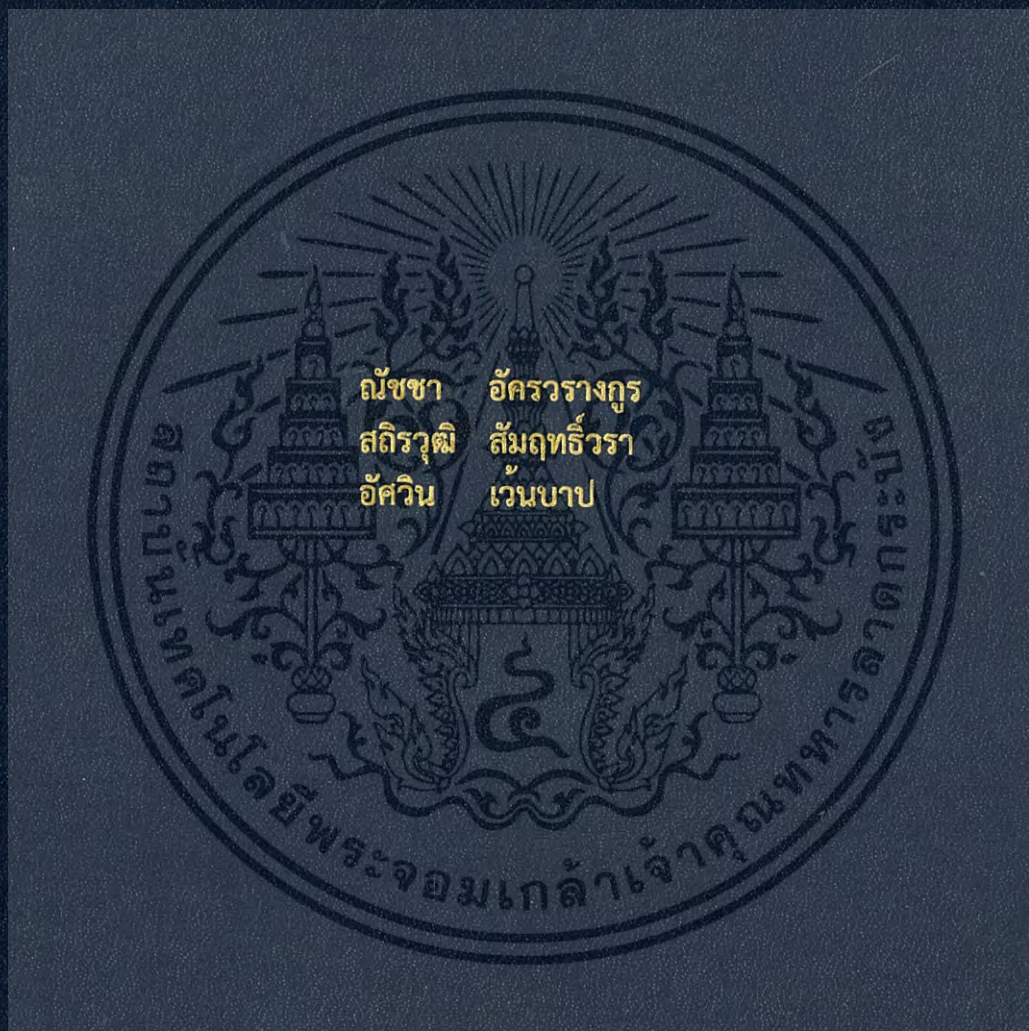


การออกแบบระบบควบคุมแบบคาสแคด-พีไอแบบปรับตัวเองด้วย
ฟัซซี่บนระบบควบคุมกระจายส่วน : พีซีเอส 7
FUZZY SELF-ADAPTIVE PI-CASCADE CONTROL SYSTEM DESIGN
ON DISTRIBUTED CONTROL SYSTEM PCS 7



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมการวัดคุม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2560

การออกแบบระบบควบคุมแบบคาสแคด-พีไอแบบปรับตัวเองด้วย
ฟัซซี่บนระบบควบคุมกระจายส่วน : พีซีเอส 7
FUZZY SELF-ADAPTIVE PI-CASCADE CONTROL SYSTEM DESIGN
ON DISTRIBUTED CONTROL SYSTEM PCS 7



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมการวัดคุม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2560

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FUZZY SELF-ADAPTIVE PI-CASCADE CONTROL SYSTEM DESIGN
ON DISTRIBUTED CONTROL SYSTEM PCS 7



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 2017

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2560
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองปริญญานิพนธ์

หัวข้อปริญญานิพนธ์ การออกแบบระบบควบคุมแบบคาสแคด-พีไอแบบปรับตัวเองด้วยฟัซซี่
บนระบบควบคุมกระจายส่วน : พีซีเอส 7
FUZZY SELF-ADAPTIVE PI-CASCADE CONTROL SYSTEM DESIGN
ON DISTRIBUTED CONTROL SYSTEM PCS 7

นักศึกษาผู้จัดทำ นางสาวณัชชา อัครวรารังกูร รหัสนักศึกษา 57010385
นายสลิรุฒิ สัมฤทธิ์วราร รหัสนักศึกษา 57011297
นายอัศวิน เว้นบาป รหัสนักศึกษา 57011530

ปริญญานิพนธ์ วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา วิศวกรรมการวัดคุม
ปีการศึกษา 2560

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์	ลายมือชื่อ
รองศาสตราจารย์สักรียา ชิตวงศ์	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	การออกแบบระบบควบคุมแบบคาสแคด-พีโอแบบปรับตัวเองด้วยฟัซซี่ บนระบบควบคุมกระจายส่วน : พีซีเอส 7 FUZZY SELF-ADAPTIVE PI-CASCADE CONTROL SYSTEM DESIGN ON DISTRIBUTED CONTROL SYSTEM : PCS7		
นักศึกษาผู้จัดทำ	นางสาวณัชชา	อัศวรางกูร	รหัสนักศึกษา 57010385
	นายสิทธิรุฒิ	สัมฤทธิ์ธรร	รหัสนักศึกษา 57011297
	นายอัศวิน	เว้นบาป	รหัสนักศึกษา 57011530
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์สักรียา ชิตวงศ์		
ปีการศึกษา	2560		

บทคัดย่อ

ในการศึกษานี้ได้ทำการศึกษาวิธีการควบคุมอัตราการไหลของน้ำและความดันในกระบวนการโดยออกแบบระบบควบคุมแบบคาสแคด-พีโอ และใช้ตัวควบคุมแบบฟัซซี่ ซึ่งทำการออกแบบและพัฒนาตัวควบคุมแบบฟัซซี่ โดยใช้ซอฟต์แวร์สำเร็จรูป FuzzyControl++ และพัฒนาโปรแกรมควบคุมและติดต่อผู้ใช้งานบนระบบควบคุมแบบกระจายส่วนของบริษัทซีเมนส์รุ่น S7-400 นั้นเป็นตัวประมวลผล ร่วมกับซอฟต์แวร์ที่ชื่อ SIMATIC Manager PCS7 Version 7.1 เพื่อใช้ในการควบคุมอุปกรณ์การวัดโดยใช้วาล์วควบคุมเป็นตัวควบคุมอัตราไหลและความดัน ใช้ตัววัดความดันแบบรับแรงกดและใช้ตัววัดอัตราไหลแบบสนามแม่เหล็กไฟฟ้าเลือกใช้ในการติดต่อสื่อสารระหว่างตัวควบคุมและอุปกรณ์วัดต่างๆด้วยการสื่อสารแบบโปรฟิบัติพีและโปรฟิบัติพีเอ จากการทดลองเมื่อทำการเปลี่ยนแปลงค่าพารามิเตอร์ของกระบวนการในระบบการประยุกต์ใช้งานการออกแบบระบบควบคุมแบบคาสแคด-พีโอแบบปรับตัวเองด้วยฟัซซี่บนระบบควบคุมกระจายส่วนพีซีเอส 7 จะสามารถช่วยให้ระบบควบคุมมีผลตอบสนองเป็นไปตามค่าเป้าหมายที่ต้องการ มีผลตอบสนองที่รวดเร็วรวมทั้งสามารถแสดงผลและควบคุมผ่านโปรแกรมติดต่อผู้ใช้งานได้อย่างถูกต้องจึงสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานจริงในงานอุตสาหกรรมต่างๆ เพื่อพัฒนาระบบควบคุมให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

Thesis Title	FUZZY SELF-ADAPTIVE PI-CASCADE CONTROL SYSTEM DESIGN ON DISTRIBUTED CONTROL SYSTEM: PCS7	
Authors	Ms.Natcha	Arkarawarangkul
	Mr.Satirawut	Samritwara
	Mr.Autsawin	Venbarp
Thesis Advisor	Assoc. Prof. Sakreya	Chitwong
Year	2017	

ABSTRACT

In this study, we studied the method of controlling the flow rate of water and the process pressure. Cascade control system - PI is designed and fuzzy control is used. The industrial software, namely Fuzzy Control++, is used on the design and development procedure of fuzzy controller. Control program and user interface are developed on distributed control systems PCS7. Hardware Siemens S7 - 400 is a processor. A control valve is used as flow and pressure control. While a Pressure transmitter and a magnetic flow meter are used as flow rate and pressure measurement. Communication between the controller and field instrument with the PROFIBUS PA and PROFIBUS DP. Experiment is performed by changing the process parameters in the system for implementing fuzzy self-adaptive PI-cascade control system design on the distributed control system PCS 7 to improve respond of the control system to process value. It can be displayed and controlled through the user interface program correctly in order to apply to the actual work in various industries at order to developing a more effective control system.

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปตามความหวังของคณะผู้จัดทำ เนื่องมาจากความเมตตา
กรุณาของ รศ. สักกรียา ชิตวงศ์ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาและควบคุมการดำเนินโครงการงาน

ขอกราบขอบพระคุณท่านอาจารย์ ที่กรุณารับเป็นที่ปรึกษาและเสียสละเวลาอันมีค่า ในการให้
คำแนะนำเกี่ยวกับหัวข้อวิทยานิพนธ์ แนวคิดในการทำวิทยานิพนธ์ แนวทางในการเขียนปริญญานิพนธ์
ตรวจสอบข้อบกพร่องต่าง ๆ ตลอดจนคำแนะนำทางวิชาการที่ดีเสมอมา

ขอขอบคุณหลักสูตรวิศวกรรมการวัดคุม รวมทั้งห้องปฏิบัติการวิศวกรรมการวัดคุม ที่ใช้ในการ
ทดลองโครงการงานจนกระทั่งสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และครอบครัวที่ช่วยสนับสนุนกำลังใจในการ
จัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้และเป็นกำลังใจให้กับบุตรจนกระทั่งสำเร็จการศึกษาสมความตั้งใจ

คณะผู้จัดทำ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	I
ABTRACT	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VII
สารบัญรูป	VIII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญ	1
1.2 หลักการและเหตุผล	1
1.3 วัตถุประสงค์	1
1.4 ขอบเขต	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้องการควบคุมแบบคาสแคด-ฟuzzyปรับตัวเองด้วยฟuzzy.....	3
2.1 ความหมายของระบบควบคุม	3
2.2 การควบคุมแบบฟuzzy	4
2.2.1 ตัวควบคุมแบบสัดส่วน	4
2.2.2 ตัวควบคุมแบบปริพันธ์	4
2.2.3 ตัวควบคุมแบบอนุพันธ์	5
2.3 ทฤษฎีระบบควบคุมแบบคาสแคด (Cascade Control)	5
2.4 ทฤษฎีฟuzzyลอจิก	6
2.4.1 นิยามเบื้องต้นของฟuzzyเซต	8
2.4.2 ฟuzzyลอจิกกับการควบคุม	8
2.4.2.1 การทำฟuzzy (Fuzzification)	8
2.4.2.2 การอนุมาน (Fuzzy Inference)	9
2.4.2.3 การทำดีฟuzzy (Defuzzification)	10

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน.....	11
3.1 โครงสร้างของกระบวนการ.....	11
3.1.1 การเชื่อมต่อทางเครือข่ายของอุปกรณ์ในระบบควบคุม 11	
(Network Communication System)	
3.1.2 แผนผังแสดงรายละเอียดเกี่ยวกับกระบวนการและอุปกรณ์ควบคุมต่างๆ.....	
11 (PROCESS & INSTRUMENT DIAGRAM: P&ID)	
3.1.3 อุปกรณ์ที่ใช้ภายในระบบ.....	13
3.1.3.1 วาล์วควบคุม (Control valve)	13
3.1.3.2 อุปกรณ์วัดความดัน (Pressure transmitter)	15
3.1.3.3 อุปกรณ์วัดอัตราการไหล (Flow Transmitter)	16
3.1.3.4 ตัวควบคุม (Controller).....	17
3.1.3.5 ตัวแปลงสัญญาณระหว่างดีพีและพีเอ (DP/PA Coupler)	17
3.1.3.6 อุปกรณ์แปลงสัญญาณ IF303/FI303.....	18
3.1.4 โปรแกรม SIMATIC PCS7 Version 7.1	18
3.1.5 โปรแกรม Fuzzy Control++	19
3.2 การออกแบบระบบพีซี.....	19
3.3 การควบคุมอัตราการไหล	27
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง	30
4.1 วิธีการทดลอง	30
4.2 ผลการทดลอง.....	30
4.2.1 การเปรียบเทียบผลตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงค่าเป้าหมาย.....	33
ของระบบควบคุม	
4.2.2 การเปรียบเทียบผลตอบสนองต่อสิ่งรบกวนในระบบควบคุม	36
4.3 เขียนโปรแกรมเชื่อมต่อผู้ใช้งานสำหรับการควบคุมกระบวนการ	37

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	40
5.1 สรุปผลการทดลอง	40
5.2 วิเคราะห์ปัญหาและข้อเสนอ	41
บรรณานุกรม	42
ภาคผนวก	43



สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3.1 ข้อมูลของวาล์วควบคุม (Control valve) ยี่ห้อ SAMSON รุ่น 3271.....	13
3.2 ข้อมูลของวาล์วควบคุม (Control valve) ยี่ห้อ Research Control Valves.....	14
3.3 ข้อมูลของอุปกรณ์วัดความดัน (Pressure transmitter) ยี่ห้อ Burkert รุ่น 8323.....	15
3.4 ข้อมูลของอุปกรณ์วัดอัตราการไหล (Flow Transmitter) ยี่ห้อ Yokogawa รุ่น AXF.....	16
3.5 กฎการอนุมานพีซีซีในรูปแบบตารางของการควบคุมอัตราไหล.....	27
4.1 ผลทดสอบประสิทธิภาพของระบบควบคุมแบบคาสแคด-พีไอ.....	35
แบบปรับตัวเองด้วยพีซีซี	
4.2 ผลทดสอบประสิทธิภาพของระบบควบคุมแบบคาสแคด-พีไอ.....	35
4.3 ผลตอบสนองต่อสิ่งรบกวนของระบบควบคุมแบบคาสแคด-พีไอ.....	37
แบบปรับตัวเองด้วยพีซีซี	
4.4 ผลตอบสนองต่อสิ่งรบกวนของระบบควบคุมแบบคาสแคด-พีไอ.....	37

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 ภาพตัวอย่างการควบคุมแบบพีไอดี.....	4
2.2 แผนภาพระบบควบคุมของระบบควบคุมแบบคาสแคด.....	5
2.3 ฟังก์ชันและฟังก์ชันการเป็นสมาชิก.....	7
2.4 ระบบควบคุมแบบฟuzzyลอจิก.....	8
2.5 ตัวอย่างฟังก์ชันเซตของอินพุตและกระบวนการฟuzzyฟิเคชัน.....	9
2.6 ตัวอย่างฟังก์ชันเซตของสัญญาณควบคุม.....	9
3.1 การเชื่อมต่อทางเครือข่ายของอุปกรณ์ในระบบควบคุม.....	12
3.2 P&ID ของกระบวนการทั้งหมด.....	12
3.3 วาล์วควบคุม (Control valve) ยี่ห้อ SAMSON รุ่น 3271.....	13
3.4 วาล์วควบคุม (Control valve) ยี่ห้อ Research Control Valves.....	14
3.5 อุปกรณ์วัดความดัน (Pressure transmitter) ยี่ห้อ Burkert รุ่น 8323.....	15
3.6 อุปกรณ์วัดอัตราการไหล (Flow Transmitter) ยี่ห้อ Yokogawa รุ่น AXF.....	16
3.7 ตัวควบคุม (Controller) ยี่ห้อ SIEMENS รุ่น SIMATIC S400-7.....	17
3.8 ตัวแปลงสัญญาณระหว่างดีพีและพีเอ (DP/PA Coupler).....	17
ยี่ห้อ SIEMENS รุ่น FDC157-0	
3.9 อุปกรณ์แปลงสัญญาณ IF303/FI303 (SMAR).....	18
3.10 ระบบฟuzzyที่มี 2 อินพุต และ 3 เอาต์พุตของระบบควบคุม.....	20
3.11 ระดับความเป็นสมาชิกของอินพุต Flow.....	21
3.12 ระดับความเป็นสมาชิกของอินพุต Flow Error.....	21
3.13 ระดับความเป็นสมาชิกของเอาต์พุต $K_p P$	23
3.14 ระดับความเป็นสมาชิกของเอาต์พุต $K_i P$	23
3.15 ระดับความเป็นสมาชิกของเอาต์พุต $K_p F$	24
3.16 ระดับความเป็นสมาชิกของเอาต์พุต $K_i F$	24
3.17 การเชื่อมต่อบนโปรแกรม CFC ของการควบคุมอัตราการไหล.....	28
แบบคาสแคดพีไอแบบปรับตัวเองด้วยฟuzzy	
3.18 บล็อกควบคุมฟuzzyบนโปรแกรม CFC	29
4.1 ผลตอบสนองของกระบวนการควบคุมอัตราการไหลช่วงขาขึ้นช่วงละ 5 l/m.....	31
4.2 ผลตอบสนองของกระบวนการควบคุมอัตราการไหลช่วงขาลงช่วงละ 5 l/m.....	31

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.3	ผลตอบสนองของกระบวนการควบคุมอัตราการไหลช่วงขาขึ้นช่วงละ 10 L/m.....31
4.4	ผลตอบสนองของกระบวนการควบคุมอัตราการไหลช่วงขาลงช่วงละ 10 L/m.....32
4.5	ผลตอบสนองของพารามิเตอร์ในระบบควบคุมแบบคาสแคด-พีโอ.....32 แบบปรับตัวเองด้วยพีซี
4.6	ผลตอบสนองของกระบวนการควบคุมอัตราการไหลช่วงขาขึ้นช่วงละ 5 L/m.....34 ของระบบควบคุมแบบคาสแคด-พีโอ
4.7	ผลตอบสนองของกระบวนการควบคุมอัตราการไหลช่วงขาลงช่วงละ 5 L/m.....34 ของระบบควบคุมแบบคาสแคด-พีโอ
4.8	ผลตอบสนองต่อสิ่งรบกวนของระบบควบคุมแบบคาสแคด-พีโอ.....36 แบบปรับตัวเองด้วยพีซี
4.9	ผลตอบสนองต่อสิ่งรบกวนของระบบควบคุมแบบคาสแคด-พีโอ.....36
4.10	จอแสดงผลเชื่อมต่อผู้ใช้งานในการควบคุมอัตราการไหล.....38
4.11	จอแสดงผลเชื่อมต่อผู้ใช้งานในการควบคุมอัตราการไหล.....38
4.12	จอแสดงผลเชื่อมต่อผู้ใช้งานในการควบคุมอัตราการไหล.....39

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

โครงการนี้จัดทำขึ้นเพื่อศึกษาวิธีการควบคุมแบบคาสแคด-พีโอแบบปรับตัวเองด้วยฟัซซี่ สำหรับควบคุมกระบวนการ โดยการประยุกต์ใช้งานวิธีการควบคุมแบบคาสแคด-พีโอแบบปรับตัวเอง ด้วยฟัซซี่ ด้วยการพัฒนาโปรแกรมควบคุม และโปรแกรมติดต่อผู้ใช้งานบนระบบควบคุมแบบกระจาย ส่วนของบริษัทซีเมนส์ รุ่นพีซีเอส 7 เพื่อทำการทดสอบสมรรถนะของระบบควบคุม และการสั่งงาน ผ่านโปรแกรมติดต่อผู้ใช้งาน พร้อมแสดงค่าต่างๆ

1.2 หลักการและเหตุผล

เนื่องจากการควบคุมกระบวนการในทางอุตสาหกรรม ที่มีจำนวนอินพุต-เอาต์พุต และ ลูปควบคุมเป็นจำนวนมาก อย่างเช่น โรงกลั่นน้ำมัน โรงไฟฟ้า โรงงานปิโตรเคมี ตลอดจนแท่นขุดเจาะ น้ำมันและก๊าซ เป็นต้น ซึ่งมีความสลับ ซับซ้อนมาก ส่วนใหญ่นิยมใช้ระบบควบคุมแบบกระจายส่วน สำหรับควบคุมกระบวนการ เพื่อให้นักศึกษาที่จบการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมการวัดคุม มีองค์ความรู้เกี่ยวกับระบบควบคุมแบบกระจายส่วน ด้วยเหตุผลนี้ จึงจัดทำโครงการศึกษาระบบควบคุม แบบกระจายส่วนของบริษัทซีเมนส์รุ่นพีซีเอส 7 เพื่อให้นักศึกษาเข้าใจโครงสร้างสถาปัตยกรรมของ ระบบควบคุมแบบกระจายส่วน การใช้งานโปรแกรมเซตค่าคอนฟิกของโครงข่าย อุปกรณ์ และตัว ควบคุม เช่น การตั้งค่าคอนฟิกเกี่ยวกับอุปกรณ์อินพุต-เอาต์พุต เป็นต้น การเขียนโปรแกรมลูปควบคุม แบบคาสแคด-พีโอแบบปรับตัวเองด้วยฟัซซี่ เพื่อทำการควบคุมกระบวนการให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด ตลอดจนการพัฒนาโปรแกรมติดต่อผู้ใช้

1.3 วัตถุประสงค์

1. เรียนรู้ใช้งานระบบควบคุมแบบกระจายส่วนของบริษัทซีเมนส์ รุ่นพีซีเอส 7 พร้อมทั้งการใช้งานโปรแกรมออกแบบฟัซซี่ FuzzyControl++
2. ศึกษาวิธีการควบคุมแบบคาสแคด-พีโอแบบปรับตัวเองด้วยฟัซซี่
3. เขียนโปรแกรม CFC และใช้งานโปรแกรม FuzzyControl++ สำหรับพัฒนาระบบควบคุมแบบ คาสแคด-พีโอแบบปรับตัวเองด้วยฟัซซี่ โดยใช้งานระบบควบคุมแบบกระจายส่วนของบริษัท ซีเมนส์รุ่นพีซีเอส7
4. เขียนโปรแกรมติดต่อผู้ใช้งานด้วยโปรแกรม WinCC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ขอบเขต

จัดทำเอกสารเกี่ยวกับการวัดและควบคุมโดยออกแบบกลไกของพีชชีด้วยโปรแกรม FuzzyControl++ พัฒนาโปรแกรมควบคุมกระบวนการด้วยวิธีการควบคุมแบบคาสแคด-พีโอแบบปรับตัวเองด้วยพีชชี ด้วยโปรแกรม CFC พัฒนาโปรแกรมติดต่อผู้ใช้งานด้วยโปรแกรม WinCC และทดสอบระบบควบคุมกระบวนการทั้งหมด เพื่อเก็บผลการควบคุมของระบบ

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เข้าใจวิธีการควบคุมแบบคาสแคด-พีโอแบบปรับตัวเองด้วยพีชชี
2. สามารถพัฒนาระบบควบคุมแบบคาสแคด-พีโอแบบปรับตัวเองด้วยพีชชี ด้วยโปรแกรม CFC และ FuzzyControl++
3. สามารถใช้งานอุปกรณ์วัดที่มีการสื่อสารแบบโปรฟิบบัสพีเอ
4. สามารถพัฒนาโปรแกรมติดต่อผู้ใช้งานด้วยโปรแกรม WinCC
5. สามารถทำเอกสารเกี่ยวกับการวัดและควบคุม
6. สามารถนำความรู้เพื่อการประกอบอาชีพต่อไป

บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้องการควบคุม แบบคาสแคด-พีโอปรับตัวเองด้วยฟuzzy

2.1 ความหมายของระบบควบคุม [1]

ระบบการควบคุม คือ รูปแบบของระบบใดๆ ที่มีการจัดองค์ประกอบต่างๆ ภายในระบบเพื่อให้มีผลตอบสนองของระบบเป็นไปตามที่ต้องการ ส่วนมากอาศัยพื้นฐานทฤษฎีระบบเชิงเส้นมาช่วยในการวิเคราะห์พิจารณาถึงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุผล (Cause effect) ของแต่ละองค์ประกอบของระบบ ซึ่งองค์ประกอบที่สำคัญ 3 ส่วนดังนี้

- 1) วัตถุประสงค์ของการควบคุม (Input)
- 2) กระบวนการ ขั้นตอน หลักที่ใช้ในการควบคุม (Process)
- 3) ค่าที่ได้รับจริง (Output)

ระบบการควบคุมป้อนกลับ (Feedback Control System) คือ ระบบการควบคุมที่รักษาค่าเอาต์พุตได้ใกล้เคียงกับค่าอินพุต โดยมีการเปรียบเทียบสัญญาณทั้งสองนี้ ผลจากการเปรียบเทียบจะเป็นค่าผิดพลาด (Error) ซึ่งเป็นสัญญาณที่ใช้ป้อนเข้าสู่ตัวควบคุม (Controller) ซึ่งประเภทของการควบคุมจะแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

- 1) ระบบควบคุมแบบเปิด (Open-loop control system)

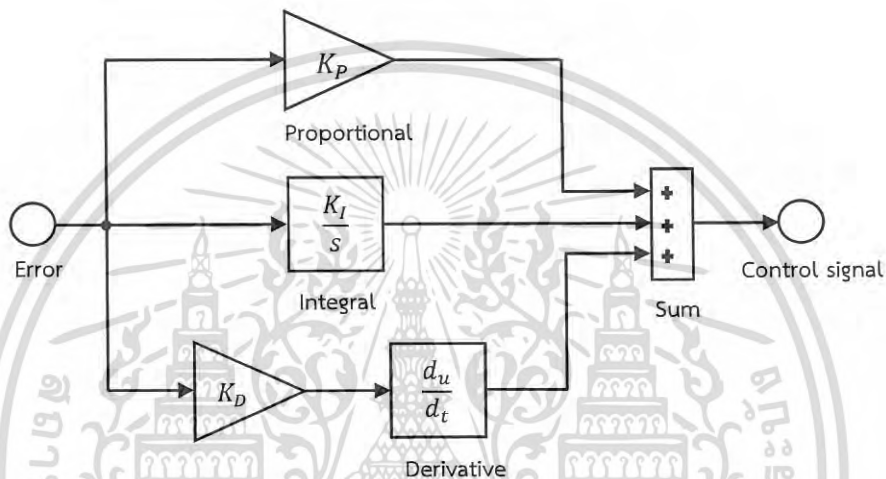
เป็นระบบที่ค่าเอาต์พุตไม่มีผลต่อการควบคุมขบวนการของระบบ คือ ไม่มีการนำเอาค่าเอาต์พุตที่ได้กลับมาเปรียบเทียบกับค่าอินพุตที่ป้อนให้กับระบบ หรือก็คือไม่มีการนำเอาสัญญาณทางด้านเอาต์พุตป้อนกลับทางด้านอินพุต ระบบไม่มีความซับซ้อนใช้กับงานที่ไม่ต้องการความแม่นยำ และเป็นระบบควบคุมที่ประหยัด

- 2) ระบบควบคุมแบบปิด (Closed-loop control system)

เป็นระบบที่นำสัญญาณจากเอาต์พุตของระบบป้อนกลับ มาเปรียบเทียบกับสัญญาณอินพุตที่ป้อนให้กับระบบ ซึ่งผลต่างระหว่างสัญญาณทั้งสองที่นำมาเปรียบเทียบกับนั้น จะเป็นค่าผิดพลาด เพื่อที่จะใช้เป็นสัญญาณป้อนเข้าตัวควบคุม ให้ตัวควบคุม นำไปสร้างสัญญาณควบคุมใหม่ เพื่อลดความผิดพลาดที่เกิดขึ้นในระบบและทำให้เอาต์พุตของระบบเข้าสู่ค่าที่ต้องการ (Set point)

2.2 การควบคุมแบบพีไอดี [2]

ตัวควบคุมแบบพีไอดีเป็นตัวควบคุมแบบป้อนกลับที่ถูกนำมาใช้ในการควบคุมคุณสมบัติของกระบวนการ เช่น อุณหภูมิ, แรงดัน, อัตราการไหล, ระดับความสูงและอื่นๆ เพื่อให้ได้ค่าที่ต้องการ โดยอาศัยค่าความผิดพลาด ระหว่าง คุณสมบัติของกระบวนการกับค่าที่ต้องการ มาคำนวณในสมการพีไอดีเพื่อให้ได้เอาต์พุตไปควบคุมอุปกรณ์ พีไอดีประกอบด้วยสัมประสิทธิ์พื้นฐาน 3 ตัว คือ 1) ตัวควบคุมแบบสัดส่วนหรือตัวควบคุมพี 2) ตัวควบคุมแบบปริพันธ์หรือตัวควบคุมไอ และ 3) ตัวควบคุมแบบอนุพันธ์หรือตัวควบคุมดี โดยแต่ละส่วนคูณด้วยค่าคงที่หรือเรียกว่า “Gain” ดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 ภาพตัวอย่างการควบคุมแบบพีไอดี

2.2.1 ตัวควบคุมแบบสัดส่วน

ตัวควบคุมแบบสัดส่วนหรือตัวควบคุมแบบพี ตัวควบคุมนี้จะขึ้นอยู่กับความแตกต่างระหว่างค่าเป้าหมายและตัวแปรกระบวนการ ความแตกต่างนี้เรียกว่าค่าความผิดพลาด อัตรากำไรตามสัดส่วน (K_C) จะเป็นตัวกำหนดอัตราส่วนของการตอบสนองเอาต์พุตต่อสัญญาณผิดพลาด ยกตัวอย่างเช่นถ้าข้อผิดพลาดมีขนาดเท่ากับ 10 ให้ได้สัดส่วนเป็น 5 จะทำให้เกิดการตอบสนองตามสัดส่วนของ 50 โดยทั่วไปการเพิ่มสัดส่วนจะเพิ่มความเร็วในการตอบสนองต่อระบบควบคุม อย่างไรก็ตามหากได้รับสัดส่วนสูงเกินไปตัวแปรกระบวนการจะเริ่มสั่น ถ้า K_C เพิ่มมากขึ้นการสั่นจะมีขนาดใหญ่ขึ้นและระบบจะกลายเป็นไม่เสถียรและอาจทำให้เกิดการสั่นออกได้

2.2.2 ตัวควบคุมแบบปริพันธ์

ตัวควบคุมแบบปริพันธ์หรือตัวควบคุมแบบไอ เป็นคอมโพเนนต์ส่วนประกอบรวมข้อผิดพลาดในช่วงเวลา ผลที่ได้คือแม้ข้อผิดพลาดเล็กๆ จะทำให้ส่วนประกอบสำคัญเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ การตอบสนองอย่างต่อเนื่องจะเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องตลอดเวลา ยกเว้นข้อผิดพลาดเป็นศูนย์ ดังนั้นผลกระทบคือการขยับความผิดพลาดไปสู่สถานะเป็นศูนย์ ข้อผิดพลาด สภาวะคงตัวคือความแตกต่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

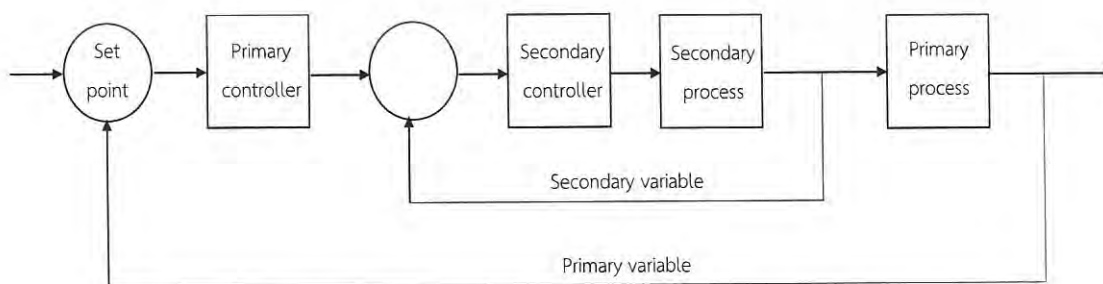
สุดท้ายระหว่างตัวแปรกระบวนการและจุดตั้งค่า ปรากฏการณ์ที่เรียกว่าผลบวกที่เกิดขึ้นเมื่อผลการดำเนินการที่สมบูรณ์ในตัวควบคุมโดยไม่มีตัวควบคุมจะส่งสัญญาณผิดพลาดไปยังศูนย์

2.2.3 ตัวควบคุมแบบอนุพันธ์

ตัวควบคุมแบบอนุพันธ์หรือตัวควบคุมแบบดี เป็นคอมพิวเตอร์ที่ทำให้ผลผลิตลดลงถ้าตัวแปรกระบวนการเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว การตอบสนองอนุพันธ์เป็นส่วนกับอัตราการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรกระบวนการ การเพิ่มพารามิเตอร์เวลา (T_d) จะทำให้ระบบควบคุมตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงข้อผิดพลาดได้มากขึ้นและจะเพิ่มความเร็วของการตอบสนองต่อระบบควบคุมโดยรวม ระบบการควบคุมภาคปฏิบัติส่วนใหญ่ใช้เวลาอนุพันธ์ขนาดเล็กมากเนื่องจากการตอบสนอง อนุพันธ์มีความไวต่อเสียงในสัญญาณตัวแปรกระบวนการมาก ถ้าสัญญาณตอบรับของเซ็นเซอร์มีเสียงดังหรือถ้าอัตราการควบคุมลู่ต่ำเกินไปการตอบสนองแบบอนุพันธ์อาจทำให้ระบบควบคุมไม่เสถียร

2.3 ทฤษฎีระบบควบคุมแบบคาสเคด (Cascade Control) [6]

ระบบควบคุมแบบคาสเคดเป็นหนึ่งในวิธีการที่ประสบความสำเร็จมากที่สุดในการปรับปรุงประสิทธิภาพของระบบควบคุมในการควบคุม single-loop เมื่อใดก็ตามที่เกิดการรบกวนหรือเปลี่ยนแปลงระบบขึ้น เช่น (1) การรบกวนที่ส่งผลกระทบต่อเอาต์พุตที่ได้จากการวัดระดับกลางหรือชั้นหุติยภูมิซึ่งส่งผลโดยตรงต่อเอาต์พุตชั้นปฐมภูมิที่เราต้องการควบคุม หรือ (2) อัตราขยายของกระบวนการรวมทั้งตัวกระตุ้นไม่เป็นเชิงเส้นในกรณีแรกระบบควบคุมแบบคาสเคดสามารถจำกัดผลกระทบของการรบกวนที่เกิดจากกระบวนการชั้นหุติยภูมิต่อเอาต์พุตปฐมภูมิ ในกรณีที่สองระบบควบคุมแบบคาสเคดสามารถจำกัดผลกระทบที่เกิดจากตัวกระตุ้นหรืออัตราขยายในกระบวนการหุติยภูมิโดย รูปแบบการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวเกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงค่าการปฏิบัติงานเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงค่าที่ตั้งไว้หรือการรบกวนที่เกิดขึ้นอย่างเป็นประจำการจัดระบบควบคุมในแบบคาสเคดก็คือการกำหนดให้เอาต์พุตจากคอนโทรลเลอร์หนึ่งไปเป็นอินพุตหรือ ค่าเป้าหมายให้กับคอนโทรลเลอร์อีกชุดหนึ่ง หรือจะมองในอีกมุมหนึ่งก็คือการแทรกระบบควบคุมแบบป้อนกลับอันหนึ่งไว้ในระบบควบคุมแบบป้อนกลับอีกอันหนึ่งนั่นเอง



รูปที่ 2.2 แผนภาพระบบควบคุมของระบบควบคุมแบบคาสเคด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากไดอะแกรมจะสังเกตว่ากระบวนการที่ต้องการจะควบคุม ถูกแบ่งออกเป็น 2 ส่วน โดยมีการนำเอาตัวแปรของกระบวนการที่ยังเปลี่ยนแปลงอยู่ซึ่งเรียกว่า Secondary variable มาเป็น Controlled variable ของการควบคุมส่วนใน

คอนโทรลเลอร์ในการควบคุมส่วนใน มีชื่อเรียกว่า คอนโทรลเลอร์ทุติยภูมิ หรือ คอนโทรลเลอร์รอง จะประมวลโดยใช้ค่าเป้าหมายซึ่งเป็นเอาต์พุตจากคอนโทรลเลอร์ปฐมภูมิหรือ คอนโทรลเลอร์หลัก

คอนโทรลเลอร์ปฐมภูมิจะวัดค่า Controlled variable ที่ถือว่าเป็นผลจากระบบควบคุมแบบคาสแคดที่เรียกว่า Primary variable หรือ Final variable แล้วนำมาเปรียบเทียบกับค่าเป้าหมาย ระบบควบคุมแบบคาสแคดจึงเหมาะที่จะใช้การควบคุมกระบวนการที่มีการเปลี่ยนแปลงค่อนข้างช้า หรือกระบวนการที่มี Time constant มาก ๆ เช่น การควบคุมอุณหภูมิ ประโยชน์ของระบบควบคุมแบบคาสแคด

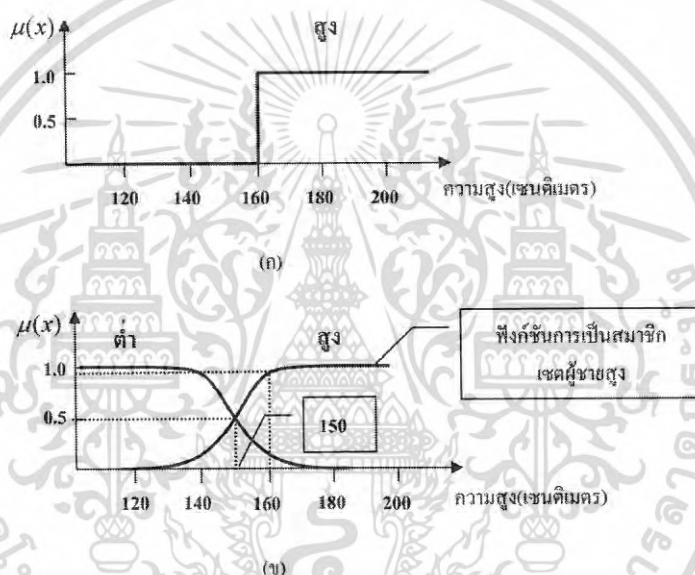
- 1) ตัวคอนโทรลเลอร์ทุติยภูมิ สามารถแก้ไขผลกระทบที่เกิดจากสัญญาณรบกวนต่างๆได้ เรียบร้อยก่อนที่จะส่งผลต่อ เอาต์พุตของตัวคอนโทรลเลอร์ปฐมภูมิช่วยลดความผิดพลาดที่อาจส่งผลกระทบต่อกระบวนการควบคุมหลัก
- 2) ขนาดของ Time lag มีขนาดลดลงโดย Time lag แต่ละตัวจะถูกประมวลผลไปพร้อม ๆ กัน ทำให้ Time lag มีผลกระทบต่อการควบคุมลดลงไปด้วย เนื่องจากการแบ่งกระบวนการออกเป็นสองส่วน (กระบวนการหลักและกระบวนการรอง) จะทำให้ Process lag ในกระบวนการรวมถูกตัดตอนออกเป็นสองส่วนไปด้วยซึ่งจะเป็นผลให้การควบคุมทำได้ง่ายขึ้น
- 3) มีความถูกต้องแม่นยำ และรวดเร็วว่าการควบคุมแบบ Single-loop เนื่องด้วยมีการแก้ไขควบคุมและตรวจสอบด้วยคอนโทรลเลอร์ถึง 2 ขั้นตอน

2.4 ทฤษฎีฟัซซีลอจิก [3]

ในงานควบคุมแบบต่างๆ โดยอัตโนมัติ ระบบที่เราต้องการควบคุมโดยส่วนใหญ่มักจะเป็นระบบพลวัต (Dynamic system) ที่มีลักษณะความไม่แน่นอนสูงและยากแก่การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ดังนั้น เพื่อที่จะสามารถควบคุมระบบให้มีประสิทธิภาพ จึงจำเป็นต้องใช้วิธีการควบคุมที่สามารถอธิบายลักษณะของระบบดังกล่าวได้ดี ซึ่งปริญญานิพนธ์นี้ได้เลือกใช้การควบคุมแบบฟัซซีลอจิก (Fuzzy logic control) โดยทฤษฎีการควบคุมแบบฟัซซีลอจิกได้ประยุกต์มาจากตรรกศาสตร์รูปแบบใหม่ที่เรียกว่าฟัซซีลอจิก (Fuzzy logic) ฟัซซีลอจิกสามารถประยุกต์ใช้ได้กับระบบควบคุมที่มีลักษณะไม่เป็นเชิงเส้น, แปรเปลี่ยนตามเวลา และยากที่จะกำหนดแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของระบบ โดยที่ฟัซซีลอจิกเป็นแนวคิดที่แตกต่างจากตรรกศาสตร์แบบเดิม ที่จะมีถูกกับผิด, ใช่หรือไม่ใช่ แต่มีเหตุการณ์หลายอย่างในความเป็นจริงแล้วสร้างความยุ่งยากใจแก่ผู้วิเคราะห์ว่าตรรกะควรเป็นอย่างไร เช่น หากมีคำถามว่ารู้สึกร้อนหรือหนาว คำตอบที่อยากจะตอบอาจเป็นร้อนนิดๆ หรือกำลังดี หรือคำถามที่ว่าสีที่เห็นอยู่นั้น (สมมติว่าสีเทา) เป็นสีขาวหรือสีดำ คำตอบที่อยากจะตอบคงไม่ใช่ทั้ง

ขาวและดำ เพราะดูจะเป็นคำตอบที่ชัดเจนเกินไป ดังนั้นจะเห็นว่าในหลาย ๆ กรณี มนุษย์เรามีลักษณะการใช้ตรรกศาสตร์แบบมีน้ำหนั คือ มีการให้ระดับความเป็นไปได้ของตรรกะว่ามีลักษณะเช่นนั้นมากน้อยเพียงใด ซึ่งการจะบอกค่าความเป็นไปได้ของเหตุการณ์จะถูกสร้างเป็นฟังก์ชันหรือเซต โดยเรียกว่า ฟัซซีเซต (Fuzzy Set) หลักการสำคัญของฟัซซีเซต คือสมาชิกที่มีลักษณะตามเซตเพียงบางส่วนเข้ามาเป็นสมาชิกของเซต โดยสมาชิกแต่ละตัวจะมีค่าความเป็นสมาชิก (Grade of Membership: μ) ของเซตนั้น ๆ ยกตัวอย่างเช่น

สมาชิกที่มีคุณสมบัติครบถ้วนตามเซต 100 เปอร์เซ็นต์ จะมีค่าความเป็นสมาชิกเท่ากับ 1 แต่หากมีคุณสมบัติของเซตแค่ 40 เปอร์เซ็นต์ ก็จะมีค่าความเป็นสมาชิกเท่ากับ 0.4 ซึ่งจะเห็นว่าแตกต่างจากทฤษฎีเซตดั้งเดิมที่เน้นชัดเจนว่าเป็นสมาชิกหรือไม่เท่านั้น



รูปที่ 2.3 ฟัซซีเซตและฟังก์ชันการเป็นสมาชิก

พิจารณากรณีเซตของผู้ชายสูง จากรูปที่ 2.3 จะเห็นว่าหากเป็นเซตแบบเก่า (รูปที่ 2.3 (ก)) ผู้ชายที่มีความสูงน้อยกว่า 160 เซนติเมตร จะไม่เป็นสมาชิกของเซตผู้ชายสูง แต่หากมีความสูงตั้งแต่ 160 เซนติเมตรขึ้นไป จะเป็นสมาชิกของเซตผู้ชายสูง หากพิจารณาฟัซซีเซต (รูปที่ 2.3 (ข)) ผู้ชายที่มีความสูง 160 เซนติเมตรจะเป็นสมาชิกของเซตผู้ชายสูง โดยมีค่าความเป็นสมาชิกเท่ากับ 0.9 ในขณะที่ผู้ชายสูง 150 เซนติเมตร นั้นจะเป็นสมาชิกทั้งของเซตผู้ชายต่ำและเซตของผู้ชายสูง โดยมีค่าความเป็นสมาชิกเท่ากับ 0.5 ทั้งสองเซต ทั้งนี้ค่าความเป็นสมาชิกจะขึ้นอยู่กับข้อกำหนดฟังก์ชันความเป็นสมาชิก (Membership Function)

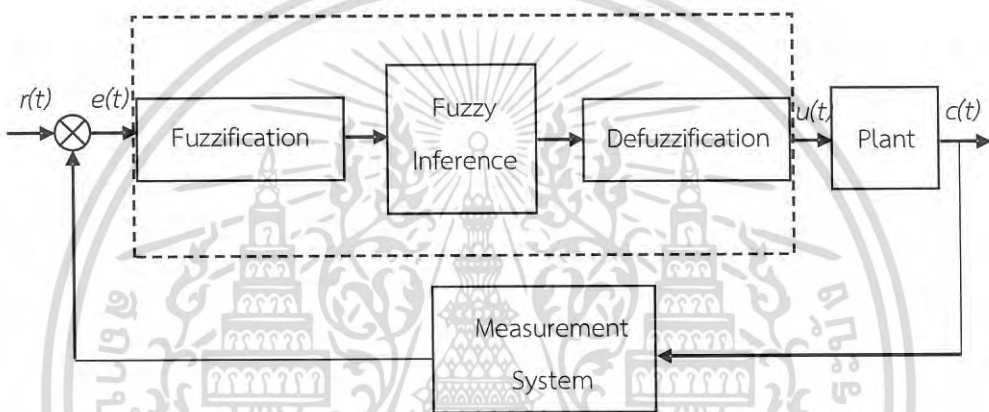
2.4.1 นิยามเบื้องต้นของฟัซซีเซต

นิยามฟัซซีเซต A ของเอกภพสัมพัทธ์ที่กล่าวถึง U (Universe of Discourse) ถูกแสดงถึงคุณลักษณะ โดยฟังก์ชันความเป็นสมาชิก $\mu_A(u)$ และกำหนดว่าแต่ละสมาชิก $u \in U$ ค่าของ $\mu_A(u)$ มีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 ซึ่งแทนระดับความเป็นสมาชิกของ A นั่นคือ

$$A = \{(u, \mu_A(u)) / u \in U\} \quad (2.1)$$

2.4.2 ฟัซซีลอจิกกับการควบคุม

การควบคุมแบบฟัซซีลอจิกจะมีส่วนประกอบอยู่สามขั้นตอนหลักๆ ดังรูปที่ 2.4

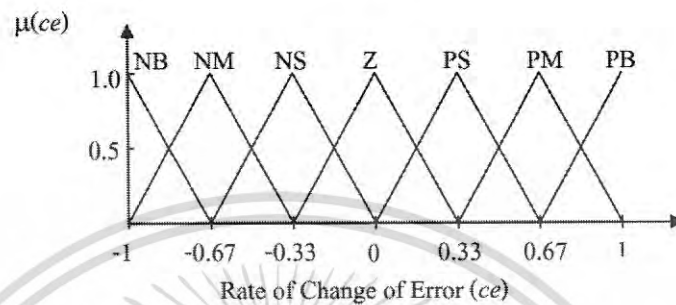
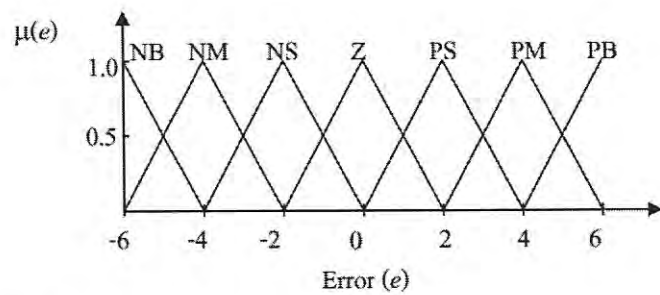


รูปที่ 2.4 ระบบควบคุมแบบฟัซซีลอจิก

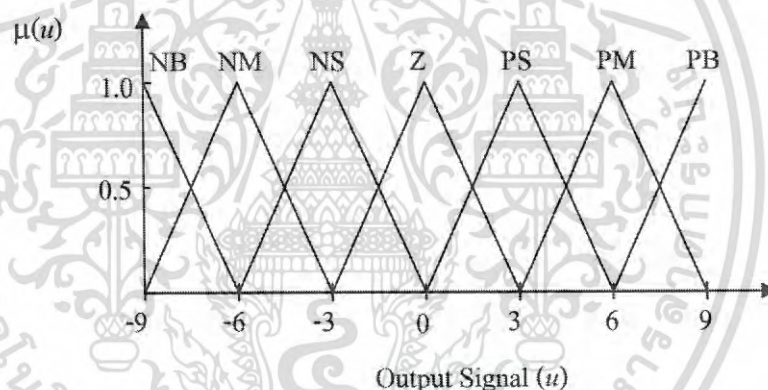
2.4.2.1 การทำฟัซซี (Fuzzification)

ขั้นตอนนี้จะทำหน้าที่แปลงข้อมูลที่รับเข้ามา (มักเรียกว่า Crisp Data) ให้เป็นอินพุตของระบบควบคุมแบบฟัซซี ซึ่งจะอยู่ในรูปแบบของค่าความเป็นสมาชิก

รูปที่ 2.5 อินพุตและเอาต์พุตประกอบด้วยฟัซซีเซตจำนวนเจ็ดเซต ซึ่งแทนด้วยตัวแปรเชิงภาษาเป็น Positive Big (PB), Positive Medium (PM), Positive Small (PS), Zero (Z), Negative Small (NM), Negative Medium (NM) และ Negative Big (NB) โดยกำหนดให้เป็นฟังก์ชันของค่าความเป็นสมาชิกของอินพุตซึ่งมีสองอินพุต คือค่าผิดพลาด (Rate of Change of Error; $ce(t)$) ส่วนเอาต์พุตจะมีเพียงตัวเดียวเป็นสัญญาณควบคุม (Control Signal) ; $u(t)$ ฟัซซีเซตของเอาต์พุตแสดงดังรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.5 ตัวอย่างฟังก์ชันเซตของอินพุตและกระบวนการฟัซซีฟิเคชัน



รูปที่ 2.6 ตัวอย่างฟังก์ชันเซตของสัญญาณควบคุม

2.4.2.2 การอนุมาน (Fuzzy Inference)

เป็นส่วนของการประมวลผลจะมีการตีความและวิเคราะห์อินพุตตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ หรือเข้าสู่กฎพื้นฐานของฟัซซี (Fuzzy Rule Base) โดยกฎการควบคุมจะอยู่ในลักษณะ If Input = ... Then Output =... ซึ่งประกอบด้วยสองส่วนคือ ส่วนที่เกิดขึ้นก่อน (Antecedent; If Part) และผลที่ตามมา (Consequent; Then Part) โดยที่อินพุตและเอาต์พุตนั้นอาจมีหลายตัวก็ได้ ขึ้นอยู่กับการออกแบบ ผลที่ตามมาของแต่ละกฎจะถูกรวมกันด้วยวิธีการทางตรรกศาสตร์ เพื่อให้ได้ค่าเอาต์พุตเพียงค่าเดียว ตัวอย่างข้อความคำสั่ง (Statement) ของกฎการควบคุม เช่น If error is Positive Small and Change of error is Negative Small the control signal is Positive Small

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2.3 การทำดีฟัซซี่ (Defuzzification)

เนื่องจากผลลัพธ์ที่ได้จากส่วนที่สองนั้นยังอยู่ในรูปแบบของฟัซซี่ ในส่วนนี้จะทำการแปลงค่าเอาต์พุตแบบฟัซซี่ให้เป็นเอาต์พุตที่เป็นค่าเดียวและสามารถนำไปควบคุมระบบได้

$$Y = \frac{\sum \mu_n y_n}{\sum \mu_n} \quad (2.2)$$

โดยที่

Y คือ เอาต์พุตของระบบควบคุม

y_n คือ เอาต์พุตที่ได้จากแต่ละกฎ (จุดศูนย์ถ่วง)

μ_n คือ ค่าความเป็นสมาชิกของแต่ละเอาต์พุต

จากสมการ (2.2) แทนค่า $\mu_{PS}(u)$ และ $\mu_{PM}(u)$ จะได้

$$\text{Control signal}(u) = \frac{(0.6)(3) + (0.4)(6)}{0.6 + 0.4} = 4.2$$

เมื่อเราได้ค่า u ซึ่งเป็นค่าที่จะนำไปเปลี่ยนแปลงค่าเอาต์พุตในการควบคุมต่อไปซึ่งการนำค่านี้ไปใช้จะขึ้นอยู่กับสิ่งที่เราจะควบคุม และฮาร์ดแวร์ของระบบ ซึ่งในการออกแบบนั้นทั้งส่วนที่เป็นซอฟต์แวร์และฮาร์ดแวร์จะต้องสอดคล้องกัน ในการออกแบบทั้งสองส่วนในงานวิจัยนี้จะกล่าวถึงในหัวข้อวิธีการวิจัย

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงาน

วิธีการดำเนินงานของโครงการนี้ประกอบด้วย การศึกษาการระบบควบคุมแบบคาสแคด-พีโอ การออกแบบระบบควบคุมแบบปรับตัวเองด้วยฟิชซี เชื่อมต่อทางเครือข่ายของอุปกรณ์ในระบบ รายละเอียดและองค์ประกอบของกระบวนการวิธีการตั้งค่าการเชื่อมอุปกรณ์ต่างๆ เข้ากับตัวควบคุม การเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์เข้ากับตัวควบคุมผ่านโปรแกรม การใช้โปรแกรมควบคุมกระบวนการ และการออกแบบระบบควบคุม ทดลองระบบควบคุมและบันทึกผลการทดลอง รวมถึงการเขียนโปรแกรม การเชื่อมต่อผู้ใช้งาน โดยทำการศึกษา พัฒนาและทดลองให้ได้ผลการทดลองตามวัตถุประสงค์ของโครงการ

3.1 โครงสร้างของกระบวนการ [6]

3.1.1 การเชื่อมต่อทางเครือข่ายของอุปกรณ์ในระบบควบคุม (Network Communication System)

การเชื่อมต่อเครือข่ายของอุปกรณ์ในระบบนั้นสถานีวิศวกรรมที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมควบคุมรวมไปถึงการสั่งการระบบนั้นจะเชื่อมต่อกับคอนโทรลเลอร์ SIMATIC S7-400 ที่ใช้ควบคุมระบบด้วยสายอีเทอร์เน็ต ตัวคอนโทรลเลอร์นั้นจะส่งสัญญาณควบคุมแบบโปรพิบัสดีพี แล้วจากนั้นสัญญาณจะถูกส่งไปยัง DP/PA Coupler เพื่อแปลงสัญญาณจากโปรพิบัสดีพี เป็นโปรพิบัสพีเอก่อนแล้วหลังจากนั้นสัญญาณโปรพิบัสพีเอจะถูกแปลงเป็นกระแส 4 – 20 mA ด้วยอุปกรณ์แปลงสัญญาณ FI303 เพื่อใช้ในการควบคุมคอนโทรลเลอร์ ส่วนสัญญาณที่ได้จากเซ็นเซอร์นั้นก่อนจะส่งไปยังคอนโทรลเลอร์จะถูกแปลงจากสัญญาณจาก 4 – 20 mA เป็นโปรพิบัสพีเอด้วย IF303 แล้วส่งไปยัง DP/PA Coupler เพื่อแปลงสัญญาณจากโปรพิบัสพีเอเป็นโปรพิบัสดีพีเพื่อส่งไปยังคอนโทรลเลอร์เพื่อใช้ในการควบคุมระบบต่อไป โดยรายละเอียดทั้งหมดจะแสดงดังรูปที่ 3.1

3.1.2 แผนผังแสดงรายละเอียดเกี่ยวกับกระบวนการและอุปกรณ์ควบคุมต่าง ๆ

(PROCESS & INSTRUMENT DIAGRAM: P&ID)

การควบคุมนี้จะเป็นการควบคุมอัตราการไหลของกระบวนการโดยใช้การควบคุมแบบคาสแคด ซึ่งในส่วนของ คอนโทรลเลอร์ปฐมนิยามนั้นจะวัดอัตราการไหลที่เป็นผลจากการควบคุมแบบคาสแคดด้วย FT101 แล้วส่งค่าไปเปรียบเทียบกับเซตพอยต์ของกระบวนการและประมวลผลโดยใช้ฟิชซีใน FIC101 จากนั้นค่าที่ได้จะเป็นเซตพอยต์ ให้กับคอนโทรลเลอร์ทุติยภูมิเพื่อเปรียบเทียบกับค่าความดันที่วัดได้ด้วย PT101 และประมวลผลโดยใช้ฟิชซีใน PIC101 แล้วนำค่าที่ได้นั้นไปควบคุมตัว

ควบคุมสุดท้ายของกระบวนการรายละเอียดแสดงดังรูปที่ 3.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานในหอพักของนักศึกษา ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.3 อุปกรณ์ที่ใช้ภายในระบบ

3.1.3.1 วาล์วควบคุม (Control valve)

วาล์วควบคุมเป็นอุปกรณ์ควบคุมตัวสุดท้ายของระบบ ใช้ในการควบคุมการไหลของของไหลในระบบ โดยการควบคุมด้วยสัญญาณจากตัวควบคุม ซึ่งก็คือ สัญญาณกระแส 4-20 mA โดยวาล์วควบคุมที่ใช้ในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้คือ วาล์วควบคุม ยี่ห้อ SAMSON และ Research Control Valve

1) วาล์วควบคุม ยี่ห้อ SAMSON รุ่น 3271 เป็นวาล์วควบคุมชนิด Glove Valve แบบไดอะแฟรมทำงานโดยใช้ระบบต้นกำลัง Pneumatic Actuators ใช้งานร่วมกับ Pneumatic Positioner Type 4765 รับสัญญาณควบคุมในรูปแบบสัญญาณกระแส 4-20 mA ทำหน้าที่ควบคุมความดันภายในระบบ



รูปที่ 3.3 วาล์วควบคุม ยี่ห้อ SAMSON รุ่น 3271

ตารางที่ 3.1 ข้อมูลของวาล์วควบคุม ยี่ห้อ SAMSON รุ่น 3271

Controlled variable (travel range)	7.5 to 60 mm, With lever extension: 7.5 to 90 mm
Reference variable	0.2 to 1 bar (3 to 15 psi)
Supply air	Supply air: 1.4 to 6 bar (20 to 90 psi)
Signal pressure pst (output)	Max. 0 to 6.0 bar (0 to 90 psi)
Characteristic	Linear characteristic Deviation from characteristic according to terminal point method ≤ 1.5 %
Hysteresis	< 0.5 %
Permissible ambient temperature	-20 to +80 °C

2) วาล์วควบคุม ยี่ห้อ Research Control Valves เป็นวาล์วควบคุมที่มีระบบต้นกำลังแบบ Pneumatic Actuators ทำงานร่วมกับ Pneumatic Positioner ที่รับสัญญาณควบคุม 4-20 mA โดยทำหน้าที่ควบคุมอัตราการไหลในระบบ



รูปที่ 3.4 วาล์วควบคุม ยี่ห้อ Research Control Valves

ตารางที่ 3.2 ข้อมูลของวาล์วควบคุม ยี่ห้อ Research Control Valves

Body – Bonnet	
Standard	316/316L stainless steel, carbon steel (WCB)
Optional	Monel®, alloy 20, Hastelloy® C or ASTM equivalent, DIN 1.4581/1.4571. Other materials available upon request.
Innervalue	
Standard	316 stainless steel
Optional	Stellite®, Monel, alloy 20, Hastelloy C or B or ASTM equivalent
Packing	
Standard	TFE chevon rings
Optional	Graphite, Reduced Emissions Kalrez® (REK)
Actuator	
Standard	Air to open, fail close Air to close, fail open
Optional	With integral top-mounted positioner

3.1.3.2 อุปกรณ์วัดความดัน (Pressure transmitter)

อุปกรณ์วัดความดันเป็นอุปกรณ์เพื่อวัดความดันในระบบ โดยอุปกรณ์วัดความดันในกระบวนการชนิดนี้ทำงานโดยใช้เซ็นเซอร์ลักษณะเป็นแผ่นฟิล์มบางๆ ที่จะรับแรงกดแล้วแสดงค่าแรงดันออกมา นิยมใช้กับงานที่มีแรงดันต่ำ และแปลงสัญญาณออกมาเป็นสัญญาณมาตรฐานที่มีทั้งสัญญาณ แอนาล็อก 4-20 mA , 0-10 VDC เพื่อนำไปควบคุมกระบวนการทำงานต่างๆ อุปกรณ์วัดความดันที่ใช้ในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ คือ อุปกรณ์วัดความดัน ยี่ห้อ Burkert รุ่น 8323



รูปที่ 3.5 อุปกรณ์วัดความดัน ยี่ห้อ Burkert รุ่น 8323

ตารางที่ 3.3 ข้อมูลอุปกรณ์อุปกรณ์วัดความดัน ยี่ห้อ Burkert รุ่น 8323

Power supply [Vs]	10...30 VDC
Reversed polarity of DC	Protected
Overvoltage protection	Yes
Short circuit protection	Yes
Output	Standard 4...20 mA signal, 2 wires
Load in Ω	$\leq (V_s [V] - 10 [V]) / 0.02 [A]$
Adjustability: Zero / span	$\pm 10 \%$
Response time	$\leq 1 \text{ ms}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.3.3 อุปกรณ์วัดอัตราการไหล (Flow Transmitter)

อุปกรณ์วัดอัตราการไหล ชนิด Magnetic Flowmeter ทำงานโดยใช้หลักการของฟาราเดย์ “เมื่อของเหลวที่เป็นตัวนำไฟฟ้าไหลผ่านสนามแม่เหล็กจะเกิดแรงดันไฟฟ้าขึ้นในแนวตั้งฉากกับทิศทางของสนามแม่เหล็ก” แปลงแรงดันไฟฟ้าออกมาเป็นอัตราการไหล โดยแรงดันไฟฟ้าที่ได้จะแปรผันตรงกับอัตราการไหล ซึ่งอุปกรณ์การวัดจะรับสัญญาณควบคุมเป็นสัญญาณ 4-20 mA อุปกรณ์วัดอัตราการไหลที่ใช้ในปริญญาณพนธ์ฉบับนี้ คือ อุปกรณ์วัดอัตราการไหล ยี่ห้อ Yokogawa รุ่น AXF



รูปที่ 3.6 อุปกรณ์วัดอัตราการไหล ยี่ห้อ Yokogawa รุ่น AXF

ตารางที่ 3.4 ข้อมูลของอุปกรณ์วัดอัตราการไหล ยี่ห้อ Yokogawa รุ่น AXF

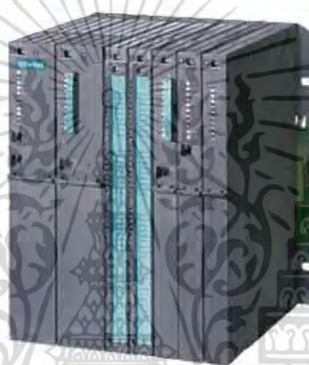
Input Signal	One Status Input: Dry contact Load Resistance: 200 Ω or less (ON), 100 k Ω or more (OFF)
Output Signals	One Current Output: 4 to 20 mA DC
Communication Distance	Up to 1.5 km (0.93 miles), when polyethylene insulated PVC-sheathed cables (CEV cables) are used. Communication distance varies depending on the type of cable and wiring used.
Load Resistance	250 to 450 Ω (including cable resistance)
Input Impedance of Communicating Device	10 k Ω or more (at 2.4 kHz)

3.1.3.4 ตัวควบคุม (Controller)

อุปกรณ์ควบคุมกระบวนการที่ใช้ในปฏิยานิพนธ์ฉบับนี้ คือตัวควบคุม ยี่ห้อ SIEMEN รุ่น SIMATIC S 400-7 ส่วนประกอบหลักจะประกอบไปด้วย

- 1) Power Supply Module PS 407 10A ทำหน้าที่เป็นแหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้า 24 VDC, กระแส 10A
- 2) CPU 416-3 PN/DP เป็นส่วนประมวลผลและเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ต่างๆ
- 3) RACK UR2 เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการติดตั้งแต่ละโมดูลเข้าด้วยกัน

S7-400 จะรับคำสั่งควบคุมกระบวนการได้จากการออกแบบระบบควบคุมบนโปรแกรม PCS7 ซึ่งจะต้องมีการ Configuration เชื่อมต่อกับ S7-400 อย่างถูกต้อง



รูปที่ 3.7 ตัวควบคุม ยี่ห้อ SIEMENS รุ่น SIMATIC S400-7

3.1.3.5 ตัวแปลงสัญญาณระหว่างดีพีและพีเอ (DP/PA Coupler)

เป็นอุปกรณ์แปลงสัญญาณระหว่างโปรพิบัสดีพีที่เชื่อมต่อในส่วนของตัวควบคุม ให้เป็นสัญญาณโปรพิบัสพีเอที่เชื่อมต่อในส่วนของอุปกรณ์การวัดระดับฟิลต์ ตัวแปลงสัญญาณระหว่างดีพีและพีเอที่ใช้ในปฏิยานิพนธ์ฉบับนี้ คือตัวแปลงสัญญาณระหว่างดีพีและพีเอ ยี่ห้อ SIEMENS รุ่น FDC157-0



รูปที่ 3.8 ตัวแปลงสัญญาณระหว่างดีพีและพีเอ ยี่ห้อ SIEMENS รุ่น FDC157-0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.3.6 อุปกรณ์แปลงสัญญาณ IF303/FI303

SMAR IF303 และ FI303 เป็นอุปกรณ์แปลงสัญญาณดิจิทัลที่ได้รับจากตัวแปลงสัญญาณระหว่างดีพีและพีเอ นั่นคือสัญญาณโปรพิบัสพีเอโดยแปลงเป็นสัญญาณแอนาล็อก 4-20 mA เพื่อนำไปควบคุมอุปกรณ์การวัดภายในระบบ รวมถึงรับสัญญาณ 4-20 mA แล้วแปลงกลับเป็นโปรพิบัสดีพี เพื่อส่งสัญญาณที่ได้จากอุปกรณ์การวัดกลับมายังตัวควบคุม



รูปที่ 3.9 อุปกรณ์แปลงสัญญาณ IF303/FI303 (SMAR)

3.1.4 โปรแกรม SIMATIC PCS7 Version 7.1 [4]

โปรแกรม SIMATIC PCS7 Version 7.1 คือเครื่องมือในการจัดการส่วนประกอบต่างๆ ของซอฟต์แวร์มาตรฐานที่ใช้ในการควบคุม อย่างเช่น เครื่องมือสำหรับตั้งค่าโครงข่ายและฮาร์ดแวร์ (Hardware and Network Configuration Tools) และการเลือกใช้ภาษาที่มีให้เลือกมากมายเพื่อใช้สำหรับการเขียนโปรแกรมควบคุมซึ่งติดตั้งอยู่ในตัวเดียว และสามารถโปรแกรมค่าต่างๆได้จาก SIMATIC Manager ได้อีกด้วยโดย SIMATIC Manager นั้นเป็นแอปพลิเคชันหลักของ PCS 7 ที่ทำให้คุณสามารถเปิดแอปพลิเคชันส่วนใหญ่ได้โดยคุณต้องตั้งค่า ซึ่งโปรแกรมที่เป็นส่วนประกอบหลัก ได้แก่

1. Configuring Networks หรือ NetPro configuration tool คือ เครื่องมือที่ใช้กราฟิกในการแสดงการเชื่อมต่อของแต่ละอุปกรณ์ การเชื่อมต่อทางกายภาพ การเชื่อมต่อของเอ็มพีไอ โปรพิบัส และเครือข่ายย่อย อีเทอร์เน็ตเชิงอุตสาหกรรม ซึ่งจะรวมไปถึงการตั้งค่าของอุปกรณ์แต่ละโมดูล ตัวแปรในเครือข่ายและการสร้างการเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ด้วยกันเอง
2. Hardware Configuration คือ ช่วยให้คุณสามารถกำหนดค่าฮาร์ดแวร์ทั้งหมดสำหรับระบบควบคุมเช่น ซีพียูแหล่งจ่ายไฟโปรเซสเซอร์สื่อสารตัวแก้ไข CFC หรือก็คือเครื่องมือสำหรับเพิ่มรายชื่ออุปกรณ์ทั้งหมดลงในระบบควบคุมเพื่อใช้ในการกำหนดโครงสร้าง และเพิ่มข้อมูลของอุปกรณ์ทั้งหมดให้ผู้ปฏิบัติการสามารถเข้าถึงทางโปรแกรมได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. S7 – CFC หรือ Continuous Function Chart คือ เครื่องมือที่ใช้เขียนโปรแกรม และแสดงผลทางกราฟิกเพื่อเหมาะให้กับการเขียนโค้ด ในการทำงานที่เข้าใจได้ง่ายโปรแกรม CFC จะมีลักษณะเป็นผังซึ่งจะทำงานได้โดยการเชื่อมระหว่างกันของ หน่วยอินพุต และหน่วยเอาต์พุตซึ่งภายในหนึ่งคำสั่งใน CFC จะประกอบไปด้วย ฟังก์ชันการทำงานหลายตัวเช่น Time, Counter, Comparisons/Conversion และอื่นๆก็ได้

3.1.5 โปรแกรม FuzzyControl++

การประยุกต์ใช้ Fuzzy control ในทางปฏิบัติจะถูกนำมาใช้ในระบบเป้าหมายเช่น ตัวควบคุมโปรแกรม SIMATIC S7-400 FuzzyControl++ ซึ่งเป็นเครื่องมือซอฟต์แวร์ที่สามารถ ออกแบบและทดสอบระบบฟัซซี่ได้ ถ้าต้องการใช้ Fuzzy system สำหรับแอปพลิเคชันบางอย่าง จะต้องสร้างโปรเจกขึ้นมา จึงต้องใช้เครื่องมือคอมพิวเตอร์เช่น FuzzyControl++ จะทำการคำนวณที่ จำเป็นสำหรับลักษณะการตอบสนองของระบบฟัซซี่ และนอกจากนี้ยังมีส่วนติดต่อผู้ใช้สำหรับการ พัฒนา Fuzzy system และสำหรับการใช้งานจริงในกระบวนการอีกด้วย

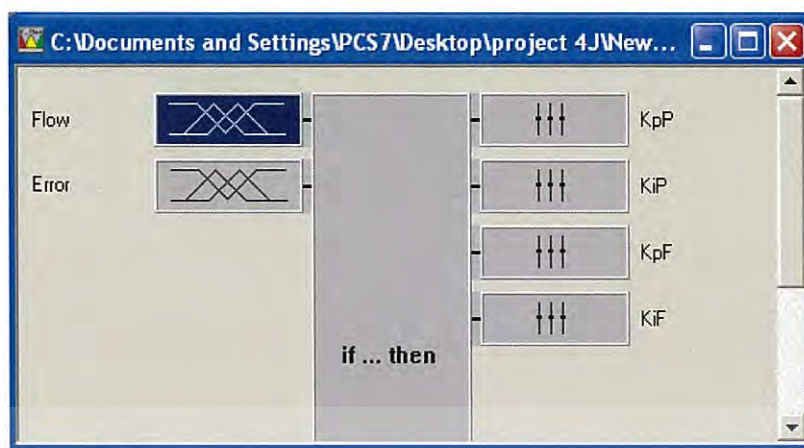
เมื่อต้องการสร้าง Fuzzy system สำหรับแอปพลิเคชันโดยใช้ FuzzyControl++ จำเป็นต้องดำเนินการตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. การกำหนดค่าภายนอกของระบบฟัซซี่ รวมถึงจำนวนอินพุตและเอาต์พุตและระบบ เป้าหมาย สำหรับการใช้งานอินพุต / เอาต์พุตในกระบวนการปฏิบัติ
2. การกำหนดฟังก์ชันการเป็นสมาชิก ต้องกำหนดค่าสูงสุดและต่ำสุด จำนวนและ คุณสมบัติของฟังก์ชันการเป็นสมาชิกสำหรับแต่ละอินพุตและเอาต์พุตของ Fuzzy system
3. ต้องสร้างและแก้ไขกฎพื้นฐานของระบบฟัซซี่สำหรับกระบวนการปฏิบัติ จากนั้น ระบบฟัซซี่จะสามารถทดสอบได้ด้วยระบบเป้าหมายทั้งแบบออฟไลน์และออนไลน์

3.2 การออกแบบระบบฟัซซี่ [7]

ระบบฟัซซี่ที่ใช้ในการควบคุมกระบวนการประกอบไปด้วยการควบคุมอัตราการไหลของน้ำ และความดันภายในระบบ โดยใช้การควบคุมแบบคาสแคด-พีโอกำหนดให้อัตราการไหลของน้ำเป็นตัว แปรควบคุมหลัก ความดันภายในระบบเป็นตัวแปรควบคุมรอง โดยการออกแบบระบบฟัซซี่สำหรับการ ควบคุมอัตราการไหลและความดันเป็นระบบที่มี 2 อินพุต และ 4 เอาต์พุต ดังรูปที่ 3.10 ซึ่งใช้ค่า จากกระบวนการเป็นอินพุต และค่าเอาต์พุตส่งไปยังตัวควบคุมคาสแคด-พีโอ ซึ่งประกอบไปด้วยตัว ควบคุมอัตราการไหลและความดัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.10 ระบบฟัซซี่ที่มี 2 อินพุต และ 3 เอาต์พุตของระบบควบคุม

จากที่ผู้จัดทำได้ทำการศึกษาทดลองซ้ำๆ และปรึกษาอาจารย์ รูปที่ 3.10 การออกแบบระบบควบคุมอัตราการไหลที่ทำการทดลองจะมีช่วงการควบคุมอยู่ที่ 0-40 l/m จึงกำหนดช่วงของ Flow เป็นค่า 0-40 l/m ส่วนค่า Error นั้นทำการกำหนดจากโปรแกรมโดยแบ่งเป็น 7 ช่วงตั้งแต่ -20 ถึง 20 ซึ่งเป็นค่าความผิดพลาดของการควบคุมอัตราการไหล ส่วนค่า $K_p F$ ของอัตราการไหลนั้นกำหนดค่าอยู่ที่ 0.125, 0.35 และ 0.67 และค่า $K_i F$ นั้นกำหนดค่าอยู่ที่ 17.5, 25 และ 32.5 ส่วนค่า $K_p P$ ของความดันนั้นกำหนดอยู่ที่ 7, 8.5, 10 และ $K_i P$ กำหนดค่าอยู่ที่ 17.5, 25 และ 32.5

อินพุตลำดับที่ 1 – Flow คือค่าอัตราการไหลที่วัดได้ ซึ่งอ่านได้จากอุปกรณ์วัดอัตราการไหล ซึ่งมีการแบ่งฟัซซี่เซตออกเป็น 3 เซต โดยได้จากการทดลองและความรู้ของผู้มีประสบการณ์สำหรับการควบคุมกระบวนการนี้ โดยมีระดับความเป็นสมาชิก ดังรูปที่ 3.11 อาจารย์ที่ปรึกษาและผู้จัดทำได้ทำการทดลองซ้ำๆ จึงกำหนดเซตดังนี้

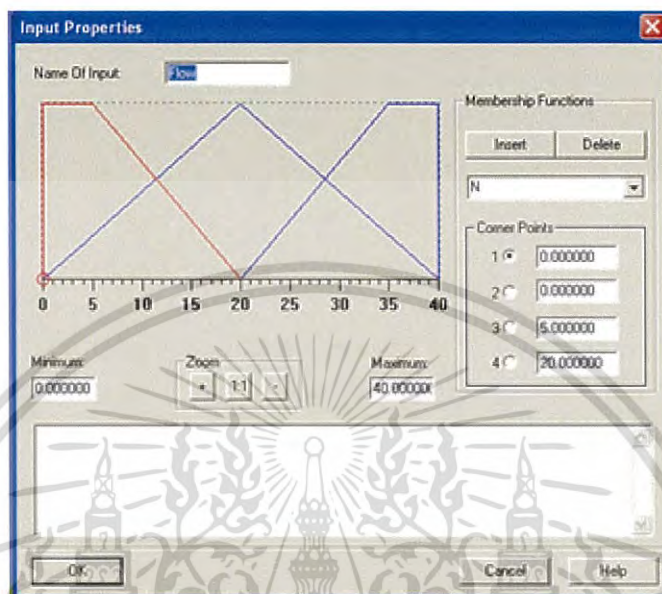
1. N-Negative
2. Z-Zero
3. P-Positive

อินพุตลำดับที่ 2 – Error คือค่าความผิดพลาดที่เกิดจากผลต่างระหว่างค่าของอัตราการไหลที่ต้องการกับค่าอัตราการไหลที่วัดได้ โดยมีระดับความเป็นสมาชิก ดังรูปที่ 3.12 ซึ่งมีการแบ่งฟัซซี่เซตออกเป็น 7 เซต โดยได้จากการทดลองและความรู้ของผู้มีประสบการณ์สำหรับการควบคุมกระบวนการนี้ อาจารย์ที่ปรึกษาและผู้จัดทำได้ทำการทดลองซ้ำๆ จึงกำหนดเซตออกมา ดังนี้

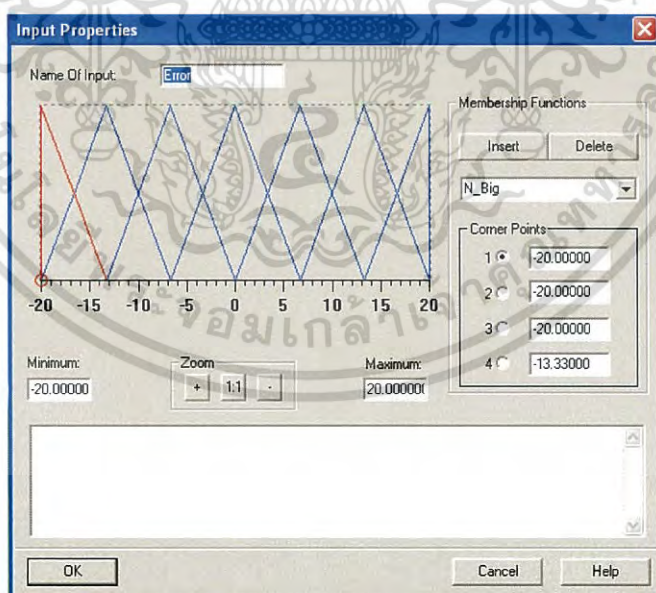
1. N_Big-Negative Big
2. N_Med-Negative Medium
3. N_Small-Negative Small
4. Zero-Zero

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. P_Small-Positive Small
6. P_Med-Positive Medium
7. P_Big-Positive Big



รูปที่ 3.11 ระดับความเป็นสมาชิกของอินพุต Flow



รูปที่ 3.12 ระดับความเป็นสมาชิกของอินพุต Flow Error

เอาต์พุตลำดับที่ 1 – $K_p P$ คือ ค่าพารามิเตอร์อัตราขยายสัดส่วนของระบบควบคุมความดันโดยที่ $K_p P$ จะส่งผลให้ตัวควบคุมคาสแคด-พีไอในส่วนของตัวควบคุมความดัน PIC101 โดยมีระดับความเป็นเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สมาชิก ดังรูปที่ 3.13 ซึ่งมีการแบ่งพีชชีซ์เซตออกเป็น 3 เซต โดยได้จากการทดลองและความรู้ของผู้มีประสบการณ์สำหรับการควบคุมกระบวนการนี้ อาจารย์ที่ปรึกษาและผู้จัดทำได้ทำการทดลองซ้ำๆ จึงกำหนดเซตออกมา ดังนี้

1. Best
2. Good
3. Normal

เอาต์พุตลำดับที่ 2 – K_iP คือ ค่าพารามิเตอร์เวลาอินทิกรัลของระบบควบคุมความดันโดยที่ K_iP จะส่งให้ตัวควบคุมคาสแคด-พีโอ ในส่วนของตัวควบคุมความดัน PIC101 โดยมีระดับความเป็นสมาชิก ดังรูปที่ 3.14 ซึ่งมีการแบ่งพีชชีซ์เซตออกเป็น 3 เซต โดยได้จากการทดลองและความรู้ของผู้มีประสบการณ์สำหรับการควบคุมกระบวนการนี้ อาจารย์ที่ปรึกษาและผู้จัดทำได้ทำการทดลองซ้ำๆ จึงกำหนดเซตออกมา ดังนี้

1. Best
2. Good
3. Normal

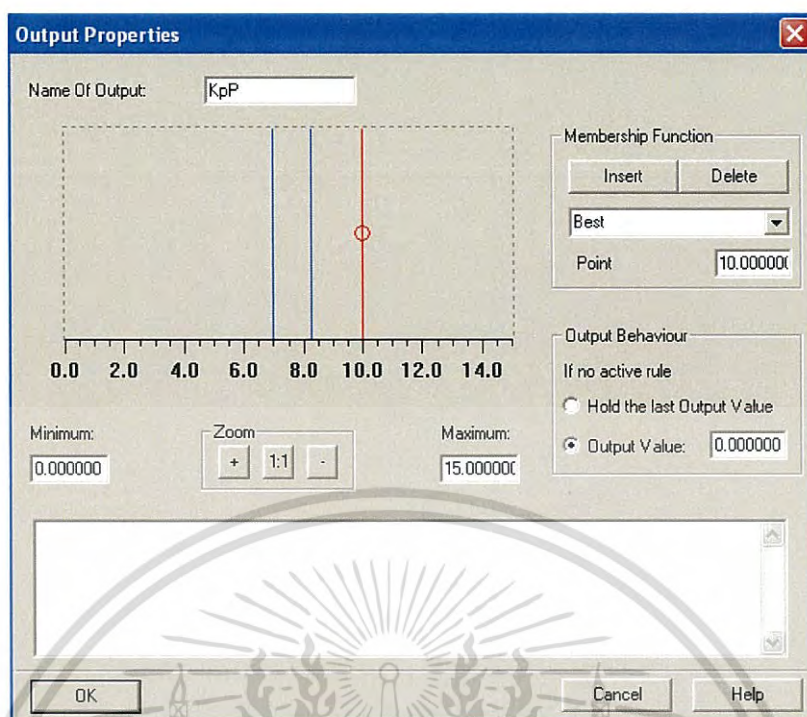
เอาต์พุตลำดับที่ 3 – K_pF คือ ค่าพารามิเตอร์อัตราขยายสัดส่วนของระบบควบคุมอัตราการไหลโดยที่ K_pF จะส่งให้ตัวควบคุมคาสแคด-พีโอในส่วนของตัวควบคุมอัตราการไหล FIC101 โดยมีระดับความเป็นสมาชิก ดังรูปที่ 3.15 ซึ่งมีการแบ่งพีชชีซ์เซตออกเป็น 3 เซต โดยได้จากการทดลองและความรู้ของผู้มีประสบการณ์สำหรับการควบคุมกระบวนการนี้ อาจารย์ที่ปรึกษาและผู้จัดทำได้ทำการทดลองซ้ำๆ จึงกำหนดเซตออกมา ดังนี้

1. Best
2. Good
3. Normal

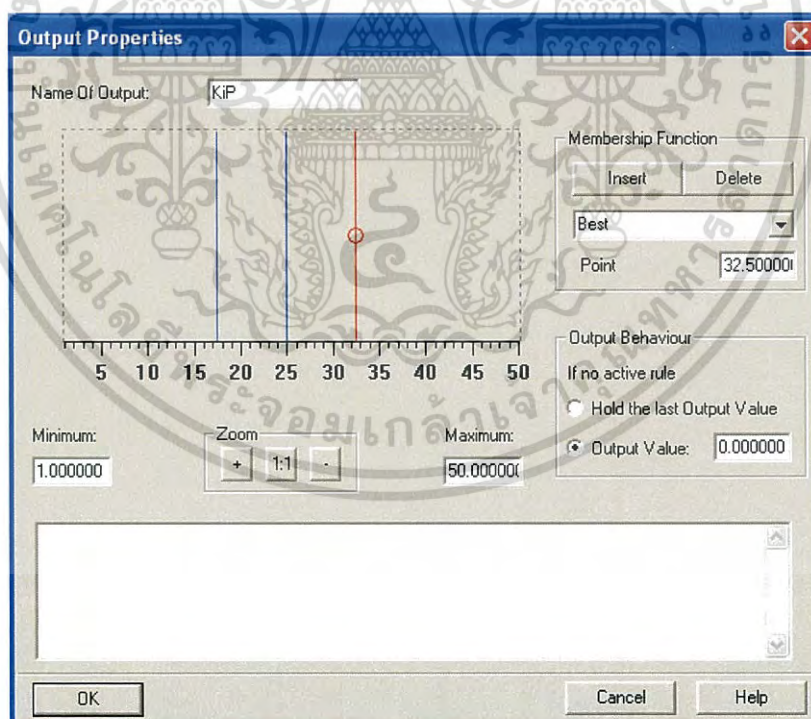
เอาต์พุตลำดับที่ 4 – K_iF คือ ค่าพารามิเตอร์เวลาอินทิกรัลของระบบควบคุมอัตราการไหลโดยที่ K_iF จะส่งให้ตัวควบคุมคาสแคด-พีโอ ในส่วนของตัวควบคุมอัตราการไหล FIC101 โดยมีระดับความเป็นสมาชิก ดังรูปที่ 3.16 ซึ่งมีการแบ่งพีชชีซ์เซตออกเป็น 3 เซต โดยได้จากการทดลองและความรู้ของผู้มีประสบการณ์สำหรับการควบคุมกระบวนการนี้ อาจารย์ที่ปรึกษาและผู้จัดทำได้ทำการทดลองซ้ำๆ จึงกำหนดเซตออกมา ดังนี้

1. Best
2. Good
3. Normal

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

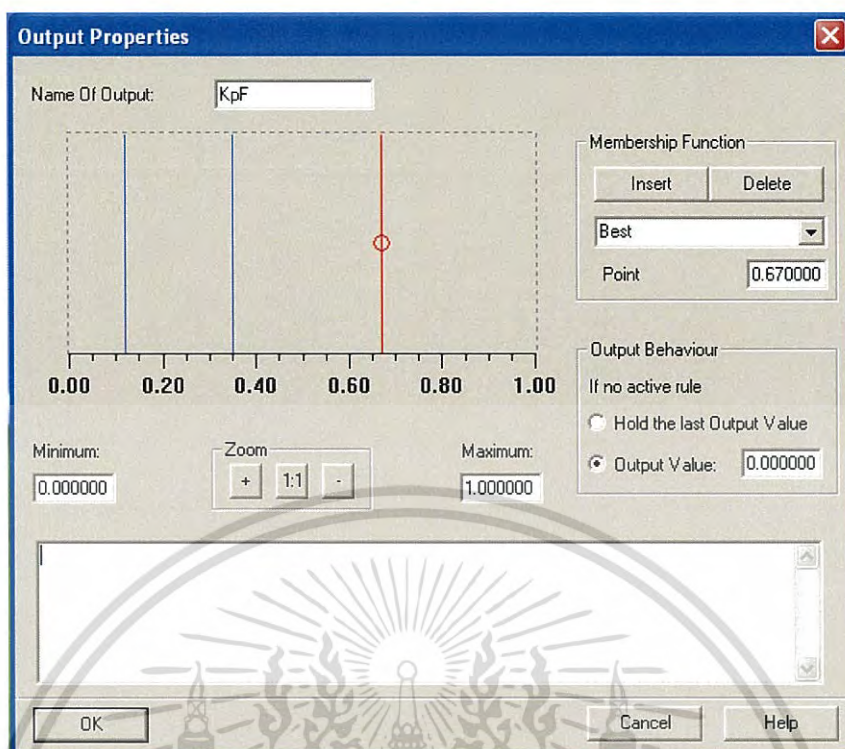


รูปที่ 3.13 ระดับความเป็นสมาชิกของเอาต์พุต KpP

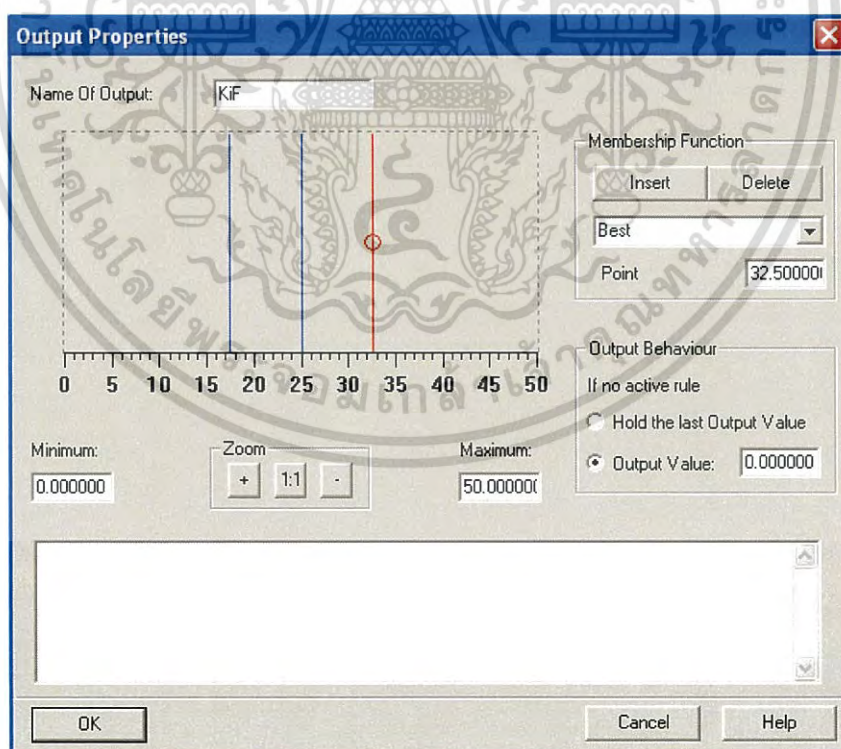


รูปที่ 3.14 ระดับความเป็นสมาชิกของเอาต์พุต KiP

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.15 ระดับความเป็นสมาชิกของเอาต์พุต KpF



รูปที่ 3.16 ระดับความเป็นสมาชิกของเอาต์พุต KIF

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การออกแบบกฎของฟuzzyที่ปรับตั้งค่าเองโดยคณะผู้จัดทำ

การออกแบบกฎของฟuzzyนั้นได้ทำการอ้างอิงจาก 2 แหล่งคือ

1. จากบทความ Generating Fuzzy Rules By Learning By Example [5] ได้เสนอขั้นตอนการออกแบบ 5 ขั้นตอน ซึ่งมีความซับซ้อนมากสำหรับการใช้งานในอุตสาหกรรม คือ

- 1) กำหนดอินพุตกับเอาต์พุต
- 2) การกำหนดกฎพื้นฐานของกระบวนการจากข้อมูลที่มีอยู่
- 3) กำหนดช่วงของกฎฟuzzyเพื่อให้เป็นไปตามจุดประสงค์และกฎพื้นฐานของกระบวนการ
- 4) สร้างกฎโดยอ้างอิงจากกฎพื้นฐานของกระบวนการรวมกับข้อกำหนดและประสบการณ์จากผู้เชี่ยวชาญ
- 5) ระบุเอาต์พุตโดยทำการดีฟuzzyคือแปลค่าจากตัวแปลภาษาให้เป็นตัวเลข

2. โดยทั่วไปสำหรับการใช้งานจริงในการออกแบบกฎฟuzzy ส่วนมากมาจากการทดลองซ้ำๆ และประสบการณ์ของผู้เชี่ยวชาญแต่ละคน ทั้งนี้สำหรับการควบคุมกระบวนการนี้ผู้จัดทำและอาจารย์ที่ปรึกษาได้ทำการทดลองซ้ำๆ รวมทั้งใช้ประสบการณ์ที่ได้ศึกษามาเป็นเวลานาน จึงกำหนดกฎได้ดังนี้

- กฎ 1 : ถ้า Error เป็น N_Big, Flow เป็น N จะได้ $K_p P / K_p F$ และ $K_i P / K_i F$ เป็น Normal
- กฎ 2 : ถ้า Error เป็น N_Big, Flow เป็น Z จะได้ $K_p P / K_p F$ และ $K_i P / K_i F$ เป็น Normal
- กฎ 3 : ถ้า Error เป็น N_Big, Flow เป็น P จะได้ $K_p P / K_p F$ และ $K_i P / K_i F$ เป็น Normal
- กฎ 4 : ถ้า Error เป็น N_Med, Flow เป็น N จะได้ $K_p P / K_p F$ และ $K_i P / K_i F$ เป็น Normal
- กฎ 5 : ถ้า Error เป็น N_Med, Flow เป็น Z จะได้ $K_p P / K_p F$ และ $K_i P / K_i F$ เป็น Good
- กฎ 6 : ถ้า Error เป็น N_Med, Flow เป็น P จะได้ $K_p P / K_p F$ และ $K_i P / K_i F$ เป็น Normal
- กฎ 7 : ถ้า Error เป็น N_Small, Flow เป็น N จะได้ $K_p P / K_p F$ และ $K_i P / K_i F$ เป็น Good
- กฎ 8 : ถ้า Error เป็น N_Small, Flow เป็น Z จะได้ $K_p P / K_p F$ และ $K_i P / K_i F$ เป็น Best

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- กฎ 9 : ถ้า Error เป็น N_Small, Flow เป็น P จะได้ K_pP/K_pF และ K_iP/K_iF
เป็น Good

- กฎ 10 : ถ้า Error เป็น Zero, Flow เป็น N จะได้ K_pP/K_pF และ K_iP/K_iF
เป็น Good

- กฎ 11 : ถ้า Error เป็น Zero, Flow เป็น Z จะได้ K_pP/K_pF และ K_iP/K_iF
เป็น Best

- กฎ 12 : ถ้า Error เป็น Zero, Flow เป็น P จะได้ K_pP/K_pF และ K_iP/K_iF
เป็น Good

- กฎ 13 : ถ้า Error เป็น P_Small, Flow เป็น N จะได้ K_pP/K_pF และ K_iP/K_iF
เป็น Good

- กฎ 14 : ถ้า Error เป็น P_Small, Flow เป็น Z จะได้ K_pP/K_pF และ K_iP/K_iF
เป็น Best

- กฎ 15 : ถ้า Error เป็น P_Small, Flow เป็น P จะได้ K_pP/K_pF และ K_iP/K_iF
เป็น Good

- กฎ 16 : ถ้า Error เป็น P_Med, Flow เป็น N จะได้ K_pP/K_pF และ K_iP/K_iF
เป็น Normal

- กฎ 17 : ถ้า Error เป็น P_Med, Flow เป็น Z จะได้ K_pP/K_pF และ K_iP/K_iF
เป็น Good

- กฎ 18 : ถ้า Error เป็น P_Med, Flow เป็น P จะได้ K_pP/K_pF และ K_iP/K_iF
เป็น Normal

- กฎ 19 : ถ้า Error เป็น P_Big, Flow เป็น N จะได้ K_pP/K_pF และ K_iP/K_iF
เป็น Normal

- กฎ 20 : ถ้า Error เป็น P_Big, Flow เป็น Z จะได้ K_pP/K_pF และ K_iP/K_iF
เป็น Normal

- กฎ 21 : ถ้า Error เป็น P_Big, Flow เป็น P จะได้ K_pP/K_pF และ K_iP/K_iF
เป็น Normal

จากกฎการอนุมานฟัซซี่ข้างต้นจะได้กฎการปรับค่าฟัซซี่ของ K_pF และ K_iF ดังตารางที่ 3.5

ตารางที่ 3.5 กฎการอนุมานฟัซซีในรูปแบบตารางของการควบคุมอัตราไหล

Error	Flow		
	N	Z	P
N_Big	Normal	Normal	Normal
N_Med	Normal	Good	Normal
N_Small	Good	Best	Good
Zero	Good	Best	Good
P_Small	Good	Best	Good
P_Med	Normal	Good	Normal
P_Big	Normal	Normal	Normal

ระดับความเป็นสมาชิกของอินพุตเอาต์พุตและกฎอนุมานฟัซซีที่กล่าวมาข้างต้นนี้ จะใช้ในการออกแบบที่โปรแกรม FuzzyControl++ โดยขั้นตอนการออกแบบนั้นศึกษาได้จากภาคผนวก จ.

3.3 การควบคุมอัตราการไหล

กระบวนการควบคุมอัตราการไหลที่ใช้ในการทดลองเราจะทำการสั่งให้วาล์วควบคุม CVF101 เปิด 100% ให้น้ำในกระบวนการไหลผ่านได้เต็มที่ มีอุปกรณ์การวัด FT101 วัดอัตราการไหลของกระบวนการเพื่อประมวลผลผ่านตัวควบคุม แล้วส่งสัญญาณไปยังตัวควบคุมความดันที่มีอุปกรณ์การวัด PT101 วัดความดันเพื่อประมวลผลส่งสัญญาณไปควบคุมการเปิด-ปิดวาล์วควบคุม CVP101 เพื่อรักษาระดับอัตราการไหล

การควบคุมอัตราการไหลแบบคาสเคดพีไอแบบปรับตัวเองด้วยฟัซซี

ออกแบบระบบควบคุม และทำการเชื่อมต่อบล็อกควบคุมด้วยโปรแกรม Continuous Function Chart (CFC) บนโปรแกรม ฟัซซีเอส 7 ดังรูปที่ 3.17

หมายเลข 1 คือ บล็อกอุปกรณ์การวัดความดัน PT101 เป็นการเลือก Channel Driver Analog Input จาก Library ของโปรแกรมฟัซซีเอส 7 เชื่อมต่อกับ PT101

หมายเลข 2 คือ บล็อกอุปกรณ์การวัดอัตราการไหล FT101 เป็นการเลือก Channel Driver Analog Input จาก Library ของโปรแกรมฟัซซีเอส 7 เชื่อมต่อกับ FT101

หมายเลข 3 คือ บล็อกควบคุมความดัน PIC101 เป็นการเลือก Driver PID Controller จาก Library ของโปรแกรมฟัซซีเอส 7 โดยจะใช้เป็นบล็อกควบคุมกระบวนการ

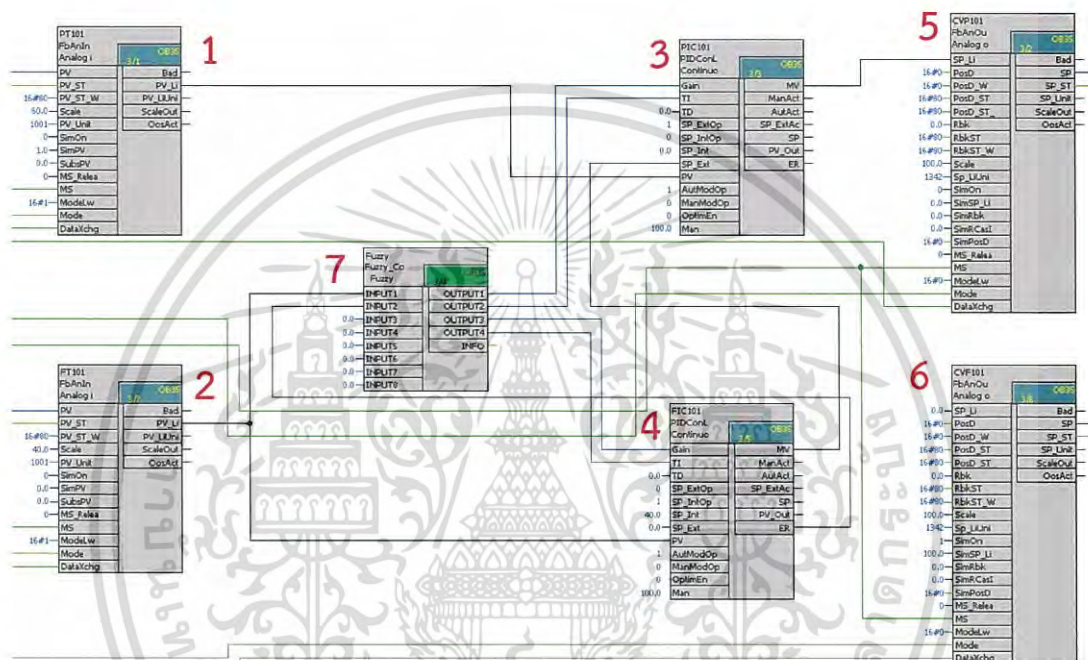
หมายเลข 4 คือ บล็อกควบคุมอัตราการไหล FIC101 เป็นการเลือก DriverPID Controller จาก Library ของโปรแกรมฟัซซีเอส 7 โดยจะใช้เป็นบล็อกควบคุมกระบวนการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเลข 5 คือ บล็อกวาล์วควบคุมความดัน CVP101 เป็นการเลือก Channel Driver Analog Output จาก Library ของโปรแกรมพีซีเอส 7 เชื่อมต่อกับ CVP101

หมายเลข 6 คือ บล็อกวาล์วควบคุมอัตราการไหล CVF101 เป็นการเลือก Channel Driver Analog Output จาก Library ของโปรแกรมพีซีเอส 7 เชื่อมต่อกับ CVF101

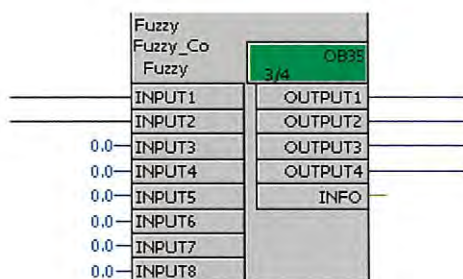
หมายเลข 7 คือ บล็อกควบคุมฟัซซี่ เป็นการเลือก Driver Fuzzy จาก Library ของโปรแกรมพีซีเอส 7 โดยจะใช้เป็นบล็อก Fuzzy



รูปที่ 3.17 การเชื่อมต่อบนโปรแกรม CFC ของการควบคุมอัตราการไหลแบบคาสแคด-พีโอแบบปรับตัวเองด้วยฟัซซี่

จากรูปที่ 3.17 จะเห็นว่าการเชื่อมต่อของบล็อกบนโปรแกรมจะเริ่มจากอุปกรณ์การวัดในกระบวนการนั้นคือบล็อก PT101 และ FT101 โดยจะส่งค่า PV คือค่าอินพุตที่วัดได้ในกระบวนการส่งไปยังบล็อกตัวควบคุมนั้นคือบล็อก PIC101 และ FIC101 ซึ่งทั้งบล็อก PIC101 และบล็อก FIC101 จะเชื่อมต่อกันโดย FIC101 จะส่งค่าเอาต์พุตคือ MV ซึ่งมาจากการเปรียบเทียบค่าอินพุตระหว่างค่าที่วัดได้คือ PV กับค่าเป้าหมายคือ SP โดยส่งค่าเอาต์พุต คือ MV ไปเป็นค่า SP ของบล็อกควบคุม PIC101 และค่าเอาต์พุต คือ MV ของ PIC101 ซึ่งจากการเปรียบเทียบค่าอินพุตระหว่างค่าที่วัดได้คือ PV ที่มาจากตัววัด PT101 กับค่าเป้าหมายคือ SP ที่มาจากบล็อกควบคุม FIC101 แล้ว PIC101 จะส่งค่าเอาต์พุตคือ MV ไปเป็นค่า SP ของบล็อกวาล์วควบคุม CVP101 นำค่าที่ได้ไปควบคุมการเปิดปิดวาล์วเพื่อควบคุมอัตราการไหลของน้ำ แล้วบล็อก Fuzzy จะเป็นบล็อกที่ทำให้ค่าพีโอสามารถปรับตัวเองได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.18 บล็อกควบคุมฟัซซี่บนโปรแกรม CFC

จากรูปที่ 3.18 บล็อกควบคุมฟัซซี่จะนำค่าอินพุท โดยรับค่าอินพุท 1 จากบล็อก FIC101 คือค่า ER เป็นค่าความผิดพลาดของอัตราการไหล และค่าอินพุท 2 คือค่า PV เป็นค่าอัตราการไหลที่วัดได้จากบล็อก FT101 เพื่อนำไปเปรียบเทียบแล้วประมวลผลตามระบบฟัซซี่ที่ออกแบบไว้บนโปรแกรม FuzzyControl++ แล้วจะส่งออกมาเป็นค่าเอาต์พุต 1 และ 2 เป็นค่า K_pP และ K_iP ให้กับบล็อกควบคุม PIC101 และค่าเอาต์พุต 3 และ 4 เป็นค่า K_pF และ K_iF ให้กับบล็อกควบคุม FIC101 ซึ่งจะเป็นค่าที่เหมาะสมกับกระบวนการการควบคุมอัตราการไหลของน้ำแบบคาสแคด-พีไอ โดยจะปรับเปลี่ยนค่า K_pP , K_pF และ K_iP , K_iF ให้เหมาะสมกับค่าเป้าหมายแต่ละค่าที่เปลี่ยนแปลงไป

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

จากการทดลองการควบคุมแบบคาสแคด-พีโอแบบปรับตัวเองด้วยฟuzzyระบบควบคุมกระจายส่วนโดยที่มีตัวแปรควบคุมประกอบไปด้วย อัตราการไหลซึ่งเป็นตัวแปรควบคุมหลัก และความดันที่เป็นตัวแปรควบคุมรอง เพื่อเป็นการพิสูจน์ให้เห็นถึงประสิทธิภาพและสมรรถนะที่ดีของกระบวนการได้นั้น ผลการควบคุมของกระบวนการนั้นก็คือค่าอัตราการไหลจะต้องเข้าสู่ค่าเป้าหมายตามที่ได้กำหนดไว้ และเขียนโปรแกรมเชื่อมต่อผู้ใช้งานสำหรับการควบคุมกระบวนการ

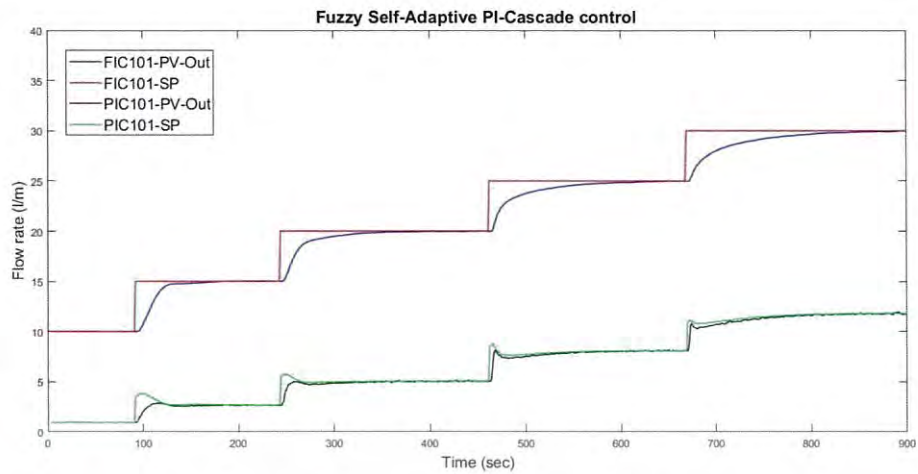
4.1 วิธีการทดลอง

การทดลองแบ่งออกเป็น 4 ส่วนหลัก ดังนี้

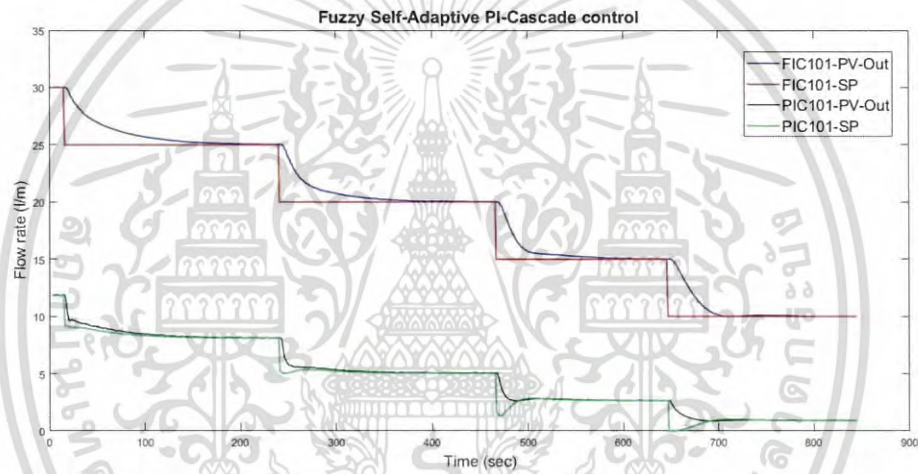
1. การตั้งค่าคอนฟิกระบบบนโปรแกรมควบคุมแบบกระจายส่วน PCS7
2. เขียนบล็อกควบคุม แบบคาสแคด – พีโอ ด้วยโปรแกรม Continuous Function Chart (CFC) บนโปรแกรมควบคุมแบบกระจายส่วน PCS7
3. การเขียนค่าพารามิเตอร์ของตัวควบคุมฟuzzyที่ผ่านการออกแบบไว้แล้วโดยโปรแกรม FuzzyControl++ V.6 ลงสู่ระบบควบคุมด้วยโปรแกรม Continuous Function Chart (CFC) บนโปรแกรมควบคุมแบบกระจายส่วน PCS7 โดยเลือกใช้บล็อกฟังก์ชันฟuzzy S7 20K
4. การนำค่าพารามิเตอร์ในกระบวนการที่ได้จากการทดลองบันทึกลงในโปรแกรม Excel แล้วนำไปพล็อตเป็นกราฟในโปรแกรม MATLAB
5. เขียนโปรแกรมเชื่อมต่อผู้ใช้งานสำหรับการควบคุมกระบวนการโดยใช้โปรแกรม WinCC

4.2 ผลการทดลอง

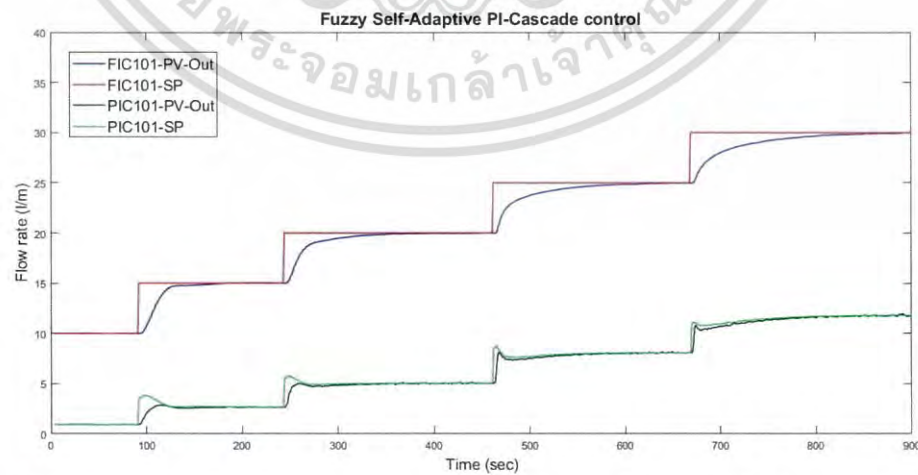
การทดลองนั้นได้ทำการทดลองเปลี่ยนค่าเป้าหมายของกระบวนการคือ อัตราการไหลของน้ำเป็นช่วงๆ ทั้งขาขึ้นและขาลง แล้วดูผลตอบสนองของกระบวนการว่าเป็นอย่างไร เพื่อให้เห็นถึงสมรรถนะของกระบวนการ ซึ่งกระบวนการนี้ต้องการควบคุมอัตราไหลให้ได้ตามที่ต้องการ โดยควบคุมแบบคาสแคด-พีโอแบบปรับตัวเองด้วยฟuzzyระบบควบคุมกระจายส่วน PCS7 ซึ่งเชื่อมต่อกับอุปกรณ์การวัดผ่านทางโมดูลแอนะล็อกอินพุตและเอาต์พุต มีค่าเป้าหมายขาขึ้นมีดังนี้ 10 15 20 25 และ 30 l/m จะได้ผลลัพธ์ดังรูปที่ 4.1 ส่วนค่าเป้าหมายขาลงมีดังนี้ 30 25 20 15 และ 10 l/m จะได้ผลลัพธ์ดังรูปที่ 4.2 จากนั้นทำการเปลี่ยนเป้าหมายขาขึ้นที่ 10 20 และ 30 l/m จะได้ผลลัพธ์ดังรูป 4.3 และ ค่าเป้าหมายขาลงที่ 30 20 และ 10 l/m จะได้ผลลัพธ์ดังรูป 4.4



รูปที่ 4.1 ผลตอบสนองของกระบวนการควบคุมอัตราการไหลช่วงขาขึ้นช่วงละ 5 l/m

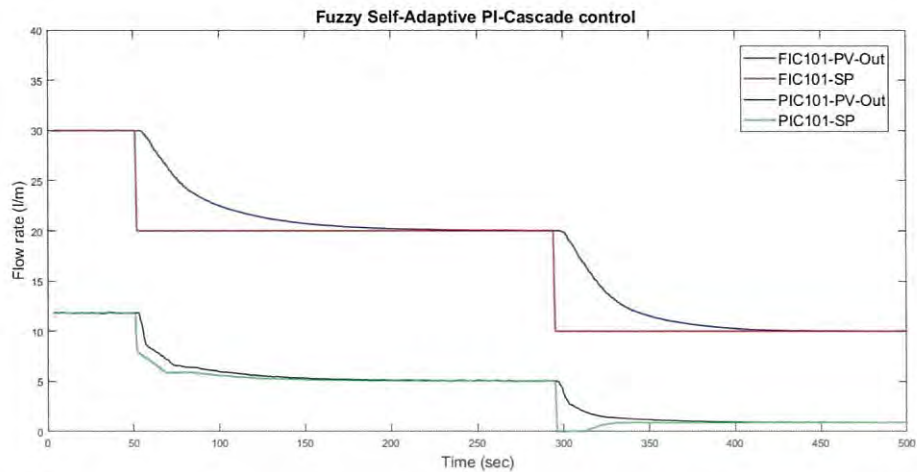


รูปที่ 4.2 ผลตอบสนองของกระบวนการควบคุมอัตราการไหลช่วงขาลงช่วงละ 5 l/m



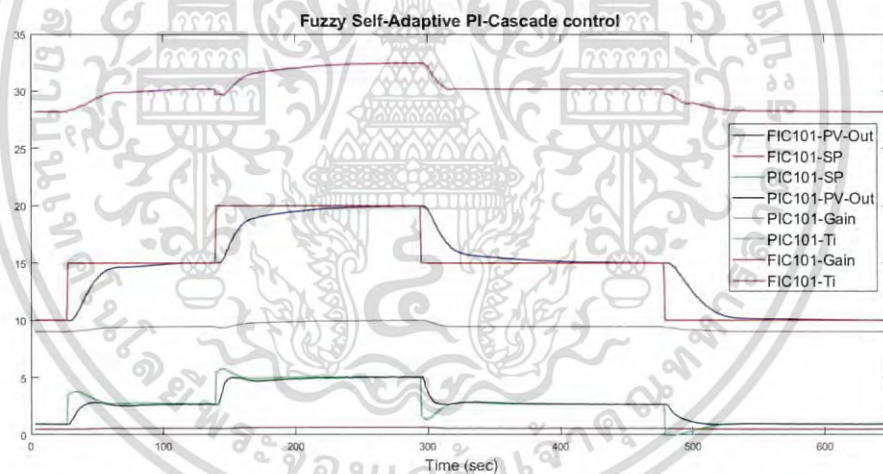
รูปที่ 4.3 ผลตอบสนองของกระบวนการควบคุมอัตราการไหลช่วงขาขึ้นช่วงละ 10 l/m

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4 ผลตอบสนองของกระบวนการควบคุมอัตราการไหลช่วงช่วงละ 10 l/m

จากรูปที่ 4.1, 4.2, 4.3 และ 4.4 เส้นสีแดงคือค่าเป้าหมาย Setpoint (SP) ของอัตราการไหล สีน้าเงินเป็นค่า Process Value (PV) ของอัตราไหล ส่วนเส้นสีเขียวคือค่าเป้าหมาย Setpoint (SP) ของความดัน และเส้นสีดำเป็นค่า Process Value (PV) ของความดัน



รูปที่ 4.5 ผลตอบสนองของพารามิเตอร์ในระบบควบคุมแบบคาสเคด-พีโอแบบปรับตัวเองด้วยฟัซซี่

จากกราฟรูปที่ 4.5 เมื่อผู้จัดทำได้ทำการเปลี่ยนค่าเป้าหมาย

จาก 10 l/m ไปยัง 15 l/m จะเห็นว่าค่าอัตราขยายสัดส่วน K_pP ของตัวควบคุมความดัน PIC101 เปลี่ยนค่าอยู่ในช่วง 8.99 ถึง 9.46 อัตราขยายสัดส่วน K_pF ของตัวควบคุมอัตราการไหล FIC101 เปลี่ยนค่าอยู่ในช่วง 0.48 ถึง 0.57 และเวลาอินทิกรัล K_iP ของตัวควบคุมความดันและอัตราการไหล K_iF เปลี่ยนค่าอยู่ในช่วง 28.21 ถึง 30.19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จาก 15 V/m ไปยัง 20 V/m จะเห็นได้ว่าค่าอัตราขยายสัดส่วน K_pP ของตัวควบคุมความดัน PIC101 เปลี่ยนค่าอยู่ในช่วง 9.46 ถึง 9.99 อัตราขยายสัดส่วน K_pF ของตัวควบคุมอัตราการไหล FIC101 เปลี่ยนค่าอยู่ในช่วง 0.57 ถึง 0.67 และเวลาอินทิกรัล K_iP ของตัวควบคุมความดันและ K_iF ของอัตราการไหล เปลี่ยนค่าอยู่ในช่วง 30.19 ถึง 32.47

จาก 20 V/m ไปยัง 15 V/m จะเห็นได้ว่าค่าอัตราขยายสัดส่วน K_pP ของตัวควบคุมความดัน PIC101 เปลี่ยนค่าอยู่ในช่วง 9.99 ถึง 9.46 อัตราขยายสัดส่วน K_pF ของตัวควบคุมอัตราการไหล FIC101 เปลี่ยนค่าอยู่ในช่วง 0.67 ถึง 0.57 และเวลาอินทิกรัล K_iP ของตัวควบคุมความดันและ K_iF อัตราการไหล เปลี่ยนค่าอยู่ในช่วง 32.47 ถึง 30.19

จาก 15 V/m ไปยัง 10 V/m จะเห็นได้ว่าค่าอัตราขยายสัดส่วน K_pP ของตัวควบคุมความดัน PIC 101 เปลี่ยนค่าอยู่ในช่วง 9.46 ถึง 8.99 อัตราขยายสัดส่วน K_pF ของตัวควบคุมอัตราการไหล FIC 101 เปลี่ยนค่าอยู่ในช่วง 0.57 ถึง 0.48 และเวลาอินทิกรัล K_iP ของตัวควบคุมความดันและ K_iF อัตราการไหล เปลี่ยนค่าอยู่ในช่วง 30.19 ถึง 28.21

จะเห็นว่าที่ค่าเป้าหมาย 10 V/m โดยการใช้การควบคุมแบบคาสแคด-พีโอค่า K_pP ของตัวควบคุมความดันที่เหมาะสมกับกระบวนการคือ 8.99 ค่า K_pF ของตัวควบคุมอัตราการไหลที่เหมาะสมกับกระบวนการคือ 0.48 และค่า K_iP , K_iF ของตัวควบคุมที่เหมาะสมกับกระบวนการ คือ 28.21

ที่ค่าเป้าหมาย 15 V/m โดยการใช้การควบคุมแบบคาสแคด-พีโอค่า K_pP ของตัวควบคุมความดันที่เหมาะสมกับกระบวนการคือ 9.46 ค่า K_pF ของตัวควบคุมอัตราการไหลที่เหมาะสมกับกระบวนการคือ 0.57 และค่า K_iP , K_iF ของตัวควบคุมที่เหมาะสมกับกระบวนการ คือ 30.19

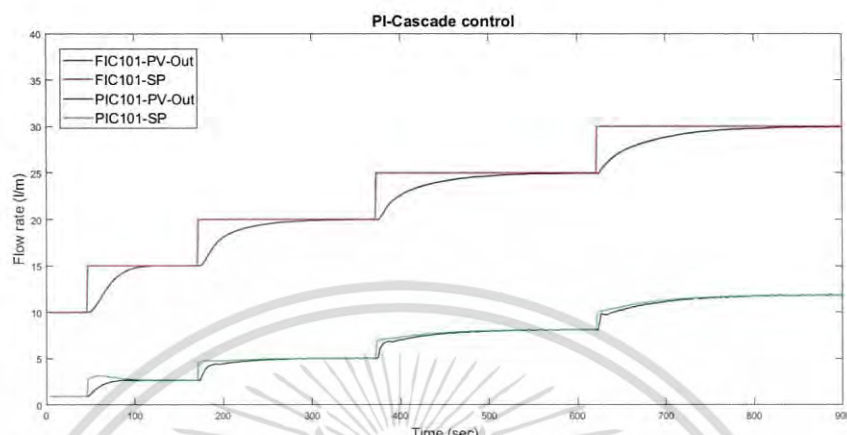
ที่ค่าเป้าหมาย 20 V/m โดยการใช้การควบคุมแบบคาสแคด-พีโอค่า K_pP ของตัวควบคุมความดันที่เหมาะสมกับกระบวนการคือ 9.99 ค่า K_pF ของตัวควบคุมอัตราการไหลที่เหมาะสมกับกระบวนการคือ 0.67 และค่า K_iP , K_iF ของตัวควบคุมที่เหมาะสมกับกระบวนการ คือ 32.47

ค่าอัตราขยายสัดส่วน (K_pP , K_pF) และเวลาอินทิกรัล (K_iP , K_iF) ของตัวควบคุมแบบคาสแคด-พีโอเปลี่ยนไปตามค่าที่เหมาะสมตามช่วงของค่าที่ได้ออกแบบมาจากโปรแกรม FuzzyControl++ ซึ่งเป็นค่าผลลัพธ์จากการประมวลผลด้วยระบบฟัซซี่ เพื่อใช้ในการควบคุมอัตราการไหลของน้ำในแต่ละค่าเป้าหมายผลตอบสนองตามค่าเป้าหมายที่ต้องการสามารถควบคุมอัตราการไหลของน้ำเข้าสู่เป้าหมายได้ดี

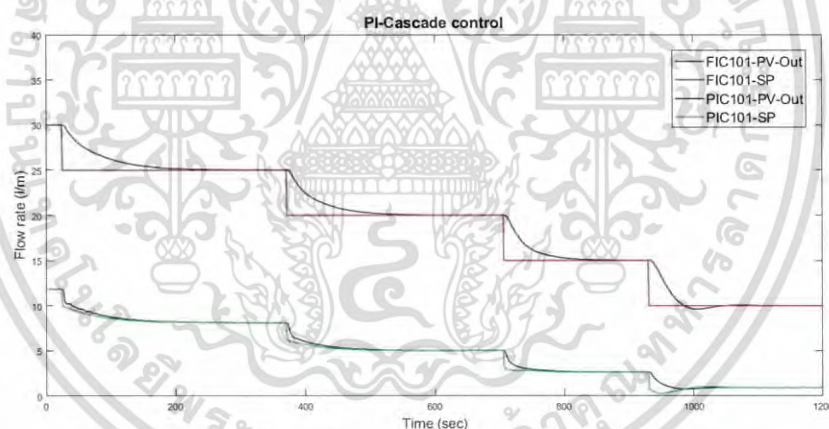
4.2.1 การเปรียบเทียบผลตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงค่าเป้าหมายของระบบควบคุม

ทำการเปรียบเทียบผลตอบสนองของระบบควบคุมแบบคาสแคด-พีโอ แบบปรับตัวเองด้วยฟัซซี่ และผลตอบสนองของระบบควบคุมแบบคาสแคด-พีโอ ที่ใช้ค่า K_pP ของตัวควบคุมความดันคือ 8.25 และ K_pF ของตัวควบคุมอัตราการไหลคือ 0.35 และค่า K_iP ของตัวควบคุมความดันและ K_iF อัตราการไหลคือ 25 ซึ่งค่าพารามิเตอร์ทั้งหมดมาจากการทดลองซ้ำๆเป็นค่าเดียวกับค่าเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอาต์พุตที่กำหนดให้เป็นค่า Good ในระบบฟuzzy นั้นเอง ทดสอบผลตอบสนองแบบคาสแคด-พีโอ โดยมีค่า เป้าหมายขาขึ้นมีดังนี้ 10 15 20 25 และ 30 L/m จะได้ผลลัพธ์ดังรูปที่ 4.6 ส่วนค่าเป้าหมายขาลงมีดังนี้ 30 15 20 25 และ 10 L/m จะได้ผลลัพธ์ดังรูปที่ 4.7



รูปที่ 4.6 ผลตอบสนองของกระบวนการควบคุมอัตราการไหลช่วงขาขึ้นช่วงละ 5 L/m ของระบบควบคุมแบบคาสแคด-พีโอ



รูปที่ 4.7 ผลตอบสนองของกระบวนการควบคุมอัตราการไหลช่วงขาลงช่วงละ 5 L/m ของระบบควบคุมแบบคาสแคด-พีโอ

จากการทดสอบเปลี่ยนค่า Setpoint คืออัตราการไหลของน้ำทั้งขาขึ้นและขาลงของระบบควบคุมแบบคาสแคด-พีโอ ที่ใช้ค่า $K_p P$ ของตัวควบคุมความดันคือ 8.25 และ $K_p F$ ของตัวควบคุมอัตราการไหลคือ 0.35 และค่า $K_i P$ ของตัวควบคุมความดันและ $K_i F$ อัตราการไหลคือ 25 พบว่า ระบบสามารถควบคุมอัตราการไหลให้เข้าสู่ค่าเป้าหมายได้ แต่ที่ค่าเป้าหมายขาลงจาก 15 ถึง 10 L/m พบว่ามีค่า Overshoot เกิดขึ้นในระบบ ผลการทดสอบประสิทธิภาพของระบบควบคุมแบบคาสแคด-พีโอ แบบปรับตัวเองด้วยฟuzzy ดังตารางที่ 4.1 และระบบควบคุมแบบคาสแคด-พีโอ ดังตารางที่ 4.2 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าระบบควบคุมแบบคาสแคด-พีโอแบบปรับตัวเองด้วยฟuzzy และเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบควบคุมแบบคาสแคด-พีไอ สามารถควบคุมอัตราการไหลของน้ำให้เข้าสู่ค่าเป้าหมายได้ แต่ผลตอบสนองของระบบควบคุมแบบคาสแคด-พีไอแบบปรับตัวเองด้วยฟัซซี่จะมีความรวดเร็ว และมีความผิดพลาดน้อยกว่าระบบควบคุมแบบคาสแคด-พีไอ

ตารางที่ 4.1 ผลทดสอบประสิทธิภาพของระบบควบคุมแบบคาสแคด-พีไอแบบปรับตัวเองด้วยฟัซซี่

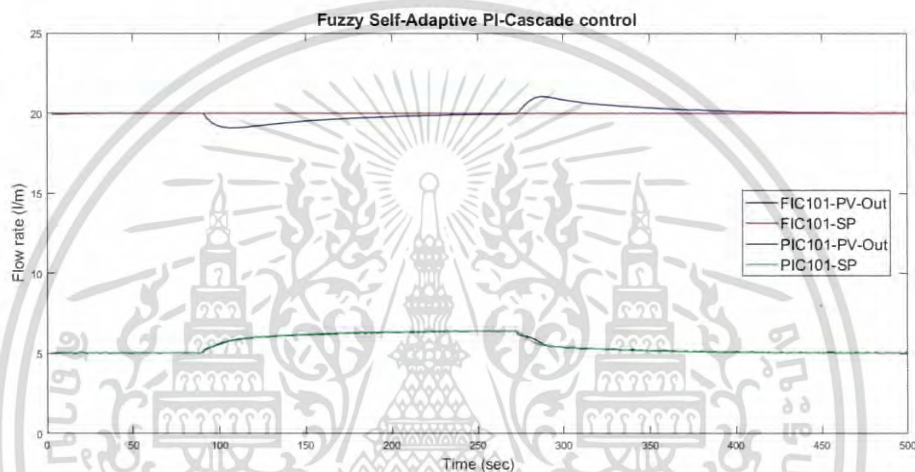
Fuzzy Self-Adaptive PI-Cascade Control Performance				
Flow rate (m/l)	Settling Time (sec)	Rise Time (sec)	Overshoot (%)	Error (%)
15	75	63	0	0.12
20	115	91	0	-0.04
25	162	143	0	-0.03
30	205	196	0	0.03
25	198	183	0	0.04
20	182	164	0	0.07
15	135	120	0	0.11
10	117	71	0	0.18

ตารางที่ 4.2 ผลทดสอบประสิทธิภาพของระบบควบคุมแบบคาสแคด-พีไอ

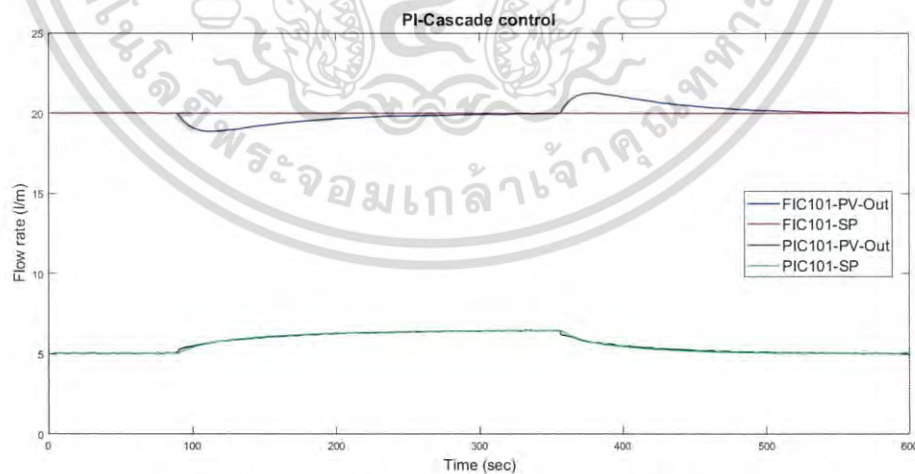
PI-Cascade Control Performance				
Flow rate (m/l)	Settling Time (sec)	Rise Time (sec)	Overshoot (%)	Error (%)
15	83	70	0	0.13
20	121	102	0	-0.17
25	185	165	0	-0.13
30	210	224	0	0.09
25	213	200	0	0.08
20	203	189	0	0.11
15	142	125	0	0.10
10	120	80	-3.79	0.15

4.2.2 การเปรียบเทียบผลตอบสนองต่อสิ่งรบกวนในระบบควบคุม

ทำการทดสอบระบบควบคุมแบบคาสแคด-พีโอแบบปรับตัวเองด้วยฟัซซี่ และระบบควบคุมแบบคาสแคด-พีโอ ที่ใช้ค่า K_pP ของตัวควบคุมความดันคือ 8.25 และ K_pF ของตัวควบคุมอัตราการไหลคือ 0.35 และค่า K_iP ของตัวควบคุมความดันและ K_iF อัตราการไหลคือ 25 โดยเปลี่ยนแปลง ค่าเป้าหมายของวาล์วควบคุม CVF101 จากเดิมอยู่ที่ 100% ไปเป็น 80% และ ค่าเป้าหมายของอัตราการไหลของน้ำเป็น 20 l/m และเมื่อระบบเข้าสู่ค่าเป้าหมายคืออัตราการไหลของน้ำแล้ว ทำการเปลี่ยนค่าเป้าหมายของ วาล์วควบคุม CVF101 จาก 80% ไปเป็น 100% ผลตอบสนองในระบบแสดงดังรูปที่ 4.8 และ 4.9



รูปที่ 4.8 ผลตอบสนองต่อสิ่งรบกวนของระบบควบคุมแบบคาสแคด-พีโอแบบปรับตัวเองด้วยฟัซซี่



รูปที่ 4.9 ผลตอบสนองต่อสิ่งรบกวนของระบบควบคุมแบบคาสแคด-พีโอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 ผลตอบสนองต่อสิ่งรบกวนของระบบควบคุมแบบคาสแคด-พีโอแบบปรับตัวเองด้วยฟัซซี่

Fuzzy Self-Adaptive PI-Cascade Control Performance				
Control Valve (%)	Flow Setpoint (m/l)	Recovery Time (sec)	Overshoot (%)	Error (%)
80	20	138	0	0.08
100	20	134	0	0.03

ตารางที่ 4.4 ผลตอบสนองต่อสิ่งรบกวนของระบบควบคุมแบบคาสแคด-พีโอ

PI-Cascade Control Performance				
Control Valve (%)	Flow Setpoint (m/l)	Recovery Time (sec)	Overshoot (%)	Error (%)
80	20	161	0	0.12
100	20	144	0	0.08

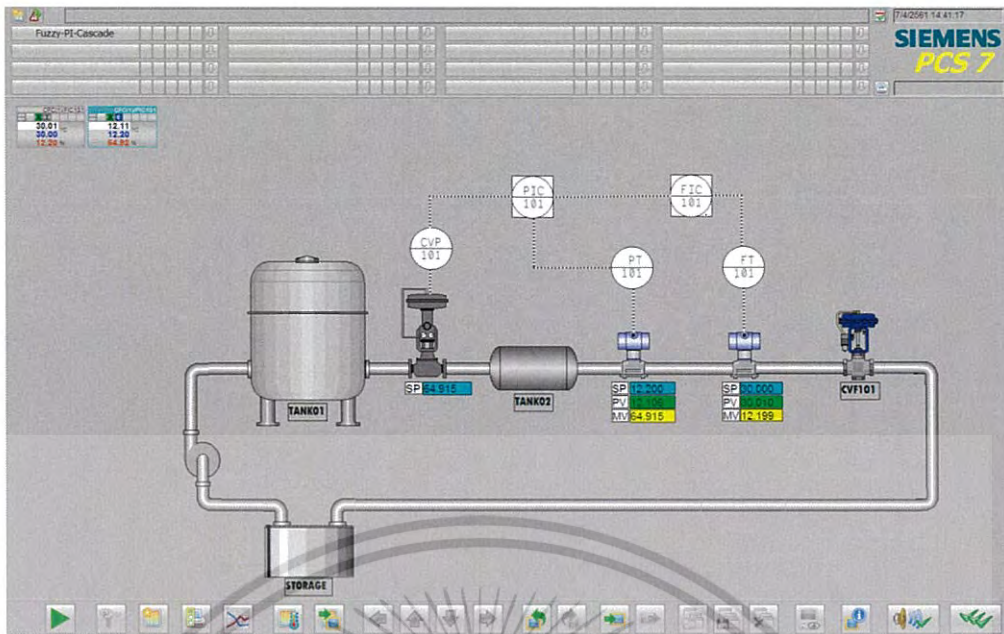
จากตารางที่ 4.3 และ 4.4 แสดงผลตอบสนองต่อสิ่งรบกวนของระบบควบคุมแบบคาสแคด-พีโอ แบบปรับตัวเองด้วยฟัซซี่ และระบบควบคุมแบบคาสแคด-พีโอ ที่ใช้ค่า K_pP ของตัวควบคุมความดันคือ 8.25 และ K_pF ของตัวควบคุมอัตราการไหลคือ 0.35 และค่า K_iP ของตัวควบคุมความดันและ K_iF อัตราการไหลคือ 25 พบว่าทั้งสองระบบสามารถควบคุมอัตราการไหลของน้ำให้กลับสู่ค่าเป้าหมายได้เมื่อมีสิ่งรบกวน ในที่นี้คือการเปลี่ยนค่าเป้าหมายของ วาล์วควบคุม CVF101 และระบบควบคุมแบบคาสแคด-พีโอแบบปรับตัวเองด้วยฟัซซี่สามารถควบคุมให้อัตราการไหลของน้ำกลับเข้าสู่ค่าเป้าหมายได้รวดเร็วกว่าระบบควบคุมแบบคาสแคด-พีโอ

4.3 เขียนโปรแกรมเชื่อมต่อผู้ใช้งานสำหรับการควบคุมกระบวนการ

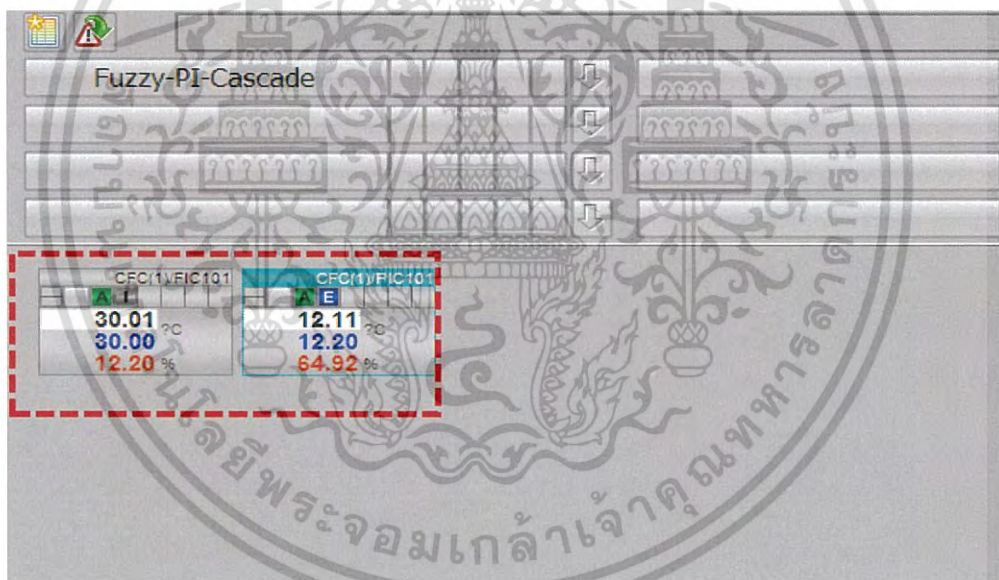
โดยใช้โปรแกรม WinCC

หน้าจอแสดงผลเชื่อมต่อผู้ใช้งานในการควบคุมอัตราการไหล แสดงดังรูปที่ 4.10 มีการเชื่อมต่อดัชนีจากโปรแกรม Continuous Function Chart (CFC) โดยสามารถทำการกำหนดค่าหรือแก้ไขค่าพารามิเตอร์ของกระบวนการต่างๆได้ อ่านค่าและควบคุมอัตราการไหลได้รวมไปถึงแสดงสถานะการแจ้งเตือนต่างๆตามค่าที่เรากำหนดได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

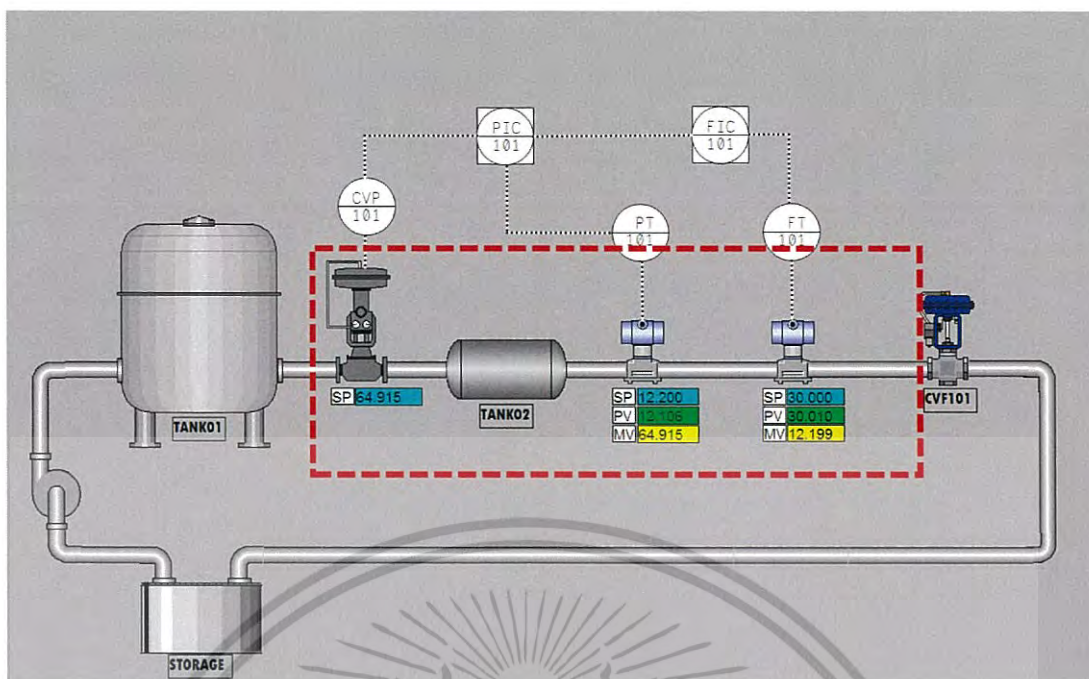


รูปที่ 4.10 จอแสดงผลเชื่อมต่อผู้ใช้งานในการควบคุมอัตราการไหล



รูปที่ 4.11 จอแสดงผลเชื่อมต่อผู้ใช้งานในการควบคุมอัตราการไหล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.12 จอแสดงผลเชื่อมต่อผู้ใช้งานในการควบคุมอัตราการไหล

จากรูปที่ 4.11 ในกรอบสี่เหลี่ยมคือหน้า Faceplate ของกระบวนการที่เชื่อมต่อมาจากบล็อก PIDConL ในหน้า CFC สามารถแสดงค่า Setpoint (SP) , Processvalue (PV) หรือ Manipulate Value (MV) ของกระบวนการรวมทั้งยังสามารถเข้าไปปรับเปลี่ยนค่าพารามิเตอร์ต่างๆได้เลยโดยไม่ต้องเข้าไปแก้ไขในหน้าของ CFC ส่วนค่าตัวเลขต่างๆที่แสดงอยู่กรอบสี่เหลี่ยมของรูปที่ 4.12 นั้นเป็นค่าค่า Setpoint (SP) , Processvalue (PV) และ Manipulate Value (MV) ที่ได้จากการ Link Tag มาจากหน้า CFC เช่นกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

ปริญญานิพนธ์นี้ได้ทำการศึกษาวิธีการควบคุมแบบคาสแคด-พีโอแบบปรับตัวเองด้วยฟัซซี่สำหรับควบคุมกระบวนการ โดยการประยุกต์ใช้งานวิธีการควบคุมแบบคาสแคด-พีโอแบบปรับตัวเองด้วยฟัซซี่ ด้วยการพัฒนาโปรแกรมควบคุม และโปรแกรมติดต่อผู้ใช้งานบนระบบควบคุมแบบกระจาย ส่วนของบริษัทซีเมนส์ รุ่นพีซีเอส 7 เพื่อทำการทดสอบสมรรถนะของระบบควบคุม และการสั่งงานผ่านโปรแกรมติดต่อผู้ใช้งาน โดยขั้นตอนแรกเริ่มจากการศึกษาทฤษฎีเบื้องต้นของการควบคุมแบบคาสแคด - พีโอ ทฤษฎีของฟัซซี่ลอจิก การเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่างๆเข้ากับตัวควบคุม S7 – 400ตลอดจนวิธีการคอนฟิกอุปกรณ์ต่างๆบนโปรแกรมควบคุมแบบกระจายส่วน PCS7 จากนั้นจึงทำการเขียนบล็อกควบคุม แบบคาสแคด - พีโอ ด้วยโปรแกรม Continuous Function Chart (CFC) บนโปรแกรมควบคุมแบบกระจายส่วน PCS7 จากนั้นจึงออกแบบตัวควบคุมฟัซซี่ด้วยโปรแกรม FuzzyControl++ V.6 และทำการการเขียนค่าพารามิเตอร์ของตัวควบคุมฟัซซี่ที่ผ่านการออกแบบไว้ลงสู่ด้วยโปรแกรม Continuous Function Chart (CFC) เพื่อใช้ในการควบคุมกระบวนการและทำการเขียนโปรแกรมติดต่อผู้ใช้งานด้วยโปรแกรม WinCC สำหรับแสดงผลกระบวนการควบคุมเพื่อให้ง่ายต่อการใช้งานมากยิ่งขึ้น

จากการทดลองของปริญญานิพนธ์นี้ เมื่อค่าพารามิเตอร์ต่างๆของกระบวนการเกิดการเปลี่ยนแปลงจะทำให้ส่งผลต่อระบบควบคุม จึงต้องทำการแก้ไขค่า PID ใหม่ด้วยการทำ AutoTuningPID เพื่อให้ได้ค่าใหม่ที่เหมาะสมออกมากับกระบวนการออกมาแต่ในการทำงานระยะยาวค่าพารามิเตอร์ของกระบวนการอาจจะมีการเปลี่ยนแปลงได้อีกยกตัวอย่างเช่น เกิดแรงเสียดทานจากการสึกหรอของวาล์วควบคุม ทำให้ผลตอบสนองของกระบวนการไม่เป็นไปตามที่ต้องการ นั้นหมายความว่าประสิทธิภาพของกระบวนการลดลงโดยปกติแล้วเมื่อเกิดปัญหาแบบนี้แล้วแนวทางในการแก้ปัญหาก็คือทำการ AutoTuningPID ใหม่ขึ้นมากอีกเพื่อให้ได้ค่าที่เหมาะสมกับกระบวนการนั่นเองแต่ในกรณีที่ในกระบวนการนั้นมีตัวควบคุมเป็นจำนวนมากทำให้มีความซับซ้อนของกระบวนการนั้นมากขึ้นตามไปด้วยจึงทำให้ยากต่อการแก้ไข เพื่อลดปัญหาที่เกิดขึ้นนั้น ปริญญานิพนธ์นี้ได้นำเสนอวิธีการควบคุมแบบคาสแคด-พีโอแบบปรับตัวเองด้วยฟัซซี่ บนระบบควบคุมกระจายส่วน พีซีเอส7 เพื่อทดแทนการควบคุมแบบคาสแคด-พีโอแบบปกติ พบว่าเมื่อค่าพารามิเตอร์มีการเปลี่ยนแปลง การควบคุมแบบคาสแคด-พีโอแบบปรับตัวเองด้วยฟัซซี่ บนระบบควบคุมกระจายส่วน พีซีเอส7 ยังสามารถควบคุมกระบวนการให้มีผลตอบสนองได้ตามที่ต้องการ ผลลัพธ์ที่ได้แสดงให้เห็นว่ากระบวนการควบคุมแบบนี้มีประสิทธิภาพในการควบคุมได้เป็นอย่างดี ดังนั้นระบบแบบคาสแคด-พีโอแบบปรับตัวเองด้วยฟัซซี่ บนระบบควบคุมกระจายส่วน พีซีเอส7 จึงสามารถนำไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารหลวงวินวิสาสำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยญาติให้เผยแพร่ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมได้เป็นอย่างดี เพื่อใช้ในการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นจากความไม่แน่นอนของค่าพารามิเตอร์ของกระบวนการที่เปลี่ยนแปลงไปได้ตลอดเวลา

5.2 วิเคราะห์ปัญหาและข้อเสนอ

ในการทดลอง เนื่องจากอุปกรณ์ต่างๆที่อยู่ในกระบวนการนั้นเป็นอุปกรณ์ที่มีอายุการใช้งานที่ยาวนานพอสมควรแต่ไม่ได้รับการซ่อมบำรุงตามสมควร จึงทำให้การควบคุมกระบวนการเกิดปัญหา ซึ่งปัญหานั้นจะเป็นในลักษณะของการเปิด – ปิดวาล์วที่ไม่เป็นไปตามที่ต้องการ และการควบคุมกระบวนการด้วยพีซีนั้นจะต้องมีการกำหนดขอบเขตในตัวแปรอินพุตและเอาต์พุตให้มีความสอดคล้องกัน ซึ่งต้องใช้ความเชี่ยวชาญในการกำหนดขอบเขตในแต่ละกระบวนการควบคุมนั้นๆ ซึ่งทางผู้จัดทำอาจจะไม่มีความเชี่ยวชาญที่มากพอสำหรับการกำหนดของเขตตัวแปรได้อย่างเหมาะสมกับกระบวนการเท่าที่ควรจึงได้แก้ปัญหานี้ด้วยการทำการกำหนดค่าซ้ำๆหลายๆครั้งเพื่อให้ได้ค่าที่เหมาะสมกับกระบวนการมากที่สุดเพื่อให้ผลการควบคุมออกมาได้ดีที่สุดนั่นเอง



บรรณานุกรม

- [1] Thomas E. Marlin ,“ Process Control Designing Processes and Control Systems for Dynamic Performance ”
- [2] sites.google , “ การควบคุมแบบฟัซซี่ ”, [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา : <https://sites.google.com/site/supapongclub/ceaa-luk-rabbpid> (20 มิถุนายน 2561)
- [3] Siemens AG, “ FUZZYCONTROL++ ”, 2008.
- [4] Siemens AG, “ PCS7 on tour - Basic ”, 2007.
- [5] Li-Xin Wang, Fellow, IEEE, and Jerry M. Mendel“ Generating Fuzzy Rules by Learning from Examples ”, IEEE Transactions On Systems, Man and Cybernetics, 22(6), 1992, PP. 1414 – 1427.
- [6] ชรินทร์พร ชัยชนะ, ณัฐธิดา ดวงจันทร์ และ ธัญพงศ์ ศรีโพธิ์โรจน์ “การออกแบบระบบควบคุมสมิท-ฟัซซี่แบบปรับตัวเองด้วยฟัซซี่บนระบบควบคุมกระจายส่วน : พีซีเอส 7”, วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมการวัดคุม บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง , 2559.
- [7] วรพงศ์ วงศ์วิทย์วิโชติ “ตัวควบคุมฟัซซี่บนระบบควบคุมแบบโครงข่ายสำหรับระบบหนึ่งอินพุตหนึ่งเอาต์พุต” ,วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมการวัดคุมมหาบัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง , 2555.



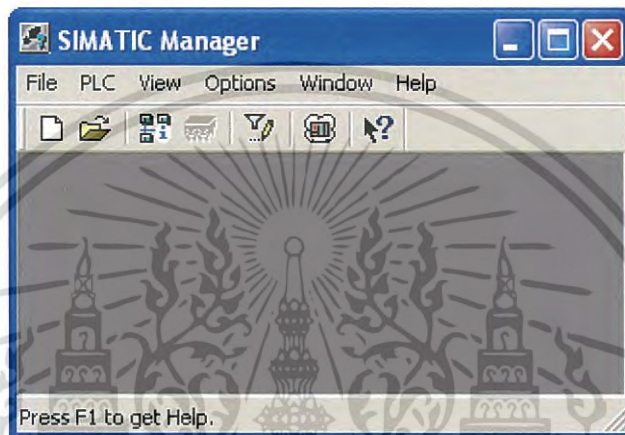
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

การตั้งค่าฮาร์ดแวร์(Hardware Configuration)

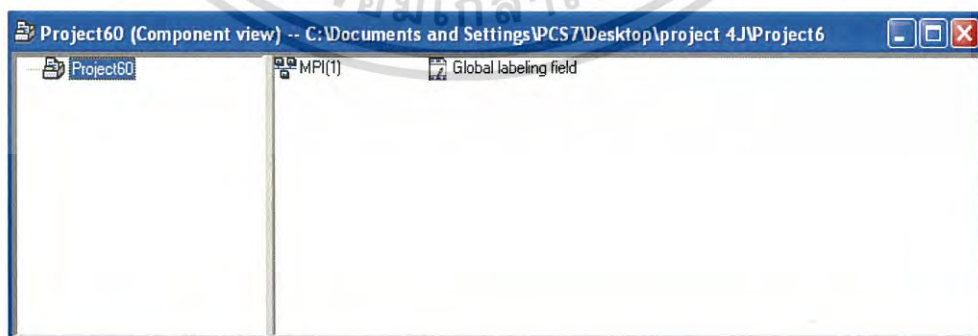
ก.1 การตั้งค่าตัวควบคุม

เราจะเริ่มจากการรันโปรแกรม SIMATIC Manager จากนั้นจะปรากฏหน้าต่าง SIMATIC Manager ดังรูปที่ ก.1



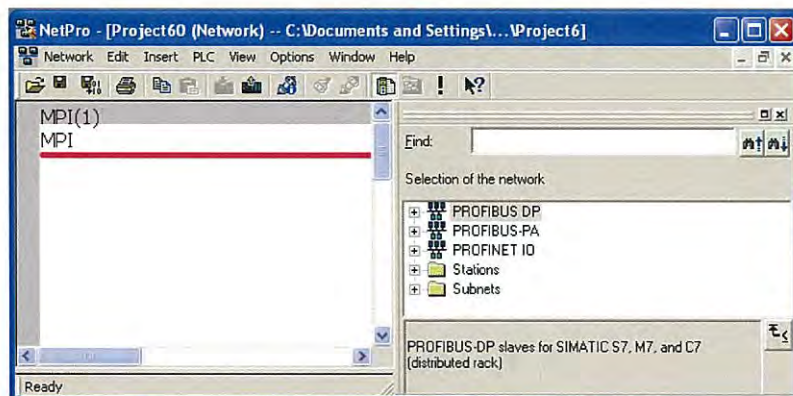
รูปที่ ก.1 หน้าต่าง SIMATIC Manager

เลือกที่ Option -> Customize... เลือกโพลเดอร์ที่เราต้องการจะจัดเก็บข้อมูลไว้แล้วกด OK จากนั้นเราจะทำการสร้างโปรเจกใหม่โดยการเลือกไปที่ File -> New ปรากฏหน้าต่าง New Project ทำการตั้งชื่อโปรเจก แล้วกด OK จากนั้นจะปรากฏหน้าต่าง Component view ดังรูปที่ ก.2 และ จากนั้นคลิกที่ MPI(1) จะปรากฏหน้าต่าง NetPro ขึ้นมาดังรูปที่ ก.3



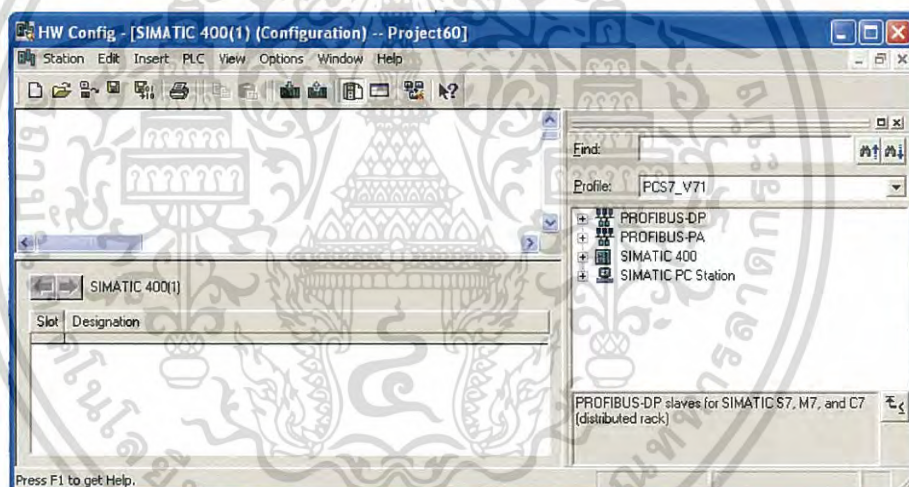
รูปที่ ก.2 หน้าต่าง Component view

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.3 หน้าต่าง NetPro

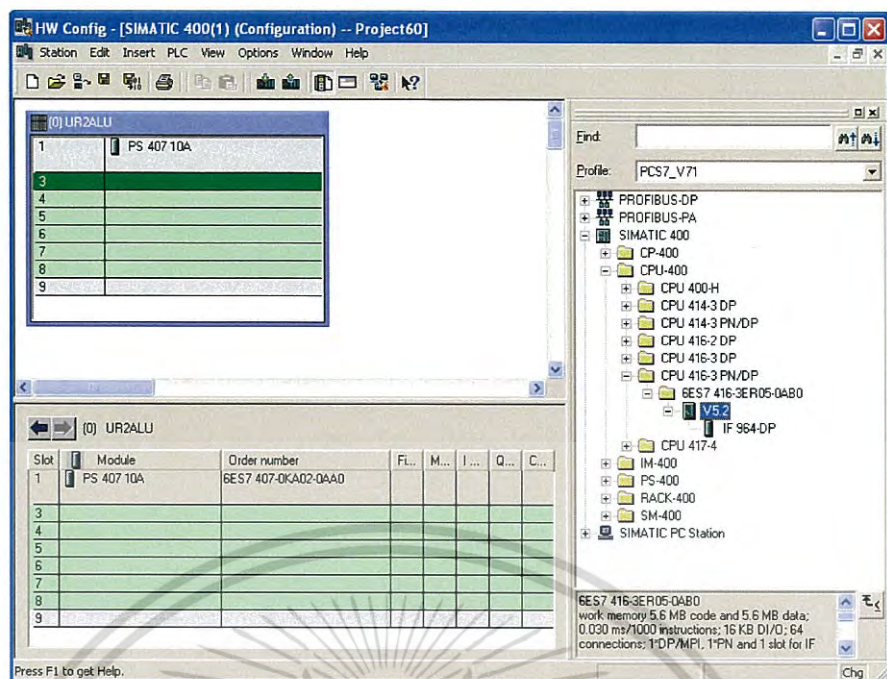
หลังจากนั้นเราจะทำการเพิ่มอุปกรณ์ต่างๆเข้าไปโดยเริ่มจากการขยาย Station แล้วดับเบิลคลิก SIMATIC 400 แล้วจะปรากฏ SIMATIC 400 (1) และเราจะดับเบิลคลิกเข้าไป จะปรากฏหน้าต่าง HW Configuration ดังรูปที่ ก.4



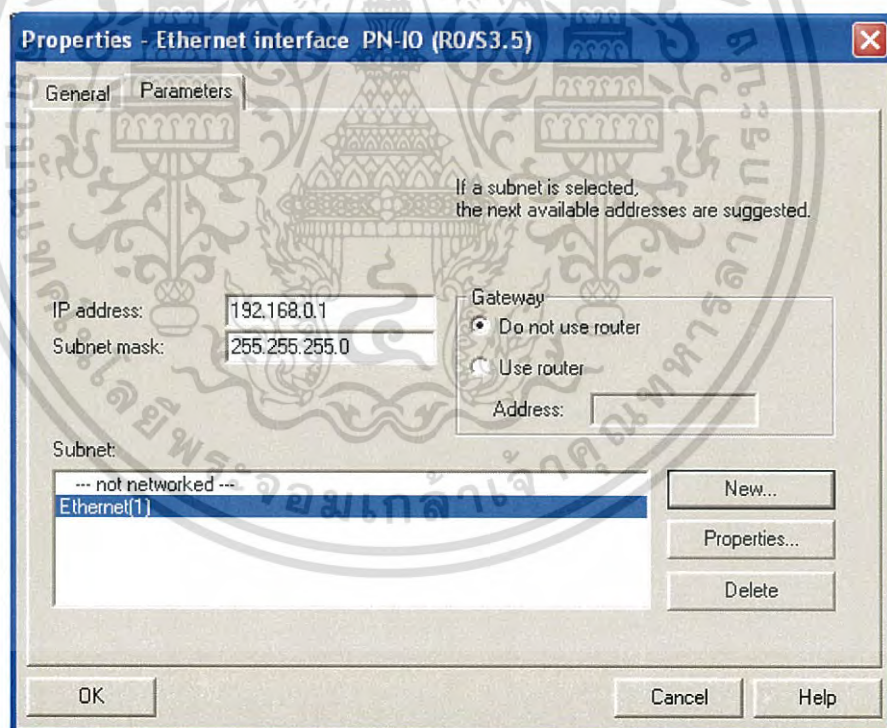
รูปที่ ก.4 หน้าต่าง HW Configuration

ขั้นตอนต่อไปเราจะทำการใส่ Rack โดยเลือกที่ Rack – 400 ที่อยู่ใน SIMATIC 400 แล้วดับเบิลคลิกที่ UR2ALU จากนั้นจะทำการใส่แหล่งจ่ายแรงดันใน slot 1 โดยเลือกที่ Standard PS – 400 ที่อยู่ใน SIMATIC 400 แล้วดับเบิลคลิกที่ PS 407 10A จะได้ดังรูปที่ ก.5 จากนั้น slot 3 จะใส่ CPU โดยเลือกที่ CPU – 400 ที่อยู่ใน SIMATIC 400 แล้วเลือกที่ CPU 416 - 3 PN/DP แล้วดับเบิลคลิกที่ V5.2 จะปรากฏหน้าต่าง Properties Ethernet interface PN-IO – (R0/S3.5) ทำการป้อน IP address : [192.168.0.1] Subnet mask : [255.255.255.0] เข้าไปคลิก New และ OK ในหน้าต่าง New subnet industrial Ethernet ดังรูปที่ ก.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



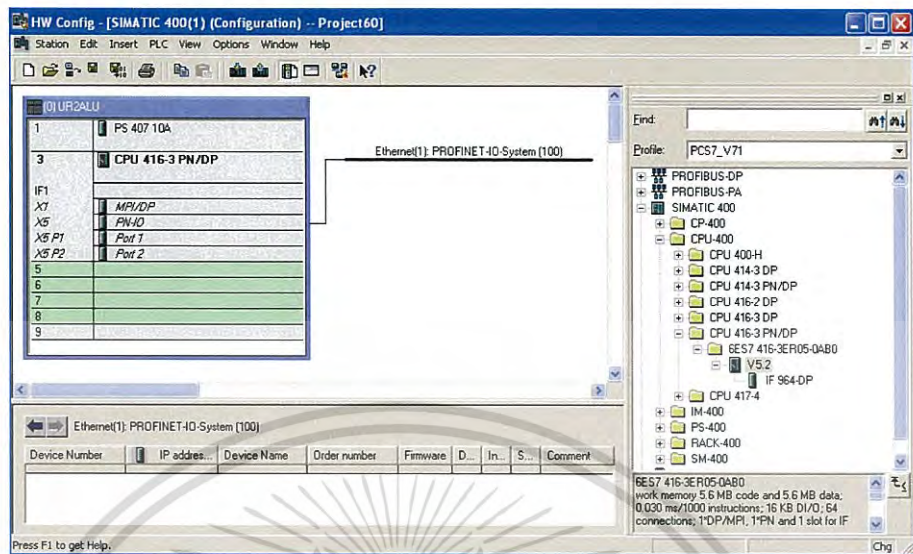
รูปที่ ก.5 ใส่แหล่งจ่ายแรงดัน PS 407 10A ลงใน Slot 1



รูปที่ ก.6 กำหนดค่า IP address และ การสร้าง New Subnet

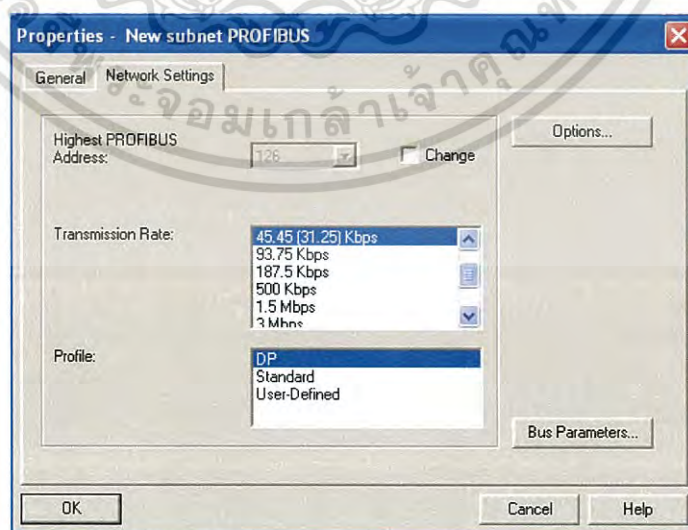
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังจากนั้นจะได้ดังรูปที่ ก.7



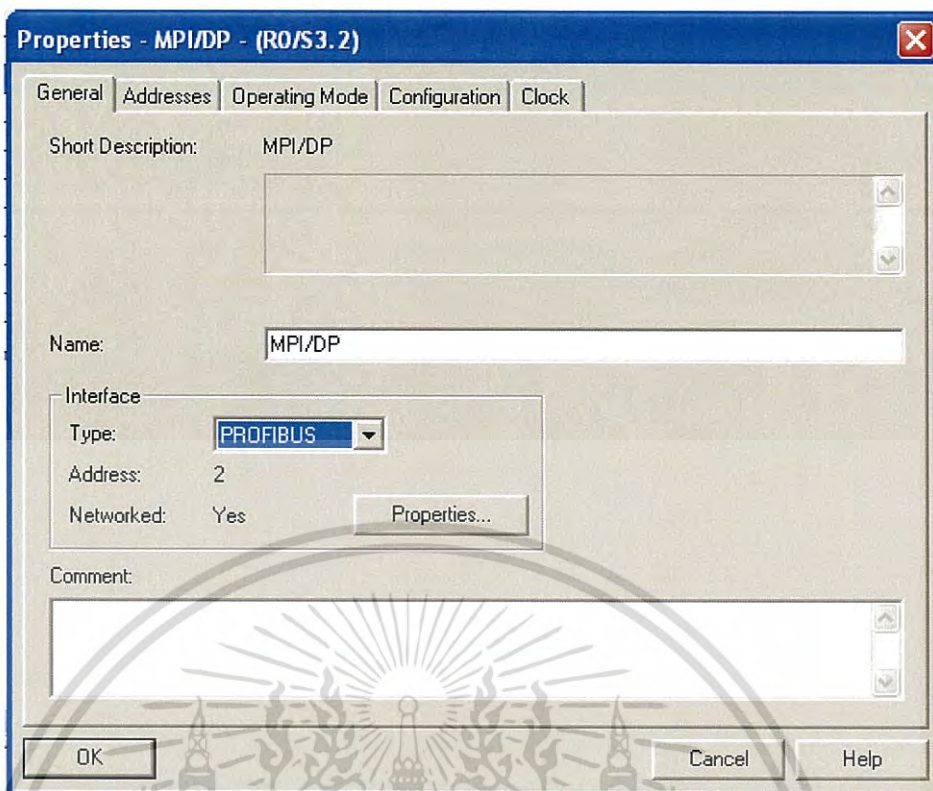
รูปที่ ก.7 หน้า HW Configuration หลังจากที่ได้ใส่ CPU แล้ว

ถัดมาเราจะทำการใส่ Profibus DP master [X1] ลงในช่อง X1 โดยคลิกที่ IF 964-DP ที่อยู่ใน CPU 416 - 3 PN/DP จะปรากฏหน้าต่าง Properties – MPI/DP – (R0/S3.2) ให้เลือก Interface type เป็น Profibus จากนั้นเลือก Network Setting ในหน้าต่าง Properties – New subnet PROFIBUS กำหนดให้ Transmission Rate : [45.45(31.25) Kbps] และ Profile : [DP] ดังรูปที่ ก.8 แล้วกด OK จะปรากฏหน้าต่าง Properties – MPI/DP – (R0/S3.2) ดังรูปที่ ก.9 เมื่อคลิก OK จะปรากฏหน้าต่าง HW Configuration ดังรูปที่ ก.10

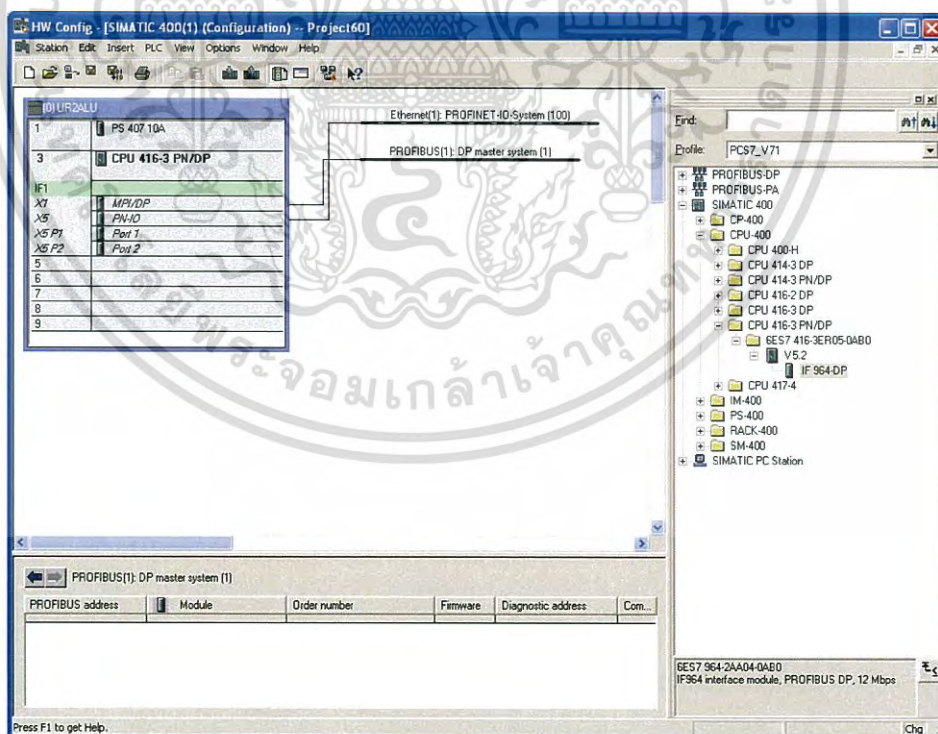


รูปที่ ก.8 กำหนดให้ Transmission Rate : [45.45(31.25) Kbps] และ Profile : [DP]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.9 หน้าต่าง Properties – MPI/DP – (R0/S3.2)

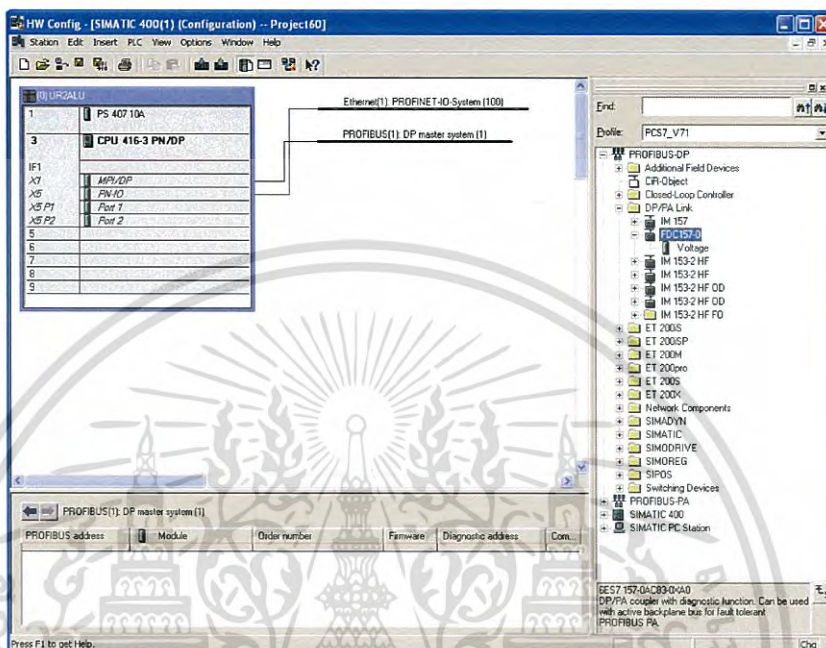


รูปที่ ก.10 หน้าต่าง HW Configuration

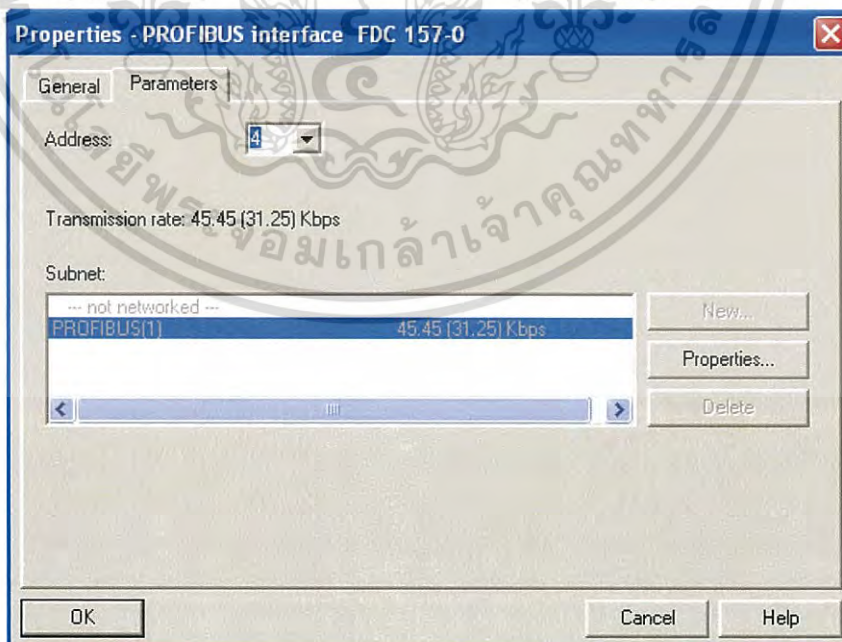
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก.2 การตั้งค่าเกตเวย์

เริ่มจากใส่ Profibus DP/PA โดยคลิกที่ PROFIBUS (1) : DP master system (1) แล้วดับเบิลคลิก FDC157-0 ดังรูปที่ ก.11 จากนั้นเลือก Parameters ในหน้าต่าง Properties – PROFIBUS interface FDC 157-0 กำหนดให้ Address เป็น 4 ดังรูปที่ ก.12 แล้วคลิก OK



รูปที่ ก.11 ใส่ FDC157- 0 ลงใน PROFIBUS (1) : DP master system (1)

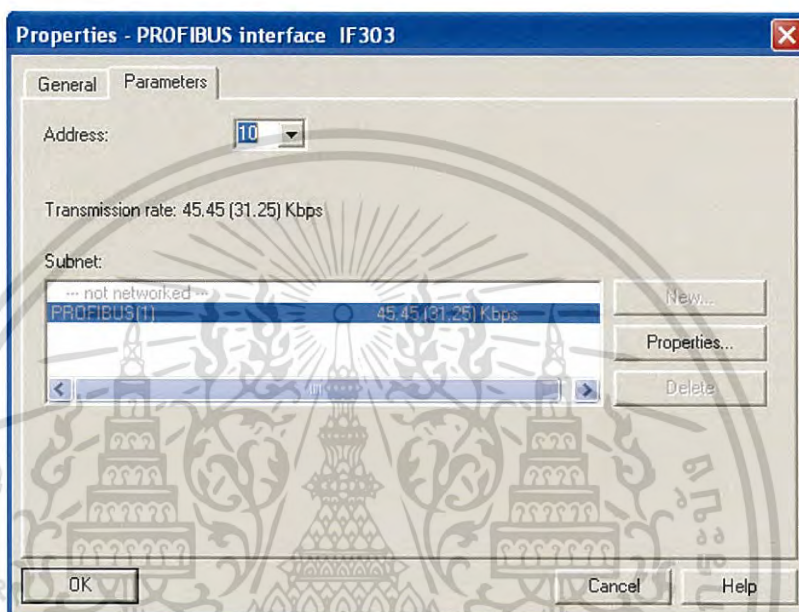


รูปที่ ก.12 หน้าต่าง Properties – PROFIBUS interface FDC 157-0

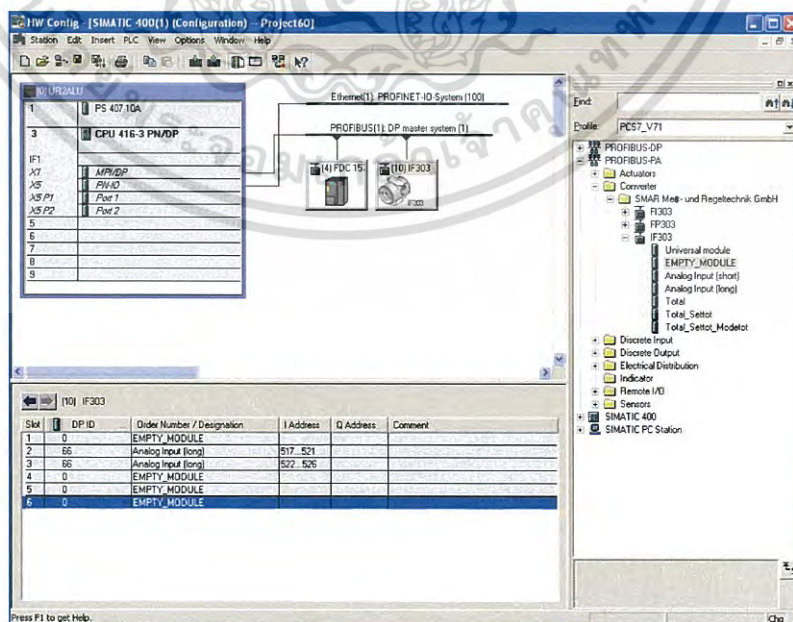
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก.3 การตั้งค่าอุปกรณ์วัด Profibus PA

เริ่มจากการใส่อุปกรณ์วัด Profibus PA IF303 โดยคลิกที่ PROFIBUS (1) : DP master system (1) แล้วดับเบิลคลิก IF303จากนั้นจะปรากฏหน้าต่าง Properties – PROFIBUS interface IF303 เลือกที่ Parameter แล้วกำหนดให้ Address : [10] ดังรูปที่ ก.13 แล้วคลิก OK จากนั้นคลิกที่ IF303 ใส่ EMPTY_MODULE ใน Slot 1,4,5,6 และใส่ Analog Input (long) ใน Slot 2 และ 3 จะได้ผลลัพธ์เป็นหน้า HW Configuration ดังรูปที่ ก.14



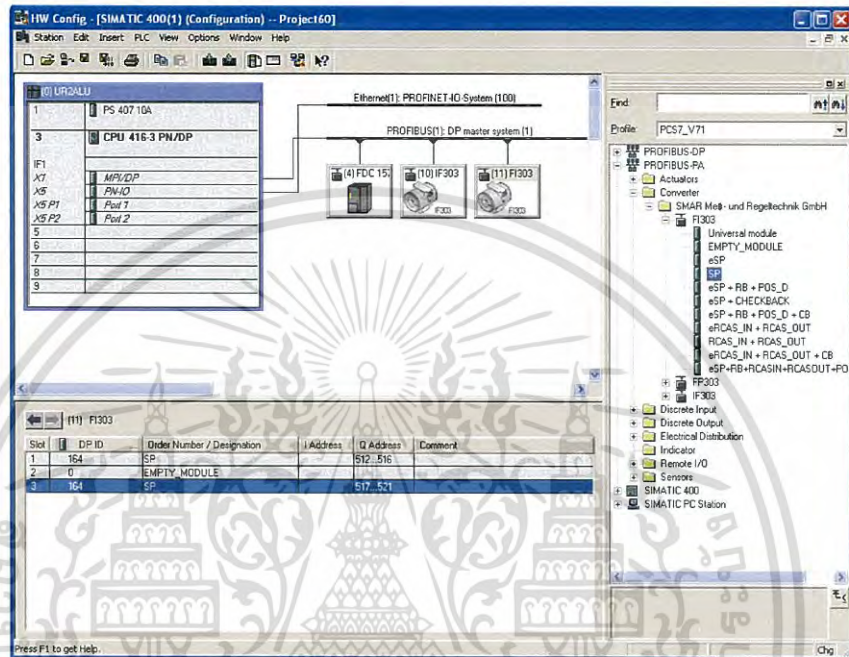
รูปที่ ก.13 หน้าต่าง Properties – PROFIBUS interface IF303



รูปที่ ก.14 HW Configuration จากการใส่อุปกรณ์วัด Profibus PA IF303

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ไปเผยแพร่ขึ้นนิตยสาร การค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

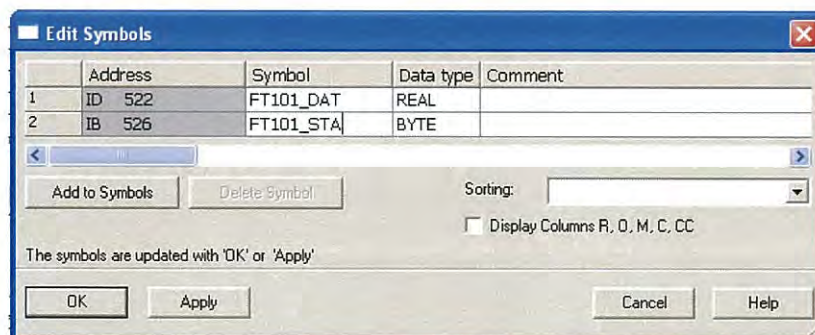
จากนั้นใส่อุปกรณ์วัด Profibus PA FI303 โดยคลิก PROFIBUS (1) : DP master system (1) ดับเบิลคลิก FI303 ปรากฏหน้าต่าง Properties – PROFIBUS interface FI303 แล้วเลือก Parameter กำหนดให้ Address เป็น 11 คลิก OK จากนั้นคลิก FI303 แล้วใส่ SP ลงไปใน Slot 1 และ 3 แล้วใส่ EMPTY_MODULE ลงไปใน Slot 2 ดังรูปที่ ก.15



รูปที่ ก.15 หน้า HW Configurationจากการใส่อุปกรณ์วัด Profibus PA FI303

ก.4 การแก้ไข Symbol

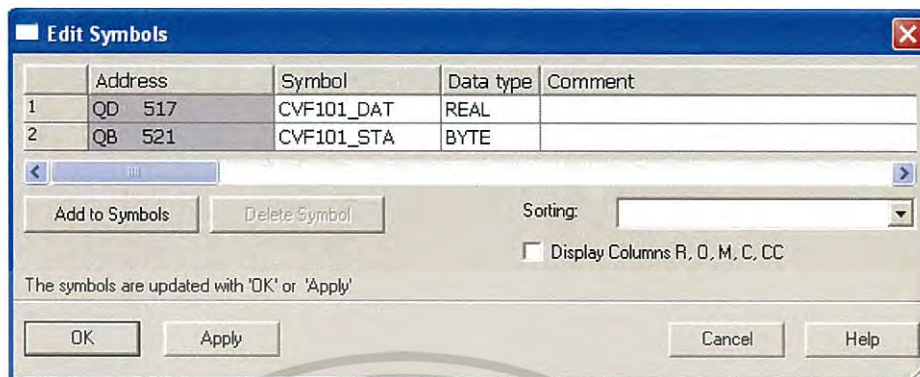
เริ่มที่อุปกรณ์วัด IF303 โดยคลิก IF303 คลิกขวาบน Slot 2 เลือก Edit Symbol จะปรากฏหน้าต่าง Edit Symbol แล้วทำการแก้ไข Symbol และ Data type ของ Analog input ใน Slot 3 ตามรูปที่ ก.16



รูปที่ ก.16 การแก้ไข Symbol และ Data type ของ Analog input ของ IF303

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

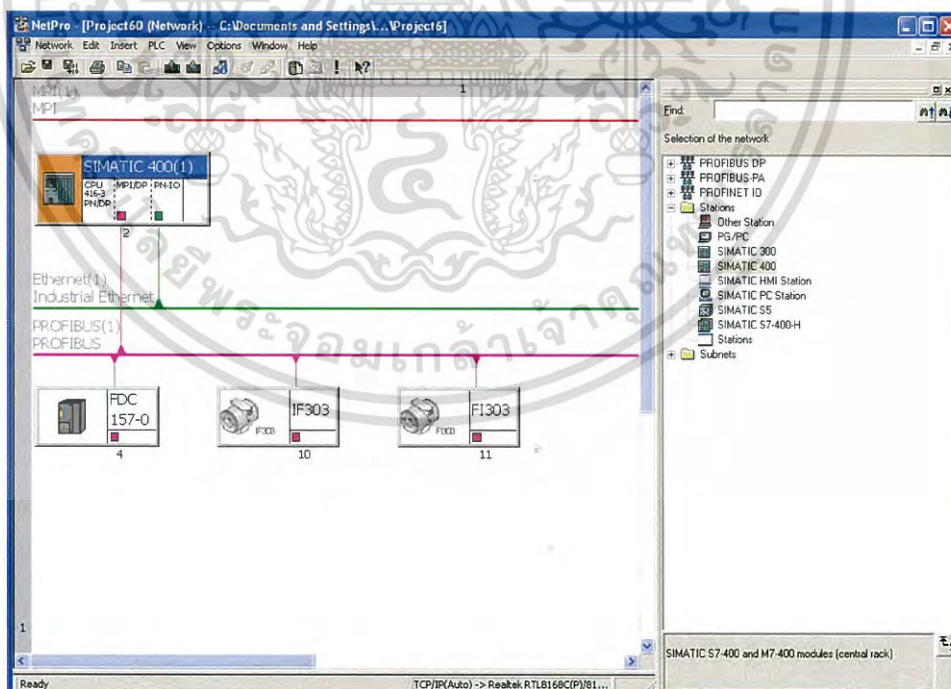
ต่อมาเป็นการแก้ไข Symbol ของอุปกรณ์วัด FI303 โดยคลิก FI303 คลิกขวามุม Slot 1 เลือก Edit Symbol แก้ไข Symbol และ Data type ของ Analog input ใน Slot 3 ดังรูปที่ ก.17



รูปที่ ก.17 การแก้ไข Symbol และ Data type ของ Analog input ของ FI303

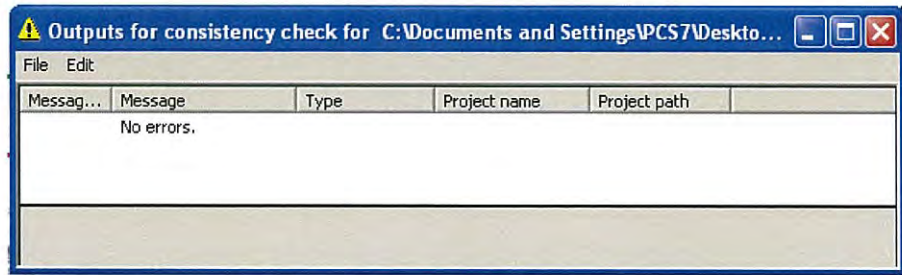
ก.5 การเก็บและดาวน์โหลดโปรเจกต์ไฟล์

เริ่มจากไปที่หน้าต่าง NetPro ทำการ Save และ Compile กด Ctrl+s ดังรูปที่ ก.18 จากนั้นในหน้าต่าง Save and Compile เลือก Compile and check everything คลิก OK จะได้ผลลัพธ์การ Compile ดังรูปที่ ก.19



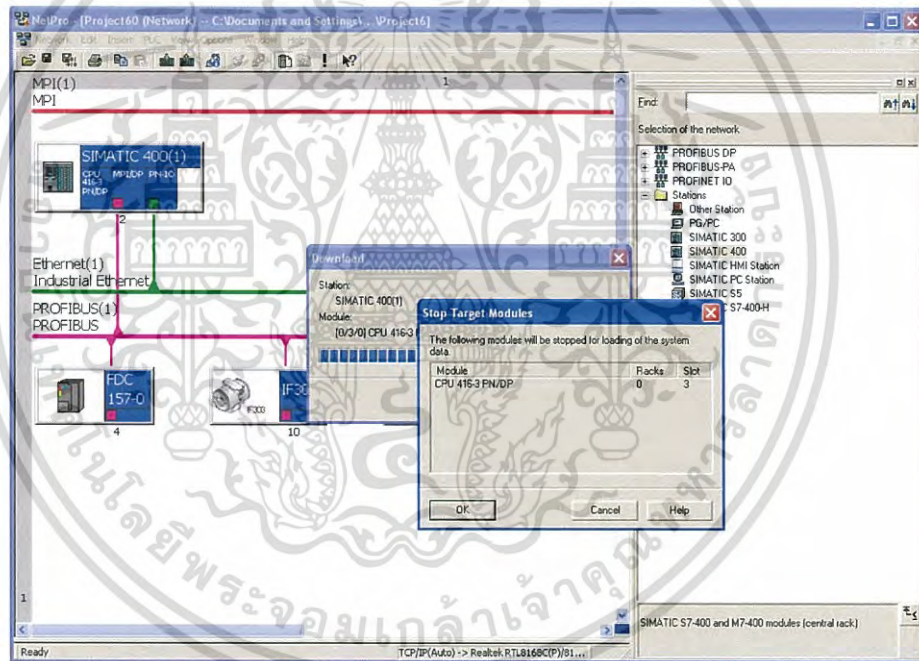
รูปที่ ก.18 หน้าต่าง NetPro

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

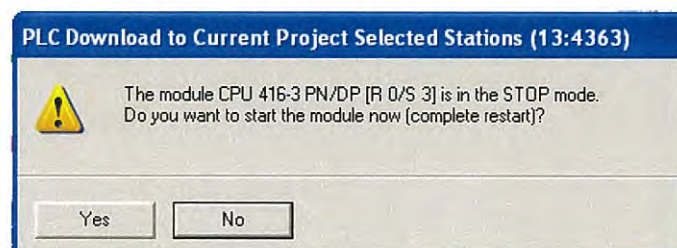


รูปที่ ก.19 หน้าต่างผลลัพธ์ของการ Compile

จากนั้นทำการโหลดโปรเจกต์ไฟล์ โดยการเลือก Edit -> Select -> All จากนั้นเลือก PLC -> Download to Current Project -> Select Stations ปรากฏหน้าต่างดังรูปที่ ก.20 คลิก OK จากนั้นจะปรากฏหน้าต่าง PLC Download to Current Project Select Stations (31:4363) ดังรูปที่ ก.21 ให้คลิก Yes เพื่อ Restart CPU



รูปที่ ก.20 หน้าต่าง Stop Target Modules



รูปที่ ก.21 หน้าต่าง PLC Download to Current Project Select Stations(31:4363)

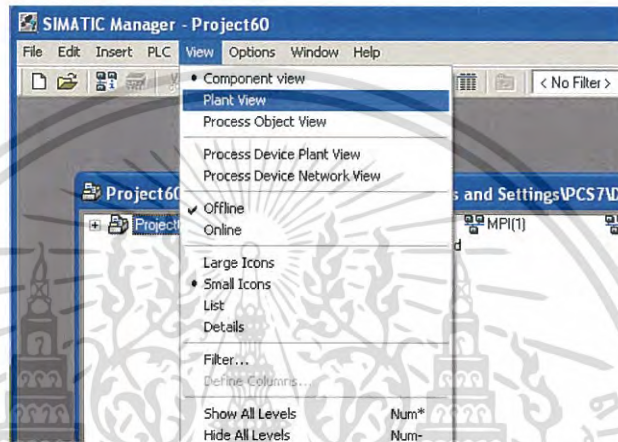
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.

การเขียนโปรแกรมควบคุมด้วย CFC

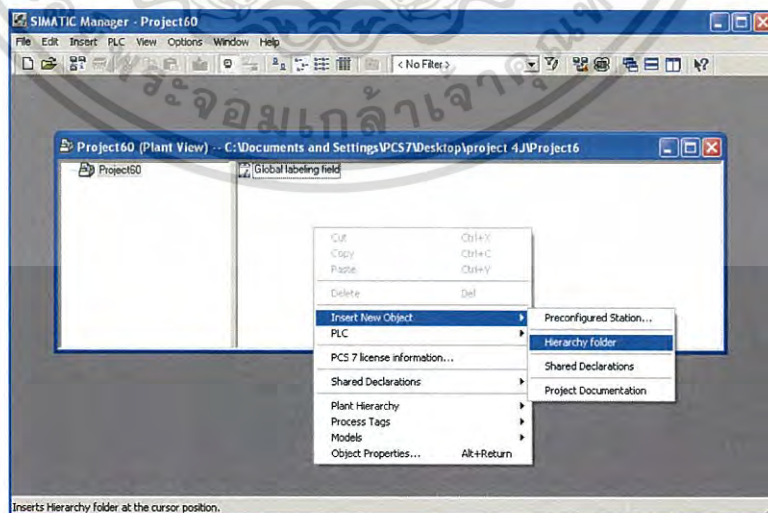
ข.1 การเรียกใช้งาน CFC Editor

เราจะเริ่มจากการรันโปรแกรม SIMATIC Manager แล้วเปิดไฟล์โปรเจกต์ “Project60” ซึ่งได้ทำการเซตคอนฟิกฮาร์ดแวร์เรียบร้อยแล้ว และคลิก View เลือก Plant View ดังรูปที่ ข.1



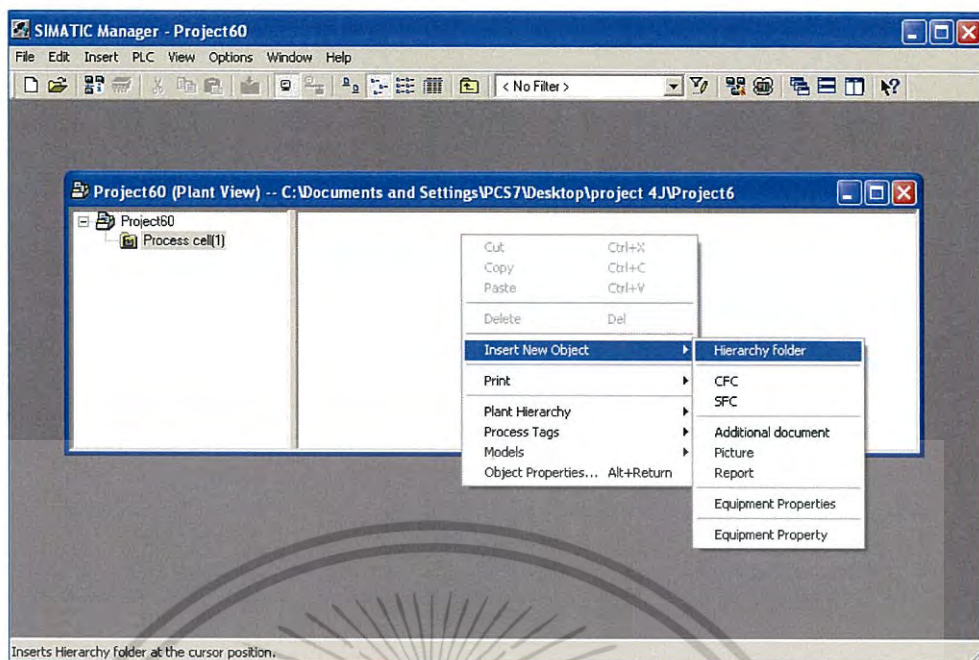
รูปที่ ข.1 เมนู View เลือก Plant view

จากนั้นให้ทำการ Insert Hierarchy folder ใน Project60 และ Process cell (1) ดังรูปที่ ข.2 และ รูปที่ ข.3



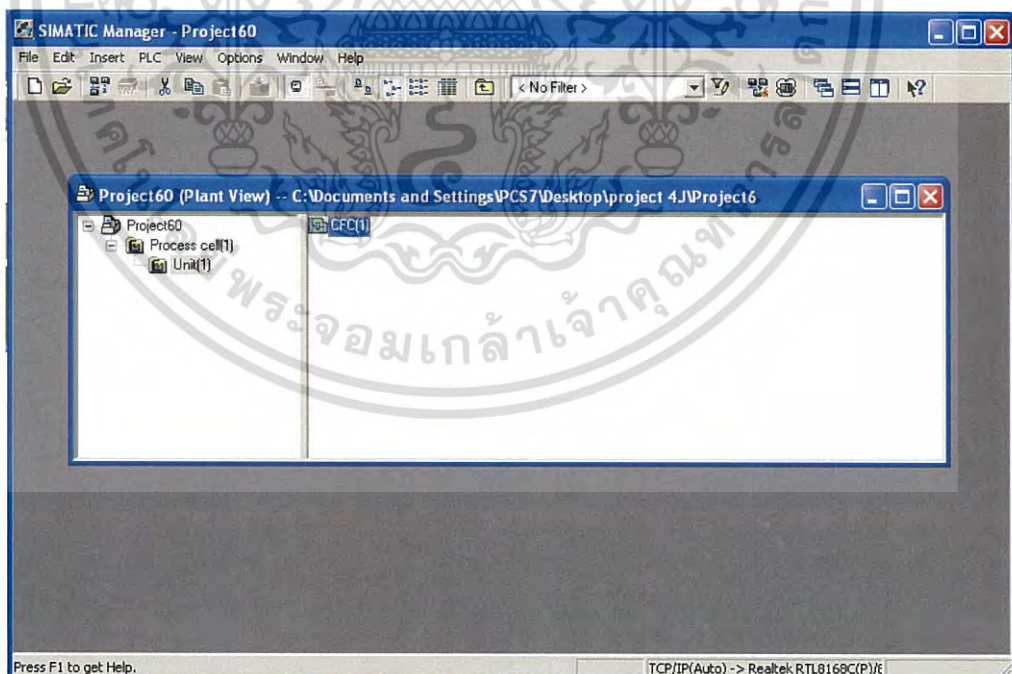
รูปที่ ข.2 Insert Hierarchy folder ใน Project60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



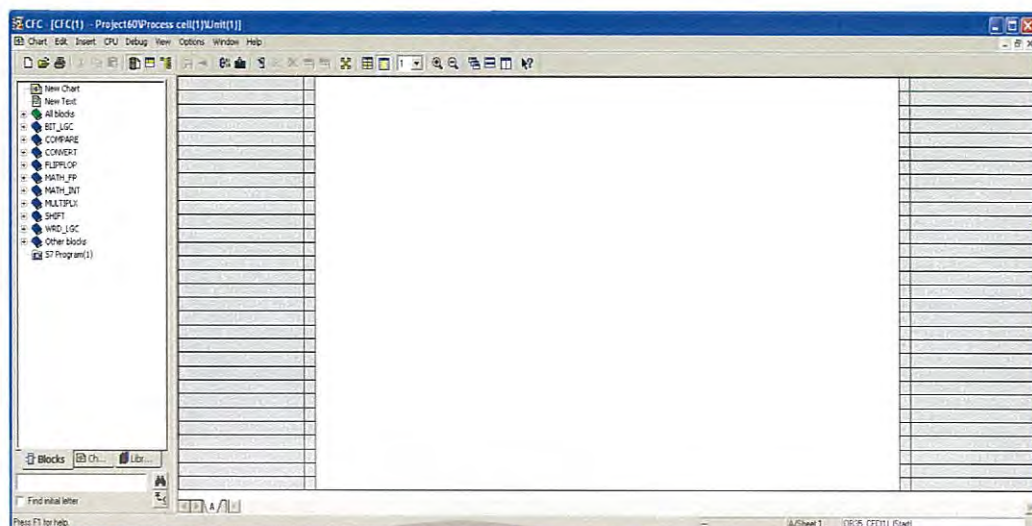
รูปที่ ข.3 Insert Hierarchy folder ใน Process cell(1)

ต่อมาเราจะทำการ Insert CFC ใน Unit(1) จะได้ Windows ใหม่ ดังรูปที่ ข.4 และดับเบิลคลิก CFC(1) ในรูปที่ ข.4 จะได้ Windows สำหรับเขียนโปรแกรม CFC ดังรูปที่ ข.5



รูปที่ ข.4 Insert CFC ใน Unit(1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.5 Windows สำหรับเขียนโปรแกรม CFC

ข.2 การรับค่าจากอุปกรณ์วัด (Pressure and Flow transmitter) และการส่งค่าไปยังอุปกรณ์วัด (Control valve)

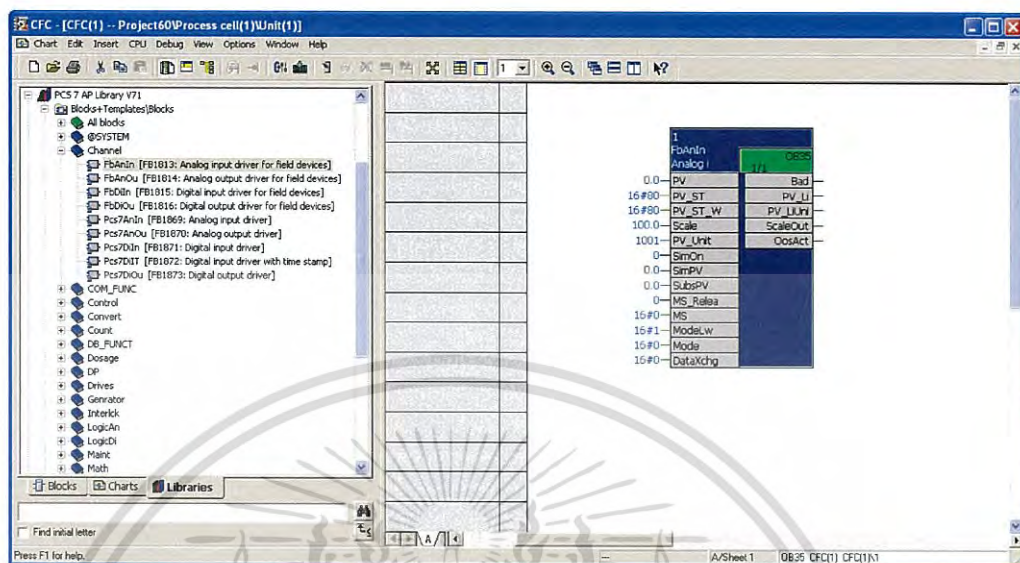
เริ่มต้นด้วยการเลือก Libraries จากรูปที่ ข.6 แสดงให้เห็น Libraries ทั้งหมด



รูปที่ ข.6 Libraries

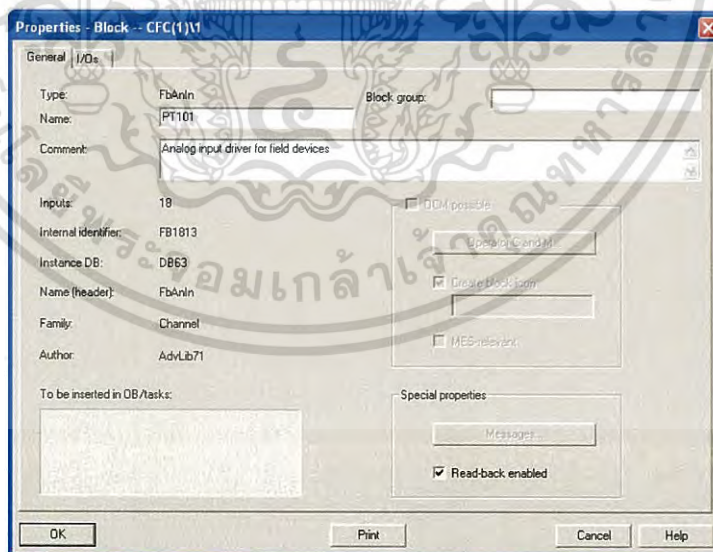
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากนั้นเลือก PCS7 AP Library V71 และ Blocks+Templates\Blocks และ Chanel แล้วทำการเรียกใช้งานฟังก์ชันบล็อก FB1813 ดังรูปที่ ข.7



รูปที่ ข.7 ฟังก์ชันบล็อก FB1813

ต่อมาเราต้องทำการแก้ไข Properties ของฟังก์ชันบล็อก โดยดับเบิลคลิกที่ฟังก์ชันบล็อก แล้วเปลี่ยนชื่อบล็อก 1 เป็น PT101 ดังรูปที่ ข.8

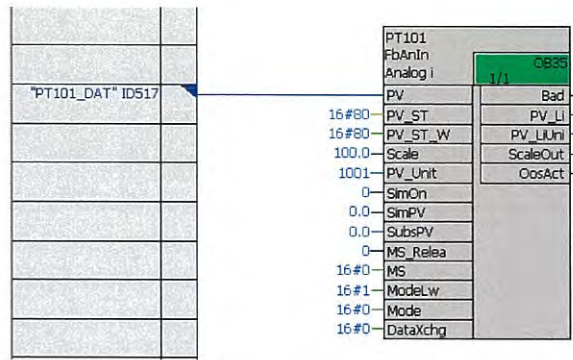


รูปที่ ข.8 Properties ของฟังก์ชันบล็อก

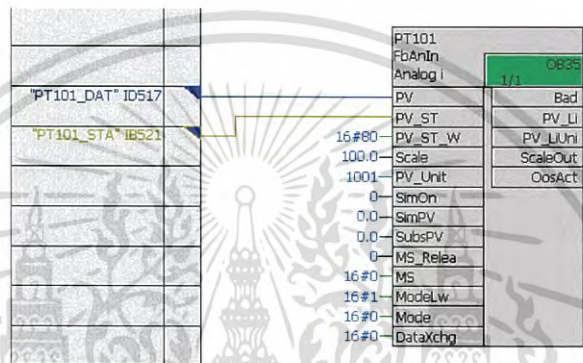
จากนั้นให้ทำการเชื่อมต่อข้อมูลฟังก์ชันบล็อก PT101 เข้ากับตำแหน่งหน่วยความจำ ดังรูปที่ ข.

9 และเชื่อมต่อสถานะของฟังก์ชันบล็อก PT101 เข้ากับตำแหน่งหน่วยความจำ ดังรูปที่ ข.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

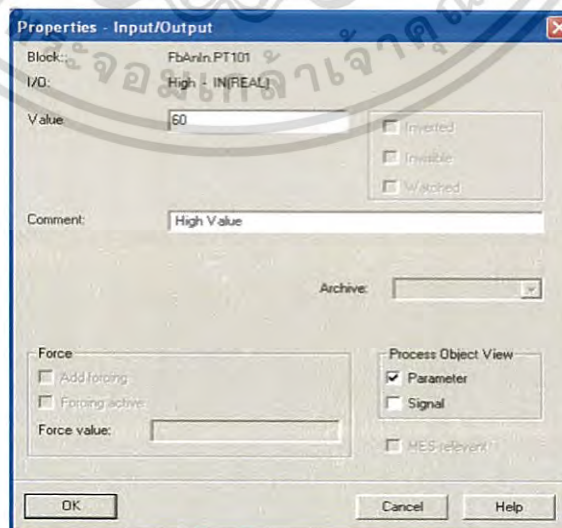


รูปที่ ข.9 การเชื่อมต่อระหว่างข้อมูลฟังก์ชันบล็อก PT101 กับตำแหน่งหน่วยความจำ



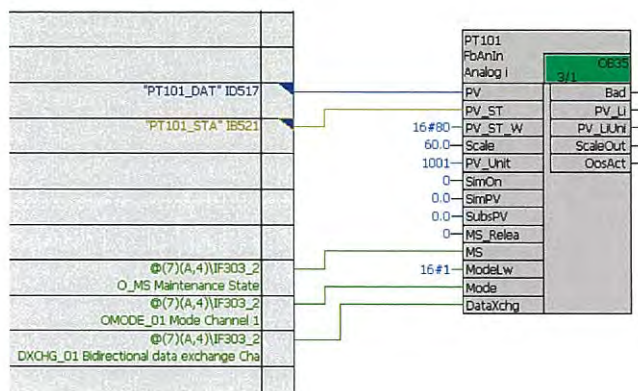
รูปที่ ข.10 การเชื่อมต่อระหว่างสถานะของฟังก์ชันบล็อก PT101 กับตำแหน่งหน่วยความจำ

ขั้นตอนต่อไป เราจะต้องเซตค่า Scale ของฟังก์ชันบล็อก PT101 โดยการดับเบิลคลิก Scale จากนั้น ทำการเปลี่ยนแปลงค่า High Value จาก 100 เป็น 60 โดยดับเบิลคลิก High [REAL] 'High Value' จะได้ Windows ดังรูปที่ ข.11 แล้วทำการ Compile และ Update ฟังก์ชันบล็อก ดังรูปที่ ข.12



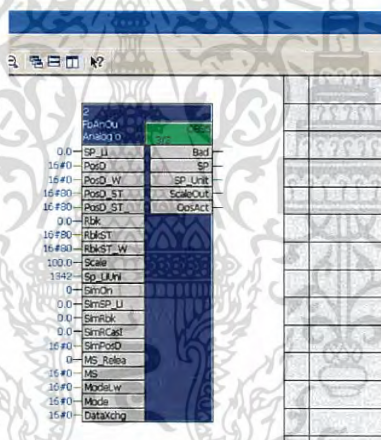
รูปที่ ข.11 เปลี่ยนแปลงค่า High Value

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

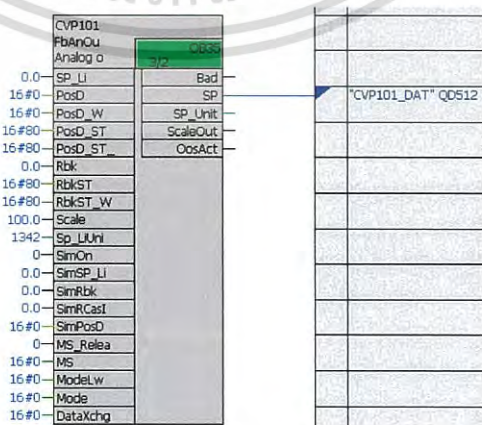


รูปที่ ข.12 การเชื่อมต่อฟังก์ชันบล็อก

จากนั้นเรียกใช้งานฟังก์ชันบล็อก FB1814 ดังรูปที่ ข.13 และทำการแก้ไข Properties ของฟังก์ชันบล็อก โดยดับเบิลคลิกที่ฟังก์ชันบล็อก แล้วทำการเปลี่ยนชื่อบล็อก 2 เป็น CVP101 จากนั้นทำการเชื่อมต่อข้อมูลฟังก์ชันบล็อก CVP101 เข้ากับตำแหน่งหน่วยความจำ ดังรูปที่ ข.14

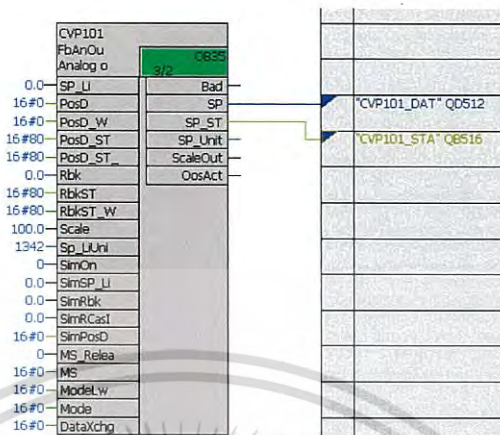


รูปที่ ข.13 ฟังก์ชันบล็อก FB1814



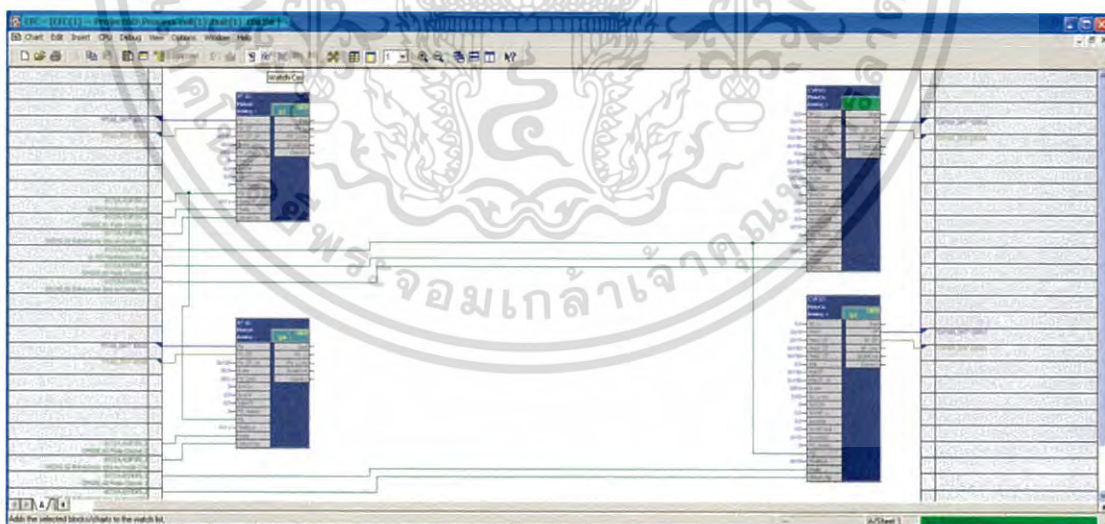
รูปที่ ข.14 การเชื่อมต่อระหว่างข้อมูลฟังก์ชันบล็อก CVP101 กับตำแหน่งหน่วยความจำ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนต่อไป ให้ทำการเชื่อมต่อสถานะของฟังก์ชันบล็อก CVP101 จากนั้นทำการเชื่อมต่อสถานะของฟังก์ชันบล็อก CVP101 เข้ากับตำแหน่งหน่วยความจำ ดังรูปที่ ข.15



รูปที่ ข.15 การเชื่อมต่อระหว่างสถานะของฟังก์ชันบล็อก CVP101 กับตำแหน่งหน่วยความจำ

ทำการ Compile และ Update ฟังก์ชันบล็อก และทำการสร้างฟังก์ชันบล็อก FB1813 และ FB1814 โดยตั้งชื่อ FT101และ CVF101 ตามลำดับ แล้วทำการ Compile และ Update ฟังก์ชันบล็อก และทำการ Download ฟังก์ชันบล็อกไปยังตัวควบคุม จากนั้นทำการ Test Mode ฟังก์ชันบล็อก ดังรูปที่ ข.16

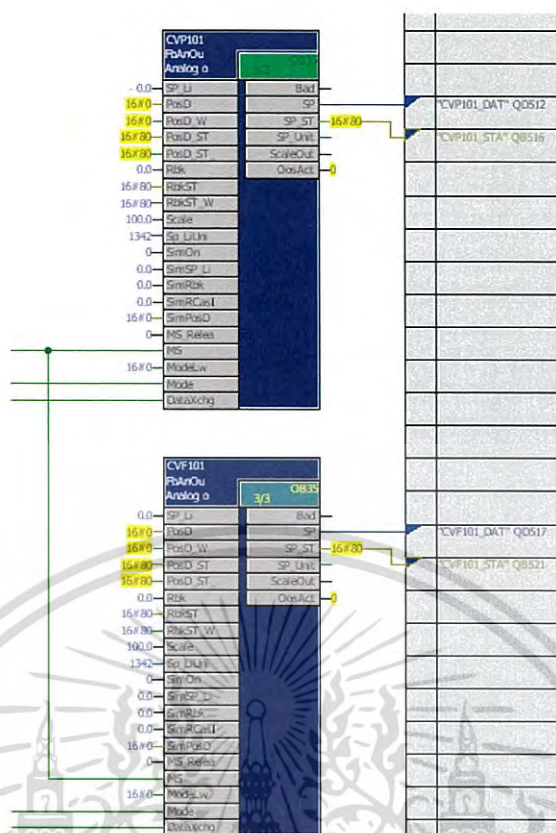


รูปที่ ข.16 Test Mode ฟังก์ชันบล็อก

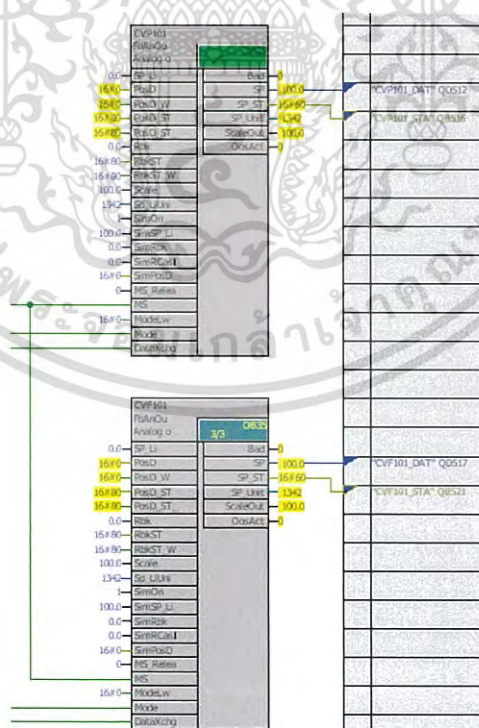
ถัดมาเราจะทำการคลิกที่ฟังก์ชันบล็อก และ Watch on เพื่อดูค่าต่างๆ ในรูป ดูค่าฟังก์ชันบล็อก CVP101 และ CVF101 ดังรูปที่ ข.17 และทำการแก้ไขค่าในฟังก์ชันบล็อก CVP101 และ CVF101

SimOn = 1 และ SimSP_Li = 100 ดังรูปที่ ข.18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

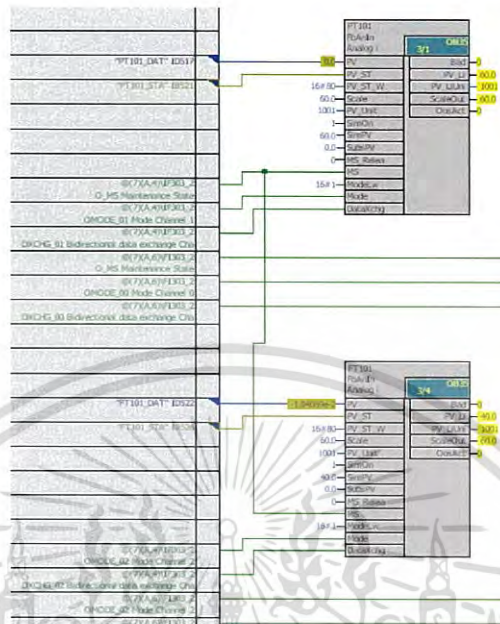


รูปที่ ข.17 ฟังก์ชันบล็อก CVP101 และ CVF101



รูปที่ ข.18 ฟังก์ชันบล็อก CVP101 และ CVF101

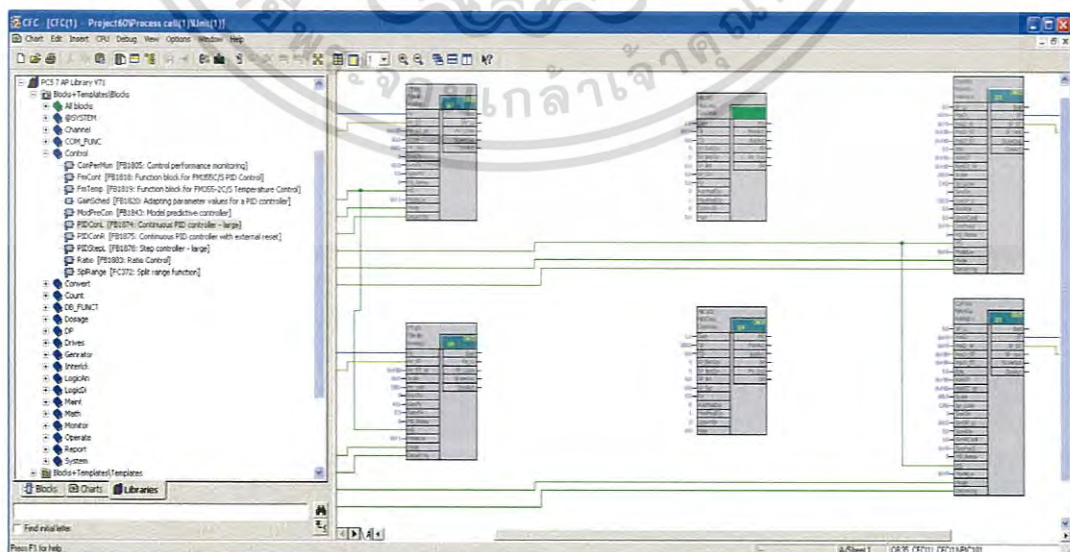
จากนั้นทำการแก้ไขค่าในฟังก์ชันบล็อก PT101 SimOn = 1 และ SimPV = 60 และในฟังก์ชัน บล็อก FT101 SimOn = 1 และ SimPV = 40 ดังรูปที่ ข.19



รูปที่ ข.19 ฟังก์ชันบล็อก PT101 และ FT101

ข.3 การควบคุมแรงดัน (Pressure Control) และการควบคุมอัตราการไหล (Flow Control)

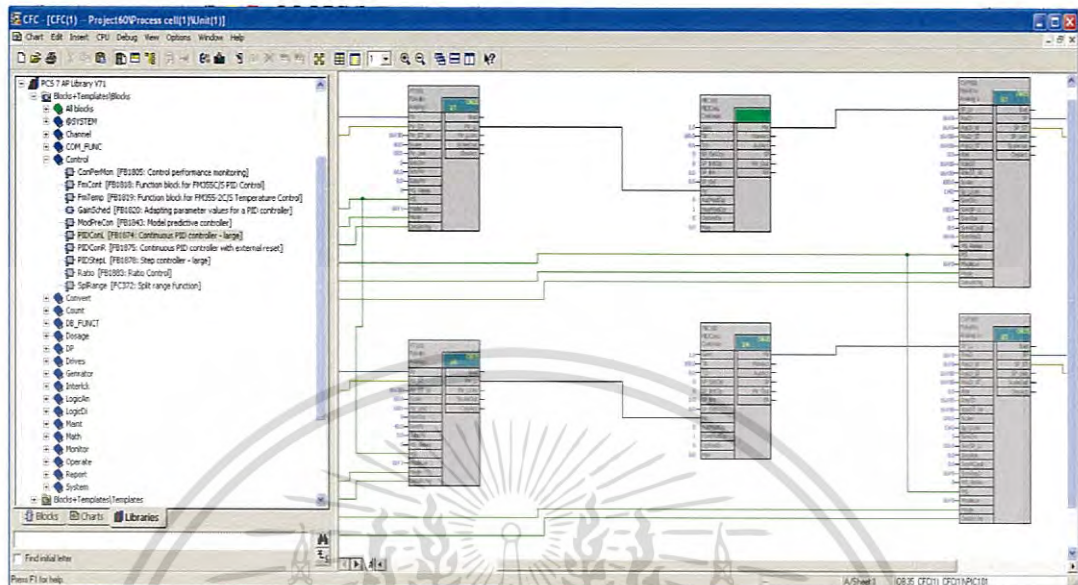
เริ่มต้นจากการเปิด Libraries เพื่อเรียกใช้ฟังก์ชันบล็อก FB1874 และทำการแก้ไข Properties ของฟังก์ชันบล็อก FB1874 จากนั้นทำการเปลี่ยนชื่อฟังก์ชันบล็อก โดยตั้งชื่อว่า PIC101 และ FIC101 ดังรูปที่ ข.20



รูปที่ ข.20 ฟังก์ชันบล็อก PIC101 และ FIC101

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และทำการเชื่อมต่อฟังก์ชันบล็อก ดังรูปที่ ข.21 และทำการ Compile และ Download ฟังก์ชันบล็อกทั้งหมดไปยังตัวควบคุม



รูปที่ ข.21 การเชื่อมต่อฟังก์ชันบล็อก

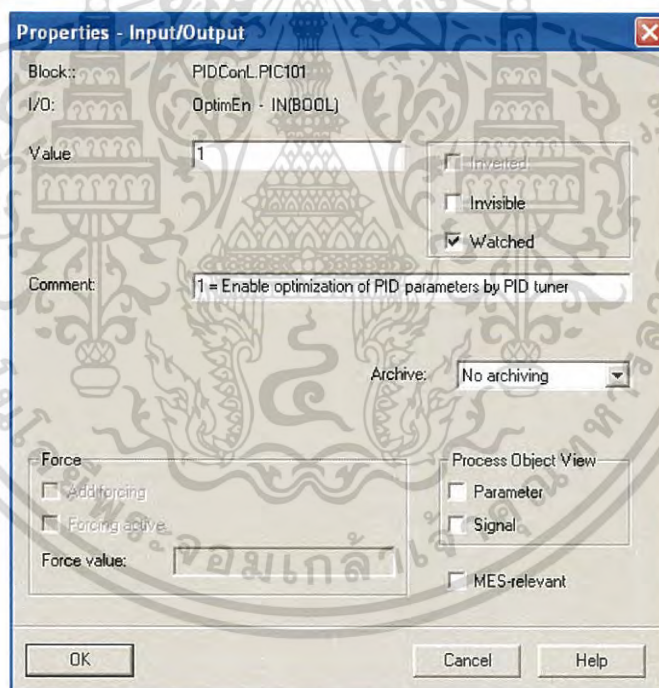
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนการทำ Tuning PID และค่าพารามิเตอร์ของระบบควบคุม

ค.1 ทำการปรับจูนพารามิเตอร์ของตัวควบคุม PIC101 แบบ Automatic

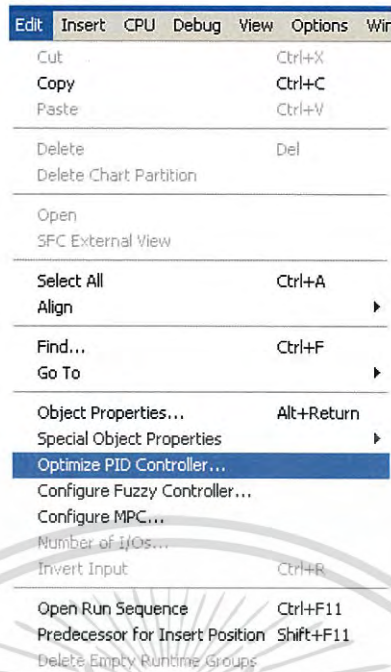
ทำการปรับค่า Set point ของตัวควบคุม PIC101 ให้เป็น 20 และ 25 ตามลำดับ จากนั้นระบบ จะทำการปรับค่าเข้าสู่ค่าที่เรากำหนด ซึ่งก็คือ 20 และ 25 สุดท้ายโปรแกรมจะทำการคำนวณหา ค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ของกระบวนการและตัวควบคุม ซึ่งเราจะได้ค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมที่สุดเป็น อันเสร็จสิ้นกระบวนการ

จากรูปที่ ค.1 เป็นหน้าต่างที่ใช้แก้ไขค่า OptimEn ในฟังก์ชันบล็อก PIC101 โดยตั้งค่า OptimEn = 1 และคลิกที่ PIC101

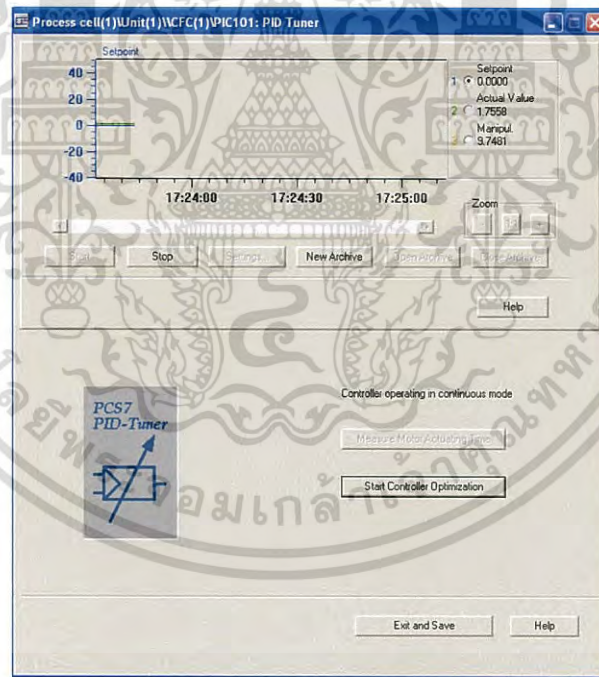


รูปที่ ค.1 หน้าต่างที่ใช้แก้ไขค่า OptimEn

ต่อมาคลิก Edit และเลือก Optimize PID Controller ดังรูป ค.2 จะได้ Windows ใหม่ ดังรูป ค.3



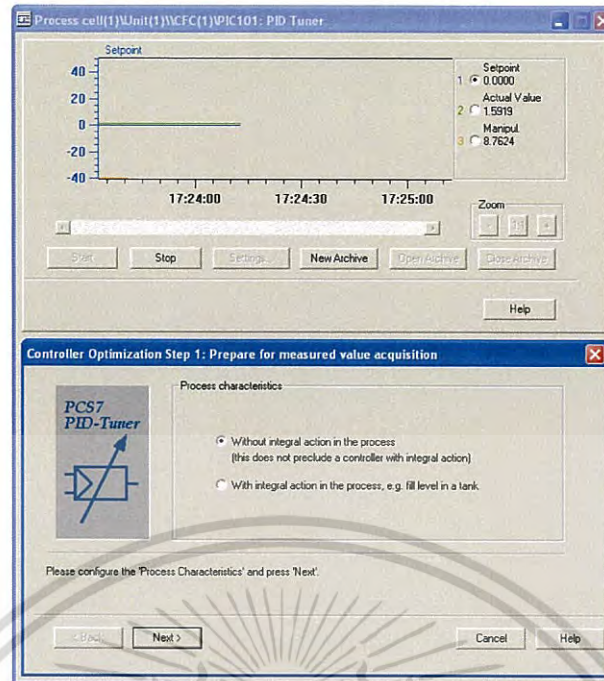
รูปที่ ค.2 เมนู Edit เลือก Optimize PID Controller



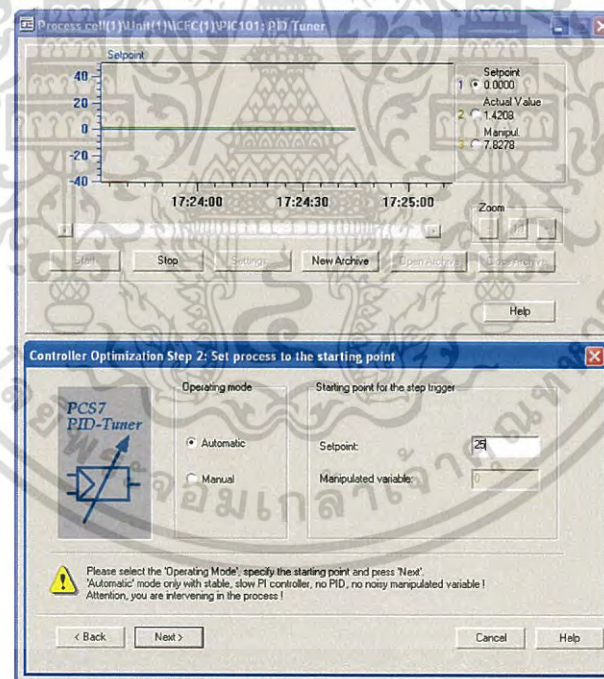
รูปที่ ค.3 หน้าต่างแรกของ Optimize PID Controller

จากนั้นคลิก Start Controller Optimization ในรูปที่ ค.3 จะได้ Windows ใหม่ ดังรูปที่ ค.4 และทำการเลือก Without Integral action in the process และกด Next จะได้ Windows ใหม่ ดังรูปที่ ค.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



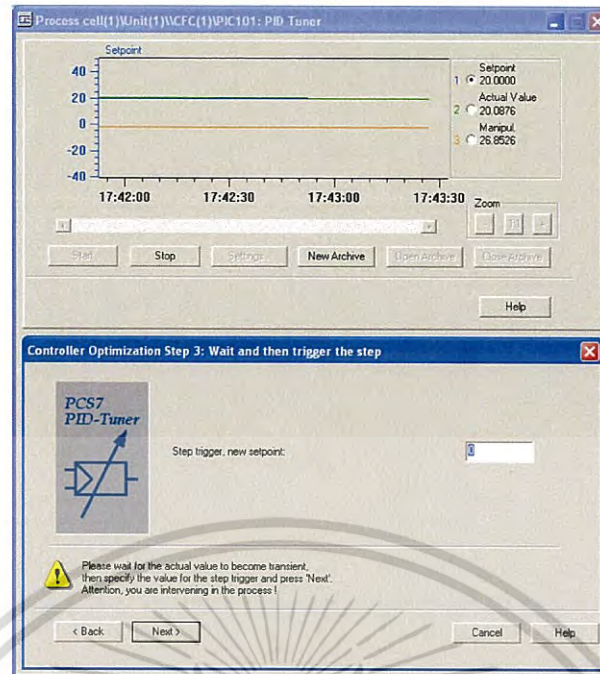
รูปที่ ค.4 Controller Optimization Step 1 : Prepare for measured value acquisition



รูปที่ ค.5 Controller Optimization Step 2 : Set process to the starting point

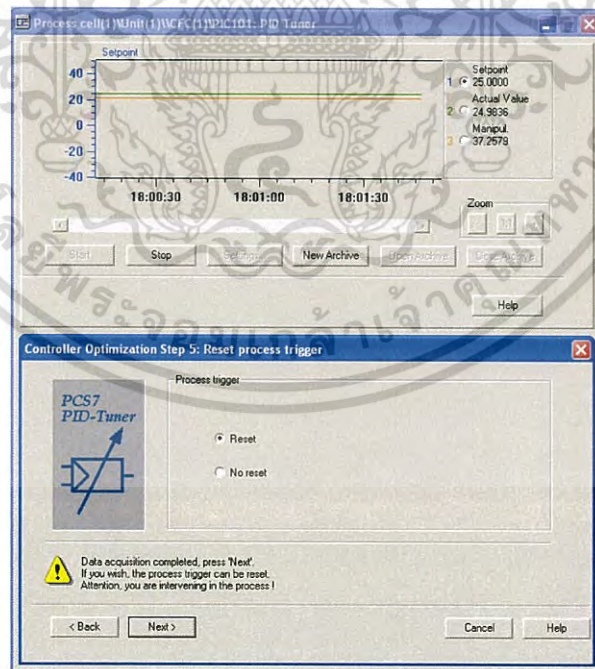
เลือก Automatic จากนั้นป้อนค่า Setpoint = 20 และคลิก Next ในรูปที่ ค.5 จะได้ Windows ใหม่ ดังรูปที่ ค.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ค.6 Controller Optimization Step 3: Wait and then trigger the step

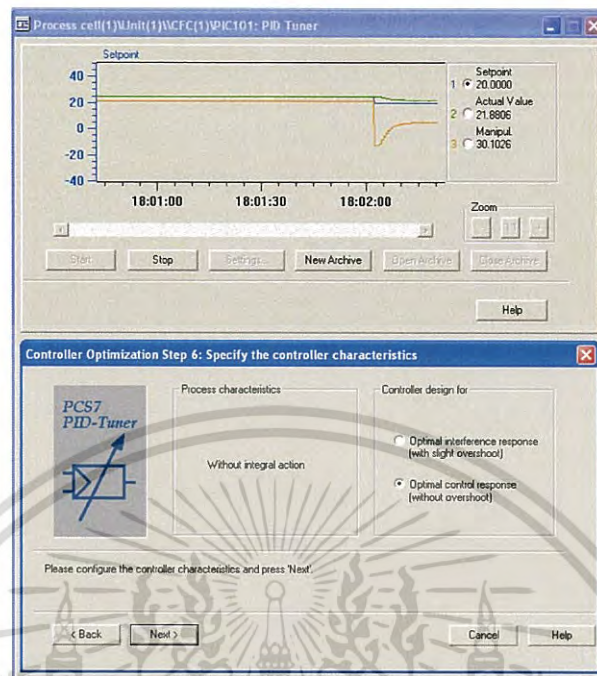
แล้วรอนกระทั้งค่า Actual Value เปลี่ยนแปลงน้อยที่สุด ป้อนค่า Step trigger , new setpoint = 25 จากนั้นกด Next ในรูปที่ ค.6 แล้วรอนกระทั้งปรากฏ Windows ใหม่ ดังรูปที่ ค.7



รูปที่ ค.7 Controller Optimization Step 5: Reset process trigger

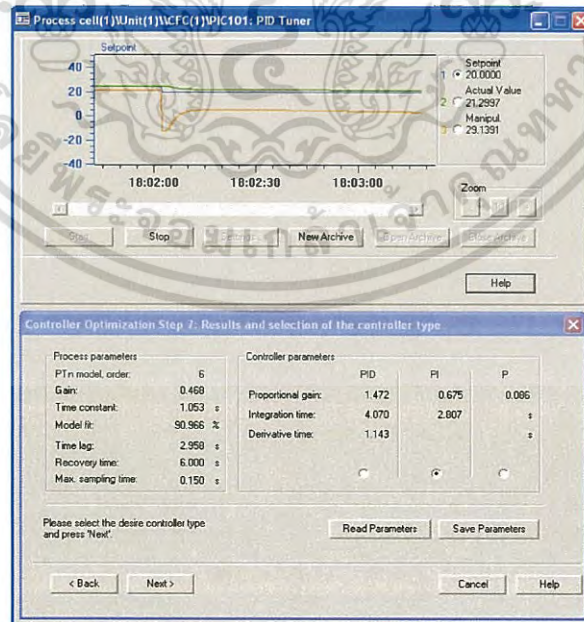
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากนั้นเลือก Reset คลิก Next ในรูปที่ ค.7 จะได้ Windows ใหม่ดังรูปที่ ค.8



รูปที่ ค.8 Controller Optimization Step 6: Specify the controller characteristics

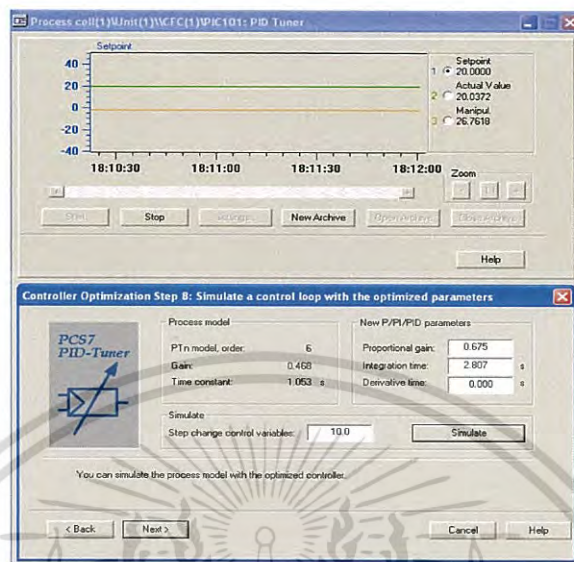
เลือก Optimal control response (without overshoot) คลิก Next ในรูปที่ ค.8 จะได้ windows ใหม่ ดังรูปที่ ค.9



รูปที่ ค.9 Controller Optimization Step 7: Results and selection of the controller type

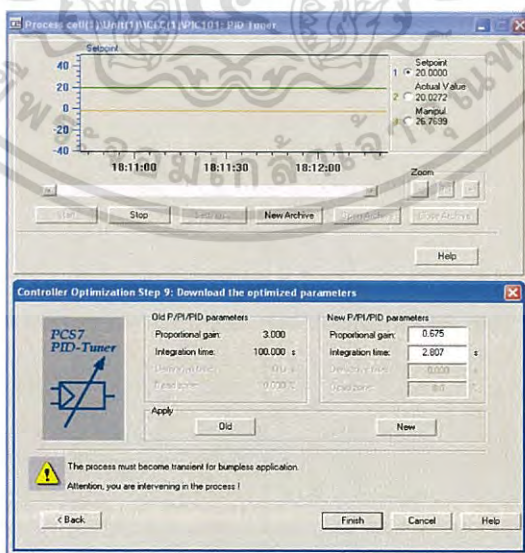
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต่อมาคลิก Next จะได้ windows ใหม่ ดังรูปที่ ค.10 ซึ่งแสดงค่า PI controller parameters จะนำไปใช้ต่อไป



รูปที่ ค.10 Controller Optimization Step 8:Simulation a control loop with the optimized parameters

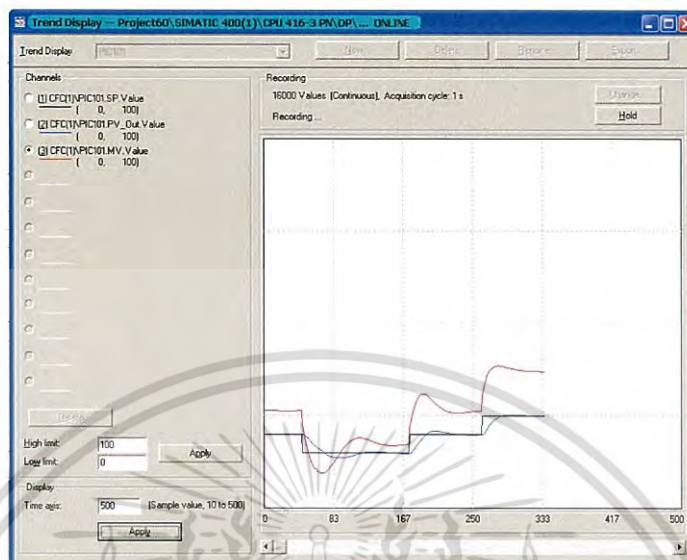
ขั้นตอนต่อมาคลิก Next จะได้ windows ใหม่ ดังรูปที่ ค.11 ซึ่งแสดงค่า PI controller parameters เดิมและใหม่ จากนั้น คลิก New เพื่อเปลี่ยน PI Controller parameters ใหม่ และคลิก Finish เพื่อสิ้นสุด จะได้พารามิเตอร์ใหม่ของตัวควบคุม PIC101



รูปที่ ค.11 Controller Optimization Step 9:Download the optimized parameters

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

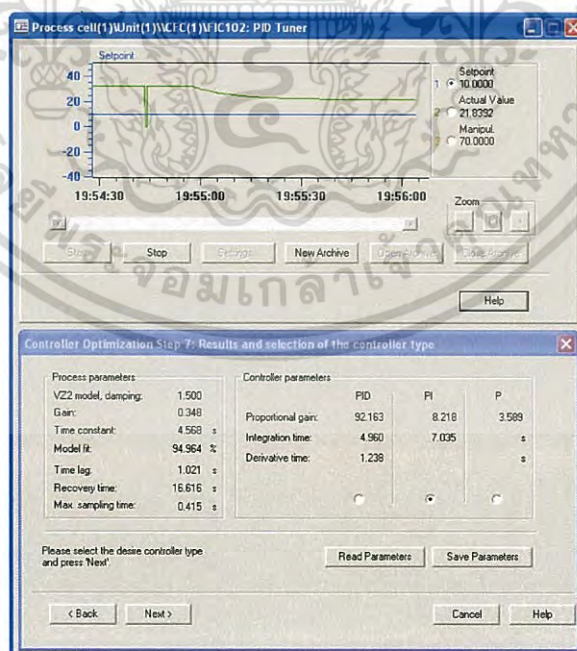
จากนั้น เราจะทำการทดสอบการควบคุมความดันด้วยพารามิเตอร์ของตัวควบคุมใหม่ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ดังรูปที่ ค.12



รูปที่ ค.12 Trend Display

ค.2 ทำการปรับจูนพารามิเตอร์ของตัวควบคุม FIC101 แบบ Automatic

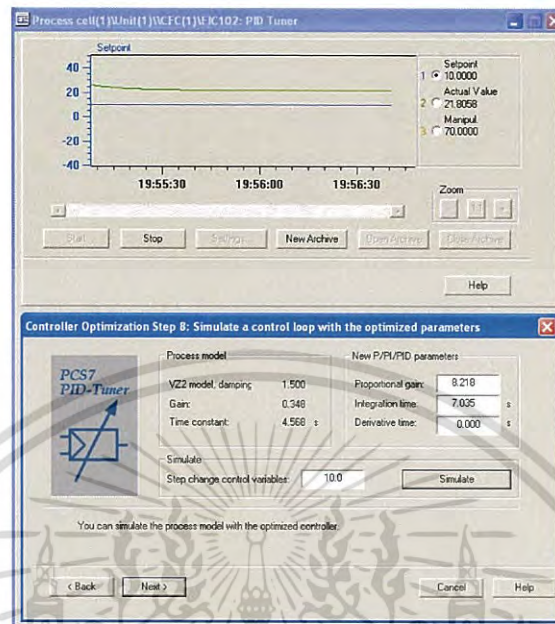
จะทำตามขั้นตอนที่ 1.1 ถึง 1.8 เลือก ManmodOp = 1 (จะได้ Windows ดังรูปที่ ค.13)



รูปที่ ค.13 Controller Optimization Step 7:Results and selection of the controller type

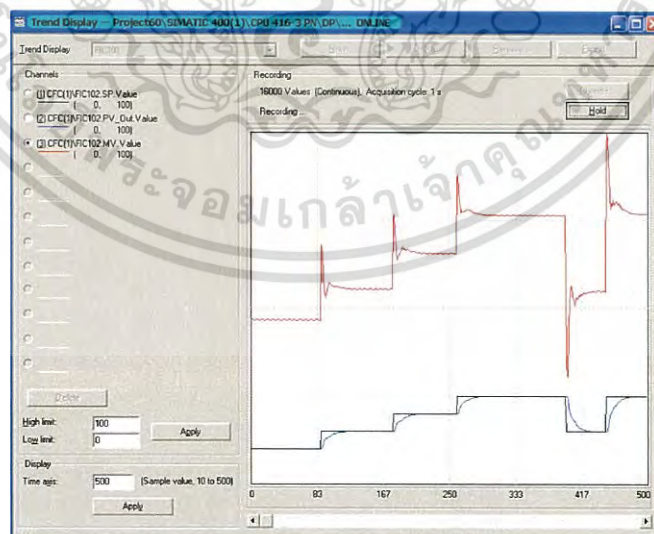
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต่อมา คลิก Next จะได้ windows ใหม่ ดังรูปที่ ค.14 ซึ่งแสดงค่า PI controller parameters จะนำไปใช้ต่อไป



รูปที่ ค.14 Controller Optimization Step 8:Simulation a control loop with the optimized parameters

จากนั้น จะทำการทดสอบการควบคุมความดันด้วยพารามิเตอร์ของตัวควบคุมใหม่ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ดังรูปที่ ค.15



รูปที่ ค.15 Trend Display

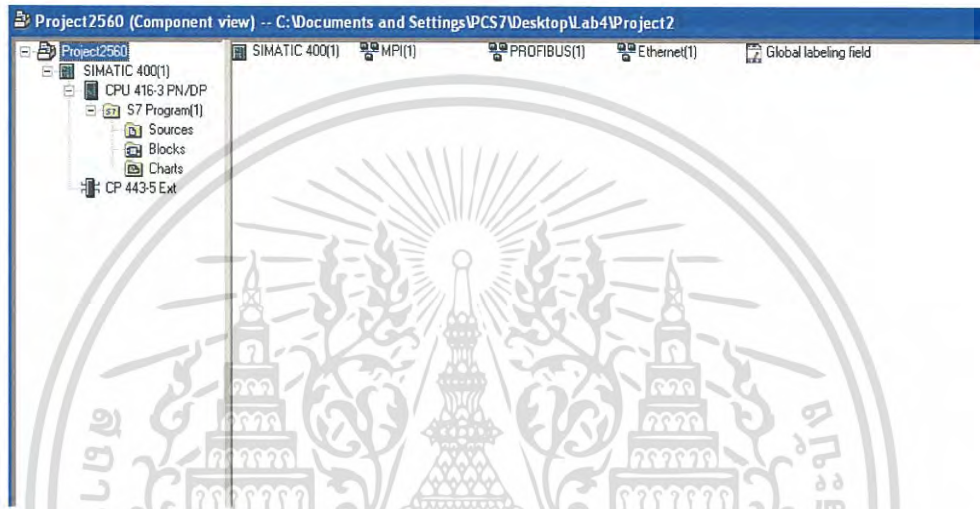
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง.

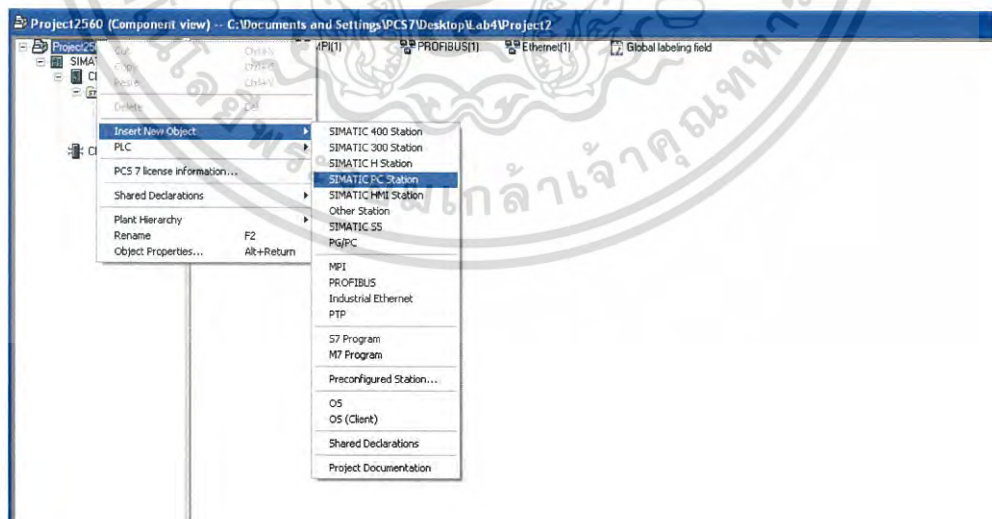
การเขียนโปรแกรมเชื่อมต่อผู้ใช้งาน

ง.1 การตั้งค่า PC Station

ไปที่หน้าต่าง Project2560 (Component view) ดังรูปที่ ง.1 จากนั้น คลิกขวาที่ Project2560 คลิก Insert New Object เลือก SIMATIC PC Station ดังรูปที่ ง.2



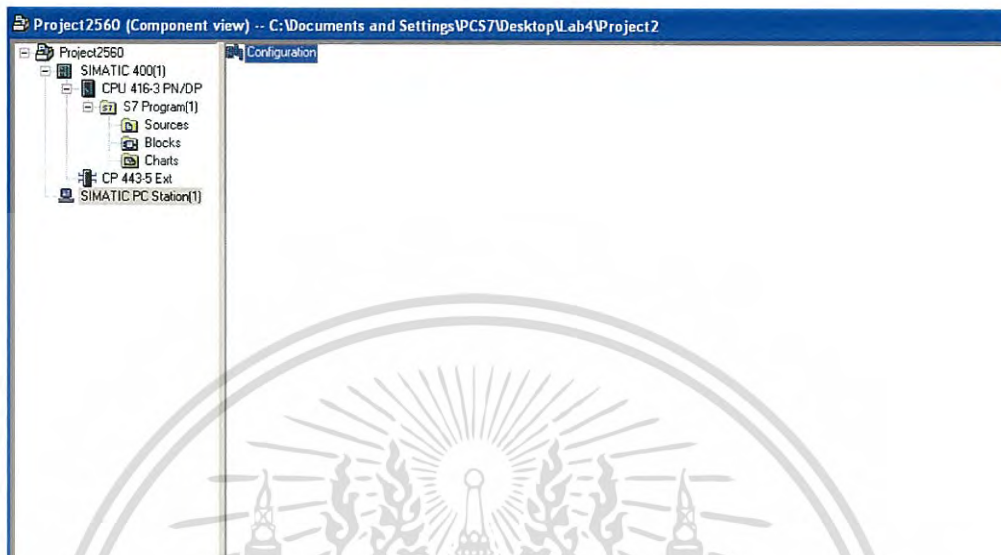
รูปที่ ง.1 หน้าต่าง Project2560 (Component view)



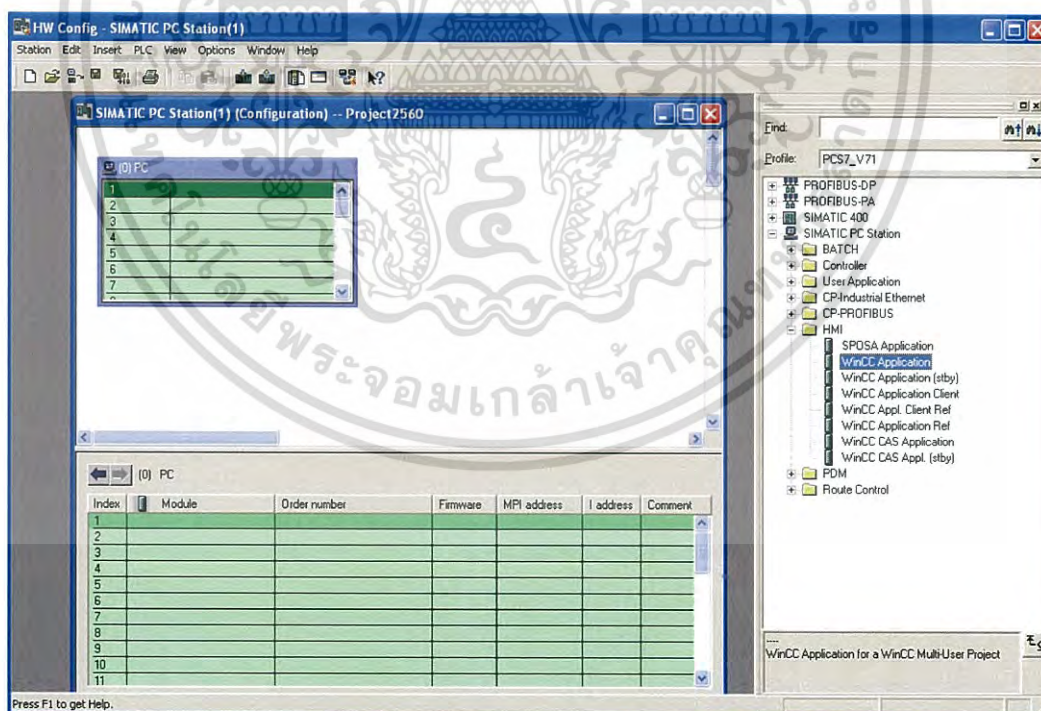
รูปที่ ง.2 Insert SIMATIC PC Station ใน Project2560

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนต่อไป คลิก SIMATIC PC Station(1) แล้วดับเบิลคลิก Configuration ดังรูปที่ ๓.3 จะปรากฏหน้าต่าง HW Config จากนั้น เลือกช่องที่ 1 คลิก SIMATIC PC Station เลือก HMI และ WinCCApplication ดังรูปที่ ๓.4



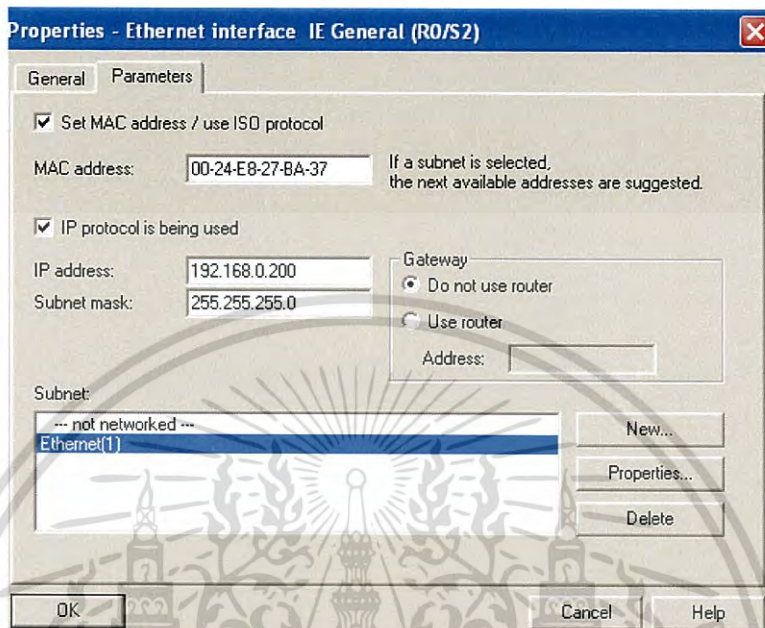
รูปที่ ๓.3 คลิก Configuration



รูปที่ ๓.4 หน้าต่าง HW Configuration

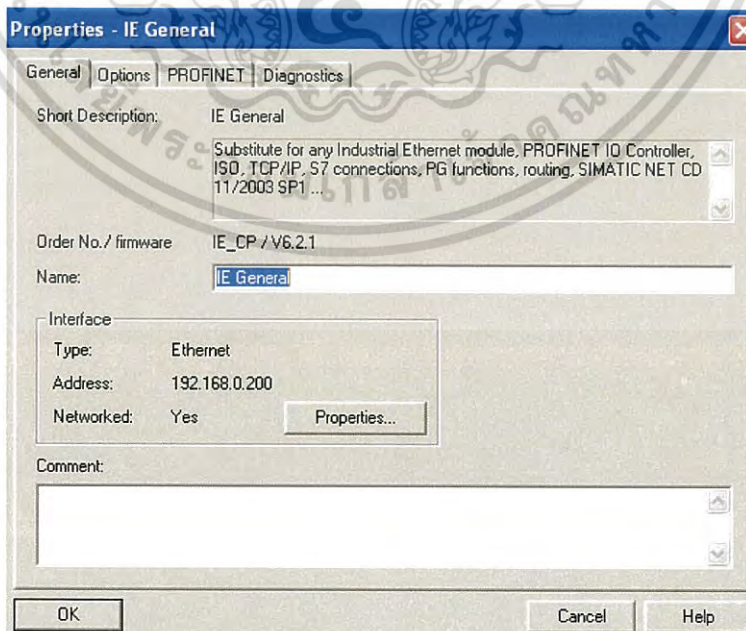
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แล้วป้อนค่า IP address : 192.168.0.200 และ Subnet mask : 255.255.255.0 เลือก Subnet : Ethernet(1) และป้อนค่า MAC address : 00-24-E8-27-BA-37 ดังรูปที่ ๗.7 (ค่า MAC address ขึ้นอยู่กับคอมพิวเตอร์)



รูปที่ ๗.7 หน้าต่าง Properties – Ethernet interface IE General (R0/S2)

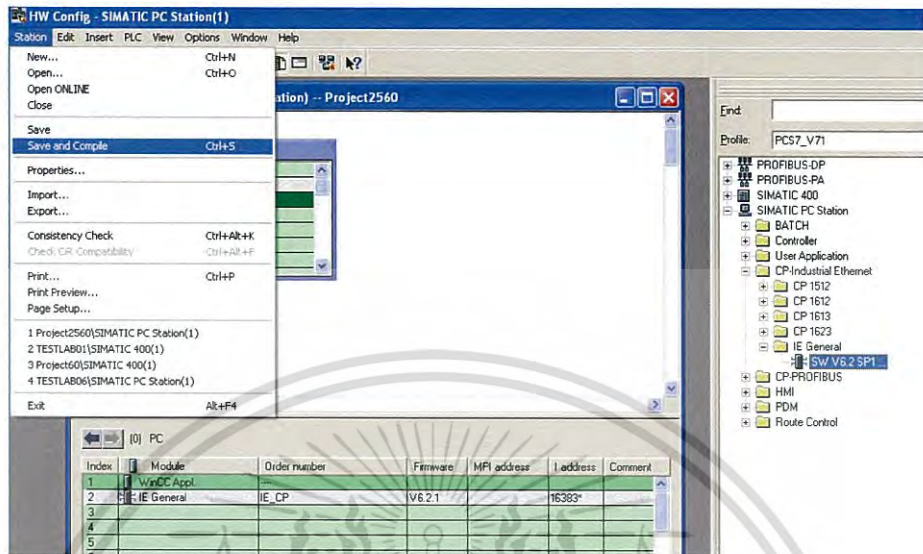
คลิก OK จะปรากฏหน้าต่าง Properties – IE General ดังรูปที่ ๗.8



รูปที่ ๗.8 หน้าต่าง Properties – IE General

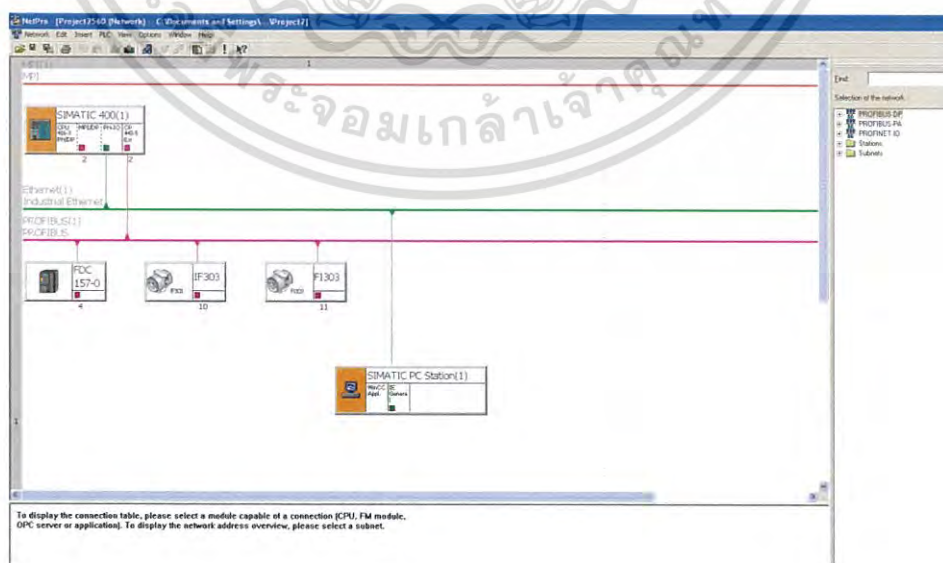
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนต่อไป ทำการ save และ compile คลิก Station เลือก Save and Compile ดังรูปที่ ง.9



รูปที่ ง.9 การ Save and Compile

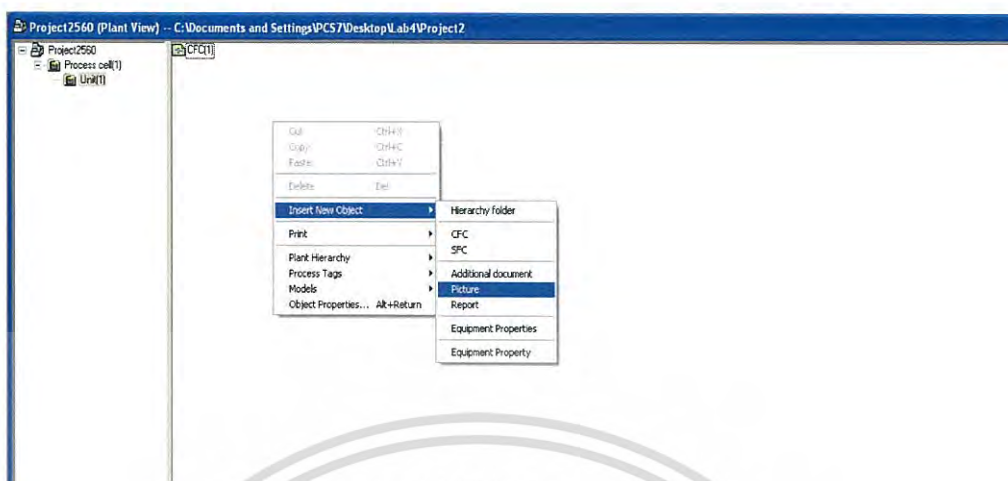
ปรากฏหน้าต่าง NetPro – [Project2560 (Network)] ทำการ Save และ Compile เลือก Network คลิก Save and Compile ทำการ download Station ทั้งหมด คลิก Edit เลือก Select และ All จากนั้น ทำการ download Station เลือก PLC คลิก Download to Current Project และ Selected Stations ต่อมาคลิก View เลือก Plant View จะปรากฏหน้าต่าง Project2560 (Plant View) ดังรูปที่ ง.10



รูปที่ ง.10 หน้าต่าง NetPro – [Project2560 (Plant View)]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

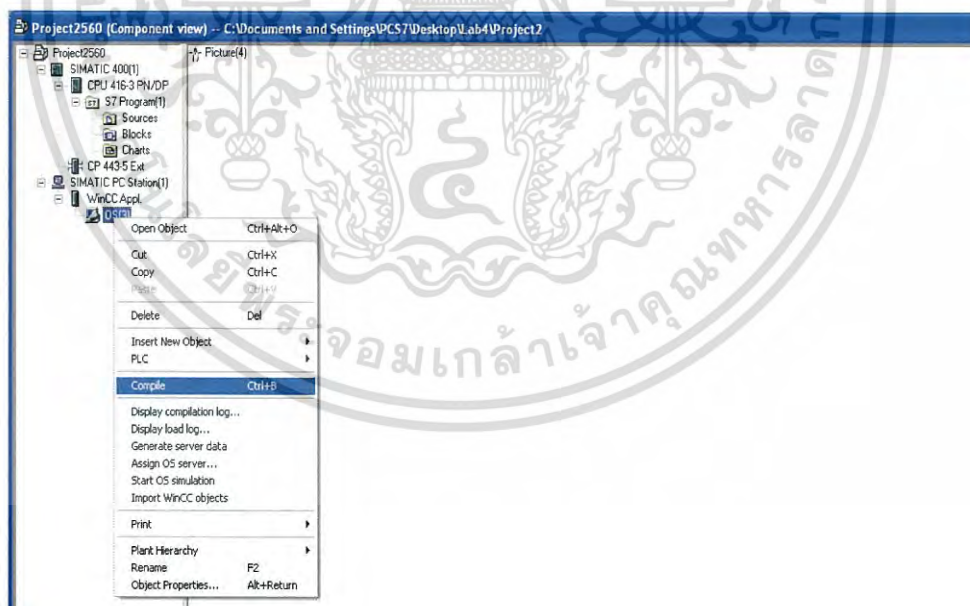
ขั้นตอนต่อไป คลิกขวานพื้นที่ว่าง ดังรูปที่ ง.11 คลิก Insert New Object เลือก Picture



รูปที่ ง.11 Insert New Object

ง.2 การ Compile OS

เริ่มจากกลับไปหน้าจอต่าง Project2560 (Component view) จากนั้นคลิกขวาน OS(1) เลือก Compile ดังรูปที่ ง.12

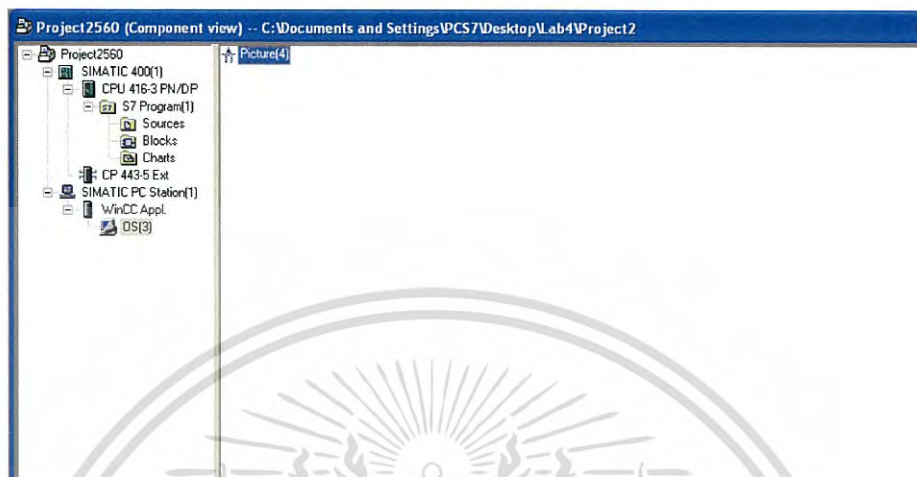


รูปที่ ง.12 ทำการ Compile

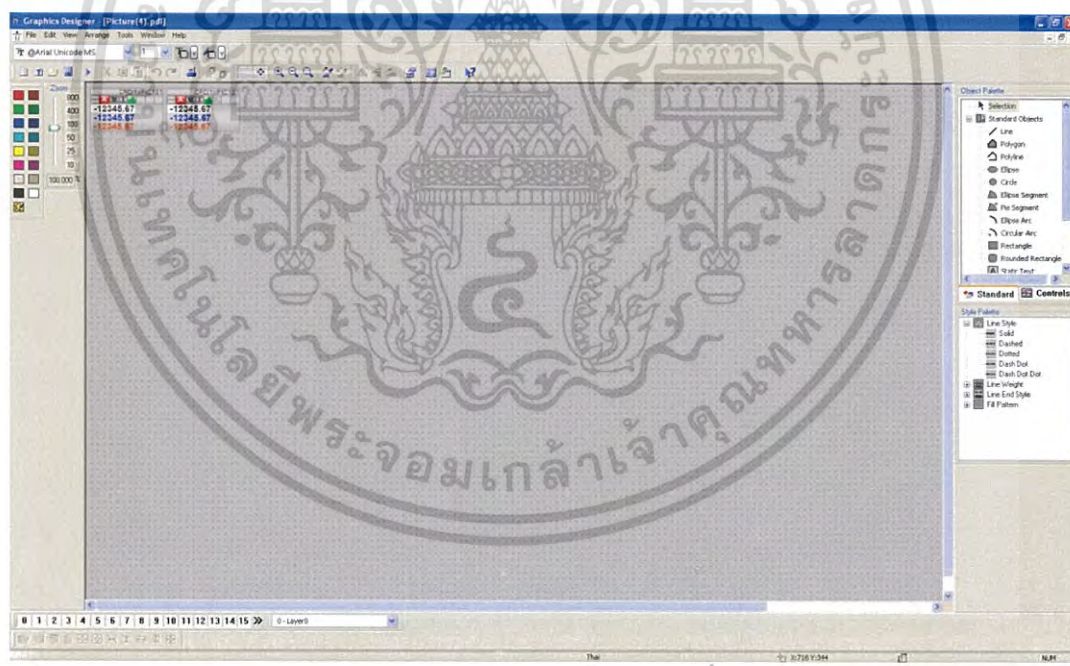
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ง.3 การใช้งานโปรแกรม WinCC

ดับเบิลคลิกบน Picture ดังรูปที่ ง.13 จะปรากฏหน้าต่าง Graphic Designer – [Picture(1).pdl]
(จะปรากฏ faceplate CFC(2)/FIC101 และ CFC(2)/PIC101 ดังรูปที่ ง.14



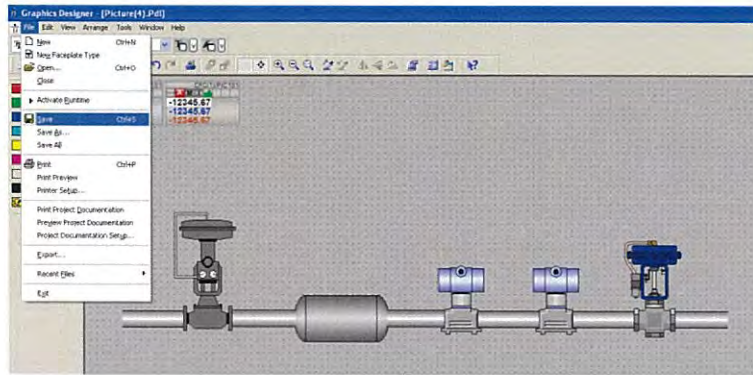
รูปที่ ง.13 หน้าต่าง Project2560 (Component view)



รูปที่ ง.14 หน้าต่าง Graphic Designer – [Picture(1).pdl]

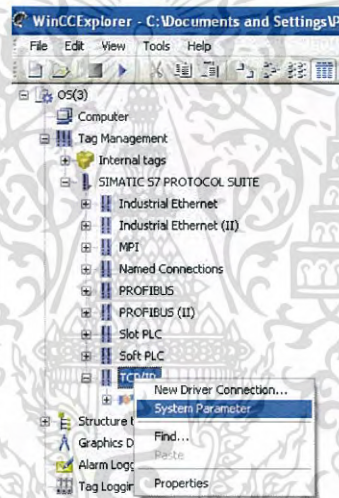
จากนั้นทำการออกแบบจำลองกระบวนการเพิ่มเติม ดังรูปที่ ง.15 เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถเข้าใจกระบวนการและใช้งานได้ง่ายขึ้น โดยใช้ Library ภายในโปรแกรม WinCC ทำการ Save และออกจากหน้าต่าง Graphic Designer – [Picture(1).pdl]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

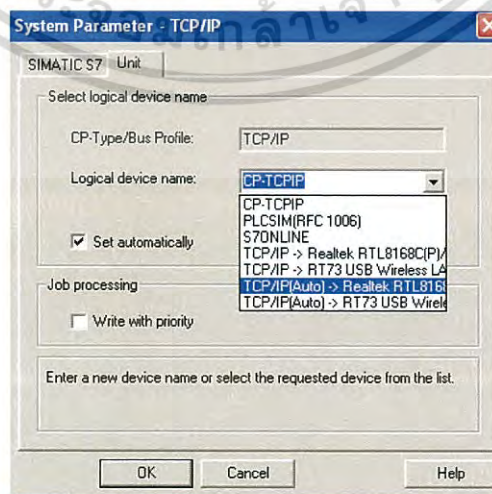


รูปที่ ง.15 การจำลองกระบวนการเพิ่มเติม

ต่อมาให้คลิกขวานบน TCP/IP เลือก System Parameter ดังรูปที่ ง.16 จะปรากฏหน้าต่าง System Parameter – TCP/IP เลือก Unit และทำการเลือก Logical device name ดังรูปที่ ง.17



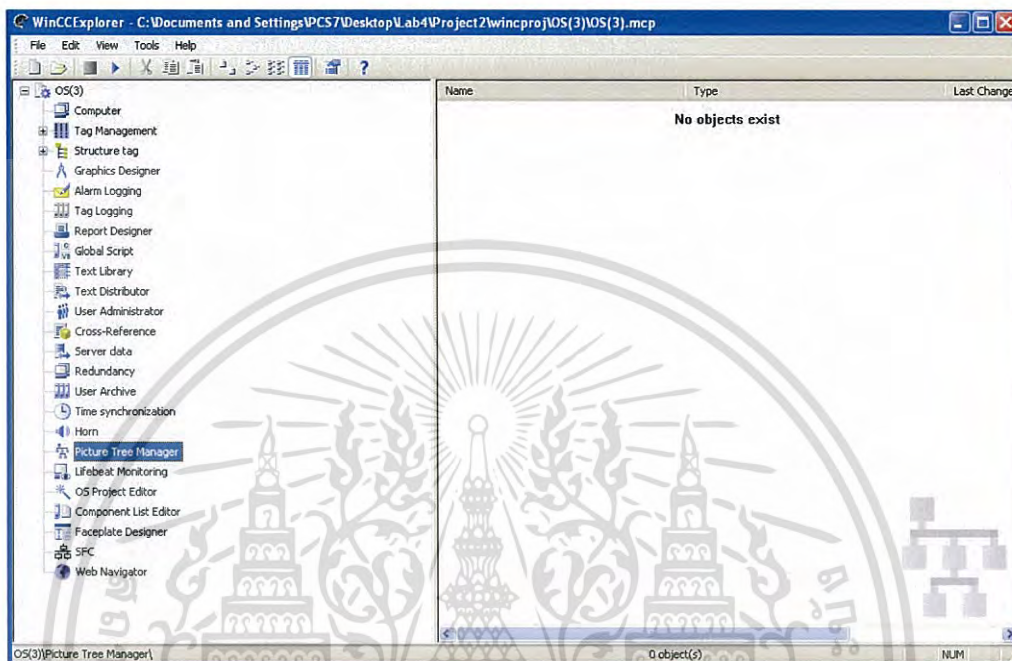
รูปที่ ง.16 เลือก System Parameter



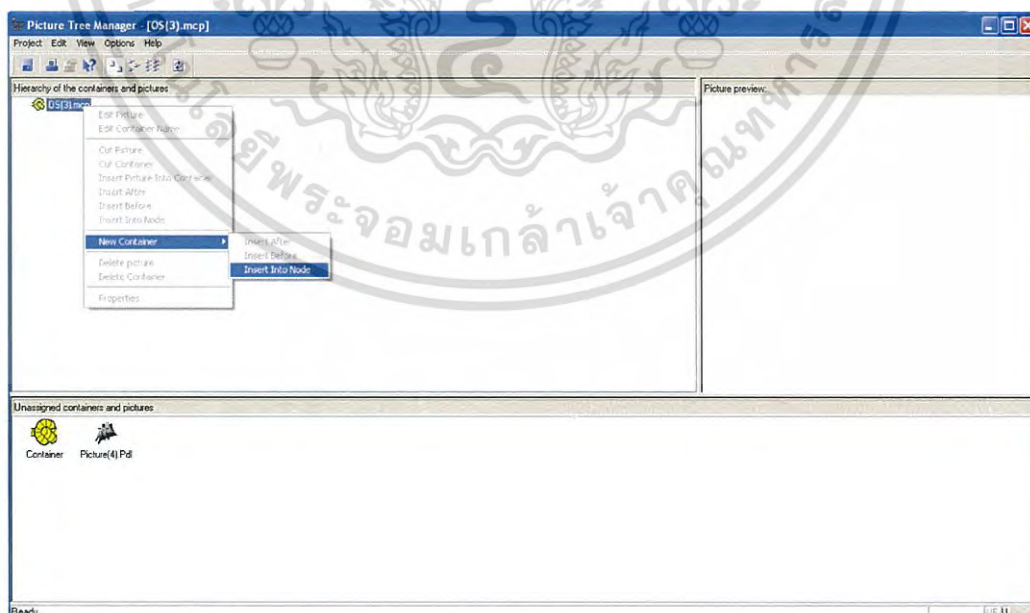
รูปที่ ง.17 การเลือก Logical device name

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนต่อไปทำการดับเบิลคลิกบน Picture ไปที่หน้าต่างหลัก WinCCExplorer ดับเบิลคลิกบน Picture Tree Manager ดังรูปที่ ง.18 จะปรากฏหน้าต่าง Picture Tree Manager – [OS(1).mcp] คลิกขวาบน OS(1) เลือก New Container-Insert Into Node ดังรูปที่ ง.19 ลาก Picture(1).pdl ไปใส่ใน Container(0) ดังรูปที่ ง.20

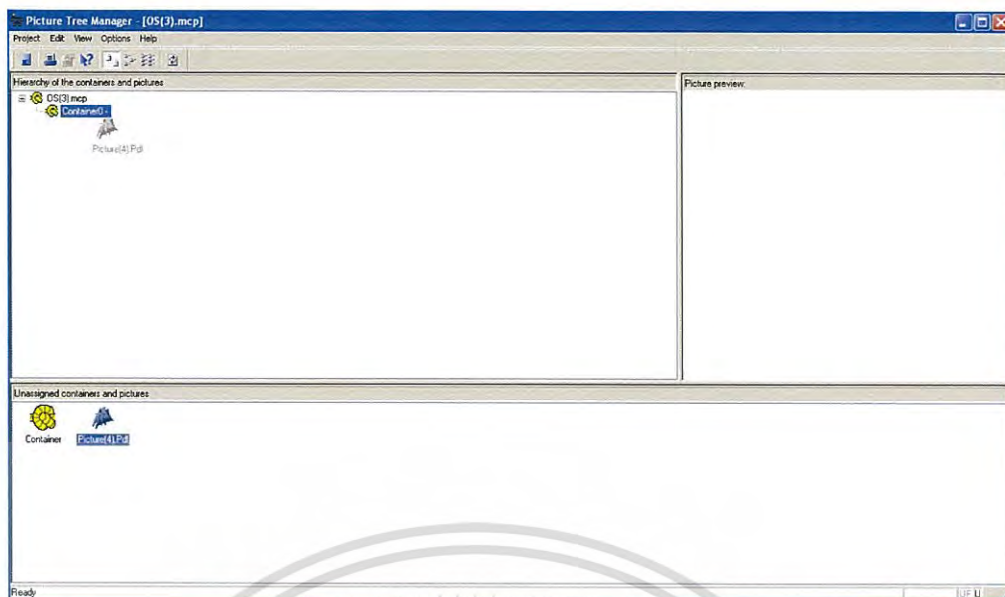


รูปที่ ง.18 หน้าต่างหลัก WinCCExplorer ดับเบิลคลิกบน Picture Tree Manager



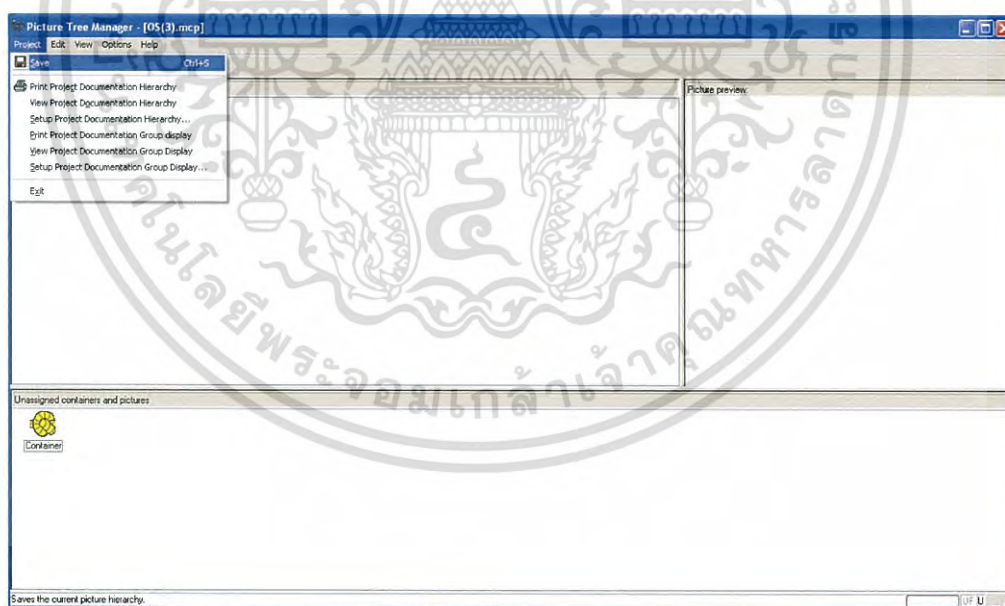
รูปที่ ง.19 หน้าต่าง Picture Tree Manager – [OS(1).mcp]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



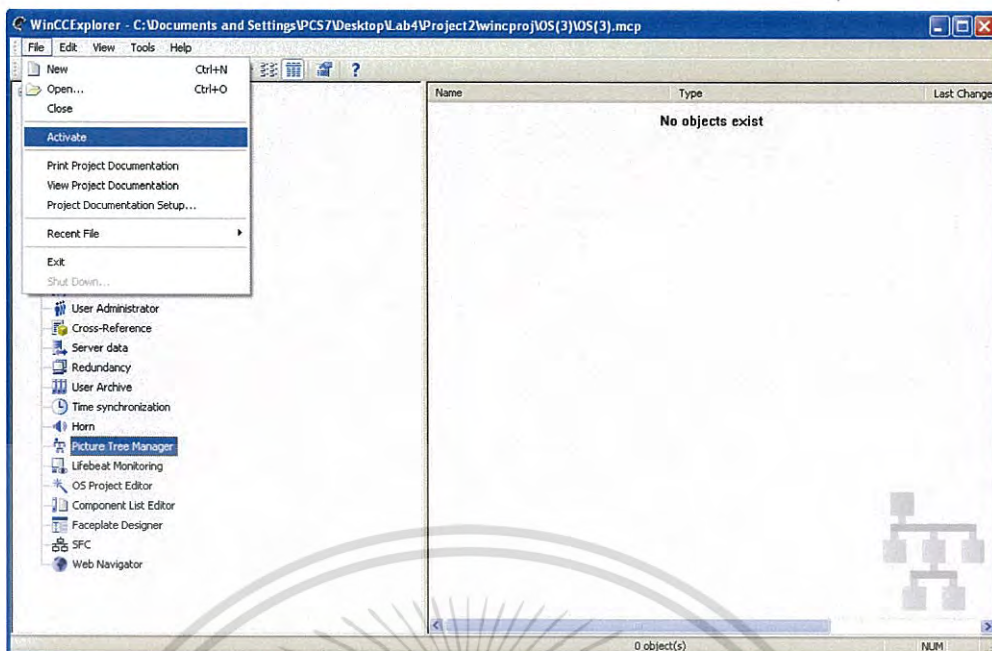
รูปที่ ง.20 ใส่ Picture(1).Pdl ใน Container(0)

จากนั้นทำการ save และออกจากหน้าต่าง Picture Tree Manager – [OS(1).mcp] ดังรูปที่ ง.21 และทำการรัน (active) คลิก File เลือก Activate ดังรูปที่ ง.22



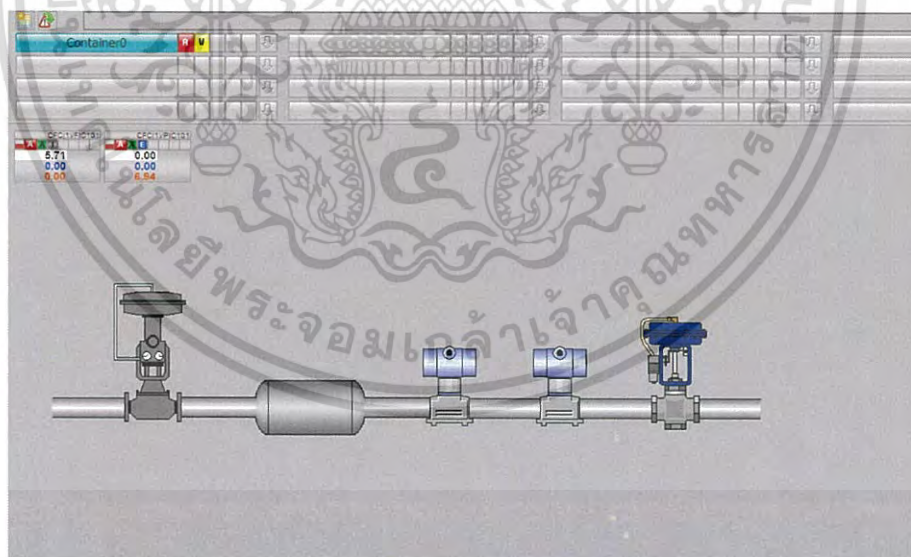
รูปที่ ง.21 ทำการ save และออกจากหน้าต่าง Picture Tree Manager – [OS(1).mcp]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ง.22 ทำการ activate บนหน้าต่าง WinCCExplorer

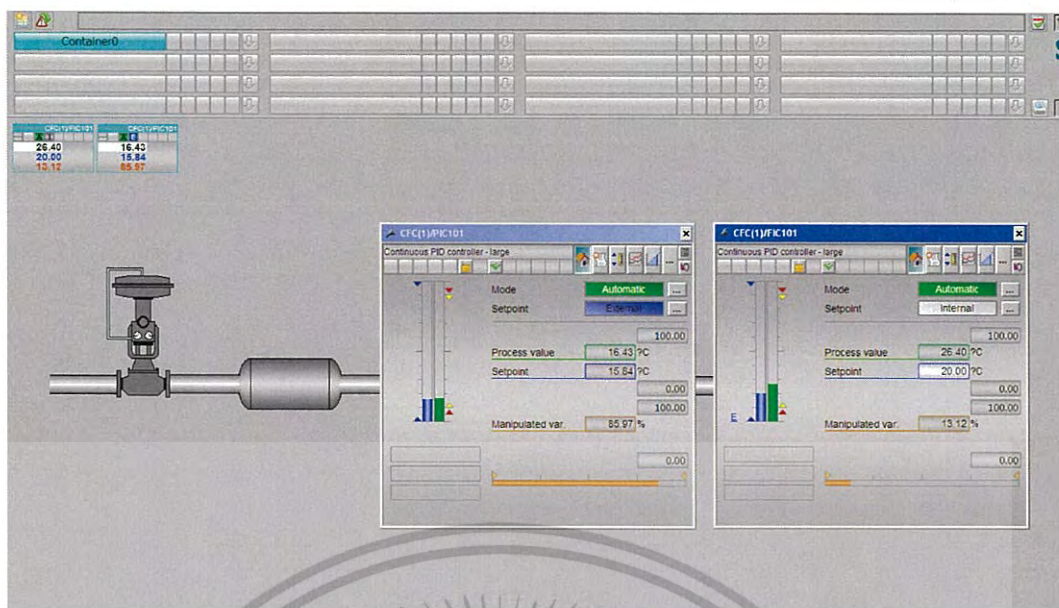
จากนั้นคลิกที่ Container(0) จะปรากฏหน้าต่างสำหรับผู้ปฏิบัติงาน พร้อม faceplate ดังรูปที่ ง.23



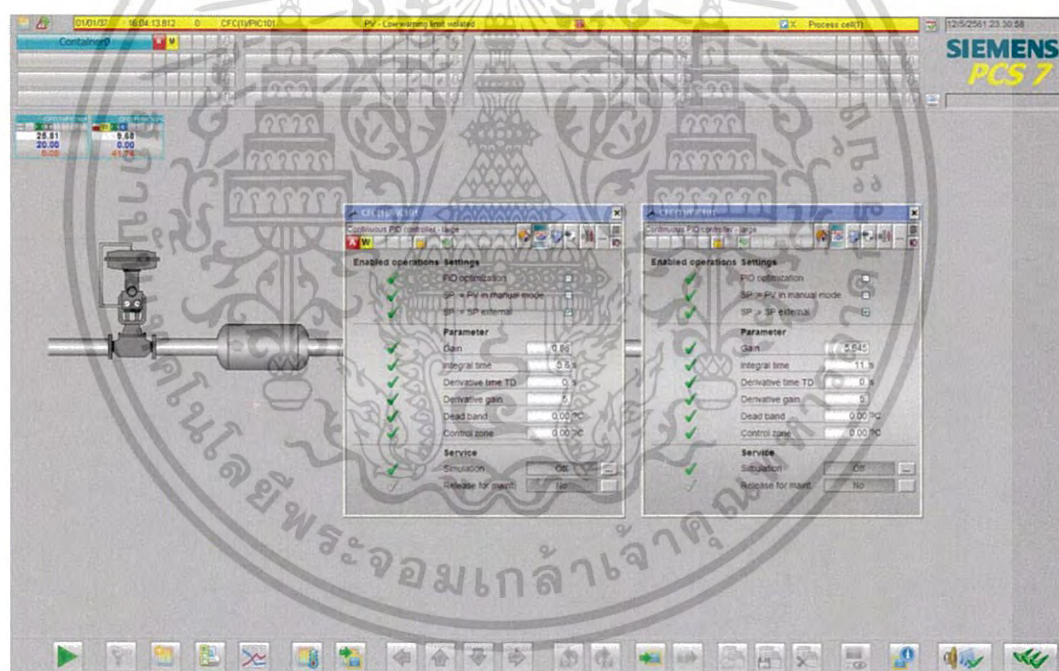
รูปที่ ง.23 หน้าต่างสำหรับผู้ปฏิบัติงาน พร้อม faceplate

ต่อมาดับเบิลคลิก faceplate CFC(1)/FIC101 และ CFC(1)/PIC101 จะพบรายละเอียดของ บล็อกควบคุมทั้งหมด ดังรูปที่ ง.24 และสามารถสั่งงานควบคุม ปรับเปลี่ยนค่าเป้าหมาย และตั้ง ค่าพารามิเตอร์ผ่านต่างๆ faceplate ได้ ดังรูปที่ ง.25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ง.24 รายละเอียดของบล็อกควบคุมทั้งหมด



รูปที่ ง.25 รายละเอียดค่าพารามิเตอร์ตัวควบคุมภายในระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้งานโปรแกรม Fuzzy Control++ V.6

จ.1 การออกแบบระบบ Fuzzy control

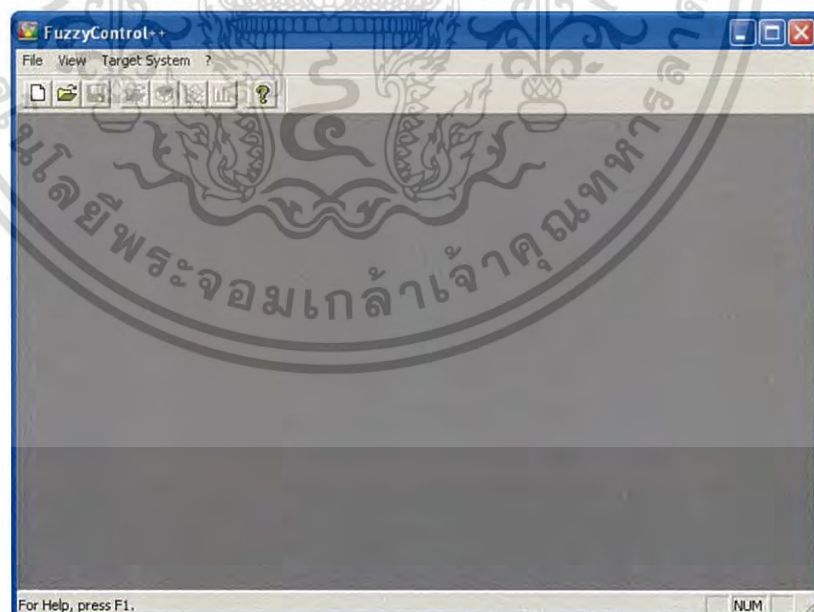
ขั้นตอนแรกเราจะทำการสร้างโปรเจกใหม่ขึ้นมาโดยทำการเลือกที่ File -> New ข้อควรระวังสำคัญอย่างมากคือการเลือกส่วนของ Targets system ซึ่งหากเราไม่ได้ทำการตั้งค่าส่วนนี้แล้วจะทำให้เราไม่สามารถดำเนินการในส่วนอื่นๆได้

จ.1.1 การตั้งค่าระบบ Fuzzy control

ในการตั้งค่าระบบ Fuzzy control นั้นต้องมีการระบุจำนวนค่าสูงสุดต่ำสุด ของอินพุต และเอาต์พุตของกระบวนการด้วย และนอกจากนั้นแล้วค่าเป้าหมายของกระบวนการยังสามารถระบุหรือเปลี่ยนแปลงค่าได้ในภายหลัง

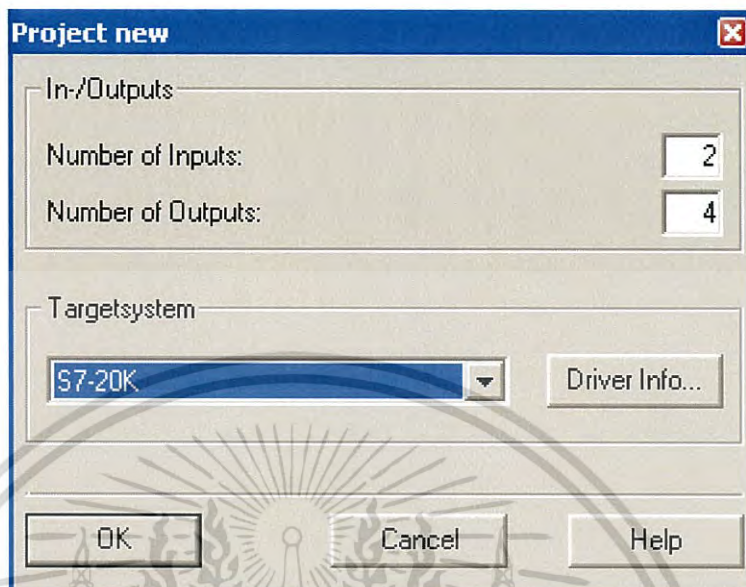
จ.1.1.1 กำหนดจำนวนอินพุตเอาต์พุตของระบบ

เมื่อทำการเปิดโปรแกรม Fuzzy control++ V.6 แล้วจะปรากฏหน้าต่างซึ่งมีแถบเครื่องมือดังรูปที่ จ.1



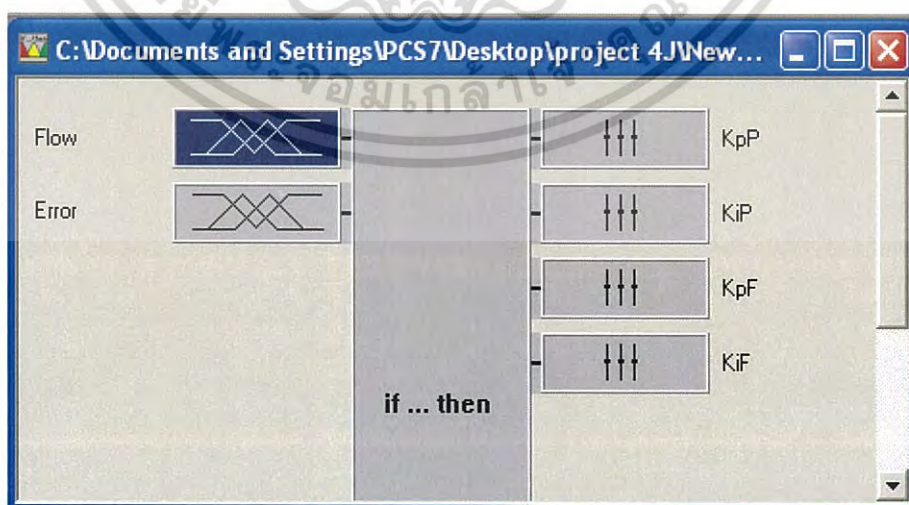
รูปที่ จ.1 หน้าต่างโปรแกรม Fuzzy control++ V.6

เริ่มจากการสร้างโปรเจกใหม่ โดยคลิกที่คำสั่ง File -> New จะปรากฏหน้าต่าง Project new ดังรูปที่ จ.2



รูปที่ จ.2 หน้าต่าง Project new

จากนั้นทำการเลือกจำนวนอินพุตเป็น 2 และจำนวนเอาต์พุตเป็น 4 สำหรับกระบวนการควบคุมอัตราไหลและทำการเลือก Targetsystem เป็น S7-20K หากต้องการเพิ่มหรือลดอินพุตหรือเอาต์พุต สามารถทำได้โดยการเลือกที่เมนู Edit หลังจากทำการกำหนดค่าต่างๆเสร็จเรียบร้อยแล้วให้เลือกที่ OK จากนั้นจะปรากฏหน้าต่างบล็อกไดอะแกรมของระบบพีซีซี ซึ่งจะแสดงในลักษณะของกฎพื้นฐานของพีซีซี (if...then block) ดังรูปที่ จ.3



รูปที่ จ.3 หน้าต่างพื้นฐาน ที่เราสามารถแก้ไขระบบได้บนหน้านี้

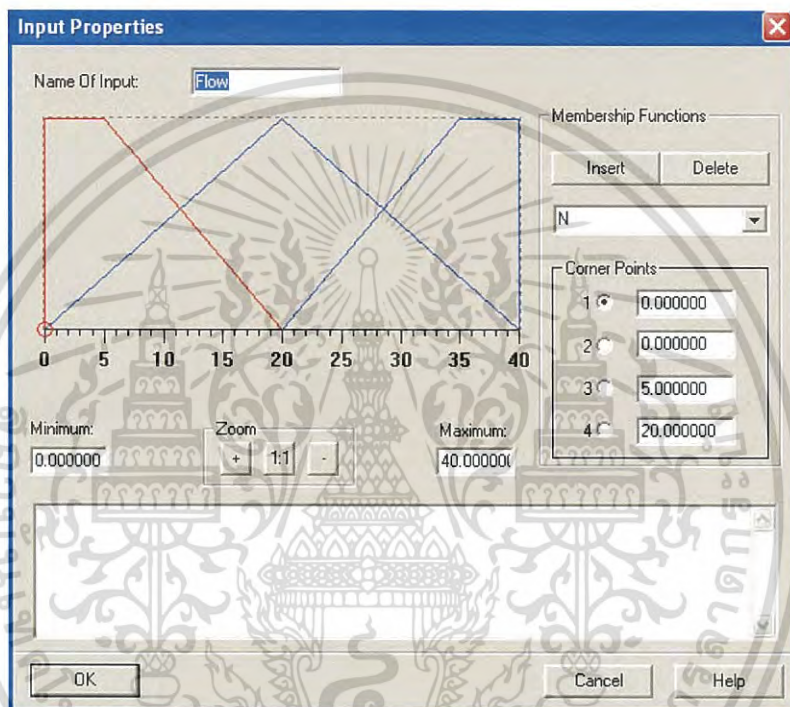
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก.1.1.2 การแก้ไขจำนวนอินพุตและเอาต์พุต

สามารถกำหนดชื่ออินพุตเอาต์พุตได้เมื่อเราทำการแก้ไขโปรเจค

1. แก้ไขอินพุตลำดับที่ 1

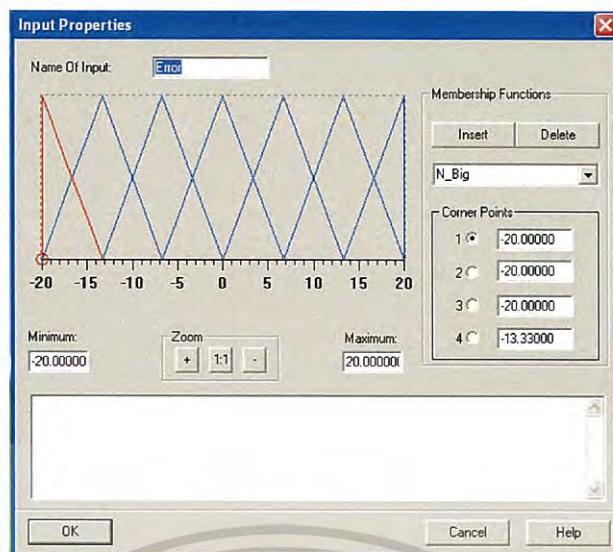
เมื่อทำการดับเบิลคลิก Input01 จะปรากฏหน้าต่าง Input Properties ดังรูปที่ จ 4. สามารถกำหนดชื่อของอินพุต ซึ่งเป็นชื่ออินพุตของกระบวนการ นั่นก็คือ Flow และกำหนดค่าของอินพุตให้มีค่าทางด้าน Minimum เท่ากับ 0 และทางด้าน Maximum เท่ากับ 40 เมื่อทำการแก้ไขเสร็จแล้วทำการคลิก OK



รูปที่ จ.4 หน้าต่าง Input Properties

2. แก้ไขอินพุตลำดับที่ 2

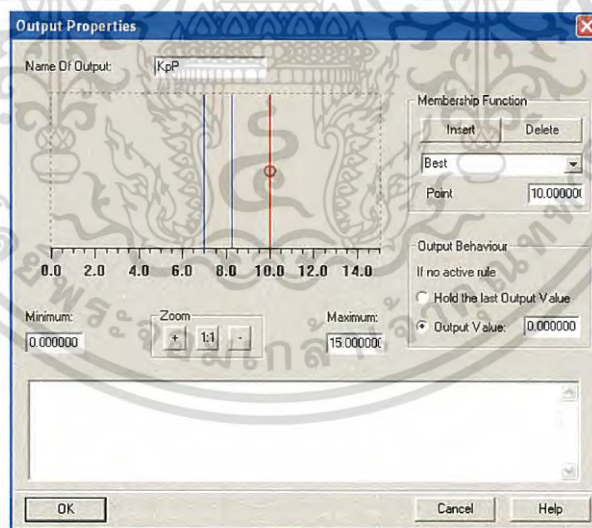
เมื่อทำการดับเบิลคลิก Input02 จะปรากฏหน้าต่าง Input Properties ดังรูป จ.5 ให้เปลี่ยนชื่อจาก Input02 เป็น Error และกำหนดค่าของอินพุตให้มีค่าทางด้าน Minimum เท่ากับ -20 และทางด้าน Maximum เท่ากับ 20 เมื่อทำการแก้ไขเสร็จแล้วทำการคลิก OK



รูปที่ จ.5 หน้าต่าง Input Properties

3. แก้ไขเอาต์พุตลำดับที่ 1 ($K_p P$)

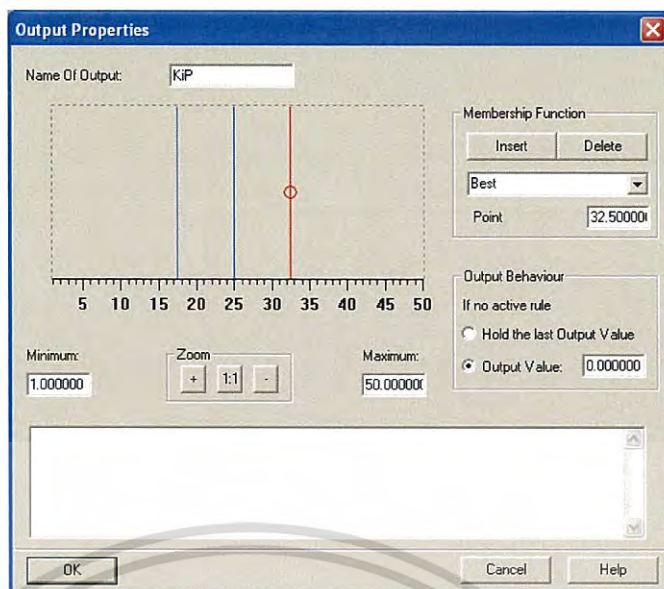
เมื่อทำการดับเบิลคลิก Output01 จะปรากฏหน้าต่าง Output Properties ดังรูปที่ จ.6 ให้เปลี่ยนชื่อจาก Output01 เป็น $K_p P$ และกำหนดค่าของเอาต์พุตให้มีค่า 7.5, 8.25 และ 10 เมื่อทำการแก้ไขเสร็จแล้วทำการคลิก OK จะปรากฏหน้าต่างพื้นฐานของระบบการควบคุมฟัซซี่อีกครั้ง



รูปที่ จ.6. หน้าต่าง Output Properties

4. แก้ไขเอาต์พุตลำดับที่ 2 ($K_i P$)

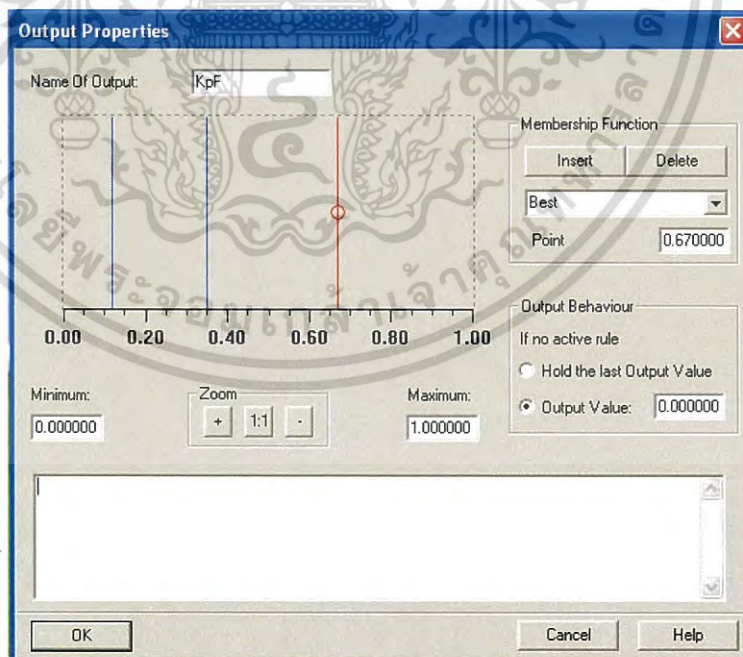
เมื่อทำการดับเบิลคลิก Output02 จะปรากฏหน้าต่าง Output Properties ดังรูปที่ จ.7 ให้เปลี่ยนชื่อจาก Output02 เป็น $K_i P$ และกำหนดค่าของเอาต์พุตให้มีค่า 17.5, 25 และ 32.5 เมื่อทำการแก้ไขเสร็จแล้วทำการคลิก OK จะปรากฏหน้าต่างพื้นฐานของระบบการควบคุมฟัซซี่อีกครั้ง เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต ไม่ว่าจะโดยใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ จ.7 หน้าต่าง Output Properties

5. แก้ไขเอาต์พุตลำดับที่ 3 ($K_p F$)

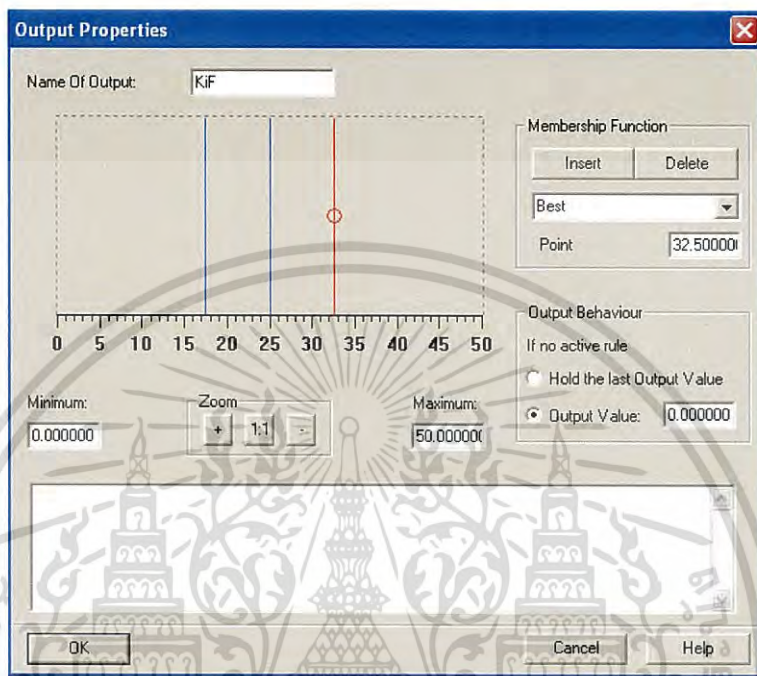
เมื่อทำการดับเบิลคลิก Output03 จะปรากฏหน้าต่าง Output Properties ดังรูปที่ จ.7 ให้เปลี่ยนชื่อจาก Output03 เป็น $K_p F$ และกำหนดค่าของเอาต์พุตให้มีค่า 0.15, 0.35 และ 0.67 เมื่อทำการแก้ไขเสร็จแล้วทำการคลิก OK จะปรากฏหน้าต่างพื้นฐานของระบบการควบคุมพีซซีอีกครั้ง



รูปที่ จ.8. หน้าต่าง Output Properties

6. แก้ไขเอาต์พุตลำดับที่ 4 (K_iF)

เมื่อทำการดับเบิลคลิก Output04 จะปรากฏหน้าต่าง Output Properties ดังรูปที่ จ.7 ให้เปลี่ยนชื่อจาก Output04 เป็น K_iF และกำหนดค่าของเอาต์พุตให้มีค่า 17.5, 25 และ 32.5 เมื่อทำการแก้ไขเสร็จแล้วทำการคลิก OK จะปรากฏหน้าต่างพื้นฐานของระบบการควบคุมฟัซซี่อีกครั้ง



รูปที่ จ..9 หน้าต่าง Output Properties

ก.1.2 กฎของเมตริกซ์

ทำการเปิดหน้าต่าง Rule Matrix ซึ่งเป็นกล่องข้อความสำหรับกำหนดและแก้ไขกฎที่ใช้สำหรับการควบคุมระบบฟัซซี่ในกล่อง Rule Matrix จะแสดงความสัมพันธ์ของกฎระหว่าง ค่าอินพุต เอาต์พุตและกฎ ในรูปแบบของ เมตริกซ์แบบ 2 อินพุตและ 1 เอาต์พุตเท่านั้นระบบตัวอย่างจะมีกฎควบคุมทั้งหมด 21 กฎ

- กฎ 1 : ถ้า Error เป็น N_Big, Flow เป็น N จะได้ K_pP/K_pF และ K_iP/K_iF เป็น Normal
- กฎ 2 : ถ้า Error เป็น N_Big, Flow เป็น Z จะได้ K_pP/K_pF และ K_iP/K_iF เป็น Normal
- กฎ 3 : ถ้า Error เป็น N_Big, Flow เป็น P จะได้ K_pP/K_pF และ K_iP/K_iF เป็น Normal
- กฎ 4 : ถ้า Error เป็น N_Med, Flow เป็น N จะได้ K_pP/K_pF และ K_iP/K_iF เป็น Normal

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- กฎ 5 : ถ้า Error เป็น N_Med, Flow เป็น Z จะได้ K_pP/K_pF และ K_iP/K_iF เป็น Good
- กฎ 6 : ถ้า Error เป็น N_Med, Flow เป็น P จะได้ K_pP/K_pF และ K_iP/K_iF เป็น Normal
- กฎ 7 : ถ้า Error เป็น N_Small, Flow เป็น N จะได้ K_pP/K_pF และ K_iP/K_iF เป็น Good
- กฎ 8 : ถ้า Error เป็น N_Small, Flow เป็น Z จะได้ K_pP/K_pF และ K_iP/K_iF เป็น Best
- กฎ 9 : ถ้า Error เป็น N_Small, Flow เป็น P จะได้ K_pP/K_pF และ K_iP/K_iF เป็น Good
- กฎ 10 : ถ้า Error เป็น Zero, Flow เป็น N จะได้ K_pP/K_pF และ K_iP/K_iF เป็น Good
- กฎ 11 : ถ้า Error เป็น Zero, Flow เป็น Z จะได้ K_pP/K_pF และ K_iP/K_iF เป็น Best
- กฎ 12 : ถ้า Error เป็น Zero, Flow เป็น P จะได้ K_pP/K_pF และ K_iP/K_iF เป็น Good
- กฎ 13 : ถ้า Error เป็น P_Small, Flow เป็น N จะได้ K_pP/K_pF และ K_iP/K_iF เป็น Good
- กฎ 14 : ถ้า Error เป็น P_Small, Flow เป็น Z จะได้ K_pP/K_pF และ K_iP/K_iF เป็น Best
- กฎ 15 : ถ้า Error เป็น P_Small, Flow เป็น P จะได้ K_pP/K_pF และ K_iP/K_iF เป็น Good
- กฎ 16 : ถ้า Error เป็น P_Med, Flow เป็น N จะได้ K_pP/K_pF และ K_iP/K_iF เป็น Normal
- กฎ 17 : ถ้า Error เป็น P_Med, Flow เป็น Z จะได้ K_pP/K_pF และ K_iP/K_iF เป็น Good
- กฎ 18 : ถ้า Error เป็น P_Med, Flow เป็น P จะได้ K_pP/K_pF และ K_iP/K_iF เป็น Normal
- กฎ 19 : ถ้า Error เป็น P_Big, Flow เป็น N จะได้ K_pP/K_pF และ K_iP/K_iF เป็น Normal
- กฎ 20 : ถ้า Error เป็น P_Big, Flow เป็น Z จะได้ K_pP/K_pF และ K_iP/K_iF เป็น Normal

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- กฎ 21 : ถ้า Error เป็น P_Big, Flow เป็น P จะได้ K_pP/K_pF และ K_iP/K_iF เป็น Normal

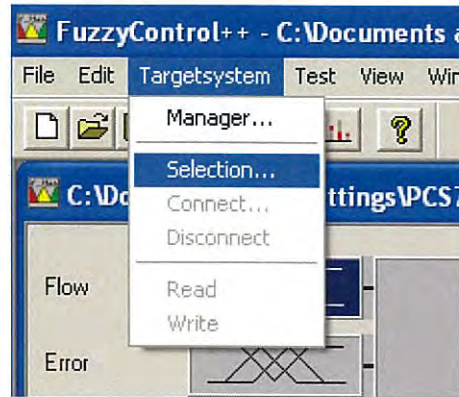
การใช้ Rules Matrix จะมีการกำหนดกฎง่ายกว่า ดูจากความสัมพันธ์กันระหว่าง 2 อินพุต คือ Flow และ Error จากนั้นทำการเลือกค่าเอาต์พุตที่เหมาะสมดังได้แสดงเป็นกฎทั้ง 21 กฎ ข้างต้นท้ายที่สุดแล้วจะปรากฏเมตริกซ์ ดังรูป จ.10.

	N	Z	P
N_Big	Normal	Normal	Normal
N_Med	Normal	Good	Normal
N_Small	Good	Best	Good
Zero	Good	Best	Good
P_Small	Good	Best	Good
P_Med	Normal	Good	Normal
P_Big	Normal	Normal	Normal

รูปที่ จ.10 เมตริกซ์แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอินพุตและเอาต์พุต

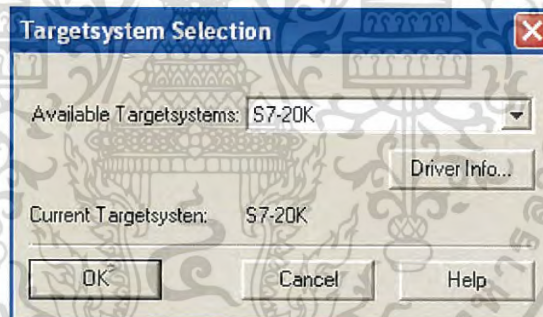
จ.2 การเชื่อมต่อและเขียนพารามิเตอร์ฟัซซี่ลงสู่ตัวควบคุม

ขั้นตอนต่อไปหลังจากได้ทำการออกแบบฟังก์ชันฟัซซี่ตามที่ต้องการแล้วจะทำการส่งค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ของฟังก์ชันฟัซซี่ลงสู่หน่วยความจำของตัวควบคุม ซึ่งจะได้โดยรันโปรแกรม Fuzzy Control++ จากนั้นให้เปิดไฟล์นามสกุล fpl ที่ได้บันทึกไว้ ซึ่งไฟล์ที่บันทึกไว้ในที่นี้คือ FLOW.fpl จะปรากฏหน้าต่างที่มีรายละเอียดของส่วนอินพุต คือ อัตราการไหล และค่าความผิดพลาดของอัตราการไหล ส่วนของเอาต์พุตจะเป็นพารามิเตอร์ K_p - Proportional และ K_i - Integral และกฎต่างๆ ต่อมาที่แถบ Menu คลิก Targetsystm เลือก Selection ดังรูปที่ จ.11

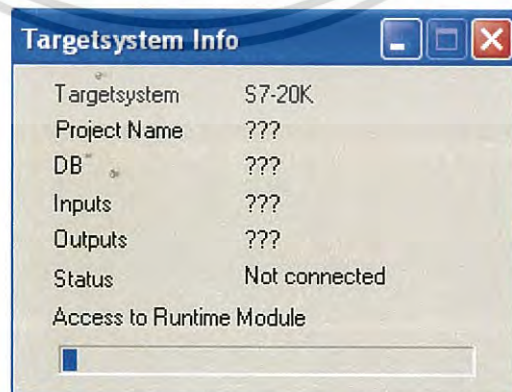


รูปที่ จ.11 เมนู Targetsystem เลือก Selection

ขั้นตอนต่อไปเป็นการเลือกชนิดของบล็อกพีซีซี โดยจะทำการเลือก S7-20K ที่ช่อง Available Targetsystems จากนั้นกด OK ดังรูปที่ จ.12 จะปรากฏหน้าต่าง Targetsystem Info ขึ้นมา ดังรูปที่ จ.13 ซึ่งจะแสดงข้อมูลของพารามิเตอร์ฟังก์ชันพีซีซี ประกอบด้วย ชนิดของบล็อกพีซีซี (Targetsystem) ชื่อโปรเจกต์ (Project Name) หมายเลขบล็อกข้อมูล (Data Block: DB) จำนวนอินพุต (Inputs) จำนวนเอาต์พุต (Outputs) และสถานะการเชื่อมต่อ (Status)



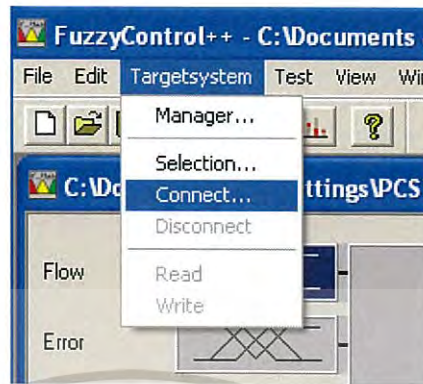
รูปที่ จ.12 ชนิดของบล็อกพีซีซี



รูปที่ จ.13 ข้อมูลของพารามิเตอร์ฟังก์ชันพีซีซี

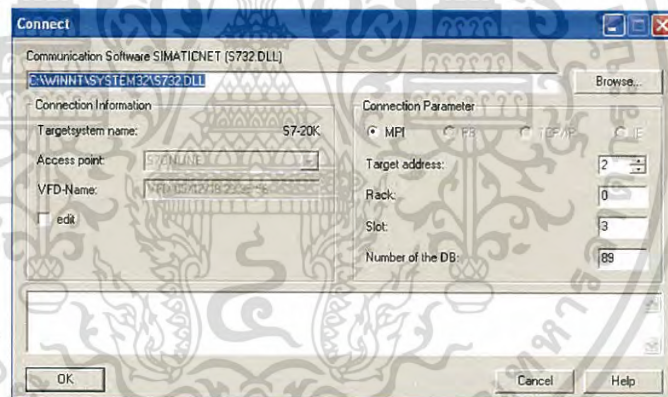
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากนั้นจะทำการเชื่อมต่อโปรแกรม Fuzzy Control++ เข้ากับโปรแกรมควบคุม PCS7 ซึ่งทำได้โดยคลิก Targetsystem ที่แถบเมนู และเลือก Connect ดังรูปที่ จ.14



รูปที่ จ.14 เมนู Targetsystem เลือก Connect

ต่อมาจะทำการตั้งค่าพารามิเตอร์การเชื่อมต่อ โดยใช้การเชื่อมต่อผ่าน Target Address : 2 (แอดเดรสเป้าหมาย) และใส่ค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ดังรูปที่ จ.15



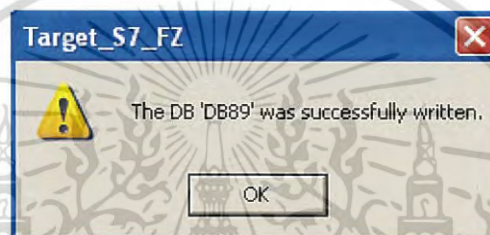
รูปที่ จ.15 การตั้งค่าพารามิเตอร์การเชื่อมต่อ

จากนั้นเลือก Write ที่แถบ Targetsystem เพื่อเขียนข้อมูลของฟังก์ชันพีชคณิตที่ได้ออกแบบไว้ลงสู่หน่วยความจำของตัวควบคุม เมื่อทำการเขียนสำเร็จจะปรากฏหน้าต่างดังรูปที่ จ.16



รูปที่ จ.16 เมนู Targetsystem เลือก Write

เมื่อทำการเขียนสำเร็จจะขึ้นหน้าต่างดังรูปที่ จ.17



รูปที่ จ.17 สิ้นสุดการเชื่อมต่อ