

การศึกษาหุ่นจำลองกระบวนการแลกเปลี่ยนความร้อน
เพื่อควบคุมอุณหภูมิโดยใช้เครื่องควบคุมแบบลอจิกที่โปรแกรมได้

A STUDY OF HEAT EXCHANGER MODEL
FOR TEMPERATURE CONTROL BASED ON PLC

นายพันธ์นต์ กกล้าสกุล
นายภูมิศักดิ์ เกษรสิทธิ์
นายอัคนาวิน เดชฤดี

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมการวัดคุม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2557

การศึกษาหุ่นจำลองกระบวนการแลกเปลี่ยนความร้อน
เพื่อควบคุมอุณหภูมิโดยใช้เครื่องควบคุมแบบลอจิกที่โปรแกรมได้

A STUDY OF HEAT EXCHANGER MODEL
FOR TEMPERATURE CONTROL BASED ON PLC

นายพันธ์ชนันต์	กล้าสกุล
นายภูมิศักดิ์	เกษรสิทธิ์
นายอัคนาวิน	เดชฤดี

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมการวัดคุม

ภาควิชาวิศวกรรมการวัดคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2557

A STUDY OF HEAT EXCHANGER MODEL
FOR TEMPERATURE CONTROL BASED ON PLC

PHANCHANAT KLAMSAKUL
POOMSAK KESORNSIT
AUKARANAVIN DEACHRUDEE

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

2014

ภาควิชาวิศวกรรมการวัดคุม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปริญญาานิพนธ์

หัวข้อปริญญาานิพนธ์ การศึกษาหุ่่นจำลองกระบวนการแลกเปลี่ยนความร้อนเพื่อควบคุมอุณหภูมิโดยใช้
เครื่องควบคุมแบบลอจิกที่โปรแกรมได้

A study of heat exchanger model for temperature control base
on PLC

นักศึกษาผู้จัดทำ นายพันธ์ชนต์ถ์ กล้าสกุล รหัสนักศึกษา 54010904

นายภูมิศักดิ์ เกษรสิทธิ์ รหัสนักศึกษา 54011016

นายอัครนาวิน เดชฤดี รหัสนักศึกษา 54011532

อาจารย์ที่ปรึกษา รศ.วิริยะ กองรัตน์

ปีการศึกษา 2557

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญาานิพนธ์	ลายมือชื่อ
รศ. วิริยะ กองรัตน์	วิริยะ กองรัตน์

หัวข้อปริญญานิพนธ์ การศึกษาหุ่นจำลองกระบวนการแลกเปลี่ยนความร้อนเพื่อควบคุมอุณหภูมิโดยใช้
เครื่องควบคุมแบบลอจิกที่โปรแกรมได้

A study of heat exchanger model for temperature control base
on PLC

นักศึกษาผู้จัดทำ	นายพันธ์ชนต์ กล่ำสกุล	รหัสนักศึกษา	54010904
	นายภูมิศักดิ์ เกษรสิทธิ์	รหัสนักศึกษา	54011016
	นายอัคนาวิน เดชฤดี	รหัสนักศึกษา	54011532
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ.วิริยะ กองรัตน์		
ปีการศึกษา	2557		

บทคัดย่อ

เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนคือ อุปกรณ์ที่ใช้ในการถ่ายเทความร้อนจากของไหลชนิดหนึ่งไปยังของไหลอีกชนิดหนึ่ง โดยที่ของไหลไม่ผสมกัน ในปัจจุบันเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนเป็นอุปกรณ์ที่สำคัญมาก เนื่องจากถูกนำมาใช้ในอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับพลังงานความร้อน เช่น อุตสาหกรรมน้ำมัน เป็นต้น การศึกษาหุ่นจำลองกระบวนการแลกเปลี่ยนความร้อนจะใช้เครื่องควบคุมแบบลอจิกที่โปรแกรมได้ในการควบคุมอุณหภูมิของของไหล โดยจะควบคุมอุณหภูมิก่อนที่ของไหลจะเข้าเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนผ่านทางฮีตเตอร์เพื่อให้ได้อุณหภูมิหลังจากออกจากเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนตามที่ต้องการ อีกทั้งยังสามารถแสดงรายละเอียดต่าง ๆ ผ่านจอแสดงผลได้อีกด้วย

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์เรื่อง การศึกษาหุ่นจำลองกระบวนการแลกเปลี่ยนความร้อนเพื่อควบคุมอุณหภูมิโดยใช้เครื่องควบคุมแบบลอจิกที่โปรแกรมได้ สำเร็จไปได้ด้วยความอนุเคราะห์และความช่วยเหลืออย่างสูงยิ่งจากรองศาสตราจารย์วิริยะ กองรัตน์ อาจารย์ที่ปรึกษา ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา คำแนะนำ ตรวจสอบข้อบกพร่อง รวมถึงเอื้อเฟื้ออุปกรณ์ที่ใช้ในการทำปริญญานิพนธ์ คณะผู้จัดทำจึงขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านภาควิชาวิศวกรรมการวัดคุมที่คอยให้คำแนะนำ และเอื้อเฟื้อสถานที่ในการทำปริญญานิพนธ์ ตลอดจนผู้เกี่ยวข้องทุกท่านที่ไม่ได้เอ่ยนามจนทำให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ลุล่วงไปได้ด้วยดี

คณะผู้จัดทำ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญรูปภาพ.....	VIII
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 แนวคิด ที่มาและความสำคัญ.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์.....	1
1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์.....	1
1.4 ขั้นตอนการศึกษา.....	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ.....	3
2.1 เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน (Heat Exchanger).....	3
2.1.1 ชนิดของ Exchangers (Types of Exchangers).....	3
2.1.1.1 เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบท่อสองชั้น (Concentric tube).....	3
2.1.1.2 เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบที่ของไหลมีทิศทางตั้งฉากกัน (Cross flow).....	4
2.1.1.3 เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบเชลล์และท่อ (Shell and tube).....	5
2.1.2 การแบ่งตามสภาวะของไหลที่ใช้.....	5
2.1.3 การแบ่งประเภทตามจุดประสงค์การใช้งาน.....	6
2.2 การถ่ายเทความร้อน.....	7
2.2.1 การนำความร้อน.....	8
2.2.2 การพาความร้อน.....	8

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
2.2.3 การแผ่รังสีความร้อน.....	10
2.3 เครื่องควบคุมแบบลอจิกที่โปรแกรมได้ (Programmable Logic Controller: PLC).....	10
2.3.1 ประวัติความเป็นมา.....	10
2.3.2 โครงสร้างของ PLC.....	11
2.3.3 การทำงานของหน่วยต่าง ๆ ใน PLC.....	12
2.3.4 ความสามารถในการควบคุมของ PLC.....	13
2.4 OPC (OLE for Process Control).....	13
2.4.1 ประวัติของ OPC.....	13
2.4.2 ระบบควบคุมในปัจจุบันและปัญหาที่เกิดขึ้น.....	14
2.4.3 ข้อดีของ OPC.....	15
2.5 SCADA.....	15
2.5.1 ความหมายของ SCADA.....	15
2.5.2 ส่วนประกอบ ระบบ SCADA.....	16
2.5.3 Software ของ SCADA.....	16
2.5.4 โปรแกรม LabVIEW.....	16
2.5.4.1 องค์ประกอบของโปรแกรม LabVIEW.....	17
2.5.4.2 ความสามารถของโปรแกรม LabVIEW.....	17
2.6 เทอร์โมคัปเปิล (Thermocouple).....	18
2.6.1 คุณสมบัติของเทอร์โมคัปเปิลแบบมาตรฐาน (Characteristic of Standard Thermocouples).....	19

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
2.6.2 การใช้งานเทอร์โมคัปเปิลมาตรฐาน (Characteristic in Application of Thermocouple Standard Type).....	20
บทที่ 3 การออกแบบและวิธีการดำเนินงาน.....	25
3.1 ฮาร์ดแวร์.....	25
3.1.1 อุปกรณ์.....	25
3.1.2 การออกแบบด้านฮาร์ดแวร์.....	25
3.2 ซอฟต์แวร์.....	26
3.2.1 ซอฟต์แวร์ที่ใช้.....	26
3.2.2 การออกแบบระบบซอฟต์แวร์.....	26
3.3 วิธีการดำเนินงาน.....	27
3.3.1 การเชื่อมต่อของฮาร์ดแวร์.....	27
3.3.2 การเชื่อมโยงของซอฟต์แวร์.....	28
3.3.2.2 การสร้างพอร์ตเชื่อมต่อ OPC กับ พีแอลซี.....	29
3.3.2.2 การสร้างการเชื่อมต่อกับ device.....	33
3.3.2.3 การสร้าง Tag ของข้อมูล.....	37
3.3.2.4 การเชื่อมต่อ tag ข้อมูลกับโปรแกรม LabVIEW.....	40
3.3.3 ส่วนของการออกแบบโปรแกรมทำงานบน LabVIEW.....	45

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
3.3.3.1 ส่วนหลักในการทำงานของโปรแกรมได้แก่.....	45
3.3.3.2 ลักษณะการทำงานของระบบ.....	48
3.3.4 ส่วนของการออกแบบ Flowchart diagram.....	49
บทที่ 4 ผลการทดลอง.....	50
4.1 การเชื่อมต่อกันระหว่างอุปกรณ์.....	50
4.1.1 การเชื่อมต่อระหว่าง PLC กับ OPC SERVER.....	50
4.1.2 การเชื่อมต่อระหว่าง PLC กับ OPC SERVER และ อุปกรณ์ TERMOCOUPLE.....	51
4.2 ผลของโปรแกรม Labview ที่ใช้ในการควบคุม.....	52
4.2.1 Block Diagram จากโปรแกรม Labview.....	52
4.2.2 Front Panel ที่ได้จากการเขียน Block Diagram.....	53
4.2.3 ข้อมูลอุณหภูมิที่อ่านได้ทั้งหมดรวมทั้งค่า Setpoint.....	54
4.2.4 การปรับเพิ่มค่าอัตโนมัติของโปรแกรม.....	55
4.2.5 การปรับลดค่าอัตโนมัติของโปรแกรม.....	56
4.2.6 กราฟแสดงค่า PV MV และ ค่า Setpoint.....	57
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ.....	58
5.1 สรุปผลการทดลอง.....	58
5.2 ปัญหาและข้อเสนอแนะ.....	58
บรรณานุกรม.....	59

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 (a) ลักษณะการไหลขนานกันในเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบท่อสองชั้น.....	4
(b) ลักษณะการไหลสวนทางกันในเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบท่อสองชั้น	
2.2 (a) การไหลสองเที่ยวใน cross flow heat exchangers.....	4
(b) การไหลเที่ยวเดียวใน cross flow heat exchangers	
2.3 เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบเซลล์และท่อ (1 เซลล์ต่อ 1 ท่อ).....	5
2.4 ทิศทางการไหลแบบ Multi-pass ในเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบเซลล์และท่อ.....	5
2.5 รูปแบบของการถ่ายเทความร้อน.....	7
2.6 OPC Server.....	13
2.7 แสดงโครงสร้างของข้อมูลสำหรับควบคุมในอุตสาหกรรม.....	14
2.8 วงจรของเทอร์โมคัปเปิล.....	18
2.9 ลักษณะของเทอร์โมคัปเปิลในรูปแบบต่างๆ.....	19
3.1 การออกแบบด้านฮาร์ดแวร์.....	26
3.2 การออกแบบระบบซอฟต์แวร์.....	27
3.3 (ก) การเชื่อมต่อระหว่างเทอร์โมคัปเปิลกับพีแอลซี ผ่าน TC module.....	27
3.3 (ข) การเชื่อมต่อกันระหว่างฮีตเตอร์กับพีแอลซี.....	28
3.4 การเชื่อมต่อกันระหว่างพีแอลซีกับ Laptop.....	28
4.1 แสดง Tag ข้อมูล หน่วยความจำที่เชื่อมต่อกับระหว่าง PLC และ HEATER.....	49
4.2 แสดง Tag ข้อมูล หน่วยความจำที่เชื่อมต่อกับระหว่าง PLC และ อุปกรณ์ THERMOCOUPLE.....	49
4.3 แสดงBlock Diagram.....	51
4.4 Front Panel ของ Tag ข้อมูลทั้งหมด.....	52

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.5 Front Panel ของ Tag ข้อมูลทั้งหมด.....	53
4.6 Front Panel ของ Tag ข้อมูลทั้งหมด.....	54
4.7 Front Panel ของ Tag ข้อมูลทั้งหมด.....	55
4.8 กราฟแสดงค่า PV MV และค่า Setpoint.....	57

บทที่ 1

บทนำ

1.1 แนวคิด ที่มาและความสำคัญ

ในการควบคุมอุณหภูมิของของไหลโดยการใช้ฮีตเตอร์แบบควบคุมด้วยตนเองนั้นเป็นไปได้ยาก จึงมีแนวคิดในการพัฒนาการควบคุมอุณหภูมิของของไหลโดยการใช้ฮีตเตอร์แบบอัตโนมัติผ่านโปรแกรมควบคุม เพื่อให้ง่ายต่อการควบคุม ทำให้อุณหภูมิที่ได้มีความแม่นยำมากขึ้นและนำไปใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เนื่องจากในหลักสูตรการเรียนการสอนของภาควิศวกรรมการวัดคุมได้มีวิชาเกี่ยวกับเครื่องควบคุมแบบลอจิกที่โปรแกรมได้ในการควบคุมอุปกรณ์ต่าง ๆ ซึ่งในทางทฤษฎีแล้วสามารถใช้เครื่องควบคุมแบบลอจิกที่โปรแกรมได้เป็นตัวควบคุมการจ่ายกระแสให้กับฮีตเตอร์ และสามารถรับค่าอุณหภูมิจากอุปกรณ์ตรวจวัดได้ แต่เครื่องควบคุมแบบลอจิกที่โปรแกรมได้นั้นสามารถแสดงผลโดยการเรียกดูได้เฉพาะหน่วยความจำภายในเท่านั้น อีกทั้งการป้อนค่าการควบคุมแบบอัตโนมัติยังมีความซับซ้อนและยากต่อการใช้งาน จึงนำโปรแกรมกราฟฟิคที่สามารถแสดงค่าและมีฟังก์ชันในการควบคุมแบบอัตโนมัติได้อย่างเช่นโปรแกรม LabVIEW มาใช้ร่วมกับเครื่องควบคุมแบบลอจิกที่โปรแกรมได้ในการควบคุมอุณหภูมิ แต่ต้องมี OPC เป็นตัวกลางในการสื่อสารของทั้งสองอย่างนี้

สาระสำคัญของโครงการนี้คือการนำความรู้ที่ได้จากการศึกษาและทฤษฎีมาใช้งานจริง และเป็นพื้นฐานต่อยอดในการนำไปศึกษาเพิ่มเติมเพื่อใช้ควบคุมอุปกรณ์ต่าง ๆ

1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์

1. เพื่อควบคุมอุณหภูมิหุ่นจำลองกระบวนการแลกเปลี่ยนความร้อนโดยใช้ PLC
2. เพื่อศึกษาการใช้ PLC ในการอ่านค่าอุณหภูมิและควบคุมอุปกรณ์ได้
3. เพื่อศึกษาการใช้โปรแกรมประยุกต์และการเชื่อมต่อกับ PLC เพื่อแสดงค่าแบบ Real-time
4. เพื่อศึกษาการแสดงผลค่าและควบคุมอุณหภูมิผ่านทางโปรแกรมประยุกต์

1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์

1. สามารถใช้เครื่องควบคุมแบบลอจิกที่โปรแกรมได้ควบคุมอุณหภูมิของของไหลในกระบวนการได้
2. สามารถอ่านค่าอุณหภูมิจากอุปกรณ์ตรวจวัดผ่านทางเครื่องควบคุมแบบลอจิกที่โปรแกรมได้
3. สามารถแสดงผลค่าของอุณหภูมิผ่านทางจอแสดงผลได้

1.4 ขั้นตอนการศึกษา

1. ศึกษาเกี่ยวกับการออกแบบระบบแลกเปลี่ยนความร้อน
2. ศึกษาการเชื่อมต่ออุปกรณ์กับ PLC
3. ศึกษาการควบคุมและอ่านค่าอุปกรณ์โดย PLC
4. ศึกษาการใช้โปรแกรม Lab view
5. ศึกษาการใช้โปรแกรม Lab view ร่วมกับ PLC
6. ทดลอง ตามขอบเขตและวัตถุประสงค์

บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการ

2.1 เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน (Heat Exchanger)

เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน คือ เครื่องมือที่ใช้สำหรับถ่ายเทความร้อนจากของไหลชนิดหนึ่งไปยังของไหลอีกชนิดหนึ่ง โดยที่ของไหลไม่จำเป็นต้องผสมกัน เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนเป็นเครื่องมือที่สำคัญมากอย่างหนึ่ง เพราะเป็นเครื่องมือที่ใช้ในระบบต่าง ๆ ทางวิศวกรรมศาสตร์อย่างกว้างขวาง วิศวกรควรมีความรู้ที่จะคำนวณการออกแบบเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนได้ ในการออกแบบเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน วิศวกรต้องมีความรู้ในการคำนวณหาสัมประสิทธิ์การพาความร้อน การส่งผ่านของความร้อน และความรู้ทางกลศาสตร์ของไหล

ในปัจจุบัน กระบวนการอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับพลังงานความร้อน ส่วนใหญ่มีเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนเป็นองค์ประกอบ เช่น อุตสาหกรรมน้ำมัน เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนจะถูกใช้สำหรับการเพิ่มอุณหภูมิของน้ำมันดิบ สำหรับเปลี่ยนสถานะของไอที่ออกมาจากหอกลั่นให้เป็นของเหลว และสำหรับการลดอุณหภูมิของน้ำมันหรือก๊าซ ในทำนองเดียวกันกับในอุตสาหกรรมปุ๋ย อุตสาหกรรมเส้นใยสังเคราะห์ และอุตสาหกรรมอื่น ๆ ก็ใช้เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนสำหรับเพิ่มอุณหภูมิ ลดอุณหภูมิ หรือหมุนเวียนความร้อนจากของไหลกลับมาใช้ใหม่

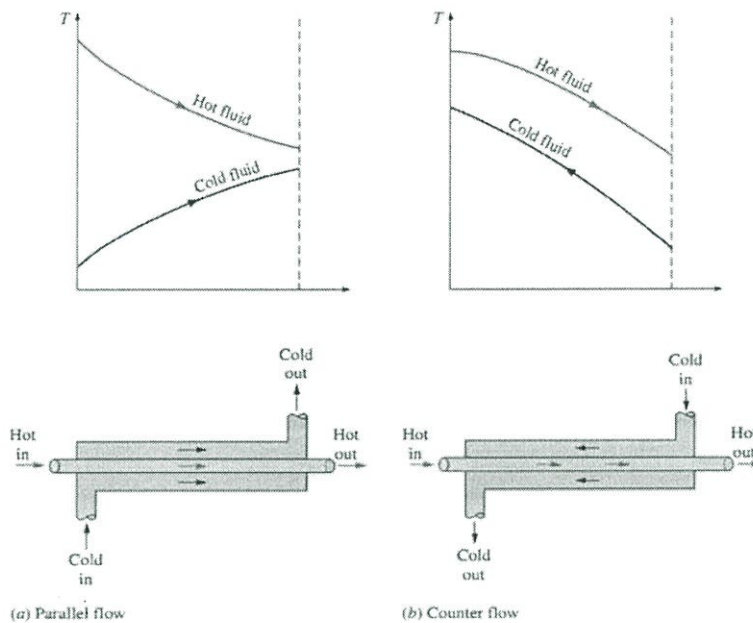
หน้าที่หลักของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนก็คือ การนำเอาพลังงานความร้อนมาใช้อย่างถูกหลักการและมีประสิทธิภาพ ดังนั้น วิธีใช้และเลือกเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน ซึ่งสัมพันธ์กับต้นทุนของกระบวนการและอาจมีผลต่อราคาของผลิตภัณฑ์ การเลือกเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนจะต้องทำอย่างระมัดระวัง เงื่อนไขที่สำคัญอย่างหนึ่งในการเลือกอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนที่ใช้ในอุตสาหกรรมก็คือ ความมีประสิทธิภาพในการทำงานที่สูงและราคาถูก

2.1.1 ชนิดของ Exchangers (Types of Exchangers)

เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนมีหลายแบบการจำแนกเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนอาจทำได้โดยอาศัยทิศทางการเคลื่อนที่ของของไหลในเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน และลักษณะของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนเป็นหลัก โดยทั่วไปแล้วจำแนกเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนออกได้เป็น 3 แบบ คือ

2.1.1.1 เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบท่อสองชั้น (Concentric tube)

เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนชนิดนี้อาจอยู่ในลักษณะที่ท่อสองท่อสวมเข้าด้วยกันดังรูปที่ 2.1 ส่วนการไหลของของไหล อาจไหลสวนทางกัน เรียกว่า counter flow หรือไหลขนานกัน เรียกว่า parallel flow

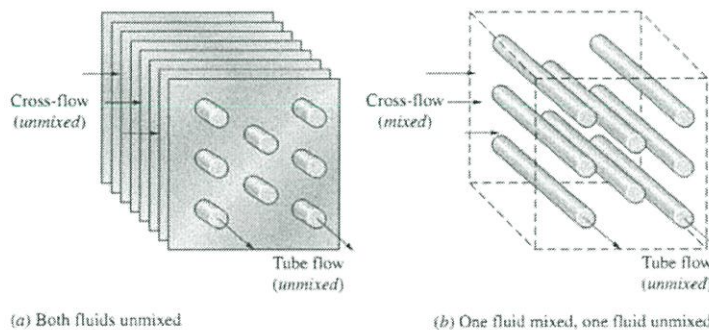


รูปที่ 2.1 (a) ลักษณะการไหลขนานกันในเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบท่อสองชั้น

(b) ลักษณะการไหลสวนทางกันในเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบท่อสองชั้น

2.1.1.2 เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบที่ของไหลมีทิศทางตั้งฉากกัน (Cross flow)

ในเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบนี้ ของไหลจะไหลในทิศทางตั้งฉากกัน ดังแสดงในรูปที่ 2.2 การสร้างนั้นอาจให้อยู่ในลักษณะของไหลเดี่ยวเดียว (single pass) หรือ ไหลสองเที่ยว (double pass) หรือมากกว่าก็ได้

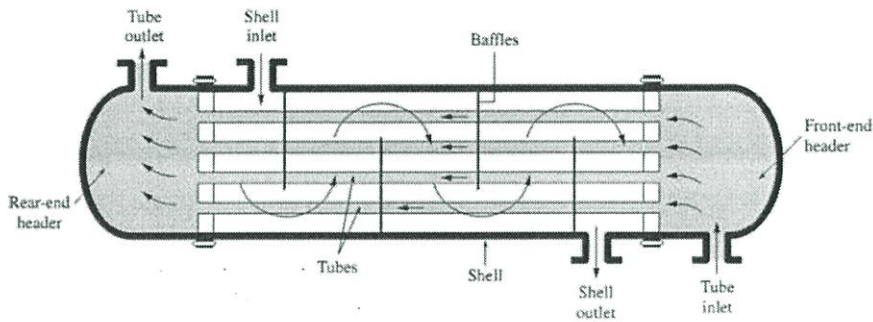


รูปที่ 2.2 (a) การไหลสองเที่ยวใน cross flow heat exchangers

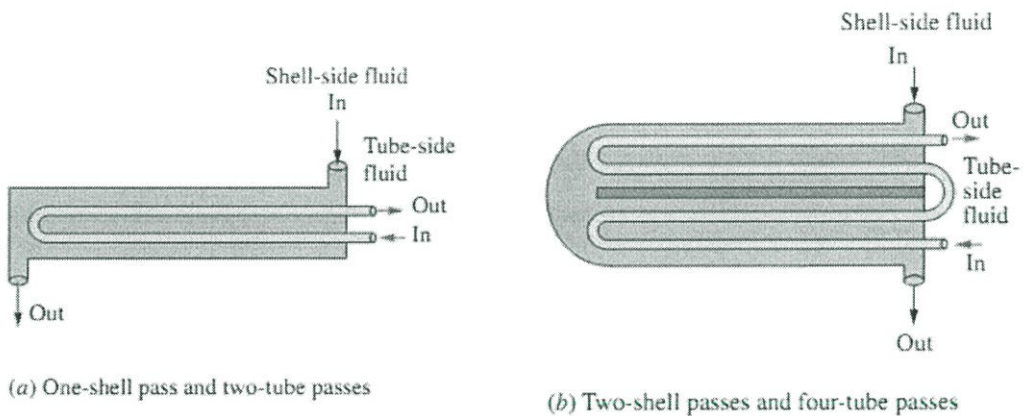
(b) การไหลเดี่ยวเดียวใน cross flow heat exchangers

2.1.1.3 เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบเชลล์และท่อ (Shell and tube)

เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนชนิดนี้ของไหลอย่างหนึ่งจะอยู่ในเชลล์ และอีกอย่างหนึ่งจะอยู่ในท่อ สำหรับการไหลนั้นจะอยู่ในลักษณะไหลสวนทาง หรือไหลขนานก็ได้ หรือทั้งสองอย่างในเครื่องเดียวกันก็ได้ นอกจากนี้อาจออกแบบให้ของไหลมีทิศทางตั้งฉากกับท่อก็ได้



รูปที่ 2.3 เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบเชลล์และท่อ (1 เชลล์ต่อ 1 ท่อ)



(a) One-shell pass and two-tube passes

(b) Two-shell passes and four-tube passes

รูปที่ 2.4 ทิศทางการไหลแบบ Multi-pass ในเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบเชลล์และท่อ

นอกจากนี้ยังสามารถแบ่งประเภทของอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนที่ใช้ในงานอุตสาหกรรมสามารถกระทำได้ 2 วิธี คือ แบ่งตามสถานะของของไหลที่ใช้ และแบ่งตามลักษณะการใช้งาน ดังนี้คือ

2.1.2 การแบ่งตามสถานะของไหลที่ใช้

1. เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างของเหลว-ของเหลว เป็นเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนประเภทที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงสถานะของของไหลทั้ง 2 ชนิด เช่น น้ำมันก๊าดร้อนและน้ำมันดิบที่ป้อนเข้าหอกลั่น เป็นต้น

2. เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างของเหลว-ของเหลว ชนิดที่มีการเปลี่ยนแปลงสภาวะของของไหลทั้ง 2 ชนิด โดยของเหลวชนิดหนึ่งจะเปลี่ยนสภาวะเป็นก๊าซหรือระเหยเป็นไอในระหว่างแลกเปลี่ยนความร้อน เช่น เครื่องต้มซ้ำ (Re-boiler) ของหอกลั่นน้ำมัน ซึ่งใช้น้ำมันอุณหภูมิสูงเป็นแหล่งความร้อน
3. เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างก๊าซ-ก๊าซ ชนิดไม่มีการเปลี่ยนแปลงสภาวะ ไม่เกิดการควบแน่นเป็นของเหลว เช่น เครื่องอุ่นอากาศที่ใช้ก๊าซทิ้งเป็นแหล่งความร้อน
4. เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างก๊าซ-ก๊าซ ชนิดที่มีการเปลี่ยนแปลงสภาวะ โดยชนิดหนึ่งจะมีการควบแน่นเป็นของเหลว เช่น เครื่องกระจายความร้อน (Radiator) สำหรับทำความอบอุ่นในห้อง โดยทำอากาศให้อุ่นด้วยไอน้ำ
5. เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างก๊าซ-ของเหลว ชนิดไม่มีการเปลี่ยนแปลงสภาวะ โดยชนิดหนึ่งเป็นก๊าซและอีกชนิดหนึ่งเป็นของเหลว เช่น เครื่องอุ่นน้ำป้อน ที่ใช้ก๊าซทิ้งจากหม้อไอน้ำเป็นแหล่งความร้อน
6. เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างก๊าซ-ของเหลว ชนิดที่มีการเปลี่ยนแปลงสภาวะ เช่น หม้อไอน้ำแบบท่อ ซึ่งระเหยน้ำให้เป็นไอน้ำด้วยก๊าซสันดาป และเครื่องควบแน่น ซึ่งควบแน่นไอให้เป็นของเหลวด้วยน้ำระบายความร้อน

2.1.3 การแบ่งประเภทตามจุดประสงค์การใช้งาน

อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนสามารถแบ่งตามประเภทจุดประสงค์การใช้งานหรือลักษณะการใช้งานนั้น ได้แก่

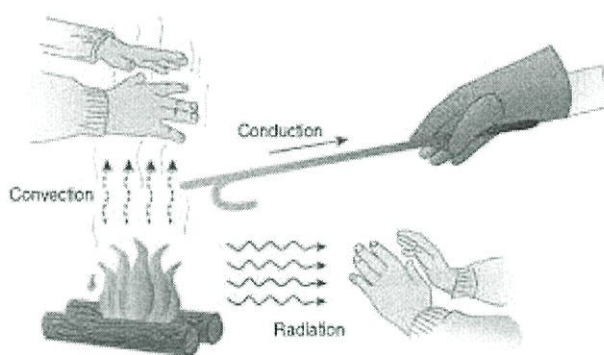
1. เครื่องระเหย (Evaporator) หรือหม้อเดี่ยว (Concentrator) การใช้งานคือการระเหยของเหลวให้เป็นไอเพื่อใช้ไอที่เกิดขึ้นให้เป็นประโยชน์ หรือเพื่อให้ได้ของเหลวที่เข้มข้นขึ้น
2. เครื่องอุ่น หรือเครื่องทำให้ร้อนล่วงหน้า (Preheater) จุดประสงค์ก็เพื่อทำให้ของไหลร้อนล่วงหน้า ซึ่งเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพเชิงความร้อนของกระบวนการ โดยทั่วไปมักจะเรียกชื่อตามตำแหน่งข้างหน้าของการใช้งานหรือตามประเภทของของไหลที่ถูกอุ่นให้ร้อน เช่น เครื่องอุ่นน้ำป้อนหม้อไอน้ำ (Boiler Feed Water Preheater) เป็นต้น
3. เครื่องทำให้ร้อน (Heater) จุดประสงค์ก็เพื่อเพิ่มอุณหภูมิให้กับของไหลให้มีอุณหภูมิสูงขึ้น
4. เครื่องทำให้ร้อนยิ่งยวด (Superheat-heater) เครื่องนี้จะทำหน้าที่เพิ่มความร้อนให้กับของไหลที่ถูกทำให้ร้อนมาแล้ว เพื่อที่จะทำให้อยู่ในสภาพร้อนยิ่งยวด
5. เครื่องต้มซ้ำ (Re-boiler) เครื่องนี้ทำหน้าที่ให้ความร้อนให้กับของเหลวเพื่อที่จะระเหยให้เป็นไ้อีกครั้ง
6. เครื่องควบแน่น (Condenser) จุดประสงค์ที่สำคัญก็เพื่อควบไอให้กลายเป็นของเหลว เช่น เครื่องควบแน่นไอน้ำ
7. เครื่องควบแน่นหมด (Total Condenser) เครื่องนี้เป็นเครื่องควบแน่นชนิดหนึ่งที่ใช้กับหอกลั่นได้รับการออกแบบให้สามารถควบแน่นไอที่ออกมาจากยอดหอกลั่นได้ทั้งหมด
8. เครื่องควบแน่นบางส่วน (Partial Condenser) เครื่องควบแน่นประเภทผลิตขึ้นใช้กับหอกลั่น มีจุดประสงค์เพื่อควบแน่นบางส่วนให้กลายเป็นของเหลว
9. เครื่องระบายความร้อน (Cooler) เครื่องนี้ทำหน้าที่ระบายความร้อนให้กับของไหลเพื่อลดอุณหภูมิของของไหล

10. เครื่องทำให้เย็นจัด (Chillier) ทำหน้าที่ลดอุณหภูมิของของไหลให้ต่ำลงมาก โดยใช้สารทำความเย็น (Refrigeration) เช่น ฟรีออน แอมโมเนีย เป็นต้น

2.2 การถ่ายเทความร้อน

การถ่ายเทความร้อน คือ การส่งผ่านพลังงานความร้อนซึ่งเกิดขึ้นเนื่องจากความแตกต่างของอุณหภูมิ ดังนั้นเมื่อใดก็ตามที่มีความแตกต่างของอุณหภูมิในตัวกลางหรือระหว่างตัวกลางถ่ายเทความร้อนมักเกิดขึ้นได้ เมื่อมีเกรเดียนต์อุณหภูมิ (Temperature Gradient) เกิดขึ้นในตัวกลางที่อยู่นิ่ง เช่น ของแข็ง หรือของไหล

เทอมของการนำความร้อน (Conduction) จะเป็นการถ่ายเทความร้อนที่เกิดขึ้นผ่านตัวกลาง ในขณะที่การพาความร้อน (Convection) จะเป็นการถ่ายเทความร้อนที่เกิดขึ้นระหว่างพื้นผิวและของไหลที่เคลื่อนที่เมื่อมีอุณหภูมิแตกต่างกัน ส่วนการแผ่รังสีความร้อน (Thermal Radiation) จะเป็นการที่ทุกพื้นผิวมีอุณหภูมิหนึ่ง จะปล่อยพลังงานในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าออกมา ดังนั้นในสภาวะที่ปราศจากตัวกลางใด ๆ จะมีการถ่ายเทความร้อนสุทธิที่เกิดขึ้นเนื่องจากการแผ่รังสีระหว่างพื้นผิวสองพื้นผิวที่มีอุณหภูมิแตกต่างกันได้



รูปที่ 2.5 รูปแบบของการถ่ายเทความร้อน

ประโยชน์ของการถ่ายเทความร้อน

การถ่ายเทความร้อน มีความสำคัญในชีวิตประจำวันและอุตสาหกรรมแปรรูปอาหาร ไม่ว่าจะเป็น การใช้ความร้อนในการหุงต้มอาหาร กระบวนการแปรรูปที่เกี่ยวข้องกับความร้อนและความเย็นในโรงงานแปรรูปอาหาร เช่น กระบวนการแช่เย็น การแช่แข็ง การฆ่าเชื้อโดยใช้ความร้อนการอบแห้ง และการระเหย กระบวนการเหล่านี้เกี่ยวข้องกับการถ่ายโอนความร้อนระหว่างผลิตภัณฑ์และตัว กลางให้ความร้อน หรือความเย็นการถ่ายโอนความร้อนเป็นปรากฏการณ์ธรรมชาติที่เกิดขึ้นเมื่อ อุณหภูมิระหว่างตำแหน่งสองตำแหน่งในมีค่าแตกต่างกันโดยความร้อนจะถ่ายเทจาก ที่มีอุณหภูมิสูงไปที่มีอุณหภูมิต่ำเสมอ ในตัวกลางหรือระหว่างตัวกลางการถ่ายโอนความร้อน

การถ่ายเทความร้อน สามารถจำแนก ได้ออกเป็น 3 แบบ ดังนี้

2.2.1 การนำความร้อน

การนำความร้อน (Heat Conduction) คือ ปรากฏการณ์ที่พลังงานความร้อนถ่ายเทภายในวัตถุหนึ่ง ๆ หรือระหว่างวัตถุสองชิ้นที่สัมผัสกัน โดยมีทิศทางของการเคลื่อนที่ของพลังงานความร้อนจากบริเวณที่มีอุณหภูมิสูงไปยังบริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า โดยที่ตัวกลางไม่มีการเคลื่อนที่

การนำความร้อนเป็นกระบวนการชีววิทยา ที่เกิดขึ้นบนชั้นอะตอมของอนุภาค เป็นหนึ่งในกระบวนการถ่ายเทความร้อน ในโลหะ การนำความร้อนเป็นผลมาจากการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระ(คล้ายการนำไฟฟ้า)ในของเหลวและของแข็งที่มีสภาพการนำความร้อนต่ำเป็นผลมาจากการสั่นของโมเลกุลข้างเคียง ในก๊าซ การนำความร้อนเกิดขึ้นผ่านการสั่นสะท้อนระหว่างโมเลกุลหรือ กล่าวคือการนำความร้อนเป็นลักษณะการถ่ายเทความร้อนผ่าน โดยตรงจากวัตถุหนึ่งไปยังอีกวัตถุหนึ่งโดยการสัมผัสกัน เช่น การเอามือไปจับกาน้ำร้อน จะทำให้ความร้อนจากกาน้ำถ่ายเทไปยังมือ จึงทำให้รู้สึกร้อน เป็นต้น วัสดุใดจะนำความร้อนดีหรือไม่ดีขึ้นอยู่กับสัมประสิทธิ์การนำความร้อน (k)

2.2.2 การพาความร้อน

การพาความร้อน คือวิธีการที่ความร้อนเคลื่อนที่ระหว่างผิวของแข็งและของไหล ของไหลจะเป็นตัวพาความร้อนมาให้ หรือพาความร้อนจากผิวของแข็ง กลไกที่ทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของความร้อนโดยการพา นั้น เกิดจากผลรวมของการนำความร้อน การสะสมพลังงานและการเคลื่อนที่ของของไหล การพาความร้อนยังแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิดคือ การพาโดยการบังคับ (Forced Convection) และการพาแบบอิสระ (Free Convection)

- การพาโดยการบังคับ (Forced Convection) คือการเคลื่อนที่ของความร้อนระหว่างผิวของของแข็งและของไหล โดยที่ของไหลถูกบังคับให้เคลื่อนที่ไปสัมผัสกับผิวของของแข็งโดยกลไกภายนอก เช่น พัดลม หรือ เครื่องสูบน้ำ
- การพาแบบอิสระ (Free Convection) หรือการพาตามธรรมชาติ (Natural Convection) คือการเคลื่อนที่ของความร้อนระหว่างผิวของของแข็งและของไหล โดยที่ไม่มีกลไกใด ๆ ที่ทำให้ของไหลเคลื่อนที่ แต่ของไหลที่อยู่ใกล้กับผิวของของแข็งก็อาจเคลื่อนที่ได้โดยแรงลอยตัวของของไหล แรงลอยตัวนี้เกิดจากความแตกต่างของความหนาแน่นของของไหล เมื่อเกิดความแตกต่างของอุณหภูมิในชั้นของของไหลขึ้น

การพาตามธรรมชาติ ซึ่งเกิดขึ้นเมื่อของแข็งอยู่ในของไหล ซึ่งไม่เคลื่อนที่โดยกลไกภายนอกในกรณีนี้ ถ้าของแข็งมีอุณหภูมิที่สูงกว่าของไหล ความร้อนจะเริ่มถ่ายเทจากผิวของของแข็งไปสู่ของไหลที่อยู่บริเวณใกล้เคียงโดยการนำความร้อน (Conduction) เมื่อของไหลในบริเวณใกล้เคียงกับของแข็งมีอุณหภูมิสูงขึ้นก็จะมี ความหนาแน่นต่ำลง และเคลื่อนที่ขึ้นข้างบน ของไหลที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าจะเคลื่อนที่เข้ามาแทนที่ ทำให้เกิดมีการหมุนเวียนของของไหลขึ้น ของไหลจะเคลื่อนเข้ามารับความร้อนจากผนังอยู่ตลอดเวลา จะเห็นได้ว่าการเคลื่อนที่ของของไหลในกรณีนี้ เกิดขึ้นจากความแตกต่างของความหนาแน่นของของไหล

การพาโดยการบังคับ ซึ่งเกิดขึ้นเมื่อของไหลมีความเร็วอยู่แล้วโดยกลไกภายนอก เช่น พัดลม หรือ เครื่องสูบน้ำ เมื่อของไหลมีความเร็ว เราจะต้องทราบกลไกในการเคลื่อนที่ของของไหลก่อนโดยปกติ เรา จะแบ่งการไหลของของไหลเป็นสองแบบ คือ การไหลแบบราบเรียบ (Laminar Flow) และการไหลแบบ ปั่นป่วน (Turbulent Flow) ในการไหลแบบราบเรียบ ซึ่งของไหลไหลเป็นชั้น ๆ ขนานกัน ความร้อนจะถ่ายเท จากผิวของของแข็งโดยการนำและถ่ายเทต่อ ๆ กันไปในของไหลโดยการนำผ่านชั้นของของไหล ในกรณีของ การไหลแบบปั่นป่วน ซึ่งของไหลเคลื่อนที่อย่างไม่ระเบียบมีการเคลื่อนที่ตั้งฉากกับทิศทางของการไหลด้วย การเคลื่อนที่ของความร้อนส่วนใหญ่จะเกิดจากอนุภาคของของไหลที่ได้รับความร้อนมา แล้วเคลื่อนที่นำความ ร้อนไปยังที่อื่น ดังนั้นยิ่งการไหลแบบปั่นป่วนมากเท่าใด การเคลื่อนที่ของความร้อนจะยิ่งมากขึ้นเท่านั้น

การคำนวณอัตราการเคลื่อนที่ของความร้อนโดยการพานั้นเป็นสิ่งยุ่งยาก เมื่อพิจารณาแล้ว มี หลายสิ่งหลายอย่างที่มีผลต่อการเคลื่อนที่ของความร้อนแบบการพานี้ เช่น คุณสมบัติต่าง ๆ ของของไหล เช่น ความหนาแน่น ความร้อนจำเพาะ ความหนืด ฯลฯ ความเร็วของของไหล ความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิของ พื้นผิวของของแข็ง และของไหล เป็นต้น นิวตัน (Newton) ได้ตัดปัญหาความยุ่งยากเหล่านี้ โดยเสนอสมการ สำหรับคำนวณอัตราการเคลื่อนที่ของความร้อนโดยการพา ดังนี้

$$q = h(T_H - T_C)$$

โดยที่

h คือ สัมประสิทธิ์การพาความร้อน (heat transfer coefficient) มีหน่วยเป็น $W/m^2 K$ ในระบบ SI และ $Btu/ft^2 hr ^\circ F$ และ q คือ อัตราการถ่ายเทความร้อนต่อหน่วยพื้นที่ของของแข็งที่สัมผัสกับของไหล

T_H คืออุณหภูมิที่ร้อนกว่า (ของของไหล หรือพื้นผิวของของแข็ง) และ

T_C คืออุณหภูมิที่เย็นกว่า (ของของไหล หรือพื้นผิวของของแข็ง)

สมการนี้เป็นสมการที่ใช้สำหรับคำนวณอัตราการถ่ายเทความร้อนโดยการพาในกรณีทั่ว ๆ ไป ปริมาณที่สำคัญที่สุดในสมการนี้ก็คือน h (สัมประสิทธิ์การพาความร้อน)

จะเห็นว่าปริมาณต่าง ๆ มากมายที่มีอิทธิพลต่อการพาความร้อน เช่น ลักษณะและการ วางตัวของพื้นผิว ความเร็วของของไหล (ในกรณีของการพาโดยการบังคับ) ความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่าง พื้นผิวและของไหล (ในกรณีการพาแบบธรรมชาติ) เพราะปริมาณนี้จะทำให้เกิดการหมุนเวียนของของไหลขึ้น คุณสมบัติต่าง ๆ ของของไหล เช่น ความหนาแน่น ความหนืด ค่าการนำความร้อน ความร้อนจำเพาะ เป็นต้น การที่คำนวณอัตราการถ่ายเทความร้อนได้ จะต้องทราบถึงปริมาณที่กล่าวมาว่ามีอิทธิพลอย่างไรต่อค่า h วิธีการคำนวณค่า h จึงเป็นกระบวนการที่ซับซ้อน สมการทั่วไปสมการเดียวไม่สามารถใช้ได้ในทุกกรณี จะใช้ การเปิดตารางเพื่อให้รู้ค่าของสัมประสิทธิ์การพาความร้อนโดยประมาณ

2.2.3 การแผ่รังสีความร้อน

การแผ่รังสีความร้อน (Radiation) เป็นการถ่ายเทความร้อนออกรอบตัวทุกทิศทาง โดยไม่ต้องอาศัยตัวกลางในการส่งถ่ายพลังงาน ดังเช่น การนำความร้อน และการพาความร้อน การแผ่รังสีสามารถถ่ายเทความร้อนผ่านอวกาศได้ วัตถุทุกชนิดที่มีอุณหภูมิสูงกว่า -270°C หรือ 0 K ย่อมมีการแผ่รังสี วัตถุที่มีอุณหภูมิสูงแผ่รังสีคลื่นสั้น วัตถุที่มีอุณหภูมิต่ำแผ่รังสีคลื่นยาว เช่น การตากปลาแห้ง ตากเสื้อผ้ากลางแจ้ง ทั้งนี้การแผ่รังสี คือการถ่ายโอนความร้อนโดยไม่ต้องผ่านตัวกลางใดๆ เช่น ความร้อนที่เกิดจากดวงอาทิตย์ถือเป็นความร้อนที่เกิดจากการถ่ายโอนความร้อน โดยการแผ่รังสี โดยที่วัตถุแต่ละชนิดสามารถดูดกลืนความร้อนจากการแผ่รังสีได้ไม่เท่ากัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับ

1. สีของวัตถุ วัตถุสีดำหรือสีเข้มดูดกลืนความร้อนได้ดีกว่าวัตถุสีขาวหรือสีอ่อน
2. ผิววัตถุ วัตถุผิวขรุขระดูดกลืนความร้อนได้ดีกว่าวัตถุผิวเรียบและขัดมัน

คุณสมบัติของการแผ่รังสี

เมื่อการแผ่พลังงานไปกระทบกับพื้นผิวของวัตถุ ส่วนหนึ่งเกิดการสะท้อน ส่วนหนึ่งถูกดูดกลืนไว้ และอีกส่วนหนึ่งถูกส่งผ่านวัตถุ

กลไกทางกายภาพ

ประเภทของการแผ่รังสีของคลื่นสนามแม่เหล็กไฟฟ้ามีอยู่หลายประเภท แต่ในที่นี้จะพูดถึงการแผ่รังสีความร้อนเท่านั้น ซึ่งจะกล่าวได้ว่าผลที่เกิดจากแพร่ด้วยความเร็วของแสง $3 \times 10^8\text{ m/s}$ ความเร็วนี้เท่ากับผลที่ได้จากความยาวคลื่นและความถี่ของการแผ่รังสี

$$C = \lambda v$$

โดยที่ C = ความเร็วแสง, λ = ความยาวคลื่น, v = ความถี่
หน่วยของ λ อาจเป็น cm, Angstrom หรือ μm

2.3 เครื่องควบคุมแบบลอจิกที่โปรแกรมได้ (Programmable Logic Controller: PLC)

2.3.1 ประวัติความเป็นมา

เมื่อปี พ.ศ. 2511 ในฝ่าย Hydromatic ของบริษัท General Motors ประเทศสหรัฐอเมริกา ได้คิดค้นอุปกรณ์ควบคุมแบบใหม่เพื่อใช้ทดแทนวงจรไฟฟ้าแบบเดิมที่ใช้กันอยู่ในโรงงานอุตสาหกรรมของบริษัท และในปี พ.ศ. 2512 PLC ได้ถูกผลิตขึ้นในจำนวนประเทศสหรัฐอเมริกาเป็นแห่งแรก ส่วนในประเทศไทย ญี่ปุ่น PLC ได้ถูกพัฒนาขึ้นมาภายหลังจากที่บริษัท ออมรอน (OMRON) ประเทศญี่ปุ่นประสบความสำเร็จในการผลิตโซลิด - สเตทรีเลย์ (Solid State Relay) ในปี พ.ศ. 2508 หลังจากนั้นอีก 5 ปี PLC ก็ถูกนำออกจำหน่ายสู่ท้องตลาดเป็นที่แพร่หลายในเวลาต่อมา

PLC ของแต่ละบริษัทจะมีชื่อเรียกแตกต่างกันในแต่ละประเทศก็คือ
 PC หรือ Programmable Controller เรียกกันในประเทศอังกฤษ
 PLC หรือ Programmable Logic Controller เรียกกันในประเทศสหรัฐอเมริกา
 PBS หรือ Programmable Binary System เรียกกันในกลุ่มประเทศสแกนดิเนเวีย

PLC เป็นอุปกรณ์ชนิดโซลิด - สเตต (Solid State) ที่ทำงานแบบลอจิก (Logic Function) การออกแบบการทำงานของ PLC จะคล้ายกับหลักการทำงานของคอมพิวเตอร์ จากหลักการพื้นฐานแล้ว PLC จะประกอบด้วยอุปกรณ์ที่เรียกว่า Solid - State Digital Logic Elements เพื่อให้ทำงานและการตัดสินใจแบบลอจิก PLC ใช้สำหรับควบคุมกระบวนการทำงานของเครื่องจักรและอุปกรณ์ในโรงงานอุตสาหกรรม การใช้ PLC สำหรับการควบคุมเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ต่างๆ ในโรงงานอุตสาหกรรมจะมีข้อได้เปรียบ กว่า การใช้ระบบรีเลย์ (Relay) ซึ่งจำเป็นจะต้องเดินสายไฟฟ้า หรือที่เรียกว่า Hard - Wired ฉะนั้นเมื่อมีความจำเป็นที่ต้องเปลี่ยนขบวนการผลิต หรือลำดับการทำงานใหม่ ก็ต้องเดินสายไฟฟ้าใหม่ ซึ่งเสียเวลาและเสียค่าใช้จ่ายสูง แต่เมื่อเปลี่ยนมาใช้ PLC แล้วการเปลี่ยนขบวนการผลิตหรือลำดับการทำงานใหม่นั้นทำได้โดยการเปลี่ยนโปรแกรมใหม่เท่านั้น นอกจากนี้แล้ว PLC ยังใช้ระบบโซลิด - สเตต ซึ่งน่าเชื่อถือกว่าระบบเดิม การกินกระแสไฟฟ้าน้อยกว่า และสะดวกกว่าเมื่อต้องการขยายขั้นตอนการทำงานของเครื่องจักร

2.3.2 โครงสร้างของ PLC

PLC เป็นอุปกรณ์คอมพิวเตอร์สำหรับใช้ในงานอุตสาหกรรม PLC ประกอบด้วย หน่วยประมวลผลกลาง หน่วยความจำ หน่วยรับข้อมูล หน่วยส่งข้อมูล และหน่วยป้อนโปรแกรม PLC ขนาดเล็ก ส่วนประกอบทั้งหมดของ PLC จะรวมเป็นเครื่องเดียวกัน แต่ถ้าเป็นขนาดใหญ่สามารถแยกออกเป็น ส่วนประกอบย่อยได้

หน่วยความจำของ PLC ประกอบด้วย หน่วยความจำชนิด RAM และ ROM หน่วยความจำชนิด RAM ทำหน้าที่เก็บโปรแกรมของผู้ใช้และข้อมูลสำหรับการปฏิบัติงานของ PLC ส่วน ROM ทำหน้าที่เก็บโปรแกรมสำหรับปฏิบัติงานของ PLC ตามโปรแกรมของผู้ใช้ ROM ย่อมาจาก Read Only Memory สามารถโปรแกรมได้แต่ลบไม่ได้ ถ้าชำรุดแล้วซ่อมไม่ได้

1. RAM (Random Access Memory) หน่วยความจำประเภทนี้จะมีแบตเตอรี่เล็กๆ ต่อไว้เพื่อใช้เลี้ยงข้อมูลระหว่างไฟดับ การอ่านและเขียนลงใน RAM ทำได้ง่ายมาก จึงเหมาะสำหรับการใช้งานในระยะการทดลองเครื่องที่มีการเปลี่ยนแปลงแก้ไขโปรแกรมบ่อยๆ

2. EPROM (Erasable Programmable Read Only Memory) หน่วยความจำชนิด EPROM นี้จะต้องใช้เครื่องมือพิเศษในการเขียนโปรแกรม การลบโปรแกรมทำได้โดยการใช้แสงอัลตราไวโอเล็ต หรือตากแดดร้อนๆ นานๆ มีข้อดีคือข้อมูลที่สูญหายแม้ไฟดับ จึงเหมาะสมกับการทำงานที่ไม่ต้องการเปลี่ยนโปรแกรม

3. EEPROM (Electrical Erasable Programmable Read Only Memory)

หน่วยความจำชนิดนี้ไม่ต้องใช้เครื่องมือพิเศษในการเขียนและลบโปรแกรม โดยใช้วิธีการไฟฟ้าเหมือนกับ RAM นอกจากนั้นก็ไม่จำเป็นต้องมีแบตเตอรี่สำรองเมื่อไฟดับ ราคาจะแพงกว่า แต่จะรวมคุณสมบัติที่ดีของทั้ง RAM และ EPROM เอาไว้ด้วยกัน

2.3.3 การทำงานของหน่วยต่าง ๆ ใน PLC

ส่วนของการประมวลผลกลางหรือ CPU (Control Processing Unit) ทำได้โดยรับข้อมูลมาจากหน่วยอินพุตเอาต์พุต และส่งข้อมูลสุดท้ายที่ได้จากการประมวลผลไปยังหน่วยเอาต์พุต เรียกว่า การสแกน (Scan) ซึ่งใช้เวลาจำนวนหนึ่ง เรียกว่า เวลาสแกน (Scan Time) เวลาในการสแกนแต่ละรอบใช้เวลาประมาณ 1 ถึง 100 msec. (10 msec. = 100 ครั้งต่อวินาที) ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับข้อมูลและความยาวของโปรแกรม หรือจำนวนอินพุตและเอาต์พุต หรือจำนวนอุปกรณ์ที่ต่อจาก PLC เช่น เครื่องพิมพ์ จอภาพ เป็นต้น อุปกรณ์เหล่านี้จะทำให้เวลาในการสแกนยาวนานขึ้น

การเริ่มต้นการสแกนเริ่มจากรับค่าของสถานะของอุปกรณ์จากหน่วยความจำ (Memory) เสร็จแล้ว จะทำการปฏิบัติการตามโปรแกรมที่เขียนไว้ที่ละคำสั่งจากหน่วยความจำนั้นจนสิ้นสุดแล้วส่งไปที่หน่วยเอาต์พุต ส่วนของอินพุตและเอาต์พุต (I/O Unit) จะต่อร่วมกับชุดควบคุมเพื่อรับสถานะและสัญญาณต่างๆ เช่น หน่วยอินพุตรับสัญญาณหรือสถานะแล้วส่งไปยัง CPU เพื่อประมวลผล เมื่อ CPU ประมวลผลแล้วจะส่งให้ส่วนของเอาต์พุต เพื่อให้อุปกรณ์ทำงานตามโปรแกรมที่กำหนดไว้ สัญญาณอินพุตจากภายนอกที่เป็นสวิทช์และตัวตรวจจับชนิดต่างๆ จะถูกแปลงให้เป็นสัญญาณที่เหมาะสมถูกต้อง ไม่ว่าจะเป็น AC หรือ DC เพื่อส่งให้ CPU ดังนั้นสัญญาณเหล่านี้จึงต้องมีความถูกต้อง ไม่เช่นนั้นแล้ว CPU จะเสียหายได้สัญญาณอินพุตที่ดีจะต้องมีคุณสมบัติและหน้าที่ดังนี้

1. ทำให้สัญญาณเข้า ได้ระดับที่เหมาะสมกับ PLC

2. การส่งสัญญาณระหว่างอินพุตกับ CPU จะติดต่อกันด้วยลำ แสง ซึ่งอาศัยอุปกรณ์ประเภทโฟโตทรานซิสเตอร์เพื่อต้องการแยกสัญญาณ (Isolate) ทางไฟฟ้าให้ออกจากกัน เป็นการป้องกันไม่ให้ CPU เสียหายเมื่ออินพุตเกิดลัดวงจร

3. หน้าสัมผัสจะต้องไม่สั่นสะเทือน (Contact Chattering) ในส่วนของเอาต์พุตจะทำหน้าที่รับค่าสถานะที่ได้จากการประมวลผลของ CPU แล้วนำค่าเหล่านี้ไปควบคุมอุปกรณ์ทำงานเช่น รีเลย์ โซลินอยด์ หรือหลอดไฟ เป็นต้น นอกจากนั้นแล้วยังทำหน้าที่แยกสัญญาณของหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ออกจากอุปกรณ์เอาต์พุต โดยปกติเอาต์พุตนี้จะมีความสามารถขับโหลดด้วยกระแสไฟฟ้าประมาณ 1-2 แอมแปร์ แต่ถ้าโหลดต้องการกระแสไฟฟ้ามากกว่านี้ จะต้องต่อเข้ากับอุปกรณ์ขับอื่นเพื่อขยายให้รับกระแสไฟฟ้ามากขึ้น เช่น รีเลย์ หรือคอนแทคเตอร์ เป็นต้น

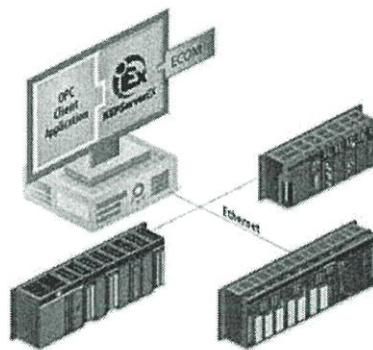
ส่วนป้อนโปรแกรม (Programming Device) มีหน้าที่คือควบคุมโปรแกรมของผู้ใช้ลงในหน่วยความจำของ PLC นอกจากนั้นแล้วยังทำหน้าที่ติดต่อระหว่างผู้ใช้กับ PLC เพื่อให้ผู้ใช้สามารถตรวจการปฏิบัติงานของ PLC และผลการควบคุมเครื่องจักรและกระบวนการตามโปรแกรมควบคุมที่ผู้ใช้เขียนขึ้นอีกด้วย

2.3.4 ความสามารถในการควบคุมของ PLC

- 1) งานที่ทำตามลำดับก่อนหลัง (Sequence Control) เช่น การทำงานของระบบรีเลย์ การทำงานในระบบกึ่งอัตโนมัติ ระบบอัตโนมัติ หรืองานที่เป็นกระบวนการทำงานของเครื่องจักรกลต่าง ๆ
- 2) งานควบคุมสมัยใหม่ (Sophisticated Control) เช่น การทำงานด้านคณิตศาสตร์ บวก ลบ คูณ ทหาร การควบคุมอุณหภูมิ การควบคุมความดัน การควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ หรือ สเตปเปอร์มอเตอร์
- 3) การควบคุมเกี่ยวกับงานอำนวยการ (Supervisory Control) เช่น งานสัญญาณเตือน งานต่อร่วมกับคอมพิวเตอร์ทางพอร์ต RS-232 งานควบคุมอัตโนมัติในโรงงานอุตสาหกรรม LAN (Local Area Network) WAN (Wide Area Network) เป็นต้น

2.4 OPC (OLE for Process Control)

OPC หรือ OLE for Process Control เป็นตัวกลางในการสื่อสารข้อมูลระหว่าง Controller เช่น PLC, DCS กับ HMI, SCADA ที่คนละยี่ห้อกันเพื่อให้สามารถสื่อสารกันได้ แต่ถ้าอุปกรณ์ยี่ห้อเดียวกันอันนี้แล้วแต่บริษัทนั้น ๆ แล้วว่าวางคอนเซ็ปต์ไว้ว่าต้องใช้ OPC หรือไม่ ส่วนมากหากอุปกรณ์ยี่ห้อเดียวกันก็มักไม่จำเป็นต้องใช้



รูปที่ 2.5 OPC Server

OPC Server ทำให้ผู้ผลิตอุปกรณ์ทั้งหลายบนโลกใบนี้สามารถพัฒนาระบบสื่อสารข้อมูลของตน ให้เป็นไปตามมาตรฐานเดียวกัน บ้างก็เป็น Server (ผู้ให้ข้อมูลซึ่งมักจะเป็นอุปกรณ์หรือเครื่องมือต่างๆในโรงงาน เช่น Sensor, Controller, PLC, หรือ HMIs) กับ Client (ผู้ใช้ข้อมูลซึ่งมักจะเป็นระบบการบริหารจัดการทรัพยากรต่างๆเช่น HMIs , SCADA) ทั้งนี้การประยุกต์ใช้ส่วนใหญ่จะเป็นการช่วยให้มีการแลกเปลี่ยนข้อมูลจาก อุปกรณ์ต่างค่ายกัน หรือ การรวบรวมข้อมูลจากอุปกรณ์ต่างๆที่หลากหลายในเชิงของข้อมูลมีรูปแบบและมาตรฐานที่แตกต่างกันทำได้ง่ายขึ้น

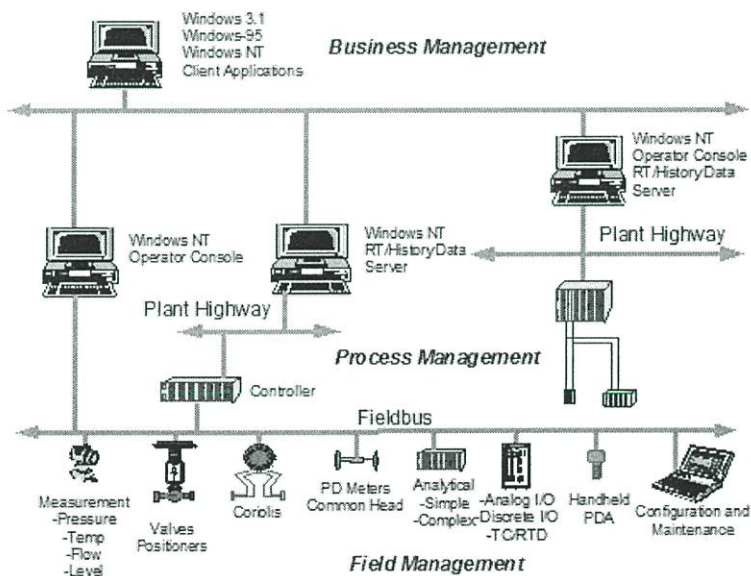
2.4.1 ประวัติของ OPC

OPC ถือกำเนิดจากการรวมตัวกันของบรรดาบริษัททางด้าน Process Control และ Factory Automation 5 บริษัท คือ Intellution, Fisher-Rosemount, Rockwell Software, OPTO-22 และ Intuitiv Software ร่วมกับ Microsoft เพื่อก่อตั้ง OPC Organization ขึ้นมาและมีการประชุมผู้เกี่ยวข้องครั้งแรกเมื่อ

พฤษภาคม ปี 1995 หลังจากนั้น Specification ฉบับร่างก็เสร็จสิ้นในเดือน ธันวาคม ปี 1995 และต่อมาฉบับจริงได้เสร็จสิ้นและตีพิมพ์ในเดือน สิงหาคม ปี 1996 เป็น OPC Specification Version 1.0 หลังจากนั้นได้มีการจัดตั้งกองทุน OPC (OPC Foundation) และมีการจัดประชุมกันครั้งแรกในเดือน ตุลาคม 1996 โดยกองทุนดังกล่าวจะนำมาเพื่อใช้ในการพัฒนา OPC โดยได้รับการสนับสนุนจาก บริษัทต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับงานทางด้านนี้เข้าร่วมเป็นสมาชิกปัจจุบัน OPC Foundation มีสมาชิกทั่วโลก 140 บริษัท และมีแนวโน้มจะเพิ่มขึ้น

2.4.2 ระบบควบคุมในปัจจุบันและปัญหาที่เกิดขึ้น

ปัจจุบันระบบการควบคุมในอุตสาหกรรม เป็นการควบคุมผ่านระบบคอมพิวเตอร์สำหรับโรงงาน หรือที่เรียกกันว่า Programmable Logic Control (PLC) โดยมีผู้ควบคุมเครื่อง คอยเฝ้าดูและสั่งการผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ โดยโปรแกรมที่มีหน้าที่นำค่าข้อมูลจากเครื่องมือวัดไปแสดงผลบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ และรับค่าที่ได้จากผู้ควบคุมเครื่องมาสั่งให้ PLC ทำงานนั้น เรียกว่า Man Machine Interface (MMI) นอกจากนี้ยังมีการนำข้อมูลต่างๆ ที่ได้รับมาจากอุปกรณ์การวัด (Sensor) ต่างๆ มาวิเคราะห์เพื่อใช้ประโยชน์ต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นการใช้เพื่อการปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิต หรือใช้เพื่อลดต้นทุนทางธุรกิจ ซึ่งสามารถแสดงโครงสร้างของข้อมูลสำหรับการควบคุมในอุตสาหกรรม ได้ดังรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 แสดงโครงสร้างของข้อมูลสำหรับควบคุมในอุตสาหกรรม

2.4.3 ข้อดีของ OPC

- 1) ผู้พัฒนาโปรแกรมสามารถเขียนซอฟต์แวร์ได้โดยไม่ขึ้นกับฮาร์ดแวร์ของแต่ละบริษัท
- 2) ผู้ใช้มีทางเลือกมากขึ้นในการพัฒนาโปรแกรมในชั้น Business Management หรือ Process Management ได้เป็นอิสระมากขึ้น สามารถลดต้นทุนการพัฒนาซอฟต์แวร์เพื่อใช้ในการควบคุมหรือใช้ในการวิเคราะห์หลังได้
- 3) ขจัดปัญหาความเข้ากันไม่ได้ระหว่างไดรเวอร์ของฮาร์ดแวร์จากต่างบริษัท

2.5 SCADA

2.5.1 ความหมายของ SCADA

SCADA นั้นย่อมาจากคำว่า Supervisory Control And Data Acquisition เป็นระบบตรวจสอบและวิเคราะห์ข้อมูลแบบ Real-time ใช้ในการตรวจสอบสถานะตลอดจนถึงควบคุมการทำงานของระบบควบคุมในอุตสาหกรรมและ งานวิศวกรรมต่าง ๆ เช่น งานด้านโทรคมนาคมสื่อสาร การประปา การบำบัดน้ำเสีย การจัดการด้านพลังงาน อุตสาหกรรมกลั่นน้ำมันและก๊าซ อุตสาหกรรมเคมี อุตสาหกรรมประกอบรถยนต์ การขนส่ง กระบวนการนิวเคลียร์ในโรงไฟฟ้า เป็นต้น ตัวอย่างการใช้งานเช่นใช้ SCADA ตรวจสอบข้อมูลเช่นการรั่วไหลของของเหลวที่เกิดขึ้นในท่อขนส่งจากตัว ตรวจสอบแล้วส่งสัญญาณแจ้งเตือนให้พนักงานทราบ โดยส่งข้อมูลสู่ส่วนกลางของระบบ SCADA เป็นต้น

นอกจากนั้น SCADA อาจทำหน้าที่คำนวณและประมวลผลข้อมูลที่ได้จากฮาร์ดแวร์ต่าง ๆ เช่น PLC, Controller, DCS, RTU แล้วแสดงข้อมูลทางหน้าจอ หรือส่งสัญญาณควบคุมฮาร์ดแวร์ดังกล่าว เช่นหากอุณหภูมิของอุปกรณ์สูงเกินพิกัด ให้ทำการปิดอุปกรณ์นั้น เป็นต้น โดยสั่งงานผ่าน PLC หรือ Controller ที่ติดต่อกันอยู่ ทั้งนี้ SCADA สามารถเก็บรวบรวมข้อมูลที่ได้จากระบบควบคุมทั้งหมดไว้ในฐานข้อมูลเพื่อให้พนักงานหรือโปรแกรมอื่น ๆ สามารถนำไปใช้งานได้ SCADA นั้นเข้าไปมีส่วนในงานควบคุมทั้งเล็กและใหญ่ที่ต้องการแสดงผล แลกเปลี่ยนข้อมูล หรือควบคุมระบบต่าง ๆ จากส่วนกลาง เพื่อการทำงานของระบบรวมทั้งสัมพันธ์กัน มองเห็นภาพรวมได้อย่างชัดเจนและมีความรวดเร็วต่อเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น ระบบ SCADA ในปัจจุบันมีความสามารถในการสื่อสาร ควบคุม และประมวลผลข้อมูลจาก I/O ของอุปกรณ์เช่น PLC, DCS, RTU ได้ถึงระดับที่เกินหนึ่งแสน I/O แล้ว และได้รับการพัฒนาให้มีความสามารถรองรับความต้องการใหม่ ๆ ของผู้ใช้งานอย่างต่อเนื่องตลอดมา

SCADA เหมาะสมกับงาน

- การตรวจสอบ
- การเก็บรวบรวมข้อมูลของกระบวนการผลิต
- การบริหารระบบควบคุม

ของกลุ่มโรงงานอุตสาหกรรมขนาดใหญ่บริเวณกระบวนการผลิตครอบคลุมพื้นที่กว้าง หรือโรงงาน อุตสาหกรรมมีกระบวนการผลิตอิสระติดตั้งกระจายทั่วบริเวณ พื้นที่การผลิต รวมถึงระบบสาธารณสุขประ โภคต่างๆ

2.5.2 ส่วนประกอบ ระบบ SCADA

ส่วนประกอบหลัก ๆ ของระบบ SCADA

1. Field Instrumentation

เป็นเครื่องมือ หรือเซ็นเซอร์ที่เชื่อมต่อกับเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ที่ถูกควบคุมหรือถูก ตรวจสอบ อุปกรณ์นี้จะ เปลี่ยน Physical Parameter เช่น Fluid Flow ,Velocity Fluid Level ให้เป็น Electrical Signal เช่น Voltage หรือ Current ซึ่งสามารถอ่านค่าเหล่านี้ได้โดย Remote Station Equipment ผลลัพธ์ที่ได้เป็นได้ทั้ง Analog และ Digital

2. Remote Station

เป็นส่วนที่ทำการรวบรวมข้อมูลจากเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ และส่งไปยังศูนย์กลางระบบ SCADA ซึ่งอาจจะ เป็น Remote Terminal Unit (RTU)หรือ Programmable Logic Controller (PLC) ก็ได้ RTU คือ อุปกรณ์ ใช้ในการตรวจจับสัญญาณจาก Field Sensor แล้วส่งสัญญาณข้อมูลให้ Controller ควบคุมอุปกรณ์

3. Communication Network

เป็นการส่งข้อมูลดิจิทัลระหว่างสถานที่หนึ่งไปยังสถานที่หนึ่งโดยผ่านตัวกลางในการติดต่อสื่อสาร เช่น สาย เคเบิล คลื่นวิทยุ หรือผ่านระบบ GSM/GRSP

2.5.3 Software ของ SCADA

Software ของ SCADA ที่เลือกใช้คือ LabVIEW Software

2.5.4 โปรแกรม LabVIEW

LabVIEW เป็นโปรแกรมที่ใช้ติดต่อสื่อสารกับเครื่องมือต่างๆที่อยู่ภายนอกผ่านบอร์ด Data Acquisition ใช้งานเป็น monitoring หรือในการควบคุมการวัดค่าต่างๆ เช่น strain อุณหภูมิ หรือสัญญาณ อื่นๆ โดยมีตัวเซ็นเซอร์รับสัญญาณเข้ามา โดยเอาต์พุตที่ได้จากเซ็นเซอร์เหล่านี้จะมีค่าเป็นแรงดันหรือกระแส ซึ่ง LabVIEW สามารถอ่านค่าที่ผ่านเข้ามาทาง DAQ Card แล้วบันทึกค่าเป็นไฟล์ข้อมูลได้ ดังนั้นการนำ LabVIEW ไปใช้จะต้องพิจารณาถึงวัตถุประสงค์และ application ที่จะใช้ก่อนว่ามี input เป็นอะไร และ ต้องการ outputอะไร จากนั้นจึงทำการเลือก hardware ให้ตรงตามต้องการ

การใช้งาน LabVIEW ผู้ใช้ควรมีพื้นฐานด้านการเขียนโปรแกรมพอสมควร เนื่องจากการติดต่อสื่อสาร ระหว่างโปรแกรมกับเครื่องมือต่างๆที่อยู่ภายนอก นั้น ผู้ใช้ต้องเขียนโปรแกรมคำสั่งการทำงานเพื่อเรียกข้อมูล การวัดแล้วนำ มาprocess ให้เป็น monitoring หรือการเขียนคำสั่งเพื่อการควบคุมระบบเช่น ให้โปรแกรม

สามารถตรวจสอบค่า Strain ที่อ่านได้ว่าถ้ามีค่าไม่เกินกว่าที่กำหนดแล้วจึงค่อยส่งค่าส่งไปควบคุมให้ อุปกรณ์ อื่นๆ ทำงานต่อได้ เป็นต้น

2.5.4.1 องค์ประกอบของโปรแกรม LabVIEW

1. Front panel เป็นส่วนตั้งค่าการวัดและอ่านค่าตัวเลขหรือกราฟที่ออกมาจากblock diagram จึงทำหน้าที่เหมือนเครื่องมือวัดจริงโดย inputที่ป้อนเข้าไปจะเป็นตัวควบคุม ส่วน output ที่ออกมาจะเป็นตัวแสดงผล
2. Block diagram ทำหน้าที่เสมือนเป็น Source code โดยใช้โปรแกรมภาษากราฟิก องค์ประกอบของ block diagram นี้จะแทนโปรแกรม Node เช่น for loop, case structure และฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์ เป็นต้น
3. Icon/Connector ภายใน Front panel จะประกอบด้วย icon ต่างๆและมีสายเชื่อมต่อกันในแต่ละicon ซึ่งเมื่อเชื่อมต่อกันแล้ว จะสามารถเปลี่ยน Virtual instrument (VI) นี้ให้เป็น Sub VI หรือ Objectที่น่ากลับมาใช้ใน block diagram ได้อีก

2.5.4.2 ความสามารถของโปรแกรม LabVIEW

เนื่องจากบริษัท National Instrument(NI) ซึ่งเป็นผู้พัฒนาโปรแกรม LabVIEW มี Product ในการพัฒนาอยู่มากมายทั้ง Hardware และ Software จึงทำให้โปรแกรม LabVIEW มีความสามารถในการติดต่อ Hardware อย่างหลากหลายเช่น

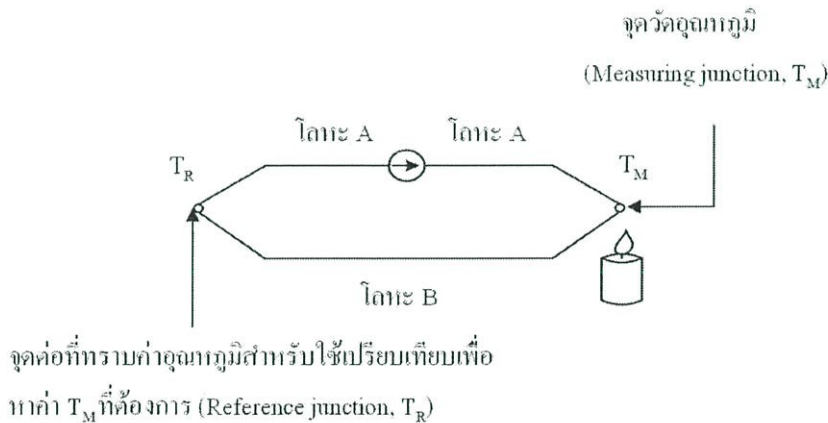
- DAQ (Data acquisition card) ซึ่งทาง NI ได้มี DAQ ออกมาหลายรูปแบบโปรแกรม LabVIEW สามารถติดต่อ DAQ ได้อย่างง่ายดายและรวมถึง DAQ ของบริษัทฯผู้ผลิตอื่นๆก็จำเป็นต้องมี LabVIEW Driver ไว้เป็นมาตรฐาน
- IEEE488 ซึ่งเป็น Port มาตรฐานของเครื่องมือวัด LabVIEW สามารถติดต่อได้แน่นอน
- RS-232, RS-485, USB, Parallel Port, SPK.MIC, RJ-45, RJ-11
- Distribution I/O ยี่ห้อต่างๆ
- เครื่องมืออื่นๆที่มี Port ที่ติดต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์ เช่น เครื่องมือวัดทางเคมี, ทาง Physics, เครื่องมือวัดในอุตสาหกรรมต่างๆ
- Protocol ต่างๆในทางอุตสาหกรรม LabVIEW ก็สามารถติดต่อสื่อสารได้ รวมทั้ง PLC ยี่ห้อต่างๆ และ งาน SCADA LabVIEW ก็สามารถทำได้เหมือนโปรแกรม SCADA ทั่วไป และบริษัท NI ยังมี PLC ของตนเองขายอีก
- ความสามารถในการทำ Image Processing ก็ทำได้ไม่แพ้ Image Processing ในท้องตลาด
- สามารถติดต่อกับ Database มาตรฐาน รวมทั้งการควบคุมการทำงานกับโปรแกรม MS-OFFICE และ อื่นๆใน windows
- อื่นๆอีกหลากหลาย ซึ่งความสามารถทั้งหมดมีตัวกลางที่ทำให้ประสานกันได้ด้วย LabVIEW ซึ่งทำให้ การจัดทำ Application ง่ายและเบ็ดเสร็จในตัวเอง ในขณะที่โปรแกรมอื่นๆไม่มีครบได้ขนาดนี้

2.6 เทอร์โมคัปเปิล (Thermocouple)

เทอร์โมคัปเปิล คืออุปกรณ์วัดอุณหภูมิโดยใช้หลักการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิหรือความร้อนเป็นแรงเคลื่อนไฟฟ้า (emf) เทอร์โมคัปเปิลทำมาจากโลหะตัวนำที่ต่างชนิดกัน 2 ตัว (แตกต่างกันทางโครงสร้างของอะตอม) นำมาเชื่อมต่อปลายทั้งสองเข้าด้วยกันที่ปลายด้านหนึ่ง เรียกว่าจุดวัดอุณหภูมิ ส่วนปลายอีกด้านหนึ่งปล่อยให้เปิดไว้ เรียกว่าจุดอ้างอิง หากจุดวัดอุณหภูมิและจุดอ้างอิงมีอุณหภูมิต่างกันก็จะทำให้เกิดการนำกระแสในวงจรเทอร์โมคัปเปิลทั้งสองข้าง

เทอร์โมคัปเปิลประกอบด้วยเส้นลวดโลหะตัวนำต่างชนิดสองเส้นต่อเข้าด้วยกัน [การเชื่อมต่อจุดวัดนี้จะส่งผลต่อช่วงเวลาการตอบสนอง (Response Time) ของการอ่านค่า] ปลายข้างหนึ่งใช้เป็นจุดวัดอุณหภูมิหรือรอยต่อร้อน (Measuring Junction หรือ Hot Junction) ส่วนปลายอีกข้างหนึ่งนำไปต่อกับมิเตอร์หรือวงจรอื่นๆ เพื่อแสดงผล เรียก รอยต่อเย็น (Cold Junction) ใช้สำหรับเป็นจุดอ้างอิง (Reference Junction) ที่จุดนี้ต้องควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ โดยเมื่อบริเวณจุดวัดอุณหภูมิได้รับความร้อนในขณะที่รอยต่อเย็นมีอุณหภูมิคงที่ ความต่างศักย์ระหว่างรอยต่อร้อนและรอยต่อเย็นที่เกิดขึ้น จะทำให้เกิดการไหลของกระแสไฟฟ้าขึ้น ค่ากระแสไฟฟ้าหรือแรงดันไฟฟ้าที่เกิดขึ้นสามารถวัดค่าและปรับให้อยู่ในหน่วยของอุณหภูมิได้ โดยการเปลี่ยนแปลงของค่าแรงดันไฟฟ้าขึ้นอยู่กับชนิดของโลหะตัวนำของเทอร์โมคัปเปิลและอุณหภูมิที่จุดวัด

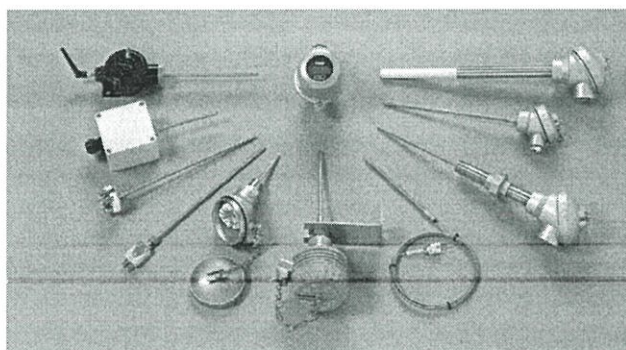
ลักษณะวงจรของเทอร์โมคัปเปิลแสดงดังรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.7 วงจรของเทอร์โมคัปเปิล

โดยทั่วไปเทอร์โมคัปเปิลที่นำไปใช้งานอยู่ในรูปของชีตเทอร์โมคัปเปิล (Sheath Thermocouple) บางครั้งเรียกว่า ปลอกโลหะหรือโพรบ (Probe) หรือติดตั้งไว้ในเทอร์โมเวลล์ (Thermowell) โดยติดตั้งที่บริเวณปลายของโพรบหรือเทอร์โมเวลล์ เพื่อใช้สัมผัสกับตัวกลางใดๆ ที่ต้องการวัดอุณหภูมิโดยไม่เกิดการเสียหาย อุปกรณ์เพิ่มเติมสำหรับการติดตั้งเทอร์โมคัปเปิล เพื่อวัดอุณหภูมิในกระบวนการ ได้แก่ หัวเชื่อมต่อ (Connecting head/Junction box/Terminal box) ซึ่งอุปกรณ์นี้สามารถ

ป้องกันน้ำและฝุ่นละอองได้ วัสดุที่ใช้ทำหัวเชื่อมต่อ ได้แก่ อะลูมิเนียมอัลลอยด์ เหมาะสำหรับการใช้งานทั่วไป และเบคาไลต์ (Bakelite) เหมาะสำหรับการใช้งานภายใต้อุณหภูมิสูงพิเศษ เป็นต้น โดยเวลาที่ใช้ในการอ่านค่าอุณหภูมิด้วยเทอร์โมคัปเปิลหรือช่วงเวลาการตอบสนอง (Response Time) ของเทอร์โมคัปเปิลขึ้นอยู่กับหลายองค์ประกอบ ได้แก่ การเชื่อมต่อจุดวัด ชนิดของวัสดุทำเทอร์โมเวลล์หรือโพรบ ช่องว่างระหว่างโพรบและเทอร์โมคัปเปิล การติดตั้ง และชนิดของของไหลที่ต้องการวัดอุณหภูมิ เป็นต้น



รูปที่ 2.8 ลักษณะของเทอร์โมคัปเปิลในรูปแบบต่าง ๆ

2.6.1 คุณสมบัติของเทอร์โมคัปเปิลแบบมาตรฐาน (Characteristic of Standard Thermocouples)

1.ความไว (Sensitivity) จากตารางแรงเคลื่อนของ NBS แสดงว่าย่านของแรงเคลื่อนจากเทอร์โมคัปเปิลจะมีค่าน้อยกว่า 100 mV แต่ความไวที่แท้จริงในการใช้งานจะขึ้นอยู่กับการใช้งานจริงปรับสภาพสัญญาณและตัวเทอร์โมคัปเปิลเอง

2.โครงสร้าง (Construction) โครงสร้างของเทอร์โมคัปเปิลมีลักษณะดังรูปที่ 5 โดยต้องมีลักษณะดังนี้คือ: มีความต้านทานต่ำ ให้สัมประสิทธิ์อุณหภูมิสูง ต้านทานต่อการเกิดออกไซด์ที่อุณหภูมิสูงๆ ทนต่อสภาวะแวดล้อมที่นำไปใช้วัดค่า และเป็นเชิงเส้นสูงที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ ตัวฝักหรือท่อป้องกันส่วนมากจะทำจากสแตนเลส ความไวของเทอร์โมคัปเปิลขึ้นอยู่กับความหนาของท่อป้องกันทั้งเยอรมันเนียมและซิลิคอนจะทำให้คุณสมบัติการเกิดเทอร์โมอิเล็กทริกจึงใช้กันมากในอุปกรณ์ทำความเย็น (Peltier Element) มากกว่าที่จะใช้เป็นเทอร์โมคัปเปิลวัดอุณหภูมิ

ขนาดของสายเทอร์โมคัปเปิลกำหนดได้จากการใช้งานแต่ละอย่าง และมีขนาดจาก #10 ในสภาวะแวดล้อมที่ไม่คงที่ จนถึงขนาด # 30 หรือแม้กระทั่ง 0.02 mm ซึ่งเป็นสายแบบไมโครไวร์ (Microwire) ที่ใช้กับการวัดอุณหภูมิการกลั่นในงานทางชีววิทยา

3.ย่านการใช้งาน (Range) ย่านอุณหภูมิการใช้งานและความไวในการวัดของเทอร์โมคัปเปิล แต่ละตัว จะแตกต่างกันตามแต่ละสมาคมจะกำหนด ในส่วนที่สำคัญคือค่าแรงเคลื่อนที่ออกมาจากแต่ละอุณหภูมิจะต้องอ้างอิงกับตารางค่ามาตรฐานของแต่ละสมาคมที่ใช้ให้ถูกต้องเป็นเอกภาพเดียวกันหมดทั้งระบบ

4. เวลาตอบสนอง (Time Response) เวลาตอบสนองของเทอร์โมคัปเปิลขึ้นอยู่กับขนาดของสายและวัสดุที่นำมาทำท่อป้องกันตัวเทอร์โมคัปเปิล

5. การปรับสภาพสัญญาณ (Signal Conditioning) ปกติแรงเคลื่อนของเทอร์โมคัปเปิลจะมีขนาดน้อยมากจึงจำเป็นต้องมีการขยายสัญญาณโดยใช้โอปแอมป์ขยายความแตกต่างที่มีอัตราขยายสูงๆ

2.6.2 การใช้งานเทอร์โมคัปเปิลมาตรฐาน (Characteristic in Application of Thermocouple Standard Type)

ในปัจจุบัน พบว่ามีเทอร์โมคัปเปิลมาตรฐานอยู่ 7 ชนิดตามมาตรฐานของ ANSI และ ASTM โดยการจำแนกตามประเภทของวัสดุที่ใช้ทำได้แก่

1. เทอร์โมคัปเปิลแบบ S ประดิษฐ์โดยนาย Le Chatelier ในปี 1886

ข้อดีของแบบ S

- เหมาะกับการใช้งานในสภาวะที่เกิดปฏิกิริยาเคมีแบบออกซิไดซิง (oxidizing)
- เหมาะกับการใช้งานในสภาวะงานเฉื่อย (inert) คืองานที่ไม่เปลี่ยนแปลงปฏิกิริยาใดๆ ได้ง่าย ๆ
- นิยมใช้กับงานวัดตัวแปรที่มีอุณหภูมิสูง เช่น เตาหลอมเหล็ก
- วัดอุณหภูมิต่อเนื่องได้จากช่วง 0 ถึง 1550^oc และอุณหภูมิช่วงสั้นได้จากช่วงประมาณ -50 ถึง ประมาณ 1700^oc
- หากอยู่ภายใต้สภาวะที่เหมาะสมจะให้ความเที่ยงตรงสูงที่สุด
- ใช้ในการสอบเทียบ ตั้งแต่จุดแข็งตัวของแอนติโมนี (630.74^oc) จนถึงจุดแข็งตัวของทองแดง (1064.43^oc) ตามมาตรฐาน IPTS 68

ข้อเสียของแบบ S

- ต้องใช้ท่อป้องกันในทุกสภาวะบรรยากาศ
- ไม่เหมาะกับงานที่มีปฏิกิริยาแบบรีดิวซิง (reducing)
- ไม่เหมาะกับงานที่เป็นสุญญากาศ (vacuum)
- ไม่เหมาะกับงานที่มีไอโลหะ เช่น สังกะสี ตะกั่ว
- ไม่เหมาะกับงานที่มีไอของโลหะ เช่น จำพวก อาเซนิก ซัลเฟอร์ ฟอสฟอรัส เพราะจะมีอายุการใช้งานสั้นลง

2. เทอร์โมคัปเปิลแบบ R เป็นแบบที่เหมาะสมกับการวัดอุณหภูมิสูง ๆ

ข้อดีของแบบ R

- ให้แรงเคลื่อนทางด้านเอาต์พุตสูงกว่าแบบ S
- วัดอุณหภูมิต่อเนื่องได้จากช่วง 0 ถึง 1600^oc
- วัดอุณหภูมิช่วงสั้นได้จากช่วง -50 ถึง ประมาณ 1700^oc
- เหมาะกับการวัดอุณหภูมิสูงๆ เช่น ในเตาหลอมเหล็ก อุตสาหกรรมแก้ว
- ทนทานต่อการกัดกร่อน และให้เสถียรภาพของอุณหภูมิที่ดี

ส่วนลักษณะข้อเสียเช่นเดียวกับแบบ S แต่ส่วนที่เพิ่มเติมคือ ให้ความเป็นเชิงเส้นต่ำเพิ่ม และอุณหภูมิต่ำกว่า 540°C

3.เทอร์โมคัปเปิลแบบ B ผลิตครั้งแรกเมื่อปี 1954 ในประเทศเยอรมัน

ข้อดีของแบบ B

- วัดอุณหภูมิต่อเนื่องได้จากช่วงประมาณ 100 ถึงประมาณ 1600°C
- วัดอุณหภูมิช่วงสั้นได้จากช่วงประมาณ 50 ถึงประมาณ 1750°C
- แข็งแรงกว่าแบบ S และแบบ R
- เหมาะกับการใช้งานในสภาวะที่มีปฏิกิริยาแบบออกซิไดซิงและสภาวะเฉื่อย ให้ความเป็นเชิงเส้นของสัญญาณ (linearity) ดี

ข้อเสียของแบบ B

- ให้แรงเคลื่อนของไฟฟ้าน้อยกว่าแบบอื่น ๆ เมื่อวัดอุณหภูมิที่เงื่อนไขเดียวกัน
- ไม่เหมาะกับสภาวะที่ก่อให้เกิดปฏิกิริยาแบบรีดิวซิง
- ไม่เหมาะกับสภาวะที่เป็นสุญญากาศ
- ไม่เหมาะกับสภาพงานที่มีไอของโลหะและอโลหะเช่นเดียวกับแบบ R และ S
- ให้ค่าแรงเคลื่อนไฟฟ้าสองค่า (double value region) จากอุณหภูมิในช่วง $0-42^{\circ}\text{C}$ (ดังรูปตัวอย่างด้านล่าง) ทำให้ไม่สามารถทราบได้ว่าที่แรงเคลื่อนไฟฟ้านั้นมีอุณหภูมิเป็นเท่าใด เช่นที่อุณหภูมิ 0°C จะแรงเคลื่อนไฟฟ้าเท่ากับ 42°C
- ให้ความชัน(การเปลี่ยนแปลงแรงเคลื่อนต่ออุณหภูมิ) ของสัญญาณต่ำกว่าแบบอื่น ๆ

4.เทอร์โมคัปเปิลแบบ J พบว่าหากใช้แพลทินัมมาทำเป็นเทอร์โมคัปเปิลความคุ้มทุนก็ลดลงไป ดังนั้นเพื่อที่จะทำให้เทอร์โมคัปเปิลราคาถูกลง จึงใช้วัสดุธาตุอื่นที่มีราคาถูกกว่ามาทดแทนแพลทินัม โดยรหัสสีตามมาตรฐาน BS มีดังนี้ ถ้าขั้วบวก จะเป็นสีดำ ขั้วลบจะเป็นสีขาว ทั้งตัวจะเป็นสีดำ

ความแน่นอนตามมาตรฐาน BS 1797 Part 30 , 1993 ได้แก่

1. Class 1 = -40°C ถึง $+750^{\circ}\text{C}$ $\pm 0.004 \times t$ หรือ $\pm 1.5^{\circ}\text{C}$
2. Class 2 = -40°C ถึง $+750^{\circ}\text{C}$ $\pm 0.0075 \times t$ หรือ $\pm 2.5^{\circ}\text{C}$

เมื่อ t คือ อุณหภูมิจริง

ข้อดีของแบบ J

- ให้อัตราการเปลี่ยนแปลงแรงเคลื่อนไฟฟ้าต่ออุณหภูมิได้ดี
- มีราคาถูกกว่าแบบที่ทำจากธาตุบริสุทธิ์
- ตามมาตรฐาน BS 7937 Part 30 สามารถวัดอุณหภูมิได้ต่อเนื่องจากช่วงประมาณ -210 ถึง 1200°C

- เหมาะกับสภาพงานที่เป็นสุญญากาศงานที่ งานที่ก่อให้เกิดปฏิกิริยาออกซิไดซิง และงานที่อยู่ในสภาพเฉื่อย เมื่ออุณหภูมิไม่เกิน 760°C
- นิยมใช้ในอุตสาหกรรมพลาสติก
- เป็นแบบที่นิยมใช้ ราคาไม่แพง

ข้อเสียของแบบ J

- วัดอุณหภูมิได้ต่ำกว่าแบบ T
- ไม่เหมาะสมมากนักกับงานที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า 0°C
- หากวัดที่อุณหภูมิสูงกว่า 538°C จะเกิดปฏิกิริยาออกซิไดซิงที่สายซึ่งทำจากเหล็กด้วยอัตราสูง
- หากใช้งานนานเกินช่วง 20 ปี ส่วนผสมทางเคมี คือ แมงกานีสในเหล็กจะเพิ่มขึ้น 0.5% ทำให้คุณสมบัติของแรงเคลื่อนไฟฟ้าเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย

5.เทอร์โมคัปเปิลแบบ K ธาตุหนึ่งที่เป็นฐานสำหรับการสร้างคือ นิกเกิล เทอร์โมคัปเปิลชนิดนี้เริ่มผลิตให้เป็นมาตรฐานตั้งแต่ปี ค.ศ. 1916 โดยพื้นฐานการผลิต ขั้วหนึ่งจะเป็นนิกเกิลที่เจือปนด้วยอะลูมิเนียมส่วนอีกด้านที่เจือปนด้วยโครเมียม เพราะว่าในปี ค.ศ. 1916 ยังไม่สามารถสร้างนิกเกิลลอบริสุทธิได้จึงได้เติมสารไม่บริสุทธิ์ต่าง ๆ ในส่วนผสมของวัสดุชนิด K แต่ในปัจจุบันได้มีการระมัดระวังส่วนผสมที่จะทำให้เกิดความไม่บริสุทธิ์ดังกล่าวเพื่อเหตุผลในการบำรุงรักษาและสอบเทียบ

ด้วยเหตุนี้เทอร์โมคัปเปิลชนิด K ที่กำหนดเป็นค่ามาตรฐานจะไม่ใช้โลหะผสมแต่โดยทั่วไปจะผสมธาตุพิเศษเข้าไปเพื่อปรับปรุงคุณภาพของแรงเคลื่อน/อุณหภูมิของจุดหลอมละลายที่กำหนดไว้ข้อควรระวังในการใช้งานของชนิด K มีดังนี้

- ขั้วลบของเทอร์โมคัปเปิลจะเป็นวัสดุเฟอร์โรแมกเนติก (เหล็กที่เป็นสารแม่เหล็ก) ที่อุณหภูมิห้อง แต่ที่จุดคิวรีของมัน (Curie Point คืออุณหภูมิที่มันเปลี่ยนจากคุณสมบัติเหล็กไปเป็นแม่เหล็ก) อยู่ในช่วงที่ใช้งานพอดี ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงแรงเคลื่อนทางเอาต์พุตอย่างทันทีทันใด ยิ่งไปกว่านั้นพบว่าจุดคิวรีดังกล่าวจะขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของโลหะผสม จุดคิวรีนี้จะเปลี่ยนคุณสมบัติจากเทอร์โมคัปเปิลตัวหนึ่งให้เป็นเทอร์โมคัปเปิลอีกตัวหนึ่ง ดังนั้นจึงต้องทดลองหาการเปลี่ยนแปลงแรงเคลื่อนที่ไม่ทราบค่า ณ อุณหภูมิที่เราไม่ทราบค่านี้
- ที่อุณหภูมิสูง ๆ (ช่วง 200°C ถึง 600°C) เทอร์โมคัปเปิลชนิด K จะมีผลของฮีสเทอรีซิสเกิดขึ้นขณะที่มันอ่านค่าเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นและในช่วงที่อุณหภูมิลดลง ซึ่งเป็นช่วงที่ไม่สามารถจะคาดเดาการเปลี่ยนแปลงแรงเคลื่อนได้
- ที่อุณหภูมิ 1000°C ขั้วของเทอร์โมคัปเปิลชนิด K จะเกิดออกไซด์ เป็นเหตุให้มีการเปลี่ยนแปลงแรงเคลื่อน
- การใช้โคบอลต์เป็นโลหะผสมสำหรับเทอร์โมคัปเปิลชนิด K จะทำให้เกิดปัญหาในอุตสาหกรรมนิวเคลียร์ หรือในพื้นที่อื่น ๆ ที่มีฟลักซ์นิวตรอนสูง ๆ ธาตุบางตัวจะรับเอาการปลดปล่อยนิวเคลียร์ จึงทำให้เปลี่ยนแปลงแรงเคลื่อนทางด้านเอาต์พุต

ย่านการทำงานและความแน่นอนของเทอร์โมคัปเปิลในงานอุตสาหกรรม ที่กำหนดโดยมาตรฐาน IEC 584(รหัสสำหรับการวัดอุณหภูมิโดยใช้เทอร์โมคัปเปิล) ช่วงการวัดอุณหภูมิต่อเนื่องของเทอร์โมคัปเปิลแบบนี้ จะเป็น -270°C ถึง $+1,370^{\circ}\text{C}$

ข้อดีของแบบ K

- เป็นแบบที่นิยมใช้แพร่หลายมากที่สุด
- สำหรับการวัดอุณหภูมิช่วงสั้น ๆ จะวัดได้จาก -180°C ถึงประมาณ $1,350^{\circ}\text{C}$
- สามารถใช้วัดในงานที่มีปฏิกิริยาออกซิไดซิง หรือสภาวะแบบเฉื่อย(inert) ได้ดีกว่าแบบอื่น ๆ
- สามารถใช้กับสภาพงานที่มีการแผ่รังสีความร้อนได้ดี
- ให้อัตราการเปลี่ยนแปลงเคลื่อนไฟฟ้าต่ออุณหภูมิดีกว่าแบบอื่น ๆ (ความชันเกือบเป็น 1) และมีความเป็นเชิงเส้นมากที่สุดในบรรดาเทอร์โมคัปเปิลด้วยกัน

ข้อเสียของแบบ K

- ไม่เหมาะกับการวัดที่ต้องสัมผัสกับปฏิกิริยารีดิวซิงและออกซิไดซิงโดยตรง
- ไม่เหมาะกับการงานที่มีไอของซัลเฟอร์
- ไม่เหมาะกับการสภาพงานที่เป็นสุญญากาศ (ยกเว้นจะใช้ในระยะเวลาสั้นๆ)
- หลังการใช้งานไป 30 ปี ทำให้ส่วนผสมทางเคมีเปลี่ยนไป เป็นผลทำให้คุณสมบัติของแรงเคลื่อนไฟฟ้าเปลี่ยนไป

6.เทอร์โมคัปเปิลแบบ T

ข้อดีของแบบ T

- ดีกว่าแบบ K ตรงที่สามารถวัดอุณหภูมิได้ต่ำกว่า นั่นคือเหมาะกับการวัดอุณหภูมิต่ำกว่าจุดเยือกแข็งของน้ำ เช่นในห้องเย็น ตู้แช่แข็ง
- ให้ความแน่นอนในการวัดดีกว่าแบบ K (ช่วงที่ต่ำกว่า 100°C ความแน่นอนจะเป็น $\pm 1\%$)
- มีเสถียรภาพในการวัดอุณหภูมิดี
- การวัดสภาพงานที่เป็นสุญญากาศงานที่มีปฏิกิริยาแบบออกซิไดซิงรีดิวซิงและงานที่มีปฏิกิริยาแบบเฉื่อยจะทำได้ดี
- วัดอุณหภูมิอย่างต่อเนื่องได้จากช่วง -185 ถึง 300°C และวัดอุณหภูมิแบบช่วงสั้นๆ ได้จากช่วง -250 ถึง 400°C
- ทนต่อบรรยากาศที่มีการกัดกร่อนได้ดี

ข้อเสียของแบบ T

- เป็นแบบที่วัดอุณหภูมิช่วงบวกลดน้อยกว่าแบบอื่นๆ
- หากใช้วัดอุณหภูมิที่สูงกว่า 370°C จะทำให้เกิดออกไซด์มาก
- ไม่เหมาะกับการวัดอุณหภูมิที่สัมผัสกับการแผ่รังสีความร้อนโดยตรง(ทำให้ส่วนผสมของวัสดุที่ใช้ทำเปลี่ยนไป คุณสมบัติทางไฟฟ้าเปลี่ยนไปด้วย)

- เมื่อใช้งานไปนาน ๆ ในช่วง 20 ปี ส่วนผสมของนิเกิลและสังกะสี จะเพิ่มประมาณ 10% ทำให้คุณสมบัติทางไฟฟ้าเปลี่ยนแปลงไปเช่นกัน
- คุณสมบัติของแรงเคลื่อนต่ออุณหภูมิไม่เป็นเชิงเส้น (แต่ก็ปรับปรุงได้จากวงจรปรับสภาพสัญญาณ)

7.เทอร์โมคัปเปิลชนิด E

ข้อดีของแบบ E

- ให้แรงเคลื่อนไฟฟ้าสูงสุดเมื่อวัดอุณหภูมิเทียบกับแบบอื่น ๆ ในสภาวะเดียวกัน
- วัดอุณหภูมิต่อเนื่องได้จากช่วง 0 ถึง 800°C
- คุณสมบัติอื่น ๆ คล้ายกับแบบ K

การแก้ไขให้ระบบวัดอุณหภูมิด้วยเทอร์โมคัปเปิลให้ทำงานได้ดีขึ้น ต้องปฏิบัติดังนี้

1. ใช้สายเทอร์โมคัปเปิลขนาดใหญ่ที่สุดที่จะเป็นไปได้ เพราะมันจะไม่พวงเอาความร้อนออกจากพื้นที่การวัดเข้ามา
2. ถ้าต้องการใช้สายขนาดเล็ก ๆ ให้ใช้เฉพาะในขอบเขตที่ทำการวัด และใช้สายขยาย (extension wire) ในขอบเขตที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิกลางสาย
3. หลีกเลี่ยงความเค้นทางกลและการสั่นสะเทือนที่มีผลให้เกิดความเครียดในสาย
4. เมื่อใช้สายเทอร์โมคัปเปิลยาว ๆ ให้ต่อซิลด์ที่สายไปยังขั้วต่อสายของดิจิตอลโวลต์ มิเตอร์ และใช้สายขยายสัญญาณแบบบิตเกลียว
5. หลีกเลี่ยงบริเวณที่เต็มไปด้วยการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิกลางสาย
6. พยายามเลือกสายเทอร์โมคัปเปิลในพิกัดอุณหภูมิของมัน
7. ป้องกันวงจรแปลง integrate A/D จากการรบกวน
8. ใช้สายขยายเฉพาะที่อุณหภูมิต่ำ ๆ และการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิกลางสายน้อย ๆ
9. ทดสอบและเก็บค่าความต้านทานของเทอร์โมคัปเปิลเก่า ๆ ไว้ พร้อมกับวัดค่าความต้านทานของเทอร์โมคัปเปิลเก็บไว้เป็นช่วง ๆ

บทที่ 3

การออกแบบและวิธีการดำเนินงาน

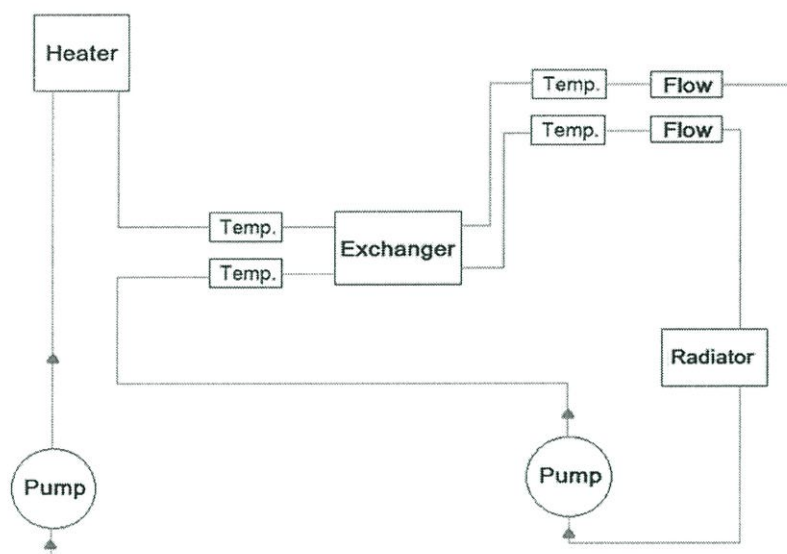
3.1 ฮาร์ดแวร์

3.1.1 อุปกรณ์

- 1) เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน
- 2) ฮีตเตอร์
- 3) ปั๊ม
- 4) พีแอลซี
- 5) เทอร์โมคัปเปิล
- 6) Radiator
- 7) มิเตอร์วัดอัตราการไหลแบบกักหน
- 8) Laptop

3.1.2 การออกแบบด้านฮาร์ดแวร์

เริ่มต้นจะใช้ฮีตเตอร์เป็นตัวให้พลังงานความร้อนในกระบวนการนี้ ส่วนอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ในการแลกเปลี่ยนความร้อนคือ เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน โดยจะมีปั๊ม 2 ตัว ทำหน้าที่ปัมน้ำเข้าระบบ ซึ่งทั้งขาเข้าและขาออกของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนจะถูกตรวจวัดอุณหภูมิโดย temperature sensor ได้แก่ Thermocouple type K โดยที่ทางขาออกของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนทั้งสองจะถูกวัดอัตราการไหลด้วย Turbine Flow Meter จากนั้นทางด้านของท่อร้อนจะถูกต่อเข้ากับ Radiator ซึ่งทำหน้าที่ในการระบายความร้อน สามารถดูได้ตามรูปภาพ 3.1



รูปที่ 3.1 การออกแบบด้านฮาร์ดแวร์

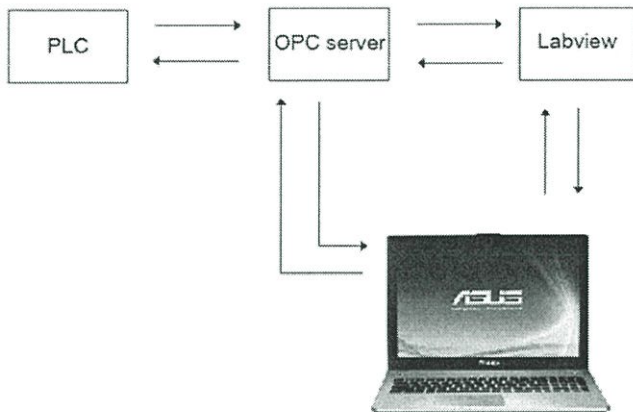
3.2 ซอฟต์แวร์

3.2.1 ซอฟต์แวร์ที่ใช้

- 1) OPC server
- 2) LabVIEW

3.2.2 การออกแบบระบบซอฟต์แวร์

ใช้พีแอลซีเป็นตัวเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ต่างๆที่จะทำการวัดค่าและควบคุมโดยจะดึงข้อมูลต่างๆออกมาเป็นค่าโดยใช้โปรแกรม OPC server จากนั้นจะทำการเชื่อมต่อโปรแกรม LabVIEW กับ OPC server โดยใช้ซอฟต์แวร์เสริมในโปรแกรม LabVIEW คือ Data logging and Supervisory Control (DSC) ในส่วนของการควบคุมผ่านพีแอลซีจะใช้โปรแกรม CX-Programmer เป็นโปรแกรมที่ใช้เขียน Ladder เพื่อสร้างเงื่อนไขในการอ่านค่าและการควบคุมภายในตัวพีแอลซี ในส่วนของโปรแกรม LabVIEW นั้นจะใช้เป็นตัวแสดงผล สำหรับผู้ใช้ โดยสามารถโปรแกรมหลักนี้จะทำงานบน Laptop ดังรูปภาพที่ 3.2

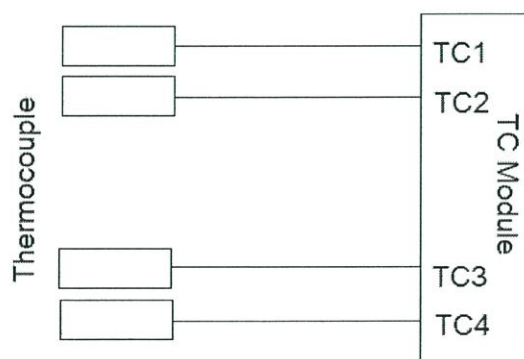


รูปที่ 3.2 การออกแบบระบบซอฟต์แวร์

3.3 วิธีการดำเนินงาน

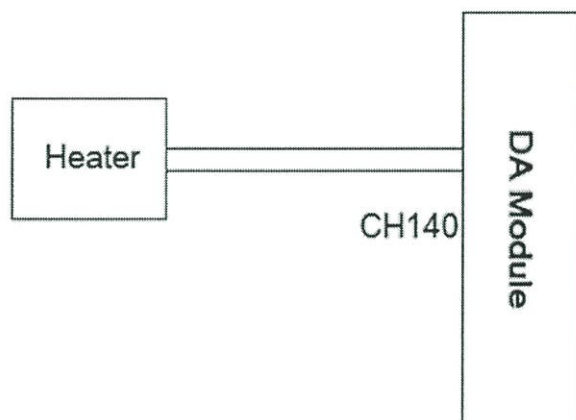
3.3.1 การเชื่อมต่อของฮาร์ดแวร์

การเชื่อมต่อระหว่างเทอร์โมคัปเปิลกับพีแอลซี ผ่าน TC module โดยต่อเข้า ที่ TC 01 และ TC 02 ของ module ดังรูปที่ 3.3ก



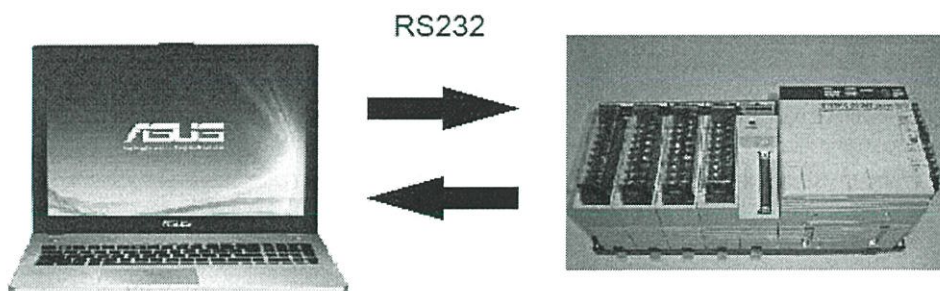
รูปที่ 3.3ก การเชื่อมต่อระหว่างเทอร์โมคัปเปิลกับพีแอลซี ผ่าน TC module

การเชื่อมต่อกันระหว่างฮีตเตอร์กับพีแอลซีผ่าน Digital to Analog Module ซึ่งตั้งค่าไว้ที่ CH140 ดูจากรูปที่ 3.3 ข



รูปที่ 3.3ข การเชื่อมต่อกันระหว่างฮีตเตอร์กับพีแอลซี

การเชื่อมต่อกันระหว่างพีแอลซีกับ Laptop ด้วย RS232 ดังรูปที่ 3.4



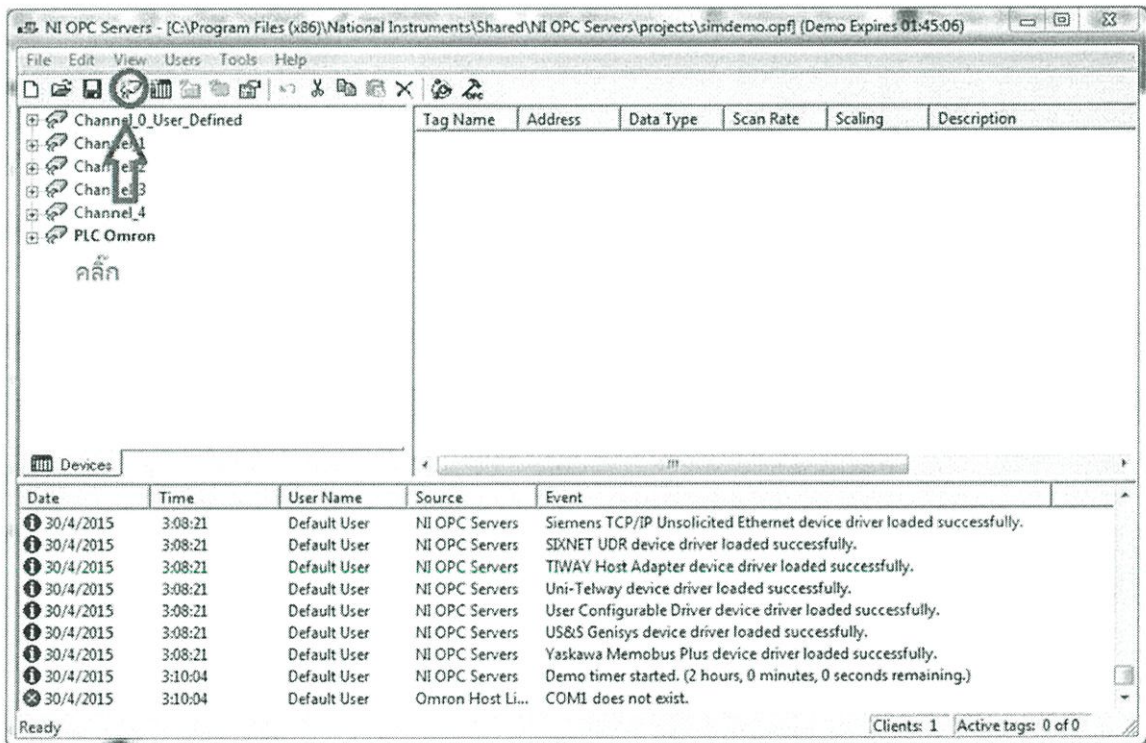
รูปที่ 3.4 การเชื่อมต่อกันระหว่างพีแอลซีกับ Laptop

3.3.2 การเชื่อมโยงของซอฟต์แวร์

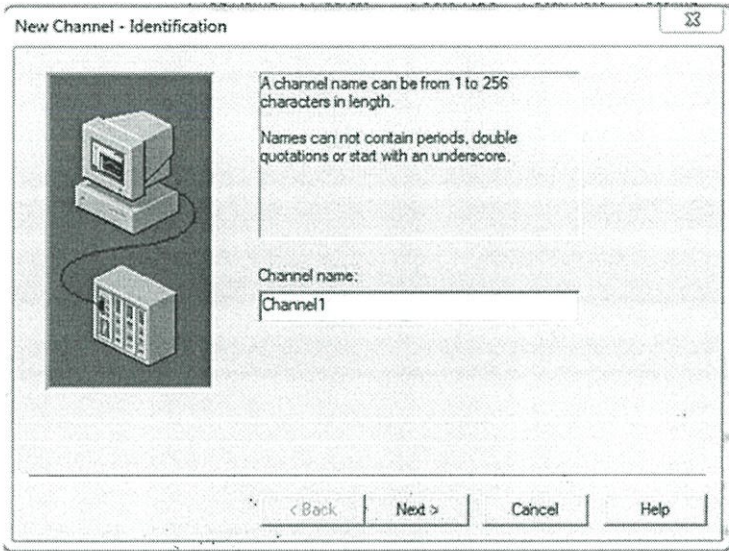
จะใช้ OPC Server เชื่อมต่อกับพีแอลซี เพื่อทำการสร้างแท็กของข้อมูล ดึงข้อมูล อ่านค่าข้อมูล และเขียนค่าข้อมูลตามที่ต้องการ โดยจะใช้ข้อมูลที่ติดต่อไว้คือ CH 124 123 133 134 เข้ากับ DM000 001 002 003 CH 140 จากนั้น ทำการสร้าง OPC Client ใน LabVIEW เพื่อใช้ข้อมูลที่ได้มาจากพีแอลซี

3.3.2.1 การสร้างพอร์ตเชื่อมต่อ OPC กับ พีแอลซี

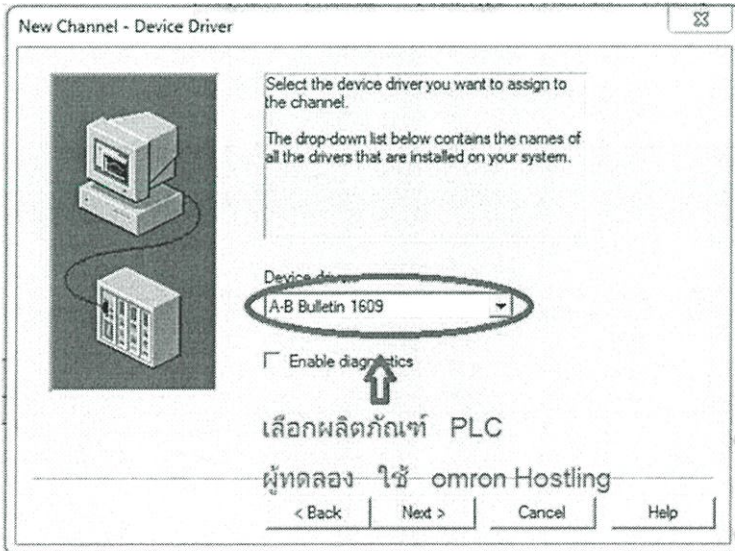
โดยเริ่มต้นจากการสร้าง Tag client ของ OPC Server คลีกรูปตามภาพ เพื่อทำการสร้างพอร์ตเชื่อมต่อกับ พีแอลซี



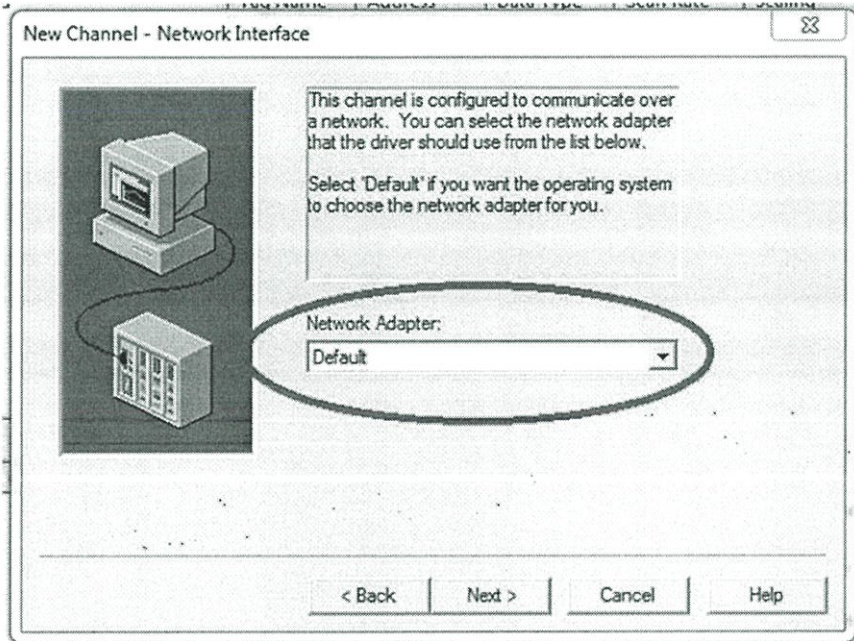
จากนั้นจะปรากฏหน้าต่างดังภาพด้านล่างขึ้นมา หน้าต่างแรกจะเป็นการตั้งชื่อพอร์ตตามต้องการ เมื่อตั้งชื่อแล้วให้กด NEXT



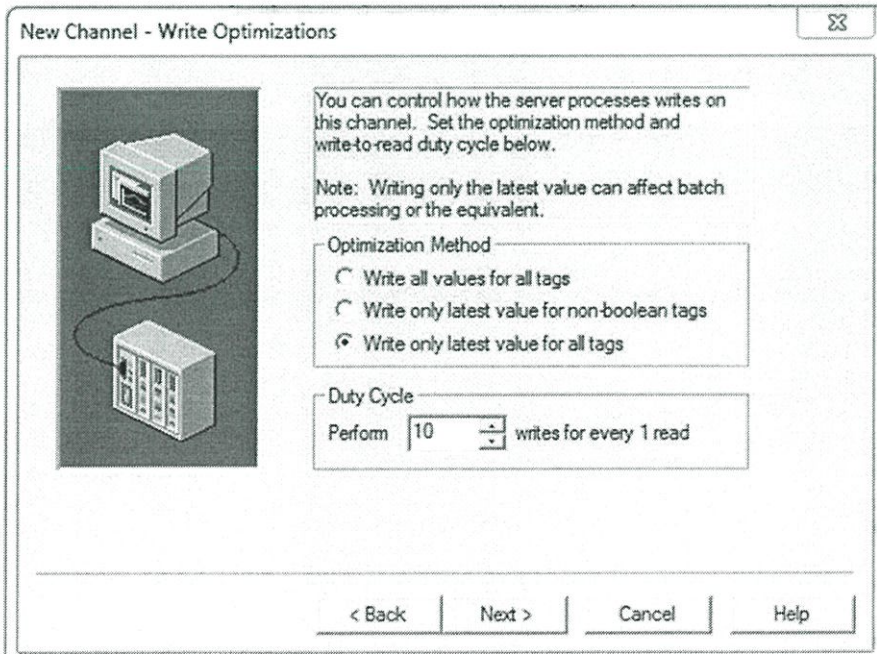
หน้าต่างต่อมาจะเป็นการทำการเลือกผลิตภัณฑ์ PLC ที่เราเลือกใช้งานจากนั้นคลิก NEXT ดูตามภาพด้านล่าง



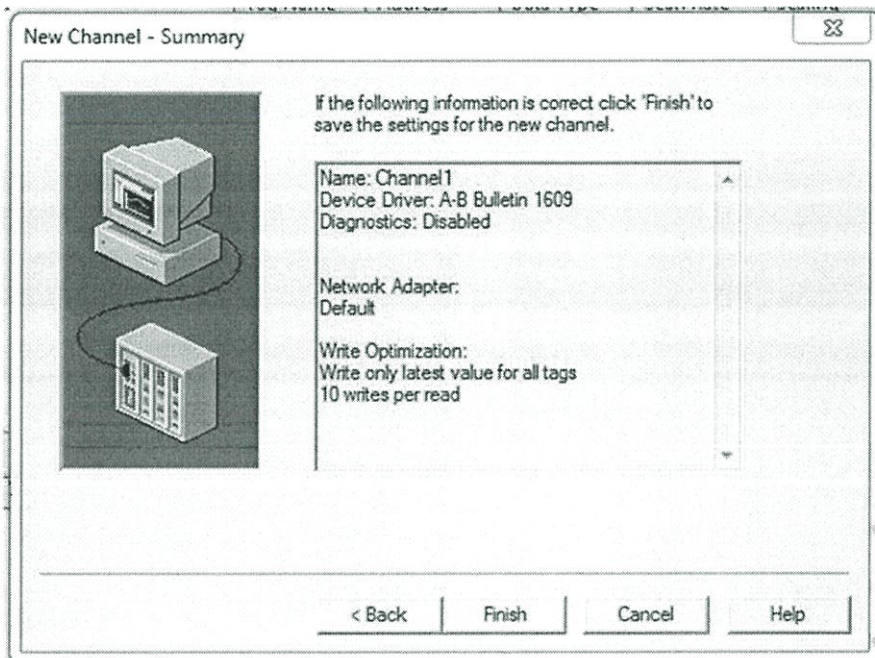
หน้าต่อไปจะเป็นการตั้งค่าตัวกลางที่ใช้เชื่อมต่อ คือ Network Adapter ให้เลือกเป็น Default แล้วกด NEXT ตามภาพด้านล่าง



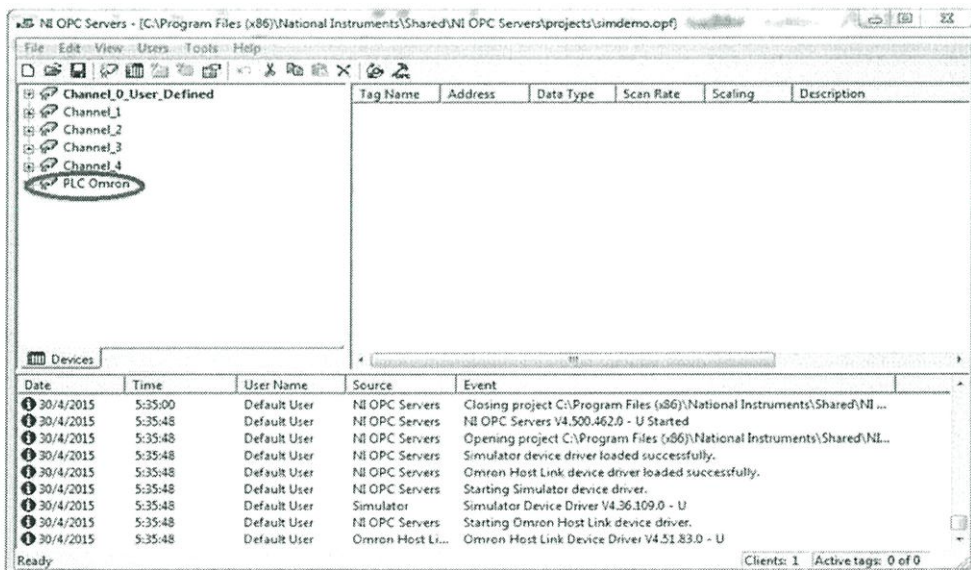
ต่อไปเป็นหน้าต่างของตั้งค่าความเหมาะสมในการเขียนข้อมูลซึ่งค่าที่เห็นตามรูปด้านล่างนั้นเป็นค่า Default ของพีแอลซีที่ใช้อยู่แล้ว ไม่ต้องปรับเปลี่ยนค่าใดๆ กด next ต่อไปได้เลย



ต่อไปจะเป็นหน้าสุดท้าย จะแสดงให้เห็นถึงการตั้งค่าที่ผ่านมาว่าถูกต้องตามที่ต้องการหรือไม่ เมื่อตรวจสอบว่าถูกต้องแล้ว ให้คลิกที่ Finish

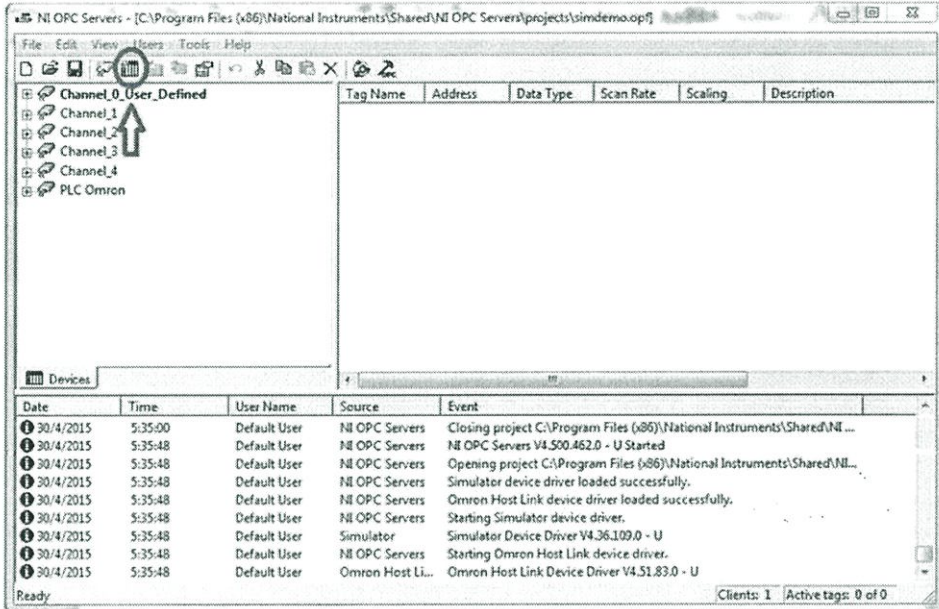


จะเห็นว่ามีการเพิ่ม channel ใหม่ขึ้นมาจากที่ได้สร้างตามวิธีการที่ได้กล่าวมา

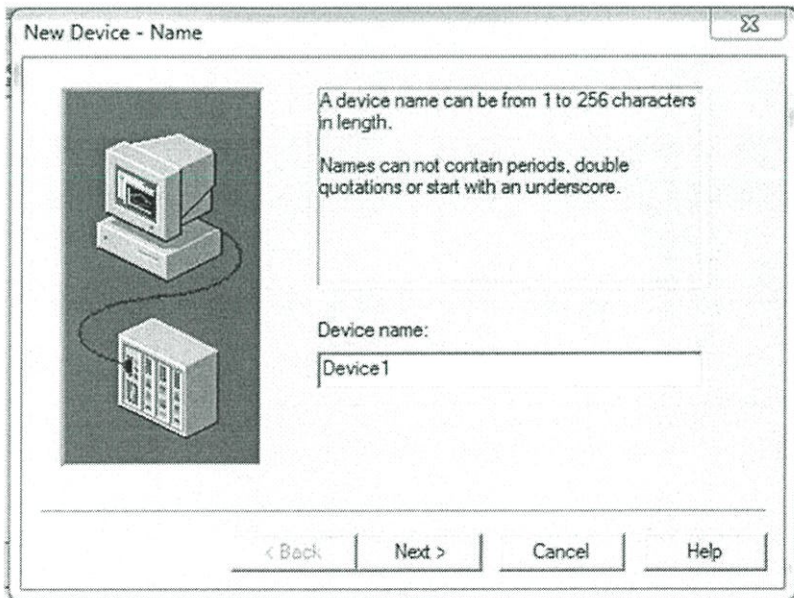


3.3.2.2 การสร้างการเชื่อมต่อกับ device

เริ่มจากคลิกไอคอน New Device ที่แถบเครื่องมือ

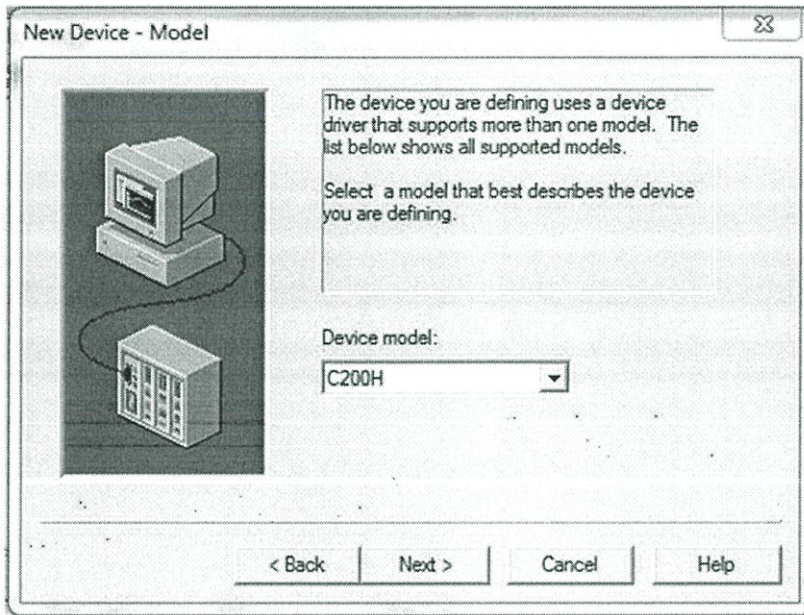


จะปรากฏหน้าต่างตามภาพด้านล่างหน้าแรกจะเป็นการตั้งชื่อของ Device เมื่อตั้งชื่อเสร็จแล้วให้ กด NEXT



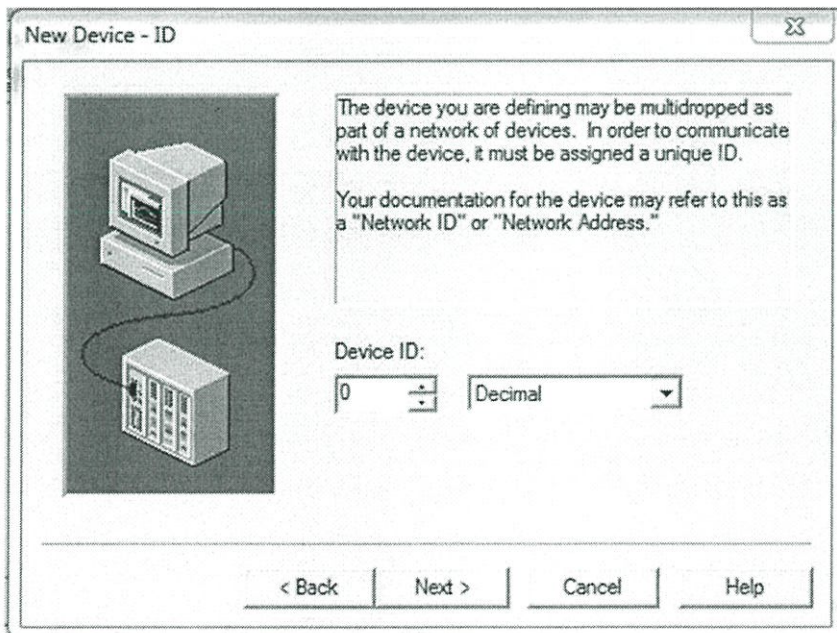
หน้าต่อไปเป็นการเลือกรุ่นของผลิตภัณฑ์ตามพีแอลซีที่นำมาใช้งาน เลือกเสร็จแล้ว

กด Next



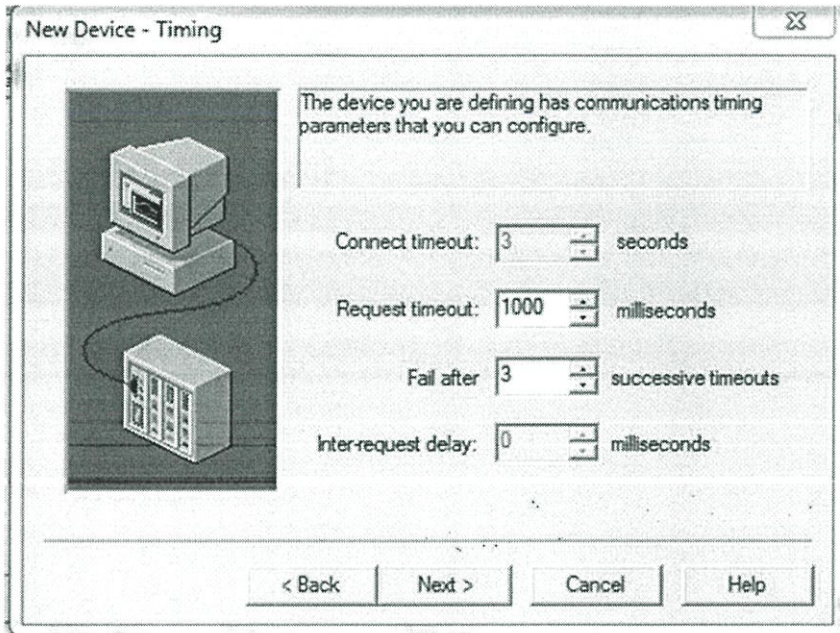
หน้าต่อไปเป็นการตั้งค่า ID ของDevice ซึ่งค่าที่ตั้งมาเป็น Default อยู่แล้ว ให้กด

Next

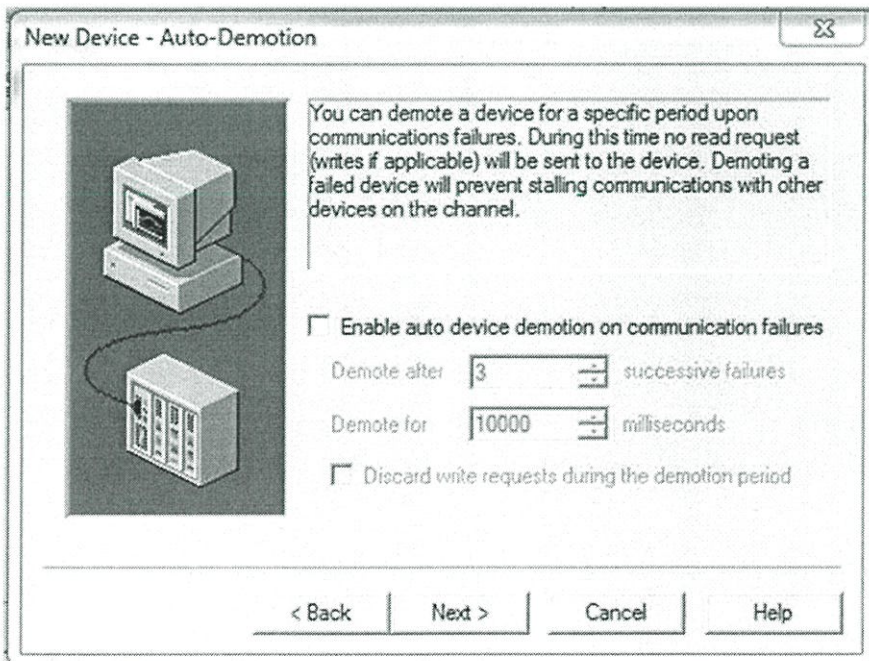


หน้าต่อไปเป็นการตั้งค่า Timing ของ Device ซึ่งค่าที่ตั้งมาเป็น Default อยู่แล้ว

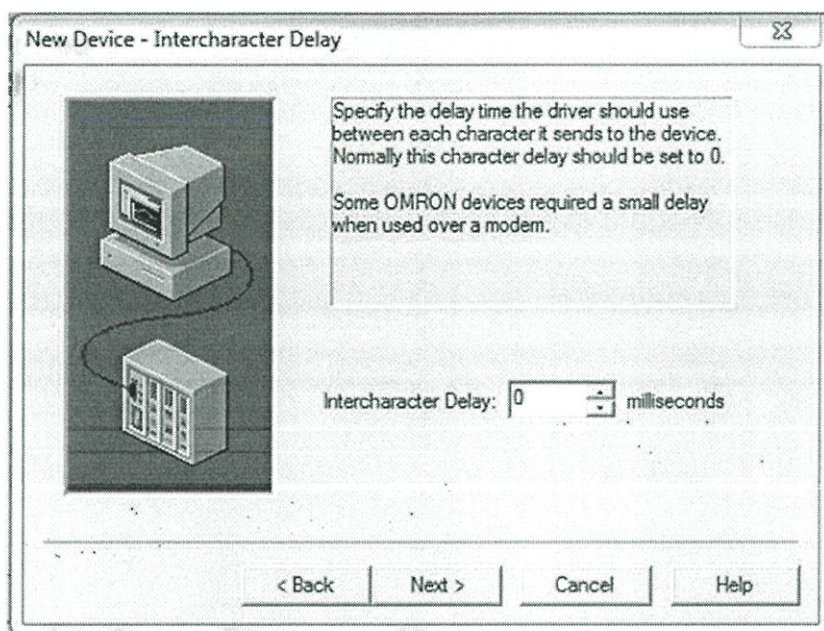
ให้กด Next



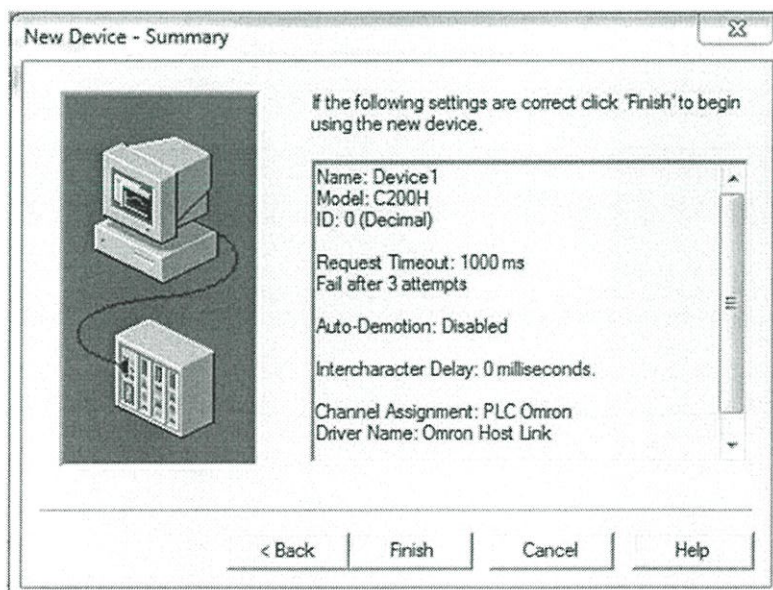
หน้าต่อไปเป็นการตั้งค่า Auto-Demotion ของ Device ซึ่งค่าที่ตั้งมาเป็น Default อยู่แล้วไม่ต้องเปลี่ยนแปลงอะไรเพิ่มเติม ให้กด Next

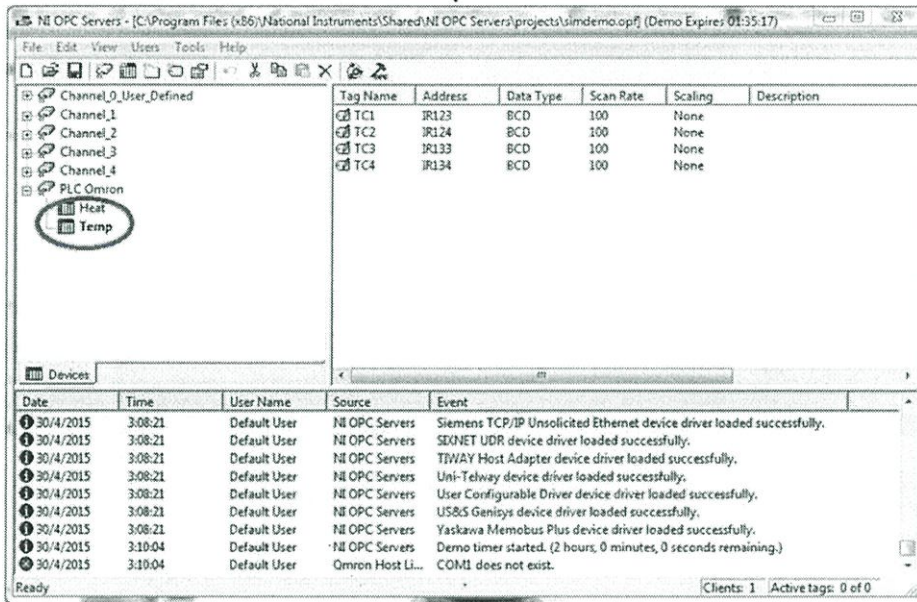


หน้าต่อไปเป็นการตั้งค่า Intercharacter delay ของ Device ซึ่งค่าที่ตั้งมาเป็น Default ซึ่งเป็นค่า Delay time ที่น้อยที่สุดของ Device อยู่แล้ว ให้กด Next



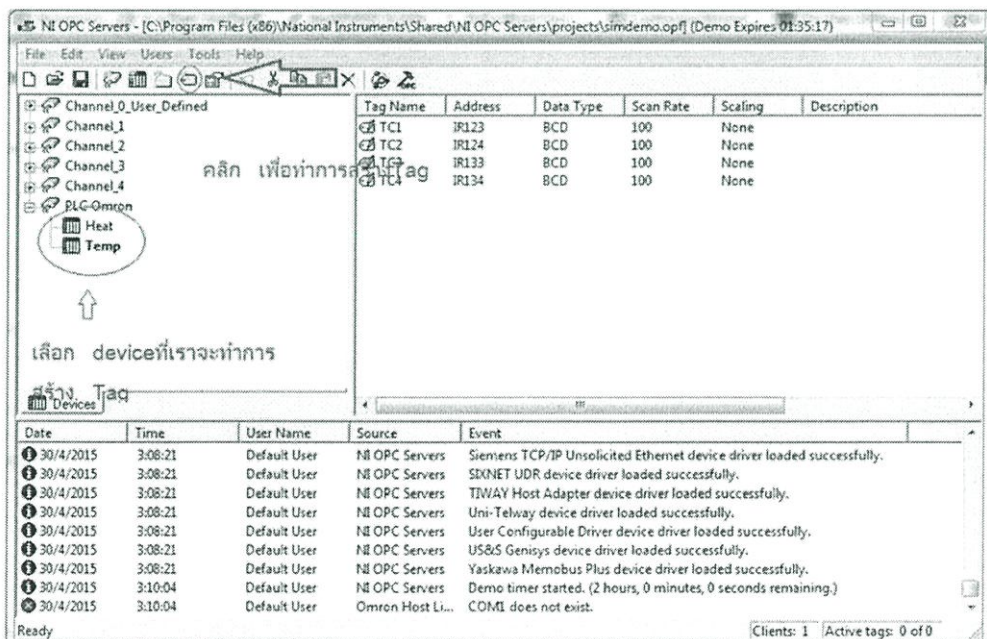
ในหน้าต่างสุดท้าย จะแสดงที่ได้ทำการตั้งค่าไปก่อนหน้านี้ทั้งหมด ให้ตรวจสอบความถูกต้อง เมื่อตรวจสอบเสร็จแล้ว ให้กด Finish จะได้ Device ที่สร้างขึ้นตามรูปด้านล่าง



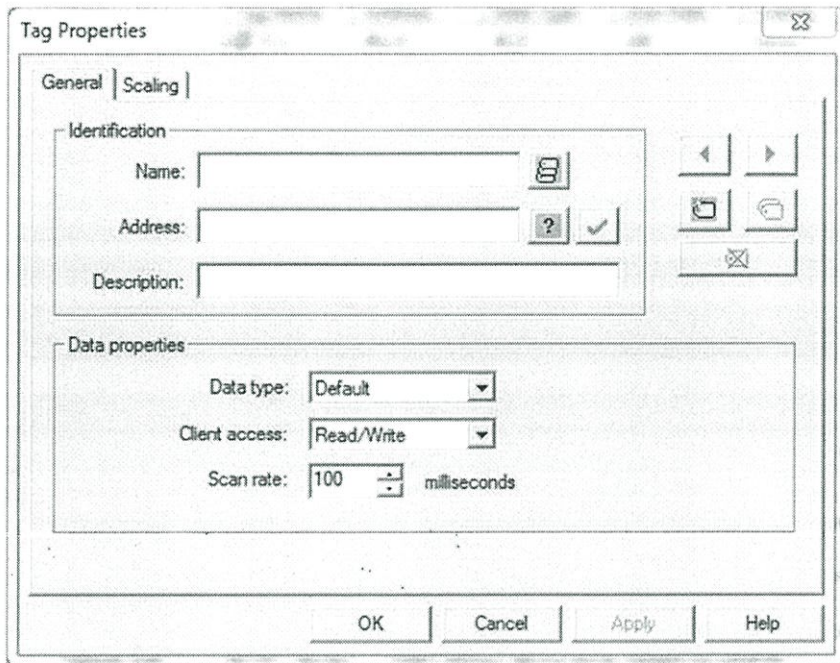


3.3.2.3 การสร้าง Tag ของข้อมูล

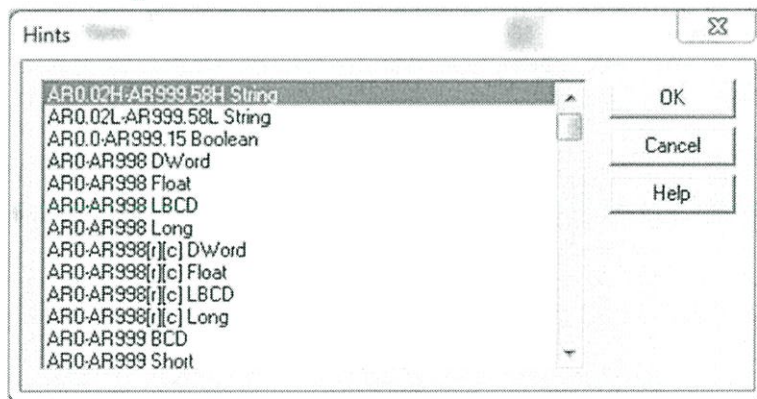
เริ่มจากคลิกที่ Device ที่จะทำการสร้างแท็ก จากนั้นไปคลิกไอคอน New Tag ที่แถบเครื่องมือ



จากนั้นจะปรากฏหน้าต่าง ให้ตั้งค่า Tag ที่ทำการสร้างขึ้นมา

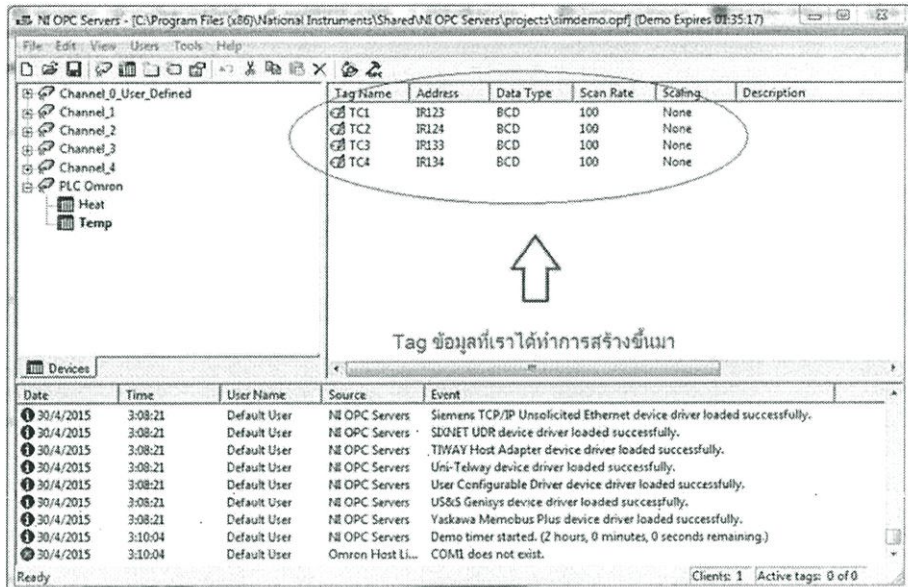


สามารถคลิกที่ ปุ่ม ? เพื่อหา Address ของหน่วยความจำเพื่อใส่ให้ถูกต้องตามรูปแบบ เมื่อคลิกจะปรากฏหน้าต่างของหน่วยความจำของพีแอลซี ขึ้นมา

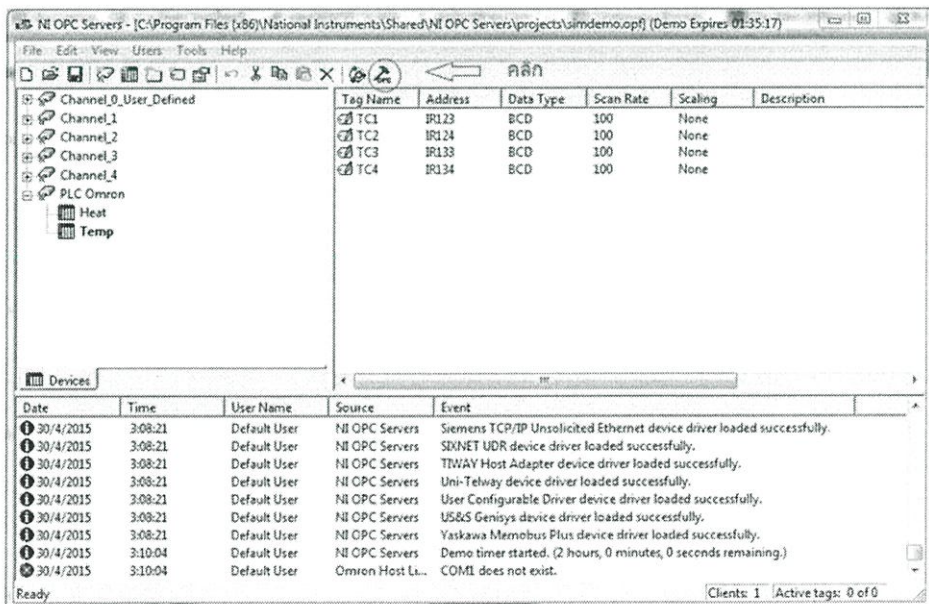


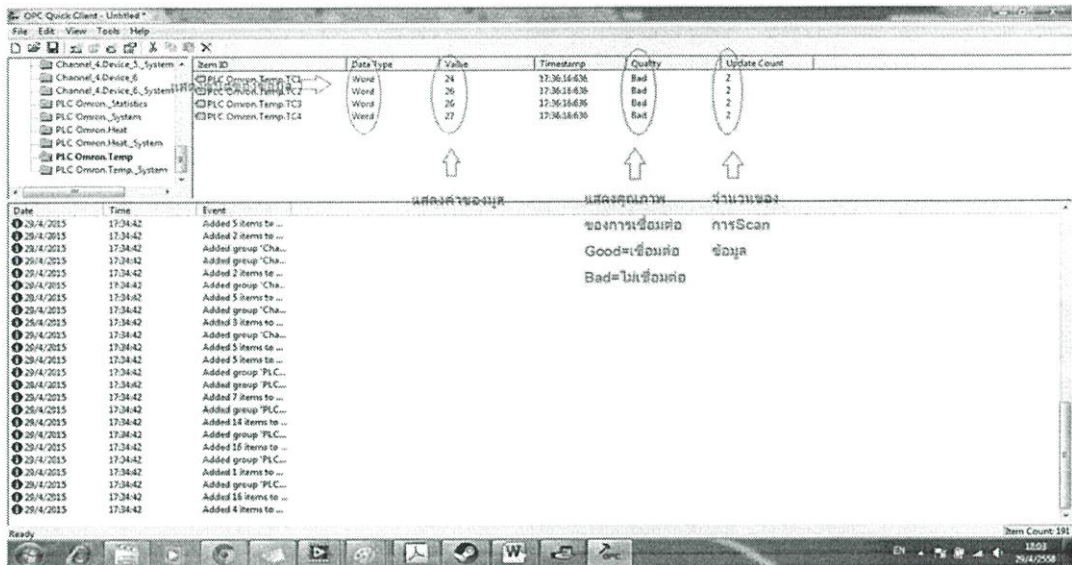
ทำการเลือกหน่วยความจำที่ได้ทำการเชื่อมต่อกับ Device ในกรณีที่ได้เชื่อมต่อไว้ที่ Address IR 123, IR124, IR133, IR134, IR140 ในส่วนของ Data type คือ ต้องการจะอ่านค่าหรือเขียนค่าข้อมูลเป็นรูปแบบไหน เช่น เป็นแบบ BCD, Word, DWord เป็นต้น ในช่องของ client access จะเป็นการกำหนดว่า Tag ข้อมูลนี้จะทำการอ่านค่า, เขียนค่า, หรือทั้งอ่านทั้งเขียน ในช่องของ Scan rate เป็นการตั้งเวลาในการ Scan ข้อมูลของ Tag ข้อมูลนั้นๆมีหน่วยเป็น milliseconds

เมื่อตั้งค่าทุกอย่างเรียบร้อยแล้ว ก็กด apply จากนั้น กด OK จะได้ตามรูปด้านล่าง



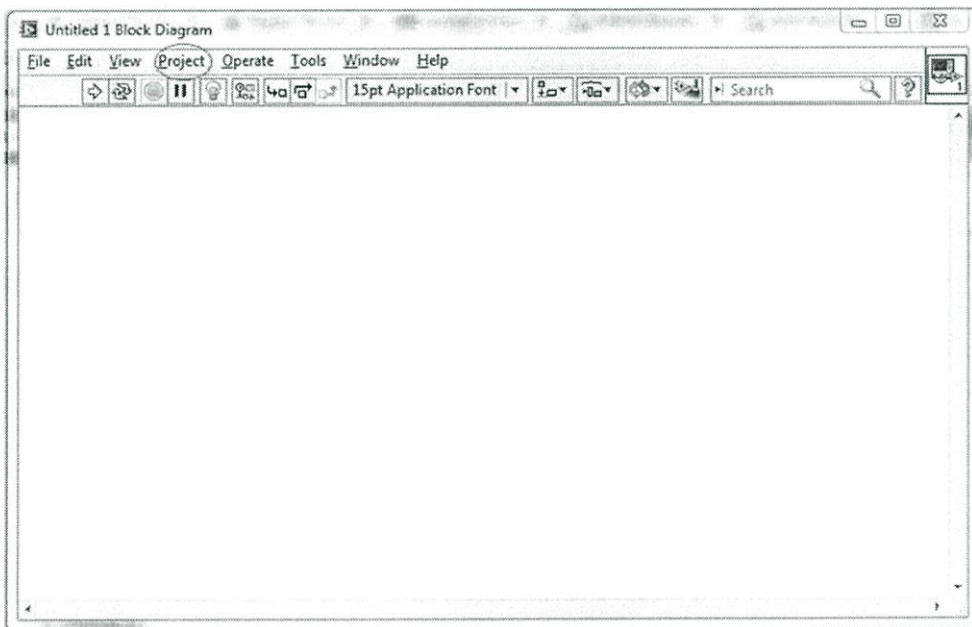
จากนั้นทำการ Quick client โดยกดที่ปุ่ม Quick client ที่แถบเครื่องมือขึ้น
หน้าต่างแสดง client server ที่ทำการเชื่อมต่อกับพีแอลซีแสดงสถานะ การเชื่อมต่อต่างๆดังภาพ

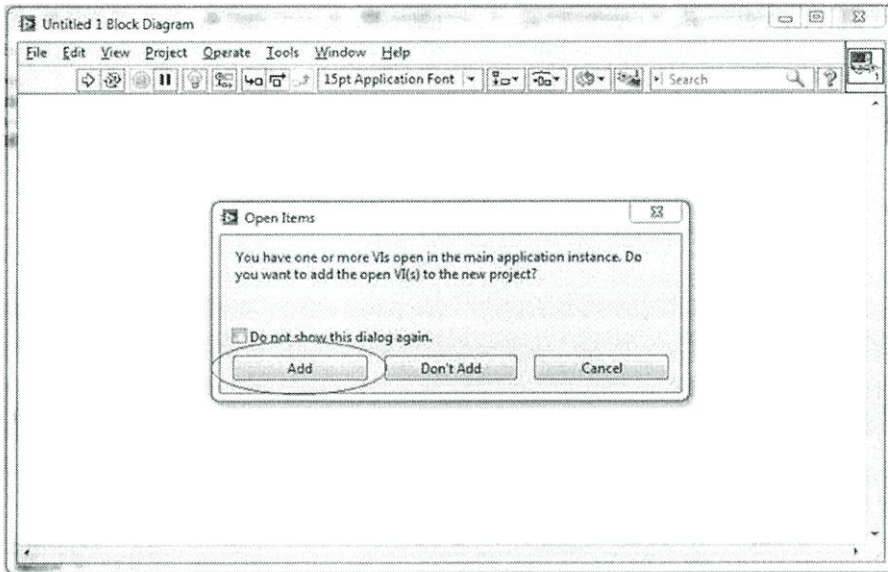




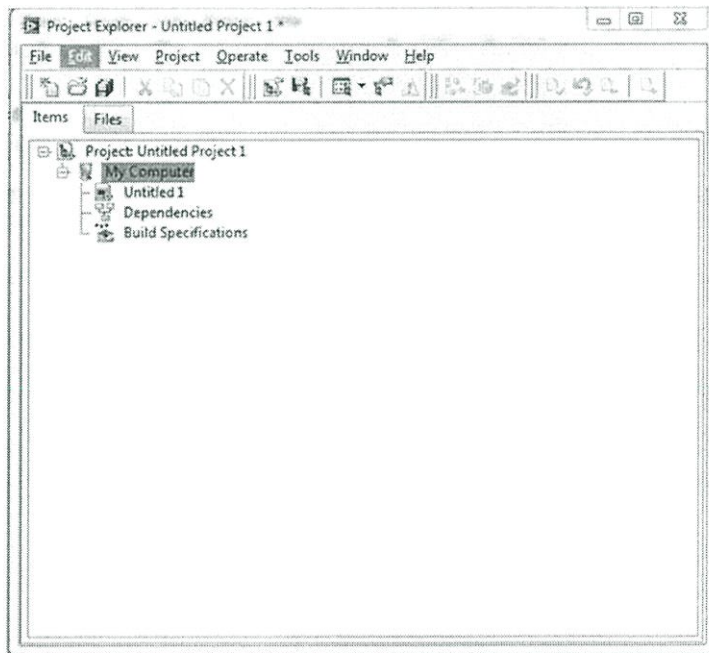
3.3.2.4 การเชื่อมต่อ tag ข้อมูลกับโปรแกรม LabVIEW

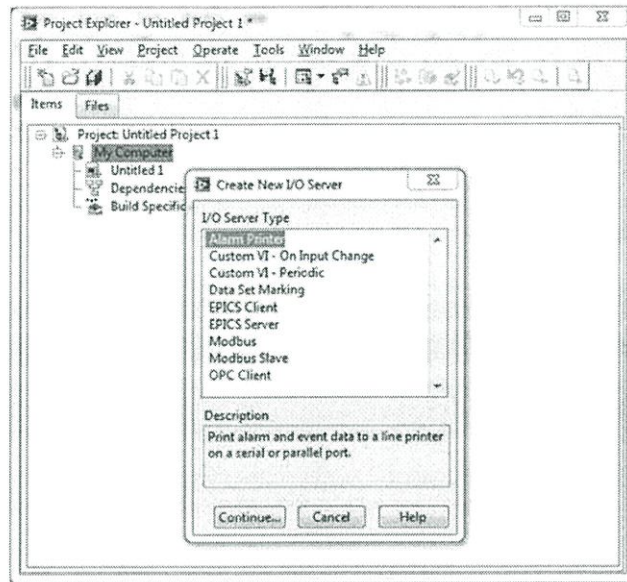
เริ่มจากเปิดโปรแกรม LabVIEW ขึ้นมาในหน้าจอของ Block Diagram จากนั้นเลือก Project > New Project > Add



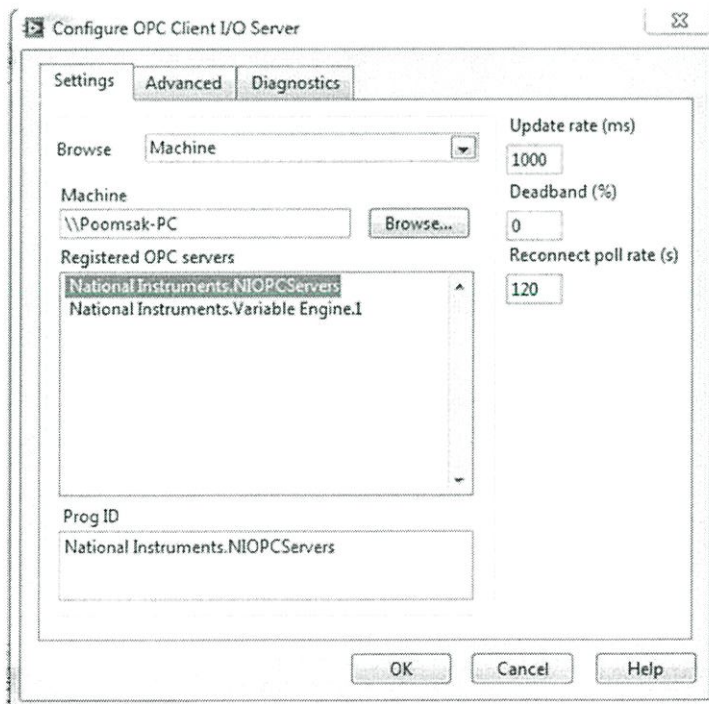


เมื่อกด Add แล้วจะได้หน้าต่างของ Project Explorer ให้คลิกขวาที่ My Computer > NEW > I/O Server > OPC Client > Continue

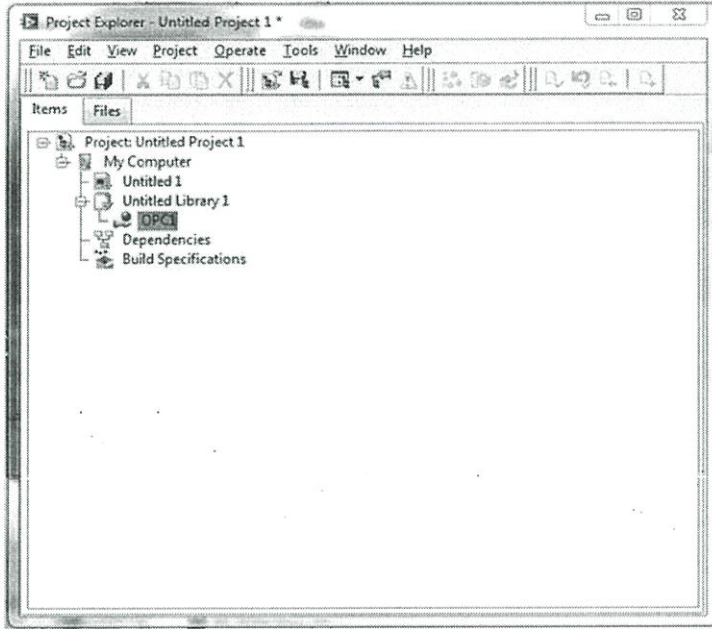




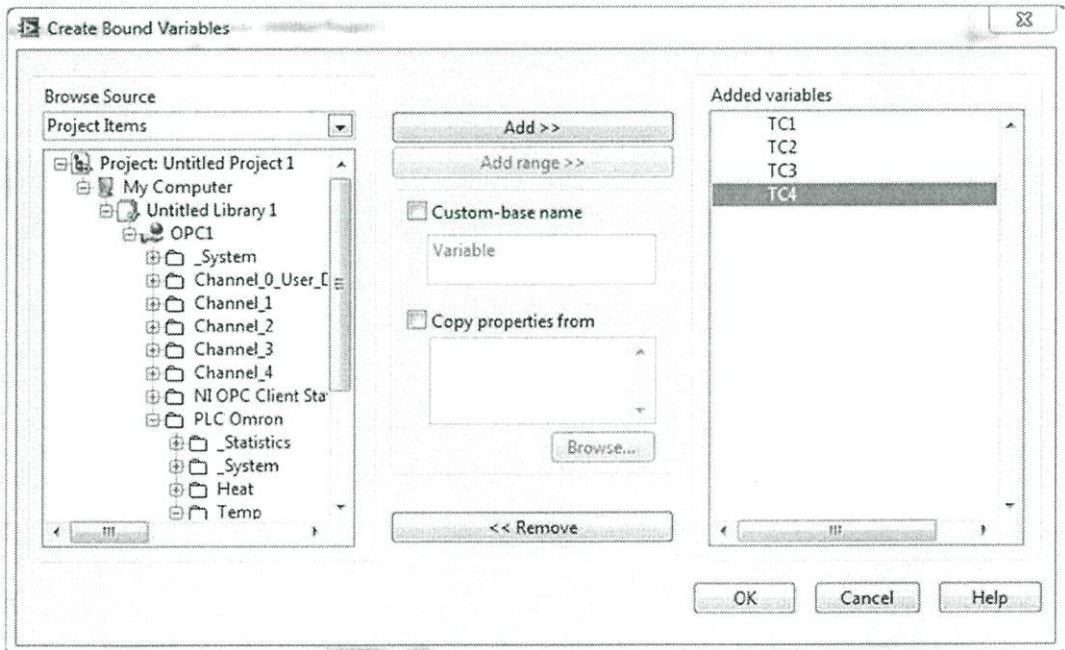
จากนั้นจะไปที่หน้าต่าง Configure OPC client I/O Server ในช่อง Browse ให้เลือกเป็น Machine ในช่องของ Machine ให้กดที่ Browse แล้วเลือก เป็น computer PC ที่ลง OPC Server และทำการสร้าง Client ไว้ ในช่องของ Registered OPC server ให้เลือก ชื่อของ OPC server ที่ใช้งาน จากนั้น กด OK

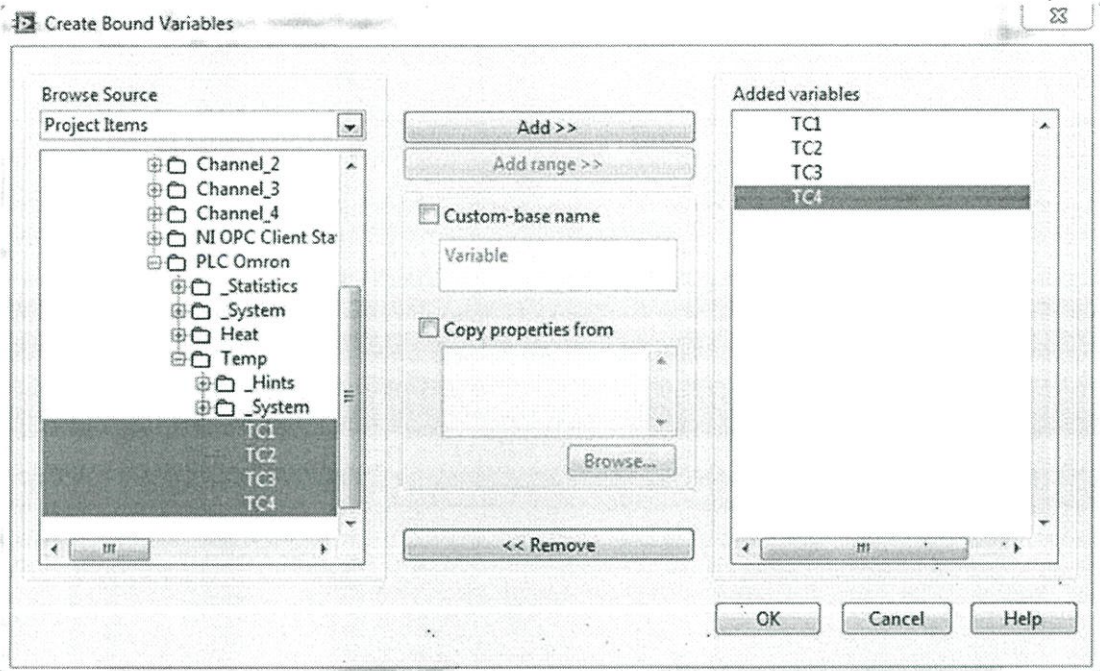


จะได้ OPC server client มา อยู่ในหน้าของ Project Explorer ซึ่งจะอยู่ใน Library 1 ชื่อ OPC 1 ทำการคลิกขวาที่ OPC 1 > Create Bound Variables

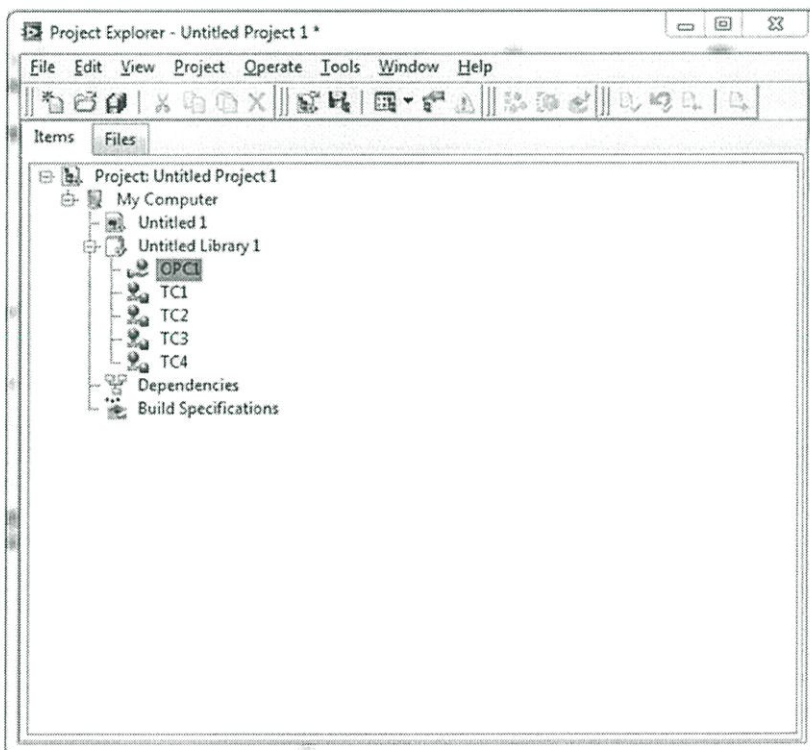


จากนั้นจะไปที่หน้า Create Bound Variables จากนั้นให้เลือกหา Tag ที่ได้สร้างไว้ใน OPC server เลือก Tag ทั้งหมดที่จะทำการเชื่อมต่อ จากนั้นกดที่ปุ่ม Add >> จากนั้น กด OK

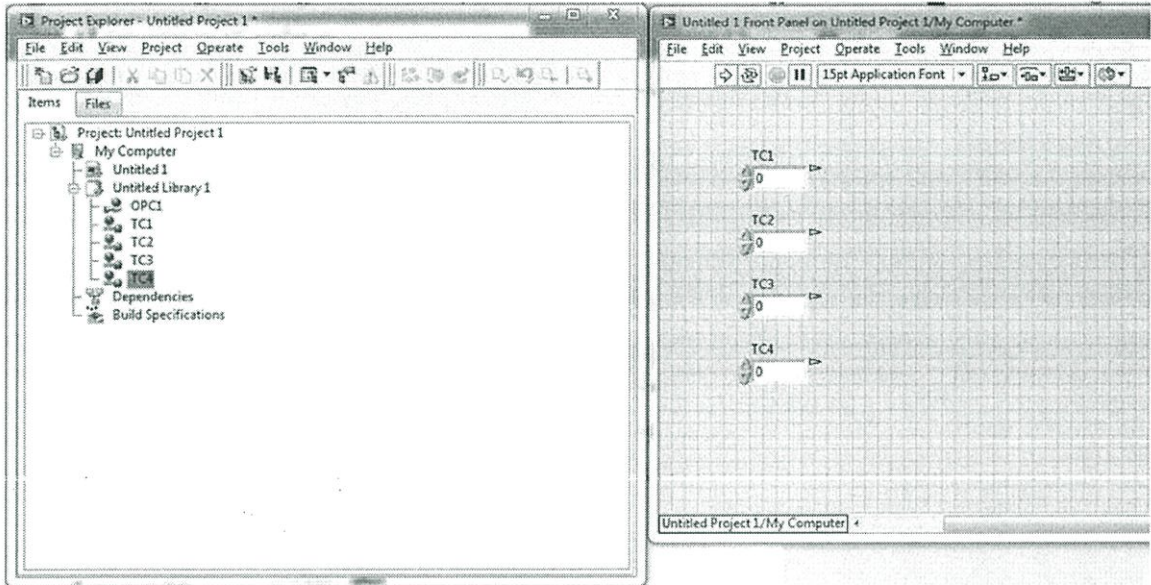




จากนั้นจะได้ Tag ของข้อมูล มาอยู่ใน OPC client ที่ OPC 1



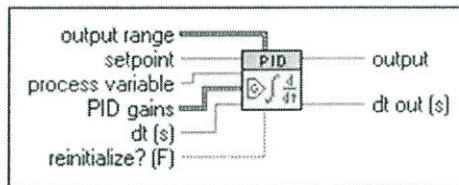
จากนั้นให้คลิกเมาส์ค้างลาก Tag ข้อมูลมาไว้ในหน้าต่าง Front Panel ของโปรแกรม LabVIEW จะได้ตัว Indicator ที่ใช้ Monitor ค่าข้อมูลที่รับมาจากพีแอลซี



3.3.3 ส่วนของการออกแบบโปรแกรมทำงานบน LabVIEW

3.3.3.1 ส่วนหลักในการทำงานของโปรแกรมได้แก่

1) เครื่องควบคุม PID



เพื่อทำให้เกิดการควบคุมแบบอัตโนมัติ

Process variable จะใช้ TC4 เพราะจะทำการควบคุมอุณหภูมิของ TC 4

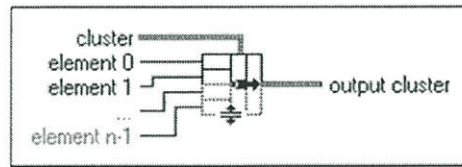
Set point จะเป็นการกำหนดค่าที่ต้องการ

Output range จะกำหนดค่าให้เป็น 0-100 เพื่อให้ output ที่ออกมา เป็น 0-100% เพื่อให้ง่ายต่อการทำ scaling

Output จะนำไปเป็นค่าในการควบคุมการจ่ายกระแสให้ฮีตเตอร์

PID gains เป็นการใส่ตัวควบคุมที่เป็นค่าของ Gains, T_i , T_d

2) Bundle



เป็นเครื่องมือในการรวมค่าหลายค่าให้ออกเป็น 1 Output ใช้เพื่อค่าที่วัดและค่า Set point เพื่อนำไปพล็อตกราฟ

3) Waveform Chart

Waveform Chart

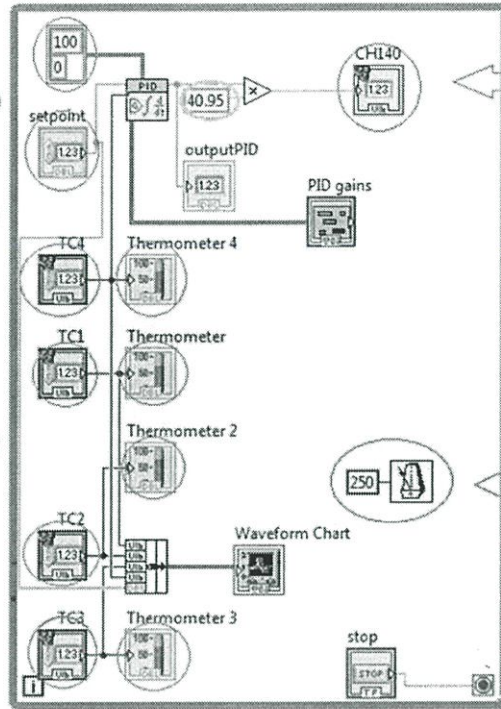


ใช้กราฟของค่าที่ทำการวัด

โปรแกรมที่ออกแบบเสร็จแล้วตามรูปส่วนของ Block Diagram

ตัวป้อนค่า set point และ output range 0-100
ปรับค่า Scales จาก 0-100 โดยคูณ 40.95 เพื่อเปลี่ยนเป็น 0-4095

Tag ข้อมูล PLC ที่ทำการอ่านค่ามา และ Thermomter Indicator ใช้โชว์ค่าอุณหภูมิ

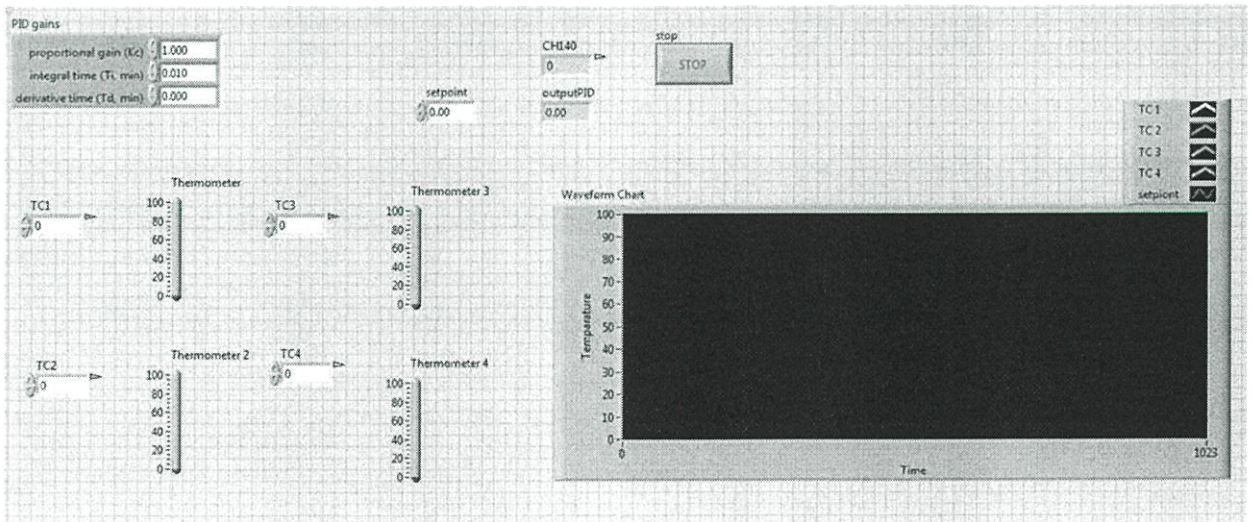


Tag ข้อมูลที่เชื่อมต่อกับ PLC เพื่อทำการส่งค่ากระแส 4-20 mA ไปยัง Heater

While Loop ใส่เพื่ออ่าน Loop Plot Graph

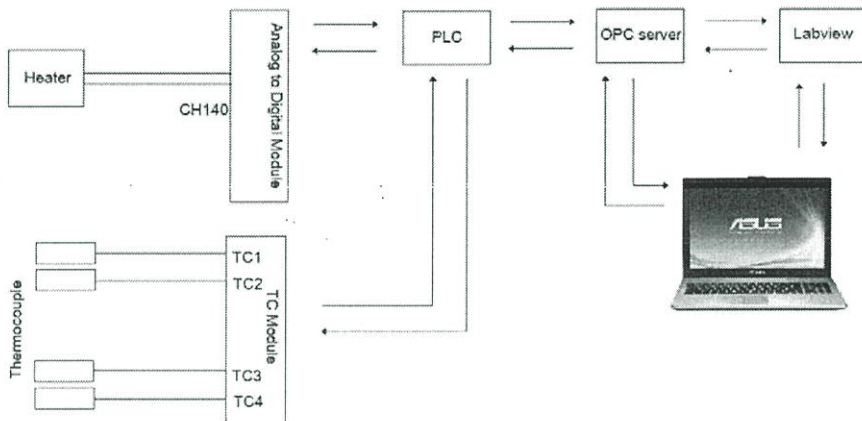
Delay time ในการวน loop หน่วยเป็น milliseconds

4) ส่วนของ Front Panel

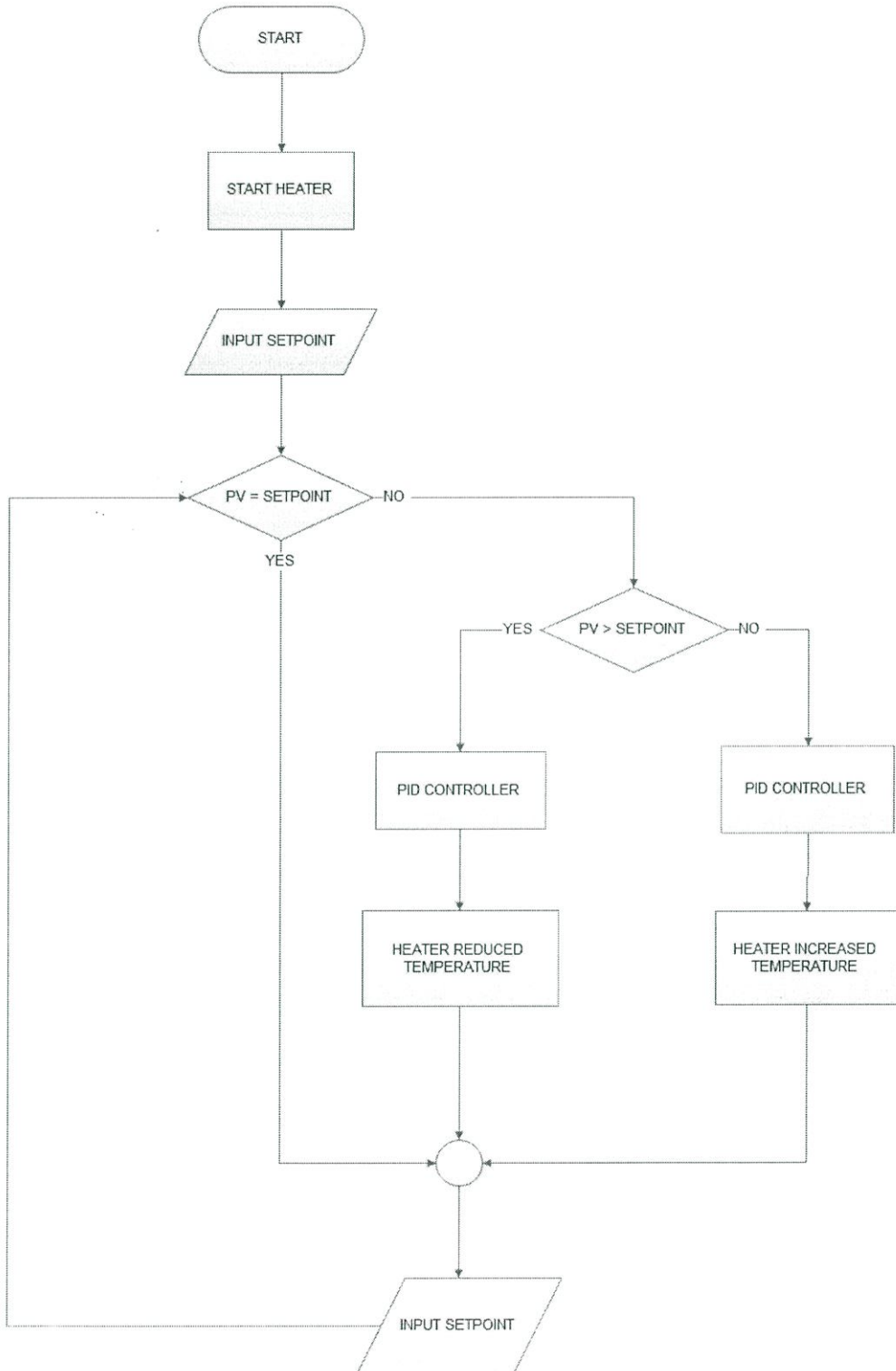


3.3.3.2 ลักษณะการทำงานของระบบ

นำอินพุท/เอาต์พุทที่ใช้ทั้งหมดต่อเข้ากับพีแอลซี จากนั้นจะใช้ OPC Server เป็นตัวกลางเพื่อเชื่อมต่อกับโปรแกรม LabVIEW ขอบเขตของค่าที่จะทำการ monitor ได้แก่ อุณหภูมิเข้า-ออก (Temperature) จะทำการป้อนค่าการจ่ายกระแส 4-20 mA เพื่อควบคุมระดับการให้ความร้อนของฮีตเตอร์ ในส่วนของการทำงานของปั๊มหรือการเปิดการทำงานของฮีตเตอร์จะใช้เป็นแมนนวลสวิชส์ โดยที่ไฟฟ้าที่ใช้กับอุปกรณ์ทั้งหมดจากแผงวงจรไฟฟ้า



3.3.4 ส่วนของการออกแบบ Flow chart diagram



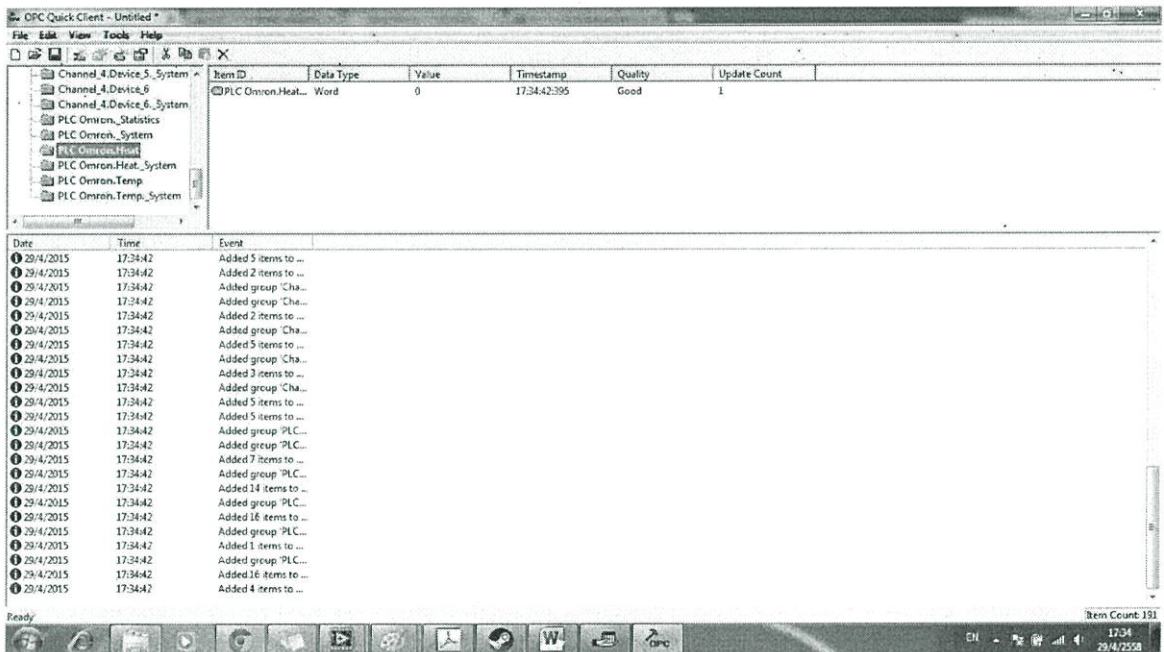
บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 การเชื่อมต่อกันระหว่างอุปกรณ์

4.1.1 การเชื่อมต่อระหว่าง PLC กับ OPC SERVER

การเชื่อมต่อที่สมบูรณ์จะสังเกตได้จากช่อง Quality ซึ่งจะแสดงสถานะเป็น Good แต่ถ้าหากว่าการเชื่อมต่อไม่สมบูรณ์ช่อง Quality จะแสดงสถานะ Bad



รูปที่ 4.1 แสดง Tag ข้อมูล หน่วยความจำที่เชื่อมต่อกับระหว่าง PLC และ HEATER

4.1.2 การเชื่อมต่อระหว่าง PLC กับ OPC SERVER และ อุปกรณ์ THERMOCOUPLE

ซึ่งจะเป็นการแสดงค่าอุณหภูมิที่วัดได้จาก THERMOCOUPLE ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับวัดอุณหภูมิ โดยที่ OPC SERVER จะดึงค่าที่วัดจาก THERMOCOUPLE ทั้ง 4 Channel ซึ่งได้แก่ Channel TC1 TC2 TC3 และ TC4 ว่าแต่ละ Channel นั้นมีอุณหภูมิเท่าไร

The screenshot shows the OPC Quick Client interface. The main window displays a table with the following columns: Item ID, Data Type, Value, Timestamp, Quality, and Update Count. The data points are as follows:

Item ID	Data Type	Value	Timestamp	Quality	Update Count
PLC Omron.Temp.TC1	Word	24	17:36:16.636	Bad	2
PLC Omron.Temp.TC2	Word	26	17:36:16.636	Bad	2
PLC Omron.Temp.TC3	Word	26	17:36:16.636	Bad	2
PLC Omron.Temp.TC4	Word	27	17:36:16.636	Bad	2

Below the table is an event log with columns for Date, Time, and Event. The events listed are:

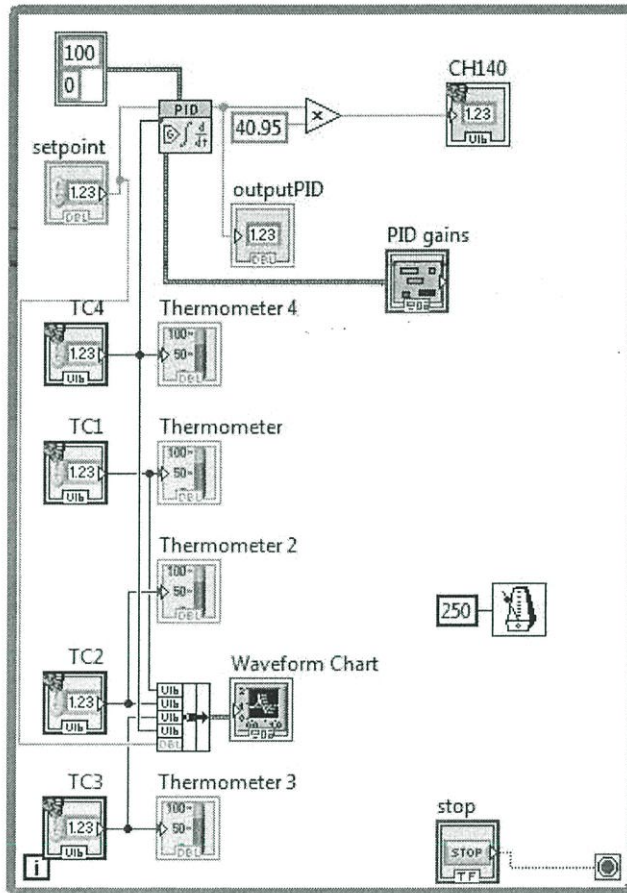
Date	Time	Event
29/4/2015	17:34:42	Added 5 items to ...
29/4/2015	17:34:42	Added 2 items to ...
29/4/2015	17:34:42	Added group 'Cha...
29/4/2015	17:34:42	Added group 'Cha...
29/4/2015	17:34:42	Added 2 items to ...
29/4/2015	17:34:42	Added group 'Cha...
29/4/2015	17:34:42	Added 5 items to ...
29/4/2015	17:34:42	Added group 'Cha...
29/4/2015	17:34:42	Added 3 items to ...
29/4/2015	17:34:42	Added group 'Cha...
29/4/2015	17:34:42	Added 5 items to ...
29/4/2015	17:34:42	Added 5 items to ...
29/4/2015	17:34:42	Added group 'PLC...
29/4/2015	17:34:42	Added group 'PLC...
29/4/2015	17:34:42	Added 7 items to ...
29/4/2015	17:34:42	Added group 'PLC...
29/4/2015	17:34:42	Added 14 items to ...
29/4/2015	17:34:42	Added group 'PLC...
29/4/2015	17:34:42	Added 16 items to ...
29/4/2015	17:34:42	Added group 'PLC...
29/4/2015	17:34:42	Added 1 items to ...
29/4/2015	17:34:42	Added group 'PLC...
29/4/2015	17:34:42	Added 16 items to ...
29/4/2015	17:34:42	Added 4 items to ...

รูปภาพ 4.2 แสดง Tag ข้อมูล หน่วยความจำที่เชื่อมต่อกับระหว่าง PLC และ อุปกรณ์ THERMOCOUPLE

4.2 ผลของโปรแกรม LabVIEW ที่ใช้ในการควบคุม

4.2.1 Block Diagram จากโปรแกรม LabVIEW

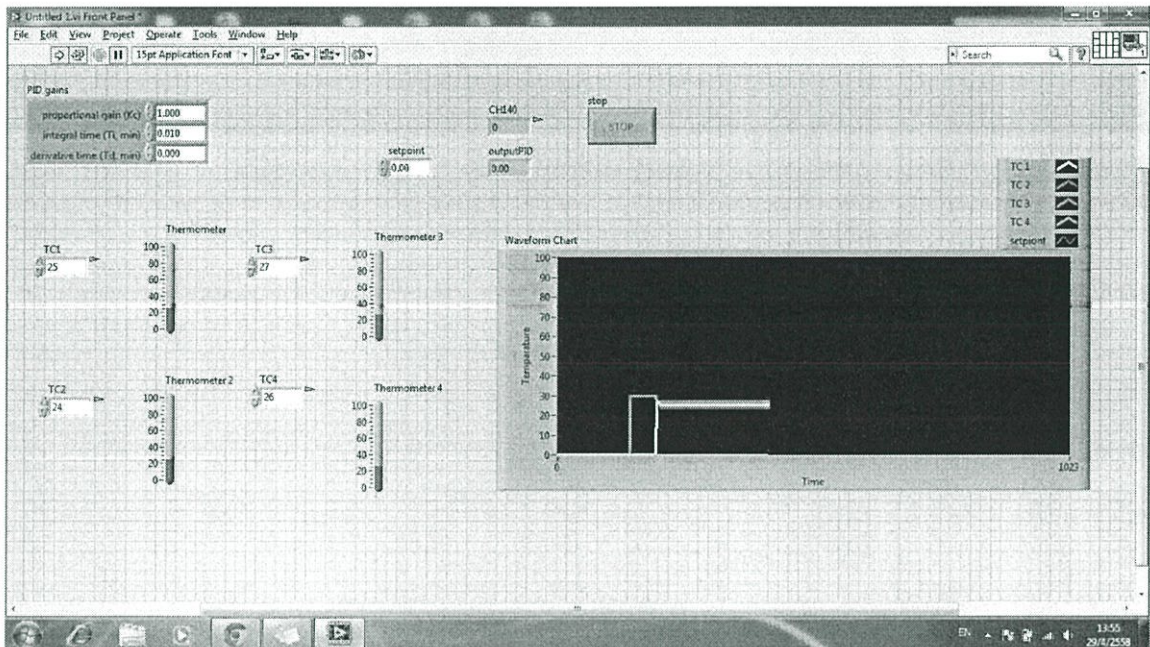
เป็นตัวในส่วนของ Block Diagram ในโปรแกรม LabVIEW ที่เขียนไว้เพื่อใช้ในการอ่านค่าอุณหภูมิจาก Thermocouple และควบคุมอุณหภูมิให้ได้ตามที่ต้องการ



รูปภาพ 4.3 แสดงBlock Diagram

4.2.2 Front Panel ที่ได้จากการเขียน Block Diagram

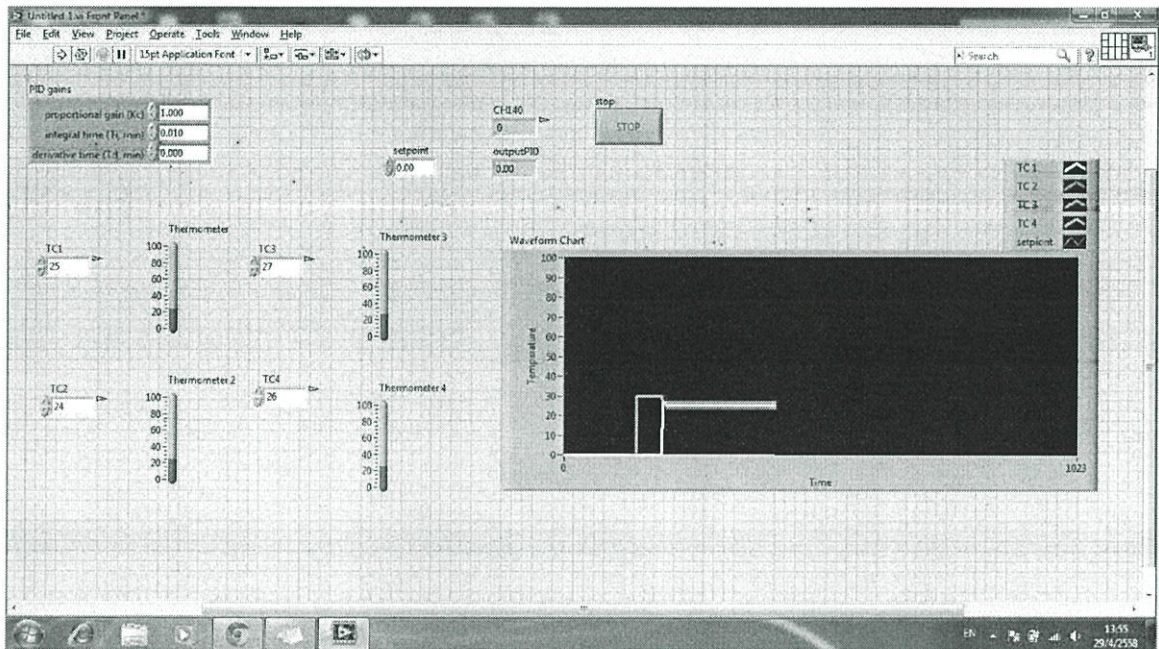
จาก Block Diagram ข้างต้น จะเห็นได้ว่า ค่าValueในช่อง TC1 TC2 TC3 TC4 จะได้ค่าที่ตรงตามกับ Tag ใน OPC SERVER TC1 TC2 TC3 และTC4 ตามลำดับ ซึ่งเป็นค่าที่ดึงออกมาจาก PLC ซึ่งหมายความว่า เราสามารถเชื่อมต่อ LabVIEW และ PLC เข้ากับ OPC ได้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ได้ตั้งไว้



รูปภาพ 4.4 Front Panel ของ Tag ข้อมูลทั้งหมด

4.2.3 ข้อมูลอุณหภูมิที่อ่านได้ทั้งหมดรวมทั้งค่า Setpoint

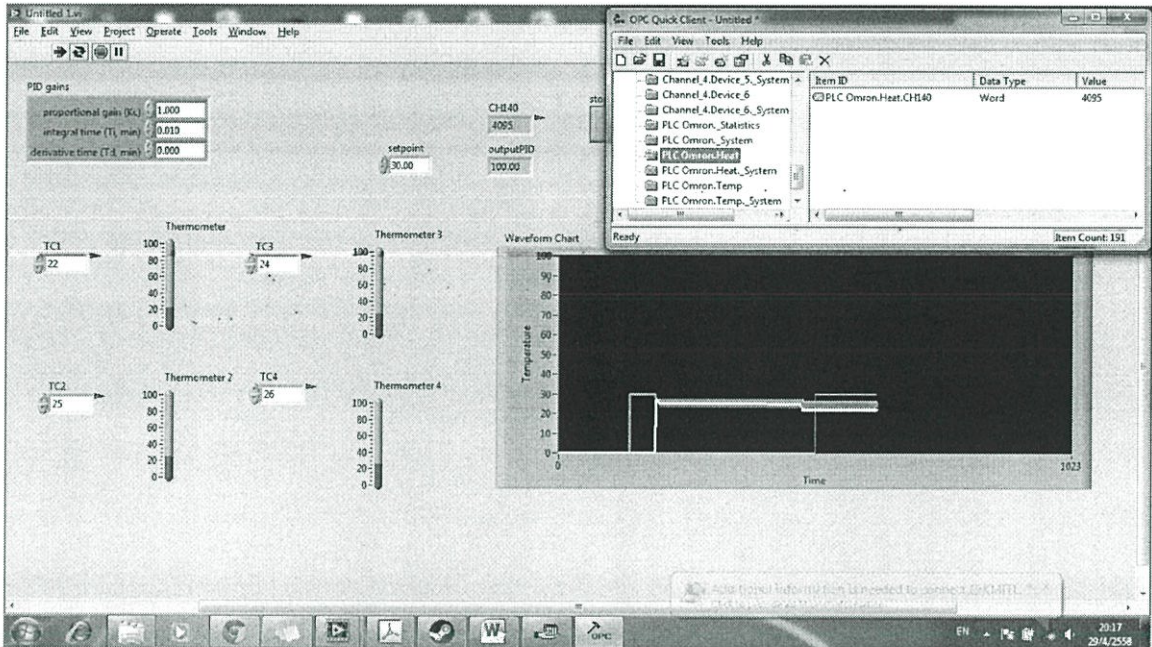
โดยข้อมูลอุณหภูมิที่อ่านได้ทั้งหมดรวมทั้งค่า Setpoint จะถูกนำมาพล็อตแสดงลงบนกราฟที่ได้แสดงไว้ใน Front Panel และสามารถที่จะควบคุมการจ่ายกระแสที่จ่ายให้กับ Heater ได้ (4-20mA) โดยตัวควบคุมแบบ PID ใน LabVIEW จะทำการเพิ่ม-ลด ค่าโดยอัตโนมัติ เพื่อให้ได้อุณหภูมิที่ต้องการ ซึ่งค่าที่จ่ายออกไปให้ PLC นั้นจะเป็นค่า WORD ที่มีสเกล 0 - 4095 โดย PLC จะนำค่าสเกลที่ได้นั้นไปแปลงเป็นกระแสเพื่อจ่ายให้กับตัว Heater อีกทีหนึ่ง



รูปภาพ 4.5 Front Panel ของ Tag ข้อมูลทั้งหมด

4.2.4 การปรับเพิ่มค่าอัตโนมัติของโปรแกรม

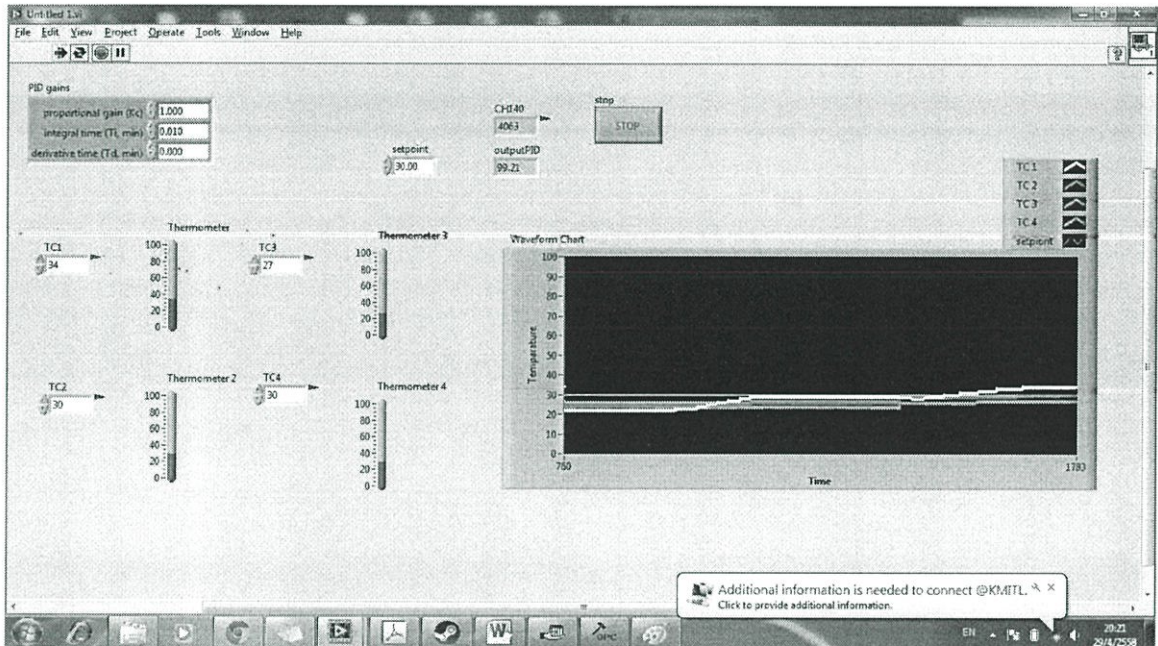
โดยเมื่อตั้งค่า Setpoint ไว้ที่ 30 องศาเซลเซียส ระบบที่ออกแบบไว้ก็จะทำการตรวจสอบว่าค่าที่ Channel TC4 มีค่าเท่ากับ 30 องศาเซลเซียสหรือไม่ ถ้ายังไม่เท่า ระบบควบคุม PID ก็จะส่ง Output ออกไป เพื่อจ่ายกระแสให้กับ Heater ซึ่งในภาพนี้ ค่าที่ส่งออกไปคือ 4095 ซึ่งจะมีค่าตรงกับ ค่าของ Tag OPC ที่ channel 140 ที่ได้ทำการต่อ Heater ไว้กับ PLC



รูปภาพ 4.6 Front Panel ของ Tag ข้อมูลทั้งหมด

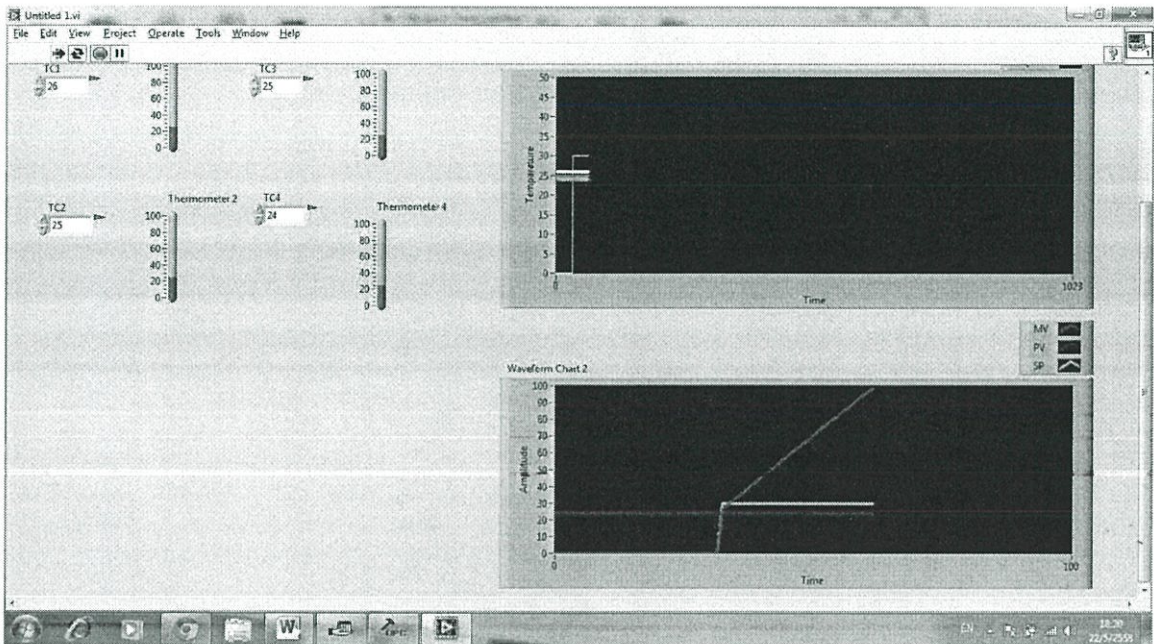
4.2.5 การปรับลดค่าอัตโนมัติของโปรแกรม

โดยเมื่อค่าของอุณหภูมิที่ Channel TC4 นั้นมีค่าเท่ากับ 30 องศาเซลเซียส ซึ่งเท่ากับค่า Setpoint ที่ตั้งไว้ ดังนั้น Output ที่ออกจากตัวควบคุม PID ก็จะทำให้ค่า Output ที่ลดลงเนื่องจากว่าค่า Output ที่ส่งไปยัง PLC ก็จะลดลง จะสังเกตได้จากค่า Output ที่ Channel 140



รูปภาพ 4.7 Front Panel ของ Tag ข้อมูลทั้งหมด

4.2.6 กราฟแสดงค่า PV MV และ ค่า Setpoint



รูป 4.8 กราฟแสดงค่า PV MV และค่า Setpoint

บทที่ 5

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

ปริญญานิพนธ์นี้ได้ศึกษาเพื่อทำเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนให้สามารถแบบโปรแกรมได้โดยทำการควบคุมอุณหภูมิผ่านโปรแกรมประยุกต์ และทำการแสดงผลค่าของอุณหภูมิ โดยขั้นตอนแรกเป็นการสร้างระบบการแลกเปลี่ยนอุณหภูมิขึ้นมาก่อน จากนั้นจึงนำอุปกรณ์เซนเซอร์และอุปกรณ์ที่จะทำการควบคุมไปเชื่อมต่อกับพีแอลซีรุ่น C200H ต่อมาได้ทำการศึกษาและเลือกโปรแกรมประยุกต์เพื่อใช้ในการควบคุมอุณหภูมิได้เลือกใช้โปรแกรม LabVIEW เมื่อได้ศึกษาเพิ่มเติมในการเชื่อมต่อระหว่างพีแอลซีกับโปรแกรม LabVIEW พบว่าการที่จะเชื่อมต่อส่งข้อมูลกันได้นั้นต้องมีสื่อกลางซึ่งเป็น Client server ซึ่งก็คือ OPC server

ในการดำเนินการได้ทำการเชื่อมต่อกับพีแอลซีรุ่น C200H กับโปรแกรม LabVIEW ผ่าน OPC server ได้หลังจากนั้นได้ทำการออกแบบโปรแกรมการควบคุม โดยใช้โปรแกรม LabVIEW จากนั้นทำการทดลองโปรแกรมและปรับแก้ จนสามารถควบคุมให้ได้ตามอุณหภูมิที่ต้องการ

5.2 ปัญหาและข้อเสนอแนะ

เนื่องจากความซับซ้อนของหน่วยความจำต่าง ๆ ในพีแอลซีจึงต้องมีการศึกษาการใช้งานพีแอลซีอย่างละเอียดในส่วนของการใช้หน่วยความจำ ในส่วนของการเชื่อมต่อพีแอลซี กับ พีซีคอมพิวเตอร์นั้น ยังใช้ RS232 อยู่จึงทำให้การขาดการเชื่อมต่อในหลายครั้งของการทดลอง เพราะเกิดจากการตั้งค่าพอร์ตโดยอัตโนมัติของ พีซีคอมพิวเตอร์ทำให้ต้องตั้งพอร์ตใหม่อยู่ทุกครั้งที่เริ่มการเชื่อมต่อใหม่อยู่เสมอ นอกจากนี้เมื่อทำการควบคุมได้แล้วอาจมีข้อจำกัดในการควบคุมค่าของระบบอยู่ ดังนั้นเวลาจะปรับเปลี่ยนค่าจะต้องทำให้สัมพันธ์กันเป็นเชิงวิศวกรรมเพื่อให้ใช้ได้ตามจุดประสงค์ จะต้องศึกษาหาความรู้เกี่ยวกับโปรแกรมควบคุมประยุกต์และอุปกรณ์พีแอลซีให้มากขึ้น และต้องสร้างความชำนาญและการปฏิบัติอยู่เสมอก็จะทำให้การควบคุมสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จากคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาได้พบว่า เราสามารถควบคุม อัตราการไหลของ ของไหล โดยใช้ อินเวอร์เตอร์ควบคุมความเร็วของปั๊ม เพื่อควบคุมอัตราไหลของ ของไหล ซึ่งเป็นแนวทางที่สามารถใช้ศึกษาและพัฒนาต่อไปในอนาคต เพื่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจ ในการควบคุมอุณหภูมิของ ของไหล ให้ มีความหลายหลายมากยิ่งขึ้นเพื่อให้ได้การควบคุมที่ดีที่สุด และสามารถใช้อุปกรณ์ควบคุมแบบโลจิกร่วมกับซอฟต์แวร์ประยุกต์ ในการควบคุมได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

บรรณานุกรม

ผ่องศรี ศิวราศักดิ์. (2551). การถ่ายโอนความร้อน = Heat transfer. กรุงเทพฯ : ทริปเพิ้ล เอ็ดดูเคชั่น

อัครเดช สินธุภักดิ์. (2524). เทอร์โมไดนามิก ตอนที่1. กรุงเทพฯ : คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

https://wiki.stjohn.ac.th/groups/poly_science6/wiki/4164f/_8_.html

th.wikipedia.org/wiki/การถ่ายเทความร้อน

www.completesengineering.com/style/article_heat%20xchanger1.pdf

student.nu.ac.th/electronic/00008.doc

<http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/0991/thermocouple-เทอร์โมคัปเปิล>

<http://btananuwat.tripod.com/plc/content.htm>

<http://labview.siam2web.com/?cid=525271>