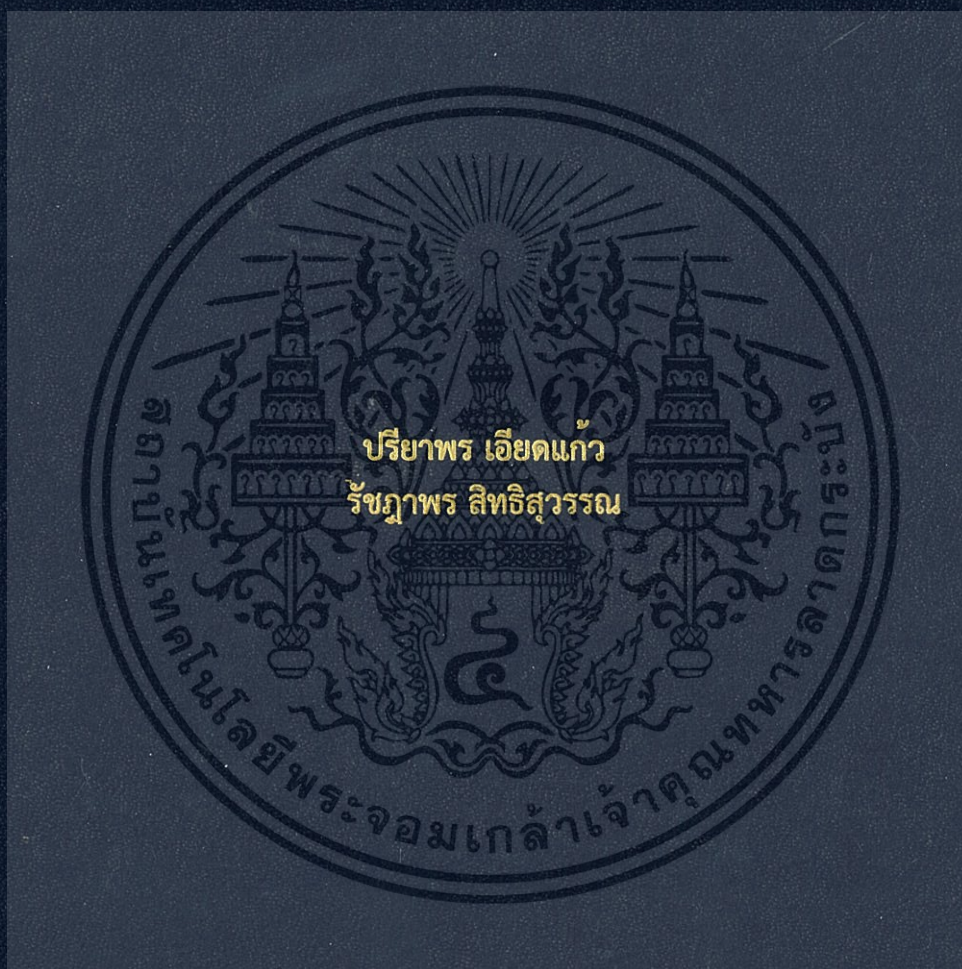


ระบบควบคุมแบบกระจายส่วน กรณีศึกษา PCS 7
DISTRIBUTED CONTROL SYSTEM : PCS 7



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมการวัดคุม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2558

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ระบบควบคุมแบบกระจายส่วน กรณีศึกษา PCS 7
DISTRIBUTED CONTROL SYSTEM : PCS 7



T144422

ปรียาพร เอียดแก้ว
รัชฎาพร ลิทธิสุวรรณ

เลขหมู่
เลขทะเบียน 144422
วันเดือนปี 24 พ.ย. 2559

12819980

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมการวัดคุม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2558

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบควบคุมแบบกระจายส่วน กรณีศึกษา PCS 7
DISTRIBUTED CONTROL SYSTEM : PCS 7



Preeyaporn Eardkaew
Ratchadaporn Sitthisuwan

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
BACHELOR OF ENGINEERING IN INSTRUMENTATION ENGINEERING
FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
ACADEMIC YEAR 2015

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญาานิพนธ์ปีการศึกษา 2558
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองปริญญาานิพนธ์

หัวข้อปริญญาานิพนธ์ ระบบควบคุมแบบกระจายส่วน กรณีศึกษา PCS 7
Distributed Control System : PCS 7
นักศึกษาผู้จัดทำ นางสาวปรียาพร เอียดแก้ว รหัสนักศึกษา 55010730
นางสาวรัชฎาพร สิทธิสุวรรณ รหัสนักศึกษา 55011031
ปริญญา วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา วิศวกรรมการวัดคุม
ปีการศึกษา 2558

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญาานิพนธ์	ลายมือชื่อ
รองศาสตราจารย์สักริยา ชิตวงศ์	

หัวข้อปริญญาบัตร	ระบบควบคุมแบบกระจายส่วน กรณีศึกษา PCS 7 Distributed Control System : PCS 7
นักศึกษาผู้จัดทำ	นางสาวปริยาพร เอียดแก้ว รหัสนักศึกษา 55010730 นางสาวรัชฎาพร สิทธิสุวรรณ รหัสนักศึกษา 55011031
อาจารย์ที่ปรึกษา ปีการศึกษา	รองศาสตราจารย์สักรียา ชิตวงศ์ 2558

บทคัดย่อ

ปริญญาบัตรฉบับนี้เสนอกระบวนการควบคุมความดันและอัตราการไหลของน้ำ โดยใช้ระบบการควบคุมแบบกระจายส่วน โดยใช้ซอฟต์แวร์สำเร็จรูปที่มีการใช้งานจริงในเชิงอุตสาหกรรม ที่มีชื่อว่า Process Control System รุ่นที่ 7.1 ของบริษัทซีเมนส์ โดยทำการศึกษาทั้งสถาปัตยกรรม โครงข่ายระบบสื่อสาร การตั้งค่าคอนฟิกของอุปกรณ์ที่ใช้ในกระบวนการ รวมทั้งออกแบบและตั้งค่าพารามิเตอร์ของการควบคุมทั้งแบบลูปปิด และแบบคาสเคด ซึ่งการควบคุมแบบคาสเคดมีข้อดีคือสามารถลดผลกระทบจากสิ่งรบกวนที่จะมารบกวนต่อตัวแปรควบคุมหลักได้ดีกว่าการควบคุมแบบป้อนกลับธรรมดา และสามารถควบคุมให้กระบวนการมีค่าเข้าเป้าหมายได้รวดเร็วขึ้น เมื่อถูกรบกวนด้วยสิ่งรบกวนต่างๆ นอกจากนี้ยังมีการประยุกต์ใช้ฟังก์ชันบล็อกไดอะแกรมร่วมกับลอจิกมาตรฐาน และมีการสร้างส่วนเชื่อมต่อผู้ใช้งานเพื่อใช้ในการแสดงผลและควบคุมกระบวนการในระยะไกล

การประเมินผลการทดลองระบบควบคุมสำหรับควบคุมการปิด-เปิดวาล์วควบคุมเพื่อให้ได้ค่าอัตราการไหลและความดันเข้าสู่เป้าหมายตามค่าที่ต้องการและมีสมรรถนะที่ดีนั้น จะขึ้นอยู่กับค่าพารามิเตอร์ตัวควบคุมของทั้งสองตัว และยังมีการทดลองแสดงการเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการลดผลกระทบจากการรบกวนระบบของการควบคุมแบบลูปปิดและคาสเคด

Thesis Title	Distributed Control System : PCS 7
Authors	Miss Preeyaporn Eardkaew Miss Ratchadaporn Sitthisuwan
Thesis Advisor	Assoc. Prof. Sakreya Chitwong
Year	2015

ABSTRACT

This thesis presents a method to control the water pressure and flow by using the distributed control system: Process Control system version 7.1, from SIEMENS. SIEMENS PCS7 are actually used in industry. The study involves the industrial communication and the architecture of profibus PA, configure hardware and network together with programming by CFC are performed on PCS7 including to create a method to control by Continuous Function Chart. PCS7 can be used in single and cascade loop control. The cascade process control can reduce the impact of noise that disturbs the main process control variables better than the ordinary feedback control. For monitoring the process value, WinCC together with PCS7 are used as Human User Interface (HMI). This thesis applied to function blocks with the standard logic diagram.

The evaluation of control system experiments for controlling the valve travelling for flowing and pressure rate into the setpoint and has good performance that is based on parameters of controllers. There is also an experiment to compare the efficacy in reducing the effect of disturbances between single loop and cascade control.

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญาโทฉบับนี้จะไม่ประสบความสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ถ้าขาดคำแนะนำ คำปรึกษา และความเอาใจใส่เป็นอย่างดีจาก รศ. สักกรียา ชิตวงศ์ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโทของคณะผู้จัดทำ ซึ่งคณะผู้จัดทำรู้สึกซาบซึ้งและขอกราบขอบพระคุณท่านเป็นอย่างสูง

ขอขอบคุณเพื่อนๆ ทุกคนในภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ที่ร่วมกันฝ่าฟันอุปสรรคและให้กำลังใจในการทำงานสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ของคณะผู้จัดทำทุกท่าน ซึ่งเป็นผู้ที่มอบชีวิต มอบการศึกษา และอนาคตที่ดี คอยสนับสนุน ตลอดจนให้คำปรึกษาและความช่วยเหลือในด้านต่างๆ ซึ่งทำให้ปริญญาโทฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากปริญญาโทฉบับนี้ทั้งหมด ทางคณะผู้จัดทำขอมอบให้แก่ผู้มีพระคุณทุกท่าน



คณะผู้จัดทำ

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VIII
สารบัญภาพ.....	VIII

บทที่ 1 บทนำ.....	1
-------------------	---

1.1 สารสำคัญของโครงการ.....	1
1.2 หลักการและเหตุผล.....	1
1.3 วัตถุประสงค์.....	1
1.4 ขอบเขต.....	2
1.5 ขั้นตอนการศึกษา.....	2
1.6 ผลที่คาดว่าจะได้รับ.....	2

บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง.....	3
---	---

2.1 ทฤษฎีระบบการควบคุมแบบกระจายส่วน.....	3
2.1.1 ระบบการควบคุมแบบกระจายส่วน.....	3
2.1.2 โครงสร้างของระบบการควบคุมแบบกระจายส่วน.....	3
2.1.2.1 เซิฟเวอร์.....	3
2.1.2.2 ตัวควบคุม.....	3
2.1.2.3 อีเธอร์เน็ต.....	3
2.1.2.4 สถานีวิศวกรรม.....	3
2.1.3 ข้อดีของระบบการควบคุมแบบกระจายส่วน.....	3
2.1.4 ข้อเสียของระบบการควบคุมแบบกระจายส่วน.....	4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และ IV อ่างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

2.2	ทฤษฎีการควบคุมแบบคาสเคด	4
2.2.1	การควบคุมแบบคาสเคด	4
2.2.2	โครงสร้างการควบคุมแบบคาสเคด	5
2.2.3	ข้อดีของการควบคุมแบบคาสเคด	6
2.2.4	ข้อเสียของการควบคุมแบบคาสเคด	6
2.3	ระบบสื่อสารในอุตสาหกรรม	6
2.3.1	ระดับอุปกรณ์ตรวจจับและอุปกรณ์สั่งงาน	6
2.3.2	ระดับฟิลต์	7
2.3.3	ระดับเซลล์	7
2.3.4	ระดับโรงงาน	7
2.4	โพรฟิบบัส	7
2.4.1	โพรฟิบบัสดีพี	7
2.4.2	โพรฟิบบัสพีเอ	7
2.5	การหาค่าพารามิเตอร์ของระบบควบคุม	8
2.5.1	พารามิเตอร์ของตัวควบคุม	8
2.5.2	พารามิเตอร์ของกระบวนการ	10
บทที่ 3	วิธีการดำเนินงาน	11
3.1	คำนำ	11
3.2	โครงสร้างของกระบวนการ	11
3.2.1	แผนผังแสดงรายละเอียดเกี่ยวกับกระบวนการและอุปกรณ์ควบคุมต่างๆ	11
3.2.2	ไวริง-ลูปไดอะแกรม	13
3.2.3	องค์ประกอบของกระบวนการ	13
3.2.3.1	วาล์วควบคุมความดันและอัตราการไหล	13
3.2.3.2	อุปกรณ์วัดอัตราการไหล	14
3.2.3.3	อุปกรณ์วัดความดัน	15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และแจ้งอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

3.2.3.4	อุปกรณ์แปลงสัญญาณระหว่างแอนาล็อกกับโปรพิบัส	15
3.2.3.5	อุปกรณ์แปลงสัญญาณระหว่างดีพีและพีเอ	17
3.2.3.6	อุปกรณ์แปลงสัญญาณระหว่างแอนาล็อกกับโปรพิบัส	18
3.2.3.7	สถานีวิศวกรรม	18
3.2.3.8	โปรแกรม PCS7	18
3.2.3.9	โปรแกรม WinCC	20
3.2.4	การเชื่อมต่อทางเครือข่ายของอุปกรณ์ในระบบควบคุม	21
3.3	การควบคุมอัตราการไหลแบบลูปปิด	22
3.3.1	การศึกษาไลบรารี	22
3.3.2	การเชื่อมต่อฟังก์ชันบล็อกการควบคุมแบบลูปปิดใน CFC	23
3.4	การสร้างส่วนเชื่อมต่อผู้ใช้งาน	24
3.4.1	กราฟฟิก	24
3.4.2	กราฟแสดงแนวโน้ม	26
3.4.3	ข้อความสัญญาณเตือนภัย	27
3.5	การสร้างสัญญาณเตือนภัย	27
3.5.1	ลิมิตค่าตัวแปรกระบวนการที่มีค่าผิดปกติ	27
3.5.2	ลิมิตค่าตัวแปรกระบวนการมีค่าจะเกิดอันตราย	26
3.6	การประยุกต์ลอจิกไดอะแกรมกับฟังก์ชันบล็อกในโปรแกรม SIMATIC	26
บทที่ 4	การทดลองและผลการทดลอง	37
4.1	คำนำ	37
4.2	การทดสอบประสิทธิภาพผลตอบสนองการควบคุมของระบบ	37
4.2.1	วิธีการทดลอง	38
4.2.2	ผลการทดลอง	39

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
4.3 การเปรียบเทียบการควบคุมแบบลูปปิดกับการควบคุมแบบคาสเคด	47
4.3.1 วิธีการทดลอง	47
4.3.2 ผลการทดลอง.....	47
4.4 สรุป	53
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	55
5.1 สรุปผลการทดลอง.....	55
5.2 วิเคราะห์ปัญหาและข้อเสนอแนะ.....	55

บรรณานุกรม

ภาคผนวก



สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3.1 ตารางแสดงคุณลักษณะทั่วไปของ FI 303.....	16
3.2 ตารางแสดงคุณลักษณะทั่วไปของ IF 303.....	16
3.3 ตารางแสดงคุณลักษณะทั่วไปของ FDC157-0.....	17
3.4 ตารางแสดงสัญลักษณ์ Control Loop Diagram และ Function Block in Library	29
4.1 ตารางแสดงสมรรถนะของตัวควบคุมหลักเมื่อกำหนดค่าเป้าหมายเปลี่ยนแปลงที่แตกต่างกัน..	43
4.2 ตารางแสดงสมรรถนะของตัวควบคุมความดันเมื่อกำหนดค่าเป้าหมายเปลี่ยนแปลงที่แตกต่างกัน.	46
4.3 ตารางประสิทธิภาพในการลดผลกระทบจากการรบกวนระบบ.....	53



สารบัญภาพ

รูปที่	หน้า
2.1 แผนผังการควบคุมแบบคาสเคด.....	5
2.2 บล็อกไดอะแกรมของการควบคุมแบบป้อนกลับ.....	8
2.3 กราฟแสดงผลตอบสนองของ MV กับการเปลี่ยนแปลงของ PV.....	9
3.1 พีแอนดีไอทีไดอะแกรมแบบลูปปิด.....	12
3.2 พีแอนดีไอทีไดอะแกรมแบบคาสเคด.....	12
3.3 ลูปไดอะแกรมของกระบวนการ.....	13
3.4 วาล์วควบคุมความดันชนิดลม SAMSON รุ่น 3241-1.....	13
3.5 วาล์วควบคุมอัตราการไหล Research control รุ่น 807.....	14
3.6 อุปกรณ์วัดอัตราการไหล Yogogawa AXF015G.....	15
3.7 อุปกรณ์วัดความดัน BURKERT รุ่น 8323.....	15
3.8 FI 303 รุ่น 4/6/6P.....	16
3.9 IF 303 รุ่น 4/6/6P.....	17
3.10 ตัวแปลงสัญญาณระหว่างพีเอและดีพีรุ่น FDC 157-0.....	17
3.11 Controller S7-400.....	18
3.12 NetPro Configuration Tool.....	19
3.13 Hardware configuration.....	19
3.14 Continous Function Chart.....	20
3.15 SIMATIC PDM.....	20
3.16 WinCC 7.0.....	21
3.17 การเชื่อมต่อทางเครือข่ายของอุปกรณ์ในระบบควบคุม.....	22
3.18 ไลบรารี.....	23
3.19 การเชื่อมต่อฟังก์ชันบล็อกการควบคุมอัตราการไหลแบบลูปปิด.....	24
3.20 ภาพกราฟิกของกระบวนการควบคุม.....	25
3.21 การเปลี่ยนค่าเป้าหมายและโหมดการทำงานของตัวควบคุมผ่านภาพกราฟิก.....	25
3.22 การเปลี่ยนค่าพารามิเตอร์ของตัวควบคุมผ่านภาพกราฟิก.....	26
3.23 กราฟแนวโน้มของกระบวนการควบคุม.....	26
3.24 สัญญาณเตือนภัยและการบันทึกความผิดปกติของกระบวนการ.....	27
3.25 ลอจิกไดอะแกรมของการควบคุมแบบลูปปิด.....	34
3.26 ฟังก์ชันชาร์ทของการควบคุมแบบลูปปิด.....	34
3.27 ลอจิกไดอะแกรมของการควบคุมแบบคาสเคด.....	35
3.28 ฟังก์ชันชาร์ทของการควบคุมแบบคาสเคด.....	35
3.29 ไบนารีลอจิก.....	36
3.30 ฟังก์ชันชาร์ทของไบนารี.....	36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์อื่นใด 36 การค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และ IX อย่างอึงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญญภาพ(ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.1 พารามิเตอร์กระบวนการและตัวควบคุมของอัตราการไหล.....	37
4.2 พารามิเตอร์กระบวนการและตัวควบคุมของความดัน.....	37
4.3 ผลตอบสนองระบบควบคุมอัตราการไหลเมื่อค่าเป้าหมายเปลี่ยนแปลง จาก 5 ไปยัง 10 ลิตรต่อนาที.....	39
4.4 ผลตอบสนองระบบควบคุมอัตราการไหลเมื่อค่าเป้าหมายเปลี่ยนแปลง จาก 5 ไปยัง 15 ลิตรต่อนาที.....	40
4.5 ผลตอบสนองระบบควบคุมอัตราการไหลเมื่อค่าเป้าหมายเปลี่ยนแปลง จาก 5 ไปยัง 20 ลิตรต่อนาที.....	40
4.6 ผลตอบสนองระบบควบคุมอัตราการไหลเมื่อค่าเป้าหมายเปลี่ยนแปลง จาก 5 ไปยัง 25 ลิตรต่อนาที.....	41
4.7 ผลตอบสนองระบบควบคุมอัตราการไหลเมื่อค่าเป้าหมายเปลี่ยนแปลง จาก 5 ไปยัง 30 ลิตรต่อนาที.....	42
4.8 ผลตอบสนองระบบควบคุมอัตราการไหลเมื่อค่าเป้าหมายเปลี่ยนแปลง จาก 5 ไปยัง 35 ลิตรต่อนาที.....	42
4.9 ผลตอบสนองระบบควบคุมความดันเมื่อค่าเป้าหมายเปลี่ยนแปลง จาก 5 ไปยัง 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว.....	43
4.10 ผลตอบสนองระบบควบคุมความดันเมื่อค่าเป้าหมายเปลี่ยนแปลง จาก 5 ไปยัง 25 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว.....	44
4.11 ผลตอบสนองระบบควบคุมความดันเมื่อค่าเป้าหมายเปลี่ยนแปลง จาก 5 ไปยัง 35 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว.....	45
4.12 ผลตอบสนองระบบควบคุมความดันเมื่อค่าเป้าหมายเปลี่ยนแปลง จาก 5 ไปยัง 45 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว.....	45
4.13 ผลตอบสนองระบบควบคุมความดันเมื่อค่าเป้าหมายเปลี่ยนแปลง จาก 5 ไปยัง 55 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว.....	46
4.14 ผลกระทบจากการรบกวนระบบของการควบคุมแบบลูปิดที่ ค่าเป้าหมาย 10 ลิตรต่อนาที.....	47
4.15 ผลกระทบจากการรบกวนระบบของการควบคุมแบบคาสเคดที่ ค่าเป้าหมาย 10 ลิตรต่อนาที.....	48
4.16 ผลกระทบจากการรบกวนระบบของการควบคุมแบบลูปิดที่ ค่าเป้าหมาย 15 ลิตรต่อนาที.....	48

สารบัญญภาพ (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.17 ผลกระทบจากการรบกวนระบบของการควบคุมแบบคาสเคดที่ ค่าเป้าหมาย 15 ลิตรต่อนาที.....	49
4.18 ผลกระทบจากการรบกวนระบบของการควบคุมแบบลูปิดที่ ค่าเป้าหมาย 20 ลิตรต่อนาที.....	49
4.19 ผลกระทบจากการรบกวนระบบของการควบคุมแบบคาสเคดที่ ค่าเป้าหมาย 20 ลิตรต่อนาที.....	50
4.20 ผลกระทบจากการรบกวนระบบของการควบคุมแบบลูปิดที่ ค่าเป้าหมาย 25 ลิตรต่อนาที.....	50
4.21 ผลกระทบจากการรบกวนระบบ ของการควบคุมแบบคาสเคดที่ ค่าเป้าหมาย 25 ลิตรต่อนาที.....	51
4.22 ผลกระทบจากการรบกวนระบบของการควบคุมแบบลูปิดที่ ค่าเป้าหมาย 30 ลิตรต่อนาที.....	51
4.23 ผลกระทบจากการรบกวนระบบของการควบคุมแบบคาสเคดที่ ค่าเป้าหมาย 30 ลิตรต่อนาที.....	52
4.24 ผลกระทบจากการรบกวนระบบ ของการควบคุมแบบลูปิดที่ ค่าเป้าหมาย 35 ลิตรต่อนาที.....	52
4.25 ผลกระทบจากการรบกวนระบบของการควบคุมแบบคาสเคดที่ ค่าเป้าหมาย 35 ลิตรต่อนาที.....	53

บทที่ 1

บทนำ

1.1 สารสำคัญของโครงการ

โครงการนี้จัดทำขึ้นเพื่อศึกษา เรียนรู้ การควบคุมกระบวนการแบบลูปปิดบนระบบควบคุมแบบกระจายส่วนของบริษัทซีเมนส์รุ่น PCS 7 version 7.1 ซึ่งประกอบด้วยหลักการของระบบสื่อสารที่ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม สถาปัตยกรรมของโปรฟิบบัสพีเอ การบริหารจัดการ การตั้งค่าคอนฟิกต่างๆ การออกแบบและเขียนโปรแกรมเพื่อสั่งงานตัวควบคุม พร้อมทั้งการสร้างสัญญาณเตือนภัย

1.2 หลักการและเหตุผล

ปัจจุบันโรงงานอุตสาหกรรมมีการขยายการผลิต เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ได้มีการนำเทคโนโลยีใหม่ ๆ มาใช้ เพื่อตอบสนองต่อปัจจัยพื้นฐานอันได้แก่ ความปลอดภัย, ความซับซ้อนของระบบควบคุม, ปริมาณการผลิต, คุณภาพผลิตภัณฑ์ และการแข่งขันทางการตลาด จากข้อมูลดังกล่าวปรากฏมีจำนวนอินพุต เอาต์พุตเป็นจำนวนมาก เช่น โรงงานปิโตรเคมี โรงกลั่นน้ำมัน และโรงผลิตกระแสไฟฟ้า ซึ่งระบบควบคุมแบบกระจายส่วน สามารถตอบสนองปัจจัยดังกล่าวได้อย่างดีที่สุด ทางผู้ศึกษาโครงการจึงเลือกศึกษาระบบควบคุมแบบกระจายส่วนของบริษัทซีเมนส์ รุ่น PCS7 เพื่อให้ทางผู้ศึกษาเข้าใจโครงสร้างสถาปัตยกรรมของระบบควบคุมแบบกระจายส่วน การติดต่อสื่อสารของเครือข่ายการใช้งานโปรแกรม การเซตค่าคอนฟิกของโครงข่าย, อุปกรณ์, ตัวควบคุม การเขียนโปรแกรมลูปปิดควบคุมเพื่อทำการควบคุมกระบวนการ ซึ่งประกอบด้วย การควบคุมความดัน การควบคุมอัตราการไหล และมีการสร้างสัญญาณเตือนภัยเพื่อให้ทราบถึงความผิดปกติของกระบวนการที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาต่างๆ

1.3 วัตถุประสงค์

1. ศึกษาการใช้งานโปรแกรมเซตค่าคอนฟิกของโครงข่าย อุปกรณ์ และตัวควบคุม
2. เรียนรู้หลักการของระบบสื่อสารที่ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม
3. เข้าใจโครงสร้าง โครงข่าย และสถาปัตยกรรมของโปรฟิบบัสพีเอ
4. เรียนรู้วิธีการเซตค่าพารามิเตอร์ของอุปกรณ์วัดบนระบบที่มีการสื่อสารแบบโปรฟิบบัสพีเอ
5. สามารถเซตค่าคอนฟิกต่างๆของระบบควบคุมแบบโครงข่าย
6. เข้าใจหลักการใช้งาน รวมไปถึงเขียนโปรแกรมเพื่อสั่งงานตัวควบคุมด้วยฟังก์ชันชาร์ทแบบต่อเนื่อง
7. เข้าใจหลักการทำงานของระบบควบคุมการบวนการเชิงอุตสาหกรรม
8. สามารถสร้างส่วนเชื่อมต่อผู้ใช้งานโดยใช้โปรแกรมสกาตาพรอรวมทั้งมีการสร้างสัญญาณเตือนภัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ขอบเขต

ติดตั้ง เซ็ตค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ทดสอบใช้งานอุปกรณ์วัด และออกแบบการควบคุม พร้อมทั้งสร้างส่วนเชื่อมต่อผู้ใช้งานด้วยโปรแกรมสกาตา และมีการสร้างสัญญาณเตือนภัย สำหรับควบคุมกระบวนการเชิงอุตสาหกรรม ด้วยระบบควบคุมแบบกระจายส่วน (PCS 7) ของบริษัทซีเมนส์

1.5 ขั้นตอนการศึกษา

1. ศึกษาโครงสร้างสถาปัตยกรรมและหลักการของการควบคุมแบบกระจายส่วน
2. ศึกษาการใช้งานอุปกรณ์วัดในกระบวนการ
3. ศึกษาการโครงสร้าง โครงข่ายโปรฟิบบัสพีเอ
4. ศึกษาหลักการและทฤษฎีของการควบคุมแบบลูปปิดและแบบคาสเคด
5. ศึกษาการเซ็ทคอนฟิกูเรชันของอุปกรณ์ควบคุมแบบกระจายส่วน
6. ศึกษาการเขียนโปรแกรม SIMATIC PCS7
7. ศึกษาไลบรารีและออกแบบโปรแกรมที่ใช้ในการควบคุมกระบวนการ
8. ออกแบบการควบคุมของโปรแกรม PCS7 ให้คล้ายคลึงกับลอจิกมาตรฐาน
9. สร้างส่วนเชื่อมต่อผู้ใช้งานและสร้างสัญญาณเตือนภัย

1.6 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. นักศึกษาสามารถเรียนรู้ เข้าใจหลักการ และประยุกต์ใช้งานเทคโนโลยีของอุปกรณ์วัดสำหรับระบบการวัดและควบคุม พร้อมทั้งเชื่อมต่ออุปกรณ์วัดเข้ากับระบบควบคุมแบบกระจายส่วน
2. นักศึกษาสามารถเรียนรู้ เข้าใจหลักการควบคุมแบบลูปปิด และประยุกต์ใช้งานเทคโนโลยีของระบบควบคุมแบบกระจายส่วนสำหรับควบคุมกระบวนการเชิงอุตสาหกรรม
3. เข้าใจพฤติกรรมของระบบควบคุมกระบวนการเชิงอุตสาหกรรม
4. ออกแบบการควบคุมให้คล้ายกับลอจิกมาตรฐาน

บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีระบบการควบคุมแบบกระจายส่วน

2.1.1 ระบบการควบคุมแบบกระจายส่วน

ระบบควบคุมและเฝ้าดูที่ใหญ่ที่สุดเมื่อเทียบกับระบบควบคุมทั้งหมดและใช้กันอย่างแพร่หลายที่สุดในอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ เช่น โรงกลั่นน้ำมันแท่นขุดเจาะน้ำมันและก๊าซ อุตสาหกรรมปิโตรเคมีและเคมีคอลทั้งหลาย ระบบควบคุมแบบกระจายส่วนนั้นยังมีความเสถียรและแม่นยำค่อนข้างสูงมาก จึงเป็นที่นิยมในอุตสาหกรรมที่มีความเสี่ยงสูงเช่น อุตสาหกรรมปิโตรเคมี เป็นต้น

2.1.2 โครงสร้างของระบบควบคุมแบบกระจายส่วน

2.1.2.1 เซิร์ฟเวอร์

เซิร์ฟเวอร์ในระบบควบคุมแบบกระจายส่วนนั้นสามารถเป็นได้ทั้งแบบเดี่ยวและแบบคู่ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นแบบคู่เพราะถ้ามีเซิร์ฟเวอร์ตัวใดตัวหนึ่งเสียหรือหยุดการทำงาน เซิร์ฟเวอร์อีกตัวก็จะขึ้นมาทำงานแทนในทันทีและจะทำให้กระบวนการผลิตนั้นไม่หยุดชะงักหรือสร้างความเสียหายให้กับกระบวนการผลิตได้ ซึ่งหน้าที่หลักของเซิร์ฟเวอร์คือเป็นศูนย์กลางเชื่อมต่อประมวลผลและเก็บฐานข้อมูล

2.1.2.2 ตัวควบคุม

ตัวควบคุมถือเป็นส่วนสำคัญที่สุดของระบบควบคุมแบบกระจายส่วนเพราะเป็นตัวที่เชื่อมต่อโดยตรงกับเครื่องวัดหรืออุปกรณ์ในกระบวนการผลิต นอกจากนี้ตัวควบคุมยังถือเป็นสมองของระบบควบคุมเลยทีเดียวเพราะมีซีพียูโปรเซสเซอร์ที่ทำหน้าที่รับโปรแกรมที่รับมาจากเซิร์ฟเวอร์

2.1.2.3 อีเทอร์เน็ต

ระบบการเชื่อมต่อจะมีลักษณะเหมือนกับสายแลนทั่วไป แต่ที่แตกต่างจากสายแลนก็คือสายที่เชื่อมต่อจะมี 2 เส้นเพื่อป้องกันการขาดการเชื่อมต่อเมื่อมีการขาดหรือชำรุดของสายแลนเส้นใดเส้นหนึ่ง

2.1.2.4 สถานีวิศวกรรม

สถานีวิศวกรรมคือ เครื่องคอมพิวเตอร์ที่รับข้อมูลจากเซิร์ฟเวอร์ให้ผู้ควบคุมดูแลการผลิตนั้นใช้ในการเฝ้าดูและควบคุมกระบวนการผลิตทั้งหมด

2.1.3 ข้อดีของระบบการควบคุมแบบกระจายส่วน

- 1) สามารถควบคุมกระบวนการผลิตต่างๆได้จากหน้าจอคอมพิวเตอร์ ซึ่งจะช่วยให้ลดเวลาและมีประสิทธิภาพมากกว่าการใช้แรงงานคนหลายเท่าตัวสามารถควบคุม

ให้กระบวนการมีค่าเข้าหาเป้าหมายได้รวดเร็วขึ้นเมื่อระบบถูกรบกวนด้วย
สิ่งรบกวนต่าง ๆ

- 2) สามารถเชื่อมต่ออุปกรณ์การวัดและควบคุม เช่น เครื่องวัดอุณหภูมิ เครื่องวัดแรงดัน เครื่องวัดระดับของเหลว เครื่องวัดระดับการไหลคอนโทรลวาล์ว ปั๊มบี หรือมอเตอร์เป็นต้นปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานของระบบที่มีการแบบไดนามิก
- 3) สามารถมีการเชื่อมต่อกับระบบอื่นๆเช่น พีแอลซี เอฟเอสซี เป็นต้น และยังสามารถควบคุมหรือเฝ้าดูได้ในระยะไกลผ่านเน็ตเวิร์คชนิดต่างๆเช่นดาวเทียมได้อีกด้วย
- 4) สามารถแจ้งเตือนทั้งบนหน้าจอกอมพิวเตอร์และสัญญาณเสียงเมื่อมีความผิดปกติของกระบวนการผลิตเกิดขึ้น
- 5) ระบบควบคุมแบบกระจายส่วนยังมีฟังก์ชันเก็บข้อมูลเพื่อให้สามารถย้อนกลับไปดูข้อมูลต่างๆของกระบวนการผลิตในอดีตที่มาแล้วนำไปปรับปรุงกระบวนการผลิตในอนาคตได้

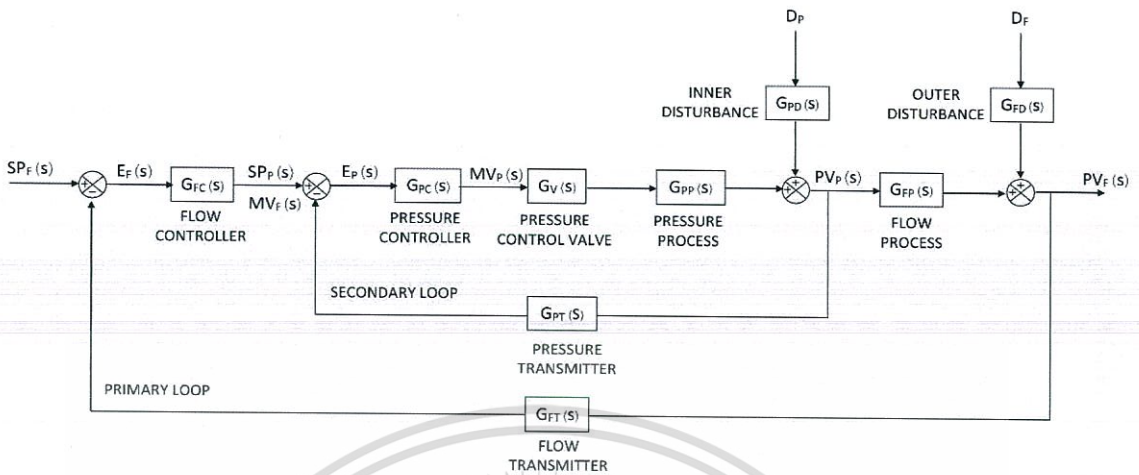
2.1.4 ข้อเสียของระบบการควบคุมแบบกระจายส่วน

- 1) ระบบควบคุมแบบกระจายส่วนเป็นระบบที่ค่อนข้างใหญ่และมีความซับซ้อนจึงจำเป็นต้องใช้ผู้เชี่ยวชาญเท่านั้นในการตรวจสอบเมื่อระบบเกิดปัญหา
- 2) อะไหล่ตัวควบคุมของระบบควบคุมแบบกระจายส่วนนั้นต้องนำเข้าจากต่างประเทศเท่านั้นจึงอาจใช้เวลาในการสั่งซื้อ แต่ผู้ใช้ส่วนใหญ่จะสั่งซื้อมาเก็บไว้เป็นสำรองไว้ล่วงหน้า
- 3) ระบบควบคุมแบบกระจายส่วนมีราคาค่อนข้างแพง

2.2 ทฤษฎีการควบคุมแบบคาสเคด

2.2.1 การควบคุมแบบคาสเคด

การควบคุมแบบคาสเคดเป็นการตัดกระบวนการออกเป็นสองส่วนคือกระบวนการหลัก และกระบวนการรอง ซึ่งจะทำให้กระบวนการล่าช้าถูกตัดออกเป็นสองส่วนเป็นผลให้การควบคุมทำได้ง่ายขึ้น เพราะว่าเมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงของค่าควบคุมกระบวนการรองไปจากค่าเป้าหมายนั้น ตัวควบคุมรองจะทำการแก้ไขทันที โดยที่ค่าความผิดพลาดกระบวนการหลักยังไม่ทันจะเกิดขึ้น ในปริณูณานพจน์นี้ให้การควบคุมอัตราการใช้เป็นกระบวนการหลักและการควบคุมความดันเป็นกระบวนการรอง ซึ่งมีแผนผังของการควบคุมแบบคาสเคดดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 แผนผังการควบคุมแบบคาสเคด

2.2.2 โครงสร้างการควบคุมแบบคาสเคด

- 1) มีตัวควบคุม 2 ตัว คือ ตัวควบคุมหลัก และตัวควบคุมรอง
- 2) มีตัวแปรการเปลี่ยนแปลงของกระบวนการ 2 ตัว
- 3) มีอุปกรณ์ควบคุมตัวสุดท้ายเพียงตัวเดียว เช่น คอนโทรลวาล์ว

จากแผนผังจะมีการตั้งค่าเป้าหมายที่เดียวคือค่าเป้าหมายของอัตราการไหล(SP_F) ซึ่งเป็นกระบวนการหลัก จากนั้นเปรียบเทียบอัตราการไหลที่วัดได้กับค่าเป้าหมายและส่งค่าความผิดพลาด(E_F) ไปยังตัวควบคุมอัตราการไหล จากนั้นค่าเอาต์พุตของตัวควบคุมอัตราการไหล(MV_F) จะกลายเป็นค่าเป้าหมายของตัวควบคุมความดัน(SP_P) โดยที่มีการเปรียบเทียบความดันที่วัดได้กับค่าเป้าหมายและส่งค่าความผิดพลาด(E_P) ซึ่งตัวควบคุมความดันทำการประมวลผลและส่งค่าไปควบคุมอุปกรณ์ควบคุมตัวสุดท้ายซึ่งในที่นี้คือวาล์วควบคุมความดัน

การตัดตอนกระบวนการออกเป็นสองส่วนกระบวนการเสมือนหนึ่งเป็นการลดขนาดของระยะเวลาล่าช้า โดยเวลาล่าช้าแต่ละตัวจะถูกประมวลผลไปพร้อมๆกัน ทำให้เวลาล่าช้ามีผลกระทบต่อกรควบคุมลดลงไปด้วย การควบคุมแบบคาสเคดจึงเหมาะที่จะใช้การควบคุมกระบวนการที่มีการเปลี่ยนแปลงค่อนข้างช้า หรือกระบวนการที่มีเวลาคงที่มากๆ เพื่อให้ระบบควบคุมแบบคาสเคดทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ มักจะมีการกำหนดให้สภาพทางไดนามิกกระบวนการรองอย่างน้อยต้องเร็วเท่ากับหรือเร็วกว่าตัวควบคุมหลัก เหตุผลคือเพื่อให้ตัวควบคุมรองสามารถแก้ไขการรบกวนที่เกิดขึ้นในกระบวนการรองได้ทันก่อนที่ผลจากการรบกวนดังกล่าวจะไปมีอิทธิพลต่อตัวแปรควบคุมหลัก

จากแผนผังข้างต้นสามารถหาค่าของผลตอบสนองความถี่ได้โดยหาได้จากฟังก์ชันถ่ายโอน ฟังก์ชันถ่ายโอนคืออัตราส่วนของความสัมพันธ์ระหว่างเอาต์พุตต่ออินพุตที่กำหนดอยู่ในโดเมนความถี่ ซึ่งเป็นการวิเคราะห์ผลของระบบที่เกิดขึ้นจากอินพุตต่างๆและสามารถกำหนดค่าของอินพุตเพื่อให้ได้เอาต์พุตตามที่ต้องการได้ โดยการควบคุมคาสเคดนี้หาฟังก์ชันถ่ายโอนได้ดังนี้

$$\frac{PV_F(s)}{D_P(s)} = \frac{G_{PD}(s)G_{FP}(s)}{1+G_{PC}(s)G_V(s)G_{PP}(s)G_{PT}(s)+G_{FC}(s)G_{PC}(s)G_V(s)G_{FP}(s)G_{PP}(s)G_{FT}(s)} \quad (2.1)$$

$$\frac{PV_F(s)}{D_F(s)} = \frac{G_{FD}(s)[1+G_{PC}(s)G_V(s)G_{PP}(s)G_{PT}(s)]}{1+G_{PC}(s)G_V(s)G_{PP}(s)G_{PT}(s)+G_{FC}(s)G_{PC}(s)G_V(s)G_{FP}(s)G_{PP}(s)G_{FT}(s)} \quad (2.2)$$

$$\frac{PV_F(s)}{SP_F(s)} = \frac{G_{FC}(s)G_{PC}(s)G_V(s)G_{FP}(s)G_{PP}(s)}{1+G_{PC}(s)G_V(s)G_{PP}(s)G_{PT}(s)+G_{FC}(s)G_{PC}(s)G_V(s)G_{FP}(s)G_{PP}(s)G_{FT}(s)} \quad (2.3)$$

2.2.3 ข้อดีของการควบคุมแบบคาสเคด

- 1) สามารถลดผลกระทบจากสิ่งรบกวนที่จะมารบกวนต่อตัวแปรควบคุมหลักได้ดีกว่าการควบคุมแบบลูปิด
- 2) สามารถควบคุมให้กระบวนการมีค่าเข้าหาเป้าหมายได้รวดเร็วขึ้นเมื่อระบบถูกรบกวนด้วยสิ่งรบกวนต่าง ๆ
- 3) สามารถลดปริมาณของเวลาล่าช้าได้
- 4) ปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานของระบบที่มีการแบบไดนามิก
- 5) สามารถจำกัดค่าของตัวแปรรองได้

2.2.4 ข้อเสียของการควบคุมแบบคาสเคด

- 1) การควบคุมแบบคาสเคดจะทำให้ระบบนั้นมีความซับซ้อนมากยิ่งขึ้น
- 2) การควบคุมแบบคาสเคดนั้นต้องการอุปกรณ์ในการควบคุมที่มากกว่าการควบคุมแบบลูปิดจึงอาจจะทำให้ค่าใช้จ่ายสูงขึ้น
- 3) การปรับจูนตัวควบคุมของการควบคุมแบบคาสเคดนั้นจะทำให้ยากเนื่องจากค่าเป้าหมายจะมีการเปลี่ยนแปลง และมีค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่มากกว่าการควบคุมแบบลูปิด

2.3 ระบบสื่อสารในอุตสาหกรรม

ในปัจจุบันบริษัทผู้ผลิตอุปกรณ์ควบคุมและอุปกรณ์วัด ได้พัฒนาระบบควบคุมและอุปกรณ์วัดที่มีความสามารถที่หลากหลายรวมทั้งความสามารถในการเชื่อมต่อกับเครือข่ายได้ ทำให้การควบคุมระบบมีความสะดวกสามารถควบคุมผ่านระยะไกลได้ และทำให้การควบคุมมีประสิทธิภาพมากขึ้น โครงสร้างการสื่อสาร แบ่งได้เป็น 4 ระดับ คือ

2.3.1 ระดับอุปกรณ์ตรวจจับและอุปกรณ์สั่งงาน

สัญญาณดิจิทัลจากอุปกรณ์ตรวจจับและอุปกรณ์สั่งงานถูกส่งไปยังสายบัส ซึ่งเป็นการสะดวกและประหยัดค่าใช้จ่ายในการส่งข้อมูลและแรงดันไฟฟ้าไปในสายเดียวกัน โดยในระดับนี้ ความต้องการปริมาณข้อมูลไม่มาก แต่ความเร็วในการสื่อสารสูง

2.3.2 ระดับฟิลด์

ส่วนมากเป็นอุปกรณ์ที่แยกออกมา เช่น โมดูลอินพุต-เอาต์พุต ทรานส์ดีวเซอร์ อุปกรณ์วิเคราะห์ และ วาล์ว มีการติดต่อสื่อสารกับระบบอัตโนมัติโดยประมวลผลแบบเวลาจริง และมีการแลกเปลี่ยนข้อมูลแบบวนรอบ

2.3.3 ระดับเซลล์

เป็นส่วนของอุปกรณ์ควบคุมของระบบ เช่น พีแอลซีและไอพีซีซึ่งติดต่อสื่อสารกันโดยระบบมาตรฐานอีเธอร์เน็ตและอินเทอร์เน็ตข้อมูลมีการส่งแบบเป็นชุดข้อมูล

2.3.4 ระดับโรงงาน

เป็นเครือข่ายในระดับบนสุด ใช้เป็นเครือข่ายการสื่อสารเพื่อควบคุมการทำงานของระบบโดยรวมทั้งหมด รวมทั้งสามารถรวบรวม เรียงลำดับ และจัดเก็บข้อมูลจากเครือข่ายต่ำกว่า

2.4 โพรฟิบัล

โพรฟิบัลย่อมาจากคำว่า Process Field Bus โพรฟิบัลเป็นมาตรฐานแบบหนึ่งสำหรับการติดต่อสื่อสารภาคสนามฟิลด์บัสที่ได้รับความนิยมในระบบอัตโนมัติอุตสาหกรรม มีการสื่อสารแบบดิจิทัลโดยมีการส่งข้อมูลแบบบิตอนุกรมระหว่างอุปกรณ์ภาคสนามในที่ต่างๆ เช่น ตัวตรวจจับ อุปกรณ์สั่งงาน อุปกรณ์ขับเคลื่อน ไปยังศูนย์กลางของระบบควบคุม ทั้งนี้การสื่อสารแบบโพรฟิบัลทำให้สามารถลดจำนวนสายลงแต่สามารถเพิ่มความเร็วในการสื่อสารข้อมูลได้มากขึ้นโดยได้ค่าที่ถูกต้องเที่ยงตรง โพรฟิบัลเป็นมาตรฐานระบบเปิดสำหรับการผลิตและควบคุมอัตโนมัติ ทั้งนี้โพรฟิบัลจะเป็นไปตามข้อกำหนดมาตรฐานระหว่างประเทศ (IEC61158, EN50170, EN50240)

2.4.1 โพรฟิบัลดีพี

โพรฟิบัลดีพีย่อมาจาก Process Fieldbus for Decentralized Periphery เป็นเครือข่ายที่ถูกติดตั้งในท้องถิ่นควบคุม ใช้สื่อสารระหว่างส่วนควบคุมกลางกับอุปกรณ์อินพุต-เอาต์พุตที่ระดับฟิลด์ซึ่งอุปกรณ์บนเครือข่ายส่วนนี้จะมีสมรรถนะการทำงานสูง คือจะมีการส่งข้อมูลที่มีความเร็วมาก เช่น ตัวควบคุม ดีซีเอส พีแอลซี เป็นต้น

2.4.2 โพรฟิบัลพีเอ

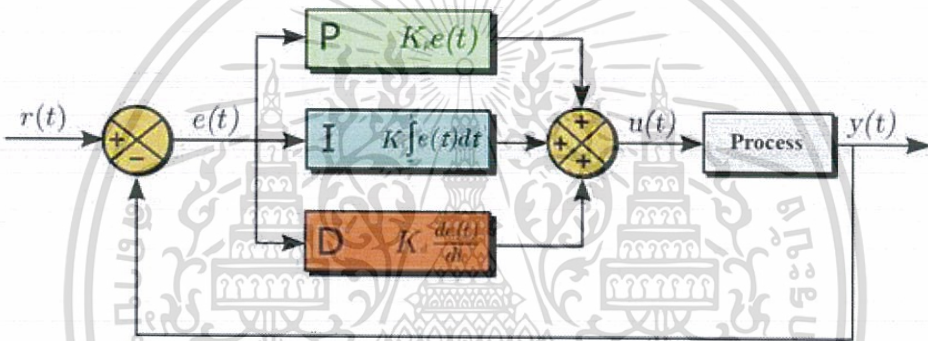
โพรฟิบัลพีเอย่อมาจาก Process Automation เป็นเครือข่ายที่จะติดตั้งอยู่ในกระบวนการการผลิตและจะต่อเข้ากับอุปกรณ์วัดและควบคุมเป็นส่วนใหญ่ ใช้เพื่อทดแทนระบบที่ใช้การสื่อสารสัญญาณแบบ 4-20 mA และแบบ HART โดยเพิ่มความสามารถในการถอดลดและเพิ่มโดยไม่มีผลต่ออุปกรณ์อื่นๆในบัส เครือข่ายในส่วนนี้จะมีแหล่งจ่ายไฟต่ออยู่เพื่อจ่ายพลังงานให้กับอุปกรณ์ เชื่อมเซกเมนต์คัปเปิลเลอร์ เพื่อทำหน้าที่ในการเชื่อมต่อการสื่อสารแบบโพรฟิบัลพีเอเข้าด้วยกัน เครื่องมือที่ต่ออยู่ในส่วนนี้จะป็นอุปกรณ์วัดและควบคุมพื้นฐานที่ใช้ในการวัดและควบคุมกระบวนการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลิต เช่น อุปกรณ์วัดอัตราการไหล วาล์วควบคุม เป็นต้น การสื่อสารในเครือข่ายนี้จะมีความเร็วในการสื่อสารที่ต่ำกว่าโปรฟิบัติพี โดยมีการใช้เทคโนโลยีของการส่งสัญญาณแบบ MBP

2.5 การหาค่าพารามิเตอร์ของระบบควบคุม

ระบบควบคุมแบบป้อนกลับจะเป็นการคำนวณเพื่อลดค่าผิดพลาดของกระบวนการให้เหลือน้อยที่สุดด้วยการปรับค่าสัญญาณขาเข้าของกระบวนการ ค่าตัวแปรของระบบควบคุมแบบสัดส่วน-ปริพันธ์-อนุพันธ์ที่ใช้จะปรับเปลี่ยนตามธรรมชาติของระบบ โดยการปรับค่าคงที่ในตัวควบคุมสามารถปรับรูปแบบการควบคุมให้เหมาะสมกับที่กระบวนการต้องการได้ การตอบสนองของตัวควบคุมจะอยู่ในรูปของการไหวตัวของตัวควบคุมจนถึงค่าความผิดพลาด ค่าโอเวอร์ชูต(overshoots) และ ค่าแกว่งของระบบ(oscillation) แต่จะมีความไม่แน่นอนว่าจะเป็นระบบควบคุมที่เหมาะสมที่สุดหรือสามารถทำให้กระบวนการมีความเสถียรแน่นอน



รูปที่ 2.2 บล็อกไดอะแกรมของการควบคุมแบบป้อนกลับ

ในระบบควบคุมระบบหนึ่งมีตัวแปรหรือพารามิเตอร์หลายตัว ซึ่งในระบบการควบคุมนี้ได้แบ่งการควบคุมเป็นสองช่วงคือ ตัวควบคุม และกระบวนการ โดยที่ค่าฟังก์ชันถ่ายโอนรวมคือ

$$\frac{Y(s)}{R(s)} = H(s) = \frac{L(s)G(s)}{1+L(s)G(s)} \quad (2.4)$$

เมื่อ $L(s)$ คือ ฟังก์ชันถ่ายโอนของตัวควบคุม และ $G(s)$ คือ ฟังก์ชันถ่ายโอนของกระบวนการ

2.5.1 พารามิเตอร์ของตัวควบคุม

สัญญาณขาออกของตัวควบคุมที่เปลี่ยนแปลงตามเวลาเป็นดังสมการนี้

$$u(t) = MV(t) = K_p e(t) + \frac{K_p}{T_i} \int_0^t e(t) dt + K_p T_d \frac{de(t)}{dt} \quad (2.5)$$

เมื่อ K_p คือ ค่าสัดส่วน

T_i คือ ค่าปริพันธ์

T_d คือ ค่าอนุพันธ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$e(t)$ คือ ความแตกต่างของตัวแปรกระบวนการและค่าเป้าหมาย

t คือ เวลา

MV คือ สัญญาณขาออกของตัวควบคุม

จัดสมการข้างต้นให้อยู่ในรูปฟังก์ชันเอสเพื่อให้สมการเหลือเพียงแค่สมการความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอินพุตกับเอาต์พุตของระบบเท่านั้น โดยการแปลงลาปลาซจะได้

$$u(s) = MV(s) = e(s) \left[K_p + \frac{K_p}{T_i s} + K_p T_d s \right] \quad (2.6)$$

จัดให้อยู่ในรูปของฟังก์ชันถ่ายโอนคืออัตราส่วนความสัมพันธ์ของเอาต์พุตต่ออินพุต ซึ่งสมการข้างล่างนี้คือฟังก์ชันถ่ายโอนของตัวควบคุม

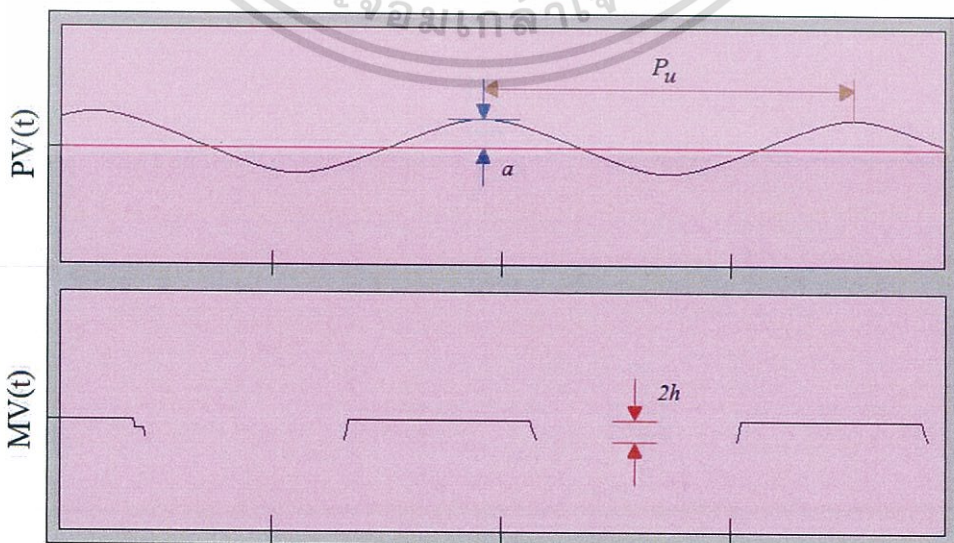
$$L(s) = \frac{u(s)}{e(s)} = \frac{MV(s)}{e(s)} = \left[K_p + \frac{K_p}{T_i s} + K_p T_d s \right] \quad (2.7)$$

การควบคุมกระบวนการในปริภูมิพหุนามนี้ใช้การควบคุมแบบสัดส่วน-ปริพันธ์ การออโต้จูนเพื่อปรับแต่งค่าพารามิเตอร์ของระบบควบคุมแบบลูปปิดในโหมดออโต้มีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 2.1 แสดงทฤษฎีในการหาค่าพารามิเตอร์ของระบบควบคุมแบบลูปปิด

ทฤษฎี	K_p	T_i
Ziegler-Nichols	$0.45K_u$	$P_u/1.2$
Tyres-Luyben	$K_u/3.2$	$2.2P_u$

หลักการคือหาเกณฑ์ (K_u) และคาบเวลา (P_u) ของระบบที่มีการสั่งที่มีแอมพลิจูดคงที่เมื่อมีการเปลี่ยนค่าเป้าหมาย โดยค่าเกณฑ์ได้จาก $K_u = \frac{4h}{a\pi}$ และค่าคาบเวลาหาได้จากรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 กราฟแสดงผลตอบสนองของ MV กับการเปลี่ยนแปลงของ PV

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ผู้ใดเห็นใจประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.2 พารามิเตอร์ของกระบวนการ

ระบบในกระบวนการทางอุตสาหกรรมเป็นระบบอันดับใดๆ ดังนั้นจึงต้องประมาณระบบอันดับต่างๆนั้นให้เป็นระบบอันดับหนึ่งที่มีการหน่วงเวลา(FOPDT) ซึ่งสมการข้างล่างนี้อธิบายการตอบสนองของ PV เมื่อมีการเปลี่ยนแปลง MV ในรูปแบบของFOPDT

$$T_p \frac{dPV(t)}{dt} + PV(t) = K * MV(t - \theta_p) \quad (2.8)$$

เมื่อ T_p คือ Time constant
 K คือ Process Gain
 θ_p คือ Time lag
 MV คือ สัญญาณขาออกของตัวควบคุม
 PV คือ ตัวแปรกระบวนการ

จัดสมการข้างต้นให้อยู่ในรูปฟังก์ชันเอสเพื่อให้สมการเหลือเพียงแค่สมการความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอินพุตกับเอาต์พุตของระบบเท่านั้น โดยการแปลงลาปลาซและจัดให้อยู่ในรูปฟังก์ชันถ่ายโอนของกระบวนการจะได้

$$\begin{aligned} T_p s PV(s) + PV(s) &= K * MV(s) * e^{-\theta_p s} \\ PV(s) [T_p s + 1] &= K * MV(s) * e^{-\theta_p s} \\ G(s) &= \frac{PV(s)}{MV(s)} = \frac{K * e^{-\theta_p s}}{T_p s + 1} \end{aligned} \quad (2.9)$$

รายละเอียดที่มาของพารามิเตอร์ของตัวแปรกระบวนการต่างๆ

- 1) Process Gain (K) หาได้จากอัตราส่วนของ PV กับ MV เมื่อ ΔPV และ ΔMV คิดตั้งแต่เริ่มการเปลี่ยนแปลงจนถึงค่าดังกล่าวนั้นคงที่
- 2) Time constant (T_p) คือช่วงเวลาที่ใช้ในการตอบสนองของ PV ตั้งแต่เริ่มต้นถึง 63.2%
- 3) Time lag (θ_p) คือช่วงเวลาตั้งแต่ MV เริ่มเปลี่ยนแปลงจนถึง PV เริ่มตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลง
- 4) Settling time คือช่วงเวลาตั้งแต่เริ่มให้สัญญาณอินพุตกับระบบ จนกระทั่งผลตอบสนองของ PV เริ่มเข้าใกล้ค่าของผลตอบสนองในสภาวะคงตัว หรือมีความผิดพลาดจากค่าของผลตอบสนองในสภาวะคงตัวไม่เกิน $\pm 5\%$ หรือ $\pm 2\%$

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงาน

3.1 คำนำ

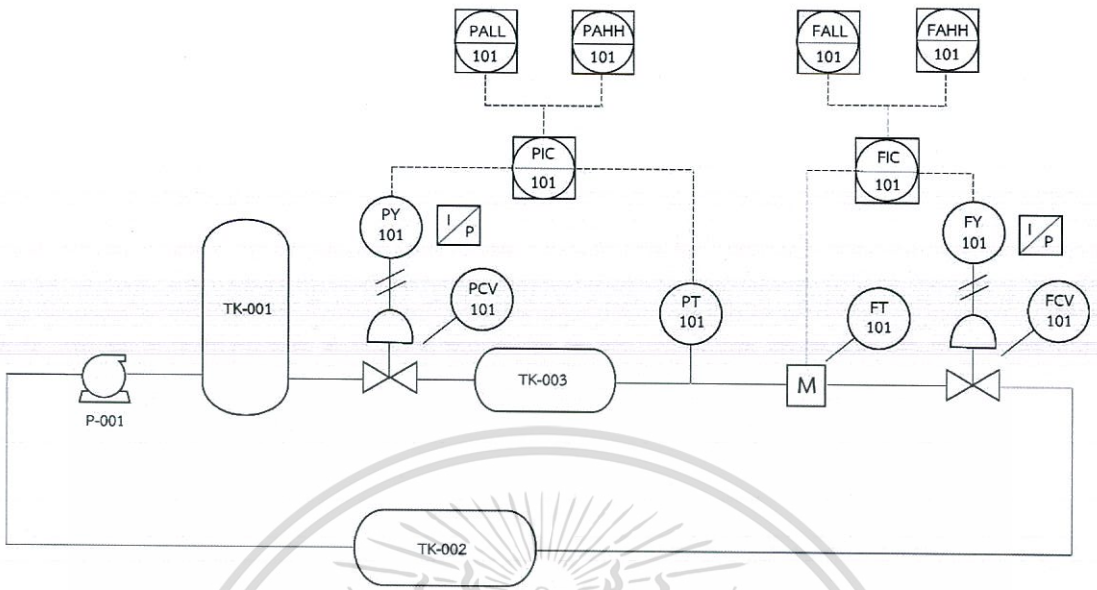
วิธีการดำเนินงานของโครงการนี้ประกอบด้วยการศึกษาโครงสร้างของกระบวนการ โดยการเขียนแผนผังแสดงรายละเอียดและองค์ประกอบของกระบวนการในแต่ละส่วน พร้อมทั้งทำความเข้าใจถึงวิธีการตั้งค่าและใช้งานอุปกรณ์ในการวัดและวาล์วควบคุม ตัวควบคุม การเชื่อมอุปกรณ์ต่างๆ เข้ากับตัวควบคุม การเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์เข้ากับตัวควบคุม และศึกษาการใช้โปรแกรมและไลบรารีต่างๆ ในระบบทั้งหมด เพื่อใช้เป็นองค์ความรู้สำหรับการพัฒนาและทดลองให้ได้ผลการทดลองตามวัตถุประสงค์ของโครงการ

3.2 โครงสร้างของกระบวนการ

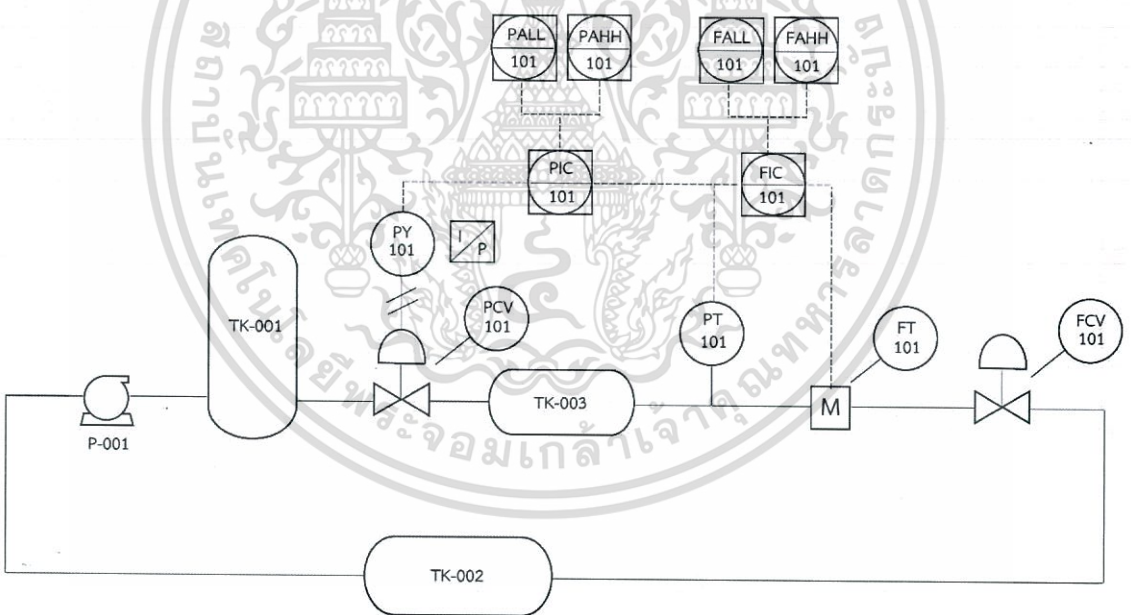
โครงสร้างของกระบวนการบ่งบอกถึงกระบวนการที่ใช้ทำงานว่าอุปกรณ์ควบคุมต่างๆ ซึ่งจะแสดงรายละเอียดเกี่ยวกับกระบวนการควบคุม ลูปไดอะแกรม องค์ประกอบของกระบวนการ และเครือข่ายการสื่อสารของระบบควบคุม

3.2.1 แผนผังแสดงรายละเอียดเกี่ยวกับกระบวนการและอุปกรณ์ควบคุมต่างๆ (PIPING & INSTRUMENTATION DIAGRAM: P&ID)

แผนผังแสดงรายละเอียดเกี่ยวกับกระบวนการและมีอุปกรณ์ควบคุมต่างๆ หรือพีแอนด์ไอดีไดอะแกรม คือ แผนภาพที่แสดงกระบวนการของระบบควบคุมและแสดงอุปกรณ์วัดหรืออุปกรณ์ในระบบ เพื่อใช้ในการทำความเข้าใจและวิเคราะห์ กระบวนการ สำหรับโครงการนี้จะเป็นการอธิบายกระบวนการของการวัดและควบคุมอัตราการไหลของน้ำ โดยใช้วิธีการควบคุมแบบลูปปิด ซึ่งกระบวนการจะควบคุมอัตราการไหลและความดันโดยการสั่งการวาล์วควบคุม กระบวนการจะเริ่มจากปั๊มน้ำจะสูบน้ำจากถังเก็บน้ำไปไว้ที่ถังน้ำที่จ่ายให้กระบวนการก่อนแล้วจึงส่งน้ำให้ไหลเวียนภายในกระบวนการ และไหลกลับคืนไปที่ถังเก็บน้ำใหม่ กระบวนการจะดำเนินการเช่นนี้ไปเรื่อยๆ ดังแสดงในรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 พีแอนดีไอทีโดอะแกรมแบบลูปิด

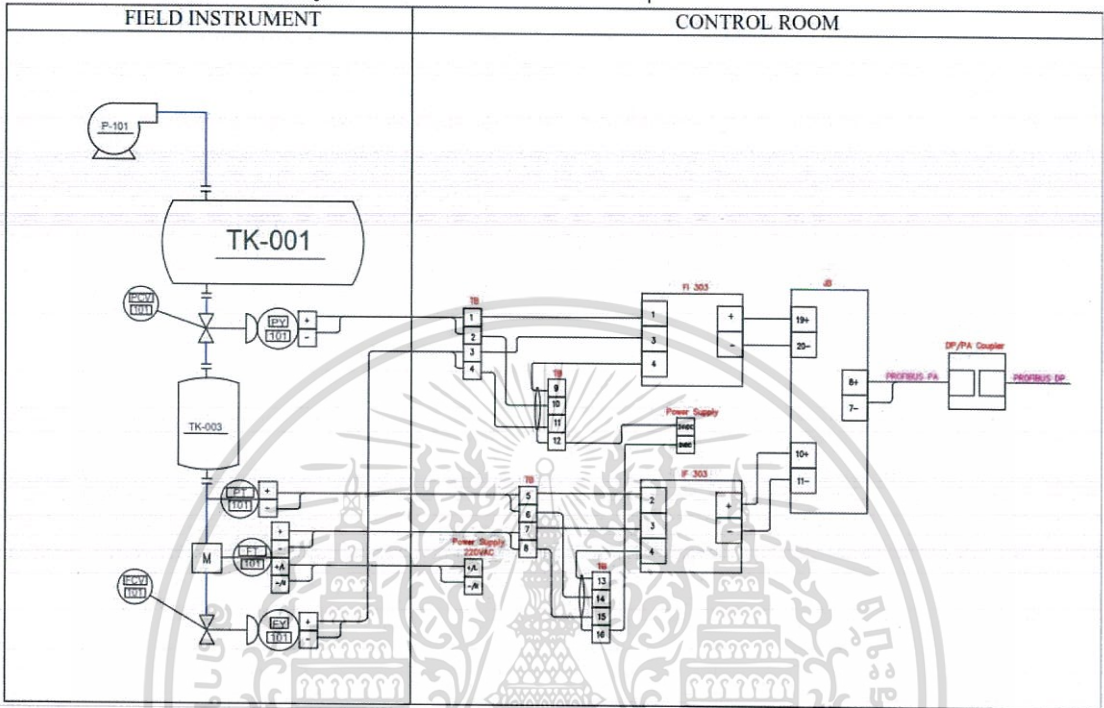


รูปที่ 3.2 พีแอนดีไอทีโดอะแกรมแบบคาสเคด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 ไวร์িং-ลูปไดอะแกรม (WIRING & LOOP DIAGRAM)

โดยจะกล่าวถึงลูปไดอะแกรมและการเชื่อมต่ออุปกรณ์ทั้งหมดรายละเอียดในภาคผนวก ก



รูปที่ 3.3 ไวร์িং-ลูปไดอะแกรมของกระบวนการ

3.2.3 องค์ประกอบของกระบวนการ

3.2.3.1 วาล์วควบคุมความดันและอัตราการไหล (Control Valve)

วาล์วควบคุมความดันเป็นอุปกรณ์ที่เป็นตัวรับคำสั่งโดยตรงจากตัวควบคุมที่ทำการประมวลผลในระบบแล้วจะส่งค่าหรือสัญญาณควบคุม 4-20 mA ให้วาล์วควบคุมปรับระบบกระบวนการ เพื่อให้ความดันที่ควบคุมอยู่ในระดับที่ต้องการ ซึ่งอุปกรณ์ควบคุมความดันที่ใช้ในปฏิญานีพันธ์ฉบับนี้ ยี่ห้อ SAMSON วาล์วควบคุมความดันชนิดลม รุ่น 3241-1โดยจะกล่าวถึงรายละเอียดของอุปกรณ์วัดความดันในภาคผนวก ข



รูปที่ 3.4 วาล์วควบคุมความดันชนิดลม SAMSON รุ่น 3241-1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วาล์วควบคุมอัตราการไหลเป็นอุปกรณ์ที่เป็นตัวรับคำสั่งโดยตรงจากตัวควบคุมที่ทำการประมวลผลในระบบแล้วจะส่งค่า หรือสัญญาณควบคุม 4-20 mA ให้วาล์วควบคุมปรับระบบกระบวนการ เพื่อให้อัตราการไหลที่ควบคุมอยู่ในระดับที่ต้องการ ซึ่งอุปกรณ์ควบคุมอัตราการไหลที่ใช้ในปฏิยานุพันธ์ฉบับนี้ ยี่ห้อ Research control valve รุ่น 807 โดยจะกล่าวถึงรายละเอียดของอุปกรณ์วัดความดันในภาคผนวก ข



รูปที่ 3.5 วาล์วควบคุมอัตราการไหล Research control valve รุ่น 807

การตั้งค่าการใช้งานตัวควบคุมตำแหน่งของวาล์วควบคุมตัวรับสัญญาณกระแส 4-20 mA. โดยกำหนดให้กระแส 4 mA. วาล์วควบคุมเปิด 0% (ปิด) และกระแส 20 mA. วาล์วควบคุมเปิด 100%

3.2.3.2 อุปกรณ์วัดอัตราการไหล (Flow Transmitter)

อุปกรณ์วัดอัตราการไหลเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดอัตราการไหลของของเหลวและแปลงสัญญาณออกมาเป็นสัญญาณมาตรฐาน (4-20mA , 3-15psi , 1-5V) เพื่อนำไปควบคุมกระบวนการ ทรานดัิวเซอร์ตัวนี้ใช้แม่เหล็กเป็นตัวช่วยในการคำนวณหาอัตราการไหล เหมาะกับของไหลที่มีการกัดกร่อนสูงและสำหรับการใช้งานที่เกี่ยวข้องกับการวัดการไหลที่มีสารแขวนลอยเสียดสี อุปกรณ์นี้ใช้หลักการของกฎของฟาราเดย์ที่กล่าวว่า เมื่อใดก็ตามที่ตัวนำเคลื่อนที่ผ่านสนามแม่เหล็กแรงเคลื่อนไฟฟ้าอันหนึ่งจะเหนี่ยวนำในตัวนำเป็นสัดส่วนกับความเร็วที่เปรียบเทียบระหว่างตัวนำและสนามแม่เหล็ก โดยที่ของเหลวที่เป็นตัวนำไฟฟ้าที่กำลังไหลจะทำงานเหมือนตัวนำ อุปกรณ์วัดอัตราการไหลแบบคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้านี้จะส่งสัญญาณไปยังตัวควบคุมเพื่อควบคุมการ เปิด-ปิด ของวาล์วซึ่งจะทำให้ได้ค่าอัตราการไหลตามที่ต้องการ อุปกรณ์วัดอัตราการไหลที่ใช้ในปฏิยานุพันธ์ฉบับนี้ ยี่ห้อ YOKOGAWA รุ่น AXF01 5G ขนาด 0.5 นิ้ว โดยจะกล่าวถึงรายละเอียดของอุปกรณ์วัดความดันในภาคผนวก ข

เนื่องจากอุปกรณ์วัดอัตราการไหลดังกล่าวใช้โปรโตคอลสื่อสารแบบ HART ดังนั้นวิธีการตั้งค่าพารามิเตอร์ต่างๆ จึงไม่ได้อยู่ในขอบเขตของการศึกษานี้ สำหรับการทดลองจะรับสัญญาณแอมป์ลอกรกระแส 4-20 mA. โดยที่กระแส 4mA. สอดคล้องกับค่าอัตราการไหลเท่ากับ 0 L/min และที่กระแส 20 mA. สอดคล้องกับค่าอัตราการไหลเท่ากับ 40 L/min



รูปที่ 3.6 อุปกรณ์วัดอัตราการไหล Yokogawa AXF015G

3.2.3.3 อุปกรณ์วัดความดัน (Pressure Transmitter)

อุปกรณ์วัดความดันเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดความดันและแปลงสัญญาณออกมาเป็นสัญญาณมาตรฐาน (4-20mA , 3-15psi , 1-5V) เพื่อนำไปควบคุมกระบวนการ ทรานสดิวเซอร์ตัวนี้ใช้ปรากฏการณ์เพียโซอิเล็กทริกในการวัดความดัน เพียโซอิเล็กทริกเป็นการเกิดขึ้นของประจุไฟฟ้าจากแรงกดที่กระทำต่อผลึก ทำให้เกิดความเครียดในผลึกซึ่งเกิดการจัดเรียงตัวไปในทิศทางเดียวกันเรียกว่าการโพลาไรเซชัน และให้กระแสไฟฟ้าออกมา ปริมาณแรงเคลื่อนไฟฟ้าตกคร่อมผลึกที่เกิดขึ้นจะแปรผันตามความเครียดที่ได้รับ อุปกรณ์วัดความดันที่ใช้ในปฏิยานิพนธ์ฉบับนี้ยี่ห้อ BURKERT รุ่น 8323 โดยจะกล่าวถึงรายละเอียดของอุปกรณ์วัดความดันในภาคผนวก ข

สำหรับการทดลองจะรับสัญญาณแอนะล็อกกระแส 4-20mA. โดยที่กระแส 4 mA. สอดคล้องกับความดัน 0psi และที่กระแส 20mA. สอดคล้องกับค่าอัตราการไหลเท่ากับ 60 psi



รูปที่ 3.7 อุปกรณ์วัดความดัน BURKERT รุ่น 8323

3.2.3.4 อุปกรณ์แปลงสัญญาณระหว่างแอนะล็อกกับโปรฟิบบัส

FI 303 เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่รับสัญญาณดิจิทัลด้วยรูปแบบโปรโตคอลโปรฟิบบัสพีเอทีได้แปลงเป็นสัญญาณแอนะล็อก(4-20mA) เพื่อขับวาล์วควบคุม ซึ่งอุปกรณ์นี้สามารถส่งสัญญาณออกไปขับวาล์วควบคุมได้ถึง 3 ตัว (ปฏิยานิพนธ์นี้มีวาล์วควบคุมทั้งหมด 2 ตัว โดยให้การเชื่อมต่อวาล์วควบคุมความดันที่ช่องหมายเลข 1 และการเชื่อมต่อวาล์วควบคุมอัตราการไหลที่ช่องหมายเลข 3) อุปกรณ์ควบคุมตำแหน่งของวาล์วควบคุมด้วยเทคโนโลยีของ FI 303 ช่วยให้ง่ายต่อการเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ระดับฟิลด์และห้องควบคุม อุปกรณ์แปลงสัญญาณที่ใช้ในปฏิยานิพนธ์ฉบับนี้ยี่ห้อ SMAR FI303 รุ่น 4/6/6P นอกจากนี้ยังมีคุณสมบัติที่น่าสนใจอีกหลายอย่างที่จะช่วยในการลดการ

ติดตั้ง การปฏิบัติงาน และค่าซ่อมบำรุง ในที่นี้ได้ตั้งค่าตำแหน่งแอดเดรสของตัวแปลงสัญญาณระหว่างแอนาล็อกกับโปรฟิบบส์เท่ากับ 11 ตารางที่ 3.1 แสดงคุณลักษณะทั่วไปของ FI 303

ตารางที่ 3.1 แสดงคุณลักษณะทั่วไปของ FI 303

การเชื่อมต่อ	โปรฟิบบส์พีเอ, สัญญาณดิจิทัล สอดคล้องกับ IEC 61158-2 (H1) : 31.25 Kbps
อินพุต	0-100 %
เอาต์พุต	กระแส 4-20 mA
ความแม่นยำ	± 0.1 %
แหล่งจ่าย	9-32 Vdc.
แสดงผล	LCD



รูปที่ 3.8 FI 303 รุ่น 4/6/6P

IF 303 เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่รับสัญญาณแอนาล็อก (4-20 mA) จากอุปกรณ์วัดหรือตรวจวัด เช่น อุปกรณ์วัดอัตราการไหล จากนั้นทำการแปลงสัญญาณแอนาล็อกเป็นสัญญาณดิจิทัลในรูปแบบโปรโตคอลโปรฟิบบส์พีเอเพื่อส่งไปยังตัวควบคุม อุปกรณ์นี้ช่วยให้ง่ายต่อการเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ระดับฟิลด์และห้องควบคุมซึ่งอุปกรณ์นี้สามารถรับสัญญาณจากอุปกรณ์วัดได้ถึง 3 ตัวด้วยกัน ปริมาณงานนี้ได้เชื่อมต่ออุปกรณ์วัดความดัน ที่ช่องหมายเลข 2 และเชื่อมต่ออุปกรณ์วัดอัตราการไหล ที่ช่องหมายเลข 3 อุปกรณ์แปลงสัญญาณที่ใช้ในปริมาณงานฉบับนี้ ยี่ห้อ SMAR IF303 type 4/6/6P ในที่นี้ได้ตั้งค่าตำแหน่งแอดเดรสของตัวแปลงสัญญาณระหว่างแอนาล็อกกับโปรฟิบบส์เท่ากับ 10 ตารางที่ 3.2 แสดงคุณลักษณะทั่วไปของ IF 303

ตารางที่ 3.2 แสดงคุณลักษณะทั่วไปของ IF 303

การเชื่อมต่อ	โปรฟิบบส์พีเอ,สัญญาณดิจิทัล สอดคล้องกับ IEC 61158-2 (H1):31.25 Kbps
อินพุต	4-20 mA.
เอาต์พุต	0-40 L/min
ความแม่นยำ	0.03% ของย่านการวัดสำหรับ 4-20 mA., 0.005 mA. สำหรับย่านการวัดอื่นๆ
แหล่งจ่าย	9-32 Vdc
แสดงผล	LCD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านธุรกิจ

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.9 IF 303 303 รุ่น 4/6/6P

วิธีการตั้งค่าพารามิเตอร์ของอุปกรณ์วัดแบบโปรฟิบบัสไอ FI 303 และ IF303 โดยใช้โปรแกรม PDM และวิธีการตั้งค่าเชื่อมต่อเข้ากับตัวควบคุม โดยใช้โปรแกรม SIMATIC MANAGER จะกล่าวถึงรายละเอียดทั้งหมดในภาคผนวก ง

3.2.3.5 ตัวแปลงสัญญาณระหว่างดีพีและพีเอ (DP/PA Coupler)

DP/PA Coupler เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่แปลงสัญญาณระหว่างโปรฟิบบัสดีพีที่อยู่ในด้านตัวควบคุมเป็นโปรฟิบบัสพีเอที่อยู่ในด้านอุปกรณ์วัดระดับฟิลต์ หรือทำหน้าที่แปลงสัญญาณระหว่างโปรฟิบบัสพีเอที่อยู่ในด้านอุปกรณ์วัดระดับฟิลต์เป็นโปรฟิบบัสดีพีที่อยู่ในด้านตัวควบคุม คือเป็นการสื่อสารระหว่างตัวควบคุมกับอุปกรณ์วัดระดับฟิลต์ ซึ่งอุปกรณ์แปลงสัญญาณที่ใช้ในปริญญาโทฉบับนี้ ยี่ห้อ Siemens ET200M รุ่น FDC 157-0 หมายเลขรหัส 6ES7 157-0AC83-0XA0 ในที่นี่ได้ตั้งค่าตำแหน่งแอดเดรสของตัวแปลงสัญญาณระหว่างดีพีและพีเอเท่ากับ 4 ดังตารางที่ 3.3 แสดงคุณลักษณะทั่วไปของ FDC 157-0

ตารางที่ 3.3 แสดงคุณลักษณะทั่วไปของ FDC157-0

Transmission speed on PROFIBUS DP	45.45 Kbps
Transmission speed on PROFIBUS PA	31.25 Kbps
Bus protocol	Profibus DP



รูปที่ 3.10 ตัวแปลงสัญญาณระหว่างพีเอและดีพีรุ่น FDC157-0

3.2.3.6 ตัวควบคุม (Controller)

อุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุมกระบวนการโดยจะใช้ตัวควบคุมของซีเมนส์ รุ่น S7-400 มีจำนวน rack มากสุดถึง 9 rack ซึ่งประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้

- Power Supply Module PS 407 10A โมดูลนี้ทำหน้าที่เป็นแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงขนาด 24 โวลต์ กระแส 10 แอมป์ซึ่งมีจำนวน 2 ช่อง พร้อมทั้งมีแบตเตอรี่สำรอง
- The Racks UR2 เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการติดตั้งแต่ละโมดูลเข้าด้วยกันซึ่งประกอบไปด้วย 9 ช่อง
- CPU 416-3PN/DP version 5.3 เป็นส่วนที่ใช้ประมวลผลและเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ต่างๆ โดยที่พอร์ตเชื่อมต่อประกอบด้วยพอร์ตโปรฟิบบัสดีพีและพอร์ตเอ็มพีไอซึ่งมีจำนวน 2 ช่อง
- SIMATIC NET CP modules (CP 443-5 EXT) เป็นโมดูลที่ใช้ขยายพอร์ตเชื่อมต่อโปรฟิบบัสดีพี



รูปที่ 3.11 Controller S7-400

3.2.3.7 สถานีวิศวกรรม(Engineering Station: ES)

สถานีวิศวกรรมประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ส่วน ฮาร์ดแวร์ และ ซอฟต์แวร์ โดยส่วนฮาร์ดแวร์ก็คือ เครื่องคอมพิวเตอร์ ติดตั้งแผ่นวงจรเชื่อมต่อ รุ่น CP 5611 และส่วนซอฟต์แวร์สำหรับทำหน้าที่ตั้งค่าต่างๆ ของระบบควบคุม ด้วยโปรแกรม SIMATIC MANAGER ซึ่งจะกล่าวถึงรายละเอียดทั้งหมดในภาคผนวก ค และการตั้งค่าอุปกรณ์วัดต่างๆ มีรายละเอียดใน ภาคผนวก ง รวมทั้งพัฒนาโปรแกรม CFC สำหรับการควบคุม

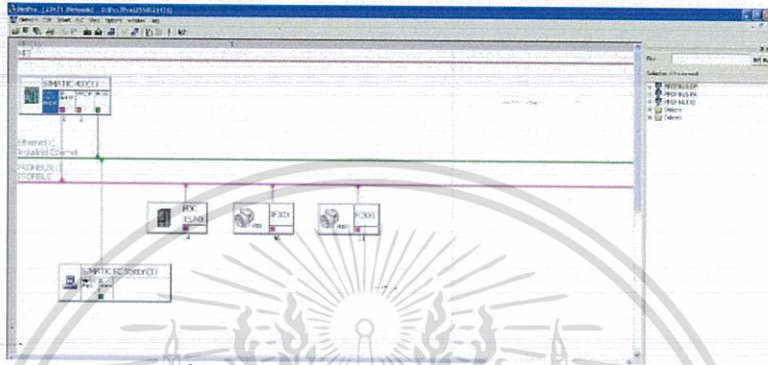
3.2.3.8 โปรแกรมPCS7 รุ่น 7.1

โปรแกรม PCS 7 รุ่น 7.1 คือ เครื่องมือระดับบนสุดในการจัดการกับส่วนประกอบอื่นๆ ของซอฟต์แวร์มาตรฐาน อย่างเช่น เครื่องมือสำหรับตั้งค่าโครงข่ายและฮาร์ดแวร์ (hardware and network configuration tools) และการเลือกใช้ภาษาสำหรับการเขียนโปรแกรมควบคุมซึ่งติดตั้งอยู่ในตัวๆเดียว และสามารถโปรแกรมต่างได้จาก SIMATIC MANAGER อีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

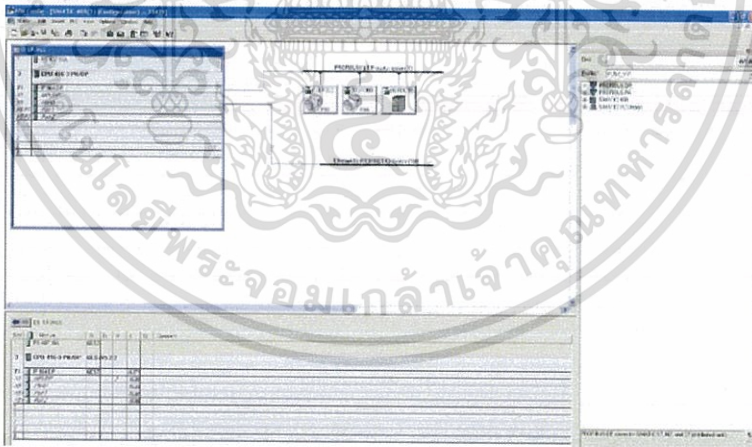
โปรแกรมที่เป็นส่วนประกอบหลักๆ ของโปรแกรม SIMATIC MANAGER ได้แก่

- **Configuration Network หรือ NetPro Configuration Tool** คือ เครื่องมือที่ใช้กราฟิกในการแสดงการเชื่อมต่อของเอ็มพีไอ โพรฟิบบัส และเครือข่ายย้อยอีเทอร์เนตเชิงอุตสาหกรรม เครื่องมือนี้จะแสดงให้เห็นการเชื่อมต่อของแต่ละอุปกรณ์ และการเชื่อมต่อทางกายภาพ ซึ่งจะรวมไปถึงการตั้งค่าของอุปกรณ์แต่ละโมดูล ตัวแปรในเครือข่ายและการสร้างการเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ด้วยตัวเอง



รูปที่ 3.12 NetPro Configuration Tool

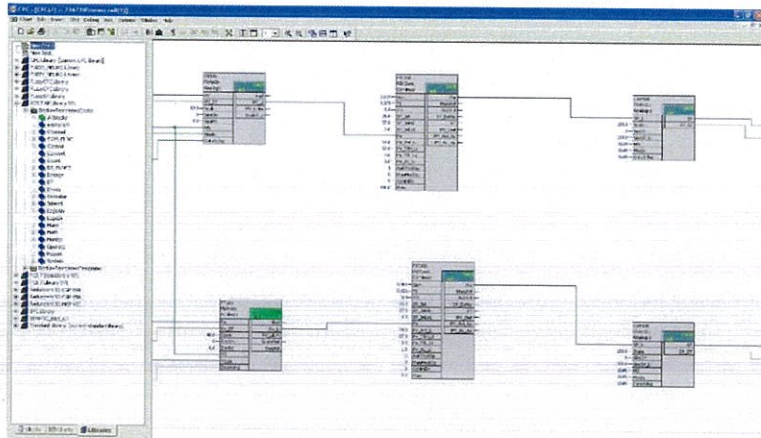
- **Hardware Configuration** คือ เครื่องมือสำหรับเพิ่มรายชื่ออุปกรณ์ทั้งหมดลงในระบบควบคุมเพื่อใช้ในการกำหนดโครงสร้างและเพิ่มข้อมูลของอุปกรณ์ทั้งหมดให้ผู้ปฏิบัติการสามารถเข้าถึงทางโปรแกรมได้



รูปที่ 3.13 Hardware Configuration

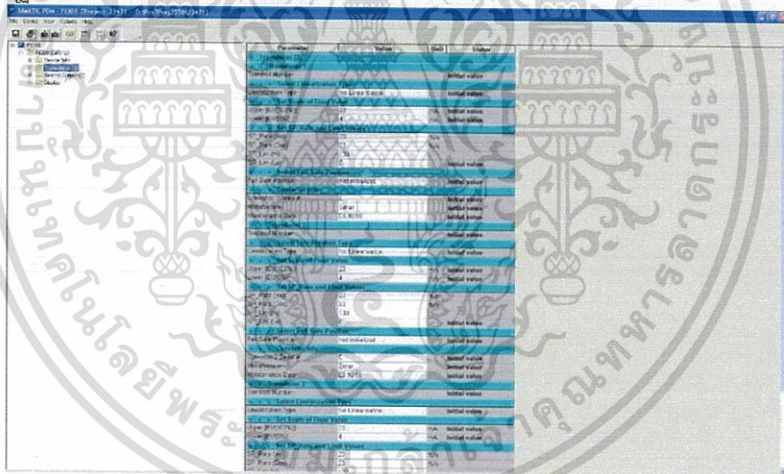
- **S7 – CFC หรือ Continuous Function Chart** คือ เครื่องมือที่ใช้เขียนโปรแกรมและแสดงผลทางกราฟฟิกเพื่อเหมาะสมกับการเขียนโค้ด ในการทำงานที่เข้าใจได้ง่าย โปรแกรม CFC จะมีลักษณะเป็นผังซึ่งจะทำหน้าที่ได้โดยการเชื่อมต่อระหว่างกันของหน่วยอินพุตและหน่วยเอาต์พุต ซึ่งภายในหนึ่งคำสั่งใน CFC อาจประกอบไปด้วยฟังก์ชันการทำงานหลายตัวเช่น timer, counter, comparison/conversion และอื่นๆก็เป็นได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.14 Continuous Function Chart

• SIMATIC PDM คือ เครื่องมือที่ใช้ในการกำหนดโครงสร้างของอุปกรณ์ในระดับฟิลด์ เช่น การกำหนดช่วงในการวัด การกำหนดช่วงเตือนภัย กำหนดหน่วยวัด เป็นต้น นอกจากนี้โปรแกรมยังสามารถที่จะแสดงผลการวัดของเครื่องมือขณะวัดได้โดยอุปกรณ์ที่จะทำการตั้งค่าได้จะต้องอยู่ในมาตรฐานของโปรฟิบบัสเท่านั้น

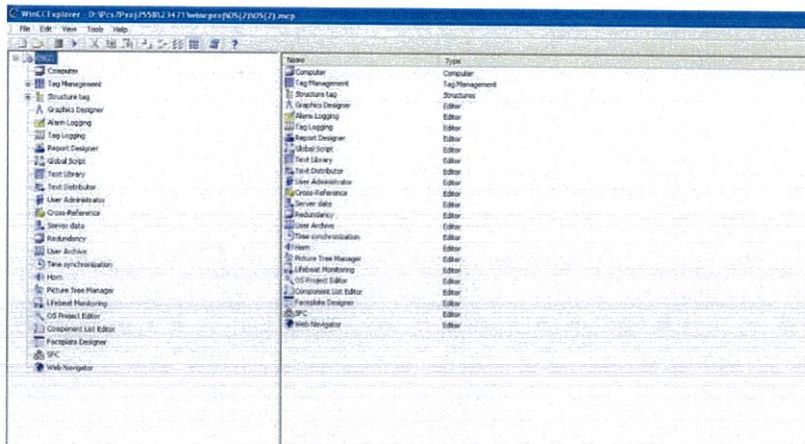


รูปที่ 3.15 SIMATIC PDM

3.2.3.9 โปรแกรม WinCC รุ่น 7.0+SP1

โปรแกรม WinCC นี้เป็นโปรแกรมสกาตา (SCADA) ที่ใช้ในการสร้างส่วนเชื่อมต่อผู้ใช้งาน (Human User Interface: HMI) และการสร้างสัญญาณเตือนภัย (Alarm) โดยผู้ใช้งานสามารถทำการตรวจสอบและควบคุมกระบวนการได้จากระยะไกล

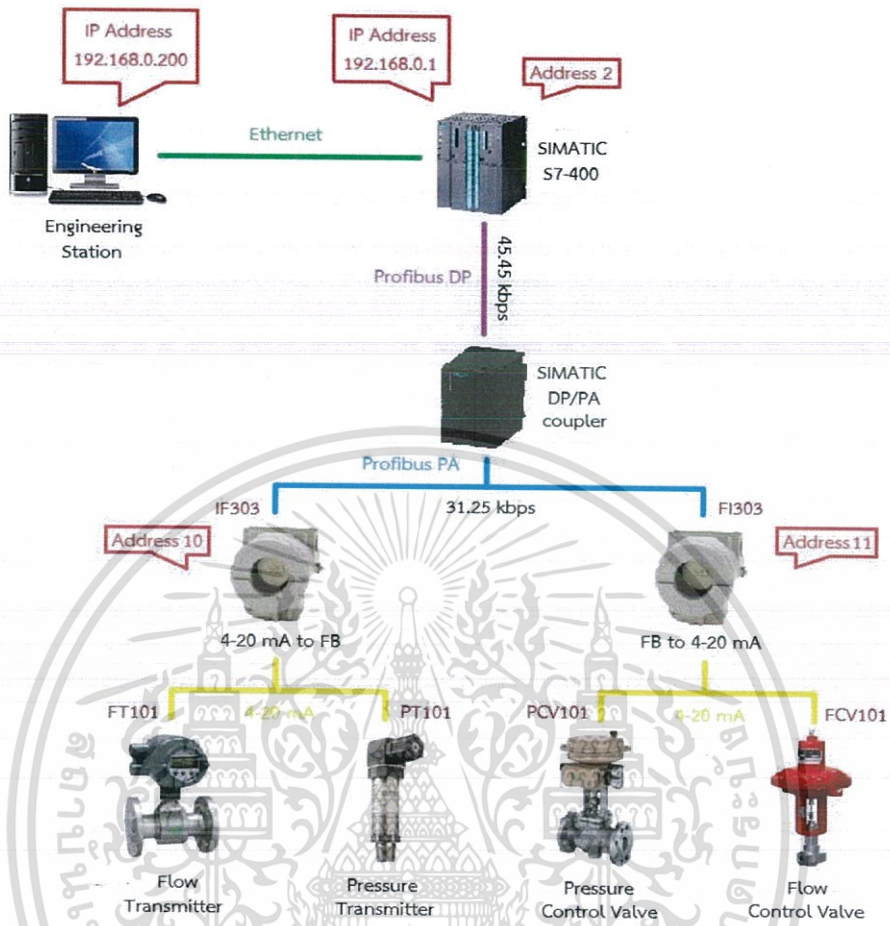
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.16 WinCC7.0

3.2.4 การเชื่อมต่อทางเครือข่ายของอุปกรณ์ในระบบควบคุม (Network Communication System)

การเชื่อมต่อทางเครือข่ายของอุปกรณ์ในระบบควบคุม จะสามารถแบ่งชั้นการสื่อสารข้อมูลด้วยความเร็วสูงและความเร็วต่ำ คือชั้นที่สื่อสารด้วยความเร็วสูง จะเป็นอุปกรณ์จำพวกตัวควบคุมกับสถานีปฏิบัติการหรือสถานีวิศวกรรม ซึ่งจะอยู่ในมาตรฐานของโปรโตคอลพี แต่ส่วนที่เชื่อมต่อระหว่างตัวควบคุมกับสถานีปฏิบัติการหรือสถานีวิศวกรรม จะสามารถใช้มาตรฐานเชื่อมต่อได้หลากหลายทั้งโปรโตคอลพี เอ็มพีเอ หรืออีเทอร์เน็ต และชั้นสื่อสารด้วยความเร็วต่ำจะเป็นอุปกรณ์ที่อยู่ในชั้นระดับฟิลด์ จำพวกอุปกรณ์วัด และอุปกรณ์แปลงสัญญาณให้เป็นโปรโตคอลพีเอ ได้แก่ เครื่องส่งสัญญาณ อุปกรณ์วัดอัตราการไหลแบบคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า วาล์วควบคุม และอุปกรณ์แปลงสัญญาณ (SMAR IF303 กับ FI303) ส่วนตัวแปลงสัญญาณระหว่างดีพีและพีเอ จะทำหน้าที่เชื่อมต่อระหว่างโปรโตคอลพีกับโปรโตคอลพีเอ หรือระหว่างชั้นสื่อสารความเร็วสูงกับชั้นสื่อสารความเร็วต่ำ โดยรายละเอียดทั้งหมดจะแสดงดังรูปที่ 3.17 และสามารถศึกษารายละเอียดการเชื่อมต่อทางเครือข่ายของอุปกรณ์ในระบบควบคุมเพิ่มเติมในภาคผนวก ก



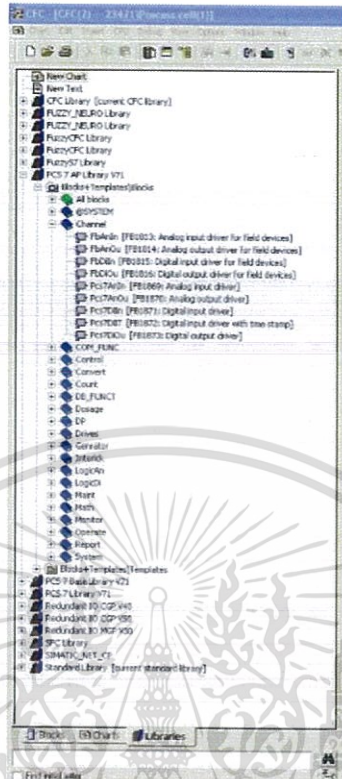
รูปที่ 3.17 การเชื่อมต่อทางเครือข่ายของอุปกรณ์ในระบบควบคุม

3.3 การควบคุมอัตราการไหลแบบลูปปิด

เป็นระบบที่นำสัญญาณจากเอาต์พุตของระบบ ป้อนกลับมาเปรียบเทียบกับสัญญาณอินพุตที่ป้อนให้กับระบบ ซึ่งผลต่างระหว่างสัญญาณทั้งสองที่นำมาเปรียบเทียบนั้นจะเป็นค่าผิดพลาดเพื่อที่จะใช้เป็นสัญญาณป้อนเข้าตัวควบคุม ให้ตัวควบคุมนำไปสร้างสัญญาณควบคุมใหม่เพื่อลดความผิดพลาดที่เกิดขึ้นในระบบและทำให้เอาต์พุตของระบบเข้าสู่ค่าที่ต้องการ

3.3.1 การศึกษาไลบรารี (Library)

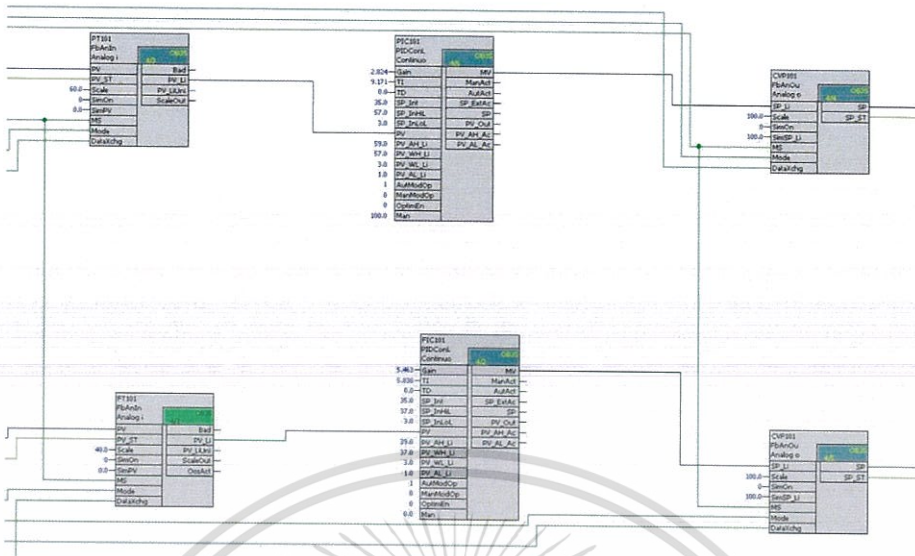
การออกแบบโปรแกรมสร้างการเชื่อมต่อฟังก์ชันบล็อกเพื่อการควบคุมกระบวนการจะต้องศึกษาไลบรารีต่างๆที่ปรากฏอยู่ในโปรแกรม CFC เพื่อศึกษาว่าแต่ละไลบรารีมีการทำงานอย่างไร มีพารามิเตอร์อะไรบ้าง ดังรูป 3.18 ศึกษารายละเอียดฟังก์ชันของไลบรารีเพิ่มเติมในภาคผนวก ฉ



รูปที่ 3.18 โลบารี

3.3.2 การเชื่อมต่อฟังก์ชันบล็อกการควบคุมแบบลูปปิดใน CFC (Continuous Function Chart)

การควบคุมอัตราการไหลแบบลูปปิดโดยใช้การควบคุมแบบกระจายส่วน PCS7 นั้น จะต้องเขียนฟังก์ชันของการควบคุมกระบวนการใน CFC การเขียนฟังก์ชันการควบคุมแบบลูปปิดนั้น จะใช้ฟังก์ชันบล็อกรับค่าอินพุต 2 บล็อกสำหรับรับค่าอัตราการไหลและค่าความดันของกระบวนการ ฟังก์ชันบล็อกตัวควบคุม 2 ตัว และใช้ฟังก์ชันบล็อกส่งค่าเอาต์พุต 2 บล็อกสำหรับส่งค่าตัวแปร ดำเนินการให้กับคอนโทรลล่าวัวเพื่อควบคุมกระบวนการ ดังรูป 3.19 ศึกษารายละเอียดการเชื่อมต่อ ฟังก์ชันบล็อกสำหรับการควบคุมอัตราการไหลแบบลูปปิดเพิ่มเติมในภาคผนวก จ



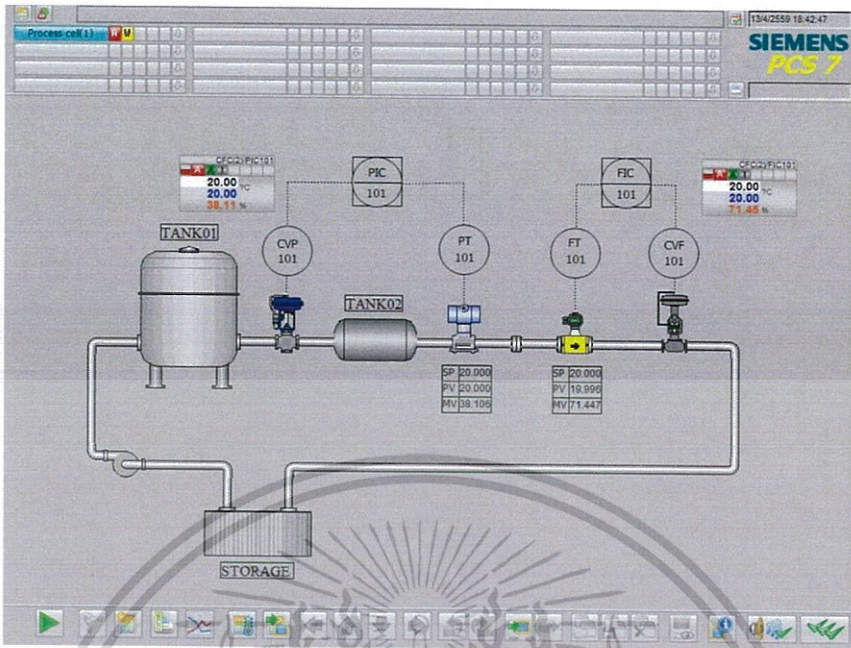
รูปที่ 3.19 การเชื่อมต่อฟังก์ชันบล็อกการควบคุมอัตราการไหลแบบลูปปิด

3.4 การสร้างส่วนเชื่อมต่อผู้ใช้งาน (Human User Interface: HMI)

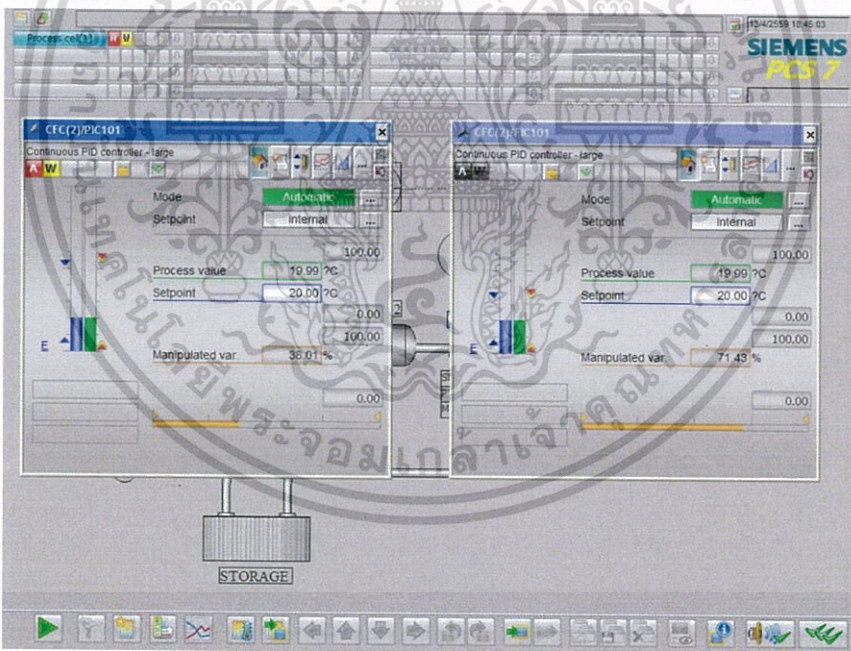
สำหรับการสร้างส่วนเชื่อมต่อผู้ใช้งาน เพื่อใช้ในการควบคุมกระบวนการซึ่งเป็นระบบที่สร้างขึ้น เพื่อเป็นสื่อกลางในการรับ-ส่งข้อมูลระหว่างผู้ใช้งานกับตัวควบคุม โดยในโครงการนี้ใช้โปรแกรม WinCC รุ่น 7.0 SP1 ศึกษารายละเอียดการสร้างส่วนเชื่อมต่อผู้ใช้งานเพิ่มเติมในภาคผนวก ข

3.4.1 กราฟฟิก (Graphics)

เป็นการแสดงกระบวนการในรูปแบบของกราฟฟิกภาพเลียนแบบ หมายความว่าผู้ใช้งานสามารถดูแผนผังแสดงกระบวนการที่ถูกควบคุม สามารถแสดงอัตราการไหลของน้ำผ่านอุปกรณ์วัดอัตราการไหลในขณะนั้น ซึ่งผู้ใช้งานก็สามารถสั่งการควบคุมผ่านทางภาพกราฟฟิกนั้นได้เลย ประกอบด้วย การเปลี่ยนค่าเป้าหมาย การเปลี่ยนโหมดการทำงานของตัวควบคุม และการเปลี่ยนค่าพารามิเตอร์ของตัวควบคุมดังรูป 3.20 ถึง 3.22



รูปที่ 3.20 ภาพกราฟฟิกของกระบวนการควบคุม



รูปที่ 3.21 การเปลี่ยนค่าเป้าหมายและโหมดการทำงานของตัวควบคุมผ่านภาพกราฟฟิก

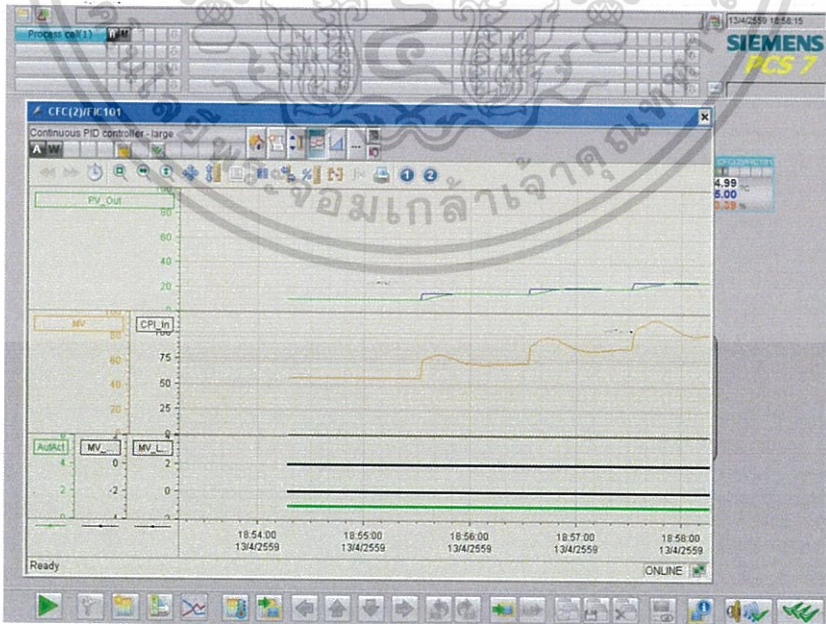
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.22 การเปลี่ยนค่าพารามิเตอร์ของตัวควบคุมการผ่านภาพกราฟฟิก

3.4.2 กราฟแสดงแนวโน้ม (Trend)

ผู้ใช้งานสามารถดูผลการตอบสนองประสิทธิภาพของกระบวนการได้ผ่านทางส่วนเชื่อมต่อผู้ใช้งาน เพื่อนำกราฟแสดงแนวโน้มของกระบวนการไป วิเคราะห์ ปรับใช้ แก้ไข ให้ได้มีประสิทธิภาพการทำงานที่ดียิ่งขึ้นดังแสดงในรูปที่ 3.23

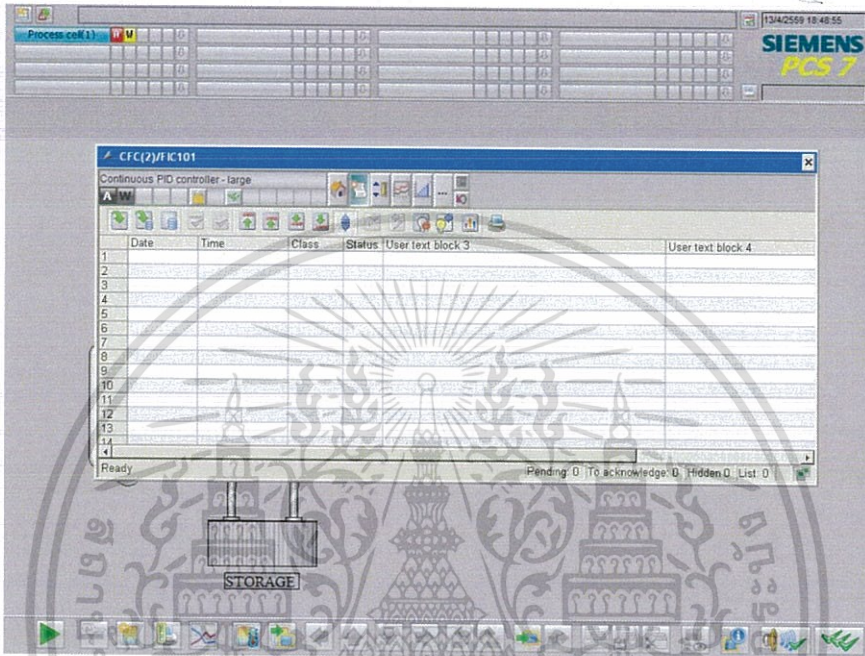


รูปที่ 3.23 กราฟแนวโน้มของกระบวนการควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.3 ข้อความสัญญาณเตือนภัย(Alarm Message)

ข้อความสัญญาณเตือนภัยเป็นส่วนสำคัญของส่วนเชื่อมต่อผู้ใช้งาน ทำให้ทราบถึงความผิดปกติของกระบวนการที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาต่างๆ ซึ่งเมื่อเกิดความผิดปกติขึ้นจะมีการแจ้งเตือนผู้ใช้งาน และบันทึกความผิดปกติที่เกิดขึ้นในช่วงเวลานั้นๆดังแสดงในรูปที่ 3.24



รูปที่ 3.24 สัญญาณเตือนภัยและการบันทึกความผิดปกติของกระบวนการ

3.5 การสร้างสัญญาณเตือนภัย (Alarm)

เมื่อพิจารณาถึงความปลอดภัยในกระบวนการ เราจึงต้องสร้างสัญญาณเตือนภัยขึ้นเพื่อแจ้งเตือนเมื่อเกิดความผิดปกติภายในกระบวนการ การสร้างสัญญาณเตือนภัยนั้นจะสามารถลดความเสียหายที่กำลังจะเกิดขึ้นจากความผิดปกติของค่าตัวแปรควบคุมของกระบวนการที่มีการเพิ่มขึ้นหรือว่าลดลงเกินกว่าค่าลิมิตที่จะทำให้กระบวนการนั้นปลอดภัยการแจ้งเตือนนั้นจะแบ่งเป็น 2 ส่วน

3.5.1 ลิมิตค่าตัวแปรกระบวนการที่มีค่าผิดปกติ (Process Value Warning)

จะเป็นการเตือนเมื่อค่าตัวแปรกระบวนการ (Process variable: PV) ในที่นี้คืออัตราการไหลของน้ำและความดันภายในท่อนั้นมีค่าสูงขึ้นหรือลดต่ำลงมากกว่าปกติ แต่ยังไม่ส่งผลให้เกิดอันตรายต่อการควบคุมกระบวนการเมื่อมีการเตือนภัยในส่วนนี้นั้น ผู้ปฏิบัติงานจะต้องเตรียมความพร้อมรับมือกับสถานการณ์ ถ้าค่าตัวแปรกระบวนการยังไม่มีเปลี่ยนแปลงเข้าสู่ย่านปกติของกระบวนการ ในการควบคุมอัตราการไหลและความดันจะมีการกำหนดลิมิตของค่าตัวแปรกระบวนการไว้ 2 ค่า คือ

1) LIMIT ค่าตัวแปรกระบวนการที่มีค่าสูงผิดปกติ

(Process Value Warning High Limit: PV_WH_Lim)

จะมีการกำหนดค่าไว้ที่ 37 l/min และ 57 psi เมื่ออัตราการไหลของน้ำและความดันภายในท่อตามลำดับนั้นเริ่มมีการเพิ่มขึ้นจนเกินค่าลิมิต (PV_WH_Lim) จะมีการแจ้งเตือนต่อผู้ปฏิบัติงานผ่านส่วนเชื่อมต่อผู้ใช้งาน (Human User Interface) เพื่อบอกให้รู้ว่ามีสิ่งผิดปกติเกิดขึ้นกับกระบวนการ

2) LIMIT ค่าตัวแปรกระบวนการที่มีค่าต่ำผิดปกติ

(Process Value Warning LOW Limit: PV_WL_Lim)

จะมีการกำหนดค่าไว้ที่ 3 l/min และ 3 psi เมื่ออัตราการไหลของน้ำและความดันภายในท่อตามลำดับนั้นเริ่มมีการเพิ่มขึ้นจนเกินค่าลิมิต (PV_WL_Lim) จะมีการแจ้งเตือนต่อผู้ปฏิบัติงานผ่านส่วนเชื่อมต่อผู้ใช้งาน เพื่อบอกให้รู้ว่ามีสิ่งผิดปกติเกิดขึ้นกับกระบวนการ

3.5.2 LIMIT ค่าตัวแปรกระบวนการมีค่าจะเกิดอันตราย (Process Value Alarm)

จะเป็นการเตือนเมื่อค่าตัวแปรกระบวนการ (Process variable: PV) ในที่นี้คืออัตราการไหลของน้ำและความดันภายในท่อนั้นมีค่าสูงขึ้นหรือต่ำลงมากกว่าค่าลิมิตที่จะทำให้เกิดอันตรายกับกระบวนการได้ เมื่อมีการเตือนภัยในส่วนนี้ ผู้ปฏิบัติงานจะต้องปฏิบัติตามขั้นตอนปฏิบัติเพื่อปรับให้ค่าตัวแปรกระบวนการ (PV) นั้นเข้าสู่ย่านปกติและป้องกันอันตรายที่เกิดจากความผิดปกติของระบบ ในการควบคุมอัตราการไหลและความดันจะมีการกำหนดค่าลิมิตของตัวแปรกระบวนการไว้ 2 ค่า คือ

1) LIMIT ค่าตัวแปรกระบวนการมีค่าสูงจนเกิดอันตราย

(Process Value Alarm High Limit: PV_AH_Lim)

จะมีการกำหนดไว้ที่ 39 l/min และ 59 psi เมื่ออัตราการไหลของน้ำและความดันภายในท่อตามลำดับนั้นมีการเพิ่มขึ้นสูงกว่าค่าลิมิต (PV_AH_Lim) จะมีการแจ้งเตือนผู้ปฏิบัติงานผ่านทางส่วนเชื่อมต่อผู้ใช้งาน

2) LIMIT ค่าตัวแปรกระบวนการมีค่าต่ำจนเกิดอันตราย

(Process Value Alarm Low Limit: PV_AL_Lim)

จะมีการกำหนดไว้ที่ 1 l/min และ 1 psi เมื่ออัตราการไหลของน้ำและความดันภายในท่อตามลำดับนั้นมีการลดต่ำกว่าค่าลิมิต (PV_AL_Lim) จะมีการแจ้งเตือนผู้ปฏิบัติงานผ่านทางส่วนเชื่อมต่อผู้ใช้งาน

3.6 การประยุกต์ลอจิกไดอะแกรมกับฟังก์ชันบล็อกในโปรแกรม SIMATIC

ระบบการควบคุมในกระบวนการอุตสาหกรรมจะมีการออกแบบไว้ชัดเจนระบบควบคุมไว้อย่างชัดเจนแล้ว จะมีการวาดรูปแบบนั้นตามมาตรฐานต่างๆ เพื่อให้สะดวกต่อการนำไปสร้างบล็อกควบคุมในแต่ละเครื่องควบคุมแต่ละยี่ห้อ เรียกการสร้างรูปแบบนี้ว่า Logic Diagram ดังตารางที่ 3.4 แสดงสัญลักษณ์ต่างๆที่นำมาประยุกต์ใช้กับระบบควบคุมแบบกระจายส่วนของ SIEMENS PCS 7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

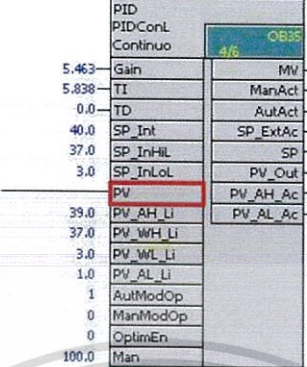
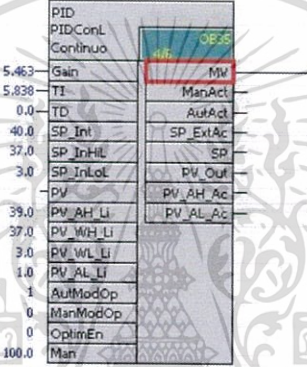
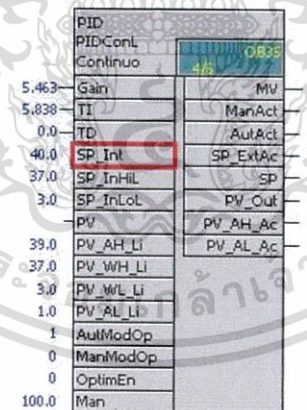
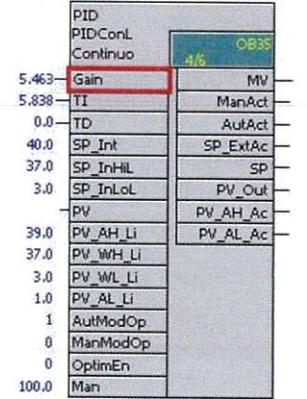
ตารางที่ 3.4 แสดงสัญลักษณ์ Control Loop Diagram และ Function Block in Library

ลำดับ	สัญลักษณ์ Control Loop Diagram	Function Block in Library	รายละเอียด
1	AI		Analog Input Block เป็นส่วนหนึ่งของตัวรับรู้ที่จะนำสัญญาณ 4-20 mA ไปยังคอนโทรลเลอร์
2	AO		Analog Output Block เป็นส่วนหนึ่งของตัวควบคุมตัวสุดท้ายที่จะรับสัญญาณ 4-20 mA ไปยังคอนโทรลเลอร์
3	+		Add เอาต์พุตเท่ากับอินพุตบวกกัน
4	-		Subtract เอาต์พุตเท่ากับอินพุต 1 ลบอินพุต 2
5	×		Multiplier เอาต์พุตเท่ากับอินพุตคูณกัน
6	÷		Divider เอาต์พุตเท่ากับอินพุต 1 หารด้วยอินพุต 2
7			Absolute เอาต์พุตเท่ากับผลต่างของอินพุตกับศูนย์

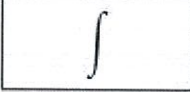
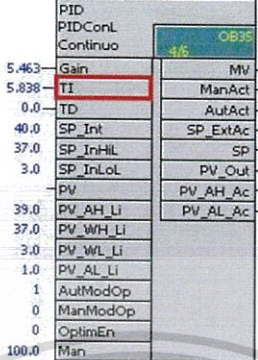

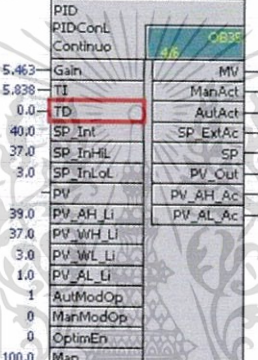

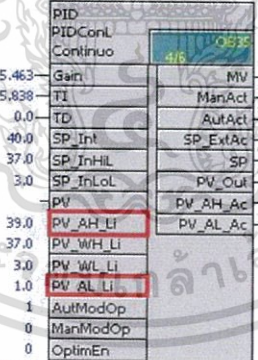

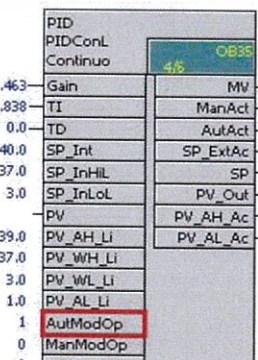
ลำดับ	สัญลักษณ์ Control Loop Diagram	Function Block in Library	รายละเอียด															
8			Min Selector เอาต์พุตเท่ากับอินพุตที่มีค่าน้อยที่สุดเมื่อเทียบระหว่างอินพุตทั้งหมด															
9			Max Selector เอาต์พุตเท่ากับอินพุตที่มีค่ามากที่สุดเมื่อเทียบระหว่างอินพุตทั้งหมด															
10			Limit เอาต์พุตเท่ากับอินพุตที่อยู่ในช่วงค่าลิมิตที่ตั้งค่าไว้ ถ้าอินพุตมีค่ามากกว่าลิมิตสูงสุดหรือมีค่าน้อยกว่าลิมิตต่ำสุดเอาต์พุตจะมีค่าตามลิมิตสูงสุดและต่ำสุดตามลำดับ															
11			NOT GATE <table border="1"> <thead> <tr> <th>A</th> <th>$x = \bar{x}$</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	A	$x = \bar{x}$	0	1	1	0									
A	$x = \bar{x}$																	
0	1																	
1	0																	
12			OR GATE <table border="1"> <thead> <tr> <th>A</th> <th>B</th> <th>$x = \bar{x}$</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>	A	B	$x = \bar{x}$	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1
A	B	$x = \bar{x}$																
0	0	0																
0	1	1																
1	0	1																
1	1	1																
13			NOR GATE <table border="1"> <thead> <tr> <th>A</th> <th>B</th> <th>$x = \bar{x}$</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	A	B	$x = \bar{x}$	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0
A	B	$x = \bar{x}$																
0	0	1																
0	1	0																
1	0	0																
1	1	0																

ลำดับ	สัญลักษณ์ Control Loop Diagram	Function Block in Library	รายละเอียด															
14			<p>AND GATE</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>A</th> <th>B</th> <th>$x = \bar{x}$</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>	A	B	$x = \bar{x}$	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	1
A	B	$x = \bar{x}$																
0	0	0																
0	1	0																
0	1	0																
1	1	1																
15			<p>NAND GATE</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>A</th> <th>B</th> <th>$x = \bar{x}$</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	A	B	$x = \bar{x}$	0	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0
A	B	$x = \bar{x}$																
0	0	1																
0	1	1																
0	1	1																
1	1	0																
16			<p>SR FLIPFLOP</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>S</th> <th>R</th> <th>Q_{n+1}</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>Q_n</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table>	S	R	Q_{n+1}	0	0	Q_n	0	1	0	1	0	1	1	1	-
S	R	Q_{n+1}																
0	0	Q_n																
0	1	0																
1	0	1																
1	1	-																
17			<p>RS FLIPFLOP</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>S</th> <th>R</th> <th>Q_{n+1}</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>Q_n</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table>	S	R	Q_{n+1}	1	1	Q_n	0	1	1	1	0	0	0	0	-
S	R	Q_{n+1}																
1	1	Q_n																
0	1	1																
1	0	0																
0	0	-																
18			<p>JK FLIPFLOP</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>J</th> <th>K</th> <th>Q_{n+1}</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>Q_n</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>$\overline{Q_n}$</td> </tr> </tbody> </table>	J	K	Q_{n+1}	0	0	Q_n	1	0	1	0	1	0	1	1	$\overline{Q_n}$
J	K	Q_{n+1}																
0	0	Q_n																
1	0	1																
0	1	0																
1	1	$\overline{Q_n}$																

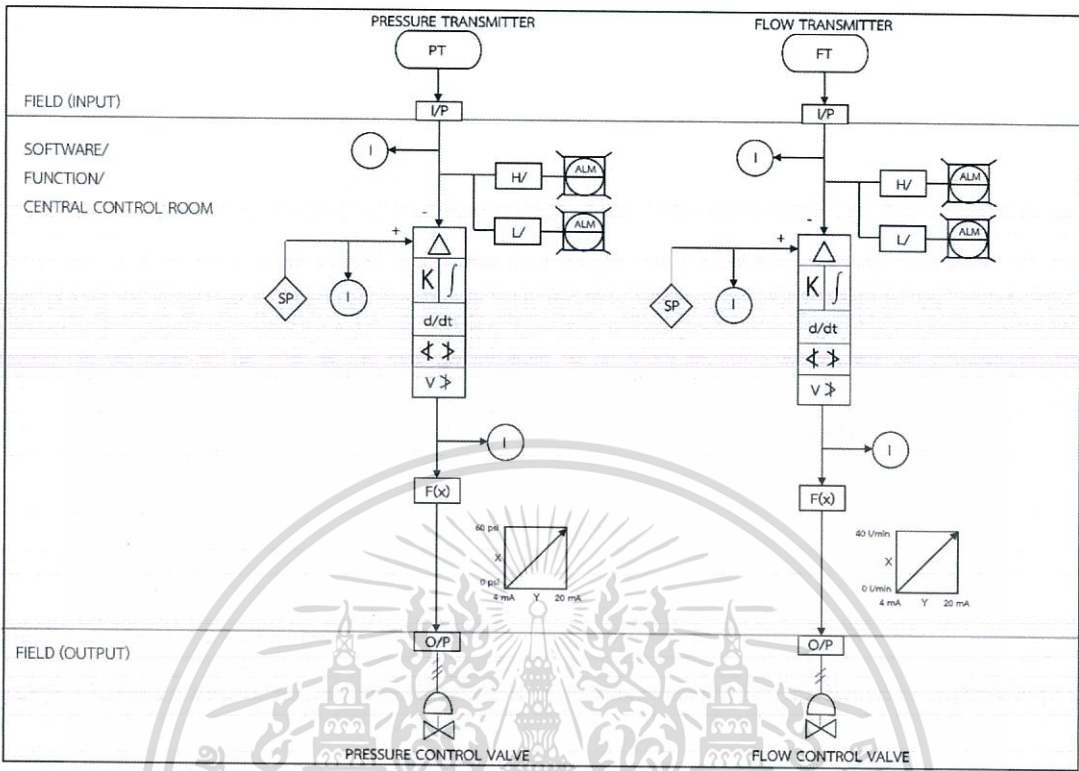
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับ	สัญลักษณ์ Control Loop Diagram	Function Block in Library	รายละเอียด
14	<div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 100px; display: flex; align-items: center; justify-content: center; margin: 20px;"> PV </div>		<p>Process Variable</p> <p>ตัวแปรกระบวนการที่เกิดจากผลการทำงานของระบบ</p>
15	<div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 100px; display: flex; align-items: center; justify-content: center; margin: 20px;"> MV </div>		<p>Manipulated Variable</p> <p>สัญญาณควบคุมที่ตัวควบคุมส่งไปยังอุปกรณ์ควบคุมตัวสุดท้าย</p>
16	<div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 100px; display: flex; align-items: center; justify-content: center; margin: 20px;"> SP </div>		<p>Setpoint</p> <p>ค่าเป้าหมาย</p>
17	<div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 100px; display: flex; align-items: center; justify-content: center; margin: 20px;"> K </div>		<p>Proportional Gain</p> <p>ตัวควบคุมแบบสัดส่วน</p>

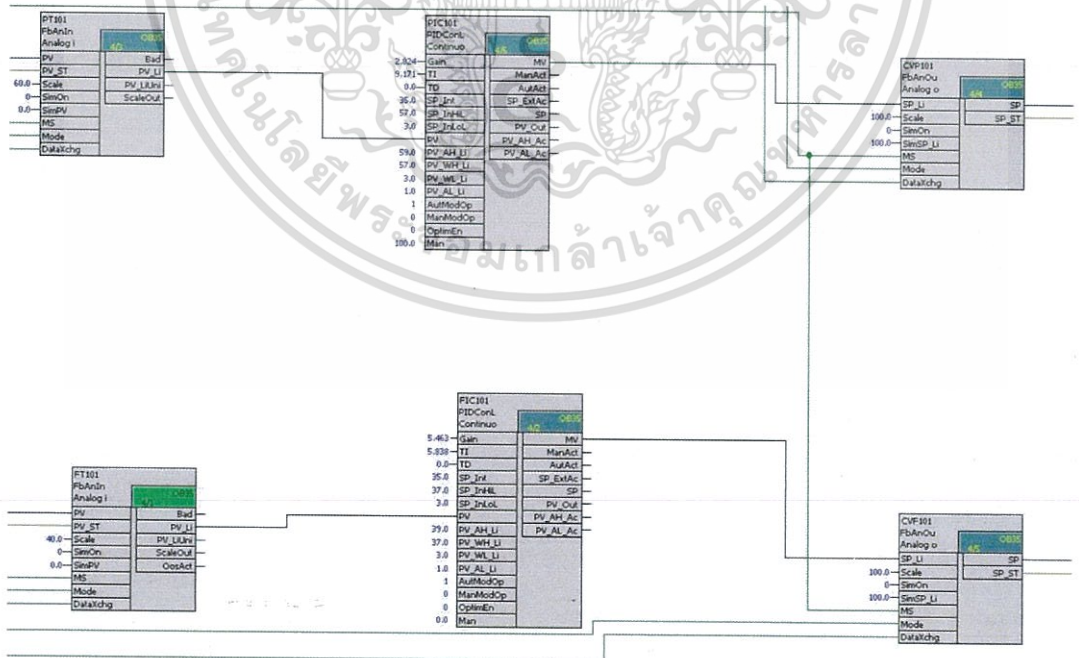
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับ	สัญลักษณ์ Control Loop Diagram	Function Block in Library	รายละเอียด
18			Integral Time ตัวควบคุมแบบปริพันธ์
19			Derivative Time ตัวควบคุมแบบอนุพันธ์
20			Alarm กำหนดค่าการแสดงผล สัญญาณเตือนภัย
21			Automatic Mode โหมดอัตโนมัติของตัวควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

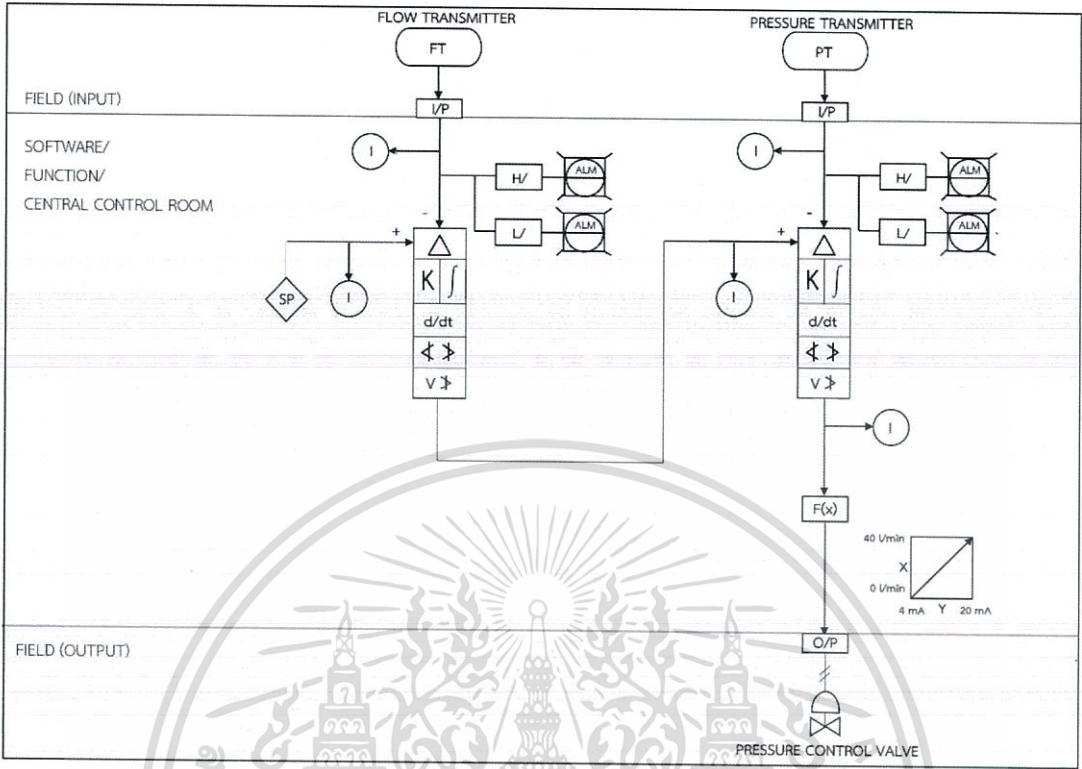


รูปที่ 3.25 ลอจิกไดอะแกรมของการควบคุมแบบลูปปิด

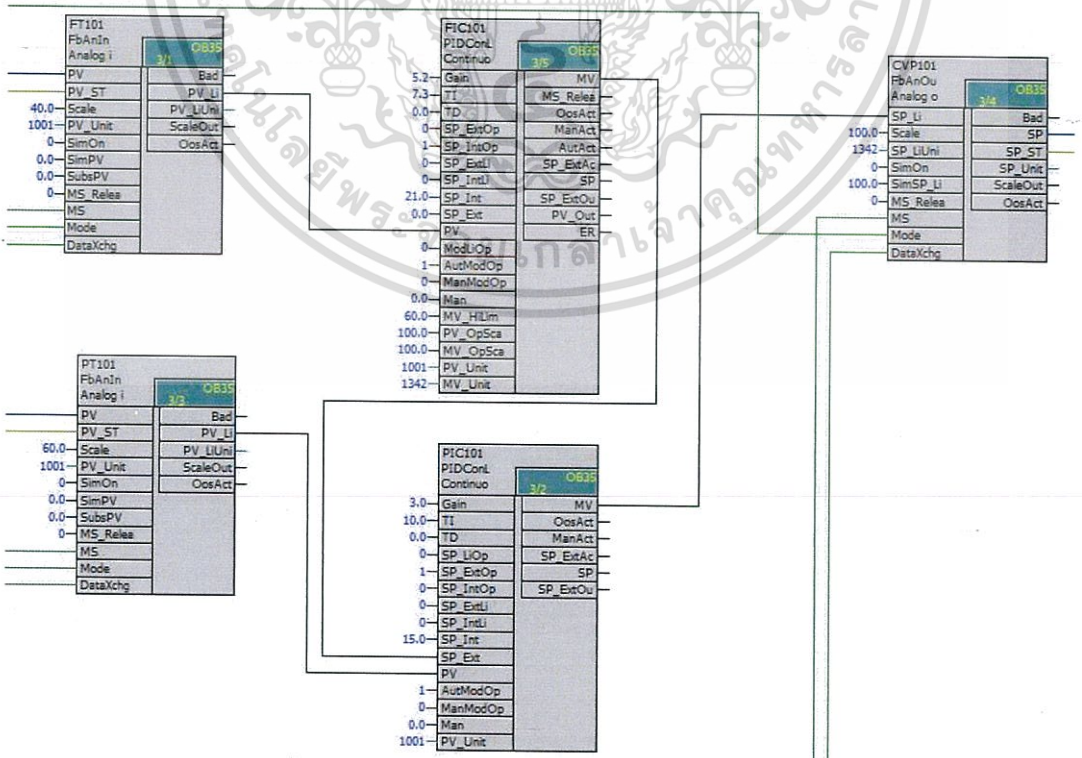


รูปที่ 3.26 ฟังก์ชันชาร์ทของการควบคุมแบบลูปปิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

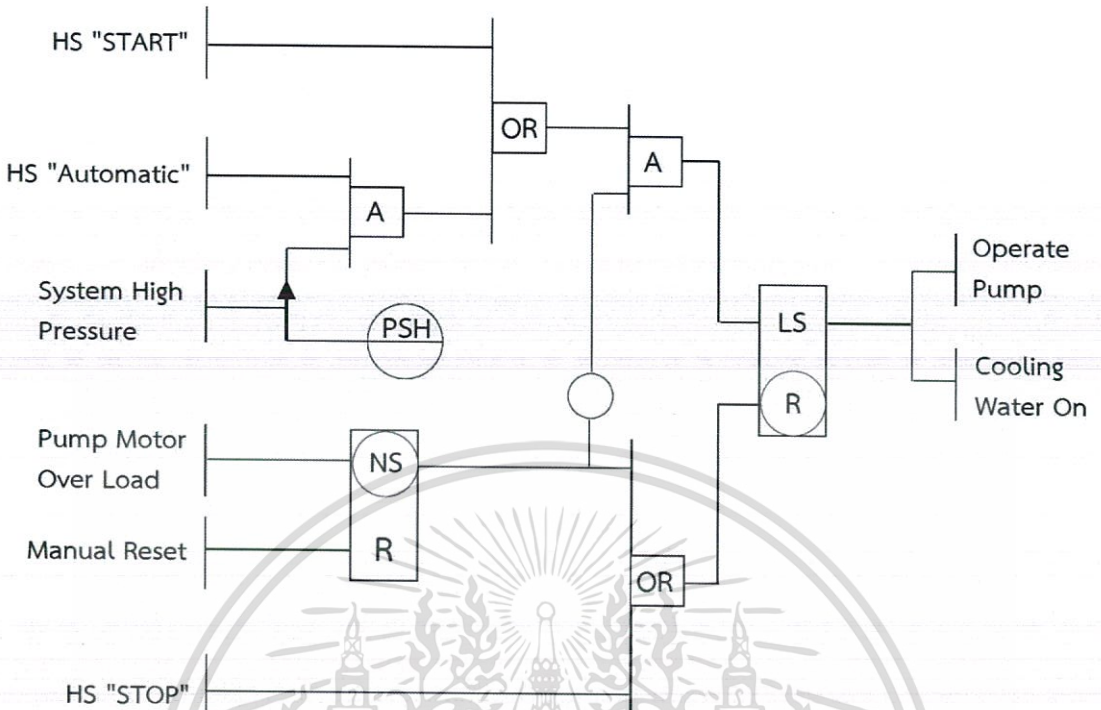


รูปที่ 3.27 ลอจิกไคอะแกรมของการควบคุมแบบคาสเคด

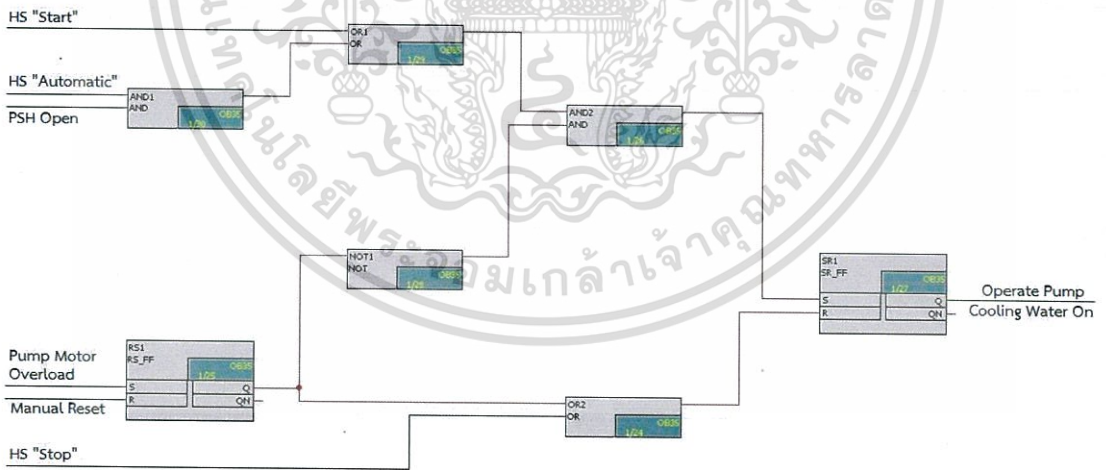


รูปที่ 3.28 ฟังก์ชันชาร์ทของการควบคุมแบบคาสเคด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.29 ไบนารีลอจิก



รูปที่ 3.30 ฟังก์ชันชาร์ทของไบนารี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

4.1 คำนำ

บทนี้จะกล่าวถึงวิธีการทดลอง และผลการทดลองของการทดสอบประสิทธิภาพผลตอบสนอง การควบคุมของระบบแบบลูปปิดกับการเปรียบเทียบการควบคุมแบบลูปปิดกับแบบคาสเคด

4.2 การทดสอบประสิทธิภาพผลตอบสนองการควบคุมของระบบ

ในการทดลองนี้เพื่อทดสอบประสิทธิภาพผลตอบสนองการควบคุมของระบบ ซึ่งประกอบด้วย เวลาเข้าสู่เป้าหมาย หน่วยวินาที เวลาเซตติง หน่วยวินาที ค่าพุ่งเกิน เพื่อยืนยันแสดงให้เห็นสมรรถนะ ผลตอบสนองอยู่ในเกณฑ์ดี นั่นคือ ค่าอัตราการไหลและค่าความดันสามารถเข้าสู่ค่าเป้าหมายตามที่ กำหนดไว้ พร้อมความสามารถในการคงอัตราการไหลและความดันของระบบด้วย มีค่าพารามิเตอร์ ของระบบควบคุมมีดังนี้ ซึ่งแสดงรายละเอียดการหาค่าพารามิเตอร์ในภาคผนวก ข

- พารามิเตอร์อัตราการไหล (FIC101)

Process parameters		Controller parameters			
VZ2 model, damping:	1.400	PID	PI	P	
Gain:	0.428	Proportional gain:	75.038	5.327	2.213
Time constant:	3.812 s	Integration time:	7.187	6.766	s
Model fit:	92.590 %	Derivative time:	1.995		s
Time lag:	0.944 s				
Recovery time:	13.008 s				
Max. sampling time:	0.450 s				

รูปที่ 4.1 พารามิเตอร์กระบวนการและตัวควบคุมของอัตราการไหล

- พารามิเตอร์ตัวควบคุมความดัน (PIC101)

Process parameters		Controller parameters			
VZ2 model, damping:	1.400	PID	PI	P	
Gain:	1.556	Proportional gain:	21.869	2.824	0.654
Time constant:	5.543 s	Integration time:	7.637	9.171	s
Model fit:	90.370 %	Derivative time:	2.088		s
Time lag:	1.144 s				
Recovery time:	22.202 s				
Max. sampling time:	0.516 s				

รูปที่ 4.2 พารามิเตอร์กระบวนการและตัวควบคุมของความดัน

หาค่าฟังก์ชันถ่ายโอนของตัวควบคุมได้จากสมการ

$$L(s) = K_p + \frac{K_p}{T_i s} + K_p T_d s \quad (4.1)$$

เมื่อ K_p คือ ค่าสัดส่วน , T_i คือ ค่าปริพันธ์ , T_d คือ ค่าอนุพันธ์ และ s คือ Laplace operator

หาค่าฟังก์ชันถ่ายโอนของกระบวนการโดยประมาณระบบอันดับต่าง ๆ นั้นให้เป็นระบบอันดับหนึ่งที่มีการหน่วงเวลา(FOPDT) ได้จากสมการ

$$G(s) = \frac{K * e^{-\theta p s}}{T_p s + 1} \quad (4.2)$$

เมื่อ K คือ Gain , T_p คือ Time constant, θ_p คือ Time lag และ s คือ Laplace operator

หาค่าฟังก์ชันถ่ายโอนรวมได้จากสมการ

$$H(s) = \frac{L(s)G(s)}{1+L(s)G(s)}$$

$$H(s) = \frac{\left(K_p + \frac{K_p}{T_i s} + K_p T_d s\right) \left(\frac{K * e^{-\theta p s}}{T_p s + 1}\right)}{1 + \left(K_p + \frac{K_p}{T_i s} + K_p T_d s\right) \left(\frac{K * e^{-\theta p s}}{T_p s + 1}\right)}$$

$$H(s) = \frac{K_p K * e^{-\theta p s} [T_i s (T_p s + 1) + (T_p s + 1) + T_d T_i s^2 (T_p s + 1)]}{T_i s (T_p s + 1)}$$

$$H(s) = \frac{T_i s (T_p s + 1)}{T_i s (T_p s + 1) + K_p K * e^{-\theta p s} [T_i s (T_p s + 1) + (T_p s + 1) + T_d T_i s^2 (T_p s + 1)]}$$

$$H(s) = \frac{K_p K * e^{-\theta p s} [T_d T_i T_p s^3 + (T_i T_p + T_d T_i) s^2 + (T_i + T_p) s + 1]}{K_p K * e^{-\theta p s} T_d T_i T_p s^3 + [(T_i T_p + T_d T_i) K_p K * e^{-\theta p s} + T_i T_p] s^2 + [(T_i + T_p) K_p K * e^{-\theta p s} + T_i] s + K_p K * e^{-\theta p s}} \quad (4.3)$$

ฟังก์ชันถ่ายโอนรวมของอัตราการใช้คือ

$$H_F(s) = \frac{2.28e^{-0.944s}(25.8s^2+10.578s+1)}{25.8(2.28e^{-0.944s}+1)s^2+(24.118e^{-0.944s}+6.766)s+2.28e^{-0.944s}} \quad (4.4)$$

ฟังก์ชันถ่ายโอนรวมของความดันคือ

$$H_P(s) = \frac{4.4e^{-1.144s}(50.83s^2+14.714s+1)}{50.83(4.4e^{-1.144s}+1)s^2+(64.74e^{-1.144s}+9.171)s+4.4e^{-1.144s}} \quad (4.5)$$

4.2.1 วิธีการทดลอง

การทดลองการทำงานของระบบสามารถแยกออกได้เป็น 3 ส่วนหลัก ดังนี้

1. การตั้งค่าตัวควบคุม และตัวเชื่อมต่อ ซึ่งก็คือ การตั้งค่าคอนฟิกของระบบอัตโนมัติ

ด้วยโปรแกรม SIMATIC MANAGER PCS7 ศึกษาเพิ่มเติมในภาคผนวก ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การตั้งค่าพารามิเตอร์ของอุปกรณ์วัดแบบโปรพิบัสพีเอในระบบ ด้วยโปรแกรม PDM ศึกษารายละเอียดเพิ่มเติมที่ภาคผนวก ข
3. เชื่อมต่อและตั้งค่าฟังก์ชันบล็อกของการควบคุมแบบลูปปิดที่ออกแบบไว้ลงใน CFC

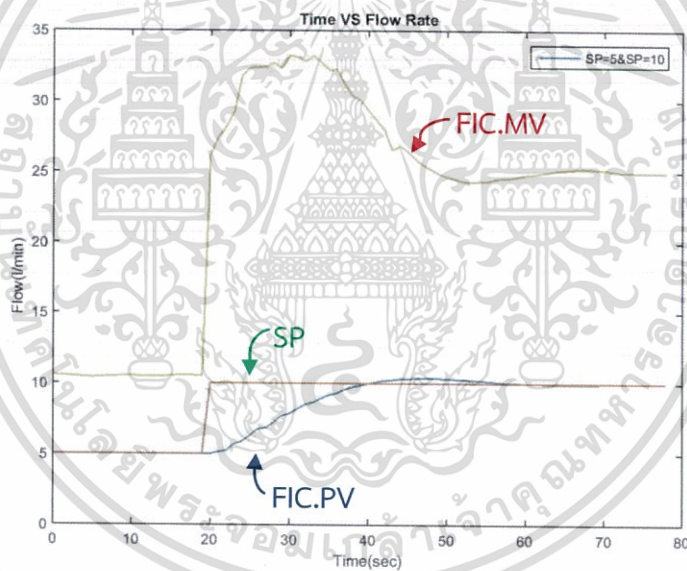
4.2.2 ผลการทดลอง

การควบคุมอัตราการไหล

เพื่อให้การทดสอบสมรรถนะของระบบควบคุมอัตราการไหลครอบคลุมช่วงการใช้งานกว้างเพียงพอ จึงได้เลือกค่าเป้าหมายที่แตกต่างกัน 6 กรณี และมีค่าเป้าหมายเริ่มต้นเดียวกัน ดังต่อไปนี้

กรณีที่ 1-1 ค่าเป้าหมายเปลี่ยนแปลงจาก 5 ไปยัง 10 ลิตรต่อนาที

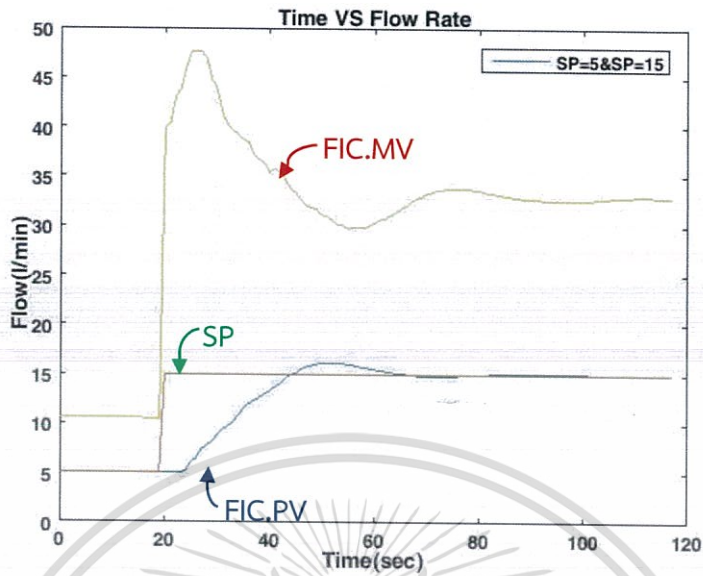
รูปที่ 4.3 แสดงให้เห็นผลการตอบสนองของการควบคุมแบบลูปปิดที่ค่าเป้าหมายเปลี่ยนแปลงจาก 5 ไปยัง 10 ลิตรต่อนาที ใช้เวลาในการเข้าสู่ค่าเป้าหมายที่คงที่ (Settling Time) 37 วินาที ค่าเวลาพุ่งขึ้น (Rise Time) 14 วินาที และผลการตอบสนองมีการพุ่งเกิน 3.953% โดยมีค่าความผิดพลาด 0.00173 ลิตรต่อนาที



รูปที่ 4.3 ผลตอบสนองระบบควบคุมอัตราการไหลเมื่อค่าเป้าหมายเปลี่ยนแปลงจาก 5 ไปยัง 10 ลิตรต่อนาที

กรณีที่ 1-2 ค่าเป้าหมายเปลี่ยนแปลงจาก 5 ไปยัง 15 ลิตรต่อนาที

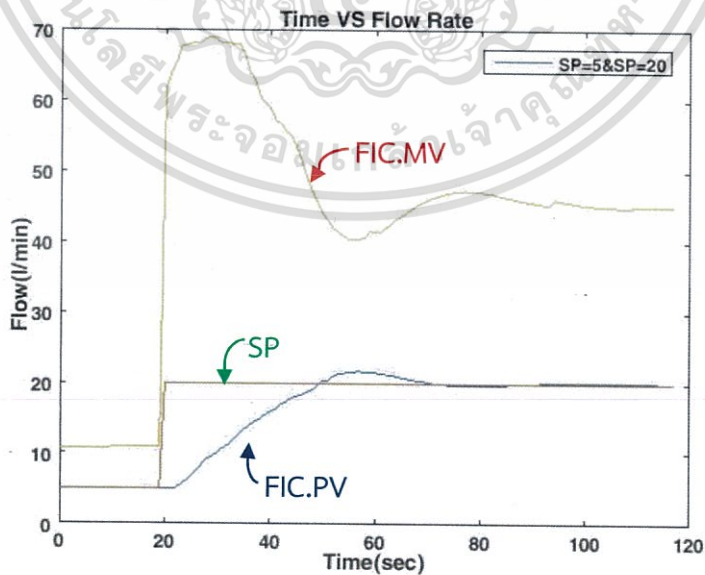
รูปที่ 4.4 แสดงให้เห็นผลการตอบสนองของการควบคุมแบบลูปปิดที่ค่าเป้าหมายเปลี่ยนแปลงจาก 5 ไปยัง 15 ลิตรต่อนาที ใช้เวลาในการเข้าสู่ค่าเป้าหมายที่คงที่ 44 วินาที ค่าเวลาพุ่งขึ้น 16 วินาที และผลการตอบสนองมีการพุ่งเกิน 7.722% โดยมีค่าความผิดพลาด 0.0618 ลิตรต่อนาที



รูปที่ 4.4 ผลตอบสนองระบบควบคุมอัตราการไหลเมื่อค่าเป้าหมายเปลี่ยนแปลงจาก 5 ไปยัง 15 ลิตรต่อนาที

กรณีที่ 1-3 ค่าเป้าหมายเปลี่ยนแปลงจาก 5 ไปยัง 20 ลิตรต่อนาที

รูปที่ 4.5 แสดงให้เห็นผลการตอบสนองของการควบคุมแบบลูปปิดที่ค่าเป้าหมายเปลี่ยนแปลงจาก 5 ไปยัง 20 ลิตรต่อนาที ใช้เวลาในการเข้าสู่ค่าเป้าหมายที่คงที่ 49 วินาที ค่าเวลาพุ่งขึ้น 21 วินาที และผลการตอบสนองมีการพุ่งเกิน 8.199% โดยมีค่าความผิดพลาด -0.0348 ลิตรต่อนาที

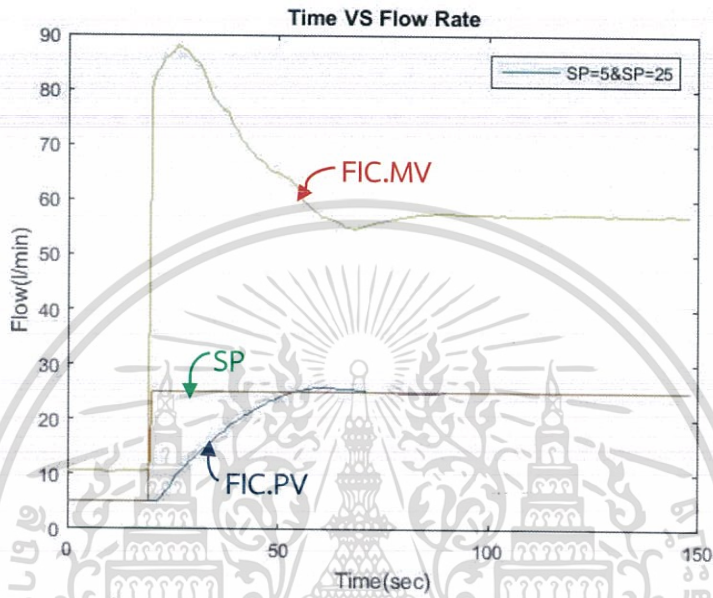


รูปที่ 4.5 ผลตอบสนองระบบควบคุมอัตราการไหลเมื่อค่าเป้าหมายเปลี่ยนแปลงจาก 5 ไปยัง 20 ลิตรต่อนาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรณีที่ 1-4 ค่าเป้าหมายเปลี่ยนแปลงจาก 5 ไปยัง 25 ลิตรต่อนาที

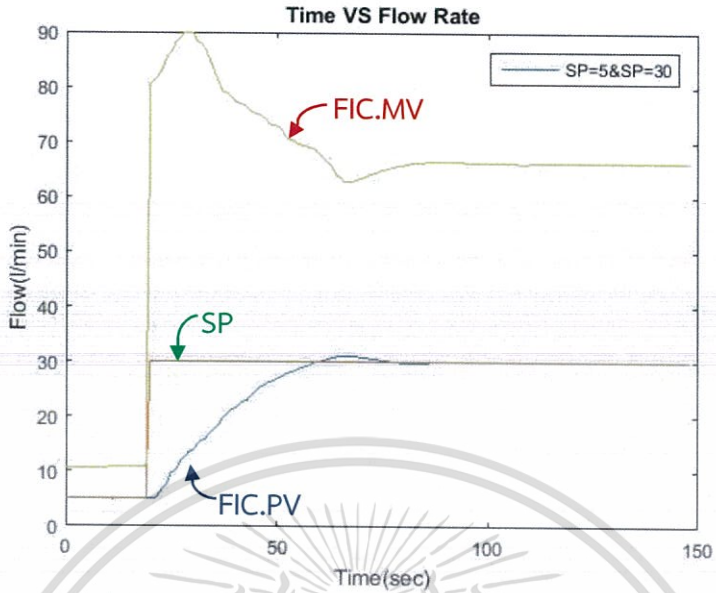
รูปที่ 4.6 แสดงให้เห็นผลการตอบสนองของการควบคุมแบบลูปปิดที่ค่าเป้าหมายเปลี่ยนแปลงจาก 5 ไปยัง 25 ลิตรต่อนาที ใช้เวลาในการเข้าสู่ค่าเป้าหมายที่คงที่ 51 วินาที ค่าเวลาพุ่งขึ้น 24 วินาที และผลการตอบสนองมีการพุ่งเกิน 3.16% โดยมีค่าความผิดพลาด 0.0208 ลิตรต่อนาที



รูปที่ 4.6 ผลตอบสนองระบบควบคุมอัตราการไหลเมื่อค่าเป้าหมายเปลี่ยนแปลงจาก 5 ไปยัง 25 ลิตรต่อนาที

กรณีที่ 1-5 ค่าเป้าหมายเปลี่ยนแปลงจาก 5 ไปยัง 30 ลิตรต่อนาที

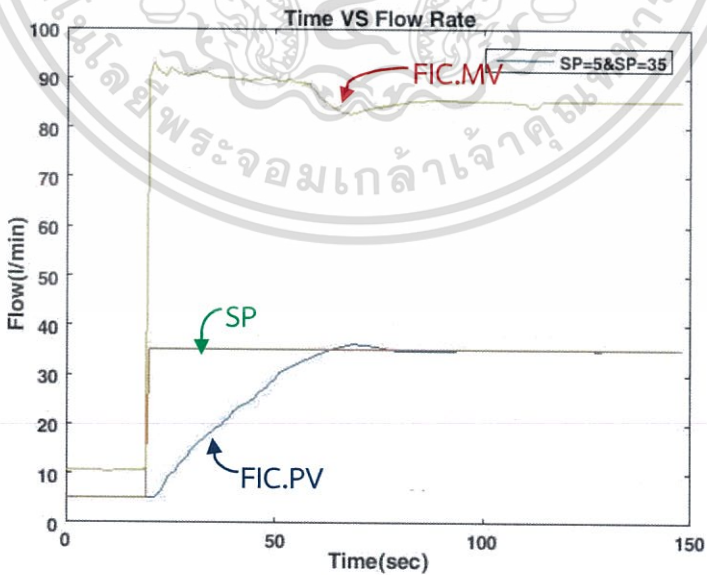
รูปที่ 4.7 แสดงให้เห็นผลการตอบสนองของการควบคุมแบบลูปปิดที่ค่าเป้าหมายเปลี่ยนแปลงจาก 5 ไปยัง 30 ลิตรต่อนาที ใช้เวลาในการเข้าสู่ค่าเป้าหมายที่คงที่ 54 วินาที ค่าเวลาพุ่งขึ้น 28 วินาที และผลการตอบสนองมีการพุ่งเกิน 3.962% โดยมีค่าความผิดพลาด 0.0218 ลิตรต่อนาที



รูปที่ 4.7 ผลตอบสนองระบบควบคุมอัตราการไหลเมื่อค่าเป้าหมายเปลี่ยนแปลงจาก 5 ไปยัง 30 ลิตรต่อนาที

กรณีที่ 1-6 ค่าเป้าหมายเปลี่ยนแปลงจาก 5 ไปยัง 35 ลิตรต่อนาที

รูปที่ 4.8 แสดงให้เห็นผลการตอบสนองของการควบคุมแบบลูปิดที่ค่าเป้าหมายเปลี่ยนแปลงจาก 5 ไปยัง 35 ลิตรต่อนาที ใช้เวลาในการเข้าสู่ค่าเป้าหมายที่คงที่ 55 วินาที ค่าเวลาพุ่งขึ้น 31 วินาที และผลการตอบสนองมีการพุ่งเกิน 3.413% โดยมีค่าความผิดพลาด -0.0116 ลิตรต่อนาที



รูปที่ 4.8 ผลตอบสนองระบบควบคุมอัตราการไหลเมื่อค่าเป้าหมายเปลี่ยนแปลงจาก 5 ไปยัง 35 ลิตรต่อนาที

ตารางที่ 4.1 แสดงสมรรถนะของตัวควบคุมอัตราการไหลเมื่อกำหนดค่าเป้าหมายเปลี่ยนแปลงที่แตกต่างกัน

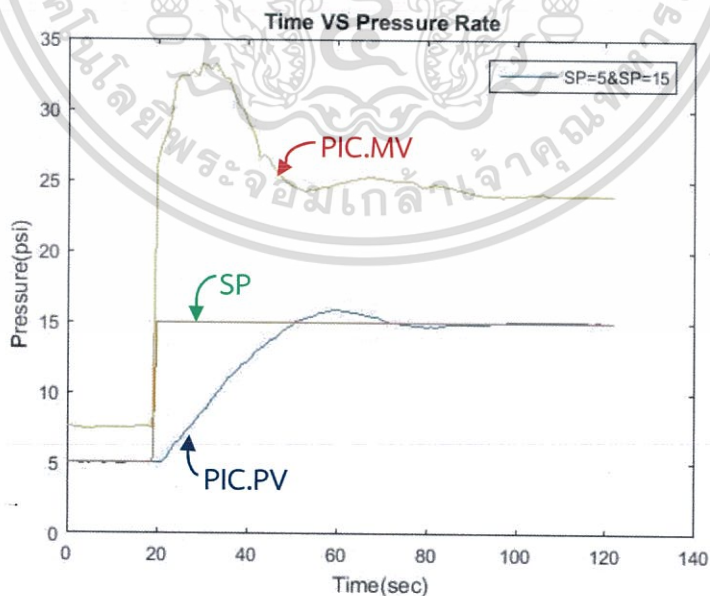
อัตราการไหล (ลิตรต่อนาที)	เวลาเข้าสู่ เป้าหมาย(วินาที)	เวลาพุ่งขึ้น (วินาที)	ค่าพุ่งเกินในระบบ (เปอร์เซ็นต์)	ค่าความผิดพลาด (ลิตรต่อนาที)
10	37	14	3.953	0.0399
15	44	16	7.722	0.0618
20	49	21	8.199	-0.0348
25	51	24	3.16	0.0208
30	54	28	3.962	0.0218
35	55	31	3.413	-0.0116

การควบคุมความดัน

เพื่อให้การทดสอบสมรรถนะของระบบควบคุมความดันครอบคลุมช่วงการใช้งานกว้างเพียงพอ จึงได้เลือกค่าเป้าหมายที่แตกต่างกัน 5 กรณี และมีค่าเป้าหมายเริ่มต้นเดียวกัน ดังต่อไปนี้

กรณีที่ 2-1 ค่าเป้าหมายเปลี่ยนแปลงจาก 5 ไปยัง 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว

รูปที่ 4.9 แสดงให้เห็นผลการตอบสนองของการควบคุมแบบลูปิดที่ค่าเป้าหมายเปลี่ยนแปลงจาก 5 ไปยัง 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้วใช้เวลาในการเข้าสู่ค่าเป้าหมายที่คงที่ 43 วินาที ค่าเวลาพุ่งขึ้น 21 วินาที และผลการตอบสนองมีการพุ่งเกิน 5.5887% โดยมีค่าความผิดพลาด 0.0437 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว

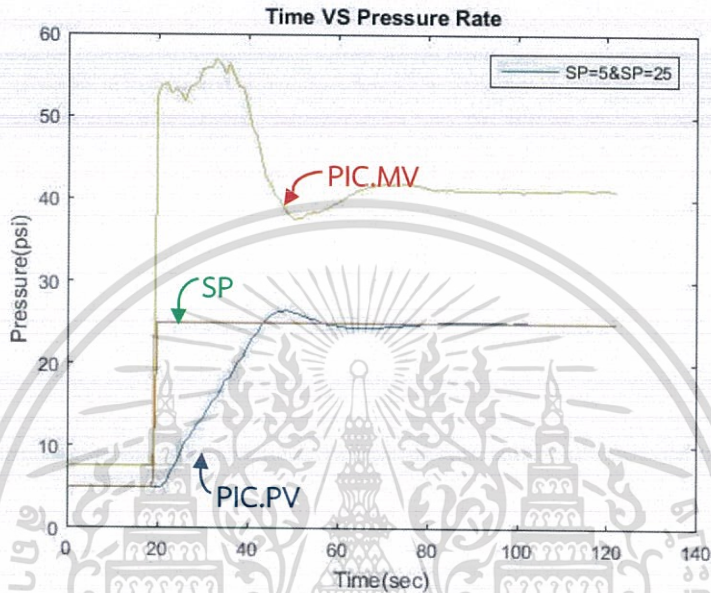


รูปที่ 4.9 ผลตอบสนองระบบควบคุมความดันเมื่อค่าเป้าหมายเปลี่ยนแปลงจาก 5 ไปยัง 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรณีที 2-2 ค่าเป้าหมายเปลี่ยนแปลงจาก 5 ไปยัง 25 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว

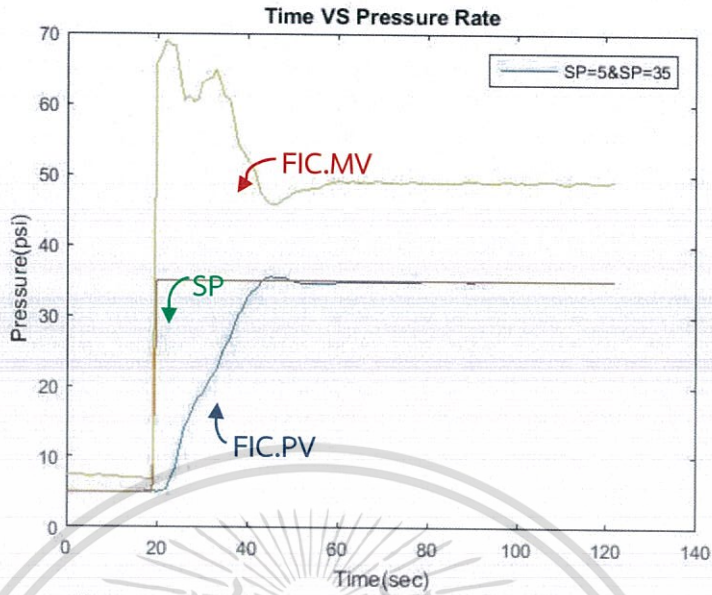
รูปที่ 4.10 แสดงให้เห็นผลการตอบสนองของการควบคุมแบบลูปิดที่ค่าเป้าหมายเปลี่ยนแปลงจาก 5 ไปยัง 25 ปอนด์ต่อตารางนิ้วใช้เวลาในการเข้าสู่ค่าเป้าหมายที่คงที่ 43 วินาที ค่าเวลาพุ่งขึ้น 23 วินาที และผลการตอบสนองมีการพุ่งเกิน 5.7444% โดยมีค่าความผิดพลาด -0.0125 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว



รูปที่ 4.10 ผลตอบสนองระบบควบคุมความดันเมื่อค่าเป้าหมายเปลี่ยนแปลงจาก 5 ไปยัง 25 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว

กรณีที 2-3 ค่าเป้าหมายเปลี่ยนแปลงจาก 5 ไปยัง 35 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว

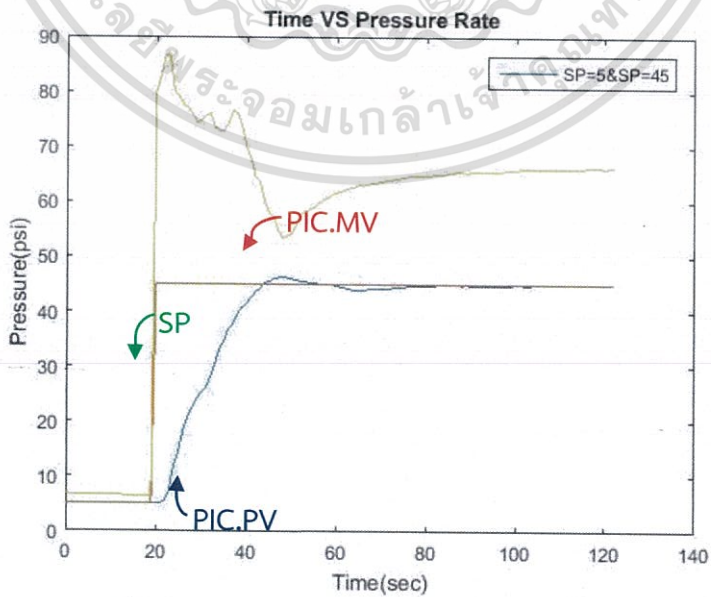
รูปที่ 4.11 แสดงให้เห็นผลการตอบสนองของการควบคุมแบบลูปิดที่ค่าเป้าหมายเปลี่ยนแปลงจาก 5 ไปยัง 35 ปอนด์ต่อตารางนิ้วใช้เวลาในการเข้าสู่ค่าเป้าหมายที่คงที่ 46 วินาที ค่าเวลาพุ่งขึ้น 26 วินาที และผลการตอบสนองมีการพุ่งเกิน 2.3667% โดยมีค่าความผิดพลาด -0.0248 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว



รูปที่ 4.11 ผลตอบสนองระบบควบคุมความดันเมื่อค่าเป้าหมายเปลี่ยนแปลงจาก 5 ไปยัง 35 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว

กรณีที่ 2-4 ค่าเป้าหมายเปลี่ยนแปลงจาก 5 ไปยัง 45 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว

รูปที่ 4.12 แสดงให้เห็นผลการตอบสนองของการควบคุมแบบลูบปิดที่ค่าเป้าหมายเปลี่ยนแปลงจาก 5 ไปยัง 45 ปอนด์ต่อตารางนิ้วใช้เวลาในการเข้าสู่ค่าเป้าหมายที่คงที่ 49 วินาที ค่าเวลาพุ่งขึ้น 29 วินาที และผลการตอบสนองมีการพุ่งเกิน 3.6113% โดยมีค่าความผิดพลาด -0.0342 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว

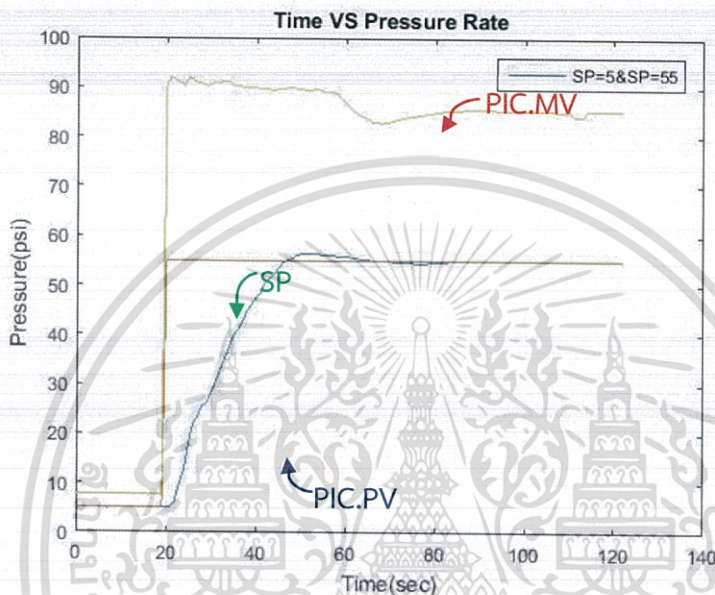


รูปที่ 4.12 ผลตอบสนองระบบควบคุมความดันเมื่อค่าเป้าหมายเปลี่ยนแปลงจาก 5 ไปยัง 45 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้เพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น เมื่อผู้ผู้ใดเห็นไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรณี 2-5 ค่าเป้าหมายเปลี่ยนแปลงจาก 5 ไปยัง 55 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว

รูปที่ 4.13 แสดงให้เห็นผลการตอบสนองของการควบคุมแบบลูปิดที่ค่าเป้าหมายเปลี่ยนแปลงจาก 5 ไปยัง 30 ปอนด์ต่อตารางนิ้วใช้เวลาในการเข้าสู่ค่าเป้าหมายที่คงที่ 51 วินาที ค่าเวลาพุ่งขึ้น 31 วินาที และผลการตอบสนองมีการพุ่งเกิน 3.0023% โดยมีค่าความผิดพลาด 0.0178 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว



รูปที่ 4.13 ผลตอบสนองของระบบควบคุมความดันเมื่อค่าเป้าหมายเปลี่ยนแปลงจาก 5 ไปยัง 55 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว

ตารางที่ 4.2 แสดงสมรรถนะของตัวควบคุมความดันเมื่อกำหนดค่าเป้าหมายเปลี่ยนแปลงที่แตกต่างกัน

ความดัน (ปอนด์ต่อตารางนิ้ว)	เวลาเข้าสู่ เป้าหมาย (วินาที)	เวลาพุ่งขึ้น (วินาที)	ค่าพุ่งเกินในระบบ (เปอร์เซ็นต์)	ค่าความผิดพลาด (ปอนด์ต่อตารางนิ้ว)
15	44	21	5.5887%	0.0437
25	43	23	5.7444%	0.0325
35	46	26	2.3667%	-0.0248
45	49	29	3.6113%	-0.0342
55	51	31	3.0023%	0.0178

4.3 การเปรียบเทียบการควบคุมแบบลูปิดกับการควบคุมแบบคาสเคด

ในการทดลองนี้เป็นการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการควบคุมแบบคาสเคดกับการควบคุมแบบลูปิด เมื่อมีการรบกวนระบบ (Disturbance) โดยใช้ค่าความผิดพลาด และเวลาที่ใช้การคืนสู่ค่าเป้าหมายเพื่อแสดงถึงประสิทธิภาพการลดผลกระทบจากการรบกวนระบบ

4.3.1 วิธีการทดลอง

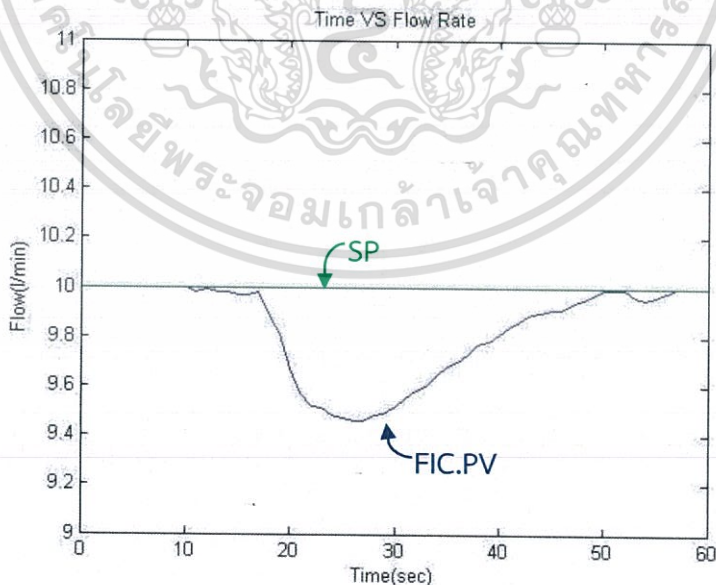
1. เชื่อมต่อและตั้งค่าของฟังก์ชันบล็อกของการควบคุมแบบลูปิดและคาสเคดที่ได้ออกแบบไว้ลงใน CFC ศึกษาเพิ่มเติมในภาคผนวก จ
2. สร้างตัวแปรรบกวนระบบจากฟังก์ชันบล็อก (Function Block) ภายในโปรแกรม PCS7 ศึกษาเพิ่มเติมในภาคผนวก จ

4.3.2 ผลการทดลอง

ในการทดสอบสมรรถนะในการลดผลกระทบจากการรบกวนระบบควบคุมอัตโนมัติ โดยการสร้างสัญญาณรบกวนในอัตราส่วนที่เท่ากันทั้งการควบคุมแบบคาสเคดและการควบคุมแบบลูปิด และเพื่อให้การทดลองครอบคลุมช่วงการใช้งานกว้างเพียงพอ จึงได้เลือกค่าเป้าหมายที่แตกต่างกัน 6 กรณี ดังต่อไปนี้

กรณีที่ 3-1 ค่าเป้าหมาย 10 ลิตรต่ออนาที

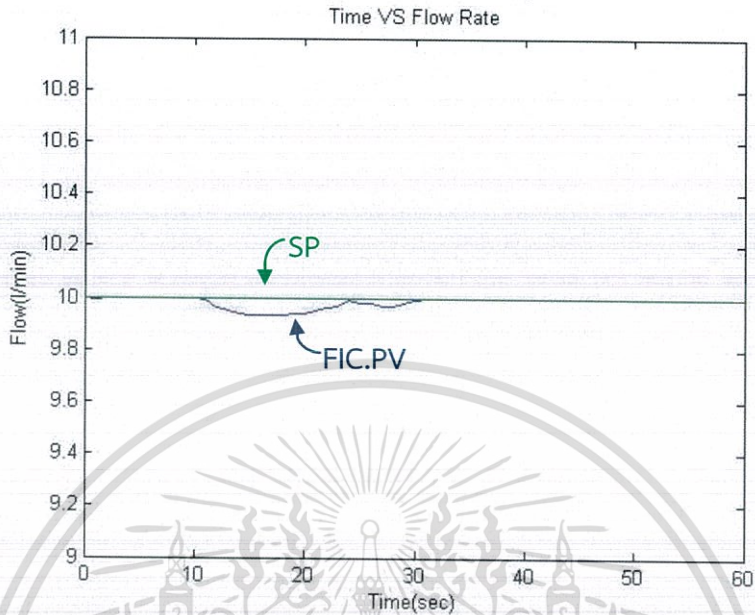
รูปที่ 4.14 แสดงการให้เห็นผลกระทบจากการรบกวนระบบของการควบคุมแบบลูปิด โดยมีค่าความผิดพลาด -0.5 ลิตรต่ออนาที และใช้เวลาในการคืนสู่ค่าเป้าหมาย 46 วินาที



รูปที่ 4.14 ผลกระทบจากการรบกวนระบบของการควบคุมแบบลูปิดที่ค่าเป้าหมาย 10 ลิตรต่ออนาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

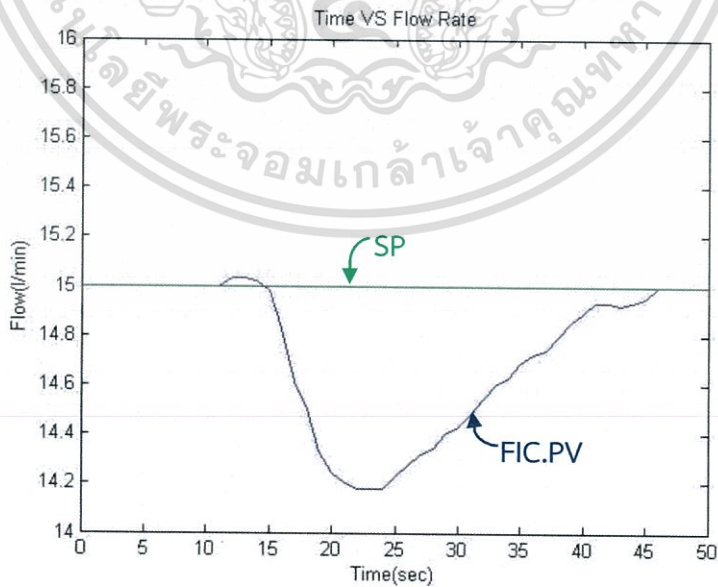
รูปที่ 4.15 แสดงการให้เห็นผลกระทบจากการรบกวนระบบของการควบคุมแบบคาสเคด โดยมีค่าความผิดพลาด -0.1 ลิตรต่อนาที และใช้เวลาในการคืนสู่ค่าเป้าหมาย 20 วินาที



รูปที่ 4.15 ผลกระทบจากการรบกวนระบบของการควบคุมแบบคาสเคดที่ค่าเป้าหมาย 10 ลิตรต่อนาที

กรณีที่ 3-2 ค่าเป้าหมาย 15 ลิตรต่อนาที

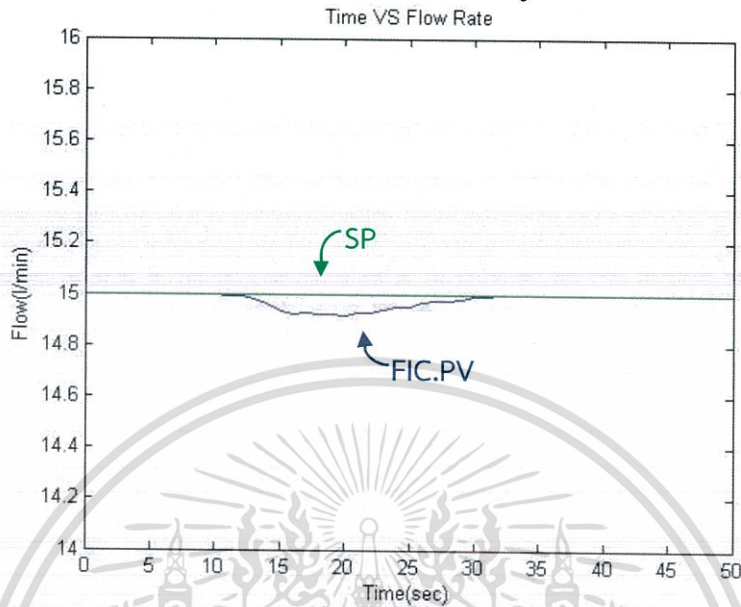
รูปที่ 4.16 แสดงการให้เห็นผลกระทบจากการรบกวนระบบของการควบคุมแบบลูบปิด โดยมีค่าความผิดพลาด -0.8 ลิตรต่อนาที และใช้เวลาในการคืนสู่ค่าเป้าหมาย 35 วินาที



รูปที่ 4.16 ผลกระทบจากการรบกวนระบบของการควบคุมแบบลูบปิดที่ค่าเป้าหมาย 15 ลิตรต่อนาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

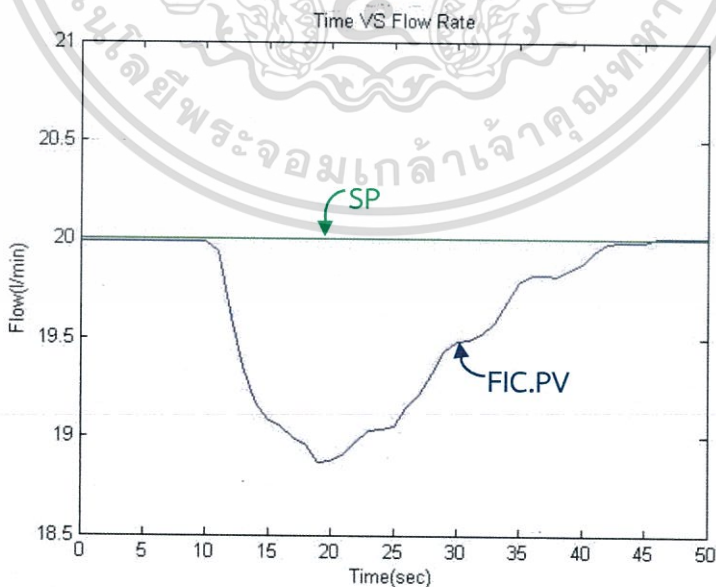
รูปที่ 4.17 แสดงการให้เห็นผลกระทบจากการรบกวนระบบของการควบคุมแบบคาสเคด โดยมีค่าความผิดพลาด -0.1 ลิตรต่อนาที และใช้เวลาในการคืนสู่ค่าเป้าหมาย 23 วินาที



รูปที่ 4.17 ผลกระทบจากการรบกวนระบบของการควบคุมแบบคาสเคดที่ค่าเป้าหมาย 15 ลิตรต่อนาที

กรณีที่ 3-3 ค่าเป้าหมาย 20 ลิตรต่อนาที

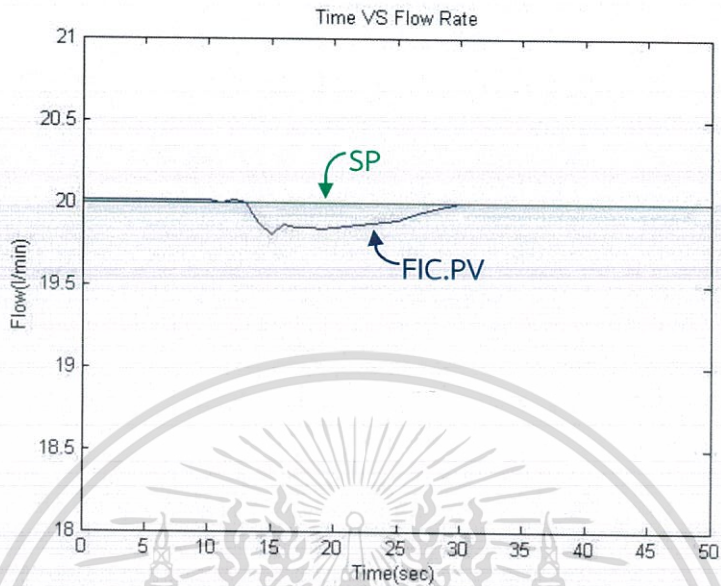
รูปที่ 4.18 แสดงการให้เห็นผลกระทบจากการรบกวนระบบของการควบคุมแบบลูปิด โดยมีค่าความผิดพลาด -1.3 ลิตรต่อนาที และใช้เวลาในการคืนสู่ค่าเป้าหมาย 35 วินาที



รูปที่ 4.18 ผลกระทบจากการรบกวนระบบของการควบคุมแบบลูปิดที่ค่าเป้าหมาย 20 ลิตรต่อนาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

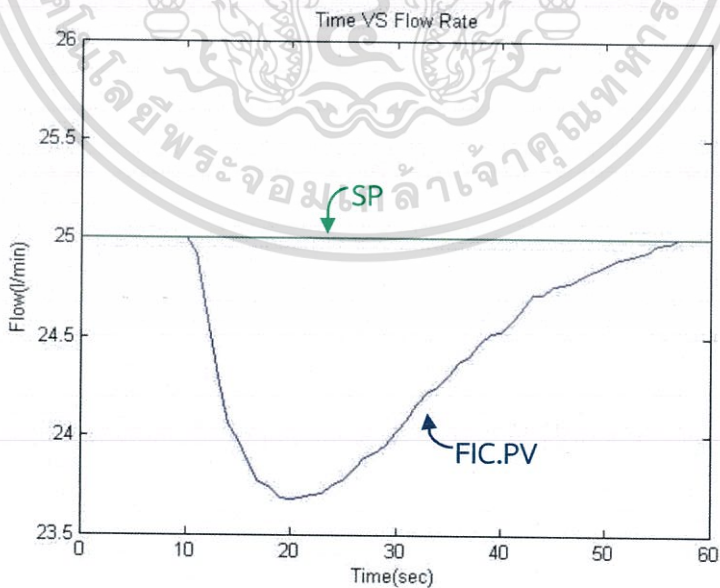
รูปที่ 4.19 แสดงการให้เห็นผลกระทบจากการรบกวนระบบของการควบคุมแบบคาสเคด โดยมีค่าความผิดพลาด -0.2 ลิตรต่อนาที และใช้เวลาในการคืนสู่ค่าเป้าหมาย 20 วินาที



รูปที่ 4.19 ผลกระทบจากการรบกวนระบบ ของการควบคุมแบบคาสเคดที่ค่าเป้าหมาย 20 ลิตรต่อนาที

กรณีที่ 3-4 ค่าเป้าหมาย 25 ลิตรต่อนาที

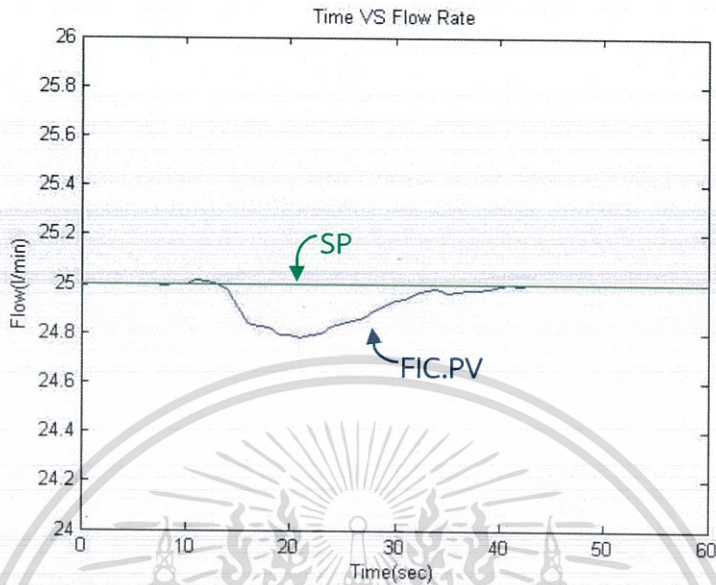
รูปที่ 4.20 แสดงการให้เห็นผลกระทบจากการรบกวนระบบของการควบคุมแบบลูบปิด โดยมีค่าความผิดพลาด -1.3 ลิตรต่อนาที และใช้เวลาในการคืนสู่ค่าเป้าหมาย 46 วินาที



รูปที่ 4.20 ผลกระทบจากการรบกวนระบบของการควบคุมแบบลูบปิดที่ค่าเป้าหมาย 25 ลิตรต่อนาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

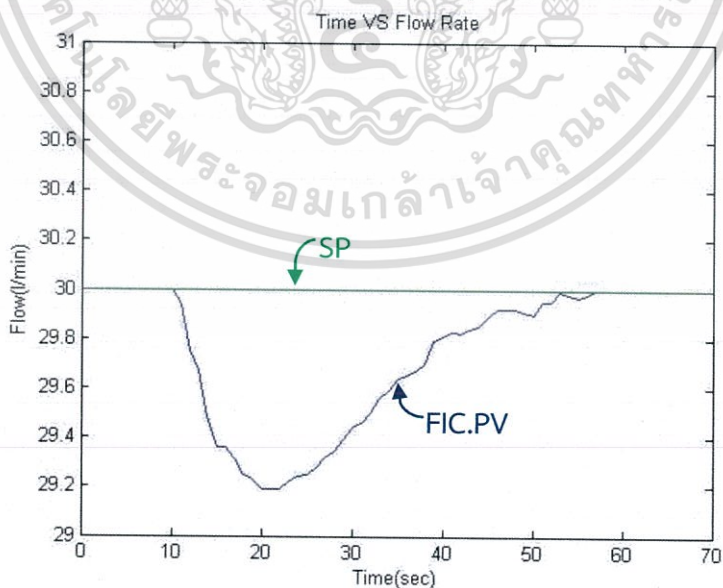
รูปที่ 4.21 แสดงการให้เห็นผลกระทบจากการรบกวนระบบของการควบคุมแบบคาสเคด โดยมีค่าความผิดพลาด -0.2 ลิตรต่ออนาที และใช้เวลาในการคืนสู่ค่าเป้าหมาย 32 วินาที



รูปที่ 4.21 ผลกระทบจากการรบกวนระบบของการควบคุมแบบคาสเคดที่ค่าเป้าหมาย 25 ลิตรต่ออนาที

กรณีที่ 3-5 ค่าเป้าหมาย 30 ลิตรต่ออนาที

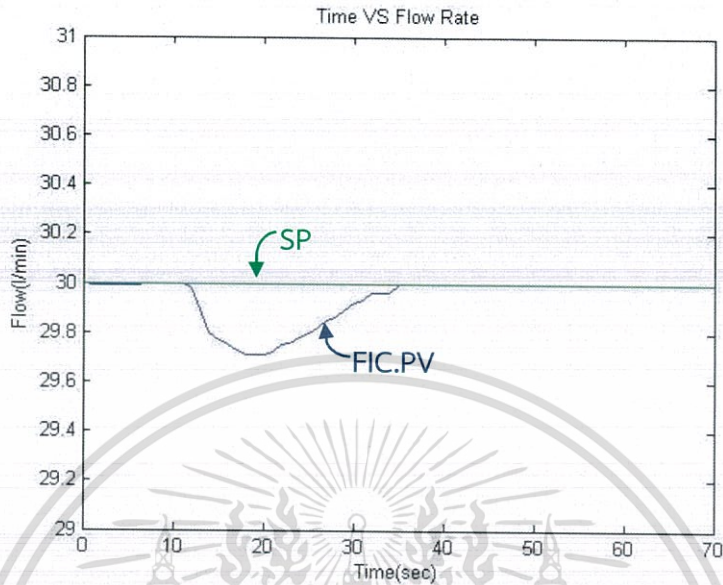
รูปที่ 4.22 แสดงการให้เห็นผลกระทบจากการรบกวนระบบของการควบคุมแบบลูปิด โดยมีค่าความผิดพลาด -0.8 ลิตรต่ออนาที และใช้เวลาในการคืนสู่ค่าเป้าหมาย 46 วินาที



รูปที่ 4.22 ผลกระทบจากการรบกวนระบบของการควบคุมแบบลูปิดที่ค่าเป้าหมาย 30 ลิตรต่ออนาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

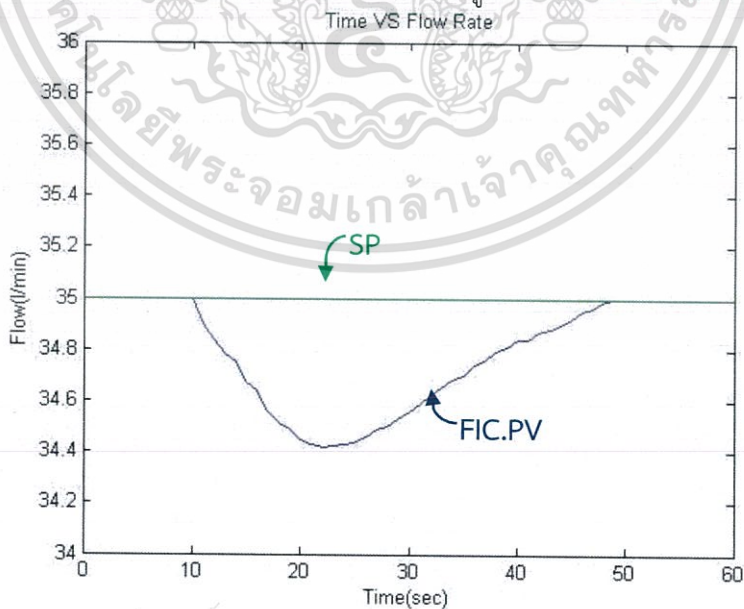
รูปที่ 4.23 แสดงการให้เห็นผลกระทบจากการรบกวนระบบของการควบคุมแบบคาสเคด โดยมีค่าความผิดพลาด -0.3 ลิตรต่อนาที และใช้เวลาในการคืนสู่ค่าเป้าหมาย 24 วินาที



รูปที่ 4.23 ผลกระทบจากการรบกวนระบบของการควบคุมแบบคาสเคดที่ค่าเป้าหมาย 30 ลิตรต่อนาที

กรณีที่ 3-6 ค่าเป้าหมาย 35 ลิตรต่อนาที

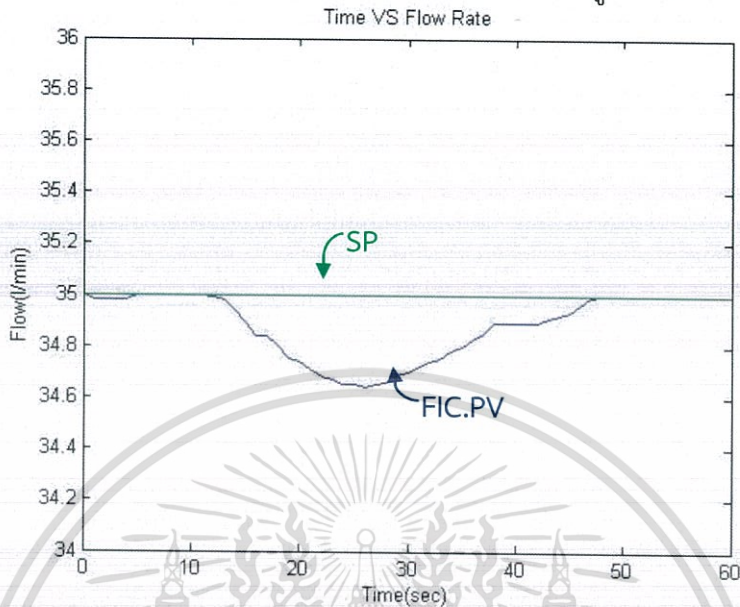
รูปที่ 4.24 แสดงการให้เห็นผลกระทบจากการรบกวนระบบของการควบคุมแบบลูปิด โดยมีค่าความผิดพลาด -0.6 ลิตรต่อนาที และใช้เวลาในการคืนสู่ค่าเป้าหมาย 38 วินาที



รูปที่ 4.24 ผลกระทบจากการรบกวนระบบของการควบคุมแบบลูปิดที่ค่าเป้าหมาย 35 ลิตรต่อนาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.25 แสดงการให้เห็นผลกระทบจากการรบกวนระบบของการควบคุมแบบคาสเคด โดยมีค่าความผิดพลาด -0.4 ลิตรต่อนาที และใช้เวลาในการคืนสู่ค่าเป้าหมาย 35 วินาที



รูปที่ 4.25 ผลกระทบจากการรบกวนระบบของการควบคุมแบบคาสเคดที่ค่าเป้าหมาย 35 ลิตรต่อนาที

ตารางที่ 4.3 ตารางประสิทธิภาพในการลดผลกระทบจากการรบกวนระบบ

ค่าเป้าหมาย	การควบคุมแบบคาสเคด		การควบคุมแบบลูปิด	
	ค่าความผิดพลาด (l/min)	เวลาที่ใช้ในการคืนสู่ค่าเป้าหมาย (วินาที)	ค่าความผิดพลาด (l/min)	เวลาที่ใช้ในการคืนสู่ค่าเป้าหมาย (วินาที)
10	-0.1	19	-0.4	46
15	-0.1	24	-0.7	35
20	-0.2	20	-1.2	34
25	-0.2	32	-1.3	45
30	-0.3	23	-0.7	44
35	-0.4	34	-0.5	37

4.4 สรุป

จากผลการทดลองการควบคุมอัตราการไหลของน้ำในกระบวนการ พบว่าการควบคุมแบบคาสเคด มีสมรรถนะตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงค่าเป้าหมายที่ดีและมีช่วงการใช้งานกว้างอย่างเพียงพอ ถึงแม้ว่าค่าเป้าหมายมีค่าเพิ่มมากขึ้น การตอบสนองของกระบวนการก็จะใช้เวลามากขึ้นไปด้วย แต่เมื่อพิจารณาค่าพุ่งเกินและค่าความผิดพลาดแล้ว สมรรถนะของการควบคุมยังอยู่ในเกณฑ์ที่ดี ซึ่งแสดงให้เห็นว่าค่าพารามิเตอร์ของพีไอดีที่ใช้นั้นสามารถใช้ควบคุมอัตราการไหลได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อย่างมีประสิทธิภาพและมีเสถียรภาพ จึงทำให้ค่าอัตราการไหลเข้าสู่ค่าเป้าหมายที่กำหนดไว้ได้ ในเวลาที่รวดเร็วดีพอสำหรับการใช้งานควบคุมอัตราการไหลของกระบวนการ

ในการเปรียบเทียบการประสิทธิภาพในการลดผลกระทบจากการรบกวนระหว่างควบคุมแบบคาสเคดและการควบคุมแบบลูปิด จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าการควบคุมแบบคาสเคดมีประสิทธิภาพในการลดผลกระทบจากการรบกวนมากกว่าการควบคุมแบบลูปิด โดยการควบคุมแบบคาสเคดนั้นจะมีค่าความผิดพลาดและใช้เวลาในการคืนสู่ค่าเป้าหมายน้อยกว่าการควบคุมแบบลูปิดในทุกค่าเป้าหมาย



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

ปริญญานิพนธ์นี้ได้ทำการศึกษาและการใช้งานกระบวนการควบคุมอัตราการไหลและความดันของน้ำ การตั้งค่าอุปกรณ์ต่างๆ อุปกรณ์เชื่อมต่อ ตัวควบคุม การออกแบบการควบคุม การเขียนโปรแกรม PLC บนระบบควบคุมแบบกระจายส่วน PCS7 ดังนั้นขั้นตอนแรกเป็นการศึกษาทฤษฎีการควบคุมแบบลูปปิด และเรียนรู้การใช้งานโปรแกรมตั้งค่าคอนฟิกของโครงข่าย อุปกรณ์ และการเชื่อมต่อเข้ากับตัวควบคุม S7-400 เพื่อตั้งค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ทำการเขียนโปรแกรม PLC จากนั้นสร้างสัญญาณเตือนภัย ขั้นตอนสุดท้ายคือทำการสร้างการเชื่อมต่อผู้ใช้งานด้วยโปรแกรม WinCC และได้เพิ่มการเขียนโปรแกรมให้ประยุกต์กับลอจิกมาตรฐาน

ในส่วนการทดลองควบคุมเพื่อให้ได้อัตราการไหลเป็นไปตามค่าเป้าหมายนั้น จะขึ้นอยู่กับค่าพารามิเตอร์ของตัวควบคุมทั้งสองตัว จากการทดลองควบคุมกระบวนการแบบคาสเคดทำให้ประสิทธิภาพการทำงานของระบบดีขึ้นและ สามารถควบคุมอัตราการไหลได้เป็นไปตามค่าเป้าหมายที่กำหนดไว้รวมทั้งยังมีการทดลองที่แสดงถึงการเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการลดผลกระทบจากการรบกวนระบบระหว่างการควบคุมแบบลูปปิดและการควบคุมแบบคาสเคด โดยจากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าการควบคุมแบบคาสเคดนั้นมีค่าความผิดพลาดและใช้เวลาในการคืนสู่ค่าเป้าหมายที่น้อยกว่าการควบคุมแบบลูปปิด

5.2 วิเคราะห์ปัญหาและข้อเสนอแนะ

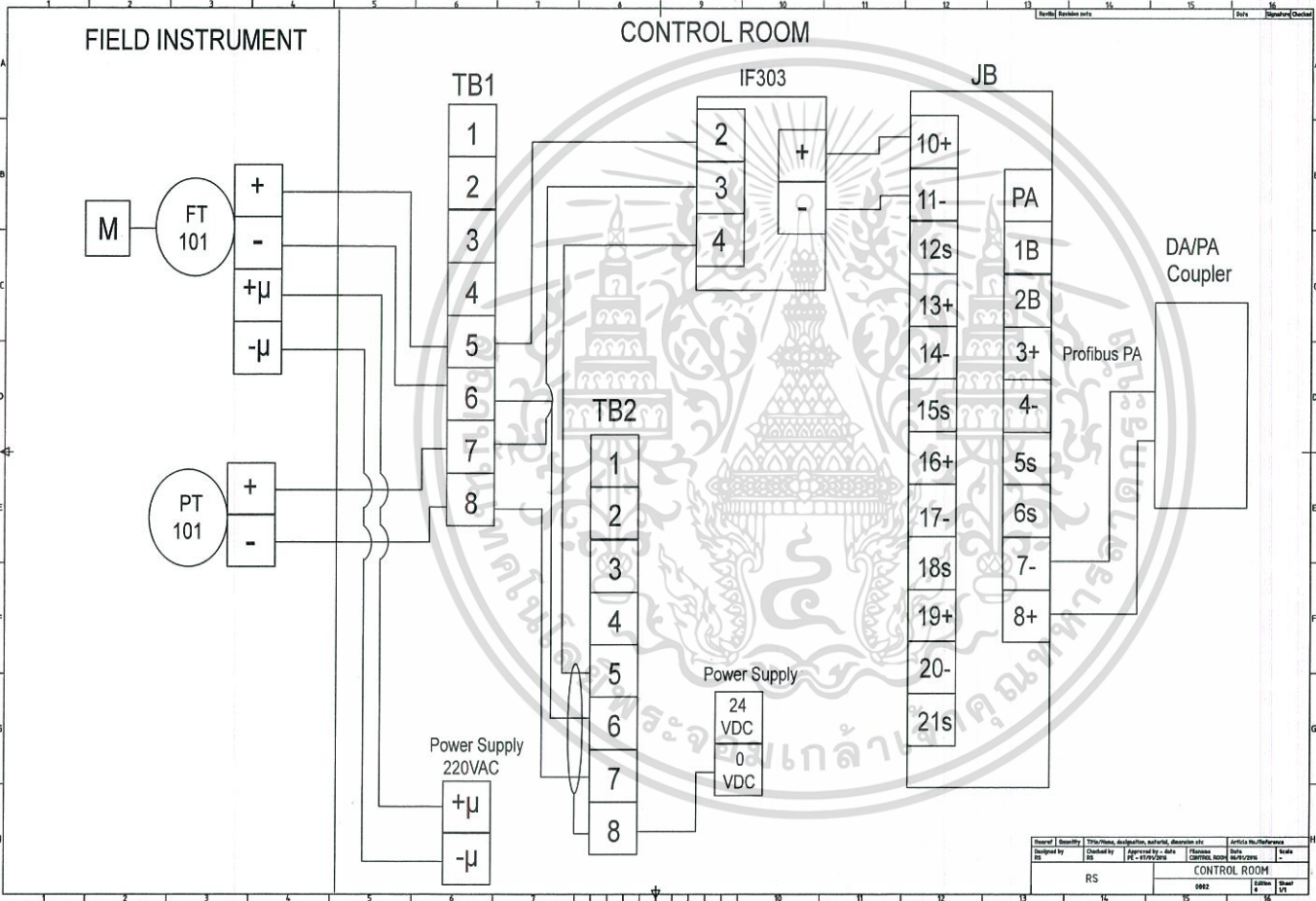
เนื่องจากการใช้งานอุปกรณ์และเครื่องมือต่างๆ เช่น อุปกรณ์อุตสาหกรรมมีความยุ่งยากและซับซ้อน ค่อนข้างมาก อย่างเช่น การตั้งค่าอุปกรณ์วัดและตัวควบคุม การใช้งานโปรแกรม PCS7 และโปรแกรม WinCC ให้สามารถใช้งานได้ตรงตามวัตถุประสงค์ เพื่อให้ได้ผลการทดลองที่ดีและมีประสิทธิภาพนั้น ต้องใช้ผู้ใช้งานที่มีความชำนาญ และหากตัวผู้ศึกษาได้ศึกษาอย่างลึกซึ้งซึ่งอาจจะทำให้ค่าความคลาดเคลื่อนของผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นมีค่าน้อยลง

บรรณานุกรม

- [1] Morari, M., and E. Zafriou, E. 1989. **Robust Process Control**. Prentice Hall, NJ.
- [2] Seborg, D.E.T.F. Edgar, and D.A. Mellichamp. 1989. **Process Dynamics and Control**. John Wiley & Sons, NY.
- [3] Siemens A&D AS CS2 PA. 2007. **Process Control System PCS 7 Version 7.0**. SIEMENS AG A&D AS SM MP 7, Germany.
- [4] **Industrial controllers, basic theory** [Online].
Available: www.sapiensman.com/control
- [5] **Pressure Control Valve**[Online].
Available: www.samson.de/pdf_en/t80120en.pdf
- [6] **Flow Control Valve**[Online].
Available: www.badgermeter.com/brands/research-control-valve/low-flow-control-type-807
- [7] **Flow Transmitter**[Online].
Available: www.yokogawa.com/fld/pdf/AXF/GS01E20D01-01E.pdf
- [8] **Pressure Transmitter** [Online].
Available: www.iprocessmart.com/images/Burkert/DS8323-Standard-US-EN.pdf

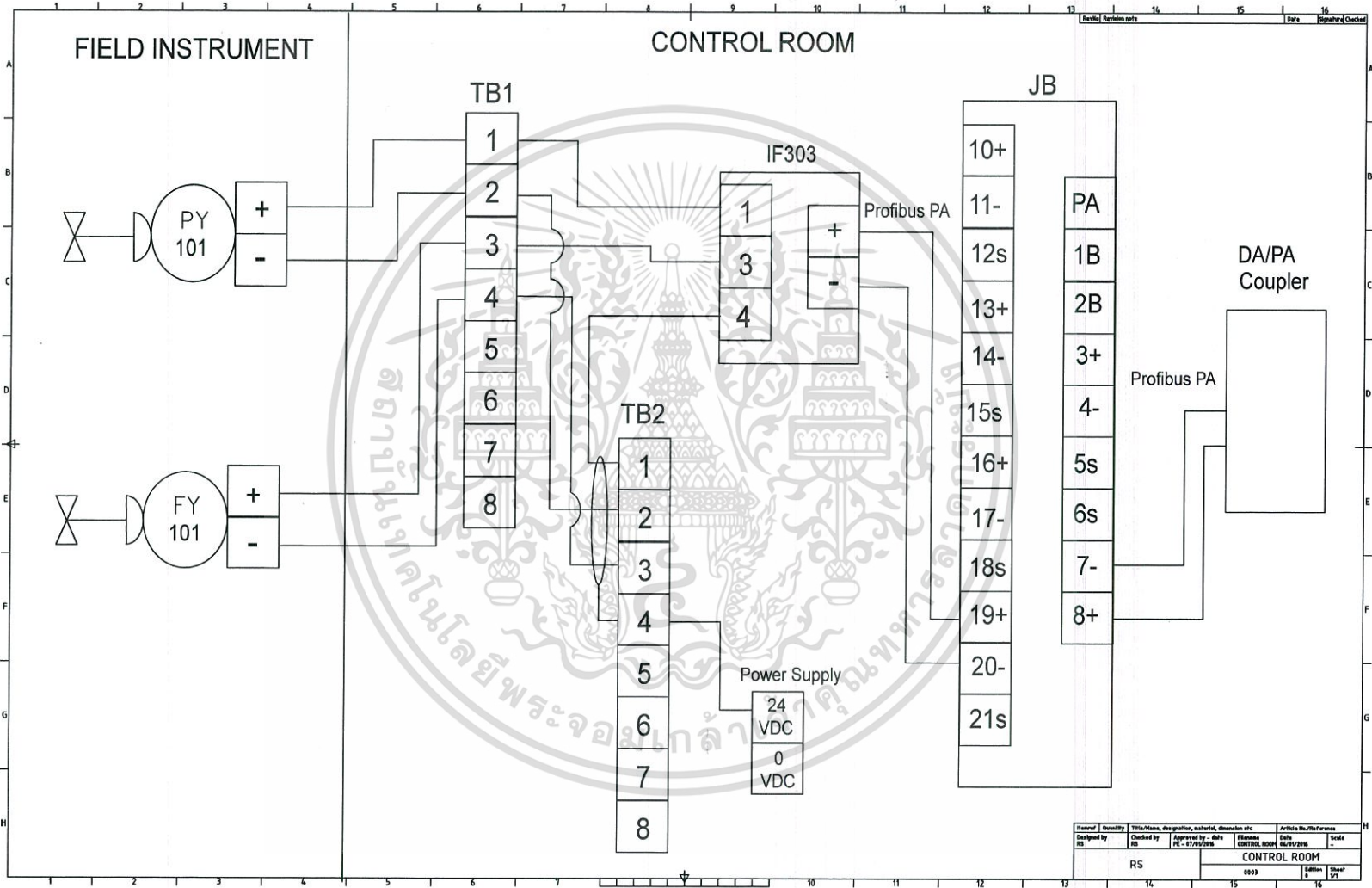
ภาคผนวก ก
การเชื่อมต่อของอุปกรณ์

ก.1. INSTRUMENT SCHEMATIC DIAGRAM



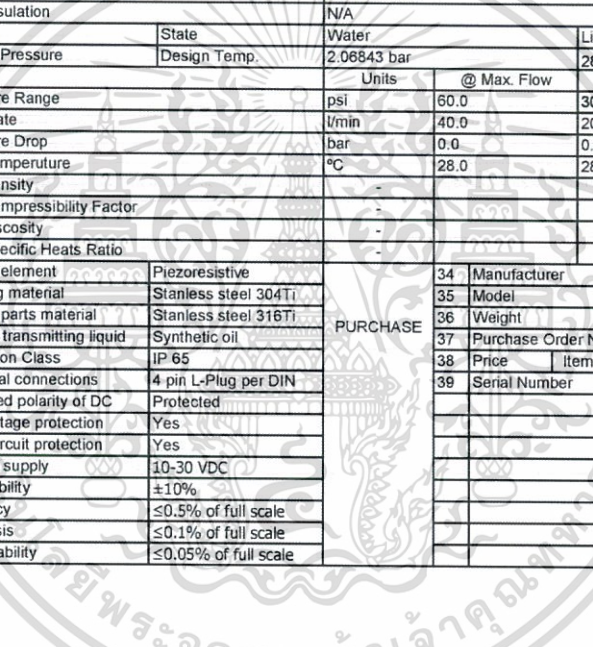
รูปที่ 1 ก Schematic Diagram (Input)

รูปที่ 2 n Schematic Diagram (Output)



ภาคผนวก ข
รายละเอียดข้อมูลของอุปกรณ์
(Data Sheet)

ข.1 อุปกรณ์วัดความดัน และ อัตราการไหล

GENERAL	1	Tag No.		PT101		
	2	Project		Project2		
	3	Manufacturer		Burkert		
	4	Type		8323		
PIPE LINE	5	Ambient Temperature	Min.	Max.	- 40 °C	60 °C
	6	Line Size and Schedule	Inlet	Outlet	1 in	1 in
	7	Pipe Material	Carbon Steel			
PROCESS CONDITIONS	8	Pipe Insulation	N/A			
	9	Fluid	State	Water	Liquid	
	10	Design Pressure	Design Temp.	2.06843 bar		28 °C
	11			Units	@ Max. Flow	@ Norm. Flow
	12	Pressure Range		psi	60.0	30.0
	13	Flow Rate		l/min	40.0	20.0
	14	Pressure Drop		bar	0.0	0.23
	15	Inlet Temperature		°C	28.0	28.0
	16	Inlet Density		-		
	17	Inlet Compressibility Factor		-		
TRANSMITTER	18	Inlet Viscosity		-		
	19	Inlet Specific Heats Ratio		-		
	20	Sensor element	Piezoresistive		34	Manufacturer
	21	Housing material	Stainless steel 304Ti		35	Model
	22	Wetted parts material	Stainless steel 316Ti		36	Weight
	23	Internal transmitting liquid	Synthetic oil		37	Purchase Order Num.
	24	Protection Class	IP 65		38	Price
	25	Electrical connections	4 pin L-Plug per DIN		39	Item Number
	26	Reversed polarity of DC	Protected			Serial Number
	27	Overvoltage protection	Yes			
	28	Short circuit protection	Yes			
	29	Voltage supply	10-30 VDC			
	30	Adjustability	±10%			
31	Accuracy	≤0.5% of full scale				
32	Hysteresis	≤0.1% of full scale				
33	Repeatability	≤0.05% of full scale				
Notes:						
						
2					INSTRUMENT SPECIFICATION	
1					Pressure Transmitter	
0					Sheet 1 of 1	
REV.	DATE	DESCRIPTION	BY	CHKD	APPD	
PROJECT NO. :			CLIENT :		Code :	D/S No. :
PROJECT NAME : Project2					PLANT :	

รูปที่ 1 ข รายละเอียดข้อมูลอุปกรณ์วัดความดัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

GENERAL	1	Tag No .	FT101			
	2	Project	Project2			
	3	Manufacturer	Yokogawa			
	4	Model	AXF015G			
PIPE LINE	5	Ambient Temperature	Min.	Max.	- 40 °C	
	6	Line Size and Schedule	Inlet	Outlet	0.5 in 0.5 in	
	7	Pipe Material	Carbon Steel			
PROCESS CONDITIONS	8	Pipe Insulation	N/A			
	9	Fluid	State	Water	Liquid	
	10	Design Pressure	Design Temp.	2.06843 bar	28 °C	
	11		Units	@ Max. Flow	@ Norm. Flow	
	12	Pressure Range	psi	60.0	30.0	
	13	Flow Rate	l/min	40.0	20.0	
	14	Pressure Drop	bar	0.0	0.23	
	15	Inlet Temperature	°C	28.0	28.0	
	16	Inlet Density	-	-	-	
	17	Inlet Compressibility Factor	-	-	-	
FLOWMETER BODY	18	Inlet Viscosity	-	-	-	
	19	Inlet Specific Heats Ratio	-	-	-	
	20	Body type	Integral	39	Housing construction	General purpose
	21	Flow tube style	In line	40	Coilconn arrangement	N/A
	22	End Connec. Size &	N/A	41	Enclosure type no/class	IP 66
	23	End Connec. Type & Style	N/A	42	Requires power supply	Voltage 230 V AC
	24	Hardware mounting kit	Flange with bolting	43	Signal connection style	M20
	25	Flow tube material	Stainless steel JIS SUS304	44	Type of protection	N/A
	26	End termination material	Stainless steel JIS SCS13	45	Housing material	Stainless steel JIS SCS11
	27	End termination type	N/A	46	Extension type	N/A
END EXTENSIONS	28	Bolting material	N/A	47	Cable length	N/A
	29	End termination material	N/A	48	Minimum cable operating temp	N/A
	30	Gasket/O ring material	N/A	49	Signal termination type	N/A
SENSING ELEMENT	31	Electrode type	N/A	50	Cable jacket material	N/A
	32	Insertion length	N/A	51	Cable Glands	N/A
	33	Electrode material	Stainless steel JIS SUS316L	52	Ultrasonic cleaner style	N/A
CONNECTIO N HEAD	34	Housing type	General purpose enclosure	53	Empty tube detector	N/A
	35	Enclosure type / class	IP 66	54	Calibrator adaptor	N/A
	36	Signal termination type	M 20	55	Component type	Magnetic flowmeter
	37	Type of protection	N/A	56	Manufacturer	Yokogawa
	38	Enclosure material	Stainless steel JIS SCS13	57	Model number	S5E BO 3587 544
Notes:						
2				INSTRUMENT SPECIFICATION		
1				Flow Transmitter		
0				Sheet 1 of 1		
REV.	DATE	DESCRIPTION	P.E.	P.E.	P.E.	
			BY	CHKD	APPD	
PROJECT NO. :			CLIENT :		Code : /D/S No. :	
PROJECT NAME : Project2					PLANT :	

รูปที่ 2 ข รายละเอียดข้อมูลอุปกรณ์วัดอัตราการไหล

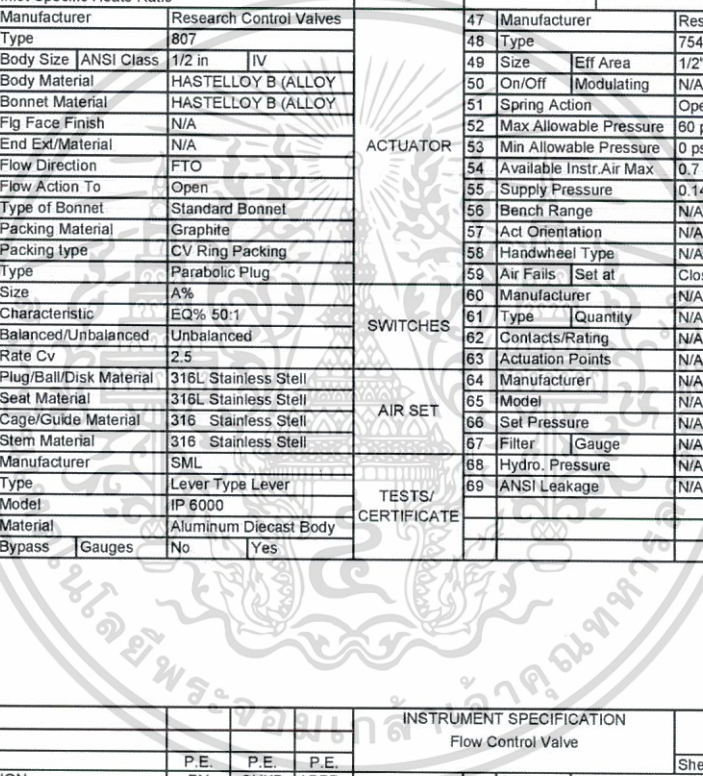
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข.2 วาล์วควบคุม

GENERAL	1	Tag No .			PCV101					
	2	Project			Project2					
	3	Ambient Temperature		Min.	Max.	- 40 °C		60 °C		
	4	Leakage class			ANSI IV (standard)					
	5	Available Air Supply Pressure		Min.	Max.	0 psi		90 psi		
	6	Power Failure Position			Close					
	7	Enclosure Class			IP54					
PIPE LINE	8	Line Size and Schedule		Inlet	Outlet	1 in		1 in		
	9	Pipe Material			Carbon Steel					
PROCESS CONDITIONS	10	Pipe Insulation			N/A					
	11	Fluid	State		Water		Liquid			
	12	Design Pressure	Design Temp.		2.06843 bar		28 °C			
	13				Units	@ Max. Flow	@ Norm. Flow	@ Min. Flow		
	14	Pressure Range			psi	60.0	30.0	0.0		
	15	Flow Rate			l/min	40.0	20.0	0.0		
	16	Pressure Drop			bar	0.0	0.23	0.38		
	17	Inlet Temperature			°C	28.0	28.0	28.0		
	18	Inlet Density								
	19	Inlet Compressibility Factor								
BODY AND TRIM	20	Inlet Viscosity								
	21	Inlet Specific Heats Ratio								
	22	MFR	Model	SAMSON	3241-1	45	MFR	Model	SAMSON	4763-3
	23	Body Type		Single Seat Globe		46	Type		Electro-Pneumatic	
	24	Body Size	Trim Size	1 in	00 mm.	47	Signal: Inlet		4-20mA. DC, 2 Wire	
	25	Rate Cv	Characteris	12	EQ%	48	Signal: Outlet		0-100%	
	26	End Connec. & Rating		1" ANSI 250# RF		49	Action		Reverse	
	27	Body Material		Cast iron A216B		50	Cam Characteristic		Linear	
	28	Bonnet Type	Material	Standard	Carbon	51	Bypass	Gauges	No	Yes
	29	Flow Direction		FTO		52	Elec.	Pne. Conn.	1/2" NPT	1/4" NPTF
	30	Flow Action To		Open		53	MFR	Model	N/A	N/A
	31	Lubricator	Isolat. Valve	N/A	N/A	54	Type		N/A	
	32	Guiding	No. of Ports	Unbalance	1	55	When De-Enegr. Valve		N/A	
	33	Trim Type		Single Seat		56	MFR	Model	N/A	N/A
	34	Rated Travel		15 mm.		57	Type	Quantity	N/A	N/A
	35	Plug/Ball/Disk Material		Cr Steel UNS S41000		58	Contacts/Rating		N/A	
	36	Seat Material		Cr Steel UNS S41000		59	Switching Position		N/A	
	37	Gasket Material		Graphite Ring		60	MFR	Model	N/A	N/A
	38	Packing Material		PTFE With Carbon		61	Set Pressure		2 bar	
	39	MFR	Model	SAMSON	9	62	Filter	Gauge	Yes	Yes
	40	Type		Spring Diaphragm		63	Connection		1/4" NPTF	
41	Size	Area	280 mm.	350 cm2	64	Hydro. Pressure		N/A		
42	Air Failure Valve		Close		65	Leakage		N/A		
43	Handwheel Location		Cast Iron EN-GJL-25		66	NACE		N/A		
44	Bench Range		2.1-3.3 bar		67	Manufacturer		SAMSON		
					68	Model		3271-01-350-C		
					69	Purchase Order Num.				
					70	Price	Item			
					71	Serial Number				
Notes:										
2						INSTRUMENT SPECIFICATION				
1						Pressure Control Valve				
0									Sheet 1 of 1	
REV	DATE	DESCRIPTION	BY	CHKD	APPD	Code :	D/S No. :		Rev.:	
PROJECT NO. :					CLIENT :					
PROJECT NAME : Project2						PLANT :				

รูปที่ 3 ข รายละเอียดข้อมูลวาล์วควบคุมความดัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

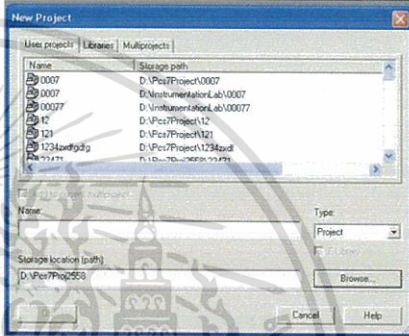
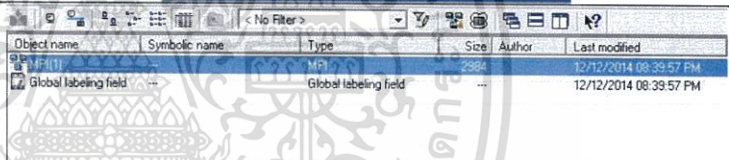
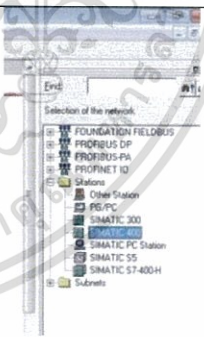
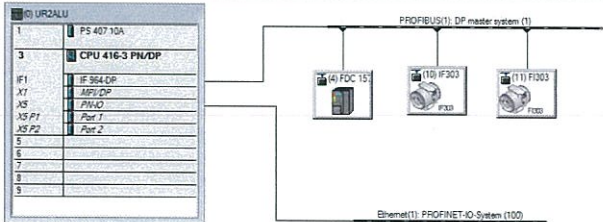
GENERAL	1	Tag No .	FCV101		
	2	Project	Project2		
	3	Ambient Temperature	Min.	Max.	- 40 °C 60 °C
	4	Leakage class	ANSI IV		
	5	Power Failure Position	Close		
	6	Enclosure Class	IP65		
PIPE LINE	7	Line Size and Schedule	Inlet	Outlet	0.5 in 0.5 in
	8	Pipe Material	Carbon Steel		
PROCESS CONDITIONS	9	Pipe Insulation	N/A		
	10	Fluid	State	Water Liquid	
	11	Design Pressure	Design Temp.	2.06843 bar 28 °C	
	12		Units	@ Max. Flow	@ Norm. Flow
	13	Pressure Range	psi	60.0	30.0 0.0
	14	Flow Rate	l/min	40.0	20.0 0.0
	15	Pressure Drop	bar	0.01	0.23 0.38
	16	Inlet Temperature	°C	28.0	28.0 28.0
	17	Inlet Density	-		
	18	Inlet Compressibility Factor	-		
19	Inlet Viscosity	-			
20	Inlet Specific Heats Ratio	-			
BODY / BONNET	21	Manufacturer	Research Control Valves		
	22	Type	807		
	23	Body Size ANSI Class	1/2 in	IV	
	24	Body Material	HASTELLOY B (ALLOY)		
	25	Bonnet Material	HASTELLOY B (ALLOY)		
	26	Flg Face Finish	N/A		
	27	End Ext./Material	N/A		
	28	Flow Direction	FTO		
	29	Flow Action To	Open		
	30	Type of Bonnet	Standard Bonnet		
TRIM	31	Packing Material	Graphite		
	32	Packing type	CV Ring Packing		
	33	Type	Parabolic Plug		
	34	Size	A%		
	35	Characteristic	EQ% 50:1		
	36	Balanced/Unbalanced	Unbalanced		
	37	Rate Cv	2.5		
	38	Plug/Ball/Disk Material	316L Stainless Steel		
	39	Seat Material	316L Stainless Steel		
	40	Cage/Guide Material	316 Stainless Steel		
POSITIONER	41	Stem Material	316 Stainless Steel		
	42	Manufacturer	SML		
	43	Type	Lever Type Lever		
	44	Model	IP 6000		
TESTS/ CERTIFICATE	45	Material	Aluminum Diecast Body		
	46	Bypass	Gauges	No	Yes
Notes:					
					
2					INSTRUMENT SPECIFICATION
1					Flow Control Valve
0					Sheet 1 of 1
REV	DA	DESCRIPTION	BY	P.E. CHKD APPD	Code : D/S No. : Rev.:
PROJECT NO. :			CLIENT :		
PROJECT NAME : Project2			PLANT :		

รูปที่ 4 ข รายละเอียดข้อมูลสเปคควมคุมอัตราการไหล

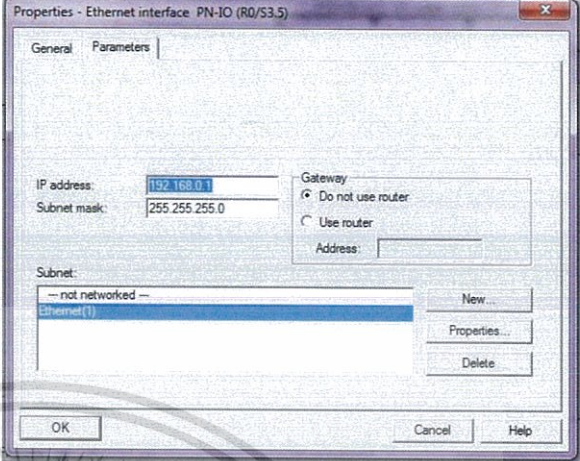
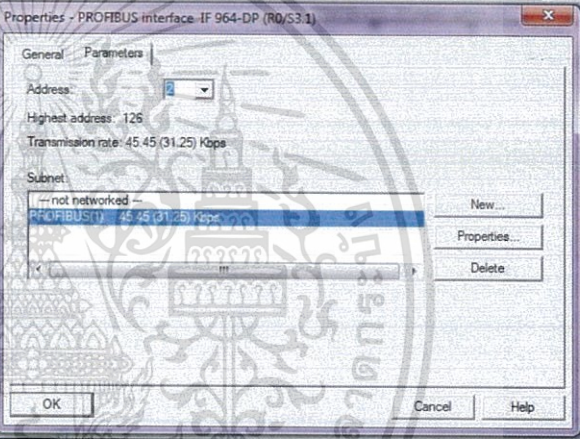
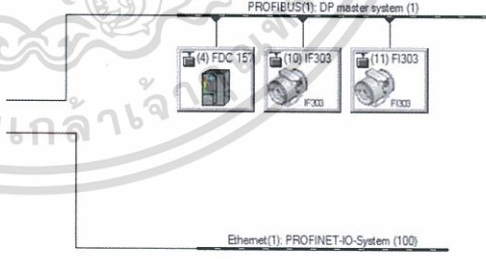
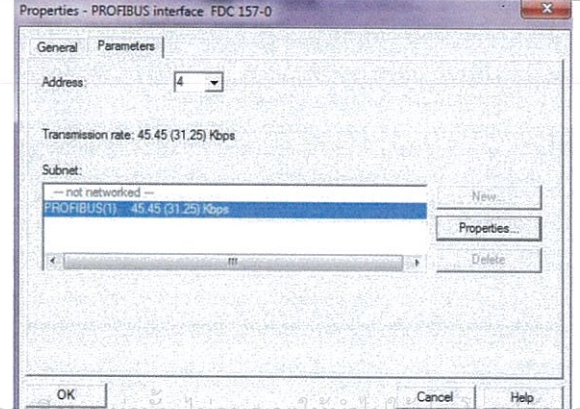
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค
การตั้งค่าคอนฟิกของระบบอัตโนมัติ
(Automation System: AS)

ค.1. Hardware Configuration
 มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

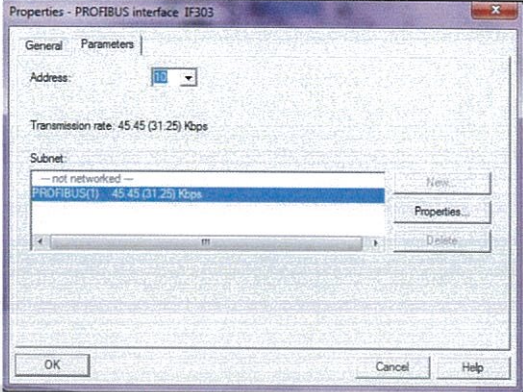
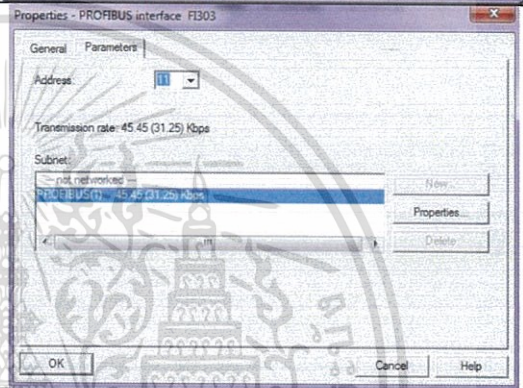
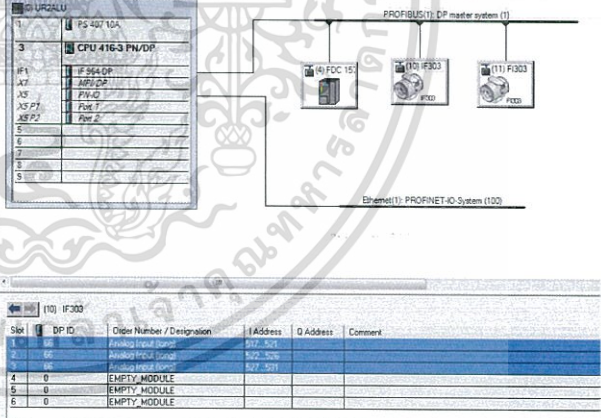
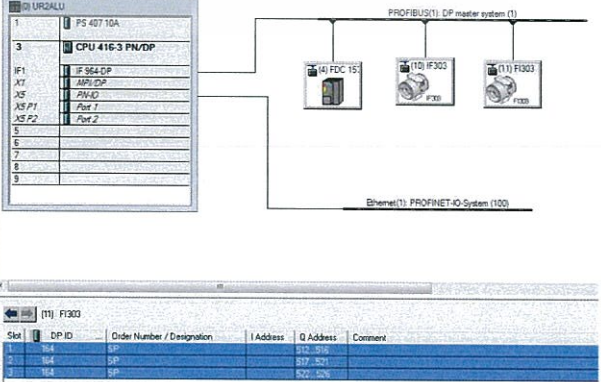
ลำดับ	ขั้นตอน	รูปภาพประกอบ
1	สร้าง New Project	
2	ทำ Hardware Configuration ของโปรแกรม SIMATIC MANAGER	
3	เลือก Station ของ SIMATIC 400	
4	ติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ ที่อยู่ในระบบควบคุมลงใน Rack	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

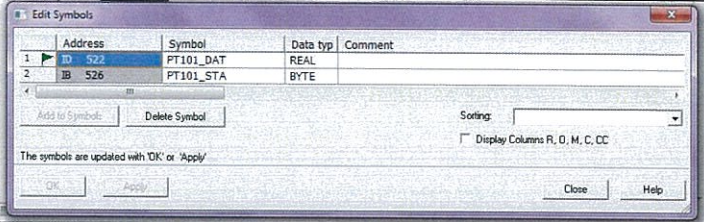
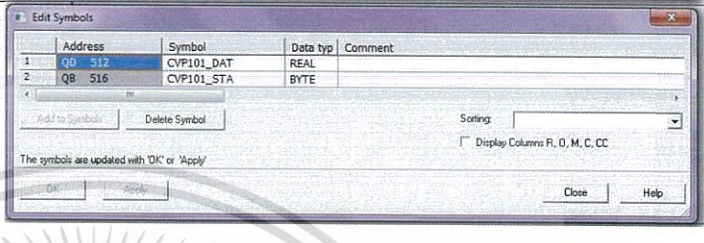
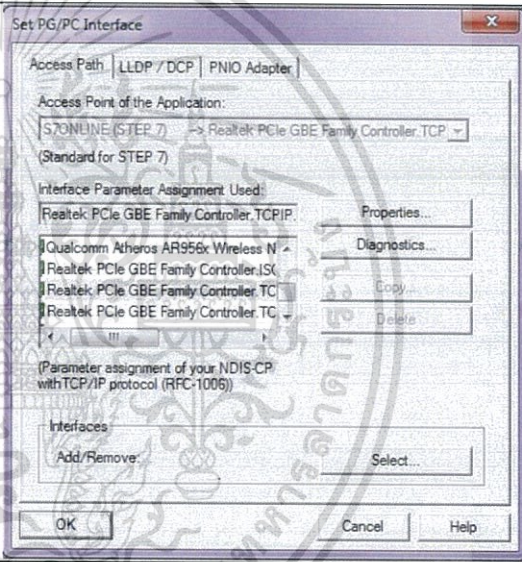
ลำดับ	ขั้นตอน	รูปภาพประกอบ
5	ตั้งค่าการเชื่อมต่อของตัวควบคุมและ Engineering Station	
6	กำหนด Address และ ความเร็วในการสื่อสารระหว่างตัวควบคุมกับตัวแปลงสัญญาณโปรฟิบบัส	
7	ติดตั้งอุปกรณ์ที่อยู่นอก Rack เช่น FDC 157-0, IF303, FI303	
8	กำหนด Address และ ความเร็วในการสื่อสารของตัวแปลงสัญญาณโปรฟิบบัสดีพีและพีเอ	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ในการดำเนินงานเพื่อวัตถุประสงค์เฉพาะเท่านั้น ไม่อนุญาตให้แก้ไข การคัดลอก

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับ	ขั้นตอน	รูปภาพประกอบ																																										
9	กำหนด Address และ ความเร็วในการสื่อสารของ ตัวแปลงสัญญาณสัญญาณไฟฟ้า 4-20 mA และโปรพิบัสพีเอ																																											
10	กำหนด Address และ ความเร็วในการสื่อสารของ ตัวแปลงสัญญาณโปรพิบัสพีเอ และสัญญาณไฟฟ้า																																											
11	กำหนด slot สำหรับใช้ในการ รับค่า Analog input	 <table border="1" data-bbox="637 1366 1236 1504"> <thead> <tr> <th>Slot</th> <th>DP ID</th> <th>Order Number / Designation</th> <th>I Address</th> <th>Q Address</th> <th>Comment</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>PS 407 10A</td> <td>172-502</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>56</td> <td>AI5x12-bit</td> <td>812-506</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>56</td> <td>AO2x12-bit</td> <td>812-506</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>0</td> <td>EMPTY_MODULE</td> <td>812-501</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>0</td> <td>EMPTY_MODULE</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>0</td> <td>EMPTY_MODULE</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Slot	DP ID	Order Number / Designation	I Address	Q Address	Comment	1	0	PS 407 10A	172-502			2	56	AI5x12-bit	812-506			3	56	AO2x12-bit	812-506			4	0	EMPTY_MODULE	812-501			5	0	EMPTY_MODULE				6	0	EMPTY_MODULE			
Slot	DP ID	Order Number / Designation	I Address	Q Address	Comment																																							
1	0	PS 407 10A	172-502																																									
2	56	AI5x12-bit	812-506																																									
3	56	AO2x12-bit	812-506																																									
4	0	EMPTY_MODULE	812-501																																									
5	0	EMPTY_MODULE																																										
6	0	EMPTY_MODULE																																										
12	กำหนด slot สำหรับใช้ในการ รับค่า Analog output	 <table border="1" data-bbox="637 1819 1236 1899"> <thead> <tr> <th>Slot</th> <th>DP ID</th> <th>Order Number / Designation</th> <th>I Address</th> <th>Q Address</th> <th>Comment</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>164</td> <td>PS</td> <td>172-506</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>164</td> <td>DP</td> <td>812-501</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>164</td> <td>DP</td> <td>812-506</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Slot	DP ID	Order Number / Designation	I Address	Q Address	Comment	1	164	PS	172-506			2	164	DP	812-501			3	164	DP	812-506																				
Slot	DP ID	Order Number / Designation	I Address	Q Address	Comment																																							
1	164	PS	172-506																																									
2	164	DP	812-501																																									
3	164	DP	812-506																																									

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับ	ขั้นตอน	รูปภาพประกอบ
13	กำหนด Channel ที่ใช้สำหรับรับค่าจาก Pressure Transmitter, Flow Transmitter ของ IF303	
14	กำหนด Channel ที่ใช้สำหรับส่งค่าไปยัง Control Valve ที่ควบคุมความดันและอัตราการไหลของ FI303	
15	ตั้งค่า PG/PC Interface	
16	ทำการบันทึก และตรวจสอบความถูกต้อง ด้วยการเรียกใช้ฟังก์ชัน Save and Compile	
17	ส่งถ่ายข้อมูลการกำหนดค่า Configuration Network ไปยังตัวควบคุม	

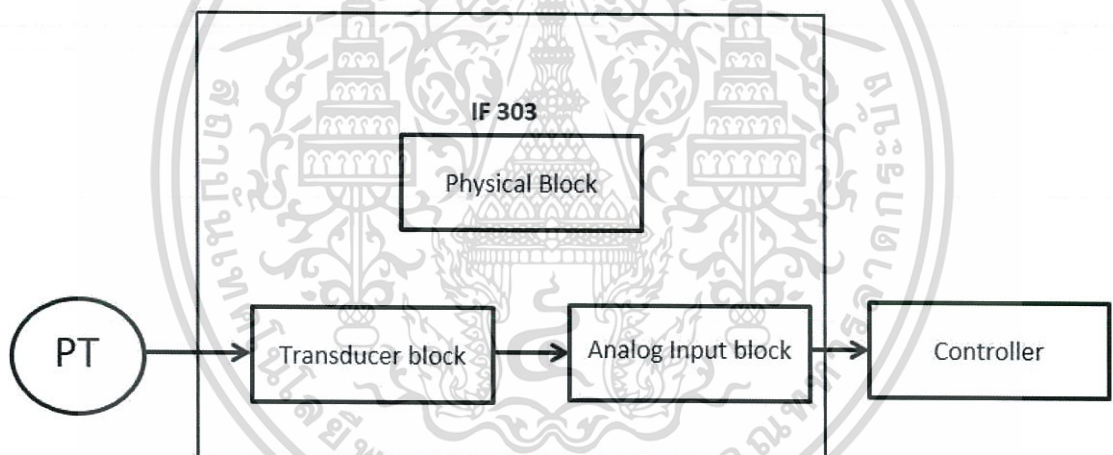
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

การตั้งค่าพารามิเตอร์ของอุปกรณ์วัดแบบโปรฟิบบัสพีเอ (Profibus PA Transmitter)

ง.1 การตั้งค่าพารามิเตอร์ IF 303

ตัวแปลงสัญญาณ IF303 เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ในการแปลงสัญญาณแอนาล็อกที่ได้จากอุปกรณ์วัดเป็นสัญญาณดิจิทัลมาตรฐานของโปรฟิบบัสพีเอซึ่งอุปกรณ์นี้สามารถรับสัญญาณจากอุปกรณ์วัดได้ถึง 3 ตัวด้วยกันโครงการนี้ได้เชื่อมต่ออุปกรณ์วัดความดัน ที่ช่องหมายเลข 2 และเชื่อมต่ออุปกรณ์วัดอัตราการไหล ที่ช่องหมายเลข 3 โดยภายในตัวแปลงสัญญาณ IF 303 ประกอบด้วย Physical Block จำนวน 1 บล็อก, Transducer Block จำนวน 3 บล็อก, Analog Input Block จำนวน 3 บล็อก และ Totalizer Block จำนวน 3 บล็อก ดังรูปที่ 1(ง)



รูปที่ 1 ง แสดงการทำงานของบล็อกไดอะแกรมของอุปกรณ์ IF 303

เนื่องจากข้อมูลที่ถูกเก็บอยู่ในส่วนของ Physical Block ประกอบด้วย ชื่ออุปกรณ์ ชื่อผู้ผลิต รุ่นที่ผลิต ซึ่งข้อมูลต่างๆ เหล่านี้ถูกกำหนด มาแล้วจากโรงงานผู้ผลิต จึงไม่จำเป็นต้องกำหนดค่าของพารามิเตอร์ใดๆ ในส่วนนี้ ดังนั้นจึงเริ่มทำการกำหนดค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ให้กับบล็อกอื่นต่อไป

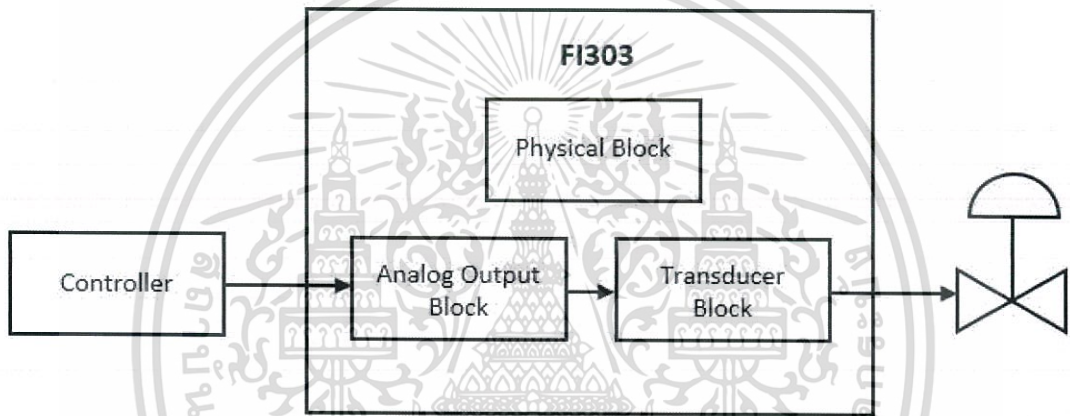
ง.1.1 การตั้งค่าพารามิเตอร์

ลำดับ	ขั้นตอน	รูปภาพประกอบ																																																																																																																												
1	เข้าถึงโปรแกรม SIMATIC PDM ผ่านทางโปรแกรม Hardware Configuration																																																																																																																													
2	ตั้งค่าพารามิเตอร์ใน Transducer Block ของ IF 303	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Parameter</th> <th>Value</th> <th>Unit</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="3">» » Transducer 2</td> </tr> <tr> <td>Terminal Number</td> <td>2</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="3">» » » Set Scale of Analog Current Value</td> </tr> <tr> <td>Lower [EU(0%)]</td> <td>4</td> <td>mA</td> </tr> <tr> <td>Upper [EU(100%)]</td> <td>20</td> <td>mA</td> </tr> <tr> <td colspan="3">» » » Set Scale of Output Value</td> </tr> <tr> <td>Lower [EU(0%)]</td> <td>4</td> <td>m³/s</td> </tr> <tr> <td>Upper [EU(100%)]</td> <td>20</td> <td>m³/s</td> </tr> <tr> <td colspan="3">» » » Select Output Unit</td> </tr> <tr> <td>Output Unit (EU)</td> <td>m³/s</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Parameter	Value	Unit	» » Transducer 2			Terminal Number	2		» » » Set Scale of Analog Current Value			Lower [EU(0%)]	4	mA	Upper [EU(100%)]	20	mA	» » » Set Scale of Output Value			Lower [EU(0%)]	4	m ³ /s	Upper [EU(100%)]	20	m ³ /s	» » » Select Output Unit			Output Unit (EU)	m ³ /s																																																																																												
Parameter	Value	Unit																																																																																																																												
» » Transducer 2																																																																																																																														
Terminal Number	2																																																																																																																													
» » » Set Scale of Analog Current Value																																																																																																																														
Lower [EU(0%)]	4	mA																																																																																																																												
Upper [EU(100%)]	20	mA																																																																																																																												
» » » Set Scale of Output Value																																																																																																																														
Lower [EU(0%)]	4	m ³ /s																																																																																																																												
Upper [EU(100%)]	20	m ³ /s																																																																																																																												
» » » Select Output Unit																																																																																																																														
Output Unit (EU)	m ³ /s																																																																																																																													
3	ตั้งค่าพารามิเตอร์ Analog Input Block	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Parameter</th> <th>Value</th> <th>Unit</th> <th>Status</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="4">» » Analog Input 2</td> </tr> <tr> <td colspan="4">» » » Basic Settings</td> </tr> <tr> <td colspan="4">» » » » Select Block Mode</td> </tr> <tr> <td>Target</td> <td>AUTO</td> <td></td> <td>Loaded</td> </tr> <tr> <td colspan="4">» » » » Select Input</td> </tr> <tr> <td>Channel</td> <td>PV</td> <td></td> <td>Loaded</td> </tr> <tr> <td colspan="4">» » » » Set Scale of Input Value</td> </tr> <tr> <td>Lower [EU(0%)]</td> <td>4</td> <td>m³/s</td> <td>Loaded</td> </tr> <tr> <td>Upper [EU(100%)]</td> <td>20</td> <td>m³/s</td> <td>Loaded</td> </tr> <tr> <td colspan="4">» » » » Set Scale of Output Value</td> </tr> <tr> <td>Lower [EU(0%)]</td> <td>0</td> <td>psi</td> <td>Loaded</td> </tr> <tr> <td>Upper [EU(100%)]</td> <td>60</td> <td>psi</td> <td>Loaded</td> </tr> <tr> <td>Unit</td> <td>psi</td> <td></td> <td>Loaded</td> </tr> <tr> <td colspan="4">» » » » Set PV Damping Value</td> </tr> <tr> <td>Damping</td> <td>0</td> <td>s</td> <td>Loaded</td> </tr> <tr> <td colspan="4">» » » » Advanced Settings</td> </tr> <tr> <td colspan="4">» » » » » Set Alarm/Warning Limits</td> </tr> <tr> <td>Lower Limit Alarm</td> <td>3</td> <td>psi</td> <td>Loaded</td> </tr> <tr> <td>Lower Limit Warning</td> <td>3</td> <td>psi</td> <td>Loaded</td> </tr> <tr> <td>Upper Limit Warning</td> <td>21</td> <td>psi</td> <td>Loaded</td> </tr> <tr> <td>Upper Limit Alarm</td> <td>21</td> <td>psi</td> <td>Loaded</td> </tr> <tr> <td>Limit Hysteresis</td> <td>0.5</td> <td>%</td> <td>Loaded</td> </tr> <tr> <td colspan="4">» » » » » Set Fail Safe Values</td> </tr> <tr> <td>Fail Safe Type</td> <td>Last Valid Output</td> <td></td> <td>Loaded</td> </tr> <tr> <td>Fail Safe Value</td> <td>0</td> <td>psi</td> <td>Loaded</td> </tr> <tr> <td colspan="4">» » » » » Define Batch Information</td> </tr> <tr> <td>Batch ID</td> <td>0</td> <td></td> <td>Loaded</td> </tr> <tr> <td>Batch Unit</td> <td>0</td> <td></td> <td>Loaded</td> </tr> <tr> <td>Batch Operation</td> <td>0</td> <td></td> <td>Loaded</td> </tr> <tr> <td>Batch Phase</td> <td>0</td> <td></td> <td>Loaded</td> </tr> </tbody> </table>	Parameter	Value	Unit	Status	» » Analog Input 2				» » » Basic Settings				» » » » Select Block Mode				Target	AUTO		Loaded	» » » » Select Input				Channel	PV		Loaded	» » » » Set Scale of Input Value				Lower [EU(0%)]	4	m ³ /s	Loaded	Upper [EU(100%)]	20	m ³ /s	Loaded	» » » » Set Scale of Output Value				Lower [EU(0%)]	0	psi	Loaded	Upper [EU(100%)]	60	psi	Loaded	Unit	psi		Loaded	» » » » Set PV Damping Value				Damping	0	s	Loaded	» » » » Advanced Settings				» » » » » Set Alarm/Warning Limits				Lower Limit Alarm	3	psi	Loaded	Lower Limit Warning	3	psi	Loaded	Upper Limit Warning	21	psi	Loaded	Upper Limit Alarm	21	psi	Loaded	Limit Hysteresis	0.5	%	Loaded	» » » » » Set Fail Safe Values				Fail Safe Type	Last Valid Output		Loaded	Fail Safe Value	0	psi	Loaded	» » » » » Define Batch Information				Batch ID	0		Loaded	Batch Unit	0		Loaded	Batch Operation	0		Loaded	Batch Phase	0		Loaded
Parameter	Value	Unit	Status																																																																																																																											
» » Analog Input 2																																																																																																																														
» » » Basic Settings																																																																																																																														
» » » » Select Block Mode																																																																																																																														
Target	AUTO		Loaded																																																																																																																											
» » » » Select Input																																																																																																																														
Channel	PV		Loaded																																																																																																																											
» » » » Set Scale of Input Value																																																																																																																														
Lower [EU(0%)]	4	m ³ /s	Loaded																																																																																																																											
Upper [EU(100%)]	20	m ³ /s	Loaded																																																																																																																											
» » » » Set Scale of Output Value																																																																																																																														
Lower [EU(0%)]	0	psi	Loaded																																																																																																																											
Upper [EU(100%)]	60	psi	Loaded																																																																																																																											
Unit	psi		Loaded																																																																																																																											
» » » » Set PV Damping Value																																																																																																																														
Damping	0	s	Loaded																																																																																																																											
» » » » Advanced Settings																																																																																																																														
» » » » » Set Alarm/Warning Limits																																																																																																																														
Lower Limit Alarm	3	psi	Loaded																																																																																																																											
Lower Limit Warning	3	psi	Loaded																																																																																																																											
Upper Limit Warning	21	psi	Loaded																																																																																																																											
Upper Limit Alarm	21	psi	Loaded																																																																																																																											
Limit Hysteresis	0.5	%	Loaded																																																																																																																											
» » » » » Set Fail Safe Values																																																																																																																														
Fail Safe Type	Last Valid Output		Loaded																																																																																																																											
Fail Safe Value	0	psi	Loaded																																																																																																																											
» » » » » Define Batch Information																																																																																																																														
Batch ID	0		Loaded																																																																																																																											
Batch Unit	0		Loaded																																																																																																																											
Batch Operation	0		Loaded																																																																																																																											
Batch Phase	0		Loaded																																																																																																																											

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ง.2 การตั้งค่าพารามิเตอร์ FI 303

ตัวแปลงสัญญาณ FI 303 เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ในการแปลงสัญญาณดิจิตอลตามมาตรฐานโปรฟิบบัสพีเอ ที่ได้จากตัวควบคุมให้เป็นสัญญาณแอนาล็อกเพื่อส่งออกไปยังวาล์วควบคุม ซึ่งอุปกรณ์นี้สามารถส่งสัญญาณออกไปยังวาล์วควบคุมได้ถึง 3 ตัว (โครงงานนี้ได้เชื่อมต่อกับวาล์วควบคุมความดันที่ช่องหมายเลข 1 และเชื่อมต่อกับวาล์วควบคุมอัตราการไหลไว้ที่ช่องหมายเลข 3) ซึ่งลักษณะของการตั้งค่าพารามิเตอร์ FI 303 ทั้งช่องสัญญาณหมายเลข 1 และ 3 นั้นกระทำในลักษณะเดียวกัน ดังนั้นจึงขออธิบายเฉพาะการทำการตั้งค่า FI 303 ในช่องหมายเลข 1 เท่านั้น โดยภายในตัวแปลงสัญญาณ FI 303 ประกอบด้วย Physical Block จำนวน 1 บล็อก, Transducer Block จำนวน 3 บล็อก, Analog output Block จำนวน 3 บล็อก และ Totalizer Block จำนวน 3 บล็อก ดังรูปที่ 2(ง)



รูปที่ 2 ง แสดงการทำงานของบล็อกไดอะแกรมของอุปกรณ์ FI 303

เนื่องจากข้อมูลที่ถูกเก็บอยู่ในส่วนของ Physical Block เป็นชื่ออุปกรณ์ ชื่อผู้ผลิต รุ่นที่ผลิต ซึ่งข้อมูลต่างๆ เหล่านี้ถูกกำหนดมาแล้วจากโรงงานผู้ผลิตดังนั้นจึงไม่จำเป็นต้องกำหนดค่าของพารามิเตอร์ใดๆในส่วนนี้ดังนั้นจึงเริ่มทำการกำหนดค่าพารามิเตอร์ต่างๆให้กับบล็อกอื่นต่อไป

ง.2.1 การตั้งค่าพารามิเตอร์

ลำดับ	ขั้นตอน	รูปภาพประกอบ																																																																																																																				
1	เข้าถึงโปรแกรม SIMATIC PDM ผ่านทางโปรแกรม Hardware Configuration	<p>The screenshot shows a hardware rack configuration. At the top, it is labeled 'PROFIBUS(1): DP master system (1)'. Below this, three modules are shown: '(4) FDC 15', '(10) IF303', and '(11) FI303'. At the bottom, it is labeled 'Ethernet(1): PROFINET-IO-System (100)'.</p>																																																																																																																				
2	ตั้งค่าพารามิเตอร์ใน Transducer Block ของ IF 303	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Parameter</th> <th>Value</th> <th>Unit</th> <th>Status</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="4">Transducer 1</td> </tr> <tr> <td>Terminal Number</td> <td>1</td> <td></td> <td>Loaded</td> </tr> <tr> <td colspan="4">Select Linearization Type</td> </tr> <tr> <td>Linearization Type</td> <td>No Linearisation.</td> <td></td> <td>Loaded</td> </tr> <tr> <td colspan="4">Set Scale of Final Value</td> </tr> <tr> <td>Upper [EU(100%)]</td> <td>20</td> <td>mA</td> <td>Loaded</td> </tr> <tr> <td>Lower [EU(0%)]</td> <td>4</td> <td>mA</td> <td>Loaded</td> </tr> <tr> <td colspan="4">Set SP Rate and Limit Values</td> </tr> <tr> <td>SP_Rate (Inc)</td> <td>20</td> <td>%/s</td> <td>Loaded</td> </tr> <tr> <td>SP_Rate (Dec)</td> <td>20</td> <td>%/s</td> <td>Loaded</td> </tr> <tr> <td>SP_Lim (Hi)</td> <td>100</td> <td></td> <td>Loaded</td> </tr> <tr> <td>SP_Lim (Lo)</td> <td>0</td> <td></td> <td>Loaded</td> </tr> <tr> <td colspan="4">Select Fail Safe Position</td> </tr> <tr> <td>Fail Safe Position</td> <td>Not initialized</td> <td></td> <td>Loaded</td> </tr> <tr> <td colspan="4">Converter Info</td> </tr> <tr> <td>Converter 1 Serial #</td> <td>0</td> <td></td> <td>Loaded</td> </tr> <tr> <td>Manufacturer</td> <td>Smar</td> <td></td> <td>Loaded</td> </tr> <tr> <td>Maintenance Date</td> <td>08.10.99</td> <td></td> <td>Loaded</td> </tr> </tbody> </table>	Parameter	Value	Unit	Status	Transducer 1				Terminal Number	1		Loaded	Select Linearization Type				Linearization Type	No Linearisation.		Loaded	Set Scale of Final Value				Upper [EU(100%)]	20	mA	Loaded	Lower [EU(0%)]	4	mA	Loaded	Set SP Rate and Limit Values				SP_Rate (Inc)	20	%/s	Loaded	SP_Rate (Dec)	20	%/s	Loaded	SP_Lim (Hi)	100		Loaded	SP_Lim (Lo)	0		Loaded	Select Fail Safe Position				Fail Safe Position	Not initialized		Loaded	Converter Info				Converter 1 Serial #	0		Loaded	Manufacturer	Smar		Loaded	Maintenance Date	08.10.99		Loaded																																								
Parameter	Value	Unit	Status																																																																																																																			
Transducer 1																																																																																																																						
Terminal Number	1		Loaded																																																																																																																			
Select Linearization Type																																																																																																																						
Linearization Type	No Linearisation.		Loaded																																																																																																																			
Set Scale of Final Value																																																																																																																						
Upper [EU(100%)]	20	mA	Loaded																																																																																																																			
Lower [EU(0%)]	4	mA	Loaded																																																																																																																			
Set SP Rate and Limit Values																																																																																																																						
SP_Rate (Inc)	20	%/s	Loaded																																																																																																																			
SP_Rate (Dec)	20	%/s	Loaded																																																																																																																			
SP_Lim (Hi)	100		Loaded																																																																																																																			
SP_Lim (Lo)	0		Loaded																																																																																																																			
Select Fail Safe Position																																																																																																																						
Fail Safe Position	Not initialized		Loaded																																																																																																																			
Converter Info																																																																																																																						
Converter 1 Serial #	0		Loaded																																																																																																																			
Manufacturer	Smar		Loaded																																																																																																																			
Maintenance Date	08.10.99		Loaded																																																																																																																			
3	ตั้งค่าพารามิเตอร์ Analog Output Block	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Parameter</th> <th>Value</th> <th>Unit</th> <th>Status</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="4">Analog Output 1</td> </tr> <tr> <td colspan="4">Basic</td> </tr> <tr> <td colspan="4">Select Block Mode</td> </tr> <tr> <td>Target</td> <td>AUTO</td> <td></td> <td>Loaded</td> </tr> <tr> <td colspan="4">Select Input</td> </tr> <tr> <td>Channel</td> <td>Transducer</td> <td></td> <td>Loaded</td> </tr> <tr> <td colspan="4">Select Output</td> </tr> <tr> <td>Channel</td> <td>Transducer</td> <td></td> <td>Loaded</td> </tr> <tr> <td colspan="4">Select Positioner/Actuator Action</td> </tr> <tr> <td>Action</td> <td>Opening</td> <td></td> <td>Loaded</td> </tr> <tr> <td colspan="4">Set Scale of Input Value</td> </tr> <tr> <td>Upper [EU(100%)]</td> <td>100</td> <td>%</td> <td>Loaded</td> </tr> <tr> <td>Lower [EU(0%)]</td> <td>0</td> <td>%</td> <td>Loaded</td> </tr> <tr> <td>Unit (Input)</td> <td>%</td> <td></td> <td>Loaded</td> </tr> <tr> <td colspan="4">Set Scale of Output Value</td> </tr> <tr> <td>Upper [EU(100%)]</td> <td>20</td> <td>mA</td> <td>Loaded</td> </tr> <tr> <td>Lower [EU(0%)]</td> <td>4</td> <td>mA</td> <td>Loaded</td> </tr> <tr> <td>Unit (Output)</td> <td>mA</td> <td></td> <td>Loaded</td> </tr> <tr> <td colspan="4">Advanced</td> </tr> <tr> <td colspan="4">Set Fail Safe Values</td> </tr> <tr> <td>Fail Safe Mode</td> <td>Actuator goes to fail-safe positio</td> <td></td> <td>Loaded</td> </tr> <tr> <td>Fail Safe Time</td> <td>0</td> <td>s</td> <td>Loaded</td> </tr> <tr> <td>Fail Safe Value</td> <td>0</td> <td>%</td> <td>Loaded</td> </tr> <tr> <td colspan="4">Define Batch Information</td> </tr> <tr> <td>Batch ID</td> <td>0</td> <td></td> <td>Loaded</td> </tr> <tr> <td>Batch Unit</td> <td>0</td> <td></td> <td>Loaded</td> </tr> <tr> <td>Batch Operation</td> <td>0</td> <td></td> <td>Loaded</td> </tr> <tr> <td>Batch Phase</td> <td>0</td> <td></td> <td>Loaded</td> </tr> </tbody> </table>	Parameter	Value	Unit	Status	Analog Output 1				Basic				Select Block Mode				Target	AUTO		Loaded	Select Input				Channel	Transducer		Loaded	Select Output				Channel	Transducer		Loaded	Select Positioner/Actuator Action				Action	Opening		Loaded	Set Scale of Input Value				Upper [EU(100%)]	100	%	Loaded	Lower [EU(0%)]	0	%	Loaded	Unit (Input)	%		Loaded	Set Scale of Output Value				Upper [EU(100%)]	20	mA	Loaded	Lower [EU(0%)]	4	mA	Loaded	Unit (Output)	mA		Loaded	Advanced				Set Fail Safe Values				Fail Safe Mode	Actuator goes to fail-safe positio		Loaded	Fail Safe Time	0	s	Loaded	Fail Safe Value	0	%	Loaded	Define Batch Information				Batch ID	0		Loaded	Batch Unit	0		Loaded	Batch Operation	0		Loaded	Batch Phase	0		Loaded
Parameter	Value	Unit	Status																																																																																																																			
Analog Output 1																																																																																																																						
Basic																																																																																																																						
Select Block Mode																																																																																																																						
Target	AUTO		Loaded																																																																																																																			
Select Input																																																																																																																						
Channel	Transducer		Loaded																																																																																																																			
Select Output																																																																																																																						
Channel	Transducer		Loaded																																																																																																																			
Select Positioner/Actuator Action																																																																																																																						
Action	Opening		Loaded																																																																																																																			
Set Scale of Input Value																																																																																																																						
Upper [EU(100%)]	100	%	Loaded																																																																																																																			
Lower [EU(0%)]	0	%	Loaded																																																																																																																			
Unit (Input)	%		Loaded																																																																																																																			
Set Scale of Output Value																																																																																																																						
Upper [EU(100%)]	20	mA	Loaded																																																																																																																			
Lower [EU(0%)]	4	mA	Loaded																																																																																																																			
Unit (Output)	mA		Loaded																																																																																																																			
Advanced																																																																																																																						
Set Fail Safe Values																																																																																																																						
Fail Safe Mode	Actuator goes to fail-safe positio		Loaded																																																																																																																			
Fail Safe Time	0	s	Loaded																																																																																																																			
Fail Safe Value	0	%	Loaded																																																																																																																			
Define Batch Information																																																																																																																						
Batch ID	0		Loaded																																																																																																																			
Batch Unit	0		Loaded																																																																																																																			
Batch Operation	0		Loaded																																																																																																																			
Batch Phase	0		Loaded																																																																																																																			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ

การเชื่อมต่อฟังก์ชันบล็อกควบคุม (Connecting function block)

จ.1 การสร้างและเชื่อมต่อฟังก์ชันระบบควบคุมแบบลูปปิด

เมื่อทราบองค์ประกอบของฟังก์ชันบล็อกทั้งหมด ต่อไปจะนำฟังก์ชันบล็อกทั้งหมดมาเชื่อมต่อกัน เป็นฟังก์ชันระบบควบคุมด้วยโปรแกรม CFC โดยเปิดโปรแกรม S7-CFC จากนั้นทำตามขั้นตอนต่อไปนี้

ลำดับ	ขั้นตอน	รูปภาพประกอบ
1	เปิดหน้าต่างไลบรารี	
2	ลากฟังก์ชันบล็อก Analog Input, Controller, Output ออกมา	
3	เชื่อมต่อบล็อกเข้าอุปกรณ์วัด	

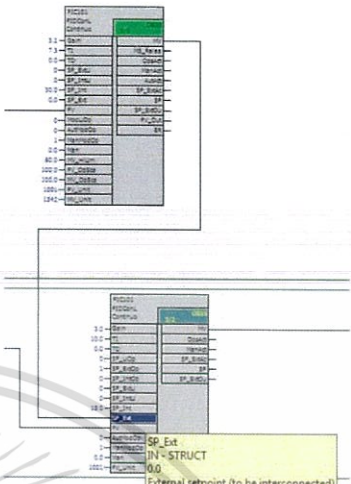
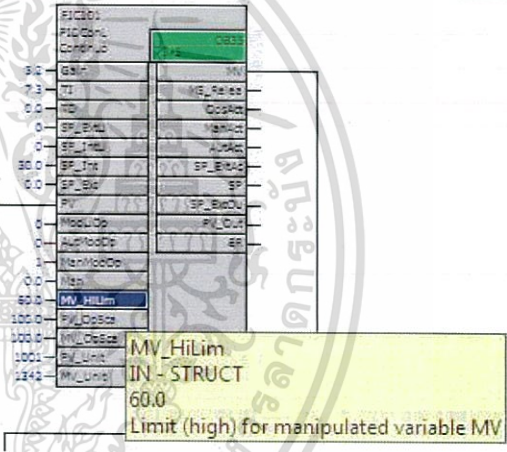
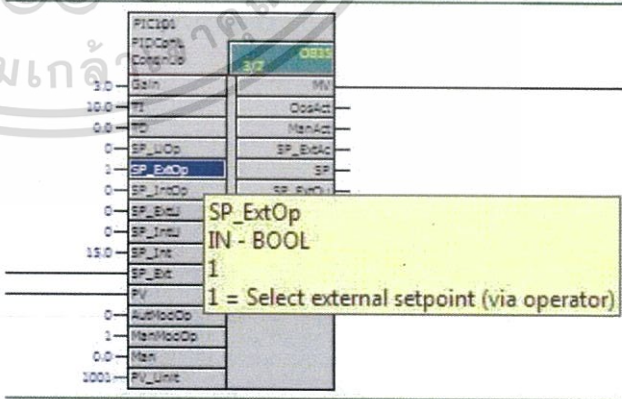
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับ	ขั้นตอน	รูปภาพประกอบ
4	เชื่อมต่อบล็อกเข้าวาล์วควบคุม	
5	ทำการเชื่อมต่อระหว่างบล็อกสำหรับการควบคุมแบบลูปปิด	
6	ทำการกำหนดพารามิเตอร์ของแต่ละฟังก์ชันบล็อก	

จ.2 การสร้างและเชื่อมต่อฟังก์ชันระบบควบคุมแบบคาสเคด

การควบคุมแบบคาสเคดจะต้องทำการเชื่อมต่อตัวควบคุมหลัก (FIC101) และตัวควบคุมรอง (PIC101) เข้าด้วยกันเพื่อส่งค่าตัวแปรดำเนินการของตัวควบคุมหลัก (MV1) ไปเป็นค่าเป้าหมายของตัวควบคุมรอง (PIC101) และกำหนดค่าลิมิตของตัวแปรดำเนินการของตัวควบคุมหลัก (MV1) ดังรูปที่ 5(ค) โดยมีขั้นตอนดังนี้

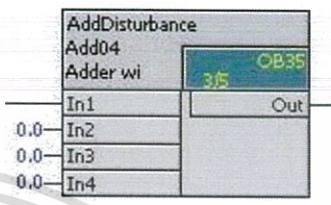

ลำดับ	ขั้นตอน	รูปภาพประกอบ
1	เชื่อมต่อตัวควบคุมหลัก (FIC101) และตัวควบคุมรอง (PIC101) เข้าด้วยกันโดยเชื่อมต่อค่า MV ของตัวควบคุมหลักเข้ากับ SP_Ext ของตัวควบคุมรองเพื่อส่งค่า MV ของตัวควบคุมหลักไปเป็นค่าเป้าหมายของตัวควบคุมรอง	

ลำดับ	ขั้นตอน	รูปภาพประกอบ
2	เชื่อมต่อตัวควบคุมหลัก (FIC101) และตัวควบคุมรอง (PIC101) เข้าด้วยกัน	
3	กำหนดลิมิตของตัวแปรดำเนินการของตัวควบคุมหลัก (FIC101) โดยกำหนดค่าลิมิตสูงสุดของค่าตัวแปรดำเนินการ (MV_HiLim) มีค่าเท่ากับ 60.0% โดยค่าลิมิตนี้จะต้องมีค่าไม่เกินย่านของความดันของกระบวนการซึ่งมีค่าสูงสุด 60 Psi	
4	ตั้งค่าตัวควบคุมรอง (PIC101) ให้ทำการรับค่าเป้าหมายจากตัวควบคุมหลัก (FIC101) โดยตั้งค่า SP_ExOp เป็น 1 เพื่อสั่งให้ตัวควบคุมรอง (PIC101) รับค่าเป้าหมายข้างตัวควบคุมหลัก (FIC101)	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จ.3 การเพิ่มสัญญาณรบกวน (Disturbance) ให้กับระบบ

การเพิ่มสัญญาณรบกวนโดยสร้างจากฟังก์ชันบล็อก จากนั้นทำการเชื่อมต่อกับระบบโดยอ้างอิงตามทฤษฎีระบบควบคุมแบบคาสเคด โดยสัญญาณรบกวนจะเชื่อมต่อกับเอาต์พุตของตัวแปรกระบวนการรอง (PV_Li) และเอาต์พุตที่ได้นำไปเชื่อมต่อกับตัวควบคุมรอง

ลำดับ	ขั้นตอน	รูปภาพประกอบ
1	เพิ่มฟังก์ชันบล็อกที่ใช้ในการสร้างสัญญาณรบกวน	
2	เชื่อมต่อระหว่างฟังก์ชันบล็อกที่ทำหน้าที่สร้างการรบกวนกับฟังก์ชันบล็อก PT 101 และ PIC 101	

ภาคผนวก ฉ

ไลบรารี (Libraries)

ฉ.1 การศึกษาฟังก์ชันการทำงานของไลบรารี

ก่อนการเลือกฟังก์ชันบล็อกไปทำการออกแบบการควบคุม นั้นต้องทราบรายละเอียดฟังก์ชันการทำงานของแต่ละฟังก์ชันบล็อก เพื่อทำการออกแบบการควบคุมได้เหมาะสม ซึ่งรายละเอียดของแต่ละฟังก์ชันบล็อกมีดังนี้

ฉ.1.1 Channel

ฟังก์ชันบล็อก	รายละเอียด
Pcs7DiOu	บล็อกที่รับสัญญาณค่าเอาต์พุตแบบดิจิตอลจาก S7-300/400
Pcs7DiIT	บล็อกที่รับสัญญาณค่าอินพุตแบบดิจิตอลจาก S7-300/400 โดยมีเวลากำกับ
Pcs7DiIn	บล็อกที่รับสัญญาณค่าอินพุตแบบดิจิตอลจาก S7-300/400
Pcs7AnOu	บล็อกที่รับสัญญาณค่าเอาต์พุตแบบแอนาล็อกจาก S7-300/400
Pcs7AnIn	บล็อกที่รับสัญญาณค่าอินพุตแบบแอนาล็อกจาก S7-300/400
FbDiOu	บล็อกที่รับสัญญาณค่าเอาต์พุตแบบดิจิตอลของfield device (PROFIBUS PA)
FbDiIn	บล็อกที่รับสัญญาณค่าอินพุตแบบดิจิตอลของfield device (PROFIBUS PA)
FbAnOu	บล็อกที่รับสัญญาณค่าเอาต์พุตแบบแอนาล็อกของfield device (PROFIBUS PA)
FbAnIn	บล็อกที่รับสัญญาณค่าอินพุตแบบแอนาล็อกของfield device (PROFIBUS PA)

ฉ.1.2 COMP_FUNC

ฟังก์ชันบล็อก	รายละเอียด
NOTIFY_8P	บล็อกที่จะส่งข้อความขึ้นจอแสดงผลซึ่งสามารถสร้างข้อความได้ถึง 8 สัญญาณ (ต้องมีการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์แสดงผล)
ALARM_8P	บล็อกที่ส่งสัญญาณเตือนป้องกัน ซึ่งสามารถรับสัญญาณที่จะแจ้งเตือนได้ถึง 8 สัญญาณ

ฉ.1.3 Control

ฟังก์ชันบล็อก	รายละเอียด
SplRange	บล็อกที่แยกสัญญาณเอาต์พุตของ PID Controller ที่ออกมาได้ 2 สัญญาณ
Ratio	บล็อกที่สร้าง ratio control เพื่อเป็น set point ของ controller
PIDStep	บล็อก PID Controller ที่มีสัญญาณเอาต์พุตเป็นไบนารี
PIDConR	บล็อก PID Controller ที่มีสัญญาณเอาต์พุตเป็นสัญญาณต่อเนื่อง โดยสามารถรีเซทจากภายนอกได้
PIDConL	บล็อก PID Controller ที่มีสัญญาณเอาต์พุตเป็นสัญญาณต่อเนื่อง
ModPreCon	บล็อกที่ใช้กับการควบคุมที่มีค่าเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่องจากสัญญาณรบกวน

เอกสารนี้เป็นทรัพย์สินทางปัญญาของ Siemens AG ในเยอรมนี การนำเอกสารนี้ไปใช้โดยไม่ได้รับอนุญาตจาก Siemens AG เป็นสิ่งผิดกฎหมาย

แม้ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

GainSched	บล็อกที่ใช้กับการเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่องของค่าพารามิเตอร์ใน PID Controller ในกระบวนการที่ไม่เป็นเส้นตรง
FmTemp	บล็อกที่ใช้ร่วมกับ FM 355-2 โมดูลตัวควบคุมอุณหภูมิ
FmCont	บล็อกที่ใช้ร่วมกับ FM 355 โมดูลตัวควบคุม
ConPerMon	บล็อกที่ใช้สังเกตรูปแบบการควบคุมที่มีการป้องกันแก้ไขปัญหาอย่างเร่งด่วน

ฉ.1.4 Convert

ฟังก์ชันบล็อก	รายละเอียด
StruScOu	บล็อกที่รวมข้อมูลสองค่าลงใน display (ข้อมูลชนิด REAL)
StruScIn	บล็อกที่แยกข้อมูลจากจอแสดงผลเป็นข้อมูลสองค่าชนิด REAL
StruDiOu	บล็อกที่รวมข้อมูลชนิด BOOL ลงในค่าไบนารี process value
StruDiln	บล็อกที่แยกข้อมูลของไบนารี process value เป็นข้อมูลชนิด BOOL ต่างๆ
StruAnOu	บล็อกที่รวมข้อมูลชนิด REA ลงในค่าแอนาล็อก process value
StruAnIn	บล็อกที่แยกข้อมูลของแอนาล็อก process value เป็นข้อมูลชนิด REAL ต่างๆ
STOu	บล็อกที่รวมแต่ละค่าของสัญญาณไบนารีเป็นสถานะของสัญญาณ
STIn	บล็อกที่แยกสถานะของสัญญาณเป็นค่าไบนารีบนจอแสดงผล
MSTOu	บล็อกที่รวมแต่ละค่าของสถานะบนจอแสดงผลเป็นสถานะของผู้ใช้งาน
MSTIn	บล็อกที่แยกสถานะของผู้ใช้งานเป็นแต่ละค่าของสถานะบนจอแสดงผล

ฉ.1.5 Count

ฟังก์ชันบล็อก	รายละเอียด
CountScL	บล็อกที่มีการนับขึ้นหรือนับลงของค่าสัญญาณไบนารีอินพุต
CountOh	บล็อกที่มีการคำนวณของเวลาทำงาน

ฉ.1.6 Dosage

ฟังก์ชันบล็อก	รายละเอียด
DoseL	บล็อกที่มีการวัดและติดตามอัตราการไหลทั้งแบบหยابและละเอียด

ฉ.1.7 DP

ฟังก์ชันบล็อก	รายละเอียด
RDREC	บล็อกที่สามารถอ่านข้อมูลที่เก็บรวบรวมในโมดูลศูนย์กลาง rack (PROFIBUS DP หรือ PROFINET IO)
WRREC	บล็อกนี้สามารถโอนถ่ายข้อมูลที่เก็บรวบรวมไปยัง DP Slave หรืออุปกรณ์ PROFINET IO

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฉ.1.8 Drives

ฟังก์ชันบล็อก	รายละเอียด
VlvL	บล็อกที่มีการควบคุมค่าในสองตำแหน่ง (เปิด/ปิด)ให้อยู่ในตำแหน่งที่ปลอดภัย
Vlv2WayL	บล็อกที่มีการควบคุมค่าที่หลากหลายโดยมี 3 ตำแหน่ง คือตำแหน่ง 0 (ตำแหน่งปลอดภัย) ตำแหน่ง 1 หรือตำแหน่ง 2
MotSpdL	บล็อกที่มีการควบคุมมอเตอร์ที่มีสองความเร็ว
MotSpdCL	บล็อกที่มีการควบคุมมอเตอร์ที่มีสองทิศทางของการหมุนและมีการเปลี่ยนแปลงความเร็ว
MotRevL	บล็อกที่มีการควบคุมมอเตอร์ที่สามารถรีเวิร์สกลับและสามารถมีอินพุตได้หลายค่า
MotL	บล็อกที่มีการควบคุมมอเตอร์โดยมีสัญญาณควบคุมเพียงหนึ่งสัญญาณ
VlvMotL	บล็อกที่มีการควบคุมค่าของมอเตอร์

ฉ.1.9 LogicAn

ฟังก์ชันบล็อก	รายละเอียด
SelA16In	บล็อกที่มีการเลือก 1 ใน 16 ของค่าแอนาล็อกอินพุตเพื่อเป็นค่าเอาต์พุต
SelA02In	บล็อกที่มีการเลือก 1 ใน 2 ของค่าแอนาล็อกอินพุตเพื่อเป็นค่าเอาต์พุต
RateLim	บล็อกที่มีการกำหนดลิมิตของแนวโน้มสัญญาณแอนาล็อก
MuxAN03	บล็อกที่มีการเลือก 1 ใน 3 ของค่าแอนาล็อกอินพุตเพื่อค่าที่เหมาะสมกว่าค่าก่อน
Limit	บล็อกที่มีการกำหนดค่าลิมิตของค่าแอนาล็อก

ฉ.1.10 Report

ฟังก์ชันบล็อก	รายละเอียด
EventTs	บล็อกที่เชื่อมโยงกับบล็อกโปรแกรมควบคุมและสามารถตรวจสอบได้ถึง 8 สัญญาณที่แตกต่างกัน
EventNck	บล็อกที่ใช้ในการส่ง output ได้พร้อมกัน 8 ข้อความ โดยไม่จำเป็นต้องมีการยอมรับ
Event	บล็อกที่ใช้ในการส่ง output ได้พร้อมกัน 8 ข้อความ โดยไม่จำเป็นต้องมีการยอมรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฉ.1.11 Operate

ฟังก์ชันบล็อก	รายละเอียด
OpTrig	บล็อกที่ใช้ดำเนินการควบคุมปุ่มกดเดียว (เทียบเท่ากับการกดปุ่ม Reset)
OpDi03	บล็อกที่ค่าดิจิตอลซึ่งจัดการที่ 3 ค่า output ที่เป็นไปได้ โดยเชื่อมต่อกับโครงข่ายหรือผ่านทางหน้าจอ
OpDi01	บล็อกที่ค่าดิจิตอลถูกจัดการโดยเชื่อมต่อโครงข่ายหรือผ่านทางหน้าจอ
OpAnL	บล็อกที่ใช้ตรวจสอบบล็อกที่เข้ามาภายในหรือภายนอกสัญญาณแอนาล็อกในแง่ของข้อจำกัดที่ input SP_INT หรือ SP_Ext และส่งต่อไปยัง output ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับที่ตั้งค่าป้อนข้อมูล SP_Liop

ฉ.1.12 Monitor

ฟังก์ชันบล็อก	รายละเอียด
MonDil	บล็อกที่ใช้ตรวจสอบกระบวนการที่มีการสั้น และรายงานค่าสัญญาณการสั้นที่มีการสร้างขึ้นภายในระยะเวลาที่กำหนด
MonDi08	บล็อกที่ใช้ตรวจสอบได้ถึง 8 แถบ ซึ่งการสั้นร่วมด้วย
MonAnL	บล็อกที่ใช้ตรวจสอบแท็กกระบวนการแบบแอนาล็อก และข้อจำกัดที่สอดคล้องกัน
AV	บล็อกที่ต้องเชื่อมต่อกับบล็อกโปรแกรมควบคุม และตรวจสอบค่าแอนาล็อกเพิ่มเติม

ฉ.1.13 System

ฟังก์ชันบล็อก	รายละเอียด
ShRilnt64	บล็อกนี้ถูกใช้โดย PIDConR สำหรับคำนวณความถูกต้อง 2 ครั้ง (รูปแบบ 64 บิต)
ShLeInt64	บล็อกนี้ถูกใช้โดย PIDConR สำหรับคำนวณความถูกต้อง 2 ครั้ง (รูปแบบ 64 บิต)
SelST16	บล็อกนี้ถูกใช้โดย technological blocks ซึ่งแก้ไข Output ของสถานะสัญญาณ
RealToR64	บล็อกที่ใช้สำหรับแปลง 32 เป็น 64
R64ToReal	บล็อกที่ใช้สำหรับแปลง 64 เป็น 32
PIDKernR	บล็อกที่ใช้สำหรับใช้คำนวณตัวแปรควบคุมใน PIDConR
PIDCoefR	บล็อกที่ใช้สำหรับใช้คำนวณค่าสัมประสิทธิ์ของสมการความแตกต่างโดยสั้นเข้าเวลาสำหรับ PIDConR จากการป้อนพารามิเตอร์เวลาต้อนรับ
NegR64	บล็อกที่ใช้สำหรับการปฏิเสธของตัวแปลง Real 64
NegInt64	บล็อกที่ใช้สำหรับการปฏิเสธของตัวแปลง Real 64
Int64ToDi	บล็อกที่ใช้สำหรับแปลงจาก Int64 เป็น DINT
DiToInt64	บล็อกที่ใช้สำหรับแปลงจาก DINT เป็น Int64
AddR64	บล็อกที่ใช้สำหรับเพิ่มตัวแปรนอกเหนือจาก 64 bit Real
AdInt64	บล็อกที่ใช้สำหรับเพิ่มตัวแปรนอกเหนือจาก 64 bit Real

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฉ.1.14 Math

ฟังก์ชันบล็อก	รายละเอียด
Sub02	บล็อกที่ใช้สำหรับหักลบค่าโดยค่าหนึ่ง และแสดงผลออกมา
Smooth	บล็อกที่ช่วยกรองสัญญาณรบกวนที่มีความถี่สูงออกในการว่าสัญญาณ
Polygon	บล็อกที่ใช้สำหรับแปลงสัญญาณ input ตามลักษณะที่ไม่เป็นเชิงเส้น
Mul08	บล็อกที่สามารถคำนวณได้ถึง 8 ค่า และแสดงผลออกมาเป็นเอาต์พุต
Mul04	บล็อกที่สามารถคำนวณได้ถึง 4 ค่า และแสดงผลออกมาเป็นเอาต์พุต
MeanTime	บล็อกที่ใช้สำหรับคำนวณเวลาตามค่าเฉลี่ยของสัญญาณแอนาล็อกก่อนหน้านี้
Integral	บล็อกที่สามารถนำมาใช้เป็นส่วนหนึ่งของการออกแบบการควบคุมแบบ closed-loop
Div02	บล็อกที่ใช้สำหรับแบ่งค่าโดย out = In1/In2
Derivative	บล็อกที่ใช้เป็นส่วนหนึ่งของการออกแบบ closed-loop controller ซึ่งได้รับอนุพันธ์ของสัญญาณ ตามกราฟฟูรีเยร์เหลี่ยมคางหมู
DeadTime	บล็อกที่ทำให้สัญญาณ output ล่าช้า ซึ่งกำหนดเวลาโดยผู้ใช้
Average	บล็อกที่ใช้คำนวณเวลาตามค่าเฉลี่ยของค่าแอนาล็อก ตามเวลาที่สั้นสุดตั้งแต่เริ่มต้น
Add08	บล็อกที่สามารถคำนวณผลรวมได้ถึง 8 ค่า
Add04	บล็อกที่สามารถคำนวณผลรวมได้ถึง 4 ค่า

ฉ.1.15 LogicDi

ฟังก์ชันบล็อก	รายละเอียด
Or08	บล็อกที่ใช้รวมจาก 8 ค่าอินพุตที่ป้อนเข้าไป จะถูกรวบรวมเป็น output เดียวกัน
Or04	บล็อกที่ใช้รวมจาก 4 ค่าอินพุตที่ป้อนเข้าไป จะถูกรวบรวมเป็น output เดียวกัน
Not01	บล็อกที่ใช้แปลงสัญญาณโลบารีจากอินพุตและแสดงผลเป็น output
And08	บล็อกที่ใช้รวมจาก 8 ค่า input จะถูกรวมเป็น output เดียวกันโดยใช้ AND function โดยใช่เมื่อจะเริ่มต้นหรือหยุดการทำงานอุปกรณ์เมื่อมีสัญญาณที่เข้ามาเหมือนกัน
And04	บล็อกที่ใช้รวมจาก 4 ค่า input จะถูกรวมเป็น output เดียวกันโดยใช้ AND function โดยใช่เมื่อจะเริ่มต้นหรือหยุดการทำงานอุปกรณ์เมื่อมีสัญญาณที่เข้ามาเหมือนกัน

ฉ.1.16 Generator

ฟังก์ชันบล็อก	รายละเอียด
NoiseGen	บล็อกที่ใช้สร้างสัญญาณรบกวน ใช้เพื่อสถิติตั้งอย่างเพื่อจำลองให้สัญญาณตอบสนองตามธรรมชาติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

การปรับแต่งค่าพารามิเตอร์ของตัวควบคุมแบบอัตโนมัติ (PID Autotune Method)

ข.1. PCS7 – PID Tuner

มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

ลำดับ	ขั้นตอน	รูปภาพประกอบ
1	เลือกฟังก์ชันบล็อกตัวควบคุมที่จะทำการออโต้จูน โดยตั้งค่า OptimEn เป็น 1	
2	ทำการเรียกคำสั่งออโต้จูน โดยคลิก Edit >> Optimize PID Controller	
3	เมื่อเรียกคำสั่งจะปรากฏดังรูปภาพ และคลิก Start Controller Optimization เพื่อเริ่มการออโต้จูน	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับ	ขั้นตอน	รูปภาพประกอบ
4	เลือกลักษณะการควบคุม ขึ้นอยู่กับค่าที่วัดได้นั้นจะเข้าสู่ค่าคงที่หลังจากมีการปรับ MV หรือไม่ ถ้าใช่คือกระบวนการมีการควบคุมตนเอง(Without integral action) เมื่อเลือกเสร็จจึงคลิก Next	
5	เลือกโหมดการทำงานและกำหนดค่าเป้าหมายเริ่มต้น แล้วคลิก Next	
6	ในโหมดการทำงานอัตโนมัติจะมีเปลี่ยนค่าเป้าหมาย ดังนั้นจึงต้องกำหนดค่าเป้าหมายใหม่ เสร็จแล้วจึงคลิก Next	

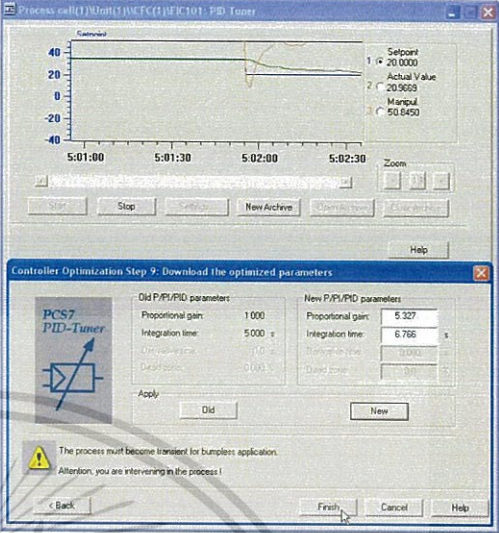
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับ	ขั้นตอน	รูปภาพประกอบ
7	ระบบกำลังทำการปรับค่าพารามิเตอร์	
8	เลือกว่าจะยังคงใช้ค่าเป้าหมายใหม่อยู่หรือไม่ จากนั้นคลิก Next	
9	เลือกว่าตัวควบคุมใช้งานกับแบบใด ระหว่างตอบสนองต่อสัญญาณรบกวนได้ดี หรือตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงค่าเป้าหมายได้ดี จากนั้นคลิก Next	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับ	ขั้นตอน	รูปภาพประกอบ
10	กราฟแสดงค่าที่วัดได้และค่า MV ที่ได้จากการปรับแต่งพารามิเตอร์	
11	แสดงผลลัพธ์ของการออโต้จูนคือมีพารามิเตอร์ของกระบวนการและพารามิเตอร์ของตัวควบคุมทั้ง PID, PI, P	
12	หากกด Simulate จะทำการจำลองว่าตัวควบคุมสามารถปรับค่าให้อยู่ในช่วงที่ต้องได้หรือไม่ ซึ่งจะปรากฏเป็นกราฟของค่าที่วัดและค่า MV ที่เกิดการรบกวนขึ้น จากนั้นคลิก Next	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับ	ขั้นตอน	รูปภาพประกอบ
13	เลือกว่าจะใช้ค่าพารามิเตอร์ตัวควบคุมแบบเก่าหรือใหม่ จากนั้นคลิก Finish	

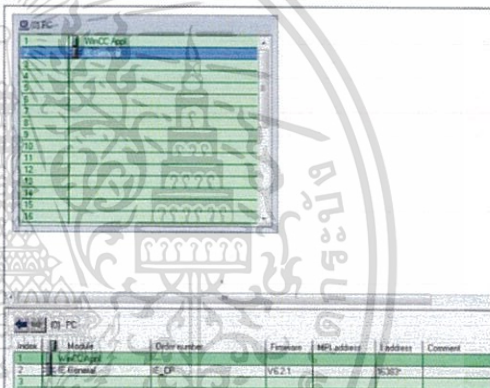
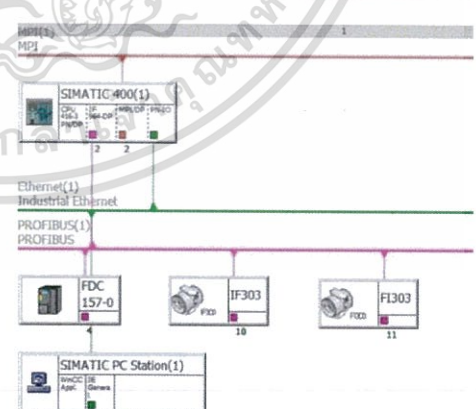
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

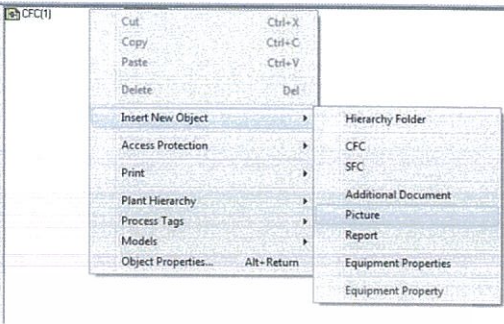
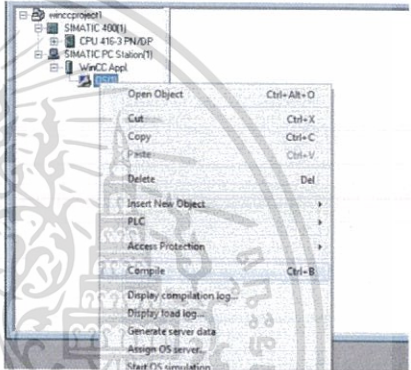
การตั้งค่าการเชื่อมต่อระหว่าง Human Machine Interface (HMI) กับ SIMATIC PCS7

ข.1 การตั้งค่าในโปรแกรม SIMATIC PCS7

การเชื่อมต่อระหว่าง Human Machine Interface (HMI) กับ SIMATIC PCS7 นั้นต้องทำการตั้งค่าที่โปรแกรม SIMATIC MANAGER ก่อน เพื่อที่จะทำให้ HMI ได้รู้จักกับ SIMATIC PCS7 โดยมีขั้นตอน การทำ Hardware Configuration ของ SIMATIC PC Station, การเพิ่มภาพ และ Compile SIMATIC PC Station ดังนี้

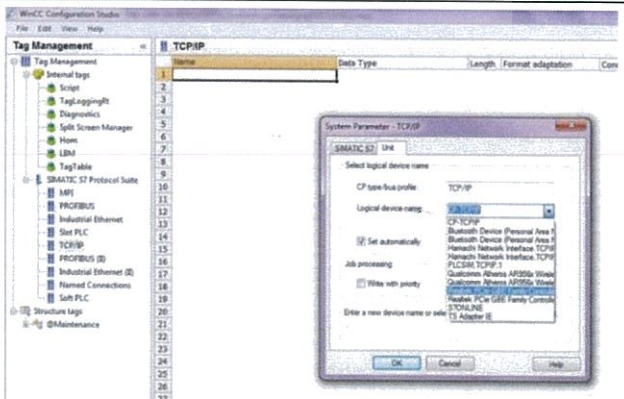
ลำดับ	ขั้นตอน	รูปภาพประกอบ																												
1	ทำ Hardware Configuration ใน SIMATIC PC Station	 <table border="1"> <thead> <tr> <th>Index</th> <th>Module</th> <th>Order number</th> <th>Function</th> <th>MPI address</th> <th>I address</th> <th>Comment</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>PS 307 5A</td> <td>6ES7 307-1EA00-0AB0</td> <td>PS</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>CPU 314C-2 DP</td> <td>6ES7 314-6CG03-0AB0</td> <td>CPU</td> <td>2</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>DI16/DO16</td> <td>6ES7 312-1CG02-0AB0</td> <td>DI/DO</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Index	Module	Order number	Function	MPI address	I address	Comment	1	PS 307 5A	6ES7 307-1EA00-0AB0	PS				2	CPU 314C-2 DP	6ES7 314-6CG03-0AB0	CPU	2			3	DI16/DO16	6ES7 312-1CG02-0AB0	DI/DO			
Index	Module	Order number	Function	MPI address	I address	Comment																								
1	PS 307 5A	6ES7 307-1EA00-0AB0	PS																											
2	CPU 314C-2 DP	6ES7 314-6CG03-0AB0	CPU	2																										
3	DI16/DO16	6ES7 312-1CG02-0AB0	DI/DO																											
2	การเชื่อมต่อหลังทำ Hardware Configuration																													

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

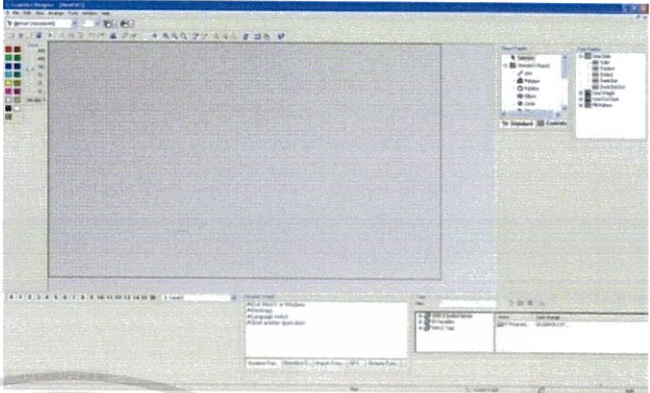
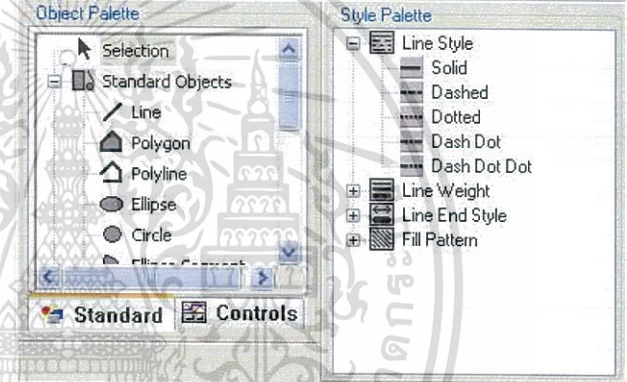
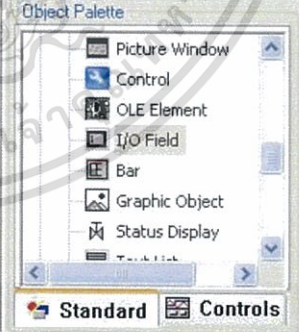
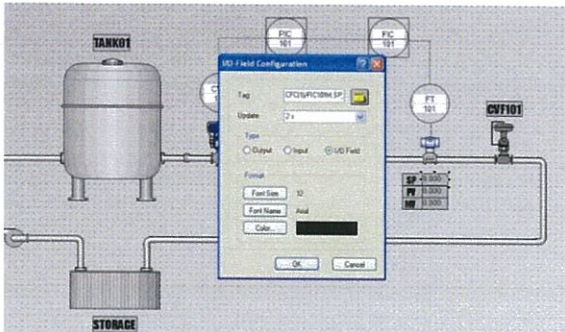
ลำดับ	ขั้นตอน	รูปภาพประกอบ
3	เพิ่มภาพในหน้าต่าง Plant View	
4	ทำการ Compile SIMATIC PC Station	

ข.2 การตั้งค่าและการสร้างรูปในโปรแกรม WinCC

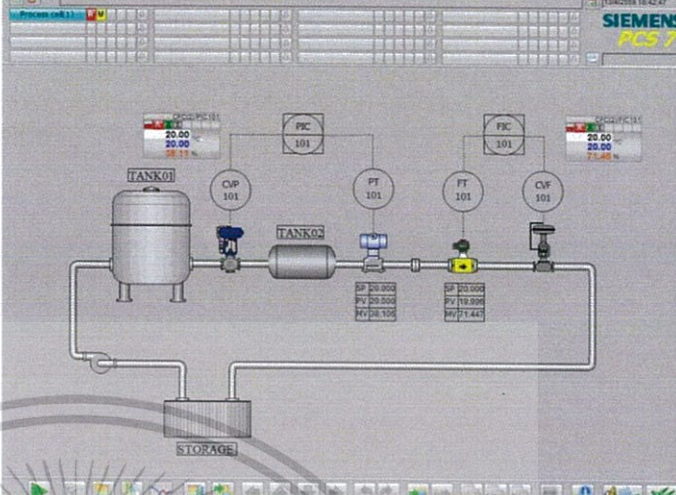
หลังจากที่ตั้งค่าในโปรแกรม SIMATIC MANAGER เสร็จเรียบร้อยแล้ว ก็จะมาตั้งค่าที่โปรแกรม WinCC เพื่อให้โปรแกรมได้รู้จักกับอุปกรณ์ที่เราใช้ในการเชื่อมต่อ จากนั้นจึงเริ่มทำการสร้าง รูปขึ้นมา เสมือนเป็นการจำลองภาพของ Plant Model เพื่อใช้ในการ Monitoring และการ Operating มีลำดับดังนี้

ลำดับ	ขั้นตอน	รูปภาพประกอบ
1	ทำการเปลี่ยน Logical device name ตามรุ่นของอุปกรณ์ LAN ที่ใช้งาน	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับ	ขั้นตอน	รูปภาพประกอบ
2	สร้างรูปขึ้นมาที่ทำหน้าที่เสมือนเป็นการจำลองภาพ ของ Plant Model เพื่อใช้ในการ Monitoring ในหน้า Graphics Designer	
3	สร้างรูปตามที่เราต้องการโดยใช้เครื่องมือที่มีให้อยู่ใน Library	
4	เลือก I/O Field เพื่อทำการเชื่อมต่อกับ Tag	
5	เลือก Tag ให้ตรงกับค่าที่ต้องการจะแสดงใน I/O Field	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับ	ขั้นตอน	รูปภาพประกอบ
6	Activate Runtime เพื่อทำการ Monitoring และ การ Operating	



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้