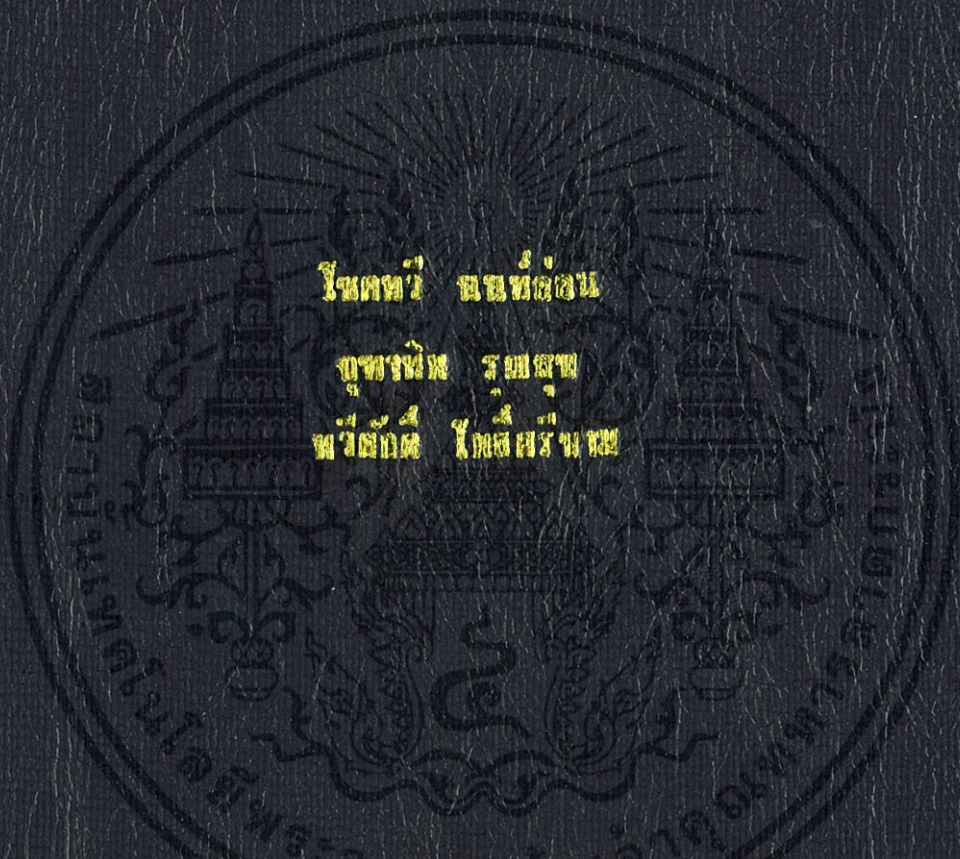


ผลกระทบบของค่าความหน่วงไต่ที่เกดจากเวลาหน่วงบนโครงข่ายโปรฟิอุสเน็ตเวิร์ค
Effect of Delay-Time caused PID Controller
on Profibus PA Network



ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของงานพัฒนาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2557

ผลกระทบของตัวควบคุมพีไอดีที่เกิดจากเวลาหน่วงบนโครงข่ายโพรฟิบบัสพีเอ

Effect of Delay-Time caused PID Controller

on Profibus PA Network



เนื้อหาส่วนนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมการวัดคุม ภาควิชาวิศวกรรมการวัดคุม

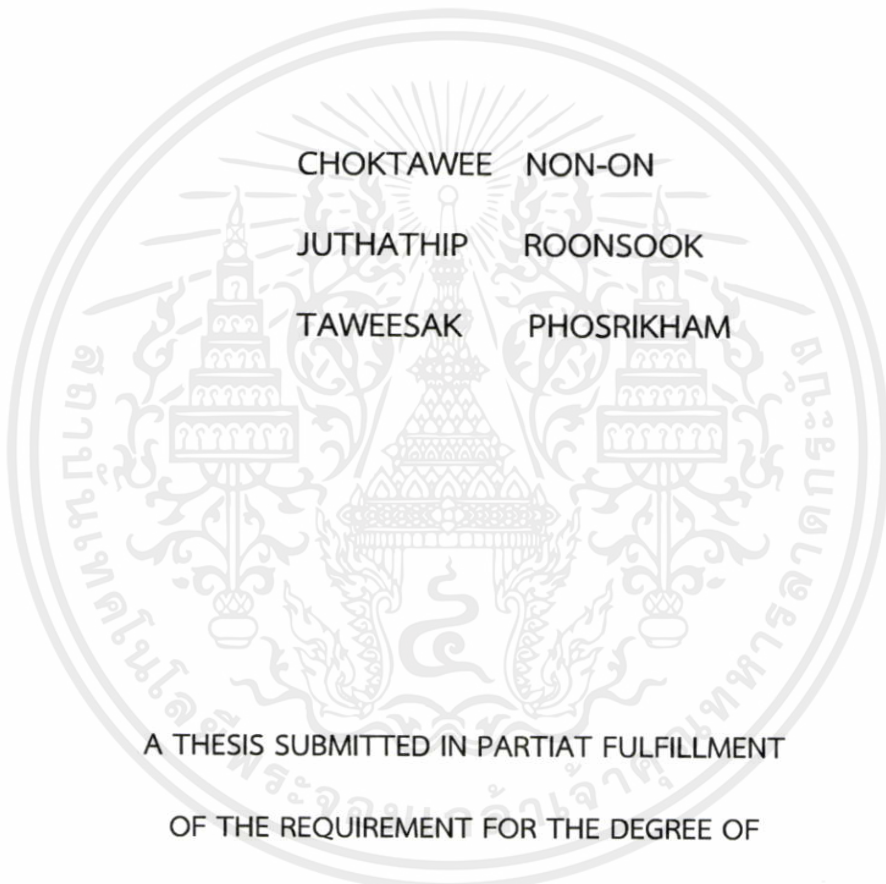
คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2557

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Effect of Delay-Time caused PID Controller
on Profibus PA Network



A THESIS SUBMITTED IN PARTIAT FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

BACHELOR OF ENGINERRING IN INSTRUMENTATION ENGINEERING

FACUTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

ACADEMIC YEAR 2014

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญาานิพนธ์ปีการศึกษา 2557

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปริญญาานิพนธ์

.....

หัวข้อปริญญาานิพนธ์ ผลกระทบของตัวควบคุมพีไอดีที่เกิดจากเวลาหน่วงบนโครงข่ายโพรฟิบบัสพีเอ
Effect of Delay-Time caused PID Controller on Profibus PA Network

นักศึกษาผู้จัดทำ นายโชคทวี นนทอ่อน รหัสนักศึกษา 54010342

นางสาวจุฑาทิพ รุณสุข รหัสนักศึกษา 54010227

นายทวิศักดิ์ โพธิ์ศรีขาม รหัสนักศึกษา 54010507

อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์สักริยา ชิตวงศ์
ปีการศึกษา 2557

| อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญาานิพนธ์ | ลายมือชื่อ |
|-------------------------------|---|
| รองศาสตราจารย์สักริยา ชิตวงศ์ |  |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญาานิพนธ์ ผลกระทบของตัวควบคุมพีไอดีที่เกิดจากเวลาหน่วงบนโครงข่ายโปรฟิบบัสพีเอ

Effect of Delay-Time caused PID Controller on Profibus PA Network

| | | |
|------------------|-------------------------------|-----------------------|
| นักศึกษาผู้จัดทำ | นายโชคทวี นนท์อ่อน | รหัสนักศึกษา 54010342 |
| | นางสาวจุฑาทิพ รุณสุข | รหัสนักศึกษา 54010227 |
| | นายทวีศักดิ์ โพธิ์ศรีขาม | รหัสนักศึกษา 54010507 |
| อาจารย์ที่ปรึกษา | รองศาสตราจารย์สักริยา ชิตวงศ์ | |
| ปีการศึกษา | 2557 | |

บทคัดย่อ

โครงงานนี้จัดทำขึ้นเพื่อศึกษา เรียนรู้ ผลกระทบของตัวควบคุมพีไอดีที่เกิดจากเวลาหน่วงของระบบควบคุมแบบโครงข่าย ซึ่งประกอบด้วยความล่าช้าจากการส่งข้อมูลบนโครงข่ายและความล่าช้าจากทำงานของอุปกรณ์ โดยจะครอบคลุมการสื่อสารแบบโปรฟิบบัสดีพีและโปรฟิบบัสพีเอ รวมถึงศึกษาการส่งสัญญาณผ่านสายส่งของโปรฟิบบัส พร้อมทั้งการสื่อสารแบบมาสเตอร์และสลาฟกับโปรฟิบบัสบนระบบควบคุมแบบกระจายส่วนของบริษัทซีเมนส์ การตั้งค่าคอนฟิกต่างๆ และการเขียนโปรแกรมสำหรับตัวควบคุมถูกประยุกต์ใช้งานเพื่อทำการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title Effect of Delay-Time caused PID Controller on Profibus PA Network

Author Mr. Choktawee Non-On
Ms. Juthathip Roonsook
Mr. Taweesak Phosrikham

Thesis Advisor Assoc. Prof. Sakreya Chitwong

Year 2014

ABSTRACT

This project has an objective to study the effects of PID controller caused from the delay-time of network control system, consisting of delay-time from data's transmission on network and delay-time from the device's operation that cover the Profibus DP communication and the Profibus PA communication. Signal transmission of Profibus line together with master/slave communication with Profibus on distributed control system PCS7 has been studied. Also configurations and programing for controller are implemented for experiment.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความกรุณาอย่างสูงจาก รองศาสตราจารย์สักรียา ชิตวงศ์ อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำแนะนำปรึกษา ตลอดจนปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความเอาใจใส่อย่างดียิ่ง คณะผู้ทำปริญญาานิพนธ์ตระหนักถึงความตั้งใจจริงและความทุ่มเทของอาจารย์และขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอกราบขอบพระคุณสำหรับท่านคณาจารย์ทุกท่านที่ได้ให้ความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาวิชาตั้งแต่เริ่มเข้าศึกษา เพื่อนำความรู้ที่ได้จากคณาจารย์ทุกท่านนำมาประกอบในการทำปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้

ขอขอบพระคุณพี่ๆทุกท่านที่ได้ให้คำแนะนำปรึกษา ตลอดช่วยเหลือในการทำปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้

ขอขอบพระคุณเพื่อนๆทุกคนในสาขาวิชาวิศวกรรมการวัดคุมที่คอยให้กำลังใจและให้คำปรึกษาตลอดจนช่วยแสดงความคิดเห็นเพื่อให้เห็นถึงมุมมองที่หลากหลายจนทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

อนึ่ง คณะผู้จัดทำปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้หวังเป็นอย่างยิ่งว่า ปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้จะมีประโยชน์อยู่ไม่น้อย จึงขอมอบส่วนดี ทั้งหมดนี้ให้แก่เหล่าคณาจารย์ที่ได้ประสิทธิประสาทวิชาจนทำให้ผลการทำปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้เป็นประโยชน์ต่อผู้ที่เกี่ยวข้องและขอมอบความกตัญญูตเวทิตาคุณแต่บิดา มารดา และผู้มี พระคุณทุกท่าน สำหรับข้อบกพร่องต่าง ๆ ที่อาจจะเกิดขึ้นนั้นคณะผู้จัดทำปริญญาานิพนธ์ขอน้อมรับผิดเพียงผู้เดียว และยินดีที่จะรับฟังคำแนะนำจากทุกท่านที่ได้เข้ามาศึกษาเพื่อเป็นประโยชน์ในการพัฒนาและความก้าวหน้าสืบไป

คณะผู้จัดทำปริญญาานิพนธ์

เมษายน 2558

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย

I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ

II

กิตติกรรมประกาศ

III

สารบัญ

IV

สารบัญตาราง

VII

สารบัญภาพ

VIII

บทที่ 1 บทนำ

1.1 วัตถุประสงค์ในการทำปริญญานิพนธ์

1

1.2 ขอบเขตการศึกษา

2

1.3 ขั้นตอนการศึกษา

2

1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

2

บทที่ 2 ทฤษฎี และหลักการ

3

2.1 ตัวควบคุมแบบพีไอดีของกระบวนการอันดับหนึ่งกับเวลาหน่วง

3

2.2 การสื่อสารแบบโปรฟิบัส

4

2.2.1 โปรฟิบัสดีพี (PROFIBUS DP)

4

2.2.2 คุณสมบัติของโปรฟิบัสดีพี (PROFIBUS DP)

5

2.2.3 โปรฟิบัสพีเอ

5

2.2.4 การสื่อสารแบบ master และ slave กับโปรฟิบัส

6

2.2.4.1 Master

6

2.2.4.2 Slave

6

2.2.5 การส่งสัญญาณผ่านสายส่งของโปรฟิบัส

6

2.2.6 อัตราการส่งผ่านข้อมูล และเวลาหน่วง

8

2.3 การสื่อสารข้อมูลแบบ 4-20 มิลลิแอมป์

8

2.3.1 อุปกรณ์เครื่องมือวัดแบบ 4-20 มิลลิแอมป์

8

เอกสาร **บทที่ 3 การดำเนินงาน** สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำ

3.1 คำนำ

11

3.2 โครงสร้างของกระบวนการ

11

3.2.1 แผนผังแสดงรายละเอียดเกี่ยวกับกระบวนการและอุปกรณ์ควบคุมต่างๆ

11

| | | |
|-------------------|---|-----------|
| 3.2.2 | แผนภาพแสดงวงจรไฟฟ้าของระบบควบคุม (Electric Circuit Diagram) | 13 |
| 3.2.3 | องค์ประกอบของกระบวนการ | 16 |
| 3.2.3.1 | วาล์วควบคุม (Control Valve) | 16 |
| 3.2.3.2 | เครื่องมือวัดอัตราการไหล (Flow Meter) | 16 |
| 3.2.3.3 | อุปกรณ์แปลงสัญญาณ FI303 / IF303 | 16 |
| 3.2.3.4 | อุปกรณ์แปลงสัญญาณระหว่างโปรพิบัสดีพี และโปรพิบัสพีเอ (DP/PA Coupler) | 17 |
| 3.2.3.5 | ตัวควบคุม | 18 |
| 3.2.3.6 | สถานีวิศวกรรม (Engineering Station: ES) | 18 |
| 3.2.3.7 | โปรแกรม PCS7 รุ่น 7.1 | 18 |
| 3.2.4 | การเชื่อมต่อทางเครือข่ายของอุปกรณ์ในระบบควบคุม | 19 |
| 3.3 | สรุป | 21 |
| บทที่ 4 | การทดลองและผลการทดลอง | |
| 4.1 | คำนำ | 22 |
| 4.2 | วิธีการทดลอง | 22 |
| 4.3 | ผลการทดลอง | 22 |
| 4.3.1 | ผลการทดลอง กรณีที่ 1 | 22 |
| 4.3.2 | ผลการทดลอง กรณีที่ 2 | 24 |
| 4.4 | สรุป | 26 |
| บทที่ 5 | สรุปผลการทดลอง และข้อเสนอแนะ | 27 |
| 5.1 | สรุปผลการทดลอง | 27 |
| 5.2 | ข้อเสนอแนะ | 27 |
| ภาคผนวก | | 28 |
| บรรณานุกรม | | 54 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

| ตารางที่ | หน้า |
|--|------|
| 2.1 คุณสมบัติทั่วไปของโปรฟิบัสพีเอ และโปรฟิบัสดีพี | 7 |
| 3.1 แสดงคุณลักษณะเฉพาะที่สำคัญของ FI 303 และ IF 303 | 17 |
| 3.2 แสดงคุณลักษณะทั่วไปของอุปกรณ์แปลงสัญญาณโปรฟิบัสดีพีและโปรฟิบัสพีเอ | 18 |



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

| รูปที่ | หน้า |
|---|------|
| 2.1 ระบบควบคุมป้อนกลับแบบวงปิดของตัวควบคุมพีไอดี | 4 |
| 2.2 การสื่อสารแบบโปรฟิบบัส | 5 |
| 2.3 แสดงการเชื่อมต่อของการสื่อสารแบบโปรฟิบบัสพีเอ | 7 |
| 2.4 วงจรกระแสอย่างง่าย | 9 |
| 2.5 วงจรภายในพื้นฐานของอุปกรณ์การวัดแบบ 4-20 มิลลิแอมป์ | 9 |
| 3.1 แสดงแผนภาพ P&ID Diagram ของกระบวนการ | 12 |
| 3.2 แสดงแผนภาพวงจรไฟฟ้าของระบบควบคุม (สัญญาณกระแส 4-20 mA) | 14 |
| 3.3 แสดงแผนภาพวงจรไฟฟ้าของระบบควบคุม (สัญญาณโปรฟิบบัสพีเอ) | 15 |
| 3.4 แสดงการเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ต่างๆ ในระบบควบคุม | 20 |
| 4.1 แสดงแผนภาพกระบวนการแบบวงปิดของกรณีที่ 1 | 23 |
| 4.2 กราฟแสดง ผลการตอบสนองเชิงเวลาของระบบควบคุมอัตราการใช้การสื่อสารแบบ analog (4-20 mA) | 24 |
| 4.3 กราฟผลการตอบสนองเชิงเวลาของระบบควบคุมอัตราการใช้การสื่อสารแบบโปรฟิบบัสพีเอ แต่นำค่า PID ที่ได้จากการทำ Optimization PID Controller ของ analog 4-20 mA มาใช้ | 24 |
| 4.4 แสดงแผนภาพกระบวนการแบบวงปิดของกรณีที่ 2 | 25 |
| 4.5 กราฟผลการตอบสนองเชิงเวลาของระบบควบคุมอัตราการใช้การสื่อสารแบบโปรฟิบบัสพีเอ | 26 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญของโครงการ

เนื่องจากในอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ เช่น โรงกลั่นน้ำมัน แท่นขุดเจาะน้ำมันและอุตสาหกรรมปิโตรเคมี ซึ่งในอุตสาหกรรมเหล่านี้จำเป็นต้องใช้ระบบการวัดและควบคุมที่มีความซับซ้อน และมีประสิทธิภาพสูง ทำให้เกิดการพัฒนาระบบสื่อสารในทางอุตสาหกรรมขึ้นมากมาย เช่น 4-20 mA, ฮาร์ท (HART), โปรไฟบัส (Profibus), ฟาวเดชัน ฟิวบัส (Foundation fieldbus) เป็นต้น เนื่องจากการสื่อสารแต่ละรูปแบบมีคุณสมบัติที่แตกต่างกัน เช่น ความเร็วในการส่งถ่ายข้อมูล โปรโตคอลที่ใช้ และสื่อในการนำส่งข้อมูล เป็นต้น ในความแตกต่างดังกล่าวจึงส่งผลต่อระบบควบคุมที่ต่างกัน การจะเปลี่ยนการสื่อสารจึงทำให้เกิดปัญหาในการควบคุมขึ้นได้ ซึ่งในที่นี้เราจะศึกษาเกี่ยวกับผลกระทบของตัวควบคุมพีไอดีที่เกิดจากเวลาหน่วงบนโครงข่ายโปรไฟบัสพีเอ โดยการเปลี่ยนแปลงการสื่อสารแบบ 4-20 mA ไปเป็นการสื่อสารแบบโปรไฟบัสพีเอ

1.2 วัตถุประสงค์ในการทำปริญญานิพนธ์

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นการศึกษาเรียนรู้หลักการของระบบสื่อสารที่ใช้ในงานอุตสาหกรรม (Industrial Communication) เพื่อศึกษาและเรียนรู้การใช้งานโปรแกรมตั้งค่าคอนฟิกของโครงข่ายอุปกรณ์ และตัวควบคุม (Network, Device, and Control Configuration Program) ที่มีการสื่อสารแบบโปรไฟบัสพีเอ (Profibus PA) และโปรไฟบัสดีพี (Profibus DP) เรียนรู้วิธีการตั้งค่าพารามิเตอร์ของอุปกรณ์วัด (Instrument Configuration) บนระบบที่มีการสื่อสารแบบโปรไฟบัสพีเอ ออกแบบตัวควบคุม สำหรับควบคุมกระบวนการเชิงอุตสาหกรรมบนระบบที่มีการสื่อสารแบบโปรไฟบัสพีเอ

1.3 ขอบเขตการศึกษา

ติดตั้งค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ทดสอบ ใช้งานอุปกรณ์วัดและระบบควบคุมแบบโครงข่ายที่มีการสื่อสารแบบโปรไฟบัสพีเอและโปรไฟบัสดีพี สำหรับควบคุมกระบวนการเชิงอุตสาหกรรม ด้วยระบบควบคุมแบบกระจายส่วน (PCS 7) ของบริษัท Siemens

1.4 ขั้นตอนการศึกษา

การทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้มีขั้นตอนการศึกษาเริ่มจากการศึกษาทฤษฎีของระบบควบคุมแบบกระจายส่วน และศึกษาหลักการทำงานของอุปกรณ์ที่ใช้ร่วมกับระบบ เช่น Magnetic flow meter, Control valve จาก Data sheet ของอุปกรณ์ดังกล่าว จากนั้นเป็นส่วนของการศึกษาด้านการใช้งานโปรแกรม (Software) Simatic PCS 7 version 8, Winn CC รวมทั้งการทำคอนฟิก (Configuration) แล้วจึงทำการควบคุมการไหลในกระบวนการจริง โดยใช้การสื่อสารแบบ 4-20 mA แล้วนำผลที่ได้มาพล็อตเป็นกราฟเพื่อดูผลตอบสนองของกระบวนการ จากนั้นทำการควบคุมการไหลในกระบวนการจริง โดยใช้การสื่อสารแบบโปรไฟบัสพีเอ โดยใช้ค่าพีไอดีเดียวกันกับที่ได้จากการสื่อสารแบบ 4-20 mA นำผลที่ได้มาพล็อตเป็นกราฟเพื่อดูผลตอบสนองของกระบวนการ

1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

จากการทำปริญญานิพนธ์ทำให้สามารถ เข้าใจผลกระทบของตัวควบคุมพีไอดีที่เกิดจากเวลา
 หน่วงบนโครงข่ายโพรโทคอลพีเอ และผลกระทบของเวลาหน่วงจากการสื่อสารแบบอื่นๆที่มีผลต่อระบบ
 ควบคุม เข้าใจหลักการ และประยุกต์ใช้งานเทคโนโลยีของอุปกรณ์วัดที่มีการสื่อสารแบบโพรโทคอลพีเอ
 สำหรับระบบการวัด พร้อมทั้งเชื่อมต่ออุปกรณ์วัดเข้ากับระบบควบคุมแบบกระจายส่วน รวมทั้งเข้าใจ
 หลักการ และประยุกต์ใช้งานเทคโนโลยีของระบบควบคุมแบบกระจายส่วน สำหรับควบคุม
 กระบวนการเชิงอุตสาหกรรมและเข้าใจพฤติกรรมของระบบควบคุมกระบวนการเชิงอุตสาหกรรม
 สามารถนำองค์ความรู้ที่ได้ไปประกอบอาชีพต่อไปในอนาคตหลังจากจบการศึกษา



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น "ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้"

บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

2.1 ตัวควบคุมแบบพีไอดีของกระบวนการอันดับหนึ่งกับเวลาหน่วง (PID CONTROL OF A FIRST ORDER PLUS TIME-DELAY MODEL)

โดยทั่วไปแล้วจะพบว่าผลตอบสนองของความล่าช้าในระบบป้อนกลับแบบวงปิด (closed-loop feedback systems) ตัวควบคุมถูกบีบให้ใช้ข้อมูลเดิมในการประมวลผล (ข้อมูลเกี่ยวกับเอาต์พุตที่บางเวลาในอดีต) ในการตัดสินใจเอาต์พุตนี้เหมาะสมกับกระบวนการหรือไม่ ตัวอย่างเช่น ในการควบคุมอัตราการไหล ข้อมูลที่ถูกส่งไปยังอุปกรณ์ตัวสุดท้าย (Final Element) และข้อมูลที่ส่งเข้าไปยังตัวควบคุม อาจเกิดความล่าช้าในการตอบสนองต่อคำสั่ง เนื่องจากความล่าช้าของการสื่อสาร ความล่าช้าในการวัดของเซนเซอร์ ด้วยเพราะเหตุนี้เอง จึงทำให้เกิดปัญหาต่อระบบควบคุม ในที่นี้จะทำการพิจารณาในรูปแบบกระบวนการอันดับหนึ่งกับเวลาหน่วง (FIRST ORDER PLUS DEAD TIME) สามารถอธิบายโดยฟังก์ชันถ่ายโอนดังสมการที่ 2.1

$$G(s) = \frac{Kp e^{-\theta_D s}}{\tau s + 1} \quad (2.1)$$

เมื่อ

Kp = ค่าเกณฑ์ของกระบวนการ (Process gain)

τ = ค่าเวลาคงที่ของกระบวนการ (Time constant)

θ_D = เวลาหน่วง (Delay-time)

ตัวควบคุมแบบพีไอดี (PID controller) เป็นระบบควบคุมแบบป้อนกลับที่ใช้กันอย่างกว้างขวาง ซึ่งค่าที่นำไปใช้ในการคำนวณเป็นค่าความผิดพลาดที่หามาจากความแตกต่างของตัวแปรในกระบวนการและค่าที่ต้องการ ตัวควบคุมจะพยายามลดค่าผิดพลาดให้เหลือน้อยที่สุดด้วยการปรับค่าสัญญาณขาเข้าของกระบวนการ ค่าตัวแปรของพีไอดีที่ใช้จะปรับเปลี่ยนตามธรรมชาติของระบบ ตัวควบคุมพีไอดีสามารถอธิบายด้วยฟังก์ชันถ่ายโอนดังสมการที่ 2.2

$$C(s) = Kc \left(1 + \frac{1}{T_i s} + T_d s \right) \quad (2.2)$$

เมื่อ:

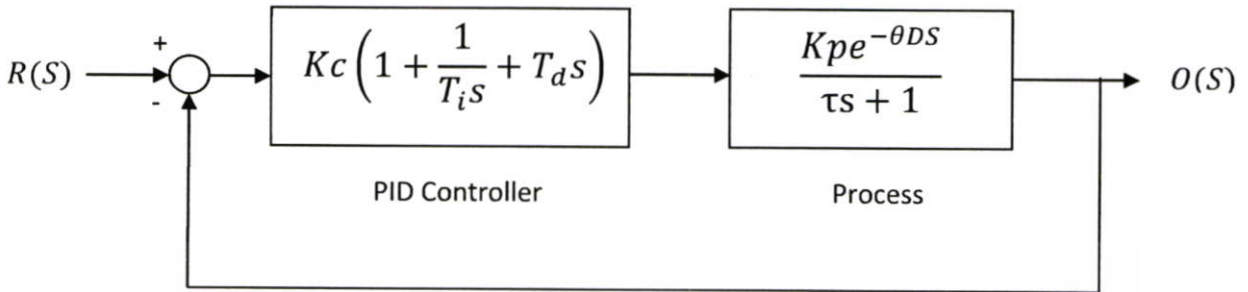
Kc = ค่าเกณฑ์ของตัวควบคุม (gain)

T_i = เวลาปริพันธ์ (the integral time)

T_d = เวลาอนุพันธ์ (the derivative time)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับนักเรียนใช้เพื่อการเรียนเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้เผยแพร่ลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผนภาพระบบควบคุมป้อนกลับแบบวงปิดของตัวควบคุมพีไอดีของกระบวนการอันดับหนึ่ง
กับเวลาหน่วงสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 ระบบควบคุมป้อนกลับแบบวงปิดของตัวควบคุมพีไอดีของ
กระบวนการอันดับหนึ่งกับเวลาหน่วง

2.2 การสื่อสารแบบโปรฟิบบัส

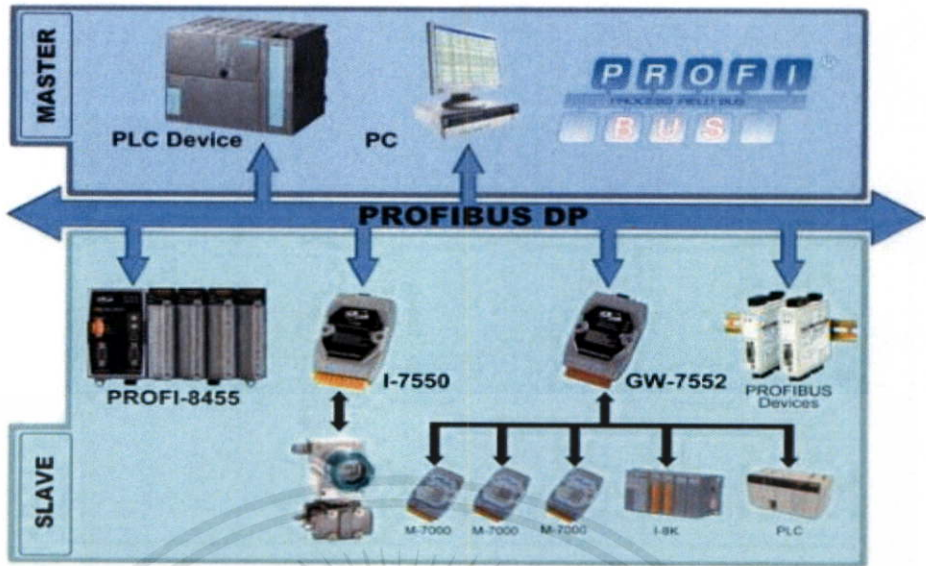
สมัยก่อนโรงงานอุตสาหกรรมที่มีการควบคุมแบบซีเควนส์โดยมีพีแอลซี (PLC หรือ Programmable Logic Controllers) เป็นตัวควบคุมและยังไม่มี การต่อกันเป็นระบบ พบว่ามีความยุ่งยากในการต่อสายมากเนื่องจากการต่อสายแบบหนึ่งเส้นต่อหนึ่งอินพุทหรือเอาต์พุทนั้นใช้สายเป็นจำนวนมาก ต่อมาได้มีการนำโปรฟิบบัส (PROFIBUS หรือ Process Field Bus) มาใช้ซึ่งโปรฟิบบัสเป็นมาตรฐานแบบหนึ่งสำหรับการติดต่อแบบอนุกรมกับอุปกรณ์ต่าง ๆ ภายในโรงงาน โดยใช้บัสเพียงเส้นเดียวในการเชื่อมต่อ ทำให้สามารถลดจำนวนสายลงแต่สามารถเพิ่มความเร็วในการติดต่อสื่อสารได้มากขึ้น โดยได้ค่าที่ถูกต้องเที่ยงตรงระบบโปรฟิบบัสเป็นมาตรฐานระบบเปิดสำหรับการผลิตและการควบคุมอัตโนมัติที่ไม่ผูกมัดกับผู้ผลิตใดๆ โปรฟิบบัสจะเป็นไปตามข้อกำหนดมาตรฐานระหว่างประเทศ (IEC61158, EN50170, 50240) เพื่อให้อุปกรณ์ต่างๆ สามารถติดต่อกันและใช้งานร่วมกันได้อย่างสมบูรณ์

2.2.1 โปรฟิบบัสดีพี (PROFIBUS DP)

ใช้สำหรับการส่งข้อมูลที่มีความเร็วมาก เช่น อุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ (Control Drives), PLC, ระบบไฟฟ้ากำลังและอุปกรณ์อื่น ๆ ที่ต้องการการเชื่อมต่อด้วยความเร็วสูง โปรฟิบบัสดีพีสื่อสารแบบ Master/Slave จะมี 1 Master (มักจะเป็น PLC) ต่อร่วมกับ Slave ได้ 31 ตัว ต่อ Segment เมื่อระบบทำงาน Master จะ Polls ไปที่ Slave แต่ละตัวตามลำดับ ในระบบสามารถมี Master ได้หลายตัว โดย Network ของ Master จะเป็นการสื่อสารแบบหนึ่งซึ่งเรียกว่า “Token”

การสื่อสารของระบบโปรฟิบบัส ถูกแสดงไว้ดังรูปที่ 2.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 การสื่อสารแบบโปรฟิบัซ

2.2.2 คุณสมบัติของโปรฟิบัซดีพี (PROFIBUS DP)

1. โปรฟิบัซดีพี เป็นแบบ Physical Layer ตามมาตรฐาน RS-485 ใช้สาย 2 สาย ซึ่งสามารถทนการรบกวนทางไฟฟ้าได้ดี
2. โปรฟิบัซดีพี ออกแบบสำหรับระบบที่ใหญ่ได้ถึง 126 Address nodes และต่อได้ถึง 1,000 A/D In-Out จุดใน Network
3. การสื่อสารที่รวดเร็ว 12 Mbit/s
4. การต่อสายของอุปกรณ์เป็นแบบหัว Connector ทำให้ลดปัญหาความยุ่งยากและความผิดพลาดจากการต่อสายแบบเดิม ๆ
5. ง่ายสำหรับการออกแบบระบบ, การติดตั้งระบบ, Maintenance และการ Monitor สถานการณ์ทำงานของอุปกรณ์ทุกตัวในระบบ
6. ระบบมีความยืดหยุ่นมาก สามารถต่อร่วมกับระบบ Bus อื่น ๆ ได้ง่าย

2.2.3 โปรฟิบัซพีเอ

โปรฟิบัซพีเอ (Process Automation) เป็นส่วนเสริมของโปรฟิบัซดีพี โดยสามารถรวมอุปกรณ์ของ โปรฟิบัซพีเอ และโปรฟิบัซดีพี เข้าด้วยกันได้โดยการใช้อุปกรณ์แยกส่วน (Segment Coupler) ใช้ในการสื่อสารที่มีความเร็วสูงและระบบอัตโนมัติ และต้องการความน่าเชื่อถือ โปรฟิบัซพีเอ เป็นตัวเชื่อมต่อ สถานีควบคุมกระบวนการและระบบอัตโนมัติกับอุปกรณ์ในกระบวนการซึ่งจะมาแทนที่การส่งข้อมูลแบบแอนาล็อก 4-20 mA นอกจากนี้ ยังสามารถส่งข้อมูลออกมาและมีฟังก์ชันในการตรวจสอบข้อมูลของตัวเอง, การสื่อสารแบบ fast fieldbus จัดทำมาเพื่อผู้ใช้ที่ต้องการการทำงานแบบ real time อย่างแท้จริงได้เป็นอย่างดี โดย โปรฟิบัซพีเอจะมีคุณสมบัติดังนี้

- จำเป็นจะต้องมีเทคนิคในการส่งข้อมูลอย่างปลอดภัยโดยไม่เกิดประกายไฟในระหว่างการทำงาน (intrinsically safe)
- อุปกรณ์ในที่ทำงานจะได้รับพลังงานจากแหล่งอื่นที่ไม่ใช่ bus cable (powered over the bus cable)

- สามารถส่งข้อมูลได้อย่างถูกต้อง
 - การดำเนินภายในเป็นไปตามมาตรฐานของอุปกรณ์
- การทำงานของ โปรฟิบบัสพีเอ และโปรฟิบบัสดีพี จะมีการทำงานที่คล้ายกันมากแต่จะเห็นได้ว่าโปรฟิบบัสพีเอ จะมีความปลอดภัยในการทำงานในสถานที่ที่มีความอันตรายจากการระเบิด

2.2.4 การสื่อสารแบบ master และ slave กับโปรฟิบบัส

อุปกรณ์ในระบบโปรฟิบบัสแบ่งเป็นสองประเภท ได้แก่

2.2.4.1 Master

เป็นผู้กำหนดข้อมูลการสื่อสารบนโปรฟิบบัส โดยจะส่งข้อความที่ปราศจากการกระตุ้นจากภายนอก เนื่องจาก Master เป็นผู้ถือครองบัสจึงสามารถเรียกได้อีกชื่อหนึ่งว่า สถานีกระตุ้น (Active stations) แบ่งได้ออกเป็น 2 ชนิด คือ

- DPM1 (DP Master Class 1) ทำหน้าที่ในการควบคุมการทำงานของ Slave ภายในระบบ ตัวอย่างของ DPM1 ได้แก่ พีแอลซี (PLCs-Programmable Logic Controllers)

- DPM2 (DP Master Class 2) ทำหน้าที่ในการกำหนดค่าเริ่มต้นต่างๆ ให้กับระบบ เช่น การตั้งค่าข้อมูล (Configuration Data) ตัวอย่างเช่น พีซี (PC-Personal Computer) หน้าจอ HMI

โดย Master ทั้ง 2 ชนิดนี้ จะมีอำนาจในการครอบครองบัสตามช่วงเวลาที่กำหนด หลังจากผ่านช่วงเวลาดังกล่าวจะส่งอำนาจการครอบครองบัสหรือ Token ให้กับ Master ตัวถัดไปที่อยู่บนบัส โดยจะสื่อสารกันผ่านกระบวนการ Token Passing

2.2.4.2 Slave

เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า สถานีถูกกระทำ (Passive Station) เนื่องจากไม่มีอำนาจในการถือครองบัส มีความสามารถเพียงรับส่งข้อมูลจากการร้องขอของ Master ได้แก่ อุปกรณ์อินพุทเอาต์พุทต่างๆ โดยที่ Master จะเป็นผู้ส่งข้อมูลเกี่ยวกับข้อกำหนดต่างๆของรูปแบบการสื่อสารเพื่อเป็นข้อตกลงที่ใช้ระหว่างร่วมกันในการแลกเปลี่ยนข้อมูล โดย Master จะวนมาสอบถามข้อมูลของ Slave ทุกตัวที่อยู่ในระบบอยู่ตลอดเวลา

2.2.5 การส่งสัญญาณผ่านสายส่งของโปรฟิบบัส

ในการส่งข้อมูลมีการส่งข้อมูลแบบต่างๆที่มีความแตกต่างกันสำหรับโปรฟิบบัสพีเอ เช่นการใช้สาย RS 485 หรือใช้สายมาตรฐาน IEC 61158-2 จะเป็นตามตารางที่ 2.1

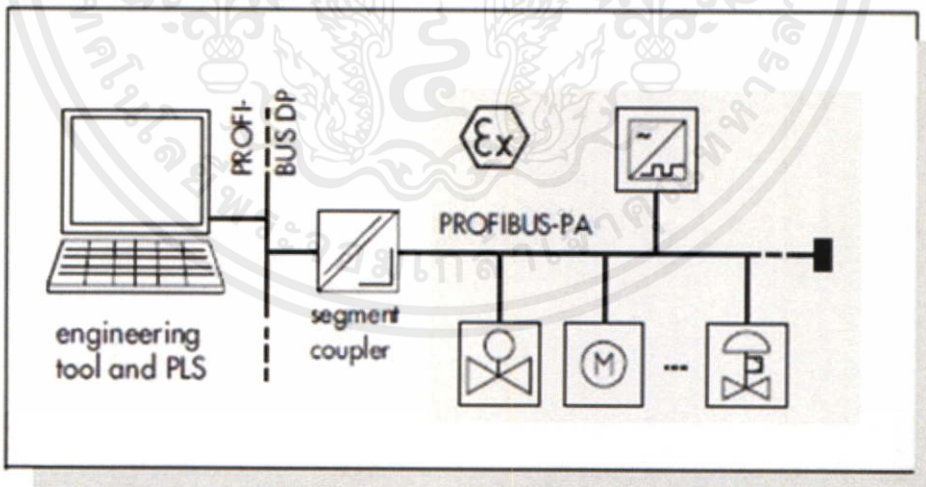
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 แสดงคุณสมบัติทั่วไปของโปรฟิบบัสพีเอ และโปรฟิบบัสดีพี

| คุณสมบัติ | โปรฟิบบัสดีพี | โปรฟิบบัสพีเอ |
|--|---------------------|---------------|
| เทคนิคการส่งผ่าน | RS485 | IEC61158-2 |
| อัตราการส่งผ่าน | 9.6 ถึง 1200 kbit/s | 31.25 kbit/s |
| การป้องกันจากการเป็นต้นเหตุของการระเบิด (Intrinsic safety) | - | สามารถทำได้ |
| แหล่งจ่ายสายสัญญาณ (Bus supply) | - | สามารถทำได้ |

ตามมาตรฐาน IEC 61158-2 ซึ่งได้ระบุไว้สำหรับพื้นที่ที่อาจเกิดการระเบิด เป็นอันตรายจะต้องมีintrinsically safeและ แหล่งจ่ายไฟที่แยกออกจากสายสัญญาณ IEC 61158-2 มีสี่แบบ แต่โปรฟิบบัสพีเอจะใช้ 31.25 กิโลบิต / วินาทีเท่านั้น ตัว master ของระบบโปรฟิบบัสพีเอหรือสถานีการควบคุมและการดำเนินงานมักจะใช้งานบนสายของโปรฟิบบัสดีพีในพื้นที่ปลอดภัยสำหรับการเดินสายของเครือข่ายโปรฟิบบัสพีเอนั้นจะเป็นตามรูปที่ 2.3 ด้านล่าง

โดยจะมี segment coupler มีการติดตั้ง ระหว่างโปรฟิบบัสดีพีและส่วนโปรฟิบบัสพีเอซึ่งจะทำหน้าที่ปรับการส่งข้อมูลที่แตกต่างกัน และการจ่ายไฟให้อุปกรณ์ส่วนโปรฟิบบัสพีเอ นอกจากนี้ ไฟที่จ่ายจะได้รับการป้องกันป้องกัน IS



รูปที่ 2.3 แสดงการเชื่อมต่อของการสื่อสารแบบโปรฟิบบัสพีเอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.6 อัตราการส่งผ่านข้อมูล และความล่าช้า (Transmission Rate and Delay)

ความล่าช้าของการส่งผ่านข้อมูลของโปรฟิบบัส T_{delay} ถูกระบุไว้ในช่วงเวลาระหว่างที่โหนดต้นทางที่กำลังจะเริ่มส่งข้อมูลออกไป (T_s) ไปจนถึงโหนดปลายทางที่ได้รับข้อมูลทั้งหมดอย่างสมบูรณ์ (T_d) มันประกอบด้วยสามส่วน คือ เวลาที่จุดแรกส่งข้อมูลออกไปล่าช้า (T_{sst}), ความล่าช้าที่เกิดขึ้นในระหว่างข้อมูลถูกส่งบนเครือข่าย (T_{prop}), ความล่าช้าที่โหนดปลายทางรับข้อมูล (T_{drv})

โดยเราสามารถเขียนความล่าช้าในรูปของสมการได้ ดังสมการที่ 2.3

$$T_{delay} = T_d - T_s = T_{sst} + T_{prop} + T_{drv} \quad (2.3)$$

สำหรับ T_{sst} นี้จะรวมถึงบล็อกไทม์ (Block Time) (T_{Block}) และเวลาทั้งหมดในการส่งผ่านข้อมูล 1 ชิ้น หรือเฟรมไทม์ (Frame Time) ด้วย ดังนั้นสำหรับการส่งผ่านข้อมูลที่มีความสัมพันธ์แบบสั้นๆ T_{prop} จะถูกเอาออกไป จึงได้สมการใหม่ ดังสมการที่ 2.4

$$T_{delay} = T_{Block} + T_{Frame} + T_{drv} \quad (2.4)$$

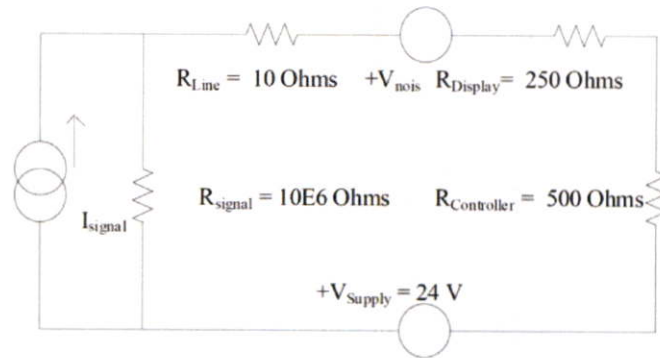
2.3 การสื่อสารข้อมูลแบบ 4-20 mA

เป็นเวลานานมาแล้วที่อุปกรณ์เครื่องมือวัดแบบ 4-20 มิลลิแอมป์ (4-20 mA Transmitters) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สัญญาณกระแสมาตรฐาน 4-20 มิลลิแอมป์ ในการส่งผ่านข้อมูลและเป็นที่ยอมรับในการนำไปใช้งานส่งผ่านข้อมูลระหว่างอุปกรณ์เครื่องมือวัดที่อยู่ในกระบวนการผลิตและระบบควบคุมที่อยู่ในห้องควบคุมกลาง (Center Control Room) ถึงแม้ในปัจจุบันได้มีการนำเสนอการส่งผ่านข้อมูลแบบใหม่ระหว่างอุปกรณ์เครื่องมือวัดและระบบควบคุม เพื่อพยายามผลักดันให้เป็นมาตรฐานการส่งผ่านข้อมูลแบบใหม่ในอนาคต ซึ่งยังคงต้องใช้เวลาพอสมควร เช่น การส่งผ่านข้อมูลแบบดิจิทัลในรูปแบบต่างๆ หรือที่รู้จักกันในชื่อของ Field Bus เป็นต้น

2.3.1 อุปกรณ์เครื่องมือวัดแบบ 4-20 mA

อุปกรณ์เครื่องมือวัดแบบ 4-20 มิลลิแอมป์ สามารถเขียนเป็นวงจรกระแสอย่างง่ายได้ดังรูปที่ 2 ซึ่งจะมีแหล่งจ่ายกระแสตามอุดมคติของนอร์ตันซึ่งประกอบไปด้วยแหล่งจ่ายกระแส (I_{SIGNAL}) และความต้านทาน (R_{SIGNAL}) มีความต้านทานของสายสัญญาณ (R_{LINE}) และแหล่งกำเนิดสัญญาณรบกวน (N_{NOISE}) สำหรับใช้แทนสัญญาณรบกวนที่ถูกเหนี่ยวนำมาจากส่วนอื่นๆ สำหรับวงจรกระแสในรูปที่ 2.4 จะมีความต้านทาน (R_{LOAD}) ต่ออนุกรมกับวงจรกระแสนี้ 2 ค่า คือ ความต้านทานของชุดอินพุตของระบบควบคุม ($R_{CONTROLLER}$) และความต้านทานของชุดแสดงผล ($R_{DISPLAY}$) โดยวงจรนี้จะถูกจ่ายพลังงานด้วยแหล่งจ่ายแรงดันที่ 24 VDC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 วงจรกระแสอย่างง่าย

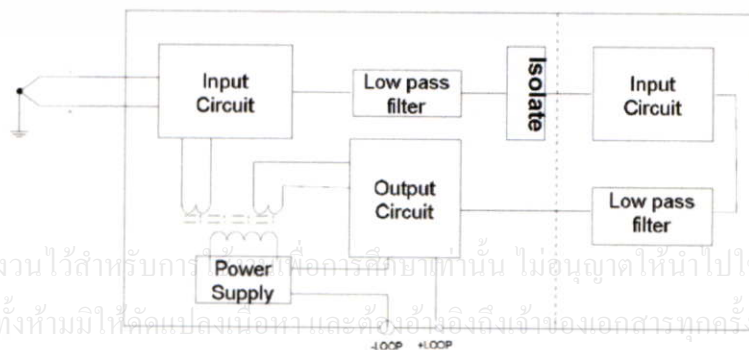
โดยที่

- สัญญาณแรงดันที่โหลดใดๆจะมีค่าเท่ากับ $(I_{\text{SIGNAL}}) \cdot (R_{\text{LOAD}})$ ซึ่งจะเป็นอิสระต่อแหล่งจ่ายแรงดันและความต้านทานของสายไฟซึ่งอาจจะมีการเปลี่ยนแปลงความยาวได้ในการติดตั้ง

- สัญญาณรบกวนที่โหลดใดๆจะมีค่าลดลงด้วยตัวแปรดังนี้ $(R_{\text{LOAD}}) / (R_{\text{LOAD}} + R_{\text{LINE}} + R_{\text{SIGNAL}})$ ดังตัวอย่างที่แสดงต่อไปนี้ เมื่อมีแรงดันสัญญาณรบกวนเกิดขึ้นเป็น 15 โวลต์ จะทำให้เกิดแรงดันที่อินพุตของชุดควบคุมเป็น 0.75 มิลลิโวลต์ $500 (15 / 10E6 + 10 + 250 + 500)$ และสัญญาณแรงดันเต็มย่าน (Full Scale) ที่อินพุตของระบบจะมีค่าเป็น 10 โวลต์ $(20 \text{ มิลลิโวลต์} \cdot 500 \text{ โอห์ม})$ และสัญญาณแรงดันจะมีค่ารบกวน 0.75 มิลลิโวลต์ จะทำให้เกิดความผิดพลาดที่อินพุตของระบบควบคุมเป็น 0.075 %

- สามารถต่อโหลดความต้านทานได้หลายตัวโดยการต่ออนุกรมเข้าไปกับวงจรกระแส เช่น ระบบควบคุม, ชุดแสดงผลหรือบันทึกข้อมูล เป็นต้น แต่เมื่อทำการต่อโหลดหลายตัวเข้าไปในวงจร จะเป็นผลทำให้แรงดันที่ขั้วของอุปกรณ์การวัดมีค่าลดลง จนเป็นสาเหตุทำให้อุปกรณ์การวัดไม่สามารถทำงานได้ ดังตัวอย่างในรูปที่ 2 แรงดันที่ขั้วของอุปกรณ์การวัดที่สัญญาณกระแสเป็น 20 มิลลิแอมป์ จะมีค่าเท่ากับ 24 โวลต์ - $760 \text{ โอห์ม} \times 20 \text{ มิลลิแอมป์} = 24 - 15.2 = 8.8 \text{ โวลต์}$ ดังนั้นอุปกรณ์การวัดที่นำมาใช้งานจะต้องทำงานได้ที่แรงดันที่ขั้วต่ำสุด (Minimum Working Voltage) เป็น 8.8 โวลต์ เพราะไม่เช่นนั้นแล้วอุปกรณ์การวัดจะไม่สามารถทำงานได้ที่สัญญาณกระแสเต็มย่านการวัดหรือไม่สามารถอ่านค่าการวัดได้เต็มย่านที่ต้องการ

ต่อไปนี้เป็นารแสดงตัวอย่างรายละเอียดวงจรภายในพื้นฐานของอุปกรณ์การวัดแบบ 4-20 มิลลิแอมป์ ดังแสดงในรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 วงจรภายในพื้นฐานของอุปกรณ์การวัดแบบ 4-20 มิลลิแอมป์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้เพื่อการศึกษานั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 2.5 สามารถแสดงรายละเอียดของวงจรภายในพื้นฐานของแต่ละส่วนได้ดังนี้

- วงจรอินพุตจะใช้ในการเชื่อมต่อกับเซ็นเซอร์ชนิดต่างๆ เช่น เทอร์โมคัปเปิ้ล, RTD, แหล่งกำเนิดสัญญาณแรงดันหรือกระแส เป็นต้น ในส่วนนี้จะมีวงจรในการปรับความเป็นเชิงเส้น (Linearization) และฟังก์ชันการคำนวณต่างๆ
- แหล่งจ่ายพลังงานจะใช้สำหรับจ่ายพลังงานที่ต้องการภายในอุปกรณ์
- วงจรเอาต์พุตจะใช้วงจรในการแปลงสัญญาณเพื่อเป็นแหล่งกำเนิดสัญญาณ 4-20 มิลลิแอมป์ ให้กับลูกระเบิดที่จุดเอาต์พุตของอุปกรณ์การวัด



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงาน

3.1 คำนำ

วิธีการดำเนินงานของโครงการนี้ประกอบด้วย การศึกษาโครงสร้างของกระบวนการ โดยการเขียนแผนผังแสดงรายละเอียดและองค์ประกอบของกระบวนการในแต่ละส่วน พร้อมทั้งทำความเข้าใจถึงวิธีการตั้งค่า และใช้งานอุปกรณ์วัดอัตราการไหลและวาล์วควบคุม ตัวควบคุม การศึกษาการเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่างๆ ภายในกระบวนการ การเชื่อมต่ออุปกรณ์การวัดการไหล วาล์วควบคุม เข้ากับตัวควบคุม การเชื่อมต่อระหว่างคอมพิวเตอร์กับตัวควบคุม และการใช้โปรแกรมต่างๆ ในระบบทั้งหมด เพื่อใช้เป็นองค์ความรู้สำหรับการพัฒนาและทดลองให้ได้ผลการทดลองตามวัตถุประสงค์ของโครงการ

3.2 โครงสร้างของกระบวนการ

โครงสร้างของกระบวนการนี้ เป็นการศึกษากระบวนการที่ใช้ทำงานว่าอุปกรณ์ควบคุมต่างๆ ซึ่งจะแสดงรายละเอียดเกี่ยวกับกระบวนการควบคุม วงจรไฟฟ้าของระบบควบคุม องค์ประกอบของกระบวนการ และเครือข่ายการสื่อสารของระบบควบคุม

3.2.1 แผนผังแสดงรายละเอียดเกี่ยวกับกระบวนการและอุปกรณ์ควบคุมต่างๆ (PROCESS & INSTRUMENT DIAGRAM : P&ID)

แผนผังแสดงรายละเอียดเกี่ยวกับกระบวนการและมีอุปกรณ์ควบคุมต่างๆ หรือ P&ID Diagram คือ แผนภาพที่แสดงกระบวนการของระบบควบคุมและแสดงอุปกรณ์เครื่องมือวัดหรืออุปกรณ์ในระบบ เพื่อใช้ในการทำความเข้าใจ และวิเคราะห์กระบวนการ โดยสำหรับโครงการนี้ จะเป็นการอธิบายกระบวนการของการวัด และควบคุมอัตราการไหลของน้ำ ซึ่งกระบวนการจะควบคุมอัตราการไหลโดยการสั่งการที่วาล์วควบคุมที่ทางออกของถัง โดยกระบวนการจะเดินโดยเริ่มจากปั้มน้ำ ซึ่งจะสูบน้ำจากถังเก็บน้ำไปไว้ที่ถังน้ำ เพื่อนำน้ำไปจ่ายระบบก่อนแล้วจึงส่งให้น้ำไหลเวียนภายในกระบวนการ และต่อด้วยสุดท้ายน้ำจะไหลกลับคืนไปที่ถังเก็บน้ำใหม่ แล้วกระบวนการจะดำเนินการเช่นนี้ไปเรื่อยๆ โดยรายละเอียด P&ID Diagram ของกระบวนการจะแสดงดังรูป 3.1

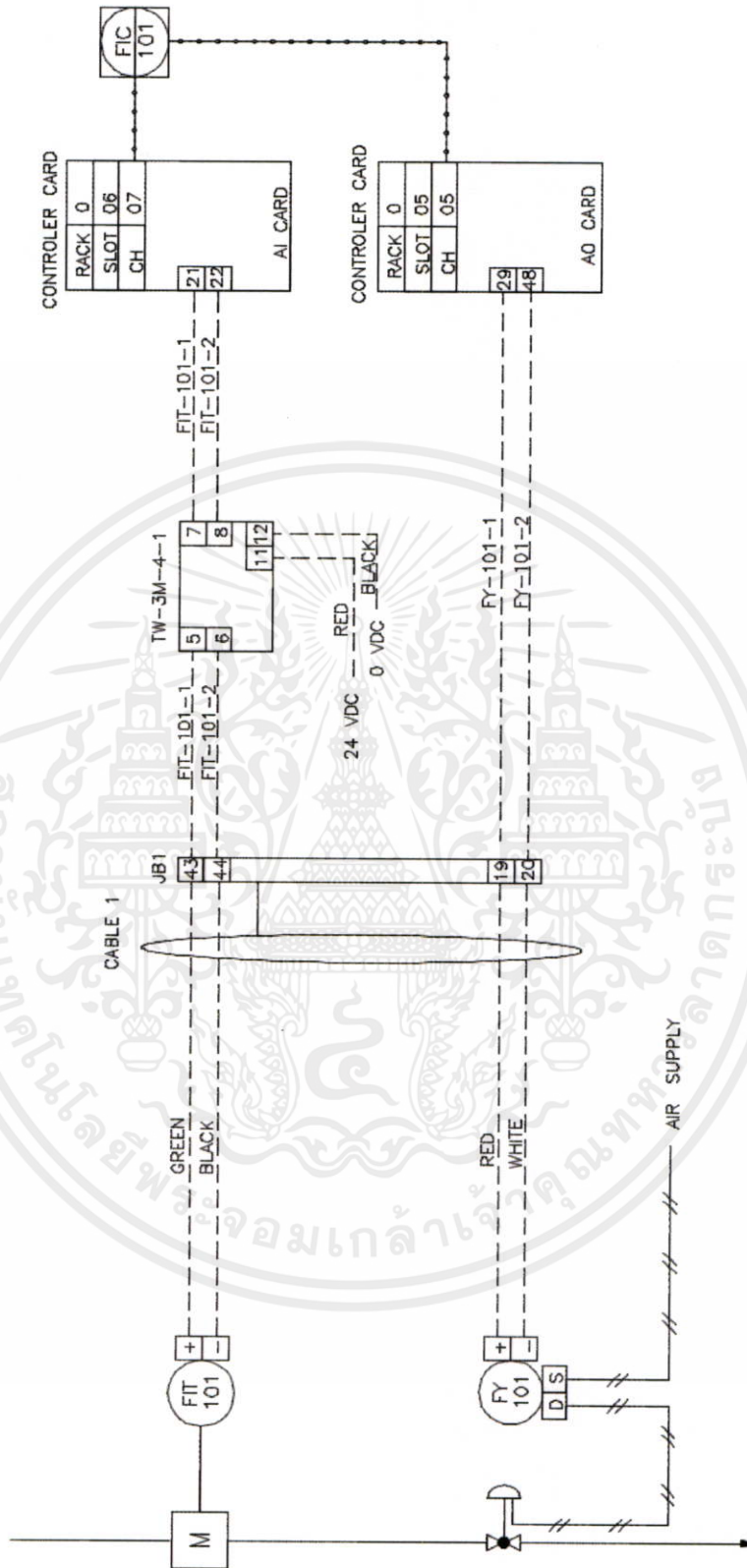
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 แผนภาพแสดงวงจรไฟฟ้าของระบบควบคุม (Electric Circuit Diagram)

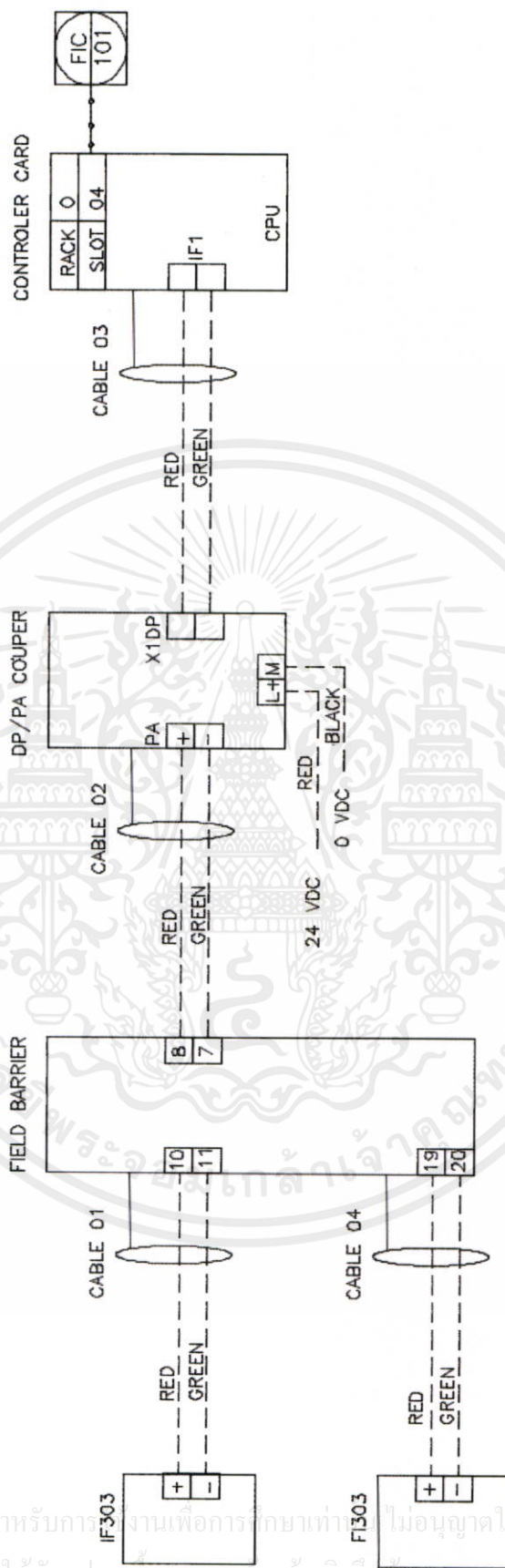
เซอร์กิตไดอะแกรม คือ แผนภาพที่แสดงการเชื่อมต่อทางไฟฟ้าของอุปกรณ์ที่ใช้ในระบบควบคุม สำหรับโครงการนี้จะประกอบไปด้วยส่วนต่างๆ ได้แก่ แหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้าดีซีขนาด 24 โวลต์ ตัวควบคุมยี่ห้อซีเมนส์ รุ่น S7 400 ตัวแปลงสัญญาณระหว่างดีพีและพีเอ อุปกรณ์แปลงสัญญาณ คอมพิวเตอร์ และระบบไฟฟ้าเอซีขนาด 220 โวลต์ จากแผนภาพจะแสดงการต่อทางไฟฟ้าที่เริ่มจากการจ่ายแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้าดีซี 24 โวลต์ เพื่อไปเลี้ยงระบบให้กับอุปกรณ์วัด ตัวควบคุม และ ตัวแปลงสัญญาณระหว่างโปรพิบัสดีพีและโปรพิบัสพีเอ ส่วนเครื่องมือวัด จะทำการต่ออุปกรณ์ในลักษณะลูประแส โดยรายละเอียดของการเชื่อมต่อจะแสดงดังรูปที่ 3.2 และรูปที่ 3.3



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ดิฉาทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
รูปที่ 3.2 แสดงแผนภาพวงจรไฟฟ้าของระบบควบคุม (สัญญาณกระแส 4-20 mA)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และห้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.3 แสดงแผนภาพวงจรไฟฟ้าของระบบควบคุม (สัญญาณโปรพิบัสพีเอ)

3.2.3 องค์ประกอบของกระบวนการ

ในส่วนนี้จะบอกถึงรายละเอียดของอุปกรณ์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการ อุปกรณ์การวัด และอุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุมต่างๆ ที่ได้นำมาใช้ในกระบวนการทั้งหมด ได้แก่ วาล์วควบคุม เครื่องมือวัด อุปกรณ์แปลงสัญญาณ ตัวแปลงสัญญาณระหว่างโปรพิบัสดีพีและโปรพิบัสพีเอ ตัวควบคุม เครื่องคอมพิวเตอร์ โปรแกรม PCS7 เป็นต้น

3.2.3.1 วาล์วควบคุม (Control Valve)

วาล์วควบคุม เป็นหนึ่งในอุปกรณ์ตัวสุดท้าย (Final Element) ที่นิยมใช้มาก ทำหน้าที่ควบคุมการไหลของของไหลในระบบ ซึ่งได้แก่อากาศ ก๊าซ ของเหลว รวมถึงสารเคมีต่างๆ ที่มีในกระบวนการ โดยในกระบวนการที่ศึกษานี้ประกอบด้วยวาล์วควบคุมที่ใช้สองตัว ได้แก่ SAMSON Pneumatic Control Valve Type 3251-1 AI126E8376 และ RCV (Research Control Valve) ATO 3-15 1002GCFHBSVOSAEPXX วาล์วควบคุมจะรับสัญญาณมาจากตัวควบคุม (Controller) เพื่อมาควบคุมกระบวนการให้ได้ตามค่าที่เราตั้งไว้ (Set Point) ซึ่งในที่นี้เราใช้สัญญาณกระแส 4-20 mA เป็นสัญญาณควบคุมให้วาล์วควบคุมทำหน้าที่ปรับระบบกระบวนการให้ตัวแปรควบคุมเป็นไปตามที่ต้องการ

3.2.3.2 เครื่องมือวัดอัตราการไหล (Flow Meter)

เครื่องมือวัดอัตราการไหลที่ใช้ในกระบวนการนี้ เป็นอุปกรณ์วัดการไหลยี่ห้อ YOKOGAWA รุ่น AXF015G ขนาด ½ นิ้ว เป็นอุปกรณ์วัดการไหลชนิดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Flow Meter) โดยอาศัยหลักการเหนี่ยวนำที่เกิดขึ้นจากสนามแม่เหล็ก เมื่อของเหลวที่เป็นตัวนำไฟฟ้าไหลผ่านสนามแม่เหล็กจะเกิดแรงดันไฟฟ้าขึ้นในแนวตั้งฉากกับทิศทางของสนามแม่เหล็ก โดยอุปกรณ์วัดอัตราการไหลแบบคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้านี้จะส่งสัญญาณไปยังวาล์วควบคุมเพื่อควบคุมการ เปิด-ปิด ของวาล์ว ซึ่งจะให้ได้ค่าอัตราการไหลตามที่ต้องการ

3.2.3.3 อุปกรณ์แปลงสัญญาณ FI303 / IF303

FI303 / SMAR FI303 เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่แปลงสัญญาณดิจิตอล รูปแบบโปรโตคอลโปรพิบัสพีเอ ซึ่งส่งมาจากตัวแปลงสัญญาณระหว่างโปรพิบัสดีพีและโปรพิบัสพีเอ ให้เป็นสัญญาณอะนาล็อก (สัญญาณกระแส 4-20 mA) เพื่อส่งสัญญาณไปใช้กับอุปกรณ์ปลายทาง เช่น วาล์วควบคุม เป็นต้น

IF303 / SMAR IF303 เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่แปลงสัญญาณอะนาล็อก (สัญญาณกระแส 4-20 mA) ซึ่งส่งมาจากอุปกรณ์วัดหรือเครื่องมือวัด เช่น อุปกรณ์วัดอัตราการไหล ให้เป็นสัญญาณดิจิตอล ชนิดโปรโตคอลโปรพิบัสพีเอ ก่อนที่จะส่งไปยังตัวแปลงสัญญาณโปรพิบัสพีเอ เป็นโปรพิบัสดีพี เพื่อให้สามารถสื่อสารกับตัวควบคุมได้

คุณลักษณะที่สำคัญของอุปกรณ์แปลงสัญญาณทั้งสองชนิดนั้น ถูกแสดงไว้ดัง

ตารางที่ 3.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 แสดงคุณลักษณะเฉพาะที่สำคัญของ FI 303 และ IF 303

| รายละเอียด | IF303 | FI303 |
|---------------------------|--|---|
| สัญญาณเชื่อมต่อ | สัญญาณดิจิทัล IEC611258-2 (H1): 31.25 kbit/s | |
| สัญญาณอินพุต | กระแส 4-20 mA หรือค่ากระแสอื่นในระหว่าง 0-20 mA | ระบบโปรฟิบบัสพีเอ |
| สัญญาณเอาต์พุต | ระบบโปรฟิบบัสพีเอ ผ่านอะนาล็อกบล็อกฟังก์ชันบล็อก | กระแส 4-20 mA ผ่านอะนาล็อกเอาต์พุตฟังก์ชันบล็อก |
| ความถูกต้องแม่นยำ | 0.03% ของช่วงระยะ 4-20 mA | 0.1% |
| แหล่งจ่ายไฟ | 9-32 Vdc | |
| ตัวแสดงผล | จอ LCD $4\frac{1}{2}$ digits | |
| ขีดจำกัดด้านอุณหภูมิ | ระหว่างการใช้งาน: -40 to 85 °C (-40 to 185 °F); การเก็บรักษา: -40 to 120 °C (-40 to 250 °F); การแสดงผล: -10 to 60 °C (14 to 140 °F) ระหว่างการทำงาน; -40 to 85 °C (-40 to 185 °F) โดยปราศจากการเสียหาย . | |
| ขีดจำกัดด้านความชื้น | 0-100% RH | |
| ระยะเวลาเริ่มการทำงาน | ประมาณ 10 วินาที | |
| ระยะเวลาในการอัปเดตข้อมูล | ประมาณ 0.5 วินาที | |

3.2.3.4 อุปกรณ์แปลงสัญญาณระหว่างโปรฟิบบัสดีพีและโปรฟิบบัสพีเอ (DP/PA Coupler)

อุปกรณ์ชนิดนี้เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการแปลงสัญญาณระหว่างโปรฟิบบัสดีพี ที่ใช้ในการสื่อสารกับตัวควบคุม กับโปรฟิบบัสพีเอ ที่ได้รับการแปลงสัญญาณมาจากสัญญาณกระแส 4-20 mA ที่ต่อกับอุปกรณ์ตัวสุดท้าย (Final Element) และอุปกรณ์การวัดอีกทีหนึ่ง โดยในการศึกษานี้ได้ใช้อุปกรณ์แปลงสัญญาณยี่ห้อ ซีเมนส์ ET200M รุ่น FDC157-0 หมายเลขรหัส 6ES7 157-0AC83-0XA0 ซึ่งมีตัวอย่างคุณลักษณะทั่วไปของอุปกรณ์แปลงสัญญาณโปรฟิบบัสดีพีและโปรฟิบบัสพีเอ ดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 แสดงคุณลักษณะทั่วไปของอุปกรณ์แปลงสัญญาณโปรพิบัสดีพีและโปรพิบัสพีเอ

| | |
|---|----------------------------|
| ขนาดตัวเครื่อง (กว้าง*ยาว*สูง) (mm) | 80*125*130 |
| น้ำหนัก | ประมาณ 515 กรัม |
| อัตราเร็วการส่งผ่านข้อมูลบนโปรพิบัสดีพี | 45.45 kBaud |
| อัตราเร็วการส่งผ่านข้อมูลบนโปรพิบัสพีเอ | 31.25 kBaud |
| บัสโปรโตคอล (Bus Protocol) | โปรพิบัสดีพี |
| ความต่างศักย์ที่ใช้ | 24 Vdc (20.4 V ถึง 28.8 V) |
| ความต่างศักย์เอาต์พุตสำหรับโปรพิบัสพีเอ | 31 Vdc \pm 1 V |

3.2.3.5 ตัวควบคุม

ในการศึกษานี้ เราได้ใช้อุปกรณ์ควบคุมในกระบวนการของยี่ห้อซีเมนส์ รุ่น S7 400 โดยเราจะส่งคำสั่งที่ใช้ควบคุมผ่านสัญญาณอีเทอร์เน็ตมาจากคอมพิวเตอร์ ซึ่งภายในตัวควบคุมรุ่นนี้ ประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้

1. Power Supply : PS407 10A โมดูลนี้ทำหน้าที่เป็นแหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้าดีซี ขนาด 24 โวลต์ กระแสไฟฟ้า 10 แอมแปร์ เชื่อมต่อได้กับสาย AC ความต่างศักย์ระหว่าง 85 ถึง 264 V หรือสาย DC ความต่างศักย์ที่ 88 ถึง 300 V และจ่ายไฟ 5 VDC / 10 A และ 24 VDC / 1 A ที่ฝั่งทุติยภูมิ

2. CPU 416-3 PN/DP 416-3ER05-0AB0 หน่วยประมวลผลของอุปกรณ์ รับส่งสัญญาณไปภายนอกโดยใช้ Profibus DP

3. Analog input module SM431: AI 16*16 Bit (6ES7431-7QH00-0AB0)

4. Analog output module AO 8*13 Bit (432-5DX03-0XE0)

5. Racks UR2 (6ES7400-1JAx1-0AA0) เป็นฐานรองรับโมดูลต่างๆ

3.2.3.6 สถานีวิศวกรรม (Engineering Station: ES)

สถานีวิศวกรรมประกอบด้วยสองส่วน คือ

1. ส่วนฮาร์ดแวร์ ได้แก่ เครื่องคอมพิวเตอร์ ซึ่งติดตั้งแผ่นวงจรเชื่อมต่อรุ่น CP5611

2. ส่วนซอฟต์แวร์ ได้แก่ โปรแกรม PCS7 สำหรับทำหน้าที่ตั้งค่าต่างๆ ของระบบควบคุมด้วยโปรแกรม SIMATIC MANAGER และได้พัฒนาโปรแกรม CFC ที่ใช้ในการควบคุม ซึ่งจะกล่าวถึงรายละเอียดต่างๆ ทั้งหมดในภาคผนวก ก และรายละเอียดการตั้งค่าอุปกรณ์วัดต่างๆ ในภาคผนวก ข

3.2.3.7 โปรแกรม PCS7 รุ่น 7.1

โปรแกรม PCS7 รุ่น 7.1 คือโปรแกรมที่ใช้สำหรับจัดการกับส่วนประกอบอื่นๆ ของซอฟต์แวร์มาตรฐาน ตัวอย่างเช่น เครื่องมือสำหรับการตั้งค่าโครงข่ายและฮาร์ดแวร์ (hardware and network configuration tools) และการเลือกใช้ภาษาสำหรับการเขียนโปรแกรมควบคุมซึ่งติดตั้งอยู่ในตัวๆ เดี่ยว และสามารถโปรแกรมต่างๆ ได้จาก SIMATIC MANAGER อีกด้วย

โดยโปรแกรมที่เป็นส่วนประกอบหลักๆ ของโปรแกรม SIMATIC MANAGER ได้แก่

- Configuring Networks หรือ NetPro configuration tool คือ เครื่องมือที่ใช้กราฟิกในการแสดงการเชื่อมต่อของเอ็มพีไอ โพรพิบัส และเครือข่ายยอเยอีเทอร์เน็ตเชิงอุตสาหกรรม เครื่องมือนี้จะแสดงให้เห็นการเชื่อมต่อของแต่ละอุปกรณ์ การเชื่อมต่อของการเชื่อมต่อและการเชื่อมต่อทางกายภาพ ซึ่งจะรวมไปถึงการตั้งค่าของอุปกรณ์ของแต่ละโมดูล ตัวแปรในเครือข่าย และการสร้างการเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ด้วยตัวเอง
- Hardware Configuration คือเครื่องมือสำหรับเพิ่มรายชื่ออุปกรณ์ทั้งหมดลงในระบบควบคุมเพื่อใช้ในการกำหนดโครงสร้างและเพิ่มข้อมูลของอุปกรณ์ทั้งหมดให้ผู้ปฏิบัติการสามารถเข้าถึงทางโปรแกรมได้
- S7 – CFC หรือ Continuous Function Chart คือเครื่องมือที่ใช้เขียนโปรแกรมและแสดงผลทางกราฟิกเพื่อเหมาะสมกับการเขียนโค้ด ในการทำงานที่ทำให้สามารถเข้าใจได้ง่าย โปรแกรม CFC จะมีลักษณะเป็นผังซึ่งจะทำงานได้โดยการเชื่อมต่อระหว่างกันของหน่วยอินพุต และหน่วยเอาต์พุต ซึ่งภายในหนึ่งคำสั่งนั้น CFC อาจประกอบไปด้วยฟังก์ชันการทำงานหลายตัวเช่น timer, counter, comparisons/conversions และอื่นๆ ก็เป็นได้
- SIMATIC PDM คือ เครื่องมือที่ใช้ในการกำหนดโครงสร้างของอุปกรณ์ในระดับฟิลด์ เช่น การกำหนดช่วงในการวัด การกำหนดช่วงเตือนภัย กำหนดหน่วยวัด เป็นต้น นอกจากนี้โปรแกรมยังสามารถที่จะแสดงผลการวัดของเครื่องมือขณะวัดได้ โดยอุปกรณ์ที่จะทำการตั้งค่าได้จะต้องอยู่ในมาตรฐานของโปรพิบัสเท่านั้น

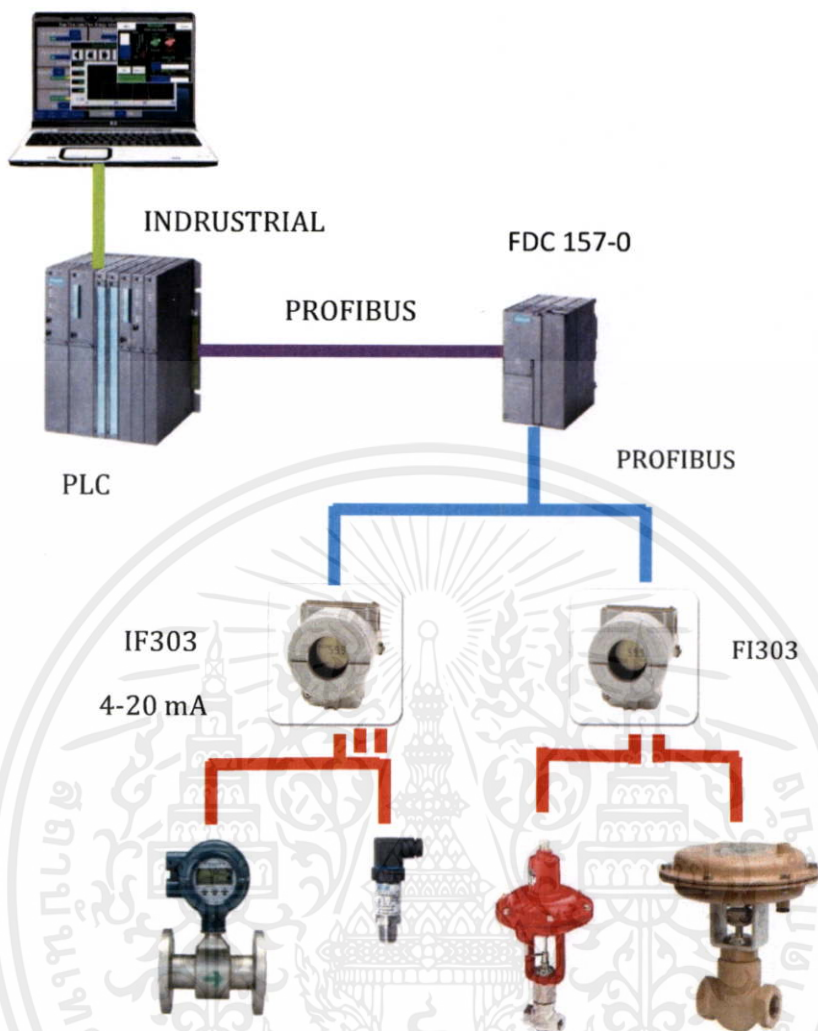
3.2.4 การเชื่อมต่อทางเครือข่ายของอุปกรณ์ในระบบควบคุม (Network Communication System)

การเชื่อมต่อทางเครือข่ายของอุปกรณ์ในระบบควบคุมนี้ จะสามารถแบ่งชั้นการสื่อสารข้อมูล ดังนี้

- ระดับชั้นที่สื่อสารข้อมูลด้วยความเร็วสูง จะเป็นอุปกรณ์จำพวกตัวควบคุม กับสถานีปฏิบัติการหรือสถานีวิศวกรรม ซึ่งจะอยู่ในมาตรฐานของโปรพิบัสดีพี แต่ส่วนที่เชื่อมต่อระหว่างตัวควบคุมกับสถานีปฏิบัติการหรือสถานีวิศวกรรมนี้ จะสามารถเชื่อมต่อได้หลากหลายทั้งโปรพิบัสดีพี เอ็มพีไอ หรืออีเทอร์เน็ต
- ระดับชั้นที่สื่อสารข้อมูลด้วยความเร็วต่ำ จะเป็นอุปกรณ์ที่อยู่ในชั้นระดับฟิลด์ จำพวกอุปกรณ์วัด และอุปกรณ์แปลงสัญญาณให้เป็นโปรพิบัสพีเอ ได้แก่ เครื่องส่งสัญญาณ อุปกรณ์วัดการไหลแบบคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า วาล์วควบคุม และอุปกรณ์แปลงสัญญาณ (SMAR IF303 / SMAR FI 303)
- ระดับชั้นที่เชื่อมต่อระหว่างโปรพิบัสดีพีกับโปรพิบัสพีเอ หรือระหว่างชั้นสื่อสารข้อมูลความเร็วสูงกับชั้นสื่อสารข้อมูลความเร็วต่ำ ได้แก่ ตัวแปลงสัญญาณระหว่างโปรพิบัสดีพี และโปรพิบัสดีพี

รายละเอียดทั้งหมดจะแสดงดังรูปที่ 3.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.4 แสดงการเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ต่างๆ ในระบบควบคุม

3.3 การตั้งค่าคอนฟิกของระบบอัตโนมัติ (Automation System : AS)

คือการตั้งค่าระบบอุปกรณ์ และซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการเขียนโปรแกรม โดยรายละเอียดได้ระบุไว้ใน ภาคผนวก ก

3.4 การเขียนโปรแกรมด้วยฟังก์ชันชาร์ตแบบต่อเนื่อง (Continuous Function Chart: CFC)

เป็นการเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมอัตราการไหล โดยรายละเอียดได้ระบุไว้ใน ภาคผนวก ข

3.5 การเพิ่มประสิทธิภาพตัวควบคุมพีไอดี (Optimize PID Controller)

เป็นการหาค่าพารามิเตอร์ของกระบวนการ และหาค่าพารามิเตอร์ของตัวควบคุมพีไอดีที่เหมาะสมในการควบคุมกระบวนการ รายละเอียดได้ระบุไว้ใน ภาคผนวก ค

3.3 สรุป

จากที่กล่าวมาในบทนี้ เป็นโครงสร้างของกระบวนการซึ่งประกอบไปด้วย แผนภาพแสดงกระบวนการและอุปกรณ์วัด แผนภาพแสดงวงจรไฟฟ้าทั้งในระบบโปรพิบัสพีเอ และระบบกระแส 4-20 mA องค์ประกอบของกระบวนการและเครือข่ายการสื่อสารข้อมูล รวมถึงการเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่างๆ ในระบบควบคุม จากนั้นจึงเข้าสู่ขั้นตอนการทดลองกระบวนการ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

4.1 คำนำ

เนื้อหาในบทนี้จะกล่าวถึงวิธีการทดลอง และผลของการทดลองเพื่อศึกษาผลของการตอบสนองการควบคุมของระบบซึ่งมีเป้าหมายคือทำการควบคุมอัตราการของน้ำในกระบวนการจำลอง และที่ผลการทดลองที่จะพิจารณาจะประกอบผลกระทบของตัวควบคุมพีไอที่เกิดจากเวลาหน่วงบนโครงข่ายโพรพิบัสพีเอ บนระบบควบคุมแบบกระจายส่วน PCS 7 พร้อมทั้งศึกษาพฤติกรรมของตัวควบคุมพีไอ ที่ใช้การสื่อสารอยู่ด้วยกัน 2 ชนิด คือ

1. แบบแอนะล็อก 4-20 มิลลิแอมป์
2. แบบโพรพิบัสพีเอ

จากนั้นจะได้ศึกษาผลที่เกิดขึ้นในแต่ละชนิดที่เลือกใช้ พร้อมทั้งวิเคราะห์จากกราฟผลตอบสนองทางเวลา รวมทั้งผลของเวลาหน่วง (Delay time) ที่มีผลต่อกระบวนการซึ่งอธิบายได้พารามิเตอร์ต่างๆ ของกระบวนการ

4.2 วิธีการทดลอง

การทดลองการทำงานของระบบสามารถแบ่งได้เป็น 2 กรณี ดังนี้

กรณีที่ 1 ควบคุมอัตราการไหลของน้ำในกระบวนการ โดยทำการควบคุมที่ค่าเป้าหมายต่างๆ ที่ 10 ลิตรต่อนาที (25%) , 20 ลิตรต่อนาที (50%) และ 30 ลิตรต่อนาที (75%) ของอัตราการไหลเต็มของที่เซนเซอร์วัดได้ 40 ลิตรต่อนาที

กรณีที่ 2 ควบคุมอัตราการไหลของน้ำในกระบวนการ โดยนำค่าพีไอจากการควบคุมกระบวนการที่ได้จาก กรณีที่ 1 โดยใช้ค่า $K_p=29.791$ และค่า $T_i = 2.909$ จากนั้นทำการควบคุมที่ค่าเป้าหมายต่างๆ ที่ 10 ลิตรต่อนาที (25%) , 20 ลิตรต่อนาที (50%) และ 30 ลิตรต่อนาที (75%) ของอัตราการไหลเต็มของที่เซนเซอร์วัดได้ 40 ลิตรต่อนาที จากนั้นทำการหาค่าพีไอดีที่เหมาะสมกับกระบวนการโดย การเพิ่มประสิทธิภาพตัวควบคุมพีไอดีโดยใช้คำสั่ง Optimize PID Controller บนระบบควบคุมแบบกระจายส่วน PCS7 จากนั้นทำการควบคุมที่ค่าเป้าหมายต่างๆ ที่ 10 ลิตรต่อนาที (25%) , 20 ลิตรต่อนาที (50%) และ 30 ลิตรต่อนาที (75%) ของอัตราการไหลเต็มของที่เซนเซอร์วัดได้ 40 ลิตรต่อนาที

4.3 ผลการทดลองค่า

4.3.1 กรณีที่ 1 ผลการควบคุมกระบวนการโดยใช้การสื่อสารแบบ analog 4-20 mA

พารามิเตอร์และกราฟแสดงผลการตอบสนองเชิงเวลาของระบบควบคุมอัตราการไหล หลังจากทำ Optimization PID Controller ทำการพิจารณาในรูปแบบกระบวนการอันดับหนึ่งกับเวลาหน่วง (First Order Plus Dead Time : FOPDT) สามารถอธิบายโดยฟังก์ชันถ่ายโอนดังสมการที่ 4.1

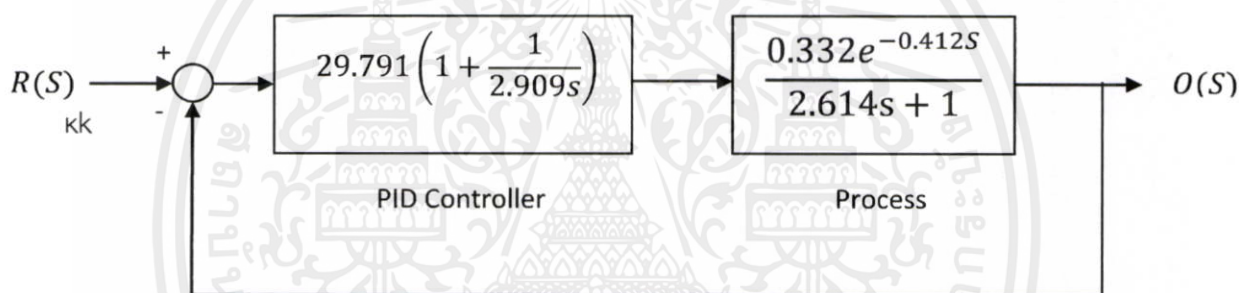
เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับนักเรียนใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์อื่นใดได้โดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆ ก็ตาม อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$G(s) = \frac{0.332e^{-0.412s}}{2.614s+1} \quad (4.1)$$

จากสมการจะได้ว่า ค่าเกณฑ์ของกระบวนการ (K_p) = 0.332 ค่าเวลาที่กระบวนการ (τ) = 2.614 วินาที ค่าเวลาหน่วง (θ_D) = 0.412 วินาที ได้ค่าพารามิเตอร์ของตัวควบคุมพีไอดีสามารถอธิบายด้วยฟังก์ชันถ่ายโอนดังสมการที่ 4.2

$$C(s) = 29.791 \left(1 + \frac{1}{2.909s} \right) \quad (4.2)$$

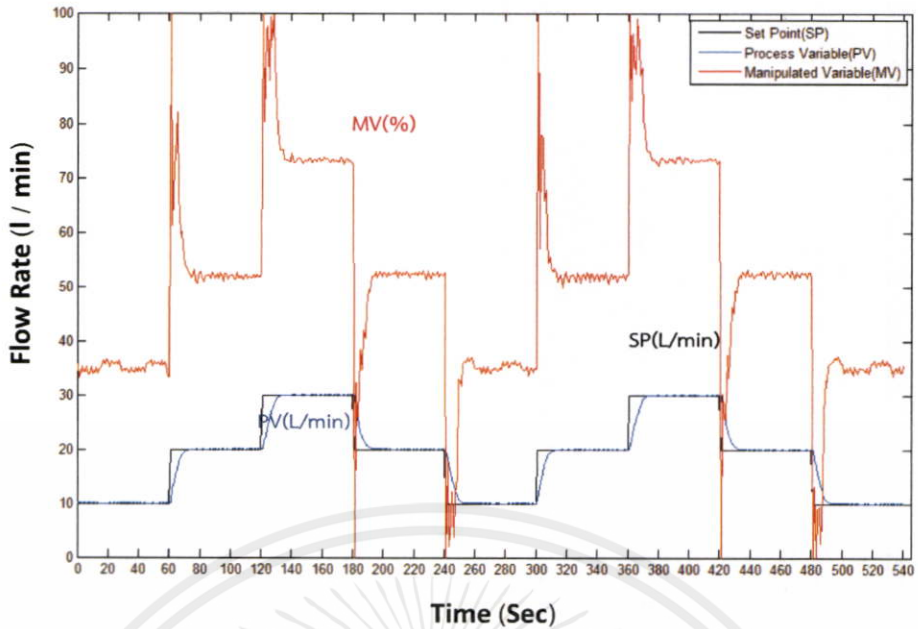
จากสมการจะได้ว่า ค่าเกณฑ์ของตัวควบคุม (K_C) = 29.791 ค่าเวลาปริพันธ์ (T_i) = 2.614 วินาที แผนภาพระบบควบคุมป้อนกลับแบบวงปิดของตัวควบคุมพีไอดีของกระบวนการอันดับหนึ่งกับเวลาหน่วงสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 แสดงแผนภาพกระบวนการแบบวงปิดของกรณีที่ 1

จากรูปที่ 4.2 เป็นผลตอบสนองทางเวลาแสดงให้เห็นผลการตอบสนองของกระบวนการต่อตัวควบคุมหลังจากทำเปลี่ยนค่าเป้าหมายที่ 10 ลิตรต่อนาที (25%) , 20 ลิตรต่อนาที (50%) และ 30 ลิตรต่อนาที (75%) จากผลดังกล่าวทำให้ทราบได้ว่าค่าของค่าแปรกระบวนการ(PV) จะพยายามปรับตัวให้เข้าหาค่าเป้าหมาย(SP)โดยใช้เวลาเฉลี่ย = 10.3 วินาที ค่าตัวจัดการ(MV) ตอบสนองต่อกระบวนการได้อย่างมีประสิทธิภาพเพื่อให้ค่าแปรกระบวนการเข้าสู่ค่าเป้าหมาย(SP) ตัวควบคุมสามารถควบคุมกระบวนการได้อย่างมีประสิทธิภาพ

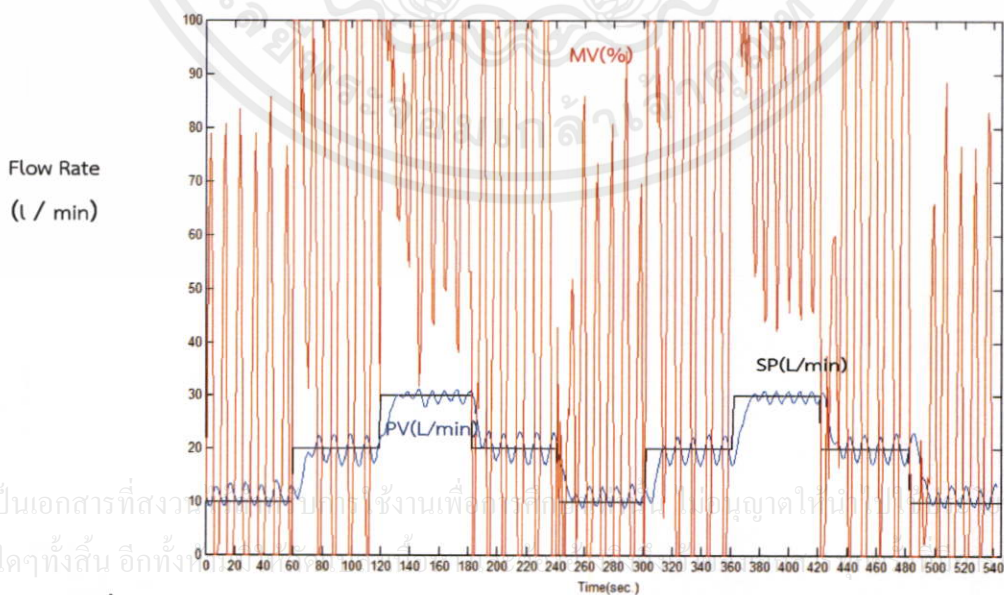
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 กราฟแสดงผลการตอบสนองเชิงเวลาของระบบควบคุมอัตราการไหลที่ใช้การสื่อสารแบบ analog (4-20 mA) $Kc = 29.791$, $T_i = 2.614$

4.3.2 กรณีที่ 2 ผลการควบคุมกระบวนการที่ใช้การสื่อสารแบบโปรฟิบัติเอ

จากกราฟผล รูปที่ 4.3 จากผลตอบสนองทางเวลาแสดงให้เห็นผลการตอบสนองของกระบวนการต่อตัวควบคุมหลังจากทำเปลี่ยนค่าเป้าหมาย จากผลดังกล่าวทำให้ทราบได้ว่าค่าของค่าแปรกระบวนการ(PV) จะพยายามปรับตัวให้เข้าหาค่าเป้าหมาย(SP) แต่ไม่สามารถเข้าสู่ค่าเป้าหมายได้ ค่าตัวจัดการ(MV) ไม่สามารถตอบสนองต่อกระบวนการได้ จึงทำให้ระบบควบคุมเกิดการสั่น (system oscillation) ค่าแปรกระบวนการแกว่งอยู่รอบๆค่าเป้าหมาย(SP) ระบบไม่สามารถเข้าสู่ค่าเป้าหมาย(SP) ได้ ทำให้ไม่สามารถควบคุมอัตราการไหลของน้ำที่เป้าหมายต่างๆได้เลย



รูปที่ 4.3 กราฟผลการตอบสนองเชิงเวลาของระบบควบคุมอัตราการไหลที่ใช้การสื่อสารแบบโปรฟิบัติเอ โดยใช้พารามิเตอร์ $Kc = 29.791$, $T_i = 2.614$

จากนั้นใช้คำสั่ง Optimization PID Controller หาค่าพีไอดีที่เหมาะสมกับระบบควบคุมอัตราการไหลที่ใช้การสื่อสารแบบ โปรโตคอลพีเอ พารามิเตอร์และกราฟแสดงผลการตอบสนองเชิงเวลาของระบบควบคุมอัตราการไหลหลังจากทำ Optimization PID Controller ทำการพิจารณาในรูปแบบกระบวนการอันดับหนึ่งกับเวลาหน่วง (สามารถอธิบายโดยฟังก์ชันถ่ายโอนดังสมการที่ 4.3

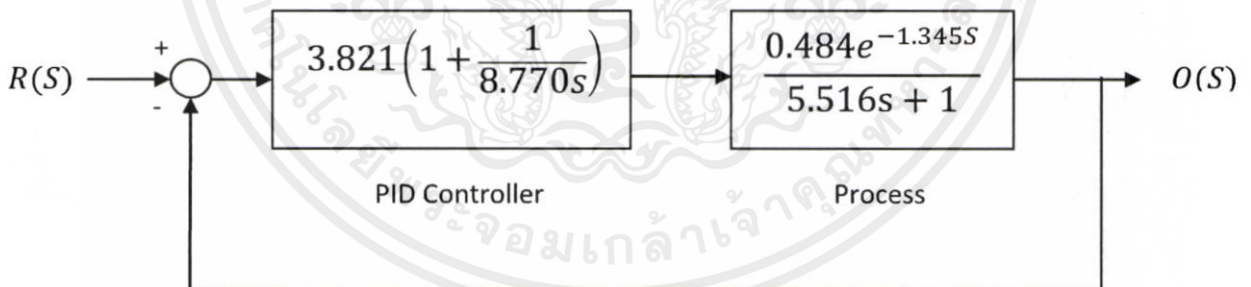
$$G(s) = \frac{0.484e^{-1.345s}}{5.516s+1} \quad (4.3)$$

จากสมการจะได้ว่า ค่าเกณฑ์ของกระบวนการ (K_p) = 0.484 ค่าเวลาคงที่กระบวนการ (τ) = 5.516 วินาที ค่าเวลาหน่วง (θ_D) = 1.345 วินาที ได้ค่าพารามิเตอร์ของตัวควบคุมพีไอดีสามารถอธิบายด้วยฟังก์ชันถ่ายโอนดังสมการที่ 4.4

$$C(s) = 3.821 \left(1 + \frac{1}{8.770s} \right) \quad (4.4)$$

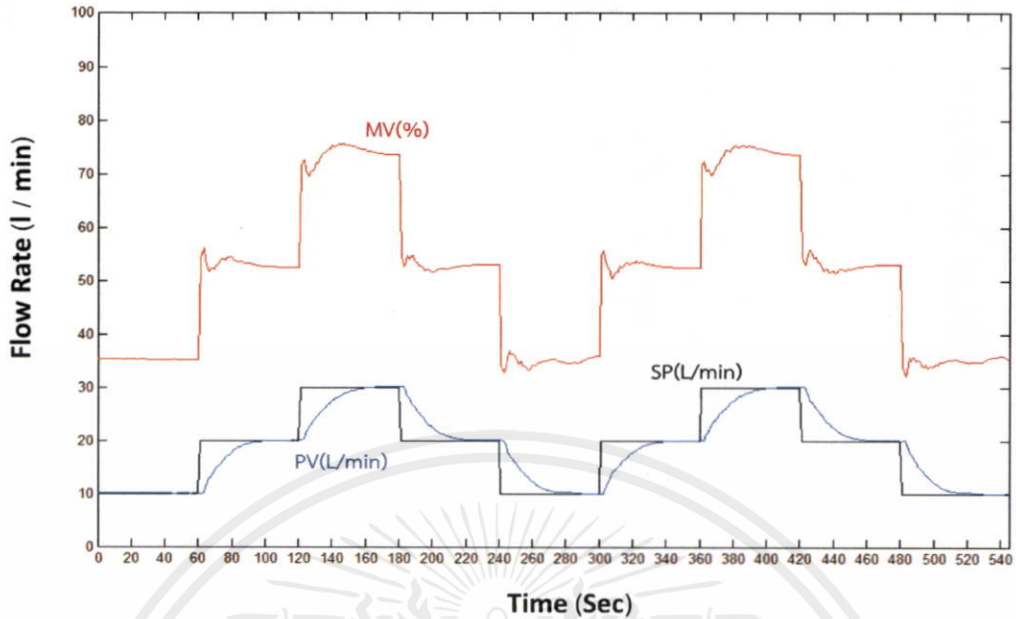
จากสมการจะได้ว่า ค่าเกณฑ์ของตัวควบคุม (K_c) = 3.821 ค่าเวลาปริพันธ์ (T_i) = 8.770 วินาที

แผนภาพระบบควบคุมป้อนกลับแบบวงปิดของตัวควบคุมพีไอดีของกระบวนการอันดับหนึ่งกับเวลาหน่วงสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.4 แสดงแผนภาพกระบวนการแบบวงปิดของกรณีที่ 2

จากรูปที่ 4.5 เป็นผลตอบสนองทางเวลาแสดงให้เห็นผลการตอบสนองของกระบวนการต่อตัวควบคุมหลังจากทำเปลี่ยนค่าเป้าหมายที่ 10 ลิตรต่อนาที (25%) , 20 ลิตรต่อนาที (50%) และ 30 ลิตรต่อนาที (75%) จากผลตอบสนองทางเวลาแสดงให้เห็นผลการตอบสนองของกระบวนการต่อตัวควบคุมหลังจากทำเปลี่ยนค่าเป้าหมาย จากผลดังกล่าวทำให้ทราบได้ว่าค่าของค่าแปรกระบวนการ (PV) จะพยายามปรับตัวให้เข้าหาค่าเป้าหมาย(SP)โดยใช้เวลาในการเข้าสู่ค่าเป้าหมาย(SP) เฉลี่ย = 32.6 วินาที ค่าการจัดการ(MV) ตอบสนองต่อกระบวนการได้อย่างมีประสิทธิภาพเพื่อให้ค่าแปรกระบวนการเข้าสู่ค่าเป้าหมาย(SP) ตัวควบคุมสามารถควบคุมกระบวนการได้อย่างมีประสิทธิภาพ



รูปที่ 4.5 กราฟผลการตอบสนองเชิงเวลาของระบบควบคุมอัตราการไหลที่ใช้การสื่อสารแบบโปรพิบัสพีเอ โดยใช้พารามิเตอร์ $Kc = 29.791$, $Ti = 2.614$

4.4 สรุป

จากผลการทดลองการควบคุมอัตราการไหลของน้ำในกระบวนการ พบว่าการใช้การสื่อสารแบบแอนะล็อก 4-20 mA หลังจากที่ทำกร Optimization PID Controller ได้ค่าพีไอดีที่เหมาะสมซึ่งทำให้สามารถควบคุมกระบวนการได้ ต่อมาพบว่าหากนำค่าพีไอดีของระบบควบคุมที่ใช้การสื่อสารแบบแอนะล็อก 4-20 mA ที่ได้ แล้วมาใช้กับกระบวนการเดิมแต่ใช้การสื่อสารแบบโปรพิบัสพีเอ จะไม่สามารถทำการควบคุมอัตราการไหลของน้ำได้เลย จากรูปแบบกระบวนการอันดับหนึ่งกับเวลาหน่วงของกระบวนการเดียวกันแต่ใช้รูปแบบการสื่อสารที่แตกต่างกัน แสดงให้เห็นว่ากรณีที่ 2 ที่ใช้การสื่อสารแบบโปรพิบัสพีเอ นั้นค่าเวลาคงที่ของกระบวนการ (Time Constant) และเวลาหน่วง (Time Lag) ของกระบวนการ มีค่ามากกว่าในกรณีที่ 1 ทำให้ฟังก์ชันถ่ายโอนเปลี่ยนไปจากเดิม ค่าพีไอดีที่เคยใช้ควบคุมกระบวนการได้จึงไม่สามารถควบคุมกระบวนการได้เมื่อใช้ค่าพีไอดีเดียวกัน เนื่องจากผลของเวลาหน่วง (Delay Time) เข้าไปมีผลกระทบต่อกระบวนการควบคุมอัตราการไหลของน้ำ ซึ่งเวลาหน่วงที่เกิดขึ้นเป็นผลมาจากคุณสมบัติของการสื่อสารแบบโปรพิบัสพีเอ ที่ใช้ส่งข้อมูลจากอุปกรณ์วัดไปยังตัวควบคุมและจากตัวควบคุมไปยังอุปกรณ์ควบคุมปลายทางวิธีการ การแก้ไขคือต้องทำการ Optimization PID Controller ใหม่จนกว่าจะได้ค่าพีไอดีที่เหมาะสมจึงจะสามารถควบคุมกระบวนการได้

ดังนั้นสิ่งที่ได้จากการศึกษาจากรูปแบบที่ใช้ในกระบวนการการสื่อสารทั้งสองชนิดพบว่า จะมีการตอบสนองค่าที่เข้าสู่เป้าหมายจะมีความแตกต่างกันโดยค่าเข้าสื่อเป้าหมายของกระบวนการที่ใช้การสื่อสารแบบโปรพิบัสพีเอจะมีค่ามากกว่ากระบวนการที่ใช้การสื่อสารแบบแอนะล็อก 4-20 mA และค่าพีไอดีที่ได้จากการ Optimization PID Controller จะไม่สามารถนำค่าเดิมมาใช้ร่วมกันส่งผลให้ผลของการควบคุมเกิดการสั่น (system oscillation) ขึ้น

บทที่ 5

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

ปริญญานิพนธ์นี้ได้ทำการศึกษาและการใช้งานกระบวนการควบคุมอัตราการไหลของน้ำในกระบวนการจำลอง และการตั้งค่าอุปกรณ์ต่างๆ อุปกรณ์เชื่อมต่อ ตัวควบคุม การพัฒนาวิธีการควบคุมและการเขียนโปรแกรมฟังก์ชันขาดแบบต่อเนื่อง (CFC) ในส่วนของวิธีการควบคุมได้เลือกใช้วิธีการควบคุมแบบ พีไอดี โดยใช้โปรแกรม PCS7 ของบริษัทซีเมนส์แห่งประเทศไทยเป็นเครื่องมือในการพัฒนาตัวควบคุมพีไอดี ดังนั้นขั้นตอนแรกเป็นการศึกษาทฤษฎีของ การควบคุมและคุณลักษณะของพี ไอดี เบื้องต้น และการทำงานของอุปกรณ์ทุกตัวในกระบวนการจำลอง จากนั้นได้ทำการศึกษาวิธีการเชื่อมต่อเข้ากับตัวควบคุม S7-400 เพื่อเขียนพารามิเตอร์ต่างๆที่ผ่านการออกแบบแล้วสำหรับการประมวลผลด้วยตัวควบคุมต่อไป และเขียนโปรแกรมฟังก์ชันขาดแบบต่อเนื่อง CFC เชื่อมต่ออุปกรณ์วัดอัตราการไหลและวาล์วควบคุมด้วยฟังก์ชันบล็อก PIDConL FbAnIn และ FbAnOu เป็นต้น

จากนั้นขั้นตอนต่อจากการเชื่อมต่ออุปกรณ์เข้ากับซอฟต์แวร์แล้ว ก็จะเป็นการหาค่าของพารามิเตอร์ในระบบควบคุม พีไอดี ที่เหมาะสมให้สามารถทำการควบคุมกระบวนการให้เกิดความเสถียรได้ เพื่อให้เห็นภาพได้ชัดเจนยิ่งขึ้นในส่วนของเราที่มีผลกระทบต่อบรรยากาศจึงนำค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการสื่อสารแบบแอนาล็อก 4-20 mA กับการสื่อสารแบบโปรพิบัสมาแทนในสมการ เฟอร์ทอเดอร์พลัสเดดไทม์ (first order plus dead time) เพื่อให้เห็นถึงความแตกต่างของค่าพารามิเตอร์ทั้งสองแบบเพื่อให้สอดคล้องทฤษฎีที่ได้อธิบายในเรื่องเวลาหน่วง

ในส่วนผลการทดลองการควบคุมแบบพีไอดี เพื่อให้ได้อัตราการไหลเป็นไปตามค่าเป้าหมายนั้น จะพบว่าผลที่เกิดขึ้นจะมีหลายกรณีด้วยซึ่งตัวแปรสำคัญที่ทำให้เป็นเช่นนั้นก็คือรูปแบบการสื่อสารที่ต่างชนิดกันส่งผลให้เกิดเวลาหน่วงขึ้นในระบบเครือข่าย ส่งผลให้การควบคุมอัตราการไหลของน้ำในกระบวนการจำลองจะมีความสามารถในการควบคุมที่แตกต่างกันไปด้วย

5.2 วิเคราะห์ปัญหาและข้อเสนอแนะ

ในปัจจุบันเทคโนโลยีทางอุปกรณ์วัดและระบบควบคุมต่างๆ มีให้เลือกใช้งานอย่างหลากหลาย มีความยุ่งยากและซับซ้อนค่อนข้างมาก ในการออกแบบระบบควบคุมเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการควบคุมสูงสุดต้องคำนึงถึงผลกระทบในหลายๆด้าน ทั้งทางด้านความแม่นยำของอุปกรณ์การวัด ความสามารถต่างๆของตัวควบคุม การตอบสนองของอุปกรณ์ควบคุมปลายทาง รวมทั้งการสื่อสารภายในระบบควบคุม จะเห็นว่าการเลือกอุปกรณ์และการสื่อสารที่แตกต่างกันนั้น ให้ผลในการควบคุมที่แตกต่างกันออกไปด้วย ดังนั้นผู้ออกแบบระบบควบคุมควรมีความเข้าใจเวลาหน่วงในการทำงานของอุปกรณ์และการสื่อสารที่ใช้ในระบบควบคุม เพื่อออกแบบให้เหมาะสมกับวัตถุประสงค์และสามารถใช้งานได้อย่างตรงตามความต้องการ

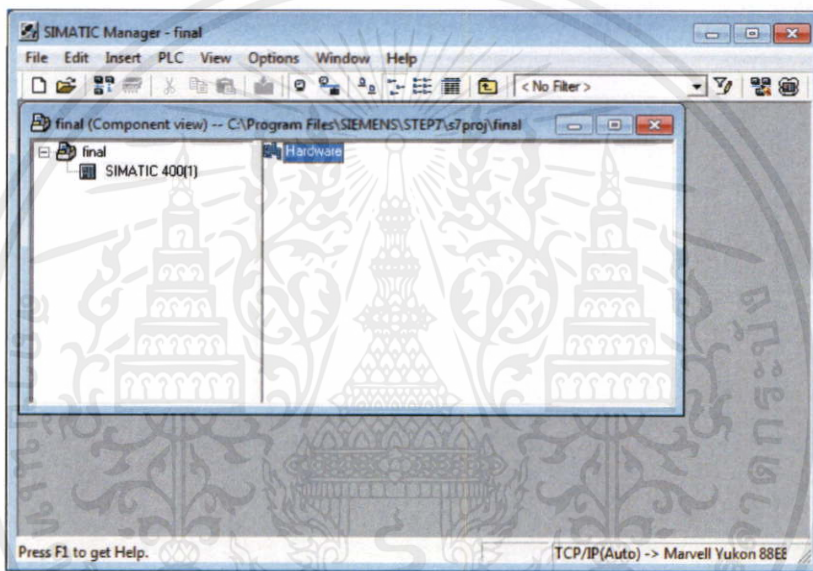
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ไม่สามารถนำเอกสารนี้ไปเผยแพร่หรือทำซ้ำโดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

การตั้งค่าคอนฟิกของระบบอัตโนมัติ (Automation System : AS)

ก.1 . Hardware Configuration ที่ใช้การสื่อสารแบบ 4-20 mA มีขั้นตอนดังนี้

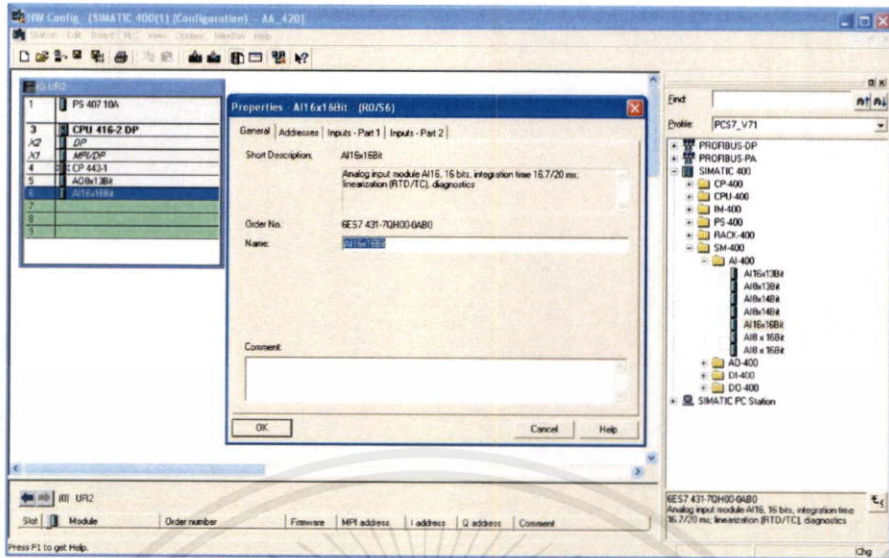
1. คลิกที่ SMATIC 400 ใน Project window >ดับเบิลคลิกที่ Hardware เพื่อเข้าสู่โปรแกรม Hardware Configuration ดังรูปที่ 1ก



รูปที่ 1ก การเข้าถึงโปรแกรม Hardware Configuration

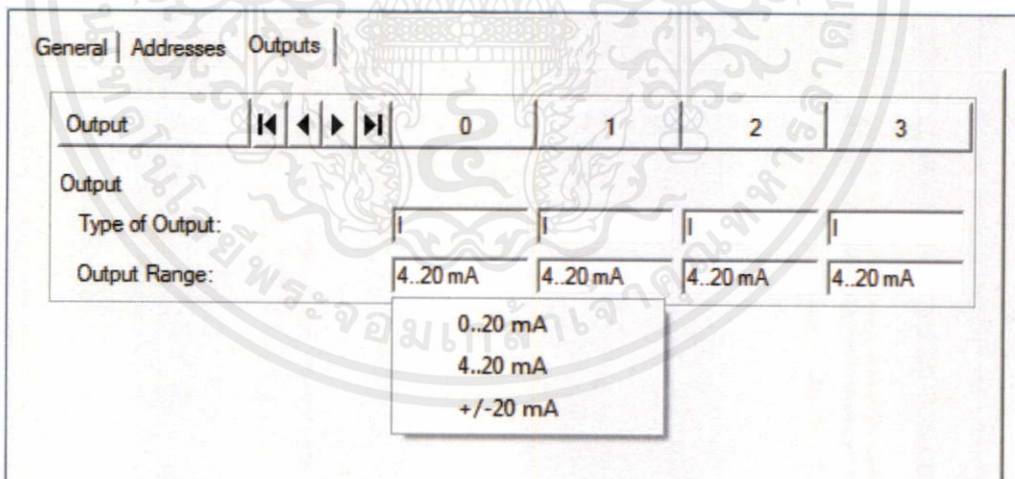
2. ทำการเลือก Rack : UR2 , Power Supply : PS 407 10A, CPU 416-2DP, CP443-1, AO 8x13bit และ AI 16x16bit โดยเลือกจาก Hardware Catalog ดังรูปที่ 2ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2ก ติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ ที่อยู่ในระบบควบคุมลงใน Rack

3. การตั้งค่ารูปแบบการส่งข้อมูลของ AO 8x13bit โดยมีรูปแบบดังนี้
 ชนิดของเอาต์พุตมี 2 รูปแบบ E คือต้องการส่งข้อมูลออกเป็นค่าแรงดันไฟฟ้า I คือต้องการส่งข้อมูลออกเป็นค่ากระแสไฟฟ้า ในการทดลองนี้เลือกเป็นแบบค่ากระแสไฟฟ้า แบบ 4-20 mA ดังรูปที่ รูปที่ 3ก



รูปที่ 3ก ชนิดของเอาต์พุตของ AO 8x13bit

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. การตั้งค่ารูปแบบการรับข้อมูลของ AI 16x16bit โดยมีรูปแบบดังนี้

ชนิดของอินพุตมี 2 รูปแบบ E คือต้องการส่งข้อมูลออกเป็นค่าแรงดันไฟฟ้า I คือต้องการส่งข้อมูลออกเป็นค่ากระแสไฟฟ้า ในการทดลองนี้เลือกเป็นแบบค่ากระแสไฟฟ้า แบบ 4-20 mA (4 wire transmitter) ดังรูปที่ รูปที่ 4ก

| Input | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|----------|----------|----------|----------|
| Measuring Type: | 4DMU | 4DMU | 4DMU | 4DMU |
| Measuring Range: | 4..20 mA | 4..20 mA | 4..20 mA | 4..20 mA |
| Position of Measuring Range Selection Module: | [C] | [C] | [C] | [C] |
| Interference frequency | 50 Hz | 50 Hz | 50 Hz | 50 Hz |
| Smoothing: | None | None | None | None |
| Reference Junction: | --- | --- | --- | --- |

รูปที่ 4ก ชนิดอินพุตของ AI 16x16bit

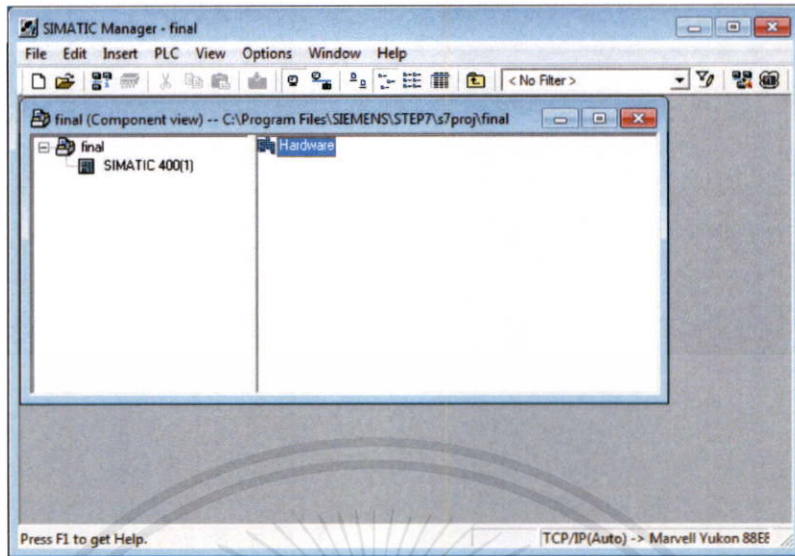
5. จากนั้นทำการบันทึก และตรวจสอบความถูกต้อง ด้วยการเรียกใช้ฟังก์ชัน Save and Compile

6. ส่งถ่ายข้อมูลการกำหนด Hardware Configuration ไปยังตัวควบคุม

ก.2. Hardware Configuration ที่ใช้การสื่อสารแบบ โปรพิบัสพีเอ มีขั้นตอนดังนี้

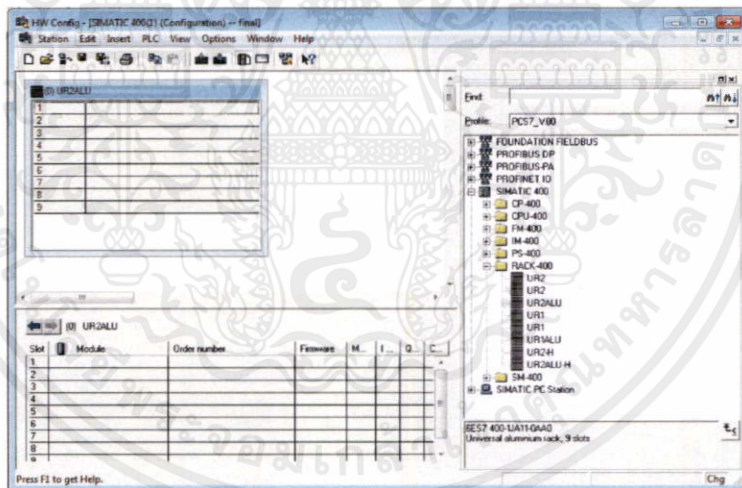
1. คลิกที่ SMATIC 400 ใน Project window >ดับเบิลคลิกที่ Hardware เพื่อเข้าสู่โปรแกรม Hardware Configuration ดังรูปที่ 5ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5ก การเข้าถึงโปรแกรม Hardware Configuration

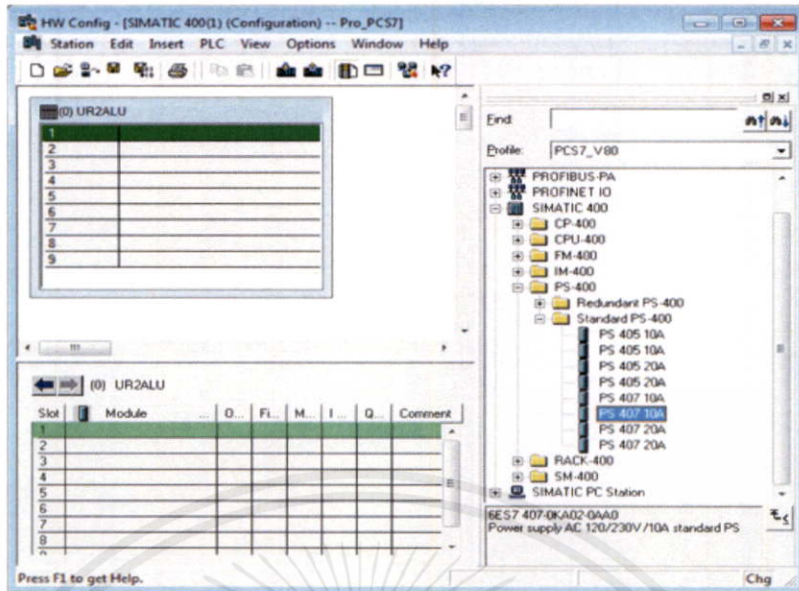
2. คลิกที่ SIMATIC 400 แล้วไปคลิกที่ RACK-400 และดับเบิลคลิกที่ UR2ALU ดังรูปที่ 6ก



รูปที่ 6ก ติดตั้ง RACK-400 UR2ALU

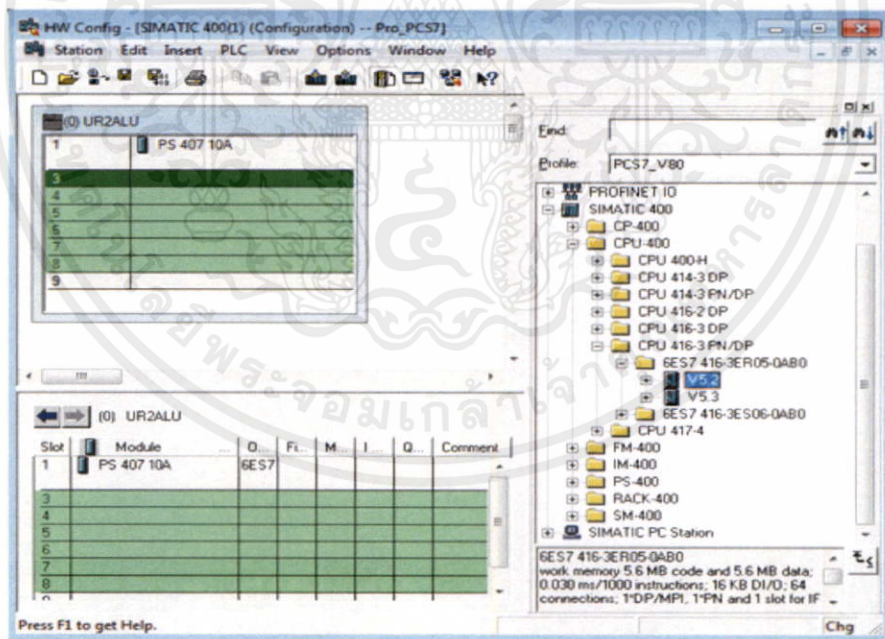
3. คลิกที่ช่องที่ 1 จากนั้นเลือกอุปกรณ์ ที่ SIMATIC 400 เลือกที่ PS-400 จะปรากฏ PS ต่างๆขึ้นมา แล้วเลือก PS 407 10A ดังรูปที่ 7ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



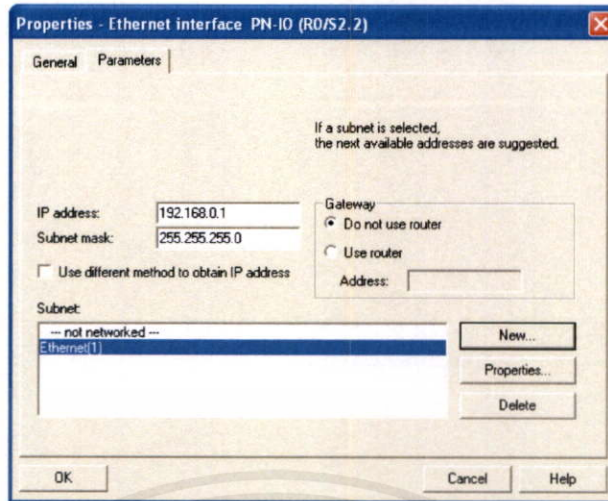
รูปที่ 7ก ติดตั้ง PS 407 10A

4. เลือก CPU 400 แล้วคลิกที่ CPU 416-3 PN/DP เลือก 6ES7 416-3ER05-0AB0 แล้วคลิกที่ firmware V5.2 ดังรูปที่ 8ก



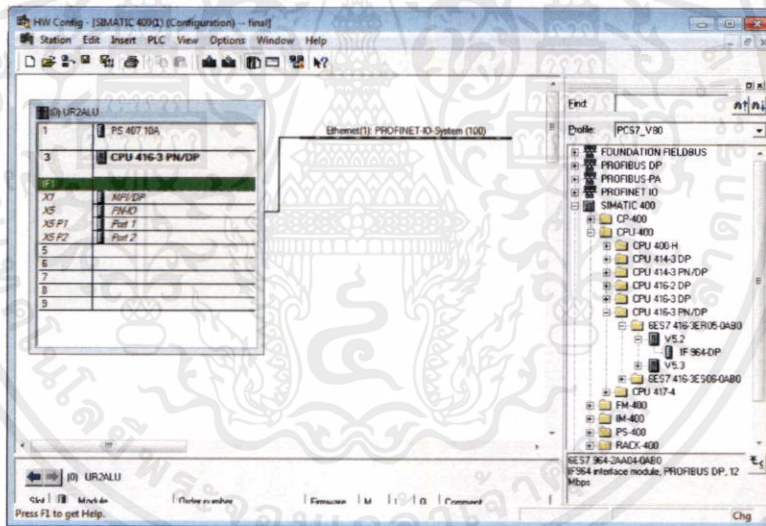
รูปที่ 8ก ติดตั้ง CPU 416-3 PN/DP

เอกสารนี้เป็นเอกสาร 5. จะปรากฏหน้าต่างดังรูปที่ 9ก ระบุ IP Address จากนั้นคลิกที่ New จะขึ้นหน้าต่างใหม่แล้วกด OK เลือกที่ Ethernet(1) แล้วกด อีกครั้ง OK



รูปที่ 9ก ติดตั้ง IP Address ของ CPU 416-3 PN/DP

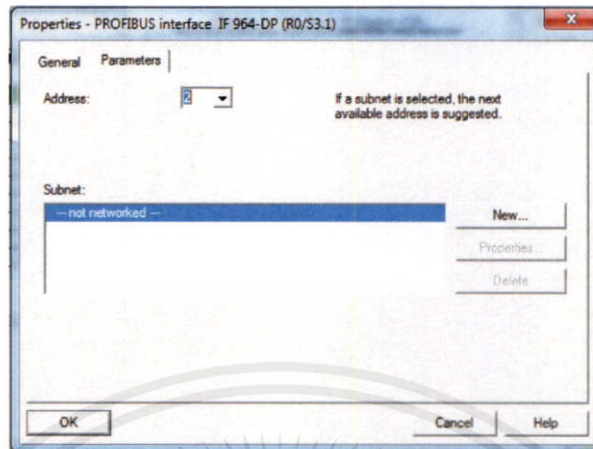
6. คลิกที่ IF1 เลือก CPU 400 แล้วคลิกที่ CPU 416-3 PN/DP เลือก 6ES7 416-3ER05-OAB0 แล้วคลิกที่ firmware V5.2 แล้วเลือก IF 964-DP ดังรูปที่ 10ก



รูปที่ 10ก ติดตั้งโปรไฟบัสดีพี ของ CPU 416-3 PN/DP

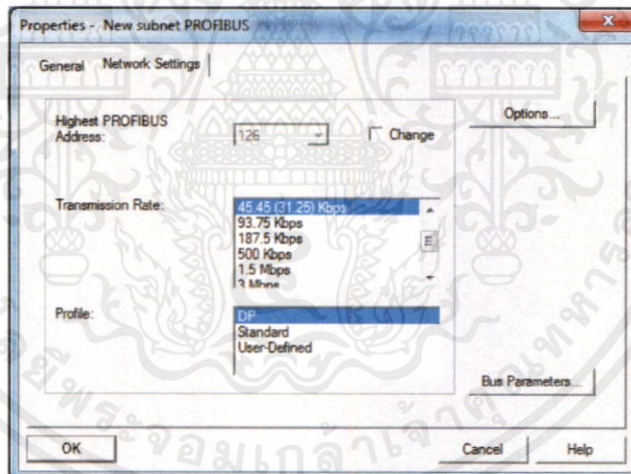
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. จะปรากฏหน้าต่างดังรูปที่ 11ก ระบุ Address จากนั้นคลิกที่ New



รูปที่ 11ก ติดตั้งโปรฟิบบัส Address ของ CPU 416-3 PN/DP

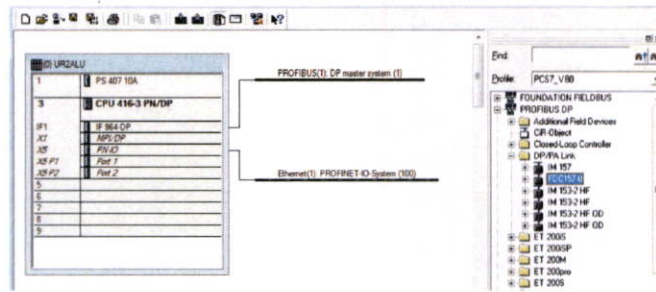
8. จะขึ้นหน้าต่างใหม่ดังรูปที่ 12ก เลือก transmission Rate: 45.45(31.25) Kbps แล้วกด OK แล้วเลือก PROFIBUS(2) แล้วกด OK อีกครั้ง



รูปที่ 12ก การกำหนด transmission Rate ของ CPU 416-3 PN/DP

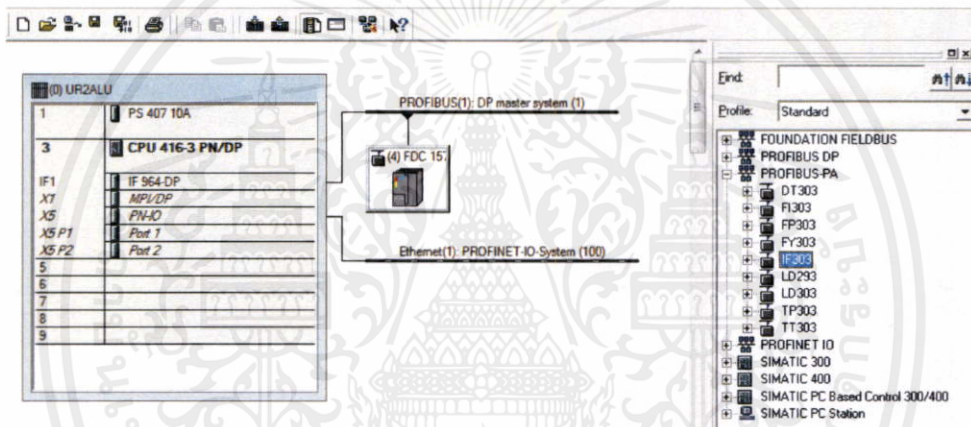
9. คลิกที่ PROFIBUS(2) : DP master system (1) แล้วไปที่ PROFIBUS DP เลือก DP/PA Link แล้วเลือก FDC 157-0 เลือก address 4 แล้วกด ok ดังรูปที่ 13ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 13ก การติดตั้ง DP/PA Link แล้วเลือก FDC 157-0

10. คลิกที่ PROFIBUS (2): DP master System (1) แล้วไปที่ PROFIBUS PA แล้วเลือก IF303 จะขึ้นหน้าต่างใหม่ดังรูปเลือก Address 10 แล้วกด ok ดังรูปที่ 14ก



รูปที่ 14ก การติดตั้ง IF303

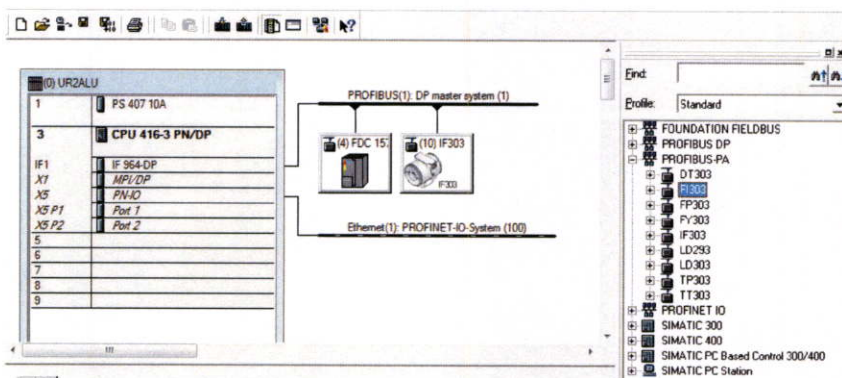
11. จากนั้นทำการแอดโมดูลของ IF 303 ตามที่ต่อใช้งานจริง สำหรับการทดลองนี้ จะรับค่า Analog input ที่ slot ที่ 2 และ 3 ส่วน slot อื่นๆไม่ได้ใช้ ให้ใส่ Empty_MODULE ดังรูปที่ 15ก

| Slot | DP ID | Order Number / Designation | I Address | Q Address | Comment |
|------|-------|----------------------------|-----------|-----------|---------|
| 1 | 0 | EMPTY_MODULE | | | |
| 2 | 66 | Analog Input (long) | 517..521 | | |
| 3 | 66 | Analog Input (long) | 522..526 | | |
| 4 | 0 | EMPTY_MODULE | | | |
| 5 | 0 | EMPTY_MODULE | 522...526 | | |
| 6 | 0 | EMPTY_MODULE | | | |

รูปที่ 15ก การตั้งค่ารูปแบบการแลกเปลี่ยนข้อมูลของ IF303

12. คลิกที่ PROFIBUS(2): DP master System (1) แล้วไปที่ PROFIBUS PA แล้วเลือก IF303 จะขึ้นหน้าต่างใหม่ดังรูปเลือก Address 11 แล้วกด ok ดังรูปที่ 16ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นโดยทีมงานวิจัยและพัฒนาของศูนย์วิจัยและนวัตกรรมเพื่อความยั่งยืน (NRI) ของ บริษัท อีซีเอ็ม จำกัด (มหาชน) ไม่สามารถนำข้อมูลใดๆ ไปใช้ในทางที่ผิดได้ หากมีข้อสงสัยหรือต้องการข้อมูลเพิ่มเติม กรุณาติดต่อทีมงานวิจัยและพัฒนาของศูนย์วิจัยและนวัตกรรมเพื่อความยั่งยืน (NRI) ของ บริษัท อีซีเอ็ม จำกัด (มหาชน)



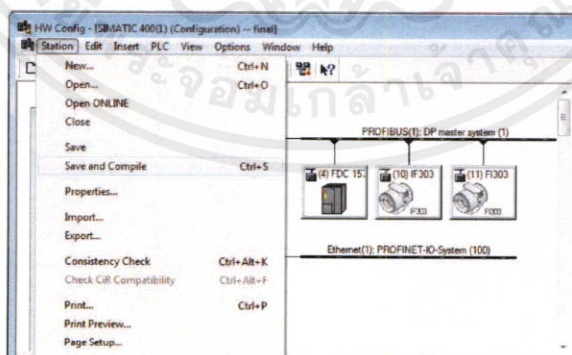
รูปที่ 16ก การติดตั้ง FI303

13. จากนั้นทำการแอดโมดูลของ FI 303 ตามที่ต่อใช้งานจริง สำหรับการทดลองนี้ จะส่งค่า Analog output ที่ slot ที่ 1 และ 3 ส่วน slot ที่ 2ไม่ได้ใช้งานใส่ Empty_MODULE ดังรูปที่ 17ก

| Slot | DP ID | Order Number / Designation | I Address | Q Address | Comment |
|------|-------|----------------------------|-----------|-----------|---------|
| 1 | 195 | eSP + CHECKBACK | 527..529 | 512..516 | |
| 2 | 0 | EMPTY_MODULE | | | |
| 3 | 195 | eSP + CHECKBACK | 530..532 | 517..521 | |

รูปที่ 17ก การติดตั้ง FI303

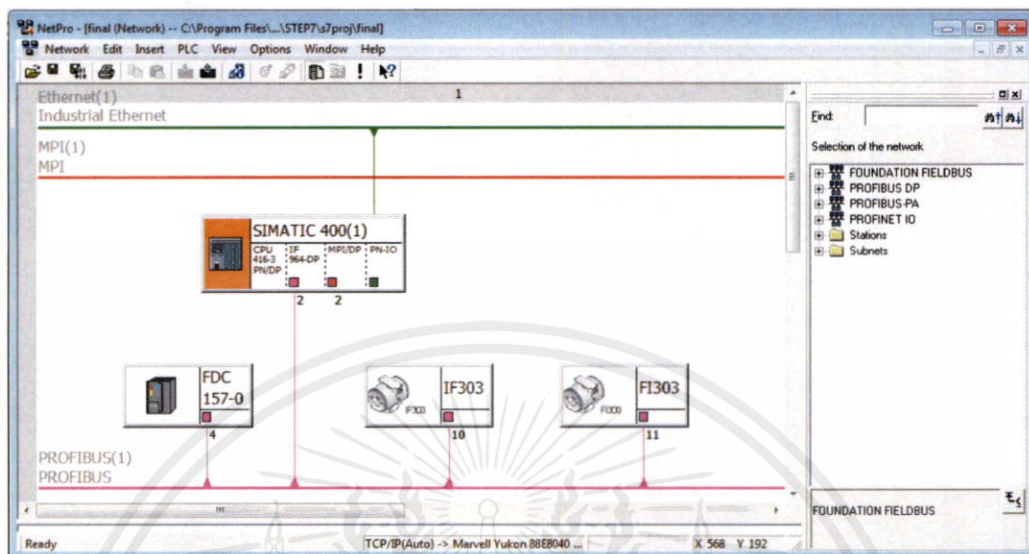
14. จากนั้นไปที่ Station เลือก save and compile ต้องไม่มีการแจ้งค่า ERRER ดังรูปที่ 18ก



รูปที่ 18ก การ save and compile

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

15. ไปที่หน้า NetPro จะเกิดการเชื่อมต่อดังรูปด้านล่าง จากนั้นกด Ctrl+A เพื่อเลือกอุปกรณ์ทั้งหมดจากนั้นกด save and compile ดังรูปที่ 19ก



รูปที่ 19ก การเชื่อมต่อของระบบอัตโนมัติ

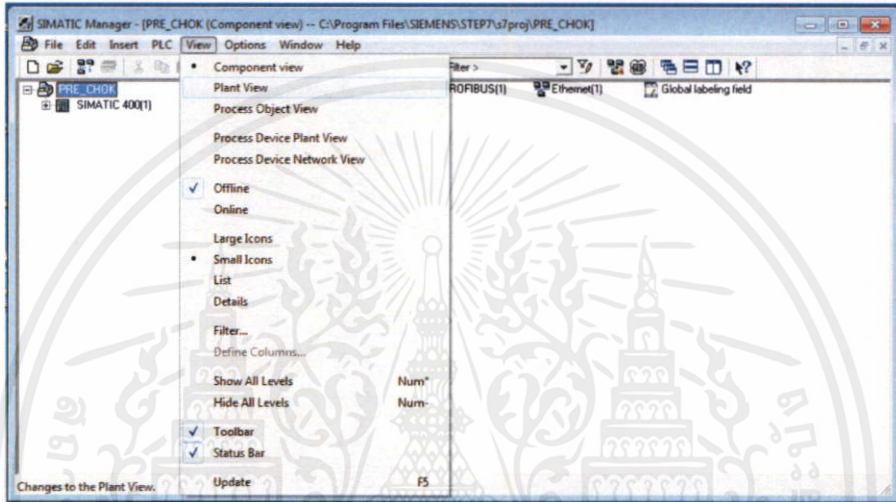
16. ส่งถ่ายข้อมูลการกำหนด Hardware Configuration ไปยังตัวควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข
การเขียนโปรแกรมด้วยฟังก์ชันชาร์ตแบบต่อเนื่อง
Continuous Function Chart (CFC)

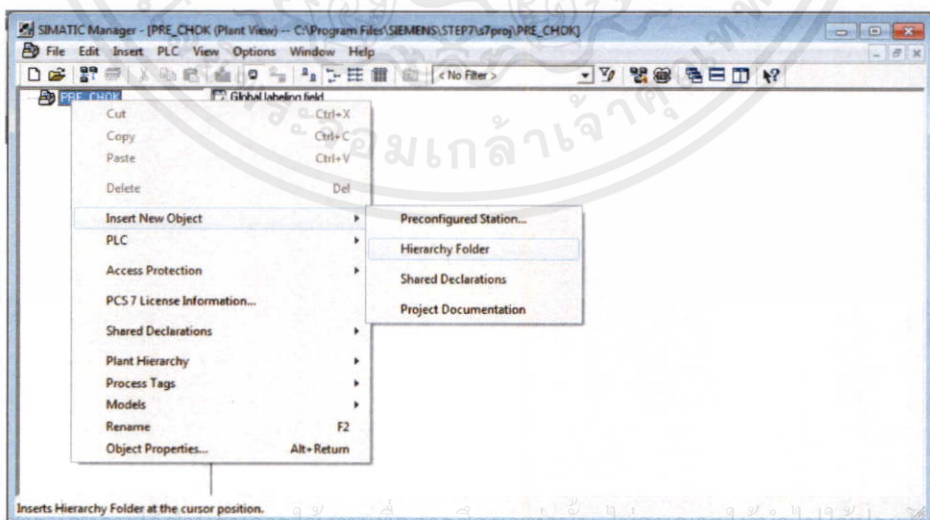
มีขั้นตอนการทำดังต่อไปนี้

1. คลิกที่ View → Plant view ดังรูปที่ 1ข



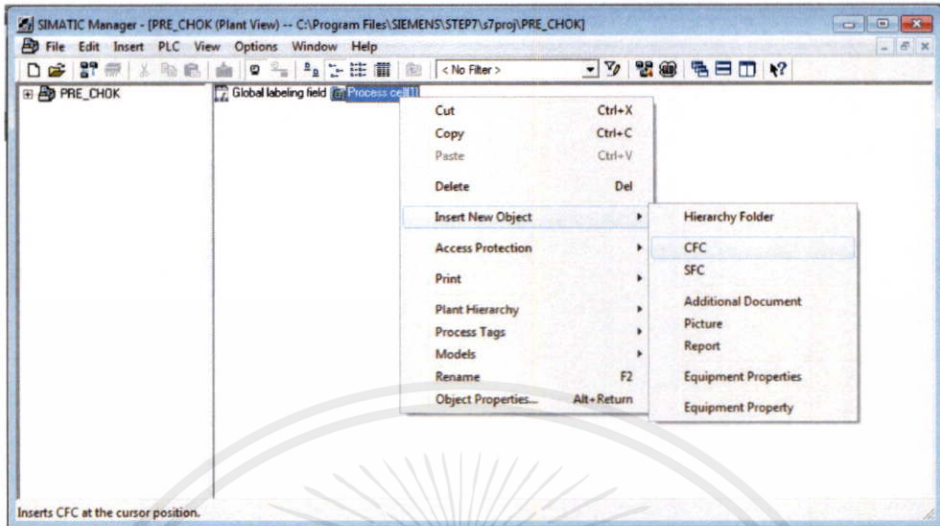
รูปที่ 1ข เปลี่ยนจาก component view เป็น Plant view

2. คลิกขวาที่ project > Insert New Object > Hierarchy Folder ดังรูปที่ 2ข



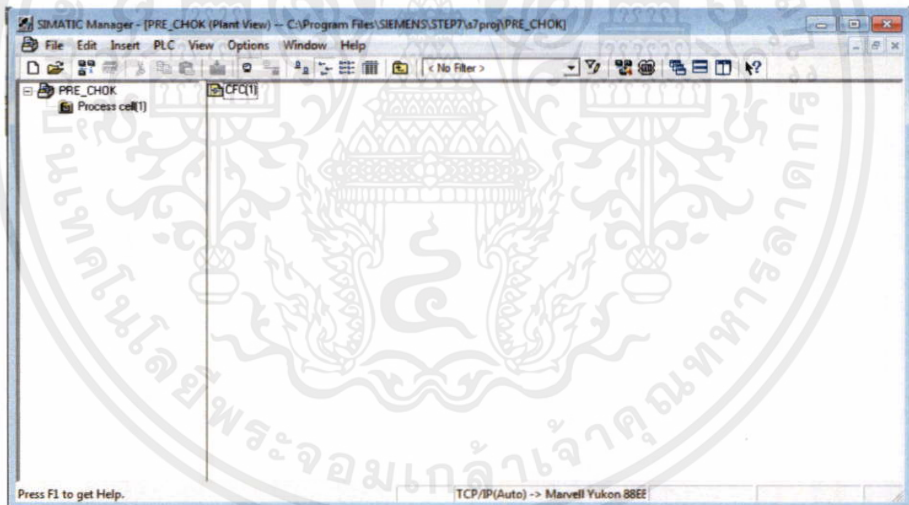
รูปที่ 2ข สร้าง Hierarchy Folder

3. คลิกขวาที่ Process cell(1) > Insert New Object > CFC ดังรูปที่ 3ข



รูปที่ 3ข สร้าง CFC

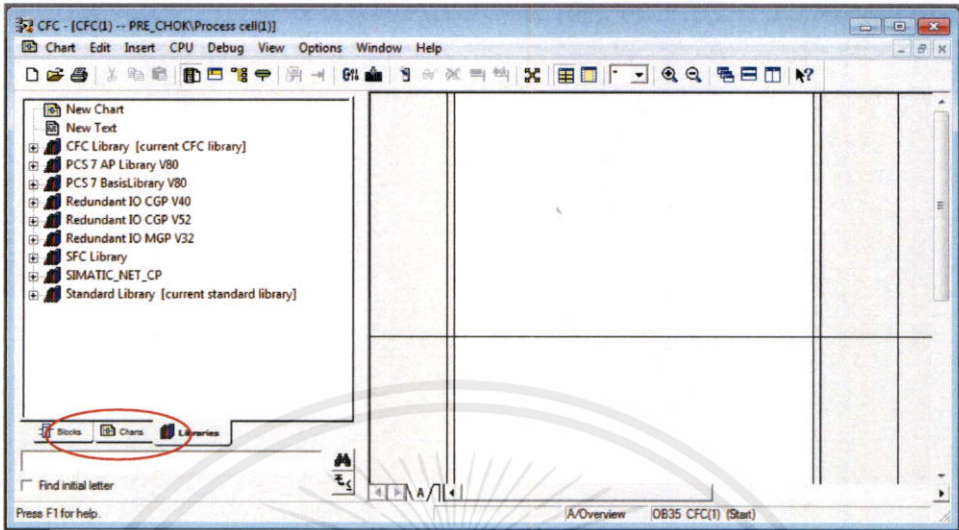
4. ดับเบิลคลิกที่ CFC(1) เพื่อเปิดหน้าต่างสำหรับการเขียนโปรแกรม ดังรูปที่ 4ข



รูปที่ 4ข เปิดหน้าต่าง CFC

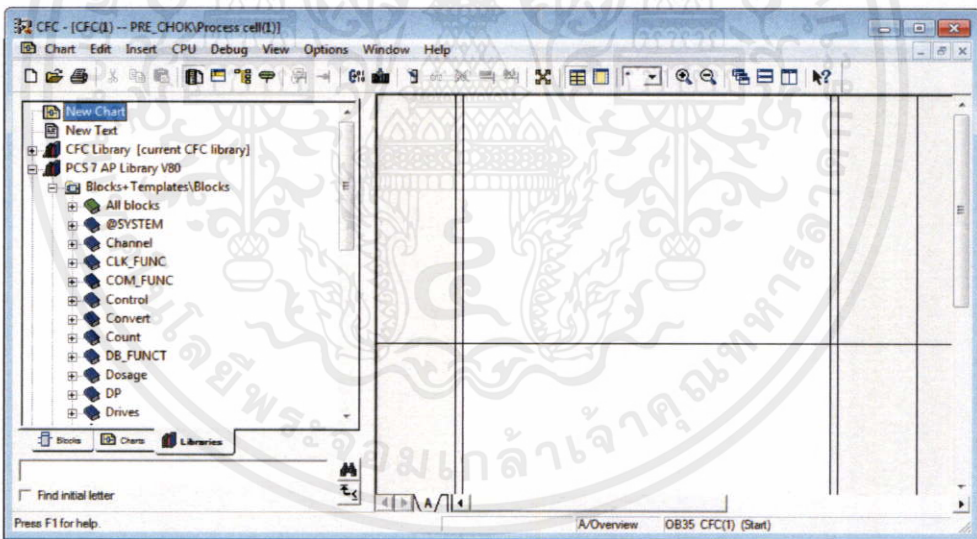
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. เลือกฟังก์ชันบล็อกต่างๆ จาก libraries โดยการเลือกที่ → LIBRARIES ดังรูปที่ 5ข



รูปที่ 5ข การเลือกใช้ฟังก์ชันบล็อก

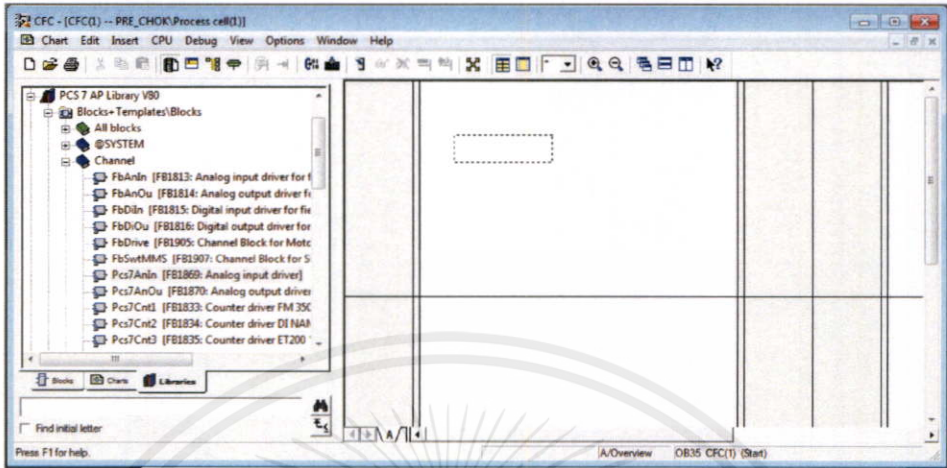
6. คลิกที่ PCS7 AP libraries v80 > Blocks+templates\block > Channel ดังรูปที่ 6ข



รูปที่ 6ข ฟังก์ชันบล็อกใน PCS7 AP libraries v80

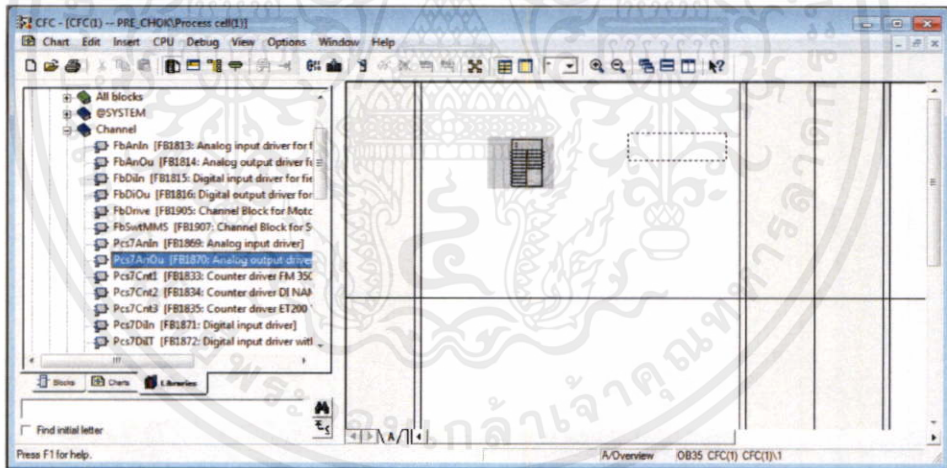
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. คลิกที่ Pcs7AnIn (กรณีที่เป็นการสื่อสารแบบโปรพิบัสเพื่อใช้ฟังก์ชันบล็อก FbAnIn) จากนั้นลากไปวางที่พื้นที่ว่างบนชาร์ต เพื่อใช้รับค่าอนาล็อกอินพุตจากเซ็นเซอร์ ดังรูปที่ 7x



รูปที่ 7x การนำฟังก์ชันบล็อก Pcs7AnIn มาใช้งาน

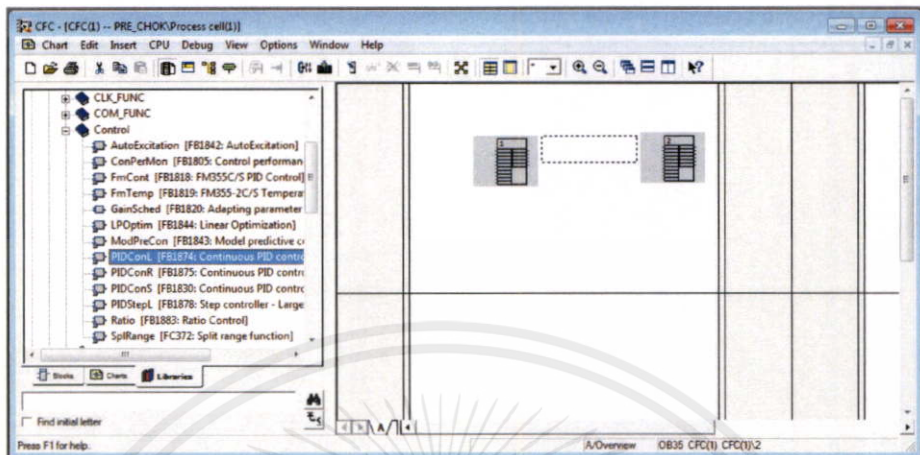
8. คลิกที่ Pcs7AnOu (กรณีที่เป็นการสื่อสารแบบโปรพิบัสเพื่อใช้ฟังก์ชันบล็อก FbAnOu) จากนั้นลากไปวางที่พื้นที่ว่างบนชาร์ต เพื่อใช้ส่งค่าอนาล็อกเอาต์พุตไปยังคอนโทรลเลอร์ ดังรูปที่ 8x



รูปที่ 8x การนำฟังก์ชันบล็อก Pcs7AnOu มาใช้งาน

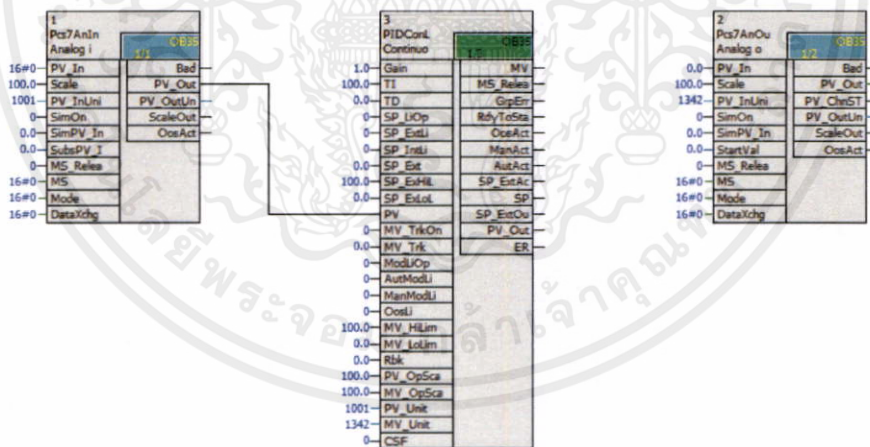
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. จากนั้นไปที่ > Control > click PIDConL จากนั้นลากไปวางที่พื้นที่ว่างบนชาร์ต เพื่อใช้เป็นตัวควบคุมแบบ PI ดังรูปที่ 9ข



รูปที่ 9ข การนำฟังก์ชันบล็อก PIDConL มาใช้งาน

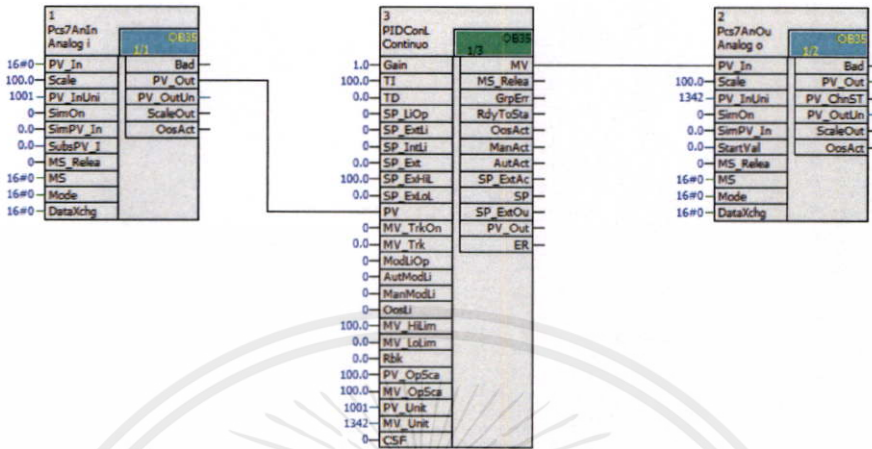
10. ทำการเชื่อมต่อสายระหว่าง Pcs7AnIn(FbAnIn ในกรณีโปรฟิบบัสพีเอ) และ PIDconL โดยการคลิกที่ PV_Out บนบล็อก Pcs7AnIn จากนั้นคลิกอีกครั้งที่ PV ที่บล็อก PIDconL ดังรูปที่ 10ข



รูปที่ 10ข การเชื่อมต่อสายระหว่าง Pcs7AnIn และ PIDconL

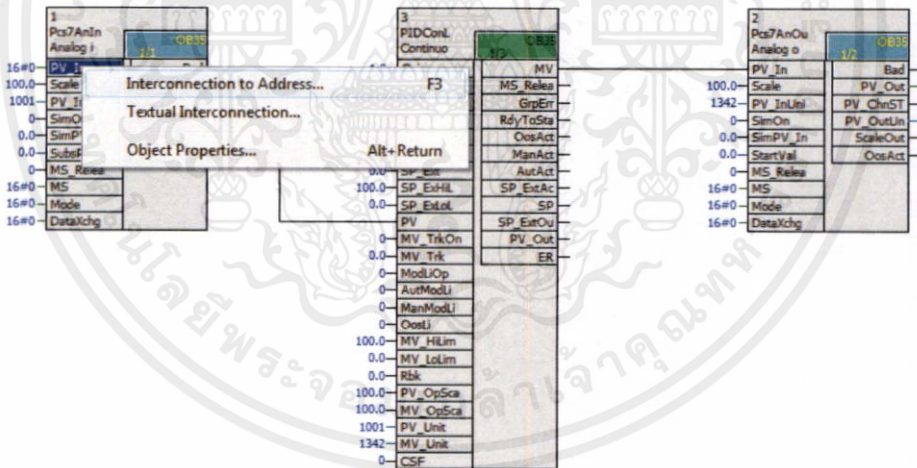
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

11. ทำการเชื่อมต่อสายระหว่าง Pcs7AnOu(FbAnOu ในกรณีโปรฟิซพีเอ) PIDconL โดยการคลิกที่ MV บนบล็อก PIDconL จากนั้นคลิกอีกครั้งที่ PV_In ที่บล็อก Pcs7AnOu ดังรูปที่ 11ข



รูปที่ 11ข การเชื่อมต่อสายระหว่าง Pcs7AnOu และ PIDconL

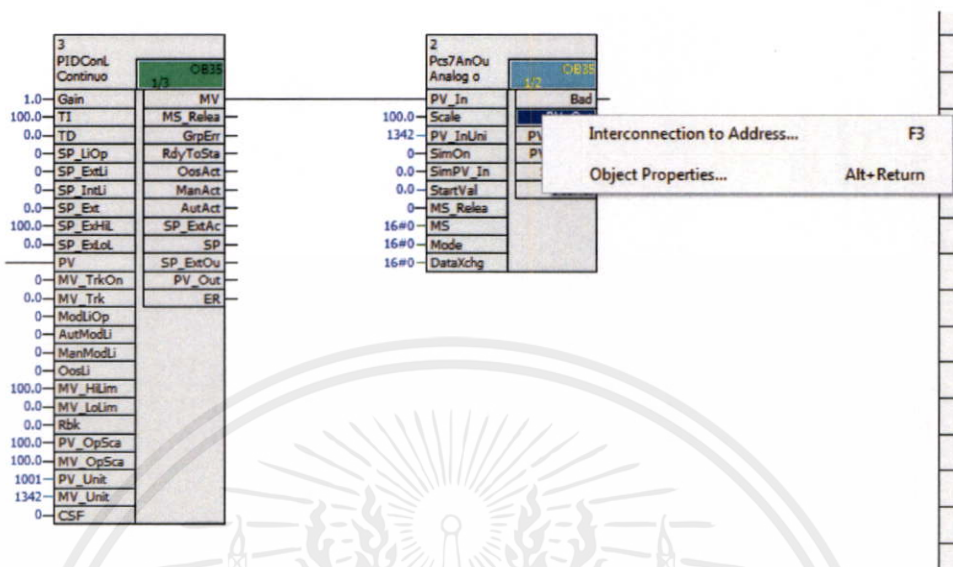
12. ทำการเชื่อม Addressของเซ็นเซอร์กับบล็อก Pcs7AnIn(FbAnIn ในกรณีโปรฟิซพีเอ) โดยการคลิกขวาที่ PV_In > Interconnection to Address ดังรูปที่ 12ข



รูปที่ 12ข การเชื่อม Addressของเซ็นเซอร์กับบล็อก Pcs7AnIn

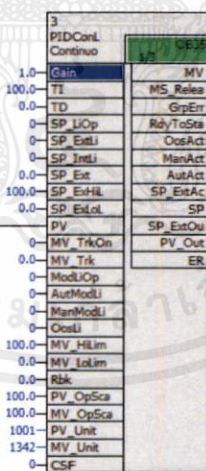
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

13. ทำการเชื่อม Address ของคอนโทรลลาร์กับบล็อก Pcs7AnOu(FbAnOu ในกรณีโปรพีบัสพีเอ) โดยการคลิกขวาที่ PV_Out > Interconnection to Address ดังรูปที่ 13ข



รูปที่ 13ข การเชื่อม Addressของคอนโทรลลาร์กับบล็อก Pcs7AnOu

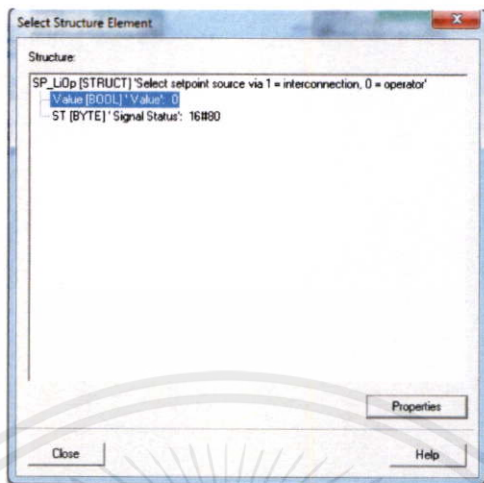
14. สามารถเปลี่ยนแปลงหรือป้อนค่าพารามิเตอร์ต่างๆของฟังก์ชันบล็อกโดยการดับเบิลคลิกที่ช่องพารามิเตอร์ที่ต้องการ ดังรูปที่ 14ข



รูปที่ 14ข ค่าพารามิเตอร์ต่างๆของฟังก์ชันบล็อก

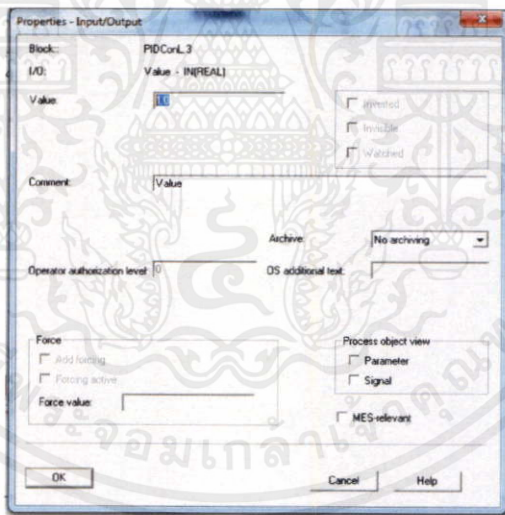
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

15. ดับเบิลคลิกที่ Value ดังรูปที่ 15ข



รูปที่ 15ข ป้อนค่าพารามิเตอร์ให้ฟังก์ชันบล็อก

16. ทำการเปลี่ยนแปลงพารามิเตอร์ตามต้องการจากนั้น คลิกที่ OK ดังรูปที่ 16ข



รูปที่ 16ข ป้อนค่าพารามิเตอร์ให้ฟังก์ชันบล็อก

17. หลังทำการทำการเขียนโปรแกรมและตั้งค่าพารามิเตอร์ต่างเรียบร้อยแล้ว ทำการตรวจสอบความถูกต้องของโปรแกรม โดยการคลิกที่ COMPILER ดังรูปที่ 17ข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรใช้ภายในเพื่อการศึกษเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกและต้องแจ้งเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Compile

รูปที่ 17ข การตรวจสอบความถูกต้อง

18. หลังจากการตรวจสอบความถูกต้องเรียบร้อยแล้วและไม่มีข้อผิดพลาด ทำการส่งถ่ายโปรแกรมไปยังตัวควบคุมโดยการคลิกที่ Download ดังรูปที่ 18ข



รูปที่ 18ข การส่งถ่ายข้อมูลไปตัวควบคุม



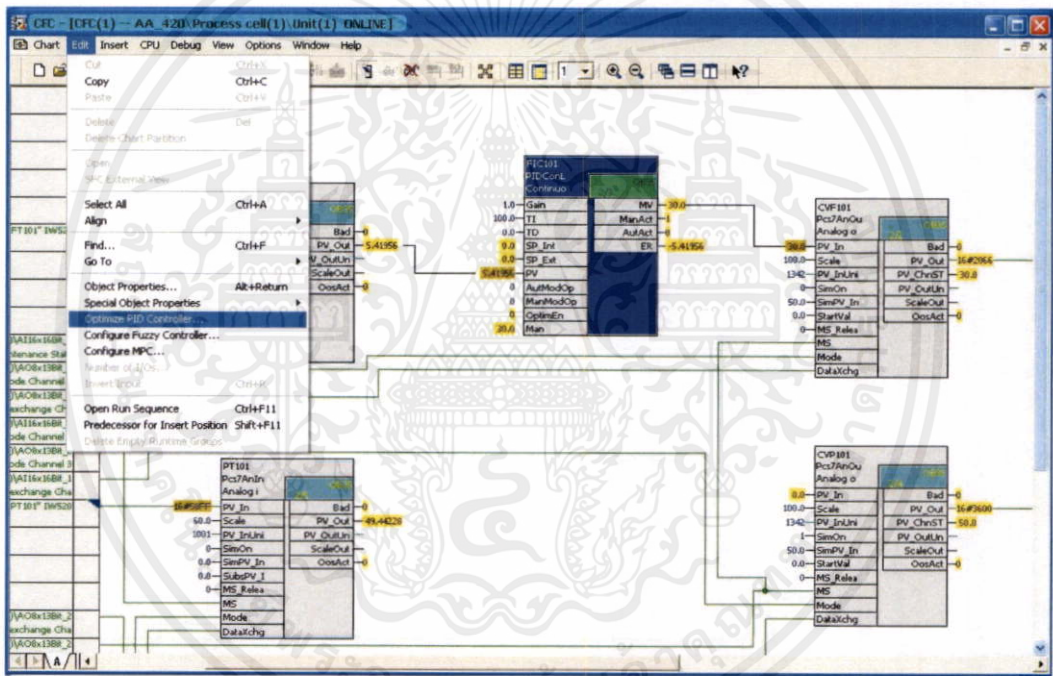
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

การเพิ่มประสิทธิภาพตัวควบคุมพีไอดี (Optimize PID Controller)

การเพิ่มประสิทธิภาพของตัวควบคุมพีไอดี ในที่นี้จะกล่าวถึงการทำให้สถานีวิศวกรรม (Engineering station) เท่านั้น ซึ่งมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

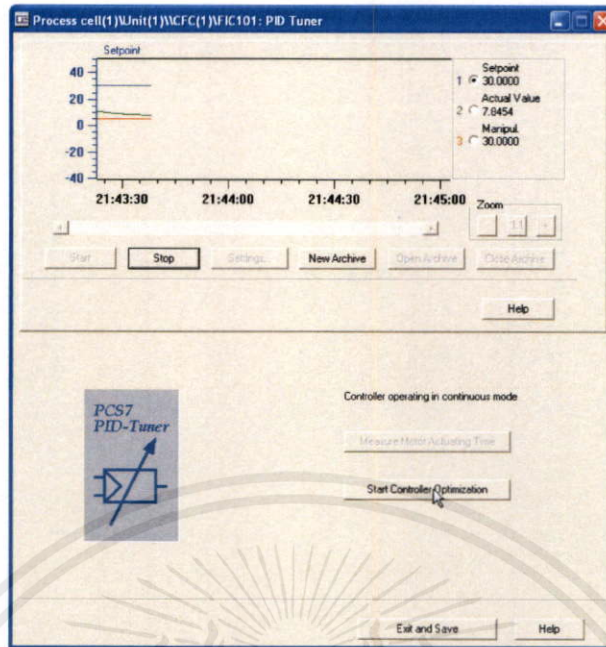
1. ทำการเลือกบล็อกพีไอดีที่ต้องการเพิ่มประสิทธิภาพ จากนั้นใส่ค่าพารามิเตอร์ที่หา OptimEn เป็น 1 เพื่อยอมรับการเพิ่มประสิทธิภาพตัวควบคุมพีไอดี และให้พีไอดีทำงานในโหมด manual โดยใส่ค่าที่หา ManModOp เป็น 1 จากนั้นคลิกที่บล็อกพีไอดี > Edit > Optimize PID Controller ดังรูปที่ 1ค



รูปที่ 1ค การตั้งค่าก่อนการเพิ่มประสิทธิภาพตัวควบคุมพีไอดี

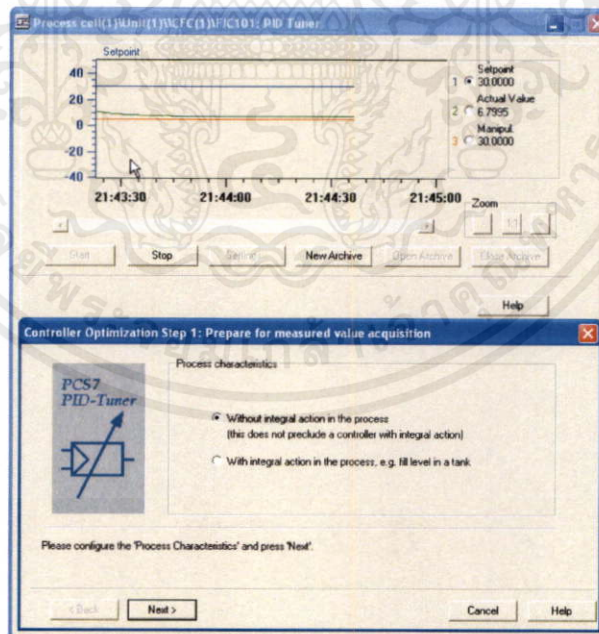
2. กดที่ปุ่ม Start Controller Optimization เพื่อเริ่มขั้นตอนต่อไปสำหรับการเพิ่มประสิทธิภาพตัวควบคุมพีไอดี สามารถกดปุ่ม Start, Stop เพื่อควบคุมภาพลือตกราฟได้ ดังรูปที่ 2ค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2ค การเริ่มขั้นตอนการเพิ่มประสิทธิภาพตัวควบคุมพีไอดี

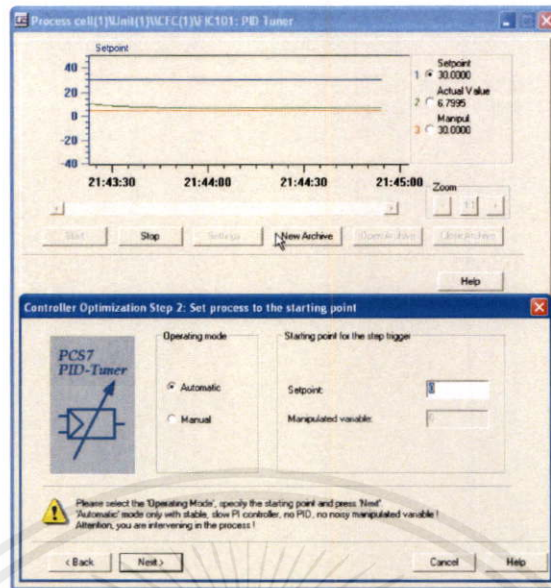
3. เลือกคุณลักษณะของกระบวนการโดยมีให้เลือกสองแบบ คือ Processes with integral action และ Processes without integral action หลังจากทำการเลือกแล้วกดปุ่ม Next ไปยังขั้นตอนต่อไป ดังรูปที่ 3ค



รูปที่ 3ค เลือกคุณลักษณะของกระบวนการ

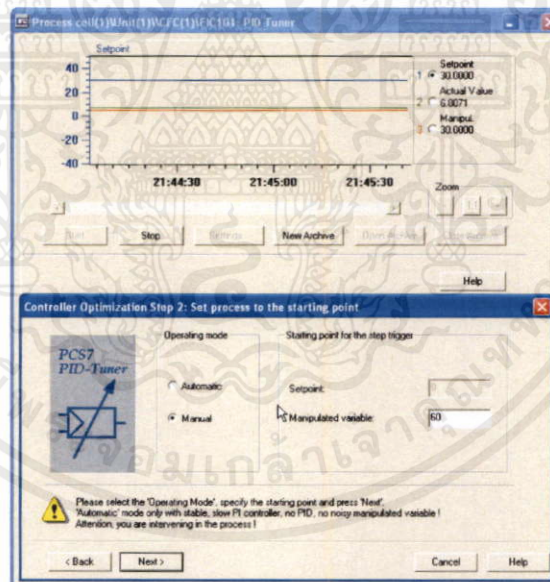
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น 4. ทำการเลือกโหมดในการทำงาน มีสองโหมด คือ แบบวงปิด Auto หรือ แบบวงเปิด Manual ในที่นี้เลือกใช้งานในโหมด Manual ดังรูปที่ 4ค



รูปที่ 4ค เลือกโหมดในการทำงาน

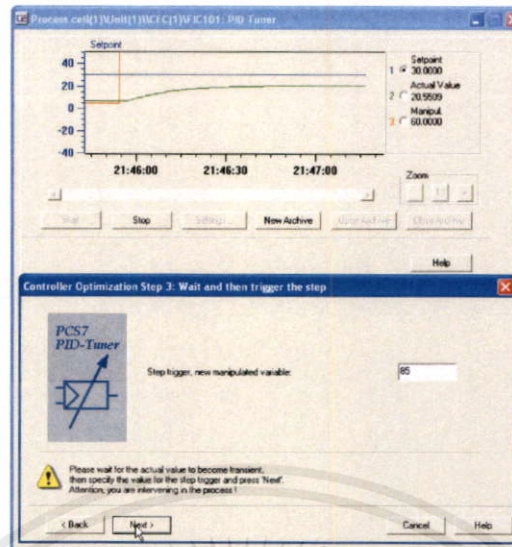
5. ทำการเปลี่ยนค่า MV ไปที่จุดต้องการเริ่มการทำงาน จากนั้นกดปุ่ม Next ดังรูปที่ 5ค



รูปที่ 5ค ตั้งค่า MV เริ่มต้น

6. รอนกว่ากระบวนการเข้าสู่สภาวะคงที่ แล้วทำการใส่ค่า MV ที่สองแล้วกดปุ่ม Next ดังรูปที่ 6ค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 6ค ตั้งค่า MV ที่สอง

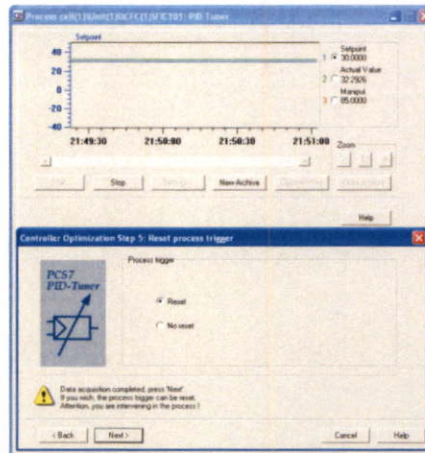
7. โปรแกรมทำการประมวลผลข้อมูล สามารถยกเลิกการทำงานได้ด้วยการกดปุ่ม Cancel ดังรูปที่ 7ค



รูปที่ 7ค การประมวลผลข้อมูล

8. เมื่อโปรแกรมประมวลผลข้อมูลเสร็จแล้ว ทำการเลือกว่าต้องการให้กระบวนการกลับไปยังจุดเริ่มต้น หรือต้องการให้คงการตัวแปรกระบวนการไว้ โดยการเลือก Reset หรือ NO reset ดังรูปที่ 8ค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



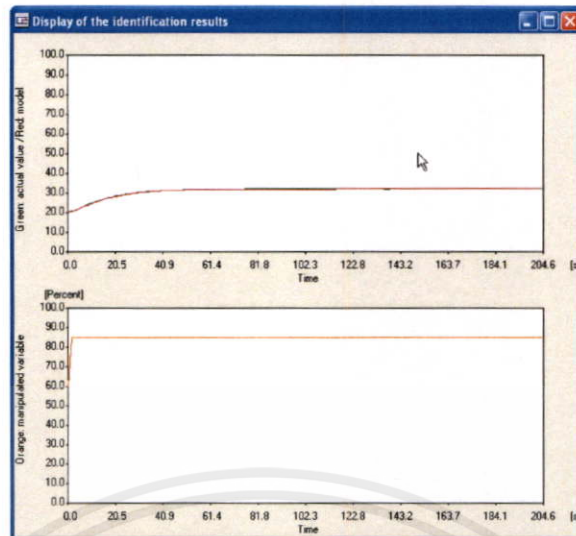
รูปที่ 8ค ประมวลผลเสร็จ

9. ในขั้นตอนนี้เป็นการเลือกคุณลักษณะของตัวควบคุมมีสองแบบคือ โหมด optimal interference response และโหมด optimal control response เลือกเป็นโหมด optimal control response แล้วกดปุ่ม Next ดังรูปที่ 9ค จะได้ผลตอบสนองแบบขั้นบันไดจากค่าความของตัวควบคุม และทำการประมวลผลหาค่าพารามิเตอร์ต่างๆของกระบวนการ ดังรูปที่ 10ค



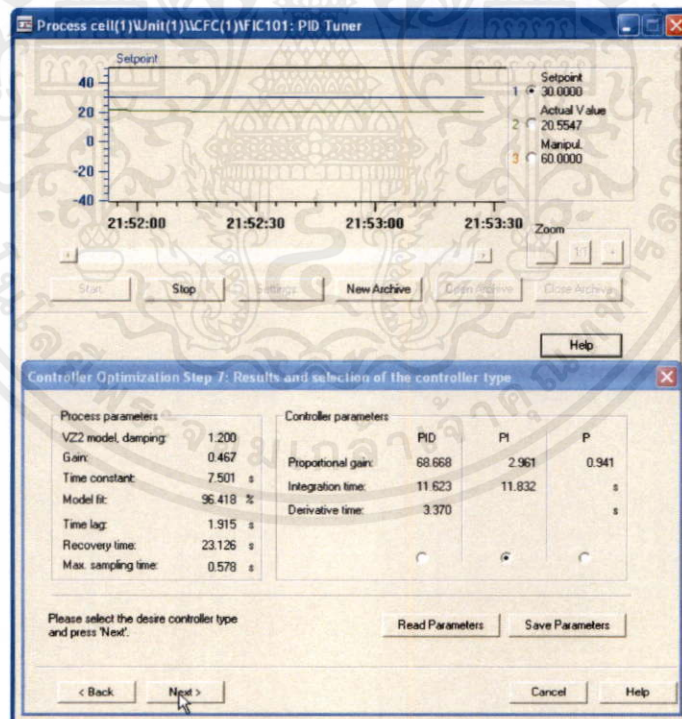
รูปที่ 9ค เลือกคุณลักษณะของตัวควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 10ค ผลตอบสนองแบบขั้นบันไดจากค่านวมของตัวควบคุม

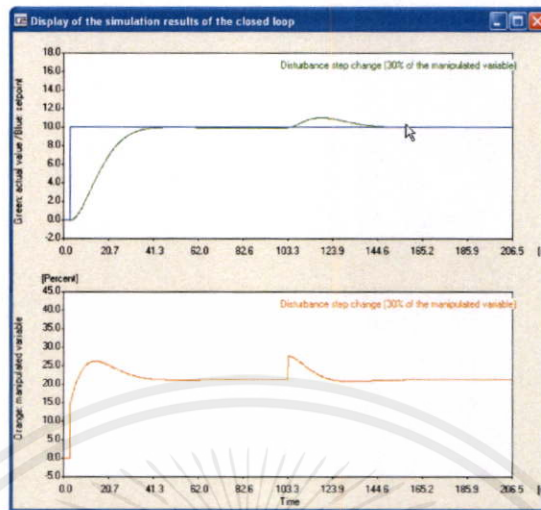
10. ผลจากการประมวลผลจะปรากฏดังรูปที่ 11ค และทำการเลือกชนิดของตัวควบคุมโดยมีสามแบบคือ PID, PI และ P ในที่นี้เลือกเป็นแบบ PI แล้วกดที่ปุ่ม Next



รูปที่ 11ค ผลจากการประมวลผลหาค่าพารามิเตอร์

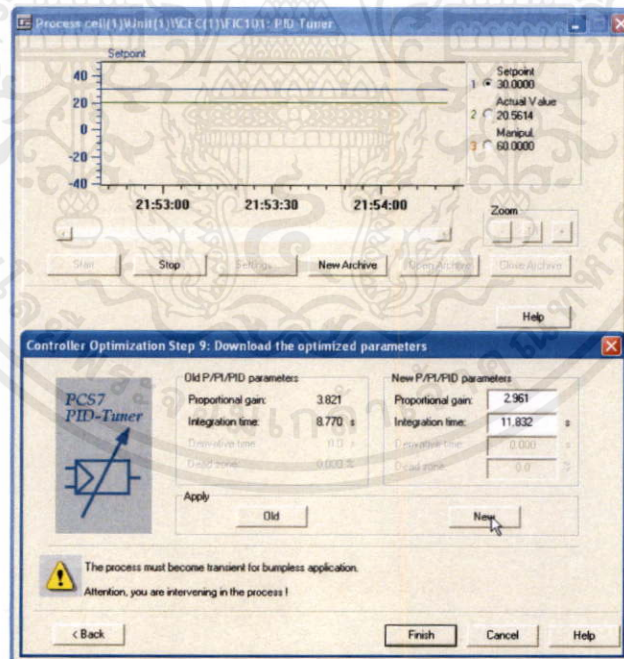
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

11. ทำการจำลองผลตอบสนองต่อสัญญาณรบกวนต่อกระบวนการจะได้ผลดังรูปที่ 12ค



รูปที่ 12ค ผลการจำลองผลตอบสนองของกระบวนการ

13. หน้าต่างนี้จะแสดงค่าพารามิเตอร์ทั้งใหม่และเก่า จากนั้นคลิกที่ New เพื่อเลือกใช้พารามิเตอร์ใหม่ จากนั้นคลิกที่ Finish เพื่อส่งค่าไปยัง CPU ดังรูปที่ 13ค



รูปที่ 13ค การเลือกใช้พารามิเตอร์ใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] P. Wen, J. Cao and Y. Li, Design of high-performance networked real-time control systems, IET Control Theory Appl., Vol. 1, No. 5, September 2007, pp 1329-1335.

[2] Fengying Ma. An Improved Fuzzy PID Control Algorithm Applied in Liquid Mixing System, in Proc. IEEE Conf. Information and Automation ,Hailar, China, July 2014, pp. 587-591.

[3] Richard Zurawski. Industrial Communication Technology Handbook, Second Edition.

[4] Liqian Zhang, Yang Shi, Tongwen Chen, and Biao Huang. A New Method for Stabilization of Networked Control Systems With Random Delays, IEEE Trans. AUTOMATIC CONTROL, VOL. 50, NO. 8, AUGUST 2005, pp. 1177-1181

[5] Astriim, K. J., and B. Wittenmark. 1990. Computer Controlled Systems-Theory and Design. 2nd. ed. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall.

[6] Box, G. E. P., and G. M. Jenkins. 1994. Time Series Analysis. 3rd ed. San Francisco, Holden-Day.

[7] Compio, A. B. 1990. Tuning of Industrial Control Systems. Research Triangle Park, N.C.:Instrument Society of America.

[8] Cutler, C. R., and B. L. Rarnaker. 1979. "DMC-A Computer Control Algorithm." AIChE

[9] 1979 Houston Meeting, Paper No. 516, AIChE, New York, 1979. DMC, Inc., Houston, Tex.

[10] Dahlin, E. B. 1968. "Designing and Tuning Digital Controllers." Instrument &

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้