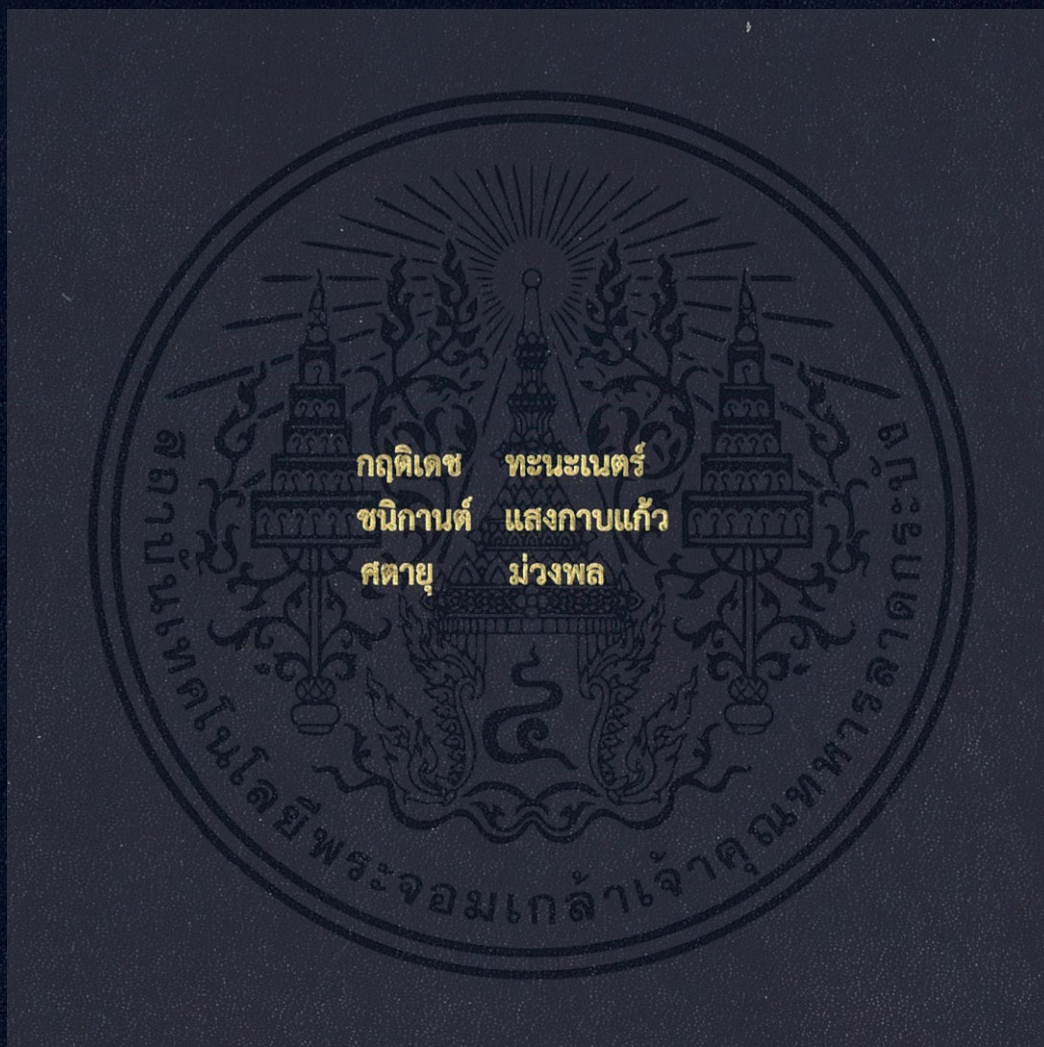


การประยุกต์ใช้งานระบบควบคุมแบบคาสแคดด้วยตัวทำนายของสมิท
บนเซิร์ฟเวอร์ระบบควบคุมกระจายส่วนพีซีเอส 7
IMPLEMENTING SMITH PREDICTOR BASED CASCADE CONTROL
SYSTEM ON DISTRIBUTED CONTROL SYSTEM SERVER: PCS 7



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมการวัดคุม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2561

การประยุกต์ใช้งานระบบควบคุมแบบคาสเคดด้วยตัวทำนายของสมิท
บนเซิร์ฟเวอร์ระบบควบคุมกระจายส่วนพีซีเอส 7
IMPLEMENTING SMITH PREDICTOR BASED CASCADE CONTROL
SYSTEM ON DISTRIBUTED CONTROL SYSTEM SERVER: PCS 7



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมการวัดคุม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

IMPLEMENTING SMITH PREDICTOR BASED CASCADE CONTROL
SYSTEM ON DISTRIBUTED CONTROL SYSTEM SERVER: 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 2018

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญาานิพนธ์ปีการศึกษา 2561
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองปริญญาานิพนธ์

หัวข้อปริญญาานิพนธ์ การประยุกต์ใช้งานระบบควบคุมแบบคาสแคดด้วยตัวทำนายของสมิธบนเซิร์ฟเวอร์ระบบควบคุมกระจายส่วนพีซีเอส 7

IMPLEMENTING SMITH PREDICTOR BASED CASCADE CONTROL SYSTEM ON DISTRIBUTED CONTROL SYSTEM SERVER: PCS 7

นักศึกษาผู้จัดทำ นายกฤติเดช ทะนะเนตร์ รหัสนักศึกษา 58010036
นางสาวชนิกานต์ แสงกาบแก้ว รหัสนักศึกษา 58010247
นายศตายุ ม่วงพล รหัสนักศึกษา 58011187

ปริญญา วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา วิศวกรรมการวัดคุม
ปีการศึกษา 2561

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญาานิพนธ์	ลายมือชื่อ
รองศาสตราจารย์สักรียา ชิตวงศ์	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์ การประยุกต์ใช้งานระบบควบคุมแบบคาสแคดด้วยตัวทำนายของสมิธบน เซิร์ฟเวอร์ระบบควบคุมกระจายส่วนพีซีเอส 7
 IMPLEMENTING SMITH PREDICTOR BASED CASCADE CONTROL SYSTEM ON DISTRIBUTED CONTROL SYSTEM SERVER: PCS 7

นักศึกษาผู้จัดทำ นายกฤติเดช ทะนะเนตร รหัสนักศึกษา 58010036
 นางสาวชนิกานต์ แสงกาบแก้ว รหัสนักศึกษา 58010247
 นายศตายุ ม่วงพล รหัสนักศึกษา 58011187

อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์สักรียา ชิตวงศ์

ปีการศึกษา 2561

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์นี้ได้ทำการศึกษาระบบการควบคุมอัตราไหลของน้ำด้วยระบบควบคุมแบบคาสแคดโดยการประยุกต์ใช้ตัวทำนายของสมิธบนเซิร์ฟเวอร์ โดยใช้โปรแกรมระบบควบคุมแบบกระจายส่วนของบริษัทซีเมนส์ รุ่นพีซีเอส 7 เป็นตัวประมวลผล ร่วมกับซอฟต์แวร์ที่ชื่อ SIMATIC Manager PCS7 Version 9.0 เพื่อใช้ในการควบคุมอุปกรณ์การวัด โดยใช้วาล์วควบคุมเป็นตัวควบคุมอัตราไหลและความดัน ซึ่งใช้ตัววัดความดันแบบรับแรงกดและใช้ตัววัดอัตราไหลแบบสนามแม่เหล็กไฟฟ้า เลือกใช้การติดต่อสื่อสารระหว่างตัวควบคุมและอุปกรณ์วัดต่าง ๆ ด้วยการสื่อสารแบบโปรฟิบัล ดีพีและโปรฟิบัลพีเอ จากการทดลองเมื่อทำการเปลี่ยนแปลงค่าพารามิเตอร์ของกระบวนการในระบบประยุกต์ใช้งานระบบควบคุมแบบคาสแคดด้วยตัวทำนายของสมิธบนเซิร์ฟเวอร์ระบบควบคุมกระจายส่วนพีซีเอส 7 จะสามารถช่วยให้ระบบควบคุมมีผลตอบสนองเป็นไปตามค่าเป้าหมายที่ต้องการ มีผลตอบสนองที่รวดเร็ว รวมทั้งสามารถแสดงผลและควบคุมผ่านโปรแกรมติดต่อผู้ใช้งานได้อย่างถูกต้อง จึงสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานจริงในอุตสาหกรรมต่าง ๆ เพื่อพัฒนาระบบควบคุมให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

Thesis Title	IMPLEMENTING SMITH PREDICTOR BASED CASCADE CONTROL SYSTEM ON DISTRIBUTED CONTROL SYSTEM SERVER: PCS 7	
Authors	Mr. Kittidatch	Tananet
	Ms. Chanikarn	Sangkabgeaw
	Mr. Satayu	Muangpol
Thesis Advisor	Assoc. Prof. Sakreya	Chitwong
Year	2018	

ABSTRACT

The purpose of this thesis is to study the method of controlling the water flow rate and the pressure in process. Cascade control system is applied with Smith predictor on the server by using the distributed control system PCS 7 as a processor, with the SIMATIC Manager PCS7 Version 9.0 to control the measuring instruments. 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. The communication between controllers and measuring instruments are the PROFIBUS DP and PROFIBUS PA. The experiment is performed by changing the process parameters in the system of Cascade control with Smith predictor on the server of the distributed control system PCS 7 to improve response of the control system to process values. It can be displayed and controlled through the user interface program correctly in order to apply to the actual work in various industries to developing a more effective control system.

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยการให้ความช่วยเหลือแนะนำของ รองศาสตราจารย์ สักรียา ชิตวงศ์ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาและควบคุมการดำเนินโครงการ ได้กรุณาที่ให้คำแนะนำข้อคิดเห็น ตรวจสอบ และแก้ไขร่างปริญญานิพนธ์มาโดยตลอด ผู้จัดทำจึงขอกราบขอบพระคุณไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ผู้ที่เกี่ยวข้อง ในการเอื้ออำนวยความสะดวก ในการทำโครงการ ทำให้การปฏิบัติงานสำเร็จได้โดยราบรื่น

ขอขอบคุณหลักสูตรวิชาวิศวกรรมการวัดคุม รวมทั้งห้องปฏิบัติการวิศวกรรมการวัดคุม ที่ใช้ในการทดลองโครงการ จวบจนกระทั่งสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

สุดท้ายนี้ ขอน้อมรำลึกถึงอำนาจบารมีของคุณพระศรีรัตนตรัย และสิ่งศักดิ์สิทธิ์ทั้งหลายที่อยู่ในสากลโลก อันเป็นที่พึ่งให้ผู้จัดทำมีสติปัญญาในการจัดทำวิทยานิพนธ์ให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ผู้จัดทำขอให้เป็นกตเวทิตาแต่บิดา มารดา ครอบครัวของผู้จัดทำ ตลอดจนผู้เขียนหนังสือ และบทความต่าง ๆ ที่ให้ความรู้แก่ผู้จัดทำจนสามารถให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี

คณะผู้จัดทำ



สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	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 ขอบเขตการศึกษา.....	1
1.5 ขั้นตอนการศึกษา.....	2
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง.....	3
2.1 พื้นฐานการควบคุมแบบพีไอดี.....	3
2.1.1 ตัวควบคุมแบบสัดส่วน.....	3
2.1.2 ตัวควบคุมแบบปริพันธ์.....	4
2.1.3 ตัวควบคุมแบบอนุพันธ์.....	4
2.2 ระบบควบคุมแบบกระจายส่วน (DCS (Distributes Control System)).....	4
2.3 ทฤษฎีระบบควบคุมแบบคาสแคด (Cascade Control).....	5
2.4 ตัวทำนายของสมิท (Smith Predictor).....	6
2.5 เซิร์ฟเวอร์ (Server).....	8
2.5.1 ระบบปฏิบัติการที่นิยมใช้ในเครื่องคอมพิวเตอร์เซิร์ฟเวอร์.....	8
2.5.2 หลักการทำงานของระบบเครือข่ายแบบไคลเอนต์/เซิร์ฟเวอร์.....	9
(Client/Server)	
2.5.3 ประโยชน์ของระบบไคลเอนต์/เซิร์ฟเวอร์.....	9
2.5.4 ระบบปฏิบัติการวินโดวส์เซิร์ฟเวอร์ (Windows Server).....	10
รุ่น 2008 R2 (Windows Server 2008)	
2.5.5 การเชื่อมต่อทางเครือข่ายด้วยอุปกรณ์ฮับ (Hub)	11
2.5.5.1 ประเภทของฮับ.....	12
2.5.5.2 ขนาดของฮับ.....	12

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน.....	14
3.1 โครงสร้างของกระบวนการ.....	14
3.1.1 การเชื่อมต่อทางเครือข่ายของอุปกรณ์ในระบบควบคุม.....	14
(Network Communication System)	
3.1.2 แผนผังแสดงรายละเอียดเกี่ยวกับกระบวนการและอุปกรณ์ควบคุมต่าง ๆ.....	14
(Piping & Instrumentation Diagram: P&ID)	
3.1.3 อุปกรณ์ที่ใช้ในกระบวนการ.....	15
3.1.3.1 วาล์วควบคุม (Control Valve).....	15
3.1.3.2 อุปกรณ์วัดอัตราการไหล (Flow Transmitter).....	16
3.1.3.3 อุปกรณ์วัดความดัน (Pressure Transmitter).....	16
3.1.3.4 อุปกรณ์แปลงสัญญาณ FI303 / IF303.....	16
3.1.3.5 ตัวแปลงสัญญาณระหว่างดีพีและพีเอ (DP/PA Coupler).....	16
3.1.3.6 ตัวควบคุม (Controller).....	17
3.1.3.7 สถานีวิศวกรรม (Engineering Station: ES).....	18
3.1.3.8 Fast Ethernet Desktop Switch ยี่ห้อ D-Link รุ่น DES-1008A.....	19
3.1.3.9 โปรแกรม PCS7 เวอร์ชัน 9.0.....	19
3.2 การเขียนโปรแกรมเชื่อมต่อทางฮาร์ดแวร์.....	20
3.3 การควบคุมอัตราการไหลของกระบวนการ.....	21
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง.....	23
4.1 วิธีการทดลอง.....	23
4.2 ผลการทดลอง.....	23
4.2.1 การควบคุมอัตราการไหลแบบคาสแคดด้วยตัวทำนายของสมิธ.....	23
4.2.2 การเชื่อมต่อเครื่องคอมพิวเตอร์โคลเอนต์เข้าสู่เครื่องคอมพิวเตอร์เซิร์ฟเวอร์.....	26
4.2.2.1 แสดงโปรแกรมการควบคุมแบบกระจายส่วนโดยใช้โปรแกรม PCS7	
บนเครื่องคอมพิวเตอร์โคลเอนต์.....	27
4.2.3 แสดงโปรแกรมการควบคุมแบบสกาตาโดยใช้โปรแกรม WinCC บนเครื่อง	
คอมพิวเตอร์โคลเอนต์.....	28
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ.....	30
5.1 สรุปผลการทดลอง.....	30
5.2 วิเคราะห์ปัญหาและข้อเสนอแนะ.....	31

สารบัญ (ต่อ)

บรรณานุกรม.....	หน้า 32
ภาคผนวก.....	34



สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
4.1 ผลทดสอบประสิทธิภาพของระบบควบคุมอัตราการไหลแบบคาสแคด..... ด้วยตัวทำนายของสมิธในช่วงขาขึ้น	25
4.2 ผลทดสอบประสิทธิภาพของระบบควบคุมอัตราการไหลแบบคาสแคด..... ด้วยตัวทำนายของสมิธในช่วงขาลง	26



สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 ภาพตัวอย่างการควบคุมแบบพีไอดี.....	3
2.2 โครงสร้างระบบควบคุมแบบกระจายส่วน.....	5
2.3 แผนภาพระบบควบคุมของระบบควบคุมแบบคาสแคด.....	5
2.4 แผนภาพระบบควบคุมของตัวทำนายสมิทแบบ Single-loop.....	6
2.5 แผนภาพระบบควบคุมของตัวทำนายสมิทแบบ Cascade.....	7
2.6 การเชื่อมต่อของเครื่องเซิร์ฟเวอร์และโครงข่ายลูกข่าย.....	8
2.7 ระบบปฏิบัติการวินโดวส์เซิร์ฟเวอร์ 2008 R2.....	11
2.8 การเชื่อมต่อเครือข่ายระหว่างฮับและอุปกรณ์อื่น ๆ.....	11
2.9 ตัวอย่างของ Small Hub.....	12
2.10 ตัวอย่างของ Rack Mount Hub.....	13
3.1 การเชื่อมต่อทางเครือข่ายของอุปกรณ์ในระบบควบคุม.....	15
3.2 P&ID ของกระบวนการทั้งหมด.....	15
3.3 โครงสร้างการเชื่อมต่อของตัวแปลงสัญญาณระหว่างดีพีและพีไอ.....	17
3.4 ตัวแปลงสัญญาณระหว่างดีพีและพีไอ ยี่ห้อ SIEMENS รุ่น FDC157-0.....	17
3.5 ตัวควบคุม ยี่ห้อ SIEMENS รุ่น S7-400.....	17
3.6 เครื่องคอมพิวเตอร์เซิร์ฟเวอร์.....	18
3.7 เครื่องคอมพิวเตอร์ไคลเอนต์สำหรับแก้ไขโปรแกรม PCS7.....	18
3.8 เครื่องคอมพิวเตอร์ไคลเอนต์สำหรับแสดงโปรแกรม SCADA.....	19
3.9 หน้า HW Config หลังจากทำการเชื่อมต่ออุปกรณ์ฮาร์ดแวร์.....	20
3.10 การเชื่อมต่อทางเครือข่ายของอุปกรณ์ในหน้า NetPro.....	20
3.11 การเชื่อมต่อบนโปรแกรม CFC ของการควบคุมอัตราการไหลแบบคาสแคด.....	21
ด้วยตัวทำนายของสมิท	
4.1 บล็อกควบคุมอัตราการไหลแบบคาสแคดในกรณีที่ไม่มีตัวทำนายของสมิท.....	24
4.2 ผลตอบสนองของกระบวนการควบคุมอัตราการไหลแบบคาสแคดที่มีตัวทำนาย ของสมิทช่วงขาขึ้นช่วงละ 5 l/min.....	24
4.3 ผลตอบสนองของกระบวนการควบคุมอัตราการไหลแบบคาสแคดที่มีตัวทำนาย ของสมิทช่วงขาลงช่วงละ 5 l/min.....	25
4.4 การเข้าโปรแกรม SIMATIC Manager V9.0 SP1.....	26
4.5 หน้า HW Config หลังจากทำการเชื่อมต่ออุปกรณ์ฮาร์ดแวร์.....	27
4.6 การเชื่อมต่อทางเครือข่ายของอุปกรณ์ในหน้า NetPro.....	27
4.7 จอแสดงผลการเชื่อมต่อผู้ใช้งานในการควบคุมอัตราการไหล.....	28
4.8 ส่วนของอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อบนโปรแกรมสกาตา.....	28
4.9 ส่วนของอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อบนโปรแกรมสกาตา.....	29

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

โครงการนี้จัดทำขึ้นเพื่อศึกษา เรียนรู้ การประยุกต์ใช้งานระบบควบคุมแบบคาสแคดสำหรับควบคุมกระบวนการ โดยใช้ตัวทำนายของสมิทบนเซิร์ฟเวอร์ ด้วยโปรแกรมระบบควบคุมแบบกระจาย ส่วนของบริษัทซีเมนส์ รุ่นพีซีเอส 7 เพื่อทำการพัฒนาโปรแกรม และทดสอบสมรรถนะของระบบควบคุม รวมถึงการสั่งงานผ่านโปรแกรมติดต่อผู้ใช้งาน พร้อมแสดงค่าต่าง ๆ

1.2 หลักการและเหตุผล

เนื่องจากการควบคุมกระบวนการในทางอุตสาหกรรม ที่มีจำนวนอินพุต-เอาต์พุต และลูปควบคุมเป็นจำนวนมาก เช่น โรงกลั่นน้ำมัน โรงไฟฟ้า โรงงานปิโตรเคมี ตลอดจนแท่นขุดเจาะน้ำมัน และก๊าซ เป็นต้น ซึ่งมีความสลับซับซ้อนมาก โดยส่วนใหญ่นิยมใช้ระบบควบคุมแบบกระจายส่วนสำหรับควบคุมกระบวนการ เพื่อให้นักศึกษาที่จบการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมการวัดคุม มีองค์ความรู้เกี่ยวกับระบบควบคุมแบบกระจายส่วน ด้วยเหตุผลนี้ จึงจัดทำโครงการศึกษาระบบควบคุมแบบกระจายส่วนของบริษัทซีเมนส์ รุ่นพีซีเอส 7 เพื่อให้นักศึกษาเข้าใจโครงสร้างสถาปัตยกรรมของระบบควบคุมแบบกระจายส่วน การใช้งานโปรแกรมเซตค่าคอนฟิกโครงการข่ายอุปกรณ์และตัวควบคุม เช่น การตั้งค่าคอนฟิกเกี่ยวกับอุปกรณ์อินพุต-เอาต์พุต เป็นต้น และการใช้งานตัวทำนายของสมิทบนเซิร์ฟเวอร์ ตลอดจนการพัฒนาโปรแกรมติดต่อผู้ใช้

1.3 วัตถุประสงค์

1. ศึกษาวิธีการติดตั้งระบบปฏิบัติการเซิร์ฟเวอร์ และโปรแกรมระบบควบคุมแบบกระจายส่วนของบริษัทซีเมนส์ รุ่นพีซีเอส 7
2. ศึกษาวิธีการใช้งานระบบควบคุมแบบกระจายส่วนของบริษัทซีเมนส์ รุ่นพีซีเอส 7
3. ศึกษาวิธีการเขียนโปรแกรมระบบควบคุมแบบกระจายส่วนสำหรับควบคุมกระบวนการ
4. ศึกษาทฤษฎี และวิธีการประยุกต์ใช้งานของวิธีการควบคุมแบบคาสแคด
5. ศึกษาทฤษฎี และวิธีการประยุกต์ใช้งานวิธีการของตัวทำนายของสมิท
6. ศึกษาวิธีการใช้งานและเขียนโปรแกรมสกาตา

1.4 ขอบเขตการศึกษา

สามารถใช้งาน พัฒนาโปรแกรมควบคุม โปรแกรมสกาตา และทดสอบระบบควบคุมแบบกระจายส่วนของบริษัทซีเมนส์ รุ่นพีซีเอส 7 สำหรับควบคุมกระบวนการตามวิธีการของระบบควบคุมแบบคาสแคดด้วยตัวทำนายของสมิท ซึ่งทำงานอยู่บนคอมพิวเตอร์เซิร์ฟเวอร์

1.5 ขั้นตอนการศึกษา

1. ศึกษาวิธีการติดตั้งระบบปฏิบัติการเซิร์ฟเวอร์ Windows Server 2008 R2
2. ศึกษาการใช้งานระบบควบคุมแบบกระจายส่วน พีซีเอส 7
3. ศึกษาการประยุกต์ใช้งานของระบบควบคุมแบบคาสแคดและวิธีการของตัวทำนายของสมิธ
4. ศึกษาการใช้งานโปรแกรม SIMATIC Manager PCS7 Version 9.0
5. เขียนโปรแกรมระบบควบคุมแบบกระจายส่วน พีซีเอส 7 เพื่อควบคุมกระบวนการให้อยู่บนเซิร์ฟเวอร์
6. เขียนโปรแกรมติดต่อผู้ใช้งานสำหรับควบคุมกระบวนการด้วยโปรแกรมสกาตา

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถอ่านและเขียนแผนภูมิควบคุมและไบนารีลอจิก (Binary Logic and Control Loop Diagram) ได้
2. สามารถติดตั้งระบบปฏิบัติการเซิร์ฟเวอร์ และโปรแกรมระบบควบคุมแบบกระจายส่วนของบริษัทซีเมนส์ รุ่นพีซีเอส 7
3. สามารถใช้งานระบบควบคุมแบบกระจายส่วนของบริษัทซีเมนส์ รุ่นพีซีเอส 7 ซึ่งทำงานอยู่บนคอมพิวเตอร์เซิร์ฟเวอร์-โคลเอนต์
4. สามารถพัฒนาโปรแกรมระบบควบคุมแบบกระจายส่วนสำหรับควบคุมกระบวนการตามวิธีการของระบบควบคุมแบบคาสแคดด้วยตัวทำนายของสมิธ
5. สามารถนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในการประกอบอาชีพต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

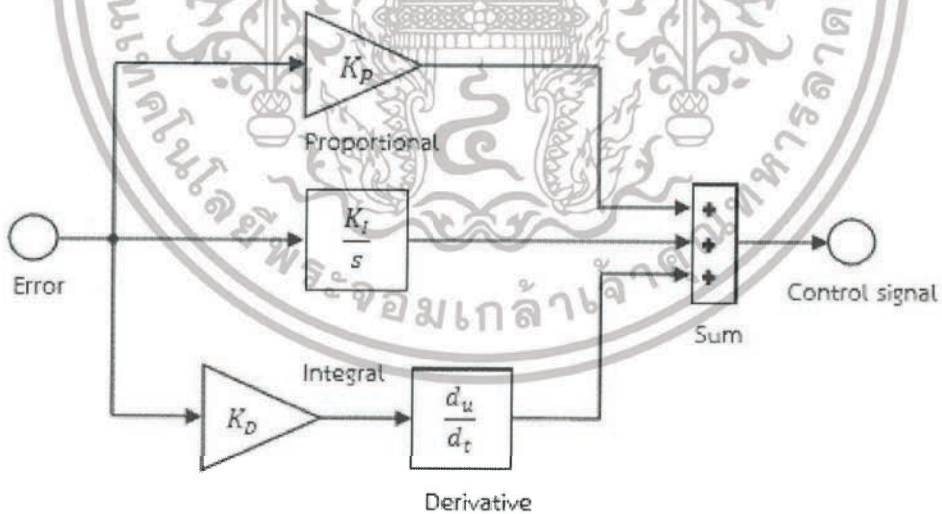
บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมแบบคาสแคดด้วย ตัวทำนายของสมิธบนเซิร์ฟเวอร์

ในบทนี้จะกล่าวถึงหลักการที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมระบบแบบคาสแคดด้วยทำนายของสมิธบนเซิร์ฟเวอร์ โดยเริ่มจากความรู้พื้นฐานในเรื่องการควบคุมแบบพีไอดี การควบคุมแบบคาสแคด และตัวทำนายของสมิธ ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญที่ผู้จัดทำควรทราบ เพื่อเป็นตัวช่วยให้ผู้จัดทำได้ออกแบบการควบคุมให้ตรงตามวัตถุประสงค์

2.1 พื้นฐานการควบคุมแบบพีไอดี [1]

ตัวควบคุมแบบพีไอดี เป็นตัวควบคุมแบบป้อนกลับที่พบบ่อยมากที่สุดในงานอุตสาหกรรมทั่วไป เพราะเป็นตัวควบคุมที่ใช้งานง่าย การปรับค่าเกนอาศัยหลักการที่ไม่ได้ซับซ้อนมากนักก็ให้ผลตอบสนองเป็นที่ยอมรับได้ โดยอาศัยค่าความผิดพลาดระหว่างคุณสมบัติของกระบวนการกับค่าที่ต้องการมาคำนวณในสมการพีไอดีเพื่อให้ได้เอาต์พุตไปควบคุมอุปกรณ์ ระบบควบคุมแบบพีไอดีมีตัวควบคุมย่อย 3 ตัว คือ 1) ตัวควบคุมแบบสัดส่วนหรือตัวควบคุมพี 2) ตัวควบคุมแบบปริพันธ์หรือตัวควบคุมไอ และ 3) ตัวควบคุมแบบอนุพันธ์หรือตัวควบคุมดี ในการควบคุมระบบทั่วไปมักใช้งานตัวควบคุมร่วมกัน เช่น การควบคุมแบบพีไอ การควบคุมแบบพีดี และการควบคุมแบบพีไอดี รายละเอียดการทำงานของตัวควบคุมแต่ละแบบแสดงดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 ภาพตัวอย่างการควบคุมแบบพีไอดี

2.1.1 ตัวควบคุมแบบสัดส่วน

ตัวควบคุมแบบสัดส่วนหรือตัวควบคุมแบบพี ตัวควบคุมแบบนี้จะขึ้นอยู่กับความแตกต่างระหว่างค่าเป้าหมายและตัวแปรกระบวนการ ความแตกต่างนี้เรียกว่าค่าความผิดพลาด โดยอัตราค่าไรตามสัดส่วน (K_C) จะเป็นตัวกำหนดอัตราส่วนของการตอบสนองเอาต์พุตต่อสัญญาณผิดพลาด โดยทั่วไปการเพิ่มสัดส่วนจะเพิ่มความเร็วในการตอบสนองต่อระบบควบคุม อย่างไรก็ตามเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หากได้รับสัดส่วนสูงเกินไปตัวแปรกระบวนการจะเริ่มสั้น ถ้า (K_c) เพิ่มมากขึ้นการสั้นจะมีขนาดใหญ่ขึ้นและระบบจะเกิดความไม่เสถียรได้

2.1.2 ตัวควบคุมแบบปริพันธ์

ตัวควบคุมแบบปริพันธ์หรือตัวควบคุมแบบไอ ตัวควบคุมแบบนี้จะเป็นส่วนประกอบรวมข้อผิดพลาดในช่วงเวลา ผลคือแม้ข้อผิดพลาดเล็ก ๆ จะทำให้ส่วนประกอบสำคัญเพิ่มขึ้นอย่างช้า ๆ การตอบสนองอย่างต่อเนื่องจะเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องตลอดเวลาจนข้อผิดพลาดเป็นศูนย์ ดังนั้นผลกระทบคือการขับข้อผิดพลาดไปสู่สถานะเป็นศูนย์ ข้อผิดพลาด สภาวะคงตัวคือความแตกต่างสุดท้ายระหว่างตัวแปรกระบวนการและจุดตั้งค่า ปรากฏการณ์ที่เรียกว่าผลบวกที่เกิดขึ้นเมื่อผลการดำเนินการที่สมบูรณ์อ้อมตัวของตัวควบคุมโดยไม่มีตัวควบคุมจะส่งสัญญาณผิดพลาดไปยังศูนย์

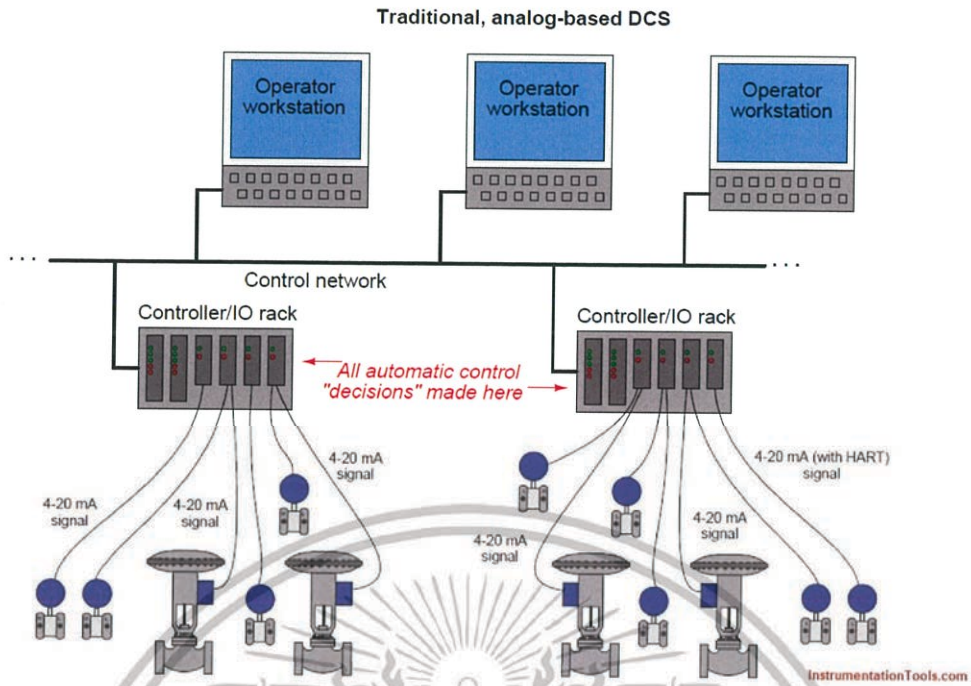
2.1.3 ตัวควบคุมแบบอนุพันธ์

ตัวควบคุมแบบอนุพันธ์หรือตัวควบคุมแบบดี ตัวควบคุมแบบนี้จะเป็นส่วนประกอบที่ทำให้ผลผลิตลดลงถ้าตัวแปรกระบวนการเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว การตอบสนองอนุพันธ์เป็นสัดส่วนกับอัตราการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรกระบวนการ การเพิ่มพารามิเตอร์เวลาจะทำให้ระบบควบคุมตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงข้อผิดพลาดได้มากขึ้น และจะเพิ่มความเร็วของการตอบสนองต่อระบบควบคุมโดยรวม

2.2 ระบบควบคุมแบบกระจายส่วน (DCS (Distributed Control System) [2]

ระบบควบคุมแบบกระจายส่วน คือระบบควบคุมและเฝ้าดูกระบวนการทั้งหมดผ่านเครือข่ายการตรวจสอบคอมพิวเตอร์จากส่วนกลาง นิยมใช้ในอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ เช่น โรงไฟฟ้า โรงกลั่นน้ำมัน แท่นขุดเจาะน้ำมันและก๊าซธรรมชาติ เป็นต้น โดยสามารถแบ่งส่วนประกอบหลัก ๆ ออกเป็น 3 ส่วน คือ เครือข่ายการสื่อสารหลัก, หน่วยประมวลผลและส่วนอินพุต/เอาต์พุต และหน่วยแสดงผล

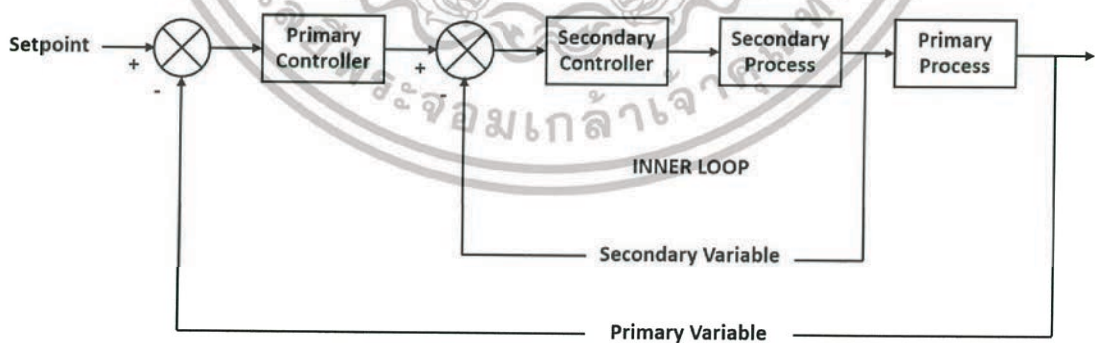
ระบบควบคุมแบบกระจายส่วน เป็นระบบควบคุมที่พัฒนาขึ้นมาหลังจากที่มี PLC (Programmable Logic Controller) โดยจะมีภาษาที่ใช้เขียนแตกต่างกันขึ้นอยู่กับยี่ห้อที่ใช้ และยังคงมีพื้นฐานของ PLC Logic อยู่ แต่จะมีความสามารถสูงกว่า ทำได้ทั้งการควบคุมแบบ Batch, Sequential, Analog Control, Advance Control และส่วนติดต่อผู้ใช้ ซึ่งคล้าย ๆ กับ SCADA การใช้งานจริงในระบบควบคุมขนาดใหญ่สำหรับกระบวนการที่ต้องการความเสถียรเป็นอย่างมาก เช่น Oil & Gas และระบบควบคุมแบบกระจายส่วนจะมีการรวมฟังก์ชันพิเศษอยู่ในตัวเอง เช่น Graphic, Trend Historical และ Alarm Message เป็นต้น เพื่อให้สามารถใช้งานได้สะดวกรวดเร็วและครบครัน ระบบควบคุมแบบกระจายส่วนยังมีข้อดีคือ สามารถควบคุมกระบวนการผลิตต่าง ๆ ได้จากหน้าจอคอมพิวเตอร์ ซึ่งจะช่วยลดเวลาและมีประสิทธิภาพมากกว่าการใช้แรงงานคนหลายเท่าตัว ทั้งยังมีความเสถียรและแม่นยำค่อนข้างสูงมาก จึงเป็นที่นิยมในอุตสาหกรรมที่มีความเสี่ยงสูง และระบบดังกล่าวยังมีให้เลือกใช้หลายยี่ห้อด้วยกัน โดยมีโครงสร้างของระบบเป็นดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 โครงสร้างระบบควบคุมแบบกระจายส่วน [5]

2.3 ทฤษฎีระบบควบคุมแบบคาสแคด (Cascade Control)

ระบบควบคุมแบบคาสแคดเป็นหนึ่งในวิธีการที่ช่วยในการปรับปรุงประสิทธิภาพการควบคุมแบบ Single-loop เมื่อใดก็ตามที่ระบบเกิดการรบกวนหรือเปลี่ยนแปลงขึ้น โดยที่รูปแบบการเปลี่ยนแปลงนั้น เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงค่าการปฏิบัติงานเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงค่าที่ตั้งไว้ หรือการรบกวนที่เกิดขึ้นอย่างเป็นประจำ การจัดระบบควบคุมในแบบคาสแคดก็คือการกำหนดให้เอาต์พุตจากคอนโทรลเลอร์หนึ่งไปเป็นอินพุตหรือค่าเป้าหมายให้กับคอนโทรลเลอร์อีกชุดหนึ่ง หรือก็คือการแทรกระบบควบคุมแบบป้อนกลับอันหนึ่งไว้ในระบบควบคุมแบบป้อนกลับอีกอันหนึ่งนั่นเอง



รูปที่ 2.3 แผนภาพระบบควบคุมของระบบควบคุมแบบคาสแคด

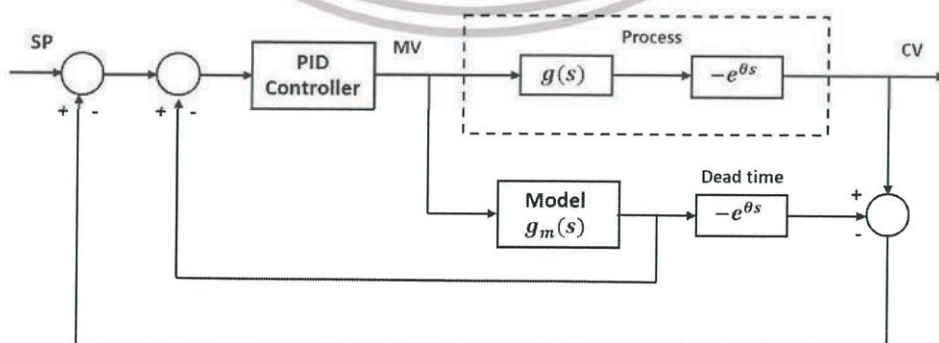
จากไดอะแกรมในรูปที่ 2.3 จะสังเกตเห็นว่ากระบวนการที่ต้องการควบคุม (Controlled Process) ถูกแบ่งออกเป็น 2 ส่วน โดยมีการนำเอาตัวแปรของกระบวนการที่ยังเปลี่ยนแปลงอยู่ ที่เรียกว่า Secondary Variable มาเป็น Controlled Variable ของการควบคุมส่วนใน (Inner Control Loop) ซึ่งคอนโทรลเลอร์ในการควบคุมส่วนในมีชื่อเรียกว่า คอนโทรลเลอร์ทุติยภูมิ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(Secondary Controller) จะประมวลผลโดยใช้ค่าเป้าหมายซึ่งเป็นเอาต์พุตจากคอนโทรลเลอร์ปฐมภูมิ (Primary Controller) โดยคอนโทรลเลอร์ปฐมภูมิจะวัดค่า Controlled Variable ที่ถือว่าเป็นผลจากการควบคุมแบบคาสแคดที่เรียกว่า Primary Variable หรือ Final Variable แล้วจึงนำมาเปรียบเทียบกับค่าเป้าหมาย โดยค่าเอาต์พุตที่ได้จากคอนโทรลเลอร์ทุติยภูมิหรือค่าจัดการกระบวนการจะเป็นตัวกำหนดให้อุปกรณ์ควบคุมตัวสุดท้ายหรือวาล์วควบคุมทำหน้าที่ปรับระดับอย่างอัตโนมัติเพื่อให้ได้ค่าเป้าหมายตามที่ต้องการ

ตัวคอนโทรลเลอร์ทุติยภูมิสามารถแก้ไขผลกระทบที่เกิดจากสัญญาณรบกวนต่าง ๆ ได้เรียบร้อยก่อนที่จะส่งผลต่อไป โดยเอาต์พุตของตัวคอนโทรลเลอร์ปฐมภูมิจะช่วยลดความผิดพลาดที่อาจส่งผลกระทบต่อกระบวนการควบคุมหลักได้ นอกจากนี้การแบ่งกระบวนการควบคุมออกเป็นสองส่วนจะทำให้ Process Lag ในกระบวนการรวมถูกตัดตอนออกเป็นสองส่วนไปด้วยเสมือนเป็นการลดขนาดของ Time Lag โดย Time Lag แต่ละตัวจะถูกประมวลผลไปพร้อม ๆ กันทำให้ Time Lag มีผลกระทบต่อกระบวนการควบคุมลดลงไปด้วย ทำให้การควบคุมทำได้ง่ายและรวดเร็วขึ้น ระบบควบคุมแบบคาสแคดจึงเหมาะที่จะใช้ในการควบคุมกระบวนการที่มีการเปลี่ยนแปลงค่อนข้างช้า หรือกระบวนการที่มี Time Constant มาก ๆ เช่น การควบคุมอุณหภูมิ เป็นต้น

2.4 ตัวทำนายของสมิท (Smith Predictor)

ในระบบควบคุมทุกระบบจะมีค่าหน่วงเวลา (Time Delay) เกิดขึ้นในระบบมากน้อยต่างกัน ค่าหน่วงเวลาสามารถสังเกตได้จากหลังการกระตุ้นค่า MV (Manipulated Variable) จะไม่เกิดปฏิกิริยาใด ๆ และไม่สอดคล้องกับค่า PV (Process Variable) โดยสาเหตุที่ทำให้เกิดค่าหน่วงเวลาขึ้นในกระบวนการผลิตจะเชื่อมโยงกับเวลาที่ดำเนินไป เช่น เมื่อเกิดการดำเนินงานตลอดเวลาของเหลวและก๊าซในท่อ หรือการทำงานตลอดเวลาของของแข็งบนสายพานลำเลียง เป็นต้น ซึ่งเมื่อใดที่มีค่าหน่วงเวลาเกิดขึ้น ค่าอัตราขยาย (Gain) จะต้องถูกปรับให้ลดลงเพื่อให้ระบบคงสถานะเดิมไว้ และจะให้ผลลัพธ์คือระบบจะมีประสิทธิภาพลดลง โดยปัญหานี้สามารถแก้ไขได้ด้วยการใช้ตัวทำนายของสมิท (Smith Predictor) เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาข้อจำกัดในการลดลงของค่าอัตราขยาย โดยการยอมให้มีค่าอัตราขยายที่มากขึ้นได้แต่ค่าพารามิเตอร์อื่น ๆ ต้องสัมพันธ์กับกระบวนการ ระบบควบคุมแบบปรับเปลี่ยนสามารถเพิ่มเข้าในตัวทำนายของสมิทเพื่อเปลี่ยนค่าพารามิเตอร์ของโมเดลได้ เพื่อที่จะทำให้ระบบยังคงสัมพันธ์กับค่าพารามิเตอร์ของกระบวนการที่เปลี่ยนแปลง



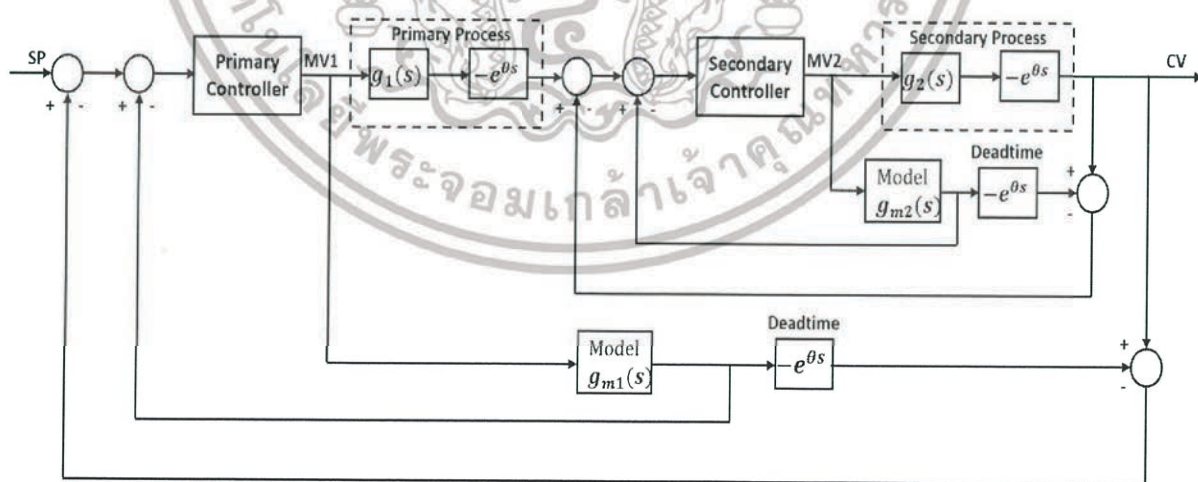
รูปที่ 2.4 แผนภาพระบบควบคุมของตัวทำนายสมิทแบบ Single-loop

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 2.4 แสดงฟังก์ชันถ่ายโอนของระบบควบคุม (Process) โดยที่แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่ไม่มีค่าหน่วงเวลา (Dead Time Free Part) คือ $g(s)$ และส่วนที่เป็นค่าหน่วงเวลา (Pure Dead Time Part) คือ $e^{-\theta s}$ ซึ่งความจริงแล้วค่าที่วัดได้จากกระบวนการจะมีค่าหน่วงเวลารวมอยู่ทุกครั้งที่ถูกวัด แต่ในทางปฏิบัติค่าหน่วงเวลานี้จะถูกละทิ้งไปและไม่ถูกนำมาคำนวณด้วยตัวทำนายสมิธ ซึ่งสามารถออกแบบได้ตามรูปที่ 2.4 โดยแบบจำลองกระบวนการ คือ $g_m(s)$ ที่ไม่มีค่าหน่วงเวลา ส่วน $e^{-\theta s}$ ค่าหน่วงเวลาของแบบจำลองกระบวนการจะถูกนำมาลบกับ Output ของกระบวนการ ทำให้กระบวนการควบคุมเกิดการชดเชยค่าหน่วงเวลา ค่าแบบจำลองกระบวนการ $g_m(s)$ จะกลับไปเข้าตัวควบคุม $D(s)$ โดยที่ไม่มีค่าหน่วงเวลา เพื่อเปรียบเทียบกับ Setpoint ของระบบทำให้ระบบมีการปรับตัวเข้าสู่ค่าที่เราต้องการได้ดีขึ้นโดยถูกทำให้มีการชดเชยค่าหน่วงเวลาไปแล้ว โดยที่ ฟังก์ชันถ่ายโอนดังสมการ (2.1)

$$\frac{C(s)}{SP(s)} = \frac{D(s)g(s)}{1+D(s)g_m(s)} e^{-\theta s} \quad (2.1)$$

เมื่อได้นำตัวทำนายสมิธเข้ามาประยุกต์ใช้กับระบบควบคุมแบบคาสเคดจะได้แผนภาพระบบควบคุมดังรูปที่ 2.5 โดยจะมีฟังก์ชันถ่ายโอนของระบบควบคุม (Process) เพิ่มขึ้นมาเป็น 2 ตัวคือ ตัวควบคุมปฐมภูมิและตัวควบคุมทุติยภูมิ แต่ยังคงส่วนของค่าหน่วงเวลาออกเป็น 2 ส่วนเท่าเดิมคือ ส่วนที่ไม่มีค่าหน่วงเวลา (Dead Time Free Part) คือ $g(s)$ และส่วนที่เป็นค่าหน่วงเวลา (Pure Dead Time Part) คือ $e^{-\theta s}$ ซึ่งการใส่ตัวทำนายของสมิธเข้าไปที่ตัวควบคุมปฐมภูมิและตัวควบคุมทุติยภูมิจะช่วยนำค่าหน่วงเวลาของแบบจำลองกระบวนการมาลบกับ Output ของกระบวนการในแต่ละตัวก่อนที่จะส่งค่าจัดการกระบวนการ MV (Manipulated Variable) ต่อไป ทำให้กระบวนการควบคุมเกิดการชดเชยค่าหน่วงเวลา โดยมีฟังก์ชันถ่ายโอนระบบควบคุมของตัวทำนายสมิธแบบ Cascade ดังสมการ (2.2)



รูปที่ 2.5 แผนภาพระบบควบคุมของตัวทำนายสมิธแบบ Cascade

$$\frac{C(s)}{SP(s)} = \frac{D_1(s)D_2(s)g_1(s)g_2(s)}{1+D_1(s)g_{m1}(s)+D_2(s)g_{m2}(s)+D_1(s)D_2(s)g_{m1}(s)g_{m2}(s)} e^{-\theta s} \quad (2.2)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 เซิร์ฟเวอร์ (Server)

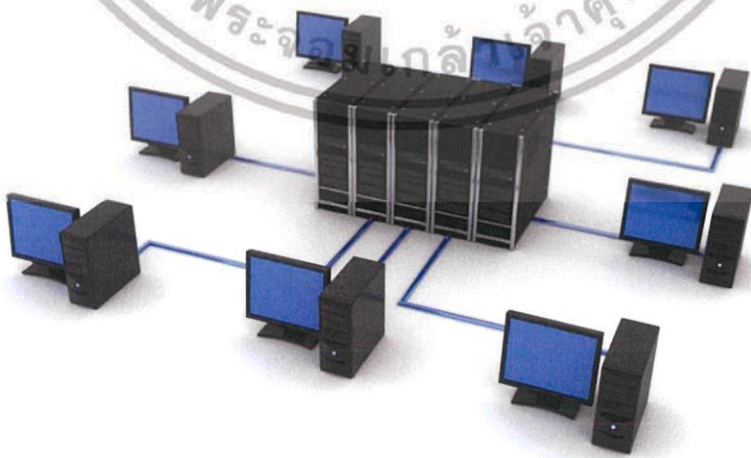
เซิร์ฟเวอร์ หรือเครื่องบริการ หรือเครื่องแม่ข่าย คือ เครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีความสามารถสูง ถูกผลิตขึ้นมาเพื่อใช้กับการทำงานที่หนักและต่อเนื่อง มีความเร็วในการทำงานเฉพาะสูง มีการเก็บรักษาข้อมูลขององค์กรจึงทำให้มีความปลอดภัยสูงกว่าคอมพิวเตอร์ทั่ว ๆ ไป และที่สำคัญคือทำงานให้บริการในระบบโครงข่ายอินเทอร์เน็ตหรือให้บริการแก่โครงข่ายลูกข่ายที่มาเชื่อมต่อกับเซิร์ฟเวอร์ ดังรูปที่ 2.6 เมื่อมีผู้ใช้งานมาขอใช้บริการเซิร์ฟเวอร์ เครื่องเซิร์ฟเวอร์จะจัดสรรทรัพยากรที่มีอยู่ในเครื่องเพื่อให้ บริการทันที หรือสรุปได้ว่าเซิร์ฟเวอร์ในทางคอมพิวเตอร์มีด้วยกัน 3 ความหมาย คือ

1. เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ทำหน้าที่ให้บริการอะไรบางอย่างแก่คอมพิวเตอร์หรือโปรแกรมคอมพิวเตอร์อื่น
2. ระบบปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ที่ทำหน้าที่ให้บริการอะไรบางอย่างแก่คอมพิวเตอร์หรือโปรแกรมคอมพิวเตอร์อื่น
3. โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ทำหน้าที่ให้บริการอะไรบางอย่างแก่คอมพิวเตอร์หรือโปรแกรมคอมพิวเตอร์อื่น

2.5.1 ระบบปฏิบัติการที่นิยมใช้ในเครื่องคอมพิวเตอร์เซิร์ฟเวอร์

ระบบปฏิบัติการที่นิยมใช้ในเครื่องคอมพิวเตอร์เซิร์ฟเวอร์มี 3 ระบบปฏิบัติการ ได้แก่

1. Linux สำหรับ Linux Distribution ที่ได้รับความนิยมได้แก่ Debian, Ubuntu, Redhat และ Fedora เป็นต้น Linux เป็นระบบปฏิบัติการที่ใช้งานโดยไม่เสียค่าใช้จ่าย พร้อมทั้งมีนักพัฒนาอยู่ทั่วโลกพร้อมกันพัฒนาด้วย
2. Windows สำหรับ Windows ที่นิยมใช้เป็น server ได้แก่ Windows Server 2003 และ Windows Server 2008 ซึ่งเป็นระบบปฏิบัติการจากไมโครซอฟท์ที่มีความเสถียรและเป็นที่ยอมรับโดยทั่วไป
3. Unix สำหรับ Unix สำหรับระบบปฏิบัติการนี้เป็นระบบปฏิบัติการที่เก่าแก่ระบบหนึ่งที่ยังใช้งานอยู่จนถึงทุกวันนี้ ได้แก่ BSD



รูปที่ 2.6 การเชื่อมต่อของเครื่องเซิร์ฟเวอร์และโครงข่ายลูกข่าย [3]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.2 หลักการทำงานของระบบเครือข่ายแบบไคลเอนต์/เซิร์ฟเวอร์ (Client/Server)

เครือข่ายแบบไคลเอนต์/เซิร์ฟเวอร์ เป็นรูปแบบหนึ่งของเครือข่ายแบบ Server-based โดยจะมีคอมพิวเตอร์หลักเครื่องหนึ่งเป็น เซิร์ฟเวอร์ (Server) ซึ่งจะไม่ได้ทำหน้าที่ประมวลผลทั้งหมดให้เครื่องลูกข่ายหรือเครื่องไคลเอนต์ (Client) แต่เซิร์ฟเวอร์จะทำหน้าที่เสมือนเป็นที่เก็บข้อมูลระยะไกลและประมวลผลบางอย่างให้กับเครื่องไคลเอนต์เท่านั้น เช่น ประมวลผลคำสั่งในการดึงข้อมูลจากเซิร์ฟเวอร์ฐานข้อมูล (Database Server) เป็นต้น

ไคลเอนต์เรียกอีกอย่างว่า ผู้ขอใช้บริการ คือ คอมพิวเตอร์อื่น ๆ ในระบบเน็ตเวิร์กที่ผู้ใช้สามารถเข้าไปใช้ทรัพยากรต่าง ๆ ของเครือข่ายได้ และไคลเอนต์จะเป็นคอมพิวเตอร์ที่ใช้ระบบปฏิบัติการต่าง ๆ เช่น windows xx หรือแมคอินทอช เป็นต้น ซึ่งสามารถเข้าไปขอใช้บริการจากเซิร์ฟเวอร์ได้ เช่น ฮาร์ดดิสก์, สายสื่อสาร, ฟิล์ฐานข้อมูล (Database Client) และเครื่องพิมพ์เซิร์ฟเวอร์ ราวกับว่าเป็นส่วนหนึ่งของผู้ใช้เอง

เซิร์ฟเวอร์ เรียกอีกอย่างว่า ผู้ให้บริการในระบบ LAN โดยเครือข่ายหนึ่งอาจมีเครื่องเซิร์ฟเวอร์มากกว่าหนึ่งตัวเชื่อมต่อภายในวงแลนเดียวกัน ซึ่งเซิร์ฟเวอร์แต่ละตัวก็ทำหน้าที่รับผิดชอบที่แตกต่างกัน เช่น

1. ฟิล์เซิร์ฟเวอร์ (File Server) คือ เครื่องที่ให้บริการแฟ้มข้อมูลให้แก่เครื่องลูกข่าย
2. พริ้นท์เซิร์ฟเวอร์ (Print Server) คือ เครื่องที่บริการงานพิมพ์ให้แก่เครื่องลูกข่าย โดยบันทึกงานพิมพ์เก็บไว้ในรูปแบบของสพูล (Spool) และดำเนินการพิมพ์งานตามลำดับคิว
3. ดาต้าเบสเซิร์ฟเวอร์ (Database Server) คือ เครื่องที่บริการฐานข้อมูลให้แก่เครื่องลูกข่าย เช่น mysql, postgresql, DB2 เป็นต้น
4. เว็บเซิร์ฟเวอร์ (Web Server) คือ เครื่องที่จัดเก็บข้อมูลด้านเว็บเพจขององค์กร เพื่อให้ผู้ท่องอินเทอร์เน็ตสามารถเข้าถึงเว็บขององค์กรได้ เช่น Apache web server เป็นต้น
5. เมลเซิร์ฟเวอร์ (Mail Server) คือ เครื่องที่จัดเก็บข้อมูลด้านจดหมายอิเล็กทรอนิกส์หรือ E-mail ที่มีการรับส่งระหว่างกันภายในเครือข่าย เช่น Postfix, g-mail, courier เป็นต้น

2.5.3 ประโยชน์ของระบบไคลเอนต์/เซิร์ฟเวอร์

1. ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของสถานีวิศวกรรม (Engineering Workstation)
2. สามารถสำรองหรือทำสำเนาข้อมูลที่ศูนย์กลาง ทำให้สะดวกรวดเร็ว
3. ง่ายต่อการบริหารจัดการหากเครือข่ายถูกขยายขนาด รวมทั้งมีผู้ใช้งานเพิ่มขึ้น
4. ให้ประสิทธิภาพในการแบ่งปันการใช้งานทรัพยากรแก่ไคลเอนต์ได้ดีกว่า เนื่องจากคอมพิวเตอร์ที่ถูกนำมาใช้เป็นเซิร์ฟเวอร์มักเป็นเครื่องที่มีประสิทธิภาพสูง
5. ช่วยแบ่งเบาภาระการประมวลผลในการทำงานของระบบเครือข่าย เมนเฟรมและมินิคอมพิวเตอร์ที่ยุ่ยยากและราคาแพง มาสู่ระบบเครือข่ายไคลเอนต์/เซิร์ฟเวอร์ที่มีราคาถูกกว่า
6. การจัดเก็บข้อมูลง่าย สะดวกและ สามารถควบคุมการเปลี่ยนแปลงแก้ไขฐานข้อมูลให้ถูกต้องและทันสมัยอยู่ตลอดเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. ช่วยลดค่าใช้จ่ายของการบำรุงรักษา (Maintenance Costs) ของซอฟต์แวร์และฮาร์ดแวร์แต่ละเครื่อง
8. การรักษาความปลอดภัยสามารถทำได้ดีกว่า เนื่องจากการดูแลความปลอดภัยเป็นไปในรูปแบบรวมศูนย์ (Centralized) ผู้ใช้งานที่จะเข้ามาสู่เครือข่ายเพื่อใช้งานเซิร์ฟเวอร์จะต้องได้รับอนุญาตเสียก่อน
9. สามารถติดตั้งแอปพลิเคชัน (Application) ไว้ที่เซิร์ฟเวอร์เพียงชุดเดียว และแบ่งใช้งานแก่ผู้ใช้งานเป็นจำนวนมาก ทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายในเรื่องซอฟต์แวร์ได้ดี
10. ลดความฟุ่มเฟือยของการใช้งานอุปกรณ์เสริมต่าง ๆ เช่น เครื่องปริ้นท์, พื้นที่ในการจัดเก็บข้อมูล

2.5.4 ระบบปฏิบัติการวินโดวส์เซิร์ฟเวอร์ (Windows Server)

รุ่น 2008 R2 (Windows Server 2008 R2) [4]

ระบบปฏิบัติการวินโดวส์เซิร์ฟเวอร์ คือ ระบบปฏิบัติการที่ออกแบบโดยไมโครซอฟต์ (Microsoft) ซึ่งวินโดวส์เซิร์ฟเวอร์สนับสนุนการจัดการระดับองค์กรการจัดเก็บข้อมูลแอปพลิเคชัน และการติดต่อสื่อสาร มีความสำคัญต่อเสถียรภาพความปลอดภัยระบบเครือข่ายและการปรับปรุงระบบไฟล์ต่าง ๆ รวมถึงการปรับปรุงเทคโนโลยีการติดตั้งตลอดจนสนับสนุนฮาร์ดแวร์ที่เพิ่มขึ้น โดยวินโดวส์เซิร์ฟเวอร์ผลิตออกมา โดยเพื่อรองรับกับการใช้งานในระดับองค์กรขนาดเล็กและขนาดกลาง พัฒนาโดยบริษัทไมโครซอฟต์ ส่วนใหญ่เหมาะสำหรับกับการติดตั้งและใช้งานกับเครื่องประเภทแม่ข่าย (Server) โดยระบบปฏิบัติการวินโดวส์เซิร์ฟเวอร์รุ่นแรกออกมาในชื่อวินโดวส์เอ็นที (Windows NT) หลังจากนั้นก็ถูกพัฒนาเรื่อยมาจนถึงปัจจุบันและเป็นที่ยอมรับหลายรุ่นด้วยกัน เช่น Windows Server 2003, Windows Server 2008 และมีรุ่นล่าสุดคือ Windows Server 2019 โดยในปฏิญญานิพนธ์นี้จะเลือกใช้ระบบปฏิบัติการวินโดวส์เซิร์ฟเวอร์ 2008 R2 (Windows Server 2008 R2) เนื่องจากรองรับการใช้งานของซอฟต์แวร์พีซีเอส 7 ของบริษัทซีเมนส์

ระบบปฏิบัติการวินโดวส์เซิร์ฟเวอร์ 2008 R2 เป็นชื่อของระบบปฏิบัติการเซิร์ฟเวอร์รุ่นยอดนิยมนรุ่นหนึ่งของบริษัทไมโครซอฟต์ดังรูปที่ 2.7 เป็นรุ่นถัดจากวินโดวส์เซิร์ฟเวอร์ 2008 ที่เดิมที่มีรหัสในการพัฒนาว่า Windows Server "Longhorn" Windows Server 2008 R2 เป็นระบบปฏิบัติการเซิร์ฟเวอร์ที่น่าคุณสมบัติหลายอย่างมาจากวินโดวส์วิสตา ความสัมพันธ์ลักษณะเดียวกับ Windows Server 2003 และวินโดวส์เอกซ์พีปัจจุบัน Windows Server 2008 R2 ออกรุ่นทดสอบมาแล้ว 3 รุ่น ได้แก่ เบต้า 1 (27 กรกฎาคม ค.ศ. 2005) เบต้า 2 (23 พฤษภาคม ค.ศ. 2006) และเบต้า 3 (25 เมษายน ค.ศ. 2007) และรุ่นสุดท้ายออกในครึ่งหลังของปี 2007

Windows Server 2008 R2 เป็นรุ่นสำหรับ 64 บิต (x86-64) แต่จะไม่มีรุ่น 32 บิต (x86) เหมือนกับ Windows Server 2008 และยังแบ่งเป็นรุ่นสำหรับการใช้งาน ดังนี้

- Web Edition
- Standard Edition
- Enterprise Edition
- Datacenter Edition



รูปที่ 2.7 ระบบปฏิบัติการวินโดวส์เซิร์ฟเวอร์ 2008 R2 [7]

2.5.5 การเชื่อมต่อทางเครือข่ายด้วยอุปกรณ์ฮับ (Hub) [5]

ฮับ (Hub) คือ อุปกรณ์ศูนย์กลางที่เชื่อมต่อคอมพิวเตอร์หรืออุปกรณ์คอมพิวเตอร์อื่น ๆ ในระบบเครือข่าย ใช้สำหรับเชื่อมโยงสัญญาณของอุปกรณ์เครือข่ายเข้าด้วยกันดังรูปที่ 2.8 การจะทำให้คอมพิวเตอร์แต่ละเครื่องคอมพิวเตอร์รู้จักกัน หรือส่งข้อมูลถึงกันได้จะต้องผ่านอุปกรณ์ตัวนี้ เมื่อใดที่คอมพิวเตอร์ภายในเครือข่ายต้องการส่งข้อมูล ฮับจะทำหน้าที่ในการทำสำเนาข้อมูลและส่งไปยังอุปกรณ์ต่าง ๆ ภายในเครือข่าย ไม่ใช่แค่คอมพิวเตอร์ แต่รวมถึงอุปกรณ์อื่น ๆ ด้วย เช่น เครื่องพิมพ์ เป็นต้น เรียกว่าส่งข้อมูลไปทั้งหมด และถ้าข้อมูลนี้เป็นของอุปกรณ์ใด อุปกรณ์นั้นก็รับเองอัตโนมัติ และจุดด้อยของฮับที่ควรทราบคือ เวลาที่อุปกรณ์ใดส่งข้อมูลในเครือข่ายผ่านฮับ อุปกรณ์อื่น ๆ จะต้องรอให้การส่งสมบูรณ์ก่อน เปรียบเทียบกับถนน One-Way ห้ามส่งข้อมูลสวนทางกัน

ความเร็วในการรับส่งข้อมูลของฮับ

- ความเร็วต่ำสุดคือ 10 MBPS
- ความเร็วสูงสุดคือ 100 MBPS
- บางรุ่นรองรับทั้ง 10 และ 100 เรียกว่า 10/100 MBPS



รูปที่ 2.8 การเชื่อมต่อเครือข่ายระหว่างฮับและอุปกรณ์อื่น ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฮับนั้นทำงานในระดับเลเยอร์ 1 ซึ่งเป็นเลเยอร์ที่เกี่ยวข้องกับเรื่องของการส่งสัญญาณออกไปสู่ Media หรือ สื่อกลางที่ใช้ในการสื่อสาร รวมไปถึงเรื่องของการเข้ารหัสสัญญาณเพื่อที่จะส่งออกไปเป็นค่าต่าง ๆ ในทางไฟฟ้า และเป็นเลเยอร์ที่กำหนดถึงการเชื่อมต่อต่าง ๆ ที่เป็นไปในทาง Physical ฮับนั้นจะทำงานในลักษณะของการทวนสัญญาณ หมายความว่า จะทำการทำซ้ำสัญญาณนั้นอีกครั้ง เมื่อทำแล้วก็จะส่งออกไปยังเครือข่ายที่เชื่อมต่ออยู่โดยจะมีหลักว่า จะส่งออกไปยังทุก ๆ พอร์ต ยกเว้นพอร์ตที่เป็นตัวส่งสัญญาณออกมา และเมื่อปลายทางแต่ละจุดรับข้อมูลไปแล้ว ก็จะต้องพิจารณาข้อมูลที่ได้มาว่าข้อมูลนั้นส่งมาถึงตัวเองหรือไม่ ถ้าหากไม่ใช่ข้อมูลที่จะส่งมาถึงตัวเอง ก็จะไม่รับข้อมูลที่ส่งมานั้น การทำงานในระดับนี้ ถ้าดูในส่วนของตัวฮับเองนั้นจะเห็นได้ว่าตัวของฮับนั้นเวลาส่งข้อมูลออกไป จะไม่มีการพิจารณาข้อมูลอย่างพวก MAC Address ของเลเยอร์ 2 หรือ IP Address ซึ่งเป็นของเลเยอร์ 3 เลย

2.5.5.1 ประเภทของฮับ

1. Intelligent Hub เป็นฮับที่สามารถจัดการควบคุมบางอย่างกับโหนดที่เชื่อมต่ออยู่ เช่น การอนุญาตให้ผู้บริหารเครือข่ายควบคุมพอร์ตได้อย่างอิสระ ไม่ว่าจะเป็นการสั่งให้ทำงานหรือหยุดทำงานก็ตาม
2. Standalone Hub เป็นอุปกรณ์ฮับที่เชื่อมต่อเข้ากับเครื่องคอมพิวเตอร์ พบเห็นได้โดยทั่วไป ซึ่งไม่มีความสามารถในการจัดการ มีเฉพาะความสามารถในการเชื่อมต่อไปยังฮับตัวอื่นเท่านั้น
3. Modular Hub เป็นฮับที่สามารถจัดการได้โดยจะมีลักษณะเป็นการดิสล็อตการ์ด แต่ละตัวจะมีการทำงานเช่นเดียวกับ Standalone Hub 1 ตัว การใช้ฮับประเภทนี้ทำให้สามารถขยายระบบเครือข่ายได้โดยง่าย บางตัวก็สามารถที่จะสนับสนุนการเชื่อมต่อกับเครือข่ายได้มากกว่า 1 ประเภท เช่น ใช้ได้กับระบบเครือข่ายทั้งแบบ Ethernet และ Token Ring

2.5.5.2 ขนาดของฮับ

1. Small Hub มีจำนวนพอร์ต RJ-45 ประมาณ 4, 5, 8, 12 และ 16 พอร์ต แล้วแต่รุ่น เหมาะกับระบบเครือข่ายขนาดเล็กที่มีเครื่องคอมพิวเตอร์ไม่มากนักประมาณ 3-6 เครื่อง ตัวอย่างดังรูปที่ 2.9



รูปที่ 2.9 ตัวอย่างของ Small Hub [6]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. Rack Mount Hub ขนาดความกว้าง 19 นิ้ว พอร์ต RJ-45 มีมากตั้งแต่ 12, 16, 24 ถึง 48 พอร์ต เหมาะสำหรับใช้งานในเครือข่ายขนาดใหญ่ ที่มีเครื่องคอมพิวเตอร์ตั้งแต่ 12 เครื่องขึ้นไป ฮับใหญ่บางรุ่นจะมี Fiber Module เพื่อเชื่อมโยงอุปกรณ์ผ่านใยแก้วนำแสง ตัวอย่างดังรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.10 ตัวอย่างของ Rack Mount Hub [7]



บทที่ 3

วิธีการดำเนินงาน

วิธีการดำเนินงานของโครงการนี้ประกอบไปด้วยการศึกษาระบบควบคุมแบบคาสแคดด้วยตัวทำนายของสมิท การเชื่อมต่อทางเครือข่ายของอุปกรณ์ในระบบ การเขียนแผนผังแสดงรายละเอียดและโครงสร้างของกระบวนการในแต่ละส่วน การตั้งค่าและเชื่อมต่ออุปกรณ์การวัด วาล์วควบคุม และคอมพิวเตอรืเข้ากับตัวควบคุม พร้อมทั้งออกแบบระบบควบคุมและเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมกระบวนการ การควบคุมกระบวนการบนเครื่องคอมพิวเตอร์เซิร์ฟเวอร์ การเขียนโปรแกรมติดต่อผู้ใช้งาน รวมถึงการเชื่อมต่อข้อมูลในระบบในรูปแบบเซิร์ฟเวอร์/ไคลเอนต์ โดยทำการศึกษา พัฒนา และทดลองเพื่อให้ได้ผลการทดลองตามวัตถุประสงค์

3.1 โครงสร้างของกระบวนการ

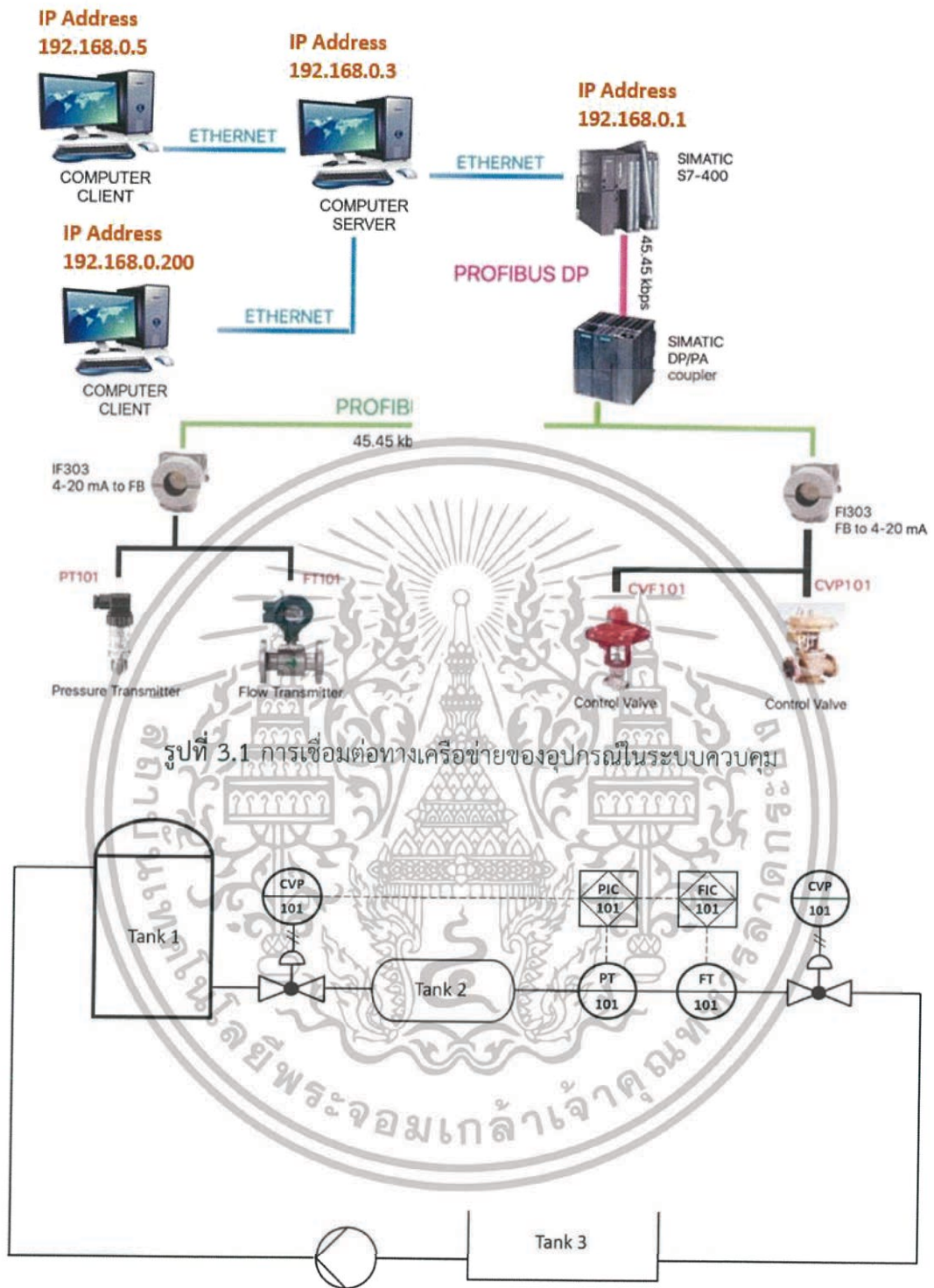
3.1.1 การเชื่อมต่อทางเครือข่ายของอุปกรณ์ในระบบควบคุม (Network Communication System)

การเชื่อมต่อทางเครือข่ายของอุปกรณ์ในระบบควบคุม เริ่มจากการเขียนโปรแกรมควบคุมและสั่งการระบบผ่านทางสถานีวิศวกรรมที่เชื่อมต่ออยู่กับตัวควบคุม SIMATIC S7-400 ซึ่งเชื่อมต่อกันด้วยสายอีเทอร์เน็ต โดยตัวควบคุมจะส่งสัญญาณโปรฟิบัติฟิไปยังตัวแปลงสัญญาณ DP/PA Coupler เพื่อทำการแปลงสัญญาณจากโปรฟิบัติฟิเป็นสัญญาณโปรฟิบัติฟิเอ จากนั้นสัญญาณโปรฟิบัติฟิเอจะถูกแปลงเป็นสัญญาณกระแส 4-20 mA ด้วยอุปกรณ์แปลงสัญญาณ FI303 เพื่อส่งสัญญาณไปใช้ในการควบคุมคอนโทรลวาล์ว ส่วนสัญญาณที่วัดได้จากเซนเซอร์นั้นจะถูกแปลงจากสัญญาณจาก 4-20 mA เป็นสัญญาณโปรฟิบัติฟิเอด้วยตัวแปลงสัญญาณ IF303 แล้วจึงส่งไปยังตัวแปลงสัญญาณ DP/PA Coupler เพื่อแปลงสัญญาณจากโปรฟิบัติฟิเอเป็นโปรฟิบัติฟิเพื่อส่งไปยังตัวควบคุม SIMATIC S7-400 เพื่อใช้ในการควบคุมกระบวนการต่อไป โดยรายละเอียดทั้งหมดแสดงดังรูปที่ 3.1

3.1.2 แผนผังแสดงรายละเอียดเกี่ยวกับกระบวนการและอุปกรณ์ควบคุมต่าง ๆ (Piping & Instrumentation Diagram: P&ID)

จากรูปที่ 3.2 คือพีแอนดีไอดีของกระบวนการทั้งหมดซึ่งจะแสดงให้เห็นว่ากระบวนการนี้เป็นการควบคุมอัตราการไหลโดยใช้ระบบควบคุมแบบคาสแคด โดยตัวควบคุมปฐมภูมิ FIC101 จะรับค่าอัตราการไหลที่วัดได้จากกระบวนการด้วยอุปกรณ์วัด FT101 ซึ่งจะนำค่ามาเปรียบเทียบกับค่าเป้าหมายที่ต้องการ จากนั้นจะส่งค่าเอาต์พุตที่ได้ซึ่งก็คือค่าจัดการกระบวนการของตัวควบคุมปฐมภูมิไปเป็นค่าอินพุตให้กับตัวควบคุมทุติยภูมิ PIC101 ซึ่งจะนำค่าที่ได้ไปเปรียบเทียบกับค่าความดันที่วัดได้จากอุปกรณ์วัด PT101 แล้วจะได้ค่าเอาต์พุตคือค่าจัดการกระบวนการของตัวควบคุมทุติยภูมิซึ่งจะไปควบคุมอุปกรณ์ควบคุมตัวสุดท้ายก็คือ CVP101 เพื่อรักษาระดับอัตราการไหล โดยจะสั่งให้วาล์ว CVF101 ซึ่งทำหน้าที่เป็นบายพาสของกระบวนการเปิดที่ 100% เพื่อให้ น้ำสามารถผ่านได้ตลอด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.1 การเชื่อมต่อทางเครือข่ายของอุปกรณ์ในระบบควบคุม

รูปที่ 3.2 P&ID ของกระบวนการทั้งหมด

3.1.3 อุปกรณ์ที่ใช้ในกระบวนการ

3.1.3.1 วาล์วควบคุม (Control Valve)

วาล์วควบคุมเป็นอุปกรณ์ควบคุมตัวสุดท้ายของระบบ เมื่อรับคำสั่งมาจากตัวควบคุมที่ทำการประมวลผลในระบบแล้วก็จะส่งสัญญาณควบคุมกระแส 4-20 mA ให้วาล์วควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปรับกระบวนการเพื่อนำไปควบคุมอัตราการไหลของของไหลในระบบ โดยวาล์วควบคุมที่ใช้ใน
 ปฏิยานุพันธ์ฉบับนี้คือ วาล์วควบคุมยี่ห้อ SAMSON และ Research Control Valve

- 1) วาล์วควบคุม ยี่ห้อ SAMSON รุ่น 3271 ทำหน้าที่ควบคุมอัตราการไหล
 ของน้ำในท่อ
- 2) วาล์วควบคุม ยี่ห้อ Research Control Valves รุ่น 807 & 752 Exotic
 Alloy Valves ทำหน้าที่เป็นบายพาสของระบบ

3.1.3.2 อุปกรณ์วัดอัตราการไหล (Flow Transmitter)

อุปกรณ์วัดอัตราการไหลชนิด Magnetic Flowmeter ทำงานโดยใช้กฎการ
 เหนี่ยวนำของฟาราเดย์ โดยเหนี่ยวนำสนามแม่เหล็กให้เกิดขึ้นในทิศทางตั้งฉากกับทิศทางการไหลของ
 ของเหลว และจะเกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าขึ้นเมื่อของเหลวไหลผ่านสนามแม่เหล็กมีทิศทางตามหลักกฎมือ
 ขวา ซึ่งอุปกรณ์วัดอัตราการไหลจะรับสัญญาณควบคุม 4-20 mA และส่งสัญญาณต่อไปยังตัวควบคุม
 เพื่อควบคุมการเปิด-ปิดของวาล์วให้ได้ค่าอัตราการไหลตามที่ต้องการ อุปกรณ์วัดอัตราการไหลที่ใช้ใน
 ปฏิยานุพันธ์ฉบับนี้คือ ยี่ห้อ YOKOGAWA รุ่น AXF01

3.1.3.3 อุปกรณ์วัดความดัน (Pressure Transmitter)

อุปกรณ์วัดความดันชนิดนี้ทำงานโดยอาศัยปรากฏการณ์เพียโซอิเล็กทริก เมื่อ
 มีแรงมากระทำกับผลึกคริสตัลจะเกิดการเปลี่ยนรูปร่างและขนาดของผลึก ทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าขึ้นที่
 ขั้วไฟฟ้า อุปกรณ์วัดความดันนี้จะแปลงสัญญาณออกมาเป็นสัญญาณมาตรฐานและส่งสัญญาณต่อไป
 ยังตัวควบคุมเพื่อควบคุมการเปิด-ปิดของวาล์วให้ได้ค่าความดันที่ต้องการ อุปกรณ์วัดความดันที่
 ใช้ในปฏิยานุพันธ์ฉบับนี้คือ ยี่ห้อ BURKERT รุ่น 8323

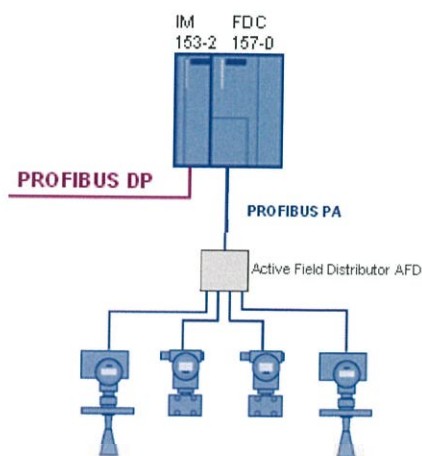
3.1.3.4 อุปกรณ์แปลงสัญญาณ FI303 / IF303

อุปกรณ์ SMAR FI303 ทำหน้าที่แปลงสัญญาณดิจิทัลที่ได้รับจากตัวแปลง
 สัญญาณระหว่างโปรพิบัสดีพีและพีเอในรูปแบบของโปรพิบัสพีเอเป็นสัญญาณแอนาล็อก 4-20 mA
 เพื่อนำไปควบคุมการเปิดปิดของวาล์วควบคุมให้ได้ค่าตามที่ต้องการ

อุปกรณ์ SMAR IF303 ทำหน้าที่รับสัญญาณแอนาล็อก 4-20 mA จากอุปกรณ์
 ตรวจวัด ในที่นี้คือ อุปกรณ์วัดอัตราการไหลและอุปกรณ์วัดความดัน แล้วทำการแปลงสัญญาณแอนา
 ล็อกเป็นสัญญาณดิจิทัลในรูปแบบของโปรพิบัสพีเอ แล้วส่งไปยังตัวแปลงสัญญาณระหว่างโปรพิบัสดี
 พีและพีเอเพื่อนำสัญญาณส่งไปยังตัวควบคุมเพื่อควบคุมกระบวนการ

3.1.3.5 ตัวแปลงสัญญาณระหว่างดีพีและพีเอ (DP/PA Coupler)

เป็นอุปกรณ์แปลงสัญญาณระหว่างโปรพิบัสดีพีที่ใช้เชื่อมต่อในส่วนตัวควบคุม
 ให้เป็นโปรพิบัสพีเอที่เชื่อมต่อในส่วนอุปกรณ์ระดับฟิลด์ โดยตัวแปลงสัญญาณระหว่างดีพีและพีเอใน
 ปฏิยานุพันธ์ฉบับนี้คือ ยี่ห้อ SIEMENS รุ่น FDC157-0 ซึ่งมีโครงสร้างการเชื่อมต่อดังรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 โครงสร้างการเชื่อมต่อของตัวแปลงสัญญาณระหว่างดีพีและพีเอ



รูปที่ 3.4 ตัวแปลงสัญญาณระหว่างดีพีและพีเอ ยี่ห้อ SIEMENS รุ่น FDC157-0 [8]

3.1.3.6 ตัวควบคุม (Controller)

อุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุมกระบวนการคือ ตัวควบคุม ยี่ห้อ SIEMENS รุ่น S7-400 ซึ่งมีส่วนประกอบหลักต่าง ๆ ดังนี้

- Power Supply Module PS 407 10A เป็นโมดูลแหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้า 24 VDC และกระแส 10 A
- RACK UR2 เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการติดตั้งแต่ละโมดูลเข้าด้วยกัน
- CPU 416-3 PN/DP ใช้ประมวลผลและเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ต่าง ๆ



รูปที่ 3.5 ตัวควบคุม ยี่ห้อ SIEMENS รุ่น S7-400 [9]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยนาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.3.7 สถานีวิศวกรรม (Engineering Station)

สถานีวิศวกรรมในกระบวนการนี้มี 2 ส่วนด้วยกัน คือ ส่วนฮาร์ดแวร์ และ ซอฟต์แวร์ โดยส่วนฮาร์ดแวร์ก็คือ เครื่องคอมพิวเตอร์เซิร์ฟเวอร์และเครื่องไคลเอนต์ โดยที่เครื่องคอมพิวเตอร์เซิร์ฟเวอร์มี IP Address เป็น 192.168.0.3 และเครื่องไคลเอนต์จะมีทั้งหมด 2 เครื่อง โดยเครื่องแรกจะมี IP Address เป็น 192.168.0.200 ทำหน้าที่สำหรับการเข้าไปแก้ไขโปรแกรม PCS7 บนเครื่องคอมพิวเตอร์เซิร์ฟเวอร์ ส่วนเครื่องที่สองจะมี IP Address เป็น 192.168.0.5 ซึ่งจะทำหน้าที่แสดงโปรแกรม SCADA และส่วนซอฟต์แวร์ก็คือโปรแกรม PCS7 ที่ใช้สำหรับตั้งค่าอุปกรณ์และเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมกระบวนการ

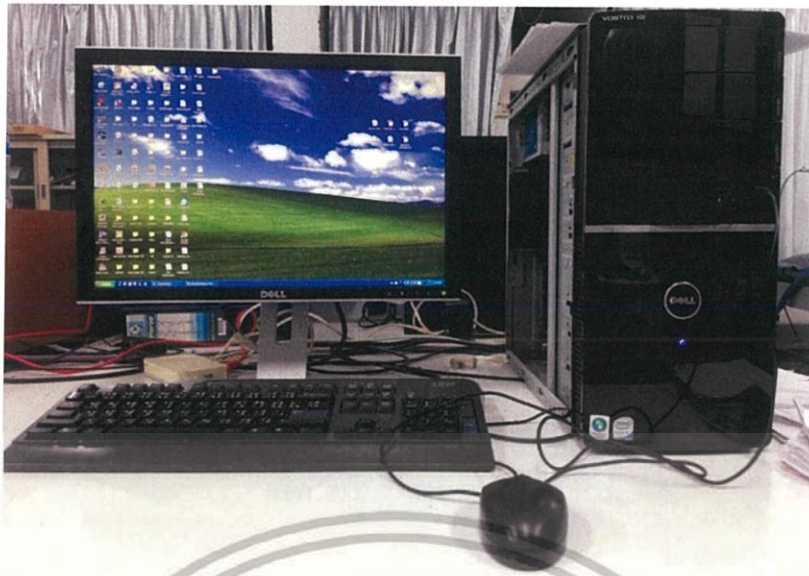


รูปที่ 3.6 เครื่องคอมพิวเตอร์เซิร์ฟเวอร์



รูปที่ 3.7 เครื่องคอมพิวเตอร์ไคลเอนต์สำหรับแก้ไขโปรแกรม PCS7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.8 เครื่องคอมพิวเตอร์ไคลเอนต์สำหรับแสดงโปรแกรม SCADA

3.1.3.8 Fast Ethernet Desktop Switch ยี่ห้อ D-Link รุ่น DES-1008A

อุปกรณ์ชนิดนี้ใช้ในการเชื่อมต่อเครือข่ายทางอินเทอร์เน็ตระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์เซิร์ฟเวอร์และเครื่องไคลเอนต์ มีส่วนประกอบหลักต่าง ๆ ดังนี้

- มีพอร์ตทั้งหมด 8 ช่อง
- รองรับความเร็ว 100/10 Mbps
- มีหัว RJ-45 สำหรับการเชื่อมต่อแบบ LAN
- รองรับการ ทำงานแบบ Auto MDI/MDI-X, Half/Full Duplex Mode

3.1.3.9 โปรแกรม PCS7 เวอร์ชัน 9.0

โปรแกรม PCS7 เวอร์ชัน 9.0 คือโปรแกรมที่ใช้ในการจัดการส่วนประกอบต่าง ๆ ของซอฟต์แวร์มาตรฐาน อย่างเช่น การตั้งค่าฮาร์ดแวร์และโครงข่ายของระบบ (Hardware and Network Configuration Tools) และการเขียนโปรแกรมควบคุมโดยใช้ฟังก์ชันและภาษาต่าง ๆ โดยสามารถเรียกใช้ได้จาก SIMATIC Manager ซึ่งเป็นแอปพลิเคชันหลักของโปรแกรม PCS 7 โดยมีโปรแกรมที่เป็นส่วนประกอบหลัก ดังนี้

- **Configuration Network หรือ NetPro Configuration Tool**
คือ เครื่องมือที่ใช้ในการแสดงการเชื่อมต่อของแต่ละอุปกรณ์ในเครือข่าย การเชื่อมต่อของเอ็มพีไอโปรพิบัส และเครือข่ายย่อยอีเทอร์เน็ตเชิงอุตสาหกรรมโดยใช้ภาพกราฟิกแสดง รวมไปถึงการตั้งค่าของตัวแปรในเครือข่าย และการสร้างการเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ด้วยกันเอง
- **Hardware Configuration**
คือ เครื่องมือที่ใช้ในการกำหนดโครงสร้างและข้อมูลของอุปกรณ์ทั้งหมดลงในระบบควบคุม รวมถึงการเพิ่มรายชื่ออุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อให้ผู้ปฏิบัติการสามารถเข้าถึงทางโปรแกรมได้อย่างง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- S7 – CFC หรือ Continuous Function Chart

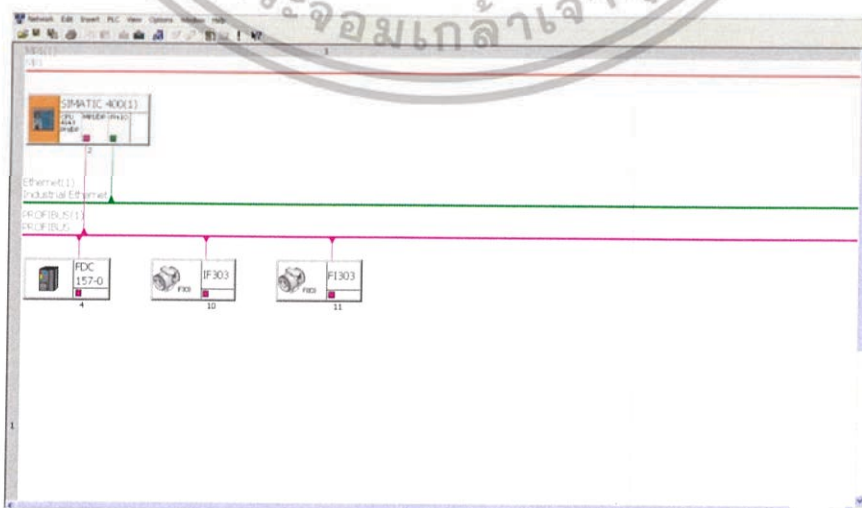
คือ เครื่องมือที่ใช้ในการเขียนโปรแกรม โดยโปรแกรม CFC จะมีลักษณะเป็นผังเพื่อการทำงานที่เข้าใจได้ง่าย ซึ่งจะทำหน้าที่ได้โดยการเชื่อมต่อระหว่างกันของหน่วยอินพุตและหน่วยเอาต์พุต โดยภายในหนึ่งคำสั่งใน CFC อาจประกอบไปด้วยฟังก์ชันการทำงานหลายตัวเช่น Timer, Counter, Comparison/Conversion และอื่น ๆ

3.2 การเขียนโปรแกรมเชื่อมต่อทางฮาร์ดแวร์

ก่อนที่จะเขียนโปรแกรมควบคุมโดยใช้ Continuous Function Chart (CFC) ต้องทำการเชื่อมต่ออุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ (Hardware Configuration) ก่อนด้วยโปรแกรม SIMATIC Manager เพื่อให้อุปกรณ์ต่าง ๆ ในระบบสามารถที่จะติดต่อสื่อสารกันได้ ซึ่งสามารถดูวิธีการเชื่อมต่อได้จากภาคผนวก ก. โดยรูปที่ 3.9 แสดงหน้าต่าง HW Config หรือการเชื่อมต่ออุปกรณ์ทางฮาร์ดแวร์ และรูปที่ 3.10 แสดงหน้าต่าง NetPro หรือการเชื่อมต่อทางเครือข่ายของอุปกรณ์



รูปที่ 3.9 หน้า HW Config หลังจากทำการเชื่อมต่ออุปกรณ์ฮาร์ดแวร์



รูปที่ 3.10 การเชื่อมต่อทางเครือข่ายของอุปกรณ์ในหน้า NetPro

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การควบคุมอัตราการไหลของกระบวนการ

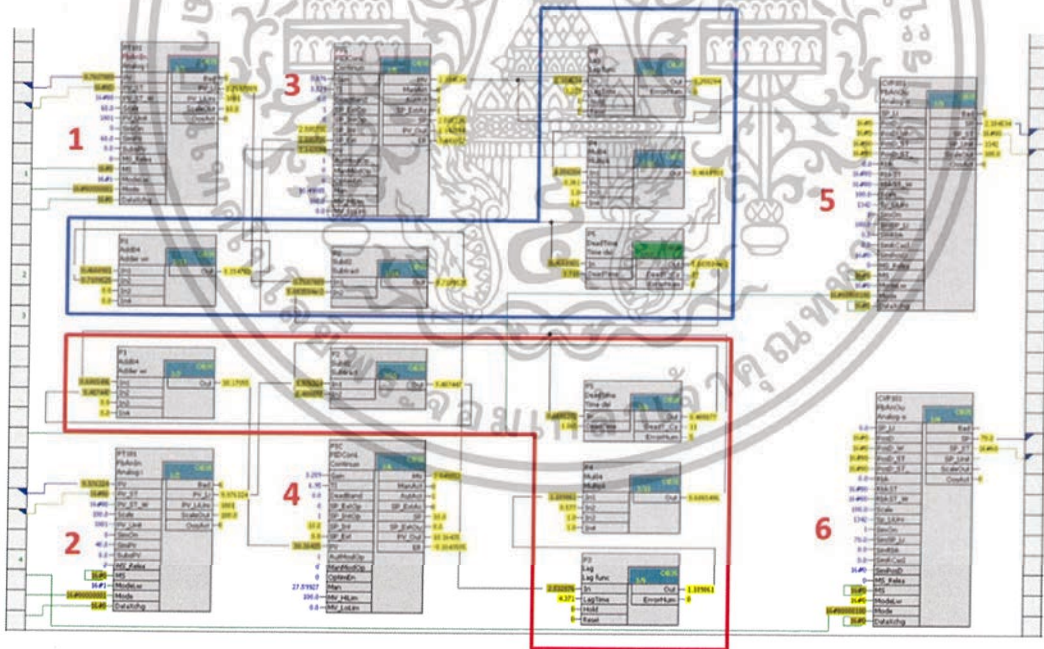
กระบวนการควบคุมอัตราการไหลที่ใช้ในการทดลองเราจะสั่งให้วาล์ว CVF101 ซึ่งทำหน้าที่เป็นบายพาสของกระบวนการเปิดที่ 100% เพื่อให้น้ำสามารถผ่านได้ตลอด มีอุปกรณ์การวัด FT101 ทำหน้าที่วัดอัตราการไหลของกระบวนการเพื่อประมวลผลผ่านตัวควบคุม แล้วส่งสัญญาณไปยังตัวควบคุมความดันที่มีอุปกรณ์การวัด PT101 ทำการวัดความดันของกระบวนการเพื่อประมวลผลและส่งสัญญาณไปควบคุมการเปิด-ปิดวาล์วควบคุม CVP101 เพื่อรักษาระดับอัตราการไหลโดยเราจะทำการควบคุมอัตราการไหลแบบคาสแคดด้วยตัวทำนายของสมิธ เมื่อทำการเขียนโปรแกรมควบคุมด้วย Continuous Function Chart (CFC) จะได้ดังรูปที่ 3.11 วิธีการเขียนโปรแกรมควบคุมดูได้จากภาคผนวก ข

หมายเลข 1 และ 2 คือบล็อก Analog Input จาก Library ของโปรแกรม PCS7 เชื่อมต่อกับ PT101 และ FT101

หมายเลข 3 และ 4 คือบล็อก PID Controller จาก Library ของโปรแกรม PCS7 โดยจะใช้เป็นบล็อกควบคุมกระบวนการ

หมายเลข 5 และ 6 เป็นการเลือก Channel Driver Analog Output จาก Library ของโปรแกรม PCS7 เชื่อมต่อกับ CVP101 และ CVF101

กรอบสีน้ำเงิน แสดงการควบคุมการทำนายของสมิธสำหรับการควบคุมความดัน
กรอบสีแดง แสดงการควบคุมการทำนายของสมิธสำหรับการควบคุมอัตราการไหล



รูปที่ 3.11 การเชื่อมต่อนโปรแกรม CFC ของการควบคุมอัตราการไหลแบบคาสแคดด้วยตัวทำนายของสมิธ

จากรูปที่ 3.11 จะเห็นว่า การเชื่อมต่อนโปรแกรม CFC เริ่มจากอุปกรณ์วัดความดัน (บล็อก PT101 หมายเลข 1) และอุปกรณ์วัดอัตราการไหล (บล็อก FT101 หมายเลข 2) ส่งค่า PV ซึ่งเป็นค่าที่วัดได้ในกระบวนการไปยังตัวควบคุมความดัน (บล็อก PIC101 หมายเลข 3) และตัวควบคุมอัตราการไหล (บล็อก PIC101 หมายเลข 4) ซึ่งทั้งสองตัวควบคุมนี้ใช้ตัวทำนายของสมิธ (Smith Predictor) เพื่อชดเชยความล่าช้าในระบบควบคุม การเชื่อมต่อนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไหล (บล็อก FIC101 หมายเลข 4) โดยบล็อก FIC101 จะเปรียบเทียบค่าระหว่างค่าที่วัดได้จากอุปกรณ์วัด FT101 คือ PV กับค่าเป้าหมายที่เราต้องการคือ SP ส่งออกไปเป็นค่า MV ซึ่งกลายเป็นอินพุตหรือ SP ของบล็อกควบคุม PIC101 จากนั้นบล็อก PIC101 จะนำค่า SP ที่ได้มาเปรียบเทียบกับค่าที่วัดได้จากอุปกรณ์วัด PT101 คือ PV แล้วส่งออกไปเป็นค่า MV ซึ่งจะกลายเป็นค่า SP ของบล็อกวาล์วควบคุม (บล็อก CVP101 หมายเลข 5) แล้วนำค่าที่ได้ไปควบคุมการเปิด-ปิดวาล์วเพื่อควบคุมอัตราการไหลของกระบวนการ โดยเราจะสั่งให้วาล์ว CVF101 (หมายเลข 6) ซึ่งทำหน้าที่เป็นบายพาสของกระบวนการเปิดที่ 100% เพื่อให้สามารถผ่านได้ตลอด ในขณะที่เดียวกันตัวควบคุมบล็อก FIC101 และบล็อก PIC101 ก็จะส่งค่า MV ไปยังฟังก์ชันบล็อกสำหรับตัวทำนายของสมิท ในส่วนของตัวควบคุมอัตราการไหลจะถูกส่งไปยังบล็อกสำหรับตัวทำนายของสมิทในกรอบสีแดงโดยค่า MV จะส่งไปที่บล็อก Lag func โดยจะใส่ค่าพารามิเตอร์ LagTime เป็น 4.371 (ค่า 4.371 มาจากผลที่ได้จากการทำ Tuning PI ซึ่งจะตรงกับ Process Parameters ก็คือ Time Constant) ซึ่งเป็นค่าคงที่ของกระบวนการ เอาต์พุตของบล็อกนี้จะส่งต่อไปยังฟังก์ชันบล็อก Multipl เข้าที่ Input ตัวแรก และ ใส่ค่า Gain ของ Process Parameters ที่มีค่าเป็น 0.577 (ค่า 0.577 มาจากผลที่ได้จากการทำ Tuning PI ซึ่งจะตรงกับ Process Parameters ก็คือ Gain) สองบล็อกข้างต้นเปรียบเสมือนส่วนของ Smith Model โดยเอาต์พุตของบล็อกนี้จะถูกส่งไปยังบล็อก Dead Time ซึ่งใส่ค่า Time Lag ของ Process Parameters ที่มีค่าเป็น 1.065 (ค่า 1.065 มาจากผลที่ได้จากการทำ Tuning PI ซึ่งจะตรงกับ Process Parameters ก็คือ Time Lag) โดยเอาต์พุตจะถูกส่งไปเปรียบเทียบกับค่า PV ที่มาจากการวัดค่าอัตราการไหลของกระบวนการ หลังจากเปรียบเทียบค่ากันแล้ว จะนำค่าไปรวมกับค่าที่มาจากส่วน Smith Model ก่อนส่งไปให้กับพารามิเตอร์ PV เพื่อเปรียบเทียบกับค่า SP ในฟังก์ชันบล็อก PIC101 และในส่วนของตัวควบคุมความดันค่า MV นอกจากจะถูกส่งค่าไปควบคุมการเปิดปิดวาล์วเพื่อควบคุมอัตราการไหลของกระบวนการแล้วยังถูกส่งไปยังบล็อกสำหรับตัวทำนายของสมิทในกรอบสีน้ำเงินโดยค่า MV จะส่งไปที่บล็อก Lag func โดยจะใส่ค่าพารามิเตอร์ LagTime เป็น 1.323 (ค่า 1.323 มาจากผลที่ได้จากการทำ Tuning PI ซึ่งจะตรงกับ Process Parameters ก็คือ Time Constant) ซึ่งเป็นค่าคงที่ของกระบวนการ เอาต์พุตของบล็อกนี้จะส่งต่อไปยังฟังก์ชันบล็อก Multipl เข้าที่ Input ตัวแรก และ ใส่ค่า Gain ของ Process Parameters ที่มีค่าเป็น 0.361 (ค่า 0.361 มาจากผลที่ได้จากการทำ Tuning PI ซึ่งจะตรงกับ Process Parameters ก็คือ Gain) สองบล็อกข้างต้นเปรียบเสมือนส่วนของ Smith Model โดยเอาต์พุตของบล็อกนี้จะถูกส่งไปยังบล็อก Dead Time ซึ่งใส่ค่า Time Lag ของ Process Parameters ที่มีค่าเป็น 3.718 (ค่า 3.718 มาจากผลที่ได้จากการทำ Tuning PI ซึ่งจะตรงกับ Process Parameters ก็คือ Time Lag) โดยเอาต์พุตจะถูกส่งไปเปรียบเทียบกับค่า PV ที่มาจากการวัดค่าอัตราการไหลของกระบวนการ หลังจากเปรียบเทียบค่ากันแล้วจะนำค่าไปรวมกับค่าที่มาจากส่วน Smith Model ก่อนส่งไปควบคุมการเปิดปิดวาล์วเพื่อควบคุมอัตราการไหลของกระบวนการ ขั้นตอนการ Tuning PID และค่าพารามิเตอร์สำหรับตัวควบคุมความดันและอัตราการไหลสามารถดูได้จากภาคผนวก ค

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

จากการทดลองการควบคุมกระบวนการแบบคาสแคดด้วยตัวทำนายของสมิธบนคอมพิวเตอร์ เซิร์ฟเวอร์ โดยมีตัวแปรควบคุม 2 ตัวซึ่งประกอบไปด้วย อัตราการไหลที่เป็นตัวแปรควบคุมปฐมภูมิ และความดันที่เป็นตัวแปรควบคุมทุติยภูมิ เพื่อเป็นการแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพที่ดีของระบบนั้น ผลตอบสนองของการควบคุมต้องอยู่ในเกณฑ์ที่ดี นั่นคือค่าอัตราการไหลสามารถเข้าสู่ค่าเป้าหมายตามที่กำหนดไว้ และเชื่อมต่อเครื่องคอมพิวเตอร์ไคลเอนต์เข้าสู่เครื่องคอมพิวเตอร์เซิร์ฟเวอร์ เพื่อใช้สำหรับแก้ไขโปรแกรมและแสดงผลผ่านโปรแกรมผู้ใช้งานสำหรับการควบคุมกระบวนการ

4.1 วิธีการทดลอง

การทดลองการทำงานของระบบสามารถแบ่งออกได้ 3 ส่วนหลัก ดังนี้

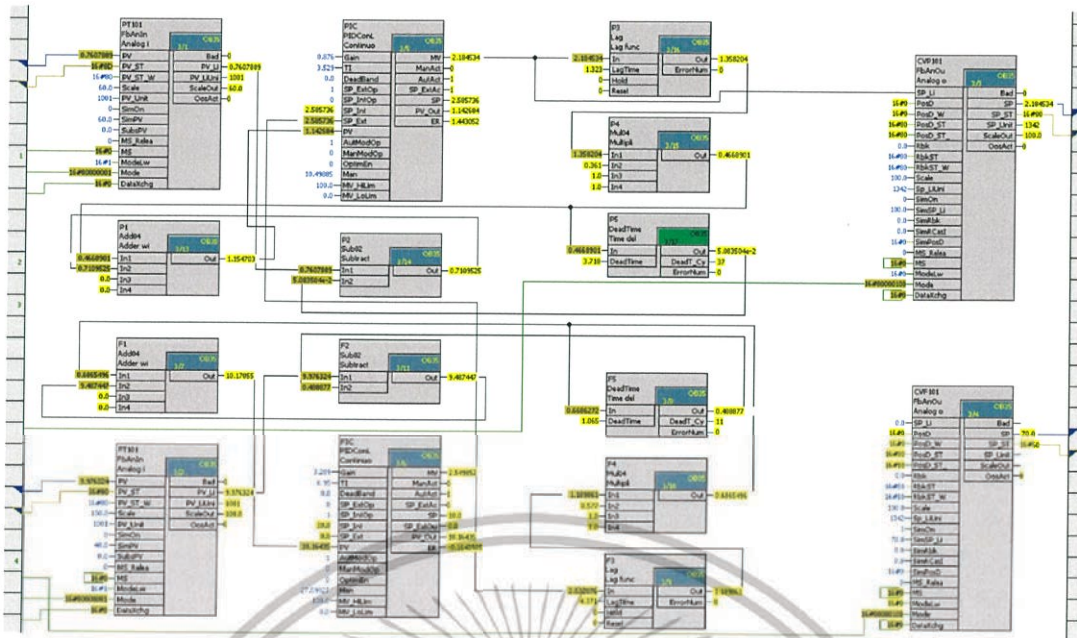
1. การเชื่อมต่อและกำหนดค่าระบบควบคุมอัตโนมัติด้วยโปรแกรม PCS7
2. การเขียนบล็อกควบคุมอัตราการไหลแบบคาสแคดที่มีตัวทำนายของสมิธโปรแกรม CFC (Continuous Function Chart) บนโปรแกรม PCS7
3. การเชื่อมต่อเครื่องคอมพิวเตอร์ Client เข้าสู่เครื่องคอมพิวเตอร์ Server สำหรับเขียนโปรแกรมกำหนดค่าระบบควบคุมอัตโนมัติด้วยโปรแกรม PCS7 และแสดงผลการควบคุมกระบวนการโดยใช้โปรแกรม WinCC

4.2 ผลการทดลอง

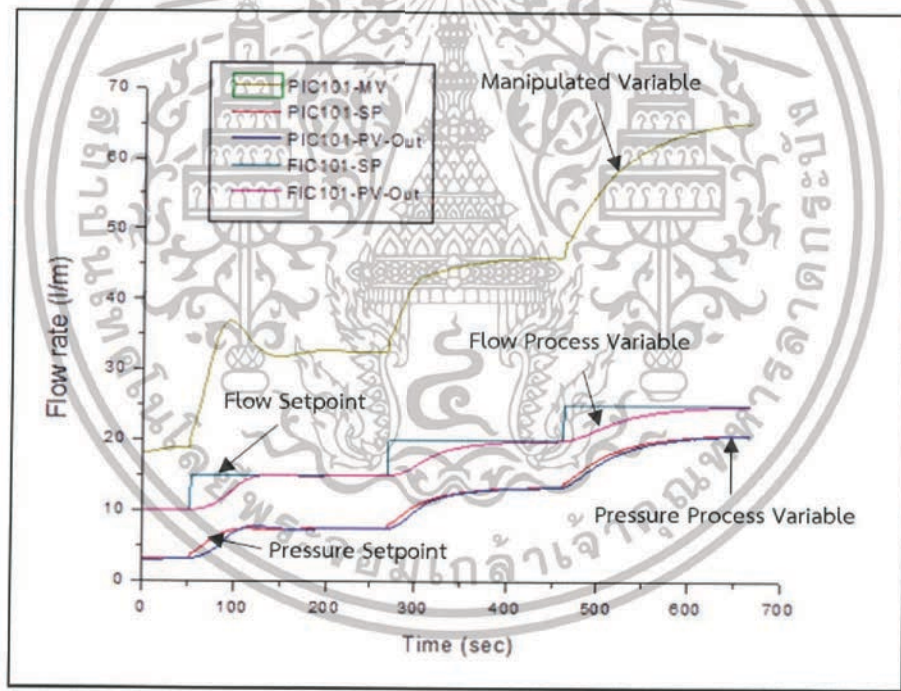
การทดลองนั้นได้ทำการเปลี่ยนค่าเป้าหมายของกระบวนการควบคุมอัตราการไหลของน้ำที่ใช้ระบบควบคุมแบบคาสแคดที่มีตัวทำนายของสมิธ โดยเปลี่ยนค่าเป้าหมายของกระบวนการเป็นช่วง ๆ ทั้งขาขึ้นและขาลง แล้วสังเกตผลตอบสนองของกระบวนการว่าเป็นอย่างไร โดยเขียนบล็อกควบคุมด้วยโปรแกรม Continuous Function Chart (CFC) บนโปรแกรม PCS7 เชื่อมต่อกับอุปกรณ์การวัดและวาล์วควบคุมผ่านทางโมดูลแอนาล็อกอินพุตและแอนาล็อกเอาต์พุต ซึ่งจะได้ผลการทดลองดังต่อไปนี้

4.2.1 การควบคุมอัตราการไหลแบบคาสแคดด้วยตัวทำนายของสมิธ

ใช้ตัวควบคุมแบบคาสแคดสำหรับการควบคุมอัตราการไหล เขียนบล็อกควบคุมด้วยโปรแกรม Continuous Function Chart (CFC) โดยมีบล็อกแอนาล็อกอินพุต แอนาล็อกเอาต์พุต บล็อกควบคุม PID และบล็อกตัวทำนายของสมิธ ดังรูป 4.1 โดยกำหนดค่าเป้าหมายขาขึ้นช่วงละ 5 l/min จาก 10 l/min เป็น 15 20 และ 25 l/min จะได้ผลลัพธ์ดังรูปที่ 4.2 ส่วนค่าเป้าหมายขาลงช่วงละ 5 l/min จาก 25 l/min เป็น 20 15 และ 10 l/min จะได้ผลลัพธ์ดังรูปที่ 4.3

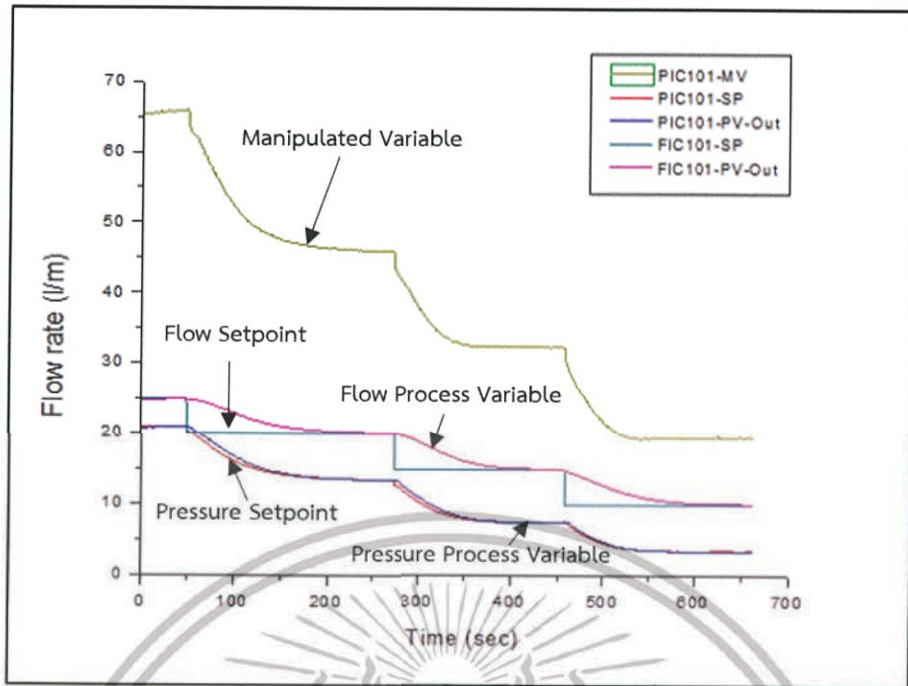


รูปที่ 4.1 บล็อกควบคุมอัตราการไหลแบบคาสแคดที่มีตัวทำนายของสมิธ



รูปที่ 4.2 ผลตอบสนองของกระบวนการควบคุมอัตราการไหลแบบคาสแคดที่มีตัวทำนายของสมิธ ช่วงขาขึ้นช่วงละ 5 l/min

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 ผลตอบสนองของกระบวนการควบคุมอัตราการไหลแบบคาสแคดที่มีตัวทำนายของสมิท ช่วงขาลงช่วงละ 5 l/min

จากรูปที่ 4.2 และ 4.3 เส้นสีเขียวคือค่าเป้าหมายของอัตราการไหล สีชมพูเป็นค่าอัตราการไหลของกระบวนการที่วัดได้ ส่วนเส้นสีแดงคือค่าเป้าหมายของความดันที่ได้จากเอาต์พุตของตัวควบคุมอัตราการไหล และเส้นสีน้ำเงินเป็นค่าความดันของกระบวนการที่วัดได้ โดยมีเส้นสีเหลืองเป็นค่าจัดการหรือเอาต์พุตของตัวควบคุมความดันเพื่อไปสั่งการควบคุมการเปิด-ปิดวาล์วควบคุม

จากการทดสอบการเปลี่ยนค่าเป้าหมายอัตราการไหลในช่วงขาขึ้นและขาลงของกระบวนการควบคุมแบบคาสแคดด้วยตัวทำนายของสมิทโดยเปลี่ยนค่าเป้าหมายช่วงละ 5 l/min พบว่าระบบสามารถควบคุมให้อัตราการไหลเข้าสู่ค่าเป้าหมายได้ โดยไม่มีค่า Overshoot เกิดขึ้นในระบบ ผลการทดสอบประสิทธิภาพของระบบควบคุมอัตราการไหลแบบคาสแคดโดยใช้ตัวทำนายของสมิทในช่วงขาขึ้นแสดงดังตารางที่ 4.1 และในช่วงขาลงแสดงดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.1 ผลทดสอบประสิทธิภาพของระบบควบคุมอัตราการไหลแบบคาสแคดด้วยตัวทำนายของสมิทในช่วงขาขึ้น

Flow Rate (l/min)	Settling Time (Sec)	Rise Time (Sec)	Overshoot (%)
15	77.42	67.23	0
20	129.03	105.76	0
25	159.68	128.84	0

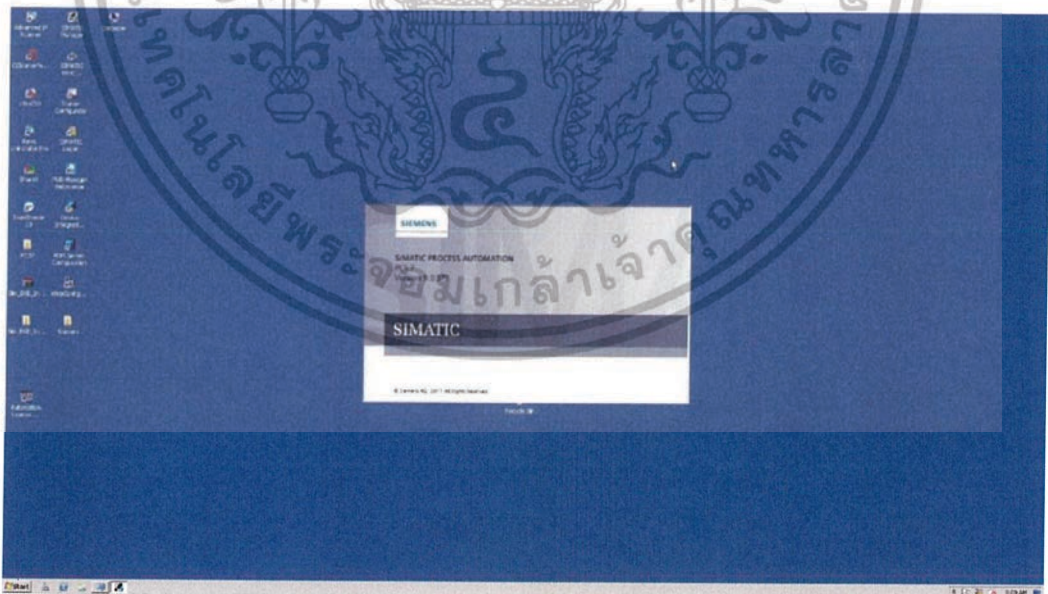
ตารางที่ 4.2 ผลทดสอบประสิทธิภาพของระบบควบคุมอัตราการไหลแบบคาสแคดด้วยตัวทำนายของสมิธในช่วงขาลง

Flow Rate (l/min)	Settling Time (Sec)	Rise Time (Sec)	Overshoot (%)
20	146.34	126.83	0
15	121.95	102.44	0
10	107.31	90.24	0

จากตารางที่ 4.1 และ 4.2 แสดงให้เห็นว่าในการปรับค่าเป้าหมายในช่วงขาขึ้นและขาลง ระบบควบคุมอัตราการไหลแบบคาสแคดด้วยตัวทำนายของสมิธสามารถควบคุมให้อัตราการไหลของน้ำเข้าสู่ค่าเป้าหมายที่ทำการปรับได้

4.2.2 การเชื่อมต่อเครื่องคอมพิวเตอร์โคลเอนต์เข้าสู่เครื่องคอมพิวเตอร์เซิร์ฟเวอร์

ทำการเข้าโปรแกรม Remote Desktop Connection ของเครื่องคอมพิวเตอร์โคลเอนต์เข้าไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์เซิร์ฟเวอร์ โดยการใส่ IP Address 192.168.0.3 ซึ่งเป็น IP Address ของเครื่องคอมพิวเตอร์เซิร์ฟเวอร์ แล้วทำการเชื่อมต่อโปรแกรมกับส่วนของอุปกรณ์เพื่อกำหนดค่าระบบควบคุมอัตโนมัติด้วยโปรแกรม PCS7 และแสดงผลการควบคุมกระบวนการโดยใช้โปรแกรม WinCC โดยสามารถดูวิธีการเขียนโปรแกรมได้จากภาคผนวก ก และวิธีการเชื่อมต่อเครื่องคอมพิวเตอร์โคลเอนต์เข้าสู่เครื่องคอมพิวเตอร์เซิร์ฟเวอร์ได้จากภาคผนวก ง

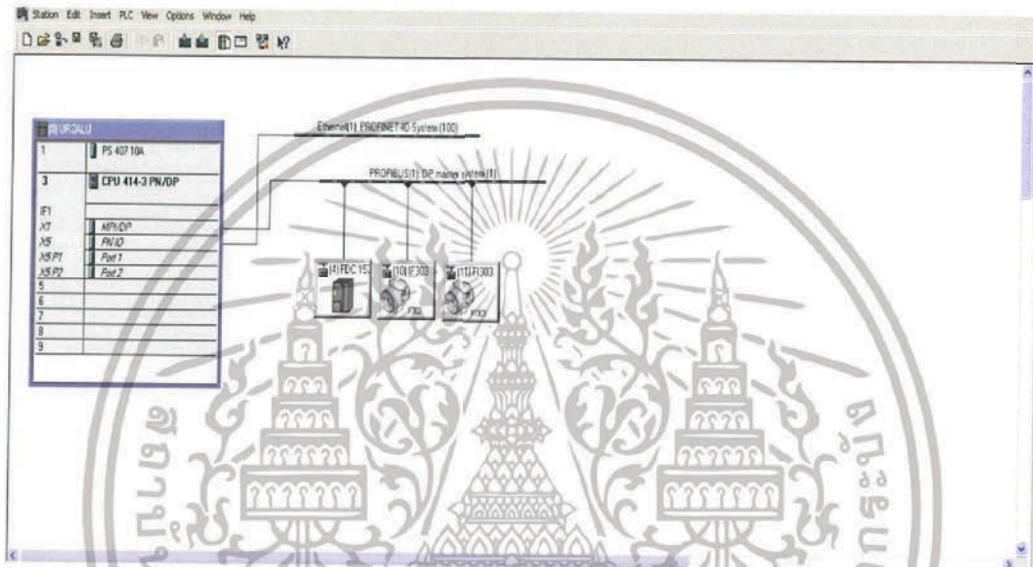


รูปที่ 4.4 การเข้าโปรแกรม SIMATIC Manager V9.0 SP1

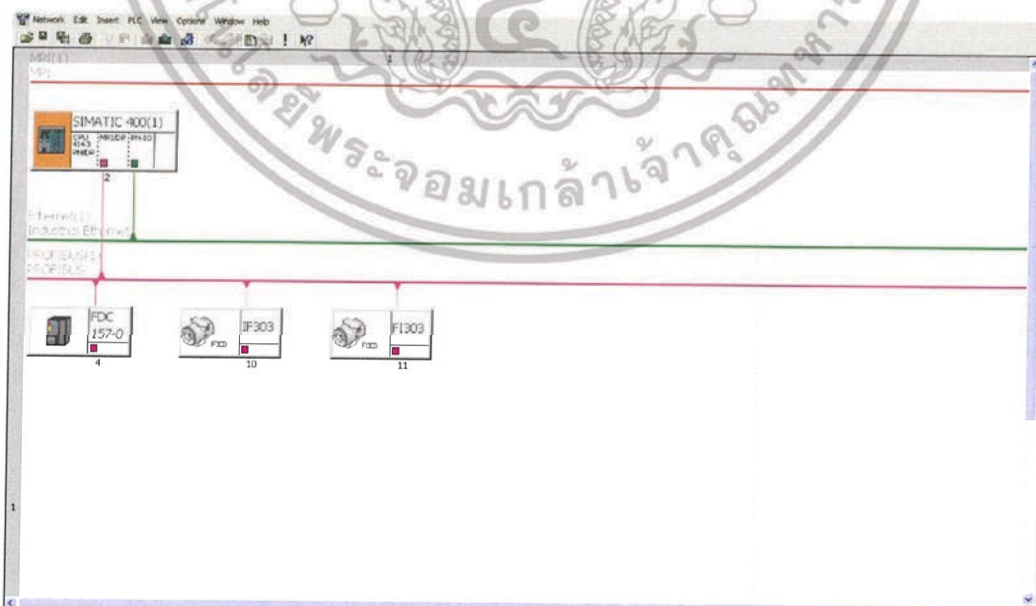
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2.1 แสดงโปรแกรมการควบคุมแบบกระจายส่วนโดยใช้โปรแกรม PCS7 บนเครื่องคอมพิวเตอร์โคลเอนต์

จากรูปที่ 4.5 และ 4.6 เป็นการแสดงหน้า HW Config และ NetPro ของโปรแกรม PCS 7 ซึ่งเป็นส่วนสำหรับการเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่าง ๆ ของระบบเข้าด้วยกัน ในหน้านี้จะเป็นการเลือก Slot ของตัวควบคุม PLC โดยเราจะเลือกให้คอมพิวเตอร์กับ PLC เชื่อมกันผ่านทางสาย Lan ใน X5 ของ Slot ที่ 3 และ Profibus ใน X1 ของ Slot ที่ 3 โดยเราจะเข้าโปรแกรม Remote Desktop Connection ของเครื่องคอมพิวเตอร์โคลเอนต์ เข้าไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์เซิร์ฟเวอร์ เพื่อใช้แก้ไขการเชื่อมต่อของโปรแกรมบนเครื่องคอมพิวเตอร์โคลเอนต์



รูปที่ 4.5 หน้า HW Config หลังจากทำการเชื่อมต่ออุปกรณ์ฮาร์ดแวร์

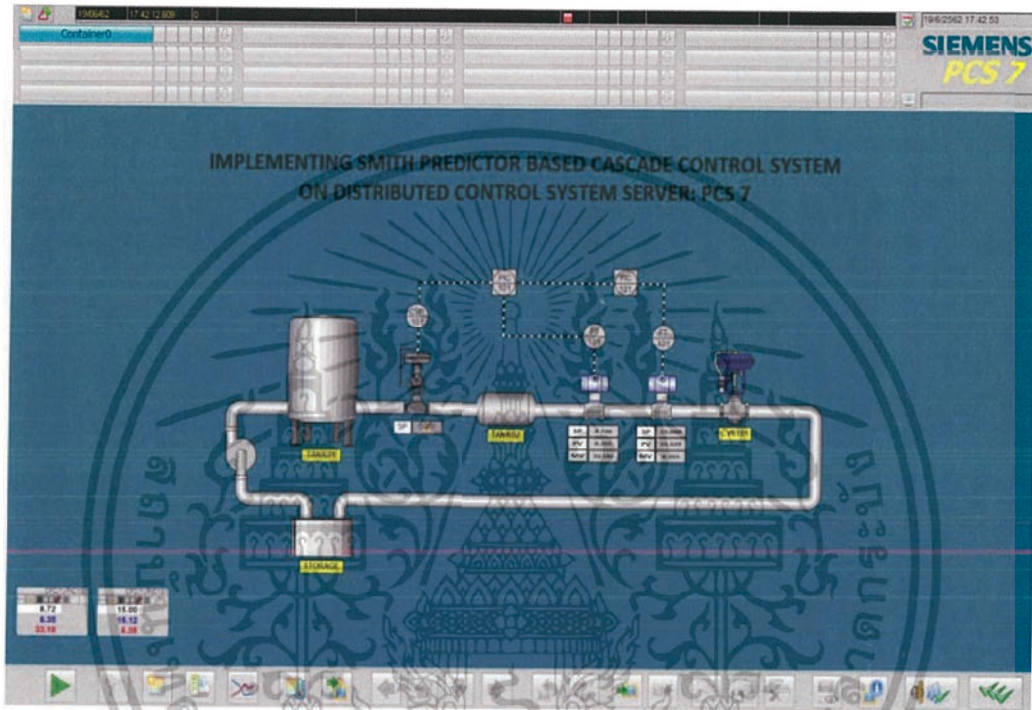


รูปที่ 4.6 การเชื่อมต่อทางเครือข่ายของอุปกรณ์ในหน้า NetPro

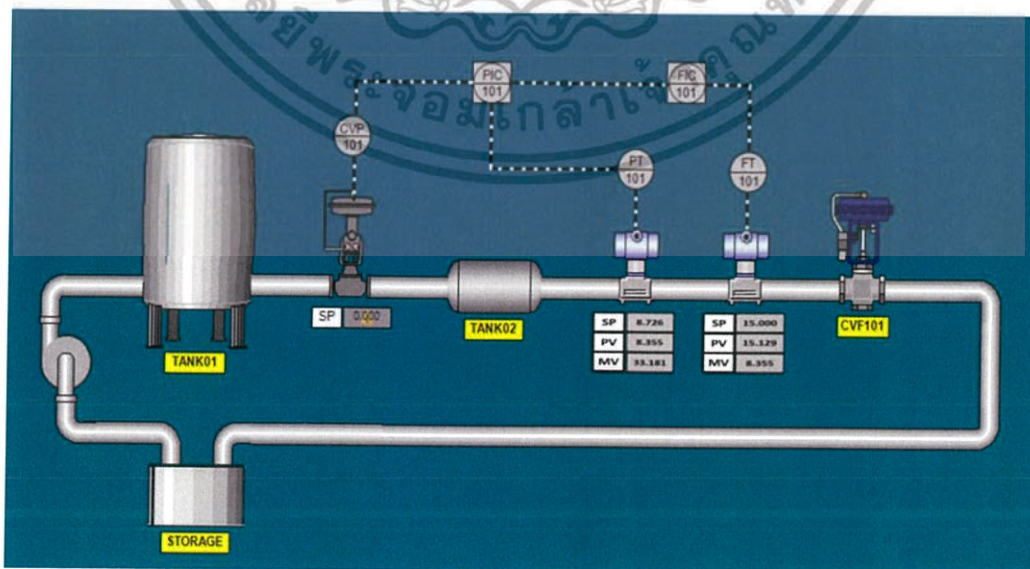
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3 แสดงโปรแกรมการควบคุมแบบสกาตาโดยใช้โปรแกรม WinCC บนเครื่องคอมพิวเตอร์โคลเอนต์

หน้าจอแสดงผลการเชื่อมต่อผู้ใช้งานในการควบคุมอัตราการไหล แสดงดังรูปที่ 4.7 มีการเชื่อมต่อค่ามาจากโปรแกรม Continuous Function Chart (CFC) ซึ่งแสดงโปรแกรมบนเครื่องคอมพิวเตอร์โคลเอนต์ โดยสามารถทำการอ่าน แก้วไข และกำหนดค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ของกระบวนการเพื่อควบคุมอัตราการไหล รวมถึงแสดงสถานะของการแจ้งเตือนต่าง ๆ ตามค่าที่เรา กำหนด โดยเส้นประแสดงรูปการควบคุมของอัตราการไหล

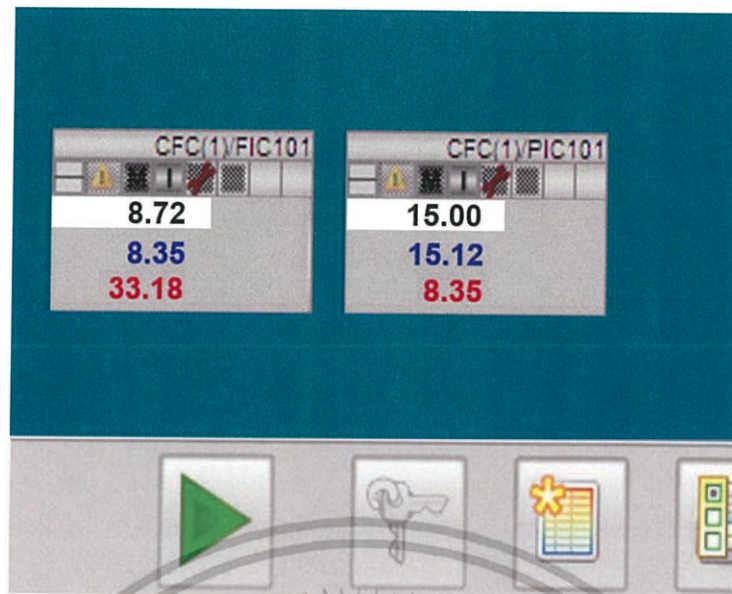


รูปที่ 4.7 จอแสดงผลการเชื่อมต่อผู้ใช้งานในการควบคุมอัตราการไหล



รูปที่ 4.8 ส่วนของอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อบนโปรแกรมสกาตา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.9 ส่วนของอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อบนโปรแกรมสกาตา

จากรูปที่ 4.7 คือหน้าจอสกาตาของกระบวนการที่เชื่อมต่อมาจากบล็อก PIDConL ในหน้า Continuous Function Chart (CFC) สามารถแสดงค่า Setpoint (SP) , Process Value (PV) และ Manipulate Value (MV) ของกระบวนการทั้งหมด อีกทั้งยังสามารถเข้าไปปรับเปลี่ยนค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ได้โดยที่ไม่ต้องเข้าไปแก้ไขในหน้าของ Continuous Function Chart (CFC) บนเครื่องคอมพิวเตอร์เซิร์ฟเวอร์ทำให้สามารถควบคุมกระบวนการได้อย่างสะดวกรวดเร็ว

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

ปริญญานิพนธ์นี้ได้ทำการศึกษากระบวนการควบคุมอัตราการไหลของน้ำในท่อด้วยการควบคุมแบบคาสแคด โดยประยุกต์ใช้งานฟังก์ชันตัวทำนายของสมิธในการควบคุมกระบวนการด้วยการใช้งานผ่านระบบควบคุมแบบกระจายส่วน (DCS) ของบริษัท ซีเมนส์ รุ่น PCS 7 บนเซิร์ฟเวอร์ โดยการพัฒนาการควบคุมระบบและการเขียนโปรแกรมเพื่อสั่งงานผ่านโปรแกรมติดต่อผู้ใช้งาน ซึ่งเริ่มจากการศึกษาทฤษฎีเบื้องต้นของการควบคุมพีไอดี การควบคุมแบบคาสแคด ทฤษฎีการทำนายของตัวทำนายสมิธ การควบคุมกระบวนการบนเครื่องคอมพิวเตอร์เซิร์ฟเวอร์ การเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่าง ๆ เข้ากับตัวควบคุม S7-400 การคอนฟิกอุปกรณ์และการเชื่อมต่อทางเครือข่ายในระบบด้วยโปรแกรม SIMATIC PCS7 ตลอดจนวิธีการเขียนโปรแกรม Continuous Function Chart (CFC) ในการเชื่อมต่อบล็อกของอุปกรณ์และตัวควบคุม รวมถึงการประยุกต์ใช้งานตัวทำนายของสมิธเพื่อควบคุมกระบวนการ และการเขียนโปรแกรมติดต่อผู้ใช้งานด้วยโปรแกรม WinCC สำหรับแสดงผลค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ และทำการควบคุมกระบวนการผ่านหน้าจอแสดงผล เพื่อให้ง่ายและสะดวกต่อการใช้งานมากยิ่งขึ้น

จากการทดลองของปริญญานิพนธ์นี้ เมื่อกระบวนการในระบบมีการเปลี่ยนแปลงจะทำให้ค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ในกระบวนการมีการเปลี่ยนแปลงไปด้วย และจะทำให้มีผลต่อระบบควบคุม ซึ่งสามารถแก้ไขได้โดยการแก้ไขค่า PID ใหม่ด้วยการทำ Tuning PID เพื่อให้ได้ค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมกับกระบวนการ แต่เมื่อกระบวนการดำเนินการไปได้ในช่วงเวลาหนึ่ง ค่าพารามิเตอร์ของกระบวนการอาจจะมีการเปลี่ยนแปลงได้อีก เช่น การเกิดการสีกหรือของวาล์วควบคุม ทำให้ไม่สามารถควบคุมผลตอบสนองของระบบให้เป็นไปตามค่าที่ต้องการได้ และทำให้ประสิทธิภาพของกระบวนการควบคุมลดลง โดยปกติเมื่อเกิดปัญหาลักษณะนี้ แนวทางในการแก้ปัญหาเบื้องต้นก็คือการทำ Tuning PID ใหม่เพื่อให้ได้ค่าพารามิเตอร์ใหม่ที่เหมาะสมกับกระบวนการ แต่ในทางปฏิบัตินั้นอาจมีกรณีที่กระบวนการมีตัวควบคุมจำนวนมาก ทำให้อาจเกิดความยุ่งยากซับซ้อนในการควบคุมและอาจส่งผลกระทบต่อให้กับกระบวนการจนทำให้ต้องหยุดการควบคุมลง เพื่อเป็นการแก้ไขปัญหาข้างต้น ปริญญานิพนธ์เล่มนี้ได้นำเสนอวิธีการควบคุมแบบคาสแคดด้วยตัวทำนายของสมิธบนเครื่องคอมพิวเตอร์เซิร์ฟเวอร์ด้วยระบบควบคุมแบบกระจายส่วน PCS7 เพื่อเป็นการประยุกต์ใช้แทนที่ตัวควบคุมคาสแคดแบบปกติ ซึ่งจากผลการทดลองพบว่า เมื่อค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ในกระบวนการมีการเปลี่ยนแปลงไป การควบคุมแบบคาสแคดด้วยตัวทำนายของสมิธบนเซิร์ฟเวอร์ก็ยังคงสามารถควบคุมผลตอบสนองของกระบวนการให้ได้ค่าเป็นไปตามที่ต้องการ และการประยุกต์ใช้ตัวทำนายของสมิธในการควบคุมนั้นยังสามารถช่วยให้ผลตอบสนองของกระบวนการเข้าสู่ค่าเป้าหมายที่กำหนดไว้ได้เร็วขึ้นเนื่องจากมีการชดเชยค่าหน่วงเวลาในระบบ แต่เนื่องจากกระบวนการที่ทดลองนี้เป็นกระบวนการแบบคาสแคดที่ควบคุมความดันเพื่อช่วยในการควบคุมอัตราการไหล ทำให้ภายในกระบวนการมีค่าหน่วงเวลาที่ไม่นานเท่ากับกระบวนการที่มีการเปลี่ยนแปลงค่อนข้างช้า เช่น ควบคุมอุณหภูมิ และการควบคุมระดับ ดังนั้น ผลของการทดลองจึงเห็นการเปลี่ยนแปลงของผลตอบสนองแค่เพียงเล็กน้อยเท่านั้น นอกจากนี้การควบคุมกระบวนการบนเครื่องคอมพิวเตอร์เซิร์ฟเวอร์ยังสามารถช่วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานของสถานีวิศวกรรม (Workstation) รวมถึงสามารถที่จะเข้าถึงข้อมูลของระบบพร้อมทั้งดูจอแสดงผลและแก้ไขค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ได้ผ่านระบบโคลเอนต์/เซิร์ฟเวอร์ ด้วยการเชื่อมต่อเครือข่ายผ่านการใช้งานโปรแกรม Remote Desktop Connection จากผลลัพธ์ที่ได้แสดงให้เห็นว่า การประยุกต์ใช้งานระบบควบคุมแบบคาสแคดด้วยตัวทำนายของสมิธบนเซิร์ฟเวอร์ระบบควบคุมกระจายส่วน พีซีเอส 7 มีประสิทธิภาพในการควบคุมได้เป็นอย่างดี ดังนั้น การควบคุมกระบวนการนี้จึงสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมได้จริง โดยเฉพาะในอุตสาหกรรมที่ต้องการควบคุมอุณหภูมิหรือควบคุมระดับเพื่อแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นจากความผันผวนของค่าพารามิเตอร์และต้องการกำจัดค่าหน่วยงเวลาในกระบวนการให้ลดลง

5.2 วิเคราะห์ปัญหาและข้อเสนอแนะ

ในการทดลอง เนื่องจากมีการใช้อุปกรณ์วาล์วควบคุมในการควบคุมกระบวนการ ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่มีอายุการใช้งานที่ยาวนานและไม่ได้รับการซ่อมบำรุงตามสมควร ทำให้อาจเกิดปัญหาในการควบคุมกระบวนการ ซึ่งปัญหาจะเป็นในลักษณะของการเปิด-ปิดวาล์วที่ไม่เป็นไปตามความต้องการนอกจากนี้อาจเกิดจากสาเหตุที่อุปกรณ์บวมและถึงพิกัดอยู่ในสภาพที่ใช้งานได้ไม่เต็มที่ ทำให้ปริมาณลมไม่เพียงพอต่อการเปิด-ปิดวาล์วในแต่ละครั้ง และจากผลการทดลองที่กล่าวมาข้างต้นเนื่องจากกระบวนการนี้เป็นกระบวนการที่ใช้การควบคุมความดันช่วยในการควบคุมอัตราการไหล จึงมีค่าหน่วยงเวลาไม่มากนัก จึงควรประยุกต์ใช้การควบคุมแบบคาสแคดด้วยตัวทำนายของสมิธกับกระบวนการที่ต้องการควบคุมอุณหภูมิหรือระดับมากกว่าควบคุมอัตราการไหลหรือความดัน จึงจะได้ผลลัพธ์ออกมาชัดเจนและมีประสิทธิภาพมากกว่า

บรรณานุกรม

- [1] Jacques F. Smuts, “Process Control for Practitioners”, OptiControls Inc, 2011. (สืบค้นเมื่อวันที่ 13 มีนาคม 2562)
- [2] Inst Tools, “What is Distributed Control Systems (DCS) ?”, Jan 22, 2018. [Online] Available : <https://instrumentationtools.com/distributed-control-systems-dcs/> (สืบค้นเมื่อวันที่ 13 มีนาคม 2562)
- [3] ElectroMed, “Information Technology, Supply, Networking and Anti Virus”, [Online] Available : <https://www.electromedmarine.com/product/information-technology-supply-networking-anti-virus/> (สืบค้นเมื่อวันที่ 10 เมษายน 2562)
- [4] Walmart, “Microsoft Windows Server 2008 5 User CAL User Add On OEM License”, [Online] Available : <https://www.walmart.ca/en/ip/Microsoft-Windows-Server-2008-5-User-CAL-User-Add-On-OEM-License/PRD6JSHEEEKGOXO> (สืบค้นเมื่อวันที่ 10 เมษายน 2562)
- [5] Abhishek Gupta, “What is hub in networking?”, Jan 16, 2018. [Online] Available : <https://www.learnabhi.com/hub/> (สืบค้นเมื่อวันที่ 11 เมษายน 2562)
- [6] D-Link, “8-Port Gigabit Unmanaged Metal Desktop Switch”, [Online] Available : <http://us.dlink.com/products/business-solutions/dgs-108/> (สืบค้นเมื่อวันที่ 11 เมษายน 2562)
- [7] coolgear, “16 Port RS-232 Rack Mountable USB to Serial Adapter”, [Online] Available : <https://www.coolgear.com/product/16-port-rack-mountable-rs-232-usb-to-serial-adapter> (สืบค้นเมื่อวันที่ 11 เมษายน 2562)
- [8] Siemens AG, “FIELD DEVICE COUPLER FDC 157”, [Online] Available : <https://support.industry.siemens.com/cs/products/6es7157-0ac85-0xa0/field-device-coupler-fdc-157?pid=66291&mlfb=6ES7157-0AC85-0XA0&mfnc=ps&lc=en> (สืบค้นเมื่อวันที่ 12 เมษายน 2562)
- [9] Siemens, “SIMATIC S7-400”, [Online] Available : <https://w3.siemens.com/mcmsg/programmable-logic-controller/en/advanced-controller/s7-00/Pages/Default.aspx> (สืบค้นเมื่อวันที่ 12 เมษายน 2562)
- [10] Siemens AG, “Smith Predictor for Control of Processes with Dead Times”, 2009. (สืบค้นเมื่อวันที่ 13 มีนาคม 2562)
- [11] Ibrahim Kaya, “Improving performance using cascade control and a Smith predictor”, Electrical and Electronics Engineering, Inonu University, 2001. (สืบค้นเมื่อวันที่ 13 มีนาคม 2562)
- [12] Siemens AG, SIMATIC PCS7 on Tour – Basic, Siemens AG, Karlsruhe, Germany, March 2007. (สืบค้นเมื่อวันที่ 13 มีนาคม 2562)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- [13] canacopegd, “Siemens Distributors”, 2017. [Online] Available :<http://canacopegd.com/keyword/siemens-distributors.html> (สืบค้นเมื่อวันที่ 12 เมษายน 2562)
- [14] ชรินทร์ทร ชัยชนะ, ณัฐธิดา ดวงจันทร์ และ ธัญพงศ์ ศรีไพโรจน์ “การออกแบบระบบควบคุม สมิต-พีไอแบบปรับตัวเองด้วยพีซีบนระบบควบคุมกระจายส่วน : พีซีเอส 7”, ปรินญาณินท์ วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมการวัดคุม บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2559. (สืบค้นเมื่อวันที่ 12 เมษายน 2562)
- [15] ณัชชา อัครวางกุล, สติรุติ สัมฤทธิ์วรา และ อศวิน เว้นบาบ, “การออกแบบระบบควบคุมแบบ คาสแคด-พีไอแบบปรับตัวเองด้วยพีซีบนระบบควบคุมกระจายส่วน : พีซีเอส 7”, ปรินญาณินท์ วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมการวัดคุม บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2560. (สืบค้นเมื่อวันที่ 12 เมษายน 2562)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

การตั้งค่าอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ (Hardware Configuration)

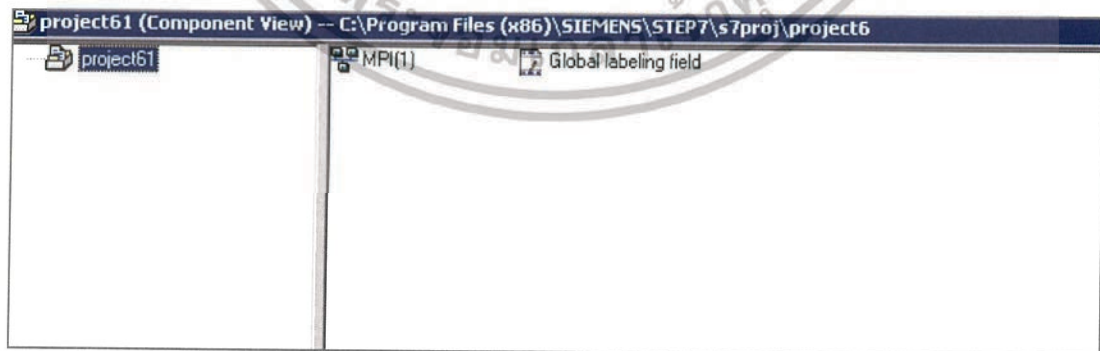
ก.1 การตั้งค่าตัวควบคุม

เริ่มจากการเปิดโปรแกรม SIMATIC Manager จากนั้นจะปรากฏหน้าต่าง SIMATIC Manager ดังรูปที่ ก.1



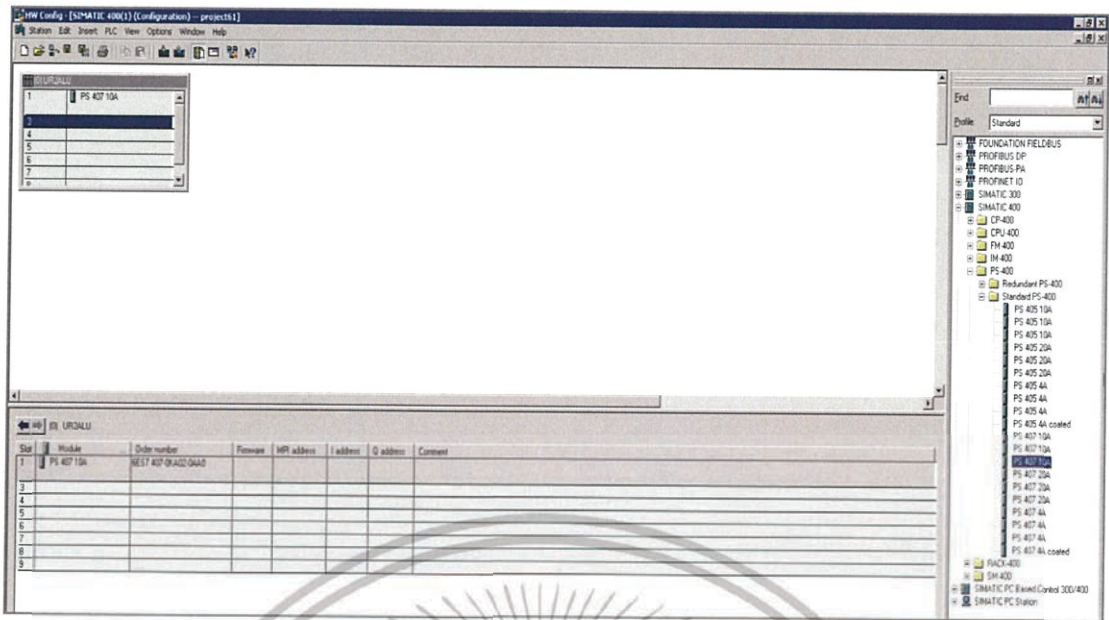
รูปที่ ก.1 หน้าต่าง SIMATIC Manager

เลือก Option แล้วคลิก Customize... เลือกโพลเดอร์ที่ต้องการจัดเก็บข้อมูลแล้วกด OK จากนั้นทำการสร้างโปรเจกต์ใหม่โดยการเลือกที่ File แล้วคลิก New จะปรากฏหน้าต่าง New Project ทำการตั้งชื่อโปรเจกต์แล้วกด OK จากนั้นจะปรากฏหน้าต่าง Component view ดังรูปที่ ก.2 จากนั้นคลิกที่ MPI(1) จะปรากฏหน้าต่าง NetPro ขึ้นมาดังรูปที่ ก.3



รูปที่ ก.2 หน้าต่าง Component view

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

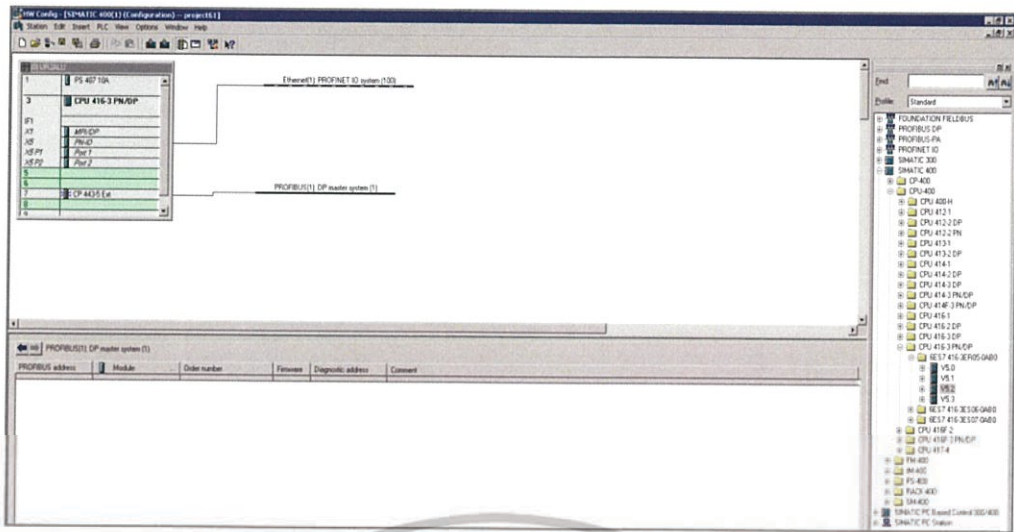


รูปที่ ก.5 ใส่ PS 407 10A ลงใน Slot 1



รูปที่ ก.6 กำหนดค่า IP address และ การสร้าง New Subnet
หลังจากนั้นจะได้ดังรูปที่ ก.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



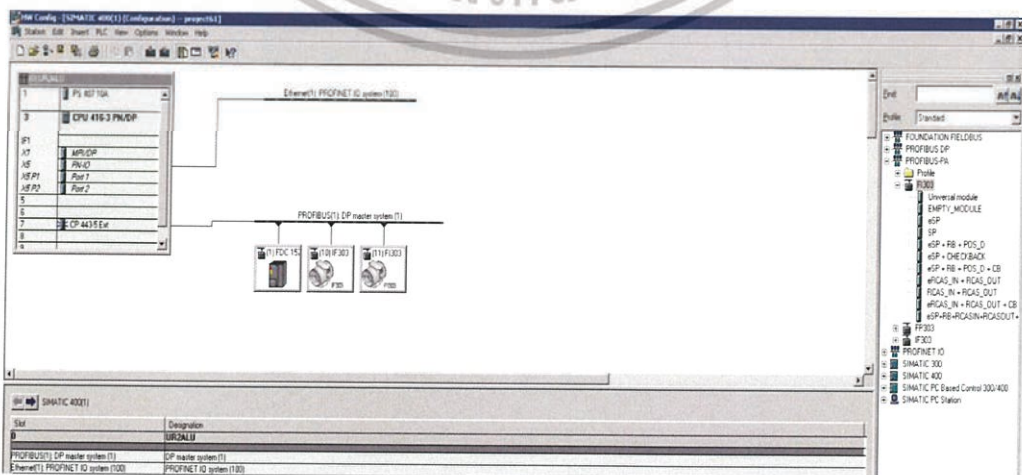
รูปที่ ก.9 หน้าต่าง HW Configuration

ก.2 การตั้งค่าเกตเวย์และอุปกรณ์วัดโปรพิบัสพีเอ

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

จากนั้นใส่อุปกรณ์วัด Profibus PA IF303 โดยคลิกที่ PROFIBUS (1) : DP master system (1) แล้วดับเบิลคลิกที่ IF303 จะปรากฏหน้าต่าง Properties – PROFIBUS interface IF303 เลือกที่ Parameter กำหนดให้ Address : [10] แล้วคลิก OK จากนั้นคลิกที่ IF303 ใส่ EMPTY_MODULE ใน Slot 1,4,5,6 และใส่ Analog Input (long) ใน Slot 2 และ 3

สุดท้ายใส่อุปกรณ์วัด Profibus PA FI303 โดยคลิกที่ PROFIBUS (1) : DP master system (1) แล้วดับเบิลคลิก FI303 จะปรากฏหน้าต่าง Properties – PROFIBUS interface FI303 เลือกที่ Parameter กำหนดให้ Address เป็น 11 คลิก OK จากนั้นคลิกที่ FI303 แล้วใส่ SP ลงไปใน Slot 1 และ 3 แล้วใส่ EMPTY_MODULE ลงไปใน Slot 2 จะได้ผลลัพธ์เป็นหน้า HW Configuration ดังรูปที่ ก.10

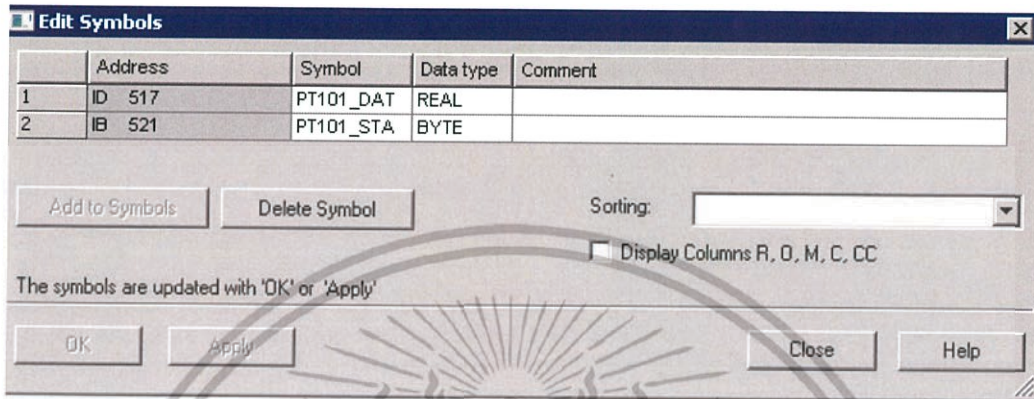


รูปที่ ก.10 หน้า HW Configuration ของอุปกรณ์วัด Profibus PA IF303 และ FI303

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

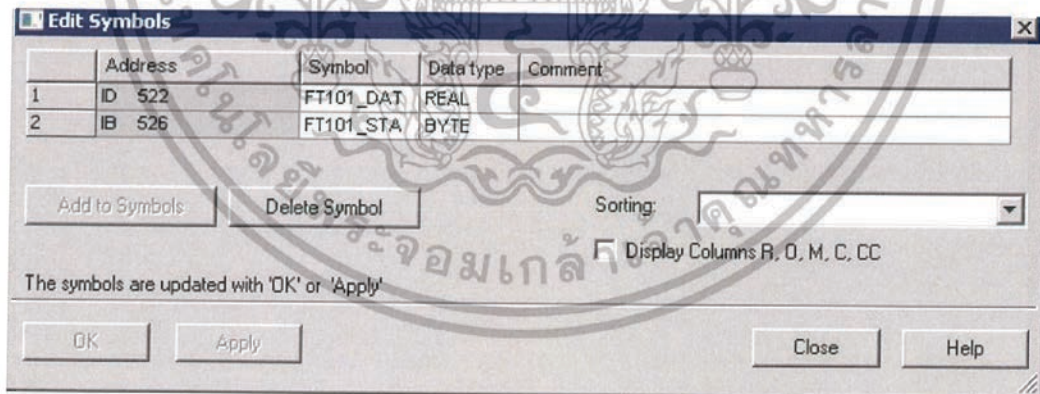
ก.3 การแก้ไข Symbol

เริ่มต้นที่อุปกรณ์วัด IF303 โดยการคลิก IF303 คลิกขวาบน Slot 2 เลือก Edit Symbol จะปรากฏหน้าต่าง Edit Symbol แล้วทำการแก้ไข Symbol และ Data type ของ Analog input
ที่ Data type : REAL ตั้งชื่อ Symbol เป็น PT101_DAT
ที่ Data type : BYTE ตั้งชื่อ Symbol เป็น PT101_STA ตามรูปที่ ก.11



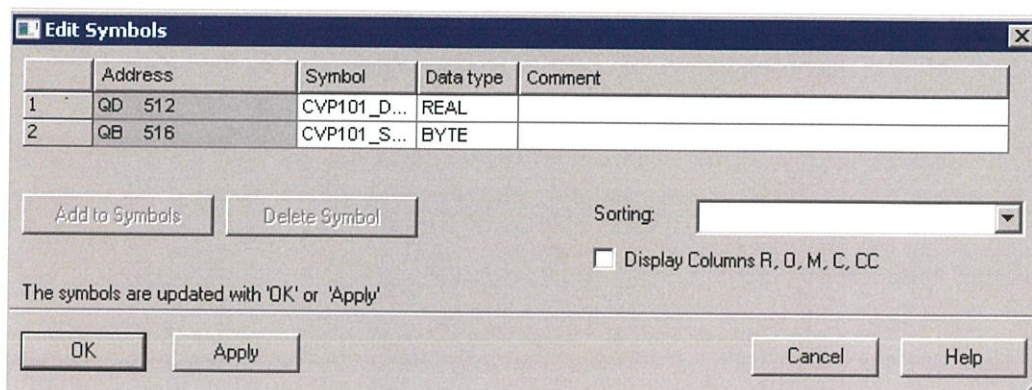
รูปที่ ก.11 การแก้ไข Symbol และ Data type ของ Analog Input (PT101) ของ IF303

และทำการคลิกขวาบน Slot 3 เลือก Edit Symbol จะปรากฏหน้าต่าง Edit Symbol แล้วทำการแก้ไข Symbol และ Data type ของ Analog input
ที่ Data type : REAL ตั้งชื่อ Symbol เป็น FT101_DAT
ที่ Data type : BYTE ตั้งชื่อ Symbol เป็น FT101_STA ตามรูปที่ ก.12



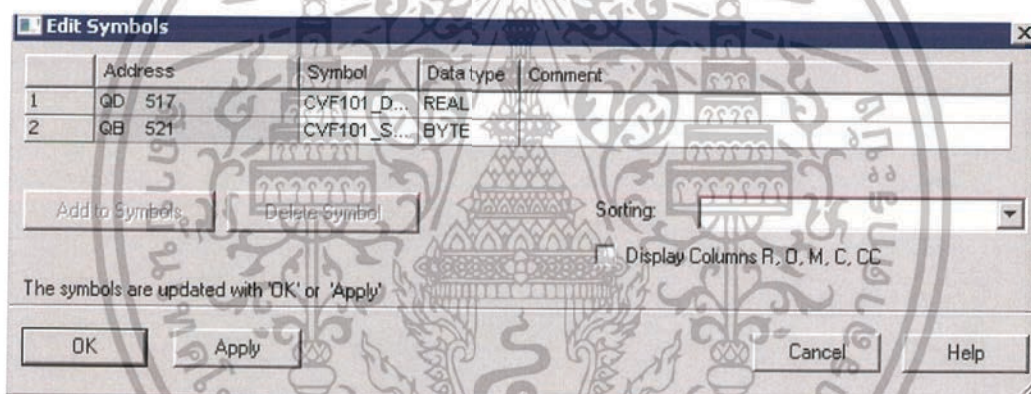
รูปที่ ก.12 การแก้ไข Symbol และ Data type ของ Analog Input (FT101) ของ IF303

ต่อมาแก้ไข Symbol ของอุปกรณ์วัด FI303 โดยคลิกที่ FI303 แล้วคลิกขวาบน Slot 1 เลือก Edit Symbol แก้ไข Symbol และ Data type ของ Analog Output
ที่ Data type : REAL ตั้งชื่อ Symbol เป็น CVP101_DAT
ที่ Data type : BYTE ตั้งชื่อ Symbol เป็น CVP101_STA ตามรูปที่ ก.13



รูปที่ ก.13 การแก้ไข Symbol และ Data type ของ Analog Output (CVP) ของ FI303

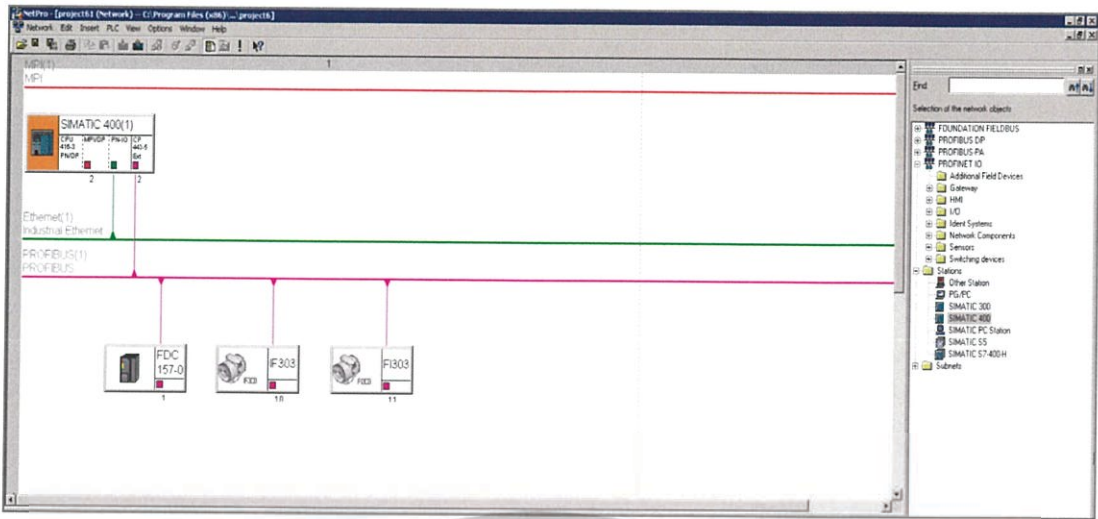
และทำการแก้ไข Symbol ของอุปกรณ์วัด FI303 โดยคลิกที่ FI303 แล้วคลิกขวาบน Slot 3 เลือก Edit Symbol แก้ไข Symbol และ Data type ของ Analog Output
 ที่ Data type : REAL ตั้งชื่อ Symbol เป็น CVP101_DAT
 ที่ Data type : BYTE ตั้งชื่อ Symbol เป็น CVP101_STA ตามรูปที่ ก.14



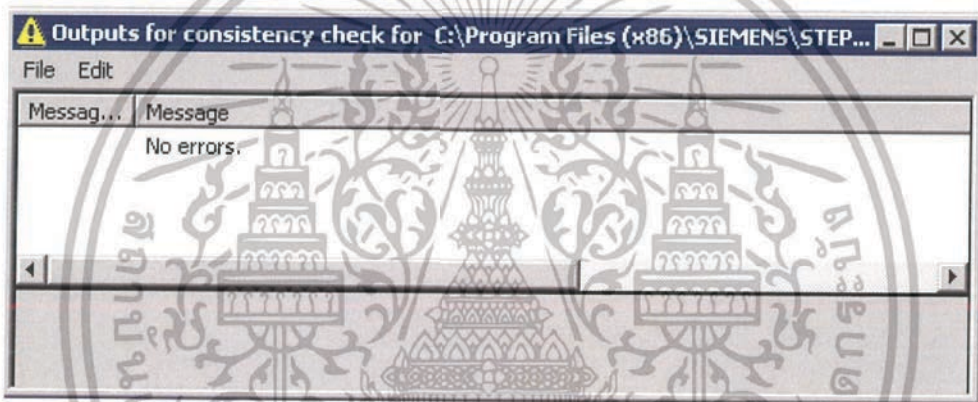
รูปที่ ก.14 การแก้ไข Symbol และ Data type ของ Analog Output (CVF) ของ FI303

ก.4 การเก็บและดาวน์โหลดโปรเจคไฟล์

เริ่มจากไปที่หน้าต่าง NetPro ทำการ Save และ Compile กด Ctrl+s ดังรูปที่ ก.13 จากนั้น ในหน้าต่าง Save and Compile เลือก Compile and check everything คลิก OK จะได้ผลลัพธ์ การ Compile ดังรูปที่ ก.14

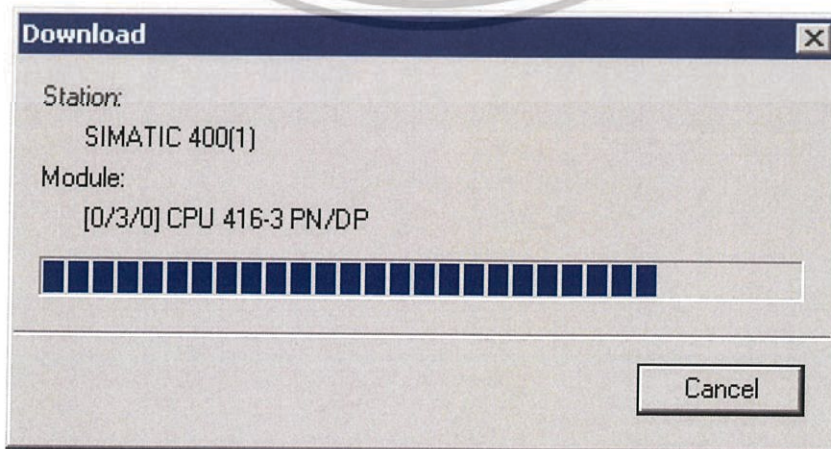


รูปที่ ก.13 หน้าต่าง NetPro



รูปที่ ก.14 หน้าต่างผลลัพธ์ของการ Compile

จากนั้นทำการโหลดโปรแกรมไฟล์ โดยการเลือก Edit -> Select -> All จากนั้นเลือก PLC -> Download to Current Project -> Select Stations. คลิก OK จากนั้นจะปรากฏหน้าต่าง PLC Download to Current Project Select Stations (31:4363) ให้คลิก Yes เพื่อ Restart CPU ดังรูปที่ ก.15



รูปที่ ก.15 หลังจากกด Download เพื่อ Restart CPU

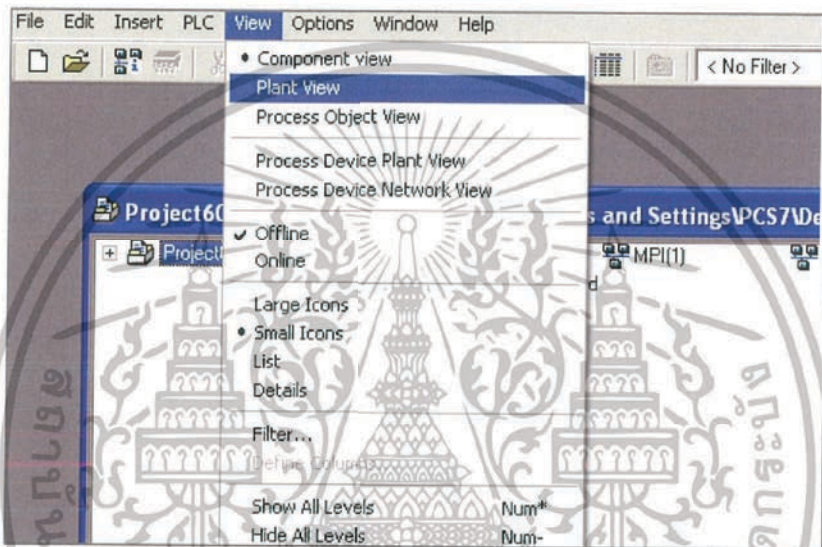
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.

การเขียนโปรแกรมควบคุมด้วย Continuous Function Chart (CFC)

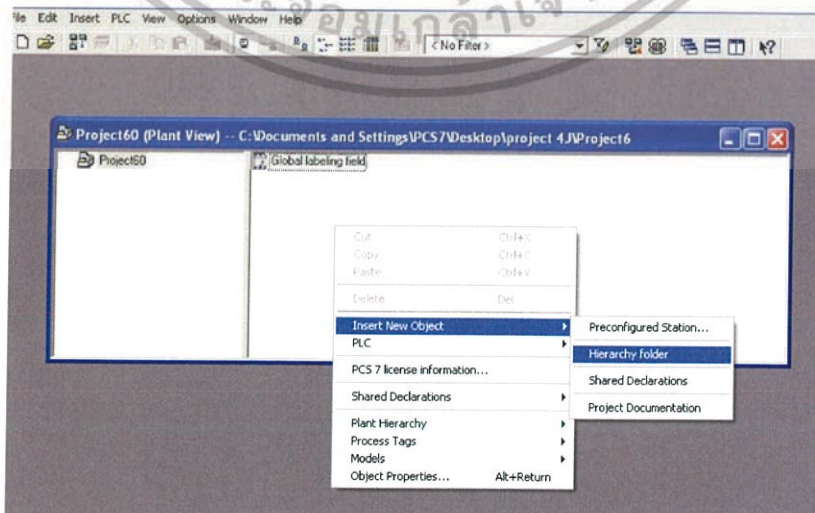
ข.1 การเรียกใช้งาน CFC Editor

1. รันโปรแกรม SIMATIC Manager แล้วเปิดไฟล์ “Project61” ซึ่งได้ทำการเซตคอนฟิกฮาร์ดแวร์เรียบร้อยแล้ว จากนั้นคลิก View เลือก Plant View ดังรูปที่ ข.1



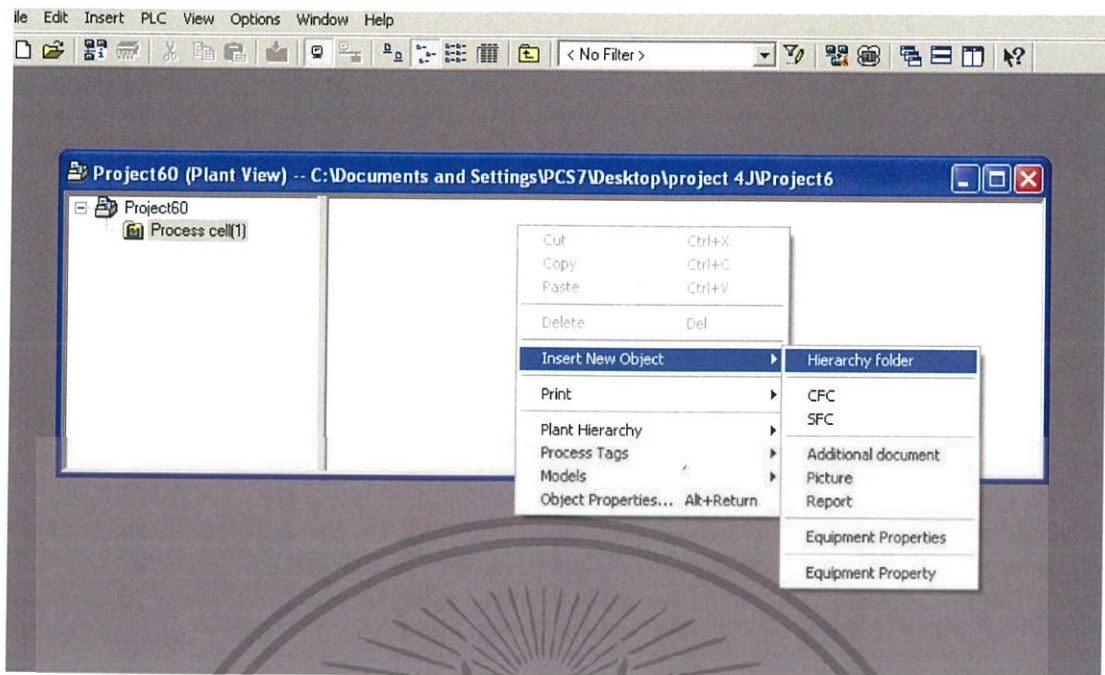
รูปที่ ข.1 เมนู View เลือก Plant view

2. ทำการ Insert Hierarchy folder ใน Project61 และ Process cell(1) ดังรูปที่ ข.2 และรูปที่ ข.3



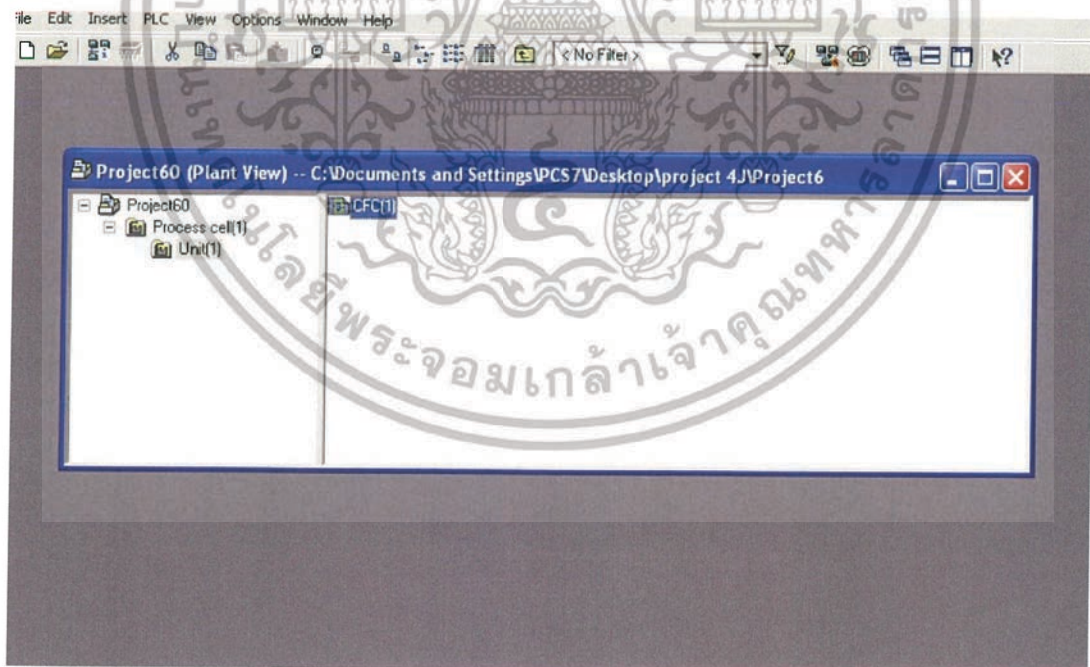
รูปที่ ข.2 Insert Hierarchy folder ใน Project60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



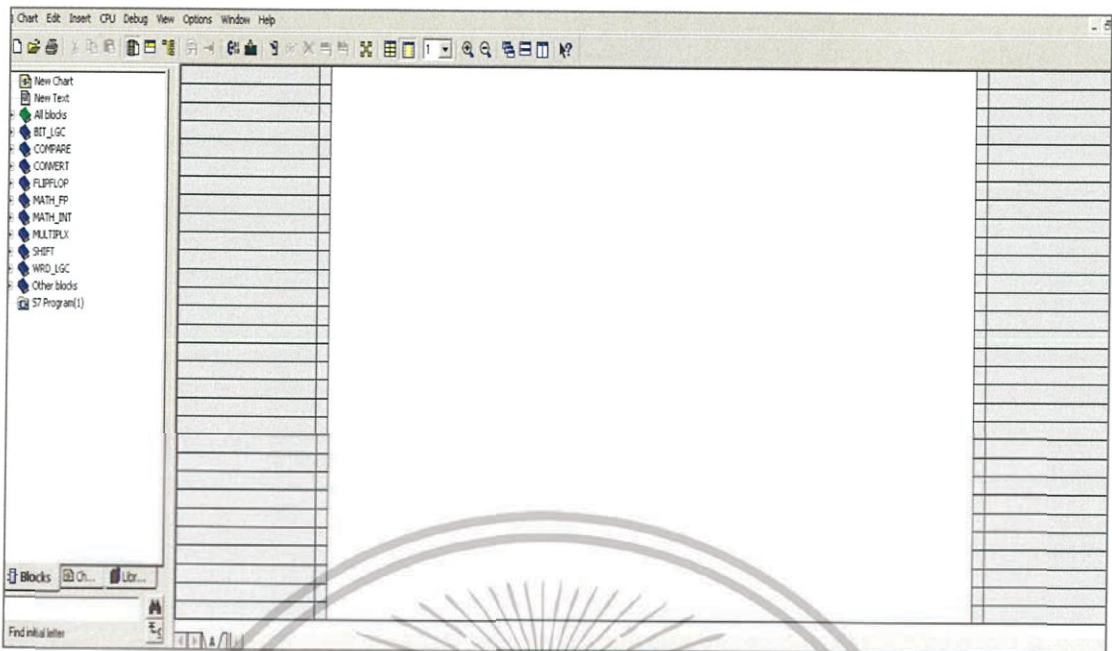
รูปที่ ข.3 Insert Hierarchy folder ใน Process cell (1)

3. ต่อมาเราจะทำการ Insert CFC ใน Unit(1) จะได้นหน้าต่างใหม่ ดังรูปที่ ข.4 และดับเบิลคลิก CFC(1) ในรูปที่ ข.4 จะได้นหน้าต่างสำหรับเขียนโปรแกรม CFC ดังรูปที่ ข.5



รูปที่ ข.4 Insert CFC ใน Unit(1)

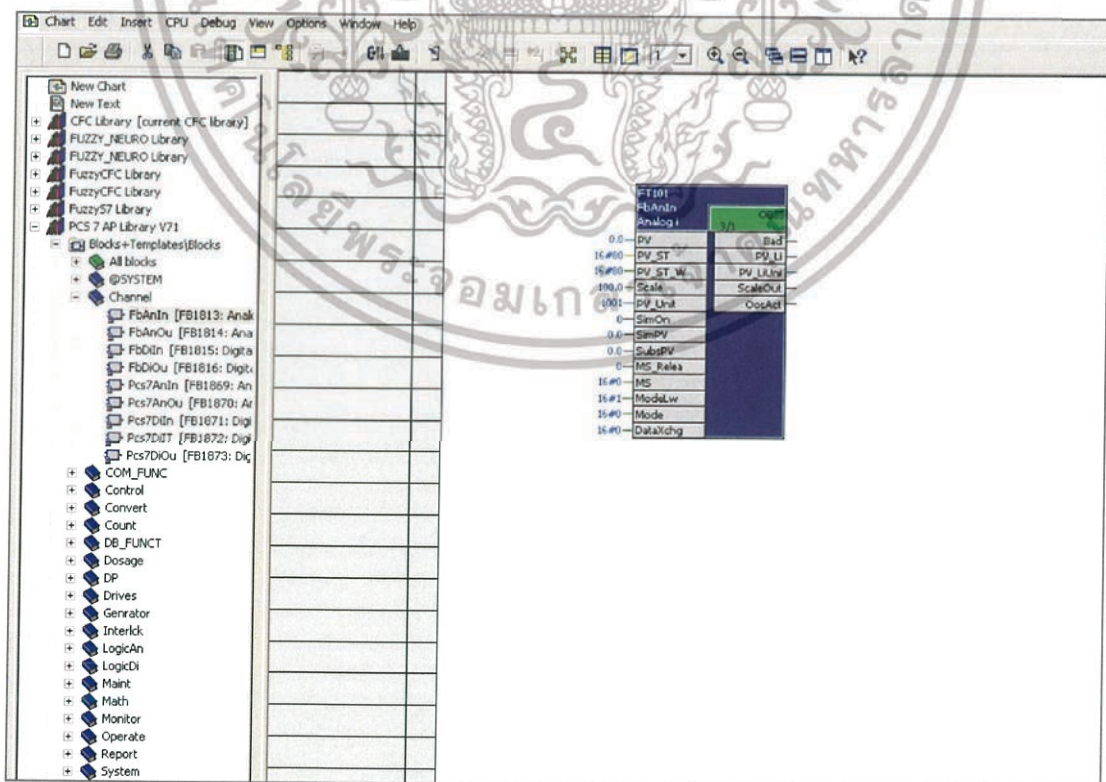
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.5 หน้าต่างสำหรับเขียนโปรแกรม CFC

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

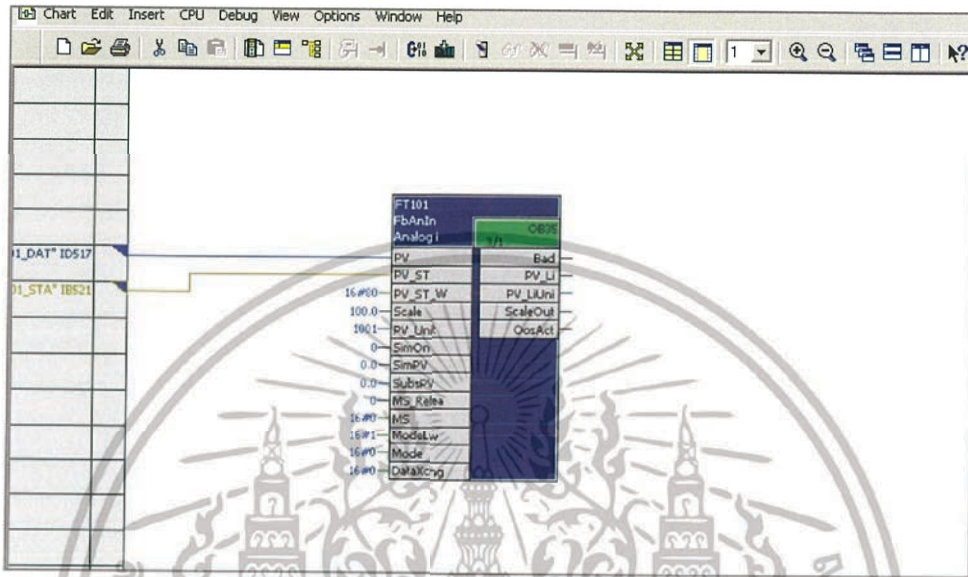
ดูตรง Libraries เลือก PCS7 AP Library V71 และ Blocks+Templates\Blocks และ Channel แล้วทำการเรียกใช้งานฟังก์ชันบล็อก FB1813 ดังรูปที่ ข.6



รูปที่ ข.6 ฟังก์ชันบล็อก FB1813

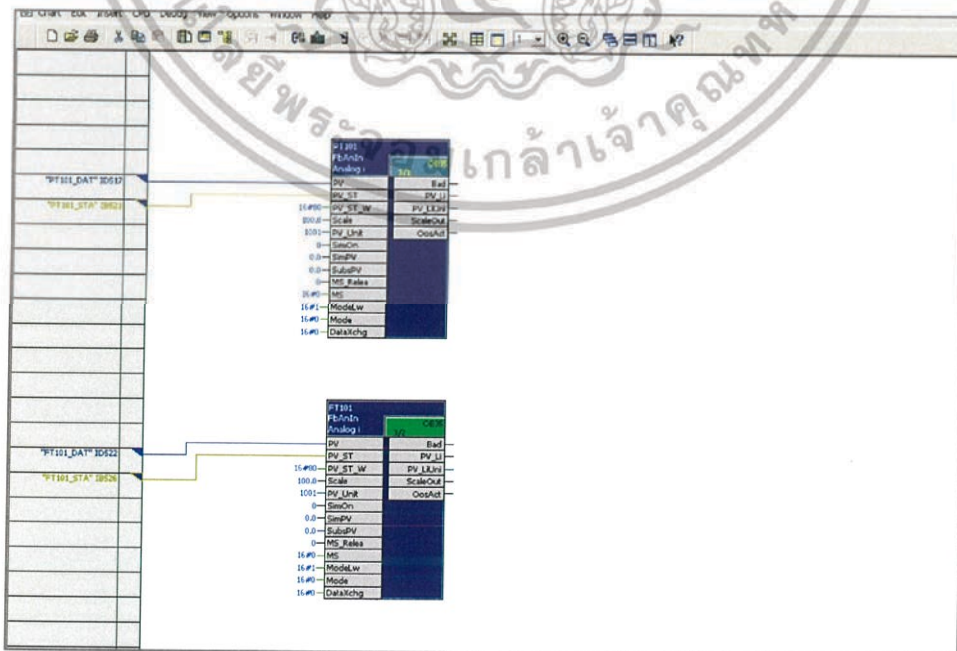
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำการแก้ไข Properties ของฟังก์ชันบล็อก โดยดับเบิลคลิกที่ฟังก์ชันบล็อก แล้วเปลี่ยนชื่อจากบล็อก 1 เป็น PT101 จากนั้นทำการเชื่อมต่อข้อมูลฟังก์ชันบล็อก PT101 เข้ากับตำแหน่งหน่วยความจำ และเชื่อมต่อสถานะของฟังก์ชันบล็อก PT101 เข้ากับตำแหน่งหน่วย ความจำ ดังรูปที่ ข.7



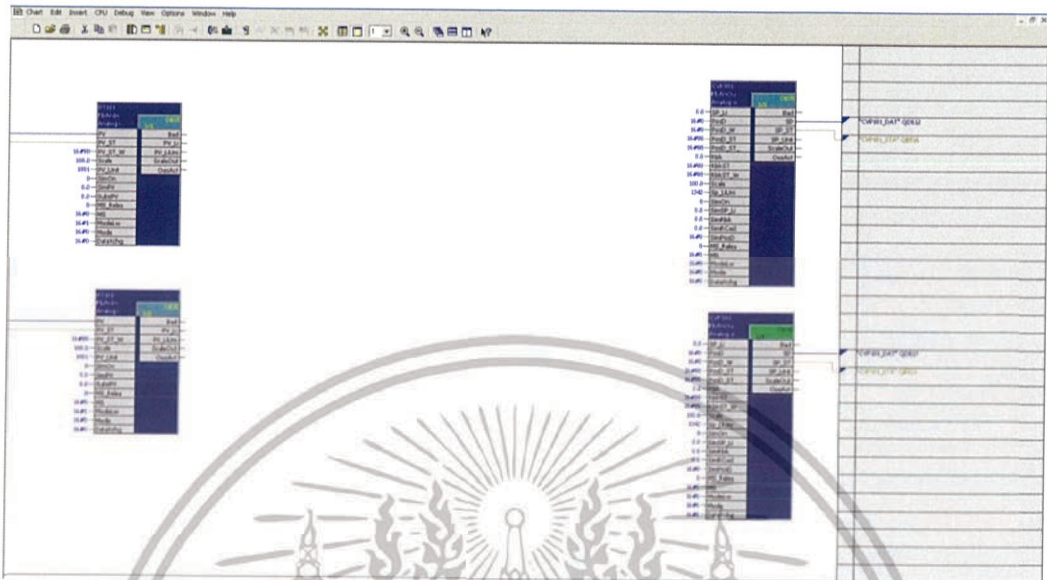
รูปที่ ข.7 การเชื่อมต่อระหว่างข้อมูลและสถานะของฟังก์ชันบล็อก PT101 กับตำแหน่งหน่วยความจำ

เรียกใช้งานฟังก์ชันบล็อก FB1813 อีกครั้งและทำการแก้ไข Properties ของฟังก์ชันบล็อก โดยดับเบิลคลิกที่ฟังก์ชันบล็อก แล้วทำการเปลี่ยนชื่อบล็อก 2 เป็น FT101 จากนั้นทำการเชื่อมต่อข้อมูลและสถานะฟังก์ชันบล็อก FT101 เข้ากับตำแหน่งหน่วยความจำ ดังรูปที่ ข.8



รูปที่ ข.8 การเชื่อมต่อระหว่างข้อมูลและสถานะของฟังก์ชันบล็อก FT101 กับตำแหน่งหน่วยความจำ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

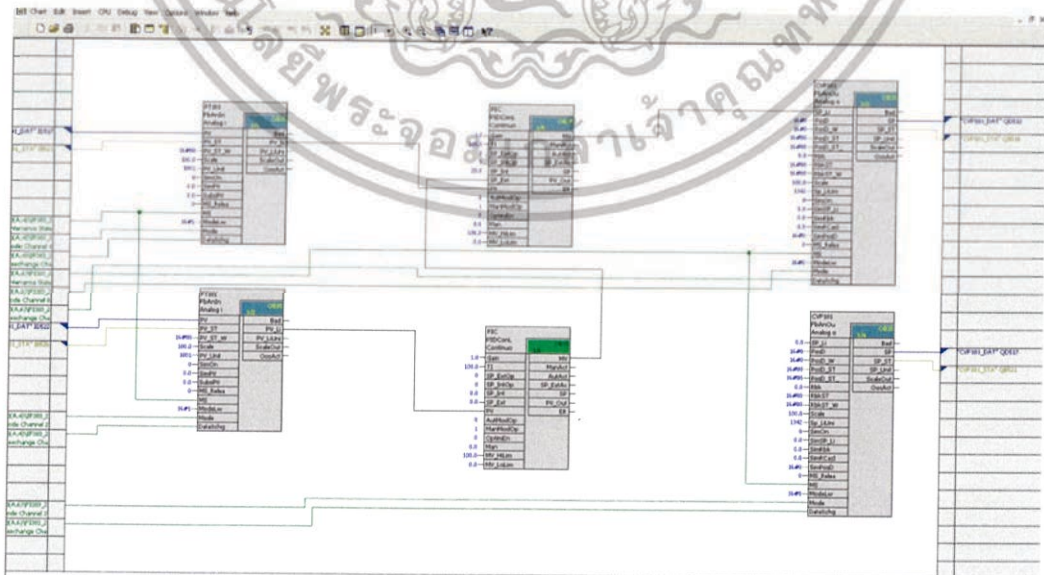
ทำการ Compile และ Update ฟังก์ชันบล็อก และสร้างฟังก์ชันบล็อก FB1814 มา 2 บล็อก โดยตั้งชื่อเป็น CVP101 และ CVF101 ตามลำดับ แล้วทำการ Compile และ Update ฟังก์ชันบล็อก และทำการ Download ฟังก์ชันบล็อกไปยังตัวควบคุม ดังรูปที่ ข.9



รูปที่ ข.9 การเชื่อมต่อของฟังก์ชันบล็อก CVP101 และ CVF101

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

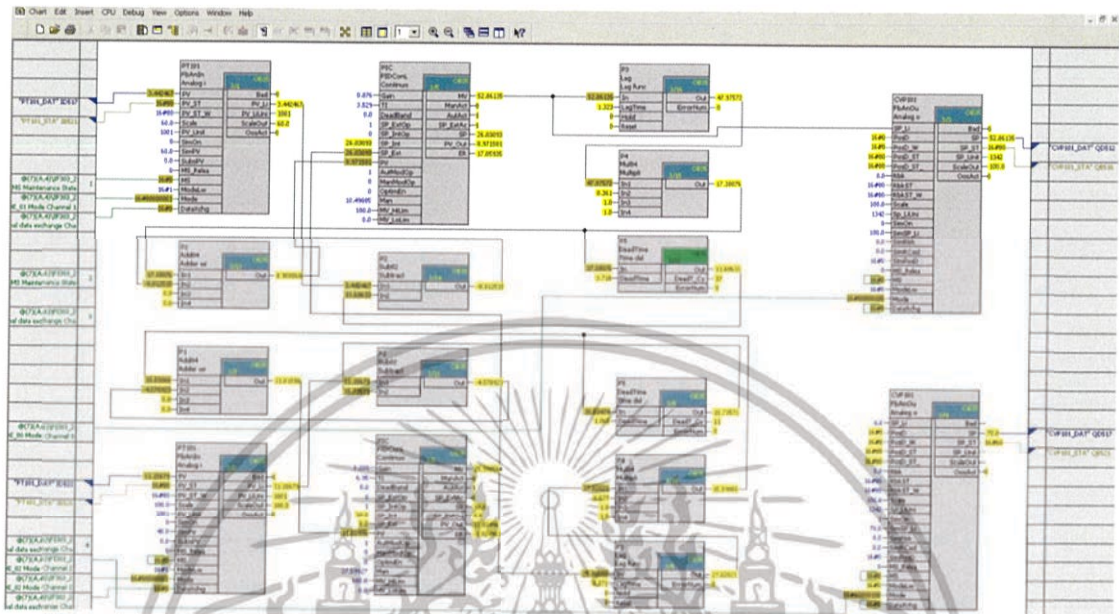
เริ่มต้นจากการเปิด Libraries เลือกโฟลเดอร์ Control เพื่อเรียกใช้ฟังก์ชันบล็อก FB1874 และทำการแก้ไข Properties ของฟังก์ชันบล็อก FB1874 จากนั้นทำการเปลี่ยนชื่อฟังก์ชันบล็อก โดยตั้งชื่อว่า PIC101 และ FIC101 และเชื่อมต่อฟังก์ชันบล็อกแบบคาสแคดดังรูปที่ ข.10 พร้อม Compile และ Download ฟังก์ชันบล็อกทั้งหมดไปยังตัวควบคุม



รูปที่ ข.10 ฟังก์ชันบล็อก PIC101 และ FIC101

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากนั้นทำการเปิด Libraries คลิกโพลเดอร์ Math เลือกใช้ฟังก์ชันบล็อก Smith Model ได้แก่ บล็อก Lag, Mul04, Dead Time, Add04 และ Sub02 เชื่อมต่อบล็อกทั้งหมดดังรูปที่ ข.11 พร้อม Compile และ Download ฟังก์ชันบล็อกทั้งหมดไปยังตัวควบคุม



รูปที่ ข.11 เพิ่มบล็อก Smith Model พร้อมเชื่อมต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

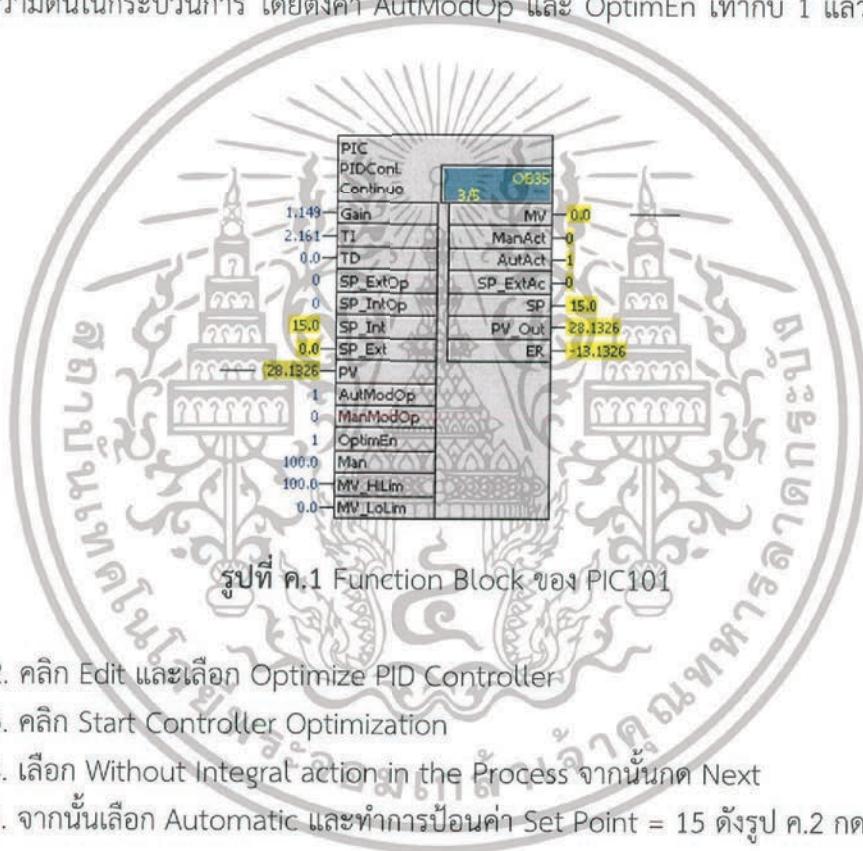
ภาคผนวก ค

ขั้นตอนการ Tuning PID และค่าพารามิเตอร์ของระบบควบคุม

ค.1 ทำการปรับจูนพารามิเตอร์ของตัวควบคุม PIC101 แบบ Automatic

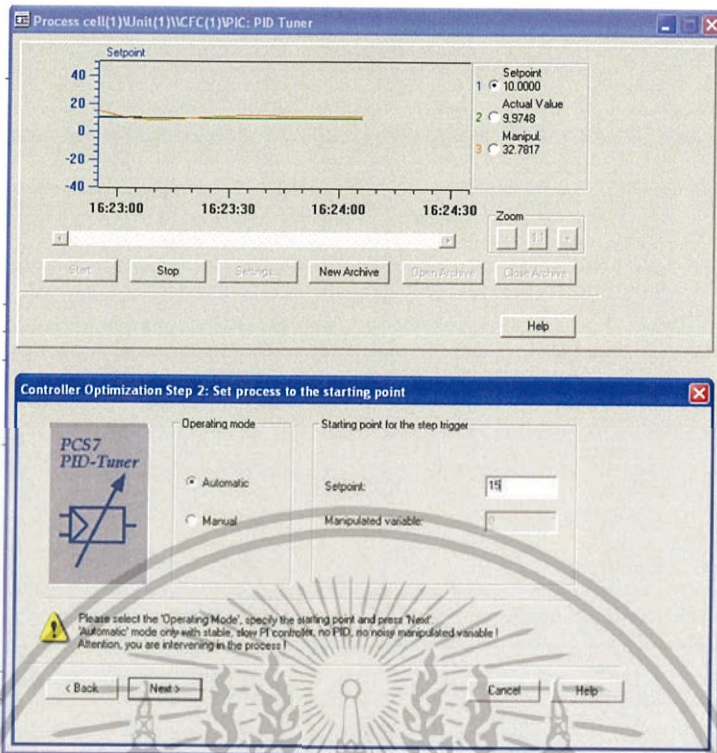
ทำการปรับค่า Setpoint ของตัวควบคุม PIC101 โดยกำหนดให้ครอบคลุมช่วงที่เป็นไปได้ ได้แก่ 10, 15 , และ 25 ระบบจะเรียนรู้และปรับตัวจนเข้าสู่ค่าที่เรากำหนด ได้แก่ 10, 15 , 25 สุดท้ายโปรแกรมจะทำการคำนวณหาค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ในกระบวนการที่เหมาะสมที่สุดขึ้นมา เป็นอันเสร็จสิ้นการปรับจูนแบบ Automatic

1. จากรูปที่ ค.1 เป็นฟังก์ชันบล็อกในโปรแกรม CFC ซึ่งเป็นบล็อก PIDConL ที่ใช้ในการควบคุมความดันในกระบวนการ โดยตั้งค่า AutModOp และ OptimEn เท่ากับ 1 แล้วคลิกที่บล็อก PIC101



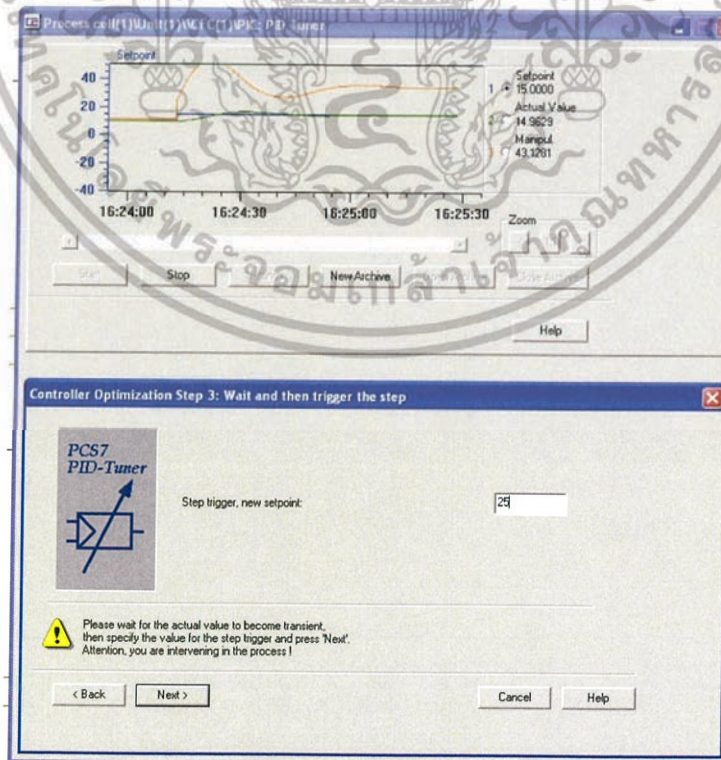
รูปที่ ค.1 Function Block ของ PIC101

2. คลิก Edit และเลือก Optimize PID Controller
3. คลิก Start Controller Optimization
4. เลือก Without Integral action in the Process จากนั้นกด Next
5. จากนั้นเลือก Automatic และทำการป้อนค่า Set Point = 15 ดังรูป ค.2 กด Next



รูปที่ ค.2 Set Process to the Starting Point

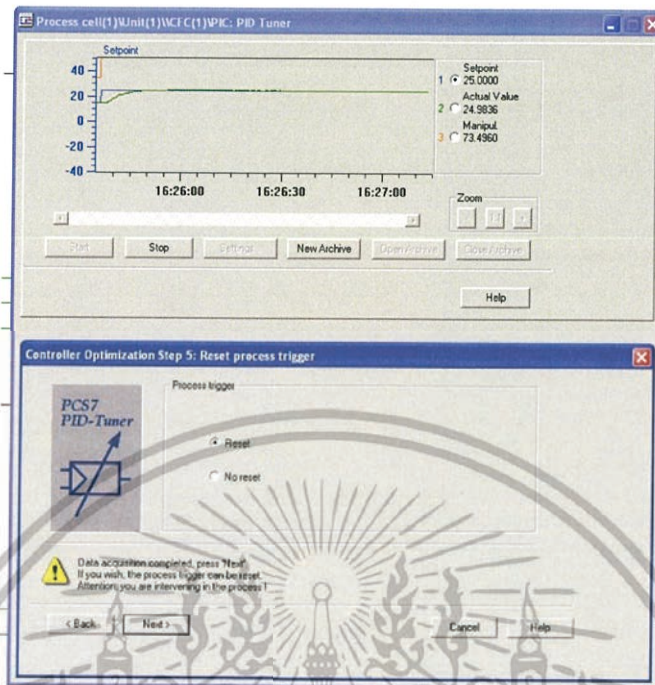
6. รอกนกระทั่งค่า Actual Value เข้าใกล้ Setpoint และเปลี่ยนแปลงน้อยที่สุด ป้อนค่า Step Trigger, New Setpoint = 25 ตามรูปที่ ค.3 แล้วทำการกด Next



รูปที่ ค.3 Set Step Trigger, New Setpoint

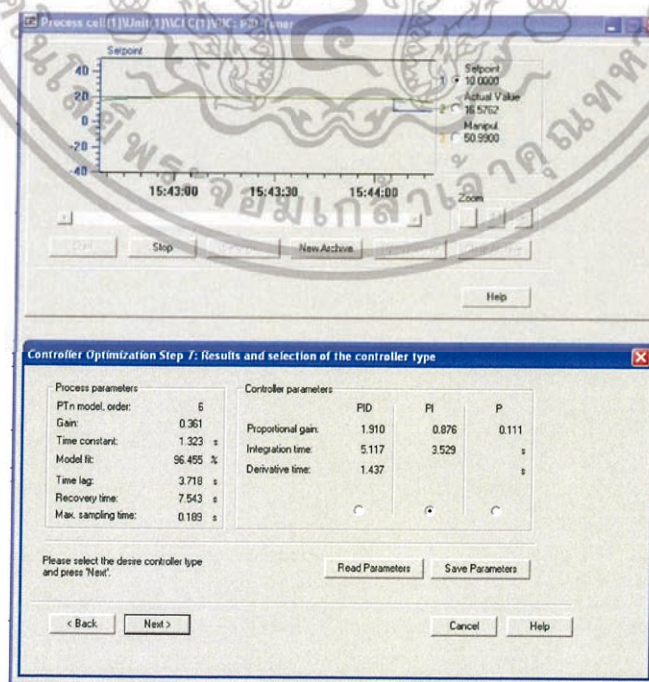
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. รอจนกระทั่งปรากฏหน้าต่างใหม่ ดังรูปที่ ค.4 เลือก Reset คลิก Next



รูปที่ ค.4 Reset Process Trigger

8. เลือก Optimal Control Response (Without Overshoot) จากนั้นกด Next จะได้นหน้าต่างใหม่ดังรูปที่ ค.5 แล้วคลิก Next เลือก New เพื่อเลือกใช้ค่าที่ทำการ tuning หลังจากนั้นกด save ค่า



รูปที่ ค.5 Results and Selection of the Controller Type

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค.2 ทำการปรับจูนพารามิเตอร์ของตัวควบคุม FIC101 แบบ Automatic

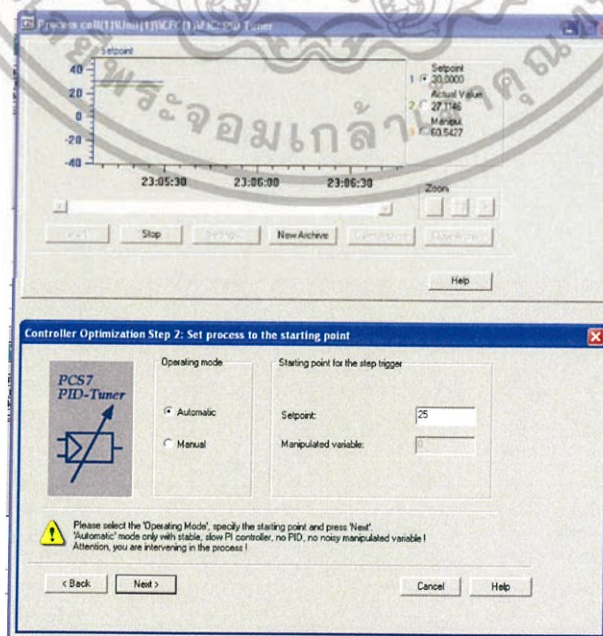
ทำการปรับค่า Setpoint ของตัวควบคุม FIC101 โดยกำหนดให้ครอบคลุมช่วงที่เป็นไปได้ ได้แก่ 10, 15 , และ 25 ระบบจะเรียนรู้และปรับตัวจนเข้าสู่ค่าที่เรากำหนด ได้แก่ 10, 15 , 25 สุดท้ายโปรแกรมจะทำการคำนวณหาค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ในกระบวนการที่เหมาะสมที่สุดขึ้นมา เป็นอันเสร็จสิ้นการปรับจูนแบบ Automatic

1. จากรูปที่ ค.6 เป็นฟังก์ชันบล็อกในโปรแกรม CFC ซึ่งเป็นบล็อก PIDConL ที่ใช้ในการควบคุมความดันในกระบวนการ โดยตั้งค่า AutModOp และ OptimEn เท่ากับ 1 แล้วคลิกที่บล็อก FIC101

Parameter	Value
FIC PIDConL Continuo	OB35
Gain	10.745
TI	5.199
TD	0.0
SP_ExtOp	0
SP_IntOp	0
SP_Int	20.0
SP_Ext	0.0
PV	20.01268
AutModOp	1
ManModOp	0
OptimEn	1
Man	66.80694
MV_HiLim	100.0
MV_LoLim	0.0
MV	43.67113
ManAct	0
AutAct	1
SP_ExtAc	0
SP	20.0
PV_Out	20.01268
ER	-1.267624-2

รูปที่ ค.6 Function Block ของ FIC101

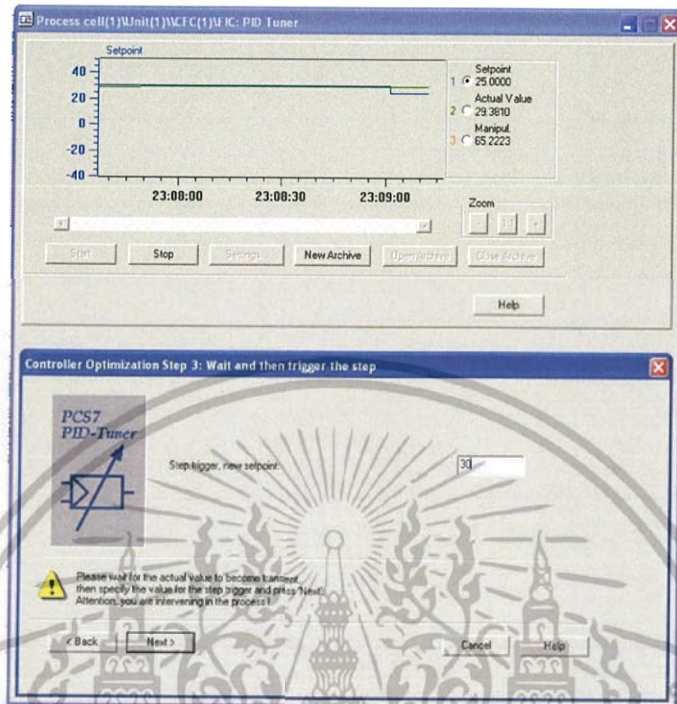
2. คลิก Edit และเลือก Optimize PID Controller
3. คลิก Start Controller Optimization
4. เลือก Without Integral action in the Process จากนั้นกด Next
5. จากนั้นเลือก Automatic และทำการป้อนค่า Set Point = 25 ดังรูป ค.7 กด Next



รูปที่ ค.7 Set Process to the Starting Point

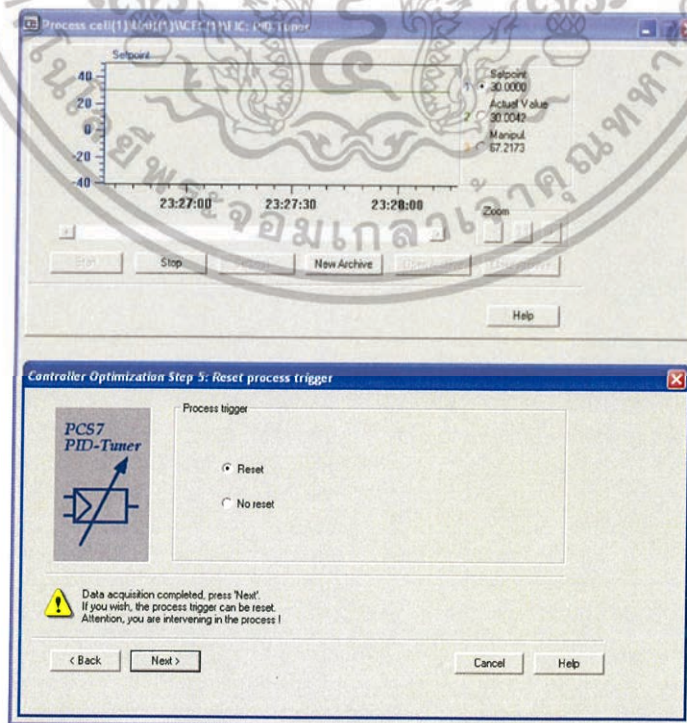
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. รวบรวมค่า Actual Value เข้าใกล้ Setpoint และเปลี่ยนแปลงน้อยที่สุด ป้อนค่า Step Trigger, New Setpoint = 30 ตามรูปที่ ค.8 แล้วทำการกด Next



รูปที่ ค.8 Set Step Trigger, New Setpoint

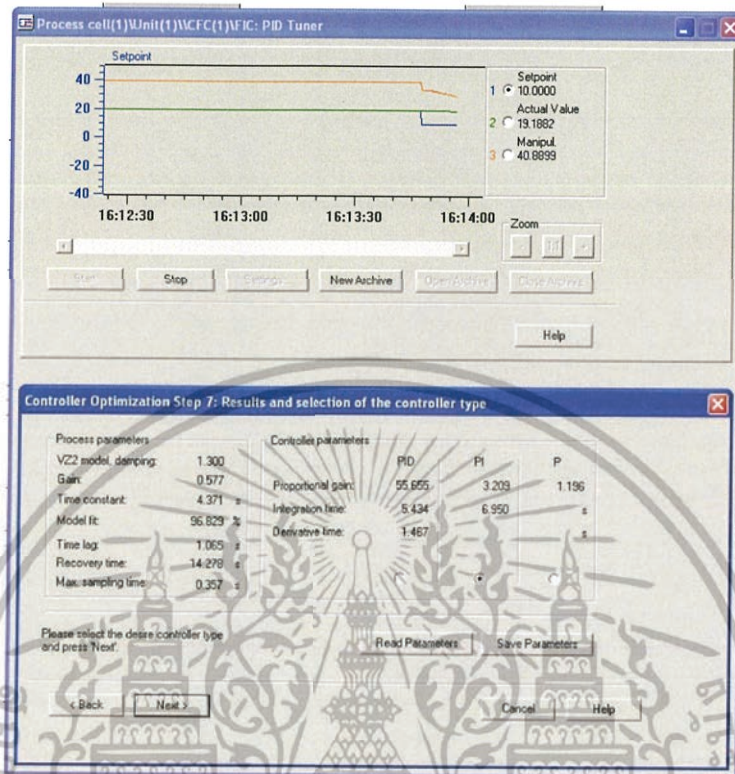
7. รวบรวมค่าปรากฏหน้าต่างใหม่ ดังรูปที่ ค.9 เลือก Reset คลิก Next



รูปที่ ค.9 Reset Process Trigger

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. เลือก Optimal Control Response (Without Overshoot) คลิก Next จะได้นหน้าต่างใหม่ดังรูปที่ ค.10



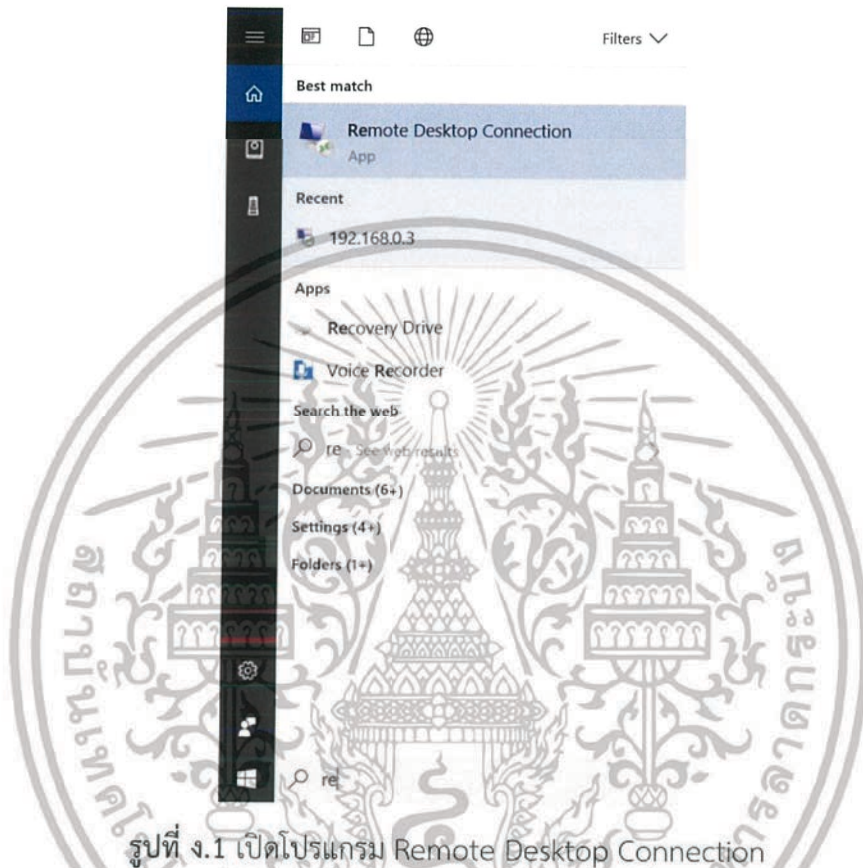
รูปที่ ค.10 Results and Selection of the Controller Type

9. คลิก Next แล้วเลือก New เพื่อเลือกใช้ค่าที่ทำการ tuning หลังจากนั้นกด save ค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

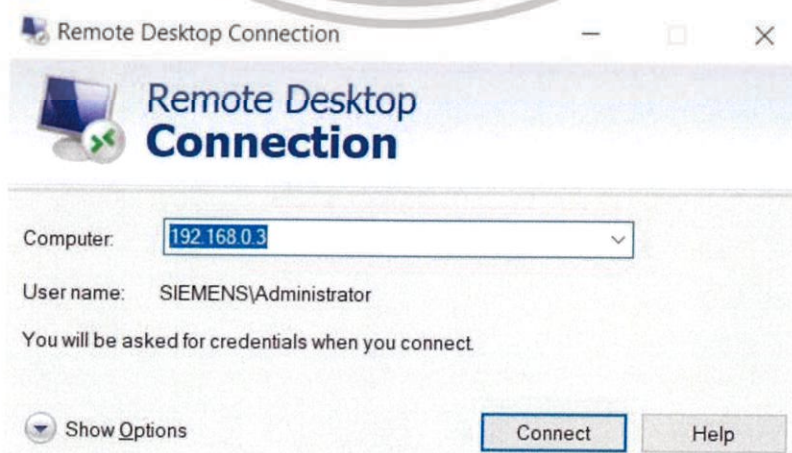
ขั้นตอนการใช้งานโปรแกรม Remote Desktop Connection

1. ค้นหาโปรแกรม Remote Desktop Connection แล้วทำการเปิดโปรแกรม ดังรูปที่ ง.1



รูปที่ ง.1 เปิดโปรแกรม Remote Desktop Connection

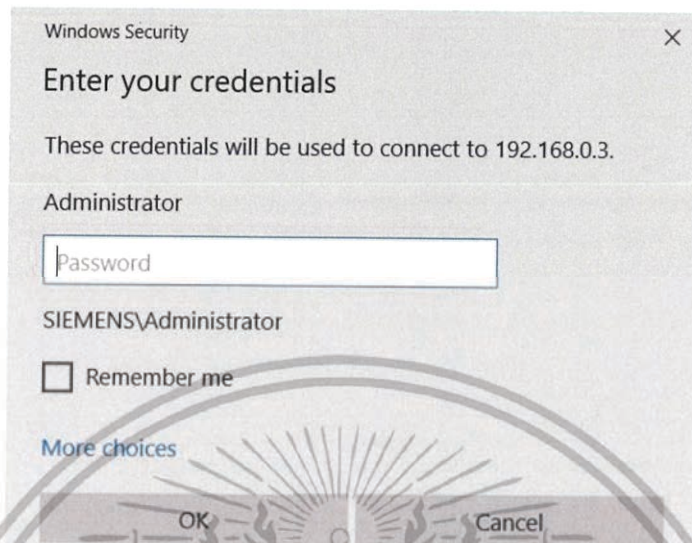
2. เปิดโปรแกรม Remote Desktop Connection จากนั้นทำการใส่ค่า IP Address ของเครื่องคอมพิวเตอร์เซิร์ฟเวอร์ คือ 192.168.0.3 ในช่อง Computer แล้วกดปุ่ม Connect ดังรูปที่ ง.2



รูปที่ ง.2 การใส่ค่า IP Address ของเครื่องคอมพิวเตอร์เซิร์ฟเวอร์

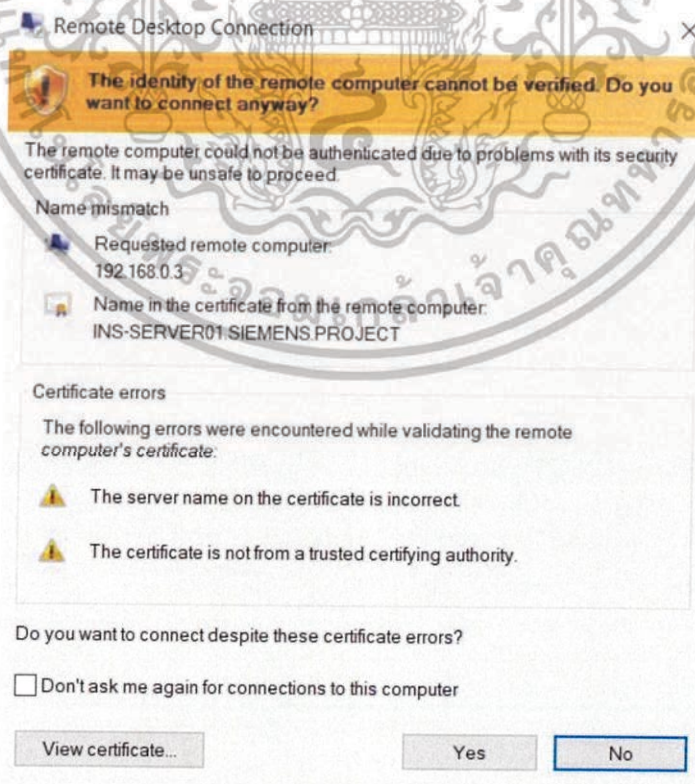
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. จากนั้นใส่ Password ของเครื่องคอมพิวเตอร์เซิร์ฟเวอร์ที่ตั้งไว้แล้วกดปุ่ม OK ดังรูปที่ ง.3



รูปที่ ง.3 การใส่ Password ของเครื่องคอมพิวเตอร์เซิร์ฟเวอร์

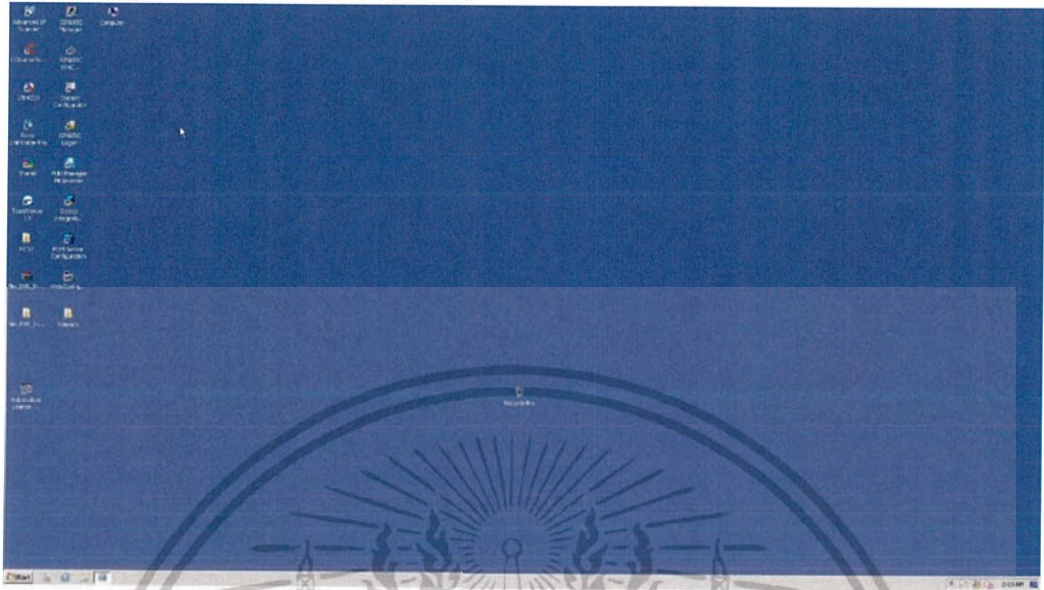
4. จะปรากฏหน้าต่างยืนยันการเชื่อมต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์เซิร์ฟเวอร์ คลิกปุ่ม Yes เพื่อทำการเชื่อมต่อ ดังรูปที่ ง.4



รูปที่ ง.4 หน้าต่างยืนยันการเชื่อมต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์เซิร์ฟเวอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. จากนั้นจะปรากฏหน้าจอของเครื่องคอมพิวเตอร์เซิร์ฟเวอร์ที่เราทำการรีโมตเข้าไปเพื่อทำการควบคุม ดังรูปที่ ง.5



รูปที่ ง.5 หน้าจอของเครื่องคอมพิวเตอร์เซิร์ฟเวอร์

6. เข้าโปรแกรม SIMATIC Manager V9.0 SP1 เพื่อทำการเขียนโปรแกรมควบคุมกระบวนการ ดังรูปที่ ง.6



รูปที่ ง.6 เข้าโปรแกรม SIMATIC Manager V9.0 SP1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้