอร์เซ็นต์ ในอัตรา 200:1 และมีความเสถียร 15 ปี
_ _ _ _ _ _ _P_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _	ชนิดอิเล็กทรอนิกส์เซ็นเซอร์ระยะไกลตัวหลัก
_ _ _ _ _ _ _G_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _	เกจวัดความดัน
_ _ _ _ _ _ _ _4_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _	ใช้กับความดัน -14.2 to 300 psi
_ _ _ _ _ _ _ _ _A_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _	ไม่มีช่วงแรงดันหลายตัวแปร
_ _ _ _ _ _ _ _ _ _2_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _	ไดอะแฟรมแยกชนิด 316L เหล็กกล้าไร้สนิม
_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _B11_ _ _ _ _ _ _	ประกอบเข้ากับรีโมทซีลไดอะแฟรม 1 ตัว
_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _A_ _ _ _ _	ส่งสัญญาณ 4-20 mA ด้วย HART
_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _1A_ _ _ _	ตัวเรือนชนิดอลูมิเนียม ขนาดท่อ ½-14 NPT
_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _M5_ _	แสดงผลผ่านหน้าจอแอลซีดี
_ _Q4	มีใบรับรองการสอบเทียบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) Electronic Remote Sensor Model 3051SAM1SG4A2B11A2AK5Q4

เป็นอุปกรณ์วัดระดับรุ่น 3051SAM Model 3051SAM1SG4A2B11A2AK5Q4 มีรายละเอียดข้อมูลการสั่งซื้อตามรหัสของ Model โดยคำอธิบายอุปกรณ์แสดงดังตารางที่ 3.16

ตารางที่ 3.16 คำอธิบายของอุปกรณ์ Electronic Remote Sensor Model 3051SAM1SG4A2B11A2AK5Q4

รหัส	คำอธิบาย
3051SAM_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _	อุปกรณ์วัดความดันและส่งสัญญาณปรับขนาดได้แบบความดันสัมบูรณ์
_ _ _ _ _ _ _1_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _	ความแม่นยำของช่วงการวัด 0.025 เปอร์เซ็นต์ ในอัตรา 200:1 และมีความเสถียร 15 ปี
_ _ _ _ _ _ _ _S_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _	ชนิดอิเล็กทรอนิกส์เซ็นเซอร์ระยะไกลตัวรอง
_ _ _ _ _ _ _ _G_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _	เกจวัดความดัน
_ _ _ _ _ _ _ _ _4_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _	ใช้กับความดัน -14.2 to 300 psi
_ _ _ _ _ _ _ _ _ _A_ _ _ _ _ _ _ _ _ _	ไม่มีช่วงแรงดันหลายตัวแปร
_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _2_ _ _ _ _ _ _ _ _	ไดอะแฟรมแยกชนิด 316L เหล็กกล้าไร้สนิม
_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _B11_ _ _ _ _ _ _	ประกอบเข้ากับรีโมทซีลไดอะแฟรม 1 ตัว
_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _A_ _ _ _ _	ส่งสัญญาณ 4-20 mA ด้วย HART
_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _2A_ _ _ _	เชื่อมต่อเข้ากับกล่องรวมสายไฟชนิดอลูมิเนียม ขนาด½-14 NPT
_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _K5_ _	มีอุปกรณ์ป้องกันการระเบิด
_ _Q4	มีใบรับรองการสอบเทียบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) Level Transmitter Model 3051S1CD1A2A11A1AK5M5Q4

เป็นอุปกรณ์วัดระดับรุ่น 3051S Model 3051S1CD1A2A11A1AK5M5Q4 มีรายละเอียดข้อมูลการสั่งซื้อตามรหัสของ Model โดยคำอธิบายอุปกรณ์แสดงดังตารางที่ 3.17

ตารางที่ 3.17 คำอธิบายของอุปกรณ์ Level Transmitter Model 3051S1CD1A2A11A1AK5M5Q4

รหัส	คำอธิบาย
3051S_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _	อุปกรณ์วัดความดันและส่งสัญญาณปรับขนาดได้
_ _ _ _ _1_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _	ความแม่นยำของช่วงการวัด 0.025 เปอร์เซ็นต์ ในอัตรา 200:1 และมีความเสถียร 15 ปี
_ _ _ _ _ _C_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _	เชื่อมต่อแนวระนาบ
_ _ _ _ _ _ _D_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _	วัดแบบความดันแตกต่าง
_ _ _ _ _ _ _ _1_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _	ใช้งานที่ความดัน –25 to 25 inH2O
_ _ _ _ _ _ _ _ _A_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _	ไม่มีช่วงแรงดันหลายตัวแปร
_ _ _ _ _ _ _ _ _ _2_ _ _ _ _ _ _ _ _ _	ไดอะแฟรมแยกชนิด 316L เหล็กกล้าไร้สนิม
_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _A11_ _ _ _ _ _ _ _	ประกอบเข้ากับแมนิโฟลด์วาล์วแบบอินทิกรัลรุ่น 305
_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _A_ _ _ _ _ _ _	ส่งสัญญาณ 4-20 mA ด้วย HART
_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _1A_ _ _ _ _	ตัวเรือนชนิดอลูมิเนียม ขนาดท่อ ½-14 NPT
_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _K5_ _ _ _	มีอุปกรณ์ป้องกันการระเบิด
_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _M5_ _	แสดงผลผ่านหน้าจอแอลซีดี
_ _Q4	มีใบรับรองการสอบเทียบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การเชื่อมต่ออุปกรณ์วัดบนถังซีกับ CHARMs

ในการควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ของกระบวนการในระบบดีซีเอส จะต้องมีการเชื่อมต่ออุปกรณ์กับ CHARMs ซึ่งแสดงดังตารางที่ 3.18 และ ตารางที่ 3.19

ตารางที่ 3.18 ตารางแสดงข้อมูลของแต่ละ CHARM ชนิดอนาล็อก (AI 4-20 mA HART)

Model	Device	Device Tag	CHARM
3051S1CD1A2A11A1AK5M5Q4	Pressure Transmitter	LT_401	CHM1-05
3051S2TG2A2A11A1AK5M5P1Q4Q8Q15A1466	Pressure Transmitter	PT_401	CHM1-06
0065C35J0080N0425I1TB	Flow Transmitter	FT_401	CHM1-07
3144PD5A1E1B5M5C4Q4K1105	Temperature Transmitter	TT_402	CHM1-08
3144PD5A1E5M5C2C4Q4XA	Temperature Transmitter	TT_403	CHM1-09
3102HA1FRCG5Q4ST	Ultrasonic Radar	LT_301	CHM2-01
3051	Pressure Transmitter	LT_302	CHM2-02
3051SAM1PG4A2B11A1AM5G4O2 และ 3051SAM1SG4A2B11A2AK5O4	Electronic Remote Sensor	LT_303	CHM2-03

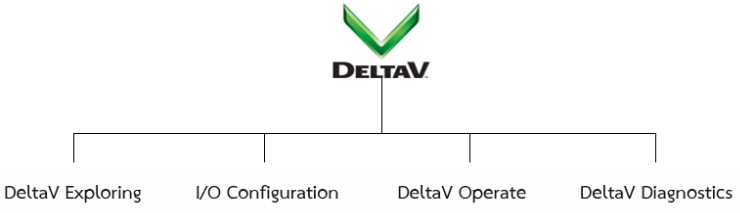
ตารางที่ 3.19 ตารางแสดงข้อมูลของแต่ละ CHARM ชนิดดิจิทัล

Device	Device Tag	CHARM	Type
Heater	HT_401	CHM3-01	DI 24 VDC Low-Side CHARM
Heater	HT_402	CHM3-05	DO 24 VDC High -Side CHARM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

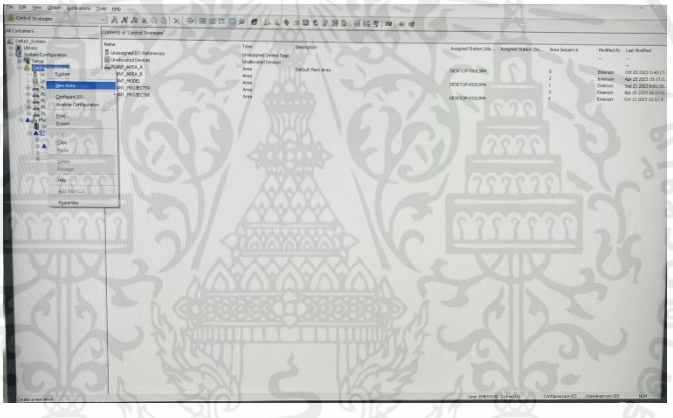
3.4 การใช้และการตั้งค่าของโปรแกรม DeltaV

ในการทำโครงงานนี้ได้ใช้โปรแกรมทั้งหมด 4 โปรแกรม แสดงดังรูปที่ 3.5 โดยมีรายละเอียดดังนี้



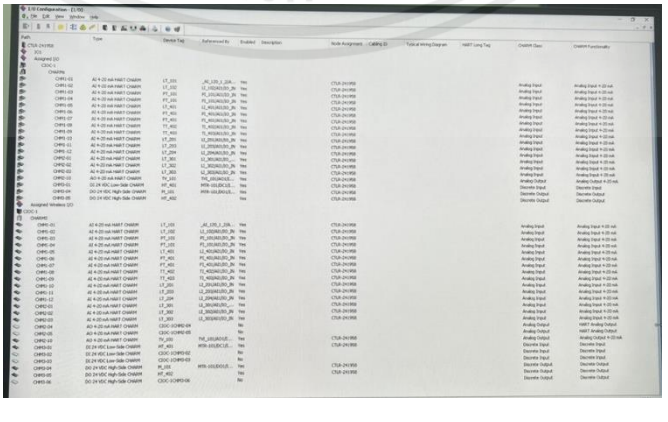
รูปที่ 3.5 แสดงผังโปรแกรม DeltaV

1) DeltaV Exploring เป็นโปรแกรมที่ใช้สำหรับสร้างและกำหนดค่าพารามิเตอร์ของอุปกรณ์แต่ละตัว เช่น ช่วงของการวัด หน่วยของการวัด เป็นต้น แสดงดังรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 แสดงหน้าโปรแกรม DeltaV Exploring

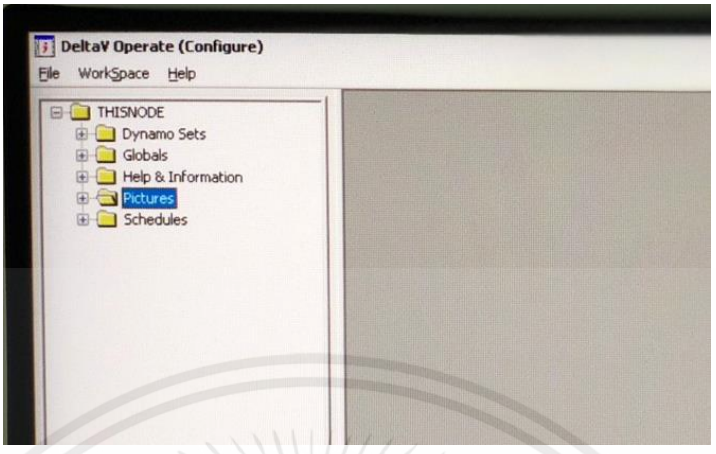
2) I/O Configuration เป็นโปรแกรมที่ใช้สำหรับกำหนดข้อมูล I/O ของ CHARM แต่ละตัว ได้แก่ ชนิดของข้อมูล Device Tag เป็นต้น แสดงดังรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.7 แสดงหน้าโปแกรม I/O Configuration

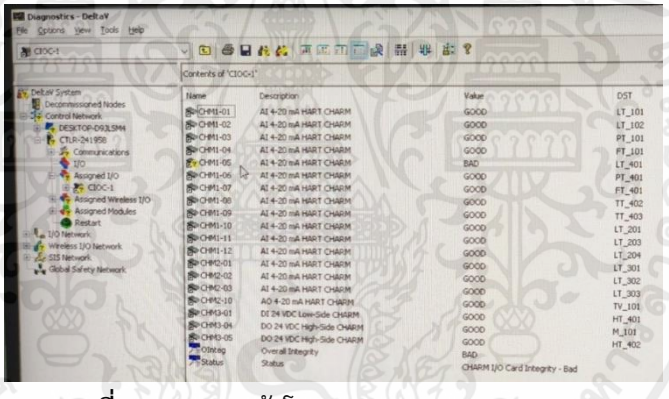
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) DeltaV Operate เป็นโปรแกรมที่ใช้สำหรับสร้างกราฟฟิกแสดงแบบจำลองเพื่อจำลองการทำงานของกระบวนการรวมไปถึงการแสดงค่าที่วัดได้จากอุปกรณ์วัด แสดงดังรูปที่ 3.8



รูปที่ 3.8 แสดงหน้าโปรแกรม DeltaV Operate

4) DeltaV Diagnostics เป็นโปรแกรมที่ใช้สำหรับดูคุณภาพการสื่อสารของแต่ละอุปกรณ์ในระบบ DCS แสดงดังรูปที่ 3.9



รูปที่ 3.9 แสดงหน้าโปรแกรม DeltaV Diagnostics

3.4.1 การสร้าง I/O CHARMs

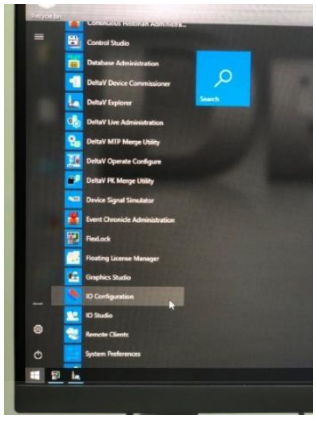
ในการสร้าง I/O CHARMs ดังรูปที่ 3.10 นั้นจะใช้โปรแกรม I/O Configuration ในการกำหนด Device Tag ชนิดของข้อมูลลงใน CHARM โดยมีขั้นตอน ดังนี้

1) เปิดโปรแกรม I/O Configuration ดังรูปที่ 3.10 (ก)

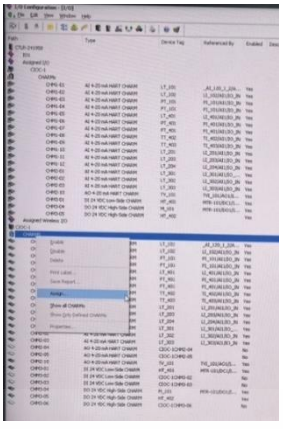
2) Assign I/O โดยการ click ขวาที่ CHARM ที่ต้องการเพิ่ม I/O จากนั้นเลือก Assign ดังรูปที่ 3.10 (ข)

3) ตั้งชื่อ Device Tag จากนั้นเลือกชนิดของข้อมูล แล้วกด OK ดังรูปที่ 3.10 (ค) จากนั้นทำการสร้าง I/O ให้แก่ CHARMs ให้เครบทุกใบ แสดงข้อมูลต่าง ๆ ดังตารางที่ 3.20

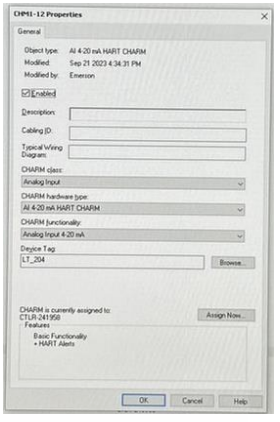
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก)



(ข)



(ค)

รูปที่ 3.10 แสดงการสร้าง I/O CHARMs
(ก) แสดงไอคอนของโปรแกรม I/O Configuration
(ข) แสดงการเพิ่ม I/O ที่ CHARM
(ค) แสดงการตั้ง Device Tag และชนิดของข้อมูล

ตารางที่ 3.20 ตารางแสดงข้อมูลของแต่ละ CHARM

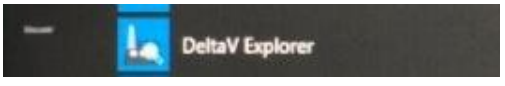
CHARM	Type	Device Tag
CHM1-01	AI 4-20 mA HART CHARM	LT_101
CHM1-02	AI 4-20 mA HART CHARM	LT_102
CHM1-03	AI 4-20 mA HART CHARM	PT_101
CHM1-04	AI 4-20 mA HART CHARM	FT_101
CHM1-05	AI 4-20 mA HART CHARM	LT_401
CHM1-06	AI 4-20 mA HART CHARM	PT_401
CHM1-07	AI 4-20 mA HART CHARM	FT_401
CHM1-08	AI 4-20 mA HART CHARM	TT_402
CHM1-09	AI 4-20 mA HART CHARM	TT_403
CHM1-10	AI 4-20 mA HART CHARM	LT_201
CHM1-11	AI 4-20 mA HART CHARM	LT_203
CHM1-12	AI 4-20 mA HART CHARM	LT_204
CHM2-01	AI 4-20 mA HART CHARM	LT_301
CHM2-02	AI 4-20 mA HART CHARM	LT_302
CHM2-03	AI 4-20 mA HART CHARM	LT_303
CHM2-10	AO 4-20 mA HART CHARM	TV_101
CHM3-01	DI 24 VDC Low-Side CHARM	HT_401
CHM3-04	DO 24 VDC High-Side CHARM	M_101
CHM3-05	DO 24 VDC High -Side CHARM	HT_402

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2 สร้างโมดูลของอุปกรณ์

ในการสร้างโมดูลควบคุมอุปกรณ์แต่ละตัวนั้นจะใช้โปรแกรม DeltaV Explorer ในการสร้างและกำหนดค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ของโมดูล โดยมีขั้นตอน ดังนี้

1) เปิดโปรแกรม DeltaV Explorer ดังรูปที่ 3.11



รูปที่ 3.11 แสดงไอคอนของโปรแกรม DeltaV Explorer

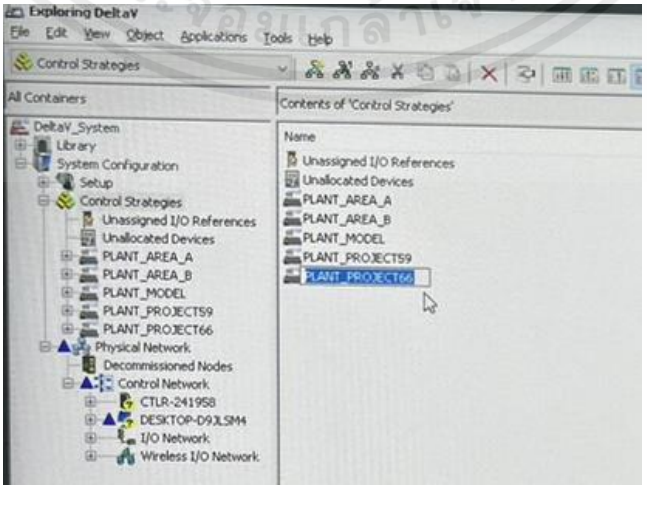
2) สร้าง Area ใหม่

โดย click ขวาที่ Control Strategies > New Area ดังรูปที่ 3.12

รูปที่ 3.12 แสดงการสร้าง Area ใหม่

3) ตั้งชื่อ Area

โดยการ click ขวา > Rename เป็น PLANT_PROJECT66 ดังรูปที่ 3.13

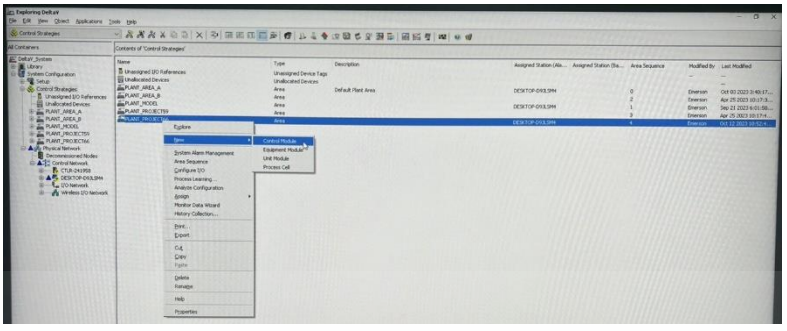


รูปที่ 3.13 แสดงการเปลี่ยนชื่อ Area

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) สร้างโมดูลใหม่

โดย click ขวาที่ Area เลือก New > Created Module ดังรูปที่ 3.14



รูปที่ 3.14 แสดงการสร้างโมดูลใหม่

5) ตั้งค่า Device Tag

โดยการเลือกที่โมดูลจากนั้นเลือกที่ IO_IN แล้วทำการ Browse Device ที่กำหนดไว้ใน CHARM ดังตารางที่ 3.21 และการตั้งค่าย่านของอุปกรณ์วัด ดังตารางที่ 3.22

ตารางที่ 3.21 ตารางแสดง Device Tag ของแต่ละโมดูล

Module	Device Tag
LI_101	LT_101
LI_102	LT_102
PI_101	PT_101
FI_101	FT_101
LI_401	LT_401
PI_401	PT_401
FI_401	FT_401
TI_402	TT_402
TI_403	TT_403
LI_201	LT_201
LI_203	LT_203
LI_204	LT_204
LI_301	LT_301
LI_302	LT_302
LI_303	LT_303

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6) ตั้งค่าช่วงของการวัดของอุปกรณ์

โดยการเลือกที่โมดูลและเลือกที่ OUT_SCALE แล้วตั้งค่าช่วงและหน่วยที่ต้องการวัด ดังรูปที่ 3.15

รูปที่ 3.15 แสดงการตั้งค่าช่วงการวัดของอุปกรณ์

ตารางที่ 3.22 แสดงย่านการวัดของอุปกรณ์ (ถัง 3 และถัง 4)

Device Tag	Range
LI_301	0 to 1 bar
PI_301	0 to 10 bar
LI_302	0 to 100%
LI_303	0 to 100%
TI_402	0 to 150 DegC
TI_403	0 to 150 DegC
PI_401	0 to 3 bar
LI_401	0 to 100%

7) Download Controller

ขั้นตอนสุดท้ายของการสร้างโมดูล โดยในทุกครั้งที่สร้างโมดูลหรืออัปเดตข้อมูลต้องทำการ Download Controller เพื่อเป็นการทำให้ตัวควบคุม จดจำข้อมูลที่กำหนดไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.3 Configuration อุปกรณ์วัด

การสร้างกราฟฟิกต้องรู้รายละเอียดการตั้งค่าของอุปกรณ์ จึงต้องมีการตรวจสอบค่าและตั้งค่าให้ถูกต้อง โดยใช้ VIATOR USB HART Interface และซอฟต์แวร์ประยุกต์ AMS Device Configurator ของบริษัทEmerson

3.4.3.1 ติดตั้ง Driver ของVIATOR USB HART Interface

เป็นการติดตั้งโปรแกรม เพื่อให้คอมพิวเตอร์พกพารู้จักรายละเอียดของอุปกรณ์ที่ใช้นั่นก็คือ VIATOR USB HART Interface ดังรูปที่ 3.16

รูปที่ 3.16 แสดง VIATOR USB HART Interface Driver

3.4.3.2 ติดตั้งซอฟต์แวร์ประยุกต์ของบริษัท Emerson

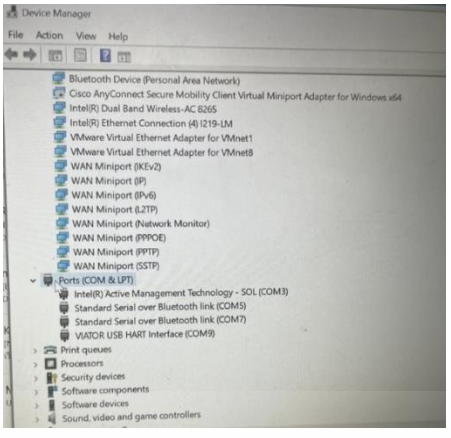
ติดตั้งซอฟต์แวร์ประยุกต์ AMS Device Configurator แสดงดังรูปที่ 3.17 เพื่อใช้ตรวจสอบการตั้งค่า และแก้ไขการตั้งค่าของอุปกรณ์

รูปที่ 3.17 แสดง AMS Device Configurator Software

3.4.3.3 ตรวจสอบความพร้อมในการใช้งานของ VIATOR USB HART Interface

1) **ตรวจสอบการเชื่อมต่อ VIATOR USB HART Interface** ตรวจสอบว่า VIATOR USB HART Interface เชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์พกพาที่ช่องไหนโดยดูจากโปรแกรม Device Manager ดังรูปที่ 3.18

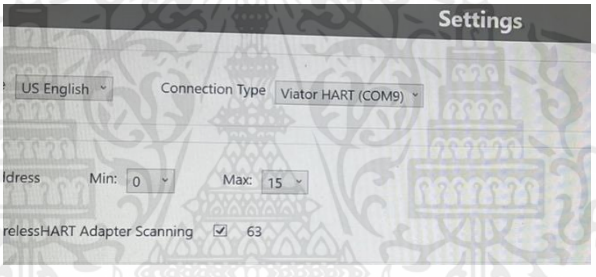
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.18 แสดงภาพการเชื่อมต่อ VIATOR USB HART Interface

2) ตรวจสอบการเชื่อมต่อกับซอฟต์แวร์ประยุกต์

ตรวจสอบว่า VIATOR USB HART Interface ที่เชื่อมต่อเข้ากับคอมพิวเตอร์พกพาตรงกับ Connection Type ในซอฟต์แวร์ประยุกต์ AMS Device Configurator ดังรูปที่ 3.19



รูปที่ 3.19 แสดง Connection Typeใน AMS Device Configurator

3.4.3.4 เชื่อมต่อ VIATOR USB HART Interfaceกับอุปกรณ์วัด

นำ VIATOR USB HART Interface ด้าน USB ต่อเข้ากับ คอมพิวเตอร์พกพาและ เกี่ยวด้านหัวคลิปโพรบมิเตอร์ที่ขั้วบวก ขั้วลบของอุปกรณ์วัด ดังรูปที่ 3.20

รูปที่ 3.20 แสดงการเกี่ยวหัวคลิปโพรบมิเตอร์กับอุปกรณ์วัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.3.5 ตรวจสอบการตั้งค่าของอุปกรณ์

ตรวจสอบการตั้งค่าของอุปกรณ์วัด ดังรูปที่ 3.21 จากซอฟต์แวร์ ประยุกต์ AMS Device Configurator ทำการตรวจสอบการตั้งค่าของอุปกรณ์วัดและแก้ไขการตั้งค่าที่ผิดพลาด

(ก) (ข) (ค)

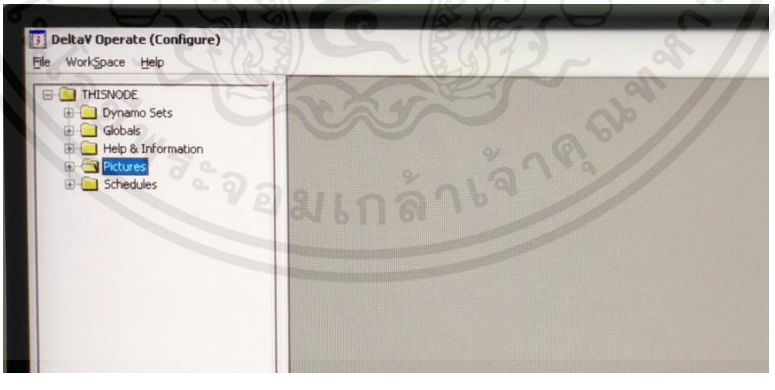
รูปที่ 3.21 แสดงการแก้ไขการตั้งค่าของอุปกรณ์วัด
(ก) แสดง Overview ของอุปกรณ์วัด
(ข) แสดงรายละเอียดการตั้งค่าของอุปกรณ์วัด
(ค) แสดงการแก้ไขการตั้งค่าของอุปกรณ์วัด

3.4.4 สร้างกราฟิกเพื่อจำลองการทำงานของแบบจำลองกระบวนการ

ในโครงงานนี้จะต้องมีการสร้างกราฟิกของแบบจำลอง เพื่อดูการทำงานของกระบวนการ โดยใช้โปรแกรม DeltaV Operate โดยมีขั้นตอน ดังนี้

1) เปิดโปรแกรม DeltaV Operate

เมื่อเปิดโปรแกรม DeltaV Operate ขึ้นมา จะแสดงหน้าว่างเพื่อเตรียมทำการสร้างกราฟิก ดังรูปที่ 3.22

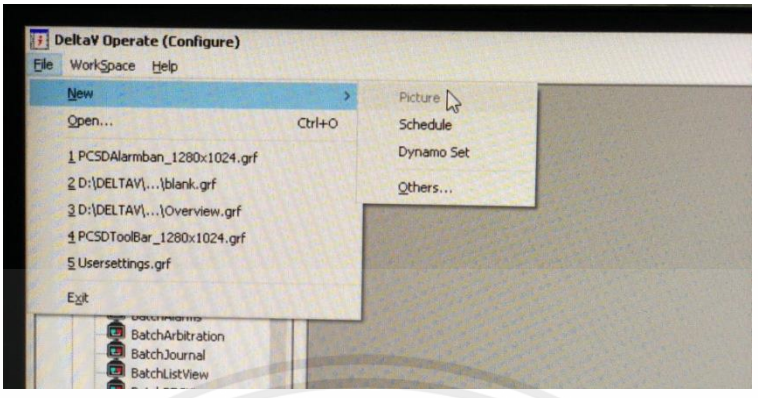


รูปที่ 3.22 แสดงหน้าโปรแกรม DeltaV Operate

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) สร้างรูปภาพ

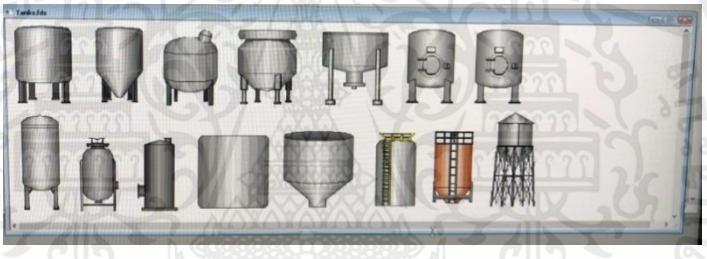
โดยการเลือกเมนู File > New > Picture ดังรูปที่ 3.23



รูปที่ 3.23 แสดงการสร้างรูปภาพใหม่

3) สร้างกราฟฟิกแบบจำลอง 3 ถัง

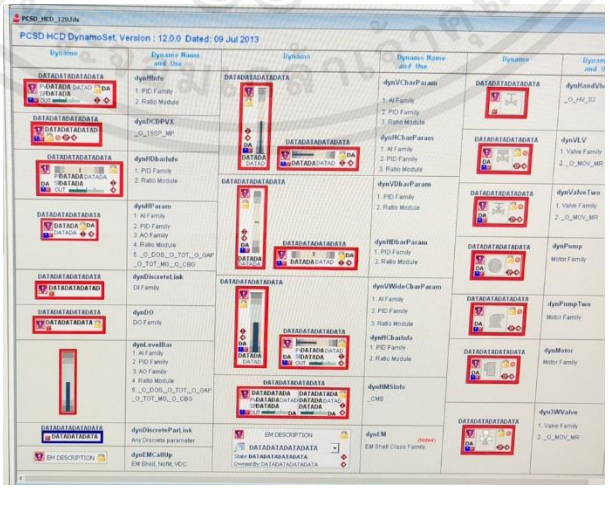
โดยเลือกรูปแบบถังและท่อต่าง ๆ จาก Dinamo Set ดังรูปที่ 3.24



รูปที่ 3.24 แสดงรูปแบบต่าง ๆ ของถัง

4) ใส่ Level Bar และ Pump

โดยเลือกจาก Dinamo Set > PCSD_HCD_120 ดังรูปที่ 3.25



รูปที่ 3.25 แสดงหน้าของ PCSD_HCD_120

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5) ทำการใส่ข้อมูลแต่ละส่วน

โดยใช้ฟังก์ชัน Data Link ดังรูปที่ 3.26 จากนั้นทำการเพิ่ม Parameter path ให้ครบทุกโมดูล แสดงข้อมูลดังตารางที่ 3.23

.

รูปที่ 3.26 แสดงไอคอนของคำสั่ง Data Link

ตารางที่ 3.23 แสดง Parameter path

Module	Parameter path
LI_101	DVSYS.LI_101/AI1/PV.F_CV
LEVEL1 BAR	LI_101/AI1/OUT
LI_201	DVSYS.LI_201/AI1/PV.F_CV
LEVEL2 BAR	LI_201/AI1/OUT
LI_203	DVSYS.LI_203/AI1/PV.F_CV
LI_204	DVSYS.LI_204/AI1/PV.F_CV
LI_301	DVSYS.LI_301/AI1/PV.F_CV
LEVEL3 BAR	LI_301/AI1/OUT
LI_302	DVSYS.LI_302/AI1/PV.F_CV
LI_303	DVSYS.LI_303/AI1/PV.F_CV
LI_401	DVSYS.LI_401/AI1/PV.F_CV
PI_401	DVSYS.PI_401/AI1/PV.F_CV
TI_402	DVSYS.TI_402/AI1/PV.F_CV
TI_403	DVSYS.TI_403/AI1/PV.F_CV

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
การทดลองและผลการทดลอง

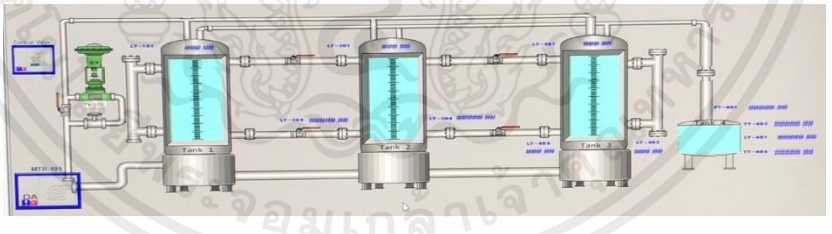
4.1 เครื่องมือที่ใช้ประกอบการทดลอง

1. อุปกรณ์วัดระดับชนิดอัลตราโซนิค (Rosemount 3102)
2. อุปกรณ์วัดอุณหภูมิ (Rosemount 3144P)
3. แบบจำลองกระบวนการ ถังที่ 3 และถังเก็บน้ำ
4. อุปกรณ์ควบคุมการไหลปั๊มน้ำ Electra WB400/150D
5. กราฟิกแสดงแบบจำลองของกระบวนการ
6. DeltaV DCS

4.2 วิธีการทดลอง

วิธีการทดลองคือจะใช้ กราฟฟิกและ DeltaV DCS ในการควบคุมการทำงานของปั๊มเพื่อทำการสูบน้ำเข้าสู่ถัง จากนั้นจะสังเกตการวัดระดับน้ำในถังที่ 3 ของอุปกรณ์วัดระดับชนิดอัลตราโซนิค (Rosemount 3102) และอุปกรณ์วัดอุณหภูมิ (Rosemount 644) ตามขั้นตอนการทดลอง ดังนี้

1. สร้างกราฟิกเพื่อจำลองการ ดังรูปที่ 4.1 ทำงานของกระบวนการด้วยโปรแกรม DeltaV Operate (Configuration)
2. สั่งให้ปั๊มน้ำสูบน้ำเข้าสู่ถังซึ่งสั่งการทำงานจาก DeltaV Operate (Run)
3. สังเกตค่าที่วัดได้จากอุปกรณ์วัดระหว่างหน้าจอ Interface



รูปที่ 4.1 แสดงกราฟฟิกจำลองกระบวนการ 3 ถัง

จากการทดลองพบว่าค่าที่วัดได้จากอัลตราโซนิคมีความผิดพลาดเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ 0.37 จากตารางที่ 4.1 รองลงมาคือ Balance system ค่าความผิดพลาดเฉลี่ยที่ 0.74 จากตารางที่ 4.2 อุปกรณ์ที่มีความผิดพลาดเฉลี่ยมากที่สุดคือ Electronics Remote Sensor โดยมีค่าความผิดพลาดเฉลี่ยอยู่ที่ 0.98 จากตารางที่ 4.3 ค่าอุณหภูมิเฉลี่ยคือ 27.79 องศาเซลเซียส จากตารางที่ 4.4 และค่าเฉลี่ยของความผิดพลาดสัมบูรณ์ของอุปกรณ์วัดแสดงดังตารางที่ 4.5 ซึ่งค่าผิดพลาดที่นำมาคิดคือค่าผิดพลาดสัมบูรณ์ คำนวณได้จากสมการ 4.1 สาเหตุที่ค่าวัดมีความผิดพลาดอาจมีสาเหตุหลักมาจากการที่แบบจำลองกระบวนการหยุดการทำงานเป็นเวลานาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่งผลให้อุปกรณ์วัดบางชนิดมีประสิทธิภาพการวัดที่ลดลง และเนื่องจากในถังอาจมีความดันที่ไม่มากพอจึงทำให้ไม่เอื้อต่อการทำงานของอุปกรณ์วัดที่ต้องทำงานในสภาวะแรงดันสูงๆได้ด้วยเหตุผลนี้จึงทำให้ค่าวัดที่ได้มามีความผิดพลาดมากพอสมควร

$$\text{ค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์} = |X_m - X_t| \quad (4.1)$$

เมื่อ X_m คือ ค่าที่วัดได้

X_t คือ ค่าจริง

วิดีโอประกอบผลการทดลอง : https://www.youtube.com/watch?v=oFgrpv5ampQ

ตารางผลการทดลอง

ตารางที่ 4.1 แสดงค่าที่วัดได้จากอุปกรณ์วัดระดับ Ultrasonic

ระดับ (%)	ค่าที่วัดได้ (%)		
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
0	0.21	0.62	0.39
10	10.08	10.21	10.17
20	20.52	20.93	20.76
30	30.35	30.39	30.27
40	40.39	40.76	40.70
50	50.69	50.69	50.72
60	60.21	60.36	60.03
70	70.00	70.06	70.18
80	79.81	79.82	80.75

ตารางที่ 4.2 แสดงค่าที่วัดได้จากอุปกรณ์วัดระดับ Balance system

ระดับ (%)	ค่าที่วัดได้ (%)		
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
0	1.65	0.35	0.97
10	10.6	11.06	11.23
20	21.31	21.21	21.13
30	30.68	31.32	31.21
40	40.64	40.01	40.08
50	50.42	50.04	50.03
60	60.51	60.12	60.11
70	71.07	71.02	71.06
80	80.86	80.79	80.64

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 แสดงค่าที่วัดได้จากอุปกรณ์วัดระดับ Electronic Remote Sensor

ระดับ (%)	ค่าที่วัดได้ (%)		
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
0	-0.61	2.49	1.31
10	4.89	12.45	12.64
20	15.50	22.40	22.58
30	24.93	31.44	31.59
40	34.65	42.79	42.64
50	44.32	50.50	50.77
60	54.44	63.26	60.15
70	65.03	73.44	72.89
80	70.89	80.12	76.27

ตารางที่ 4.4 แสดงค่าที่วัดได้จากอุปกรณ์วัดระดับ Temperature Transmitter

ระดับ (%)	ค่าที่วัดได้ (%)		
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
0	27.36	27.80	27.79
10	27.36	27.80	27.79
20	27.36	27.79	27.79
30	27.36	27.79	27.79
40	27.36	27.80	27.79
50	27.35	27.80	27.79
60	27.36	27.80	27.79
70	27.36	27.80	27.79
80	27.36	27.79	27.79

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 แสดงค่าเฉลี่ยของค่าวัดที่วัดได้จากอุปกรณ์วัดระดับทั้ง 4 ชนิด

Level (%)	Ultrasonic		Balance system		ERS		Temperature Transmitter (Degree C)
	Level (%)	Absolute Error	Level (%)	Absolute Error	Level (%)	Absolute Error	
0	0.41	0.41	0.99	0.99	1.06	1.06	27.65
10	10.15	0.15	10.96	0.96	9.99	0.01	27.65
20	20.74	0.74	21.22	1.22	20.16	0.16	27.65
30	30.34	0.34	31.07	1.07	29.32	0.68	27.65
40	40.62	0.62	40.24	0.24	40.03	0.03	27.65
50	50.70	0.70	50.16	0.16	48.53	1.47	27.65
60	60.20	0.20	60.25	0.25	59.28	0.72	27.65
70	70.08	0.08	71.05	1.05	70.45	0.45	27.65
80	80.13	0.13	80.76	0.76	75.76	4.24	27.65
Average	0.37		0.74		0.98		27.65

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

หลักการทำงานของแบบจำลองกระบวนการคือ เมื่อต้องการสั่งการให้ปั๊มแบบหมุนเหวี่ยงทำงาน ซึ่งสามารถเลือกสั่งการได้ทั้งแบบสั่งงานโดยผู้ใช้ และอัตโนมัติ โดยท่อดูดของปั๊มจะทำการดึงน้ำจากถังเก็บน้ำของ ถัง 1 ขึ้นมาผ่านท่อที่เชื่อมกับปั๊มและไหลลงสู่ถังเมื่อวาล์วของถังนั้นเปิด โดยถังที่เปิดวาล์วเพื่อให้น้ำไหลลงสู่ถังจากทางท่อด้านบนนั้นมี ถัง 1 และ ถัง 3 ส่วนถังที่ ถัง 2 สามารถเติมน้ำเข้าในถังได้จากการเปิดวาล์วให้น้ำจาก ถัง 1 และ ถัง 3 ไหลเข้ามาที่ ถัง 2 เมื่อน้ำถังระดับเดียวกับท่อซึ่งเป็นหลักการทำงานแบบน้ำล้น เมื่อระดับน้ำของถัง 1 ถัง 2 และ ถัง 3 สูงถึงระดับที่กำหนดจะทำให้วาล์วควบคุมทำงาน สำหรับการเปิดน้ำเข้า ถัง 4 ให้เปิดวาล์วที่ต่อกับท่อจากถัง 3 การทำงานของแบบจำลองนี้สามารถสั่งการจากดีซีเอสได้โดยการเขียนโปรแกรมที่ดีซีเอสสั่งการให้ปั๊มน้ำทำงาน เมื่อระดับน้ำสูงถึงระดับที่กำหนดวาล์วควบคุมทำงานสั่งให้ตัวทำความร้อน ในถัง 4 ทำงานได้ ส่วนอุปกรณ์อื่นสามารถเฝ้าสังเกตจากดีซีเอส ด้วยเช่นเดียวกัน

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีการตั้งค่าระดับน้ำของถังด้วยวิธีที่เหมาะสมก่อนทำการทดลอง
2. ควรมีการวางแผนงานที่ละเอียด
3. ควรมีการตรวจสอบย่านการวัดของอุปกรณ์ของอุปกรณ์วัดก่อนการทำกราฟิก
4. ควรมีการทำการทดลองซ้ำหลาย ๆ ครั้ง เพื่อให้ได้มาซึ่งค่าที่ละเอียดและเชื่อถือได้มากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] Emerson, “Rosemount™ 3101, 3102, and 3105 Level Transmitters Ultrasonic”, มีนาคม 2562, [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา : https://www.emerson.com/documents/automation/product-data-sheetrosemount-3101-3102-3105-ultrasonic-liquid-level-transmitters-en-73584.pdf (26 กันยายน 2566).

[2] Emerson, “Rosemount 3051 Pressure Transmitter”, เมษายน 2566, [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา : https://www.emerson.com/documents/automation/product-datasheet rosemount-3051-pressure-transmitter-en-73134.pdf (26 กันยายน 2566).

[3] Emerson, “Rosemount 3051S Electronic Remote Sensor(ERS) System”, พฤษภาคม 2561, [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา : https://www.emerson.com/documents/automation/manual-rosemount3051selectronic-remote-sensors-en-88168.pdf (26 กันยายน 2566).

[4] Emerson, “Rosemount™ 644 Temperature Transmitter”, กรกฎาคม 2566, [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา : https://www.emerson.com/documents/automation/product-data-sheet-rosemount-644-temperature-transmitter-en-73332.pdf (27 กันยายน 2566).

[5] เด็กช่างวัด, “คอนโทรลวาล์ว คืออะไรมีองค์ประกอบอะไรบ้าง?”, 18 มิถุนายน 2564, [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา : https://www.instrument.engineer/2021/06/what-is control-valve.html (1 ตุลาคม 2566).

[6] TORQUE, “ปั๊มหอยโข่ง คือ อะไร มีหลักการทำงานอย่างไรบ้าง?”, 1 กุมภาพันธ์ 2565, [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา : https://www.alphagroup.co.th/what-is-centrifugal-pump/ (3 ตุลาคม 2566).

[7] PAKO engineering, “HART Protocol การนำดิจิตอลมาใช้ ในงานเครื่องมือวัดและควบคุม”, 2558. [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา : https://blog.pako.co.th/hart-protocol/ (9 ตุลาคม 2566).

[8] CC-Link Partner Association, “DCS ระบบควบคุมแสนอัจฉริยะที่ควรมีในโรงงานอุตสาหกรรม”, 2559. [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา : https://th.cclink.org/th/cclink/article/what-is-distributed-control- system (9 ตุลาคม 2566).

[9] Emerson Process Management Education Services Austin, Texas (USA), “Workstation Licensing”, Course 7009, Rev 11, pp 1-18 to 1-21, 12 August 2010.

[10] Emerson Process Management Education Services Austin, Texas (USA), “DeltaV S-series”, Course 7009, Rev 11, pp 1-18 to 1-21, 12 August 2010.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[11] เด็กช่างวัด, “อ่านแบบ P&ID ต้องรู้และเข้าใจอะไรก่อนบ้าง” , 30 ธันวาคม 2565, [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา : https://dekchangwad.com/how-to-read-p-and-id/ (12 พฤศจิกายน 2566).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.

ข้อมูลจำเพาะของ CHARM Classes

Specifications for AI 4-20 mA HART CHARM	
Sensor Types	4-20 mA with or without HART 0-20 mA Supports 2-wire and 4-wire device types directly Supports 3-wire device powered through the 3-wire AI Fused Injected Power Terminal Block or the 24V DC Power CHARM
Nominal Signal Range (Span)	4-20 mA, (0-20 mA optional)
Full Signal Range	0 to 24 mA
Input Impedance	250 Ω ±1%
Field Power (2-wire)	15.0V at 20 mA @ 24V DC input
Accuracy Over Temperature Range	0.1% of span (0-60°C) 0.25% of span (over -40 -70°C)
Repeatability	0.05% of span
Resolution	16 bit A/D converter
Calibration	None required
DC/50/60 Hz Common Mode Rejection	N/A
Field Circuit Protection	■ 30 mA Current Limiting circuit ■ Field wiring disconnect
CHARM Power Req.	36 mA max @ 24V DC for two wire configuration 12 mA max @ 24V DC for three and four wire configuration
CHARM Heat Dissipation	0.33 W
HART Support	HART v7 pass-through for AMS HART v7 variable and device status available to control
HART Data Update Rates	Update rates are faster than every second dependent on HART communication loading and device type

รูปที่ ก.1 แสดงข้อมูลจำเพาะของ AI 4-20 mA HART CHARM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Specifications for AO 4-20 mA HART CHARM	
Sensor Types	4 to 20 mA with or without HART 0 to 20 mA
Nominal Signal Range (Span)	4 to 20 mA, (0 to 20 mA option)
Full Signal Range	0 to 24 mA
Accuracy Over Temperature Range	0.25% of span (0 to 60°C) 0.5% of span (-40 to 70°C)
Resolution	16-bit D/A converter
Calibration	None required
Available Field Power	20 mA at 15V DC supply into 750 Ω load
Field Circuit Protection	■ 24 mA Current Limiting Circuit ■ Field wiring disconnect
CHARM Power Req.	42 mA max @ 24V DC
CHARM Heat Dissipation	0.48 W
HART Support	HART v7 pass-through for AMS HART v7 variable and device status available to control
HART Data Update Rates	Update rates are faster than every second dependent on HART communication loading and device type

รูปที่ ก.2 แสดงข้อมูลจำเพาะของ AO 4-20 mA HART CHARM

Specifications for DI NAMUR CHARM	
Sensor Types	NAMUR Sensors, Dry Contacts, Dry contact with end of line resistance
Detection Level for On	> 2.1 mA (<4 kΩ)
Detection Level for Off	< 1.2 mA (>9 kΩ)
Channel Impedance	1.5 KΩ (approximate)
Wetting Voltage*	12 Volts (± 5%)
Fault detection capable with NAMUR sensor or with an optional field resistor pack** as shown on Option 2 in diagram below (Option 1 in diagram below is not fault detection capable)	■ Guaranteed short circuit: <100 Ω ■ Guaranteed good status: 400 Ω to 40 kΩ ■ Guaranteed open circuit: >75 kΩ
Configurable Channel Types: ■ Discrete Input ■ Pulse Count	 Dry contact or discrete state sensor changing <2 Hz Pulse train 0.1 Hz to 10 KHz, 50 µsec min pulse width
Field Circuit Protection	■ 8 mA Current Limiting Circuit ■ Field wiring disconnect
CHARM Power Req.	28 mA max @ 24V DC
CHARM Heat Dissipation	0.51 W

รูปที่ ก.3 แสดงข้อมูลจำเพาะของ DI NAMUR CHARM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Specifications for DI 24 V DC low-side sense (dry contact) CHARM	
Sensor Types	24V DC Dry Contacts
Detection Level for On	>2.25 mA (<5.3 kΩ)
Detection Level for Off	<1.75 mA (>8.2 kΩ)
Channel Impedance	4.8 KΩ
Wetting Voltage	22.5Volts (± 5%), current limited to 12.5 mA nominal
Fault detection capable with an optional field resistor pack* as shown on Option 1 in diagram below (Without resistor pack fault detection is not possible)	■ Guaranteed short circuit: <100 Ω ■ Guaranteed good status: 400 Ω to 40 kΩ ■ Guaranteed open circuit: > 75 kΩ
Configurable Channel Types: ■ Discrete Input ■ Pulse Count	Dry contact or discrete state sensor changing <2 Hz Pulse train 0.1 Hz to 10 KHz, 50 µsec min pulse width
Field Circuit Protection	■ 12.5 mA Current Limiting Circuit ■ Field wiring disconnect
CHARM Power Req.	22 mA max @ 24V DC
CHARM Heat Dissipation	0.33 W

รูปที่ ก.4 แสดงข้อมูลจำเพาะของ DI 24 VDC low-side CHARM

Specifications for DI 24V DC Isolated CHARM	
Detection Level for On	>10V DC
Detection Level for Off	<5V DC
Wetting Current	6 mA @ 24V DC
Input Impedance	4 KΩ (approximately)
Isolation	Optically isolated and factory tested to 1000V DC
Configurable Channel Types: ■ Discrete Input ■ Pulse Count	Dry contact or discrete state sensor changing <2 Hz Pulse train 0.1 Hz to 10 KHz, 50 µsec min pulse width
Field Circuit Protection	■ Recommend External Fuse at power source ■ Field wiring disconnect
CHARM Power Req.	12 mA max @ 24V DC
CHARM Heat Dissipation	0.32 W

รูปที่ ก.5 แสดงข้อมูลจำเพาะของ DI 24 VDC Isolated CHARM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Specifications for DI 120V AC Isolated CHARM	
Detection Level for On	>84V AC
Detection Level for Off	<34V AC
Wetting Current	2 mA at 120V AC
Input Impedance	60 KΩ (approximately)
Maximum Input Voltage	130V AC
Frequency	50/60 Hz
Isolation	Each channel is optically isolated from the system at 250V AC
Configurable Channel Types: ■ Discrete Input ■ Pulse Count	 Dry contact or discrete state sensor changing <2 Hz Pulse train 0.1 Hz to 10 Hz
Field Circuit Protection	■ Recommend External Fuse at power source ■ Field wiring disconnect
CHARM Power Req.	12 mA max @ 24V DC
CHARM Heat Dissipation	0.41 W

รูปที่ ก.6 แสดงข้อมูลจำเพาะของ DI 120 VAC Isolated CHARM

Specifications for DI 230V AC Isolated CHARM	
Detection Level for On	>168V AC
Detection Level for Off	<68V AC
Wetting Current	1 mA at 230V AC
Input Impedance	240 KΩ (approximately)
Maximum Input Voltage	250V AC
Frequency	50/60 Hz
Isolation	Each channel is optically isolated from the system at 250V AC
Configurable Channel Types: ■ Discrete Input ■ Pulse Count	 Dry contact or discrete state sensor changing <2 Hz Pulse train 0.1 Hz to 10 Hz
Field Circuit Protection	■ Recommend External Fuse at power source ■ Field wiring disconnect
CHARM Power Req.	12 mA max @ 24V DC
CHARM Heat Dissipation	0.40 W

รูปที่ ก.7 แสดงข้อมูลจำเพาะของ DI 230 VAC Isolated CHARM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Specifications for DO 24V DC High-Side CHARM	
Device Type	24V DC Solenoid coils
On State Output Rating	100 mA continuous @ 24V DC
Off State Leakage Current	1 mA maximum
Line Fault Detection	■ Guaranteed short circuit: <50 Ω load ■ Guaranteed good status: 240 Ω to 10 kΩ load ■ Guaranteed open circuit: >20 kΩ load
Configurable Output Behavior	■ Momentary Output ■ Continuous Pulse Output ■ Line fault testing
Line Fault Test Timing	200 µsec
Field Circuit Protection	■ 200 mA Current Limiting Circuit ■ Field wiring disconnect
CHARM Power Req.	116 mA max @ 24 V DC - Standard Terminal Block 24 mA max @ 24 V DC - Relay Output Terminal Block
CHARM Heat Dissipation	0.44 W - Standard Terminal Block 0.61 W - Relay Output Terminal Block

รูปที่ ก.8 แสดงข้อมูลจำเพาะของ DO 24 VDC high-side CHARM

Specifications for DO 24V DC Isolated CHARM	
Device Type	24V DC Inductive Load
Output Range	4V DC to 32V DC
Output Rating	1.0 A continuous (2 A inrush for <100 ms)
Off State Leakage Current	1 mA maximum
Configurable Output Behavior	■ Momentary Output ■ Continuous Pulse Output
Isolation	The output channel is galvanically isolated and factory tested to 1000V DC.
Field Circuit Protection	■ 4 A Current Limiting Circuit (Short Circuit) with thermal shutoff, automatic reset ■ Field wiring disconnect ■ Recommend external fuse at power source
CHARM Power Req.	22 mA max @ 24V DC
CHARM Heat Dissipation	0.46 W

รูปที่ ก.9 แสดงข้อมูลจำเพาะของ DO 24 VDC Isolated CHARM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Specifications for DO V AC Isolated CHARM	
Sensor Types	V AC Inductive load
Output Range	20 to 250V AC
Output Rating	0.5 A continuous (10 A inrush for<20 ms, 2.5 A inrush for<100 ms)
Off State Leakage Current	2 mA maximum at 120V AC 4 mA maximum at 230V AC
Configurable Output Behavior	■ Momentary Output ■ Continuous Pulse Output
Isolation	Each channel is optically isolated from the system at 250V AC
Field Circuit Protection	■ Field wiring disconnect ■ Recommend external fuse at power source
CHARM Power Req.	12 mA max @ 24V DC
CHARM Heat Dissipation	0.70 W

รูปที่ ก.10 แสดงข้อมูลจำเพาะของ DO VDC Isolated CHARM

Specifications for Thermocouple/mV Input CHARM	
Sensor Types ■ Thermocouple ■ mV	 B, E, J, K, N, R, S, T, uncharacterized Low level voltage source (±20 mV, ±50 mV, and ±100 mV)
Full Scale Signal Range	See Table next page
Accuracy	See Table next page
Repeatability	0.05% of span
Resolution	24-bit A/D converter / Depends upon the sensor type
Calibration	None required
Cold junction Compensation (CJC) ■ Accuracy ■ Range	 ± 1.0°C -40 to 85°C
DC/50/60 Hz Common Mode Rejection	90dB
Isolation	Each sensor galvanically isolated and factory tested to 1000V DC
Open Sensor Detection	Yes
CHARM Power Req.	22 mA max @ 24V DC
CHARM Heat Dissipation	0.30 W
Open Sensor Detection Current	45 nA

รูปที่ ก.11 แสดงข้อมูลจำเพาะของ Thermocouple Input CHARM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Specifications for RTD Input CHARM	
Sensor Types	RTD input (Types listed in Table)
Sensor Configuration	2 wire, 3 wire, or 4 wire
Full Scale Signal Range	See Table next page below
Accuracy	See Table next page below
Repeatability	0.05% of span
Resolution	24 bit A/D converter / Depends upon the sensor type
Calibration	None required
Sensor Excitation Current	0.5 mA in 2-wire and 4 wire configurations 0.25 mA in 3-wire
DC/50/60 Hz Common Mode Rejection	90dB typical
Isolation	Each sensor galvanically isolated and factory tested to 1000V DC
Open Sensor Detection	Yes
CHARM Power Req.	22 mA max @ 24V DC
CHARM Heat Dissipation	0.30 W

รูปที่ ก.12 แสดงข้อมูลจำเพาะของ RTD Input CHARM

Specifications for 24V DC Power CHARM	
Device Type	24V DC Power output
Status Read Back Level for Power Good	>10V DC
Status Read Back Level for Power Bad	<5V DC
Isolation	Status read back circuitry is optically isolated and factory tested to 1000V DC. Output power has no isolation from the injection point.
Field Circuit Protection	■ 2 Amp fuse located in Fused-Injected-Power Terminal Block ■ Field wiring disconnect
CHARM Power Req.	12 mA max @ 24V DC
Injected Power Req.	1.01 Amps max @ 24V DC
CHARM Heat Dissipation	0.32 W

รูปที่ ก.12 แสดงข้อมูลจำเพาะของ Voltage Input CHARM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

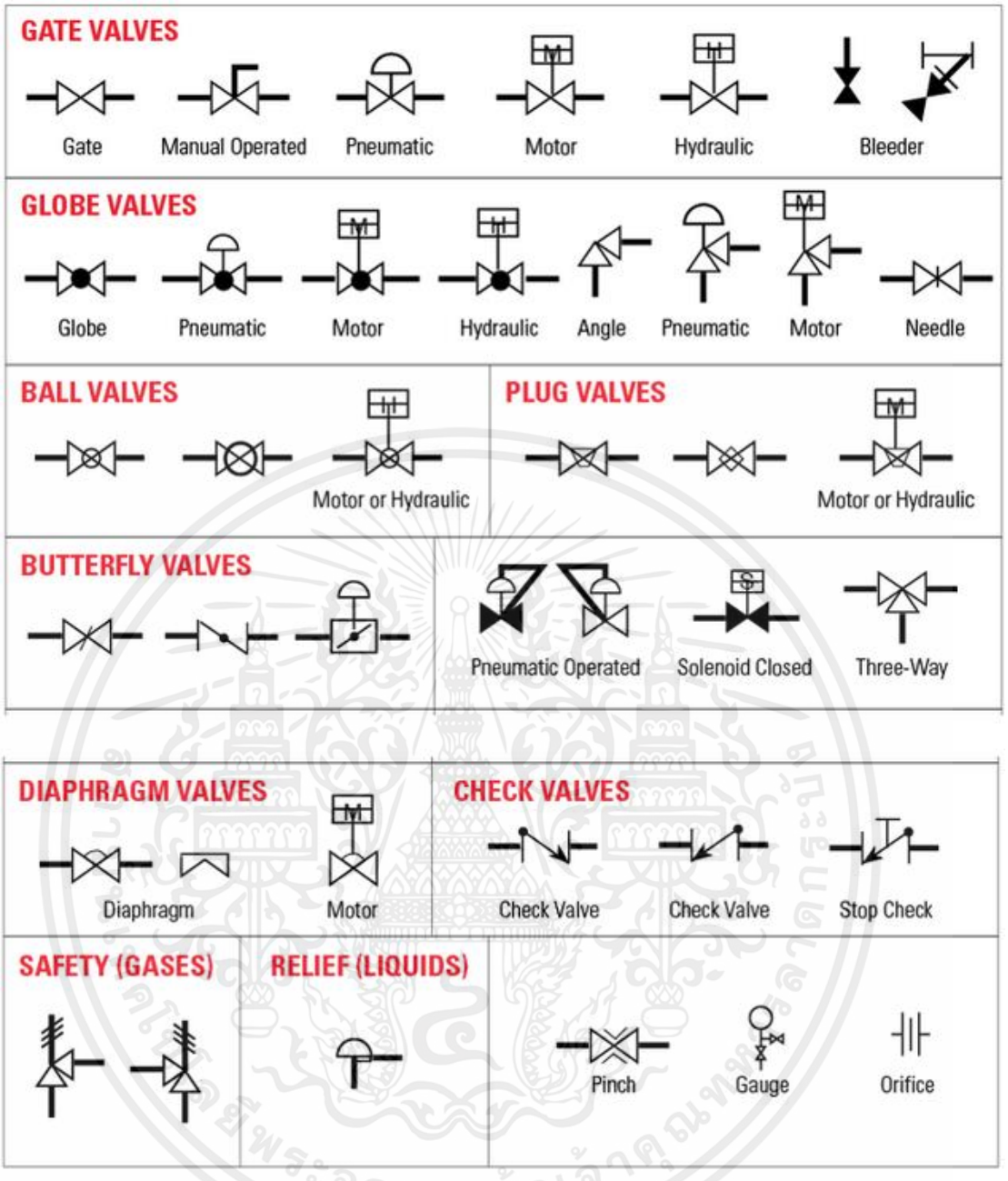
ภาคผนวก ข.

สัญลักษณ์ P&ID ของ Plant model

	PRIMARY LOCATION NORMALLY ACCESIBLE TO OPERATOR	FIELD MOUNTED	AUXILIARY LOCATION NORMALLY ACCESSIBLE TO OPERATOR
DISCRETE INSTRUMENTS	1	2	3
SHARED DISPLAY, SHARED CONTROL	4	5	6
COMPUTER FUNCTION	7	8	9
PROGRAMMABLE LOGIC CONTROL	10	11	12

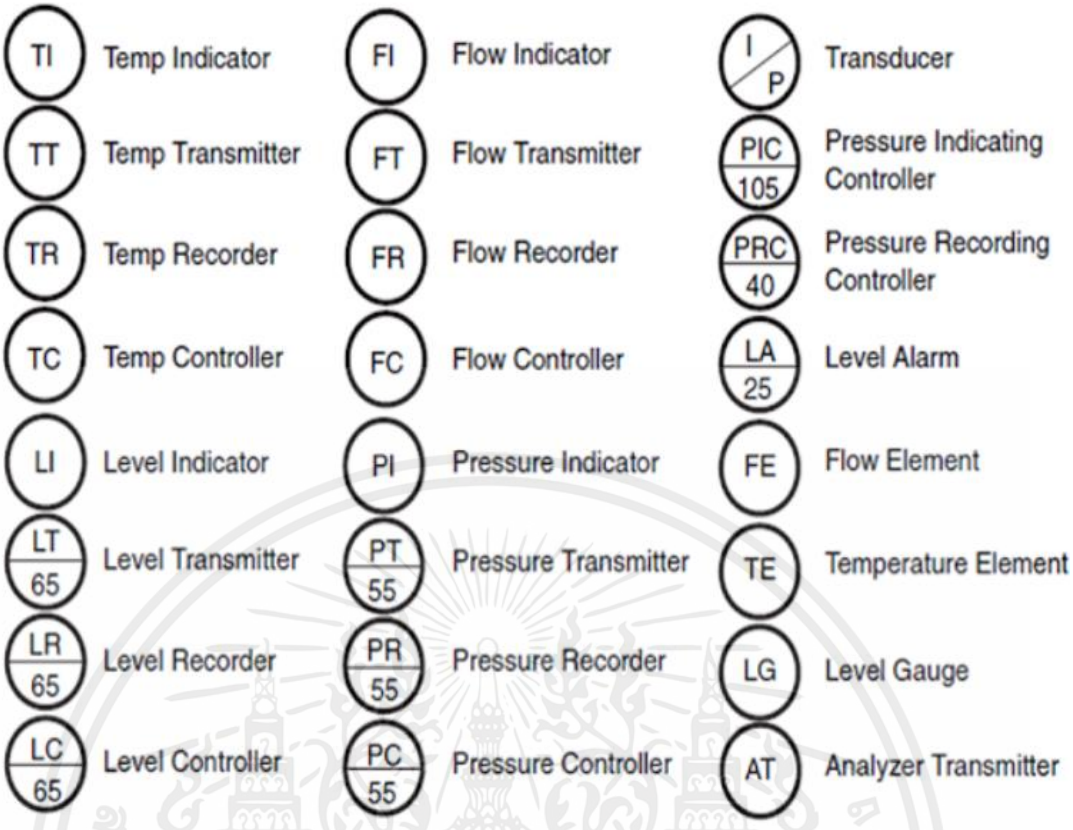
รูปที่ ข.1 แสดงสัญลักษณ์ของ Instrument Function system

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.2 แสดงสัญลักษณ์ของวาล์ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.3 แสดงสัญลักษณ์ของอุปกรณ์วัดต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้