การใช้งาน OPC Server/Client สำหรับการควบคุมความดัน
Application of OPC Server/Client for Pressure Control Loop

ศตินี นิยมทรัพย์

อดุศร มารดี

ภูชามาศ วรมิตร

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมการวัดคุม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2557

การใช้งาน OPC Server/Client สำหรับการควบคุมความดัน

Application of OPC Server/Client for Pressure Control Loop

คณิน นิยมทรัพย์

จตุพร มารอด

จุฑามาศ วงษ์เพิก

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมการวัดคุม

ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2557

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Application of OPC Server/Client for Pressure Control Loop

KANIN NIYOMSAP
JATUPORN MAROD
JUTHAMAS WONGPERK

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
BACHELOR OF ENGINEER IN INSTRUMENTATION ENGINEERING
DEPARTMENT OF INSTRUMENTATION ENGINEERING
FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
ACADEMIC YEAR 2014

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2557

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

หัวข้อปริญญานิพนธ์ การใช้งาน OPC Server/Client สำหรับการควบคุมความดัน

Application of OPC Server/Client for Pressure Control Loop

นักศึกษาผู้จัดทำ นายคณิน นิยมทรัพย์ **รหัสนักศึกษา** 54010151

นายจตุพร มารอด **รหัสนักศึกษา** 54010165

นางสาวจุฑามาศ วงษ์เพิก **รหัสนักศึกษา** 54010229

ปริญญา วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต

สาขาวิชา วิศวกรรมการวัดคุม

ปีการศึกษา 2557

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์	**ลายมือชื่อ**
รศ.วิริยะ กองรัตน์	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	การใช้งาน OPC Server/Client สำหรับการควบคุมความดัน		
	Application of OPC Server/Client for Pressure Control Loop		
นักศึกษาผู้จัดทำ	นายคณิน	นิยมทรัพย์	รหัสนักศึกษา 54010151
	นายจตุพร	มารอด	รหัสนักศึกษา 54010165
	นางสาวจุฑามาศ	วงษ์เพิก	รหัสนักศึกษา 54010229
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต		
สาขา	วิศวกรรมการวัดคุม		
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ.วิริยะ กองรัตน์		
ปีการศึกษา	2557		

บทคัดย่อ

โครงงานนี้ นำเสนอการออกแบบระบบการวัดและควบคุมกระบวนการภายในถังความดันปิด โดยใช้ โปรแกรม LabVIEW เป็นตัวควบคุมจากคอมพิวเตอร์ โดยเชื่อมต่อและรับค่าจาก OPC Server/Client โดยใช้ ซอฟแวร์ NI OPC Server/Client ที่มี Driver มาตรฐานหลากหลายโดยใช้เพียงไลเซนส์ เดียว เป็นตัวเชื่อมต่อระหว่างคอมพิวเตอร์กับ Pressure Transmitter ในระบบ HART Gateway หรือ สามารถรับและส่งค่าร่วมกับ PLC ได้หลากหลายยี่ห้อ โดยในโครงการนี้จะใช้ PLC ของ OMRON ซึ่งนำมาใช้ในการควบคุมความดันผ่าน SCADA โดยใช้โปรแกรม LabVIEW ในการสร้างส่วน HMI และเขียนโปรแกรมควบคุมเสมือนในส่วน Controller ที่มีความแม่นยำได้อีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Application of OPC Server/Client for Pressure Control Loop
Authors	Mr. Kanin Niyomsap
	Mr. Jatuporn Marod
	Miss Juthamas Wongperk
Thesis Advisor	Assoc.Viriya Kongratana
Year	2014

ABSTRACT

This project presented how to connect instrument tools for Design A Pressure control loop in close tank by using Software LABVIEW to control process from computer and receive all value from OPC Server/Client through software NI OPC Server/Client, that have many license standard in one program for connect between Computer and Pressure Transmitter in HART Gateway system that can be sent/receive value with various brand of PLC, by this project will be use OMRON PLC and can bring out to SCADA Pressure control by using HMI/Programming function in software LABVIEW to be a good accuracy controller too.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนขอขอบคุณอาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมการวัดคุมทุกท่าน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง รศ.วิริยะ กองรัตน์ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ที่ให้คำปรึกษา และคำแนะนำต่างๆ จนช่วยให้การทำปริญญานิพนธ์สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

นอกจากนี้ต้องขอขอบคุณ เพื่อนๆทุกคนที่ได้คอยให้กำลังใจ คำแนะนำ และอยู่ร่วมทุกข์ร่วมสุขกันเสมอมาตลอดเวลา ณ ตึกภาควิชาวิศวกรรมการวัดคุม

สุดท้ายขอขอบพระคุณ บิดา มารดา ที่คอยอบรมและส่งเสริม รวมทั้งสนับสนุนทุนทรัพย์ในการศึกษาตลอดมา ตั้งแต่เริ่มต้นจนประสบความสำเร็จ คุณงามความดีที่เกิดจากปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ คณะผู้จัดทำขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

คณะผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....II

กิตติกรรมประกาศ.....III

สารบัญ.....IV

สารบัญตาราง.....VIII

สารบัญรูป.....IX

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปริญญานิพนธ์.....1

1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์.....1

1.3 ขอบเขตการศึกษา.....1

1.4 แผนการดำเนินงาน.....2

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....2

บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ระบบควบคุม.....3

2.2 องค์ประกอบของระบบควบคุม.....3

2.2.1 กระบวนการ (Process).....4

2.2.2 อุปกรณ์การวัด (Measuring devices).....4

2.2.3 เครื่องควบคุม (Controller).....4

2.2.4 อุปกรณ์ควบคุมสุดท้าย (Final Control Element).....4

2.3 สัญญาณอินพุท (Input signal).....4

2.4 เครื่องควบคุม (Controller).....5

2.4.1 เครื่องควบคุมแบบเปิด-ปิด (On-Off Control).....5

2.4.2 กริยาควบคุมแบบ P (P Action).....6

2.4.3 กริยาควบคุมแบบอินทิกรัล (I Action).....8

2.4.4 กริยาควบคุมแบบเดริเวทีฟ (D Action).....9

2.4.5 เครื่องควบคุมแบบพีไอ (PI Controller).....10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.4.6 เครื่องควบคุมแบบพีดี (PD Controller).....10
2.4.7 เครื่องควบคุมแบบพีไอดี (PID Controller).....11
2.5 กระบวนการควบคุม.....12
2.5.1 ระบบควบคุมอัตโนมัติแบบวงเปิดหรือไม่มีการป้อนกลับ.....12
2.5.2 การควบคุมแบบคาสเคด.....13
2.5.3 การควบคุมแบบสัดส่วน.....13
2.5.4 การควบคุมแบบไปข้างหน้า.....13
2.6 การหาค่าพารามิเตอร์ของตัวควบคุมแบบ PID ด้วยวิธีของ Ziegler-Nichols.....14
2.6.1 Quarter decay ration response by ultimate gain.....15
2.6.2 Process reaction.....16
2.6.3 วิธี Trial and Error (วิธีการลองผิดลองถูก).....17
2.7 ลักษณะอุปกรณ์การทำงานและการเลือกใช้อุปกรณ์.....18
2.7.1 วาล์วควบคุม (Control Valve).....18
2.7.1.1 ประเภทของวาล์วควบคุมแบ่งตามลักษณะการเปิด-ปิด.....18
2.7.1.2 Valve Body.....19
2.7.1.3 Valve Trim.....19
2.7.2 การเลือกวาล์วควบคุมเพื่อควบคุมการไหล.....20
2.7.3 คุณลักษณะการไหลของวาล์วควบคุม
(Flow Characteristic Of Control Valve).....20
2.7.3.1 คุณลักษณะเส้นตรง (Linear Characteristic).....20
2.7.3.2 Equal-Percentage Characteristic.....21
2.7.3.3 Quick Opening Characteristic.....21
2.8 เพรสเซอร์ทรานสดิวเซอร์ (Pressure transducer).....22
2.8.1 เอาท์พุตของเพรสเซอร์ทรานสดิวเซอร์.....22
2.8.1.1 ชนิดเอาท์พุตมีหน่วยเป็นมิลลิโวลท์.....22
2.8.1.1 ชนิดเอาท์พุตมีหน่วยเป็นมิลลิโวลท์.....22
2.8.1.3 ชนิดเอาท์พุตมีหน่วยเป็นมิลลิแอมป์.....23
2.8.2 ประเภทของความดัน (Types of Pressure).....23
2.8.2.1 ความดันเกจ (Gauge Pressure).....23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.8.2.2 ความดันสัมบูรณ์ (Absolute Pressure) 24
2.8.2.3 ความดันแตกต่าง (Differential Pressure)....24
2.8.2.4 สภาวะสุญญากาศ (Vacuum Pressure)....24
2.9 PLC (Programmable Logic Controller)....24
2.9.1 PLC ชนิดโมดูล (Modular Type PLCs) หรือแร็ค (Rack Type PLCs)....24
2.9.2 โครงสร้างของ PLC....26
2.10 ระบบ OPC Server / Client....32
2.11 Wireless HART....33
2.11.1 HART Protocol....33
2.12 LabVIEW....34
2.12.1 องค์ประกอบสำคัญของโปรแกรม LabVIEW มี 3 ส่วน คือ....34
2.12.2 ความสามารถของโปรแกรม LabVIEW....35

บทที่ 3 การออกแบบ และวิธีการดำเนินการ

3.1 การออกแบบการติดต่อกันระหว่างอุปกรณ์กับ Computer....36
3.2 ส่วนประกอบทาง Hardware....37
3.2.1 Pressure Transmitter with Wireless....37
3.2.2 Globe Vale....39
3.2.3 Wireless Gateway....40
3.2.4 PLC....40
3.3 การออกแบบทางด้าน Software....41
3.3.1 การเชื่อมต่อระหว่าง OPC Server/Client กับ PLC OMRON C200H....43
3.3.2 การนำค่าจาก OPC Server ลงในโปรแกรม LABVIEW....44
3.3.3 การเขียน Software ในโปรแกรม LABVIEW....46
3.3.4 ส่วนหน้าจอ HMI....49
3.3.5 การออกแบบการ Sampling....50
3.3.6 การเขียนโปรแกรมสำหรับการเก็บค่าข้อมูลจะได้ดังนี้....51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการทดลอง

4.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง.....52

4.2 ลำดับขั้นเตรียมการทดลองควบคุม.....52

4.3 ผลการทดลอง.....53

4.4 การเก็บค่าข้อมูลลงไฟล์ Notepad.....59

บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล.....60

5.2 ข้อเสนอแนะ.....60

บรรณานุกรม.....61

ภาคผนวก.....62

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2.1 แสดงค่าพารามิเตอร์ของตัวควบคุม PID ตามวิธีของ Ziegler-Nichols.....15

2.2 แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ใน Process Reaction ของตัวควบคุม PID โดยวิธีของ Ziegler-Nichols.....17

3.1 คุณสมบัติของ Pressure Transmitter รุ่น3051S ของ Rosemount.....38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2.1	การควบคุมระบบ	3
2.2	ผังสัญญาณระบบควบคุม	3
2.3	กราฟแสดงสัญญาณ	5
2.4	(ก) แผนผังบล็อกของตัวควบคุม 2 ตำแหน่ง หรือแบบ on-off	6
	(ข) ช่วง Differential Gap	6
2.5	การควบคุมแบบสัดส่วน	6
2.6	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรควบคุมกับตัวแปรจัดการ	7
2.7	การควบคุมแบบอินทิกรัล	8
2.8	แสดงผลตอบสนองการควบคุมแบบอินทิกรัลสัญญาณจากขั้นบันได	9
2.9	การควบคุมแบบเดริเวทีฟ	9
2.10	แสดงผลการตอบสนองการควบคุมแบบสัญญาณ Derivative จากขั้นบันได	9
2.11	การตอบสนองของเครื่องควบคุมแบบพีไอต่อการเปลี่ยนแปลงแบบขั้นบันได ของค่าความคลาดเคลื่อน	10
2.12	การควบคุมแบบพีดี	11
2.13	ผลการตอบสนองของการควบคุมแบบพีไอดีกับสัญญาณเข้าแบบขั้นบันได	11
2.14	ระบบควบคุมอัตโนมัติแบบวงเปิดหรือไม่มีการป้อนกลับ	12
2.15	บล็อกไดอะแกรมพื้นฐานของลูปควบคุมแบบส่งผ่าน	14
2.16	แสดงค่าการหา (Tu) จากผลการตอบสนองของระบบที่มีการแกว่งอย่างต่อเนื่อง เมื่อมีการปรับค่าอัตราขยายเป็น (Ku)	15
2.17	แสดงผลการตอบสนองของระบบแบบรูปตัว S และการหาค่าพารามิเตอร์ของระบบโดยวิธี process reaction	17
2.18	ประเภทของความดัน	23
2.19	การใช้ Backplane ในการรวมยูนิต	25
2.20	การใช้Backplane ในการเชื่อมต่อแต่ละโมดูล	26
2.21	ระบบควบคุม PLC	26
2.22	การต่ออินพุตของ PLC	28

เอกสารนี้ใช้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
2.23	ก) ส่งสัญญาณแบบแรงดัน (Voltage Output)	29
	ข) ส่งสัญญาณแบบกระแส (Current Output)	29
2.24	การต่อแหล่งจ่ายพลังงานให้กับ PLC	30
2.25	แหล่งจ่ายไฟชนิดโมดูล	30
2.26	ลักษณะการเชื่อมต่อระหว่างเครื่อง PLC และเครื่องคอมพิวเตอร์ผ่าน RS-232C	31
2.27	การทำงานของระบบ OPC/Client	33
2.28	Wireless HART	33
3.1	close loop Control diagram	36
3.2	Piping & Instrument Diagram	37
3.3	Pressure Transmitter	38
3.4	Globe Vale	39
3.5	Wireless Gateway	40
3.6	PLC OMRON C200h	40
3.7	หน้า Web Browser ของ Smart Wireless Gateway	41
3.8	หน้าที่ใช้ตั้ง Burst Rate	41
3.9	หน้า Register ของค่าข้อมูล	42
3.10	หน้า Tag Address ใน OPC Server	43
3.11	หน้า Tag Address ใน OPC Server	43
3.12	OPC Client ดูค่าข้อมูลที่ถูก Tag	44
3.13	หน้า Blank โปรเจคในโปรแกรม LABVIEW	44
3.14	หน้าที่เชื่อมต่อกับ Tag ใน OPC Server ที่ต้องการ	45
3.15	บล็อกไดอะแกรมเบื้องต้นของการออกแบบการควบคุม PID	46
3.16	บล็อกไดอะแกรม	47
3.17	ฟังก์ชัน PID Auto Tune	48
3.18	หน้า Auto tuning	49
3.19	หน้า HMI ขณะรันโปรแกรม	49
3.20	Block Diagram ส่วนของการเก็บค่าข้อมูล	51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

4.1 กราฟของกระบวนการที่ตั้งค่า Kc = 15 53
4.2 กราฟของกระบวนการที่ตั้งค่า Kc = 30 53
4.3 กราฟของกระบวนการที่ตั้งค่า Kc = 50 54
4.4 หน้าแสดงผล Auto Tune ของการควบคุมแบบ P 55
4.5 กราฟของกระบวนการที่ใช้ค่า Auto Tune ของการควบคุมแบบ P 55
4.6 หน้าแสดงผล Auto Tune ของการควบคุมแบบ PI 56
4.7 กราฟของกระบวนการที่ใช้ค่า Auto Tune ของการควบคุมแบบ PI 56
4.8 หน้าแสดงผล Auto Tune ของการควบคุมแบบ PID 57
4.9 กราฟของกระบวนการที่ใช้ค่า Auto Tune ของการควบคุมแบบ PID 57
4.10 กราฟของกระบวนการที่เปลี่ยน Set Point จาก 50% เป็น 25% 58
4.11 กราฟของกระบวนการที่เปลี่ยน Set Point จาก 50% เป็น 75% 59
4.12 ค่าข้อมูลที่ถูกเก็บไว้ในไฟล์ Note Pad 59

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปริญญานิพนธ์

เนื่องจากในปัจจุบันเป็นยุคที่เต็มไปด้วยเทคโนโลยีที่มาพร้อมกับความสะดวกสบายที่เพิ่มขึ้นทำให้ความต้องการในด้านการใช้พลังงานในรูปแบบต่างๆเพิ่มขึ้นไปด้วยการพัฒนาที่มาพร้อมๆกับการขยายตัวทางเศรษฐกิจและอุตสาหกรรมการขยายตัวของอุตสาหกรรมทำให้ต้องใช้แรงงานเพิ่มขึ้นซึ่งอาจส่งผลกระทบด้านต้นทุนในการผลิตระบบการวัดและควบคุมกระบวนการแบบอัตโนมัติจึงเป็นเรื่องจำเป็นที่อุตสาหกรรมในปัจจุบันต้องการและจากความสำคัญของการควบคุมระบบแบบอัตโนมัติเราจึงทำการศึกษาการสั่งงานการควบคุมระบบผ่านคอมพิวเตอร์ ซึ่งทำให้การทำงานง่ายและสะดวกสบายมากขึ้น การสั่งงานผ่านคอมพิวเตอร์โดยใช้เครื่องมือแบบเสมือน(VirtualInstrument)ซึ่งทำให้สามารถเห็นภาพรวมของระบบและแก้ไขข้องผิดพลาดของการออกแบบได้อย่างง่ายดาย

1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์

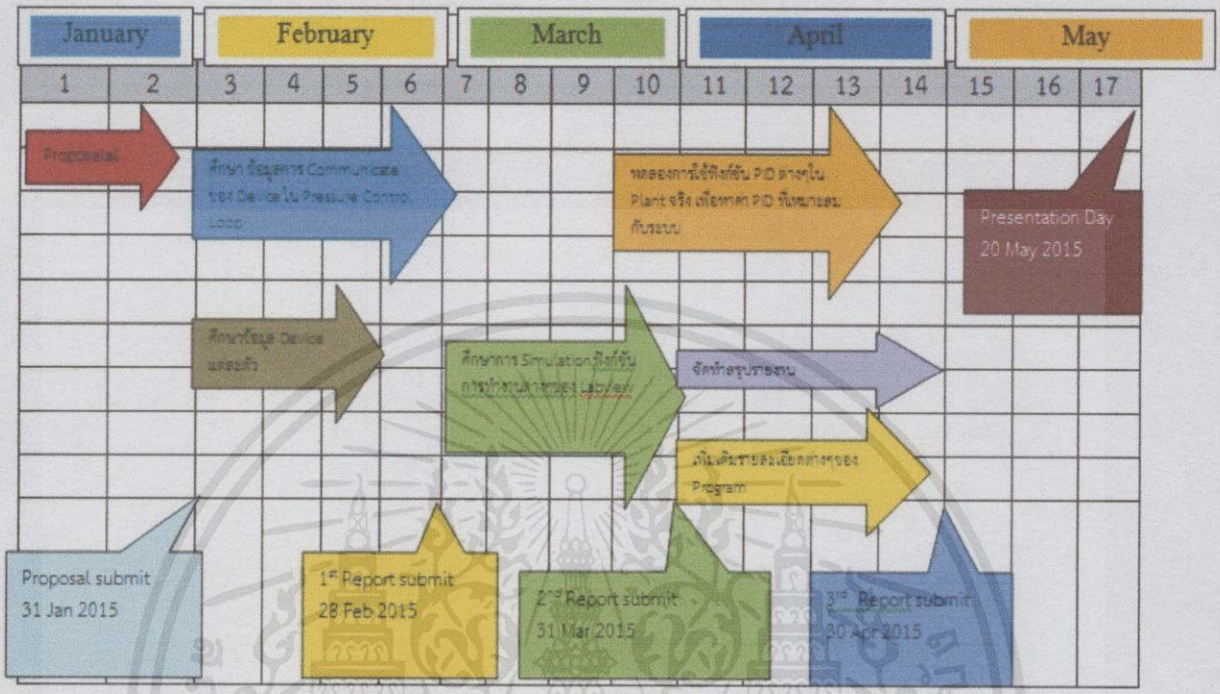
1. เพื่อศึกษาการควบคุมการทำงานของระบบความดันถังปิด
2. เพื่อศึกษาการใช้งานการควบคุมแบบเสมือนบนคอมพิวเตอร์
3. เพื่อศึกษาอุปกรณ์ที่ใช้วัดค่าและควบคุมความดันของระบบ
4. เพื่อศึกษาการทำงานของการทำงานร่วมกันของการเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์หลากหลายชนิดในระบบและคอมพิวเตอร์
5. เพื่อควบคุมผลตอบสนองของระบบที่ได้ให้มีประสิทธิภาพและความเสถียรมากที่สุด

1.3 ขอบเขตการศึกษา

1. คอมพิวเตอร์สามารถรับค่า Input และสั่งค่า Output จาก PLC ได้โดยใช้โปรแกรม NI OPC Server/Client ที่เป็นส่วน OPC Server/Client
2. คอมพิวเตอร์สามารถรับและอ่านค่าค่าความดันจาก Pressure Transmitter ในระบบ HART Gatewayได้โดยใช้โปรแกรมNI OPC Server/Client ที่เป็นส่วน OPC Server/Client
3. การศึกษาโปรแกรม OPC Server/Client ที่ใช้เป็นสื่อกลางในการเชื่อมต่อระหว่างคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์
4. ใช้โปรแกรม LABVIEWดึงค่าต่างจาก OPC Server เพื่อใช้ในการสร้างส่วนของ HMI
5. หา PID ที่เหมาะสมและทำให้ระบบเสถียรได้มากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 แผนการดำเนินงาน



1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถใช้งาน Software OPC server/Client ร่วมกับโปรแกรมLABVIEWเพื่อใช้ในการสั่งการควบคุมระบบความดันในถังได้
2. รู้วิธีการรับค่าจากอุปกรณ์เพื่อเชื่อมต่อกับอุปกรณ์
3. สามารถเชื่อมต่ออุปกรณ์หลากหลายชนิด หลากหลายยี่ห้อให้ใช้งานร่วมกันได้
4. การศึกษาการใช้โปรแกรม LABVIEW ในการพัฒนาเพื่อใช้เป็น Controller
5. สามารถหารูปแบบการควบคุมความดันที่เหมาะสมกับระบบได้มากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ระบบควบคุม

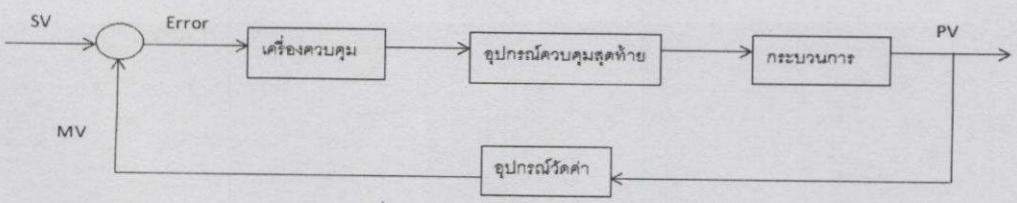
ระบบควบคุม คือกระบวนการ (process) ที่ใช้ในการควบคุม output ของกระบวนการที่เราต้องการควบคุม ซึ่งมีส่วนประกอบหลายๆส่วนเชื่อมต่อกันขึ้นเป็นระบบเพื่อใช้ควบคุมผลการตอบสนองเป็นไปตามที่เราต้องการพื้นฐานของการวิเคราะห์ระบบมีพื้นฐานจากทฤษฎีระบบเชิงเส้น ซึ่งจะแสดงความสัมพันธ์ของ input และoutput ในการตอบสนอง ส่วนประกอบที่จะควบคุมของกระบวนการ (process) ที่เราต้องการที่จะควบคุมนั้นสามารถแทนด้วยบล็อก (block) ดังในรูป 2.1 ส่วน input และoutput ของระบบมันจะแทนด้วนสัญญาณ โดยสัญญาณ input จะเป็นส่วนสำคัญต่อ output

รูปที่ 2.1 การควบคุมระบบ

ระบบควบคุมสามารถแบ่งตามลักษณะการทำงานได้เป็น 2 แบบคือ

1. ระบบควบคุมแบบเปิด (Open Loop Control System)
2. ระบบควบคุมแบบปิดหรือระบบควบคุมแบบป้อนกลับ (Closed Loop or Feedback Control System)

2.2 องค์ประกอบของระบบควบคุม



รูปที่ 2.2 ผังสัญญาณระบบควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1 กระบวนการ (Process) เป็นสิ่งที่เราต้องการควบคุมไม่ว่ากระบวนการจะอยู่ในลักษณะใด โดยตัวแปลส่วนมากที่อยู่ในกระบวนการควบคุมหรือสิ่งที่จะทำการควบคุมนั้นก็คือ อุณหภูมิ,ความดันอัตราการไหลมระดับ เป็นต้น

2.2.2 อุปกรณ์การวัด (Measuring devices) เป็นอุปกรณ์ที่จะนำมาใช้ในการวัดค่าต่างๆของกระบวนการ (Process) เพื่อให้รับรู้ถึงสภาพของกระบวนการ (Process) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อการปรับแต่งการควบคุม (Control) เพื่อให้กระบวนการ (Process) เป็นไปตามที่ต้องการ (Set Point) ในการวัดและการควบคุมเพื่อที่จะให้มีคุณสมบัติตามที่ต้องการ โดยมีตัวแปรที่เข้ามาเกี่ยวข้อง ต้องการวัดหลายตัวแปร เช่น อุณหภูมิ(Temperature) ความดัน(Pressure) ระดับ(Level) และมีปริมาณการไหล(Flow Rate) เป็นต้น

2.2.3 เครื่องควบคุม (Controller) เป็นอุปกรณ์ที่ทำการควบคุมกระบวนการ ในการควบคุมสามารถกระทำได้ด้วยการควบคุมแบบ Manual และ Automaticในการควบคุมแบบ Manual ในการตัดสินใจโดยมนุษย์จะเป็นผู้กระทำ ส่วนในการควบคุมแบบอัตโนมัติในการตัดสินใจสั่งการจะกระทำด้วยอุปกรณ์เครื่องควบคุม (Controller)

2.2.4 อุปกรณ์ควบคุมสุดท้าย (Final Control Element) จะเป็นอุปกรณ์ที่ทำการรับค่ามาจากเครื่องควบคุม เพื่อจะทำการปฏิบัติให้เกิดผลกระทบต่อกระบวนการ ตามที่เครื่องควบคุมได้สั่งการได้แก่ Control Valve เป็นต้น

2.3 สัญญาณอินพุท (Input signal)

ส่วนอินพุทนั้นจะมีอยู่หลายรูปแบบ โดยทั่วไปเราจะสามารถเห็นอินพุทเหล่านี้อยู่ในรูป

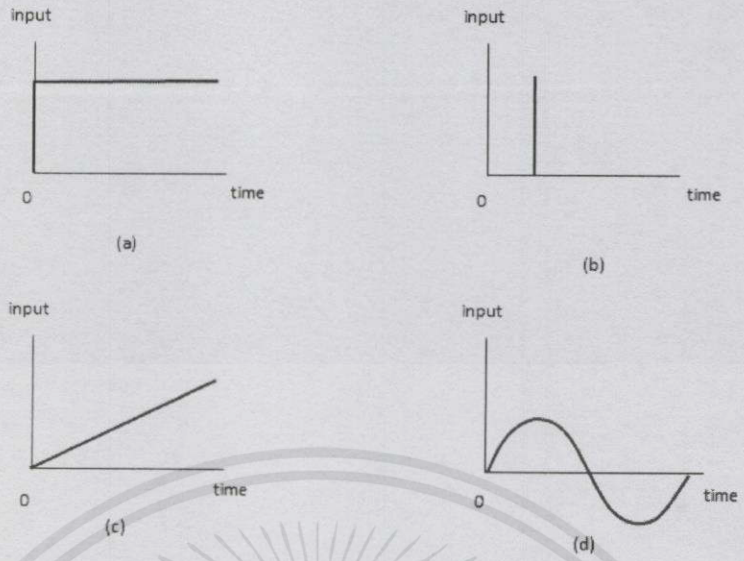
อินพุทแบบขั้นบันได (Unit-step Input) อินพุทแบบนี้มีลักษณะเป็นการเปลี่ยนแปลงค่าอินพุทอย่างทันทีทันใดยกตัวอย่างเช่น เมื่อเปิดไฟฟ้าเข้าสู่วงจร ความต่างศักย์ในวงจรจะเพิ่มจาก0 เป็นค่าที่เราให้กับวงจรทันที

อินพุทแบบการดล (Unit-Impulse Input) อินพุทแบบนี้จะมีลักษณะเหมือนกับการให้ค่าอินพุทค่าหนึ่งในห้วงเวลาที่สั้นมากๆ เช่น การที่เราใช้ไม้ตีลูกบอลแรงกระทำที่เกิดกับลูกบอลจะมีค่าเฉพาะในช่วงเวลาสั้นๆ เมื่อไม้สัมผัสลูกบอลเท่านั้น

อินพุทแบบแรม (Unit-Ramp Input) จะเป็นอินพุทที่ค่อยๆมีค่าเพิ่มขึ้นทีละนิดโดยที่อัตราการเพิ่มของอินพุทจะคงที่ เช่น น้ำที่ไหลเข้าถังด้วยอัตราการไหลคงที่น้ำหนักของน้ำจะค่อยๆเพิ่มขึ้น ถ้าน้ำหนักของน้ำเป็นอินพุทจะทำให้อินพุทดังกล่าวมีลักษณะเหมือนแรมอินพุท

อินพุทแบบไซน์ (Sine Input) จะเป็นอินพุทที่มีสมการของอินพุทเป็นฟังก์ชันsin(wt) โดยจะเป็นความถี่เชิงมุมw และt เป็นเวลา ตัวอย่างของสัญญาณประเภทนี้ก็ เช่น แรงที่กระทำให้เกิดการหมุนที่ไม่สมดุลของเพลา เป็นต้น

เอกสารนี้เป็น... ไม่ว่ากรณีใด... และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 กราฟแสดงสัญญาณ
(a) Unit-step (b) Unit-Impulse (c) Unit-Ramp และ (d) Sine

2.4 เครื่องควบคุม (Controller)

ลักษณะการทำงานของเครื่องควบคุม (Controller Action) ในการเลือกลักษณะการทำงานของเครื่องควบคุมมีความสำคัญเป็นอย่างมาก ถ้าเลือกผิดกระบวนการจะควบคุมไม่ได้ นอกจากนั้นลักษณะการทำงานของเครื่องควบคุมยังมีความเกี่ยวพันกับลักษณะการทำงานของวาล์วควบคุม ในลักษณะการทำงานของวาล์วควบคุมนั้น จะเป็นตัวกำหนดอัตราการขยายเชิงสถิติของวาล์วควบคุม ดังนั้นการเลือกลักษณะการทำงานของอุปกรณ์จะเป็นตัวกำหนดการเลือกลักษณะการทำงานของเครื่องควบคุม

ประเภทของเครื่องควบคุม (Controller Type)

เครื่องควบคุมจะทำหน้าที่คำนวณหาค่าสำหรับใช้ปรับเปลี่ยนตัวแปรปรับค่าได้ จากสมการควบคุมโดยใช้ค่าความแตกต่างระหว่างค่ากระบวนการกับค่าเป้าหมาย

2.4.1 เครื่องควบคุมแบบเปิด-ปิด (On-Off Control)

ในระบบควบคุมแบบ 2 ตำแหน่ง การทำงานจะทำในตำแหน่งที่คงที่เพียง 2 ตำแหน่ง แต่ในบางครั้งจะมีการเรียกการควบคุมแบบ ON หรือ OFF การควบคุมแบบ 2 ตำแหน่งหรือแบบ ON-OFF นี้ จะเป็นการควบคุมแบบง่ายๆ และราคาไม่แพง จึงเป็นที่นิยมใช้ในงานอุตสาหกรรมและในกรณีที่มีผลต่อการแกว่ง (Oscillate) นั้นเป็นที่ยอมรับได้

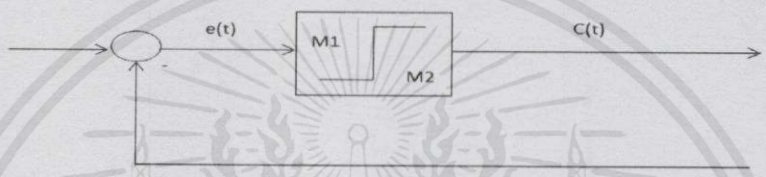
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยกำหนดให้สัญญาณเอาท์พุตที่ตัวควบคุมเป็น c(t) จะมีค่าความคลาดเคลื่อนเป็น e(t) ฉะนั้นการควบคุมแบบ 2 ตำแหน่งนี้สัญญาณ c(t) จะมีค่าอยู่เพียงค่าสูงสุดและค่าต่ำสุดเท่านั้น โดยจะขึ้นอยู่กับความคลาดเคลื่อนที่มีค่าเป็น + หรือ – นั้นคือ

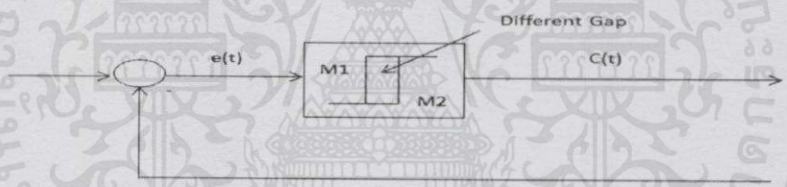
$$c(t) = M_1 \quad \text{สำหรับ} \quad e(t) > 0$$
$$c(t) = M_2 \quad \text{สำหรับ} \quad e(t) > 0$$

โดยที่ M_1 และ M_2 เป็นค่าคงที่

รูปที่ 2.4 (ก) แสดงถึง Block Diagram ของตัวควบคุมแบบ 2 ตำแหน่ง และสำหรับช่วงที่ค่าสัญญาณของความคลาดเคลื่อนเปลี่ยนแปลงไปก่อนเกิดการเปลี่ยนแปลงตำแหน่ง (Switching) ของการควบคุมนั้นเรียกว่า Differential Gap ดังแสดงในรูปที่ 2.4 (ข) ช่วง Differential Gap นี้บางครั้งเป็นการทำให้เกิดขึ้นเพื่อป้องกันการ ON-OFF บ่อยครั้งเกินไป



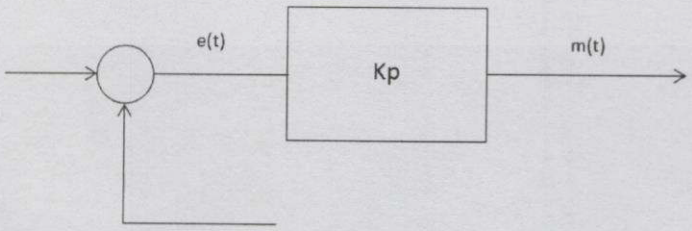
รูปที่ 2.4 (ก) แผนผังบล็อกของตัวควบคุม 2 ตำแหน่ง หรือแบบ on-off



รูปที่ 2.4 (ข) ช่วง Differential Gap

2.4.2 กริยาควบคุมแบบ P (P Action)

เป็นปฏิกิริยาควบคุมซึ่งค่อนข้างจะสม่ำเสมอ และการเป็นเชิงเส้นระหว่างการเปลี่ยนแปลงของอินพุตและเอาท์พุต สามารถแสดงความสัมพันธ์ในรูปแบบของ Block Diagram ดังรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 การควบคุมแบบสัดส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องควบคุมแบบพี (P Action) เป็นเครื่องควบคุมแบบง่ายที่สุด มีสมการที่ใช้สำหรับเครื่องควบคุมประเภทนี้คือ

$$m(t) = K_p e(t)\,\overline{m} \quad \text{. . ... 2.1}$$

หรือ $$\frac{M(s)}{E(s)} = K_p \quad \text{. . ... 2.2}$$

โดยที่ $m(t)$ = ตัวแปรขาออกเครื่องควบคุม

$\overline{m}$ = ค่าตัวแปรขาออกเครื่องควบคุมที่สภาวะคงที่

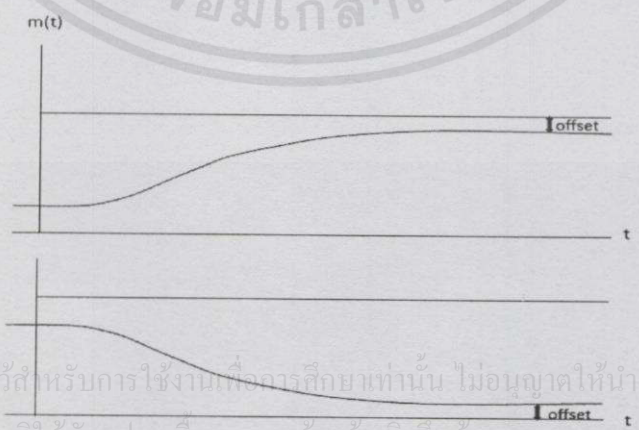
K_p = ค่าความไวการตอบสนองของเครื่องควบคุมแบบพี

$e(t)$ = ค่าความคลาดเคลื่อน

หลักการทำงานของเครื่องควบคุมแบบพีนั้น เครื่องควบคุมแบบพีนี้คำนวณหาค่าสัญญาณของขาออกได้โดยคำนวณค่าสัญญาณขาออกเป็นสัดส่วนกับขนาดของค่าความคลาดเคลื่อนของกระบวนการ โดยสัญญาณขาออกของเครื่องควบคุมจะมีค่าสูงหรือต่ำขึ้นอยู่กับขนาดของค่าความคลาดเคลื่อนและอัตราขยายเชิงสถิติของเครื่องควบคุม K_p

เครื่องควบคุมแบบพีจะมีข้อดีคือเป็นเครื่องควบคุมแบบง่ายที่สุด เนื่องจากมีพารามิเตอร์ที่ต้องกำหนดค่าเพียงค่าเดียวคือค่า K_p แต่มีข้อเสียคือในภายใต้การควบคุมตัวแปรควบคุมยังอาจมีค่าแตกต่างจากค่าเป้าหมายได้ โดยความแตกต่างนี้เรียกว่าค่าผลต่าง (Offset)

การเกิด Offset เป็นคุณลักษณะของระบบควบคุมแบบ Proportional เนื่องจากการทำงานของระบบควบคุมแบบ Proportional นั้นไม่สามารถควบคุมระบบที่มี lode ที่เปลี่ยนแปลงไปได้ดีเท่าที่ควร และในกรณีที่มี lode คงที่แต่การเปลี่ยนแปลงค่าของระดับ set point ที่ควบคุมไป ก็จะมีการเกิดค่าของ offset ขึ้นโดยที่ offset ก็คือ ค่าความแตกต่างของอินพุตและเอาท์พุตที่สภาวะคงที่เมื่อค่าเป้าหมายคงที่นั่นเองแสดงดังรูปที่ 2.6



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.6 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรควบคุมกับตัวแปรจัดการ

2.4.3 กริยาควบคุมแบบอินทิกรัล (I Action)

เป็นการควบคุมกระบวนการซึ่งจะเอาค่าของเอาท์พุตที่เป็นสัดส่วนโดยตรงกับค่าอินทิกรัลเชิงเวลาของอินพุต โดยจะมีความสัมพันธ์ระหว่างค่าเอาท์พุตของตัวควบคุม $m(t)$ และค่าความคลาดเคลื่อน $e(t)$ ดังนี้

$$\frac{dm(t)}{dt} = K_i e(t) \qquad \ldots\ldots 2.3$$

หรือ $$m(t) = K_i \int_0^t e(t)dt \qquad \ldots\ldots 2.4$$

โดยที่ K_i เป็นค่าคงที่ที่สามารถปรับค่าได้

ฟังก์ชันถ่ายโอน (Transfer Function) ของตัวควบคุมแบบอินทิกรัล คือ

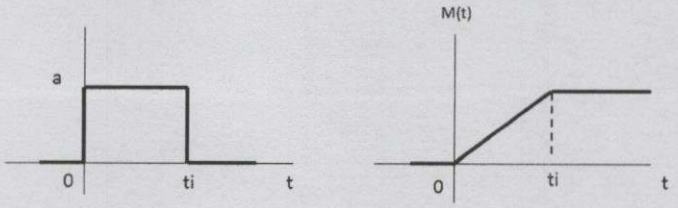
$$\frac{M(s)}{E(s)} = \frac{K_i}{s} \qquad \ldots\ldots 2.5$$

โดยสามารถแสดงในรูปของ Block Diagram ได้ดังรูปที่ 2.7

รูปที่ 2.7 การควบคุมแบบอินทิกรัล

ในการควบคุมแบบอินทิกรัลนั้นค่าเอาท์พุตที่ตัวควบคุม $m(t)$ จะเปลี่ยนแปลงตามค่าความผิดพลาด $e(t)$ ดังนั้นถ้าเกิดความผิดพลาดซึ่งทำให้ระบบได้ค่าที่ผิดพลาดไปจากการที่ต้องการแล้ว อุปกรณ์ควบคุมที่จัดการกับความผิดพลาดโดยเร็ว (โดยลดให้ค่า Error นี่หมดไป) เมื่อตัวแปรควบคุมอยู่ที่ค่าเป้าหมายแล้วอุปกรณ์ควบคุมตัวสุดท้าย (Final element control) จะยังไม่ทำงานซึ่งแสดงให้เห็นว่าระบบอยู่ในสภาวะคงที่นั่นเอง ดังนั้นการควบคุมแบบอินทิกรัลนี้จะไม่ทำให้เกิดค่าของ Offset ขึ้นมาแสดงดังรูปที่ 2.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.8 แสดงผลตอบสนองการควบคุมแบบอินทิกรัลสัญญาณจากขั้นบันได

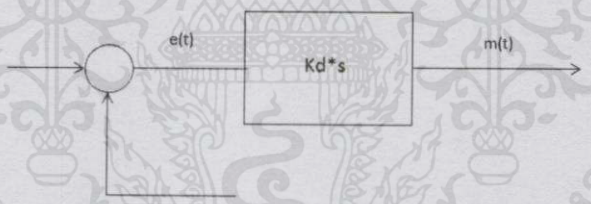
2.4.4 กริยาควบคุมแบบเดริเวทีฟ (D Action)

เป็นการควบคุมที่ค่าเอาท์พุตเป็นสัดส่วนกับอัตราการเปลี่ยนแปลงของอินพุตโดยมีสมการความสัมพันธ์ดังนี้

$$m(t) = K_d \times \frac{de(t)}{dt} \quad \text{. . ... 2.6}$$

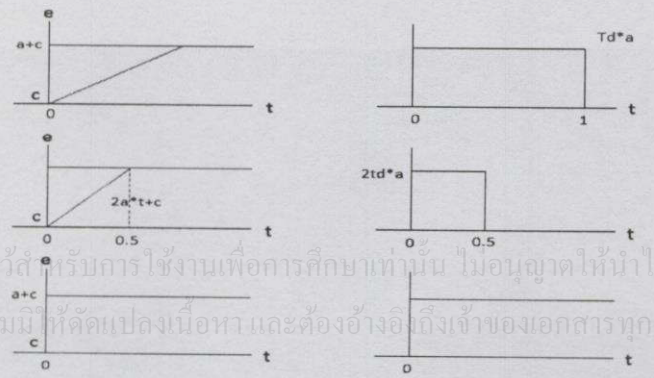
หรือ $$\frac{M(s)}{E(s)} = K_d S \quad \text{. . ... 2.7}$$

โดยที่ K_d เป็นค่าคงที่ที่สามารถปรับค่าได้



รูปที่ 2.9 การควบคุมแบบเดริเวทีฟ

Block Diagram ของตัวควบคุมแบบเดริเวทีฟแสดงดังรูปที่ 2.9 จะมีการเพิ่มของการควบคุมแบบ Derivative ไปในเครื่องควบคุม จะเป็นการบวกมุมนำในเครื่องควบคุมเพื่อชดเชยมุมตามในฟังก์ชันถ่ายโอนซึ่งขบวนการส่วนใหญ่จะมีค่ามุมเป็นมุมตาม



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

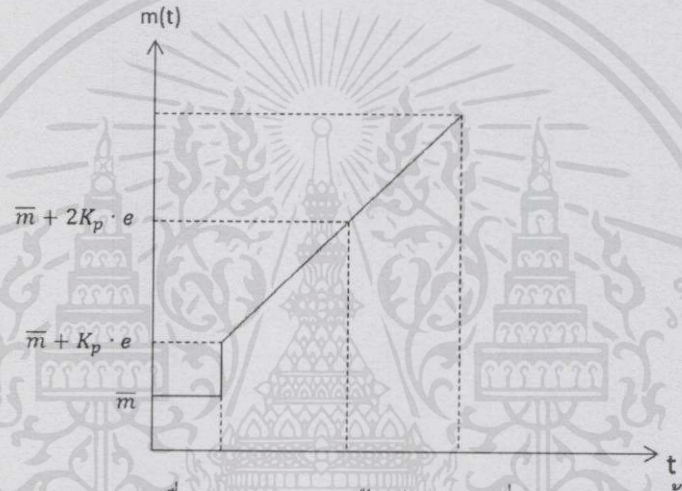
รูปที่ 2.10 แสดงผลการตอบสนองการควบคุมแบบสัญญาณ Derivative จากขั้นบันได

2.4.5 เครื่องควบคุมแบบพีไอ (PI Controller)

เครื่องควบคุมแบบพีไอ (PI Controller) นี้เป็นเครื่องควบคุมที่มีการใช้พจน์ในการตัดสินใจเพิ่มขึ้นจากเครื่องควบคุมแบบพีอีกหนึ่งพจน์ ในพจน์ดังกล่าวก็คือพจน์ของการอินทิกรัลค่าความคลาดเคลื่อนตลอดช่วงเวลาของการควบคุม สมการสำหรับเครื่องควบคุมประเภทนี้คือ

$$m(t) = K_p e(t) + \frac{K_p}{\tau_I} \int e(t)dt + \overline{m} \qquad \ldots\ldots 2.8$$

โดยที่ τ_I = ค่าเวลาคงที่อินทิกรัลในหน่วยของเวลา (วินาที)



รูปที่ 2.11 การตอบสนองของเครื่องควบคุมแบบพีไอต่อการเปลี่ยนแปลงแบบขั้นบันไดของค่าความคลาดเคลื่อน

จากสมการแสดงให้เห็นว่าเครื่องควบคุมแบบพีไอนี้ ไม่เพียงแต่พิจารณาค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้น ณ เวลานั้นแต่ยังมีการนำเอาค่าประวัติของการเปลี่ยนแปลงของความคลาดเคลื่อนจากอดีตถึงปัจจุบันมาพิจารณาด้วย โดยพจน์ของการอินทิกรัลนี้มีบทบาทในการเปลี่ยนแปลงค่าสัญญาณขาออกตราบที่ค่าความคลาดเคลื่อนยังไม่เป็นศูนย์

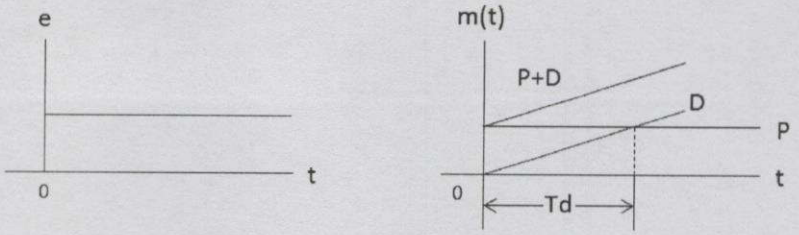
2.4.6 เครื่องควบคุมแบบพีดี (PD Controller)

เครื่องควบคุมแบบพีดีนี้ เป็นเครื่องควบคุมที่ใช้กับกระบวนการที่ไม่มีสัญญาณรบกวนและการควบคุมยอมให้มีผลต่าง (Offset) ได้ โดยคาดว่าจะได้ประโยชน์จากพจน์อัตราการเปลี่ยนแปลงของค่าความคลาดเคลื่อน สมการของเครื่องควบคุมแบบพีดีคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$m(t) = K_p e(t) + K_p \tau_D \frac{de(t)}{dt} + \overline{m} \qquad \ldots\ldots 2.9$$

โดยที่ τ_D = ค่าเวลาคงที่อนุพันธ์ในหน่วยของเวลา (วินาที)



รูปที่ 2.12 การควบคุมแบบพีดี

ข้อดีของการควบคุมแบบพีดี คือเมื่อมีสัญญาณเข้าเป็นเชิงเส้น (Ramp) จะมีผลตอบสนองทางเวลาได้เปรียบกว่าการควบคุมแบบสัดส่วนเพียงอย่างเดียว

2.4.7 เครื่องควบคุมแบบพีไอดี (PID Controller)

เครื่องควบคุมแบบพีไอดี (PID Controller) นี้ เป็นเครื่องควบคุมที่ใช้พจน์ในการตัดสินใจที่เพิ่มขึ้นอีกพจน์หนึ่งจากเครื่องคุมแบบพีไอโดยพจน์ดังกล่าวคือพจน์ของอัตราการเปลี่ยนแปลงของค่าความคลาดเคลื่อน ณ เวลาที่พิจารณาสมการสำหรับเครื่องควบคุมประเภทนี้คือ

$$m(t) = K_p e(t) + \frac{K_p}{\tau_I}\int e(t)\,dt + K_p \tau_D \frac{de(t)}{dt} + \overline{m} \qquad \ldots\ldots 2.10$$

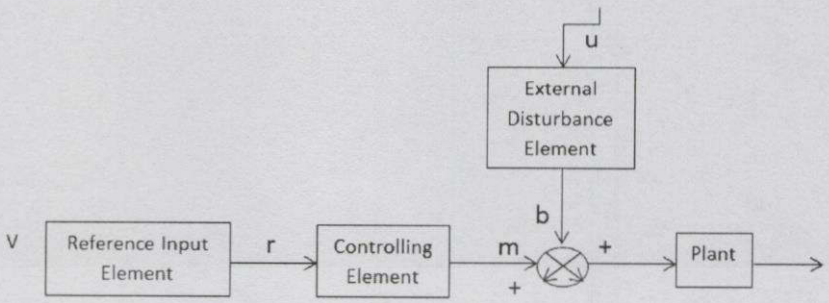
รูปที่ 2.13 ผลการตอบสนองของการควบคุมแบบพีไอดีกับสัญญาณเข้าแบบขั้นบันได

เครื่องควบคุมแบบพีไอดีนี้เหมาะสำหรับการใช้กับกระบวนการที่มีการตอบสนองช้า ในส่วนกระบวรการที่มีการตอบสนองเร็วนั้นมักจะมาพร้อมกับสัญญาณรบกวนและสัญญาณรบกวนจะทำให้ความชันของค่าความคลาดเคลื่อนมีค่าสูง ซึ่งจะส่งผลให้เกิดการปรับสัญญาณควบคุมทั้งๆที่มีค่าความคลาดเคลื่อนของสัญญาณกระบวนการไม่ได้มีความชันสูงแบบนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 กระบวนการควบคุม

2.5.1 ระบบควบคุมอัตโนมัติแบบวงเปิดหรือไม่มีการป้อนกลับ



รูปที่ 2.14 ระบบควบคุมอัตโนมัติแบบวงเปิดหรือไม่มีการป้อนกลับ

ระบบควบคุมอัตโนมัติประเภทนี้ดังแสดงในภาพที่ 2.14 จะเป็นเรื่องของการควบคุมที่ไม่มีการเปรียบเทียบเอาต์พุตของระบบหรือ Control Variable กับ Reference Variable ในระบบกล่าวคือ Error หรือ Actuating Signal ที่มีค่าคงที่ตลอดเวลา และโดยทั่วไปของระบบเรื่องของกระบวนการจะทำงานที่อัตราคงที่นั้นคือข้องสังเกตที่สำคัญของระบบควบคุมประเภทนี้ก็คือค่าความคลาดเคลื่อนของเอาต์พุตของระบบ เพราะในทางปฏิบัติระบบจะถูกรบกวนจากภายนอกเสมอทำให้ส่วนที่เป็นตัวปรับค่าตัวแปรกระบวนการไม่สามารถทำงานได้เต็มที่ Controller สั่งมาแต่จะเอาการรบกวนเข้ามาและไม่มีการแก้ไขกลับไป (Feed Back) ที่ส่วนที่เป็นตัวควบคุมอีกแต่อย่างใด

ตัวอย่างของระบบควบคุมอัตโนมัติประเภทนี้ได้แก่ การทำงานของเครื่องซักผ้าซึ่งทำงานเป็นจังหวะๆ คือเติมน้ำ ซัก รีดน้ำ แล้วเติมน้ำใหม่ ฯลฯ และจะหยุดเครื่องตามแต่ผู้ผลิตหรือผู้ใช้ตั้งค่าหรือโปรแกรมเอาไว้ เครื่องก็ไม่ปรับตัวเองให้ทำงานให้เหมาะสมกับความสะอาดหรือความสกปรกของค่าในเครื่องเลยและอีกตัวอย่างหนึ่งได้แก่ สัญญาณไฟจราจรที่เปลี่ยนไฟเขียวเป็นไฟแดงตามทางแยกผลัดกันข้างละ 1-2 นาทีนั้น แล้วแต่การตั้งเครื่องการทำงานของระบบสัญญาณไฟจราจรนี้และจะถือว่าเป็นแบบมีการป้อนกลับได้ก็ต่อเมื่อมีการนำเอาความแออัดของรถยนต์หรือพาหนะบนท้องถนนแต่ละแยกไปบังคับการทำงานของระบบจึงจะถือได้ว่าเป็นระบบวงจรปิดหรือมีการป้อนกลับ จึงจะสังเกตได้ว่าค่าความแม่นยำของ Controller Variable หรือเอาต์พุตของระบบเทียบกับ Reference Variable ของระบบในระบบควบคุมอัตโนมัติ การตั้งค่า หารปรับ การคาดการณ์ล่วงหน้า (Calibration and Programming) เป็นสิ่งสำคัญ มิเช่นนั้นระบบจะทำงานอย่างผิดพลาดและไร้ประโยชน์ ฉะนั้นระบบควบคุมแบบนี้จะทำงานโดยอาศัยจังหวะหรือเวลาเป็นหลัก ทั้งนี้เพราะเป็นตัวแปรที่มีอยู่ (Available) และมีค่าคงที่ (Consistent) เสมอในระบบควบคุมอัตโนมัติแบบวงจรเปิดหรือแบบที่ไม่มีการป้อนกลับ และถ้าหากนับผู้ใช้ระบบร่วมกับตัวเครื่องด้วย ในระบบใหม่ที่ได้จะได้เป็นระบบควบคุมประเภทวงปิดกล่าวคือในการปิดหรือการป้อนกลับเกิดที่ตัวผู้ใช้เครื่อง เช่น ระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไฟสัญญาณจราจรที่ได้กล่าวมาโดยจะมีพนักงานจราจรเป็นผู้บังคับสัญญาณไฟแทนการผลัดเปลี่ยนกันเองตามจังหวะเวลา (Timer) ที่ตั้งไว้

2.5.2 การควบคุมแบบคาสเคด

ลูปควบคุมแบบนี้ดัดแปลงมาจากลูปควบคุมแบบป้อนกลับ โดยมีการเพิ่มลูปควบคุมแบบป้อนกลับเข้าไปในกระบวนการเพื่อจะช่วยให้ตรวจสอบของสภาวะกระบวนการรอง (Intermediate Controller Variable) ซึ่งใช้เป็นค่าอ้างอิงหรือค่าที่ตั้งไว้ (Set Point) สำหรับลูปป้อนกลับหลัก

ลูปควบคุมแบบคาสเคดเหมาะกับการประยุกต์ใช้ในการควบคุมกระบวนการ ที่มีผลการตอบสนองที่ช้ามาก ทั้งนี้เนื่องจากกระบวนการประเภทนี้มักเกิดค่าความคลาดเคลื่อนขึ้นเมื่อเวลาผ่านไปนานมาก และหากมีสัญญาณรบกวนภายนอกเข้ามากระทำกับกระบวนการทำให้สภาพการทำงานเปลี่ยนไป แต่ด้วยเหตุผลที่กระบวนการมีผลการตอบสนองช้านี้จึงทำให้ลูปควบคุมจำเป็นต้องรอนานมากเช่นกันที่จะนำผลที่ได้ไปสร้างสัญญาณปรับแต่ง (Manipulated Variable) เพื่อจะปรับให้สภาพการทำงานของกระบวนการต่อไป ดังนั้นจะเห็นในกรณีเช่นนี้ลูปควบคุมป้อนกลับเพียงลูปเดียวไม่สามารถตอบสนองการทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ แนวทางการออกแบบนั้นจึงนิยมใช้ลูปควบคุมแบบคาสเคดมากกว่า เพื่อที่จะให้ผู้ควบคุมกระบวนการนี้สามารถตรวจสอบสภาวะของกระบวนการรอง แล้วนำมาใช้เป็นข้อมูลในการปรับแต่งสภาพการทำงานของกระบวนการหลักให้มีผลตอบสนองต่อสัญญาณรบกวนที่มากระทำได้อย่างมีประสิทธิภาพและรวดเร็วขึ้น

2.5.3 การควบคุมแบบสัดส่วน

โครงสร้างทางฮาร์ดแวร์ระหว่างลูปควบคุมแบบคาสเคดกับลูปควบคุมแบบสัดส่วนนั้น จะมีความคล้ายคลึงกัน แต่เมื่อพิจารณาของการควบคุมแบบพื้นฐานแล้วจะพบว่าทั้งสองรูปแบบนั้นมีความแตกต่างกันมาก

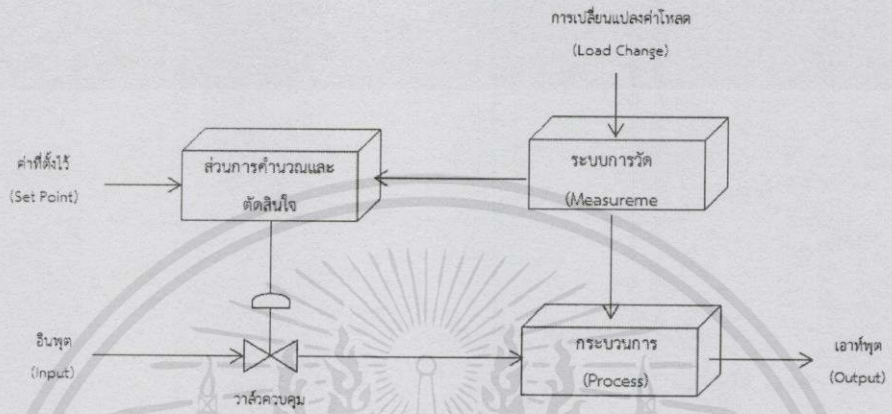
โดยทั่วไปหลักการควบคุมกระบวนการโดยใช้ลูปควบคุมแบบสัดส่วนนี้ จะนิยมใช้ในกระบวนการที่ต้องการนำเอาปริมาณทางฟิสิกส์สองชุดหรือมกกว่ามาผสมกันเพื่อที่จะทำการรักษาสถานะของส่วนผสมที่ได้นั้นไว้ ซึ่งในแนวทางปฏิบัติสามารถทำได้โดยใช้อุปกรณ์ควบคุมการไหล (Conventional Flow Controller) โดยชุดแรกกับปริมาณตัวแรกและนำมาควบคุมอุปกรณ์อีกตัวหนึ่งด้วยอุปกรณ์ควบคุมอัตราส่วน (Ratio Controller) ภายใต้สัดส่วนที่เหมาะสมและอัตราส่วนที่ได้จากอุปกรณ์ควบคุมทั้งสองตัวนี้จะนำมาใช้เป็นข้อมูลในการปรับแต่งสภาพกระบวนการ

2.5.4 การควบคุมแบบไปข้างหน้า

เอกสารนี้เป็น... เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ...

บล็อกไดอะแกรมของลูปควบคุมแบบป้อนไปข้างหน้าแสดงดังรูปที่ 2.15 ในที่นี้ระบบของการวัดซึ่งภายในจะประกอบด้วยเซนเซอร์เป็นอุปกรณ์ที่สำคัญมากที่จะทำหน้าที่ในการตรวจสอบการ

เปลี่ยนแปลงค่าโหลดต่างๆของกระบวนการ หรือสัญญาณรบกวนจากภายนอกที่เข้ามากระทำกับกระบวนการ จากนั้นสัญญาณการตรวจวัดที่ได้จะส่งให้กับหน่วยประมวลผลของระบบเพื่อทำการคำนวณประมวลผลและตัดสินใจสร้างสัญญาณควบคุมเอาต์พุตที่เหมาะสมต่อการปรับสภาพในการทำงานของกระบวนการที่เปลี่ยนแปลงไป รวมทั้งสอดคล้องกับค่าที่ตั้งไว้ด้วย



2.15 บล็อกไดอะแกรมพื้นฐานของลูปควบคุมแบบส่งผ่าน

2.6 การหาค่าพารามิเตอร์ของตัวควบคุมแบบ PID ด้วยวิธีของ Ziegler-Nichols

หลักการในการคำนวณทางคณิตศาสตร์นั้น ในการหาค่าการตอบสนองของกระบวนการที่ควบคุมนั้น ทำได้ยากเนื่องจากการหาสมการทางคณิตศาสตร์หรือฟังก์ชันถ่ายโอนที่เหมาะสมและเที่ยงตรงสำหรับแทนกระบวนการที่ถูกควบคุมนั้นเป็นไปได้ยาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในระบบของกระบวนการที่มีอันดับสูงๆ ซึ่งคำตอบของสมการของระบบส่วนใหญ่มักจะเป็นสมการเดี่ยว ทำให้ไม่สามารถหาค่าพารามิเตอร์ที่มีหลายตัว
เพื่อใช้ในการออกแบบระบบควบคุมได้ รวมทั้งยังมีค่าของผลกระทบจากตัวแปรอื่นๆที่กระทำต่อระบบ จนทำให้ไม่สามารถหาค่าสมการทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมแทนระบบนั้นได้

ในการออกแบบนัวควบคุมมีความจำเป็นอย่างยิ่ง ที่จะต้องรู้จักการตอบสนองทางพลวัตรของกระบวนการก่อน ซึ่งอยู่ในฟังก์ชันถ่ายโอนโดยสามารถหาได้จากโครงสร้างทางกายภาพต่างๆของกระบวนการ แต่ในบางกรณีในกระบวนการที่ซับซ้อนการทราบค่าทางกายภาพอาจไม่เพียงพอที่จะหาสมการทางคณิตศาสตร์มาแทนฟังก์ชันถ่ายโอนของระบบได้ จะเรียกว่าการปรับแต่งระบบควบคุม ซึ่งมีอยู่หลายวิธีที่นิยมกันคือ

วิธีการปรับค่าตัวควบคุม PID โดยใช้วิธี Ziegler-Nichols

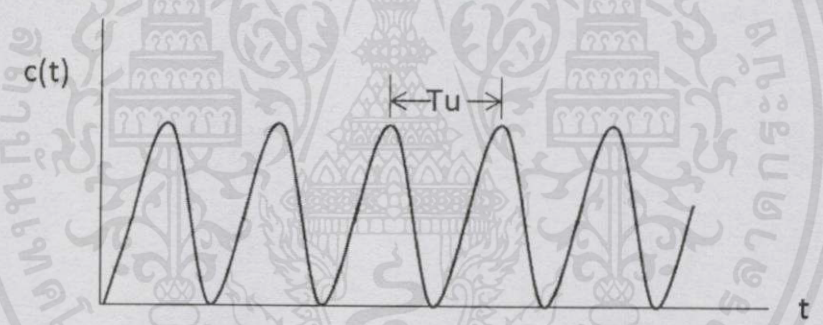
หลักการประมาณค่าของ Ziegler-Nichols จะใช้สำหรับการประมาณหาค่าพารามิเตอร์ของตัวควบคุมแบบต่างๆคือค่า $Kp, \tau i, \tau d$ ให้ได้ประสิทธิภาพดีที่สุดและเพื่อให้ผลการตอบสนองของระบบต่ออินพุตที่เป็น unit step มีค่าพุ่งเกินสูงสุดไม่เกิน 25% มีอยู่สองแบบคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.1 Quarter decay ration response by ultimate gain

วิธีนี้จะทำการหาค่าพารามิเตอร์ของตัวควบคุม จากผลตอบสนองของระบบหรือกระบวนการที่ถูกควบคุมต่อการปรับค่าของอัตราการขยายของตัวควบคุมชนิด P เมื่อมีการป้อนสัญญาณเข้าเป็นแบบ unit step ดังนั้นวิธีนี้ต้องใช้ตัวควบคุมแบบ P ต่ออยู่เพื่อสามารถปรับอัตราการขยายได้

คุณสมบัติของ ultimate gain และ ultimate period ของระบบนั้น ได้ถูกนำมาหาค่าพารามิเตอร์ของตัวควบคุมซึ่งจะเป็นวิธีที่กระทำกับระบบโดยตรงและไม่จำเป็นต้องทราบค่าของฟังก์ชันถ่ายโอนของกระบวนการโดยปรับค่าอัตราขยาย Kp ของตัวควบคุมแบบ P ให้มีค่าสูงขึ้นเรื่อยๆ จนให้ผลการตอบสนองของระบบเกิดการแกว่งอย่างต่อเนื่องและมีขนาดของการแกว่งคงที่ เรียกอัตราขยายที่ทำให้เกิดการแกว่งนี้ว่า ultimate gain (Ku) และจะเรียกค่าคาบของการแกว่งนี้ว่า ultimate period ดังรูปที่ 2.16 จากนั้นนำค่าเหล่านี้ไปปรับเทียบกับค่าในตารางที่ 2.1 เพื่อที่จะกำหนดค่าพารามิเตอร์ของตัวควบคุมตามเงื่อนไขที่มีค่าพุ่งไม่เกิน 25% แต่วิธีนี้มีข้อจำกัดคือต้องใช้กับระบบที่มีผลตอบสนองต่อเวลาที่การแกว่งเท่านั้นหรือจะใช้กับกระบวนการที่มีที่มีรากของสมการที่มีคุณลักษณะเป็นจำนวนเชิงซ้อนสังยุคเมื่อมีการปรับค่าอัตราขยายของกระบวนการ



รูปที่ 2.16 แสดงค่าการหา (Tu) จากผลการตอบสนองของระบบที่มีการแกว่งอย่างต่อเนื่องเมื่อมีการปรับค่าอัตราขยายเป็น (Ku)

ตารางที่ 2.1 แสดงค่าพารามิเตอร์ของตัวควบคุม PID ตามวิธีของ Ziegler-Nichols

ชนิดของตัวควบคุม	Kp	Ti	Td
แบบ P	$\frac{Ku}{2}$	-	-
แบบ PI	$\frac{Ku}{2.2}$	$\frac{Tu}{1.2}$	-
แบบ PID	$\frac{Ku}{1.7}$	$\frac{Tu}{2}$	$\frac{Tu}{8}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.2 Process reaction

เป็นวิธีการหาค่าพารามิเตอร์ของตัวควบคุม PID โดยตรง ซึ่งต้องไม่มีตัวควบคุมต่อร่วมอยู่ แต่จะใช้ได้กับกระบวนการที่มีผลตอบสนองต่อ unit step เป็นรูปตัว S เท่านั้นคือกระบวนการที่ไม่มีโพลอยู่ที่จุดกำเนิด (กระบวนการชนิด 0) หรือไม่มีโพลเด่นชัดที่เป็นจำนวนเชิงซ้อนสังยุคโดยขั้นแรกจะทำการประมาณให้กระบวนการเป็นแบบใดแบบหนึ่งในสองแบบนี้ก่อนคือ

1. กระบวนการอันดับหนึ่งแบบมีเวลาไร้ผลตอบสนอง (first-order-plus-dead-time หรือเรียกว่า FOPDT) โดยมีฟังก์ชันถ่ายโอนคือ

$$G_1(s) = \frac{Ke^{-t_0 s}}{\tau s+1} \quad \text{. . ... 2.11}$$

2. กระบวนการอันดับสองแบบมีเวลาไร้ผลตอบสนอง (second-order-plus-dead-time หรือเรียกว่า SOPDT) โดยมีฟังก์ชันถ่ายโอนคือ

$$G_1(s) = \frac{Ke^{-t_0 s}}{(\tau_1 s+1)(\tau_2 s+1)} \quad \text{. . ... 2.12}$$

$$G_2(s) = \frac{Ke^{-t_0 s}}{\tau^2+2\zeta\tau s+1} \quad \text{. . ... 2.13}$$

โดย K คือ ค่าอัตราขยายของระบบที่สถานะอยู่ตัว

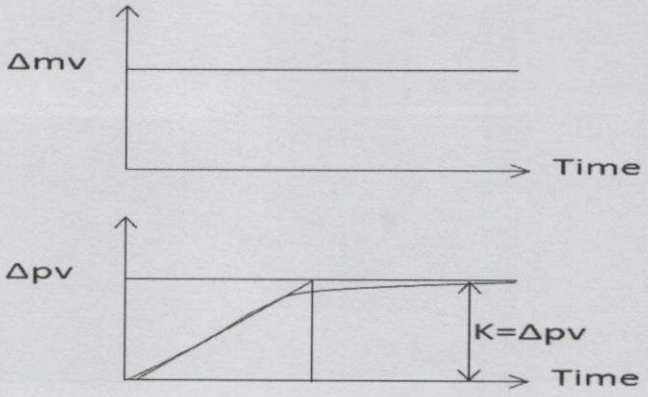
t_0 คือ ค่าเวลาไร้ผลตอบสนองของกระบวนการ

τ, τ_1, τ_2 คือ ค่าคงที่เวลาของกระบวนการ

ζ คือ ค่าอัตราการหน่วงของกระบวนการ

จากนั้นให้ทำการทดสอบกระบวนการด้วยการป้อนสัญญาณอินพุตที่เป็น unit step เข้าที่กระบวนการแล้วทำบันทึกผลการตอบสนองของกระบวรการซึ่งเป็นรูปตัว S นี้ จะนำเอามาอธิบายคุณสมบัติของกระบวนการด้วยพารามิเตอร์ 3 ค่า คืออัตราการขยายของกระบวนการ (K) ค่าเวลาหน่วงของกระบวนการ (t_0) และค่าเวลาคงที่ของกระบวนการ (τ) ซึ่งจะถูกประมาณค่าโดยทำการลากเส้นสัมผัสกับจุดที่มีอัตราการเบี่ยงเบนสูงสุด โดยเส้นที่ลากนี้จะไปตัดกับแกนเวลาและเส้นตรงของผลการตอบสนองที่สถานะอยู่ตัวหรือที่ ΔPv ดังรูปที่ 2.17 แสดงว่าการประมาณค่าต่าง โดยที่ FOPDT นั้นให้ผลที่สอดคล้องกับระบบจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.17 แสดงผลการตอบสนองของระบบแบบรูปตัว S และการหาค่าพารามิเตอร์ของระบบโดยวิธี process reaction

ค่าพารามิเตอร์ของกระบวนการทั้ง 3 ค่าที่ได้นี้สามารถนำไปคำนวณค่าพารามิเตอร์ของตัวควบคุม PID ได้ Ziegler-Nichols จะกำหนดค่าของ Kp,Ti และ Td สำหรับตัวควบคุมแบบต่างๆตามตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ใน Process Reaction ของตัวควบคุม PID โดยวิธีของ Ziegler-Nichols

ชนิดของตัวควบคุม	Kp	Ti	Td
แบบ P	$\frac{1}{K}(\frac{\tau}{t_0})$	-	-
แบบ PI	$\frac{0.9}{K}(\frac{\tau}{t_0})$	$3.33t_0$	-
แบบ PID	$\frac{1.2}{K}(\frac{\tau}{t_0})$	$2t_0$	$0.5t_0$

การหาค่าพารามิเตอร์โดยวิธีของ Ziegler-Nichols นั้น เป็นเพียงการหาค่าโดยประมาณเท่านั้น ผู้ออกแบบจำเป็นที่ต้องทำการปรับโดยละเอียดอีกครั้งหนึ่งเมื่อนำไปใช้กับกระบวนการจริง

2.6.3 วิธี Trial and Error (วิธีการลองผิดลองถูก)

วิธีการลองผิดลองถูกเป็นวิธีเหมาะสมกับผู้ที่มีประสบการณ์ในด้านการปรับค่าต่างๆของพารามิเตอร์ PID แล้ว โดยในการควบคุมจะเป็นระบบปิดและตำแหน่งการควบคุมต้องให้อยู่ในตำแหน่ง Automatic Control และมีวิธีการต่อไปก็คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการปรับ PI

1. ให้ตัวควบคุมทำงานในรูปแบบ Proportional Control เพียงอย่างเดียว

2. ต่อไปทำการปรับค่า Kc จนกระทั่งค่า PV เข้าใกล้ค่าเป้าหมาย ซึ่งโดยทั่วไปก็จะต่ำกว่าค่าเป้าหมายเพียงเล็กน้อย

3. ต่อไปค่อยๆปรับค่า Ti เพิ่มขึ้นเพื่อชดเชยค่า offset ที่เกิดขึ้นแล้วดูผลว่าค่า PV จะเข้าสู่เป้าหมายตามที่ต้องการหรือยัง ถ้ายังก็ค่อยๆปรับไปอีกจนกระทั่งได้ตามที่ต้องการ โดยช่วงนี้ก็พยายามลด Kc เพื่อลดการแกว่ง

วิธีการปรับแบบ PID

1. ทำตามแบบวิธีการแบบ PI ทั้ง 3 ข้อ

2. ถ้าต้องการผลการตอบสนองที่รวดเร็วขึ้นมักใช้ค่าอัตราส่วนระหว่าง Integral Time กับค่า Derivative Time เป็น 4/1 เป็นต้น ไปพร้อมกับการเพิ่มลดค่าของ Kc ไปด้วยเพื่อป้องกันการเกิด Overshoot และเกิดการ Hunting

3. เนื่องด้วยวิธีการแบบนี้เป็นความพึงพอใจเฉพาะบุคคล จึงยากที่จะกำหนดเป็นกฎเกณฑ์ตายตัว แต่วิธีการเริ่มต้นในการปรับค่ามักเหมือนกัน

2.7 ลักษณะอุปกรณ์การทำงานและการเลือกใช้อุปกรณ์

2.7.1 วาล์วควบคุม (Control Valve)

วาล์วควบคุมเป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ควบคุมอัตราการไหลของของไหลในระบบ ซึ่งได้แก่ ไอน้ำ ของเหลว ก๊าซ และรวมไปถึงสารเคมี โดยจะรับสัญญาณควบคุมจากตัวควบคุมเพื่อให้การควบคุมเป็นไปอย่างอัตโนมัติ

2.7.1.1 ประเภทของวาล์วควบคุมแบ่งตามลักษณะการเปิด-ปิด

สามารถแบ่งประเภทของวาล์วควบคุมนี้ ตามลักษณะการเคลื่อนที่เพื่อเปิดหรือปิดเพื่อให้ของไหลผ่านช่องทางเดิน(Port) ได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ

- Linear-Shaft Valve หรือ Linear Motion Type

จะมีลักษณะการเปิด-ปิดของวาล์วที่อยู่ในแนวเส้นตรง (ขึ้น-ลง) โดยตัวอย่างวาล์วชนิดนี้ที่ใช้งานมากได้แก่ชนิดที่เป็น Globe Valve

- Rotary-Shaft Valve หรือ Rotary Motion Type

จะมีลักษณะการเปิด-ปิดของวาล์ว จะเป็นแบบการเคลื่อนที่ตามแนวเส้นรอบวง ตัวอย่างวาล์วชนิดนี้ได้แก่ Butterfly Valve, Eccentric Rotary Valve และ Ball Valve

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.1.2 Valve Body

Valve Body ที่ใช้ในระบบควบคุมมีหลายแบบซึ่งในแต่ละแบบจะมีลักษณะเฉพาะตามความเหมาะสมของการทำงานโดยทั่วไปชนิดของ Valve Body จะใช้กับการทำงานลักษณะการเปิด-ปิดช่องทางเดินของของไหลมีอยู่ 2 แบบก็คือแบบ Linear Motion Type และแบบ Rotary Motion Type

ส่วนใหญ่ในงานระบบควบคุมที่นิยมใช้งานกันดังนี้

1. Globe Valve
2. Butterfly Valve
3. Eccentric Rotating Valve
4. ball Valve
5. Diaphragm Valve หรือ Saunders-Patent Valve

2.7.1.3 Valve Trim

Trim เป็นหัวใจหรือส่วนหลักของวาล์วควบคุมทำหน้าที่ประการแรกคือสร้างพื้นที่การไหล (Orifice Area) ตามสัดส่วนกับการเคลื่อนที่ของ Valve Plug เพื่อที่จะให้ได้ค่าของ Flow Capacity หน้าที่ประการที่สองคือการปิดไม่ให้ของไหลไหลผ่านไปได้หน้าที่ดังกล่าวจะทำร่วมกับ Valve Body, Valve Trim, Actuator, Packing และแรงจากการไหลของของไหลซึ่งขึ้นอยู่กับ Trim

Valve Body จะประกอบด้วยชิ้นส่วนที่อยู่ภายใน Valve Body ที่จะสัมผัสอยู่กับของไหลในขณะที่ไหลผ่านวาล์วควบคุม ซึ่งได้แก่สิ่งต่อไปนี้คือ Valve Plug, Seat, Seat Retainer, Stem Guide และ Bushing ส่วน Stuffing Box จะมีส่วนประกอบที่ถือว่าเป็น Valve Trim นั่นก็คือ Packing และ Packing Follower

Valve Trim จะเคลื่อนที่ขึ้น-ลง เพื่อควบคุมอัตราการไหลของของไหลและปิดไม่ให้ของไหลไหลผ่านโดย Valve Plug จะต้องกดลงบน Seat Ring ด้วยแรงกดของก้านวาล์วที่ส่งมาจาก Actuator

ในขณะที่ Valve Plug เคลื่อนที่นั้น จะทำให้การเกิดแรงการต้านการไหลของของไหล (Dynamic Fluid Flow) ซึ่งแรงที่มาจาก Actuator นั้นจะต้องเอาชนะความดันจากของไหลให้ได้เพื่อทำให้การควบคุมอย่างต่อเนื่องเป็นไปได้ด้วยดี แต่ในการควบคุมการไหลอย่างต่อเนื่องนี้ยังจะขึ้นอยู่กับรูปร่างของ Valve Plug ต่างๆ เช่น แบบ Linear หรือ Equal-percentage

นอกจากนั้นยังมีองค์ประกอบอื่นๆ ที่มีผลต่อการออกแบบ Valve Trim อันได้แก่อุณหภูมิ , ความดัน, การเกิด Flashing Fluids, การเกิด Cavitation และ Fluid Viscosity การควบคุมอัตราการไหลที่ต้องการจำเป็นต้องมีอุปกณ์อีกอย่างคือตัวควบคุมตำแหน่งวาล์ว (Valve Positioner)

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.2 การเลือกวาล์วควบคุมเพื่อควบคุมการไหล

1. จะต้องทราบข้อมูลที่เกี่ยวกับระบบของกระบวนการ เช่น ความดัน อุณหภูมิและสภาพการไหล (Flow Condition) และคุณสมบัติของของไหล

2. เลือกรูปแบบ Inherent Flow Characteristic ของบริษัทผู้ผลิตที่แตกต่างกันในรูปร่าง Valve Trim และเลือกรูปแบบของ Plug และวัสดุที่ใช้ทำ

3. การเปลี่ยนแปลงของ Inherent Flow Characteristic ตามการเปลี่ยนแปลงของ Flow Condition ส่วน Maximum Flow Capacity ขึ้นอยู่กับขนาดของ Port Size

4. การเลือกแบบ Body, Actuator, วัสดุที่ใช้ทำและขนาดกำลังของ Actuator

6. การหาตัวควบคุมตำแหน่งที่เหมาะสมกับช่วงชัก (Stroke) ของวาล์วควบคุม

7. เลือก Class ของวาล์วนั้น จะมีผลเกี่ยวกับการรั่วซึมที่ใช้กับกระบวนการที่เป็นก๊าซและน้ำมัน

2.7.3 คุณลักษณะการไหลของวาล์วควบคุม (Flow Characteristic Of Control Valve)

คุณลักษณะการไหลของวาล์วควบคุมตัวใดๆ นั้นก็คือความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลที่ไหลผ่านวาล์วควบคุมกับการเคลื่อนที่ขึ้น-ลงของ Valve Plug ที่จากช่วงชักในระหว่าง 0-100% โดยทั่วไป Flow Characteristic จะกล่าวถึงคุณลักษณะประจำหรือเฉพาะแบบได้ 2 แบบคือ

1. Inherent Flow Characteristic หมายถึงคุณลักษณะการไหลที่ได้จากการที่ของไหลไหลผ่านวาล์ว เมื่อความดันตกคร่อมวาล์วมีค่าคงที่ (Constant Pressure Drop) และถ้ากล่าวอีกแบบหนึ่งคือจะเป็นคุณลักษณะของการไหลที่ได้จากการออกแบบและการทดลองของวาล์วควบคุมก่อนนำออกไปใช้งานจริง

2. Installed Flow Characteristic จะหมายถึงคุณลักษณะการไหลเมื่อ Pressure Drop ของวาล์วจะเปลี่ยนแปลงไปตามอัตราการไหลหรือการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในระบบนั้น เมื่อวาล์วติดตั้งอยู่ในกระบวนการใช้งานจริง

วัตถุประสงค์ของการกำหนดคุณลักษณะการไหลนั้นเพื่อเป็นแบบอย่างสำหรับเลือกใช้ตามสภาพและเงื่อนไขของการควบคุม (Control Loop and Process Condition) อันที่จะทำให้ได้ความเสถียรภาพในการควบคุมที่ดีขึ้น ตามปกติคุณลักษณะการไหลที่ใช้กันมากและพบบ่อยๆ จนกล่าวได้ว่ามีด้วยกัน 3 แบบ คือแบบ Linear, Equal Percentage และ Quick Opening

2.7.3.1 คุณลักษณะเส้นตรง (Linear Characteristic)

อัตราการไหลจะแปรผันโดยตรงกับการเปิด-ปิดของ Valve Plug โดยจะมีการให้ความสัมพันธ์มีลักษณะเป็นเส้นตรงนี้ ถ้าPressure Drop คงที่ Valve Gain ก็จะมีการคงที่ที่อัตราการไหลทุกจุดของค่า Gain และจะมีความสัมพันธ์กับขนาดของวาล์ว การใช้งานและคุณลักษณะของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้ง

Valve Plug คุณลักษณะเส้นตรงแบบนี้ นิยมใช้กับการควบคุมระดับควบคุมการไหลที่มี Gain คงที่ของกระบวนการที่มีการตอบสนองช้า (Slow Process)

2.7.3.2 Equal-Percentage Characteristic

อัตราส่วนที่ไหลที่มีการเพิ่มจะแปรผันโดยตรงกับการเปิดเพิ่มของ Valve Plug ในลักษณะเส้นกราฟแสดงลักษณะความสัมพันธ์การเปิด-ปิดของ Valve Plug นั้นจะเท่ากับเปอร์เซ็นต์ของการเปลี่ยนแปลงของอัตราการไหลหรือพิจารณาได้จากสมการข้างล่างนี้

$$Q = Q_0 e^{mx} \quad \text{. . ... 2.14}$$

โดยที่ Q_0 = อัตราการไหล

X = ตำแหน่งของวาล์ว

M = $L_n \frac{R}{T}$ เป็นค่าคงที่ของวาล์วแต่ละตัว

R = Valve Range ability

T = ช่วงชักสูงสุดของวาล์ว = $\frac{Q_m}{Q_0}$

Q_m = อัตราการไหลสูงสุด

จากสมการจะเห็นได้ว่าที่ช่วงการเปิดของวาล์วที่ 20% นั้น ที่ค่าเปอร์เซ็นต์ของการไหลมีค่าประมาณ 6% เมื่อมีช่วงการเปิดของวาล์วเพิ่มขึ้นเป็น 40% เปอร์เซ็นต์ของการไหลจะเพิ่มขึ้นเป็น 12% และที่ช่วงการเปิดของวาล์วที่ 60% นั้น เปอร์เซ็นต์การไหลก็จะเพิ่มขึ้นเป็น 240% และในที่สุดในช่วงการเปิดของวาล์วจาก 80%-100% นั้น ก็คือจะได้เห็นว่าช่วงการเปิดวาล์วที่เพิ่มขึ้นทีละ 20% นั้นจะทำให้อัตราการไหลเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า จะนิยมใช้ในการควบคุมระดับและอุณหภูมิและใช้งานที่มีการเปลี่ยนแปลงของความดันตกคร่อมวาล์ว (Pressure Drop) วาล์วควบคุมอยู่เสมอ

2.7.3.3 Quick Opening Characteristic

การเปลี่ยนแปลงอัตราการไหลมาในขณะที่ Valve Plug เคลื่อนที่พียงเล็กน้อยจะให้การไหลในลักษณะเส้นตรงประมาณ 65-70% ของอัตราการไหลสูงสุด และถ้าการเพิ่มการเปิดของ Valve Plug มากกว่านี้ การเปลี่ยนแปลงของอัตราการไหลก็จะลดลงจนเกือบไม่เปลี่ยนแปลง คุณลักษณะการไหลแบบนี้นิยมใช้งาน On-Off Service ควบคุมความดัน และการใช้งานเกี่ยวกับประเภท Safety Valve

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8 เพรสเซอร์ทรานสดิวเซอร์ (Pressure transducer)

เพรสเซอร์ทรานสดิวเซอร์ (Pressure transducer) คืออุปกรณ์ที่จะทำหน้าที่แปลงความดันไปเป็นสัญญาณทางไฟฟ้าแบบอนาล็อค (analog) โดยทั่วไปเพรสเซอร์ทรานสดิวเซอร์มีหลายชนิดด้วยกันแต่ส่วนที่นิยมใช้กันมากที่สุดคือชนิดที่ใช้สเตรนเกจ (strain gauge base transducer)

หลักการของเพรสเซอร์ทรานสดิวเซอร์แบบสเตรนเกจนั้นจะอาศัยการเปลี่ยนรูปแบบทางกายภาพ(Physical deformation) หรือการยืดหดตัวของสเตรนเกจ (strain gauge) ซึ่งจะยึดติดอยู่กับไดอะแฟรม ของเพรสเซอร์ทรานสดิวเซอร์ และต่อวงจรไปยังวงจรอิเล็กทรอนิกส์แบบวิทสโตนบริดจ์ (Wheatstone bridge) โดยการแปลงความดัน (Pressure) ให้ไปเป็นสัญญาณทางไฟฟ้านั้น (Electrical signal) ทำได้โดยการอาศัยความดันที่ป้อนเข้าไปที่ตัวของเพรสเซอร์ทรานสดิวเซอร์แล้วทำให้เกิดการหักเหของไดอะแฟรม (Diaphragm) และความเครียดที่เกจจะเป็นผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานที่วงจรไฟฟ้าซึ่งแปรผันตรงกับความด้านอินพุตของทรานสดิวเซอร์

2.8.1 เอาท์พุตของเพรสเซอร์ทรานสดิวเซอร์

เพรสเซอร์ทรานสดิวเซอร์ (Pressure transducer) โดยทั่วไปจะมีแรงดันไฟฟ้าด้านขาออกหรือเอาท์พุตซึ่งเป็นสัญญาณไฟฟ้าสามประเภทด้วยกันคือ ชนิดที่มีหน่วยเป็นมิลลิโวลท์ (Millivolt Output Pressure Transducer), ชนิดที่สองหน่วยเป็นโวลท์ (Voltage Output Pressure Transducer) และชนิดที่สามมีหน่วยเป็นมิลลิแอมป์ (4-20 mA Output Pressure Transducer)

2.8.1.1 ชนิดเอาท์พุตมีหน่วยเป็นมิลลิโวลท์

เพรสเซอร์ทรานสดิวเซอร์ชนิดนี้ราคาจะถูกที่สุด โดยทั่วไปจะมีเอาท์พุตที่ 30mV สัญญาณด้านเอาท์พุตจะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับอินพุต และในกรณีสัญญาณอินพุตไม่นิ่งหรือมีการกระเพื่อมก็จะส่งผลให้สัญญาณเอาท์พุตมีการกระเพื่อมตามไปด้วยเช่นกัน (เอาท์พุตมีการขึ้นอยู่กับอินพุตโดยตรง) จากเหตุผลดังกล่าวทำให้ทรานสดิวเซอร์ชนิดนี้มีข้อจำกัดการใช้งาน เช่น แหล่งจ่ายที่จะนำมาใช้กับทรานสดิวเซอร์ประเภทนี้จะต้องเป็นแหล่งจ่ายที่ค่อนข้างเรียบและสม่ำเสมอ การติดตั้งจะต้องห่างจากบริเวณที่มีสัญญาณรบกวนทางไฟฟ้า นอกจากนั้นตำแหน่งที่ติดตั้งทรานสดิวเซอร์กับอุปกรณ์สำหรับอ่านค่าจะต้องติดตั้งอยู่ใกล้กันด้วย

2.8.1.2 ชนิดเอาท์พุตมีหน่วยเป็นโวลท์

ทรานสดิวเซอร์ประเภทนี้จะประกอบด้วย integral signal conditioning ซึ่งจะมีค่าเอาท์พุตสูงกว่าแบบที่มีหน่วยเป็นมิลลิโวลท์ และสัญญาณเอาท์พุตโดยทั่วไปจะอยู่ในย่าน 0-5 Vdc หรือ 0-10 Vdc ซึ่งจะขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของแต่ละรุ่นและสัญญาณด้านเอาท์พุตก็จะไม่เป็นฟังก์ชั่นโดยตรงกับอินพุตที่มากระทำ ซึ่งถือว่าเป็นข้อได้เปรียบที่จะสามารถใช้ร่วมกับแหล่งจ่ายที่มีแรงดันอยู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในด้านที่กำหนดได้โดยไม่จำเป็นต้องใช้แหล่งจ่ายที่คงที่สม่ำเสมอตลอด เนื่องจากจะมีระดับสัญญาณแรงดันเอาท์พุตที่สูงกว่าและป้อนสัญญาณรบกวนทางไฟฟ้าได้ดีกว่า จะทำให้เหมาะสำหรับการใช้งานในด้านอุตสาหกรรมที่มีสัญญาณรบกวนและการกระเพื่อมของสัญญาณด้านอินพุตที่มีความรุนแรงได้ดีกว่า

2.8.1.3 ชนิดเอาท์พุตมีหน่วยเป็นมิลลิแอมป์

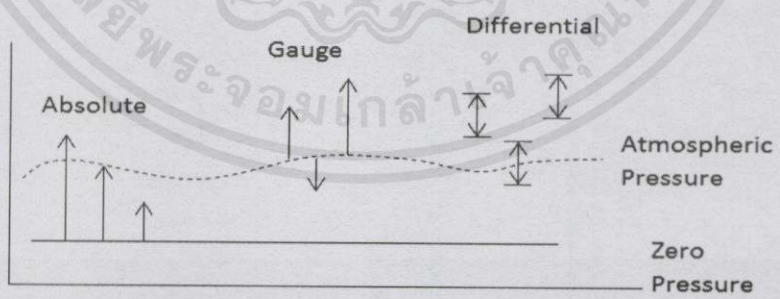
ทรานสดิวเซอร์ชนิดนี้มักเรียกกันโดยทั่วไปว่า Pressure Transmitters Transducers สัญญาณเอาท์พุตอยู่ในย่าน 4-20 mA ซึ่งจะถือได้ว่าเป็นข้อได้เปรียบเนื่องจากจะได้รับผลกระทบจากสัญญาณรบกวนทางไฟฟ้าน้อยและมีค่าความต้านทานในสายค่อนข้างต่ำ เหมาะสำหรับประยุกต์ใช้กับงานที่มีการส่งสัญญาณในระยะไกลๆ โดยทั่วไปนิยมประยุกต์ใช้กับงานที่ต้องใช้สายสัญญาณที่มีระยะทางตั้งแต่ 1000 ฟุต หรือมากกว่า

2.8.2 ประเภทของความดัน (Types of Pressure)

ประเภทของความดันมี 4 ประเภทคือ

- ความดันเกจ (Gauge Pressure)
- ความดันสัมบูรณ์ (Absolute Pressure)
- ความดันแตกต่าง (Differential Pressure)
- สภาวะสุญญากาศ (Vacuum Pressure)

แสดงลักษณะของความดันโดยทั่วไปในการวัด



รูปที่ 2.18 ประเภทของความดัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.2.1 ความดันเกจ (Gauge Pressure)

เป็นค่าที่ใช้ในงานอุตสาหกรรมโดย Gauge Pressure นี้จะมีค่าเป็นศูนย์ที่ความดันบรรยากาศ สัญลักษณ์ที่ใช้คือ Pg หน่วยวัดที่ใช้จะมีอักษร g กำกับอยู่ เช่น Barg, Psig

2.8.2.2 ความดันสัมบูรณ์ (Absolute Pressure)

สัญลักษณ์ที่ใช้คือ Pa หรือ Pabs โดยหน่วยวัดที่ใช้จะมีอักษร abs หรือ a กำกับอยู่ เช่น bar(abs), Psia เป็นต้น ความดันสัมบูรณ์มีค่าเท่ากับ 101.325 kPa ที่ความดันบรรยากาศ (1atm) ค่าความดันสัมบูรณ์จะใช้สำหรับการคำนวณทาง Thermodynamic เป็นส่วนใหญ่ เช่น ในการหา Boiler Efficiency เป็นต้น

2.8.2.3 ความดันแตกต่าง (Differential Pressure)

สัญลักษณ์ที่ใช้คือ ΔP หน่วยวัดที่ใช้มักมีอักษร d, D กำกับอยู่ เช่น Psid

2.8.2.4 สภาวะสุญญากาศ (Vacuum Pressure)

สัญลักษณ์ที่ใช้ไม่ปรากฏแน่ชัด แต่ส่วนมากจะใช้เครื่องหมายลบกำกับหน้าตัวเลข นอกจากนี้ยังใช้ abs หรือ Pabs ได้ด้วยแต่อาจเกิดความสับสนได้ง่าย วิธีที่ดีที่สุดคือควรกำหนดเป็นค่าตัวเลขติดลบ เช่น P= -10 Psig โดยหน่วยวัดที่ใช้โดยทั่วไปจะมีอักษร Vac จะกำกับไว้อยู่ที่ท้าย เช่น 750 mmHg Vac เป็นต้น

2.9 PLC (Programmable Logic Controller)

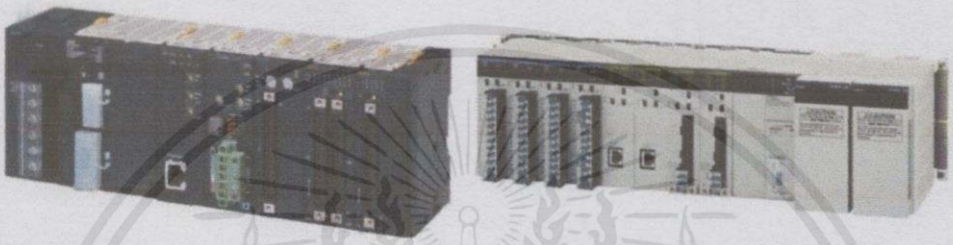
PLC เป็นอุปกรณ์ที่คิดค้นขึ้นมา เพื่อใช้ควบคุมการทำงานของเครื่องจักรหรือระบบต่างๆ แทนวงจรรีเลย์แบบเก่า ซึ่งวงจรรีเลย์มีข้อเสียคือ การเดินสายและการเปลี่ยนแปลงเงื่อนไขในการควบคุมมีความยุ่งยาก และเมื่อใช้งานไปนานๆ หน้าสัมผัสของรีเลย์จะเสื่อม ทำให้ขาดเสถียรภาพในการควบคุม ดังนั้นปัจจุบัน PLC จึงเข้ามาทดแทนวงจรรีเลย์ เพราะ PLC ใช้งานได้ง่ายกว่า สามารถต่อเข้ากับอุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุตได้โดยตรง นอกจากนั้นเพียงแค่เขียนโปรแกรมควบคุมก็สามารถใช้งานได้ทันที ถ้าต้องการจะเปลี่ยนเงื่อนไขใหม่สามารถทำได้โดยการเปลี่ยนแปลงโปรแกรมเท่านั้น นอกจากนี้ PLC ยังสามารถใช้งานร่วมกับอุปกรณ์อื่นๆ เช่น เครื่องอ่านบาร์โค้ด, เครื่องพิมพ์ (Printer) และระบบ RFID เป็นต้น

2.9.1 PLC ชนิดโมดูล (Modular Type PLCs) หรือแร็ค (Rack Type PLCs)

PLC ชนิดนี้ส่วนประกอบแต่ละส่วนสามารถแยกออกจากกันเป็นโมดูล (Modules) เช่นภาคอินพุต/เอาต์พุต จะอยู่ในส่วนของโมดูลอินพุต/เอาต์พุต (Input/ Output Units) ซึ่งสามารถเลือกใช้งานได้ว่าจะใช้โมดูลขนาดกี่อินพุต/เอาต์พุต ซึ่งมีให้เลือกใช้งานหลายรูปแบบอาจจะใช้เป็นอินพุตอย่างเดียวขนาด 8 /16 จุด หรือเป็นเอาต์พุตอย่างเดียวขนาด 4/8/12/16 จุด ขึ้นอยู่กับรุ่นของPLC ด้วย ในส่วนของตัวประมวลผลและหน่วยความจำจะรวมอยู่ในซีพียูโมดูล (CPU Unit) เราสามารถเปลี่ยนขนาดของ CPU Unit ให้เหมาะสมตามความต้องการใช้งาน เช่น PLC รุ่น CS1 จะมี CPU ให้

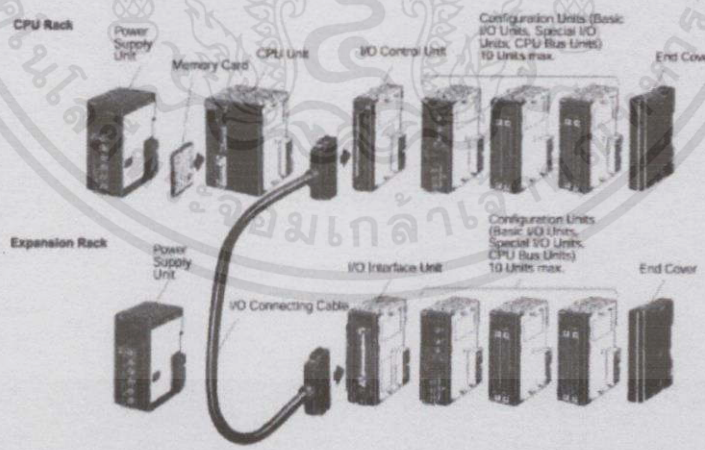
เลือกใช้งานหลายรุ่นเช่น รุ่น CS1G-CPU42H จะมีความแตกต่างกับ PLC รุ่น CS1HCPU65H (ทั้งสองรุ่นเป็น PLC ตระกูล CS1 เหมือนกัน) ตรงขนาดความจุของโปรแกรมและการรองรับจำนวนอินพุต/เอาต์พุต เป็นต้น

ส่วนประกอบต่างๆ ของ PLC ชนิดโมดูลที่กล่าวมาทั้งหมดนั้น เมื่อต้องการใช้งานจะถูกนำมาต่อร่วมกัน บางรุ่นใช้เป็นคอนเนคเตอร์ในการเชื่อมต่อกันระหว่างยูนิต เช่น รุ่น CQM1 /CQM1H หรือ CJ1M/H/G แต่บางรุ่นใช้ Backplane ในการรวมยูนิตต่างๆ เข้าด้วยกัน เพื่อให้สามารถใช้งานร่วมกันได้สามารถยกตัวอย่าง PLC ชนิดโมดูลได้ดังรูปที่ 2.19



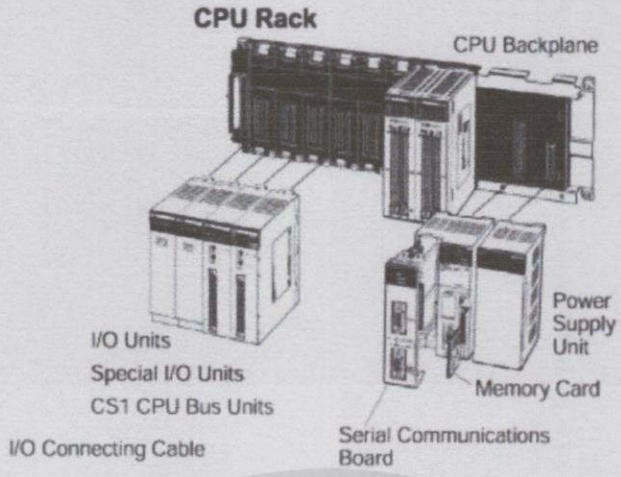
รูปที่ 2.19 การใช้ Backplane ในการรวมยูนิต

ยกตัวอย่าง PLC รุ่น CJ1 จะใช้คอนเน็คเตอร์ในการเชื่อมต่อแต่ละโมดูลเข้าด้วยกันเพื่อให้สามารถทำงานร่วมกันได้



ส่วน PLC รุ่น CS1 จะใช้ Backplane ในการเชื่อมต่อแต่ละโมดูลเข้าด้วยกันเพื่อให้ทำงานร่วมกัน ดังแสดงในรูปที่ 2.20

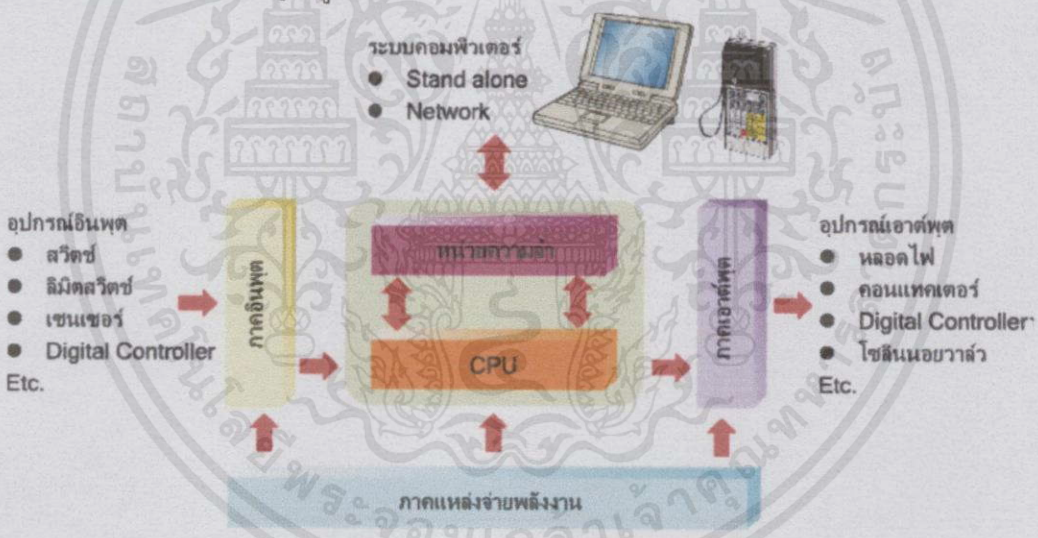
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.20 การใช้Backplane ในการเชื่อมต่อแต่ละโมดูล

2.9.2 โครงสร้างของ PLC

โครงสร้างภายในของ PLC แต่ละส่วนจะประกอบกันทำงานเป็นระบบควบคุมที่เราเรียกว่า PLC ซึ่งประกอบไปด้วยส่วนสำคัญดังรูปที่ 2.21



รูปที่ 2.21 ระบบควบคุม PLC

จากไดอะแกรมดังรูปที่ 1.11 PLC จะมีส่วนประกอบสำคัญด้วยกันทั้งหมด 5 ส่วนดังนี้

1. ซีพียู (CPU; Central Processing Unit)
2. หน่วยความจำ (Memory Unit)
3. ภาคอินพุต (Input Unit)
4. ภาคเอาต์พุต (Output Unit)
5. ภาคแหล่งจ่ายพลังงาน (Power Supply Unit)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ยูนิตทั้ง 5 ส่วนเมื่อประกอบเข้าด้วยกันแล้วก็จะกลายเป็น PLC ชุดหนึ่งที่สามารถทำงานได้ แต่ละยูนิตจะมีหน้าที่และคุณสมบัติดังนี้

1. ซีพียู (CPU; Central Process Unit)

ซีพียูหรือหน่วยประมวลผลกลาง ทำหน้าที่ประมวลผลการทำงานตามคำสั่งของส่วนต่างๆ ตามที่ได้รับมา ผลจากการประมวลผลก็จะถูกส่งออกไปส่วนต่างๆ ตามที่ระบุไว้ด้วยคำสั่งนั่นเอง ซีพียูจะใช้เวลาในการประมวลช้าหรือเร็ว ขึ้นอยู่กับการเลือกขนาดของซีพียู และความยาวของโปรแกรมที่เขียนด้วย

ปกติแล้วซีพียูจะใช้ไมโครโปรเซสเซอร์ขนาดตั้งแต่ 4 บิต, 8 บิต, 16 บิต, 32 บิต, 64 บิต หรือ 128 บิตมาทำงาน โดยที่ซีพียูแต่ละขนาดก็จะมีความสามารถจำกัดไม่เท่ากันจึงทำให้ PLC ในแต่ละรุ่นมีความสามารถต่างกันนั่นเอง หรือแม้กระทั่งว่าภายใน PLC บางรุ่นจะใช้ไมโครโปรเซสเซอร์ถึง 2 ตัวช่วยกันทำงาน เวลาการประมวลผลก็จะเร็วกว่า PLC ที่ใช้ไมโครโปรเซสเซอร์เพียงแค่ตัวเดียว

โดยปกติแล้วการเลือกใช้งาน PLC จะเลือกจากการประยุกต์ใช้งานจึงทำให้ผู้ใช้งาน (User) ไม่รู้ว่าผู้ผลิตใช้ไมโครโปรเซสเซอร์รุ่น หรือเบอร์อะไรในการสร้างเครื่อง PLC ดังนั้นเวลาพิจารณาเลือกใช้ PLC ซึ่งไม่มีการระบุเบอร์หรือรุ่นของไมโครโปรเซสเซอร์ผู้ใช้งานสามารถเลือกจากคุณสมบัติอื่น เช่น จำนวนอินพุต/เอาต์พุต, ความเร็วในการประมวลผลของคำสั่ง, ขนาดความจุโปรแกรม และข้อมูล เป็นต้น

2. หน่วยความจำ (Memory Unit)

หน่วยความจำเป็นอุปกรณ์ที่ใช้เก็บโปรแกรมและข้อมูลต่างๆ ของ PLC กรณีที่สั่งให้ PLC ทำงาน (RUN) มันจะนำเอาโปรแกรมและข้อมูลในหน่วยความจำมาประมวลผลการทำงาน สำหรับหน่วยความจำที่ใช้งานมีด้วยกัน 2 ชนิด คือ

- หน่วยความจำชั่วคราว (RAM: Random Access Memory)
- หน่วยความจำถาวร (ROM: Read Only Memory)

- ***หน่วยความจำชั่วคราว*** *(RAM: Random Access Memory)*

โปรแกรมและข้อมูลที่สร้างขึ้นโดยผู้ใช้จะถูกจัดเก็บในส่วนนี้ คุณสมบัติของ RAM เมื่อไม่มีไฟเลี้ยงจะทำให้โปรแกรมและข้อมูลหายไปทันที ดังนั้นภายใน PLC จะพบว่าจะมีแบตเตอรี่สำรองข้อมูล (Backup Battery) เอาไว้สำรองข้อมูล (Backup Data) กรณีที่ไฟหลัก (MainPower Supply) ไม่จ่ายไฟให้กับ PLC ข้อควรระวังคือ ไม่ควรที่จะถอดแบตเตอรี่สำรอง (BackupBattery) กรณีที่ไม่มีไฟจ่ายให้ PLC

เอกสารนี้ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ***หน่วยความจำถาวร*** *(ROM: Read Only Memory)*

เป็นหน่วยความจำอีกชนิดหนึ่ง โดยที่ข้อมูลใน ROM ไม่จำเป็นต้องมีแบตเตอรี่

สำรองข้อมูล แต่ก็มีปัญหาเรื่องเวลาในการเข้าถึงข้อมูล (Time Access) ช้ากว่า RAM จึงปรากฏให้ผู้ใช้เห็นว่า PLC จะมีหน่วยความจำใช้งานทั้ง RAM และ ROM ร่วมกันอยู่

ROM แบ่งออกเป็น 3 ชนิด ดังนี้

1) PROM (Programmable ROM)

2) EPROM (Erasable Programmable ROM)

3) EEPROM (Electrical Erasable Programmable ROM)

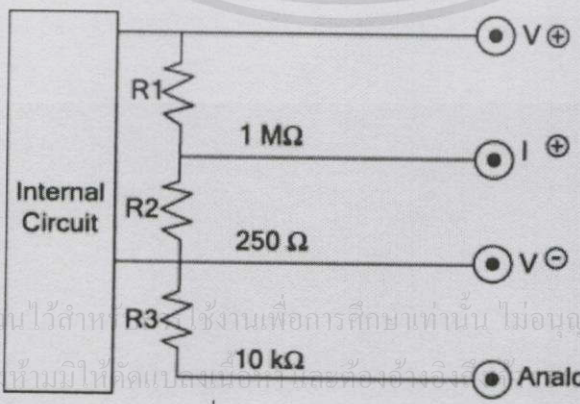
PROM จัดเป็น ROM รุ่นแรก เขียนข้อมูลลงชิปได้เพียงครั้งเดียว ถ้าเขียนข้อมูลไม่สมบูรณ์ชิปก็จะเสียทันที ไม่สามารถนำกลับมาเขียนใหม่ได้อีก จึงได้มีการพัฒนามาเป็นรุ่นEPROM ซึ่งสามารถเขียนข้อมูลลงชิปได้หลายครั้ง เพียงแค่นำชิปไปฉายแสงอุลตร้าไวโอเลตก็จะเป็นการลบข้อมูลในชิปด้วยสัญญาณทางไฟฟ้าได้เลย จึงทำให้เกิดความสะดวกสบายมากขึ้น แต่เรื่องเวลาในการเข้าถึงข้อมูลก็ยังช้ากว่า RAM อยู่

การใช้งานหน่วยความจำใน PLC

- RAM จะใช้เก็บโปรแกรมและข้อมูลที่ทำงานจากการสั่ง RUN/STOP PLC
- ROM จะใช้จัดเก็บซอฟต์แวร์ระบบ (System Software) และเป็นชุดสำรองโปรแกรมและข้อมูล (Backup Program and Data) เพื่อป้องกันกรณีที่โปรแกรมและข้อมูลใน RAM หายไป ผู้ใช้สามารถที่จะถ่ายโปรแกรมและข้อมูลเข้าไปที่ RAM ใหม่ได้

3. ภาคอินพุต (Input Unit)

ภาคอินพุตของ PLC ทำหน้าที่รับสัญญาณอินพุตเข้ามาแปลงสัญญาณ ส่งเข้าไปภายใน PLC อุปกรณ์อินพุต (Input Device) ต่างๆอุปกรณ์ที่วัดค่าออกมาเป็นปริมาณอนาลอกส่วนมากเป็นการวัดระยะทาง,วัดความเร็ว, วัดอุณหภูมิ, วัดปริมาณแสง, วัดความดันเป็นต้น แล้วแปลงค่าเป็นสัญญาณทางไฟฟ้าออกมา ดังนั้นเวลาที่อุปกรณ์เหล่านี้วัดค่าออกมาเป็นอนาลอกค่าใดๆ ผู้ใช้จำเป็นต้องทำตารางเปรียบเทียบค่าด้วย เพื่อที่จะกำหนดขนาดข้อมูลให้กับ PLC ให้ควบคุมตามที่ต้องการ



รูปที่ 2.22 การต่ออินพุตของ PLC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ภาคเอาต์พุต (Output Unit)

ภาคเอาต์พุตของ PLC ทำหน้าที่ส่งสัญญาณออกไปขับโหลดชนิดต่างๆ ตามเงื่อนไขที่ได้โปรแกรมเอาไว้

ชนิดเอาต์พุตของ PLC จะมีให้เลือกใช้อยู่ 2 ลักษณะเช่นเดียวกับภาคอินพุตคือ

4.1) ดิจิตอลเอาต์พุต (Digital Output)

อุปกรณ์ที่สามารถสั่งการทำงานได้เพียง "ON" หรือ "OFF" จัดว่าเป็นการควบคุมแบบดิจิตอลเอาต์พุตโดยมีชนิดของเอาต์พุตให้เลือกใช้ 3 แบบคือ

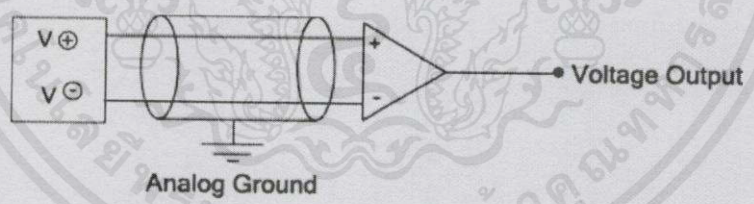
1) เอาต์พุตชนิด "Relay Contact Output"

2) เอาต์พุตชนิด "Transistor Output"

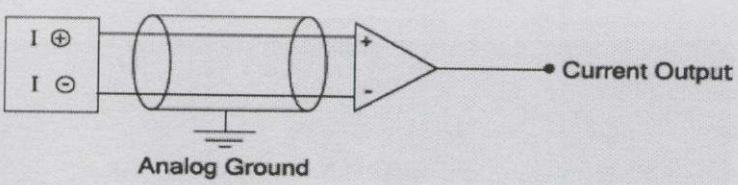
3) เอาต์พุตชนิด "Solid State Relay: SSR Output"

4.2) อนาลอกเอาต์พุต (Analog Output)

ภาคเอาต์พุตของ PLC แบบอนาลอกเป็นการเพิ่มความสามารถให้ PLC ส่งสัญญาณควบคุมเชิงปริมาณได้ ค่าที่จะส่งออกไปก็จัดเป็นค่าสัญญาณมาตรฐานเหมือน ภาคอินพุตแบบอนาลอกคือ สัญญาณ 0-10 VDC, ±10 VDC และ 1-5 V (4-20mA) ลักษณะกราฟภาคเอาต์พุตที่จะส่งสัญญาณออกไปเหมือนกับกราฟอนาลอกอินพุตดังรูป การส่งสัญญาณของอนาลอกเอาต์พุตจะส่งสัญญาณ 2 แบบคือ แรงดันและกระแส การต่อสายสัญญาณเพื่อเลือกสัญญาณเป็นกระแสหรือแรงดันของภาคเอาต์พุตอนาลอกจะมีสัญญาณกำกับขั้วไว้ สามารถแยกการต่อได้ 2 ลักษณะดังรูป



รูปที่ 2.23 ก) ส่งสัญญาณแบบแรงดัน (Voltage Output)

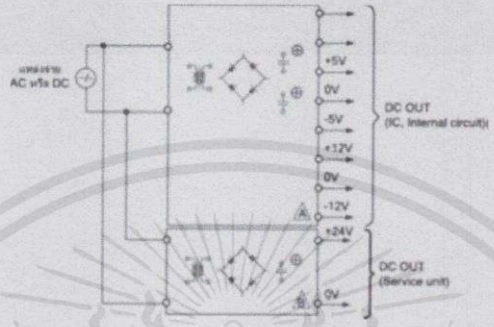


รูปที่ 2.23 ข) ส่งสัญญาณแบบกระแส (Current Output)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

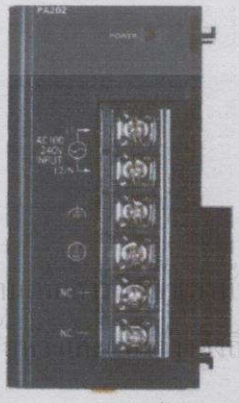
5. ภาคแหล่งจ่ายพลังงาน (Power Supply Unit)

ภาคแหล่งจ่ายพลังงาน จะทำหน้าที่จ่ายพลังงานให้กับอุปกรณ์ภายใน PLC ได้แก่ อุปกรณ์ไอซี, ไฟเลี้ยงวงจรกำหนดการทำงานแบบต่างๆ เป็นต้น นอกจากนี้ยังจ่ายพลังงานเลี้ยงวงจรที่จะนำมาต่อกับ PLC ทั้งภาคอินพุต/เอาต์พุต ไดอะแกรมของแหล่งจ่ายพลังงานเขียนไดอะแกรมได้ดังรูป



รูปที่ 2.24 การต่อแหล่งจ่ายพลังงานให้กับ PLC

แหล่งจ่ายพลังงานของ PLC จะแบ่งออกเป็น 2 ชุด ชุดหนึ่งสำหรับอุปกรณ์และวงจรภายในแต่ละโมดูลต่างๆ ของ PLC อีกชุดหนึ่งเป็นตัวจ่ายพลังงาน (Service Unit 24VDC) 24VDC สำหรับการต่อวงจรภาคอินพุตหรือเอาต์พุตก็ได้ โดยปกติแล้วชุดบริการ 24VDC ชุดนี้จะจ่ายกระแสได้ค่อนข้างต่ำ ไม่เหมาะสำหรับนำไปจ่ายโหลดที่ดึงกระแสสูง ส่วนมากจะนำไปต่อใช้งานเฉพาะวงจรภาคอินพุต PLC เท่านั้น แต่ถ้าจะนำไปต่อสำหรับทดสอบเครื่อง PLC หรือชุดฝึกทดลอง ก็ไม่จำเป็นต้องใช้แหล่งจ่ายภายนอกเพิ่ม ยกตัวอย่างเช่น ชุดฝึกทดลอง PLC ของออมรอน เป็นต้น สำหรับการใช้งานจริง แหล่งจ่ายจะถูกออกแบบมา 2 ลักษณะ ตามโครงสร้างภายนอก PLC คือ แหล่งจ่ายชนิดที่รวมอยู่ในตัว PLC เลย เช่น CP1L จะมีชุดจ่ายพลังงานในตัวเพียงแค่ป้อนไฟให้กับ CP1L มันจะจัดสรรพลังงานให้กับอุปกรณ์ต่างๆ บนตัว PLC อีกชนิดหนึ่งจะแยกออกมาเป็นโมดูล (Module) ลักษณะดังรูปที่ 2.22



รูปที่ 2.25 แหล่งจ่ายไฟชนิดโมดูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งาน ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

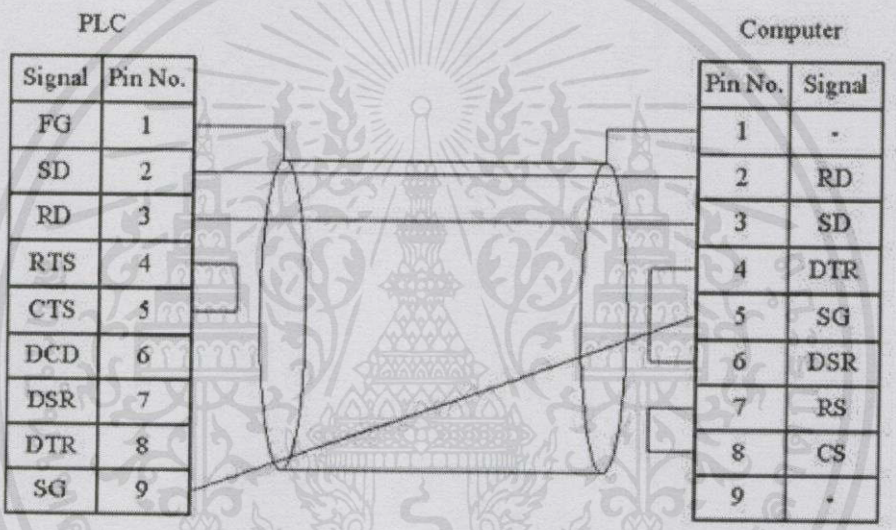
โดยปกติแล้วแหล่งจ่ายพลังงานที่ผลิตออกมาสำหรับขายทั่วโลก จะออกแบบให้ใช้ระบบไฟได้หลายแบบ เพื่อที่จะทำให้ PLC ใช้ควบคุมระบบไฟฟ้าได้หลายแบบนั่นเอง คุณสมบัติของแหล่งจ่ายไฟของ PLC จะมีคุณสมบัติดังนี้

แหล่งจ่ายไฟ: 100-240 VAC 50/60 Hz หรือ 24 VDC

ชุดบริการ 24 VDC: 24 V (0.5A)

ส่วนการเลือกขนาดวัตต์จะคำนวณจากโมดูลต่างๆ ของ PLC ที่ใช้งานซึ่งผู้ผลิตได้ออกแบบเผื่อไว้ให้เรียบร้อยแล้ว

การส่งข้อมูลระหว่างเครื่อง PLC กับเครื่องคอมพิวเตอร์แบบ Host Link ผ่านพอร์ตอนุกรมภายในมาตรฐาน RS-232C ด้วยการเขียนโปรแกรมบน OPC



รูปที่ 2.26 ลักษณะการเชื่อมต่อระหว่างเครื่อง PLC และเครื่องคอมพิวเตอร์ผ่าน RS-232C

การสื่อสารอนุกรมภายใต้มาตรฐาน RS-232C ระหว่างเครื่อง PLC กับเครื่องคอมพิวเตอร์ จะใช้วิธีอะซิงโครนัสในแต่ละไบต์จะประกอบด้วย บิตเริ่มต้น (Start Bit) บิตข้อมูล (Data Bit) บิตพาริตี้ (Parity Bit) และบิตจบ (Stop Bit) ซึ่งมีการจัดเฟรม (Framing) ดังนี้

1. บิตเริ่มต้นจะถูกใส่เพิ่มที่จุดเริ่มต้นของเฟรมเสมอ เพื่อเตือนอุปกรณ์ฝ่ายรับ (DCE) ว่าข้อมูลกำลังจะมาถึงและเพื่อเข้าจังหวะกลไกที่แยกแต่ละบิต บิตเริ่มต้นคือ SPACE หรือไบนารี 0

2. บิตข้อมูลมาตรฐานหรือโปรโตคอลการสื่อสารแบบอนุกรมสามารถส่งข้อมูลทั้งเจ็ดบิตและแปดบิต ถ้าเป็นข้อมูลเป็นรหัส ASCII จะกำหนดจาก 0 ถึง 127 แต่ถ้าข้อมูลไม่ใช่แบบ ASCII จำเป็นจะต้องใช้ทั้งแปดบิตในหนึ่งไบต์ สำหรับเครื่อง PLC ข้อมูลจะรหัส ASCII ดังนั้นบิตข้อมูลจึงใช้เจ็ดบิตในหนึ่งไบต์

เอกสารนี้เป็นลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ไม่อนุญาตให้ใช้เพื่อการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. บิตพาริตี้ การตรวจสอบพาริตี้เป็นวิธีหนึ่งในการตรวจสอบว่าข้อมูลที่ส่งออกไปได้รับถูกต้องหรือไม่ DTE จะมีบิตพาริตี้อีกหนึ่งบิต ซึ่งจะเป็น 0 หรือ 1 ขึ้นอยู่กับบิตข้อมูลและ DCE จะตรวจสอบว่าบิตพาริตี้มีความสัมพันธ์ถูกต้องกับบิตอื่นหรือไม่ ถ้าไม่มีความสัมพันธ์ก็แสดงว่าเกิดความผิดพลาดขึ้นระหว่างการส่งข้อมูลพาริตี้ที่ใช้จะเลือกใช้พาริตี้คู่

4. บิตจบ ในส่วนท้ายของแต่ละเฟรม บิตจบจะถูกส่งออกมา บิตจบมีทั้งแบบหนึ่งบิต หนึ่งบิตครึ่ง หรือสองบิต (อย่างน้อยต้องมีหนึ่งบิตเสมอ) เพื่อเป็นการประกันได้ว่ามีแรงดันไฟลบอย่างน้อยเป็นช่วงเวลาหนึ่งก่อนที่เฟรมถัดไปจะมาถึง เพื่อให้สามารถแยกแยะเฟรมถัดไปได้ จากบิตเริ่มต้นที่เป็นบวกของมันบิตจบมากกว่าหนึ่งบิต มาตรฐานหรือโปรโตคอลของการสื่อสารอนุกรมที่มีอยู่นี้ ได้กำหนดความยาวของบิตข้อมูลต่างกัน เช่น 7 บิต หรือ 8 บิต (ขึ้นอยู่กับรูปแบบข้อมูล) มีโปรโตคอลหลายมาตรฐานที่ถูกสร้างขึ้นเพื่อใช้จัดการกับซอฟต์แวร์แฮนด์เช็คกิ้ง แต่โปรโตคอลที่นิยมมากที่สุดคือ XON/XOFF ในการกำหนดค่าโปรโตคอล จะใช้ค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ จะเหมือนกับค่าทั่วไปที่ใช้สำหรับการส่งข้อมูลภายใต้มาตรฐาน RS-232C

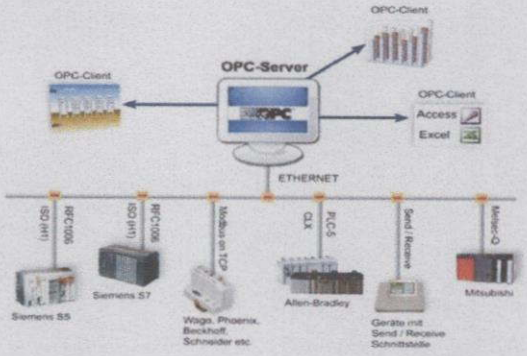
2.10 ระบบ OPC Server / Client

OPC คือ OLE For Process Control คือ การสื่อสาร Controller (PLC, DCS) กับอุปกรณ์ควบคุมอื่น ๆ เช่น HMI,SCADA หรือ Remote Unit ต่างๆ ที่คนละยี่ห้อกันเพื่อให้สามารถสื่อสารกันได้จะต้องใช้ OPC เปรียบง่าย ๆ ก้อคือเป็นเหมือนตัวแปลภาษาของอุปกรณ์ให้คุยกันรู้เรื่องนั่นเอง แต่ถ้าอุปกรณ์ยี่ห้อเดียวกันอันนี้แล้วแต่บริษัทนั้น ๆ แล้วแต่จุดประสงค์ไว้ว่าต้องใช้ OPC หรือไม่ ส่วนมากหากอุปกรณ์ยี่ห้อเดียวกันก็มักไม่จำเป็นต้องใช้

ด้วยรูปแบบมาตรฐานของข้อมูลแบบเปิด ทำให้ผู้ผลิตอุปกรณ์ทั้งหลายบนโลกใบนี้สามารถพัฒนาระบบสื่อสารข้อมูลของตนให้เป็นไปตามมาตรฐานเดียวกันบ้างก็เป็น Server (ผู้ให้ข้อมูลซึ่งก็มักจะเป็นอุปกรณ์หรือเครื่องมือต่างๆในโรงงาน เช่น Sensor, Controller, PLC, หรือ HMI) กับ Client (ผู้ใช้ข้อมูลซึ่งมักจะเป็นระบบการบริหารจัดการทรัพยากรต่างๆเช่น HMI , SCADA) ทั้งนี้การประยุกต์ใช้ส่วนใหญ่จะเป็นการช่วยให้มีการแลกเปลี่ยนข้อมูลจากอุปกรณ์ต่างค่ายกัน หรือ การรวบรวมข้อมูลจากอุปกรณ์ต่างๆที่หลากหลายในเชิงของข้อมูลมีรูปแบบและมารตราฐานที่แตกต่างกันทำได้ง่ายขึ้น

บางครั้งเราอาจใช้วิธีการอื่นๆเช่น นำข้อมูลต่างๆจากอุปกรณ์ไปเก็บไว้ในระบบฐานข้อมูล เช่น SQL Server ไว้ก่อน จากนั้นค่อยให้ระบบบริหารจัดการทรัพยากรค่อยมานำข้อมูลจากฐานข้อมูล ไปใช้อีกทีซึ่งก็มีข้อเด่นข้อด้อยแตกต่างกันไปทั้งนี้ก็ขึ้นอยู่กับความต้องการใช้ข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.27 การทำงานของระบบ OPC/Client

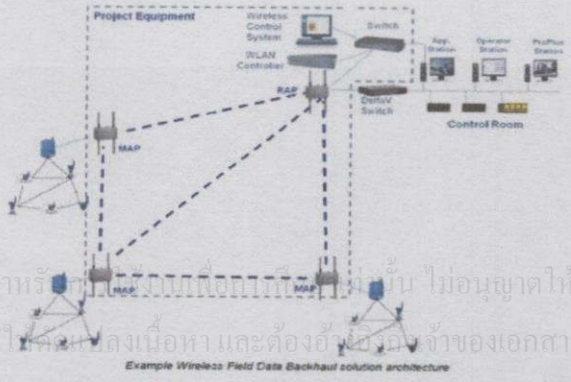
2.11 Wireless HART

Wireless หมายถึง เครือข่ายไร้สาย มักใช้กับระบบเครือข่าย ไม่ว่าจะเป็นองค์กรหรือในระบบเครือข่ายอินเตอร์เน็ต

ระบบเครือข่ายไร้สาย (Wireless LAN : WLAN) หมายถึงเทคโนโลยีที่ช่วยในการติดต่อสื่อสารระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ 2 เครื่องหรือกลุ่มของคอมพิวเตอร์สามารถสื่อสารกันได้ รวมถึงการติดต่อสื่อสารระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์เครือข่ายคอมพิวเตอร์ด้วยเช่นกัน โดยปราศจากการใช้สายสัญญาณในการเชื่อมต่อ แต่จะใช้คลื่นวิทยุเป็นช่องทางการสื่อสารแทน การรับส่งข้อมูลระหว่างกันจะผ่านอากาศ ทำให้ไม่ต้องเดินสายสัญญาณและติดตั้งใช้งานได้สะดวกขึ้น ระบบเครือข่ายไร้สายใช้แม่เหล็กไฟฟ้าผ่านอากาศ เพื่อรับส่งข้อมูลข่าวสารระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์และระหว่างคอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์เครือข่าย โดยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้านี้ อาจเป็นคลื่นวิทยุหรืออินฟาเรดก็ได้

2.11.1 HART Protocol

โพรโตคอล HART (Highway Addressable Route Transducer) คือ โพรโตคอลที่ใช้สำหรับอุปกรณ์วัดค่าโดยสามารถทำงานบนค่า อนาล็อกที่ 4-20 mA ในรูปแบบส่งค่าแบบดิจิตอล นั้นหมายความว่าเราสามรถใช้สายเส้นเดิมของทรานส์ดิวเซอร์แบบดั้งเดิมทำการส่งข้อมูลโดยโพรโตคอล HART ตัวแบบของการเชื่อมต่อของอุปกรณ์ระบบ Wireless HART



รูปที่ 2.28 Wireless HART

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.12 LabVIEW

เป็นโปรแกรมที่ใช้ติดต่อสื่อสารกับเครื่องมือต่างๆที่อยู่ภายนอกผ่านบอร์ด Data Acquisition ใช้งานเป็น monitoring LabVIEW เป็นเครื่องมือพัฒนา applications ที่รู้จักกันดีในงานด้าน automation, test and measurement และ research ด้วยความที่สามารถติดต่อกับเครื่องมือวัดและ อุปกรณ์ภายนอกได้มากมายทั้ง Data Logger หรือ Programmable Logic Controller (PLC) และ สนับสนุนการใช้งานด้านระบบฐานข้อมูล (database systems) ที่หลากหลาย เช่น Oracle, SQLserver, MySQL รวมถึงการสนับสนุนการใช้งานโปรโตคอลการสื่อสารและ network จึงทำให้การใช้งานเป็นไปได้อย่างกว้างขวางอย่างยิ่ง

แต่สิ่งหนึ่งที่ทำให้ LabVIEW เป็นที่พูดถึงกันในปัจจุบันก็เพราะ LABVIEW เป็น development tool ที่พัฒนาสะดวก เนื่องจากการทำงานใน โหมดกราฟิก จนกลายเป็นมาตรฐานการโปรแกรมอย่างหนึ่งในปัจจุบัน เรียกว่าภาษา G โดยมีส่วนหน้าตาหรือ front panel สำหรับการติดต่อกับผู้ใช้ และส่วนวิธีการเขียนโปรแกรมที่ใช้ block diagram ซึ่งมีการ synchronization กับ front panel อยู่ตลอดเวลาทำให้ผู้ใช้สามารถเห็นการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นอย่างชัดเจน

การใช้งาน LabVIEW ผู้ใช้ควรมีพื้นฐานด้านการเขียนโปรแกรมพอสมควร เนื่องจากการติดต่อสื่อสารระหว่างโปรแกรมกับเครื่องมือต่างๆที่อยู่ภายนอกนั้น ผู้ใช้ต้องเขียนโปรแกรมคำสั่งการทำงานเพื่อเรียกข้อมูลการวัดแล้วนำมา process ให้เป็น monitoring หรือการเขียนคำสั่งเพื่อการควบคุมระบบเช่น ให้โปรแกรมสามารถตรวจสอบค่า Strain ที่อ่านได้ว่าถ้ามีค่าไม่เกินกว่าที่กำหนดแล้วจึงค่อยส่งคำสั่งไปควบคุมให้อุปกรณ์อื่นๆ ทำงานต่อได้ เป็นต้น

2.12.1 องค์ประกอบสำคัญของโปรแกรม LABVIEW มี 3 ส่วน คือ

1. Front panel เป็นส่วนตั้งค่าการวัดและอ่านค่าตัวเลขหรือกราฟที่ออกมาจากblock diagram จึงทำหน้าที่เสมือนเครื่องมือวัดจริงโดย inputที่ป้อนเข้าไปจะเป็นตัวควบคุม ส่วน output ที่ออกมาจะเป็นตัวแสดงผล

2. Block diagram ทำหน้าที่เสมือนเป็น Source code โดยใช้โปรแกรมภาษากราฟิก องค์ประกอบของ block diagram นี้จะแทนโปรแกรม Node เช่น for loop, case structure และฟังค์ชั่นทางคณิตศาสตร์ เป็นต้น

3. Icon/Connector ภายใน Front panel จะประกอบด้วย icon ต่างๆและมีสายเชื่อมต่อถึงกันในแต่ละicon ซึ่งเมื่อเชื่อมต่อกันแล้ว จะสามารถเปลี่ยน Virtual instrument (VI) นี้ให้เป็น Sub VI หรือ Object ที่นำกลับมาใช้ใน block diagram ได้อีก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.12.2 ความสามารถของโปรแกรม LabVIEW

เนื่องจากบริษัทNational Instrument(NI) ซึ่งเป็นผู้พัฒนาโปรแกรม LabVIEW มี Product ในการพัฒนาอยู่มากมายทั้ง Hardwareและ Software จึงทำให้โปรแกรม LabVIEW มีความสามารถในการติดต่อ Hardware อย่างหลากหลายเช่น

Hardware

การใช้ โปรแกรม LabVIEW เพื่อเชื่อมต่อกับฮาร์ดแวร์ภายนอกทำได้โดยผ่านทางการ์ด DAQ (data acquisition) การเชื่อมต่อสามารถเชื่อมต่อกับพอร์ต(port) ได้หลายชนิด เช่น พอร์ตขนาน (paralelport), พอร์ตอนุกรม (serial port), GPIB, และHPIBเป็นต้น จึงมีแนวความคิดในการออกแบบวงจรขึ้นมา โดยกำหนดคุณสมบัติให้เป็นบอร์ดแบบภายนอกเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ผ่านทางพอร์ตอนุกรม(RS-232) มีจำนวน Input-Output 16 ช่อง (channel) อินพุตทำงานได้ทั้งโหมดดิจิตอลอินพุตและอนาลอกอินพุต สำหรับOutput กำหนด ให้เป็นแบบดิจิตอล Output ออกแบบให้สร้างง่ายและต้นทุนต้องไม่สูงมากจนเกินไป

Software

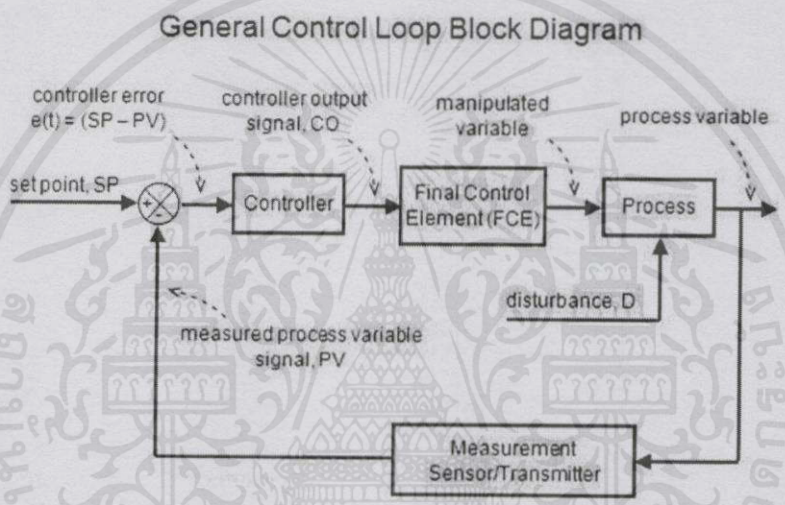
- Protocol ต่างๆในทางอุตสาหกรรม LabVIEW ก็สามารถติดต่อสื่อสารได้รวมทั้ง PLC ยี่ห้อต่างๆ และงาน SCADA LabVIEW ก็สามารถทำได้เหมือนโปรแกรม SCADA ทั่วไป และบริษัท NIยังมี PLC ของตนเองขายอีก
- ความสามารถในการทำ Image Processing ก็ทำได้ไม่แพ้ Image Processing ในท้องตลาด
- สามารถติดต่อกับ Database มาตรฐานรวมทั้งการควบคุมการทำงานกับโปรแกรม MS-OFFICE และอื่นๆใน windows
- สามารถติดต่อกับระบบ OPC Server/Client เพื่อนำ Input Output จาก PLC มาทำการควบคุมหรือสร้างเงื่อนไขในการส่ง Output ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การออกแบบ และวิธีการดำเนินการ

3.1 การออกแบบการติดต่อกันระหว่างอุปกรณ์กับ Computer

การติดต่อสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ต่างๆกับ Computer จะมีการส่งข้อมูลหลากหลายแบบขึ้นอยู่กับข้อจำกัดของการส่งและการรับข้อมูลของอุปกรณ์ เมื่อพิจารณาถึง Process ที่จะต้องการควบคุม คือ Pressure Control loop ดังรูปที่ 3.1



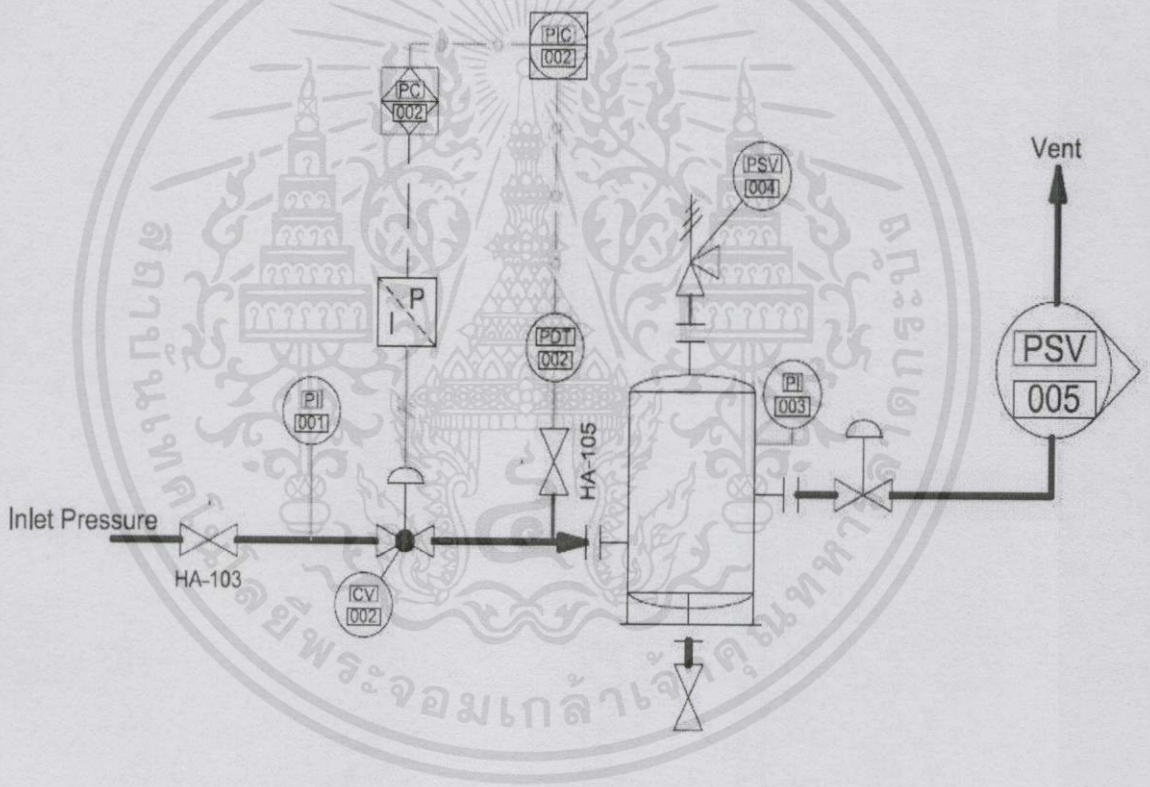
รูปที่ 3.1 close loop Control diagram

ส่วน Controller จะรับค่า Set point (SP), Measured process variable signal (PV) เพื่อมาประมวลผลคำนวณค่า Controller output จากส่วนที่กล่าวมาข้างต้น เราจะใช้ Computer เป็นตัว Controller และ Monitoring ค่า SV จะถูกป้อนทางหน้าจอ HMI โดยผู้ควบคุมระบบ และค่า PV จะถูกรับมาจาก Transmitter ที่เป็นระบบ Wireless HART Gateway เข้า Computer เพื่อให้ Computer ประมวลผลได้ในระบบโดย Computer จะติดต่อกับ Gateway แบบ Wireless เมื่อ Computer ประมวลค่าควบคุม ก็จะไปสั่ง Control Valve ที่รับค่า Analog 4-20mA แต่ Computer สามารถสั่งออกแบบ Digital ดังนั้นจะใช้ PLC Omron C200H ที่เลือกใช้ Digital to Analog module เพื่อสั่งงาน Control Valve

จะเห็นว่าการรับค่า Measured process variable (PV) จะเข้าถึง Computer เพื่อประมวลผลได้นั้นจะต้องผ่านระบบ Wireless HART ที่ผ่านตัว Gateway Server ก่อน และจะสั่ง Control valve นั้นต้องผ่าน PLC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นในการควบคุมความดันถังปิดให้คงที่จึงจะต้องมีระบบที่ใช้เชื่อมต่ออุปกรณ์ PLC, Wireless HART ต่อกับ Computer รับค่าจากอุปกรณ์ที่ต่างกันนั้นได้อย่างถูกต้อง นั้นคือ ระบบ OPC Server/Client ซึ่งเป็นระบบที่เป็นสื่อกลางการติดต่ออุปกรณ์ต่างๆให้รู้จักกัน ในโครงงานนี้เลือกใช้ Software คือ NI OPC Server/Client สร้างระบบ OPC Server ซึ่งมี OPC Client ในการดึงข้อมูลไปใช้ มีข้อดี คือสามารถเชื่อมต่อ Controller (PLC,RTU ,DCS)ได้หลากหลายยี่ห้อเพียง License เดียวจึงสะดวกกับการต่อหายอุปกรณ์ โดย Pressure Vessel ที่เราใช้ มีย่านการใช้งานอยู่ที่ 0-4 bar และอุปกรณ์อื่นๆจะแสดงในรูปแบบของ P&ID (Piping& Instrument Diagram) ได้ดังนี้



รูปที่ 3.2 Piping & Instrument Diagram

3.2 ส่วนประกอบทาง Hardware

3.2.1 Pressure Transmitter with Wireless

โดยในส่วนของ Pressure Transmitter ที่นำมาใช้คือ รุ่น3051S ของ Rosemount ซึ่งมีคุณสมบัติต่างๆดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 คุณสมบัติของ Pressure Transmitter รุ่น3051S ของ Rosemount

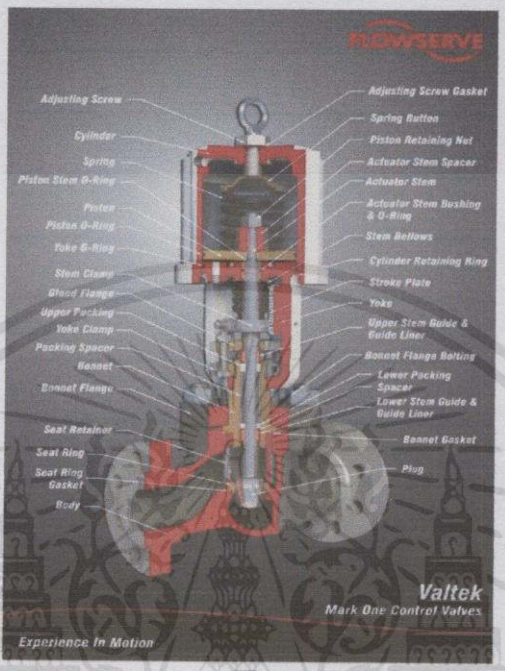
ชนิด	Pressure Transmitter ปรับย่านการวัดได้
ระดับการทำงาน	Classic: 0.035 percent span accuracy, 150:1 range down
การเชื่อมต่อกับระบบ	In-Line
ประเภทการวัด	ความดันเกจ
ย่านการวัดความดัน	ความดันเกจ -250 to 250 inH2O (-621,60 to 621,60 mbar)
	ความดันสัมบูรณ์ 0 to 150 psia (0 to 10,34 bar)
ไดอะแฟรมแยก	316L SST
การเชื่อมต่อกับกระบวนการ	1/2–14 NPT female
เอาต์พุตของทรานสมิตเตอร์	Wireless (requires wireless options and wireless Plant Web housing)
Housing style	Wireless Plant Web housing Aluminum
Update rate	User Configurable Update Rate
Operating frequency and protocol	2.4 GHz DSSS, IEC 62591 (Wireless HART)
Omni-directional wireless antenna	Remote Antenna

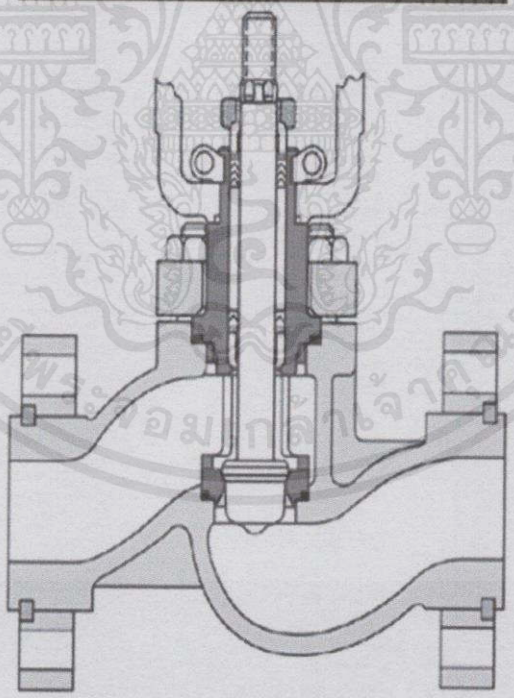
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.3 Pressure Transmitter

3.2.2 Globe Vale

ในระบบนี้จะเลือกใช้วาล์วควบคุมที่เป็นโกลบวาล์ว เนื่องจากสามารถควบคุมความดันแบบเชิงเส้นได้ดี และสามารถทนการใช้งานในย่านที่มีความดันสูงได้



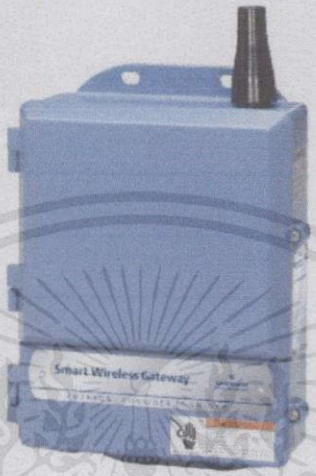


รูปที่ 3.4 Globe Vale

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3 Wireless Gateway

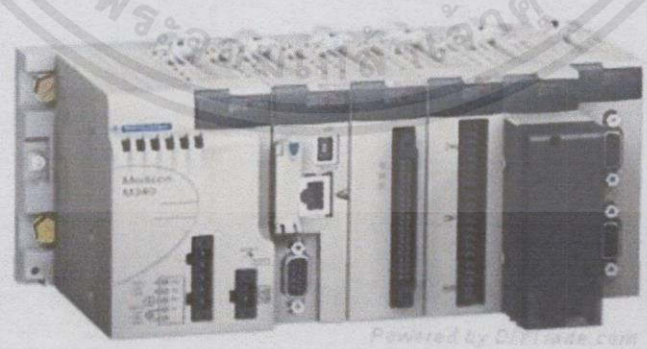
โดยตัว Gateway นี้จะทำหน้าที่เป็นตัวรับสัญญาณจาก Pressure Transmitter ผ่าน IP Address 192.168.1.10 และส่งสัญญาณ wireless ไปยังอุปกรณ์ตัวอื่นๆที่เป็น OPCทั้ง Serverและ Client ได้



รูปที่ 3.5 Wireless Gateway

3.2.4 PLC

ในที่นี้จะใช้ PLC OMRON C200h ซึ่งมีโมดูลในการเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ด้วยสาย RS-232 และโมดูล D to A (Digital to Analog) ด้วยสัญญาณ 4-20 mA ในการเชื่อมต่อกับ I to P Converter และส่งผ่านไปยังวาล์วควบคุม

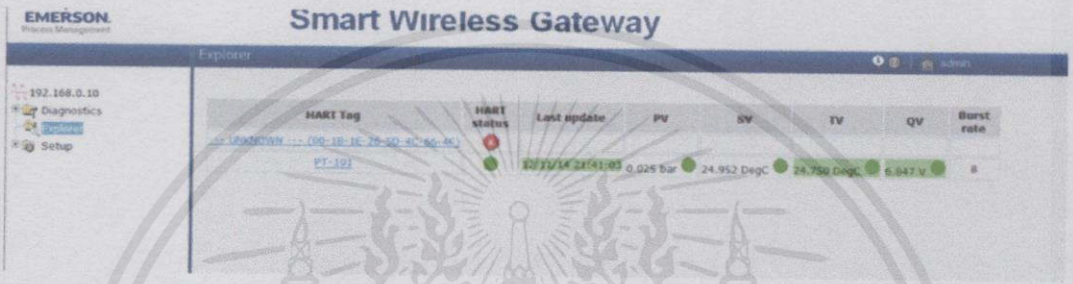


รูปที่ 3.6 PLC OMRON C200h

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

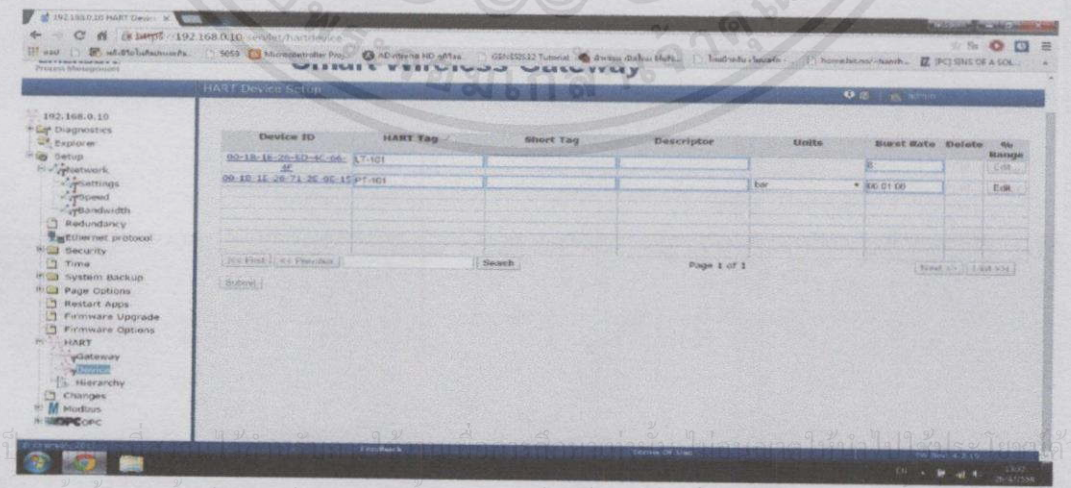
3.3 การออกแบบทางด้าน Software

การเชื่อมต่อระหว่าง Wireless HART กับ OPC Server การเชื่อมต่อนั้นจะติดต่อกับ Computer และ HART Gateway ซึ่ง เป็นตัวรับค่าและติดต่อกับ Transmitter device แบบ wireless โดยผ่านระบบ Network ที่มี wireless hub เป็นสื่อกลางในการติดต่อ โดยเริ่มแรก เราต้องนำ Computer เชื่อมต่อกับ Hub ผ่าน wireless เราต้องทราบค่า IP ของตัว Gateway ซึ่ง AMS wireless Configurator ในการตั้ง IP และจัดการต่างๆภายใน Gateway ในที่นี้ Gateway ถูกตั้งด้วย IP 192.168.0.10



รูปที่ 3.7 หน้า Web Browser ของ Smart Wireless Gateway

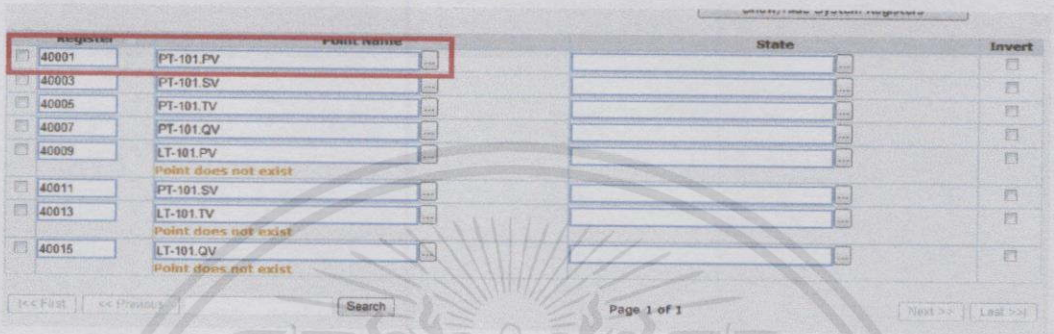
ใน HART Gateway นั้นจะมีการตั้งค่าการติดต่อสื่อสารกับ Transmitter Device ต่างๆ จะมีค่า Burst Rate ที่ต้องคำนึงถึง คือค่าคาบเวลาที่ Transmitter Device จะส่งค่ามายัง Gateway เมื่อตั้งช้าไปจะทำให้ผลตอบสนองของกระบวนการช้าตามกัน สามารถตั้งได้เร็วสุดคือ 1 วินาที หมายความว่า 1 วินาที Transmitter จะ update ค่า 1 ครั้งสามารถตั้งได้ดังนี้ Setup -> HART -> Device



เอกสารนี้เป็นลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ห้ามนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.8 หน้าที่ใช้ตั้ง Burst Rate

การตั้งค่า Burst Rate ควรคำนึงถึงการใช้งาน เพราะตัว Transmitter ส่งค่าทาง wireless บางรุ่นที่มีแบตเตอรี่ในตัว เมื่อเราตั้งค่าให้มีความถี่มากเกินไป จะทำให้สิ้นเปลืองแบตเตอรี่ที่ใช้ ควรตั้งค่า Burst Rate ให้มากๆในขณะที่ไม่ได้ใช้งานหรือควบคุมกระบวนการ ค่า Register คือค่าตำแหน่งที่เก็บของมูลค่าต่างๆที่ถูกส่งมาจาก Transmitter มายัง Gateway สามารถดูค่าและติดตั้งค่า Register ใหม่โดย เข้าที่ IP ของ Gateway และเลือก Setup ->Modbus ->Mapping



รูปที่ 3.9 หน้า Register ของค่าข้อมูล

ขั้นตอนการ tag Register ใน Gateway มายัง Computer โดยระบบ OPC Server/Client

1.ต้องทราบค่า IP ของ Gateway ค่า Register และ Burst Rate ที่ต้องการ

2. ตรวจดู Computer อยู่ในระบบ LAN เดียวกับ Gateway หรือไม่

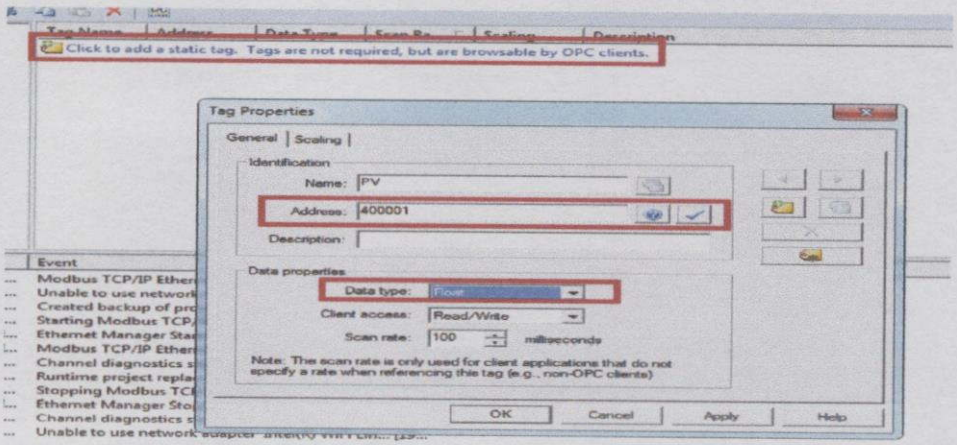
3. ในการออกแบบนี้จะนำค่า PV ของ PT-101 มาใช้คำนวณหาค่าควบคุม

4. เปิดโปรแกรม OPC Server ทำการสร้าง Channel แล้วเลือก Driver ในการติดต่อกับ Device ขั้นตอนนี้จะเลือกแบบ Modbus TCP/IP และจากนั้นเลือก Driver Network ของ Computer ของเราในการติดต่อกับ Gateway

5. เมื่อสร้าง Channel ลักษณะการติดต่อกับ Device แล้วจากนั้นจะทำการเพิ่ม Device ก็คือ Gateway ของตัวที่จะติดต่อ ต้องใส่ IP ให้ตรงคือ 192.168.0.10

6. เมื่อเลือก Device ต่อไปเป็นการ Tag Register ที่เราต้องการคือ PV 40001 ในขั้นตอนนี้จะต้องเลือก Data Type ให้ตรงกับ Register นั้นๆ คือ Float และ Scan Rate

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

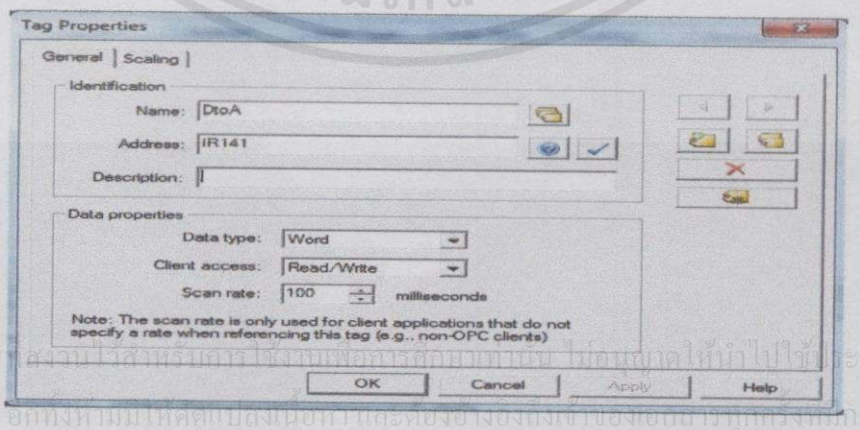


รูปที่ 3.10 หน้า Tag Address ใน OPC Server

3.3.1 การเชื่อมต่อระหว่าง OPC Server/Client กับ PLC OMRON C200h

คือการควบคุม Control Valve นั้นจะต้องใช้สัญญาณ Analog ค่ามาตรฐาน 4-20mA ในการควบคุมเสมือนที่ใช้ computer จะต้องมีการแปลงสัญญาณ Digital to Analog เพื่อควบคุม Control Valve ซึ่งในที่นี้เลือกใช้ Digital to Analog Module ของ PLC Omron C200h ดังนั้นการติดต่อกับ Computer สามารถนำระบบ OPC Server ติดต่อกับ PLC ได้ เราต้องทราบตำแหน่งของ Register ที่จะใช้งานนั้นคือ IR141 และการเชื่อมต่อกับ Computer ซึ่งเป็นแบบ Host link (RS-232)โดยผ่านตัวแปลงเป็น USB มาขั้นตอนดังนี้

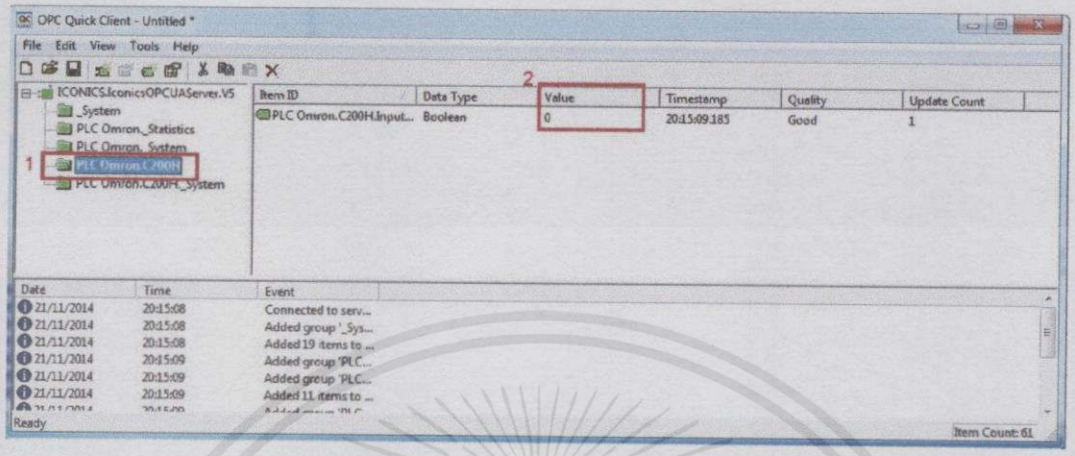
1. เมื่อทราบค่า Register ที่ต้องการใช้งานแล้ว ทำการสร้าง New channel เพื่อตั้งค่าวิธีการติดต่อกับ PLC Omron C200h และเลือก Driver การต่อคือ Omron Host link ในขั้นตอนต่อไปต้องทำการเลือก Com Port ที่เชื่อมต่อให้ถูก
2. ขั้นตอนในการเพิ่ม Device คือเราต้องรู้รุ่นของ PLC ตัวนี้ ในที่นี้คือ C200H
3. การ Tag Register ต้องพิจาณา Data Type และ Address



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.11 หน้า Tag Address ใน OPC Server

สามารถเช็คค่าที่ถูก Tag ว่ามีความถูกต้องได้หรือไม่ในโปรแกรม OPC Server โดยกดที่ OPC Quick Client

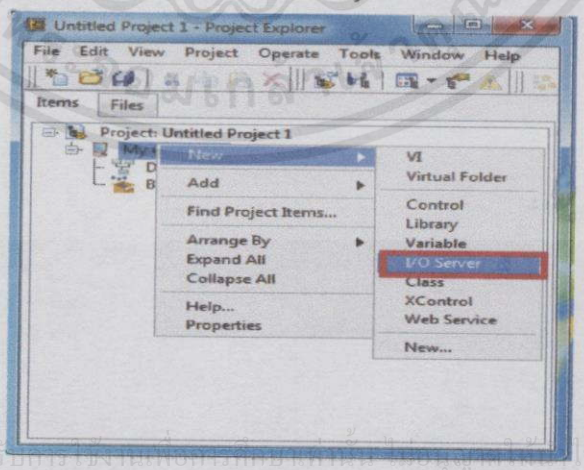


รูปที่ 3.12 OPC Client ดูค่าข้อมูลที่ถูก Tag

3.3.2 การนำค่าจาก OPC Server ลงในโปรแกรม LabVIEW

ในการติดต่อกันระหว่างโปรแกรม จะต้องมีโปรแกรม LabVIEW ซึ่งมีการลง โปรแกรมเสริมคือ LabVIEW DSC module (Data logging and supervisory control) คือโปรแกรมเสริมที่ช่วยให้ LabVIEW สามารถดึงข้อมูลจาก OPC Server ออกมาได้โดยใช้ OPC Client เป็นโพรโตคอลกันระหว่าง LabVIEW ซึ่งตัว LabVIEW DSC module นั้นนอกจากจะช่วยติดต่อข้อมูลของ OPC Sever ยังเป็นตัวเสริมที่ทำให้สามารถเขียนโปรแกรมควบคุมแบบ Real-time ได้อีกซึ่งมีวิธีการติดต่อดังนี้

1. เปิดโปรแกรม LabVIEW และสร้างงาน Blank Project จะได้หน้าจอเล็กๆดังภาพ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.13 หน้า Blank โปรเจคในโปรแกรม LabVIEW

2. คลิกขวาที่ My Computer เลือก New-> I/O Server เพื่อทำการเชื่อมต่อค่าจาก OPC Server ตัวโปรแกรมจะถาม I/O Server Type ซึ่งต้องเลือก OPC Client

3. ขั้นตอนต่อไปจะเป็นการเลือก ชื่อโปรแกรม OPC Server ที่จะต้องการ Tag มาบน LabVIEW ซึ่งต้องเลือกโปรแกรมที่ใช้ และ ค่า update rate ของตัวโปรแกรมกับ OPC Server

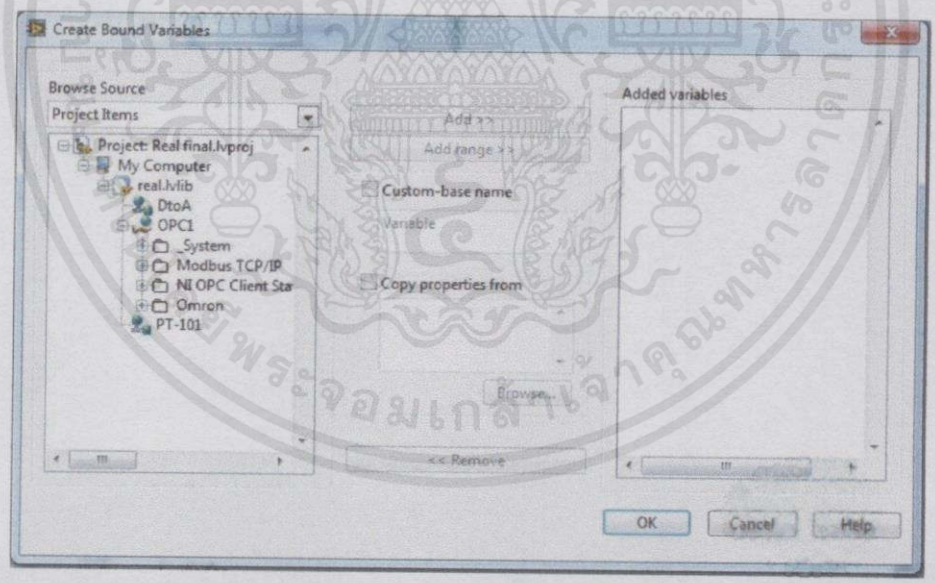
4. เมื่อเสร็จจากขั้นตอนข้างต้น จะมีส่วนของ OPC1 จะเป็นการ Tag Server มายัง LABVIEW ได้แล้ว แต่ยังไม่สามารถนำ Tag ทั้งหมดที่เคย Tag ใน OPC ซึ่งสามารถจะ Tag ค่าต่างๆ มาได้

5. คลิกขวาในไฟล์ Variable ที่ Tag กับ OPC Server ในช่องของ blank project และทำการเลือก New -> Variable

6. จะมีหน้าต่าง Shared Variable Properties จากนั้น เลือกในช่องของ Enable Alasing และ Browse ค่า Tag จะมีหน้าต่าง Browse for Variable ให้เลือกหาไฟล์ที่ถูก tag ใน OPC Server

7. เมื่อเลือก Tag จะกลับมาหน้า Shared Variable Properties แล้วทำการกด OK จะมีค่ามาต่อถัดจาก OPC1

การนำค่า Tag สามารถทำได้อีกวิธีคือ เมื่อถึงขั้นตอนที่ 3 แล้วให้ คลิกขวาที่ OPC1 และเลือก Create Bound Variables.. จะได้หน้าต่างดังนี้



รูปที่ 3.14 หน้าที่เชื่อมต่อกับ Tag ใน OPC Server ที่ต้องการ

และเลือกค่า Tag ที่ต้องการได้ทั้งหมดในครั้งเดียว แต่วิธีก่อนหน้านี้จะได้ทีละครั้ง การนำค่าที่ถูก Tag แล้วมาใช้ในหน้า VI หรือการประมวลผลคือการเลือกค่าที่ต้องการ นำมาวางใส่ในได้ทั้งหน้า Front Panel หรือ Block Diagram

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3 การเขียน Software ในโปรแกรม LabVIEW

การเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมกระบวนการนั้น โปรแกรม LabVIEW มีฟังก์ชันที่มีความเหมาะสมกับการควบคุมหลากหลายฟังก์ชันอย่างเช่น ฟังก์ชันคำนวณควบคุมกระบวนการแบบ PID เป็นต้น และยังมีส่วนหน้า Front panel ในการรับค่าและแสดงผลแบบ Real-Time ได้ การใช้งานฟังก์ชันการคำนวณค่าควบคุมแบบ PID ต้องลงโปรแกรมเสริมคือ PID Control Toolkit ก่อน ขั้นตอนในการเขียนโปรแกรมควบคุมแบบ PID ส่วน Block Diagram

1. การเขียนโปรแกรมควบคุมใน LabVIEW นั้นต้องมีการรับค่าต่างๆเพื่อมาประมวลผลโดยทำงานร่วมกับโปรแกรม OPC Server/Client เพื่อเป็น Server ในการรับค่า Process Value, ค่าควบคุมคอนโทรลวาล์ว

2. การเริ่มใช้ฟังก์ชัน PID แบบต่างๆ จะทำงานร่วมกับ While loop เพื่อให้โปรแกรมนั้นรันไปเรื่อยๆจนกว่าจะหยุด ดังนั้น While loop จึงจำเป็นสำหรับการเขียนฟังก์ชันควบคุม

3. การศึกษาฟังก์ชันของการ พล็อตกราฟ เพื่อดูการเปลี่ยนแปลงตามเวลาเมื่อทำการควบคุมกระบวนการ ในการดูค่า PV ของกระบวนการว่าสามารถเข้าสู่ค่าเป้าหมายได้หรือไหม

4. การตั้งค่า Delay Time ในการหน่วงเวลาของ While loop ของแต่ละการทำงานในแต่ละครั้ง ในที่นี้เมื่อ While loop มีค่า Delay ที่น้อยก็จะสามารถทำให้ โปรแกรมประมวลผลการคำนวณได้รวดเร็วละผลตอบสนองที่ดี แต่การที่เร็วมากจนเกินความจำเป็น ก็จะทำให้สิ้นเปลืองค่าหน่วยความจำของโปรแกรม ในการตั้ง Delay Time ควรจะตั้งค่าให้พอดี และพิจารณาค่า Burst Rate ของ Gateway , Scan Rate Time ของโปรแกรม OPC Server และ ค่าความไวการติดต่อกับ PLC

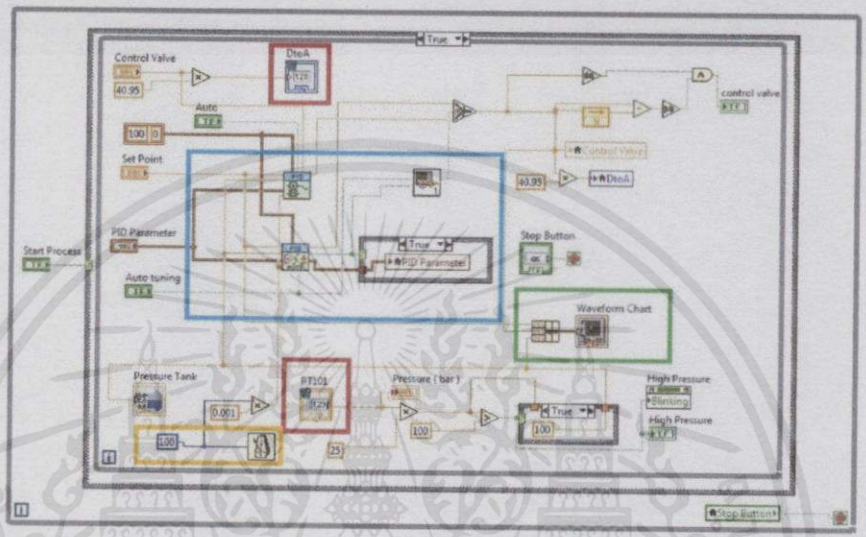
รูปที่ 3.15 บล็อกไดอะแกรมเบื้องต้นของการออกแบบการควบคุม PID

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. สร้างค่า พารามิเตอร์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการคำนวณค่าควบคุมเพื่อใช้ควบคุมกระบวนการ

- Set point
- Process Value
- Manipulate Value

และ ทำการเชื่อมสิ่งต่างๆดังนี้



รูปที่ 3.16 บล็อกไดอะแกรม

ใน Block Diagram จะตั้ง Delay Time ของ Loop เป็นเวลา 100 ms ส่วนของค่า Process Value ค่าที่รับมาจะเป็น word ที่เป็นเลข 0 – 4 bar ซึ่งต้องแปลงเป็น 0-100% และส่วนของค่าควบคุมในการควบคุม Control Valve นั้น จะมีค่าในการแปลง Digital to Analog คือ 0-4095 แปลงเป็น 4-20mA ดังนั้นค่าควบคุมจะเป็น 0-100% นั้นจะต้องแปลงให้เป็นเลข 0-4095 เพื่อจะได้สัญญาณที่ถูกต้องในการควบคุม คือการนำค่าควบคุม คูณกับ 40.95 ก่อน PID Auto Tuning.vi

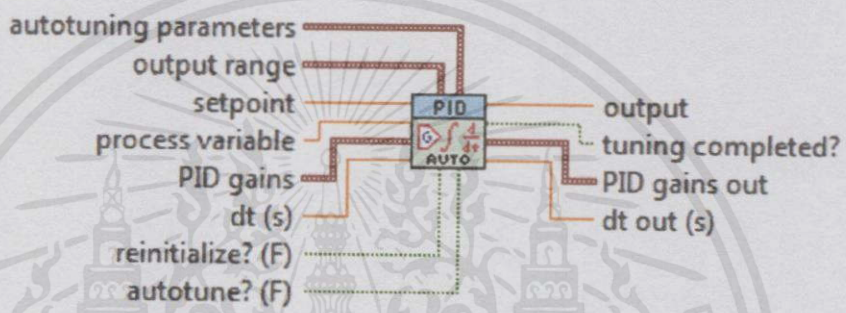
การออกแบบตัวควบคุมแบบ PID ในอุตสาหกรรมนั้นมีปัญหาที่สำคัญมากในการหาค่าพารามิเตอร์ PID ที่เหมาะสมกับกระบวนการแบบต่างๆ ซึ่งบางกระบวนการรัน จำเป็นที่จะต้องใช้ผู้ที่มีความเชี่ยวชาญ หรือมีประสบการณ์ในการควบคุมกระบวนการนั้นๆ เป็นเวลาหลายปีจึงจะสามารถกำหนดค่าพารามิเตอร์ PID ที่ทำให้ตัวควบคุมสามารถควบคุมกระบวนการได้

ดังนั้นวิธีการหาค่าพารามิเตอร์แบบ Auto Tune ก็เป็นอีกวิธีการหนึ่งที่มีการนำมาใช้โดยไม่ต้องอาศัยผู้ที่มีความเชี่ยวชาญที่ควบคุมในระบบมากนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

องค์ประกอบที่ต้องเตรียมในการใช้ฟังก์ชัน PID Auto Tune Controller คือ

- PV (Process Value)
- Auto tune (F)
- SP (Set Point Value)
- PID gains out
- MV (Manipulate Value)
- Tuning completed
- PID gain

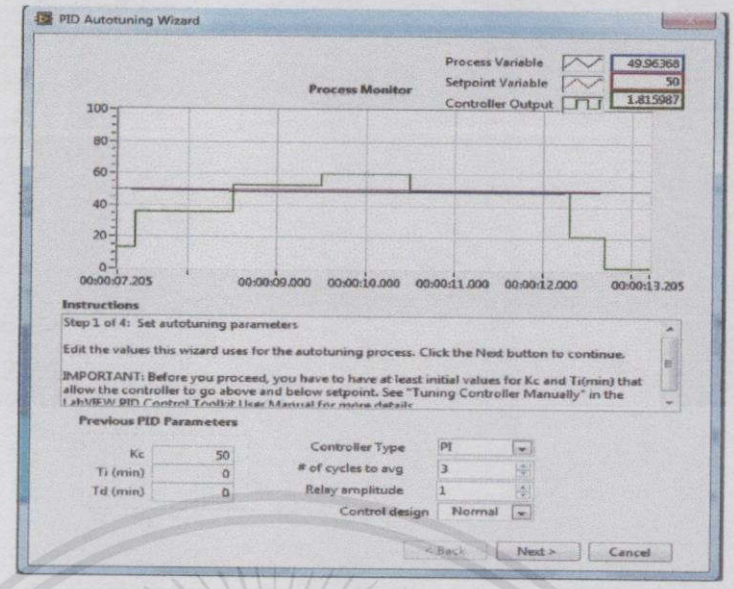


รูปที่ 3.17 ฟังก์ชัน PID Auto Tune

สิ่งที่เพิ่มเติมในฟังก์ชัน PID Auto tune คือ ขา Set Auto Tune จะทำการเรียก Function PID Auto Tune ขึ้นมาให้ทำการ set ค่าต่างๆของ PID Auto Tune และส่วนสำคัญอีกอย่างคือ ขา PID Gain out และ Tuning complete ซึ่งทั้งสองขานี้จะทำการกำหนดค่า พารามิเตอร์ให้กับตัว Controller หลังจากที่มีการคำนวณหาค่าพารามิเตอร์ PID เรียบร้อยแล้ว จะได้ Block Diagram ในการควบคุมกระบวนการ ในโหมดต่างๆ คือ

- โหมด Auto คือ การคำนวณค่าควบคุมตามค่า PID ที่ผู้ใช้โปรแกรมระบุตามใจต้องการ
- โหมด Manual คือ การทำงานที่สามารถบังคับตำแหน่งการเปิดปิด Control Valve โดยตรง โดยจะไม่คำนวณค่าควบคุมแบบ PID
- โหมด Auto tuning คือ การปรับแก้ค่า PID Parameter จากเดิมเพื่อหาค่าที่เหมาะสมในการควบคุมกระบวนอัตโนมัติให้ และยังสามารถเลือกใช้ค่า PID Parameter ที่คำนวณได้ใหม่ หรือ เลือกแบบเดิมได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

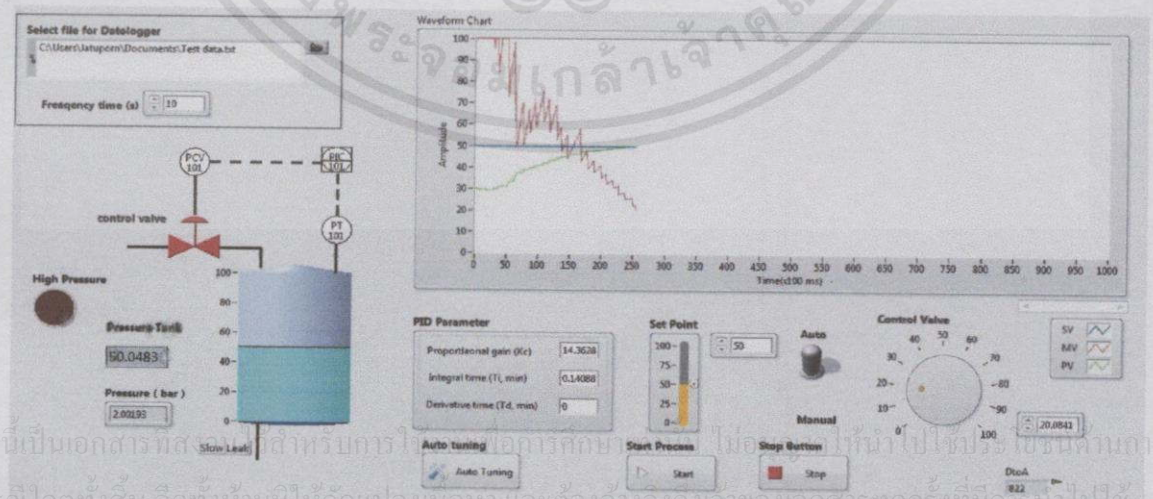


รูปที่ 3.18 หน้า Auto tuning

การใช้งานฟังก์ชัน Auto Tuning สามารถเลือก Controller Type ได้ว่าจะต้องการควบคุมแบบใด เช่น P PI PID เป็นต้น และค่า Control design จากนั้นจะต้องเลือกค่า Re-noise estimate ของกระบวนซึ่งสามารถเลือกได้เองหรือจากการหาอัตโนมัติหาไม่พอใจ

3.3.4 ส่วนหน้าจอ HMI

ในส่วนหน้าจอ HMI โปรแกรม LabVIEW สามารถสร้างหน้า HMI หรือหน้า Front Panel เพื่อทำการ Monitoring ค่าของกระบวนการหรือค่าต่างๆที่ผู้พัฒนาต้องการควบคุม ,ป้อนค่า หรือการแสดงผลค่า ซึ่งในโปรแกรม LabVIEW ยังสามารถใส่ลูกเล่นการแสดงผลได้หลากหลายแบบ และรูปแบบของการแสดงผลที่เหมาะแก่ งานที่ใช้ควบคุมกระบวนการ ซึ่งออกแบบมาได้ดังนี้



รูปที่ 3.19 หน้า HMI ขณะรันโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.5 การออกแบบการ Sampling

ค่าของกระบวนการจะถูกวัดค่าจาก Transmitter และส่งมายัง Gateway แล้วจาก Gateway จะเข้ามายัง Computer ด้วยโปรแกรม OPC Server จากนั้น จะเข้าโปรแกรม LABVIEW ที่จะเป็นส่วนควบคุมในการคำนวณค่าควบคุมออกมา จะพบว่า ค่า Process Valve จะมาจากการ Sampling ค่ามาหลายๆต่อ จนกว่าจะถึงส่วนการคำนวณ และส่วนของการคำนวณจะมี Loop ในการทำงาน ซึ่งทุกๆขั้นตอนมีความสัมพันธ์กัน

จะเห็นว่าการ ตั้งค่าการ Sampling ของแต่ละส่วนต้องสัมพันธ์ซึ่งกันและกันจากต้นตอของข้อมูลซึ่งคือ ค่า Process Value จาก Transmitter → Wireless HART Gateway → OPC Server → LABVIEW โดยเริ่มต้นจากต้นตอของค่าข้อมูล (Process Value) จาก Transmitter มายัง Gateway จะมีค่า Burst Rate ตั้งไว้เร็วสุดได้คือ 1 วินาที หมายถึง Transmitter จะส่งค่า PV มาทุกๆ 1 วินาทีมายัง HART Gateway ดังนั้นการติดต่อจาก Gateway มายัง OPC Server จะต้องมีการ Sampling ค่าด้วยความถี่ไวกว่า Burst Rate ของ Gateway เพื่อให้ Computer ประมวลผลได้ทันซึ่งสามารถตั้งค่าได้จาก Scan Rate Time จากตัว OPC Server และ ในโปรแกรม LabVIEW จะต้องตั้งค่า Update rate ที่ใช้ในการรับและส่งค่าระหว่างโปรแกรม OPC Server และ LabVIEW ซึ่งจะต้องมีค่าพอๆกับ Scan Rate Time ของโปรแกรม OPC Server และในตัวโปรแกรม LabVIEW ของ Loop การคำนวณค่า PID และส่งค่าควบคุมให้กับกระบวนการนั้น จะต้องมีความเร็ว Loop ที่ไวกว่า 1 วินาที/ครั้ง

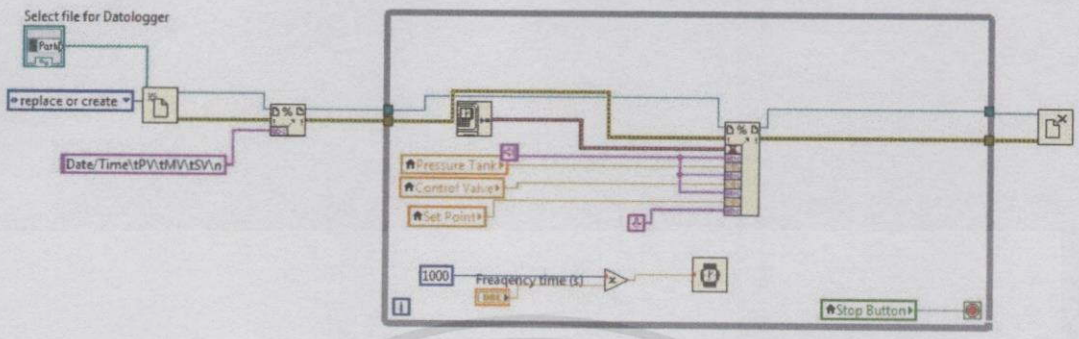
การตั้ง Sampling ค่า OPC Server ที่เชื่อมต่อกับ Register ใน PLC จะต้องคำนึงถึงค่าความเร็วของการส่งและรับค่าของพอร์ตอนุกรมใน PLC ว่าสามารถรับและส่งได้แล้วเท่าใดและตั้งค่า Scan Rate Time ให้เหมาะสมซึ่งจะส่งผลต่อค่าProcess Value เช่นกัน

ดังนั้นการ Sampling ค่าพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการต่างๆ จะเป็นตัวแปรที่ต้องพิจารณาเมื่อการ Sampling ค่ากระบวนการจาก Device มายัง Computer ที่เป็นส่วนการคำนวณไม่สัมพันธ์กัน คือการตั้งค่า Scan rate ที่ช้ากว่า หรือใกล้เคียงกับ ค่า Burst Rate จะทำให้ผลตอบสนองต่อกระบวนการล้าช้า และส่งผลให้ไม่สามารถควบคุมกระบวนการให้ไปยังค่าเป้าหมายเป็นไปด้วยดี แต่การที่ตั้ง Sampling ที่มีความถี่ที่เร็วไปก็อาจทำให้ใช้หน่วยความจำของ Computer หมดไปอย่างเปล่าประโยชน์และทำให้ Computer ประมวลผลล่าช้าไปด้วย

ในการออกแบบค่า Sampling ของโครงงานนี้จะตั้ง Burst Rate เท่ากับ 1 วินาที และโปรแกรม OPC Server นั้นจะตั้งค่า Scan Rate ให้ไวกว่าเป็น 10 เท่าคือ 100 ms การ Sampling ค่าจาก OPC Server มายัง LABVIEW ก็จะตั้งเวลา 100 ms และ Loop การคำนวณจะตั้ง 100 ms เท่ากัน จะพบว่า เมื่อค่า Process Value มา Computer 1 ครั้งตัวโปรแกรมจะ คำนวณค่าได้ 10 ครั้งและมีการคาดเคลื่อนของข้อมูลที่น้อยมาก ทำให้ผลตอบสนองได้ดีและควบคุมระบวนการได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.6 การเขียนโปรแกรมสำหรับการเก็บค่าข้อมูลจะได้ดังนี้



รูปที่ 3.20 Block Diagram ส่วนของการเก็บค่าข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการทดลอง

4.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. Computer ที่ลง โปรแกรม LABVIEW และ OPC Server / Client
2. Control Valve
3. PLC Omron C200H
4. Pressure Transmitter
5. Wireless HART Gateway
6. กระบวนการความดันแบบ 1 ถังปิด
7. แหล่งจ่ายลมและท่อลม

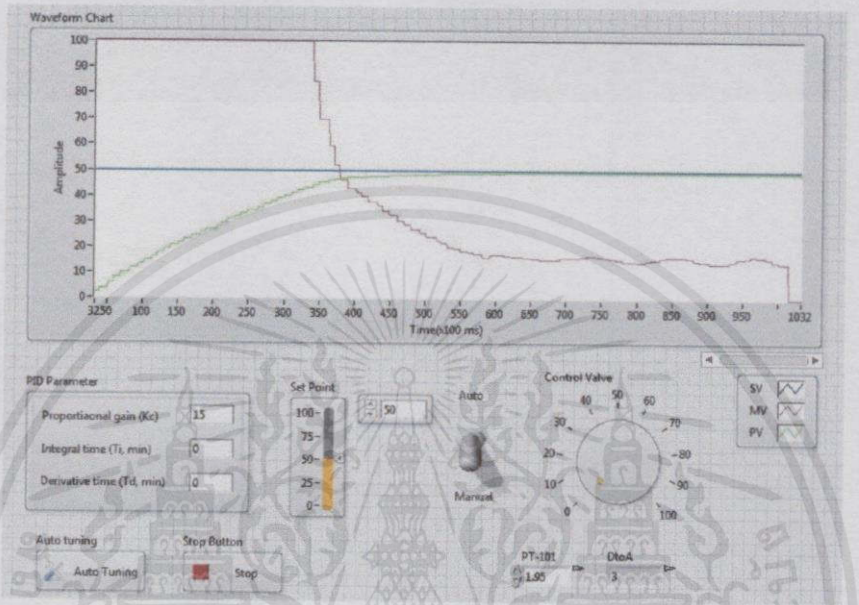
4.2 ลำดับขั้นเตรียมการทดลองควบคุม

1. ต่อท่อลมจากแหล่งจ่ายลมเข้ากระบวนการ
2. ตรวจสอบความถูกต้องของค่าPV (ค่าจากกระบวนการ)และค่าสถานะของ HART Gateway
3. ตรวจสอบตำแหน่งของ Control Valve ก่อนเปิดลม และเมื่อตรวจเสร็จแล้วจึงจะเปิดลมเข้าระบบ
4. ต้องสอบการป้อนค่าMV (ค่าควบคุม)จาก OPC Server ไปยัง PLC และตรวจสอบความถูกต้องของค่าข้อมูลรวมไปถึงการทำงานของ Control Valve
5. ตรวจสอบการส่งค่าและรับค่าจาก OPC Server มายัง LabVIEW
6. ทำการทดลองในโหมดต่างๆ คือ
   - โหมด Manual และตรวจสอบการเคลื่อนที่ของ Control Valve และค่า Process Value ในหน้า HMI
   - โหมด Auto คือใส่ค่า PID ค่าใดค่าหนึ่งและตรวจสอบค่าของ Process Value
   - โหมด Auto Tuning คือการ ใส่ PID ค่าใดค่าหนึ่ง และกดเริ่มฟังก์ชันการปรับแก้ค่า PID อัตโนมัติ จากนั้นทดลองค่า PID ใหม่และปรับ Set Point หลายๆจุด
7. การทดลองการเก็บข้อมูลของค่าต่างๆลงในไฟล์ Notepad

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ผลการทดลอง

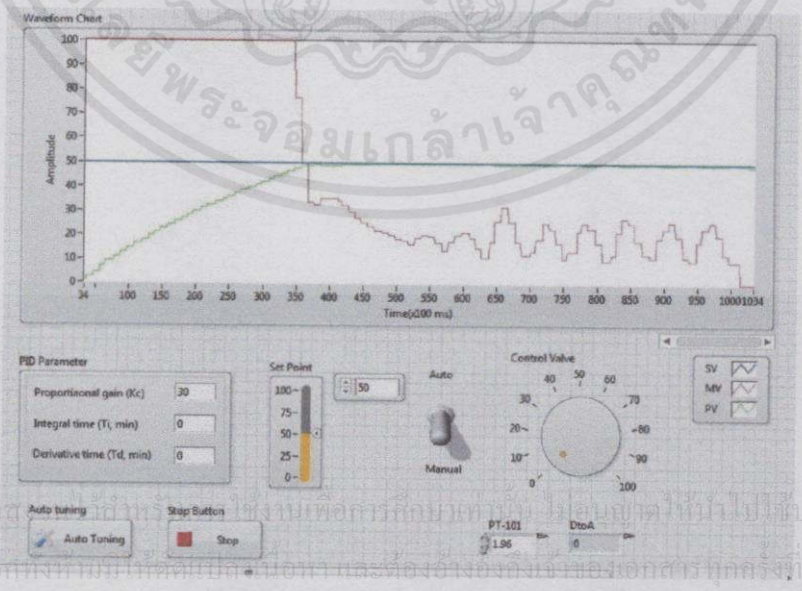
การทดลองนี้จะตั้งค่า Burst Rate ที่ 1 วินาที และค่า Scan Rate Time คือ 100 มิลลิวินาที และตั้งค่า Delay Loop 100 มิลลิวินาที เพื่อต้องการให้ผลตอบสนองต่อกระบวนการได้อย่างรวดเร็ว การทดลองปรับค่า Kc = 15 และสังเกตกราฟของกระบวนการ



รูปที่ 4.1 กราฟของกระบวนการที่ตั้งค่า Kc = 15

จะพบว่าค่า PV จะวิ่งเข้าสู่เป้าหมายเมื่อเข้าสู่เป้าหมายค่าจะคงที่และค่าควบคุมจะไม่เกิดการแกว่ง

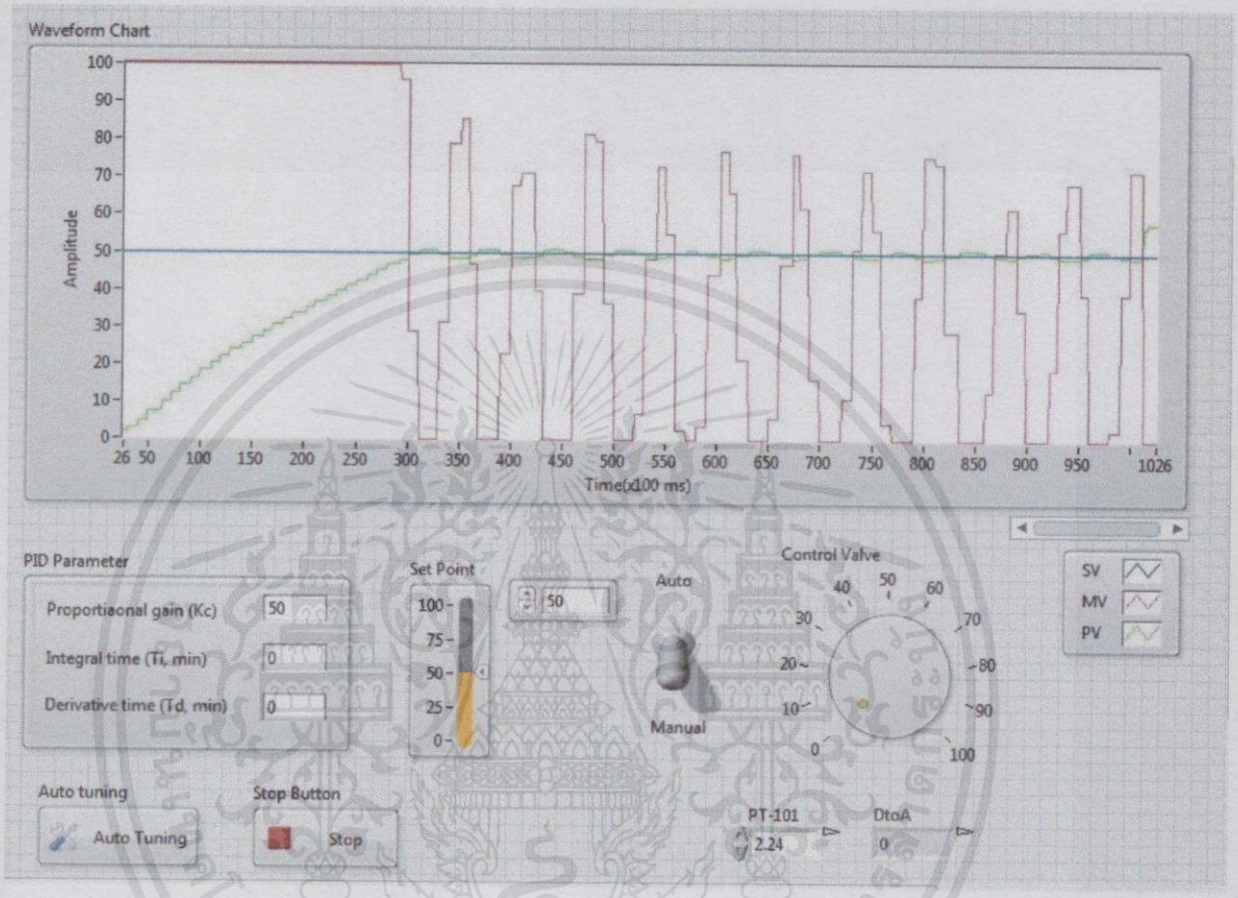
การทดลองเพิ่มค่า Kc = 30 และสังเกตกราฟของกระบวนการ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.2 กราฟของกระบวนการที่ตั้งค่า Kc = 30

จะพบว่าค่า PV ค่าของกระบวนการเข้าสู่ค่าเป้าหมายได้เร็วกว่าตั้งค่า Kc = 15 และเมื่อเข้าสู่ค่าเป้าหมายจะเกิดการแกว่งเพียงเล็กน้อยแต่จะเกิดการแกว่งของสัญญาณควบคุมเล็กน้อย การทดลองปรับค่า Kc = 50 และสังเกตกราฟของกระบวนการ

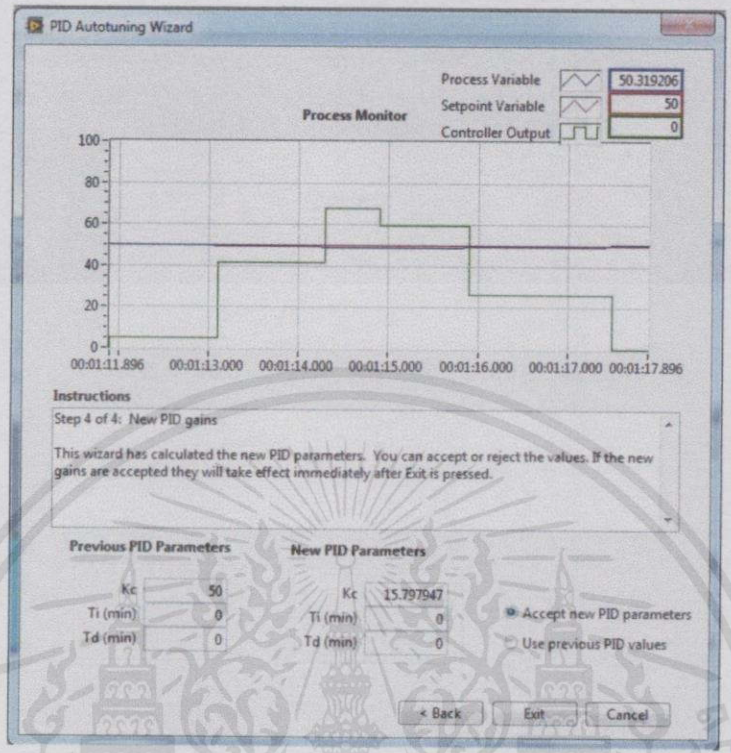


รูปที่ 4.3 กราฟของกระบวนการที่ตั้งค่า Kc = 50

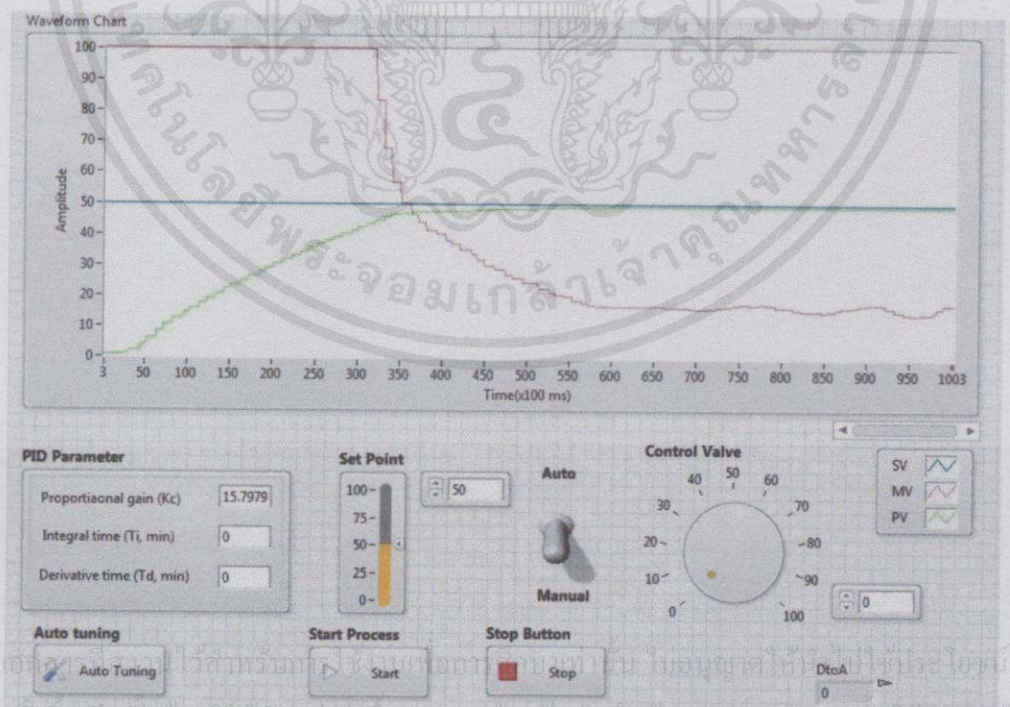
จะพบว่าค่า PV เข้าสู่ค่าเป้าหมายได้เร็วกว่าปรับค่า Kc = 30 เมื่อเข้าสู่ค่าเป้าหมายแล้วจะเกิดการแกว่งอย่างเห็นได้ชัดและค่าควบคุมก็เกิดการแกว่งเช่นเดียวกันซึ่งมีการแกว่งที่มากกว่าการปรับค่า Kc = 30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองปรับแก้ค่าโดยใช้ฟังก์ชัน Auto Tuning ของค่า Kc = 50



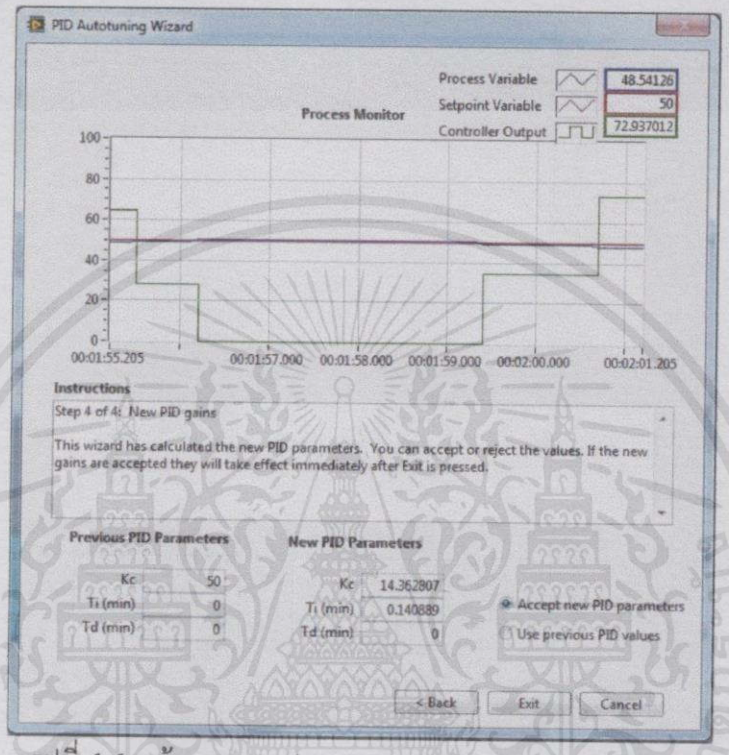
รูปที่ 4.4 หน้าแสดงผล Auto Tune ของการควบคุมแบบ P



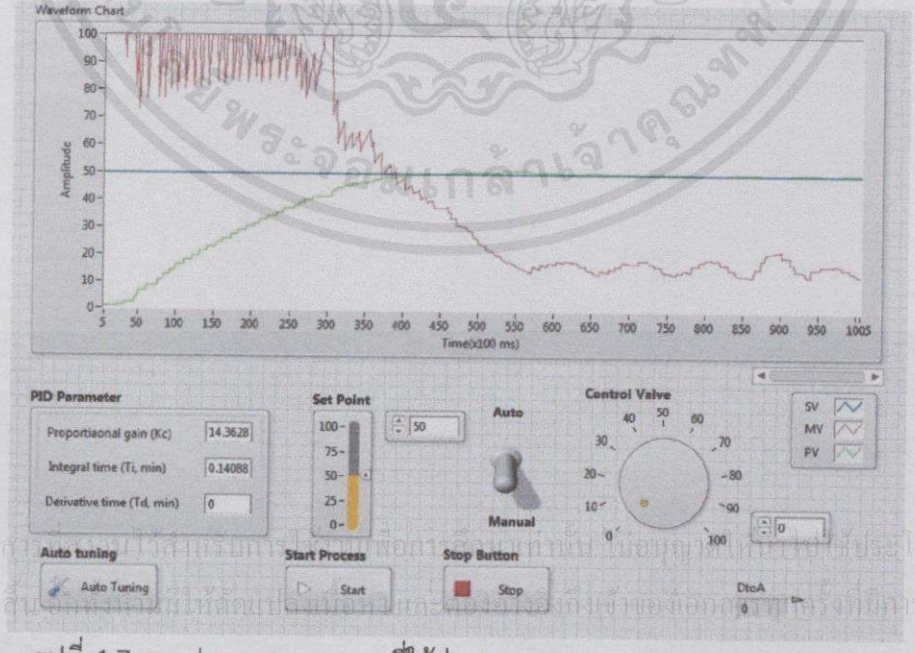
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.5 กราฟของกระบวนการที่ใช้ค่า Auto Tune ของการควบคุมแบบ P

หลังจากการใช้งานฟังก์ชัน Auto tuning แบบหาค่า P ด้วย Re-noise estimate = 0.1 โปรแกรมจะคำนวณค่า P ได้ 15.7979 จะพบว่าค่า PV ของกระบวนการจะพุ่งเข้าสู่เป้าหมายได้ช้ากว่า ค่า Kc เดิม แต่จะทำให้การแกว่งของสัญญาณควบคุมหายไปทำให้เกิดความเสถียรมากขึ้น การทดลองปรับแก้ค่าโดยใช้ฟังก์ชัน Auto Tuning ของค่า Kc = 50 โดยควบคุมแบบ PI



รูปที่ 4.6 หน้าแสดงผล Auto Tune ของการควบคุมแบบ PI

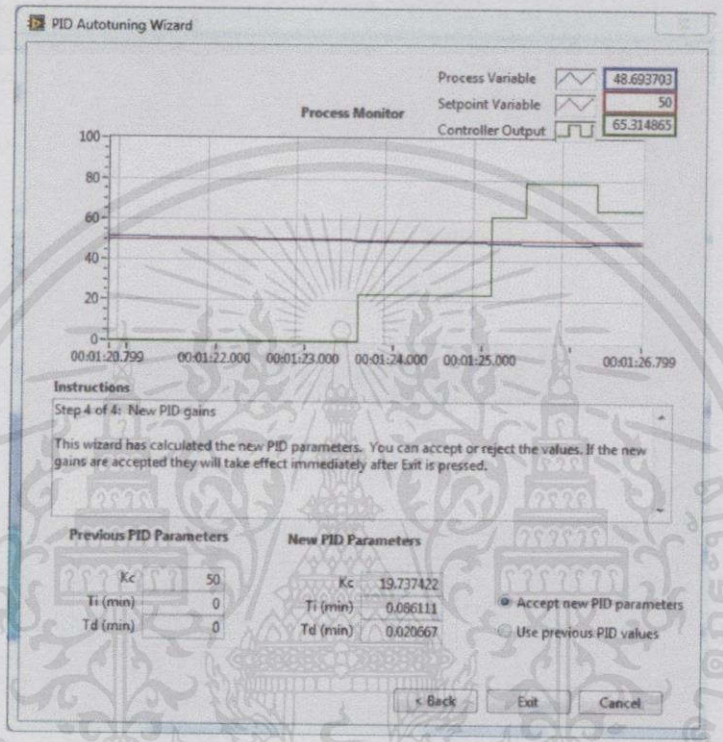


รูปที่ 4.7 กราฟของกระบวนการที่ใช้ค่า Auto Tune ของการควบคุมแบบ PI

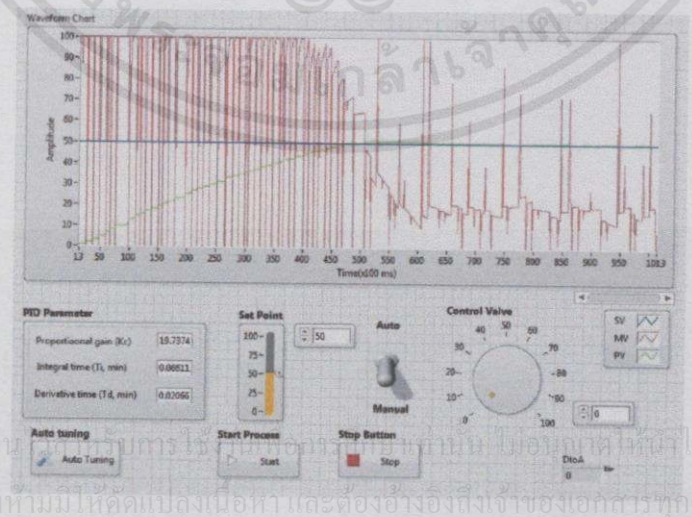
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พบว่าฟังก์ชัน Auto tuning สามารถคำนวณหาค่า PID พารามิเตอร์การควบคุมแบบ PI ได้ค่า Kc = 14.3628, Ti = 0.14088 จะเห็นได้ว่าค่า PV ของกระบวนการนั้นเข้าสู่ค่าเป้าหมายได้ไวกว่า และเกิดการแกว่งของสัญญาณควบคุมเพียงเล็กน้อย

การทดลองปรับแก้ค่าโดยใช้ฟังก์ชัน Auto Tuning ที่ค่าKc = 50 โดยการควบคุมแบบ PID



รูปที่ 4.8 หน้าแสดงผล Auto Tune ของการควบคุมแบบ PID

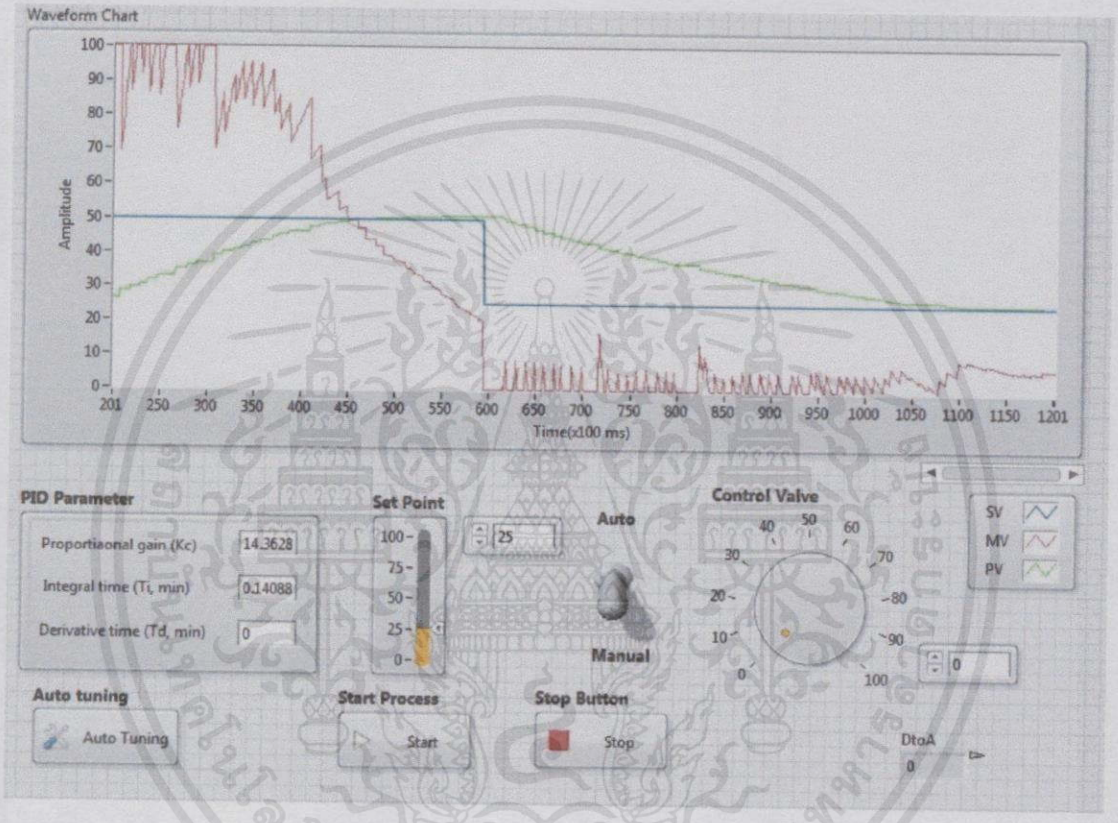


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.9 กราฟของกระบวนการที่ใช้ค่า Auto Tune ของการควบคุมแบบ PID

พบว่าฟังก์ชัน Auto Tuning สามารถคำนวณหาค่าพารามิเตอร์ได้ Kc = 19.7374, Ti = 0.08611, Td = 0.02066 จะพบว่าค่า PV ของกระบวนการเข้าสู่ค่าเป้าหมายได้ช้ากว่าแบบ PI และค่าควบคุมมีการแกว่งขึ้นลงอย่างต่อเนื่องไม่มีความเสถียร

การทดลองใช้ค่าพารามิเตอร์ที่มาจากฟังก์ชัน Auto Tuning โดยเปลี่ยนค่า Set Point ต่างๆ และสังเกตการเปลี่ยนแปลงกระบวนการ



รูปที่ 4.10 กราฟของกระบวนการที่เปลี่ยน Set Point จาก 50% เป็น 25%

ผลการทดลองโดยเปลี่ยนค่า Set Point จาก 50% เป็น 25 % พบว่าสามารถควบคุมกระบวนการเข้าสู่ค่าเป้าหมายได้ดี

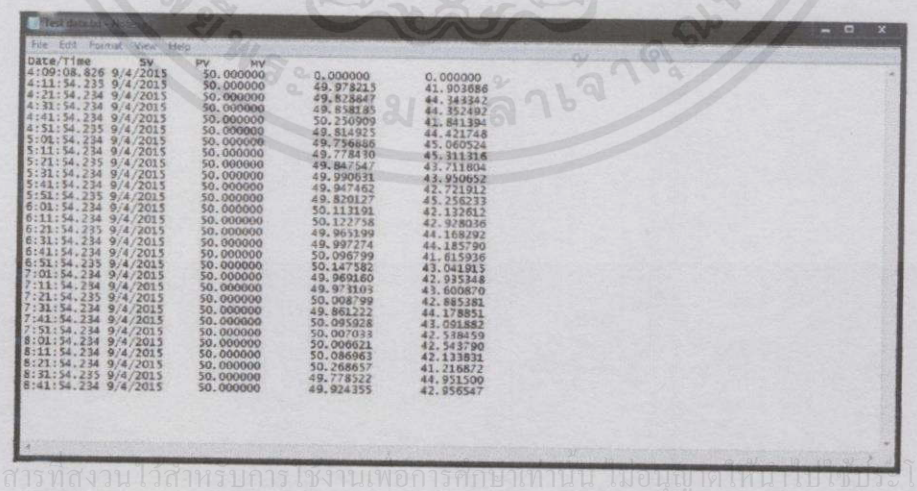
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.11 กราฟของกระบวนการที่เปลี่ยน Set Point จาก 50% เป็น 75%

ผลการทดลองเปลี่ยนค่า Set Point จาก 50% เป็น 75 % พบว่ากระบวนการสามารถควบคุมค่ากระบวนการเข้าสู่ค่าเป้าหมายได้ดี

4.4 การเก็บค่าข้อมูลลงไฟล์ Notepad

เมื่อตรวจสอบค่าข้อมูลจากไฟล์ Notepad จะได้ดังนี้



Date/Time	SV	PV	MV	
4:09:08.826 9/4/2015	50.000000	0.000000	0.000000	
4:11:54.235 9/4/2015	50.000000	49.978215	41.903686	
4:21:54.234 9/4/2015	50.000000	49.828647	44.343342	
4:31:54.234 9/4/2015	50.000000	49.858185	44.352492	
4:41:54.234 9/4/2015	50.000000	50.230909	42.841394	
4:51:54.235 9/4/2015	50.000000	49.814925	44.421748	
5:01:54.234 9/4/2015	50.000000	49.756886	45.060524	
5:11:54.234 9/4/2015	50.000000	49.778430	45.311316	
5:21:54.235 9/4/2015	50.000000	49.847547	43.711804	
5:31:54.234 9/4/2015	50.000000	49.990631	43.950652	
5:41:54.234 9/4/2015	50.000000	49.947462	42.721912	
5:51:54.235 9/4/2015	50.000000	49.820127	43.256233	
6:01:54.234 9/4/2015	50.000000	50.113191	42.132612	
6:11:54.234 9/4/2015	50.000000	50.122758	42.928036	
6:21:54.235 9/4/2015	50.000000	49.963199	44.168292	
6:31:54.234 9/4/2015	50.000000	49.997274	44.185790	
6:41:54.234 9/4/2015	50.000000	50.096799	41.615936	
6:51:54.235 9/4/2015	50.000000	50.147582	43.041915	
7:01:54.234 9/4/2015	50.000000	49.969160	42.935348	
7:11:54.234 9/4/2015	50.000000	49.973103	43.600870	
7:21:54.235 9/4/2015	50.000000	50.008799	42.885381	
7:31:54.234 9/4/2015	50.000000	49.861222	44.178851	
7:41:54.234 9/4/2015	50.000000	50.095928	43.091882	
7:51:54.234 9/4/2015	50.000000	50.007033	42.538459	
8:01:54.234 9/4/2015	50.000000	50.006621	42.543790	
8:11:54.234 9/4/2015	50.000000	50.086963	42.133831	
8:21:54.234 9/4/2015	50.000000	50.268657	41.218872	
8:31:54.235 9/4/2015	50.000000	49.778522	44.951500	
8:41:54.234 9/4/2015	50.000000	49.924355	42.956547	

รูปที่ 4.12 ค่าข้อมูลที่ถูกเก็บไว้ในไฟล์ Note Pad

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากผลการทดลองใช้ระบบ OPC Server/Client ในการรับค่าจากระบบ Wireless HART Gateway และส่งค่าไปยัง PLC OMRON C200h ที่เป็นอุปกรณ์ต่างชนิดกันและคนละยี่ห้อซึ่งมีได้ผลดี และนำยังมาประมวลผลผ่านโปรแกรม LABVIEW ใน Computer ที่มีฟังก์ชันสำหรับการออกแบบการควบคุมแบบ PID ในการควบคุมความดันในถังให้คงที่ จะพบว่าตัวควบคุมสามารถควบคุมกระบวนการให้สู่ค่าเป้าหมายได้เป็นอย่างดี และสามารถใช้งานได้ทั้งสามโหมด และฟังก์ชัน Auto Tuning สำหรับการหาค่าพารามิเตอร์ให้กับกระบวนการที่ผู้ควบคุมไม่จำเป็นต้องรู้สมการถ่ายโอนของกระบวนการก็สามารถควบคุมได้เป็นอย่างดี ถึงแม้บางครั้งจะให้ค่าควบคุมเกิดการแกว่งบ้าง

การตั้งค่า Sampling ของ Software ที่ดูความเหมาะสมโดยต้องมีความไวกว่าค่า PV ที่รับค่ามาประมวลผลพบว่า ตัวควบคุมสามารถควบคุมกระบวนที่ได้ผลตอบสนองดี ต่อกระบวนการ ในโปรแกรม LABVIEW นอกจากจะมีฟังก์ชันในการคำนวณหาค่าพารามิเตอร์หรือการหาค่าพารามิเตอร์แบบอัตโนมัติ (Auto Tuning)ที่ทำให้ควบคุมความดันในถังเข้าสู่ค่าเป้าหมายที่ต้องการได้ และยังสามารถแสดงผลค่าต่างๆหรือการป้อนค่า Set Point เพื่อควบคุมค่าเป้าหมาย เพื่อเป็น Monitoring และการเก็บค่าข้อมูลต่างๆที่ต้องการลงในไฟล์บันทึกได้เป็นอย่างดี

5.2 ข้อเสนอแนะแนวการพัฒนา

การใช้งานระบบ OPC Server/Client ในรับค่าและส่งค่าข้อมูลระหว่างอุปกรณ์นั้น จำเป็นต้องทราบถึงวิธีการต่อทาง Hardware,รุ่นของอุปกรณ์แต่ละตัว, โปรโตคอลการเชื่อมต่อและระบุ address ของหน่วยความจำนั้นๆที่ต้องการอยากถูกต้อง จึงจะสามารถใช้งานได้และยังสามารถนำค่าไปประยุกต์ใช้กับ Software อื่นๆเพื่อไป Monitoring หรือ คำนวณค่าควบคุมได้

การนำ OPC Server/Client มาใช้งานร่วมกับ โปรแกรม LABVIEW ในบางครั้งการปิดโปรแกรม LABVIEW และเปิดขึ้นมาใหม่ อาจทำให้ค่าจาก LABVIEW ไม่เชื่อมต่อกับ OPC Server แนวทางการแก้ไข คือ สามารถเรียก OPC Server ที่ใช้งานและเรียก Tag ที่ต้องการขึ้นมาใหม่ โดยไม่ต้องแก้ที่ตัวโปรแกรม LABVIEW มากนักก็สามารถใช้งานได้เป็นปกติ การควบคุมการหาค่าพารามิเตอร์แบบอัตโนมัติแบบ P จะมีความเสถียรและเหมาะสมมากกว่าแบบอื่นๆ ทั้งนี้เพราะกระบวนการที่ควบคุมเป็นกระบวนการที่ช้าซึ่งเหมาะสมกับแบบ P มากกว่า

แนวทางการพัฒนานำระบบ OPC Server/Client ไปใช้งานค่อนข้างหลากหลายและขึ้นอยู่กับผู้พัฒนาเพราะสามารถเชื่อมต่อได้หลากหลายยี่ห้อของอุปกรณ์และยังสามารถนำค่าไปใช้ร่วมกับโปรแกรมในการสร้างหน้าจอ HMI นอกจากโปรแกรม LABVIEW อย่างเช่น WinCC เป็นต้น

เอกสารนี้เป็น... ไม่ว่ากร... ...ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

บรรณานุกรม

1. รศ.อาจินต์ น่วมสำราญ, “การวัดคุมเสมือนด้วยโปรแกรม LabVIEW”, 2554

2. กิจไพบูลย์ ชีวพันธุศรี, “LabVIEW ซอฟต์แวร์เพื่อการพัฒนาระบบการวัดและควบคุม, ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2554

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

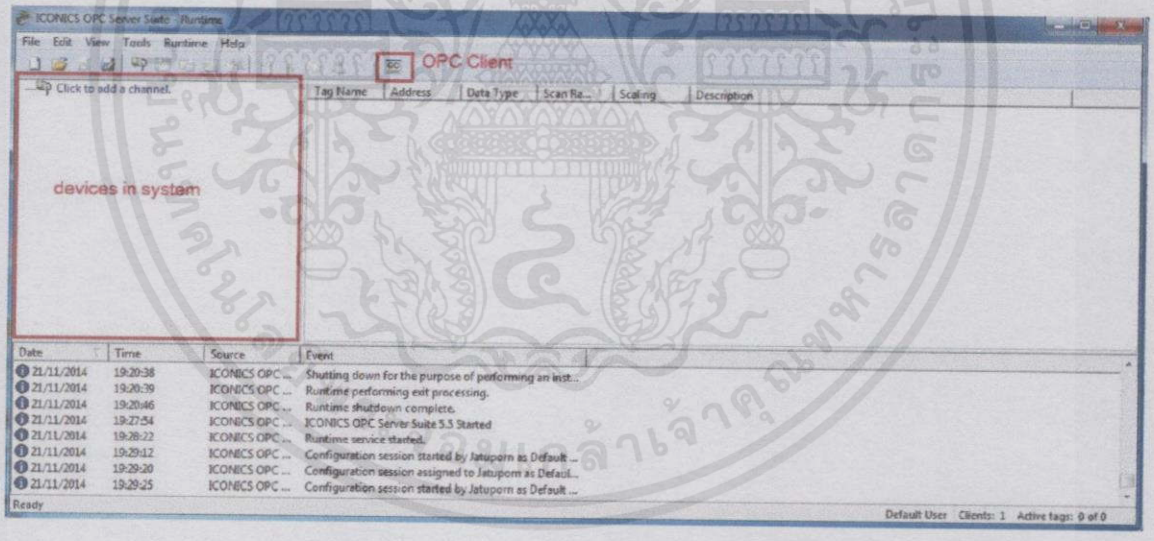
ก. การเชื่อมต่อระหว่าง NI OPC Server/Client กับ PLC OMRON C200H

การเชื่อมต่อนี้จะติดต่อกับคอมพิวเตอร์ผ่านทางพอร์ตอนุกรมใน PLC Host link หรือ ผ่านทางสาย RS-232 และจะมีสายเปลี่ยนจาก RS-232 เป็น USB เพื่อสะดวกในการเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์โดยมี Driver UC232a เป็นโปรโตคอลในการติดต่อเข้าคอมพิวเตอร์

ตัวอย่างการ Tag Register ที่ Input แบบข้อมูล Boolean

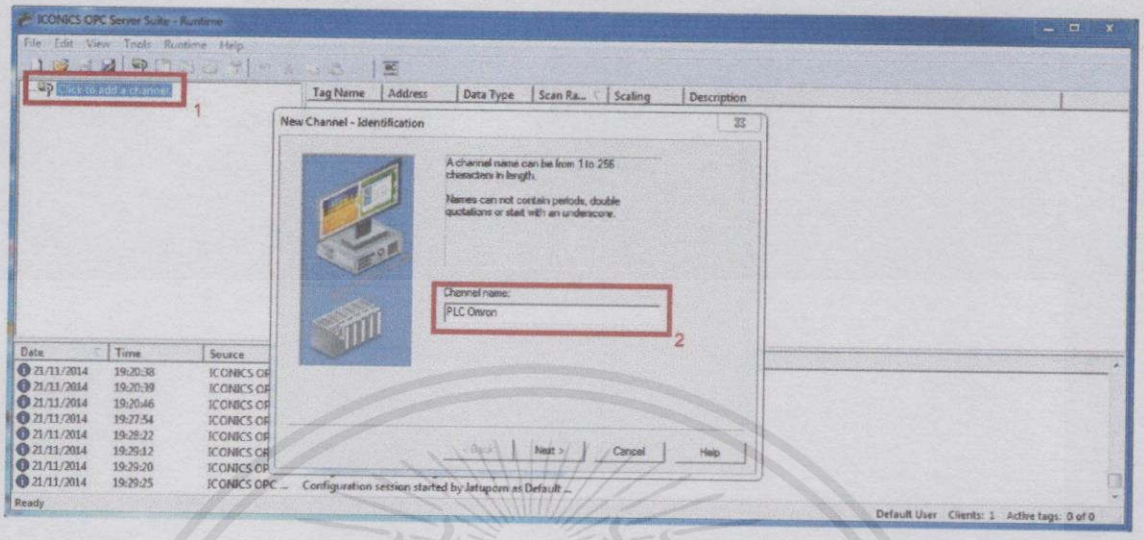
ขั้นตอนในการ Tag Register ของ PLC เพื่อติดต่อกับ OPC ในการรับค่าสวิตช์มีดังนี้

1. เปิดโปรแกรม NI OPC Server/Client จะพบว่าหน้าตามีรูปร่างแบบดังนี้ และมีส่วนประกอบของ OPC Client ในการดูค่าข้อมูล หรือการนำค่าข้อมูลไปใช้งานต่อภายในโปรแกรมอื่น ทาด้านซ้ายจะเป็นรายชื่ออุปกรณ์ในระบบที่เราจะพิจารณาช่องทางด้านขวาเป็น Address ที่เราจะนำค่ามาใช้หรือพิจารณา ช่องด้านล่างเป็นบันทึกการทำงานของโปรแกรม OPC

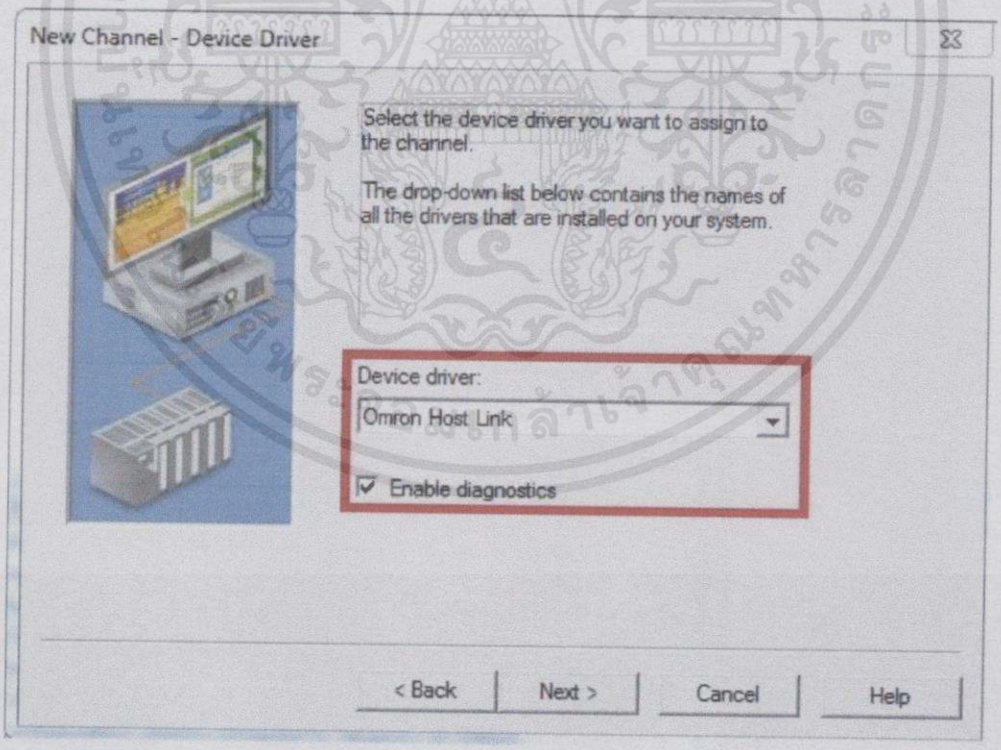


2. ทำการคลิกที่ช่องสี่แดง 1 ในภาพ เพื่อเริ่มการ Config ซึ่งเป็นการแบ่ง Channel ทำให้ง่ายต่อการทำงานเพื่อเราจะต้องแบ่งระบบหรือการติดต่อที่หลากหลายอุปกรณ์ ในที่นี้จะเชื่อมต่อกับ PLC Omron ส่วนในช่องที่ 2 จะเป็นการระบุชื่อ เมื่อเสร็จสิ้นก็ทำการกด next

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

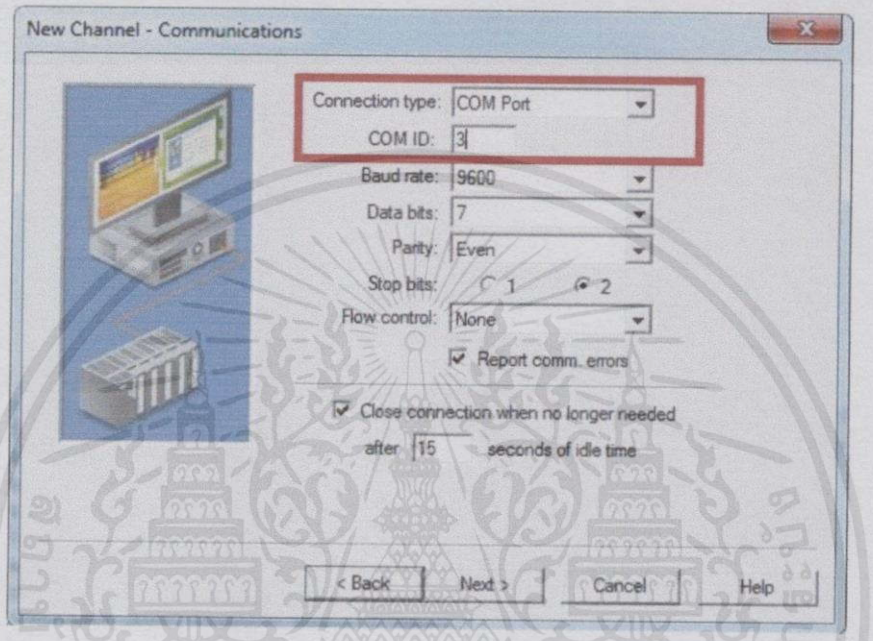


3. ในหน้านี้จะเป็นการเลือก Device Driver ให้ตรงรุ่นและการติดต่อตามที่ต่อในส่วนของ Hardware ซึ่งมีให้เลือกหลายรุ่น เป็นข้อดีของโปรแกรมนี้ในการจัดการกับอุปกรณ์หลายๆ ยี่ห้อ ในที่นี้จะเลือก Omron Host link และทำการเลือก Enable diagnostics ดังรูป

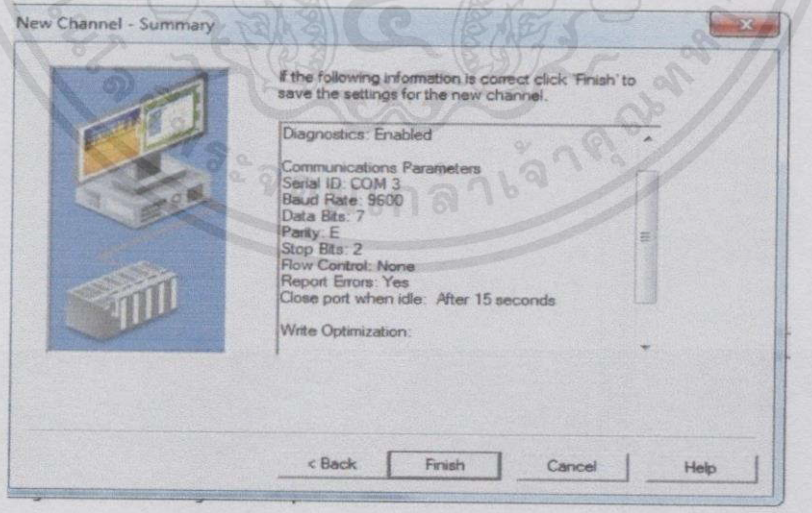


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. หน้านี้เป็นการตั้งค่าข้อกำหนดในการเชื่อมต่อระหว่างกัน ซึ่งในภาพเราต้องเลือกผ่านทาง Com port และดูว่าเราต่อผ่านทางพอร์ตในซึ่งสามารถตรวจดูในคอมพิวเตอร์ของตนเอง รายละเอียดอื่นๆจะเกี่ยวข้องกับการส่งข้อมูล ซึ่งโปรแกรมจะตั้งค่ามาตรฐานมาให้ ซึ่งสามารถนำมาใช้ได้เลยและ Next ต่อไปได้เลย

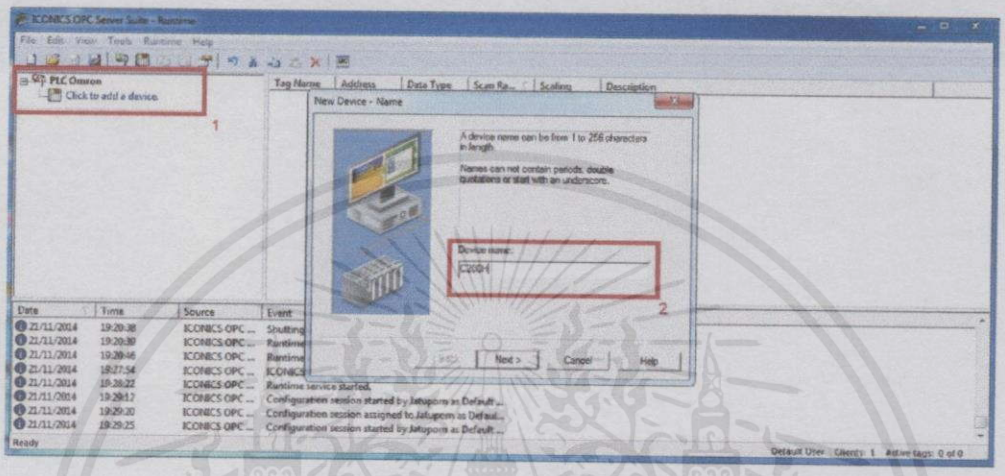


5. ในหน้าต่างนี้จะเป็นการสรุปข้อกำหนดต่างๆในการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ที่ต้องการซึ่งหน้าก่อนหน้านี้สามารถกด Next มาได้ตลอด เพราะตัวโปรแกรมจะตั้งค่ามาตรฐานมาให้แล้ว

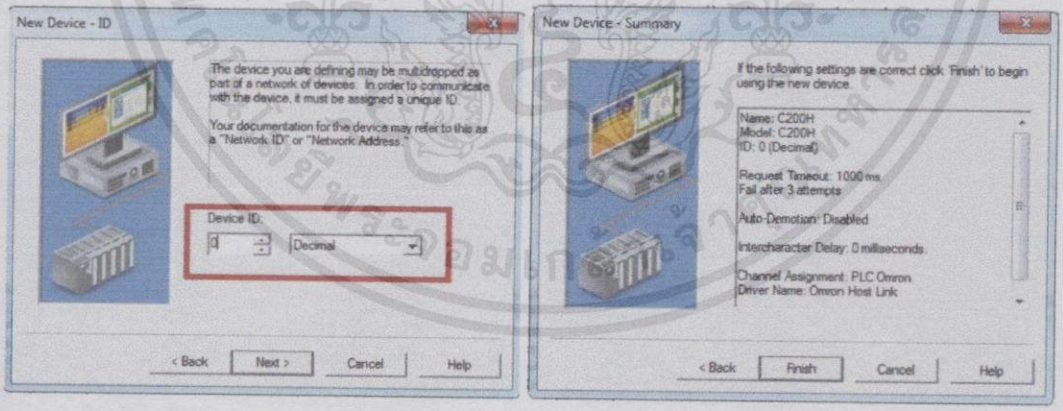


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อเสร็จสิ้นการกำหนดอุปกรณ์แล้วจะได้แบบดังภาพ ซึ่งเราจะต้องกำหนดรายละเอียดรุ่นของอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อ โดยทำการคลิกที่ 1 จะมีหน้าต่างมาดังภาพและทำการเลือกรุ่นของอุปกรณ์ ในที่นี้จะเป็น PLC Omron รุ่น C200H

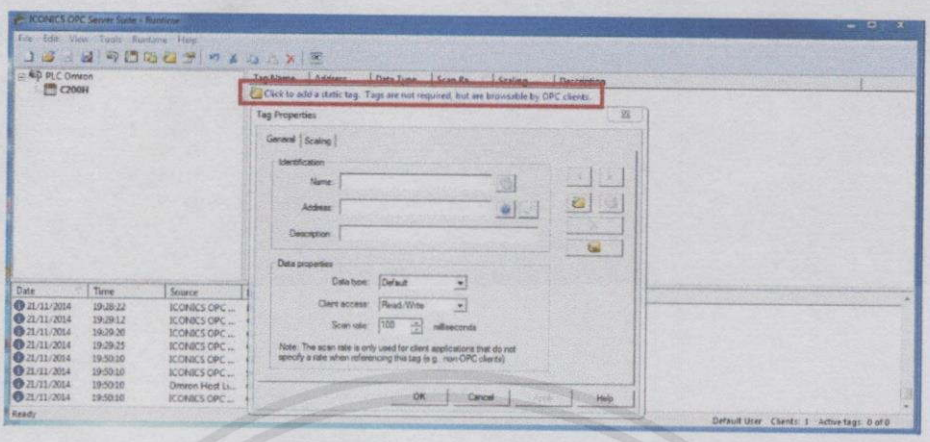


6. ในขั้นต่อไปจะเจอกับหน้าต่างที่ระบุ เลข Device id ที่ถูกกำหนดของ PLC ซึ่งต้องใช้อีกโปรแกรมตรวจสอบ แต่ในหน้าที่นี้จะเป็นค่าศูนย์ และทำการกด Next ต่อเรื่อยๆจะเจอกับรายละเอียดซึ่งไม่ต้องปรับค่าก็สามารถใช้งานได้ จนเจอภาพที่สองดังนี้

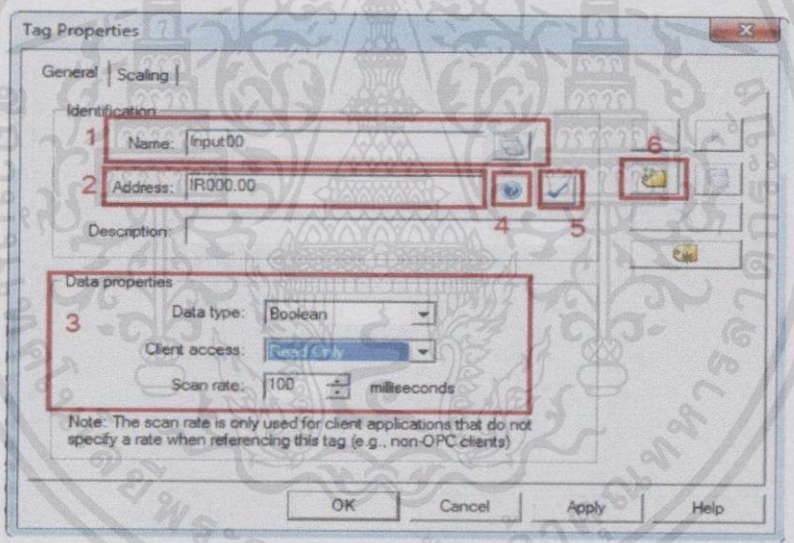


7. เมื่อทำขั้นตอนข้างต้นเสร็จหมดแล้ว ในขั้นต่อไปจะต้องทำการ Config register ที่จะใช้ในระบบ หรือทำการ Tag ข้อมูล Input Output ที่เกี่ยวข้องซึ่งจะยกตัวอย่างการรับค่า Input โดยการคลิกในช่องสีแดงในรูป

เอกสารนี้มีการที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



จะปรากฏหน้าต่างตรงกลางตามรูปด้านล่าง



จากรูปจะเขียนเป็นหมายเลขเพื่อให้เข้าใจในแต่ละส่วน

1. Name คือ การระบุชื่อ Tag ตามที่เราต้องการ
2. Address คือ การระบุ Register ของข้อมูลที่เราจะดึงมา ซึ่งในที่นี้ PLC ต่อกับสวิตช์เพื่อรับค่า Input ที่ Internal Relay 0 ขาที่ 0 ซึ่งโปรแกรมนี้สามารถดูรายละเอียดRegister ของ PLC แต่ละรุ่นได้ในเลข 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เป็นส่วนของการใส่รายละเอียดค่าที่เรา Tag แต่เมื่อเรากดที่เลข 5 แล้วข้อมูลตรงนี้จะถูกกำหนดมาให้ตามชนิดของมัน

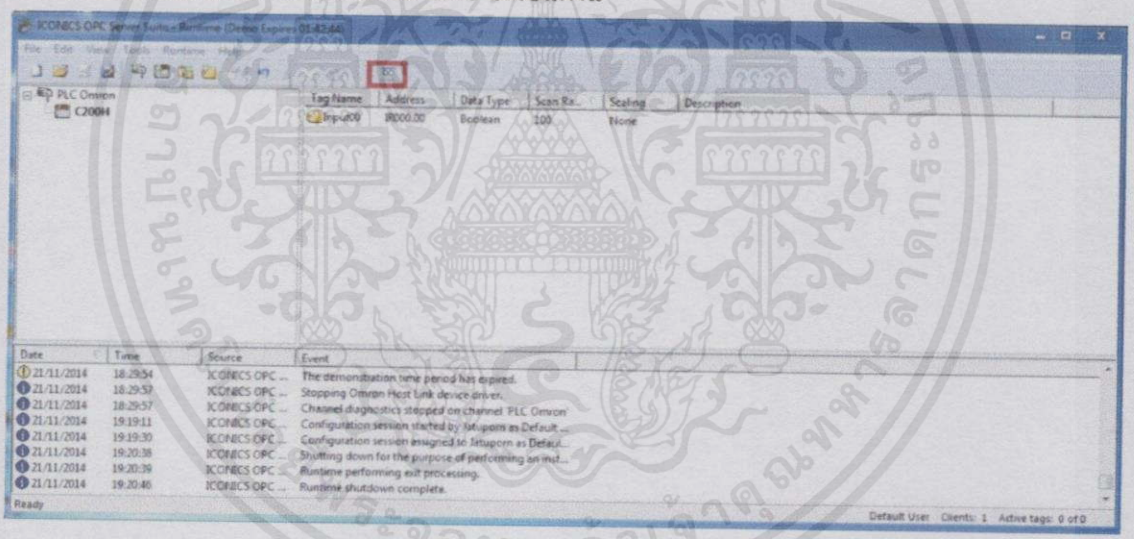
- Data type คือ ชนิดของข้อมูล ในที่นี้เป็น Boolean เพราะพิจารณาเป็นค่า Bit
- Client access คือ การเลือกว่า Tag นั้นเป็นชนิดที่ Read only หรือ Read / Write Only
- Scan rate คือ เวลาในการสแกนข้อมูลซึ่งถ้าใช้ละเอียดมากไปจะทำให้เปลืองความจำ

4. ปุ่มในการช่วย จะช่วยบอกถึงรายละเอียดของ Register ที่อุปกรณ์นั้นๆ มี

5. ปุ่มตรวจสอบความถูกต้องของ Address ที่เราอ้างอิงถึง

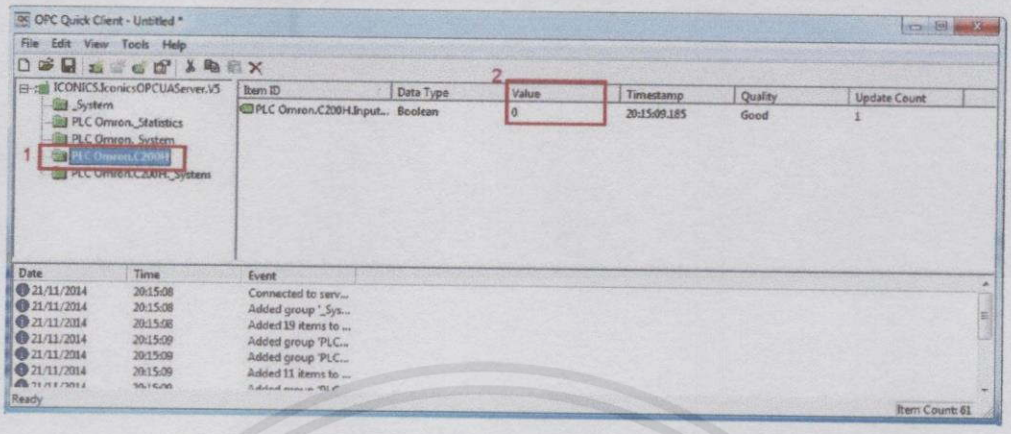
6. ปุ่มในการ Tag เพิ่มเติมเมื่อต้องการ Input ที่ Register เดียวกันในหลายๆ Tag สามารถทำได้อย่างรวดเร็ว

เมื่อเสร็จขั้นตอนทั้งหมด หน้าโปรแกรม OPC จะเป็นดังนี้



ในที่นี้ยกตัวอย่างการรับค่า Input จาก Register IR00.00 เมื่อต้องการ Monitoring ค่าที่ถูก tag โดยกดปุ่มในกรอบสีแดง คือ OPC Client จะได้ว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เมื่อหน้าต่างเปิดขึ้นให้เลือกตามกรอบเลข 1 จะสามารถเห็นค่า value ในกรอบสีแดงเลข 2 ดังภาพ เมื่อทำการทริกสวิตช์ค่า Value จะเป็น 1

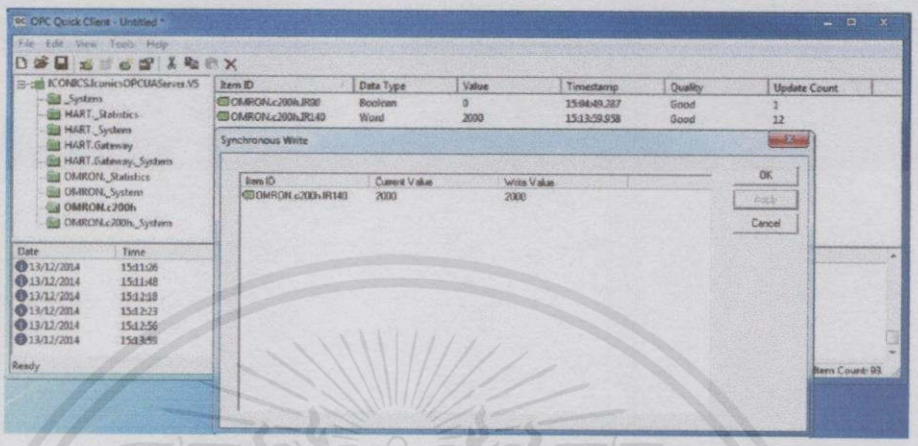
ในกรณีจะ Tag กับอุปกรณ์อื่น หรือการสร้าง Chanel ใหม่ โดยไปหน้า OPC Server ช่องทางด้านขวาแล้ว คลิกขวา สร้าง new channel หรือ การติดต่อกับ PLC Omron ในรุ่นอื่นๆก็ทำการเลือก Channel ของ Omron แล้วคลิกขวาเลือก new device

ตัวอย่างการ Tag Register ที่ output แบบ Digital to Analog

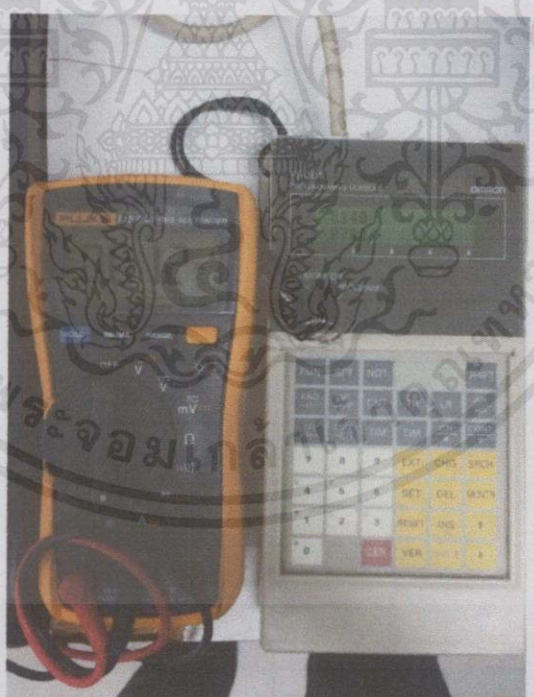
ใน PLC Omron c200h มีโมดูลของการแปลง Digital ไปยัง Analog ที่เป็นค่ามาตรฐาน 4-20 mA และ 1-5VDC ใน Register IR140 ชนิดของข้อมูลเป็นแบบ Word สามารถเลือกต่อได้ตามภาพด้านล่าง มีข้อกำหนดของโมดูลในการต่อวงจรซึ่งอ่านได้ใน Manual เพื่อนำไปต่อในการควบคุมการเคลื่อนขึ้นและลงของ Control Valve ต่อไป โดยการ Tag register address IR140 ไปยัง OPC Server (ในหัวข้อ 3.1.1.1 เริ่มตั้งแต่ขั้นตอนที่ 7)แล้วต่อสายตาม Terminal ในคู่มือ เข้ากับ อุปกรณ์วัดกระแสไฟฟ้ากระแสตรง และการดูค่าข้อมูลใน Register IR140 โดยใช้ Hand Held Programming ซึ่งตามคู่มือของการจ่ายค่ามาตรฐานนั้นจะสามารถดูได้จากกราฟด้านล่าง ลองป้อนค่าของ IR 140 โดยผ่านทาง OPC Client ที่ใช้ในการจัดการค่าที่ถูก Tag ใน OPC Server ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ทำการทดลองป้อนค่า IR140 เป็น 2000 ซึ่งได้ผลตามดังรูป



การป้อนค่า IR140 เป็น 2000 ใน OPC Client



ผลการป้อน IR140 เป็น 2000 ซึ่งได้ผลออกมาได้กระแส 12mA และค่า ใน Register เป็น 7D0 เป็นฐานสิบหกเมื่อแปลงมาได้ 2000 จริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

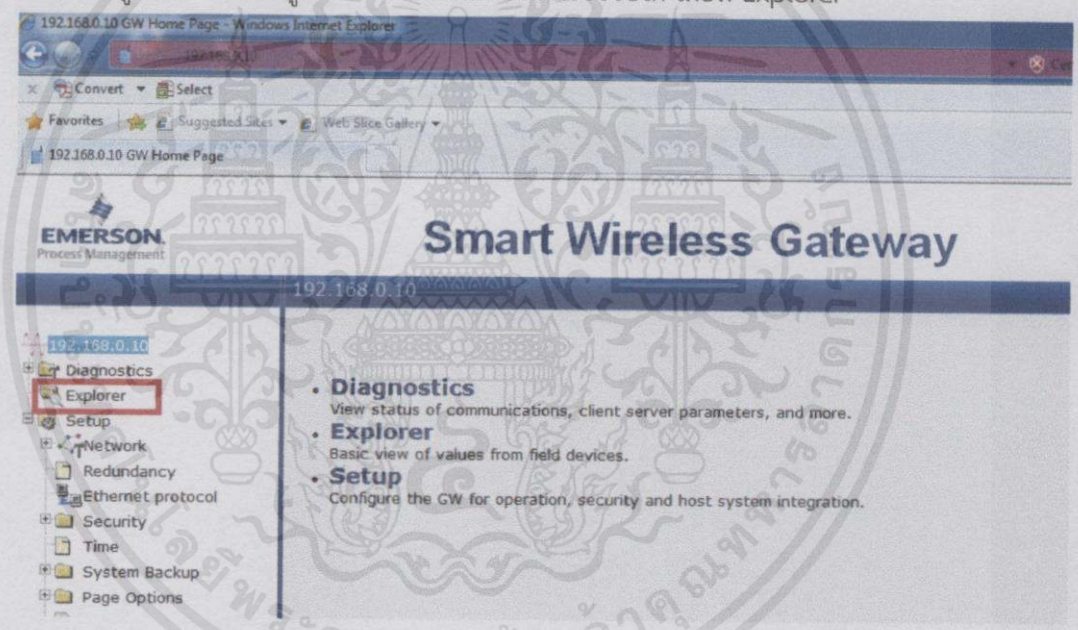
ข. การเชื่อมต่อระหว่าง Wireless HART กับ ICONIC OPC UA KEPserver Ex V5

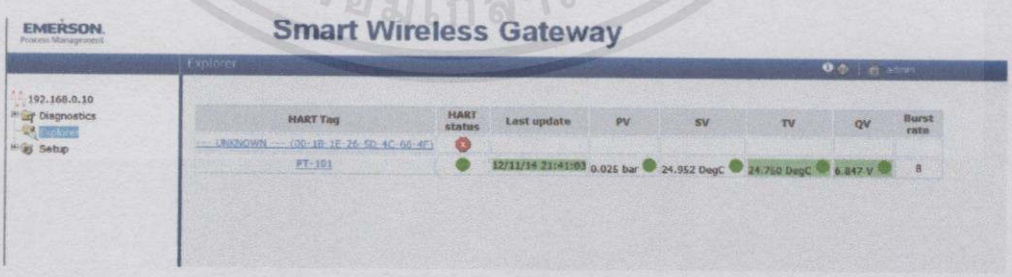
การเชื่อมต่อนั้นจะติดต่อกับ Computer และ HART Gateway ซึ่ง เป็นตัวรับค่าและติดต่อกับ Transmitter device แบบ wireless โดยผ่านระบบ Network ที่มี wireless hub เป็นสื่อกลางในการติดต่อ

โดยเริ่มแรก เราต้องนำ Computer เชื่อมต่อกับ Hub ผ่าน wireless

1. เมื่อติดต่อกับ wireless hub แล้วจากนั้น เข้า web browser ในที่นี้ Gateway จะมี IP คือ 192.168.0.10

จะได้ตามรูปโดย สามารถดูสถานะเชื่อมต่อและค่าที่ตรวจจับได้ โดยที่ Explorer

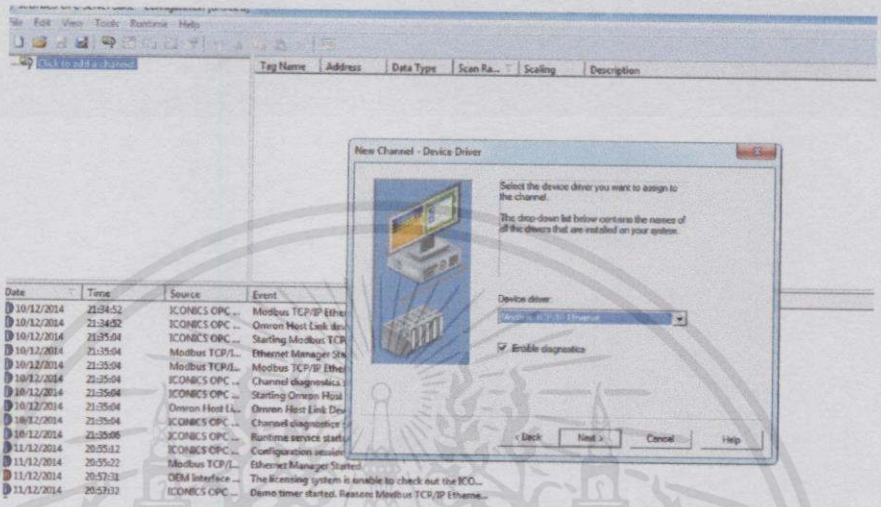




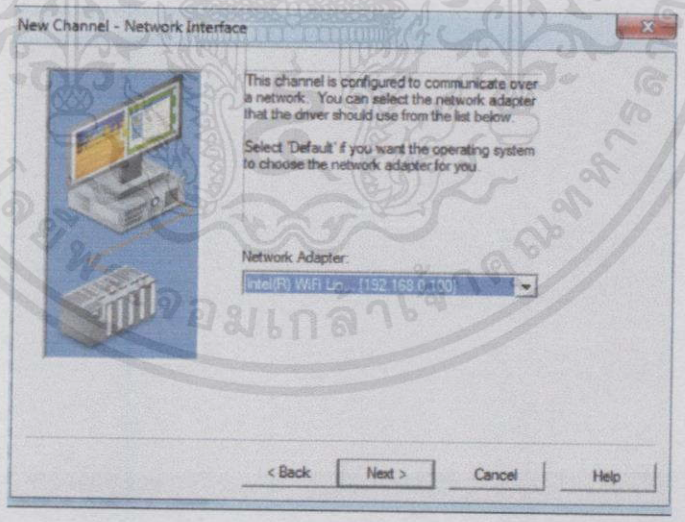
จากรูปจะเห็นได้ว่ามีอุปกรณ์ PT-101 ซึ่งเป็น transmitter และบอก สถานการณ์เชื่อมต่อ ค่าที่อ่านได้ตามรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เปิดโปรแกรม ICONIC OPC Server และสร้าง Channel ใหม่ ในการเชื่อมต่อจะเลือก driver เป็นแบบ Modbus TCP/IP ตามรูป



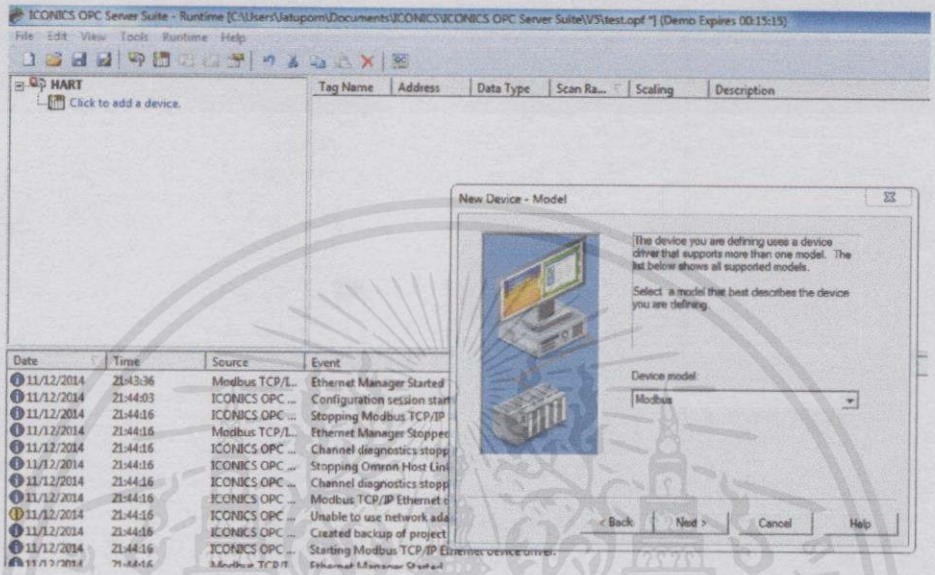
3. เมื่อเลือก Driver แล้วในช่อง Network Adapter ในการติดต่อผ่าน Wifi จะต้องเลือก Driver ของการ์ด LAN เราด้วยตามรูป



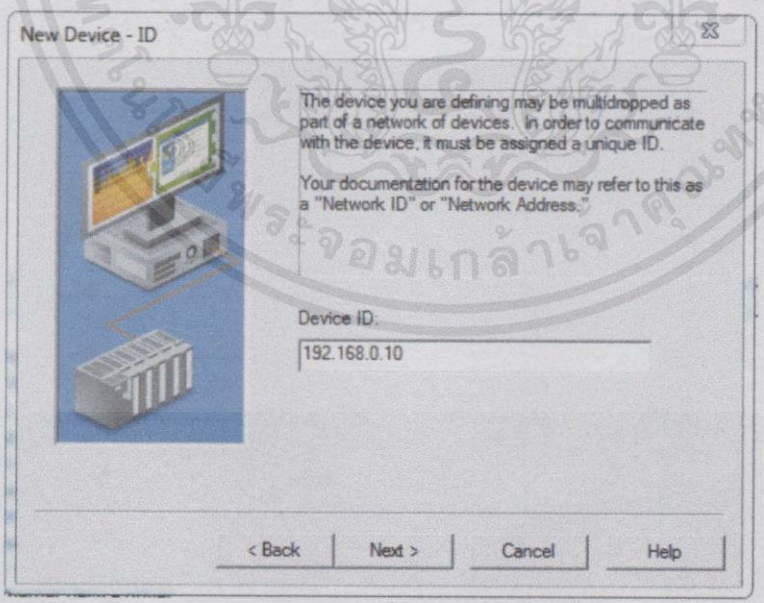
ในส่วนนี้เมื่อกด next แล้ว จะเป็นรายละเอียดของการติดต่อซึ่งโปรแกรมจะตั้งค่ามาตรฐานไว้แล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. เมื่อเสร็จสิ้นขั้นตอนด้านบนจะได้ Channel ของอุปกรณ์ HART จากนั้นทำการ add device ใส่ชื่อแล้วช่องทางการติดต่อ wireless จะใช้แบบ Modbus ดั้งภาพ

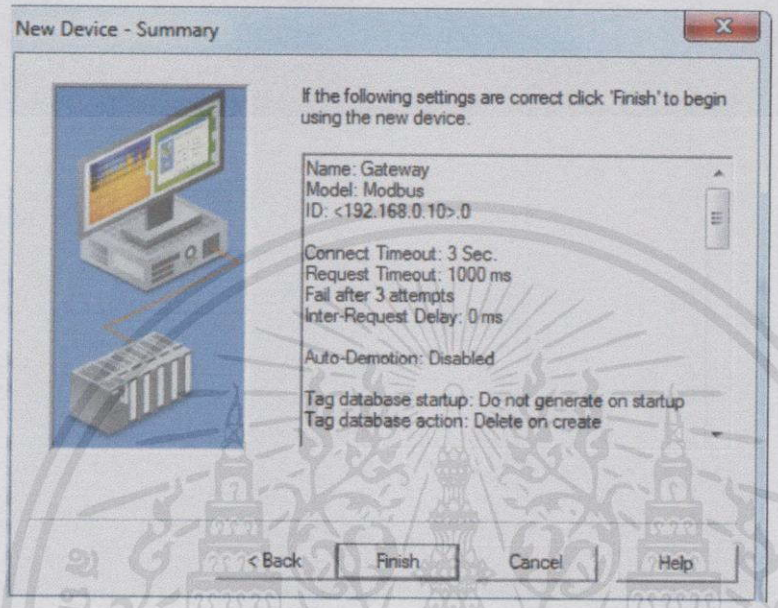


5. เมื่อเลือกการติดต่อแบบ Modbus TCP/IP จะต้องตั้งค่า IP ของ gateway ซึ่งถูกตั้งไว้แล้วเป็น 192.168.0.10 แล้วใส่ไปในช่องตามภาพ

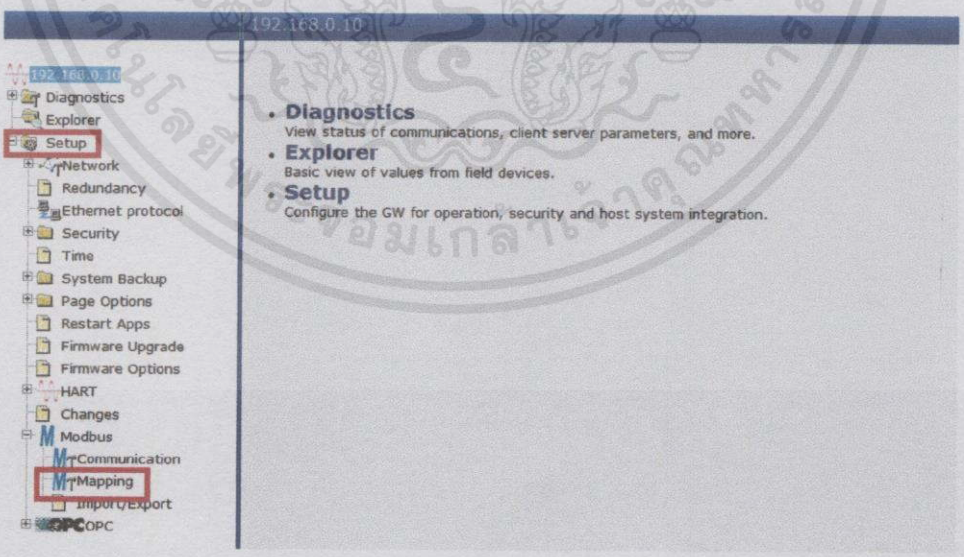


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. หลังจากหน้านี้จะเป็นการใส่รายละเอียดของการติดต่อซึ่งสามารถกด next ไปได้เรื่อยๆจนเสร็จสิ้นตามภาพ เพราะโปรแกรมจะตั้งค่า มาตรฐาน เช่น port number

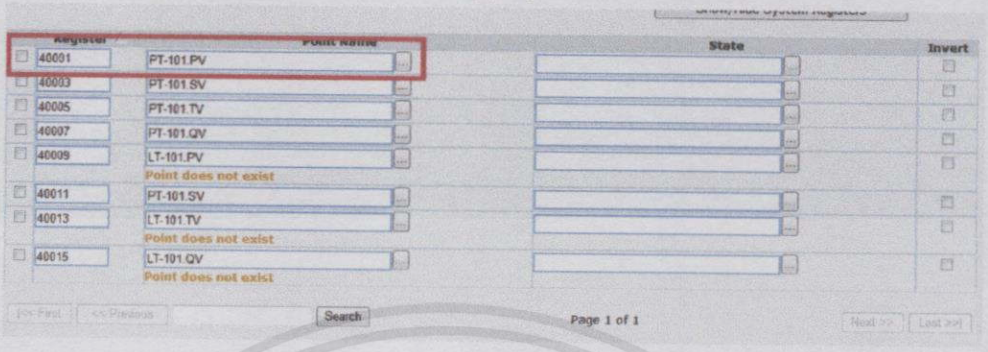


7. ต่อไปเป็นการติด Tag register ซึ่งเราจะต้องดูค่าว่า ค่าที่เราต้องการถูก Tag อยู่ใน Register ไหนของ Gateway โดยเข้าที่ Web Browser แล้วพิม IP address ของ gateway จะได้แบบรูปภาพ

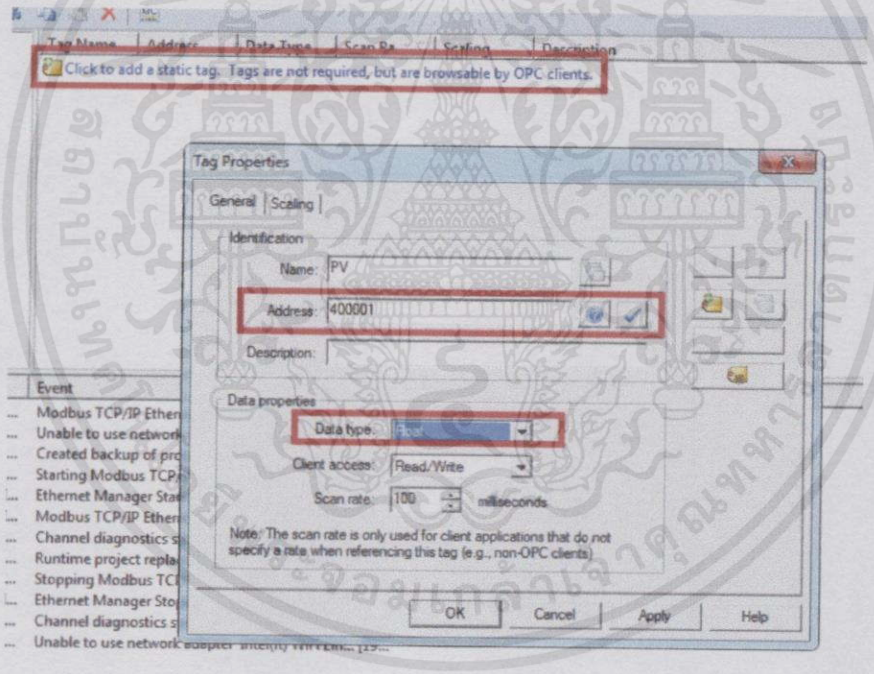


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำการเลือกหน้าของ Setup แล้วเลือกที่ Mapping จะได้ตามภาพด้านล่าง



จากภาพนี้ ในกรอบสีแดง คือ สิ่งที่เราจะต้องการ tag ค่านี้ซึ่งเป็นค่า Pressure โดยมี Register 40001 จากนั้นทำการ Tag ในโปรแกรม ICONIC OPC



จากรูปในกรอบสีแดง ช่อง Address จะใส่ Register ที่เราต้องการซึ่งหาใน web browser ส่วน Data type ควรจะต้องเลือกเป็น Float เพราะค่าที่อ่านนั้น เป็นจุดทศนิยม

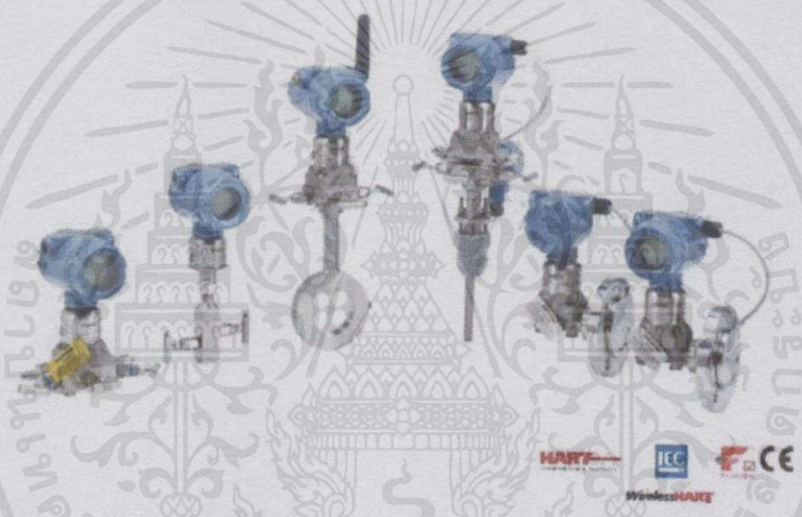
การ OPC Client เพื่อดูว่า ค่าที่เราต้องการหรือ PV นั้นสามารถดึงออกมาได้ไหม ถ้าการส่งข้อมูลดี จะมีสถานะของการส่งข้อมูลและค่าข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค. Data Sheet ของ Pressure Transmitter

Product Data Sheet
October 2014
00813-0100-4801, Rev TA

Rosemount 3051S Series of Instrumentation
Scalable pressure, flow, and level solutions



Innovation reaching across your operation

With the Rosemount 3051S Series of Instrumentation, you can optimize your operation in these critical areas: production, quality, energy efficiency, and safety and environment. By leveraging the power of the scalable Rosemount 3051S across your entire operation, you'll be able to minimize process variability, gain greater process insight, reduce maintenance and downtime, and meet regulatory demands. What's more, it's easy for your people to use, ensuring you will realize the full potential of your measurement investment.

ROSEMOUNT

EMERSON.
Process Management

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้