การออกแบบและจัดสร้างแพลนต์โมเดลสำหรับการควบคุมระดับของเหลวในถังปิดด้วยเงื่อนไขแบบขาแห้งโดยใช้ฟาวน์เดชันฟิลด์บัส

PLANT MODEL DESIGN AND IMPLEMENTATION FOR CLOSED-TANK LIQUID LEVEL CONTROL WITH DRY LEG CONDITION BY UTILIZING FOUNDATION FIELDBUS

นายธีรภัทร์ กระแสร์ชล

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมอัตโนมัติ

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2565

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PLANT MODEL DESIGN AND IMPLEMENTATION FOR CLOSED-TANK LIQUID LEVEL CONTROL WITH DRY LEG CONDITION BY UTILIZING FOUNDATION FIELDBUS

TEERAPAT KRASAECHON

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF
BACHELOR OF ENGINEERING IN AUTOMATION ENGINEERING
SCHOOL OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
ACADEMIC YEAR 2022

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

สาขาวิศวกรรมอัตโนมัติ

ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

.....

หัวข้อปริญญานิพนธ์	การออกแบบและจัดสร้างแพลนต์โมเดลสำหรับการควบคุมระดับของเหลวในถังปิดด้วยเงื่อนไขแบบขาแห้งโดยใช้ฟาวน์เดชันฟิลด์บัส
Thesis Title	Plant Model Design and Implementation for Closed-Tank Liquid Level Control with Dry Leg Condition by Utilizing Foundation Fieldbus
นักศึกษา	นายธีรภัทร์ กระแสร์ชล
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขา	วิศวกรรมอัตโนมัติ
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ.ดร. พิทยา ปานนิล
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	รศ.ดร. ธีรวัฒน์ เทพมณี
ปีการศึกษา	2565

อาจารย์ที่ปรึกษา	ลายมือชื่อ
รศ.ดร. พิทยา ปานนิล	
รศ.ดร. ธีรวัฒน์ เทพมณี	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์ การออกแบบและจัดสร้างแพลนต์โมเดลสำหรับการควบคุมระดับของเหลวในถังปิดด้วยเงื่อนไขแบบขาแห้งโดยใช้ฟาวน์เดชันฟิลด์บัส

นักศึกษา นายธีรภัทร์ กระแสร์ชล **รหัสประจำตัว** 62010445

อาจารย์ที่ปรึกษา รศ.ดร. พิทยา ปานนิล

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม รศ.ดร. ธีรวัฒน์ เทพมณี

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้มีเป้าหมายเพื่อนำเสนอการออกแบบและจัดสร้างแพลนต์โมเดลสำหรับการควบคุมระดับของเหลวด้วยอุปกรณ์วัดและควบคุมที่ใช้เทคโนโลยีฟาวน์เดชันฟิลด์บัสในการสื่อสาร โดยแพลนต์โมเดลดังกล่าวเป็นการควบคุมระดับของเหลวในถังทรงกระบอกปิดที่มีความจุ 7.76 ลิตร ในการวัดระดับของเหลวนั้นใช้หลักการขาแห้ง โดยใช้ทรานสมิตเตอร์วัดความดันแตกต่าง (Differential Pressure Transmitter) รุ่น Rosemount 3051 (LIT_301) และใช้วาล์วควบคุมรุ่น Masoneilan Dresser 35-35212 (LCV_301) เป็นอุปกรณ์ควบคุมสุดท้ายเพื่อปรับอัตราการไหลของของเหลวขาเข้า นอกจากนี้ ยังใช้ทรานสมิตเตอร์วัดความดันแตกต่างอีกตัวรุ่น Rosemount 3051 (FIT_301) เพื่อวัดความดันตกคร่อมแผ่นออริฟิสรุ่น Rosemount 1195 สำหรับการแสดงค่าอัตราการไหลขาเข้า ยิ่งไปกว่านั้น แพลนต์โมเดลที่จัดสร้างนี้ถูกเชื่อมต่อกับดีซีเอสรุ่น DeltaV เพื่อทดสอบฟังก์ชันการทำงาน โดยมีการสร้างฟังก์ชันบล็อกไดอะแกรมของลูปควบคุมโดยใช้ซอฟต์แวร์ ‘Control Studio’ ซึ่งประกอบไปด้วยฟังก์ชันบล็อก ‘AI’ จำนวน 2 บล็อก ฟังก์ชันบล็อก ‘PID’ จำนวน 1 บล็อก และฟังก์ชันบล็อก ‘AO’ จำนวน 1 บล็อก และมีการกำหนดให้ฟังก์ชันบล็อกพีไอดีของวาล์วควบคุมเป็นตัวควบคุมตามหลักการ ‘Control-in-the-Field’ ผลการทดสอบยืนยันได้ว่า แพลนต์โมเดลที่จัดสร้างสามารถนำไปใช้งานเป็นชุดทดลองเพื่อเสริมสร้างความรู้ความเข้าใจของนักศึกษาที่เกี่ยวข้องกับระบบการควบคุมระดับของเหลวในอุตสาหกรรมต่อไป

คำสำคัญ: ระบบถังปิด, การควบคุมระดับของเหลว, ดีซีเอส, ทรานสมิตเตอร์วัดความดันแตกต่าง, การวัดระดับแบบขาแห้ง, ฟาวน์เดชันฟิลด์บัส, แพลนต์โมเดล, พีไอดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title: Plant Model Design and Implementation for Closed-Tank Liquid Level Control with Dry Leg Condition by Utilizing Foundation Fieldbus

Student Name: Teerapat Krasaechon **Student ID:** 62010445

School: Engineering

Thesis Advisor: Assoc. Prof. Dr. Pittaya Pannil

Thesis Co-Advisor: Assoc. Prof. Dr. Teerawat Thepmanee

ABSTRACT

This thesis aims to present a design and implementation of a plant model for a liquid level control system when using field instruments based on Foundation Fieldbus communication technology. The system design primarily involves controlling the liquid level in a cylindrical-shaped closed tank with a capacity of 7.76 liters. The liquid level measurement based on a dry leg method uses a differential pressure transmitter modeled Rosemount 3051 (LIT_301). A control valve modeled Masoneilan Dresser 35-35212 (LCV_301) is used as a final control element for adjusting a liquid inlet flowrate. In addition, the inlet flowrate is monitored by using another differential pressure transmitter modeled Rosemount 3051 (FIT_301) for measuring a pressure drop across an orifice plate modeled Rosemount 1195. Moreover, the implemented plant model is connected to a distributed control system (DCS) modeled DeltaV for testing its functionality. A function block diagram of the control loop, which consists of two analog input (AI) blocks, one proportional-integral-derivative (PID) function block, and one analog output (AO) block, is created by using the 'Control Studio' DCS software. Based on the 'Control-in-the-Filed' concept, the PID function block is assigned in the control valve to perform the controller. Test results confirm that the implemented plant model can be used as the experimental kit to further enhance students' knowledge and understanding of the industrial level control system.

Keywords: Closed-Tank System, Controlling the liquid level, DCS, Differential Pressure Transmitter, Dry-Leg Level-Measurement, Foundation Fieldbus, Plant Model, PID

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณอย่างยิ่งกับผู้มีส่วนช่วยเหลือและอนุเคราะห์ให้ปริญญานิพนธ์นี้ได้สำเร็จลุล่วง ทั้งความอนุเคราห์จากคณาอาจารย์ที่ปรึกษา รศ.ดร. พิทยา ปานนิล และ รศ.ดร. ธีรวัฒน์ เทพมณี และอาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมอัตโนมัติ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ให้การช่วยเหลือทั้งด้านความรู้และเวลาเพื่อให้แพลนต์โมเดลสำหรับการควบคุมระดับของเหลวในถึงปิดด้วยวิธีการวัดแบบขาแห้งโดยใช้ฟาวน์เดชันฟิลด์บัสสามารถใช้งานได้ ทางผู้จัดทำจึงขอขอบคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ รศ.ดร. ไสว พงศ์สวัสดิ์ ที่ให้ความช่วยเหลือในขั้นตอนเบิกจ่ายสำหรับวัสดุและอุปกรณ์ที่จำเป็นต้องใช้ในการจัดสร้างแพลนต์โมเดลและการให้คำแนะนำสำหรับการจัดสร้างแพลนต์โมเดลโมเดลนี้ให้สำเร็จลุล่วงออกมาเป็นประโยชน์แก่ผู้ที่สนใจ ขอขอบคุณนักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมอัตโนมัติ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังที่ให้ความช่วยเหลือในการจัดหาอุปกรณ์ที่จำเป็นในการทำงานเหล่านี้

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณทุกท่านที่มีส่วนร่วมให้ปริญญานิพนธ์นี้เสร็จสมบูรณ์ทั้งบุคคลที่ได้กล่าวมาข้างต้นและบุคคลที่ยังไม่ได้กล่าวถึง ขอขอบคุณบิดา มารดา ที่มอบโอกาสการศึกษา ขอขอบคุณกำลังใจจากเพื่อน ๆ ทั้งร่วมคณะ ร่วมสถาบัน หากมีสิ่งใดผิดพลาดทางผู้จัดทำขอน้อมรับไว้และขออภัยไว้เพียงที่นี้

ผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

ใบรับรองปริญญานิพนธ์ i

บทคัดย่อ ii

ABSTRACT iii

กิตติกรรมประกาศ iv

สารบัญรูป ix

สารบัญตาราง xii

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ที่มาและความสำคัญของปริญญานิพนธ์ 1

1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์ 2

1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์ 2

1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ 4

1.5 แผนการดำเนินงาน 4

บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 5

2.1 กล่าวนำ 5

2.2 ฟาวน์เดชันฟิลด์บัส 5

2.2.1 ประวัติความเป็นมาของฟาวน์เดชันฟิลด์บัส 5

2.2.2 หลักการพื้นฐานของฟาวน์เดชันฟิลด์บัส 6

2.2.3 แนวคิด Control-in-the-Field 8

2.3 รูปแบบการไหลของของไหล 8

2.4 การคำนวณประเภทการไหลโดยใช้ตัวเลขของเรย์โนล์ 10

2.5 ดีซีเอส 11

2.6 การวัดระดับของเหลวในถังปิด 13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้าที่

2.6.1 การวัดระดับของเหลวแบบขาเปียก 13

2.6.2 การวัดระดับของเหลวแบบขาแห้ง 15

2.7 การควบคุมแบบพีไอดี 19

บทที่ 3 รายละเอียด ขั้นตอนการออกแบบและการประกอบแพลนต์ 21

3.1 กล่าวนำ 21

3.2 หลักการออกแบบ 21

3.3 พีแอนด์ไอดี 22

3.4 การออกแบบโครงจัดสร้าง 24

3.5 การออกแบบระบบท่อ 26

3.6 ชิ้นส่วนที่ใช้ในการจัดสร้างแพลนต์โมเดล 27

3.7 การออกแบบระบบไฟฟ้า 32

3.7.1 ระบบควบคุมปั๊มน้ำ 32

3.7.2 กล่องเชื่อมสาย 36

3.8 อุปกรณ์ที่ระดับฟิลด์ที่ติดตั้งในแพลนต์โมเดล 39

3.8.1. ทรานสมิตเตอร์ รุ่น Rosemount 3051 39

3.8.2 แผ่นออริฟิส รุ่น Rosemount 1195 42

3.8.3 ปั๊มน้ำ รุ่น CPm-130 44

3.8.4 วาล์วควบคุม รุ่น Masoneilan Dresser 35-35212 45

3.9 แผงผังเครือข่าย 47

3.10 การจัดสร้างแพลนต์โมเดล 48

3.10.1 การประกอบชิ้นงานส่วนโครงอลูมิเนียมโปรไฟล์ 49

3.10.2 การติดตั้งแผ่นออริฟิส 50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้าที่

3.10.3 การติดตั้ง LIT_301 52

3.10.4 การติดตั้ง FIT_301 53

3.10.5 การติดตั้ง LCV_301 54

3.10.6 การติดตั้งปั๊มน้ำ 55

3.10.7 การติดตั้งถังพักน้ำ 56

3.11 การวางระบบไฟฟ้า 56

3.11.1 การติดตั้งตู้ไฟสำหรับควบคุมปั๊มน้ำ และกล่องเชื่อมสาย 56

3.11.2 การเชื่อมต่อกับระบบไฟของอุปกรณ์ที่ใช้เทคโนโลยีฟาวน์เดชันฟิลด์บัส 57

บทที่ 4 การทดสอบการควบคุมระดับของเหลว 59

4.1 กล่าวนำ 59

4.2 การทดสอบการทำงานของวงจรควบคุมปั๊มน้ำ 59

4.3 การใช้งานดีซีเอส 61

4.3.1 การเชื่อมต่ออุปกรณ์กับระบบควบคุม 61

4.3.2 การจัดสร้างลูปควบคุม 63

4.3.3 การตั้งค่าพารามิเตอร์ที่จำเป็นต่อการควบคุมระดับของเหลวในตัวอุปกรณ์ 68

4.3.4 การจัดสร้างกราฟิก 71

4.3.5 การคอมมิชชันนิง 73

4.4 การทดสอบการควบคุมของเหลว 75

บทที่ 5 สรุปผล ปัญหาที่พบ แนวทางการแก้ไขและข้อเสนอแนะ 81

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน 81

5.2 ปัญหาที่พบ 81

5.3 แนวทางการแก้ไข 81

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้าที่

5.4 ข้อเสนอแนะ 82

เอกสารอ้างอิง 83

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ **หน้าที่**

2.1 แบบจำลองฟาวน์เดชันฟิลด์บัสเทียบกับแบบจำลองโอเอสไอ 6
2.2 การเปรียบเทียบการไหลทั้งสองแบบ 9
2.3 ความสัมพันธ์ของการไหลแบบเป็นระเบียบและไม่เป็นระเบียบ 10
2.4 โครงจัดสร้างของดีซีเอส 13
2.5 การวัดระดับของเหลวแบบถังปิดขาเปียก 14
2.6 การวัดระดับของเหลวแบบถังปิดขาแห้ง 16
2.7 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับของเหลวที่คำนวณกับสัญญาณ 4-20 มิลลิแอมป์ 19
2.8. หลักการทำงานของพีไอดี 20
3.1 พีแอน์ไอดี 23
3.2 โมเดลโครงอลูมิเนียมโปรไฟล์ 24
3.3 โมเดลสามมิติของข้อต่อ 25
3.4 การวางอุปกรณ์ต่าง ๆ ในแพลนต์โมเดล 26
3.5 ระยะที่กำหนดในการติดตั้งของแผ่นออริฟิส 26
3.6 แบบสองมิติของถังพักน้ำ 27
3.7 ถังพักน้ำ 29
3.8 แบบสองมิติของถังอะคริลิก 29
3.9 ถังน้ำอะคริลิก 31
3.10 แบบหน้าตู้ควบคุมปั๊มน้ำ 33
3.11 วงจรควบคุมปั๊มน้ำ 35
3.12 แบบภายในตู้ควบคุมปั๊มน้ำ 36
3.13 สายสัญญาณของฟาวน์เดชันฟิลด์บัส 37
3.14 แบบกล่องเชื่อมสาย 38
3.15 ทรานสมิตเตอร์รุ่น Rosemount 3051 39
3.16 หลักการทำงานของทรานสมิตเตอร์วัดความดันแตกต่าง 40
3.17 ขนาดของทรานสมิตเตอร์ รุ่น Rosemount 3051 41
3.18 Rosemount 1195 42
3.19 ระยะการติดตั้งขั้นต่ำของแผ่นออริฟิส 43
3.20 ปั๊มน้ำ รุ่น CPm-130 44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่ **หน้าที่**

3.21 Masonelilan Dresser 35-35212 45
3.22 แผงผังเครือข่ายระบบควบคุมของเหลว 47
3.23 ชิ้นส่วนที่ใช้ในการประกอบฐาน 49
3.24 การประกอบฐานรับของเหลวหนัก 50
3.25 ตำแหน่งติดตั้งแผ่นออริฟิส 51
3.26 ระยะขั้นต่ำในการติดตั้งแผ่นออริฟิส 52
3.27 ตำแหน่งติดตั้งทรานสมิตเตอร์วัดความดันแตกต่าง 52
3.28 แผนผังการเชื่อมต่อของ LIT_301 53
3.29 แผนผังการเชื่อมต่อของ FIT_301 54
3.30 แผนผังการเชื่อมต่อของ LCV_301 55
3.31 การติดตั้งปั๊มน้ำ 55
3.32 การติดตั้งถังพักน้ำ 56
3.33 ตู้ไฟและกล่องเชื่อมสาย 57
3.34 แผนวงจรไฟฟ้าของทรานสมิตเตอร์รุ่น Rosemount 3051 57
3.35 การเชื่อมต่อสาย FF H1 เข้ากับ FIT_301 58
3.36 ภายในกล่องเชื่อมสาย 58
4.1 วงจรควบคุมปั๊มน้ำ 59
4.2 หน้าตู้ควบคุมปั๊มน้ำขณะทำงาน 60
4.3 การเพิ่มตัวอุปกรณ์ในดีซีเอส DeltaV 61
4.4 การกำหนด Device Properties ของ LIT_301 62
4.5 การกำหนด Device Properties ของ FIT_301 62
4.6 การกำหนด Device Properties ของ LCV_301 63
4.7 การจัดสร้างลูปควบคุม 64
4.8 กำหนดรายละเอียดของลูปควบคุม 64
4.9 เปิดลูปควบคุมด้วยซอฟต์แวร์ Control Studio 65
4.10 การจัดสร้างฟังก์ชันบล็อกสำหรับการควบคุมแบบพีไอดี 65
4.11 ลูปควบคุมพีไอดี 66

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่ **หน้าที่**

4.12 การ Assign I/O 66
4.13 การเลือกอุปกรณ์ฟาวน์เดชันฟิลด์บัสที่ต้องการ 67
4.14 ค่าพารามิเตอร์ของฟังก์ชันบล็อก 67
4.15 การเลือก Template ของกราฟิก 71
4.16 กราฟิกที่ออกแบบ 72
4.17 การเลือกข้อมูลที่จะนำมาแสดงในกราฟิก 72
4.18 ซอฟต์แวร์ DeltaV Explorer ก่อนคอมมิชชันอุปกรณ์ 73
4.19 ซอฟต์แวร์ Control Studio ก่อนคอมมิชชันอุปกรณ์ 74
4.20 ซอฟต์แวร์ DeltaV Explorer หลังคอมมิชชันอุปกรณ์ 74
4.21 ซอฟต์แวร์ Control Studio หลังคอมมิชชันอุปกรณ์ 75
4.23 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลเทียบอัตราการเปิดวาล์ว 76
4.24 ค่าพารามิเตอร์บล็อก AI1 77
4.25 ค่าพารามิเตอร์บล็อก AI2 78
4.26 ค่าพารามิเตอร์บล็อก AO 78
4.27 ค่าพารามิเตอร์บล็อก PID 79
4.28 การควบคุมระดับของเหลวที่ 50 % 79
4.29 การควบคุมระดับของเหลวที่ 66 % 80

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

1.1 แผนการดำเนินงาน 3
2.1 การเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างระดับของเหลว 0-100 % กับระดับของเหลวแบบมิลลิเมตร.....17
3.1 รายการพารามิเตอร์อินพุต/เอาต์พุต.....21
3.2 รายการสิ่งของที่ต้องใช้..... 21
3.3 ความหมายของสีของสัญญาณไฟ.....21
3.4 อุปกรณ์ในตู้ควบคุมปั๊มน้ำ.....32
3.5 รายการสิ่งของที่ต้องใช้ประกอบแพลนต์โมเดล.....34
4.1 ค่าพารามิเตอร์บล็อก AI.....60
4.2 ค่าพารามิเตอร์บล็อก PID.....61
4.3 ค่าพารามิเตอร์บล็อก AO.....62
4.4 รายละเอียดกราฟิก..... 74
4.5 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลเทียบอัตราการเปิดวาล์ว.....75

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปริญญานิพนท์

ในปัจจุบันวงการอุตสาหกรรมในประเทศไทยนั้นกำลังพัฒนาอย่างต่อเนื่อง และเพื่อรองรับกับการเติบโตของอุตสาหกรรมความสามารถที่วิศวกรอัตโนมัติควรจะมีคือ ความสามารถในการออกแบบกระบวนการควบคุม ไม่ว่าจะเป็นการควบคุมระดับของเหลว การควบคุมอัตราการไหล การควบคุมอุณหภูมิ ซึ่งในการเลือกออกแบบระบบการทำงานของระบบควบคุมนั้นจำเป็นต้องคำนึงถึงตัวแปรมากมาย อย่างเช่น ความเหมาะสมของอุปกรณ์วัดในระบบ ความเข้ากันได้ของตัวอุปกรณ์วัดกับระบบที่ใช้สั่งการ เป็นต้น

หนึ่งในเทคโนโลยีที่ใช้ในการสื่อสารของอุปกรณ์วัดที่สำคัญต่อการสั่งการเครื่องมือเหล่านั้นคือ ฟาวน์เดชันฟิลด์บัส (Foundation Fieldbus) ซึ่งเป็นมาตรฐานการสื่อสารและการควบคุมในระบบอุตสาหกรรมที่ใช้ในการเชื่อมต่อและสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ต่าง ๆ ในกระบวนการผลิตหรือระบบอัตโนมัติ มีไว้สำหรับการสื่อสารและการควบคุมข้อมูลที่อยู่ในรูปแบบดิจิทัล (Digital) ระหว่างอุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น เซนเซอร์ (Sensor) วาล์ว (Valve) ทรานสมิตเตอร์วัดความดันแตกต่าง (Differential Pressure Transmitter) และอุปกรณ์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องในระบบอุตสาหกรรม โดยฟาวน์เดชันฟิลด์บัสนั้นมีการออกแบบให้สามารถสื่อสารและควบคุมข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ด้วยตนเองได้โดยไม่ต้องใช้ระบบสื่อสารภายนอกเพิ่มเติม ซึ่งอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อกับฟาวน์เดชันฟิลด์บัสจะสามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลกันได้โดยตรง ทำให้มีประสิทธิภาพการสื่อสารที่ดีและสามารถดำเนินงานได้เร็วขึ้น นอกจากนี้ ฟาวน์เดชันฟิลด์บัสยังมีความสามารถในการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่ถูกส่งไปยังอุปกรณ์แต่ละตัว และสามารถเป็นตัวกลางในการเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อให้มีความเชื่อมต่อรวมอย่างมีประสิทธิภาพในระบบอุตสาหกรรมที่ซับซ้อน

เพราะฉะนั้นการเรียนรู้การใช้งานฟาวน์เดชันฟิลด์บัสจึงเป็นเรื่องที่จะเป็นประโยชน์อย่างมากต่อการพัฒนาตนเองในฐานะวิศวกรอัตโนมัติเพื่อที่จะได้มีความสามารถมากพอที่จะพัฒนาระบบอุตสาหกรรมของประเทศไทยให้ดียิ่งขึ้นไป เพื่อการนั้นผู้จัดทำจึงทำการจัดสร้างแพลนต์โมเดล (Plant Model) สำหรับการควบคุมระดับของเหลวในถังปิดโดยใช้วิธีการวัดแบบขาแห้ง (Dry-Leg Level Measurement)เพื่อที่จะเป็นตัวอย่างในการศึกษาฟาวน์เดชันฟิลด์บัสในรูปแบบที่เรียบง่ายและเห็นผลที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนท์

1. ออกแบบและจัดสร้างแพลนต์โมเดล (Plant Model) สำหรับการควบคุมระดับของเหลวในถังปิดแบบขาแห้ง โดยใช้ ฟาวน์เดชันฟิลด์บัส

2. ทดสอบฟังก์ชันการทำงานแพลนต์โมเดลที่จัดสร้างเชื่อมต่อกับดีซีเอสรุ่น DeltaV และสร้างฟังก์ชันบล็อกไดอะแกรมของลูปควบคุมโดยใช้ซอฟต์แวร์ 'Control Studio' ซึ่งประกอบไปด้วยฟังก์ชันบล็อก AI (Analog Input) จำนวน 2 บล็อก ฟังก์ชันบล็อก PID (Pro-In-De) จำนวน 1 บล็อก และฟังก์ชันบล็อก AO (Analog Output) จำนวน 1 บล็อก และมีการกำหนดให้ฟังก์ชันบล็อกพีไอดีของวาล์วควบคุมเป็นตัวควบคุม (Controller) ตามหลักการ 'Control-in-the-Field'

1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนท์

1. ออกแบบและจัดสร้างแพลนต์โมเดลตามขอบเขตดังต่อไปนี้

1.1 กำหนดเลือกอุปกรณ์วัดและควบคุมที่มีความสามารถในการใช้ฟาวน์เดชันฟิลด์บัสในการสื่อสารและอุปกรณ์อื่นในแพลนต์โมเดลซึ่งประกอบไปด้วย

- ทรานสมิตเตอร์วัดความดันแตกต่างรุ่น Rosemount 3051 (LIT_301)

- ทรานสมิตเตอร์วัดความดันแตกต่างรุ่น Rosemount 3051 (FIT_301)

- แผ่นออริฟิส (Orifice Plate) รุ่น Rosemount 1195

- วาล์วควบคุมรุ่น Masonelian Dresser 35-35212 (LCV_301)

- ปั๊มน้ำรุ่น Cpm-130

1.2 ออกแบบแพลนต์โมเดลโดยใช้อุปกรณ์ที่ได้เลือกเพื่อจัดสร้างแพลนต์สำหรับการควบคุมระดับของเหลวโดยใช้

- LIT_101 สำหรับการวัดระดับของเหลวในถังอะคริลิก (Acrylic Tank) ทรงกระบอกที่มีความจุ 7.76 ลิตร

- LCV_301 สำหรับทำหน้าที่เป็นอุปกรณ์ควบคุมสุดท้าย (Final Control Element) เพื่อปรับอัตราการไหลของของเหลวขาเข้า (Inlet Flowrate)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- FIT_301 ติดตั้งคู่กับแผ่นออริฟิสสำหรับการวัดอัตราการไหลของของเหลวที่ออกจากตัว LCV_301

- ปั๊มน้ำ CPm-130 ขนาด 0.5 แรงม้า ที่สามารถวัดอัตราการไหลได้สูงสุด 90 ลิตรต่อนาที สำหรับการสูบน้ำจากถังพักน้ำสแตนเลส (Stainless Tank) ความจุ 33.7 ลิตร เข้าสู่ถังอะคริลิกทรงกระบอก

โดยใช้ท่อพีวีซี (Polyvinyl Chloride: PVC) ขนาด 1/2 นิ้ว สำหรับการลำเลียงของเหลวที่ไหลผ่านแผ่นออริฟิสและใช้ท่อพีวีซีขนาด 1 นิ้ว สำหรับระบบท่อทั้งหมดที่เหลือ ซึ่งขนาดของแพลนต์โมเดลนั้นจะมีขนาดกว้าง 880 มิลลิเมตร ยาว 880 มิลลิเมตร สูง 1356 มิลลิเมตร โดยมีโครงจัดสร้างทำจากอลูมิเนียมโปรไฟล์ขนาด 40x40 มิลลิเมตร โดยออกแบบแพลนต์โมเดลผ่านซอฟต์แวร์ (Software) SOLIDWORKS และออกแบบตู้ควบคุมโดยซอฟต์แวร์ Skycad

1.3 ออกแบบและจัดสร้างวงจรควบคุมของปั๊มน้ำ Cpm-130 โดยประกอบไปด้วยฟังก์ชันการเปิด/ปิดมีไฟแสดงผลสถานะและมีโอเวอร์โหลดรีเลย์ (Overload Relay) สำหรับการตัดไฟเมื่อกระแสเกิน ซึ่งการควบคุมปั๊มน้ำจะเป็นการควบคุมแบบแมนนวลผ่านกล่องควบคุมที่ติดตั้งอยู่กับแพลนต์โมเดล

2. ทำการทดสอบการควบคุมการทำงานของแพลนต์โมเดลตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

2.1 ทดสอบการควบคุมการทำงานของปั๊มน้ำโดยใช้ตู้ควบคุมปั๊มน้ำที่ติดตั้งไว้

2.2 ทำการเชื่อมต่อแพลนต์โมเดลเข้ากับดีซีเอส DeltaV และจัดสร้างลูปควบคุมโดยใช้บล็อกไดอะแกรม

2.3 กำหนดค่าพารามิเตอร์ (Parameter) ของฟังก์ชันบล็อก (Function Block) ที่ใช้ในการควบคุมระดับของเหลว

2.4 ออกแบบกราฟิกสำหรับเอชเอ็มไอ (Human Machine Interface: HMI) เพื่อใช้ในการควบคุมการทำงานของแพลนต์โมเดลผ่านดีซีเอส DeltaV จำนวน 1 หน้า โดยประกอบไปด้วยการแสดงผลของ

- LIT_301 เพื่อแสดงผลค่าระดับของเหลว

- LCV_301 สำหรับการควบคุมอัตราการไหลและระดับของเหลวในถัง

- FIT_301 สำหรับการแสดงค่าอัตราการไหลผ่านแผ่นออริฟิส

2.5 คอมมิชชันนิง (Commissioning) เข้ากับดีซีเอส DeltaV

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 ทดสอบการควบคุมระดับของเหลวของแพลนต์โมเดลโดยควบคุมผ่านดีซีเอส DeltaV โดยทำการทดสอบการควบคุมแบบพีไอดี และบันทึกผลการวัดระดับน้ำและการวัดอัตราการไหล

1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

ได้รับแพลนต์โมเดลที่สามารถควบคุมระดับของเหลวในถังปิดและอัตราการไหลของของเหลวในถังปิดได้โดยใช้เทคโนโลยีฟาวน์เดชันฟิลด์บัสในการสื่อสารและควบคุมผ่านดีซีเอส

1.5 แผนการดำเนินงาน

มีการวางแผนการดำเนินงานตั้งแต่เดือน สิงหาคม พ.ศ. 2565 ถึง เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2566

ตารางที่ 1.1 แผนการดำเนินงาน

ลำดับการทำงาน	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ษ.	พ.ค.
1. ศึกษาข้อมูลในการจัดสร้างแพลนต์โมเดล									
2. ฝึกใช้ซอฟต์แวร์ SOLIDWORKS									
3. รื้อแพลนต์โมเดลเก่าเพื่อเอาอุปกรณ์วัดมาใช้งาน									
4. ออกแบบแพลนต์โมเดลจำลองผ่านซอฟต์แวร์ SOLIDWORKS									
5. สั่งซื้อสิ่งของที่จำเป็นสำหรับการจัดสร้างแพลนต์โมเดล									
6. จัดสร้างแพลนต์โมเดล									
7. ทดสอบใช้งานแพลนต์โมเดล									
8. จัดทำปริญญานิพนท์									

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 กล่าวนำ

บทนี้จะใช้เป็นการอธิบายทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานในการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในแพลนต์โมเดล รายละเอียดของระบบการควบคุม ทฤษฎีที่ใช้ในการพิจารณาสำหรับขั้นตอนการออกแบบเพื่อจัดสร้างแพลนต์โมเดลสำหรับระบบการวัดระดับของเหลวถังปิดแบบขาแห้ง หรือรายละเอียดของซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการควบคุมแพลนต์โมเดล

2.2 ฟาวน์เดชันฟิลด์บัส [1,2]

ฟาวน์เดชันฟิลด์บัสเป็นมาตรฐานการสื่อสารในระบบควบคุมและติดตามกระบวนการในอุตสาหกรรม เป็นส่วนหนึ่งของระบบการควบคุมกระบวนการที่ใช้สำหรับการติดต่อสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ต่าง ๆ ในอุตสาหกรรม เช่น เซนเซอร์ และตัวกระตุ้น (Actuators) รวมถึงระบบควบคุมหลายตัวจุดในระบบอุตสาหกรรม สัญญาณข้อมูลถูกส่งผ่านสายสัญญาณดิจิทัล (Digital) ในรูปแบบที่เรียกว่า แพ็คเกจ (Packet) เพื่อรองรับการสื่อสารแบบแผงวงจรดิจิทัล โดยใช้การสื่อสารแบบหลายอุปกรณ์ (Multi-Drop) ทำให้สามารถสื่อสารกับอุปกรณ์หลาย ๆ ตัวได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ฟาวน์เดชันฟิลด์บัสถูกออกแบบมาเพื่อรองรับการสื่อสารแบบดิจิทัลโดยมีความสามารถในการส่งข้อมูลได้ทั้งข้อมูลแบบสัญญาณแอนะล็อก (Analog) และดิจิทัลรวมถึงการส่งสัญญาณสั่งการควบคุมและกำหนดการลำดับสัญญาณ (Control and Scheduling Signals) ระหว่างอุปกรณ์ นอกจากนี้ฟาวน์เดชันฟิลด์บัสยังมีความสามารถในการส่งข้อมูลอื่น ๆ ที่เป็นประโยชน์สำหรับการควบคุมกระบวนการในอุตสาหกรรมอีกมากมาย รวมถึงการสนับสนุนการจัดสร้างและจัดการข้อมูลในระบบสารสนเทศ (Information System) ที่เกี่ยวข้อง

2.2.1 ประวัติความเป็นมาของฟาวน์เดชันฟิลด์บัส [2]

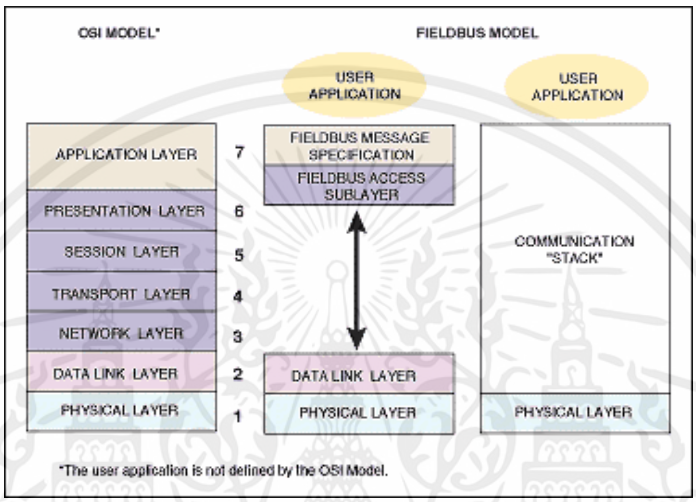
ในปี 1992 หน่วยงานที่มีชื่อว่า ISP (Interoperable System Project: ISP) ถูกก่อตั้งขึ้นมาเพื่อที่จะมาเพื่อที่จะจัดสร้างมาตฐานการสื่อสารในฟาวน์เดชันฟิลด์บัสสำหรับใช้ในบริเวณพื้นที่ที่อันตราย (Hazardous Area) และในขณะเดียวกันกลุ่มผู้ผลิตและใช้งานเอฟไอพี (Flux Information Processes: FIP) ก็ได้ร่วมก่อตั้งองค์กรณ์ระดับนานาชาติที่ชื่อว่า WorldFIP ขึ้น ต่อมาในปี 1994 ทั้งสององค์กรณ์ได้ผนวกรวมกันกลายเป็นสมาคมฟาวน์เด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซันฟิลด์บัส (Fieldbus Foundation) โดยในขณะที่ก่อตั้งผู้ใช้งานส่วนมากกระจุกตัวอยู่ในบริเวณทวีปอเมริกาและเอเชียเป็นหลัก

2.2.2 หลักการพื้นฐานของฟาวน์เดชันฟิลด์บัส [2]

หลักการทำงานของฟาวน์เดชันฟิลด์บัสได้โดยอ้างอิงจากแบบจำลองโอเอสไอ (OSI Model) โดยหลักการทำงานของฟาวน์เดชันฟิลด์บัสนั้นสามารถเขียนเปรียบเทียบกับแบบโอเอสไอได้ดังรูปต่อที่ 2.1



รูปที่ 2.1 แบบจำลองฟาวน์เดชันฟิลด์บัสเทียบกับแบบจำลองโอเอสไอ [2]

จากรูปที่ 2.1 จะเห็นได้ว่าการทำงานของฟาวน์เดชันฟิลด์บัส นั้นแบ่งออกเป็น 3 ส่วนหลัก ๆ คือ

1. Physical Layer

Physical Layer หน้าที่หลัก ๆ ของชั้นนี้คือเป็นตัวกลางในการรับข้อมูลจากชั้น Communication Stack แล้วแปลงในอยู่ในรูปสัญญาณทางกายภาพและเข้ารหัสเพื่อที่จะส่งไปหาอุปกรณ์ตัวอื่นที่อยู่ในระบบ ในทางกลับกันก็มีหน้าที่ในการถอดรหัส และการตรวจสอบความผิดพลาดของข้อมูลที่อาจเกิดขึ้นด้วย

2. Communication Stack

Communication Stack ส่วนนี้เป็นส่วนที่ทำหน้าที่รับคำสั่งจาก User แล้วนำมาเข้ารหัสเพื่อที่จะส่งไปชั้น Physical layer โดยในชั้นนี้นั้นจะประกอบด้วย Data link และ Application layer จากแบบโอเอสไอ โดย ชั้น Application จะทำหน้าที่เข้ารหัสข้อมูลจาก User Layer ส่วน Data link จะทำหน้าที่ควบคุมการรับส่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลกับ Physical layer โดยในการสื่อสารจะมีทั้งข้อมูลแบบเป็นรอบ (Cyclic) เช่น สัญญาณแสดงระดับของเหลว และแบบไม่เป็นรอบ (Acyclic) เช่น Alarm

3. User Layer

User Layer มีหน้าที่หลักคือการจัดการและควบคุมข้อมูลที่ถูกส่งและรับผ่านระบบฟาวน์เดชันฟิลบัส รวมถึงการกำหนดค่าและควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ในระบบ โดยผู้ใช้งานสามารถเข้าถึง User Layer ผ่านอินเตอร์เฟส (Interface) การใช้งานที่จัดสร้างขึ้นเพื่อตอบสนองต่อความต้องการของผู้ใช้งาน อินเตอร์เฟสที่มีมาตรฐานสำหรับการเข้าถึง User Layer ในฟาวน์เดชันฟิลด์บัสเรียกว่า เอชเอ็มไอ

ซึ่งจากรายละเอียดโดยรวมของทั้งสามชั้นนั้นฟาวน์เดชันฟิลด์บัสจะมีการทำงานโดยอาศัยเครื่องมือดังต่อไปนี้เพื่อใช้ในการส่งข้อมูลและประมวลผลต่างๆระหว่างทั้งสามชั้นนี้ซึ่งประกอบไปด้วย Resource Block Transducer Block และ Function Block โดยที่

1. Resource Block

Resource Block เป็นตัวแทนคุณสมบัติของอุปกรณ์ในฟิลด์ที่เชื่อมต่อกับระบบอยู่ซึ่งคุณสมบัติเหล่านี้จะถูกกำหนดมาจากผู้ผลิต

2. Transducer Block

Transducer Block ใช้สำหรับเข้าถึงข้อมูลของอุปกรณ์ที่เชื่อมต่ออยู่โดยมีข้อมูลเช่น ค่าที่อุปกรณ์อ่านได้

3. Function Block

Function Block เป็นส่วนที่ใช้ควบคุมการทำงานของตัวอุปกรณ์ผ่านทางผู้ใช้งานโดยมีตัวอย่างบล็อกที่สำคัญดังนี้

Analog Input: AI – เป็นฟังก์ชันบล็อกสำหรับค่าที่เป็นแอนะลอกที่ตัวอุปกรณ์วัดได้ เช่น ค่าระดับของเหลว

Analog Output: AO – เป็นฟังก์ชันบล็อกสำหรับค่าที่เป็นแอนะลอกที่ตัวอุปกรณ์ที่ต้องการควบคุม เช่น ระดับการเปิดวาล์ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PID – เป็นฟังก์ชันบล็อกสำหรับควบคุมแบบหนึ่งที่อาศัยการใช้หลักการควบคุมสัดส่วน ปริพันธ์ และอนุพันธ์ร่วมกันซึ่งเป็นเครื่องมือทางคณิตศาสตร์ในการควบคุมค่าที่ต้องการ

Discrete Input: DI – ค่าที่วัดได้และเป็นสัญญาณแบบดิจิทัลหรือก็คือมีสองสถานะ เช่น สถานะของหลอดไฟ

Discrete Output: DO – ค่าที่ควบคุมอุปกรณ์และเป็นสัญญาณแบบดิจิทัล เช่น สัญญาณไฟติด/ดับ

นอกจากฟังก์ชันบล็อกที่มีหน้าที่ในการควบคุมระบบแล้วยังมีสถานะสำหรับแสดงสถานะของตัวฟังก์ชันบล็อกแต่ละอันด้วยตัวอย่างเช่น

AUTO – เป็นการทำงานตามปกติหลังจากที่โปรแกรมเงื่อนไขการทำงานของแต่ละอุปกรณ์ไปแล้ว

CAS – เป็นการที่ฟังก์ชันบล็อกใช้ข้อมูลจากฟังก์ชันบล็อกอื่นมาประมวลผล

MAN – เป็นการแสดงว่าฟังก์ชันบล็อกนั้นกำลังถูกควบคุมโดยผู้ใช้งานอยู่โดยตรง

OOS – แสดงสถานะว่าฟังก์ชันบล็อกนั้นไม่ได้ใช้งานอยู่และจะคงค่าที่คำนวณล่าสุดเอาไว้

2.2.3 แนวคิด Control-in-the-Field

“Control-in-the-Field” นั้นเป็นการใช้ประโยชน์จากฟังก์ชันการประมวลผลบนตัวอุปกรณ์ตัวอย่างเช่นฟังก์ชันบล็อกพีไอดีสำหรับการควบคุมบนตัวอุปกรณ์เลยโดยไม่ต้องใช้หน่วยประมวลผลอื่นอย่างเช่น พีเอลซี (Programmable Logic Controller: PLC) สำหรับการประมวลผลแล้วค่อยส่งคำสั่งไป ซึ่งข้อดีคือสามารถลดการใช้ตัวประมวลผลแบบเดิมไปได้และสามารถควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้ที่หน้างานเลย เพราะตัวฟังก์ชันบล็อกนั้นอยู่ที่ตัวอุปกรณ์วัดแล้ว โดยในแพลนต์โมเดลนี้นั้นตัวฟังก์ชันบล็อกที่จะเรียกใช้นั้นจะใช้ฟังก์ชันบล็อกของ LIT_301 FIT_301 บล็อก AI และใช้ LCV_301 สำหรับบล็อก PID และ AO

2.3 รูปแบบการไหลของของไหล [3]

ในหัวข้อนี้จะเป็นพื้นฐานหลักการสำหรับการออกแบบแพลนต์โมเดลสำหรับการวัดอัตราการไหลของของเหลวเนื่องจากว่าตัวของรูปแบบการไหลของของไหลจะมีผลต่อการวัดค่าผ่านแผ่นออริฟิส เพราะฉะนั้นต้องคำนวณว่าที่ความเร็วประมาณใดที่อัตราการไหลจะทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนในการวัด ซึ่งรูปแบบของการไหลของของเหลวจะมี 2 ประเภทดังนี้

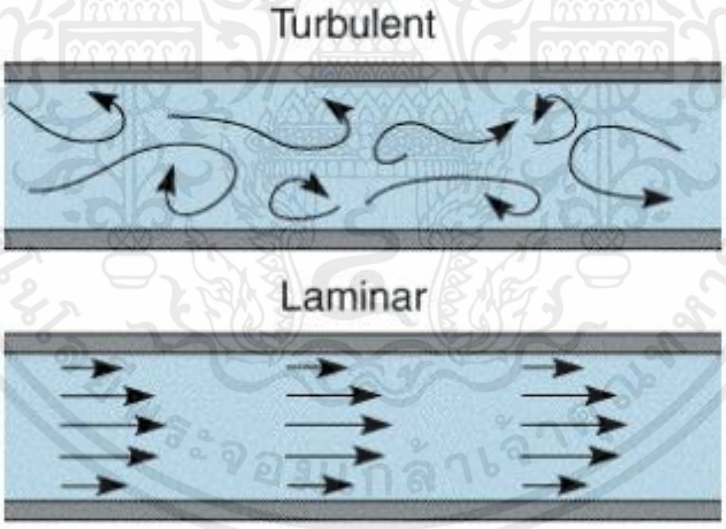
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.การไหลที่เป็นไม่ระเบียบ [3]

การไหลที่เป็นไม่ระเบียบ (Turbulence Flow) เป็นรูปแบบของการไหลของสารหรือของเหลวที่เกิดการเปลี่ยนแปลงความเร็วระหว่างการไหลและมีความไม่สม่ำเสมอ ทำให้จะมีคลื่นเกิดขึ้นและกระแสของเหลวจะหมุนวนไม่เป็นระเบียบ โดยสาเหตุหลักที่ทำให้การไหลที่เป็นระเบียบ คือ การเกิดแรงเสียดทานซึ่งส่งผลให้เกิดการเคลื่อนที่และการผสมผสานของสารในตัวของเหลว สถานการณ์ที่เกิดขึ้นในการไหลที่ไม่เป็นระเบียบมักเป็นสภาวะที่ซับซ้อนและยากที่จะระบุได้เนื่องจากมีลักษณะที่แปรปรวนตลอดเวลาดังรูปที่ 2.2 ในส่วนของ Turbulent

2. การไหลที่เป็นระเบียบ [3]

พื้นฐานของการไหลที่เป็นระเบียบ (Laminar Flow) เป็นรูปแบบการไหลของของเหลวจะมีมีลักษณะเป็นเส้นของการไหลที่เรียงกันเป็นระเบียบในระหว่างเส้นการไหลที่เป็นระเบียบสารหรือของเหลวจะมีการเคลื่อนที่ที่เรียงลำดับตามเส้นทางเดียวกันโดยไม่มีการผสมผสานหรือการแลกเปลี่ยนสารข้ามเส้นทางกัน ซึ่งเกิดจากแรงเสียดทานที่ต่ำ ท่อที่มีพื้นผิวที่เรียบเนียน ไม่เกิดการเปลี่ยนทิศทางของการไหลทำให้อัตราเร็วของการไหลไม่มีความผันผวนเหมือนการไหลที่ไม่เป็นระเบียบดังรูปที่ 2.2 ในส่วนของ Laminar



รูปที่ 2.2 การเปรียบเทียบการไหลทั้งสองแบบ [3]

จากทฤษฎีดังกล่าวหมายความว่าหากแผ่นออริฟิสถูกติดตั้งบริเวณที่เกิดการไหลที่ไม่เป็นระเบียบจะมีความคลาดเคลื่อนในการวัดสูงเนื่องจากทิศทางการไหลไม่เป็นไปในทางเดียวกัน ซึ่งสามารถคำนวณว่าจุดไหนจะเกิดการไหลที่ไม่เป็นระเบียบได้จากตัวเลขตัวเลขของเรย์โนล์ (Reynold’s Number)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 การคำนวณประเภทการไหลโดยใช้ตัวเลขของเรย์โนล์ [4]

สามารถคำนวณการไหลได้จากตัวเลขของเรย์โนล์ ซึ่งสามารถคำนวณได้โดยสมการที่ 2.1

$$Re = \frac{\rho v D}{\eta} \tag{2.1}$$

โดยที่

Re = Reynold's Number

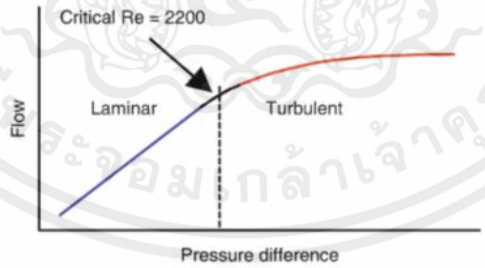
ρ = ความหนาแน่นของของเหลว (กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร)

v = ความเร็วเฉลี่ยของของไหล (เมตรต่อวินาที)

D = เส้นผ่านศูนย์กลางของท่อ (เมตร)

η = ความหนืดของของเหลว (นิวตัน-วินาทีต่อตารางเมตร)

ซึ่งถ้าค่า Re มากกว่า 4000 แปลว่าของไหลจะไหลแบบ Turbulent แต่หากน้อยกว่า 2000 จะเป็นการไหลแบบเป็นระเบียบหรือหากอยู่ระหว่างกลางอาจเกิดขึ้นได้ทั้งสองแบบซึ่งสามารถศึกษาได้จากกราฟความสัมพันธ์ของอัตราการไหลและความดันแตกต่างดังรูปที่ 2.3 ซึ่งเป็นตัวอย่างในการคำนวณรูปแบบการไหลของเลือด ณ จุดต่าง ๆ



รูปที่ 2.3 ความสัมพันธ์ของการไหลแบบเป็นระเบียบและไม่เป็นระเบียบ [4]

โดยค่าที่คำนวณได้จะถูกนำไปเป็นระยะขั้นต่ำสำหรับการติดตั้งตัว Orifice Plate ซึ่งสามารถคำนวณย้อนกลับจากตัวอัตราการไหลของปั๊มน้ำบนหน้าตัด 1 นิ้วได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$Q = VA \quad (2.2)$$

เมื่อ Q = อัตราการไหลของของเหลวในท่อ หน่วย ลิตรต่อวินาที

V = อัตราเร็วของของเหลว หน่วย เมตรต่อวินาที

A = ขนาดของพื้นที่หน้าตัดของท่อ หน่วย ตารางเมตร

โดยที่อัตราการไหลของปั๊มน้ำสูงสุดอยู่ที่ 90 ลิตรต่อนาที ซึ่งต้องแปลงเป็นหน่วยเดียวกับพื้นที่หน้าตัดคือ นิ้วต่อวินาที จะได้ตัวเลขอยู่ที่ 91.5 ลูกบาศก์เมตร์ จากนั้นแทนค่าลงในสมการที่ (2.2)

$$91.5 = V \times 3.14$$

$$\frac{91.5}{3.14} = V$$

$$V = 29.1 \text{ นิ้วต่อนาที}$$

จากนั้นแปลงเป็นหน่วยเมตรต่อวินาทีซึ่งจะมีค่าเท่ากับ 0.739 เมตรต่อวินาที และนำค่าที่ได้แทนในสมการที่ (2.1) โดยใช้ท่อที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 นิ้ว และปั๊มน้ำที่มีอัตราการไหลสูงสุด 90 ลิตรต่อวินาที

$$Re = \frac{(1000 * 10^{-3}) * 0.739 * (25 * 10^{-3})}{1 * 10^{2}}$$

$$Re = 18.45$$

จากการคำนวณข้างต้นพบว่าหากใช้ปั๊มน้ำและท่อตามที่กำหนดคือปั๊มน้ำที่มีอัตราการไหลสูงสุด 90 ลิตรต่อนาที และท่อที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 นิ้ว จะทำให้ค่า Re มีค่าต่ำกว่า 2000 ซึ่งจะเป็นการไหลแบบมีระเบียบที่สามารถวัดอัตราการไหลได้คงที่

2.5 ดีซีเอส [5]

ดีซีเอสเป็นระบบที่ใช้ในการควบคุมและปรับความเร็วของกระบวนการผลิตหรือระบบงานอื่น ๆ ในอุตสาหกรรมหรือสถานที่ที่มีการควบคุมอัตโนมัติ โดยมักใช้ในอุตสาหกรรมที่มีขนาดใหญ่และซับซ้อน เช่น โรงงานปิโตรเลียม โรงไฟฟ้า โรงงานเครื่องบิน โรงงานของเหลวประปา หรือโรงงานเคมี ดีซีเอสช่วยให้ผู้ควบคุมสามารถวัดและควบคุมกระบวนการผลิตได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยดีซีเอสประกอบด้วยส่วนประกอบหลักดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ตัวควบคุม (Control Unit)

ตัวควบคุมจะเป็นส่วนที่ดูแลในการควบคุมระบบทั้งหมด ประกอบด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์และซอฟต์แวร์ที่ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของดีซีเอสโดยรับข้อมูลจากเซนเซอร์และส่งสัญญาณควบคุมไปยังอุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น วาล์ว ปั๊ม หรือโปรแกรมควบคุมการทำงานของระบบอื่น ๆ

2. เครื่องมือตรวจวัดและเซนเซอร์ (Measurement and Sensor Devices)

สำหรับส่วนเครื่องมือวัดและเซนเซอร์นั้นเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดและตรวจสอบสถานะของระบบ อาทิ เช่น เซนเซอร์วัดอุณหภูมิ เซนเซอร์วัดแรงดัน รวมถึงอุปกรณ์ที่ใช้ในการส่งข้อมูลกลับไปยังตัวควบคุม

3. ระบบควบคุมกระบวนการ (Process Control System)

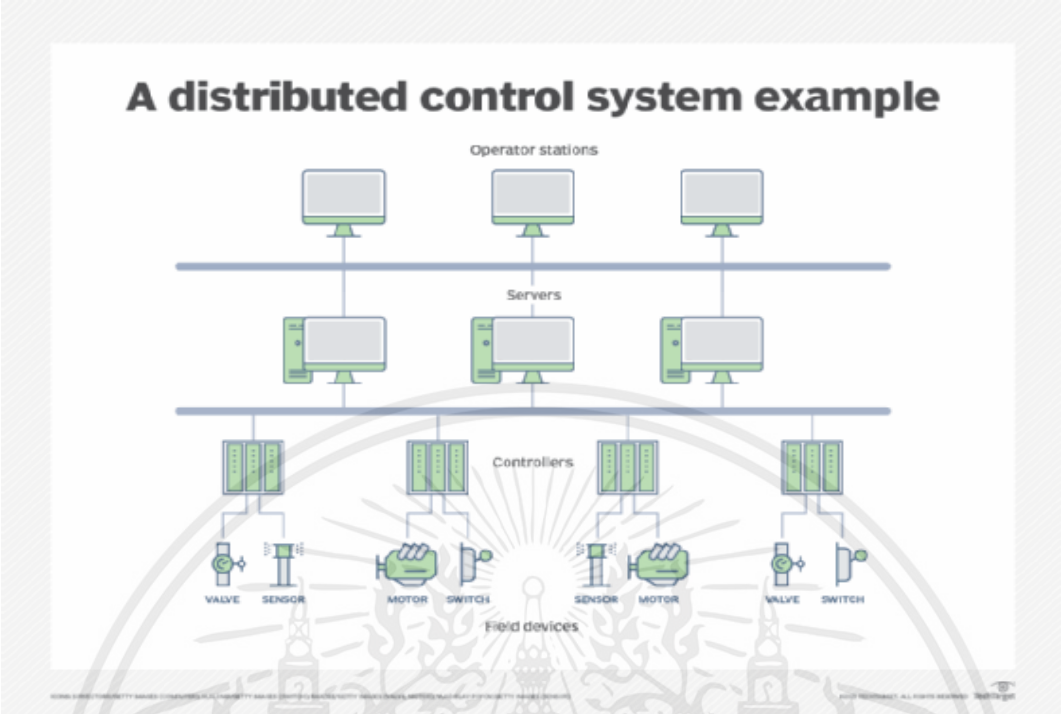
ระบบควบคุมกระบวนการนั้นเป็นส่วนที่ใช้ในการควบคุมและปรับค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ของกระบวนการผลิต เช่น การควบคุมระดับของสารเคมีในถัง การควบคุมอัตราการไหลของสารเคมี หรือการควบคุมการบีบอัดอากาศในโรงงาน

4. ระบบอำนวยความสะดวก (Auxiliary System)

ระบบอำนวยความสะดวกเป็นระบบที่ใช้ในการสนับสนุนการทำงานดีซีเอสโดยรวมเช่น ระบบเครือข่ายสื่อสาร ระบบจ่ายไฟฟ้า ระบบเครื่องทำของเหลวเย็น และระบบสำรองไฟฟ้าสำหรับพีแอลซี ซึ่งดีซีเอสมีฟังก์ชันที่กำหนดไว้ล่วงหน้าจำนวนมากที่สามารถปรับใช้กับการใช้งานในรูปแบบต่าง ๆ

การทำงานของดีซีเอสอยู่ที่การแบ่งหน้าที่ความรับผิดชอบของระบบควบคุมต่าง ๆ ในระบบอุตสาหกรรม ซึ่งแบ่งเป็นหน่วยประมวลผลแบบกระจาย (Distributed Processing Units: DPU) และหน่วยประมวลผลแบบรวมศูนย์ (Central Processing Unit: CPU) โดยดีซีเอสจะใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ที่มีความสามารถในการควบคุมและเก็บข้อมูลตลอดเวลา เช่น พีแอลซีหรือเครื่องมือควบคุมแบบอิเล็กทรอนิกส์อื่น ๆ ในการควบคุมการทำงานอุปกรณ์ในภาคสนาม ซึ่งสามารถดูรายละเอียดจากรูปที่ 2.4 จะสังเกตเห็นว่าดีซีเอสจะมีการสั่งงานเป็นทอด ๆ ตั้งแต่ระดับผู้สั่งการ (Operator) ที่สามารถสั่งงานผ่านเครื่องเซิฟเวอร์ (Server) โดยแต่ละเครื่องเซิฟเวอร์จะมีการเชื่อมต่อไปยังคอนโทรลเลอร์แต่ละตัวซึ่งอาจจะเป็นพีแอลซีโดยเชื่อมกับอุปกรณ์สำหรับระบบการควบคุมต่าง ๆ เช่น วาล์ว เซนเซอร์ ดังรูปที่ 2.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 โครงจัดสร้างของดีซีเอส [5]

2.6 การวัดระดับของเหลวในถังปิด

สำหรับหัวข้อนี้จะเป็นทฤษฎีสำหรับการวัดระดับของเหลวในถังปิดจะมีอยู่สองแบบคือ การวัดระดับของเหลวแบบถังปิดขาเปียก และการวัดระดับของเหลวแบบถังปิดขาแห้งโดยนำมาเปรียบเทียบให้เห็นข้อดีข้อเสียของแต่ละแบบรวมถึงวิธีการคำนวณความดันสำหรับ Zero/Span

2.6.1 การวัดระดับของเหลวแบบขาเปียก [6]

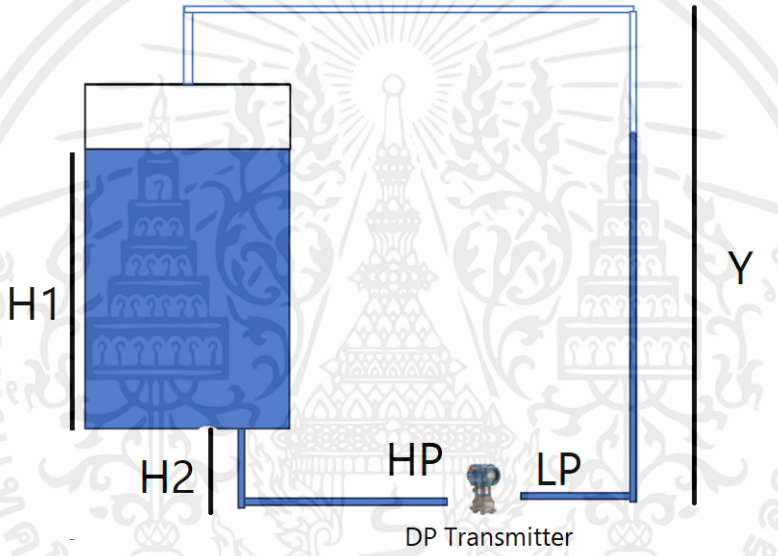
การวัดระดับแบบขาเปียกเป็นวิธีการที่ใช้ในการวัดระดับของสารหรือของเหลวในถังหรือท่อ โดยใช้หลักการของการความแตกต่างในแรงดันของสารหรือของเหลวที่อยู่ภายในท่อหรือถัง ซึ่งต่างจากแรงดันในช่วงท่อหรือถังที่มีสารหรือของเหลวนั้นแล้วเพราะการติดตั้งท่อหรือถังจะมีตำแหน่งที่สูงกว่าระดับที่ต้องการวัด

กระบวนการของการวัดระดับแบบขาเปียกนั้นใช้ท่อที่เรียกว่า “ขาเปียก” ซึ่งเป็นท่อเส้นเดียวที่เชื่อมต่อกับตำแหน่งที่ต้องการวัดระดับซึ่งต้องใช้หลักการของแรงดันสถิตเพื่อวัดระดับ เมื่อมีการเชื่อมต่อแล้วสารหรือของเหลวในถังหรือท่อจะจัดสร้างแรงดันในท่อหรือถังที่สูงกว่าตำแหน่งที่ต้องการวัดระดับ และในทางในทางตรงกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้ามใน “ขาเปียก” สารหรือของเหลวที่เชื่อมต่อกับตำแหน่งที่ต้องการวัดระดับจะจัดสร้างแรงดันในท่อหรือถังที่ต่ำกว่า เนื่องจากตำแหน่งที่ต้องการวัดระดับมีระดับต่ำกว่า

ดังนั้นการวัดระดับแบบขาเปียกจะวัดแรงดันที่เกิดขึ้นใน “ขาเปียก” และนำมาเปลี่ยนแปลงให้เป็นอัตราการวัดระดับสารหรือของเหลวที่ต้องการ โดยใช้วิธีการแปรผันความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันกับระดับระหว่าง "ขาเปียก" และตำแหน่งที่ต้องการวัดระดับ อย่างไรก็ตามการวัดระดับแบบขาเปียกมีข้อจำกัดบางประการ เช่น สารหรือของเหลวใน "ขาเปียก" ต้องเป็นสารหรือของเหลวที่สามารถทนทานและไม่เกิดการรั่วไหล นอกจากนี้การติดตั้งและปรับแต่งระบบวัดนี้ต้องการความระมัดระวังในด้านการเชื่อมต่อและการปรับค่าต่าง ๆ เพื่อให้ได้ผลการวัดที่แม่นยำและน่าเชื่อถือโดยระบบการวัดแบบขาเปียกสามารถติดตั้งอุปกรณ์ดังรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 การวัดระดับของเหลวแบบถังปิดขาเปียก

จากรูปที่ 2.5 หากต้องการคำนวณ Zero/Span ของการวัดระดับของเหลวแบบขาเปียกจะต้องรู้ค่าแรงดันทั้งสองข้างของทรานสมิตเตอร์วัดความดันแตกต่างโดยด้านที่เชื่อมติดอยู่กับตัวถังด้านล่างจะใช้ชื่อว่า HP หรือ High Pressure Side และอีกด้านจะใช้ชื่อว่า LP หรือ Low Pressure Side จากนั้นจะหาความดันแตกต่างขณะที่ของเหลวอยู่ระดับ 0 % และ 100 % เพื่อทำการตั้งค่าตัวทรานสมิตเตอร์วัดความดันแตกต่างสำหรับวัดค่าระดับของเหลวโดยมีสมการสำหรับการคำนวณดังนี้

$$0\,\% = (s.g.1\ \times H_2) - (s.g.2\ \times Y) \tag{2.3}$$

$$100\,\% = (s.g.1\ \times (H_2 + H_1)) - (s.g.2\ \times Y) \tag{2.4}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยที่

$s.g.1$ คือ ความถ่วงจำเพาะของของเหลวในด้าน HP

$s.g.2$ คือ ความถ่วงจำเพาะของของเหลวในด้าน LP

H_1 คือ ความสูงของของเหลวในถัง หน่วย มิลลิเมตร

H_2 คือ ความสูงของของเหลวตั้งแต่ทรานสมิตเตอร์วัดความดันแตกต่างถึงก้นถัง หน่วย มิลลิเมตร

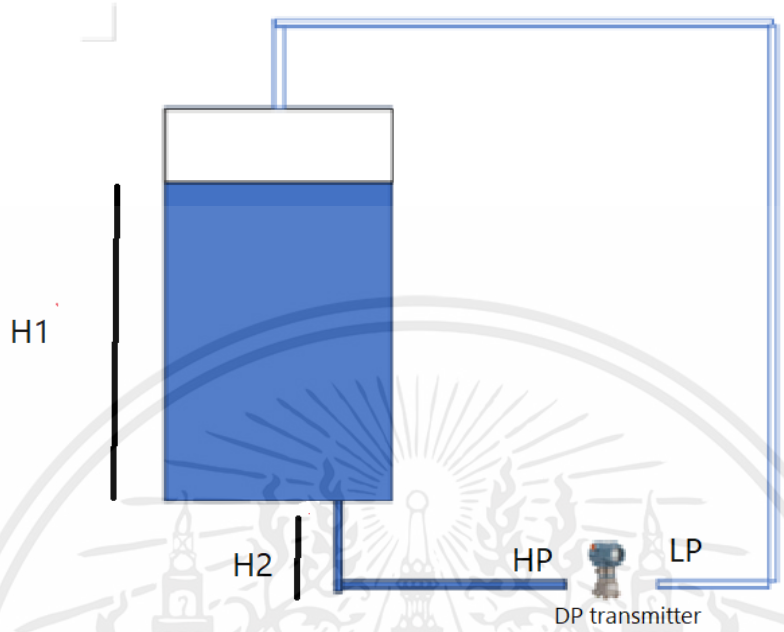
Y คือ ความสูงของของเหลวในด้าน LP

2.6.2 การวัดระดับของเหลวแบบขาแห้ง [6]

การวัดระดับแบบขาแห้งเป็นวิธีการที่ใช้ในการวัดระดับของสารหรือของเหลวในถังหรือท่อ โดยไม่มีสารหรือของเหลวเข้าสัมผัสกับอุปกรณ์วัด ซึ่งต่างจากการวัดแบบขาเปียกที่มีสารหรือของเหลวสัมผัสกับอุปกรณ์วัด กระบวนการของการวัดระดับแบบขาแห้งนั้นใช้หลักการของแรงดันสถิตเพื่อวัดระดับ โดยมีลักษณะการติดตั้งอุปกรณ์วัดแบบนำเข้าโดยตรงหรือทางอากาศในท่อหรือถังที่ต้องการวัดระดับ โดยท่อหรือถังจะถูกติดตั้งด้วยท่อสองชั้น ชั้นแรกเป็นท่อที่มีช่องเปล่าหรืออาจเป็นท่อที่มีก๊อกของเหลวหรือวาล์วควบคุมเพื่อปรับระดับอากาศภายใน ชั้นที่สองเป็นท่อที่เชื่อมต่อกับตำแหน่งที่ต้องการวัดระดับ

เมื่อมีการเชื่อมต่อแล้วระดับสารหรือของเหลวที่ต้องการวัดจะส่งผลต่อแรงดันในท่อที่เชื่อมต่อกับตำแหน่งที่ต้องการวัด แต่ไม่มีสารหรือของเหลวเข้าสัมผัสกับอุปกรณ์วัดโดยตัวอุปกรณ์วัดจะวัดแรงดันที่เกิดขึ้นในท่อและเปลี่ยนแปลงเป็นอัตราการวัดระดับสารหรือของเหลวที่ต้องการ การเปลี่ยนแปลงในระดับสารหรือของเหลวจะส่งผลต่อแรงดันในท่อและเกิดการเปลี่ยนแปลงในการวัด การวัดระดับแบบขาแห้งมีข้อได้เปรียบที่สำคัญ คือ ไม่มีการสัมผัสระหว่างสารหรือของเหลวกับอุปกรณ์วัด จึงลดความเสี่ยงที่อุปกรณ์วัดจะถูกสึกหรือเสื่อมสภาพ นอกจากนี้ การติดตั้งและการปรับแต่งระบบวัดนี้ง่ายและมีความยืดหยุ่น โดยสามารถใช้ในการวัดระดับของสารหรือของเหลวที่มีความหนืดสูงแต่ก็มีข้อจำกัดเช่นกัน เช่น การวัดระดับแบบขาแห้ง อาจมีความไม่แม่นยำเมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงในคุณสมบัติอากาศ เช่น ความกดอากาศ อุณหภูมิ หรือความชื้นในสภาพแวดล้อมโดยระบบการวัดแบบขาแห้งสามารถติดตั้งอุปกรณ์ดังรูปที่ 2.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.6 การวัดระดับของเหลวแบบถังปิดขาแห้ง

จากรูปที่ 2.6 หากต้องการคำนวณ Zero/Span ของการวัดระดับของเหลวแบบขาแห้งจะต้องรู้ค่าแรงดันทั้งสองข้างของทรานสมิตเตอร์วัดความดันแตกต่างโดยด้านที่เชื่อมติดอยู่กับตัวถังด้านล่างจะใช้ชื่อว่า HP หรือ High Pressure Side และอีกด้านจะใช้ชื่อว่า LP หรือ Low Pressure Side จากนั้นจะหาความดันแตกต่างขณะที่ของเหลวอยู่ระดับ 0 % และ 100 % เพื่อทำการตั้งค่าที่ตัวทรานสมิตเตอร์วัดความดันแตกต่าง สำหรับการวัดค่าระดับของเหลวโดยมีสูตรการคำนวณดังนี้

$$0\,\% = (s.g.1 \times H_2) - 0 \qquad (2.5)$$

$$100\,\% = (s.g.1 \times (H_2 + H_1) - (s.g.2 \times Y) \qquad (2.6)$$

โดยที่

$s.g.1$ คือ ความถ่วงจำเพาะของของเหลวในด้าน HP

$s.g.2$ คือ ความถ่วงจำเพาะของของเหลวในด้าน LP

H_1 คือ ความสูงของของเหลวในถัง หน่วย มิลลิเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

H_2 คือ ความสูงของของเหลวที่ตัวทรานสมิตเตอร์วัดความดันแตกต่างถึงก้นถัง หน่วย มิลลิเมตร

Y คือ ความสูงของของเหลวในด้าน LP หน่วย มิลลิเมตร

LRV คือ ระดับของเหลวที่จุด 0 % หน่วย มิลลิเมตรน้ำ

ซึ่งหากเปรียบเทียบข้อดีข้อเสียของการวัดระดับของเหลวแต่ละแบบจะพบว่าการวัดระดับของเหลวแบบขาเปียกเหมาะสำหรับของเหลวที่จะมีการควบแน่นสูงเพราะระดับของเหลวที่อยู่ในหลอดจะไม่เปลี่ยนแปลง แต่แบบขาแห้งจะเป็นการวัดระดับของเหลวที่มีความง่ายกว่าเนื่องจากใช้ของเหลวชนิดเดียว ซึ่งหากมองจากแพลนต์โมเดลที่จะใช้ท่ออ่อนในด้าน LP จึงสรุปว่าแบบขาแห้งจะเหมาะกับการวัดระดับของเหลวของแพลนต์โมเดลมากกว่า

ในการออกแบบนั้นเพื่อที่จะสามารถมั่นใจได้ว่าตัวของทรานสมิตเตอร์วัดความดันแตกต่างนั้นมีความสามารถเพียงพอต่อการวัด ในขั้นตอนนี้จึงจำเป็นจะต้องคำนวณเพื่อหาความดันที่น่าจะเป็นและนำมาเปรียบเทียบกับความสามารถของอุปกรณ์ต่อไปโดยสำหรับหลักการคำณวนนั้นจะใช้สูตรสำหรับการหาแรงดันของเหลวในระบบถังปิดแบบขาแห้งโดยใช้ทรานสมิตเตอร์วัดความดันแตกต่าง ซึ่งเป็นการประยุกต์สูตรการหาแรงดันเพื่อนำมาเปรียบเทียบกันระหว่างสองฝั่ง สำหรับการคำนวณ span นั้นต้องรู้แรงดันของทั้งสองฝั่งโดยใช้เปรียบเทียบกันสำหรับฝั่งที่มีของเหลวอยู่ซึ่งติดกับด้านล่างถังจะแทนที่ด้วย HP หรือ High pressure ส่วนอีกด้านที่เป็นแรงดันอากาศนั่นจะใช้แทนที่ด้วย LP หรือ Low pressure

การคำนวณจะใช้สมการที่ (2.5) สำหรับระดับที่ 0 % โดยแทนค่าความสูงของตัวแปร H_2 ที่ 300 มิลลิเมตรและความถ่วงจำเพาะของน้ำที่ 1

$$\begin{aligned} 0\,\% &= (s.g.1 \times H_2) - 0 \\ &= 1 \times 300 \\ &= 300 \text{ มิลลิเมตรน้ำ} \end{aligned}$$

สาเหตุที่ด้าน LP เป็นศูนย์เนื่องจากความถ่วงจำเพาะของอากาศเท่ากับ 0

โดยที่

LRV คือ ระดับของเหลวที่จุด 0 % หน่วย มิลลิเมตรน้ำ

H_2 คือ ความสูงตั้งแต่ตัวทรานสมิตเตอร์วัดความดันแตกต่างถึงจุดที่ตั้งเป็น 0 % หน่วย มิลลิเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$s.g.1$ คือ ความถ่วงจำเพาะของของเหลว

ใช้สมการที่ (2.6) สำหรับระดับที่ 100 % โดยแทนค่าความสูงของระดับน้ำ H_2 ที่ 0 % เท่ากับ 300 มิลลิเมตรและความสูงขอระดับน้ำ H_1 ที่ 100 % เท่ากับ 550 มิลลิเมตร

$$100\ \% = s.g.1\ (H_2 + H_1) - 0$$
$$= 1(300 + 550)$$
$$= 850 \text{ มิลลิเมตรน้ำ}$$

โดยที่

HRV คือ ระดับของของเหลวที่จุด 100 % หน่วย *มิลลิเมตรน้ำ*

H_1 คือ ความสูงตั้งแต่จุด 0 % ถึงจุด 100 % ซึ่งในที่นี้เป็นความสูงของตัวถัง หน่วย มิลลิเมตร

H_2 คือ ความสูงตั้งแต่ตัวทรานสมิตเตอร์วัดความดันแตกต่างถึงจุดที่ตั้งเป็น 0 % หน่วย มิลลิเมตร

$s.g.1$ คือ ความถ่วงจำเพาะของของเหลว

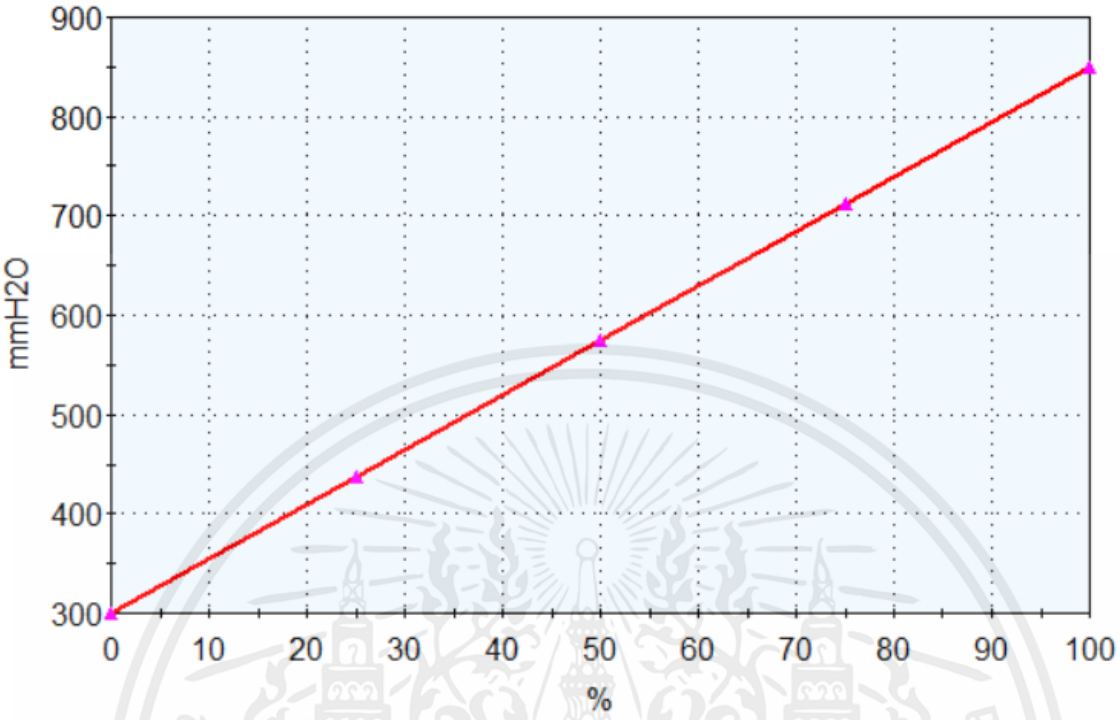
ซึ่งจากการคำนวณสรุปได้ว่าตัวของ span จะมีค่าเท่ากับ 300 – 850 มิลลิเมตรน้ำ ตามสูตรการคำนวณ เมื่อเปรียบเทียบกับระดับของเหลวที่ 0-100 % ที่ 0 % ระดับของเหลวจะอยู่ที่ 300 มิลลิเมตร และที่ 100 % ระดับของเหลวจะอยู่ที่ 850 มิลลิเมตร ซึ่งสามารถทำเป็นตารางเปรียบเทียบได้ดังนี้

ตารางที่ 2.1 การเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างระดับของเหลว 0-100 % กับระดับของเหลวแบบมิลลิเมตร

ระดับของเหลวที่ 0-100 %	(%)	0	25	50	75	100
ระดับของเหลวมิลลิเมตรน้ำ	(mmH_2O)	300	437	575	712	850

โดยเมื่อนำข้อมูลดังกล่าวมาทำเป็นกราฟจะได้กราฟเส้นตรงดังรูปที่ 2.7 ซึ่งจะใช้ข้อมูลนี้ในการเปรียบเทียบกับของจริงที่ทดสอบได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.7 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับของเหลว 0-100 % กับระดับของเหลวแบบมิลลิเมตร

2.7 การควบคุมแบบพีไอดี [7]

การควบคุมแบบพีไอดีเป็นวิธีการควบคุมที่ใช้ในระบบควบคุมเพื่อควบคุมและรักษาค่าสัญญาณเป้าหมาย (setpoint) ให้ใกล้เคียงกับค่าสัญญาณป้อนกลับ (Feedback Signal) ในลักษณะที่เหมาะสม PID ที่ย่อมาจาก Proportional-Integral-Derivative นั้นเป็นส่วนประกอบของวงจรควบคุม ซึ่งแต่ละส่วนมีหน้าที่แตกต่างกันดังนี้

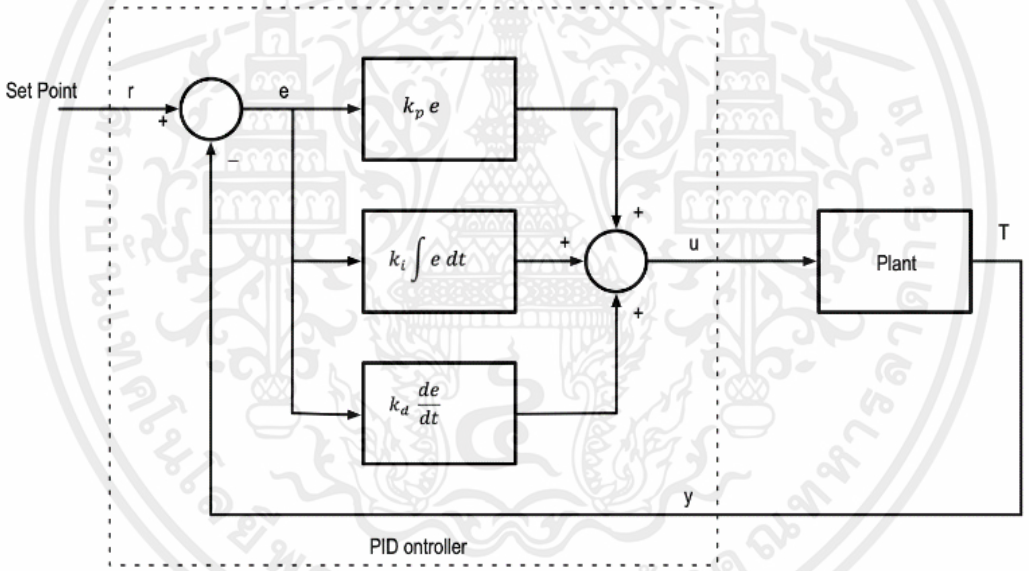
- Proportional (P) คือ ส่วนสัดส่วนโดยมีการคำนวณค่าสัญญาณควบคุมตามอัตราส่วนกับความต่างระหว่างค่าสัญญาณป้อนกลับและค่าเป้าหมาย ค่าสัญญาณควบคุมจะเพิ่มหรือลดให้เกิดการปรับปรุงในทิศทางที่ถูกต้องเพื่อให้ค่าสัญญาณป้อนกลับเข้าใกล้เคียงกับค่าเป้าหมาย

- Integral (I) คือ ส่วนปริพันธ์ที่นับผลรวมของความต่างระหว่างค่าสัญญาณป้อนกลับและค่าเป้าหมายในระยะเวลาที่ผ่านมา ส่วนนี้ช่วยในการปรับค่าสัญญาณควบคุมให้เพิ่มขึ้นหรือลดลงเพื่อลดความคลาดเคลื่อนระหว่างค่าเป้าหมายและค่าสัญญาณป้อนกลับให้น้อยลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Derivative (D) คือ ส่วนอนุพันธ์นั้นมีหน้าที่คำนวณอนุพันธ์ของความเปลี่ยนแปลงของค่าสัญญาณป้อนกลับในเวลาปัจจุบัน ส่วนนี้ช่วยในการปรับค่าสัญญาณควบคุมให้ลดลงเมื่อค่าสัญญาณป้อนกลับเข้าใกล้ค่าเป้าหมายเพื่อลดการแกว่งของระบบ

การคำนวณค่าสัญญาณควบคุมในลูปควบคุมพีไอดีจะใช้สูตรที่รวมเอาทั้งสัมประสิทธิ์สัมพัทธ์ ส่วนปริพันธ์และส่วนอนุพันธ์โดยมีการกำหนดค่าสัมประสิทธิ์ (Gain) สำหรับแต่ละส่วนเพื่อปรับความไวและการตอบสนองของระบบ การใช้งานลูปควบคุมพีไอดีมีความยืดหยุ่นสูงและสามารถปรับค่าพารามิเตอร์ได้ในการควบคุมการทำงานของระบบได้อย่างแม่นยำ อย่างไรก็ตาม การออกแบบและปรับค่าสัมประสิทธิ์สัมพัทธ์ (Proportional Gain) สัมประสิทธิ์ปริพันธ์ (Integral Gain) และสัมประสิทธิ์อนุพันธ์ (Derivative Gain หรือ Reset) ต้องพิจารณาความสอดคล้องกับลักษณะของระบบที่ต้องการควบคุมเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่เหมาะสมและเสถียรภาพในการควบคุมซึ่งเราสามารถเขียนลูปควบคุมของฟังก์ชันพีไอดีได้ดังรูปที่ 2.8



รูปที่ 2.8 หลักการทำงานของพีไอดี [7]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
รายละเอียด ขั้นตอนการออกแบบและการประกอบแพลนต์โมเดล

3.1 กล่าวนำ

สำหรับบทที่ 3 จะเป็นการแสดงรายละเอียดไปในหลักการออกแบบและประกอบชิ้นงาน หน้าที่และหลักการทำงานของอุปกรณ์แต่ละตัว โดยจะประกอบด้วยการอธิบายหลักการและหน้าที่การทำงานของแพลนต์โมเดลและอุปกรณ์ที่อยู่ในแพลนต์โมเดล

3.2 หลักการออกแบบ

ในการออกแบบระบบที่ต้องการนั้นก่อนอื่นต้องกำหนดจำนวนอุปกรณ์ที่ต้องใช้ในการควบคุมระบบซึ่งในที่นี้ทุกอุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุมต้องมีความสามารถในการเชื่อมต่อกับฟาวน์เดชันฟิลด์บัสเพื่อที่จะบรรลุจุดประสงค์ของการควบคุมผ่านฟาวน์เดชันฟิลด์บัสโดยใช้ดีซีเอส ซึ่งในการควบคุมระดับของเหลวในถังปิดได้จำเป็นต้องมีอุปกรณ์อย่างน้อย 2 ชนิด คือ วาลว์สำหรับควบคุมการไหลของของเหลว และเครื่องมือสำหรับการวัดระดับของเหลว โดยแพลนต์โมเดลสามารถใช้การควบคุมแบบพีไอดีได้

หลักการทำงานของแพลนต์โมเดลนี้ คือ กำหนดถังน้ำ 1 ถัง สำหรับการควบคุมระดับของเหลวโดยกำหนดให้ใช้ถังน้ำทรงกระบอก และอีกถังหนึ่งสำหรับกักเก็บของเหลวเป็นรูปทรงสี่เหลี่ยมโดยให้ทั้งสองเชื่อมต่อกันโดยใช้ระบบท่อพีวีซี สำหรับการหมุนเวียนของของเหลวนั้นให้ใช้ปั๊มน้ำขนาดเล็ก 1 ตัว โดยกำหนดให้มีวาลว์สำหรับระบายแรงดันในท่อเพื่อป้องกันท่อแตก จากนั้นควบคุมอัตราการไหลโดยใช้วาล์วควบคุม 1 ตัว ที่สั่งงานจากห้องควบคุมและถัดจากวาล์วนั้นเป็นทรานสมิตเตอร์วัดความดันแตกต่าง สำหรับการวัดอัตราการไหลซึ่งในกรณีนี้จะเป็นการวัดผ่านแผ่นออริฟิสซึ่งติดตั้งแยกกันอีกส่วนหนึ่ง เมื่อของเหลวเข้าสู่ถังทรงกระบอกสำหรับวัดระดับของเหลวทรานสมิตเตอร์วัดความดันแตกต่างอีกชิ้นหนึ่งเพื่อวัดระดับของเหลวภายในถัง

โดยข้อจำกัดในการออกแบบที่ต้องคำนึงถึงจะมีขนาดของแพลนต์โมเดลที่กว้าง x ยาว x สูง จะต้องไม่เกินที่ขนาด 1000 x 1000 x1800 มิลลิเมตร เนื่องด้วยข้อจำกัดของตัวอาคารที่แพลนต์โมเดลจะไปติดตั้งซึ่งและส่วนของความยาวของท่อขั้นต่ำที่ต้องไหลเข้าแผ่นออริฟิสเนื่องจากจะมีข้อกำหนดของระยะขั้นต่ำที่ตัวท่อที่เข้าแผ่นออริฟิส ซึ่งจะต้องไปดูในรายละเอียดสเปก (Specification) ของแผ่นออริฟิสรุ่น Rosemount 1195

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 พีแอนด์ไอดี

พีแอนด์ไอดี (Piping and Instrumentation Diagram: P&ID) เป็นแผนภาพที่ใช้ในวงการวิศวกรรม ใช้ในงานการออกแบบระบบเพื่อแสดงและอธิบายโครงจัดสร้างของระบบท่อและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องในกระบวนการอุตสาหกรรมหรือโรงงานอื่น ๆ พีแอนด์ไอดีนั้นใช้สัญลักษณ์และเครื่องหมายทางเทคนิคเพื่อแสดงแต่ละองค์ประกอบที่ใช้ในระบบ เช่น ท่อ, วาล์ว, อุปกรณ์วัด, ปั๊มน้ำ, ถัง, และอุปกรณ์ควบคุมอื่น ๆ พร้อมทั้งแสดงการไหลของสารทางเทคนิค การส่งเสริมแรงดันและการควบคุมที่เกี่ยวข้อง ซึ่งช่วยให้ผู้อ่านเข้าใจและรับรู้รายละเอียดของระบบอย่างง่ายต่อการติดตั้ง ดูแลรักษา และดำเนินการภายในโรงงานหรือระบบอุตสาหกรรมได้ตามที่กำหนด

พีแอนด์ไอดีเป็นเอกสารสำคัญที่ใช้ในการออกแบบ จัดสร้าง ดำเนินการ และบำรุงรักษาระบบในอุตสาหกรรมและโรงงานต่าง ๆ เช่น โรงงานเคมี, โรงงานของเหลวดื่ม, โรงงานไฟฟ้า, และโรงงานอุตสาหกรรมอื่น ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการสื่อสารระหว่างวิศวกรรม, ช่าง, และผู้ประกอบการในวงกว้างเพื่อให้สามารถเข้าใจและปฏิบัติงานร่วมกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยสามารถดูอุปกรณ์ต่าง ๆ จากรายการพารามิเตอร์อินพุต เอาต์พุตด้านล่างดังตารางที่ 3.1 และรายการสิ่งของที่ต้องใช้ประกอบแพลนต์โมเดลได้จากตารางที่ 3.2

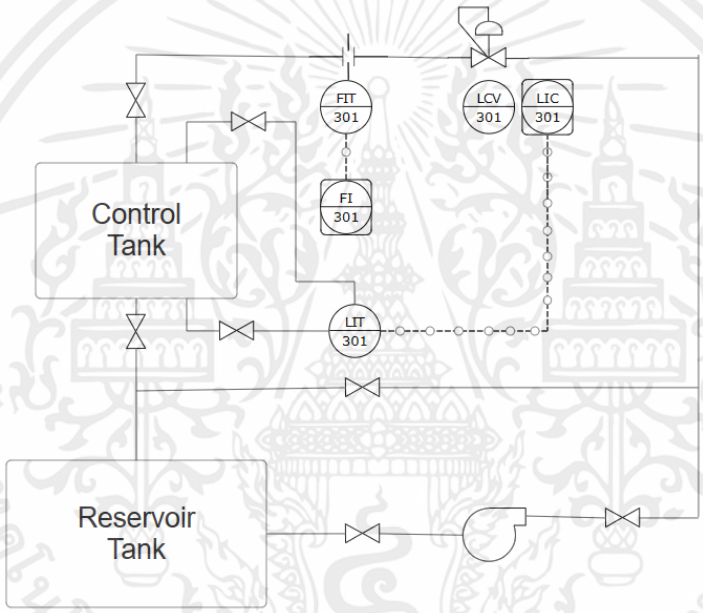
ตารางที่ 3.1 รายการพารามิเตอร์อินพุต/เอาต์พุต

หมายเลข	Tag ID	อุปกรณ์	หน้าที่	ตำแหน่ง	I/O Type
1.	FIT_301	DP Transmitter Rosemount 3051	วันอัตราการไหล	Field	AI
2.	LIT_301	DP Transmitter Rosemount 3051	วัดระดับของเหลว	Field	AI
3.	LCV_301	Control valve Masoneilan dresser 35-35212 camflex	ควบคุมระดับของเหลว	Field	AO

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.2 รายการสิ่งของที่ต้องใช้ประกอบแพลนต์โมเดล

No.	อุปกรณ์	ตำแหน่ง	จำนวน
1.	Tank	Field	1
2.	Reserviour Tank	Field	1
3.	Certrifugal Pump Cpm-130m	Field	1
4.	Manual Valve	Field	7
5.	Orifice Plate	Field	1



รูปที่ 3.1 พีแอนด์ไอดี

สำหรับการอธิบายหลักการทำงานของแพลนต์โมเดลวัดระดับของเหลวแบบขาปิดใช้รูปที่ 3.1 เป็นการช่วยอธิบายหลักการทำงานของกระบวนการควบคุมระดับของเหลวใน Control Tank ซึ่งแพลนต์โมเดลควบคุมระดับของเหลวถังปิดนี้จะเริ่มจากให้ปั๊มน้ำสูบของเหลวจากถังพักน้ำด้านล่างขึ้นมาผ่าน LCV_301 ซึ่งก่อนหน้านั้นจะมีการติดตั้งวาล์วลดความดัน (Pressure Release Valve) จำนวน 1 ตัวเพื่อทำการลดแรงดัน เมื่อของเหลวผ่าน LCV_301 มาแล้วจะถูกวัดโดย FIT_301 ที่เชื่อมต่อกับแผ่นออริฟิสซึ่งทำให้ทราบอัตราการไหลของของไหล จากนั้นเมื่อของไหลเข้าสู่ตัว Control Tank แล้วจะถูกวัดระดับโดย LIT_301 เพื่อแสดงค่าระดับของเหลว และจะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไหลกลับเข้าสู่ถังพักน้ำ โดยสิ่งที่จะควบคุมระดับของเหลวคืออัตราการไหลซึ่งควบคุมโดย LCV_301 ซึ่งหากมีของเหลวเกินระดับของ Control Tank ตัวถังจะมีวาลว์สำหรับระบายของเหลวออกจากถังเพื่อเข้าสู่ Reservoir Tank เพื่อป้องกันระดับของเหลวเกินจนอาจทำให้ท่อแตกหรือของเหลวล้นออกมาจะแพลนต์โมเดล โดยในส่วนของการควบคุมแบบพีไอดีนั้นจะใช้ LIC_301 ในการดึงค่า PV จาก LIT_301 มาประมวลผลการควบคุม

3.4 การออกแบบโครงจัดสร้าง

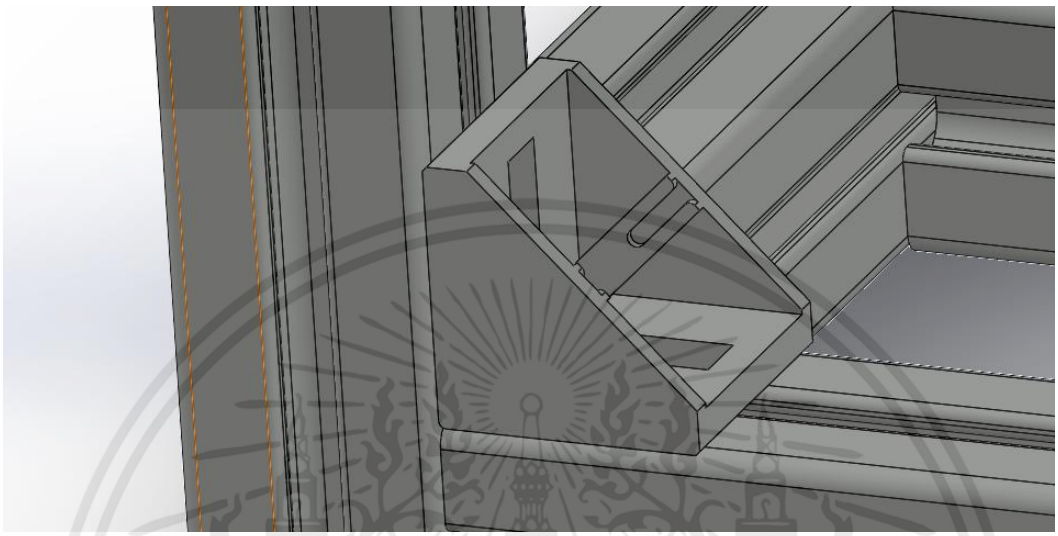
ในการออกแบบโมเดลจำลองนั้นจะเป็นการใช้ซอฟต์แวร์ที่มีชื่อว่า SOLIDWORKS ซึ่งเป็นซอฟต์แวร์ออกแบบและจำลองผลิตภัณฑ์ในรูปแบบทางวิศวกรรม มันเป็นเครื่องมือที่ใช้กันอย่างกว้างขวางในการออกแบบส่วนประกอบ โมเดลสองมิติ (2D) และสามมิติ (3D) ซึ่งใช้ในการจัดสร้างและปรับเปลี่ยนแบบจำลองที่สอดคล้องกับการผลิตสินค้าโดยซอฟต์แวร์ SOLIDWORKS เป็นที่นิยมอย่างแพร่หลายในวงการอุตสาหกรรมเทคนิคและการออกแบบสินค้า

รูปที่ 3.2 โมเดลโครงอลูมิเนียมโปรไฟล์

โครงจัดสร้างของแพลนต์โมเดลจะประกอบไปด้วยอลูมิเนียมโปรไฟล์ตามรูปที่ 3.2 ซึ่งเป็นชิ้นส่วนที่ถูกจัดสร้างขึ้นจากอลูมิเนียมที่ถูกผ่านกระบวนการอัดร้อยและรีดร้อยเพื่อให้มีรูปร่างและลักษณะที่แน่นหนาและแข็งแรง โปรไฟล์อลูมิเนียมใช้ในหลายอุตสาหกรรมและงานต่างๆ เช่น อุตสาหกรรมจัดสร้างสรรค์ภายใน (Interior design) อุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์ อุตสาหกรรมอุปกรณ์ไฟฟ้า อุตสาหกรรมรถยนต์ อุตสาหกรรมเครื่องกล เป็นต้น โดยอลูมิเนียมโปรไฟล์ที่ใช้มีขนาด 40x40 ประกอบกันรวมทั้งสิ้น 22 ชิ้น โดยมีขนาดกว้าง x ยาว x สูง เท่ากับ 880 x 880 x 1356 มิลลิเมตร โดยวัตถุประสงค์เพื่อจำกัดขนาดของตัวโครงงานไว้ให้ไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เกิน 1000 x 1000 x 1800 มิลลิเมตร ต่อมาสิ่งคือยึดตัวอลูมิเนียมโปรไฟล์แต่ละชิ้นเข้าด้วยกันคือ ข้อต่อ (Bracket) สำหรับอลูมิเนียมโปรไฟล์ขนาด 40x40 จำนวนทั้งสิ้น 56 ชิ้น ซึ่งยึดกับอลูมิเนียมโปรไฟล์โดยใช้สกรูชนิด m8 ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 8 มิลลิเมตร ดังรูปที่ 3.3

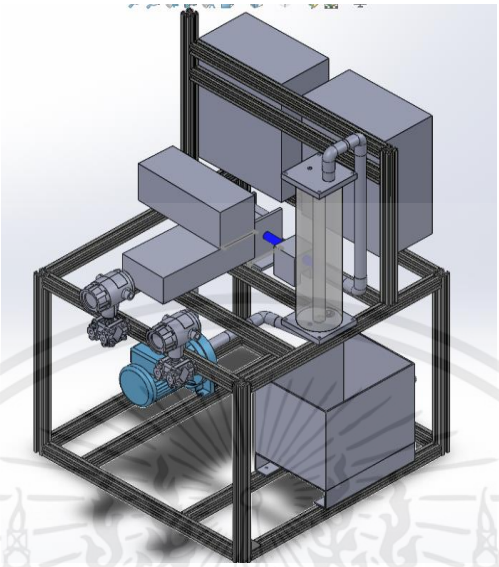


รูปที่ 3.3 โมเดลสามมิติของข้อต่อ

การรับของเหลวหนักของตัวอลูมิเนียมโปรไฟล์นั้นอ้างอิงจากรายละเอียดเสปกของอลูมิเนียมโปรไฟล์ขนาด 40x40 มิลลิเมตร [8] คือ สามารถรับแรงได้เฉพาะจุดอยู่ที่ 96 กิโลกรัมต่อเมตร และสามารถรับแรงเฉลี่ยที่ 154 กิโลกรัมต่อเมตร ซึ่งมากพอสำหรับการรับแรงจากของเหลวหนักของอุปกรณ์ใด ๆ ในแพลนต์โมเดลและข้อต่อขนาด 40 มิลลิเมตร สามารถรับของเหลวหนักได้สูงสุดที่ของเหลวหนัก 120 กิโลกรัม

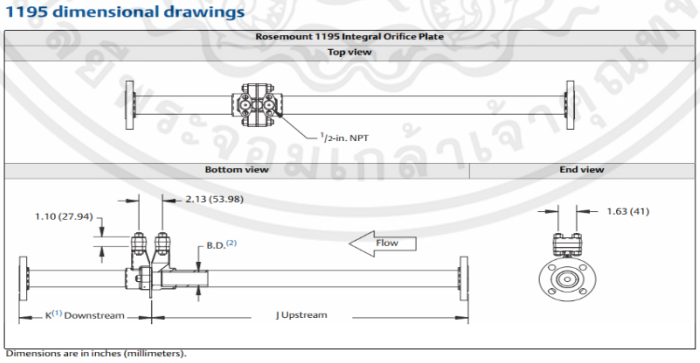
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 การออกแบบระบบท่อ



รูปที่ 3.4 การวางอุปกรณ์ต่าง ๆ ในแพลนต์โมเดล

จากรูปที่ 3.4 ในการเลือกวัสดุสำหรับจัดสร้างระบบท่อสำหรับลำเลียงของเหลวในแพลนต์โมเดลนี้นั้นลือกใช้พีวีซี ซึ่งท่อพีวีซีนั้นเป็นท่อที่ผลิตจากวัสดุพีวีซีซึ่งเป็นวัสดุพลาสติกที่มีคุณสมบัติทนทานต่อสารเคมี ทนทานต่อความร้อนและความเย็น และมีความยืดหยุ่นในการใช้งาน ท่อของเหลวพีวีซีมีการใช้งานแพร่หลายในงานท่อของเหลวและระบบประปา ท่อพีวีซีมีขนาดและหลายรูปแบบที่สอดคล้องกับความต้องการของแต่ละงาน เช่น ท่อพีวีซีขนาดเล็กสำหรับระบบของเหลวส่งในบ้านหรืออาคาร ท่อพีวีซีขนาดใหญ่ใช้ในระบบประปาในชุมชนหรืออุตสาหกรรมโดยตำแหน่งการวางจะเป็นไปตามรูปที่ 3.5 ซึ่งอ้างอิงจากระยะขั้นต่ำในการวางแผ่นออริฟิส



รูปที่ 3.5 ระยะที่กำหนดในการติดตั้งของแผ่นออริฟิส [12]

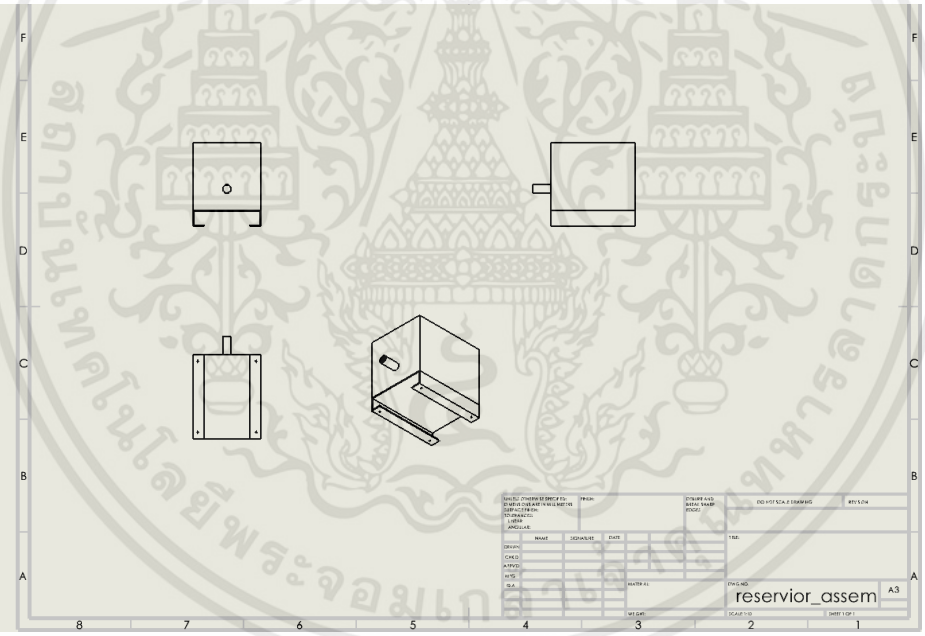
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขนาดของท่อที่จำเป็นต่อการใช้งานกับวาล์วควบคุมซึ่งอิงจากแผ่นข้อมูล (Datasheet) ตามรูปที่ 3.5 แล้ว Masoneilan Dresser 35-35212 เป็นวาลว์ควบคุมสำหรับท่อขนาด 1 นิ้ว และ Rosemount 1195 ซึ่งแผ่นออริฟิสนั้นเป็นรุ่นสำหรับท่อขนาด ½ นิ้ว ทำให้ในการออกแบบจำเป็นต้องมีท่อ 2 ขนาดและต้องคำนึงถึงการวัดอัตราการไหลของของเหลว การออกแบบได้ออกแบบให้ท่อสำหรับขาเข้าของแผ่นออริฟิสมีระยะทางที่มากกว่าที่กำหนดไว้ในขั้นต่ำของแผ่นข้อมูลที่กำหนดไว้โดยบริษัท Rosemount เพื่อที่ทำให้แน่ใจว่าการวัดอัตราการไหลนั้นจะไม่คลาดเคลื่อน

3.6 ชิ้นส่วนที่ใช้ในการจัดสร้างแพลนต์โมเดล

ในส่วนนี้จะเป็นการลงรายละเอียดของชิ้นส่วนที่จำเป็นต้องออกแบบและจัดสร้างขึ้นเพื่อสั่งประกอบโดยจะเป็นการอธิบายลักษณะ หน้าที่ และแนวคิดในการออกแบบของชิ้นส่วนเหล่านี้ทั้งหมด

1. ถังพักน้ำ



รูปที่ 3.6 แบบสองมิติของถังพักน้ำ

จากรูปที่ 3.6 เป็นแบบการเขียนแบบโดยซอฟต์แวร์ SOLIDWORKS ในการสั่งทำส่วนประกอบของแพลนต์โมเดลนี้จำเป็นต้องคำนึงถึงหลายปัจจัยอย่างเช่น วัสดุที่ใช้ในการจัดสร้างซึ่งในการออกแบบทางวิศวกรรมมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัสดุอยู่ 2 ชนิดที่ได้รับความนิยมอย่างมากคือ เหล็กและสแตนเลส โดยการเลือกใช้วัสดุสำหรับการทำ ถังเก็บน้ำสแตนเลสและเหล็กจะมีมีความแตกต่างกันในแง่หลายด้านที่สำคัญต่อการใช้งาน ดังนี้

1. ความทนทานต่อสภาพแวดล้อม

สแตนเลสมีความทนทานต่อสภาพแวดล้อมที่ร้อนชื้น สภาพอากาศที่มีความเปลี่ยนแปลงบ่อย และสภาพของเหลวที่มีความเป็นกรด-ด่างได้ดีกว่าเหล็ก ซึ่งทำให้เหมาะสำหรับการใช้งานในสภาพแวดล้อมที่อาจมีการเกิดการกัดกร่อน การอุ่น หรือการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศได้

2. ความทนทานต่อสารเคมี

สแตนเลสมีความทนทานต่อสารเคมีที่เป็นกรดและด่าง ซึ่งทำให้เหมาะสำหรับการใช้งานในสถานที่ที่มีการใช้ของเหลวที่มีสารเคมีหรือสารกระตุ้นอยู่ สำหรับเหล็กมีความทนทานต่อสภาพที่มีความเปลี่ยนแปลงอากาศแต่มักอาจถูกกระตุ้นหากมีสารเคมีที่เข้มข้นในของเหลวที่เก็บในถัง

3. ความคงทน

สำหรับการใช้งานที่เกี่ยวข้องกับระบบของเหลวหากใช้เหล็กทั่วไปโดยไม่ทาสารเคลือบป้องกันสนิมเมื่อเวลาผ่านไปจะเกิดสนิมทำให้โครงจัดสร้างเกิดความอ่อนแอออาจทำให้ต้องเปลี่ยนใหม่ แต่สแตนเลสมีความต้านทานการเกิดออกซิเดชั่นมากกว่าเหล็กทำให้ทนทานต่อการเกิดสนิมมากกว่ามาก

4. ของเหลวหนัก

เหล็กมีความหนักมากกว่าสแตนเลส ซึ่งทำให้ถังที่ใช้สแตนเลสมีของเหลวหนักเบากว่าถังทีใช้เหล็ก ซึ่งอาจเป็นประโยชน์ในกรณีที่ต้องการย้ายตำแหน่งหรือการติดตั้ง รวมถึงเพื่อความปลอดภัยของโครงจัดสร้างโดยรวมด้วย

5. ราคา

ราคาเหล็กตามท้องตลาดมีราคาสูงกว่าสแตนเลสมากรวมถึงการแปรรูปทำได้ยากทำให้มีราคาแพง หากต้องการจะตัดหรือดัดเพื่อนนำมาทำถังเก็บน้ำเพราะต้องใช้ช่างผู้เชี่ยวชาญสแตนเลสที่ราคาต่ำกว่าจึงตอบโจทย์มากกว่า

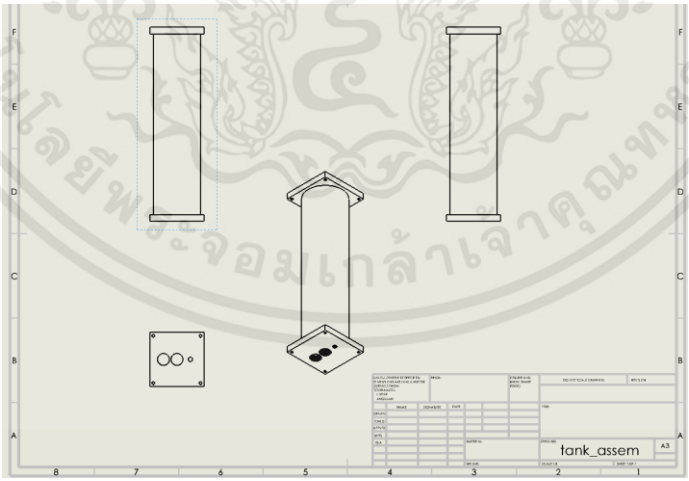
จากปัจจัยข้างต้นสำหรับการจัดเก็บของเหลวในแพลนต์โมเดลนี้นั้นจะใช้ถังที่ทำจากวัสดุสแตนเลสที่มีความหนา 2 มิลลิเมตรซึ่งถือเป็นความหนาที่เกินพอสำหรับการจัดเก็บของเหลวปริมาณเพียงเท่านี้โดยตัวถัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ออกแบบมาให้มีเกลียวสำหรับใส่ท่อพีวีซีขนาด 1 นิ้วไปทางด้านหน้าและยังมีส่วนสำหรับยึดจับกับตัวอลูมิเนียมโปรไฟล์ด้วยสกรูรุ่น m8 จำนวน 4 ตัว อีกด้วย ซึ่งส่วนที่ใช้จัดเก็บของเหลวนั้นมีความกว้าง x ความยาว x ความสูงทั้งหมด 300x300x300 มิลลิเมตร และส่วนแท่นยึดมีความสูง 70 มิลลิเมตร ทำให้โดยรวามตัวถังมีความสูง 370 มิลลิเมตร ดังรูปที่ 3.7 โดยกระบวนการทั้งหมดที่ใช้ในการจัดสร้างใช้การตัด พับ เชื่อม ซึ่งทดสอบรอยรั่วแล้ว

รูปที่ 3.7 ถังพักน้ำ

2. ถังอะคริลิกสำหรับควบคุมระดับของเหลว



รูปที่ 3.8 แบบสองมิติของถังอะคริลิก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.8 จะเป็นแบบวาดของถังอะคลิริกที่ต้องการใช้ติดตั้งเพื่อกักเก็บระดับของเหลวที่ต้องการควบคุมซึ่งออกแบบโดยใช้ซอฟต์แวร์ SOLIDWORKS เป็นรูปแบบสามมิติและนำมาแปลงเป็นรูปแบบสองมิติเพื่อส่งให้ช่างทำการจัดสร้างโดยสาเหตุที่เลือก อะคริลิก (Acrylic) [9] เพราะเนื่องจากว่าเป็นวัสดุพลาสติกที่มีคุณสมบัติที่น่าสนใจและนิยมใช้ในการทำถังน้ำหลายประเภท ส่วนใหญ่ถังน้ำที่ทำด้วยอะคริลิกเป็นถังใสหรือใส่ของเหลวสีที่ทำให้สามารถมองเห็นระดับของเหลวภายในได้ นอกจากนี้ยังมีคุณสมบัติที่ทำให้ถังน้ำทำจากอะคริลิกนิยมในการใช้งานดังนี้

1. ทนทานต่อสารเคมี

อะคริลิกมีความทนทานต่อสารเคมีสูง เช่น สารเคมีที่พบในของเหลวทั่วไป แม้ว่าจะมีความเป็นกรดหรือเบสก็ตาม อะคริลิกจะไม่สลายลงหรือเปลี่ยนสีเมื่อมีการสัมผัสกับสารเคมีเหล่านี้ ดังนั้นถังน้ำที่ทำจากอะคริลิกจึงเหมาะสำหรับใช้ในการเก็บของเหลวหลายประเภท รวมถึงของเหลวดื่ม

2. ทนทานต่อแรงกระแทก

อะคริลิกมีความแข็งแรงและทนทานต่อแรงกระแทกสูง ซึ่งทำให้ถังน้ำที่ทำจากอะคริลิกสามารถทนทานต่อการกระแทกหรือการกระแทกที่อาจเกิดขึ้นได้ เช่น เมื่อถูกชนหรือกระแทกจากวัตถุอื่น

3. ความยืดหยุ่น

อะคลิลิกมีความยืดหยุ่นที่ดี ซึ่งทำให้ถังน้ำที่ทำจากอะคริลิกสามารถทนทานต่อแรงกดหรือแรงยืดที่อาจเกิดขึ้นได้ โดยไม่เกิดการแตกร้าวหรือแตกสลาย

4. เบาและทนทานต่อสภาพอากาศ

อะคริลิกมีความเบาและทนทานต่อสภาพอากาศ เช่น ความร้อนและความเย็น ซึ่งทำให้ถังน้ำที่ทำจากอะคริลิกสามารถใช้งานได้ในสภาวะสภาพอากาศที่หลากหลาย

5. การป้องกันการรั่วซึม

อะคริลิกมีสมบัติที่สามารถป้องกันการรั่วซึมของของเหลว ซึ่งทำให้ถังน้ำที่ทำจากอะคริลิกเหมาะสำหรับการใช้งานที่ต้องการความปลอดภัยจากการรั่วซึม

จากคุณสมบัติดังกล่าวนี้ทำให้การทำถังน้ำจากอะคริลิกจะตอบโจทย์ในการประกอบและใช้งานต่อการควบคุมระดับของเหลวมากที่สุดซึ่งจากการออกแบบทำให้ได้ต้นแบบถังน้ำอะคริลิกที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

140 มิลลิเมตรและความสูง 535 มิลลิเมตร โดยลักษณะการออกแบบได้ออกแบบให้มีท่อสำหรับใส่ของเหลวเข้าเป็นสำหรับท่อพีวีซี ขนาด 1 นิ้ว และท่อขนาดเล็กสำหรับต่อสายวัดแรงดันของทรานสมิตเตอร์วัดความดันแตกต่างจะเชื่อมต่อสำหรับอบการวัดระดับของเหลวในถังอะคริลิก ในส่วนของของเหลวที่ไหลออะจะเป็นท่อขนาด 1 นิ้ว ที่ควบคุมโดยแมนนวลวาล์ว (Manual Valve) ซึ่งใช้ในการควบคุมอัตราการไหลออกของของเหลวภายในถัง พร้อมด้วยท่ออีกชิ้นหนึ่งเพื่อกันระดับของเหลวมีมากเกินไปให้ระบายออกดังรูปที่ 3.9

รูปที่ 3.9 ถังน้ำอะคริลิก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.7 การออกแบบระบบไฟฟ้า

หัวข้อนี้จะเป็นการอธิบายหลักการ ขั้นตอนการออกแบบของวงจรไฟฟ้าและลักษณะของกล่องเชื่อมสาย (Junction Box)

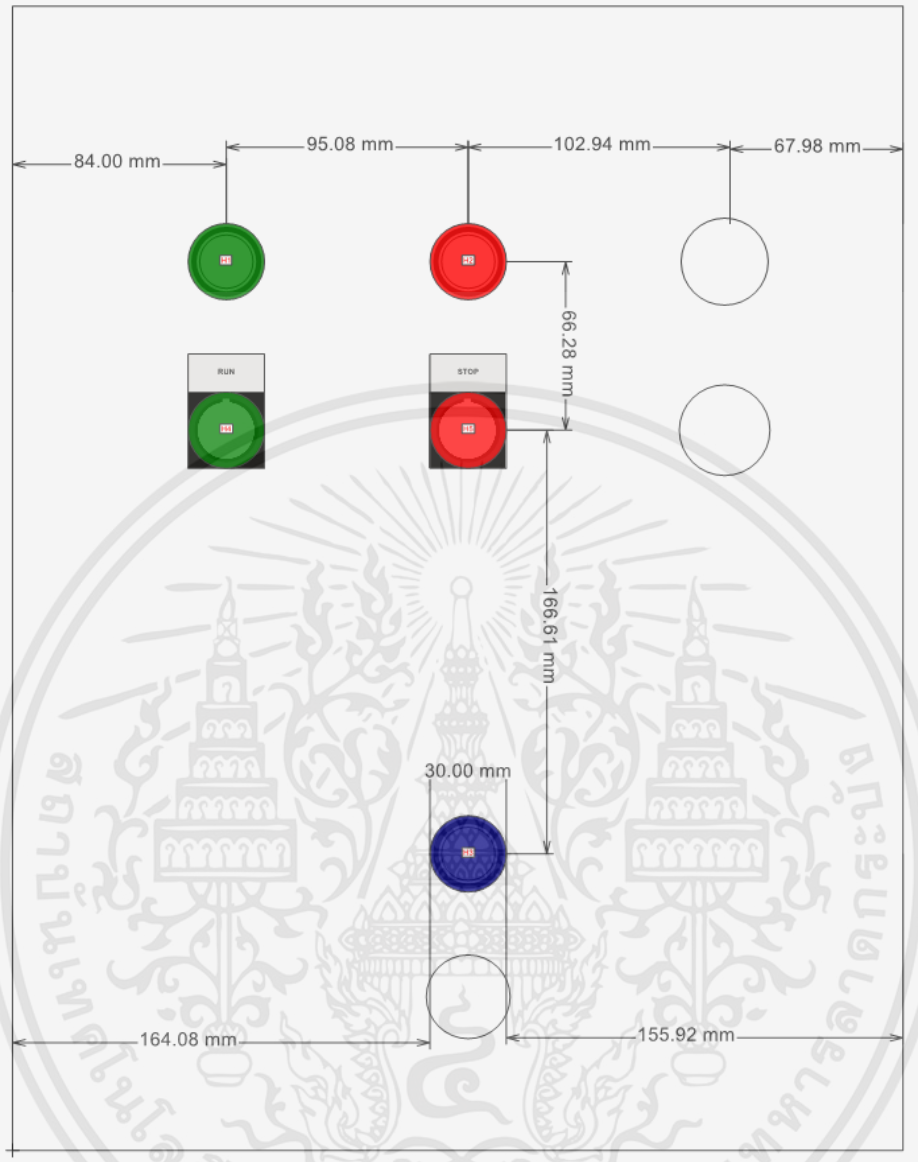
3.7.1 ระบบควบคุมปั๊มน้ำ

เนื่องจากปั๊มน้ำที่ใช้ในชิ้นงานเป็นปั๊มน้ำเฟสเดียวในการออกแบบวงจรควบคุมปั๊มน้ำจึงไม่ซับซ้อนมากโดยเงื่อนไขการออกแบบคือ ต้องการให้สามารถสั่งการทำงานขอปั๊มน้ำไฟฟ้ากระแสสลับได้ รวมถึงมีการปิดการทำงานโดยอัตโนมัติเมื่อไฟฟ้าลัดวงจรโดยการควบคุมจะสั่งการจากปุ่ม Start สำหรับเปิด และ Stop สำหรับปิด โดยจะมีไฟแสดงสถานะของการทำงานของปั๊มรวมทั้งสถานะของไฟเลี้ยงบนแผงหน้าตู้ควบคุมโดยการออกแบบนั้นจะออกแบบผ่านซอฟต์แวร์ Skycad ในการทำแบบหน้าตู้ (Control Panel Drawing) สำหรับการออกแบบตำแหน่งในการจัดวางอุปกรณ์บนหน้าตู้โดยตำแหน่งที่จะติดตั้งตู้นี้นั้นจะติดอยู่กับตัวแพลนต์โมเดลและจะวางให้อยู่ในระดับสายตาของผู้ใช้งานหรือก็คืออยู่สูงกว่าระดับพื้นดินอย่างน้อย 150 เซนติเมตร เพื่อให้ง่ายต่อการใช้งานโดยในการออกแบบตู้ควบคุมน้ำนั้นจะใช้อุปกรณ์ดังที่แสดงในตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.3 อุปกรณ์ในตู้ควบคุมปั๊ม

No.	อุปกรณ์	จำนวน	คำอธิบาย
1	เบรกเกอร์	1	ตัด/ต่อไฟเข้าวงจร
2	แมกเนติกคอนแทรกเตอร์	1	ควบคุมการทำงานของสวิตช์
3	โอเวอร์โหลดรีเลย์	1	ตัด/ต่อไฟเมื่อกระแสเกิน
4	ปุ่มกด	2	สั่งการทำงานของวงจร
5	แอลอีดี	3	แสดงผลการทำงานของวงจร
6	เทอร์มินอล	9	เชื่อมสายไฟของแต่ละอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.10 แบบหน้าตู้ควบคุมปั๊มน้ำ

จากรูปที่ 3.10 จะประกอบไปด้วยหลอดไฟแอลอีดี (Light Emitting Diode Lamp: LED Lamp) สำหรับไฟ 220 โวลต์จำนวน 3 ตัวโดยที่หลอดสีเขียวใช้แท็ก (Green_LED) เป็นหลอดที่ใช้แสดงสถานะเมื่อปั๊มทำงาน สีแดงใช้แท็ก (Red_LED) จะแสดงเมื่อปั๊มไม่ได้ทำงานอยู่ และสีของเหลวเงินใช้แท็ก (Blue_LED) จะแสดงเมื่อมีไฟเลี้ยงอุปกรณ์ภายในตู้ควบคุม นอกจากนั้นจะเป็นสวิตช์ปุ่มกด 2 ตัวสำหรับการควบคุมการเปิด/ปิดของปั๊มโดยที่ปุ่มสีเขียวจะสั่งให้ปั๊มทำงาน และสีแดงจะให้ปั๊มหยุดทำงานโดยทั้งสีของปุ่มกดและแอลอีดีจะถูกกำหนดดังตารางที่ 3.3

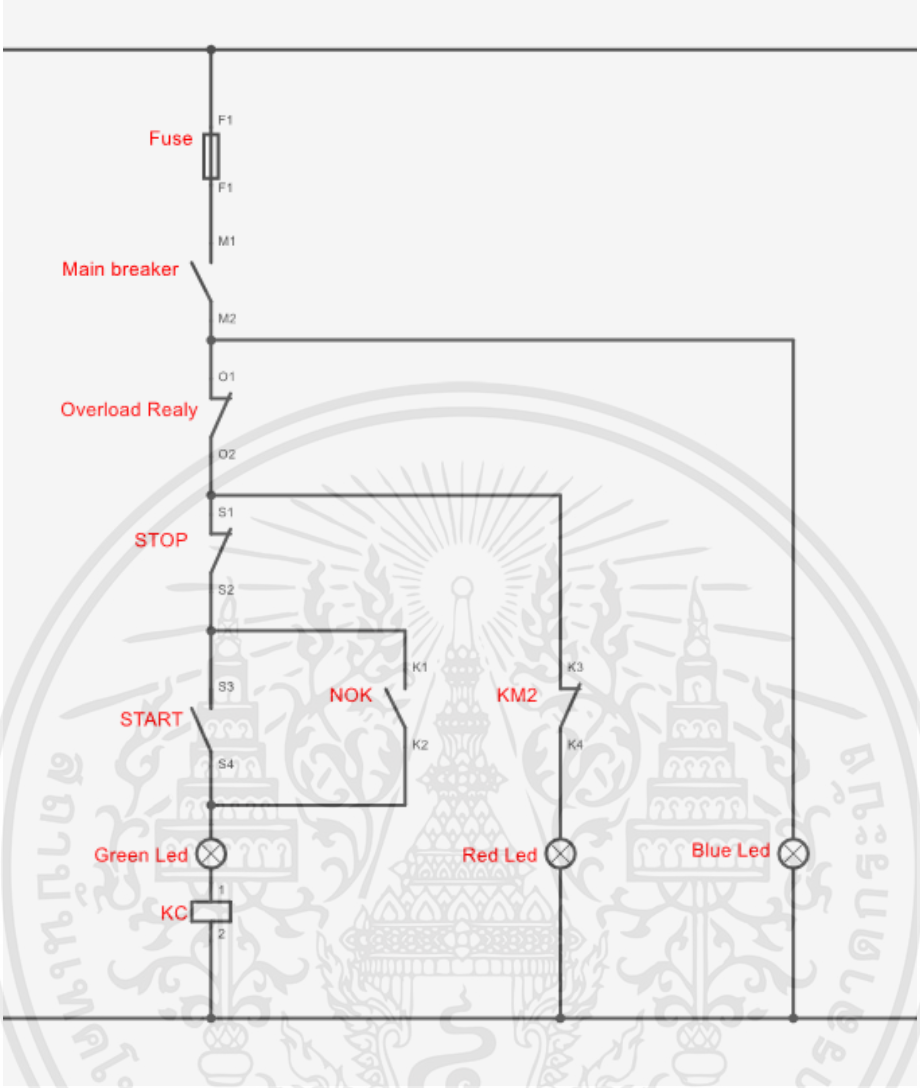
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.4 ความหมายของสีของสัญญาณไฟ

แท็ก	อุปกรณ์	สี	คำอธิบาย
Start_Button	Push Button Switch		ปุ่มเปิดการทำงานของปั๊ม
Stop_Button	Push Button Switch		ปุ่มหยุดการทำงานของปั๊ม
Green_LED	LED Lamp 220V		ไฟแสดงผลสถานะ “ปั๊มกำลังทำงาน”
Red_LED	LED Lamp 220V		ไฟแสดงผลสถานะ “ปั๊มหยุดทำงาน”
Blue_LED	LED Lamp 220V		ไฟแสดงผลสถานะ “ตู้ควบคุมมีไฟเลี้ยง”

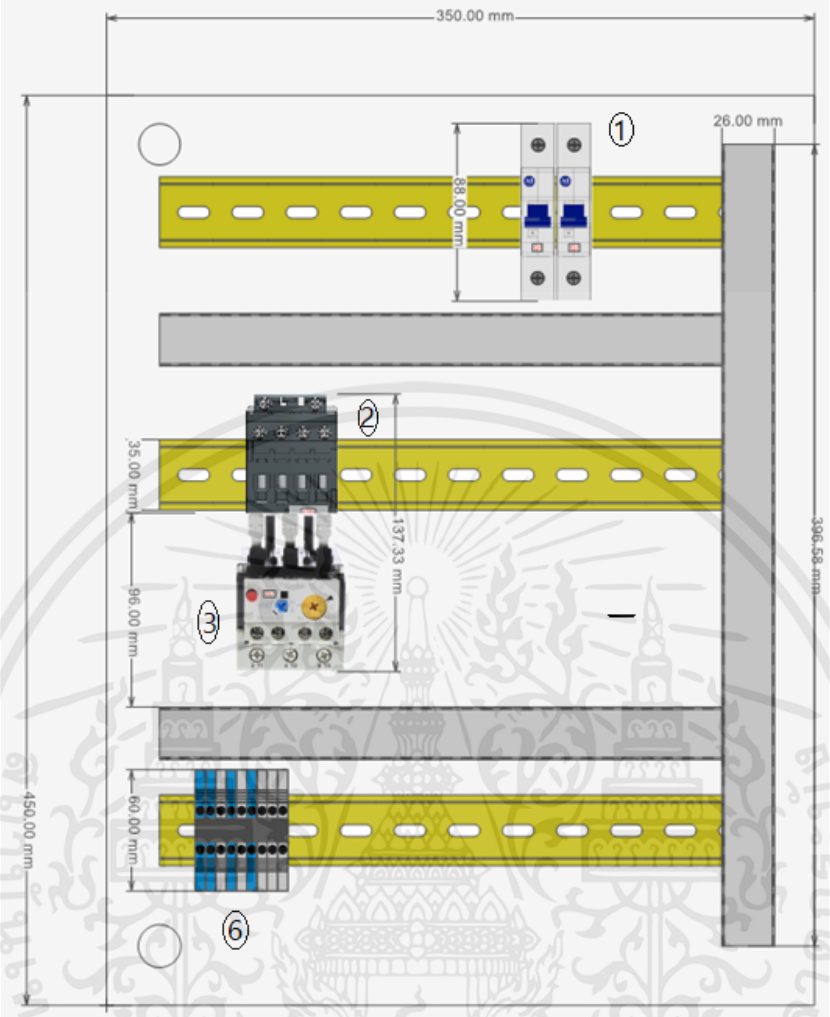
เมื่อไฟฟ้าไหลเข้าวงจรจะผ่านแอลอีดีสีของเหลวเงินที่ทำหน้าที่เป็นตัวบ่งบอกว่าไฟฟ้าได้เข้าไปสู่ระบบแล้ว ซึ่งจะจัดวางไว้ก่อนเบรกเกอร์ (Breaker) ทำให้จะติดเสมอต่อให้จะไม่สับไฟขึ้นก็ตามเพื่อเป็นตัวบ่งบอกว่ามีไฟฟ้าถัดมาไฟฟ้าจะไหลเข้าสู่เบรกเกอร์หลัก (Main Breaker) โดยทำหน้าที่เป็นตัวเปิด-ปิดไฟเลี้ยงระบบซึ่งหลังจากนั้นจะเข้าสู่โอเวอร์โหลดรีเลย์ (Overload Relay) โดยมีหน้าที่ตัดไฟเมื่อเกิดกระแสเกินเพื่อความปลอดภัย ถัดมาจะเป็นวงจรควบคุมปั๊มน้ำแบบเปิด/ปิดโดยใช้วงจรอินเตอร์ล็อก (Interlock) ในการทำงานของฟังก์ชันเปิด/ปิด กรณีที่เปิดเครื่องขึ้นมาปั๊มน้ำจะอยู่ในสถานะหยุดโดย Red_LED จะติดเมื่อเปิดการทำงานโดยใช้ Start_Button ตัววงจรอินเตอร์ล็อกจะทำงาน และเนื่องจากปุ่มเปิด/ปิดเป็นปุ่มกด (Push Button Switch) เมื่อกด Stop_Button ไฟจะหยุดเลี้ยงแมกเนติกคอนแทกเตอร์ (Magnetic Contractor) ซึ่งเป็นตัวควบคุมไฟเข้าปั๊มด้วยทำให้เมื่อมีไฟเลี้ยงส่งผลให้ปั๊มหยุดทำงาน หากอ้างอิงจากการออกแบบดังกล่าวจะสามารถออกแบบวงจรควบคุมและอุปกรณ์ภายในตู้ควบคุมได้ดังรูปที่ 3.11 ที่อธิบายการทำงานของวงจะและรูปที่ 3.12 ที่อธิบายการติดตั้งของอุปกรณ์ต่าง ๆ ภายในตู้ไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.11 วงจรควบคุมปั๊มน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



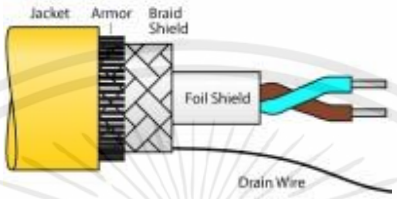
รูปที่ 3.12 แบบภายในตู้ควบคุมปั๊มน้ำ

3.7.2 กล่องเชื่อมสาย

ในฟาวน์เดชันฟิลด์บัสบัสนั้นกล่องเชื่อมสาย หมายถึงอุปกรณ์ที่ใช้เชื่อมต่อหรือเชื่อมต่อสายสัญญาณระหว่างอุปกรณ์และเครือข่ายฟาวน์เดชันฟิลด์บัสซึ่งประกอบด้วยองค์ประกอบต่าง ๆ เช่น ตัวต้านทาน (Termination Resistor), สายสัญญาณ (Signal Cable), ขั้วต่อสาย (Cable Connector) เป็นต้น กล่องเชื่อมสายทำหน้าที่เป็นจุดเชื่อมต่อหลักของสายสัญญาณที่เชื่อมต่ออุปกรณ์สื่อสารกับฟาวน์เดชันฟิลด์บัสและรองรับการเชื่อมต่อและปล่อยสายสัญญาณระหว่างอุปกรณ์ต่าง ๆ ในระบบ อีกทั้งยังช่วยในการจัดการตัวต้านทานและส่วนต่อต้านการชำระไฟฟ้าสถิตภายในตัวเอง เพื่อให้สามารถเชื่อมต่อและทำงานร่วมกับเครือข่ายฟาวน์เดชันฟิลด์บัสได้อย่างมีประสิทธิภาพและเสถียรภาพ กล่องเชื่อมสายมักถูกติดตั้งในพื้นหลังของรางสายสัญญาณและมีหลาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปแบบตามความต้องการแต่ละรูปแบบจะมีจำนวนและประเภทของขั้วต่อสายสัญญาณที่แตกต่างกัน ซึ่งจะเป็นไปตามความต้องการในการเชื่อมต่อและสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ต่าง ๆ ในฟาวน์เดชันฟิลด์บัสดังนั้นกล่องเชื่อมสายจึงเป็นองค์ประกอบสำคัญในฟาวน์เดชันฟิลด์บัสการสื่อสารระหว่างอุปกรณ์สื่อสารและเครือข่ายฟาวน์เดชันฟิลด์บัสทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและเสถียร

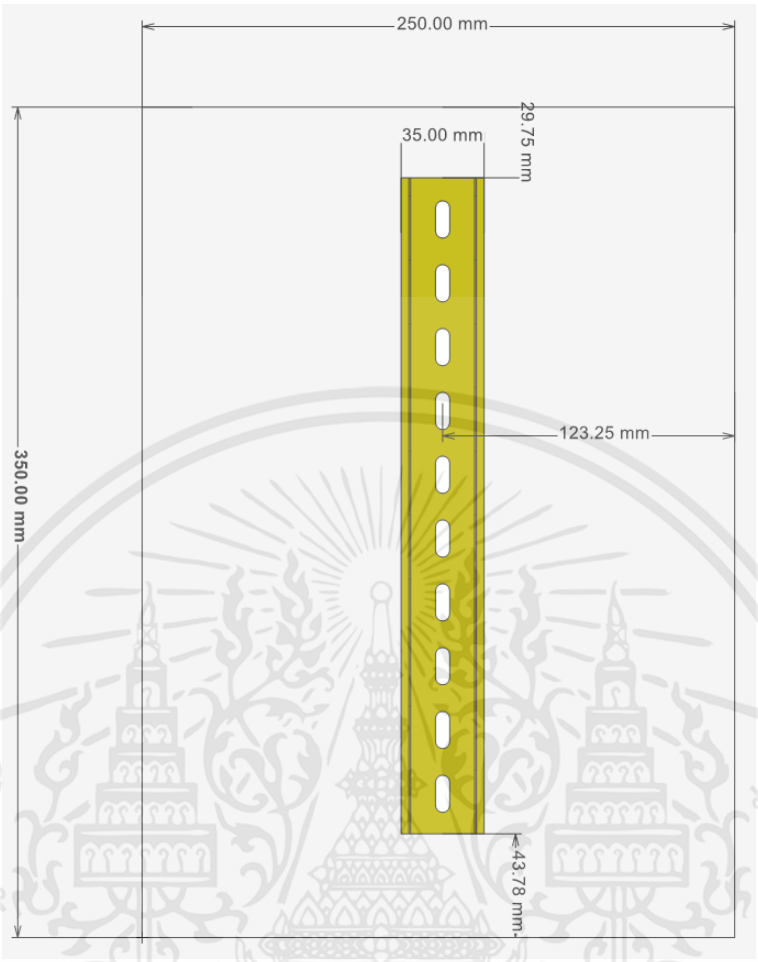


รูปที่ 3.13 สายสัญญาณของฟาวน์เดชันฟิลด์บัส [10]

จากรูปที่ 3.13 ซึ่งเป็นรูปสายสัญญาณทั่วไปที่ใช้ในฟาวน์เดชันฟิลด์บัสจะสังเกตว่าจะประกอบไปด้วยหลายชั้นด้วยกันซึ่งแตกต่างจากสายไฟปกติเพราะสำหรับระบบการสื่อสารในอุตสาหกรรมนั้นจะต้องสื่อสารผ่านสัญญาณแม่เหล็กไฟฟ้าที่รบกวนอุปกรณ์อยู่เสมอการออกแบบสายสัญญาณให้มีฉนวนห่อหุ้มก็เพื่อลดผลกระทบจากสัญญาณรบกวนเหล่านั้นเพื่อให้การส่งสัญญาณเป็นไปด้วยความเรียบร้อยและข้อมูลที่สื่อสารกันจะไม่ถูกรบกวน

ซึ่งสำหรับตู้ที่ใช้ติดตั้งกล่องเชื่อมสายจะเป็นตู้ไฟขนาด กว้าง x สูง ที่ 250 x 350 มิลลิเมตร โดยที่จะมีแผงสำหรับติดตั้งอุปกรณ์สำหรับการเชื่อมต่อฟาวน์เดชันฟิลด์บัสกับห้องควบคุมซึ่งสำหรับตัวเชื่อมต่อนั้นจะใช้ MegaBlock F259 ในการเชื่อมต่อระหว่างตัวอุปกรณ์ทั้งหมดสู่ตัวห้องควบคุมที่เชื่อมต่อกับดีซีเอสอยู่โดยแบบของรางไฟที่ใช้ติดตั้งสามารถดูได้จากรูปที่ 3.14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.14 แบบกล่องเชื่อมสาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.8 อุปกรณ์ที่ระดับฟิลด์ที่ติดตั้งในแพลนต์โมเดล

สำหรับหัวข้อย่อยนี้จะเป็นการอธิบายหน้าที่และหลักการทำงานรวมถึงหลักการติดตั้งของอุปกรณ์แต่ละตัวที่ติดตั้งในแพลนต์โมเดล

3.8.1. ทรานสมิตเตอร์ รุ่น Rosemount 3051 [11]

รูปที่ 3.15 ทรานสมิตเตอร์รุ่น Rosemount 3051 [11]

ผู้ผลิต : Rosemount

ทรานสมิตเตอร์วัดความดันแตกต่าง

หลักการทำงานของทรานสมิตเตอร์วัดความดันแตกต่าง ดังรูปที่ 3.15 เป็นอุปกรณ์วัดความดันแตกต่าง (Differential Pressure) ที่ใช้ในการวัดและส่งสัญญาณความดันต่าง ๆ ในระบบท่อ โดยมักใช้ร่วมกับแผ่นออริฟิสเพื่อวัดการไหลของของเหลวหรือก๊าซที่ผ่านผ่านท่อ เมื่อใช้ร่วมกับแผ่นออริฟิสโดยทั่วไปจะมีการติดตั้งทรานสมิตเตอร์วัดความดันแตกต่างในท่อหรือท่อของเหลวที่เชื่อมต่อกับแผ่นออริฟิสซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่มีรูเล็ก ๆ ที่แบ่งส่วนการไหลของสารผ่านผ่านแผ่นออริฟิส และจัดสร้างความต่างความดันระหว่างด้านหน้าและด้านหลังของแผ่นออริฟิสซึ่งเป็นตัวแบ่งช่องว่างเพื่อวัดความต่างของความดันตรงนี้ เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงความต่างของความดันระหว่างด้านหน้าและด้านหลังของแผ่นออริฟิสแล้วทรานสมิตเตอร์วัดความดันแตกต่าง จะรับแรงดันนี้และแปลงเป็นสัญญาณไฟฟ้าที่สอดคล้องกับความต่างของความดัน ซึ่งสามารถอ่านและแสดงผลในรูปแบบอื่น ๆ ได้ เช่น สัญญาณกระแสไฟฟ้า (Current Signal) หรือสัญญาณแรงดันไฟฟ้า (Voltage Signal) ที่สามารถนำไปใช้ในการควบคุมกระบวนการหรือวัดความดันต่าง ๆ ในระบบได้โดยเริ่มต้นจากการนำเข้ามาของแรงดันเข้าสู่ตัวอุปกรณ์ โดยทั่วไปแล้วจะมีช่องรับแรงดันสองทาง (Pressure Ports) ที่เชื่อมต่อกับระบบท่อหรืออุปกรณ์ที่ต้องการวัด ซึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

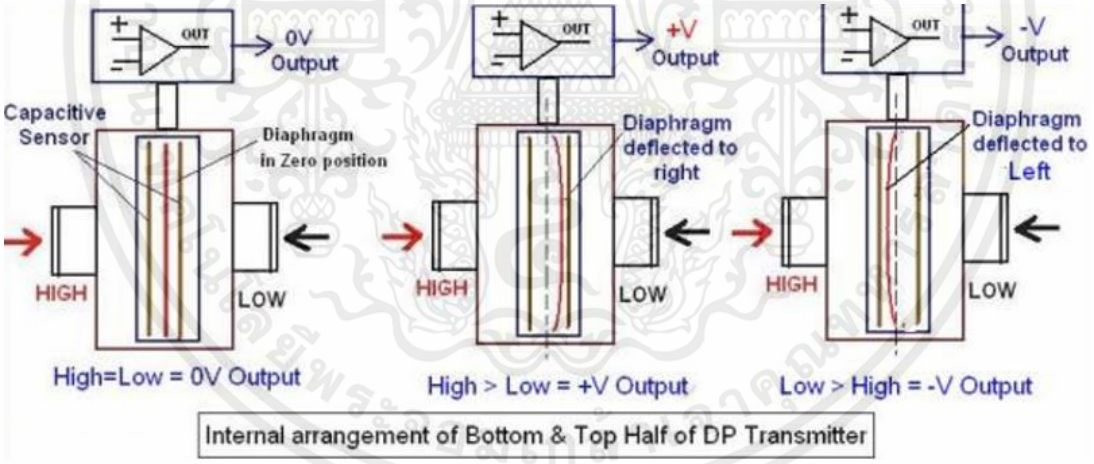
แรงดันจะส่งผ่านทางช่องทางในตัวอุปกรณ์ไปยังเซนเซอร์ภายในเซนเซอร์ที่ใช้ในทรานสมิตเตอร์วัดความดันแตกต่าง มีโครงจัดสร้างเป็นหนึ่งในสองแบบคือ

1. แถบโลหะ

แถบโลหะ (Bourdon Tube) เป็นท่อที่มีรูปร่างเป็นฟันคม และถูกเชื่อมต่อกับทางนำแรงดัน โดยเมื่อแรงดันส่งผ่านทางท่อ จะทำให้เกิดการบิดเบือนและย่อตัวของแถบหุ่น ซึ่งเซนเซอร์ใช้การวัดการเบียดเบียนนี้เพื่อแปลงเป็นสัญญาณไฟฟ้า

2. Diaphragm

แผ่นไดอะเฟรม (Diaphragm) จะเป็นแผ่นบางที่รับแรงดันจากทางนำ โดยแผ่นดิสก์จะงอเบาะและเกิดการเคลื่อนที่เล็กน้อยเมื่อมีแรงดันประกอบอยู่ แผ่นดิสก์จะถูกเชื่อมต่อกับเซนเซอร์ที่สามารถแปลงเคลื่อนที่เล็กน้อยเป็นสัญญาณไฟฟ้าได้ เมื่อแรงดันถูกแปลงเป็นสัญญาณไฟฟ้าภายในเซนเซอร์ สัญญาณไฟฟ้าจะถูกส่งไปยังวงจรอิเล็กทรอนิกส์ภายใน เพื่อประมวลผลและแปลงสัญญาณให้เป็นออกแบบที่เหมาะสม เช่น สัญญาณกระแส 4-20 mA หรือสัญญาณแบบดิจิทัล เป็นต้น สุดท้ายจะส่งสัญญาณไฟฟ้าที่แปลงมาได้ให้กับอุปกรณ์รับสัญญาณ (Receiver) เพื่อนำไปใช้ในการแสดงผลหรือประมวลผลเพื่อให้ผู้ใช้งานเข้าใจและใช้งานได้อย่างเหมาะสม



รูปที่ 3.16 หลักการทำงานของทรานสมิตเตอร์วัดความดันแตกต่าง [11]

ซึ่งการใช้งานทรานสมิตเตอร์วัดความดันแตกต่างสำหรับแพลนต์โมเดลนี้จะเป็นการแบ่งเป็น 2 หน้าที่คือ

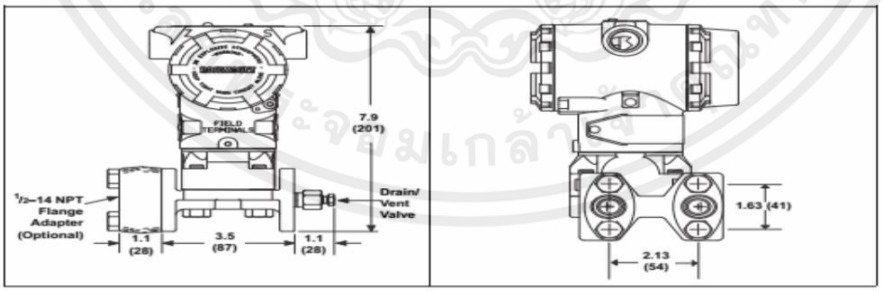
1. การวัดระดับของเหลวโดยใช้ LIT_301 ซึ่งใช้ความดันแตกต่างจากสายวัดที่ต่อตรงเข้ากับถังน้ำอะคลิริกทรงกระบอกโดยระดับการติดตั้งจะอยู่ต่ำกว่าตัวถังเพื่อให้เป็นประโยชน์ต่อการวัดความดันแตกต่างตามระเบียบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การติดตั้งอ้างอิงจากคู่มือของ Rosemount 3051 [11] โดยจะใช้ฟาวน์เดชันฟิลด์บัสในการส่งสัญญาณไปยังดีซีเอสซึ่งสำหรับหลักการควบคุมนั้นจะใช้การควบคุมแบบพีไอดี โดยตัวเซนเซอร์วัดระดับของเหลวตัวนี้จะทำหน้าที่เป็น PV (Primary Variable) ที่ต้องการจะควบคุม

2. การวัดอัตราการไหลโดยใช้ FIT_301 ใช้ความดันแตกต่างวัดจากแผ่นออริฟิสที่ติดตั้งเข้ากับท่อพีวีซีบริเวณถัดจาก LCV_301 ซึ่งจำเป็นต้องดูทิศทางของแผ่นออริฟิสและตำแหน่งการติดตั้งของตัวทรานสมิตเตอร์ให้อยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้องตามหลักการติดตั้ง และสามารถอ่านค่าได้จากสายตากรณีผู้ใช้งานต้องเข้าไปใช้งานในแพลนต์โมเดลอีกด้วย สำหรับการควบคุมจะใช้การควบคุมผ่านดีซีเอส โดย FIT_301 จะมีความสำคัญในกรณีที่วัดแบบคาสเคต (Cascade) เนื่องจากทำหน้าที่เป็นตัวควบคุมตัวที่สอง (Secondary Controller) สำหรับการควบคุมระดับของเหลวเพื่อการตอบสนองที่รวดเร็วกว่าสำหรับการเปลี่ยนแปลงของอัตราการไหลหรือระดับของเหลว

โดยในการที่จะนำอุปกรณ์นี้เข้ามาติดตั้งในแพลนต์โมเดลนั้นจะต้องคำนึงถึงปัจจัยหลายอย่างเช่น ความเข้ากันได้กับระบบควบคุมโดยใช้การส่งสัญญาณของฟาวน์เดชันฟิลด์บัส สเปกของอุปกรณ์ว่าสามารถรองรับแรงดันที่สามารถวัดได้ไหม หรือขนาดของตัวอุปกรณ์ว่ามีความเหมาะสมพอที่จะนำมาติดตั้งในแพลนต์โมเดลหรือไม่ โดยสำหรับสเปกของตัวอุปกรณ์นั้นจะอ้างอิงจากตัวคู่มือของ Rosemount 3051 [11] นั้นจะสามารถรับแรงดันได้ 2000 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ซึ่งในกรณีนี้จะต้องดูที่แผ่นออริฟิส ว่าสามารถรับความเร็วของกระแสของเหลวภายในระบบได้ไหมควบคู่กันไปด้วย สำหรับรุ่น Rosemount 3051 ที่นำมาใช้นั้นจะมีขนาดกว้าง x ยาว x สูง อยู่ที่ 201 x 87 x 54 มิลลิเมตร โดยอ้างอิงจากคู่มือจากทาง Rosemount ดังรูปที่ 3.17 ทำให้ได้อัตราส่วนของตัว Rosemount 3051 เพื่อนำไปใส่ในซอฟต์แวร์ SOLIDWORKS สำหรับการออกแบบโมเดลสามมิติ



รูปที่ 3.17 ขนาดของทรานสมิตเตอร์ รุ่น Rosemount 3051 [11]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.8.2 แผ่นออริฟิส รุ่น Rosemount 1195 [12]

รูปที่ 3.18 Rosemount 1195 [12]

ผู้ผลิต : Rosemount

แผ่นออริฟิส

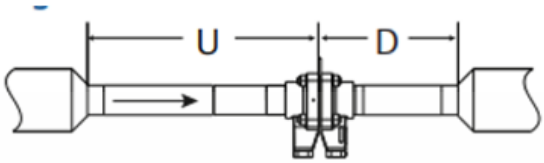
หน้าที่และหลักการทำงานของแผ่นออริฟิส (Orifice Plate) เป็นอุปกรณ์ที่มีลักษณะเป็นแผ่นแบ่งส่วนการไหลของสารที่ผ่านท่อหรือท่อของเหลวโดยหลักการทำงานของแผ่นออริฟิส คือ การใช้ความต่างความดันระหว่างด้านหน้าและด้านหลังของแผ่นออริฟิส เพื่อใช้ในการวัดความดันแตกต่าง เมื่อสารไหลผ่านแผ่นออริฟิส แผ่นวัดจะทำให้เกิดการเกิดแรงต้านทานของสารเนื่องจากการขยายพื้นที่ในช่องว่างข้างหลังแผ่นวัด ซึ่งจะทำให้เกิดความต่างความดันระหว่างด้านหน้าและด้านหลังของแผ่นออริฟิส โดยความต่างความดันนี้เกิดจากการเรียกคืนความดันของสารให้สมดุลกับการกลับไปยังความดันก่อนหน้าการผ่านแผ่นออริฟิส

ดังรูปที่ 3.18 สังเกตว่าแผ่นออริฟิส มีทางเข้า 2 ด้านสำหรับการวัดทั้งนี้เพื่อการวัดความต่างความดันระหว่างด้านหน้าและด้านหลังของแผ่นออริฟิสจะเป็นจุดสำหรับการที่ทรานสมิตเตอร์วัดความดันแตกต่างจะวัดและตรวจจับความต่างนี้ โดยทรานสมิตเตอร์วัดความดันแตกต่างจะอ่านความต่างความดันและแปลงเป็นสัญญาณไฟฟ้าที่สอดคล้องกับความต่างนี้ จากนั้นสัญญาณไฟฟ้านี้สามารถนำไปใช้ในการควบคุมกระบวนการหรือวัดความดันต่าง ๆ ในระบบได้

สำหรับแผ่นออริฟิสนั้นจะไม่นับว่าเป็นอุปกรณ์หลักแต่นับเป็นอุปกรณ์เสริมสำหรับการวัดอัตราการไหลด้วย FIT_301 โดยตัวแผ่นออริฟิสนั้นจะไม่ต้องเชื่อมเข้ากับดีซีเอสเหมือนกันกับอุปกรณ์ที่เหลือ แต่สิ่งที่เป็นความท้าทายสำหรับการใช้งานคือ ตำแหน่งการติดตั้งที่หากติดตั้งผิดไปจากระยะขั้นต่ำตามที่คู่มือกำหนดโดยอ้างอิงจาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คู่มือของ Rosemount 1195 [12] จะทำให้การวัดเกิดการคลาดเคลื่อนไปมากเนื่องจากกระแสของเหลวแบบไม่เป็นระเบียบ จะทำให้ความดันระหว่าก่อนและหลังออกจากแผ่นออริฟิสเกิดความคลาดเคลื่อนโดยระยะขั้นต่ำนั้นจะสามารถดูได้จากรูปที่ 3.19



β(1)	Upstream (U)						Downstream (D)
	Figure 2-1	Figure 2-2	Figure 2-3	Figure 2-4	Figure 2-5	Figure 2-6	Figures 2-1 through 2-6(2)
0.20	20	24	25	30	22	22	10
0.40		25	27	31			
0.50		25	28	33	23	23	
0.60		27	31	37	25	25	
0.70	23	32	35	42	28	28	
0.75	25	35	38	45	30	30	

รูปที่ 3.19 ระยะการติดตั้งขั้นต่ำของแผ่นออริฟิส

ซึ่งกรณีที่ต้องใช้จะเป็นกรณีที่ใช้ท่อลดขนาด (Reducer) หรือการลดขนาดของท่อก่อนที่จะเข้าสู่แผ่นออริฟิส ทั้งนี้เพราะการออกแบบได้ติดตั้งไว้ใกล้กับวาลว์ที่มีขนาดของท่ออยู่ที่ 1 นิ้ว แต่ท่อขาออกนั้นจะเป็นขนาด ½ นิ้วซึ่งเปรียบเสมือนการลดขนาดของท่อนั่นเอง นอกจากระยะการติดตั้งแล้วข้อมูลสำคัญของแผ่นออริฟิสอีกอย่างคือสเปกของอุปกรณ์ว่ามีความสามารถในการรองรับอัตราการไหลได้มากสุดเท่าไหร่ซึ่งอ้างอิงจากแท็กของอุปกรณ์ตัว Rosemount 1195 สามารถรับแรงดันได้ 1500 แรงปอนด์ต่อตารางนิ้ว และทนอุณหภูมิได้สูงสุด 450 องศาฟาเรนไฮด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.8.3 ปั๊มน้ำ รุ่น CPm-130 [13,14]

รูปที่ 3.20 ปั๊มน้ำ รุ่น CPm-130 [13]

ผู้ผลิต Pedrollo

ปั๊มน้ำหอยโข่ง [14]

ปั๊มน้ำหอยโข่ง (Centrifugal Pump) ดังรูปที่ 3.20 เป็นปั๊มน้ำประเภทนี้นิยมใช้อย่างแพร่หลายในการสูบของเหลว นม สารหล่อลื่น สารละลายเคมี วัสดุทางการเกษตรที่ใช้ในการแปรรูป เป็นต้น มีประสิทธิภาพในการสูบสูงถึง 90 % และยังให้ทำงานที่ระดับความดันสูงได้ ชิ้นส่วนที่หมุนอยู่ภายในเรือนปั๊มเรียกว่าโรเตอร์ (Rotor) หรือใบพัด (Impeller) จะเป็นตัวทำให้เกิดการขับดันของไหล ตัวแพร่กระจายของเหลว (Diffuser) เป็นส่วนที่อยู่กับที่ทำหน้าที่ในการเปลี่ยนเฮดความเร็ว (Velocity Head) เป็นความดันสถิต (Static Pressure) ของไหลที่ถูกสูบจะไหลผ่านเข้าสู่ช่องทางเข้าซึ่งขนานกับแกนเพลาแล้วถูกเหวี่ยงออกไปตามแนวรัศมีของใบพัดหรือโรเตอร์ (Rotor)

กลไกการส่งผ่านพลังงานในโรเตอร์หรือใบพัด เป็นผลจากการเปลี่ยนแปลงโมเมนตั้ม (Momentum) ของของไหล ก่อให้เกิดความแตกต่างความดันภายในระบบทำให้เกิดการไหลในแนวเส้นรอบวง (Tangential Flow) เป็นผลให้เกิดแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง (Centrifugal Force) ทำให้เกิดการไหลจากจุดศูนย์กลางของใบพัดของใบพัดออกไปสู่แนวเส้นรอบวงทุกทิศทางออกไปทางท่อส่ง ดังนั้น ของไหลที่ถูกขับดันออกมาก็จะมีทิศทางการไหลที่เกิดจากผลรวมของแรงทั้งสองโดยตัวปั๊ม Cpm-130 นี้นั้นเป็นปั๊มที่สามารถทำอัตราการไหลได้สูงสุด 90 ลิตรต่อนาทีและมีขนาดท่อขนาด 1 นิ้ว โดยลักษณะของปั๊มจะสังเกตได้จากรูปที่ 3.20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.8.4 วาล์วควบคุม รุ่น Masoneilan Dresser 35-35212 [15,16]

รูปที่ 3.21 Masonelilan Dresser 35-35212 [15]

ผู้ผลิต : Masoneilan Dresser

วาล์วควบคุม [16]

หน้าที่และหลักการทำงานของวาล์วควบคุม (Control Valve) ดังรูปที่ 3.21 เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุมการไหลของสารหรือของเหลวในระบบซึ่งในการออกแบบครั้งนี้เป็นวาล์วควบคุม ที่ใช้แรงลม (pneumatic) เป็นตัวขับเคลื่อนสำหรับการเปิดหรือปิด หลักการทำงานของวาล์วควบคุมสามารถอธิบายได้ดังนี้

1. เมื่อมีการปรับเปลี่ยนค่าความต้องการในระบบ (เช่น การปรับความดันหรือการไหล) สัญญาณนี้จะถูกส่งไปยังวาล์วควบคุมโดยใช้สัญญาณลม ซึ่งสัญญาณลมนี้จะเป็นค่าความดันที่ควบคุมอยู่ในช่วงที่กำหนด ซึ่งเป็นค่ามาตรฐานที่ใช้ในระบบการควบคุมสัญญาณลม มักใช้ลมอัตราต่ำและความดันต่ำสำหรับป้องกันการทำลายระบบหรืออุปกรณ์

2. สัญญาณลมที่เข้าถึงวาล์วควบคุมจะทำงานกับอุปกรณ์ที่เรียกว่า ตัวกระตุ้น (Actuator) เพื่อควบคุมการเปิดหรือปิดของวาล์ว สัญญาณลมจะทำให้เกิดแรงบิด (Torque) หรือแรงดันของวาล์วที่มากพอที่จะเคลื่อนที่ได้ ตัวกระตุ้นที่ใช้มากที่สุดในวาล์วควบคุมที่ใช้สัญญาณลม คือ แผ่นไดอะเฟรมตัวกระตุ้นแบบลม (Pneumatic Diaphragm Actuator) ซึ่งมีหลักการทำงานโดยใช้ลมอัดบรรจุในห้องพัดลมและห้องควบคุมความดัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

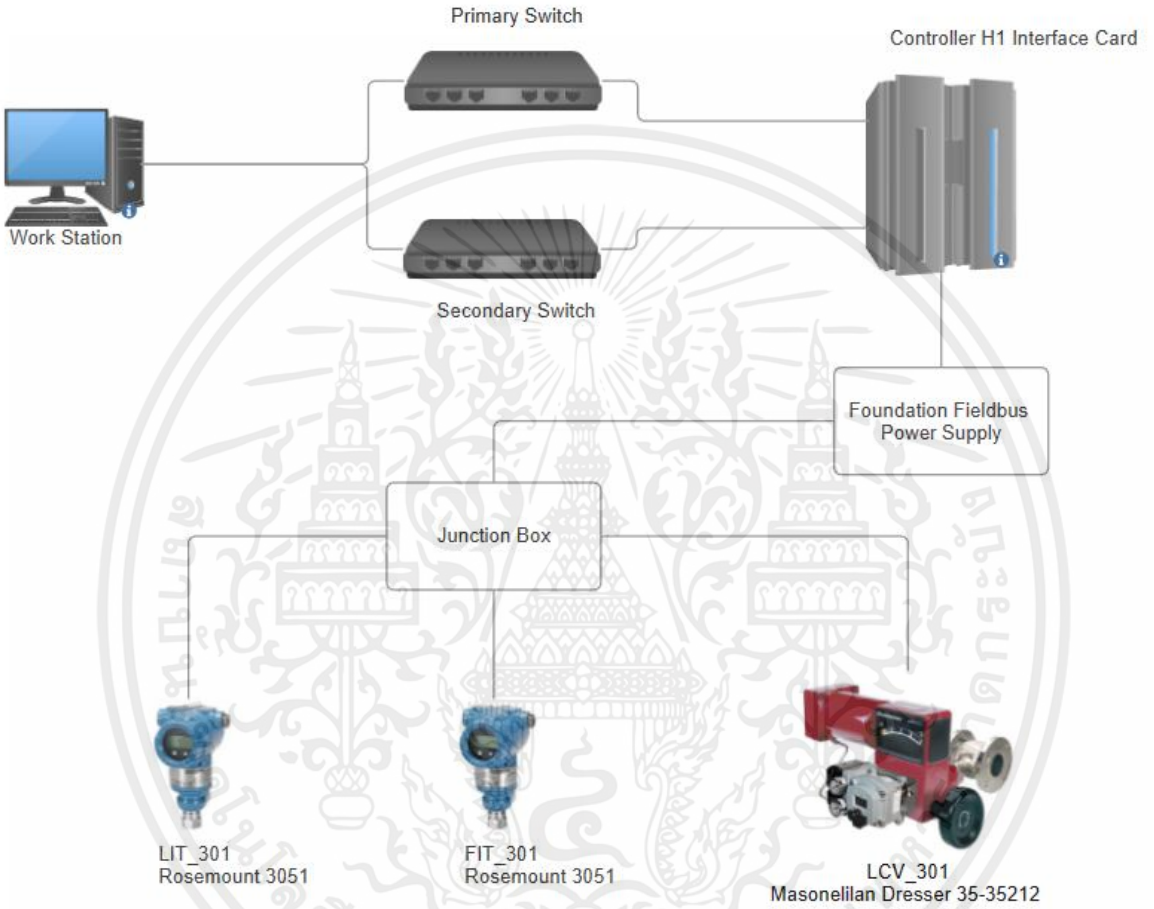
3. เมื่อวาล์วเปิดหรือปิดโดยตัวกระตุ้นการไหลของสารหรือของเหลวจะถูกควบคุมได้ โดยวาล์วจะมีส่วนที่เคลื่อนที่ภายในห้องควบคุมเพื่อเปิดหรือปิดทางไหลของสาร อาจมีรูปแบบวาล์วที่ใช้สำหรับควบคุมการไหลแบบเปิด/ปิดหรือวาล์วที่สามารถควบคุมการไหลในระดับที่ต้องการได้โดยการปรับค่าความดันในสัญญาณลมจะทำให้วาล์วเคลื่อนที่และปรับเปลี่ยนการไหลของสารตามที่ต้องการ

ในการเลือกวาล์วที่เหมาะสมนั้นมีสิ่งที่ต้องคำนึงถึงดังต่อไปนี้ คือ ขนาดของตัววาล์ววาล์วมีความเหมาะสมในการติดตั้งไหม ค่าสัมประสิทธิ์การไหลของวาล์วหรือก็คือค่าปริมาณของเหลวในหน่วยแกลลอนที่ไหลผ่านวาล์วต่อ 1 นาทีซึ่งจำเป็นสำหรับกะปริมาณของเหลวที่จะไหลผ่านตัววาล์ว ซึ่งตัวของ Masonelilan Dresser 35-35212 นั้นมีค่าสัมประสิทธิ์การไหลของวาล์วอยู่ที่ 14 และขนาดของตัววาล์วมีความกว้าง x ยาว x สูง อยู่ที่ 210 x 240 x 125 มิลลิเมตร ซึ่งสามารถติดตั้งบนโครงจัดสร้างที่ออกแบบมาได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.9 แผงผังเครือข่าย

เพื่อที่จะให้ง่ายต่อการทำความเข้าในระบบการสั่งการของดีซีเอสผู้จัดทำ จะใช้สิ่งที่เรียกว่าแผงผังเครือข่าย (Network Diagram) สำหรับการแสดงลำดับชั้นของอุปกรณ์ต่าง ๆ ซึ่งสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 3.22



รูปที่ 3.22 แผงผังเครือข่ายระบบควบคุมของเหลว

จากแผงผังจะสามารถแยกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนที่อยู่บนห้องควบคุมซึ่งจะประกอบไปด้วยอุปกรณ์ตั้งแต่ Workstation ที่ทำหน้าที่เป็นตัวควบคุมโดยผู้ควบคุม ไปจนถึง Power Supply และอีกส่วนหนึ่งคือส่วนที่อยู่ในสนามคือ ตั้งแต่กล่องเชื่อมสายไปจนถึง อุปกรณ์แต่ละตัวซึ่งประกอบไปด้วย LIT_301 สำหรับการดูระดับของเหลวในถัง FIT_301 สำหรับการดูอัตราการไหลของของเหลวในท่อ และสุดท้ายคือ LCV_301 สำหรับการควบคุมระดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของเหลวในถังซึ่งอุปกรณ์ทั้งสามตัวจะต่อกับกล่องเชื่อมสายในลักษณะที่เรียกว่าการเชื่อมต่อแบบต้นไม้ (Tree Topology) ซึ่งเป็นลักษณะกระจายออกเป็นหลาย ๆ อุปกรณ์

3.10 การจัดสร้างแพลนต์โมเดล

สำหรับหัวข้อนี้จะเป็นการอธิบายขั้นตอนการประกอบแพลนต์โมเดลโดยนำชิ้นส่วนและอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ออกแบบไว้มาประกอบเข้าด้วยกันโดยอ้างอิงจากโมเดลที่ออกแบบไว้โดยรายชื่อของชิ้นส่วนและอุปกรณ์ทั้งหมดจะเป็นไปตามตารางดังตารางที่ 3.5

ตารางที่ 3.5 รายการสิ่งของที่ต้องใช้ประกอบแพลนต์โมเดล

หมายเลข	จำนวน	รายละเอียด	ความยาว (มิลลิเมตร)
1	6	อลูมิเนียมโปรไฟล์ขนาด 40x40 มิลลิเมตร	580
2	5	อลูมิเนียมโปรไฟล์ขนาด 40x40 มิลลิเมตร	680
3	10	อลูมิเนียมโปรไฟล์ขนาด 40x40 มิลลิเมตร	800
4	56	ข้อต่อมุม 90 องศา	-
5	10	แผ่นปิดมุม	-
6	4	ล้อยกระดับ	-
7	9	ข้อต่อพีวีซีขนาด 1 นิ้ว มุม 90 องศา	-
8	1	พีวีซีขนาด 1 นิ้ว	5000
9	3	วาล์วมือขนาด 1 นิ้ว	-
10	1	วาล์วปลดล่อยแรงดัน	-
11	2	ฐานวางหน้าแปลน	-
12	1	เบรกเกอร์	-
13	1	แมกเตติกคอนแทรกเตอร์	-
14	1	โอเวอร์โหลดรีเรย์	-
15	4	ล้อสำหรับอลูมิเนียมโปลไฟล์	-
16	8	ข้อต่อแบบแผ่น	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

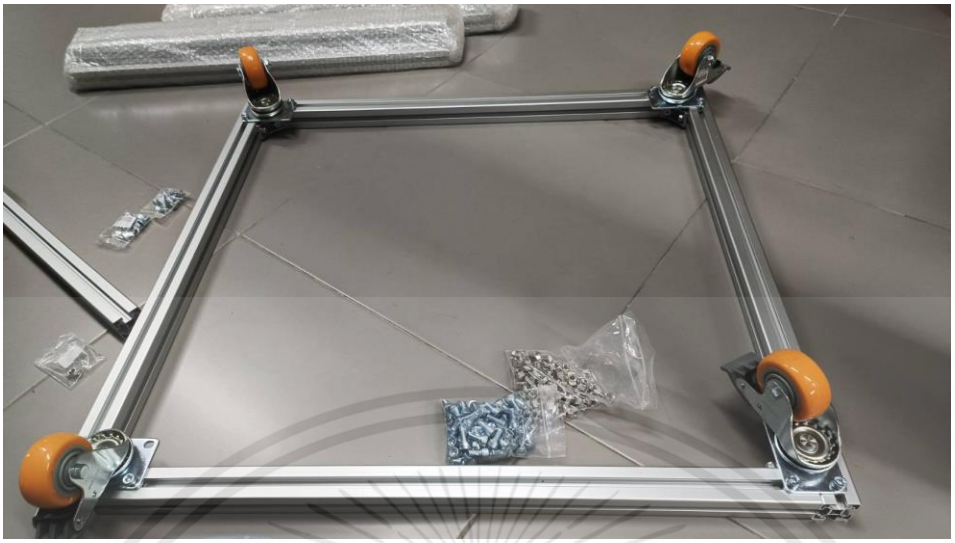
3.10.1 การประกอบชิ้นงานส่วนโครงอลูมิเนียมโปรไฟล์

รูปที่ 3.23 ชิ้นส่วนที่ใช้ในการประกอบฐาน

จากรูปที่ 3.23 นั้นเป็นรายละเอียดของอุปกรณ์และวัสดุต่าง ๆ ที่จำเป็นต่อการจัดสร้างฐานสำหรับการติดตั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ เริ่มจากการสั่งของมาจากร้านค้าตามจำนวนที่ออกแบบไว้ซึ่งประกอบไปด้วย

1. อลูมิเนียมโปรไฟล์ขนาด 40x40 มิลลิเมตร
2. ล้อสำหรับติดกับอลูมิเนียมโปรไฟล์จำนวน 4 ชิ้น
3. ข้อต่อสำหรับติดตั้งกับอลูมิเนียมโปรไฟล์จำนวน 56 ชิ้น
4. สกรู M8
5. ข้อต่อแบบแผ่นจำนวน 8 ชิ้น สำหรับติดตั้งกับอลูมิเนียมโปรไฟล์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.24 การประกอบฐานรับของเหลวหนัก

จากรูปที่ 3.24 ส่วนของฐานจะประกอบไปด้วยล้อจำนวน 4 ชิ้น ทำให้สามารถเคลื่อนที่ได้สะดวกรวมถึงมีเบรกทำให้ชิ้นงานสามารถตั้งอยู่กับที่ได้ ซึ่งทั้งหมดใช้ยึดกันโดยสกรู M8

3.10.2 การติดตั้งแผ่นออริฟิส

การติดตั้งแผ่นออริฟิสเป็นกระบวนการที่ต้องทำอย่างรอบคอบและถูกต้องเพื่อให้การวัดอัตราการไหลเป็นไปอย่างแม่นยำและเชื่อถือได้ ดังนั้นในการติดตั้งแผ่นออริฟิสในครั้งนี้กำหนดหัวข้อที่จำเป็นต้องคิดก่อนติดตั้งตัวอุปกรณ์ ทั้งหมดดังนี้

1. เลือกตำแหน่งที่เหมาะสม

เลือกตำแหน่งที่เหมาะสมในท่อหรือที่ต้องการติดตั้งแผ่นออริฟิสโดยคำนึงถึงสภาพแวดล้อมและเงื่อนไขการใช้งาน เช่น ความเร็วของอัตราการไหล การหมุนของไหล และการเกิดความแรงสูงต่อแผ่นออริฟิสซึ่งสิ่งนี้สามารถจัดการได้โดยติดตั้งตามระยะที่ผู้ผลิตกำหนดมาให้

2. ตรวจสอบขนาดและรูปร่าง

ตรวจสอบและตรวจวัดขนาดของท่อที่จะติดตั้งแผ่นออริฟิสเพื่อให้สอดคล้องกับขนาดและความเหมาะสมของแผ่นออริฟิสที่จะใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

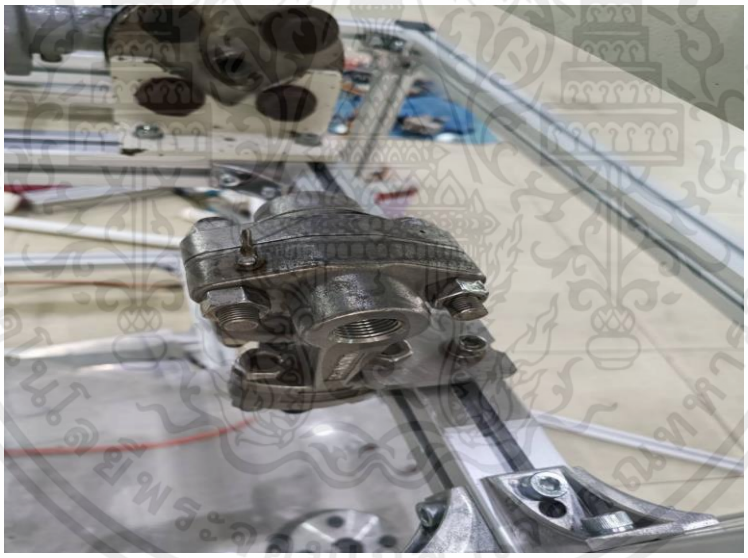
3. ตรวจสอบและทำความสะอาด

ตรวจสอบและทำความสะอาดท่อที่จะติดตั้งแผ่นออริฟิสเพื่อให้ไม่มีสิ่งแปลกปลอมหรือสิ่งสกปรกภายในท่อที่อาจส่งผลกระทบต่อการวัดแรงดั

4. ติดตั้งแผ่นออริฟิส

นำแผ่นออริฟิสไปติดตั้งในท่อในตำแหน่งที่เลือกไว้ โดยใช้วิธีการที่ถูกต้องตามคำแนะนำของผู้ผลิต ปรับให้แผ่นออริฟิสติดแน่นอยู่ในท่อและแนบชิดกับท่อที่ติดตั้ง

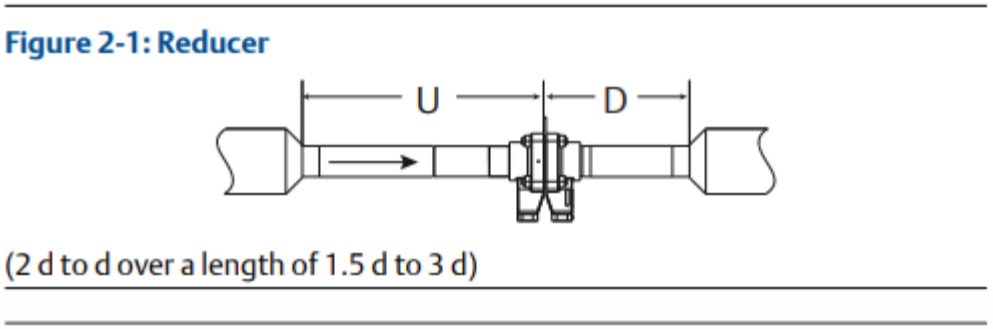
ในแพลนต์โมเดลนี้ใช้ Rosemount 1195 ที่มีขนาดของท่อที่ต้องใช้ขนาดครึ่งนิ้ว ซึ่งขนาดของท่อที่ใช้กับขาเข้าของแผ่นออริฟิสนั้นไม่ตรงกับกับขาเข้าของขนาดท่อสำหรับการลำเลียงของเหลวเข้าของ LCV_301 ทำให้ในขาออกของ LCV_301 จำเป็นต้องติดตั้งหน้าแปลน (Flange) ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อเป็นขนาด ½ นิ้ว เพื่อให้ตรงกับขนาดของขาเข้าของแผ่นออริฟิสโดยระยะห่างกำหนดเป็นระยะ 30 เซนติเมตร ซึ่งมากกว่าที่ขั้นต่ำในการติดตั้ง แผ่นออริฟิสเพื่อทำให้การวัดอัตราการไหลผ่านแผ่นออริฟิสเป็นไปอย่างแม่ยำที่สุด



รูปที่ 3.25 ตำแหน่งติดตั้งแผ่นออริฟิส

โดยระยะทั้งหมดอ้างอิงจาก Rosemount 1195 Datasheet [12] โดยใช้หลักการสำหรับกรณีที่เป็นขนาดท่อที่ใช้ท่อลดขนาด (Reducer) ในการลดขนาดท่อจะขนาดอื่นมาเป็นครึ่งนิ้วดังรูปที่ 3.26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.26 ระยะขั้นต่ำในการติดตั้งแผ่นออริฟิส

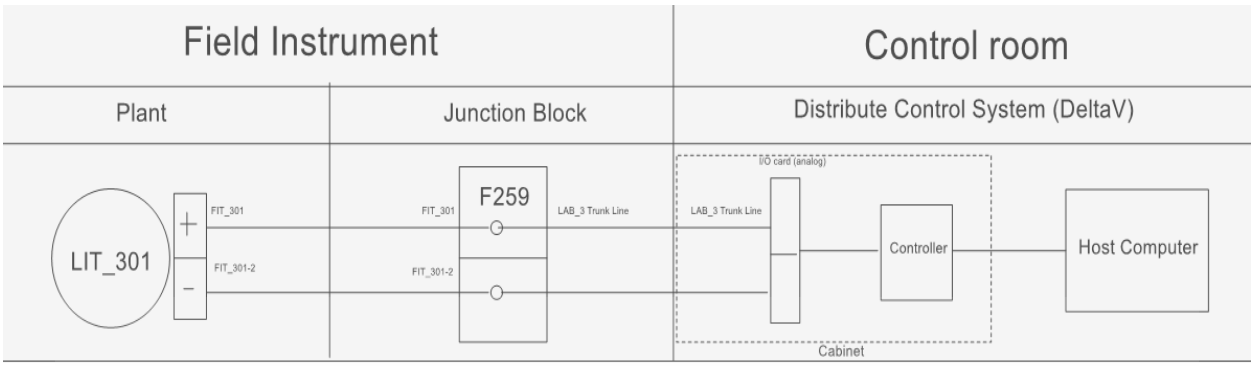
โดยความยาวของระยะ U นั้นจะเท่ากับ 20 เซนติเมตร และ D เท่ากับ 10 เซนติเมตร ในกรณีที่เส้นผ่าศูนย์กลางของท่อเป็นขนาด ½ นิ้ว

3.10.3 การติดตั้ง LIT_301

สำหรับการติดตั้งทรานสมิตเตอร์วัดระดับ (Level Indicator Transmitter) นั้นจะใช้ทรานสมิตเตอร์วัดความดันแตกต่างรุ่น Rosemount 3051 ติดตั้งไว้ต่ำกว่าระดับถังเก็บน้ำ เพื่อให้สามารถวัดแรงดันสถิตได้และง่ายต่อการคำนวณ Zero/ Span ซึ่งในการสอบเทียบสัญญาณ 4-20 มิลลิแอมป์ โดยเพื่อให้สะดวกสำหรับการคำนวณตัว ทรานสมิตเตอร์วัดความดันแตกต่างจะต้องติดตั้งต่ำกว่าจุดต่ำสุดของถังเก็บน้ำเพื่อให้สามารถเปรียบเทียบแรงดันได้ชัดเจน ซึ่งในที่นี่ทางผู้จัดทำให้ติดตั้งให้ต่ำกว่าถังเก็บน้ำเป็นระยะทางแนวดิ่ง 30 เซนติเมตรดังรูปที่ 3.27 และสามารถแสดงในรูปแบบแผงผังการเชื่อมต่อดังรูปที่ 3.28

รูปที่ 3.27 ตำแหน่งติดตั้งทรานสมิตเตอร์วัดความดันแตกต่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.28 แผนผังการเชื่อมต่อของ LIT_301

3.10.4 การติดตั้ง FIT_301

ในการติดตั้งทรานสมิตเตอร์วัดอัตราการไหล (Flow Indicator Transmitter) ที่จะเป็นตัววัดอัตราการไหลนั้น จะทำการดูสิ่งที่จำเป็นต้องทำดังต่อไปนี้เพื่อที่จะทำให้แน่ใจว่าการใช้งานเป็นไปตามที่คาดหวัง

1. ตรวจสอบข้อมูลและคำนวณการออกแบบ

ก่อนที่จะติดตั้งทรานสมิตเตอร์วัดความดันแตกต่างในในระบบวัดอัตราการไหลด้วยแผ่นออริฟิสควรตรวจสอบและคำนวณข้อมูลที่เกี่ยวข้อง เช่น อัตราการไหลที่คาดว่าจะมีในระบบ ความต้องการในการวัดความแม่นยำ และอัตราการหลุดของสารที่ไหลผ่านแผ่นออริฟิสเพื่อให้ได้ข้อมูลที่เพียงพอในการเลือกและติดตั้งทรานสมิตเตอร์วัดความดันแตกต่างในเหมาะสม

2. ตำแหน่งการติดตั้ง

ติดตั้งทรานสมิตเตอร์วัดความดันแตกต่างในตำแหน่งที่เหมาะสม เช่น ในส่วนที่ใกล้กับแผ่นออริฟิสเพื่อให้สามารถวัดความแตกต่างของแรงดันระหว่างสองด้านของแผ่นออริฟิสได้อย่างแม่นยำ ควรปรับตำแหน่งติดตั้งให้ทรานสมิตเตอร์วัดความดันแตกต่างอยู่ในระดับเดียวกับแกนของท่อและทำการต่อสายสัญญาณให้ถูกต้อง

3. การต่อสายสัญญาณ

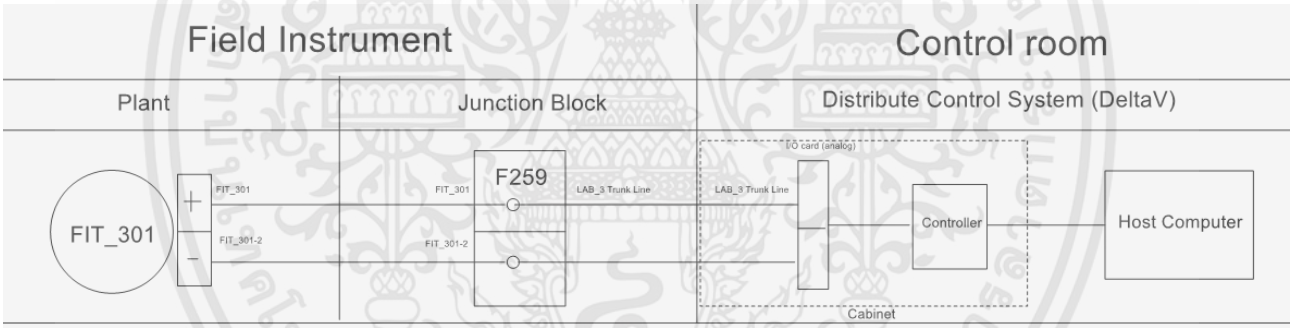
ต่อสายสัญญาณจากติดตั้งทรานสมิตเตอร์วัดความดันแตกต่างไปยังระบบการแสดงผลหรือระบบควบคุมอื่น ๆ โดยใช้สายสัญญาณที่เหมาะสมตามมาตรฐานและคำแนะนำของผู้ผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. การปรับแต่งและการทดสอบ

ทำการปรับแต่ง Zero/Span ของติดตั้งทรานสมิตเตอร์วัดความดันแตกต่างเพื่อให้ได้ค่าแรงดันที่ถูกต้องและแม่นยำ นอกจากนี้ยังควรทำการทดสอบระบบที่ไหลผ่านแผ่นออริฟิสด้วยวิธีการต่าง ๆ เพื่อตรวจสอบและยืนยันค่าที่วัดได้ว่าถูกต้อง

การติดตั้งทรานสมิตเตอร์วัดความดันแตกต่างที่ทำหน้าที่เป็นตัววัดอัตราการไหลโดยวัดร่วมกับแผ่นออริฟิสจำเป็นต้องปฏิบัติตามหลักการดังกล่าวเพื่อให้สามารถวัดแรงดันที่แตกต่างของสารผ่านแผ่นออริฟิสและแปรผลเป็นอัตราการไหลได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ ซึ่งในที่นี้อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เป็นตัววัดในแพลนต์โมเดลนี้นั้นคือ Rosemount 3051 ซึ่งในครั้งนี้ได้ติดตั้งต่ำกว่าแผ่นออริฟิสโดยสำหรับการติดตั้งตัวอุปกรณ์ Rosemount 3051 จะมีสกรูสำหรับยึดติดอยู่โดยสามารถนำมาติดตั้งกับตัวเชื่อมสำหรับติดตั้ง (Mounting Bracket) ได้โดยจะมีลักษณะเป็นแผ่นเหล็กที่มีช่องสำหรับใส่สกรูอยู่ตามจุดต่าง ๆ ซึ่งจะใช้เชื่อมกับอลูมิเนียมโปรไฟล์ซึ่งจะใช้สกรูขนาด 8 มิลลิเมตร ในการติดเข้ากับอลูมิเนียมโปรไฟล์โดยสามารถเขียนแผนผังการเชื่อมต่อ (Loop Diagram) เพื่อแสดงการเชื่อมต่อของตัวอุปกรณ์เข้ากับตัว ดีซีเอส ได้ดังนี้



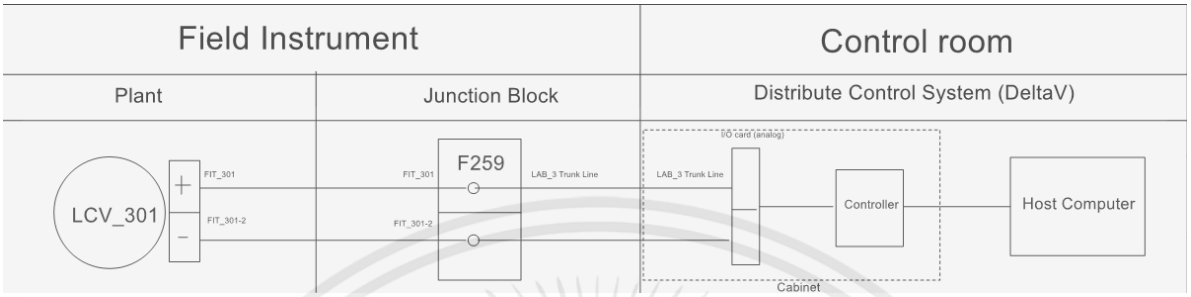
รูปที่ 3.29 แผนผังการเชื่อมต่อของ FIT_301

3.10.5 การติดตั้ง LCV_301

สำหรับการติดตั้งวาล์วควบคุมจะไม่ได้มีระยะที่ต้องกำหนดตายตัวเหมือนแผ่นออริฟิสแต่ความท้าทายจะอยู่ในเรื่องของของเหลวหนักของและการเลือกขนาดท่อที่เหมาะสมซึ่งวาล์วควบคุมที่ใช้ซึ่งในแพลนต์โมเดลนี้คือ Masoneilan dresser 35-35212 มีของเหลวหนักอยู่ที่ 16 กิโลกรัม ทำให้ในการติดตั้งเพื่อไม่ให้โครงจัดสร้างเกิดความเสียหาย จึงจำเป็นต้องอยู่ใกล้ศูนย์กลางมวลมากที่สุดและมีอลูมิเนียมโปรไฟล์มากระจายของเหลวหนักมากที่สุดเพื่อป้องกันการเสียหายของโครงจัดสร้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากที่ได้กล่าวไปในขั้นตอนของการติดตั้งแผ่นออริฟิสในการติดตั้งวาล์วควบคุมจะมีสิ่งที่เรียกว่าหน้าแปลน หรือ Flange ซึ่งทำหน้าที่เชื่อมตัววาล์วเข้ากับท่อพีวีซีและติดตั้งร่วมกับแท่นวางหน้าแปลน (Flange Support) ซึ่งจะเป็นตัวที่ทำหน้าที่ยึดตัววาล์วเข้ากับตัวโครงจัดสร้างเพื่อไม่ให้เกิดการสั่น หรือเคลื่อนของตำแหน่งที่ของตัววาล์ว



รูปที่ 3.30 แผนผังการเชื่อมต่อของ LCV_301

3.10.6 การติดตั้งปั๊มน้ำ

การติดตั้งปั๊มน้ำจะติดตั้งบริเวณฐานของตัวพลนาท์และกำหนดให้ระดับท่อขาเข้าของปั๊มน้ำมีตำแหน่งต่ำกว่าท่อขาออกของถังเก็บน้ำ โดยในการยึดตัวปั๊มเข้ากับฐานของโครงจัดสร้างจะใช้สกรู 1 ตัวติดตั้งคู่กับแผ่นอลูมิเนียมหนา 1 มิลลิเมตร และใช้ท่อพีวีซี ยึดเพื่อกันการสั่นของตัวปั๊มเนื่องจากหากตัวแพลนต์โมเดลเกิดอาการสั่นอาจทำให้สกรูที่อยู่บนโครงจัดสร้างมีโอกาสคลายออกจากกันได้

อ้างอิงจากสเปกของอุปกรณ์คือ เป็นปั๊มเฟสเดียวที่สามารถส่งของเหลวไปได้สูงสุด 15 เมตร ซึ่งจากขนาดท่อที่ 1 นิ้ว สามารถแน่ใจได้ว่าแรงของปั๊มน้ำจะสามารถส่งของเหลวขึ้นไปในพื้นที่ต่างระดับสูงพอในการลำเลียงของเหลวเข้าไปยังถังควบคุมได้ ซึ่งจากรูปที่ 3.31 จะเห็นว่าท่อที่เชื่อมต่อกับปั๊มจะมียูเนี่ยน (Union) เชื่อมเพื่อความสะดวกสบายในการซ่อมบำรุง

รูปที่ 3.31 การติดตั้งปั๊มน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากการติดตั้งเข้ากับโครงจัดสร้างแล้วตัวปั๊มยังต้องวางระบบไฟฟ้าเพื่อควบคุมการทำงานอีกด้วยซึ่งจะพูดถึงในหัวข้อ การติดตั้งระบบควบคุมปั๊มน้ำแล้วซึ่งจะลงรายละเอียดของหลักการออกแบบและอุปกรณ์ที่ใช้ในการออกแบบวงจรควบคุมปั๊มน้ำ

3.10.7 การติดตั้งถังพักน้ำ

ถังอลูมิเนียมที่ใช้เป็นถังที่ทำหน้าที่เป็นถังพักน้ำซึ่งจำเป็นต้องอยู่ต่ำกว่าถังน้ำอะคริลิกที่ทำหน้าที่เป็นถังน้ำสำหรับควบคุมระดับของเหลว เพื่อที่จะให้ของเหลวระบายลงไปได้จึงจำเป็นต้องติดตั้งอยู่ข้างล่างสุดและอยู่ในระดับเดียวกันกับปั๊มน้ำ

รูปที่ 3.32 การติดตั้งถังพักน้ำ

3.11 การวางระบบไฟฟ้า

ระบบไฟฟ้าในที่นี้จะครอบคลุมตั้งแต่ระบบปั๊ม กล่องเชื่อมสาย การต่อสายภายในอุปกรณ์ฟาวน์เดชันฟิลด์บัส ซึ่งจะมีรายละเอียดตั้งแต่การจัดสร้างการเชื่อมต่อเข้ากับฟาวน์เดชันฟิลด์บัส และการเชื่อมต่อเข้ากับดีซีเอส

3.11.1 การติดตั้งตู้ไฟสำหรับควบคุมปั๊มน้ำ และกล่องเชื่อมสาย

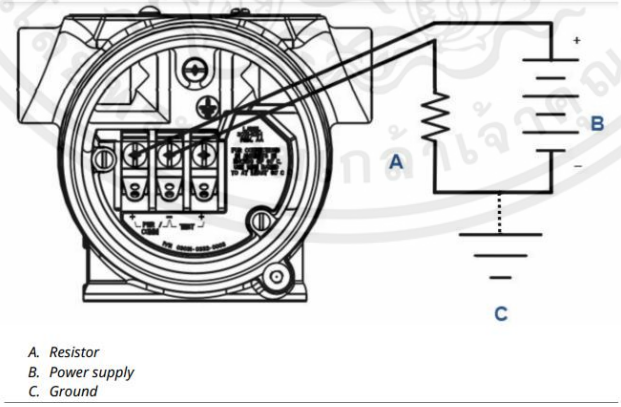
สำหรับตู้ไฟทั้งสองจะมียึดไว้กับโครงจัดสร้างของตัวอลูมิเนียมโปรไฟล์ด้วยตัวยึดรูปแบบที (T-Nuts) ตู้ละ 4 ตัว โดยตำแหน่งจะจัดให้อยู่ด้านหลังของแพลนต์โมเดลตรงข้ามกับการแสดงผลทุกอย่างที่ติดตั้งไว้บริเวณด้านหน้าตามรูปที่ 3.33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.33 ตู้ไฟและกล่องเชื่อมสาย

3.11.2 การเชื่อมต่อกับระบบไฟของอุปกรณ์ที่ใช้เทคโนโลยีฟาวน์เดชันฟิลด์บัส

เนื่องจากการใช้เทคโนโลยีฟาวน์เดชันฟิลด์บัสเป็นเทคโนโลยีที่สามารถส่งพลังงานไปหล่อเลี้ยงเครื่องจักรและสื่อสารกับระบบได้ภายในสายเดียวสายไฟในที่นี้จึงประกอบไปด้วย สายเท่านั้นคือสายสีดำและขาว ซึ่งอ้างอิงจากมาตรฐานเอ็นอีซี (National Electrical Code: NEC) กำหนดให้สายที่มีไฟเป็นสายสีดำ ซึ่งแม้ต่อมาจะเป็นสีน้ำตาลตามมาตรฐาน มอก.11-2553 สำหรับประเทศไทยทางผู้จัดสร้างจะขออ้างอิงกับมาตรฐานเอ็นอีซี ซึ่งอ้างอิงจากรูปที่ 3.34 จะสังเกตว่าเพื่อจะต่อให้ครบวงจรนั้นใช้แค่สายไฟ 2 เส้นก็เพียงพอแล้วหากไม่ต่อสายดิน (Ground)



รูปที่ 3.34 แผนวงจรไฟฟ้าของทรานสมิตเตอร์รุ่น Rosemount 3051 [11]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งใช้รูปที่ 3.34 ซึ่งเป็นรูปจาก Rosemount 3051 datasheet [11] เป็นตัวอ้างอิงจะได้การต่อสายดังรูปที่ 3.35 ซึ่งสำหรับการเชื่อมต่อสายจากตัว Rosemount 3051 ไปยังกล่องเชื่อมสายใช้การต่อสายในลักษณะเดียวกันนี้กับ Rosemount 3051 ทั้งสองตัวที่ใช้ฟาวน์เดชันฟิลด์บัสในการสื่อสารและควบคุม

รูปที่ 3.35 การเชื่อมต่อสาย FF H1 เข้ากับ FIT_301

เมื่อเชื่อมเข้ากับกล่องเชื่อมสายครบทุกอุปกรณ์แล้วก็ทำการต่อสายรวม (Trunk Line) เข้ากันกับดีซีเอสอยู่บนห้องควบคุมดังรูปที่ 3.36

รูปที่ 3.36 ภายในกล่องเชื่อมสาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

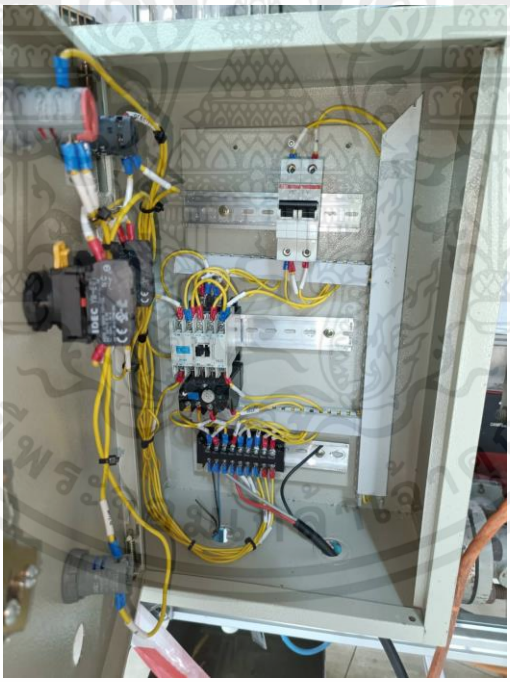
บทที่ 4
การทดสอบใช้งานการควบคุมระดับของเหลว

4.1 กล่าวนำ

สำหรับหัวข้อนี้เป็นการอธิบายรายละเอียดของขั้นตอนการทดสอบควบคุมระดับของเหลวซึ่งเป็นการวัดผลการทำงานของแพลนต์โมเดลควบคุมระดับของเหลวถังปิดแบบขาเปียกผ่านดีซีเอสโดยใช้เทคโนโลยีฟาวน์เดชันฟิลด์บัสซึ่งระบบที่ใช้ทดสอบจะเป็นดีซีเอสของบริษัท Emerson ชื่อว่า DeltaV

4.2 การทดสอบการทำงานของวงจรควบคุมปั๊มน้ำ

ในการจ่ายไฟเข้าระบบจะมีไฟฟ้าอยู่ 2 ส่วนด้วยกัน คือ ไฟฟ้าที่หล่อเลี้ยงดีซีเอสและไฟฟ้าที่เลี้ยงระบบปั๊มน้ำซึ่งจะเข้าสู่วงจรควบคุมปั๊มน้ำก่อนดังรูปที่ 4.1 ซึ่งไฟที่ใช้เลี้ยงทั้งสองระบบจะเป็นไฟฟ้ากระแสสลับเฟสเดียวตามมาตรฐานของประเทศไทยซึ่งก็คือ 220-230 โวลต์ และมีค่าความถี่อยู่ที่ 50 เฮิรตซ์



รูปที่ 4.1 วงจรควบคุมปั๊มน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อตู้ควบคุมมีไฟฟ้าเลี้ยงแล้วจะแสดงสถานะผ่านแอลอีดีสีของเหลวเงินด้านล่างหมายความว่าสามารถทำงานได้ ในการทดสอบได้ลองทดสอบต้องทำการเปิดวาล์วลดแรงดันไว้ให้เต็มเนื่องจากวาล์วควบคุมระดับของเหลวยังไม่ได้เปิดใช้งาน

โดยสำหรับการแสดงผลที่ต้องการของเหลวคือการแสดงสถานะไฟฟ้าโดยใช้แอลอีดีสีของเหลวเงิน จากนั้นจะแสดงผลสถานะการทำงานของปั๊มน้ำเป็นแอลอีดีสีเขียวสำหรับสถานะขณะปั๊มน้ำทำงานอยู่ และสีแดงสำหรับสถานะการหยุดทำงานของปั๊มน้ำ ซึ่งจากการทดสอบผลปรากฏว่าสามารถควบคุมการทำงานของปั๊มน้ำได้ไม่มีปัญหา

รูปที่ 4.2 หน้าตู้ควบคุมปั๊มน้ำขณะทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

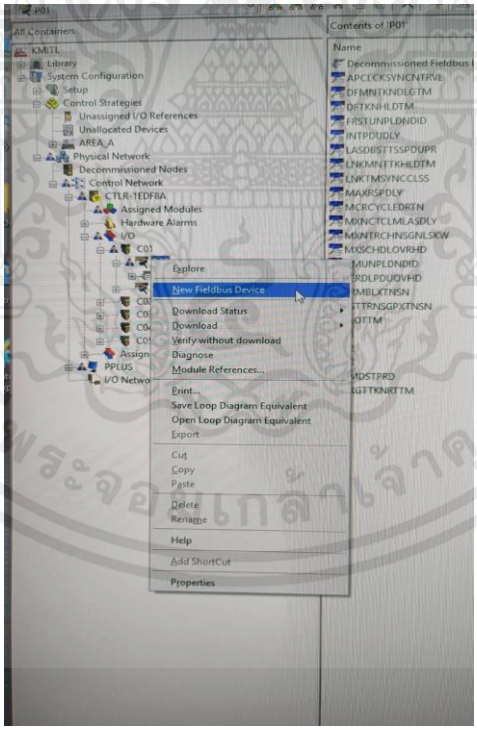
4.3 การใช้งานดีซีเอส

สำหรับหัวข้อนี้จะเป็นการลงรายละเอียดการใช้งานดีซีเอสตั้งแต่การเชื่อมต่อไปจนถึงการตั้งค่าพารามิเตอร์ของตัวทรานสมิตเตอร์ที่จำเป็นต่าง ๆ

4.3.1 การเชื่อมต่ออุปกรณ์กับระบบควบคุม

สำหรับการเชื่อมต่อเข้ากับระบบเพื่อที่จะสามารถควบคุมตัวอุปกรณ์ได้หลังจากการเชื่อมต่อตัวอุปกรณ์เข้ากับตัวระบบประมวลผลผ่านทางสายฟาวน์เดชันฟิลด์บัสแล้วขั้นตอนหลังจากนั้นจะเป็นการเข้าไปตั้งค่าตัวอุปกรณ์เพื่อที่ดีซีเอสจะสามารถทำการดึงข้อมูลที่จะเป็นเช่น ค่า Process Value หรือ รายละเอียดของอุปกรณ์อื่น ๆ ขึ้นมาได้โดยกระทำผ่านซอฟต์แวร์ที่ชื่อว่า DeltaV Explorer โดยจะสามารถทำได้ตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. เปิด DeltaV Explorer ขึ้นมาจากนั้นหาอุปกรณ์ที่ยังไม่ได้คอมมิชชันโดยจะสามารถหาได้จากแถบทางด้านซ้ายโดยจะจัดอยู่ในหมวดหมู่ Physical Network > Control Network > I/O > C01 > P01 จากนั้นคลิกที่ P01 แล้วเลือก New Fieldbus Device เพื่อเพิ่มอุปกรณ์ที่ต้องการโดยในที่นี้มี 3 อุปกรณ์ที่ต้องเพิ่มคือ FIT_301 (Rosemount 3051) LIT_301 (Rosemount 3051) และ LCV_301 (Masonelilan Dresser 35-35212)



รูปที่ 4.3 การเพิ่มตัวอุปกรณ์ในดีซีเอส DeltaV

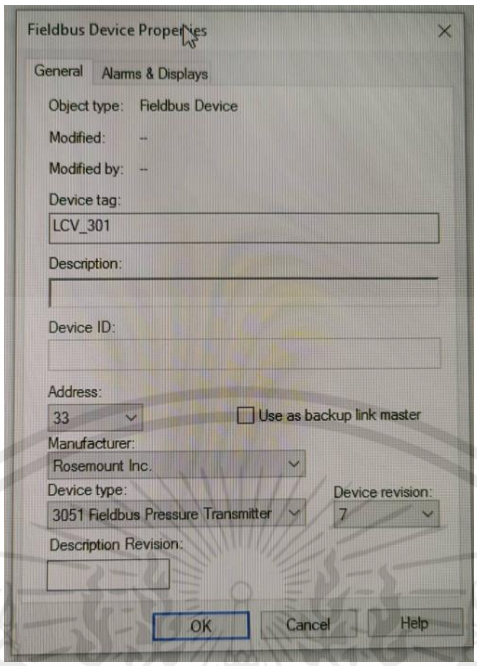
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ตั้งค่าอุปกรณ์แต่ละตัวให้ถูกต้องตามชื่อรุ่นโดยเลือกข้อมูลของผู้ผลิต รุ่นของอุปกรณ์ ให้ถูกต้องดังตัวอย่างตามรูปที่ 4.3 จะเป็นการตั้งค่าอุปกรณ์ Rosemount 3051 โดยกำหนดให้เป็น LIT_301 บนตัวแปรที่ชื่อว่า Device Tag และเป็นเหมือนกันกับอุปกรณ์ทั้งสามตัว

รูปที่ 4.4 การกำหนด Device Properties ของ LIT_301

รูปที่ 4.5 การกำหนด Device Properties ของ FIT_301

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



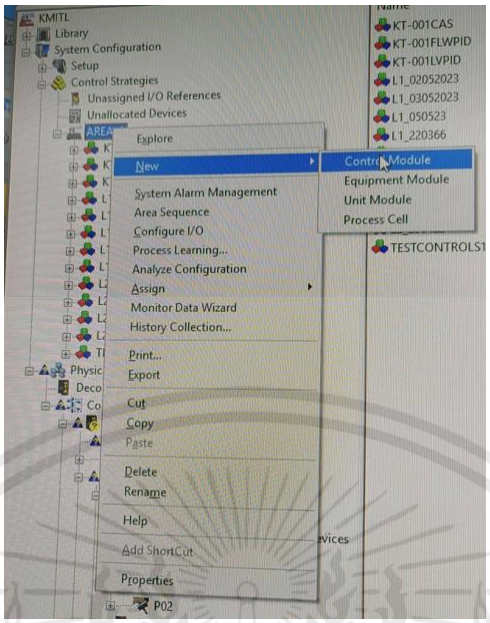
รูปที่ 4.6 การกำหนด Device Properties ของ LCV_301

4.3.2 การจัดสร้างลูปควบคุม

การจัดสร้างลูปควบคุมด้วยฟังก์ชันบล็อกไดอะแกรมเป็นการกำหนดความสัมพันธ์ของแต่ละอุปกรณ์โดยการเชื่อมสิ่งที่เรียกว่า Function Block ที่ได้กำหนดไปในขั้นตอนที่ 4.3.1 โดยสำหรับลูปการควบคุมนี้นั้นจะเป็นลูปการควบคุมระดับของเหลวแบบพีไอดีโดยจัดสร้างผ่านซอฟต์แวร์ที่ชื่อว่า Control Studio โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

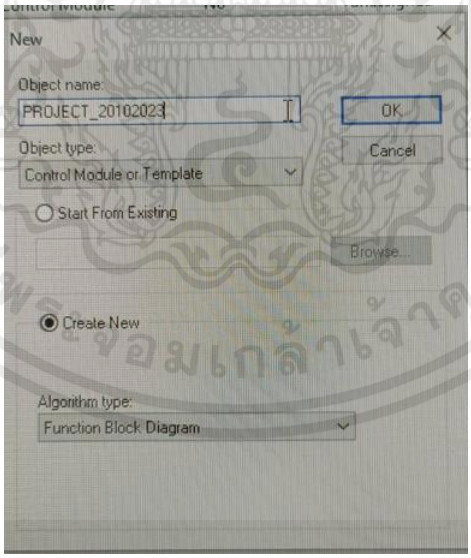
1. เปิด DeltaV Explorer และทำการกำหนดผ่าน Control Strategies -> AREA_A จากนั้นจัดสร้าง New Control module ดังรูปที่ 4.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.7 การจัดสร้างลูปควบคุม

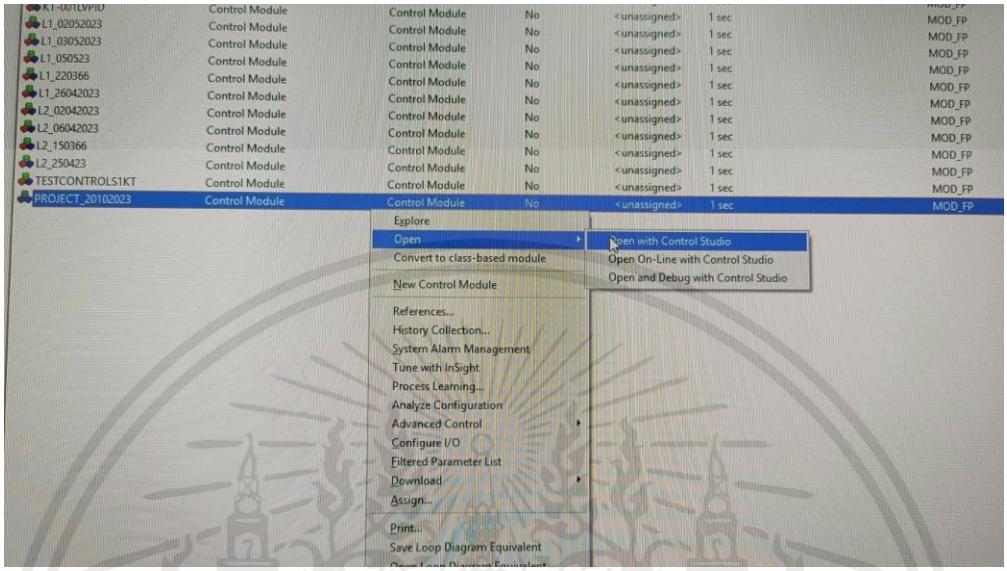
2. กำหนดชื่อของลูปการควบคุมนั้นให้เรียบร้อยโดยในที่นี้ได้ตั้งชื่อเป็น PROJECT_20102023 และกำหนดให้รูปแบบการควบคุมเป็นแบบฟังก์ชันบล็อกจากนั้นกด ok เพื่อยืนยันการจัดสร้างดังรูปที่ 4.8



รูปที่ 4.8 การกำหนดรายละเอียดของลูปควบคุม

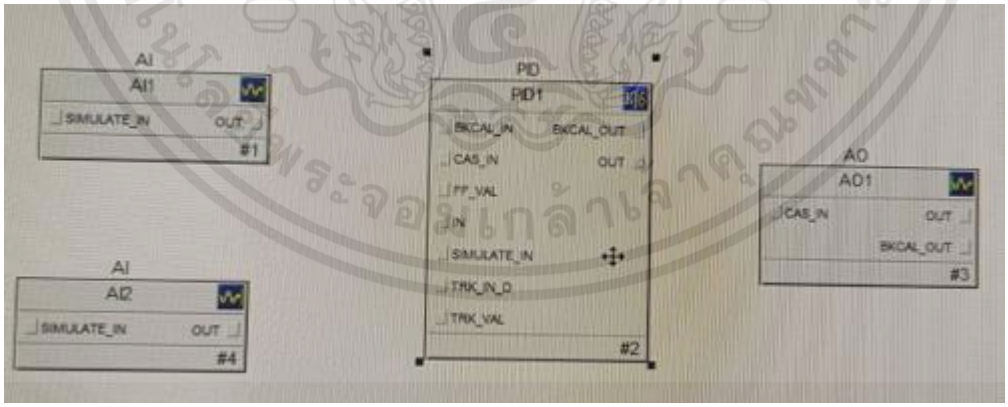
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เปิด Control Module ดังกล่าวด้วยซอฟต์แวร์ที่ชื่อว่า Control Studio ดังรูปที่ 4.9



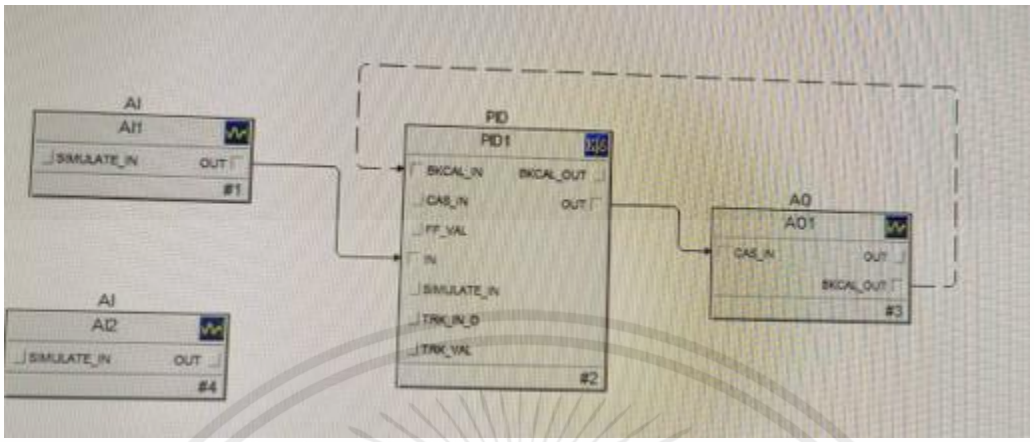
รูปที่ 4.9 การเปิดลูปควบคุมด้วยซอฟต์แวร์ Control Studio

4. จากนั้นทำการจัดสร้างลูปควบคุมโดยในการทดสอบนี้จะเป็นลูปควบคุมที่ประกอบจากอุปกรณ์ 3 ชิ้น คือ LIT_301,FIT_301 และ LCV_301 และใช้ลูปการควบคุมแบบพีไอดี หมายความว่าระบบจะประกอบไปด้วยฟังก์ชันบล็อก 4 บล็อกด้วยกันคือ AI 2 บล็อก PID 1 บล็อก และ AO 1 บล็อก ดังรูปที่ 4.10 จากนั้นให้ทำการลากเชื่อมฟังก์ชันบล็อกทั้งหมดเข้าด้วยกันตามรูปแบบของลูปควบคุมแบบพีไอดีดังรูปที่ 4.11



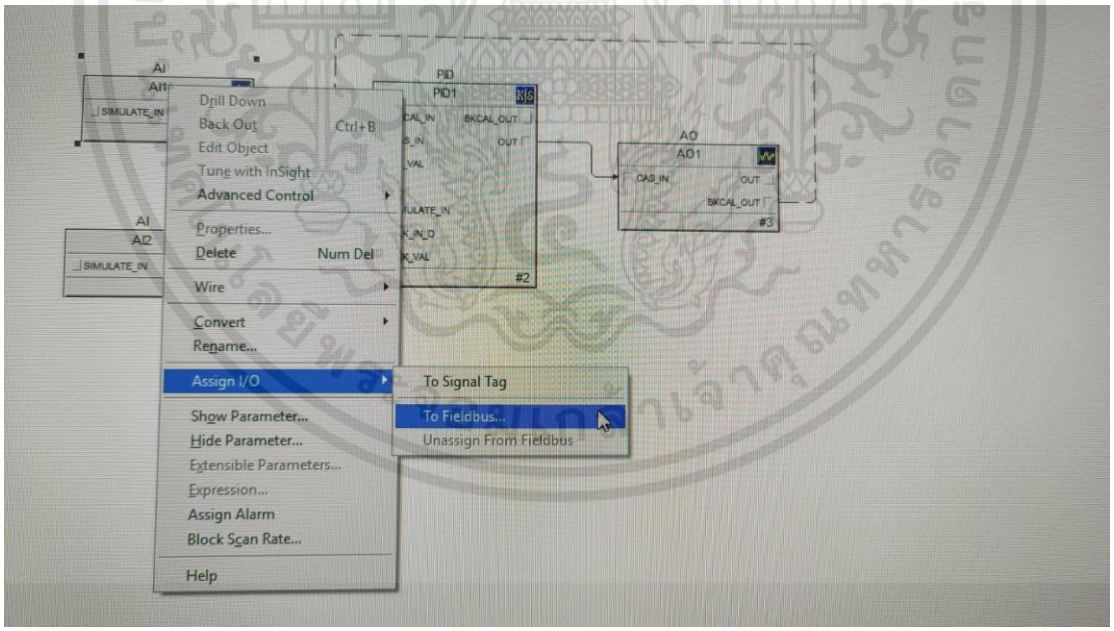
รูปที่ 4.10 การจัดสร้างฟังก์ชันบล็อกสำหรับการควบคุมแบบพีไอดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



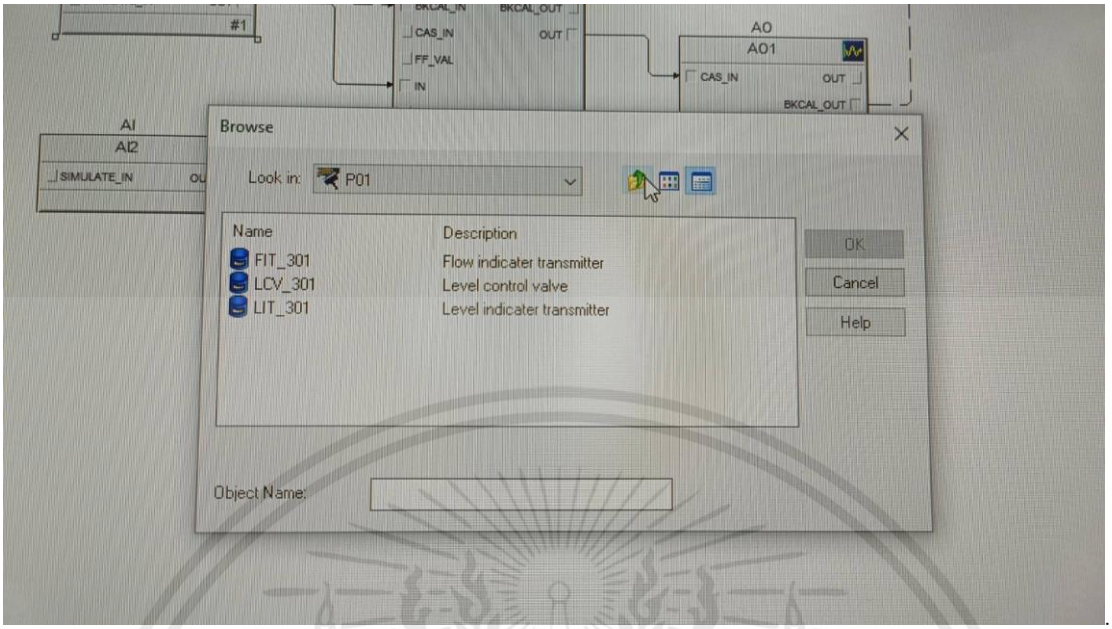
รูปที่ 4.11 ลูปควบคุมพีไอดี

5. เชื่อมอุปกรณ์ฟาวน์เดชันฟิลด์บัส เข้ากับฟังก์ชันบล็อกแต่ละอันโดยสามารถทำได้โดยการคลิกขวาที่ฟังก์ชันบล็อกที่เลือกจากนั้นเลือก Assign I/O > To Fieldbus ซึ่งรายละเอียดเป็นไปตามหัวข้อที่ 4.3.1 กล่าวคือ ฟังก์ชันบล็อก AI1 กำหนดให้เป็น FIT_301 AI2 กำหนดให้เป็น LIT_301 และฟังก์ชันบล็อก PID1 กับ AO1 กำหนดให้เป็น LCV_301 หลักจากเลือกเสร็จแล้วให้กด ok สำหรับอุปกรณ์ทั้งสามตัวดังรูปที่ 4.12



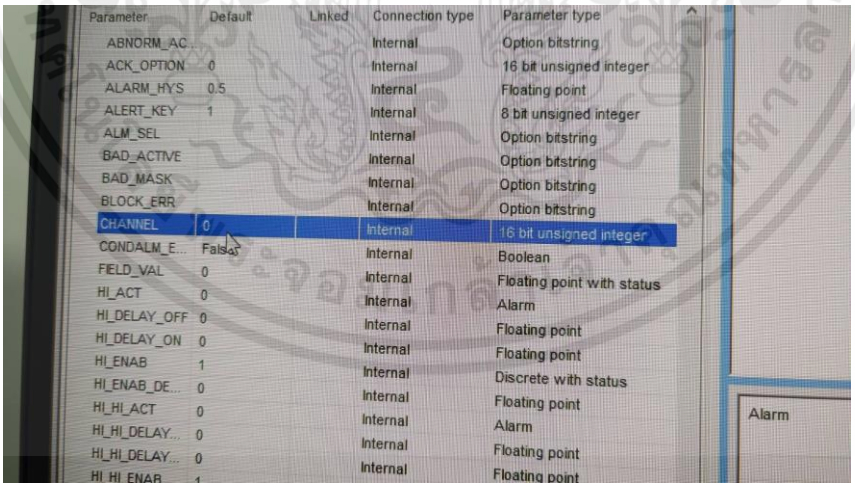
รูปที่ 4.12 การ Assign I/O

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.13 การเลือกอุปกรณ์ฟาวน์เดชันฟิลด์บัสที่ต้องการ

6. กำหนดค่าพารามิเตอร์ตามหัวข้อที่ 4.3.1 กับฟังก์ชันบล็อกทั้งหมดโดยสำหรับค่าที่วัดได้จาก LIT_301 และ FIT_301 ทางผู้จัดทำได้ทำการวัดเทียบอุปกรณ์ในแพลนต์โมเดลจริงโดยไม่ได้ใช้ค่าที่คำนวณมาแต่ใช้จากการกำหนดระดับของเหลวที่ 0 – 100 จากตัวถังสำหรับ LIT_301 และเลือกวัดอัตราการไหลของของเหลวจากอัตราการเปิด/ปิดวาล์วสำหรับ FIT_301 ซึ่งรายละเอียดจะอยู่ในหัวข้อที่ 4.4



รูปที่ 4.14 ค่าพารามิเตอร์ของฟังก์ชันบล็อก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.3 การตั้งค่าพารามิเตอร์ที่จำเป็นต่อการควบคุมระดับของเหลวในตัวอุปกรณ์

เพื่อที่ตัวอุปกรณ์จะสามารถทำงานได้อย่างถูกต้องจะต้องเข้าไปตั้งค่าตัวอุปกรณ์เพื่อให้สอดคล้องกับที่จะทำการควบคุมซึ่งในที่นี้มีอุปกรณ์จำนวน 3 ชิ้นที่ต้องถูกตั้งค่าคือ LIT_301(Rosemount 3051) สำหรับวัดระดับของเหลว FIT_301(Rosemount 3051) สำหรับวัดอัตราการไหลของของเหลวในท่อ และ LCV_301(Masonelian Dresser 35-35212) สำหรับการควบคุมระดับของเหลวโดยค่าที่ใส่ในขั้นนี้จะเป็นค่าที่คำนวณจากทฤษฎี ซึ่งสามารถจำแนกออกมาเป็นตารางดังนี้

ตารางที่ 4.1 ค่าพารามิเตอร์บล็อก AI

Function Block Tag	**AI1 (LIT_301)**	**AI2 (FIT_301)**
I/O		
Channel	1	1
Out_Scale	0-100 %	0-300 inH_2O
XD_Scale	300 – 850 mmH_2O	0-300 inH_2O
Operating		
Mode		
Normal mode	Auto	Auto
Target mode	Auto	Auto
L_Type	Indirect	Direct

สำหรับตัวแปรต่าง ๆ นั้นใบฟังกชันบล็อก AI มีความหมายดังนี้

1. Channel เป็นตัวแปรที่กำหนดช่องทางการดึงค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ จากตัวอุปกรณ์
2. Out_Scale เป็นตัวแปรที่แสดงผลของค่าที่วัดได้โดยจะนำมาจากตัวแปร XD_Scale
3. XD_Scale เป็นค่าที่อุปกรณ์วัดได้ตามความจริงโดยจะดึงมาจากตัวอุปกรณ์โดยตรง
4. Mode เป็นตัวกำหนดรูปแบบการทำงานของบล็อกโดยจำแบ่งเป็น Normal Mode สำหรับการทำงานในสถาณการณ์ปกติ และ Target Mode สำหรับในช่วงที่ต้องการปรับเปลี่ยนค่าตัวแปรตามที่ต้องการ
5. L_type ตัวแปรแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร Out_Scale และ XD_Scale

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 ค่าพารามิเตอร์บล็อก PID

Function Block Tag	**PID1 (LCV_301)**
I/O	
OUT_Scale	0-100 %
TRK_Scale	0-100 %
Operating	
Mode	
Normal Mode	AUTO
Target Mode	AUTO
SP	
Tuning	
Gain	0.1
Reset	30 s
PV_Scale	0-100 %

สำหรับตัวแปรต่าง ๆ นั้นใบฟังกชันบล็อก PID มีความหมายดังนี้

1. TRK_Scale เป็นสเกลของบล็อกที่ติดตามผลของตัวเลขที่ต้องการจะควบคุม
2. OUT_Scale เป็นค่าเอาต์พุตของบล็อก
3. Mode เป็นตัวกำหนดรูปแบบการทำงานของบล็อกโดยจำแบ่งเป็น Normal Mode สำหรับการทำงานในสถาณการณ์ปกติ และ Target mode สำหรับในช่วงที่ต้องการปรับเปลี่ยนค่าSet Point ตามที่ต้องการ
4. Gain เป็นบล็อกที่ชื่อว่า P (Proportion) ใช้สำหรับการคำนวณแบบพีไอดี
5. Reset เป็นบล็อกที่ชื่อว่า I (Integral) ใช้สำหรับการคำนวณแบบพีไอดี
6. PV_Scale เป็นค่าสูงสุด-ต่ำสุด Process Value ที่วัดออกมาได้โดยใช้เทียบค่าค่า Set Point ที่ผู้ใช้งานจะเป็นคนกำหนดในแต่ละครังโดยสำหรับการทดสอบครั้งนี้จะเป็นค่าของระดับของเหลวในถัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 ค่าพารามิเตอร์บล็อก AO

Function Block Tag	**AO1 (LCV_301)**
I/O	
Channel	1
XD_Scale	0-100 %
Operating	
Mode	
Normal Mode	CAS
Target Mode	CAS
Tunning	
PV_Scale	0-100 %

สำหรับตัวแปรต่าง ๆ นั้นใบฟังกชันบล็อก AO มีความหมายดังนี้

1. Channel เป็นตัวแปรที่กำหนดช่องทางการดึงค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ จากตัวอุปกรณ์
2. XD_Scale เป็นค่าที่อุปกรณ์วัดได้ตามความจริงโดยจะดึงมาจากตัวอุปกรณ์โดยตรง
3. Mode เป็นตัวกำหนดรูปแบบการทำงานของบล็อกโดยจำแบ่งเป็น Normal mode สำหรับการทำงานในสถาณการณ์ปกติ และ Target Mode สำหรับในช่วงที่ต้องการปรับเปลี่ยนค่า Set Point ตามที่ต้องการ
4. PV_Scale เป็นค่าสูงสุด-ต่ำสุด Process Value ที่วัดออกมาได้โดยใช้เทียบค่าค่า Set point ที่ผู้ใช้งานจะเป็นคนกำหนดในแต่ละครังโดยสำหรับการทดสอบครั้งนี้จะเป็นค่าของความกว้างในการเปิดของวาล์ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.4 การจัดสร้างกราฟิก

สำหรับการจัดสร้างกราฟิกเพื่อที่จะควบคุมผ่านเอชเอ็มไอจะกระทำโดยการใช้ซอฟต์แวร์ที่ชื่อว่า DeltaV Operate โดยเมื่อทำการเปิดซอฟต์แวร์ขึ้นมาให้เลือกหัวข้อ New Picture เพื่อจัดสร้างกราฟิกขึ้นมาใหม่จากนั้นเลือก Template ให้ตรงกับชื่อของ Control Module ที่จัดสร้างไว้แล้วกด ok

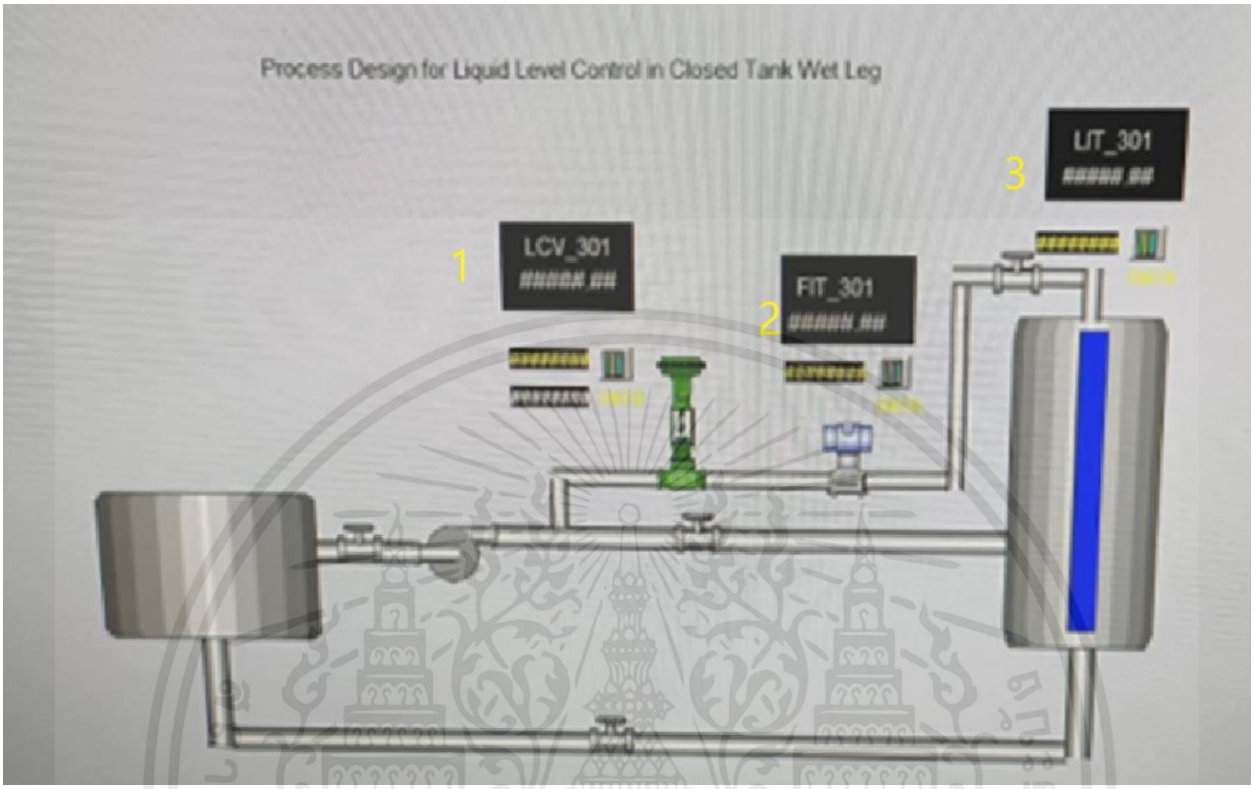
รูปที่ 4.15 การเลือก Template ของกราฟิก

โดยในนี้จะประกอบไปด้วยข้อมูลจาก Template Project_20102023 สำหรับการควบคุมระดับของเหลวแบบถังปิดขาแห้งจากนั้นทำการออกแบบกราฟิกให้ประกอบไปด้วยข้อมูลของ AI1 (LIT_301) แสดงผ่านแถบสีฟ้าที่แสดงบนตัวถัง AI2 (FIT_301) สำหรับการแสดงผลอัตราการไหล PID1 (LCV_301) สำหรับการควบคุมระดับของเหลวในตัวถังที่ได้รับข้อมูลมาจาก AI1 และ AO1 (LCV_301) ที่ใช้กำหนดอัตราการเปิดของวาล์ว จากนั้นเมื่อออกแบบเสร็จแล้วก็ทำการเชื่อมข้อมูลจากตัวกราฟิกกับฟังก์ชันบล็อกแต่ละอันโดยรายละเอียดของกราฟฟิกสามารถศึกษาได้จากตารางที่ 4.4 เทียบกับรูปที่ 4.16

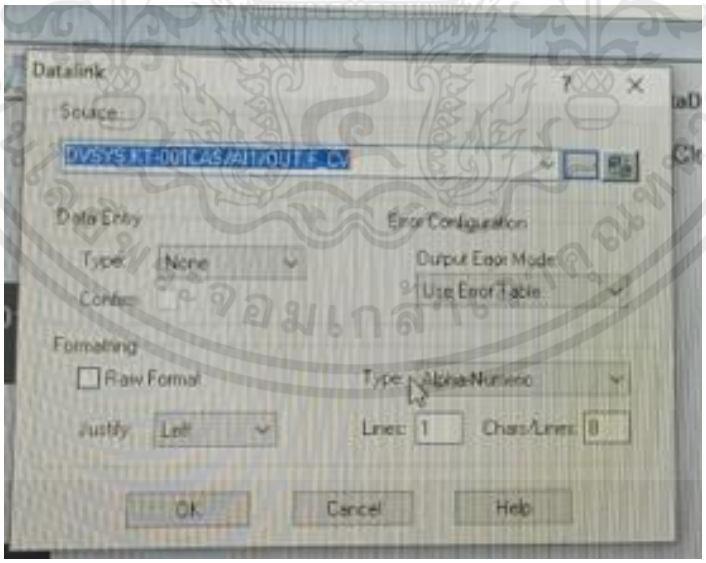
ตารางที่ 4.4 รายละเอียดกราฟิก

No.	ชื่อข้อมูล	หน้าที่
1	LCV_301	จัดแสดงผลข้อมูลที่มาจากฟังก์ชันบล็อก PID1 ซึ่งเป็นอัตราการเปิด-ปิดวาล์วควบคุม
2	FIT_301	จัดแสดงผลข้อมูลที่มาจากฟังก์ชันบล็อก AI2 ซึ่งเป็นความดันที่ตกคร่อมแผ่นออริฟิส
3	LIT_301	จัดแสดงผลข้อมูลที่มากจากฟังก์ชันบล็อก AI1 ซึ่งเป็นความสูงของน้ำในถัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.16 กราฟิกที่ออกแบบ

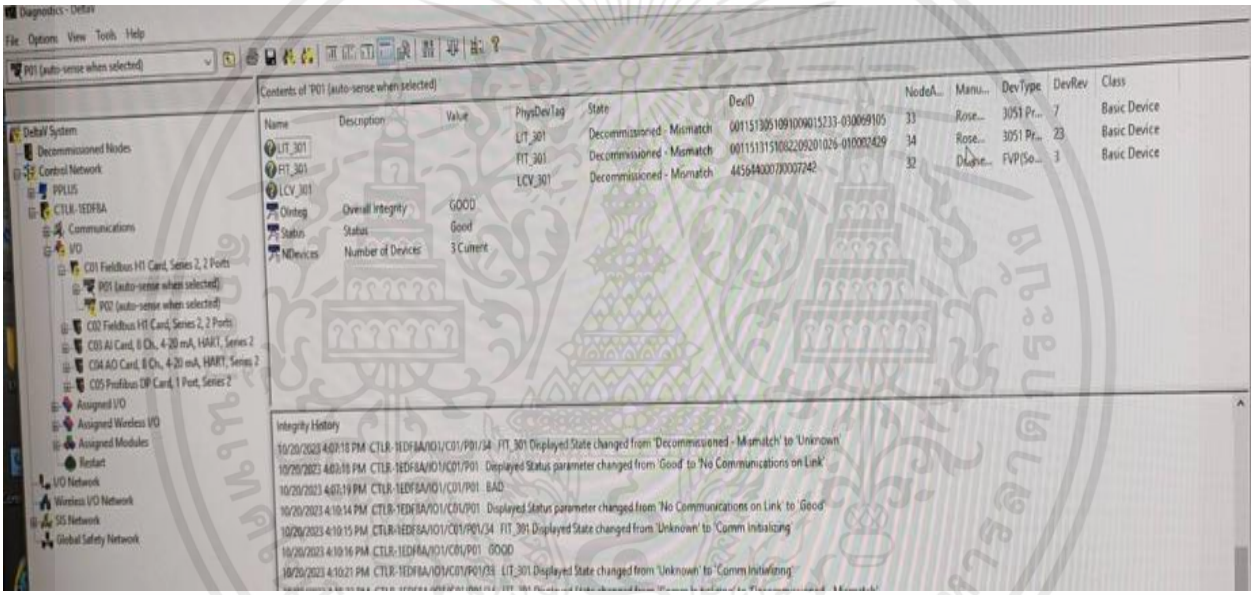


รูปที่ 4.17 การเลือกข้อมูลที่จะนำมาแสดงในกราฟิก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

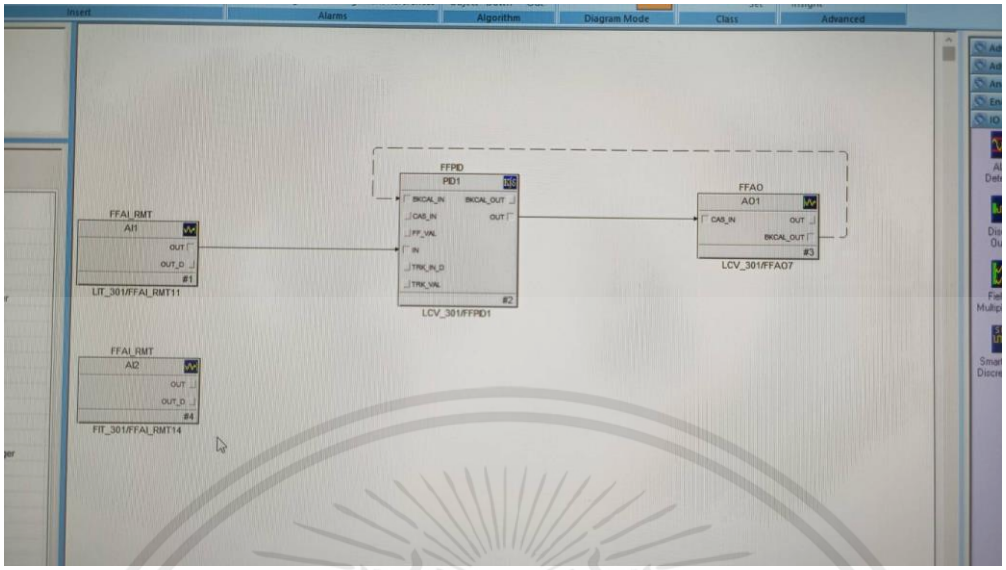
4.3.5 การคอมมิชชันนิง

จากการคำนวณดังหัวข้อที่ 3.9 จะทำการทดสอบค่าจริงโดยการสอบเทียบระดับของเหลวเพื่อพิสูจน์ว่าตัวของแพลนต์โมเดลมีปัญหาอะไรหรือไม่เริ่มจากการวัดระดับของเหลวที่ 0 % และ 100 % และนำค่าที่ได้มาตั้งค่าในพารามิเตอร์ XD_Scale ของฟังก์ชันบล็อก AI1 (LIT_301) หลังจากนั้นวัดอัตราการไหลของของเหลวที่ผ่าน orifice plate และนำค่าที่วัดได้มาสร้างกราฟแสดงความสัมพันธ์ของอัตราการไหลกับอัตราการเปิดของวาล์วเพื่อที่จำทดสอบช่วงอัตราการไหลและหาหน่วยที่เหมาะสมสำหรับการแสดงค่าอัตราการไหล ซึ่งก่อนหน้าที่จะทำการวัดได้นั้นต้องทำการคอมมิชชันนิ่งใน DeltaV Explorer ก่อนในหัวข้อ P01 และเลือกหัวข้อ Commissioning ซึ่งสามารถดูความแต่ต่างระหว่างก่อนและหลังคอมมิชชันได้รูปที่ 4.18 – 4.21 ซึ่งจะเป็นการแสดงความแตกต่างระหว่าง DeltaV Explorer กับ Control Studio ก่อนและหลังคอมมิชชัน

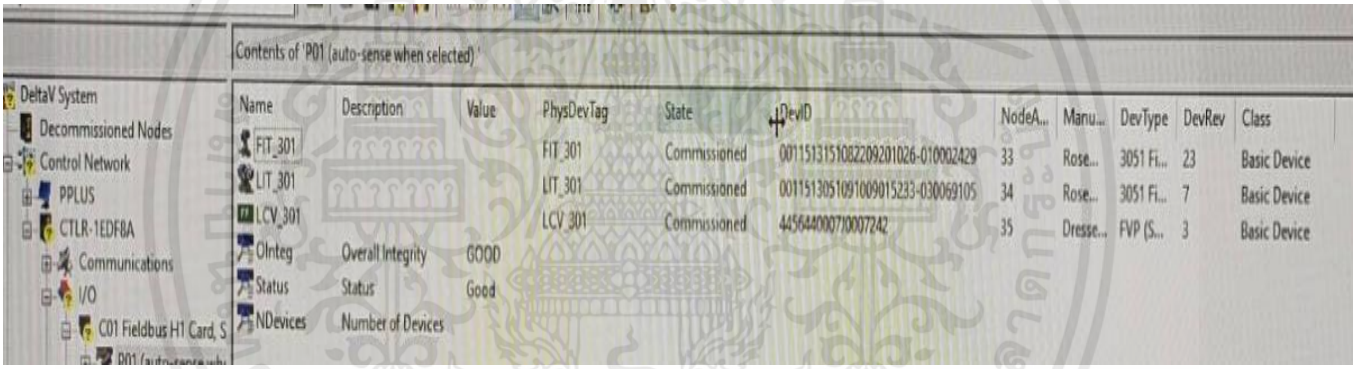


รูปที่ 4.18 ซอฟต์แวร์ DeltaV Explorer ก่อนคอมมิชชันอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

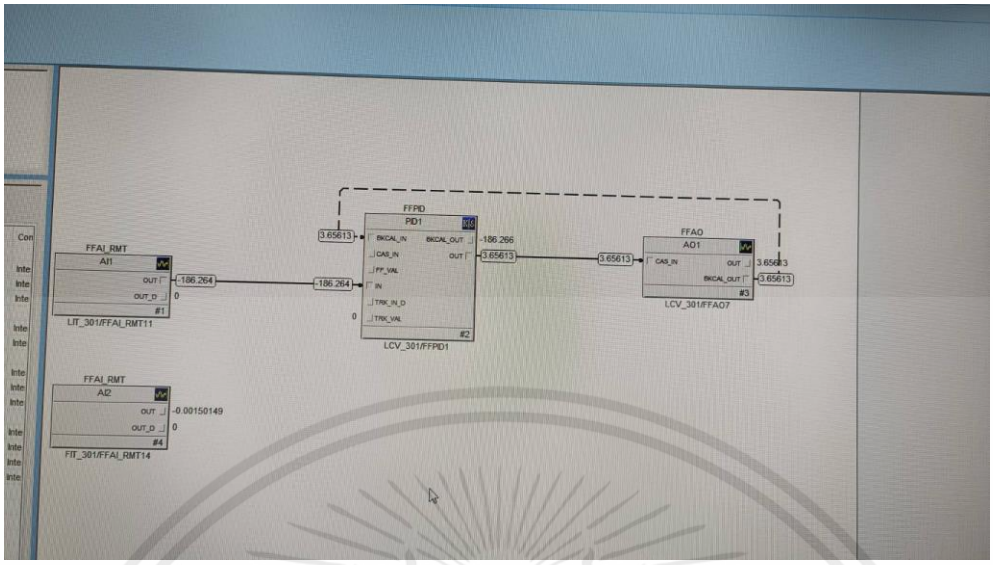


รูปที่ 4.19 ซอฟต์แวร์ Control Studio ก่อนคอมมิชชันอุปกรณ์



รูปที่ 4.20 ซอฟต์แวร์ DeltaV Explorer หลังคอมมิชชันอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.21 ซอฟต์แวร์ Control Studio หลังคอมมิชชันอุปกรณ์

4.4 การทดสอบการควบคุมของเหลว

หลังจากที่ทำการคอมมิชชันอุปกรณ์และออนไลน์แพลนต์โมเดลแล้วก็สามารถรับค่าต่าง ๆ ได้จากตัวอุปกรณ์แล้วซึ่งจะแสดงในฟังก์ชันบล็อกของ Control Studio และบนหน้าต่างกราฟิกซึ่งในขั้นแรกจะเป็นการจดบันทึกค่าของ Span ที่ต้องใช้ในการวัดระดับของเหลวดังรูป และนำค่าที่ได้ไปกำหนดช่วงระยะ (Range) ของฟังก์ชันบล็อก

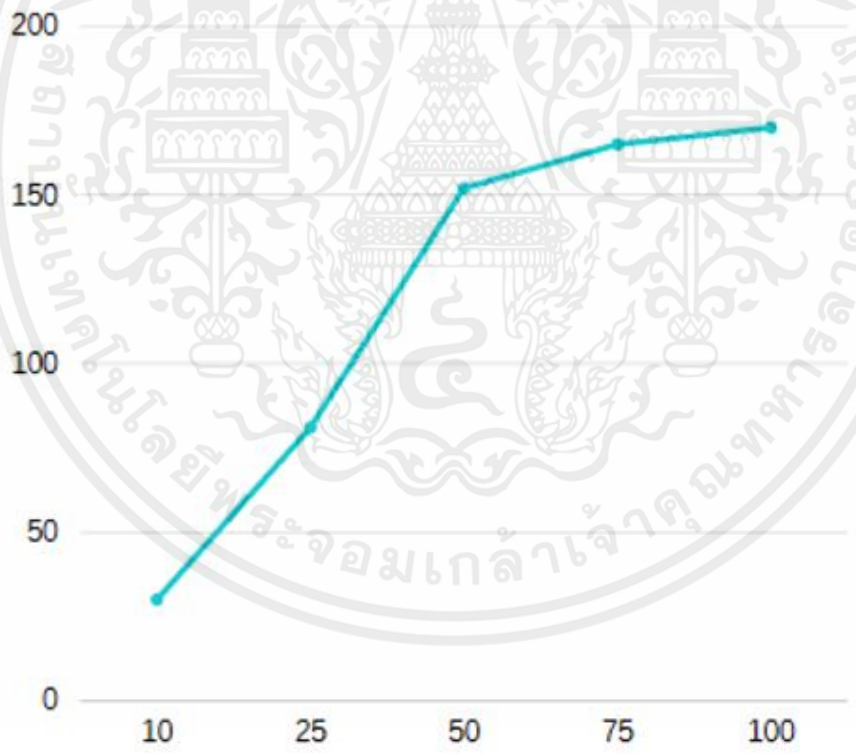
รูปที่ 4.22 ระดับของเหลวที่ 100 % (ซ้าย) และ 0 % (ขวา)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยค่าระดับของเหลวที่ได้มีค่าเท่ากับ 340 มิลลิเมตรน้ำ ที่อัตราการเปิดวาล์ว 0 % และ 770 มิลลิเมตรน้ำ ที่อัตราการเปิดวาล์ว 100 % หลังจากนั้นจะเป็นการทดสอบปรับอัตราการเปิดของวาล์วเพื่อเทียบกันกับอัตราการไหลของของเหลวและเขียนกราฟ

ตารางที่ 4.5 ความสัมพันธ์ระหว่างความดันที่ตกคร่อมแผ่นออริฟิสกับค่าเอาต์พุตของบล็อก AO1

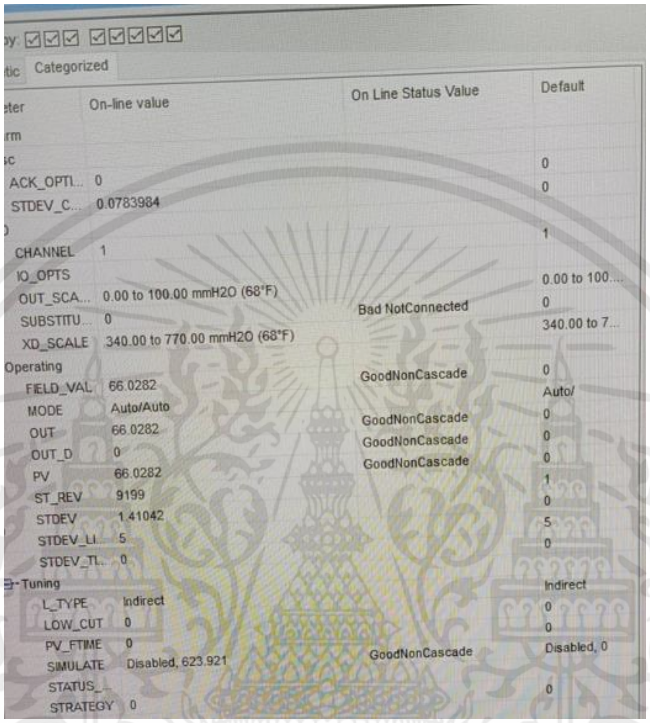
อัตราการเปิดวาล์ว (%)	ความดันที่ตกคร่อมแผ่นออริฟิส (มิลลิเมตรน้ำ)
100	170
75	165
50	152
25	81
10	10



รูปที่ 4.23 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลเทียบอัตราการเปิดวาล์ว

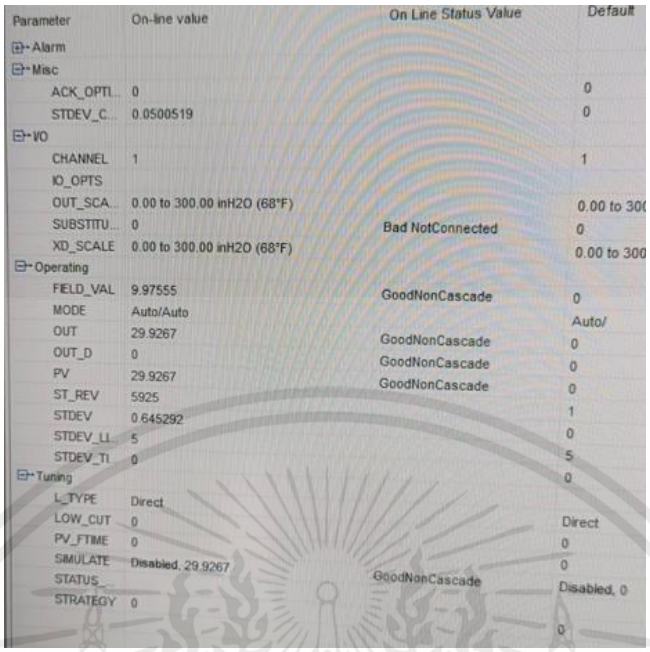
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อได้ค่าของตัวแปรที่ต้องการแล้วให้นำไปใส่ในค่าพารามิเตอร์ของฟังก์ชันบล็อกเพื่อที่จะนำไปใช้สำหรับการทดสอบการควบคุมระดับของเหลวโดยค่าพารามิเตอร์ที่กำหนดจะแตกต่างจากที่คำนวณได้ทางทฤษฎีเล็กน้อย ซึ่งสามารถสังเกตรายละเอียดของพารามิเตอร์ของบล็อก AI1, AI2, AO1, PID1 ได้จากรูปที่ 4.24, 4.25, 4.26, 4.27 ตามลำดับ



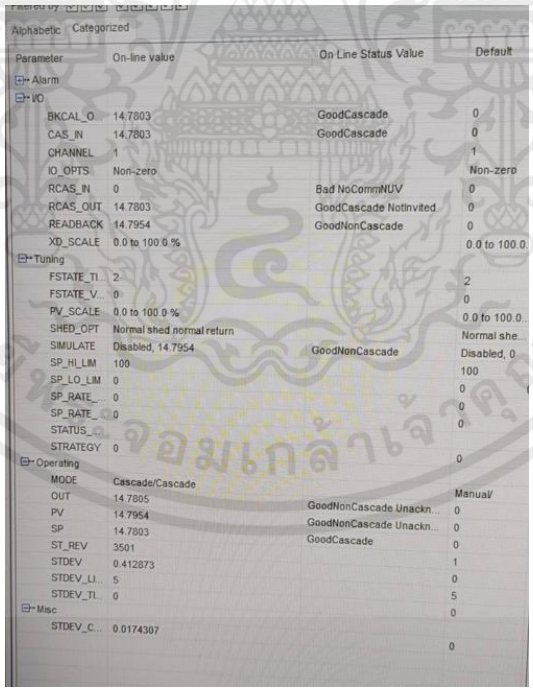
รูปที่ 4.24 ค่าพารามิเตอร์บล็อก AI1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Parameter	On-line value	On Line Status Value	Default
⊞ Alarm			
⊞ Misc			
ACK_OPTI...	0		0
STDEV_C...	0.0500519		0
⊞ I/O			
CHANNEL	1		1
IO_OPTS			
OUT_SCA...	0.00 to 300.00 inH2O (68°F)		0.00 to 300
SUBSTITU...	0	Bad NotConnected	0
XD_SCALE	0.00 to 300.00 inH2O (68°F)		0.00 to 300
⊞ Operating			
FIELD_VAL	9.97555	GoodNonCascade	0
MODE	Auto/Auto		Auto/
OUT	29.9267	GoodNonCascade	0
OUT_D	0	GoodNonCascade	0
PV	29.9267	GoodNonCascade	0
ST_REV	5925		1
STDEV	0.645292		0
STDEV_LI...	5		5
STDEV_TI...	0		0
⊞ Tuning			
L_TYPE	Direct		Direct
LOW_CUT	0		0
PV_FTIME	0		0
SIMULATE	Disabled, 29.9267	GoodNonCascade	Disabled, 0
STATUS_...			
STRATEGY	0		0

รูปที่ 4.25 ค่าพารามิเตอร์บล็อก AI2

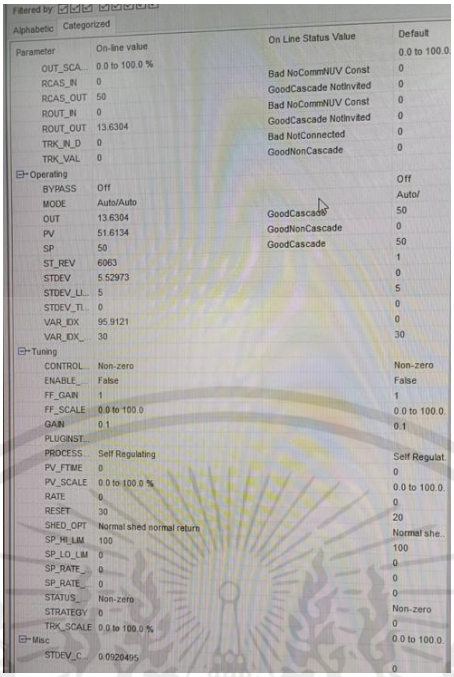


Alphabetic | Categorized

Parameter	On-line value	On Line Status Value	Default
⊞ Alarm			
⊞ I/O			
BKCAL_O...	14.7803	GoodCascade	0
CAS_IN	14.7803	GoodCascade	0
CHANNEL	1		1
IO_OPTS	Non-zero		Non-zero
RCAS_IN	0	Bad NoCommNUV	0
RCAS_OUT	14.7803	GoodCascade NotInvited	0
READBACK	14.7954	GoodNonCascade	0
XD_SCALE	0.0 to 100.0 %		0.0 to 100.0...
⊞ Tuning			
FSTATE_TI...	2		2
FSTATE_V...	0		0
PV_SCALE	0.0 to 100.0 %		0.0 to 100.0...
SHED_OPT	Normal shed,normal return		Normal she...
SIMULATE	Disabled, 14.7954	GoodNonCascade	Disabled, 0
SP_HI_LIM	100		100
SP_LO_LIM	0		0
SP_RATE_...	0		0
SP_RATE_...	0		0
STATUS_...			
STRATEGY	0		0
⊞ Operating			
MODE	Cascade/Cascade		Manual/
OUT	14.7805	GoodNonCascade Unackn...	0
PV	14.7954	GoodNonCascade Unackn...	0
SP	14.7803	GoodCascade	0
ST_REV	3501		1
STDEV	0.412873		0
STDEV_LI...	5		5
STDEV_TI...	0		0
⊞ Misc			
STDEV_C...	0.0174307		0

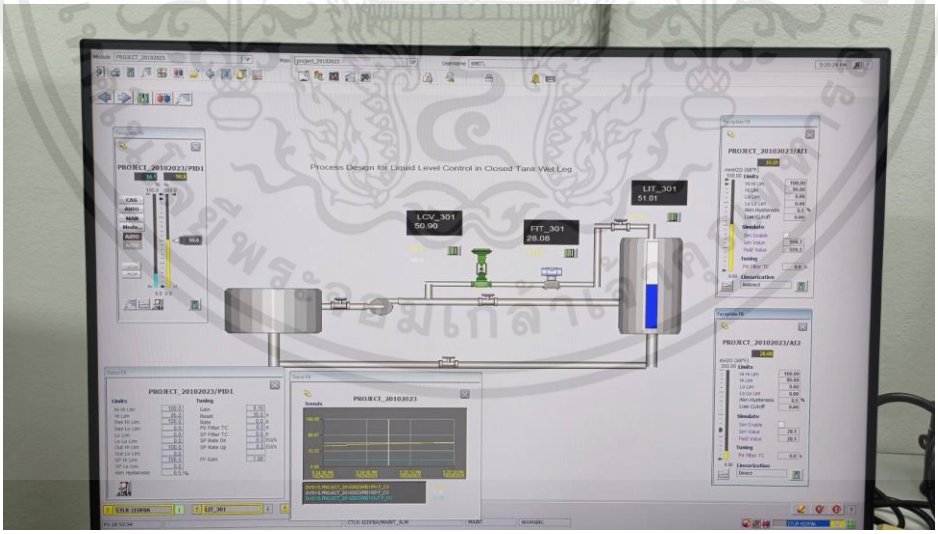
รูปที่ 4.26 ค่าพารามิเตอร์บล็อก AO1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



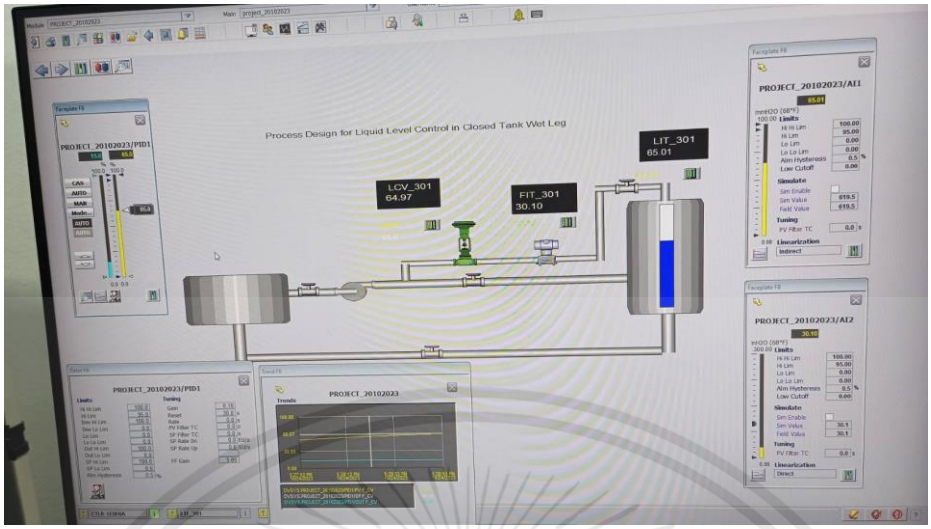
รูปที่ 4.27 ค่าพารามิเตอร์บล็อก PID1

เมื่อกำหนดพารามิเตอร์เสร็จแล้วก็ทำการทดสอบควบคุมระดับของเหลวโดยในการทดสอบนี้จะกำหนดให้ระดับของเหลวที่ทดสอบจะมีระดับที่ 50 มิลลิเมตรน้ำ และ 66 มิลลิเมตรน้ำ โดยสามารถดูผลการทดสอบได้จากรูปดังต่อไปนี้



รูปที่ 4.28 การควบคุมระดับของเหลวที่ 50 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.29 การควบคุมระดับของเหลวที่ 66 %

ซึ่งจากการทดสอบเป็นการพิสูจน์แล้วว่าสามารถทำให้แพลนต์โมเดลควบคุมโดยวิธีแบบพีไอดีได้โดยใช้วิธีการวัดระดับของเหลวแบบถังปิดขาแห้งซึ่งค่าที่ออกมาคลาดเคลื่อนจากการคำนวณเล็กน้อย

.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผล ปัญหาที่พบ แนวทางการแก้ไขและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน

ในการจัดสร้างแพลนต์โมเดลสำหรับการวัดระดับของเหลวแบบถังปิดขาแห้งด้วยเทคโนโลยีฟาวน์เดชันฟิลด์บัส ได้ทำการทดสอบผ่านการทดสอบการควบคุมระดับของเหลวแบบพีไอดีโดยใช้ดีซีเอส DeltaV ในการทดสอบซึ่งผลการทดสอบสามารถสรุปได้ว่าตัวของแพลนต์โมเดลนั้นสามารถควบคุมและสั่งการได้ในระบบการควบคุมแบบพีไอดีซึ่งเป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ได้ตั้งเป้าหมายไว้

5.2 ปัญหาที่พบ

1. ระหว่างการดำเนินงานจำเป็นต้องล่าช้าอยู่หลายครั้งเนื่องจากปัญหาการสั่งของที่ผิดพลาด และล่าช้ากว่าที่คาด ซึ่งปัญหาที่เกิดขึ้นทำให้ต้องทำการแก้แบบอยู่หลายครั้งเพื่อให้เป็นไปตามความรวดเร็วมากที่สุด
2. ตัวชิ้นงานมีรอยรั่วบางจุดที่ทำให้ของเหลวซึมออกมา อาจส่งผลให้เกิดของเหลวขังบริเวณชิ้นงานหรือเกิดไฟฟ้าลัดวงจรได้
3. วงจรไฟฟ้าสำหรับควบคุมปั๊มน้ำอยู่ใกล้กับของเหลวมากเกินไปอาจทำให้เกิดไฟฟ้าลัดวงจรได้
4. การจัดทำเล่มมีความล่าช้าและไม่เป็นไปตามเป้าหมายเนื่องจากการจัดตารางเวลาที่ผิดพลาด

5.3 แนวทางการแก้ไข

1. ในการสั่งของให้เผื่อเวลาเกิดเหตุสุดวิสัยไปอย่างน้อย 1 เท่าของระยะเวลาปกติที่สินค้าจะทำการผลิตรวมถึงคำนวณต้นทุนทุกอย่างให้เรียบร้อยตั้งแต่ตอนออกแบบและทำรายการอุปกรณ์
2. นำผลิตภัณฑ์ที่สามารถแก้ปัญหาเหล่านี้ได้มาใช้เช่น เทปพันท่อ หรืออีพ็อกซี (Epoxy)
3. ย้ายที่ติดตั้งตู้ไฟฟ้าสำหรับควบคุมปั๊มน้ำหากเป็นไปได้
4. ใช้แนวทางการทำงานแบบมีแบบแผนโดยอ้างอิงกรอบเวลาจากงานในรูปแบบเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.4 ข้อเสนอแนะ

สำหรับข้อเสนอแนะนั้นจะแบ่งเป็นการนำโครงงานนี้ไปใช้ประโยชน์และข้อเสนอแนะในการออกแบบระบบการควบคุมระดับของเหลวที่ผู้จัดสร้างได้เรียนรู้จากการจัดสร้างแพลนต์โมเดลในครั้งนี้

1.เลือกอุปกรณ์ในเหมาะสมกับการใช้งาน

เลือกอุปกรณ์ที่รองรับเทคโนโลยีฟาวน์เดชันฟิลด์บัสเหมาะสมสำหรับการควบคุมระดับของเหลว เช่น ตัวเซนเซอร์ระดับของเหลวที่สามารถติดตั้งและสื่อสารผ่านฟาวน์เดชันฟิลด์บัสได้และควรตรวจสอบความเข้ากันได้กับระบบควบคุมอื่น ๆ ที่มีอยู่ในโครงการ เพื่อให้การสื่อสารและการทำงานร่วมกันได้ถูกต้องและมีประสิทธิภาพ

2.การออกแบบและกำหนดค่าระบบ

ออกแบบระบบการควบคุมระดับของเหลวโดยกำหนดค่าพารามิเตอร์และค่าตั้งต้นที่เหมาะสมต่อการทำงานของระบบ เช่น ค่าสูงสุดและค่าต่ำสุดของระดับของเหลวที่ต้องการควบคุม ระบุวิธีการตรวจวัดระดับของเหลว และกำหนดสัญญาณการควบคุม เช่น เปิด/ปิด หรือสัญญาณอื่น ๆ ที่ต้องการส่งออกไปยังอุปกรณ์อื่น

3.การติดตั้งและกำหนดค่าอุปกรณ์

ติดตั้งและกำหนดค่าอุปกรณ์ฟาวน์เดชันฟิลด์บัสในระบบ รวมถึงการกำหนดค่าตัวเลือกเฉพาะของอุปกรณ์ เช่น ค่าความไวต่อการตอบสนองของเซนเซอร์ ค่าการส่งสัญญาณ และการตั้งค่าความถี่การสื่อสาร เพื่อให้ระบบสื่อสารทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและถูกต้อง

4.การทดสอบและปรับแต่งระบบ

ทดสอบและปรับแต่งระบบการวัดระดับของเหลวของแพลนต์โมเดลที่ใช้ฟาวน์เดชันฟิลด์บัสเพื่อตรวจสอบความถูกต้องและประสิทธิภาพของระบบ ปรับแต่งพารามิเตอร์เพื่อให้ระบบควบคุมระดับของเหลวทำงานได้ตามความต้องการ และตรวจสอบการสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ที่มีการติดตั้งในระบบว่าทำงานได้ถูกต้องและเชื่อมต่อกันได้

5.การดูแลและบำรุงรักษา

ตรวจสอบและดูแลรักษาแพลนต์โมเดลที่ใช้เทคโนโลยี Foundation Fieldbus เพื่อให้ระบบทำงานได้ตลอดเวลา ซึ่งรวมถึงการตรวจสอบและดูแลการสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ และการสำรวจและบำรุงรักษาอุปกรณ์ในระบบอย่างสม่ำเสมอ เพื่อรักษาประสิทธิภาพและป้องกันการเกิดความเสียหายในระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] “Basics of FOUNDATION Fieldbus (FF) Instrumentation – Overview” [ออนไลน์]

https://control.com/textbook/foundation-fieldbus-instrumentation/

[2] “Technical information Foundation Fieldbus” [ออนไลน์]

https://www.samsongroup.com/document/l454en.pdf

[3] “Laminar VS Turbulent Flow” [ออนไลน์]

https://www.cleatech.com/laminar-flow-vs-turbulent-flow/

[4] “Laminar Flow and Turbulent Flow Fluid Mechanic” [ออนไลน์]

https://theconstructor.org/fluid-mechanics/laminar-turbulent-flow/559432/

[5] “Distribute Control System” [ออนไลน์]

https://www.techtarget.com/whatis/definition/distributed-control-system

[6] “The difference between re-ranging / dry calibration / wet calibration - for differential pressure transmitters” [ออนไลน์]

https://www.coulton.com/difference_between_range_calibration.html#:~:text=Dry%20leg%20Calibration%20is%20used,hot%20and%20intensely%20cold%20liquids

[7] “PID control” [ออนไลน์]

https://circuitcellar.com/resources/quickbits/pid-control/

[8] “AIC Aluminum profile catalog” [ออนไลน์]

https://aic.engineer/catalog/aic-aluminum-profile-catalog-2019-web.pdfeb

[9] “Properties and application of Acrylic” [ออนไลน์]

https://www.carvilleplastics.com/latest_news/key-properties-acrylic/

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[10] “Foundation Fieldbus Cable and Wiring” [ออนไลน์]

https://www.controlandinstrumentation.com/design/fieldbus-cables.html

[11] “Rosemount 3051 Pressure Transmitter” [ออนไลน์]

https://www.emerson.com/documents/automation/product-data-sheet-rosemount-3051-pressure-transmitter-en-73134.pdf

[12] “Rosemount 1195 Integral Orifice Primary Element” [ออนไลน์]

https://www.ielbd.com/Documentation/Flow/Product%20Data%20Sheet/Rosemount%201195%20Integral%20Orifice%20Primary%20Element%20(2014).pdf

[13] “ปั๊ม (pump)” [ออนไลน์]

https://ienergyguru.com/2015/09/pump/

[14] “Centrifugal Pump CPm130” [ออนไลน์]

https://pratoerboso.com/en/centrifuges-cp/441-pedrollo-cpm-130-centrifugal-electric-pump-single-phase.html

[15] “35002 series camflex ii rotary valve instruction manual” [ออนไลน์]

https://valvenco.com/content/files/35002-series-camflex-ii-rotary-valve-iom-gea19538b.pdf

[16] “Control valve – components and how does it work” [ออนไลน์]

https://www.aspireenergy.com/what-is-a-control-valve-how-does-itwork/#:~:text=What%20are%20the%20Working%20Principles%20of%20a%20Control%20Valve%3F&text=Pneumatic%20Actuators%20use%20an%20air,signal%20across%20the%20actuator%27s%20diaphragm.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้