การใช้อุปกรณ์แอนะล็อก 4-20 mA และอุปกรณ์ฟาวน์เดชันฟิลด์บัส สำหรับการควบคุมอุณหภูมิด้วยพีแอลซี

USING 4-20 mA ANALOG AND FOUNDATION FIELDBUS DEVICES FOR PLC-BASED TEMPERATURE CONTROL

จารุพล รานเหิร

สุจิตรา อินทรังษี

สุชาดา อนุรักษ์ดาน

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมอัตโนมัติ

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2555

การใช้อุปกรณ์แอนะล็อก 4-20 mA และอุปกรณ์ฟาวน์เดชันฟิลด์บัส สำหรับการควบคุมอุณหภูมิด้วยพีแอลซี

USING 4-20 mA ANALOG AND FOUNDATION FIELDBUS DEVICES FOR PLC-BASED TEMPERATURE CONTROL

จารุพล รามศิริ

สุจิตรา อินทรังษี

สุชาดา อนุรักษ์ด่าน

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมอัตโนมัติ

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2555

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

USING 4-20 mA ANALOG AND FOUNDATION FIELDBUS DEVICES FOR PLC-BASED TEMPERATURE CONTROL

JARUPOL RAMSIRI
SUJITRA INTHARUNGSEE
SUCHADA ANURAKDAN

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF
BACHELOR OF ENGINEERING IN AUTOMATION ENGINEERING
FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
ACADEMIC YEAR 2012

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2555

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

.....

หัวข้อปริญญานิพนธ์	การใช้อุปกรณ์แอนะล็อก 4-20 mA และอุปกรณ์ฟาวน์เดชันฟิลด์บัส สำหรับการควบคุมอุณหภูมิด้วยพีแอลซี USING 4-20 mA ANALOG AND FOUNDATION FIELDBUS DEVICES FOR PLC-BASED TEMPERATURE CONTROL		
นักศึกษาผู้จัดทำ	นายจารุพล	รามศิริ	**รหัสนักศึกษา** 52010150
	นางสาวสุจิตรา	อินทรังษี	**รหัสนักศึกษา** 52011293
	นางสาวสุชาดา	อนุรักษ์ด่าน	**รหัสนักศึกษา** 52011299
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต		
สาขาวิชา	วิศวกรรมอัตโนมัติ		
ปีการศึกษา	2555		

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์	ลายมือชื่อ
รองศาสตราจารย์ ดร. อัมพวัน จุลเสรีวงศ์	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	การใช้อุปกรณ์แอนะล็อก 4-20 mA และอุปกรณ์ฟาวน์เดชันฟิลด์บัส สำหรับการควบคุมอุณหภูมิด้วยพีแอลซี USING 4-20 mA ANALOG AND FOUNDATION FIELDBUS DEVICES FOR PLC-BASED TEMPERATURE CONTROL
นักศึกษาผู้จัดทำ	นายจารุพล รามศิริ **รหัสนักศึกษา** 52010150 นางสาวสุจิตรา อินทรังษี **รหัสนักศึกษา** 52011293 นางสาวสุชาดา อนุรักษ์ด่าน **รหัสนักศึกษา** 52011299
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร. อัมพวัน จุลเสรีวงศ์
ปีการศึกษา	2555

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์นี้ได้นำเสนอการรวมระบบแอนะล็อกแบบดั้งเดิมเข้ากับดิจิตอลฟิลด์บัสเข้าด้วยกันสำหรับการควบคุมลูปปิดด้วยพีไอดี การใช้อุปกรณ์แอนะล็อก 4-20 mA และอุปกรณ์ฟาวน์เดชันฟิลด์บัสสำหรับการควบคุมอุณหภูมิด้วยโปรแกรมเมเบิล ลอจิก คอนโทรลเลอร์ (พีแอลซี) ถูกทดสอบเพื่อเป็นตัวอย่างกรณีศึกษา พลานต์โมเดลที่ใช้ทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิแบบฟาวน์เดชันฟิลด์บัส (รุ่น Rosemount : 3144P) อุปกรณ์เชื่อมต่อ (รุ่น Allen-Bradley : 1757-FFLD) พีแอลซี (รุ่น Allen-Bradley : CompactLogix 1769-L23E-QB1B) อินเวอร์เตอร์ (รุ่น Sangi Electric : SCR-1A030) และหลอดไฟ (Philip : Superlux) ถูกสร้างขึ้นเพื่อแสดงให้เห็นถึงแนวคิดที่นำเสนอ นอกจากนี้ ในปริญญานิพนธ์นี้ยังได้แนะนำการตั้งค่าการใช้งานระบบและอุปกรณ์เช่นเดียวกันการออกแบบส่วนติดต่อผู้ใช้งาน ผลการทดลองการควบคุมอุณหภูมิในช่วง 40-60 °C ถูกรวมเข้าไว้อีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	USING 4-20 mA ANALOG AND FOUNDATION FIELDBUS DEVICES FOR PLC-BASED TEMPERATURE CONTROL
Authors	Mr. Jarupol Ramsiri 52010150
	Miss Sujitra Intharungsee 52011293
	Miss Suchada Anurakdan 52011299
Thesis Advisor	Assoc.Prof.Dr. Amphawan Julsereewong
Year	2012

ABSTRACT

This thesis presents an integration of traditional analog system and digital fieldbus for PID closed-loop control. Using 4-20 mA analog and Foundation Fieldbus devices for programmable logic controller (PLC)-based temperature control is examined as an illustrative case study. The plant model employing Foundation Fieldbus temperature transmitter (Rosemount : 3144P), H1/HSE linking device (Allen-Bradley : 1757-FFLD), PLC (Allen-Bradley : CompactLogix 1769-L23E-QB1B), inverter (Sangi Electric : SCR-1A030), and lamp (Philip : Superlux) was implemented to demonstrate the proposed concept. In addition, system and devices configurations as well as user interface design are introduced. Experimental results of temperature control in the range of 40-60 ^{o}C are also included.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องด้วยความอนุเคราะห์จากผู้สนับสนุนหลายฝ่าย ทางคณะผู้จัดทำขอขอบคุณคณะวิศวกรรมศาสตร์ที่ได้ให้ประสบการณ์ในการเรียนรู้

ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงสำหรับ รศ.ดร.อัมพวัน จุลเสรีวงศ์ รศ.ดร.ไสว พงศ์สวัสดิ์ ดร.ธีรวัฒน์ เทพมณี และอาจารย์ท่านอื่น ๆ ในการให้คำปรึกษาแก่คณะผู้จัดทำตลอดมาอีกทั้งเอื้อเฟื้ออุปกรณ์ห้องทำโครงงานและเครื่องมืออุปกรณ์ต่างๆทางคณะผู้จัดทำรู้สึกซาบซึ้ง และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอบคุณเพื่อน ๆ ภายในสาขาวิชาวิศวกรรมอัตโนมัติ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ให้คำแนะนำ ช่วยเหลือ และให้กำลังใจที่ดีเสมอ

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ที่สนับสนุนและให้กำลังใจในทุก ๆ เรื่อง

คณะผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่าปริญญานิพนธ์ฉบับนี้จะเป็นประโยชน์แก่ผู้ที่สนใจสามารถนำไปใช้ศึกษาและพัฒนาให้เกิดประโยชน์ต่อไป

คณะผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....II

กิตติกรรมประกาศ.....III

สารบัญ.....IV

สารบัญตาราง.....VII

สารบัญรูป.....VIII

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความสำคัญและที่มาของปริญญานิพนธ์.....1

1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์.....4

1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์.....4

1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ.....4

1.5 แผนการดำเนินงาน.....4

1.6 รายละเอียดของปริญญานิพนธ์.....5

บทที่ 2 ระบบที่ใช้เป็นกรณีศึกษา.....7

2.1 กล่าวนำ.....7

2.2 หลักการควบคุมอัตโนมัติแบบป้อนกลับ.....7

2.3 แนวคิดในการควบคุมแบบป้อนกลับโดยใช้อุปกรณ์แอนะล็อกร่วมกับอุปกรณ์แบบดิจิตอลฟิลด์บัส.....9

2.4 การควบคุมอุณหภูมิที่ใช้เป็นกรณีศึกษา.....9

2.5 อุปกรณ์ที่เลือกใช้ในกรณีศึกษาและการเชื่อมต่อ.....10

2.5.1 ทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิ.....12

2.5.2 อุปกรณ์เชื่อมต่อ H1/HSE 15

2.5.3 อุปกรณ์ควบคุมพีแอลซี.....16

2.5.4 อินเวอร์เตอร์.....19

2.5.5 หลอดไฟ.....23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

2.5.6 การเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่าง ๆ ในระบบ....26

บทที่ 3 การออกแบบพลานต์โมเดลที่นำเสนอ....28

3.1 กล่าวนำ....28

3.2 การออกแบบในส่วนฮาร์ดแวร์....28

3.2.1 การควบคุมอุณหภูมิที่ออกแบบ....29

3.2.2 การติดตั้งอุปกรณ์....30

3.2.3 การทดสอบการทำงานของแอนะล็อกโมดูลของพีแอลซี....33

3.2.4 การทดสอบการทำงานของอุปกรณ์ปรับแรงดันไฟฟ้าดีซี/เอซี....34
หรืออินเวอร์เตอร์

3.3 ขั้นตอนการกำหนดค่าเตรียมโปรแกรมต่าง ๆ สำหรับงานวิศวกรรม....37

3.3.1 โปรแกรม RSLogix 5000 Version 17.00....37

3.3.2 โปรแกรม RSFieldbus Version 2.05....38

3.3.3 โปรแกรม Wonderware InTouch WindowMaker....39
Version 10.1.3001412.0703.0268.0018

3.3.4 โปรแกรมที่ทำหน้าที่เป็น OPC....41

3.4 ขั้นตอนการกำหนดค่าในการใช้งาน....43

3.4.1 การกำหนดค่าในการใช้งานทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิ....43

3.4.2 การกำหนดค่าในการใช้งานอุปกรณ์เชื่อมต่อ H1/HSE....46

3.4.3 การใช้งานโปรแกรม RS Fieldbus สำหรับระบบที่ใช้เป็นกรณีศึกษา....47

3.5 โปรแกรมการควบคุมสำหรับพีแอลซี....66

3.5.1 ผังการทำงานในการควบคุมอุณหภูมิ....66

3.5.2 การกำหนดอินพุต/เอาต์พุตของพีแอลซี....67

3.5.3 คำสั่งโปรแกรมพีแอลซี....67

3.6 การออกแบบส่วนติดต่อกับผู้ใช้งาน....70

3.6.1 การกำหนดตัวแปรในโปรแกรม KEPServerEx....77

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

3.6.2 การกำหนด Tagname ของโปรแกรม Wonderware InTouch WindowMaker 81
3.6.3 การเขียนกราฟิกบน Wonderware InTouch WindowMaker 82

บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง 96
4.1 กล่าวนำ 96
4.2 การทดลองใช้งานกราฟิก 96
4.3 การทดลองปรับค่าพารามิเตอร์ของฟังก์ชันควบคุมแบบพีไอดี 98
4.3.1 การปรับหาค่า K_p 100
4.3.2 การปรับหาค่า K_i 101
4.3.3 การปรับหาค่า K_d 102
4.4 การทดลองการควบคุมอุณหภูมิ 103
4.4.1 การทดลองในช่วงขาขึ้น 103
4.4.2 การทดลองในช่วงขาลง 107

บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ 112
5.1 สรุปผลการทดลอง 112
5.2 ปัญหาที่พบในการทำงาน 113
5.3 ข้อเสนอแนะ 113
5.3.1 การนำระบบเครือข่าย Wireless LAN มาประยุกต์ใช้ในการเชื่อมต่ออุปกรณ์ 114
5.3.2 อุปกรณ์สำหรับการเชื่อมต่อระบบเครือข่าย Wireless LAN 114
5.3.3 ประโยชน์ของระบบ Wireless LAN 115

บรรณานุกรม 116

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

1.1 แผนการดำเนินงานสำหรับคณะผู้จัดทำ....6
2.1 บล็อกการทำงานของทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิ Rosemount : 3144P....13
2.2 การคำนวณค่าผลต่างของอุณหภูมิที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงของแรงแคลื่อนไฟฟ้า....25
ที่จ่ายให้กับหลอดไฟ
3.1 อุปกรณ์ต่าง ๆ ในพลานต์โมเดล....31
3.2 ผลการวัดค่ากระแสของแอนะล็อกโมดูลของพีแอลซี....34
3.3 ผลการทดลองวัดค่าอุณหภูมิครั้งที่ 1....35
3.4 ผลการทดลองวัดค่าอุณหภูมิครั้งที่ 2....35
3.5 ผลการทดลองวัดค่าอุณหภูมิครั้งที่ 3....36
3.6 ค่าอุณหภูมิในแต่ละช่วง Setpoint....36
3.7 พารามิเตอร์ที่จำเป็นต้องกำหนดค่าในการใช้งานของทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิ....44
3.8 รายละเอียดบล็อก AI Error....45
3.9 พารามิเตอร์ที่จำเป็นต้องกำหนดค่าในการใช้งานของอุปกรณ์เชื่อมต่อ H1/HSE....46
3.10 กำหนดอินพุตของพีแอลซี....67
3.11 กำหนดเอาต์พุตของพีแอลซี....67
3.12 กำหนดการ Scaling....70
3.13 Tagname ที่กำหนดในโปรแกรม KEPServerEx สำหรับกรณีศึกษา....81
3.14 Tagname โปรแกรม RSLogix5000 กับ....81
โปรแกรม Wonderware InTouch WindowMaker
4.1 ค่าอุณหภูมิในช่วง 0 – 100%....99
5.1 เวลาในการเข้าสู่ค่าเป้าหมายในช่วงขาขึ้นเมื่อเพิ่มค่าเป้าหมายทีละ 25%....112
5.2 เวลาในการเข้าสู่ค่าเป้าหมายในช่วงขาลงเมื่อลดค่าเป้าหมายทีละ 25%....113

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

1.1 ส่วนประกอบของระบบควบคุมอุณหภูมิที่ใช้เป็นกรณีศึกษา....2

2.1 ส่วนประกอบของระบบควบคุมอัตโนมัติแบบป้อนกลับ....7

2.2 การควบคุมแบบป้อนกลับโดยใช้ทรานสมิตเตอร์แบบดิจิตอลฟิลด์บัสและ....9
อุปกรณ์ควบคุมสุดท้ายที่มีสัญญาณอินพุตแบบแอนะล็อก

2.3 การควบคุมอุณหภูมิแบบป้อนกลับที่ใช้เป็นกรณีศึกษา....10

2.4 ทรานสมิตเตอร์วัดอุณหภูมิ รุ่น Rosemount : 3144....12

2.5 ลักษณะการต่อใช้งานทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิรุ่น Rosemount : 3144P....12

2.6 ลักษณะทางกายภาพของทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิ Rosemount : 3144P....14

2.7 อุปกรณ์เชื่อมต่อ H1/HSE รุ่น Allen Bradley : 1757-FFLD....15

2.8 ตัวอย่างการใช้งานอุปกรณ์เชื่อมต่อ H1/HSE รุ่น Allen Bradley : 1757-FFLD....15

2.9 อุปกรณ์ควบคุมพีแอลซีรุ่น Allen Bradley : CompactLogix 1769-L23E-QB1B....16

2.10 โครงสร้างภายในของพีแอลซีทั่วไป....17

2.11 แอนะล็อกโมดูลรุ่น Allen Bradlay : Compact I/O 1796-IF4XOF2....18

2.12 ขั้นตอนการทำงานของพีแอลซี....18

2.13 อินเวอร์เตอร์ รุ่น Sangi Electric : SCR-1A030....19

2.14 สัญลักษณ์ของ SCR....19

2.15 แสดงการจุดชนวนให้เอสซีอาร์นำกระแส....20

2.16 การทำให้เอสซีอาร์หยุดนำกระแสโดยวิธี Anode Current Interruption....21

2.17 การทำให้เอสซีอาร์หยุดนำกระแสโดยวิธี Forced Commutation....22

2.18 Phase control Thyristor....23

2.19 วงจรพื้นฐานและรูปคลื่นการทำงานของ Single Phase Push- Pull Inverter....23

2.20 หลอดไส้อินแคนเดตเซนต์ขนาด 100 W รุ่น Philips : Superlux....23

2.21 การเชื่อมต่อในพลานต์โมเดล....24

2.22 การเชื่อมต่ออุปกรณ์ในพลานต์โมเดลจริง....27

3.1 แผนภาพพีแอนด์ไอของกระบวนการควบคุมอุณหภูมิ....29

3.2 บล็อกไดอะแกรมการทำงาน....30

3.3 แบบการติดตั้งอุปกรณ์ในพลานต์โมเดล....30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่ หน้า

3.4 แบบการต่อสายในส่วนของฟาวน์เดชันฟิลด์บัสอุปกรณ์เชื่อมต่อ H1/HSE....32
3.5 แบบการต่อสายในส่วนของพีแอลซี....32
3.6 พลานต์โมเดลที่นำเสนอ....33
3.7 แอนะล็อกโมดูล รุ่น 1769 Compact I/O....33
3.8 อุปกรณ์ปรับแรงดันไฟฟ้าดีซี/เอซีหรืออินเวอร์เตอร์รุ่น Sangi Electric : SCR-1A030....34
3.9 โปรแกรม Rslogix 5000....37
3.10 โปรแกรม RSFieldbus....38
3.11 โปรแกรม Wonderware InTouch WindowMaker....40
3.12 โปรแกรม KEPServerEX....41
3.13 โปรแกรม LinkMaster....42
3.14 โครงสร้างบล็อก AI ของทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิ....45
3.15 โครงสร้างบล็อก Logix ของอุปกรณ์เชื่อมต่อ H1/HSE....46
3.16 หน้าต่างโปรแกรม RSFieldbus....47
3.17 การสร้าง New Project....47
3.18 การกำหนด File Name สำหรับ New Project....48
3.19 New Project ที่ถูกสร้างขึ้น....48
3.20 การเพิ่มอุปกรณ์เชื่อมต่อ (หรือ Bridge)....49
3.21 การกำหนด Device Tag สำหรับอุปกรณ์เชื่อมต่อ....49
3.22 การสร้าง New Fieldbus Segment....50
3.23 การกำหนด Tag....50
3.24 การเปิดหน้าต่าง H1....51
3.25 การสร้าง New Block (ของ FFLD)....51
3.26 การตั้ง Tag ของ Block FFLD....52
3.27 การเลือกโหมดการทำงานของ FFLD....52
3.28 การตั้ง Slot ของ FFLD....53
3.29 Block ของ FFLD ที่ถูกสร้างขึ้น....53
3.30 การสร้างทรานสมิตเตอร์อุณหภมิ (หรือ New Device)....54

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่ หน้า

3.31 การตั้ง Tag ของทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิ....54
3.32 Device ใหม่ทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิ....55
3.33 การสร้าง New Block ของทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิ....55
3.34 การตั้ง Tag ของทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิ....56
3.35 การเลือกโหมดการทำงานของบล็อก Logix ทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิ....56
3.36 การเลือกช่องสัญญาณของทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิ....57
3.37 การเลือกชนิดของ L_TYPE....57
3.38 บล็อกใหม่ของทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิที่ถูกสร้างขึ้น....58
3.39 การเปิดหน้าต่าง HSE Network....58
3.40 หน้าต่าง HSE Network....59
3.41 การตั้งพื้นที่สำหรับ Process Cell....59
3.42 การตั้ง Tag ของพื้นที่สำหรับ Process Cell....59
3.43 พื้นที่สำหรับ Process Cell ที่ถูกสร้างขึ้น....60
3.44 การเปิดหน้าต่างพื้นที่สำหรับ Control Module....60
3.45 หน้าต่างพื้นที่สำหรับ Control Module....60
3.46 การสร้างพื้นที่สำหรับ Control Module....61
3.47 การตั้ง Tag สำหรับเขียน Control Module....61
3.48 พื้นที่สำหรับ Control Module ที่ถูกสร้างขึ้น....61
3.49 การเปิดหน้าต่างสำหรับการกำหนดรูปแบบการควบคุม....62
3.50 การตั้งค่า Function Block Icon ให้มีรูปร่างสี่เหลี่ยม....62
3.51 การดึงบล็อก Logix ของ FFLD ลงมาในพื้นที่ Process_Cell....63
3.52 การดึงบล็อก AI ของทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิลงมาในพื้นที่ Process_Cell....63
3.53 บล็อก AI และ FFLD_LB....64
3.54 การเลือกตัวแปรเอาต์พุตของบล็อก AI....64
3.55 การเลือกตัวแปรอินพุตของบล็อก FFLD_LB....65
3.56 การเชื่อมต่อระหว่างบล็อก AI และ FFLD_LB....65
3.57 ผังการทำงานในการควบคุมอุณหภูมิสำหรับพลานต์โมเดลที่ได้นำเสนอ....66

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่ หน้า

3.58 คำสั่ง Ladder ที่มีการทำงานตามผังการทำงานในรูปที่ 3.57 67
3.59 คำสั่ง MOV 68
3.60 คำสั่ง TON 68
3.61 คำสั่ง PID 69
3.62 คำสั่ง CPT 69
3.63 การออกแบบกราฟิกหน้า HOME 71
3.64 หน้า HOME 71
3.65 การออกแบบกราฟิกหน้า GRAPHIC 73
3.66 หน้า GRAPHIC 73
3.67 การออกแบบกราฟิกหน้า Historian Trend Data 75
3.68 หน้า Historian Trend Data 75
3.69 การออกแบบกราฟิกหน้า List of Alarm 76
3.70 หน้า List of Alarm 77
3.71 หน้าต่างโปรแกรม KEPServerEx 77
3.72 ไอคอน New Channel 78
3.73 การตั้งชื่อ Channel ในการสร้าง New Channel 78
3.74 การเลือก Driver ของอุปกรณ์ 78
3.75 ไอคอน New Device 79
3.76 การตั้งชื่อ Device ในการสร้าง New Device 79
3.77 การเลือก Device model 79
3.78 ไอคอน New Tag 80
3.79 การตั้งค่า Tagname ในโปรแกรม KEPServerEx 80
3.80 Tagname ในโปรแกรม KEPServerEx 80
3.81 หน้าต่างโปรแกรม InTouch Wonderware 82
3.82 การสร้าง New Project 82
3.83 การเลือกที่เก็บไฟล์ข้อมูลของโปรเจค 83
3.84 การตั้งชื่อแฟ้มที่เก็บข้อมูลของโปรเจค 83

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่ หน้า

3.85 การตั้งชื่อโปรเจค....84

3.86 โปรเจคที่ถูกสร้างขึ้น....84

3.87 โปรแกรม InTouch – WindowMaker....85

3.88 การสร้างพื้นที่สำหรับการเขียนกราฟิก (หรือ New Windows)....85

3.89 การตั้งค่าพื้นที่สำหรับการเขียนกราฟิก....86

3.90 การกำหนดสีพื้นหลัง....86

3.91 การแทรก Symbol Factory....87

3.92 หน้าต่าง Symbol Factory....87

3.93 การแทรกกราฟสำหรับการแสดงข้อมูลแบบ Trend....88

3.94 การแทรกตาราง Alarm....88

3.95 โปรแกรม System Management Console....89

3.96 การตั้งค่าของโปรแกรม System Management Console....89

3.97 การสร้าง NEW PORT....90

3.98 การสร้าง ENB_CPLX....90

3.99 การกำหนด IP-ADRESS ของพีแอลซีบน System Management Console....91

3.100 การสร้าง NEW BACKPLANE....91

3.101 การสร้าง LOGIX....92

3.102 การสร้างชื่ออ้างอิงพีแอลซี....92

3.103 การสร้าง Access Names....93

3.104 การตั้งค่า Access Name....93

3.105 การตั้ง Tagname บนโปรแกรม Intouch Wonderware WindowMaker....94

3.106 การเลือกชนิดของข้อมูลบน Intouch Wonderware WindowMaker....94

3.107 การเลือก Access Name....95

4.1 การทดลองการใช้งานกราฟิกหน้า Home....96

4.2 การทดลองการใช้งานกราฟิกหน้า Graphic....97

4.3 การทดลองการใช้งานกราฟิกหน้า Historian Trend Data....97

4.4 การทดลองการใช้งานกราฟิกหน้า List of Alarm....98

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่ หน้า

4.5 ผลตอบสนองของกระบวนการจากการปรับค่า Proportional....100
4.6 ผลตอบสนองของกระบวนการจากการปรับค่า Integral....101
4.7 ผลตอบสนองของกระบวนการจากการปรับค่า Derivative....102
4.8 ผลตอบสนองของกระบวนการที่เปลี่ยนค่าเป้าหมายจาก 0% เป็น 25%....103
4.9 การแสดงผลในหน้า Graphic ที่ค่าเป้าหมาย 25% (45 °C)....104
4.10 ผลตอบสนองของกระบวนการที่เปลี่ยนค่าเป้าหมายจาก 25% เป็น 50%....104
4.11 การแสดงผลในหน้า Graphic ที่ค่าเป้าหมาย 50% (50 °C)....105
4.12 ผลตอบสนองของกระบวนการที่เปลี่ยนค่าเป้าหมายจาก 50% เป็น 75%....105
4.13 การแสดงผลในหน้า Graphic ที่ค่าเป้าหมาย 75% (55 °C)....106
4.14 ผลตอบสนองของกระบวนการที่เปลี่ยนค่าเป้าหมายจาก 75% เป็น 100%....106
4.15 การแสดงผลในหน้า Graphic ที่ค่าเป้าหมาย 100% (60 °C)....107
4.16 ผลตอบสนองของกระบวนการที่เปลี่ยนค่าเป้าหมายจาก 100% เป็น 75%....107
4.17 การแสดงผลในหน้า Graphic ที่ค่าเป้าหมาย 75% (55 °C)....108
4.18 ผลตอบสนองของกระบวนการที่เปลี่ยนค่าเป้าหมายจาก 75% เป็น 50%....108
4.19 การแสดงผลในหน้า Graphic ที่ค่าเป้าหมาย 50% (50 °C)....109
4.20 ผลตอบสนองของกระบวนการที่เปลี่ยนค่าเป้าหมายจาก 50% เป็น 25%....109
4.21 การแสดงผลในหน้า Graphic ที่ค่าเป้าหมาย 25% (45 °C)....110
4.22 ผลตอบสนองของกระบวนการที่เปลี่ยนค่าเป้าหมายจาก 25% เป็น 0%....110
4.23 การแสดงผลในหน้า Graphic ที่ค่าเป้าหมาย 0% (40 °C)....111
5.1 การเชื่อมต่ออุปกรณ์ wireless LAN กับ พลานต์โมเดล....114

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

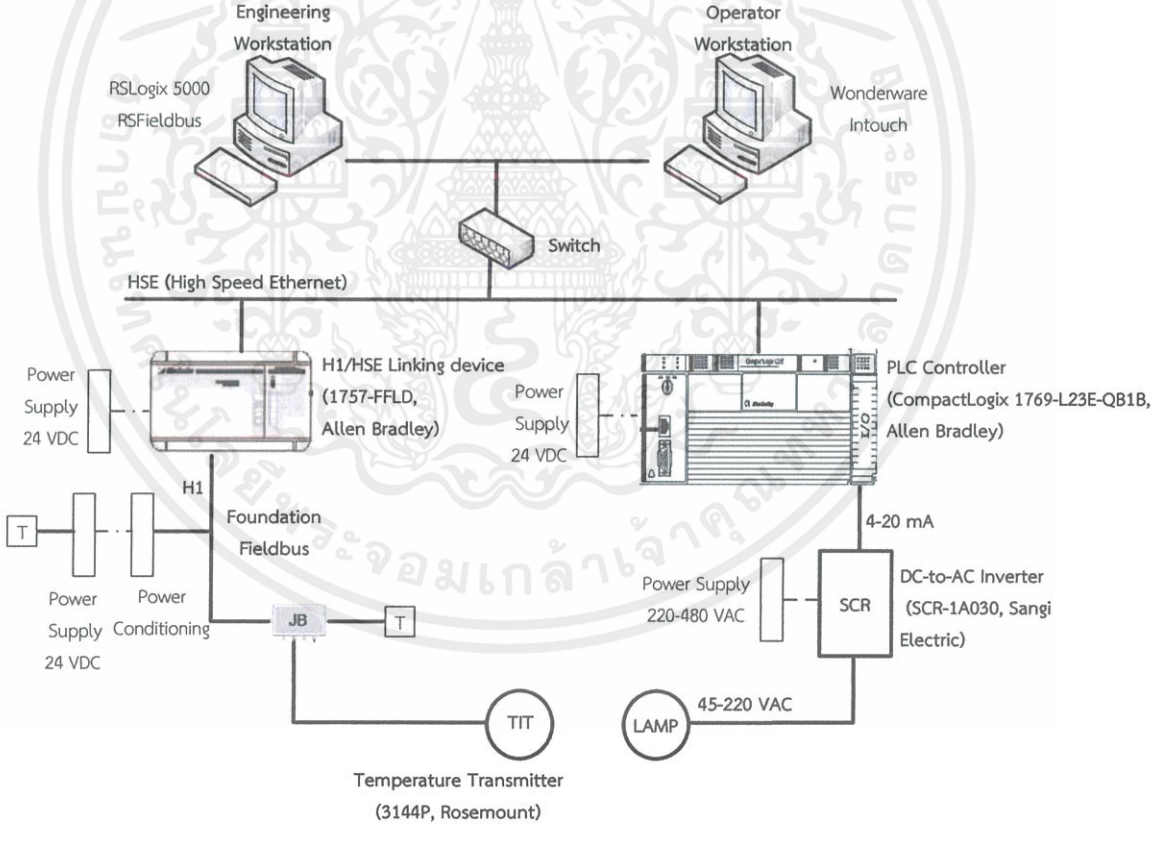
1.1 ความสำคัญและที่มาของปริญญานิพนธ์

เนื่องจากเทคโนโลยีการสื่อสารในปัจจุบันมีความก้าวหน้าและพัฒนาไปเป็นอันมาก มนุษย์ได้นำเทคโนโลยีมาใช้ในอุตสาหกรรมตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน และมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง ซึ่งการเริ่มต้นของเทคโนโลยีระบบควบคุมอุตสาหกรรมนั้นในช่วงแรกจะเป็นอย่างช้า ๆ ซึ่งไม่สามารถรองรับความต้องการของสินค้าได้จึงได้เริ่มพัฒนาเครื่องมือวัดและตัวควบคุม เพื่อนำมาใช้ในการควบคุมกระบวนการผลิต [1] โดยระยะแรกในช่วงทศวรรษ 1940 ระบบควบคุมกระบวนการที่นำมาใช้เป็นระบบแมคคานิกส์และระบบลมหรือนิวแมติก (Pneumatic) ซึ่งกำหนดสัญญามาตรฐานเป็น 0.2-1.0 kg/cm^2 หรือ 3-15 psig ซึ่งมีฟังก์ชันการทำงานของตัวควบคุมไม่ซับซ้อนมากนักโดยเน้นที่ลูปควบคุม (Control Loop) เป็นหลัก ต่อมาในช่วงทศวรรษ 1960 ได้พัฒนาเป็นสัญญาณกระแสไฟฟ้ามาตรฐาน 4-20 mA หรือสัญญาณแอนะล็อก โดยฟังก์ชันการทำงานของตัวควบคุมสามารถทำงานได้มากขึ้นโดยรองรับกับฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์หรือลอจิกเกต (Logic Gate) และสามารถเชื่อมโยงได้หลาย ๆ ลูปควบคุม ต่อมาในช่วงทศวรรษ 1980 ได้พัฒนาระบบควบคุมเป็นระบบไฟฟ้าในรูปแบบสัญญาณดิจิตอลเพื่อทำให้การควบคุมมีความสะดวกมากยิ่งขึ้น โดยมีฟังก์ชันการใช้งานที่หลากหลาย ซึ่งสามารถปรับค่าได้เป็นเชิงตัวเลข เช่น การปรับค่าพารามิเตอร์ของตัวควบคุมพีไอดี (PID Controller) แต่ระบบส่งสัญญาณก็ยังเป็นระบบไฟฟ้า 4-20 mA ในช่วงทศวรรษ 1990 การสื่อสารข้อมูลแบบดิจิตอลฟิลด์บัส (Fieldbus) ได้ถูกพัฒนาขึ้นอย่างเต็มรูปแบบเพื่อลดการใช้สายในการเชื่อมต่ออุปกรณ์ระดับฟิลด์ นอกจากนี้ยังสามารถรองรับกับการควบคุมที่ยุ่งยากและซับซ้อนมากขึ้น เนื่องจากความพยายามในการพัฒนาการสื่อสารข้อมูลแบบดิจิตอลฟิลด์บัสของหลายกลุ่มผู้ผลิตอุปกรณ์-วัดและตัวควบคุมทำให้ในปัจจุบันมีหลากหลายเทคโนโลยีมาก ทำให้ผู้ใช้งานได้เลือกใช้ตามความต้องการ ซึ่งแตกต่างจากมาตรฐานการส่งสัญญาณไฟฟ้า 4-20 mA ที่มีรูปแบบเดียว

ในยุคที่เทคโนโลยีการสื่อสารข้อมูลในงานอุตสาหกรรมมีการเปลี่ยนแปลงจากระบบแอนะ-ล็อกเป็นดิจิตอล ผู้ใช้งานต้องมีการปรับตัวตาม แต่ปัญหาที่พบโดยส่วนใหญ่คือ วิศวกรหรือผู้ปฏิบัติงาน (Operator) ในภาคอุตสาหกรรมยังไม่คุ้นเคยกับเทคโนโลยีใหม่ ๆ การปรับตัวต้องใช้เวลาและสร้างทัศนคติในการยอมรับการเปลี่ยนแปลงโดยอาจเริ่มทำการเปลี่ยนเครื่องมือวัดและตัว-ควบคุมต่าง ๆ ให้เป็นสัญญาณดิจิตอลบางส่วนซึ่งสามารถใช้งานร่วมกันได้กับอุปกรณ์แบบแอนะล็อก โดยที่ระบบยังมีประสิทธิภาพในการทำงานที่ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้มุ่งเน้นศึกษาวิธีการกำหนดค่า (Configuration) และการทำงานร่วมกันของอุปกรณ์ระดับฟิลด์แบบแอนะล็อก 4-20 mA และอุปกรณ์ฟาวน์เดชันฟิลด์บัส (Foundation Fieldbus) เพื่อการควบคุมอุณหภูมิด้วยฟังก์ชันการควบคุมแบบพีไอดีภายในอุปกรณ์ควบคุมพีแอลซี (Programmable Logic Controller : PLC) โดยเทคโนโลยีฟาวน์เดชัน-ฟิลด์บัสนั้นรองรับขีดความสามารถที่เพิ่มขึ้นของอุปกรณ์ระดับฟิลด์ เช่น ทรานสมิตเตอร์ที่มีความสามารถในการวัดค่าได้หลายตัวแปร รวมไปถึงการส่งค่าที่วัดได้และค่าการวินิจฉัยความผิดปกติไปแสดงยังผู้ปฏิบัติงานได้ เพื่อทำการวิเคราะห์วางแผนการสอบเทียบ (Calibration) หรือซ่อมบำรุง (Maintenance) ได้อย่างมีประสิทธิภาพ สำหรับปริญญานิพนธ์นี้ได้เลือกใช้ทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิ (Temperature Transmitter) รุ่น Rosemount : 3144P อุปกรณ์เชื่อมต่อ H1/HSE (Linking- Device) รุ่น Allen Bradley : 1757-FFLD อุปกรณ์ควบคุมพีแอลซีรุ่น Allen Bradley : CompactLogix 1769-L23E-QB1B อุปกรณ์ปรับแรงดันดีซี/เอซีหรืออินเวอร์เตอร์ (Inverter) รุ่น Sangi Electric : SCR-1A030 และหลอดไฟ (Lamp) รุ่น Philip : Superlux เป็นกรณีศึกษาในการกำหนดค่าสำหรับการเชื่อมต่อและการควบคุมอุณหภูมิดังแสดงในรูปที่ 1.1



รูปที่ 1.1 ส่วนประกอบของระบบควบคุมอุณหภูมิที่ใช้เป็นกรณีศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 1.1 การทำงานของระบบควบคุมอุณหภูมินี้เป็นการควบคุมแบบลูปปิด มีทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิ ซึ่งเป็นอุปกรณ์ระดับฟิลด์ที่มีการสื่อสารข้อมูลด้วยเทคโนโลยีฟาวน์เดชันฟิลด์บัส H1 ทำหน้าที่วัดอุณหภูมิจากปริมาณพลังงานความร้อนที่เกิดจากแสงของหลอดไฟ และส่งสัญญาณที่ตรวจวัดได้ไปยังอุปกรณ์เชื่อมต่อ H1/HSE โดยอุปกรณ์เชื่อมต่อ H1/HSE นี้เป็นอุปกรณ์แปลงโปรโตคอลในเทคโนโลยีฟาวน์เดชันฟิลด์บัส H1 ซึ่งเป็นเครือข่ายในระดับฟิลด์ (Field Level-Network) ที่มีอัตราการส่งข้อมูล 31.25 kbps เป็นโปรโตคอล HSE (High Speed Ethernet) ที่มีอัตราการส่งข้อมูล 10/100 Mbps โดยเทคโนโลยีฟาวน์เดชันฟิลด์บัส HSE เป็นเครือข่ายในระดับการควบคุม (Control Level Network) ที่ใช้ต่อเชื่อมระหว่างอุปกรณ์ควบคุมพีแอลซี เวิร์คสเตชันสำหรับงานวิศวกรรม (Engineering Workstation) และเวิร์คสเตชันสำหรับงานผู้ปฏิบัติงาน (Operator Workstation) โดยเวิร์คสเตชันคอมพิวเตอร์สำหรับงานวิศวกรรมใช้ในการกำหนดค่าตัวอุปกรณ์ (Device Configuration) และกำหนดค่าในการรวมระบบ (System Configuration) โดยใช้โปรแกรม RSFieldbus นอกจากนี้เวิร์คสเตชันสำหรับงานวิศวกรรมยังใช้ในการเขียนโปรแกรมควบคุมสำหรับพีแอลซีโดยใช้โปรแกรม RSLogix 5000 การทำงานของพีแอลซีในกรณีศึกษานี้ได้ใช้การควบคุมพีไอดี (PID Control) ในการควบคุมค่าอุณหภูมิ โดยค่าอุณหภูมิที่ตรวจวัดได้โดยทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิถูกส่งมายังอุปกรณ์ควบคุมพีแอลซีผ่านอุปกรณ์เชื่อมต่อ H1/HSE ส่วนภาคเอาต์พุตของพีแอลซีมีแอนะล็อกโมดูล (Analog Module) ที่ใช้ในการสร้างสัญญาณควบคุม 4-20 mA ให้แก่อุปกรณ์ปรับแรงดันดีซี/เอซีหรืออินเวอร์เตอร์ ที่ทำหน้าที่เป็นอุปกรณ์ควบคุมสุดท้าย (Final Control Element) ซึ่งมีสัญญาณเอาต์พุตเป็นค่าแรงดัน 45-220 VAC จ่ายให้แก่หลอดไฟ โดยค่าอุณหภูมิของกระบวนการจะแปรเปลี่ยนตามค่าแรงดันเอาต์พุตของอินเวอร์เตอร์ สำหรับเวิร์คสเตชันคอมพิวเตอร์ สำหรับผู้ปฏิบัติงานจะมีส่วนแสดงผลและส่วนเชื่อมต่อกับผู้ใช้งานหรือเอชเอ็มไอ (Human Machine Interface : HMI) ที่พัฒนาขึ้นมาจากโปรแกรม Wonderware Intouch

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์

วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ มีดังนี้

1. เพื่อศึกษาการใช้อุปกรณ์ระดับฟิลด์แบบแอนะล็อกและอุปกรณ์ฟาวน์เดชันฟิลด์บัสสำหรับการควบคุมอุณหภูมิด้วยพีแอลซี
2. เพื่อศึกษาวิธีการกำหนดค่าการใช้งาน การเขียนโปรแกรมการควบคุมสำหรับพีแอลซี และการใช้งานโปรแกรมสำหรับส่วนติดต่อกับผู้ใช้งานสำหรับระบบที่ใช้เป็นกรณีศึกษา
3. เพื่อสร้างพลานต์โมเดล (Plant Model) สำหรับระบบที่ใช้เป็นกรณีศึกษา
4. เพื่อเผยแพร่เทคโนโลยีฟาวน์เดชันฟิลด์บัส

1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์

ในปริญญานิพนธ์นี้ได้เลือกใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ ดังนี้ ทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิรุ่น Rosemount : 3144P ซึ่งเป็นอุปกรณ์ฟาวน์เดชันฟิลด์บัส อุปกรณ์ควบคุมพีแอลซีรุ่น Allen Bradley : CompactLogix 1769-L23E-QB1B อุปกรณ์เชื่อมต่อ H1/HSE รุ่น Allen bradley : 1757-FFLD และอินเวอร์เตอร์รุ่น Sangi Electric : SCR-1A030 ซึ่งมีสัญญาณอินพุตแบบ 4-20 mA สำหรับการควบคุมอุณหภูมิในช่วง 40-60 ˚C เป็นกรณีศึกษา เพื่อเป็นตัวอย่างในการกำหนดค่าในการเชื่อมต่อและการทำงานร่วมกันระหว่างอุปกรณ์แอนะล็อก 4-20 mA และอุปกรณ์ฟาวน์เดชันฟิลด์-บัส

1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

จากกรณีศึกษาในปริญญานิพนธ์นี้ คาดว่าจะได้พลานต์โมเดลสำหรับการควบคุมอุณหภูมิด้วยพีแอลซีในช่วง 40-60 ˚C ซึ่งในพลานต์โมเดลประกอบด้วย ทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิที่เป็นอุปกรณ์ฟาวน์เดชันฟิลด์บัส อุปกรณ์เชื่อมต่อ H1/HSE อุปกรณ์ควบคุมพีแอลซีที่ใช้งานในส่วนฟังก์ชันการควบคุมพีไอดี และอินเวอร์เตอร์ที่มีสัญญาณอินพุต 4-20 mA เป็นอุปกรณ์ควบคุมสุดท้าย โดยพลานต์โมเดลนี้จะถูกนำไปใช้เป็นชุดสาธิตการทำงานร่วมกันระหว่างอุปกรณ์ระดับฟิลด์แบบแอนะ-ล็อก 4-20 mA และอุปกรณ์ระดับฟิลด์แบบดิจิตอลที่ใช้เทคโนโลยีฟาวน์เดชันฟิลด์บัส

1.5 แผนการดำเนินงาน

เพื่อให้การทำงานของคณะผู้จัดทำบรรลุวัตถุประสงค์ที่ได้กำหนดไว้ คณะผู้จัดทำได้วางแผนตารางการดำเนินการดังแสดงตารางที่ 1.1 โดยระยะเวลาดำเนินการอยู่ในช่วง 5 พ.ย. 2555 ถึง 11 ก.พ. 2556 รวมระยะเวลาทั้งหมด 15 สัปดาห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.6 รายละเอียดของปริญญานิพนธ์

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้มีเนื้อหาทั้งหมด 5 บท โดยแต่ละบทมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

บทที่ 1 กล่าวถึงความสำคัญและที่มา วัตถุประสงค์ และขอบเขตของปริญญานิพนธ์รวมไปถึงผลที่คาดว่าจะได้รับ และรายละเอียดของปริญญานิพนธ์

บทที่ 2 กล่าวถึงระบบที่ใช้ในกรณีศึกษา ซึ่งได้แก่ หลักการควบคุมอัตโนมัติแบบป้อนกลับ แนวคิดในการควบคุมแบบป้อนกลับโดยใช้อุปกรณ์แอนะล็อกร่วมกับอุปกรณ์แบบดิจิตอลฟิลด์บัส การควบคุมอุณหภูมิที่ใช้เป็นกรณีศึกษา อุปกรณ์ที่เลือกใช้ในกรณีศึกษา และการเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่าง ๆ ในระบบ

บทที่ 3 กล่าวถึงการออกแบบพลานต์โมเดลที่นำเสนอ การออกแบบฮาร์ดแวร์ ขั้นตอนการกำหนดค่าในการใช้งาน โปรแกรมการควบคุมสำหรับอุปกรณ์ควบคุมพีแอลซี และการออกแบบส่วนติดต่อกับผู้ใช้งาน

บทที่ 4 กล่าวถึงการทดลองปรับค่าพารามิเตอร์ของฟังก์ชันควบคุมแบบพีไอดีและการทดลองควบคุมอุณหภูมิสำหรับพลานต์โมเดลที่ได้นำเสนอในปริญญานิพนธ์นี้

บทที่ 5 เป็นการสรุปผลและวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นสำหรับพลานต์โมเดลที่ได้ออกแบบและข้อเสนอแนะเพื่อเป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1.1 แผนการดำเนินงานสำหรับคณะผู้จัดทำ

Work/Week	week1	Week2	Week3	Week4	Week5	Week6	Week7	Week8	Week9	Week10	Week11	Week12	Week13	Week14	Week15
ปรึกษาเรื่องความเป็นไปได้ของโครงงาน															
จัดทำวัตถุประสงค์															
ศึกษาค้นคว้าข้อมูลจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ															
รวบรวมข้อมูลที่ได้มาทั้งหมด															
ออกแบบพีแอนด์ไอ เน็ตเวิร์คไดอะแกรมและพลานต์โมเดล															
ทดสอบระบบซอฟต์แวร์และฮาร์ดแวร์															
เลือกอุปกรณ์ที่ใช้ในการจำลองระบบสำหรับติดตั้งบนพลานต์โมเดล															
ประเมินราคาอุปกรณ์ที่ต้องใช้ทั้งหมด															
ติดตั้งอุปกรณ์															
คอมมิชชันนิ่งพลานต์โมเดลกับพีแอลซี															
ออกแบบสร้างส่วนติดต่อกับผู้ใช้งาน															
สรุป วิเคราะห์ผลการดำเนินงาน															
จัดทำปริญญานิพนธ์															

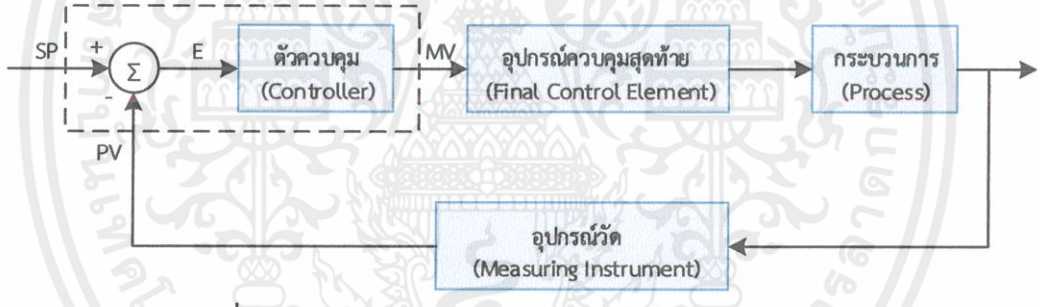
บทที่ 2
ระบบที่ใช้เป็นกรณีศึกษา

2.1 กล่าวนำ

เนื้อหาในบทนี้เป็นการอธิบายถึงหลักการทำงานของระบบทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมอุณหภูมิ โดยจะเน้นหลักการควบคุมแบบต่อเนื่องที่ใช้ในการควบคุมอัตโนมัติแบบป้อนกลับ ซึ่งนำมาประยุกต์ใช้ในระบบควบคุมอุณหภูมิสำหรับในปริญญานิพนธ์นี้

2.2 หลักการควบคุมอัตโนมัติแบบป้อนกลับ [1]

ในปัจจุบันระบบควบคุมแบบป้อนกลับถูกนำไปใช้สำหรับการควบคุมแบบต่อเนื่องในกระบวนการอัตโนมัติ ซึ่งเป็นหลักการควบคุมที่นิยมใช้อย่างแพร่หลายโดยเป็นส่วนหนึ่งในกระบวนการผลิตต่าง ๆ เช่น ระบบควบคุมอุณหภูมิ ระบบควบคุมความดัน หรือระบบควบคุมระดับของเหลว เป็นต้น ระบบควบคุมแบบป้อนกลับโดยทั่วไปจะมีส่วนประกอบดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 ส่วนประกอบของระบบควบคุมอัตโนมัติแบบป้อนกลับ

จากรูปที่ 2.1 แสดงให้เห็นว่าอุปกรณ์ควบคุมสุดท้าย กระบวนการ และอุปกรณ์วัดรวมกันเป็นส่วนเดียวกันเรียกว่าพลานต์ (Plant) หน้าที่หลักของตัวควบคุมคือ สร้างสัญญาณควบคุมที่เหมาะสมตามกฎการควบคุม (Control Law) ที่ผู้ปฏิบัติงานได้กำหนดไว้ล่วงหน้า ขณะที่อุปกรณ์ควบคุมสุดท้ายทำหน้าที่ปรับสภาวะของกระบวนการด้วยการเปลี่ยนแปลงค่าตัวแปรปรับกระบวนการตามคำสั่งที่ได้รับจากตัวควบคุม โดยจะมีตัวแปรที่ใช้ในการควบคุม ได้แก่

- PV (Process Variable) คือ ค่าตัวแปรกระบวนการที่เกิดจากผลการทำงานของระบบ
- SP (Setpoint) คือ ค่าที่ตั้ง หรือค่าเป้าหมายที่ต้องการในกระบวนการ
- E (Error) คือ ค่าความผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากสมการ (SP - PV) หรือ (PV - SP)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- MV (Manipulated Variable) หรือ CV (Control Variable) คือตัวแปรในการควบคุมที่เป็นรูปแบบสัญญาณควบคุม หรือค่าสั่งการ

โดยมีหลักการทำงานคือเมื่อตั้งค่า SP ไว้และนำมาเปรียบเทียบกับค่า PV เพื่อให้ได้ค่า error แล้วตัวควบคุมจะนำค่า Error นั้นมาทำการปรับแต่งค่าเอาต์พุต MV เพื่อลดค่า Error ให้ได้ค่าต่ำที่สุด ซึ่งในระบบควบคุมแบบป้อนกลับนั้นจะมีองค์ประกอบพื้นฐานอยู่ 4 ส่วนด้วยกันคือ อุปกรณ์วัด ตัวควบคุม กระบวนการ และอุปกรณ์ควบคุมสุดท้าย ที่เชื่อมต่อกันเป็นระบบเพื่อควบคุมตัวแปรต่าง ๆ ของกระบวนการให้มีค่าใกล้เคียงกับค่าเป้าหมายมากที่สุด โดยองค์ประกอบหลัก ๆ ของระบบควบคุมแบบป้อนกลับของกระบวนการในอุตสาหกรรมโดยทั่วไปอาจแบ่งได้เป็น 4 ส่วน ดังนี้

1. อุปกรณ์ควบคุมสุดท้าย (Final Control Element) คืออุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ปรับสภาวะของกระบวนการด้วยการเปลี่ยนแปลงค่าตัวแปรปรับกระบวนการ (MV) ตามคำสั่งหรือสัญญาณควบคุมที่ได้รับจากตัวควบคุม อุปกรณ์ควบคุมสุดท้ายมีอยู่หลายชนิดด้วยกันเช่น วาล์วควบคุม เครื่องแปลงแรงดันไฟฟ้าจากกระแสตรงให้เป็นกระแสสลับหรืออินเวอร์เตอร์ (Inverter) และตัวกระทำ (Actuator) เป็นต้น แต่ที่มักพบเห็นกันมากในอุตสาหกรรมได้แก่ วาล์วควบคุม

2. ตัวควบคุม (Controller) เป็นเครื่องมือหรืออุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างสัญญาณควบคุม เพื่อทำหน้าที่ควบคุมให้ระบบหรือกระบวนการที่ต้องการควบคุมให้มีผลตอบสนองหรือสัญญาณเอาต์พุตเป็นไปตามต้องการ โดยตัวควบคุมที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันมีหลายแบบด้วยกัน แต่ที่นิยมใช้กันมากที่สุดคือ ตัวควบคุมแบบพีไอดี

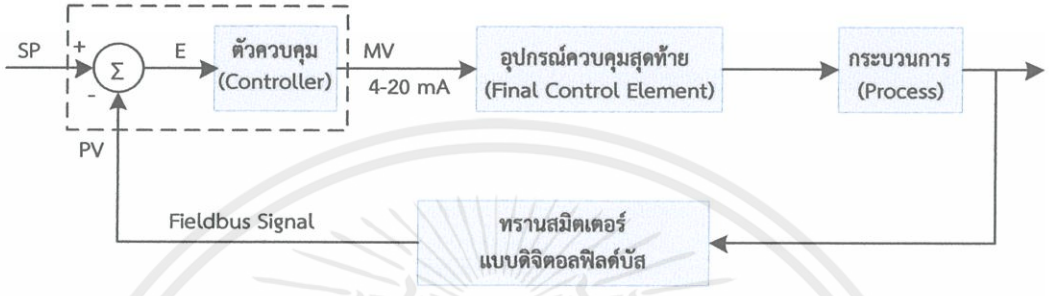
3. กระบวนการ (Plant or Process) คือ ระบบหรือกระบวนการทางฟิสิกส์ที่ต้องการควบคุมให้มีสถานะเป็นไปตามต้องการ เช่น กระบวนการเกี่ยวกับการควบคุมระดับของของเหลว หรือกระบวนการเกี่ยวกับการควบคุมอุณหภูมิ เป็นต้น โดยสถานะของกระบวนการสามารถแสดงได้ด้วยตัวแปรกระบวนการ (PV)

4. อุปกรณ์วัด (Measuring Instrument) หมายถึงอุปกรณ์จำพวกเซนเซอร์ (Sensor) ทรานสดิวเซอร์ (Transducer) อุปกรณ์ส่งสัญญาณหรือทรานสมิตเตอร์ หรือเครื่องวัดสัญญาณอื่น ๆ ในกระบวนการเพื่อนำสัญญาณที่วัดได้ไปใช้เป็นตัวแปรในการควบคุม โดยสัญญาณเอาต์พุตของอุปกรณ์วัดโดยทั่วไปจะเป็นสัญญาณมาตรฐานทางอุตสาหกรรม เช่น สัญญาณแรงดันไฟฟ้า 1-5 VDC สัญญาณกระแสไฟฟ้า 4-20 mA สัญญาณลมขนาด 3-15 psig หรือโดยเฉพาะปัจจุบันนี้ได้ใช้สัญญาณดิจิตอลแล้ว เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 แนวคิดในการควบคุมแบบป้อนกลับโดยใช้อุปกรณ์แอนะล็อกร่วมกับอุปกรณ์แบบดิจิตอลฟิลด์บัส

แนวคิดในการควบคุมระบบที่ใช้เป็นกรณีศึกษาซึ่งเป็นระบบที่มีการต่อใช้งานร่วมกันขออุปกรณ์ในระดับฟิลด์สองรูปแบบ คือทรานสมิตเตอร์มีการสื่อสารข้อมูลแบบสัญญาณดิจิตอลฟิลด์บัสและอุปกรณ์ควบคุมสุดท้ายที่มีอินพุตเป็นสัญญาณแอนะล็อก 4-20 mA ดังแสดงได้ดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 การควบคุมแบบป้อนกลับโดยใช้ทรานสมิตเตอร์แบบดิจิตอลฟิลด์บัสและอุปกรณ์ควบคุมสุดท้ายที่มีสัญญาณอินพุตแบบแอนะล็อก

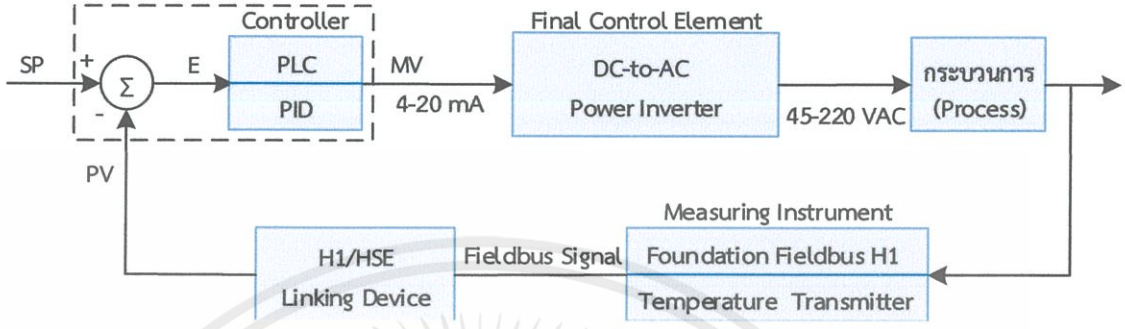
จากรูปที่ 2.2 ในการควบคุมระบบแบบป้อนกลับ ค่า PV ที่ได้จากการตรวจวัดของทรานสมิต-เตอร์แบบดิจิตอลฟิลด์บัส ถูกนำมาเปรียบเทียบกับค่าเป้าหมาย SP เพื่อหาผลต่างหรือค่าผิดพลาด E ที่ตัวควบคุม โดยตัวควบคุมจะทำหน้าที่สร้างสัญญาณควบคุมเพื่อปรับกระบวนการ MV ในรูปของสัญญาณแอนะล็อก 4-20 mA สัญญาณเอาต์พุตของตัวควบคุมนี้ถูกส่งไปยังอุปกรณ์ควบคุมสุดท้ายเพื่อปรับสภาวะของกระบวนการ

2.4 การควบคุมอุณหภูมิที่ใช้เป็นกรณีศึกษา

จากแนวคิดในรูปที่ 2.2 ในปริญญานิพนธ์นี้กำหนดให้อุณหภูมิที่เกิดจากความร้อนของหลอดไฟเป็นค่าตัวแปรของกระบวนการที่ต้องการควบคุมดังแสดงในรูปที่ 2.3 โดยเลือกใช้ทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิแบบดิจิตอลฟิลด์บัสที่ถูกออกแบบด้วยเทคโนโลยีฟาวน์เดชันฟิลด์บัส [2] ตัวควบคุมเป็นฟังก์ชันการควบคุมพีไอดีในอุปกรณ์ควบคุมพีแอลซี และอินเวอร์เตอร์ทำหน้าที่เป็นอุปกรณ์ควบคุมสุดท้าย เนื่องจากทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิเป็นอุปกรณ์ระดับฟิลด์ที่มีการเชื่อมต่อบนเครือข่าย H1 แต่อุปกรณ์ควบคุมพีแอลซีเป็นอุปกรณ์ระดับการควบคุมที่มีการเชื่อมต่อบนเครือข่าย HSE ด้วยพอร์ต RI45 จึงต้องใช้อุปกรณ์เชื่อมต่อ H1/HSE เพื่อส่งผ่านค่าอุณหภูมิที่ตรวจวัดได้หรือค่า PV ไปยังอุปกรณ์ควบคุมพีแอลซี โดยที่อุปกรณ์ควบคุมพีแอลซีมีเอาต์พุตโมดูลเป็นแอนะล็อกหรือที่เรียกว่าแอนะล็อกโมดูล ที่สร้างสัญญาณกระแสดีซี 4-20 mA เพื่อส่งต่อไปยังอินเวอร์เตอร์ โดยอินเวอร์เตอร์ทำหน้าที่แปลงแรงดันไฟฟ้าจากกระแส 4-20 mA เป็นแรงดันเอซี 45-220 VAC เพื่อจ่ายแรงดันเอซีนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ให้แก่หลอดไฟ โดยพลังงานความร้อนที่เกิดขึ้นที่หลอดไฟจะแปรเปลี่ยนไปตามค่าแรงดันเอซีเอาต์พุตของอินเวอร์เตอร์ ค่าอุณหภูมิที่เกิดจากความร้อนของหลอดไฟ จะถูกตรวจวัดด้วยทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิ เพื่อนำไปเปรียบเทียบค่าเป้าหมายต่อไป



รูปที่ 2.3 การควบคุมอุณหภูมิแบบป้อนกลับที่ใช้เป็นกรณีศึกษา

2.5 อุปกรณ์ที่เลือกใช้ในกรณีศึกษาและการเชื่อมต่อ

ในปริญญานิพนธ์นี้มุ่งเน้นศึกษาการกำหนดค่าต่าง ๆ ในการทำงานร่วมกันระหว่างอุปกรณ์ในระดับฟิลด์ที่เป็นสัญญาณดิจิตอลฟิลด์บัส และอุปกรณ์ที่เป็นสัญญาณแอนะล็อกเพื่อควบคุมอุณหภูมิ โดยเลือกใช้อุปกรณ์ดิจิตอลฟิลด์บัสที่พัฒนาด้วยเทคโนโลยีฟาวน์เดชันฟิลด์บัส และอุปกรณ์ควบคุมพีแอลซีที่สามารถเชื่อมต่อบนเครือข่ายแลน (LAN) แบบอีเธอร์เนต (Ethernet)

ในปัจจุบันเทคโลยีการสื่อสารข้อมูลในระดับฟิลด์ที่เรียกว่า “ฟิลด์บัส” (Fieldbus) เป็นการสื่อสารข้อมูลแบบดิจิตอล โดยมีการรับส่งข้อมูลบิตแบบอนุกรม (Serial Transmission) ซึ่งมีให้เลือกใช้มากกว่า 30 เทคโนโลยี บางเทคโนโลยีถูกออกแบบให้เหมาะสมกับการใช้งานในโรงงานอัตโนมัติ (Factory Automation) หรือใช้งานในระบบอาคารอัตโนมัติ (Building Automation) สำหรับการใช้งานฟิลด์บัสในกระบวนการอัตโนมัติ (Process Automation) อุปกรณ์ต่าง ๆ ในระบบถูกพัฒนาให้มีความสามารถเพิ่มขึ้นเช่น การแสดงค่าและสถานะของตัวแปรต่าง ๆ ที่อยู่ในอุปกรณ์ระดับฟิลด์บนส่วนแสดงผลและส่วนติดต่อกับผู้ใช้งาน ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการตรวจสอบสถานะของอุปกรณ์ และยังทำให้ผู้ใช้งานสามารถวางแผนการสอบเทียบหรือซ่อมบำรุงได้อย่างมีประสิทธิภาพ รวมไปถึงการเพิ่มปริมาณข้อมูลที่สื่อสารระหว่างอุปกรณ์ต่าง ๆ มีปริมาณมากขึ้น เป็นต้น เทคโนโลยีฟาวน์เดชันฟิลด์บัสเป็นหนึ่งในเทคโนโลยีล่าสุดที่ได้มีการนำมาใช้ในการสื่อสารข้อมูล เพื่อทดแทนการสื่อสารแบบเก่าที่ใช้เป็นสัญญาณแอนะล็อกด้วยมาตรฐานสัญญาณกระแส 4-20 mA ที่ได้รับการออกแบบและพัฒนาตามมาตรฐานฟิลด์บัส IEC61158 และเมื่อนำระบบนี้ไปใช้งานแล้วยังทำให้ลดสายไฟที่เชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ระดับฟิลด์กับระบบควบคุมได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เทคโนโลยีฟาวน์เดชันฟิลด์บัส [2] เป็นเทคโนโลยีใหม่ที่นำมาใช้สำหรับระบบเครือข่ายทางอุตสาหกรรมที่ได้รับการออกแบบมาสำหรับกระบวนการอัตโนมัติโดยเฉพาะ โดยเริ่มต้นจากองค์กรระดับนานาชาติที่ใช้ชื่อว่า ISP (Interoperable System Project) โดยกลุ่มบริษัทผู้ผลิตในอเมริกาในปี ค.ศ. 1992 เพื่อสร้างข้อกำหนดให้เป็นมาตรฐานสำหรับระบบฟิลด์บัสที่ใช้ในพื้นที่อันตราย (Hazardous Area) ในช่วงเวลาเดียวกันกับการรวมตัวกันของกลุ่มบริษัทผู้ผลิตและผู้ใช้งานเทคโนโลยี FIP (Factory Instrumentation Protocol) ประเทศฝรั่งเศสได้จัดตั้งองค์กรใหม่ให้เป็นองค์กรสากลโดยเชื่อว่า WorldFIP ในปี ค.ศ. 1994 มีการรวมตัวกันระหว่าง ISP และ WorldFIP North America ก่อตั้งเป็นองค์กรที่มีชื่อว่า Fieldbus Foundation ที่มีจุดประสงค์ในการสร้างมาตรฐานฟิลด์บัสในกระบวนการอัตโนมัติในอุตสาหกรรมที่ครอบคลุมพื้นที่อันตราย รวมไปถึงการรับรองผลิตภัณฑ์ของกลุ่มบริษัทผู้ผลิต และเผยแพร่เทคโนโลยีผ่านสถาบันการศึกษา (End User Certified Training) ซึ่งในปัจจุบันมีกลุ่มผู้ผลิตผู้ใช้งาน และสถาบันการศึกษาทั่วโลกเป็นสมาชิกมากกว่า 350 ราย โดยสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังก็เป็นหนึ่งในสถาบันที่เป็น Centified Training Center สำหรับเทคโนโลยีฟาวน์เดชันฟิลด์บัส

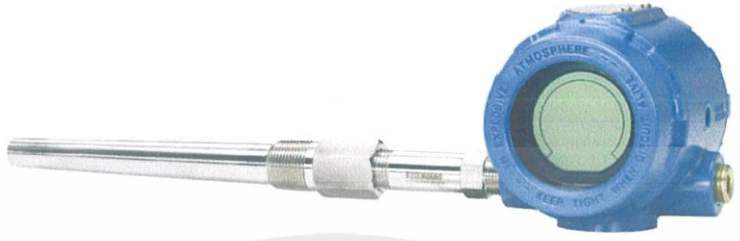
ฟาวน์เดชันฟิลด์บัสเป็นเทคโนโลยีสำหรับการสื่อสารข้อมูลดิจิตอลที่มีการส่งข้อมูลบิตในแบบอนุกรม โดยมีทิศทางการส่งแบบสองทิศทาง และมีการเชื่อมต่อแบบมัลติ – ดรอป (Multi-drop Connection) โดยฟาวน์เดชันฟิลด์บัสเป็นระบบเปิดสำหรับทางอุตสาหกรรมอีกรูปหนึ่งที่มีการรับประกันความสามารถในการเชื่อมต่ออุปกรณ์จากหลายแหล่งผู้ผลิตเข้าด้วยกัน ในระบบเดียวกัน (Interoperability) ถ้าอุปกรณ์เหล่านี้ได้รับรองจากองค์กร Fieldbus Foundation คุณสมบัติที่สำคัญของเทคโนโลยีฟาวน์เดชันฟิลด์บัส คือ

1. มีการออกแบบให้ใช้งานในพื้นที่อันตรายได้ โดยมีการป้องกันแบบ Intrinsic Safety
2. สามารถจ่ายไฟให้แก่อุปกรณ์ระดับฟิลด์ได้โดยผ่านบัสที่เชื่อมต่อ
3. มี Topology แบบ Bus with Spur (หรือ Multi-drop) เป็นหลัก
4. สามารถใช้อุปกรณ์ที่เป็น Master ได้หลายตัว
5. สามารถแสดงผลข้อมูลแบบ Dynamic (เช่นกราฟ หรือ Trend Chart)
6. มีบล็อกโมเดล (Block Model) ที่เป็นมาตรฐานสำหรับการเชื่อมต่ออุปกรณ์ให้เป็นแบบเดียวกัน
7. เป็นระบบเครือข่ายที่ยืดหยุ่นซึ่งมีทางเลือก (Option) ที่หลากหลาย ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับอุปกรณ์ที่จะนำมาต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.1 ทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิ

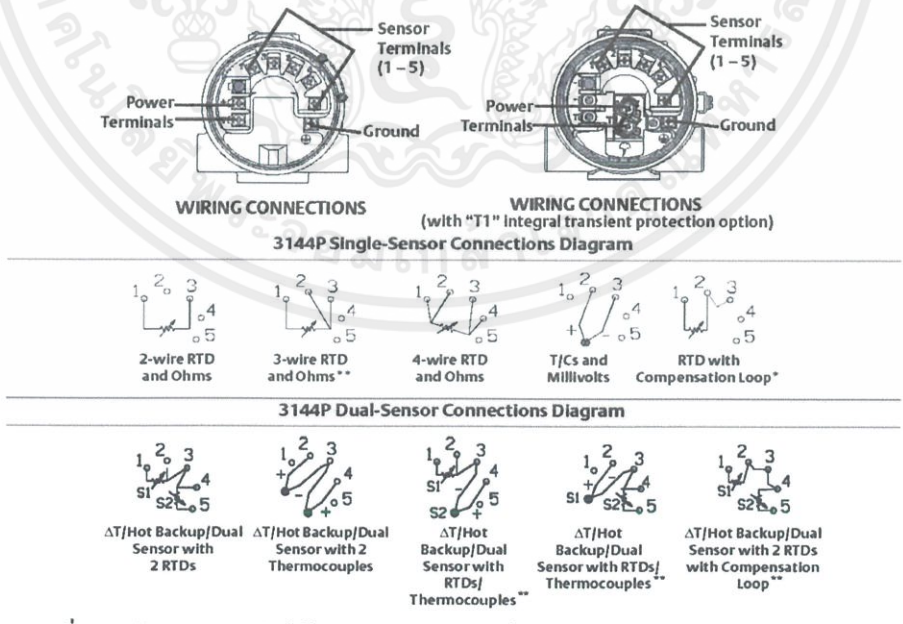
ทรานสมิตเตอร์วัดอุณหภูมิที่ใช้ในกรณีศึกษา คือ ทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิรุ่น Rosemount : 3144P ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ของบริษัท Emerson Process Management [3] ดังรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 ทรานสมิตเตอร์วัดอุณหภูมิ รุ่น Rosemount : 3144P

ทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิรุ่น Rosemount 3144P เป็นอุปกรณ์เทคโนโลยีฟาวน์เดชันฟิลด์บัสที่นำมาใช้ในการวัดอุณหภูมิ ซึ่งในอุตสาหกรรมชั้นนำทั่วไปได้ให้การยอมรับว่าเป็นนวัตกรรมใหม่สำหรับอุปกรณ์ระดับฟิลด์ที่ใช้ในกระบวนการวัด โดยทรานสมิตเตอร์อุณหภูมินี้มีคุณสมบัติทั่วไปดังนี้

1. มีความแม่นยำและเที่ยงตรงในการวัดค่าอุณหภูมิ ย่านการวัดค่าอุณหภูมิสูง การทำงานของเซนเซอร์วัดอุณหภูมิสามารถเป็นได้ทั้งเซนเซอร์เดี่ยวและคู่ตามหลักสากล โดยเซนเซอร์ที่ใช้ในการรับค่าอินพุตจะเป็นแบบอาร์ทีดี (Resistance Temperature Detector : RTD) และเทอร์โมคัปเปิล (Thermocouple : T/C) เลือกใช้งานตามคุณสมบัติทางไฟฟ้าของกระบวนการ โดยแสดงลักษณะการต่อใช้งานของทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิดังรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 ลักษณะการต่อใช้งานทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิรุ่น Rosemount : 3144P

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ส่วนบล็อกที่ใช้เชื่อมต่อการทำงานร่วมกับอุปกรณ์ระดับฟิลด์ของเทคโนโลยีฟาวน์เดชันฟิลด์-บัส H1 หรือร่วมกับ Host ที่ทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิ Rosemount : 3144P รองรับสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 บล็อกการทำงานของทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิ Rosemount : 3144P

Block	จำนวน Block
Resource Block (RB)	1
Analog Input (AI)	3
Proportional/Integral/Derivative (PID)	2
Input Selector (IS)	1
Signal Characterizer (SC)	1
Arithmetic (AR)	1
Sensor Transducer Block (STB)	1
LCD Transducer Block (LCD TB)	1
Advanced Diagnostics Block (ADB)	1
Output Splitter (OS)	1

จากตารางที่ 2.1 สามารถอธิบายโดยสรุปถึงการทำงานของบล็อกต่าง ๆ ได้ดังนี้

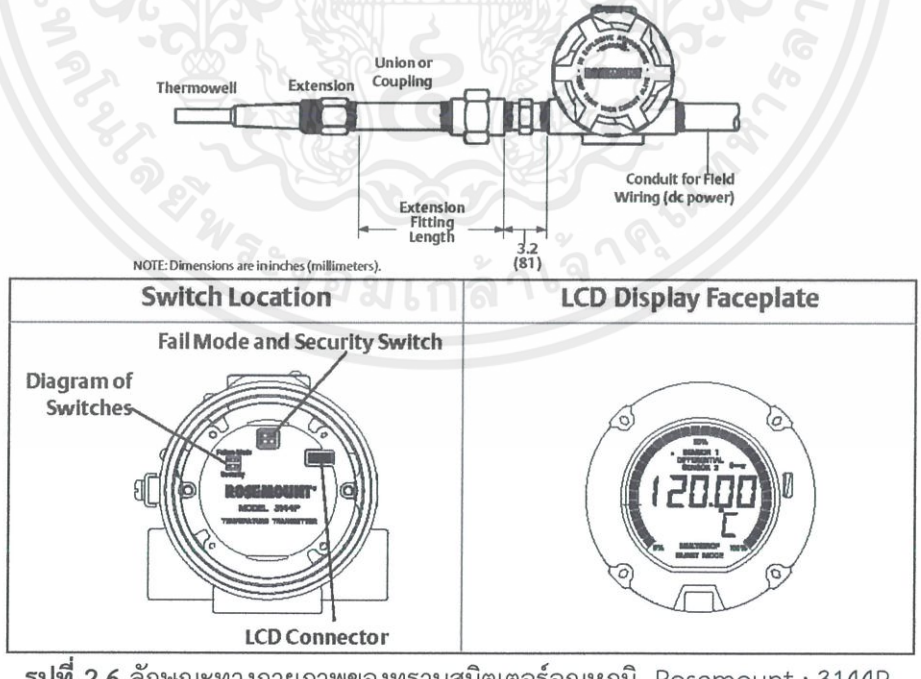
- Resource Block (RB) คือส่วนที่บ่งบอกข้อมูลของทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิ
- Analog Input (AI) คือส่วนที่รับค่าอุณหภูมิจากเซนเซอร์แล้วส่งเอาต์พุตออกตาม engineering unit และแสดงสถานะ (Status) ที่บ่งบอกคุณภาพของการวัดเพื่อนำไปปรับค่ากระบวนการ
- Proportional/Integral/Derivative (PID) คือส่วนที่ใช้ในการประมวลผลขอกระบวน-การควบคุมต่าง ๆ จากสมการทางคณิตศาสตร์ในการควบคุมแบบพีไอดี
- Input Selector (IS) คือบล็อกที่ใช้ในการเลือกรับสัญญาณโดยสามารถเลือกรับได้มากกว่าสี่อินพุต ส่วนเอาต์พุตจะขึ้นอยู่กับการตั้งค่าการกระทำ โดยบล็อกนี้รับค่าอินพุตจากบล็อก AI ซึ่งจะแสดงผลในรูปข้อมูล maximum/minimum/middle/average และ first good
- Signal Characterizer (SC) คือบล็อกที่ใช้ในการกำหนดคุณสมบัติทางเดินของสัญญาณอินพุตและเอาต์พุต
- Arithmetic (AR) คือบล็อกที่ออกแบบมาสำหรับการใช้งานฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Sensor Transducer Block (STB) คือบล็อกที่ใช้ในการประมวลผลในการวัดอุณหภูมิจากการเลือกใช้งานชนิดของเซนเซอร์ และใช้ในการบ่งบอกสถานะของการวัดอุณหภูมิ
- LCD Transducer Block (LCD TB) คือบล็อกที่ใช้งานในการตั้งค่าการแสดงผลของหน้าจอ LCD
- Advanced Diagnostics Block (ADB) คือบล็อกที่ใช้ในการแสดงผลและวินิจฉัยข้อผิดพลาดของทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิ
- Output Splitter (OS) คือบล็อกที่ใช้ในการควบคุมค่าเอาต์พุตที่ออกเป็นสองทางจากค่าอินพุตเดียว

3. เป็นทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิที่มีความคลอบคลุมในการใช้งาน และสามารถใช้ในการวินิจฉัยกระบวนการได้ รองรับมาตรฐานความปลอดภัย IEC61508 (Safety Instrumented Systems : SIS) สามารถใช้งานในพื้นที่ปลอดภัยและพื้นที่อันตรายตามมาตรฐาน I.S. (Intrinsic Safety) รวมถึงรองรับระบบจำกัดพลังงาน FISCO (Fieldbus Intrinsically Safe Concept)

4. มีคุณสมบัติในการวินิจฉัยสถานะและสภาพการทำงานของอุปกรณ์ สามารถแจ้งเตือนความผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากกระบวนการได้ รวมไปถึงมีจอแสดงผล LCD ขนาดใหญ่ในการแสดงค่าอุณหภูมิและสถานะต่าง ๆ สามารถติดตั้งได้ง่าย นอกจากนี้ยังรองรับเทคโนโลยีโปรโตคอล HART Revision (5 and 7) และเทคโนโลยีฟาวน์เดชันฟิลด์บัส โดยลักษณะทางกายภาพของทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2.6 จากลักษณะของทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิในปริญญานิพนธ์นี้ได้เลือกชนิดของเซนเซอร์ในการวัดอุณหภูมิเป็นแบบอาร์ทีดี 2-wire ย่านอุณหภูมิที่สามารถวัดได้คือ -200 ถึง 850 °C โดยติดต่อสื่อสารด้วยเทคโนโลยีฟาวน์เดชันฟิลด์บัส



รูปที่ 2.6 ลักษณะทางกายภาพของทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิ Rosemount : 3144P

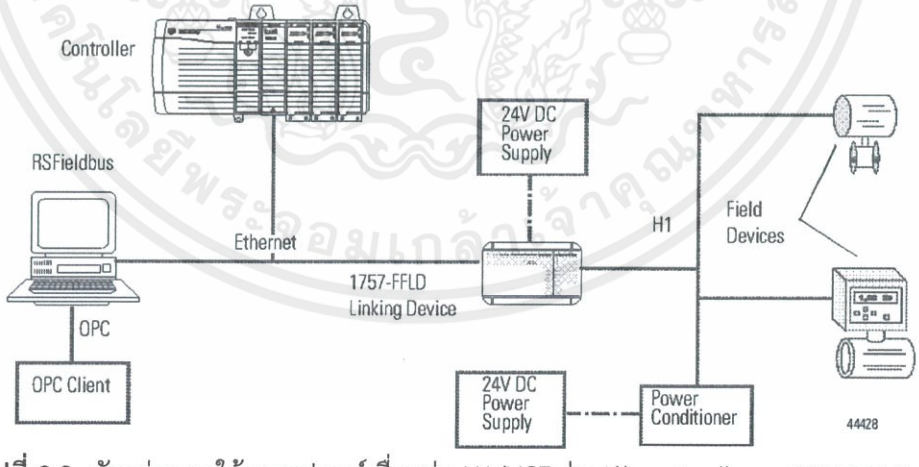
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.2 อุปกรณ์เชื่อมต่อ H1/HSE

อุปกรณ์เชื่อมต่อ H1/HSE ที่ใช้ในกรณีศึกษาคือ อุปกรณ์เชื่อมต่อ H1/HSE รุ่น Allen Bradley : 1757-FFLD ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ของบริษัท Rockwell Automation [4] ดังภาพที่ 2.7

รูปที่ 2.7 อุปกรณ์เชื่อมต่อ H1/HSE รุ่น Allen Bradley : 1757-FFLD

อุปกรณ์เชื่อมต่อ H1/HSE ดังรูปที่ 2.7 เป็นชนิด 4 พอร์ตที่ใช้ในการเชื่อมโยงเทคโนโลยีฟาวน์เดชันฟิลด์บัส High Speed Ethernet (HSE) ซึ่งเป็นเครือข่ายที่ใช้ในการจัดการข้อมูล และ H1 เซกเมนต์ (Segment) ซึ่งเป็นเครือข่ายที่เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ระดับฟิลด์ โดย 1 พอร์ตสามารถรองรับอุปกรณ์ฟิลด์บัสได้สูงสุด 16 ตัว โดยอุปกรณ์เชื่อมต่อ H1/HSE นี้เปรียบเสมือนบริดจ์ (Bridge) หรือสะพานเชื่อมโยงระหว่างเครือข่าย HSE ที่มีอัตราการส่งข้อมูล 10/100 Mbps และ H1 ที่มีอัตราการส่งข้อมูล 31.25 kbps นอกจากนี้ยังสามารถเชื่อมต่อการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้จาก Function Block เพื่อดึงค่าตัวแปรพารามิเตอร์จากอุปกรณ์ในระดับฟิลด์ผ่านโปรแกรม RSFieldbus ดังแสดงในตัวอย่างการใช้งานดังรูปที่ 2.8



รูปที่ 2.8 ตัวอย่างการใช้งานอุปกรณ์เชื่อมต่อ H1/HSE รุ่น Allen Bradley : 1757-FFLD

จากรูปที่ 2.8 Ethernet ในที่นี้หมายถึงมาตรฐาน IEEE 802.3 ซึ่งเป็นมาตรฐานในระดับชั้นการทำงาน Physical Layer และ Data link Layer ของเทคโนโลยีฟาวน์เดชันฟิลด์บัส HSE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.3 อุปกรณ์ควบคุมพีแอลซี

ในกรณีศึกษาได้เลือกใช้อุปกรณ์ควบคุมพีแอลซีรุ่น Allen Bradley : Compact-Logix 1769-L23E-QB1B [4] ดังรูปที่ 2.9 ซึ่งเป็นพีแอลซีที่สามารถเชื่อมต่อบนเครือข่าย Ethernet ได้และสามารถใช้งานร่วมกับอุปกรณ์เชื่อมต่อ H1/HSE รุ่น Allen Bradley : 1757-FFLD

รูปที่ 2.9 อุปกรณ์ควบคุมพีแอลซีรุ่น Allen Bradley : CompactLogix 1769-L23E-QB1B

พีแอลซี คือคอมพิวเตอร์ที่ใช้ควบคุมอัตโนมัติที่สามารถโปรแกรมได้ ถูกสร้างและพัฒนาแทนวงจรรีเลย์ โดยมีการประมวลผลเร็วมากขึ้นตามการเปลี่ยนแปลงของ Microprocessor มีราคาถูกและสามารถเรียนรู้การใช้งานได้ง่าย ในกรณีศึกษานี้ได้ใช้อุปกรณ์ควบคุมพีแอลซีรุ่น Allen Bradlay : CompactLogix 1769-L23E-QB1B ในการควบคุมการทำงานและประมวลผล โดยพีแอลซีปกติทั่วไปถูกนำไปใช้ในการควบคุมแบบลำดับขั้น (Sequence Control) แต่สำหรับการควบคุมอุณหภูมิที่เป็นกรณีศึกษานี้ได้นำพีแอลซีมาใช้ในการควบคุมแบบต่อเนื่อง (Continuous Control) โดยใช้ฟังก์ชันการควบคุมแบบพีไอดีในการทำงาน โดยพีแอลซีมีเลือกใช้มีฟังก์ชันพีไอดีที่สามารถนำมาใช้ได้จากโปรแกรม RSLogix 5000 ที่ใช้สำหรับการเขียนคำสั่งในการทำงานของกระบวนการ โดยมีรูปแบบสมการพีไอดีดังต่อไปนี้

$$CV = K_pE + K_i\int_0^t Edt + K_d\frac{dE}{dt} + BIAS \qquad (2.1)$$

เมื่อ CV คือ ตัวแปรในการควบคุมที่เป็นรูปแบบสัญญาณควบคุม หรือค่าสั่งการ

E คือ Independent gain error

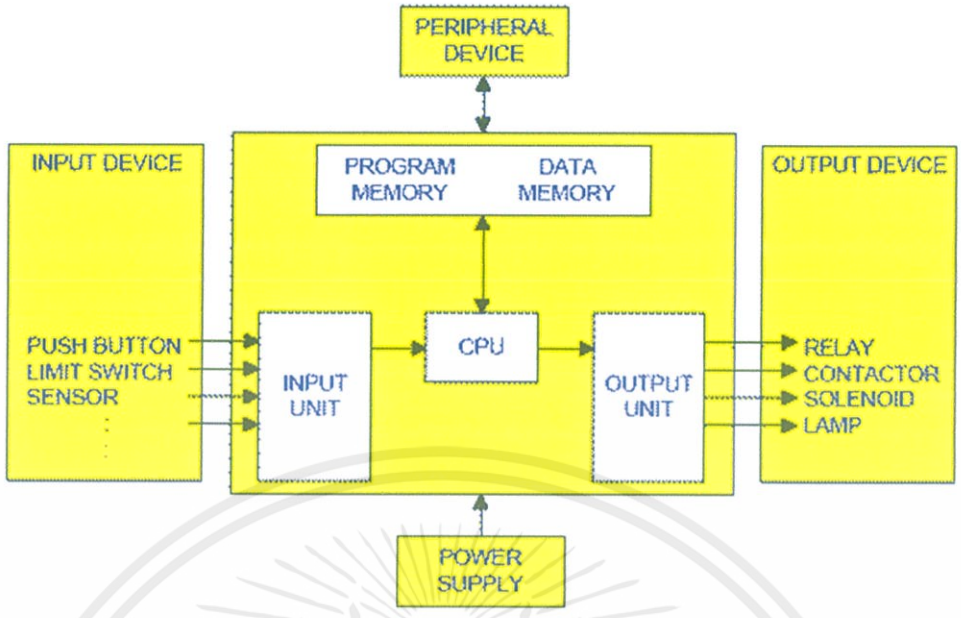
K_p คือ Proportional gain

K_i คือ Integral gain

K_d คือ Derivative gain

BIAS คือ ค่าความผิดพลาดที่ยอมรับได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.10 โครงสร้างภายในของพีแอลซีทั่วไป

โครงสร้างโดยทั่วไปของพีแอลซีสามารถแสดงได้ ดังรูปที่ 2.10 [5] โดยที่

1. ตัวประมวลผล (CPU) ทำหน้าที่คำนวณและควบคุม ซึ่งเปรียบเสมือนสมองของพีแอลซี ภายในประกอบด้วยวงจรลอจิกหลายชนิด และทำงานบนพื้นฐานของไมโครโปรเซสเซอร์ (Micro Processor Based) ใช้แทนอุปกรณ์จำพวกรีเลย์ เคาน์เตอร์/ไทม์เมอร์ และซีเควนเซอร์ เพื่อให้ผู้ใช้สามารถออกแบบวงจรโดยใช้ Relay Ladder Diagram ได้ CPU จะยอมรับข้อมูลจากอุปกรณ์อินพุต (Input Device) ต่าง ๆ จากนั้นจะทำการประมวลผลและเก็บข้อมูลโดยใช้โปรแกรมจากหน่วยความ-จำ (Memory) หลังจากนั้นจะส่งข้อมูลที่เหมาะสมและถูกต้องออกไปยังอุปกรณ์เอาต์พุต (Output Device)

2. หน่วยความจำ (Memory Unit) ทำหน้าที่เก็บรักษาโปรแกรมและข้อมูลที่ใช้ในการทำงาน โดยขนาดของหน่วยความจำจะถูกแบ่งออกเป็นบิตข้อมูล (Data Bit) ภายในหน่วยความจำ 1 บิต มีค่าสภาวะทางลอจิก 0 หรือ 1 แตกต่างกันแล้วแต่คำสั่ง โดยพีแอลซีรุ่น Allen Bradlay Compact Logix : 1769-L23EQB1B นี้มีหน่วยความจำในการเก็บข้อมูล 512 kB

3. หน่วยอินพุต-เอาต์พุต (Input-Output Unit) ทำหน้าที่รับและส่งสัญญาณเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ส่วนอื่น ๆ ในกระบวนการ

หน่วยอินพุต ทำหน้าที่รับสัญญาณจากอุปกรณ์ภายนอกแล้วแปลงสัญญาณให้เป็นสัญญาณที่เหมาะสมแล้วส่งให้หน่วยประมวลผลต่อไป ซึ่งจากกระบวนการควบคุมอุณหภูมินี้จะรับอินพุตค่ามาจากเครือข่าย HSE ผ่าน UTP Port

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

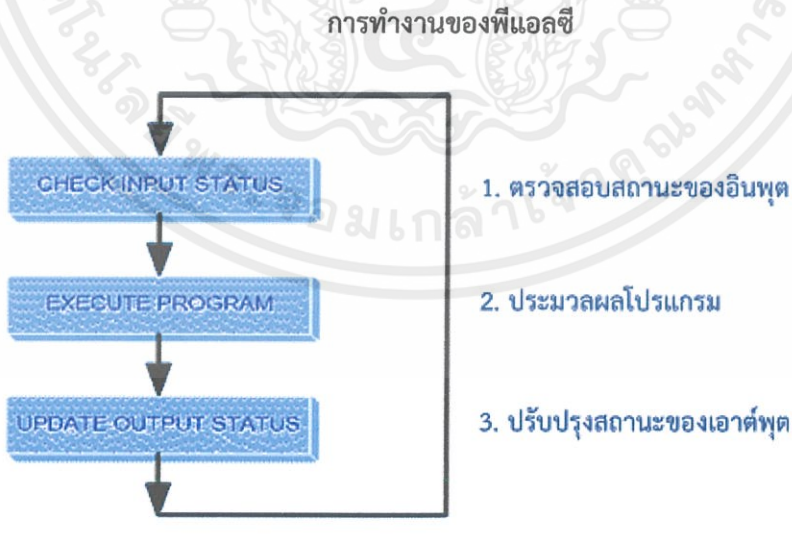
หน่วยเอาต์พุต ทำหน้าที่รับข้อมูลจากตัวประมวลผลแล้วส่งต่อข้อมูลไปควบคุมอุปกรณ์ภายนอก เช่น หลอดไฟ มอเตอร์ และวาล์ว เป็นต้น โดยพีแอลซีที่ใช้ในกรณีศึกษานี้มีหน่วยเอาต์พุตเป็นแบบดิจิตอลโมดูล ดังนั้นการนำไปใช้งานจึงต้องต่ออุปกรณ์เอาต์พุตภายนอกเป็นแอนะล็อกโมดูลเพื่อส่งค่ากระแสเป็น 4-20 mA โดยเป็นแอนะล็อกโมดูลรุ่น Allen Bradlay : Compact I/O 1796-IF4XOF2 [4] แสดงในรูปที่ 2.11

รูปที่ 2.11 แอนะล็อกโมดูลรุ่น Allen Bradlay : Compact I/O 1796-IF4XOF2

4. แหล่งจ่ายไฟ (Power Supply) ทำหน้าที่จ่ายพลังงานและรักษาระดับแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงให้กับตัวประมวลผลหน่วยความจำ และหน่วยอินพุต/เอาต์พุตโดยพีแอลซีของ Allen Bradlay รุ่น CompactLogix : 1769-L23E-QB1B นี้ใช้แหล่งจ่ายไฟ 24 VDC

5. อุปกรณ์ต่อร่วม (Peripheral Devices) อุปกรณ์ต่อร่วมที่จะไปดำเนินการต่อยังกระบวนการต่าง ๆ เช่น โปรแกรมส่วนกราฟฟิกแสดงผล ปริ้นเตอร์ อุปกรณ์วัดต่าง ๆ เป็นต้น

โดยขั้นตอนการทำงานของพีแอลซีสามารถสรุปได้ดังรูปที่ 2.12



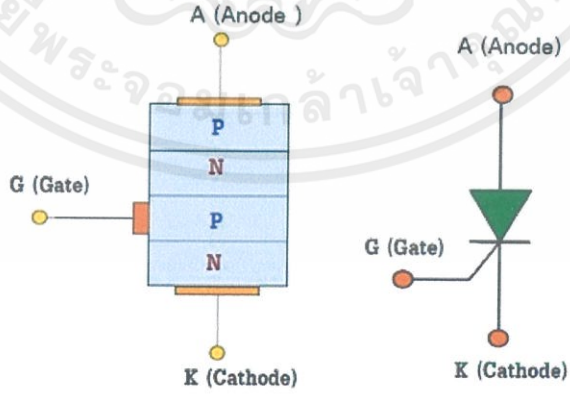
รูปที่ 2.12 ขั้นตอนการทำงานของพีแอลซี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.4 อินเวอร์เตอร์

ในกรณีศึกษาอุปกรณ์ปรับแรงดันดีซี/เอซี หรืออินเวอร์เตอร์รุ่น Sangi Electric : SCR-1A030 [6] ดังรูปที่ 2.13 ซึ่งเป็นอุปกรณ์ควบคุมสุดท้ายของกระบวนการ ทำหน้าที่ปรับแรงดันไฟฟ้าเอาต์พุตตามค่าสัญญาณอินพุตที่มาจากตัวควบคุมที่เป็นสัญญาณแอนะล็อก 4-20 mA และส่งสัญญาณเอาต์พุตออกเป็นแรงดัน การแปลงผัน DC เป็น AC โดยอินเวอร์เตอร์ในที่นี้หมายถึงการแปลงไฟฟ้ากระแสตรงให้เป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงนี้อาจปรับหรือควบคุมขนาดของแรงดันไฟฟ้าและความถี่ วงจรทางอิเล็กทรอนิกส์รับสัญญาณอินพุตได้หลายชนิดภายในเครื่องได้แก่ 4-20 mA 1-5VDC 2-0 VDC 0-20 mA 0-5 mA 0-5 VDC 0-10 VDC ซึ่งการปรับแรงดันไฟของอินเวอร์เตอร์ชนิดนี้จะมีโมดูล SCR (Silicon Controlled Rectifier) เป็นวงจรปรับแรงดันโดยใช้อุปกรณ์ไทริสเตอร์ (Thyristor) ทำหน้าที่เป็นสวิตช์เปิด – ปิด (On – Off) มีโครงสร้างประกอบด้วยสารกึ่งตัวนำชนิด P และชนิด N ต่อชนกันทั้งหมด 4 ตอน เป็นสารชนิด P 2 ตอน และสารชนิด N 2 ตอน โดยเรียงสลับกัน มีขาต่อออกมาใช้งาน 3 ขา คือ ขาแอโนด (Anode) ขาแคโทด (Cathode) และขาเกต (Gate) [7] โครงสร้างและสัญลักษณ์แสดงดังรูปที่ 2.14

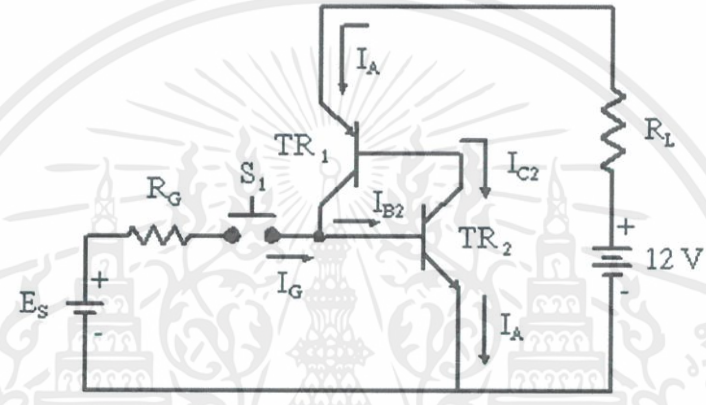
รูปที่ 2.13 อินเวอร์เตอร์ รุ่น Sangi Electric : SCR-1A030



รูปที่ 2.14 สัญลักษณ์ของ SCR

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สภาวะนำกระแสของเอสซีอาร์สามารถพิจารณาได้ดังรูปที่ 2.15 การที่จะทำให้เอสซีอาร์นำกระแสสามารถทำได้โดยจุดชนวน เรียกว่า “ทริกเกอร์” (Trigger) ด้วยกระแสเกต (I_G) ให้แก่เอสซีอาร์ (SCR) และที่ขั้วแอโนด (A) และแคโทด (K) ได้รับไบอัสตรงคือที่แอโนดได้แรงดันบวก (+) และที่แคโทดได้รับแรงดันลบ (-) ทำให้เกิดกระแส I_{B2} ไหลเข้าขาเบส (Base) ของทรานซิสเตอร์ TR_2 ทำให้ T_{R2} อยู่ในสภาวะนำกระแส (ON) จะเกิดกระแสคอลเลคเตอร์ (I_{C2}) ไหลผ่าน TR_2 ซึ่งก็คือกระแส I_{B1} ของทรานซิสเตอร์ TR_1 ดังนั้น TR_1 จึงนำกระแสด้วยค่าความต้านทานระหว่างขั้วแอโน (A) และแคโทด (K) จึงมีค่าต่ำมากเป็นผลให้เกิดกระแสแอโนด (I_A) ไหลผ่านอีมิตเตอร์ของ TR_1 ไปออกที่อีมิต-เตอร์ของ TR_2 สภาวะการทำงานของเอสซีอาร์เปรียบเสมือนสวิตช์ปิดวงจร



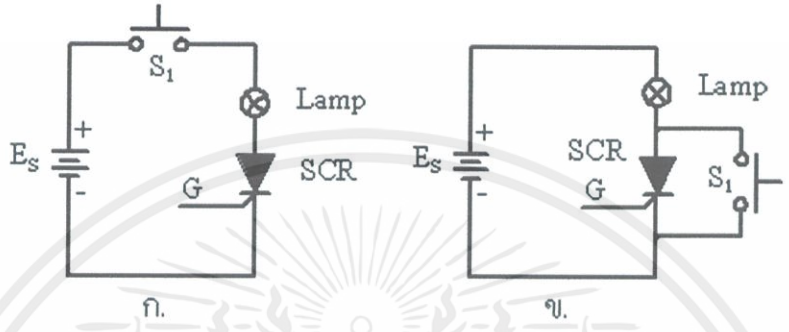
รูปที่ 2.15 แสดงการจุดชนวนให้เอสซีอาร์นำกระแส

เมื่อเอสซีอาร์นำกระแสแล้วไม่จำเป็นต้องคงค่ากระแสเกต (I_G) ไว้ตลอดไป สามารถลดค่ากระแสเกตให้เป็นศูนย์ ($I_G = 0$) หรือปลดกระแสเกตออกได้โดยที่เอสซีอาร์ยังคงนำกระแสต่อไป เพราะ I_{B2} ที่ไหลเข้าเบสของ T_{R2} จะไหลมาจากคอลเลคเตอร์ของ T_{R1} ดังนั้นถึงแม้จะไม่มีกระแสเกต เอสซีอาร์ก็ยังคงนำกระแสต่อไปได้ ในสภาวะนำกระแสนี้ถ้าแหล่งจ่ายเป็นไฟกระแสสลับสามารถจะบังคับให้เอสซีอาร์นำกระแสได้มากหรือน้อยได้โดยเลือกมุมจุดชนวนที่เกตให้เหมาะสม

สภาวะหยุดนำกระแสของเอสซีอาร์ วิธีการทำให้เอสซีอาร์หยุดนำกระแสมีหลักการคือ ทำให้กระแสแอโนด (I_A) ลดลงจนต่ำกว่ากระแสโฮลดิ้ง (I_H : Holding Current คือค่ากระแสต่ำสุดที่ทำให้เอสซีอาร์นำกระแส) หรือ $I_A < I_H$ จึงจะทำให้เอสซีอาร์หยุดนำกระแสได้ซึ่งการที่จะทำให้เอสซีอาร์หยุดนำกระแสมี 2 วิธีคือ

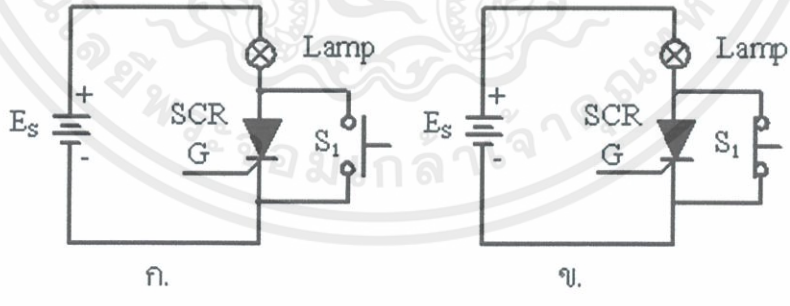
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. แอโนดเคอเรนท์อินเทอรัพชั่น (Anode Current Interruption) โดยการตัดกระแส I_A ไม่ให้ไหลผ่านแอโนดของเอสซีอาร์วิธีง่าย ๆ ดังรูปที่ 2.16ก. โดยต่อสวิตช์อนุกรมแอโนด (A) ของเอสซีอาร์และเปิดสวิตช์เมื่อต้องการทำให้เอสซีอาร์หยุดทำงาน (Turn – Off) หรืออีกวิธีในรูปที่ 2.16ข. โดยต่อสวิตช์ระหว่างขั้วแอโนดและแคโทดของเอสซีอาร์เป็นการเปลี่ยนทางเดินของกระแสแอโนด (I_A) ไม่ให้ไหลผ่านเอสซีอาร์



รูปที่ 2.16 การทำให้เอสซีอาร์หยุดนำกระแสโดยวิธี Anode Current Interruption

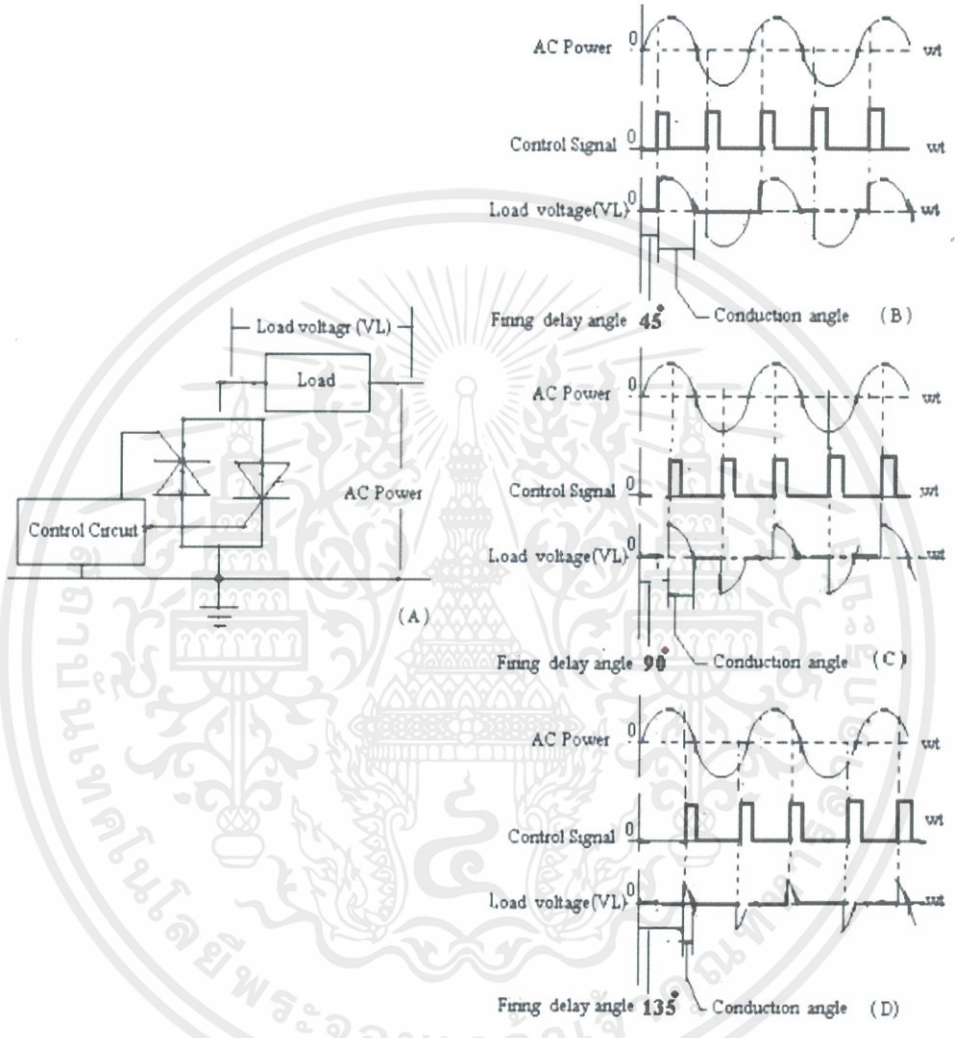
2. ฟอร์ซคอมมูเทชั่น (Forced Commutation) วิธีนี้ทำได้โดยบังคับให้เอสซีอาร์ได้รับไบอัสกลับโดยใช้สวิตช์ขนานกับเอสซีอาร์เป็นตัวควบคุมการหยุดนำกระแสของเอสซีอาร์ดังรูปที่ 2.17 ถ้าสวิตช์เปิดวงจรเอสซีอาร์ยังคงนำกระแสอยู่ แต่ถ้าสวิตช์ปิดวงจรเอสซีอาร์จะหยุดนำกระแส เนื่องจากได้รับไบอัสกลับตลอดเวลาที่สวิตช์ยังคงปิดอยู่ โดยระยะเวลาในการบังคับให้เอสซีอาร์หยุดนำกระแสโดยให้ไบอัสกลับนี้จะต้องนานกว่าระยะเวลา Turn Off Time ซึ่งระบุไว้ในคู่มือ โดยทั่วไปค่าเวลานี้จะน้อยมาก (ประมาณไมโครวินาที)



รูปที่ 2.17 การทำให้เอสซีอาร์หยุดนำกระแสโดยวิธี Forced Commutation

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการควบคุมไทรีสเตอร์โดยการควบคุมเฟส (Phase control Thyristor) การควบคุมกำลังไฟฟ้าโดยใช้ไทรีสเตอร์ หรือ เอสซีอาร์ โดยทั่วไปจะใช้วิธีการควบคุมเฟสการทำงาน (Phase Control) ที่วงจรขาเกต หรือเรียกว่า Phase Control Thyristor ซึ่งเป็นการควบคุมให้ไทรีสเตอร์ทำงานที่มุม (Phase) ต่าง ๆ ตามรูปที่ 2.18

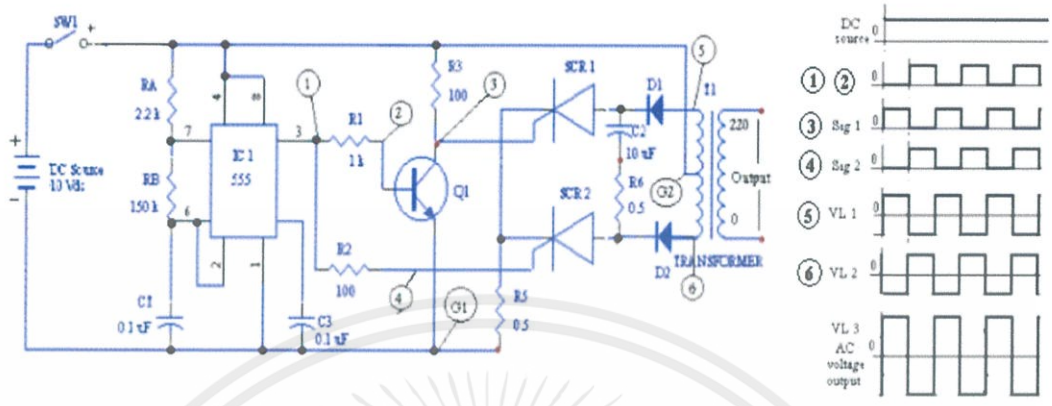


รูปที่ 2.18 Phase Control Thyristor

จากรูปที่ 2.18 (B, C, D) เป็นรูปคลื่นแรงดันไฟฟ้าในวงจรเมื่อควบคุมเฟสให้วงจรทำงานที่มุมจุดชนวน (Firing Delay Angle) 45 , 90 , 135 องศา ตามลำดับ ผลการทำงานของวงจรจะเห็นว่ารูปคลื่นแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมโหลด จะมีค่าเฉลี่ยที่เปลี่ยนแปลงไปขึ้นอยู่กับการควบคุมการทำงานหรือการปรับค่ามุมจุดชนวน โดยเมื่อปรับให้ค่ามุมจุดชนวนที่มากขึ้นจะทำให้ได้ค่าแรงดันไฟฟ้าเฉลี่ยลดต่ำลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในรูปที่ 2.19 แสดงตัวอย่างการนำ SCR มาใช้ในการปรับแรงดันไฟฟ้าดีซี/เอซี โดยใช้วงจร Single Phase centre Push - Pull Inverter แบบใช้ไทริสเตอร์ในการทำงานแสดงได้ดังรูปที่ 2.19

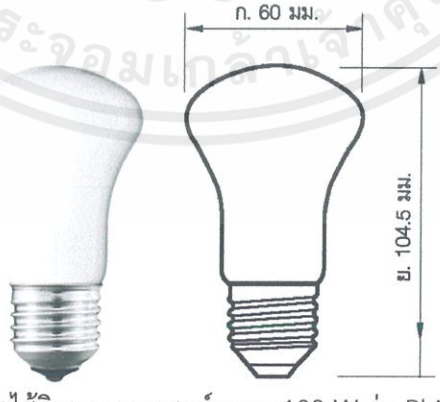


รูปที่ 2.19 วงจรพื้นฐานและรูปคลื่นการทำงานของ Single Phase Push - Pull Inverter

จากวงจรตามรูปที่ 2.19 จะใช้หลักการทำงานแบบ Phase Control สัญญาณควบคุมให้ SCR Q1 ,Q2 สลับกันทำงาน และใช้อุปกรณ์ C2 , R6 ต่อเป็นวงจรหยุดการทำงานของ SCR Q1,Q2 โดยวิธีบังคับ (Forced commutation turn off SCR) เพื่อให้ปรับแรงดันดีซีให้เป็นเอซีได้

2.5.5 หลอดไฟ [8]

หลอดไฟที่ใช้ในพลานต์โมเดลสำหรับกรณีศึกษา เป็นหลอดไส้อินแคนเดตเซนต์ (Incandescent Lamp) ขนาด 100 W รุ่น Philips : Superlux ดังแสดงในรูป 2.20 ซึ่งมีไส้หลอดที่ทำจากทังสเตน (Tungsten) บรรจุในตัวหลอดแก้วปิดสนิท ขั้วหลอดเป็นแบบเกลียว E27 มีอุณหภูมิสีประมาณ 2700 K ให้แสงที่มีความถูกต้องของสีดี จึงให้สีของวัตถุถูกต้องมีความสว่าง 1280 ลูเมน อายุการใช้งาน 1000 ชั่วโมง



รูปที่ 2.20 หลอดไส้อินแคนเดตเซนต์ขนาด 100 W รุ่น Philips : Superlux

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การควบคุมอุณหภูมิสำหรับกรณีศึกษานี้หลอดไฟเป็นแหล่งความร้อนเพื่อให้เกิดอุณหภูมิ ซึ่งเป็นค่าตัวแปรกระบวนการที่เกิดจากผลการทำงานของระบบ ความสัมพันธ์ระหว่างค่าแรงดันที่ป้อนให้แก่ขั้วต่อของหลอดไฟ (V_{lamp}) และการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิที่หลอดไฟ (ΔT_{lamp}) สามารถวิเคราะห์ได้ดังนี้ [9]

จากความสัมพันธ์ระหว่างค่ากำลังไฟฟ้า (Power) และ พลังงานความร้อน

$$P = \frac{\Delta W}{\Delta t} \tag{2.2}$$

โดย P คือ กำลัง มีหน่วยเป็นวัตต์ (W)

ΔW คือ ช่วงการเปลี่ยนแปลงพลังงาน มีหน่วยเป็นจูล (J)

Δt คือ ช่วงเวลาที่ใช้ในการทำงาน มีหน่วยเป็นวินาที (s)

จากสมการที่ (2.2) เขียนใหม่ได้ว่า

$$\Delta W = P\Delta t \tag{2.3}$$

จากสูตรความจุความร้อน

$$C = \frac{\Delta Q}{\Delta T} \tag{2.4}$$

โดย C คือ ความจุความร้อน มีหน่วยเป็น จูล/เคลวิน (J/K)

ΔQ คือ พลังงานความร้อน มีหน่วยเป็นจูล (J)

ΔT คือ ผลต่างอุณหภูมิ มีหน่วยเป็นเคลวิน (K)

จากสมการที่ (2.3) จะได้ว่า

$$\Delta Q = C\Delta T \tag{2.5}$$

โดยค่าความจุความร้อนของอากาศ 1 g ที่อุณหภูมิ 300 K คือ 1.005 J/K

เมื่อแทนค่าลงในสมการที่ (2.5) จะได้ว่า

$$\Delta Q = 1.005 \times \Delta T \tag{2.6}$$

นำสมการที่ (2.3) และสมการที่ (2.6) มาเท่ากันจะได้

$$P \times \Delta t = 1.005 \times \Delta T \tag{2.7}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากสมการที่ (2.7) ถ้ากำหนดให้ ΔT ในที่นี้คือ ΔT_{lamp} และค่า P คือค่ากำลังของหลอดไฟจะได้ว่า

$$\Delta T_{lamp} = \frac{P \times \Delta t}{1.005} \quad (2.8)$$

โดยที่ $P = \frac{V^2_{lamp}}{R_{lamp}}$ จะได้ว่า

$$\Delta T_{lamp} = \frac{\frac{V^2_{lamp}}{R_{lamp}} \times \Delta t}{1.005} \quad (2.9)$$

ค่าความต้านทานของหลอดไฟมีค่า $R_{lamp} = 484\ \Omega$ จะได้ว่า

$$\Delta T_{lamp} = \frac{\frac{V^2_{lamp}}{484} \times \Delta t}{1.005} \quad (2.10)$$

จากสมการที่ (2.10) จะเห็นได้ว่าค่าอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงนั้นขึ้นอยู่กับค่าแรงเคลื่อนไฟฟ้า คือ เมื่อค่าแรงเคลื่อนไฟฟ้า V^2_{lamp} มีค่ามากขึ้นจะทำให้ ΔT_{lamp} มีค่าสูงขึ้นด้วย ดังค่าตัวอย่างในตารางที่ 2.2 ถ้ากำหนดให้ $\Delta t = 1s$ และ $V_{lamp} = 45$ VAC จะได้ $\Delta T_{lamp} = 4.1631$ K แต่ถ้า $V_{lamp} = 220$ VAC จะได้ $\Delta T_{lamp} = 99.5025$ K

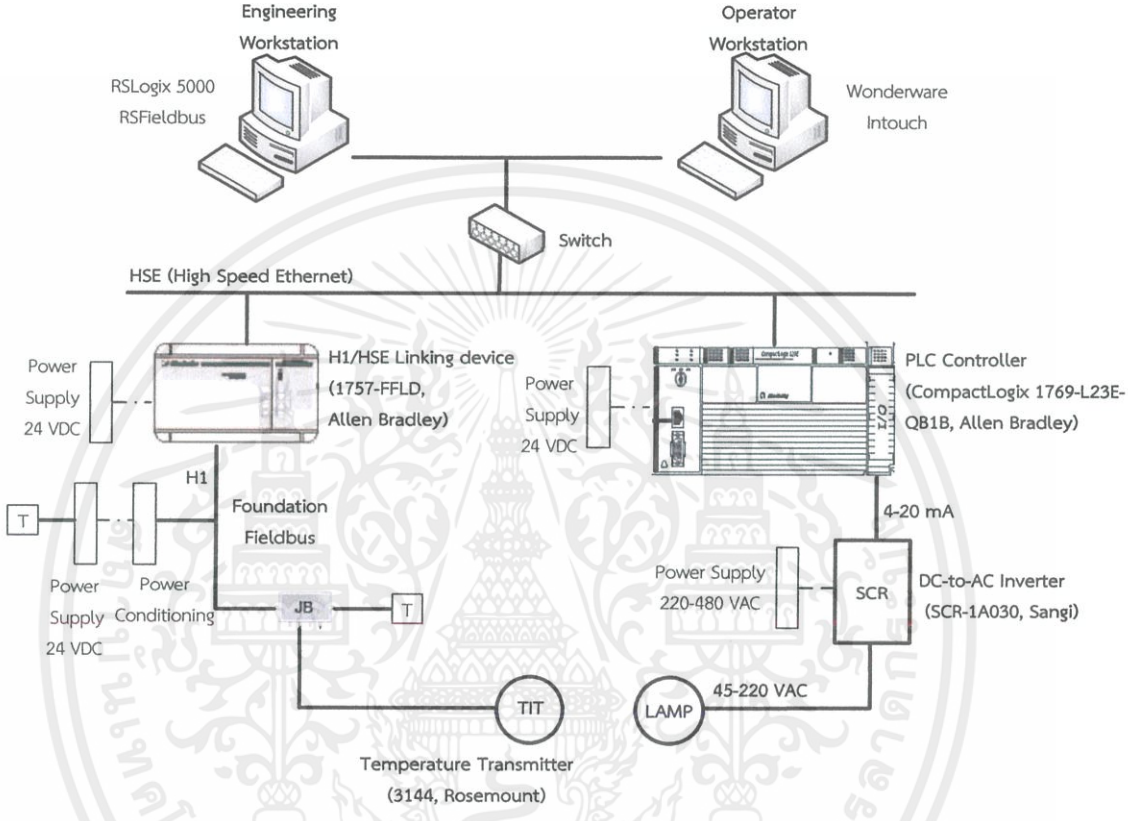
ตารางที่ 2.2 การคำนวณค่าผลต่างของอุณหภูมิที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงของแรงแคลื่อนไฟฟ้าที่จ่ายให้กับหลอดไฟ

V_{lamp} (VAC)	ΔT_{lamp} (K)
45	4.1631
88.75	16.1929
132.5	36.0928
176.25	63.8623
220	99.5025

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.6 การเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่าง ๆ ในระบบ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้เริ่มจัดทำจากการศึกษาหลักการทำงานของการควบคุมอุณหภูมิ หลังจากศึกษาหลักการทำงานของระบบแล้วจึงทำการออกแบบการเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่าง ๆ ดังแสดงดังรูปที่ 2.21

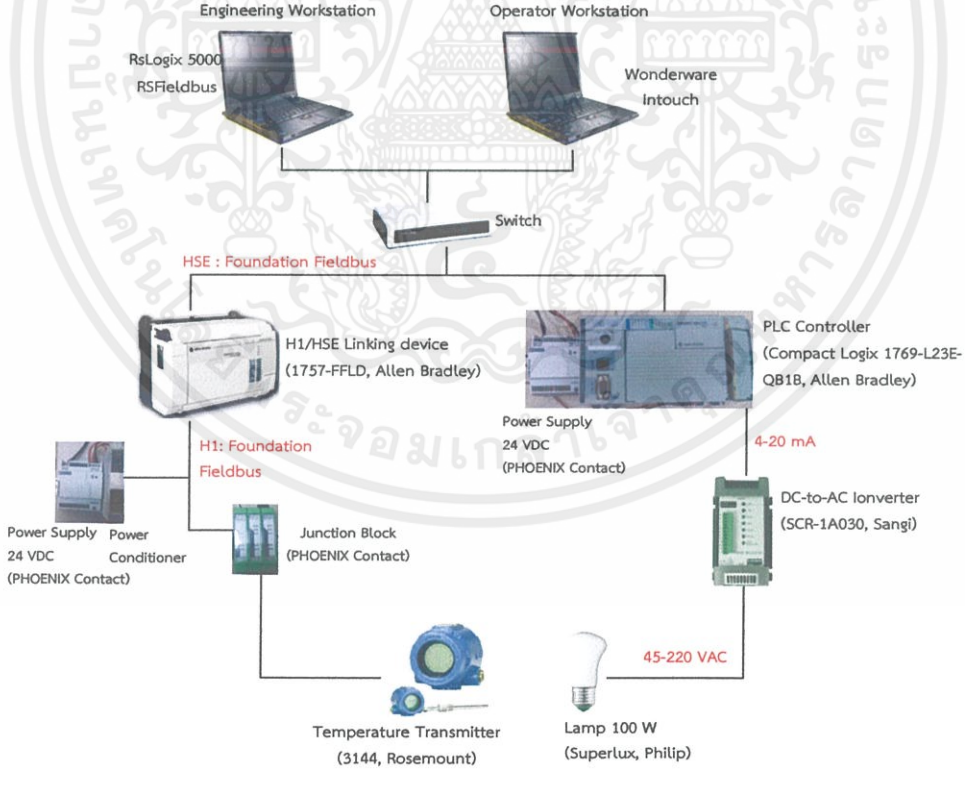


รูปที่ 2.21 การเชื่อมต่อในพลานต์โมเดล

จากรูปที่ 2.21 การออกแบบการเชื่อมต่อในพลานต์โมเดลนี้ได้ทำการออกแบบการเชื่อมต่อการทำงานระหว่างอุปกรณ์เทคโนโลยีฟาวน์เดชันฟิลด์บัสและอุปกรณ์แบบแอนะล็อก โดยลักษณะของกระบวนการจะเป็นการควบคุมแบบลูปปิดมีทรานสมิตเตอร์ตรวจวัดอุณหภูมิเป็นอุปกรณ์เทคโนโลยีฟาวน์เดชันฟิลด์บัส ทำหน้าที่วัดอุณหภูมิจากปริมาณพลังงานความร้อนที่เกิดขึ้นจากแสงของหลอดไฟ ซึ่งจะปรับแสงการทำงานของหลอดไฟด้วยอุปกรณ์ปรับแรงดันถูกควบคุมการทำงานด้วยอุปกรณ์ควบคุมพีแอลซี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากกระบวนการที่เป็นกรณีศึกษาทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิเป็นรูปแบบเทคโนโลยีฟาวน์เดชัน-ฟิลด์บัส ซึ่งถูกควบคุมการทำงานผ่านอุปกรณ์เชื่อมต่อ H1/HSE ทำหน้าที่เป็นอุปกรณ์แปลงโปรโตคอลในเทคโน- โลยีฟาวน์เดชันฟิลด์บัส H1 ที่เชื่อมต่ออุปกรณ์ในระดับฟิลด์ให้เป็นโปรโตคอล HSE ที่เป็นเครือข่ายในระดับการควบคุมที่ใช้ต่อเชื่อมระหว่างอุปกรณ์ควบคุมพีแอลซี เวิร์คสเตชันสำหรับงานวิศวกรรม (Engineering Workstation) และเวิร์คสเตชันสำหรับงานผู้ปฏิบัติงาน (Operator Workstation)โดยเวิร์คสเตชันคอมพิวเตอร์สำหรับงานวิศวกรรมใช้ในการกำหนดค่าตัวอุปกรณ์ และกำหนดค่าในการรวมระบบโดยใช้โปรแกรม RSFieldbus นอกจากนี้เวิร์คสเตชันสำหรับงานวิศวกรรมยังใช้ในการเขียนโปรแกรมควบคุมสำหรับพีแอลซีโดยใช้โปรแกรม RSlogix 5000 โดยค่าอุณหภูมิที่ตรวจ วัดได้โดยทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิถูกส่งมายังอุปกรณ์ควบคุมพีแอลซีผ่านอุปกรณ์เชื่อมต่อ H1/HSE ส่วนภาคเอาต์พุตของพีแอลซีจะมีแอนะล็อกโมดูลที่ใช้ในการสร้างสัญญาณควบคุม 4-20 mA ให้แก่อุปกรณ์ปรับแรงดันดีซี/เอซีหรืออินเวอร์เตอร์ที่ทำหน้าที่เป็นอุปกรณ์ควบคุมสุดท้าย ซึ่งมีสัญญาณเอาต์พุตเป็นค่าแรงดัน 45-220 VAC จ่ายให้แก่หลอดไฟขนาด 100 วัตต์ โดยค่าอุณหภูมิของกระบวนการจะแปรเปลี่ยนตามค่าแรงดันเอาต์พุตของอินเวอร์เตอร์ ส่วนเวิร์คสเตชันคอมพิวเตอร์สำหรับผู้ปฏิบัติงานจะมีส่วนแสดงผล และส่วนเชื่อมต่อกับผู้ใช้งานหรือเอชเอ็มไอ ที่พัฒนาขึ้นมาจากโปรแกรม Wonderware Intouch โดยแสดงการเชื่อมต่ออุปกรณ์ในพลานต์โมเดลจริงดังรูปที่ 2.22



รูปที่ 2.22 การเชื่อมต่ออุปกรณ์ในพลานต์โมเดลจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การออกแบบพลานต์โมเดลที่นำเสนอ

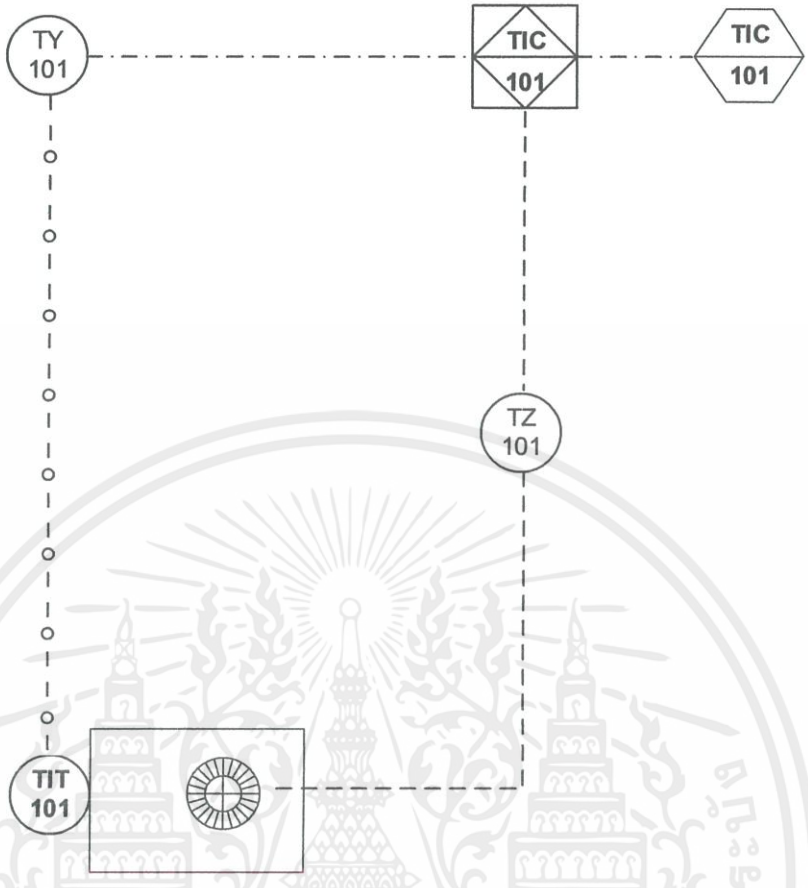
3.1 กล่าวนำ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้เริ่มจากการศึกษาหลักการทำงานของการควบคุมอุณหภูมิ หลังจากศึกษาหลักการทำงานของระบบแล้วจึงทำการออกแบบแผนภาพพีแอนด์ไอ การออกแบบชุดสาธิตและสร้างพลานต์โมเดลขึ้นตามลำดับ จากนั้นจึงทำการเชื่อมต่อระบบทั้งหมดเพื่อการควบคุมและแสดงผล ในบทนี้อธิบายถึงการออกแบบในส่วนฮาร์ดแวร์ ขั้นตอนการกำหนดค่าในการใช้งานโปรแกรม การควบคุมสำหรับพีแอลซี และการออกแบบส่วนติดต่อกับผู้ใช้งาน

3.2 การออกแบบในส่วนฮาร์ดแวร์

จากแนวคิดในรูปที่ 2.3 ได้ทำการออกแบบในส่วนฮาร์ดแวร์โดยมีแผนภาพพีแอนด์ไอ (Piping & Instrument Diagram : P&ID) ดังรูปที่ 3.1 โดยกำหนดให้ TIT (Temperature Indicator Transmitter) แทนทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิแบบดิจิตอลฟิลด์บัสที่ถูกออกแบบด้วยเทคโลยีฟาวน์เดชันฟิลด์บัส [2] ซึ่งสามารถแสดงผลค่าอุณหภูมิทางหน้าจอ LCD ได้ เนื่องจากทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิเป็นอุปกรณ์ระดับฟิลด์ H1 จึงต้องใช้อุปกรณ์เชื่อมต่อ H1/HSE ในที่นี้แทนด้วย TY (Temperature Converter) เพื่อส่งผ่านค่าอุณหภูมิที่ตรวจวัดได้หรือค่า pv ไปยังอุปกรณ์ควบคุมพีแอลซี คือ TIC (Temperature Indicator Control) ซึ่งในส่วนของอุปกรณ์ควบคุมพีแอลซีนั้นจำเป็นต้องมีส่วนติดต่อกับผู้ใช้งานในการควบคุมอุณหภูมิ เพื่อการกำหนดค่าเป้าหมายของกระบวนการตามที่ต้องการ และ TZ แทนอินเวอร์เตอร์ ซึ่งทำหน้าที่เป็นอุปกรณ์ควบคุมสุดท้าย โดยอุปกรณ์ควบคุมพีแอลซีมีเอาต์พุตโมดูลเป็นแอนะล็อก หรือที่เรียกว่าแอนะล็อกโมดูลสร้างสัญญาณกระแสดีซี 4-20 mA เพื่อส่งต่อไปยังอินเวอร์เตอร์ โดยอินเวอร์เตอร์ทำหน้าที่แปลงแรงดันไฟฟ้าจากกระแส 4-20 mA เป็นแรงดันเอซี 45-220 VAC เพื่อจ่ายแรงดันเอซีนี้ให้แก่หลอดไฟ โดยพลังงานความร้อนที่เกิดขึ้นที่หลอดไฟจะเปลี่ยนแปลงไปตามเอาต์พุตของอินเวอร์เตอร์ ค่าอุณหภูมิที่เกิดจากความร้อนของหลอดไฟจะถูกตรวจวัดด้วยทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิเพื่อนำไปเปรียบเทียบค่าเป้าหมายต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

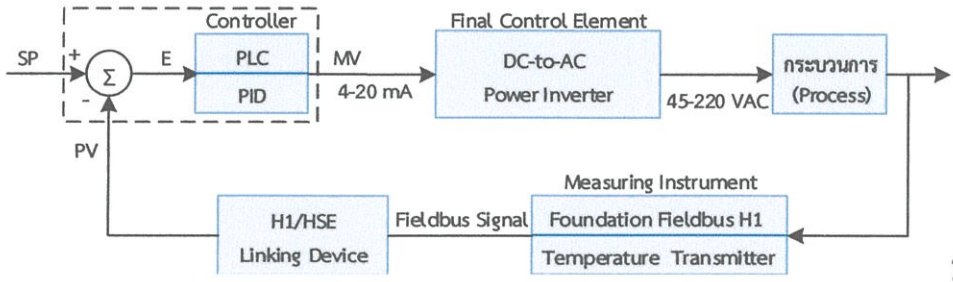


รูปที่ 3.1 แผนภาพพีแอนด์ไอของกระบวนการควบคุมอุณหภูมิ

3.2.1 การควบคุมอุณหภูมิที่ออกแบบ

ในการออกแบบระบบการควบคุมอุณหภูมิที่ได้ออกแบบสามารถพิจารณาการทำงานได้จากบล็อกไดอะแกรม ดังรูปที่ 3.2 โดยใช้ทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิรูปแบบเทคโนโลยีฟาวน์เดชันฟิลด์บัส ในการวัดอุณหภูมิที่เกิดจากความร้อนของหลอดไฟซึ่งเป็นค่าตัวแปรของกระบวนการที่ต้องการควบคุม แล้วส่งสัญญาณฟิลด์บัสมาที่อุปกรณ์ควบคุมพีแอลซีผ่านอุปกรณ์เชื่อมต่อ H1/HSE ซึ่งภายในอุปกรณ์ควบคุมพีแอลซีจะมีฟังก์ชันควบคุมแบบพีไอดี แล้วส่งสัญญาณเอาต์พุต 4-20 mA ไปที่อุปกรณ์ปรับแรงดันไฟฟ้าดีซี/เอซีหรืออินเวอร์เตอร์ เพื่อให้อินเวอร์เตอร์ควบคุมค่าแรงดันที่ป้อนให้แก่หลอดไฟ

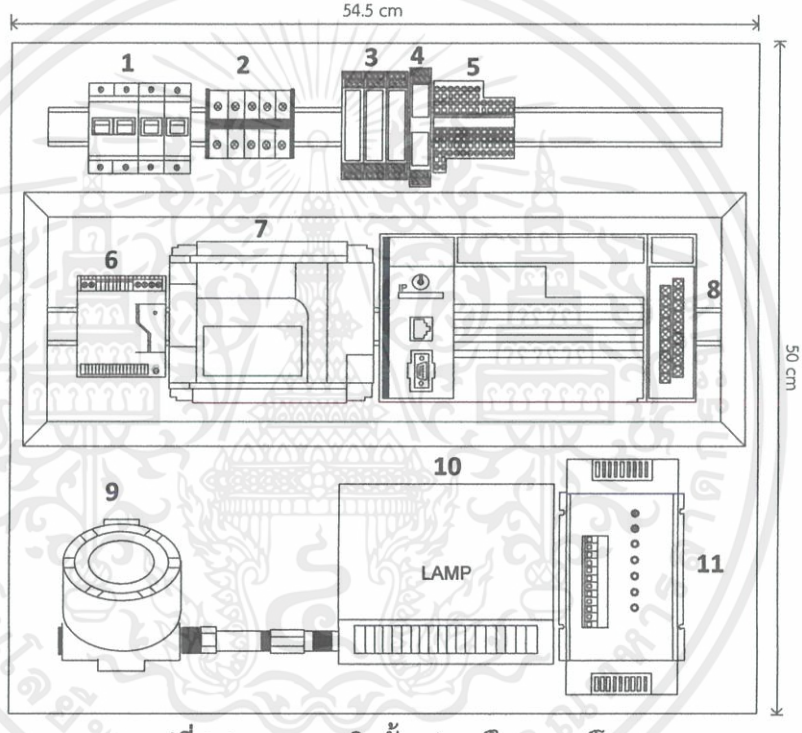
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่

3.2 บล็อกไดอะแกรมการทำงาน

3.2.2 การติดตั้งอุปกรณ์



รูปที่ 3.3 แบบการติดตั้งอุปกรณ์ในพลานต์โมเดล

รูปที่ 3.3 แสดงแบบการติดตั้งอุปกรณ์ในพลานต์โมเดลที่ได้พัฒนาขึ้น จะเห็นได้ว่าในการออกแบบนั้นจะแบ่งการติดตั้งอุปกรณ์เป็นสามแถว โดยในแถวแรกแบ่งการทำงานออกเป็น 2 ส่วน โดยส่วนแรก คือ การทำงานในส่วนไฟฟ้ากำลัง และ ส่วนที่สอง คือ การทำงานในส่วนของสัญญาณควบคุม ในแถวที่สองจะเป็นส่วนของอุปกรณ์ที่ใช้ในการประมวลผล ซึ่งประกอบไปด้วยอุปกรณ์เชื่อมต่อ H1/HSE และพีแอลซี และในส่วนสุดท้ายนั้นจะเป็นส่วนของกระบวนการ ซึ่งประกอบไปด้วยทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิ กล่องจำลองกระบวนการ ซึ่งภายในมีหลอดไฟสำหรับให้

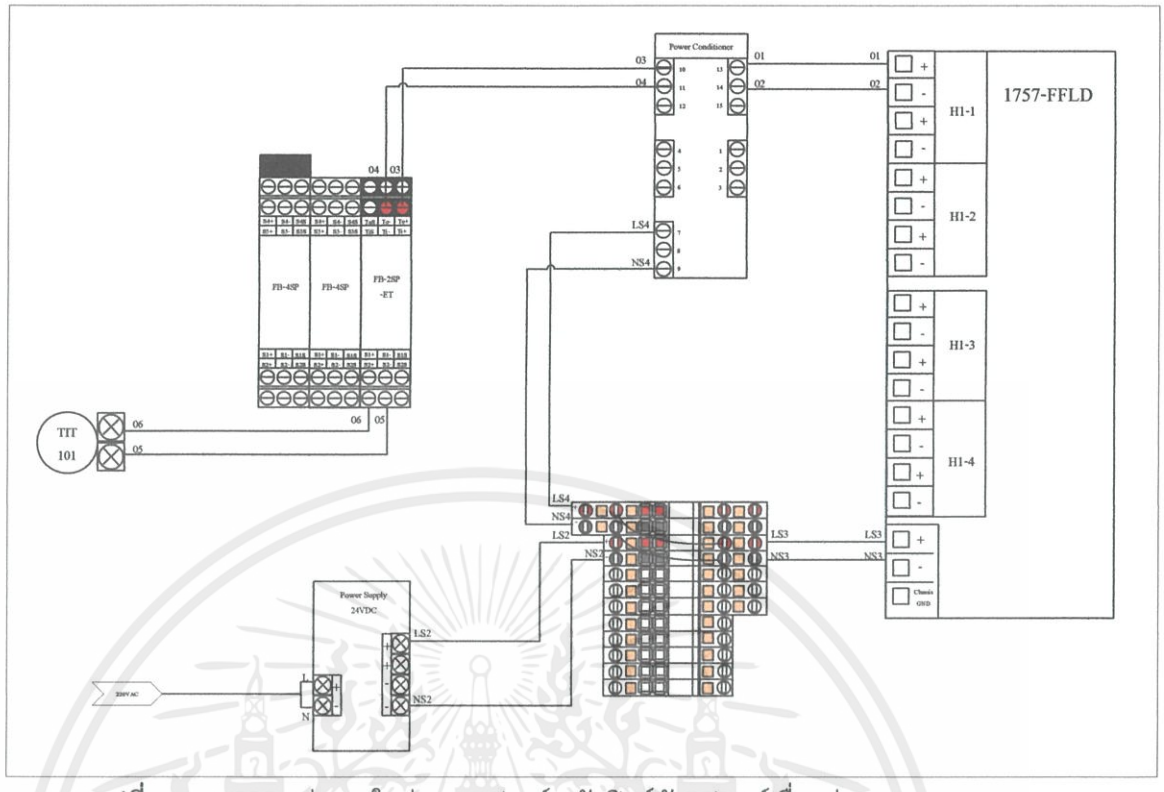
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความร้อน และอุปกรณ์ปรับแรงดันไฟฟ้าดีซี/เอซีหรืออินเวอร์เตอร์ ดังสรุปในตารางที่ 3.1 ซึ่งมีลักษณะการเชื่อมต่อสายระหว่างอุปกรณ์ดังแสดงในรูปที่ 3.4 และ 3.5

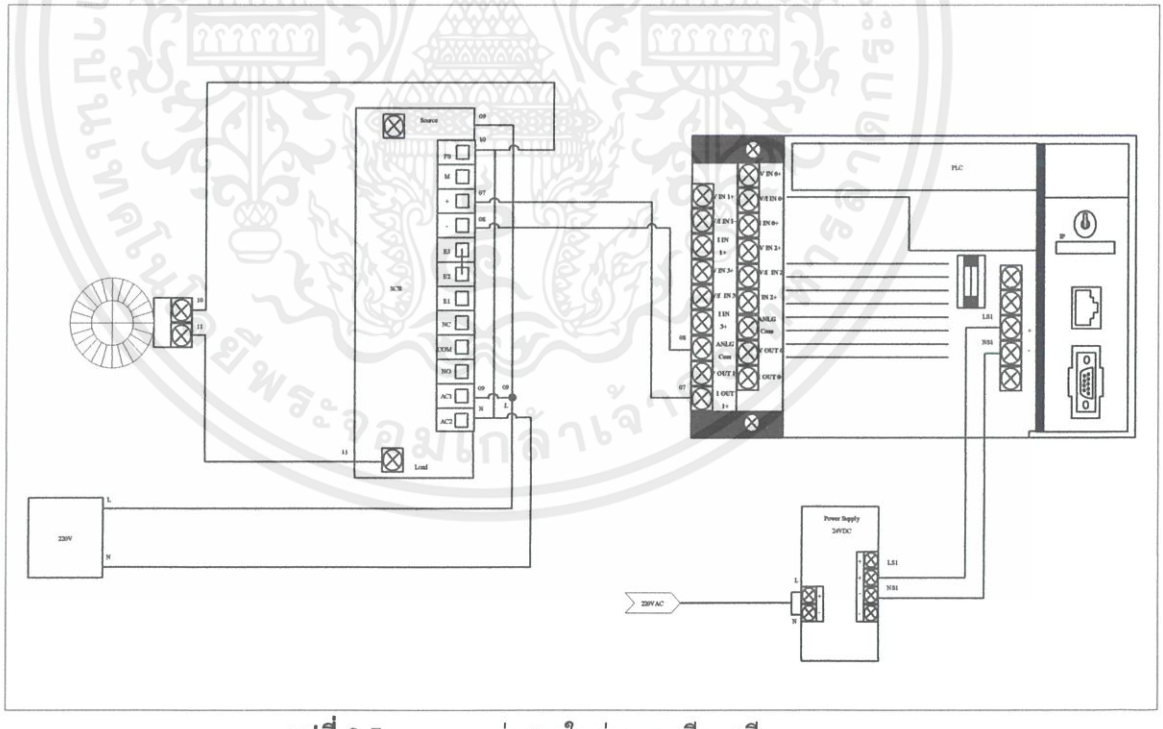
ตารางที่ 3.1 อุปกรณ์ต่าง ๆ ในพลานต์โมเดล

ลำดับเลขอุปกรณ์	อุปกรณ์
1	เบรกเกอร์
2	จุดต่อร่วมแรงดันไฟฟ้า 220 โวลต์
3	กล่องในการเชื่อมต่ออุปกรณ์ระดับฟิลด์ (Junction Box)
4	เพาเวอร์คอนดิชันเนอร์
5	จุดต่อร่วมสายสัญญาณควบคุม
6	แหล่งจ่ายไฟดีซี 24 โวลต์
7	อุปกรณ์เชื่อมต่อ H1/HSE
8	อุปกรณ์ควบคุมพีแอลซี
9	ทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิ
10	กล่องควบคุมอุณหภูมิ
11	อินเวอร์เตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

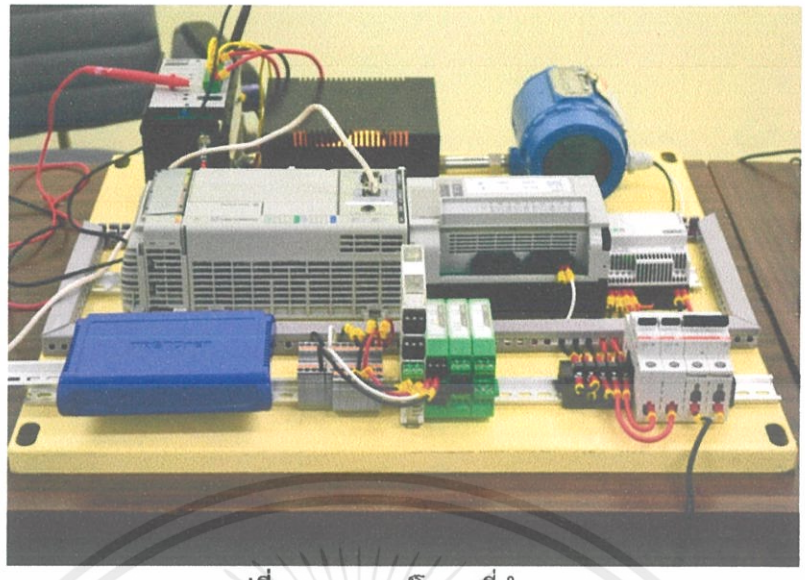


รูปที่ 3.4 แบบการต่อสายในส่วนของฟาวน์เดชันฟิลด์บัสอุปกรณ์เชื่อมต่อ H1/HSE



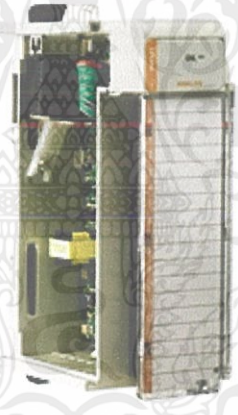
รูปที่ 3.5 แบบการต่อสายในส่วนของพีแอลซี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.6 พลานต์โมเดลที่นำเสนอ

3.2.3 การทดสอบการทำงานของแอนะล็อกโมดูลของพีแอลซี [4]



รูปที่ 3.7 แอนะล็อกโมดูล รุ่น 1769 Compact I/O

เนื่องจากพีแอลซี รุ่น CompactLogix 1769-L23E-QB1B ไม่สามารถให้เอาต์พุตออกมาเป็นค่าแอนะล็อกได้โดยตรง จึงต้องเพิ่มแอนะล็อกโมดูลที่ใช้ในการรับค่าเอาต์พุตของพีแอลซีซึ่งเป็นดิจิตอลแล้วแปลงค่าให้เป็นสัญญาณแอนะล็อก 4 – 20 mA ดังแสดงในรูปที่ 3.7 [4] เพื่อเป็นการทดสอบฟังก์ชันการทำงานของแอนะล็อกโมดูลของพีแอลซีที่เลือกใช้ในกรณีศึกษา จึงได้ทำการทดลองวัดค่ากระแสที่จ่ายออกมาจำนวน 4 ครั้ง ดังสรุปในตารางที่ 3.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.2 ผลการวัดค่ากระแสของแอนะล็อกโมดูลของพีแอลซี

ค่าเอาต์พุตของพีแอลซีที่เป็นดิจิตอล	ค่ากระแสเอาต์พุตที่วัดได้ (mA)			
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4
6241	4.03	4.03	4.03	4.03
12483	8.08	8.09	8.09	8.09
18724	12.05	12.05	12.05	12.05
24965	16.12	16.12	16.12	16.12
31207	20.16	20.17	20.17	20.08

จากผลการทดลองในตารางที่ 3.2 ค่า error ที่ได้เป็นค่าที่อยู่ในช่วงที่ยอมรับได้ โดยจาก Specification ของแอนะล็อกโมดูลรุ่น 1769-IF4XOF2 ที่มีค่า error = ±1% full scale นั้น หมายความว่าค่า error ที่ยอมรับได้ คือ ± 0.21 mA

3.2.4 การทดสอบการทำงานของอุปกรณ์ปรับแรงดันไฟฟ้าดีซี/เอซีหรืออินเวอร์เตอร์

การทดสอบการปรับค่าแรงดันเอาต์พุตของอินเวอร์เตอร์ทำเพื่อใช้ในการกำหนดย่านการควบคุมค่าอุณหภูมิของส่วนฮาร์ดแวร์ที่ได้ออกแบบ โดยอินเวอร์เตอร์ รุ่น Sangi Electric : SCR-1A030 เป็นอุปกรณ์ควบคุมสุดท้ายของกระบวนการทำหน้าที่ปรับแรงดันไฟฟ้าเอาต์พุตตามค่าสัญญาณอินพุตที่มาจากแอนะล็อกโมดูลของพีแอลซีที่เป็นสัญญาณแอนะล็อก 4-20 mA และส่งสัญญาณเอาต์พุตออกเป็นแรงดัน 45-220 VAC ไปที่หลอดไฟเพื่อควบคุมอุณหภูมิให้เป็นไปตามต้องการ

รูปที่ 3.8 อุปกรณ์ปรับแรงดันไฟฟ้าดีซี/เอซีหรืออินเวอร์เตอร์รุ่น Sangi Electric : SCR-1A030

การทดลองวัดค่าอุณหภูมิในระบบเปิดได้ใช้อุปกรณ์จำลองสัญญาณ DIGICON CC – VA – MS เป็นตัวจ่ายสัญญาณ 4 – 20 mA ให้กับอุปกรณ์ปรับแรงดันไฟฟ้าดีซี/เอซีหรืออินเวอร์เตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รุ่น Sangi Electric : SCR-1A030 และใช้ทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิวัดค่าอุณหภูมิโดยอ่านค่าอุณหภูมิจากหน้าจอของทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิ

การทดลองครั้งที่ 1 ทำการทดลองที่อุณหภูมิห้อง 25 °C

ตารางที่ 3.3 ผลการทดลองวัดค่าอุณหภูมิครั้งที่ 1

ค่ากระแสที่จ่ายจาก CC – VA – MS		แรงเคลื่อนไฟฟ้า (V)	อุณหภูมิ (°C)
Percent (%)	กระแส (mA)		
0	4	46.4	38.5
25	8	96.6	46.5
50	12	147.5	53.5
75	16	192.8	62.4
100	20	220	65.3

การทดลองครั้งที่ 2 ทำการทดลองที่อุณหภูมิห้อง 27 °C

ตารางที่ 3.4 ผลการทดลองวัดค่าอุณหภูมิครั้งที่ 2

ค่ากระแสที่จ่ายจาก CC – VA – MS		แรงเคลื่อนไฟฟ้า (V)	อุณหภูมิ (°C)
Percent (%)	กระแส (mA)		
0	4	44.7	39.5
25	8	95.8	46.8
50	12	150.2	54.7
75	16	195.1	62.5
100	20	219.5	64.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองครั้งที่ 3 ทำการทดลองที่อุณหภูมิห้อง 27 °C

ตารางที่ 3.5 ผลการทดลองวัดค่าอุณหภูมิครั้งที่ 3

ค่ากระแสที่จ่ายจาก CC – VA – MS		แรงเคลื่อนไฟฟ้า (V)	อุณหภูมิ (°C)
Percent (%)	กระแส (mA)		
0	4	42.8	39.8
25	8	97.4	46.9
50	12	150.8	54.4
75	16	196.8	61.9
100	20	219.8	65.0

จากผลการทดลองการวัดค่าอุณหภูมิทั้ง 3 ครั้ง ดังผลการทดลองในตารางที่ 3.3 ถึง 3.5 ได้เลือกช่วงการทำงานของการควบคุมอุณหภูมิเป็น

ที่ 0 % อุณหภูมิ 40 °C

ที่ 100 % อุณหภูมิ 60 °C

ดังนั้นสามารถกำหนดค่าเป้าหมายหรือ Setpoint ได้ดังตารางที่ 3.6

ตารางที่ 3.6 ค่าอุณหภูมิในแต่ละช่วง Setpoint

Setpoint (%)	Temperature (°C)
0	40
25	45
50	50
75	55
100	60

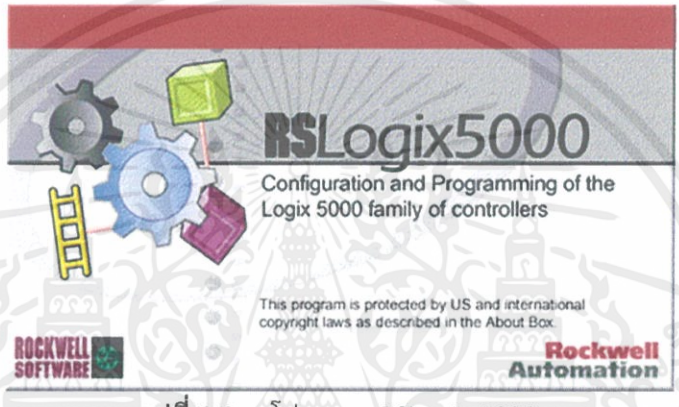
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 ขั้นตอนการกำหนดค่าเตรียมโปรแกรมต่าง ๆ สำหรับงานวิศวกรรม

ก่อนที่จะเริ่มการทำงานจำเป็นต้องทำการเตรียมโปรแกรมต่าง ๆ สำหรับงานวิศวกรรม โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.3.1 โปรแกรม RSLogix 5000 Version 17.00

RSLogix 5000 เป็นโปรแกรมที่ใช้ในการเขียนคำสั่งโปรแกรมการควบคุมสำหรับพีแอลซีเพื่อควบคุมการทำงานของกระบวนการ



รูปที่ 3.9 โปรแกรม RSLogix 5000

ความต้องการของระบบ

ระบบขั้นต่ำ

- Processor : Pentium 4 2.8 GHz
- RAM : 1 GB
- Hard Disk Space : 16 GB available
- Monitor resolution : 1024x768, True Color graphics device
- Additional hardware : DirectX 9 graphics device with WDDM 1.0 or higher driver

ระบบที่แนะนำ

- Processor : Intel Core i5 2.4GHz
- RAM : 8 GB
- Hard Disk Space : 20 GB available
- Monitor resolution : 1280x1024, True Color graphics device

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

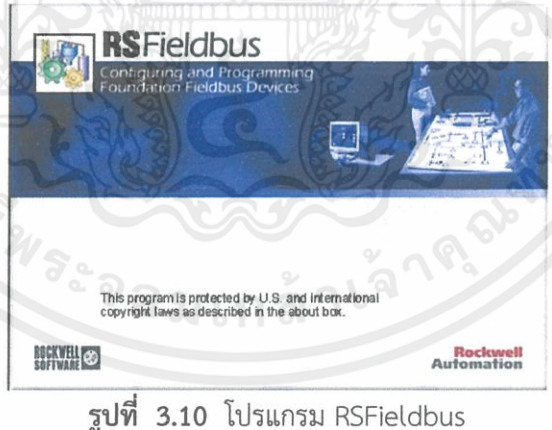
- Additional hardware : DirectX 9 graphics device with WDDM 1.0 or higher driver

ระบบปฏิบัติการที่สนับสนุน

- Microsoft Windows 7 Professional (64-bit) with Service Pack 1
- Microsoft Windows 7 Home Premium (64-bit) with Service Pack 1
- Microsoft Windows 7 Home Premium (32-bit) with Service Pack 1
- Microsoft Windows Vista Business (32-bit) with Service Pack 2
- Microsoft Windows XP Professional with Service Pack 3
- Microsoft Windows Server 2008 R2 Standard Edition with Service Pack 1
- Microsoft Windows Server 2008 Standard Edition with Service Pack 2
- Microsoft Windows Server 2003 R2 Standard Edition with Service Pack 2

3.3.2 โปรแกรม RSFieldbus Version 2.05

RSFieldbus เป็นโปรแกรมที่ใช้ในการกำหนดค่าในการใช้งานอุปกรณ์ฟาวน์เดชัน-ฟิลด์บัสรวมไปถึงการกำหนดรูปแบบการควบคุมของกระบวนการ



รูปที่ 3.10 โปรแกรม RSFieldbus

ความต้องการของระบบ

ระบบขั้นต่ำ

- Processor : Pentium III 500 MHz
- RAM : 256 MB

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Hard Disk Space : 16 GB available
- Monitor resolution : 1024x768, 64K colors

- Additional hardware : CD ROM (for RSLinx® software or other support files) Appropriate network interface

ระบบที่แนะนำ

- Processor : Pentium IV 1.5 GHz
- RAM : 1 GB
- Hard Disk Space : 40 GB available
- Monitor resolution : 1280x1024, 64K colors

- Additional hardware : CD ROM (for RSLinx® software or other support files) Appropriate network interface

ระบบปฏิบัติการที่สนับสนุน

- Microsoft Windows XP 32-bit Professional with service packs 1, 2, 3
- Microsoft Windows Server 2003 R2 Second Edition with service pack 1
- Microsoft Windows Server 2008 Standard Edition
- Microsoft Windows Vista 32-bit Home Premium
- Microsoft Windows 7 32-bit and 64-bit Professional

3.3.3 โปรแกรม Wonderware InTouch WindowMaker Version 10.1.300 1412.0703.0268.0018

Wonderware InTouch WindowMaker เป็นโปรแกรมที่ใช้ในการสร้างกราฟิกเพื่อการควบคุมและแสดงผลสำหรับพลานต์โมเดล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.11 โปรแกรม Wonderware InTouch WindowMaker

ความต้องการของระบบ

ระบบขั้นต่ำ

- Processor : Pentium II 400 MHz
- RAM : 256 MB
- Hard Disk Space : 2 GB available
- Monitor resolution : 800x600
- Additional hardware : DirectX 9 graphics device with WDDM 1.0 or higher driver

ระบบที่แนะนำ

- Processor : Pentium IV 1.2 GHz
- RAM : 512 MB
- Hard Disk Space : 20 GB available
- Monitor resolution : 1280x1024
- Additional hardware : DirectX 9 graphics device with WDDM 1.0 or higher driver

ระบบปฏิบัติการที่สนับสนุน

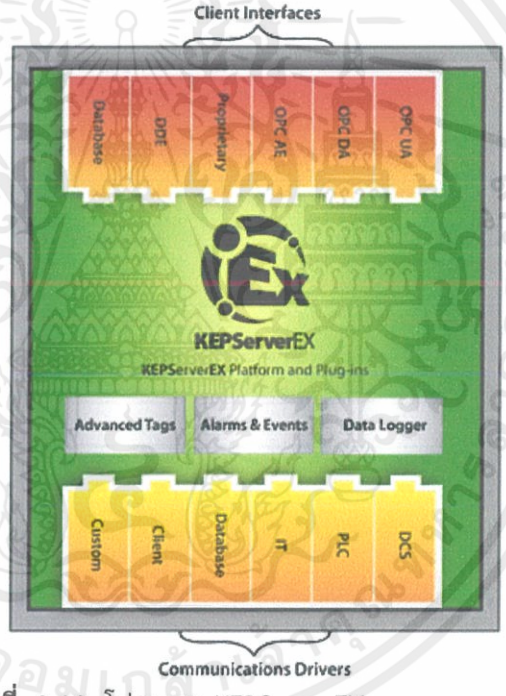
- Microsoft Windows XP 32-bit Professional with service packs 1, 2, 3
- Microsoft Windows 2000 Professional with service pack 1
- Microsoft Windows Vista 32-bit Home Premium
- Microsoft Windows 7 32-bit and 64-bit Professional

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.4 โปรแกรมที่ทำหน้าที่เป็น OPC

ในการติดต่อระหว่าง Data Server กับอุปกรณ์หรือระหว่าง Data Server และ Data Server กับ Client นั้น เดิมมีการผลิตเป็นไฟล์ Driver ออกมามากมายตามเทคนิคเฉพาะของแต่ละผู้ผลิตแต่เพื่อความสามารถในการเข้าถึงข้อมูลได้มีการกำหนดมาตรฐานของอินเทอร์เฟสขึ้นมาเป็นมาตรฐาน OPC (OLE for Process Control) โดยในกรณีศึกษาได้เลือกใช้ OPC 2 ตัว ได้แก่ โปรแกรม KEPServerEX [16] และ LinkMaster [17]

1) KEPServerEX Version 4 เป็นซอฟแวร์ของบริษัท Kepware Technologies ทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการสื่อสารข้อมูลระหว่าง Industries Automation กับ Enterprise System ด้วยรูปแบบมาตรฐานของข้อมูลแบบเปิด ทำให้ผู้ผลิตอุปกรณ์ต่าง ๆ สามารถพัฒนาระบบสื่อสารข้อมูลของตนให้เป็นไปตามมาตรฐานเดียวกันและสามารถเชื่อมต่อกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ



รูปที่ 3.12 โปรแกรม KEPServerEX

ความต้องการของระบบ

- Processor : 2.0 GHz
- RAM : 1 GB
- Hard Disk Space : 180 MB available
- Monitor resolution : 800x600
- Additional hardware : Ethernet Card

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบปฏิบัติการที่สนับสนุน

- Windows 2000 SP4
- Windows XP SP2
- Windows 7 Pro and Ultimate
- Windows Server 2003 SP2
- Windows Vista Business/Ultimate
- Windows Server 2008/2008 R2

2) LinkMaster Version 3 เป็นซอฟแวร์ของบริษัท Kepware Technologies ทำหน้าที่เหมือนสะพานที่ใช้ในการเชื่อมต่อระหว่าง RSLinx OPC Server กับ KEPServerEX เพื่อใช้ในการแสดงผลในโปรแกรม Wonderware InTouch WindowMaker

รูปที่ 3.13 โปรแกรม LinkMaster

ความต้องการของระบบ

- Processor : 2.0 GHz
- RAM : 1 GB
- Hard Disk Space : 180 MB available
- Monitor resolution : 800x600
- Additional hardware : Ethernet Card

ระบบปฏิบัติการที่สนับสนุน

- Windows 7 Professional, Enterprise, and Ultimate
- Windows Server 2008
- Windows Vista Business, Enterprise, and Ultimate
- Windows XP Professional (Service Pack 2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 ขั้นตอนการกำหนดค่าในการใช้งาน

ในส่วนงานวิศวกรรม โปรแกรม RSFieldbus เป็นโปรแกรมของบริษัท Rockwell Automation ที่ใช้ในการกำหนดค่าในการใช้งานอุปกรณ์ฟาวน์เดชันฟิลด์บัสรวมไปถึงการกำหนดรูปแบบการควบคุม (Control Strategy) สำหรับ H1 ฟิลด์บัสเซกเมนต์ (H1 Fieldbus Segment) สำหรับระบบที่ใช้เป็นกรณีศึกษาในปริญญานิพนธ์นี้ มีอุปกรณ์ฟาวน์เดชันฟิลด์บัสที่จำเป็นต้องกำหนดค่าในการใช้งาน ได้แก่ ทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิ และอุปกรณ์เชื่อมต่อ H1/HSE

3.4.1 การกำหนดค่าในการใช้งานทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิ

ในการใช้งานทรานสมิตเตอร์อุณหภูมินั้นส่วนที่ใช้งาน คือ บล็อก AI (Analog Input) เป็นส่วนที่รับค่าอุณหภูมิจาก LCD TB แล้วแปลงเป็นค่าเอาต์พุตออกตามหน่วย Engineering Unit ที่ได้กำหนดไว้ นอกจากนี้ยังมีการแสดงสถานะคุณภาพของการวัดเพื่อนำไปปรับค่ากระบวนการ โดยบล็อก AI (Analog Input) มีโหมดในการทำงานดังนี้

- โหมด Auto คือ บล็อกจะประมวลผลตามอัลกอริทึมที่ถูกกำหนดมาจากบริษัทผู้ผลิตเอง ซึ่งจัดเป็นโหมดการทำงานปกติ (Normal Mode)
- โหมด Out of Service (OOS) คือ บล็อกจะหยุดการประมวลผล ถ้าค่าเอาต์พุตเปลี่ยนแปลงบล็อกจะไม่ทำการปรับกระบวนการและสถานะของค่าใด ๆ ที่ส่งผ่านบล็อกแต่จะมีสถานะเป็น "BAD" ในแต่ละครั้งที่จะทำการกำหนดค่าพารามิเตอร์ของบล็อกควรเปลี่ยนโหมดบล็อกเป็น OOS ก่อนและเมื่อการตั้งค่าเสร็จสมบูรณ์ต้องเปลี่ยนโหมดบล็อกกลับไปเป็น Auto
- โหมด MANUAL (Man) คือ ค่าตัวแปรที่จะส่งผ่านบล็อกนั้นสามารถตั้งค่าได้โดยผู้ใช้งาน ใช้สำหรับการทดสอบ
- โหมดอื่น ๆ คือ สำหรับทรานสมิตเตอร์อุณหภูมินั้นจะมีโหมดที่รองรับเพิ่มจากที่กล่าวมาอีก 3 โหมด คือ ROut RCas และ Cas

เมื่อค่า PV ถูกส่งผ่านจากบล็อกหนึ่งไปยังอีกบล็อกหนึ่งนั้นจะมีสถานะการดำเนินการของบล็อก ซึ่งสามารถตรวจสอบสถานะการดำเนินงานของบล็อกได้ ดังนี้

- GOOD คือ ดี
- BAD คือ ไม่ดี
- UNCERTAIN คือ ไม่แน่นอน

ในส่วนของบล็อก AI มีสัญญาณเตือนของกระบวนการ ซึ่งขึ้นอยู่กับค่าเอาต์พุตของบล็อก โดยมีสัญญาณเตือนมาตรฐาน ดังนี้

- High (HIGH_LIM)
- High High (HIGH_HIGH_LIM)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Low (LOW_LIM)
- Low Low (LOW_LOW_LIM)

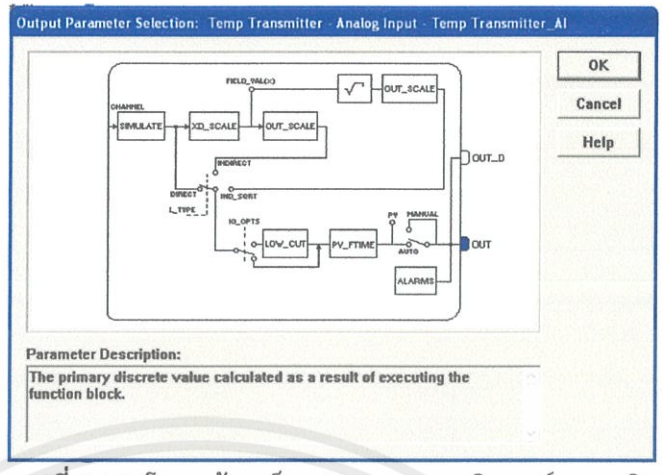
ในการใช้งานทรานสมิตเตอร์อุณหภูมินั้นจำเป็นต้องมีกำหนดค่าให้แก่พารามิเตอร์ที่สำคัญในบล็อก AI ดังแสดงในตารางที่ 3.7

ตารางที่ 3.7 พารามิเตอร์ที่จำเป็นต้องกำหนดค่าในการใช้งานทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิ

Parameter	Value
Mode_BLK_Target	Auto
Mode_BLK_Normal	Auto
Channel	Sensor1
L_Type	Direct
XD_SCALE • EU_0 • EU_100 • UNITS_INDEX	 0 100 deg C
OUT_SCALE • EU_0 • EU_100 • UNITS_INDEX	 0 100 ~C

- Mode_BLK_Target คือ พารามิเตอร์ที่ใช้กำหนดโหมดการทำงานของบล็อกที่ต้องการ ในกรณีศึกษาเลือกการทำงานของบล็อกเป็น Auto
- Mode_BLK_Normal คือ พารามิเตอร์ที่ใช้กำหนดโหมดการทำงานพื้นฐานของบล็อก ในกรณีศึกษาเลือกการทำงานของบล็อกเป็น Auto
- Channel คือ พารามิเตอร์ที่ใช้กำหนดช่องการทำงานของบล็อก ในกรณีศึกษาเลือกช่องการทำงานของบล็อกเป็น Sensor1 ในการวัดค่าอุณหภูมิ
- L_Type คือ พารามิเตอร์ที่ใช้กำหนดความสัมพันธ์ของผลการวัดจากทรานสมิต-เตอร์อุณหภูมิและเอาต์พุตที่ต้องการจากบล็อก AI ว่าต้องการให้มีความสัมพันธ์โดยตรง (Direct) หรือโดยอ้อม (Indirect) ในกรณีศึกษาเลือกเป็น Direct
- XD_SCALE คือ ผลการวัดจาก LCD TB
- OUT_SCALE คือ ค่าเอาต์พุตที่ต้องการจากบล็อก AI

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.14 โครงสร้างบล็อก AI ของทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิ

การทำงานของบล็อก AI คือ เมื่อรับค่าอินพุตเข้ามาในบล็อกแล้วก็จะส่งผ่านค่าออกไปที่ OUT เพื่อส่งค่าต่อไปที่บล็อก Logix โดย

- OUT คือ คำนวณค่าแอนะล็อก จากการทำงานของฟังก์ชันบล็อก
- OUT_D คือ คำนวณค่า discrete จากการทำงานของฟังก์ชันบล็อก

บล็อก AI มีส่วนของการวินิจฉัยการทำงาน ซึ่งเรียกว่าบล็อก AI Error คือ เมื่อบล็อกเกิดการทำงานผิดพลาดจะมีการเตือนว่าเกิดความผิดพลาดเพราะเหตุใด ดังสรุปในตารางที่ 3.8

ตารางที่ 3.8 รายละเอียดบล็อก AI Error

Condition Number	Condition Name and Description
0	Other
1	Block Configuration Error : เลือกช่องการทำงานของบล็อก (Channel) ไม่ตรงกับ engineering units ที่ตั้งค่า XD_SCALE หรือไม่ได้ตั้งค่า L_TYPE หรือตั้งค่า CHANNEL = 0
3	Simulate Active : จำลองการถูกใช้งาน และจำลองค่าในการทำงานของบล็อก
7	Input Failure/Process Variable has Bad Status : ฮาร์ดแวร์เสีย หรือสถานะการของกระบวนการเป็น BAD และเริ่มการจำลอง
14	Power Up : บล็อกไม่ได้กำหนดเวลา
15	Out of Service : actual mode เป็น out of service

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2 การกำหนดค่าในการใช้งานอุปกรณ์เชื่อมต่อ H1/HSE

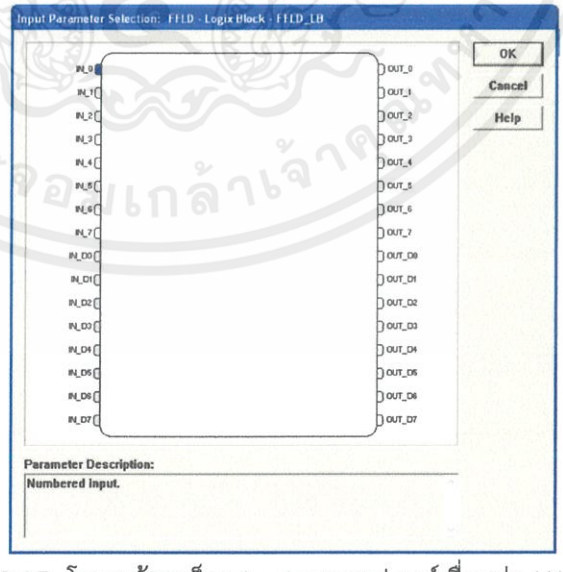
ในการใช้งานอุปกรณ์เชื่อมต่อ H1/HSE นั้นส่วนที่ใช้งาน คือ บล็อก Logix เป็นส่วนที่รับค่าจากบล็อก AI ของทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิแล้วส่งค่าต่อไปที่อุปกรณ์ควบคุมพีแอลซี ซึ่งบล็อก Logix ของอุปกรณ์เชื่อมต่อ H1/HSE นั้น ทำหน้าที่เหมือนสะพานในการเชื่อมต่อระหว่างทรานสมิต-เตอร์อุณหภูมิกับอุปกรณ์ควบคุมพีแอลซี

ในการใช้งานอุปกรณ์เชื่อมต่อ H1/HSE นั้นจำเป็นต้องมีกำหนดค่าให้แก่พารามิเตอร์ที่สำคัญในบล็อก Logix ดังตารางที่ 3.9

ตารางที่ 3.9 พารามิเตอร์ที่จำเป็นต้องกำหนดค่าในการใช้งานอุปกรณ์เชื่อมต่อ H1/HSE

Parameter	Value
Mode_BLK_Target	Auto
Mode_BLK_Normal	Auto
Slot	0

- Mode_BLK_Target คือ พารามิเตอร์ที่ใช้กำหนดโหมด การทำงานของบล็อกที่ต้องการ ในกรณีศึกษาเลือกการทำงานของบล็อกเป็น Auto
- Mode_BLK_Normal คือ พารามิเตอร์ที่ใช้กำหนดโหมดการทำงานพื้นฐานของบล็อก ในกรณีศึกษาเลือกการทำงานของบล็อกเป็น Auto
- Slot คือ พารามิเตอร์ที่ใช้กำหนด Slot การใช้งานบล็อก ในกรณีศึกษาเลือก Slot การใช้งานบล็อกเป็น 0



รูปที่ 3.15 โครงสร้างบล็อก Logix ของอุปกรณ์เชื่อมต่อ H1/HSE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

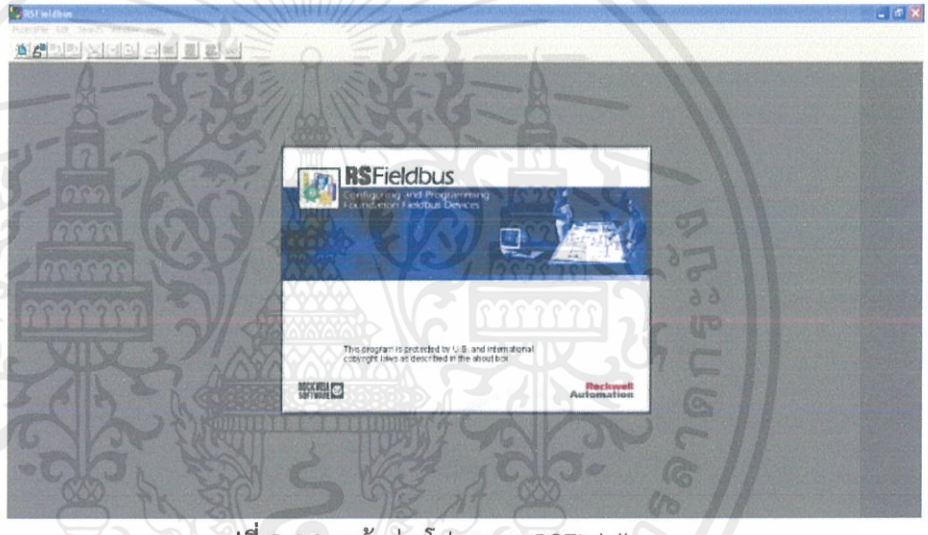
การทำงานของบล็อก Logix คือ เมื่อรับค่าอินพุตเข้ามาในบล็อกแล้วก็จะส่งผ่านค่าออกไปที่ OUT เพื่อส่งค่าต่อไปที่อุปกรณ์ควบคุมพีแอลซี โดย

- IN คือ รับค่าอินพุตเป็นตัวเลข
- IN_D คือ รับค่าอินพุตเป็น discrete สำหรับบล็อกคำนวณ
- OUT คือ ค่าเอาต์พุตเป็นตัวเลขสำหรับบล็อกอินพุตอื่น ๆ
- OUT_D คือ ค่าเอาต์พุตเป็น Numered สำหรับบล็อกอินพุตอื่น ๆ

3.4.3 การใช้งานโปรแกรม RSFieldbus สำหรับระบบที่ใช้เป็นกรณีศึกษา [4]

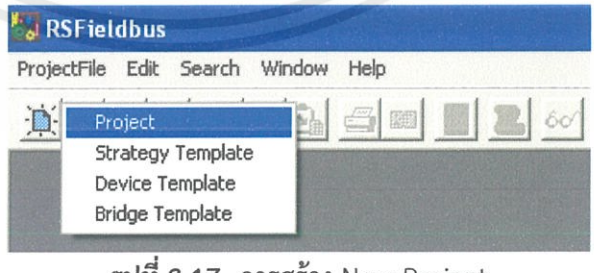
1) การสร้าง New Project ใน RSFieldbus (ในกรณี Off-Line)

- เปิดโปรแกรม RSFieldbus



รูปที่ 3.16 หน้าต่างโปรแกรม RSFieldbus

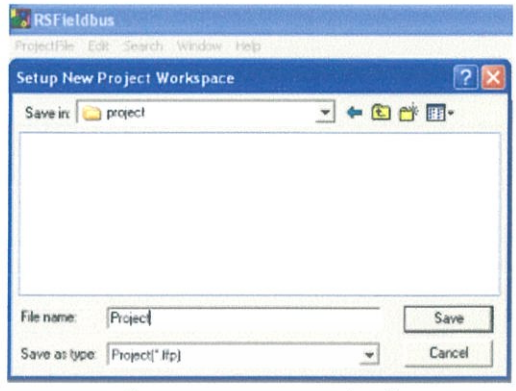
- จาก toolbar menu เลือก ProjectFile > New > Project



รูปที่ 3.17 การสร้าง New Project

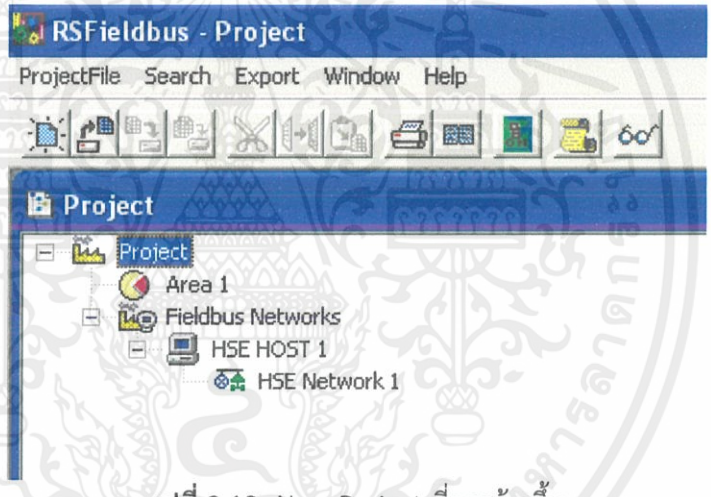
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ในกรณีศึกษานี้ ได้ตั้งชื่อไฟล์ว่า Project



รูปที่ 3.18 การกำหนด File Name สำหรับ New Project

- คลิก Save แล้วจะได้

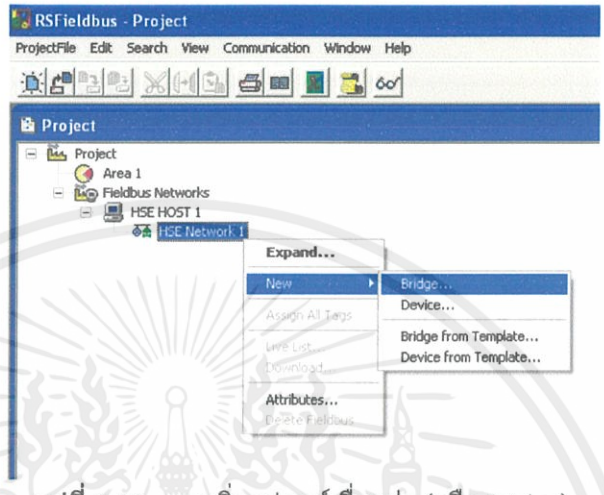


รูปที่ 3.19 New Project ที่ถูกสร้างขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

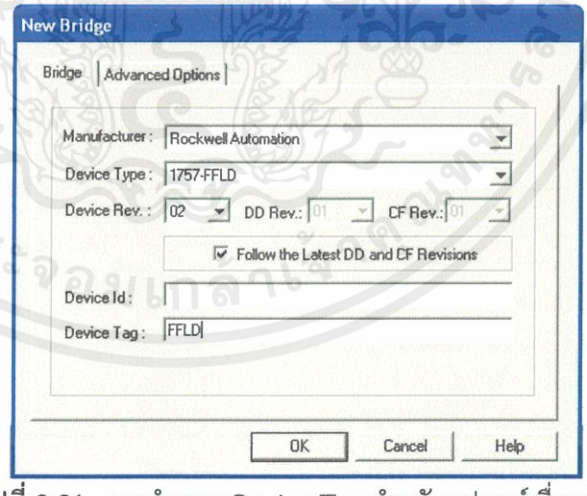
2) การสร้าง New Bridge บนเครือข่าย HSE (หรือ FFLD)

- เลือก HSE Network 1 คลิกขวา New > Bridge เพื่อ add FFLD ใน HSE Network



รูปที่ 3.20 การเพิ่มอุปกรณ์เชื่อมต่อ (หรือ Bridge)

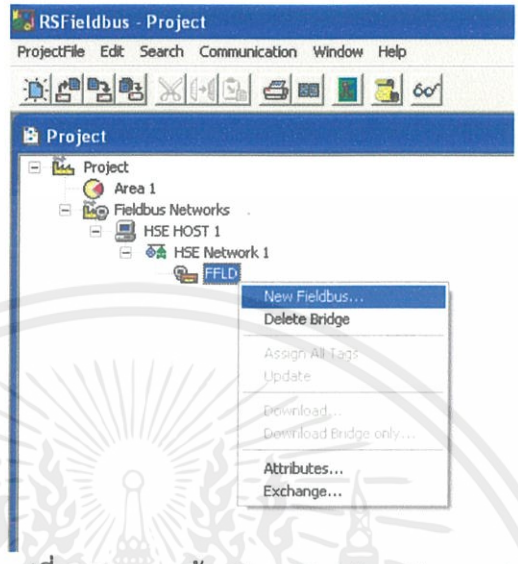
- เลือก Device Type : 1757-FFLD และ Device Rev : 01 และตั้ง Device Tag : FFLD แล้วคลิก OK



รูปที่ 3.21 การกำหนด Device Tag สำหรับอุปกรณ์เชื่อมต่อ

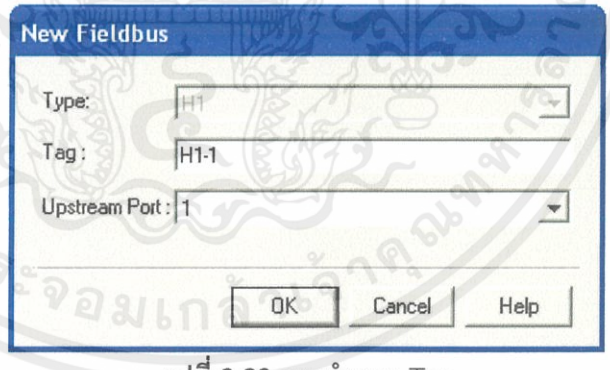
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- คลิกขวาที่ FFLD เลือก New Fieldbus เพื่อสร้างเซกเม้นต์ H1 ที่ต้องการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์เชื่อมต่อ FFLD



รูปที่ 3.22 การสร้าง New Fieldbus Segment

- ตั้งชื่อ Tag : H1-1 แล้วคลิก OK

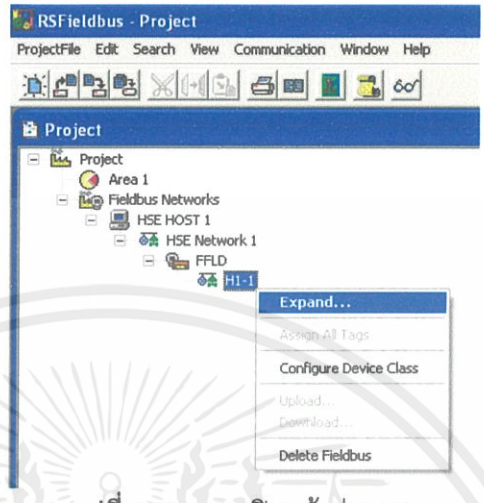


รูปที่ 3.23 การกำหนด Tag

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

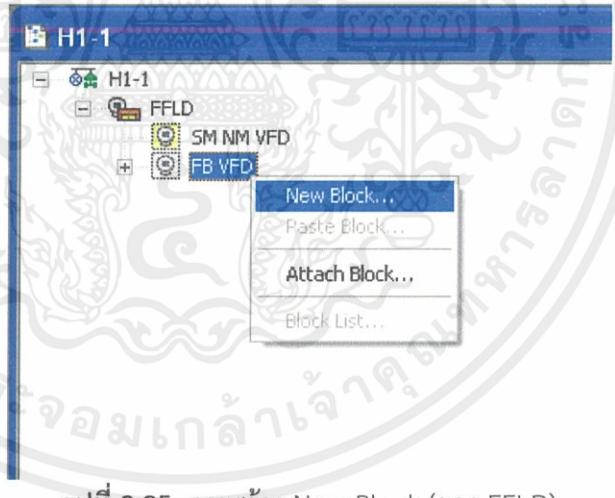
3) การตั้งค่า Logix Blocks ของ FFLD

- คลิกขวาที่ H1-1 เลือก Expand



รูปที่ 3.24 การเปิดหน้าต่าง H1

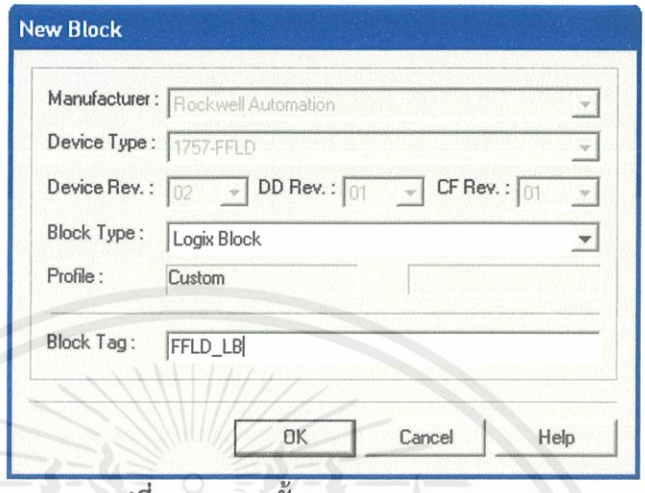
- คลิกขวาที่ FB VFD ของ FFLD เลือก New Block



รูปที่ 3.25 การสร้าง New Block (ของ FFLD)

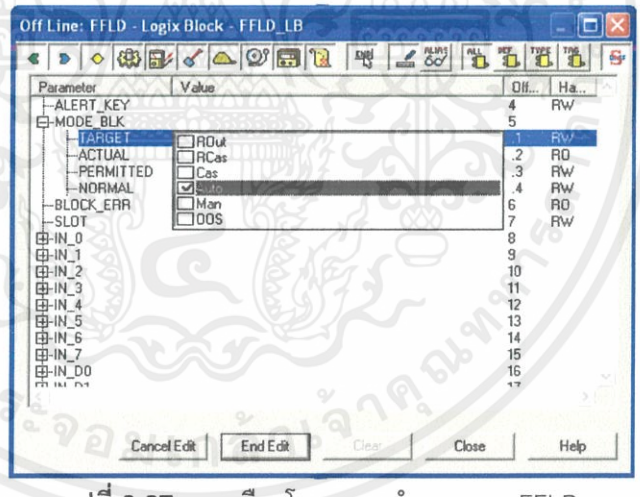
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เลือก Block Type : Logix Block และตั้งชื่อ Block Tag : FFLD_LB แล้วคลิก OK



รูปที่ 3.26 การตั้ง Tag ของ Block FFLD

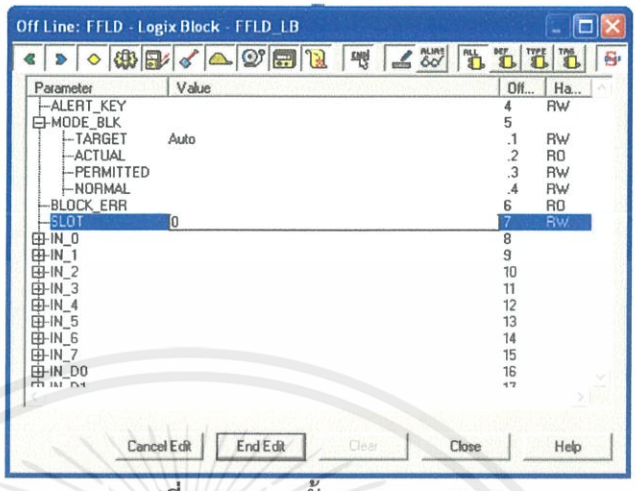
- ดับเบิ้ลคลิกที่ FFLD_LB ตั้งค่า TARGET : Auto แล้วคลิก End Edit



รูปที่ 3.27 การเลือกโหมดการทำงาน ของ FFLD

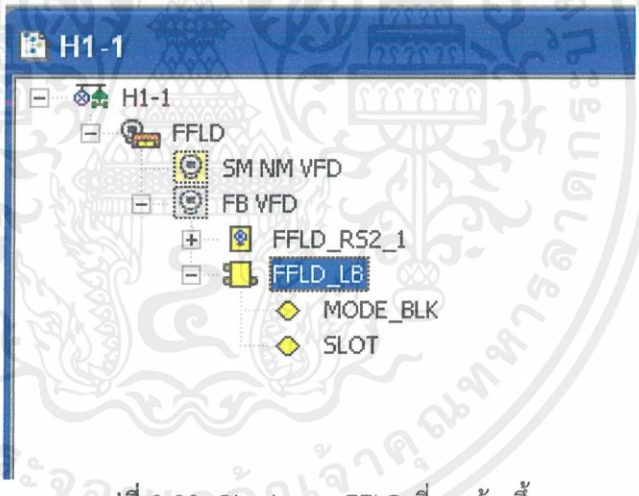
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ตั้งค่า SLOT : 0 แล้วคลิก End Edit เมื่อตั้งค่าเรียบร้อยแล้วคลิก Close



รูปที่ 3.28 การตั้ง Slot ของ FFLD

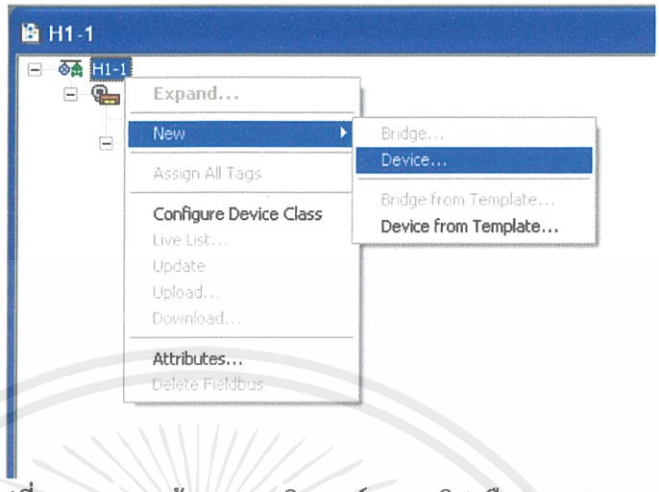
- จะได้



รูปที่ 3.29 Block ของ FFLD ที่ถูกสร้างขึ้น

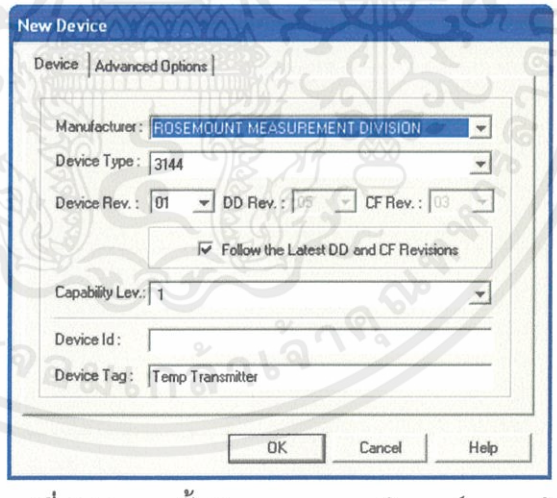
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- คลิกขวาที่ H1-1 เลือก New > Device



รูปที่ 3.30 การสร้างทรานสมิตเตอร์อุณหภมิ (หรือ New Device)

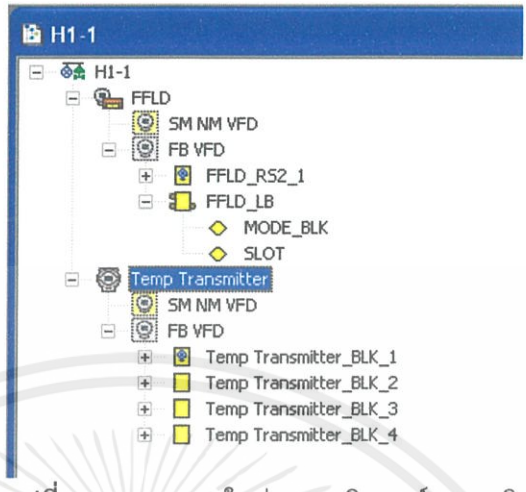
- เลือก Manufacturer : ROSEMOUNT MEASUREMENT DIVISION และ Device Type : 3144 และ Device Rev : 01 และตั้งชื่อ Device Tag : Temp Transmitter แล้วคลิก OK



รูปที่ 3.31 การตั้ง Tag ของทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิ

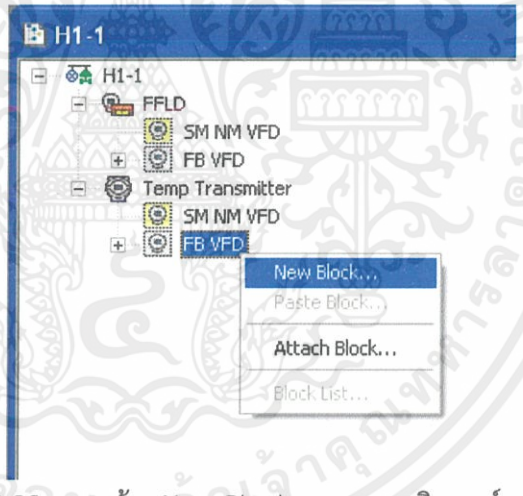
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- จะได้



รูปที่ 3.32 Device ใหม่ทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิ

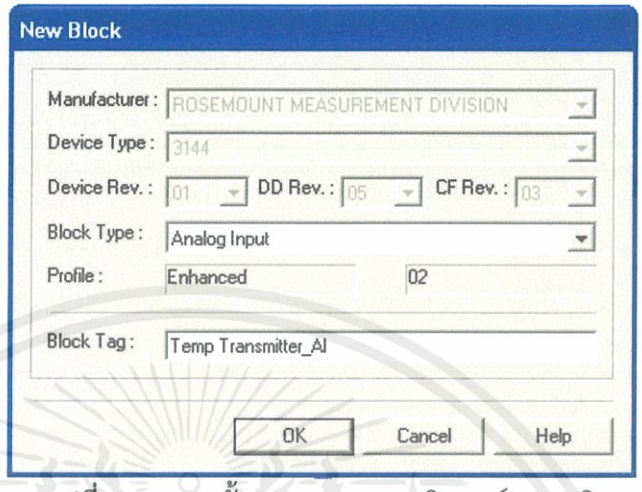
- คลิกขวาที่ FB VFD ของ Temp Transmitter เลือก New Block



รูปที่ 3.33 การสร้าง New Block ของทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิ

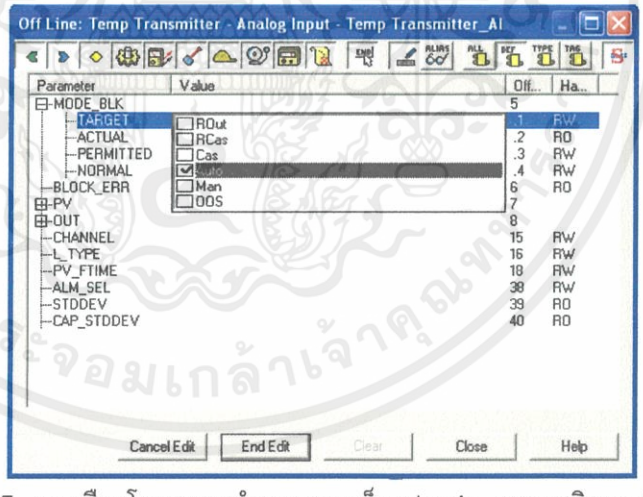
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เลือก Block Type : Analog Input ตั้งชื่อ Block Tag : Temp Transmitter_AI แล้วคลิก OK



รูปที่ 3.34 การตั้ง Tag ของทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิ

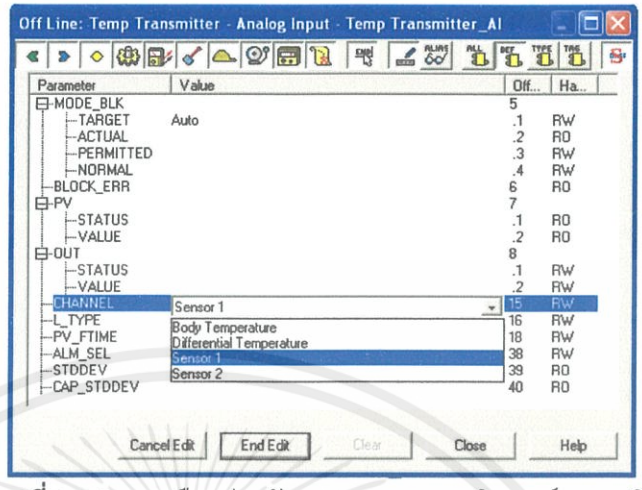
- ดับเบิ้ลคลิกที่ Temp Transmitter_AI ตั้งค่า TARGET : Auto แล้วคลิก End Edit



รูปที่ 3.35 การเลือกโหมดการทำงานของบล็อก Logix ทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิ

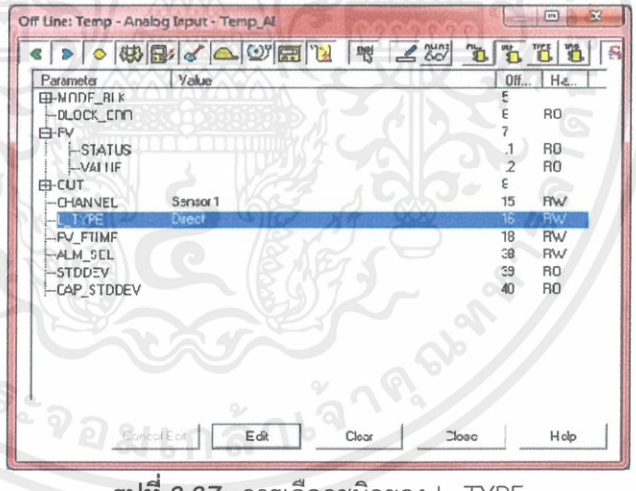
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ตั้งค่า CHANNEL : Sensor 1 แล้วคลิก End Edit



รูปที่ 3.36 การเลือกช่องสัญญาณของทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิ

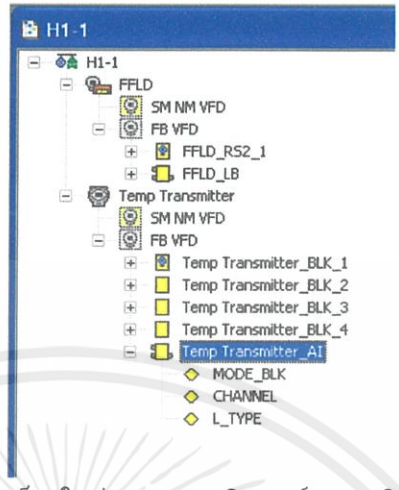
- ตั้งค่า L_TYPE : Direct แล้วคลิก End Edit เมื่อตั้งค่าเรียบร้อยแล้วคลิก Close



รูปที่ 3.37 การเลือกชนิดของ L_TYPE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

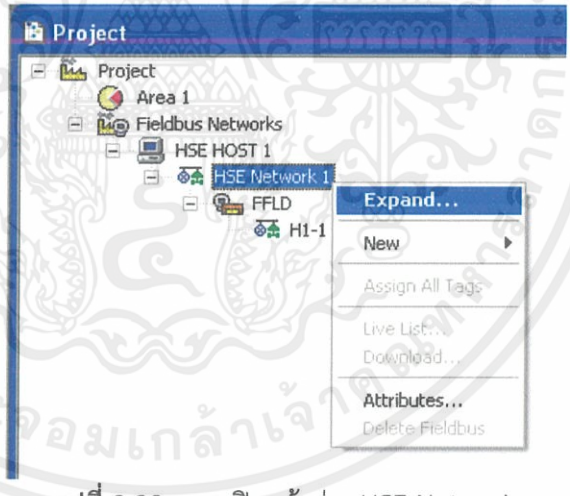
- จะได้



รูปที่ 3.38 บล็อกใหม่ของทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิที่ถูกสร้างขึ้น

4) การสร้างโมดูลการควบคุมและ Enter its Strategy

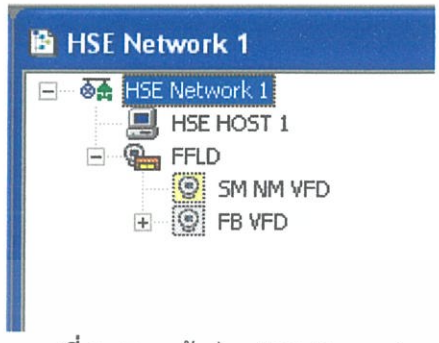
- คลิกขวาที่ HSE Network 1 เลือก Expand



รูปที่ 3.39 การเปิดหน้าต่าง HSE Network

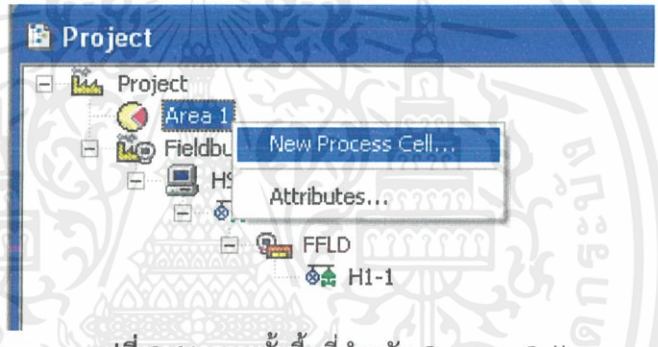
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- จะได้



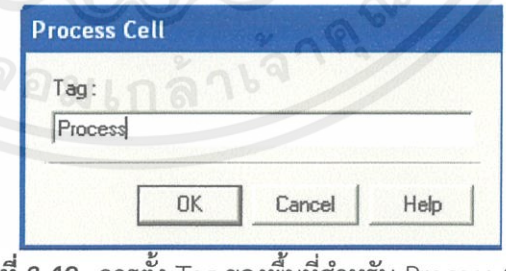
รูปที่ 3.40 หน้าต่าง HSE Network

- ไปที่หน้าต่าง Project คลิกขวาที่ Area 1 เลือก New Process Cell



รูปที่ 3.41 การตั้งพื้นที่สำหรับ Process Cell

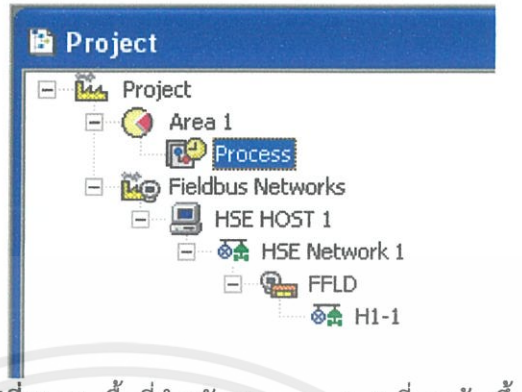
- ตั้งชื่อ Tag : Process แล้วคลิก OK



รูปที่ 3.42 การตั้ง Tag ของพื้นที่สำหรับ Process Cell

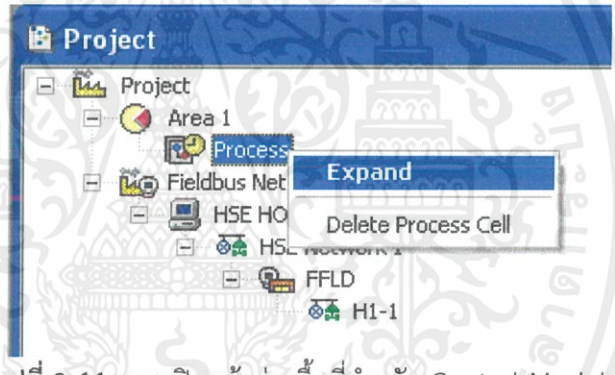
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- จะได้พื้นที่สำหรับ Process Cell ใน Area 1



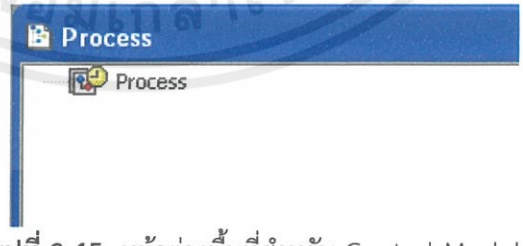
รูปที่ 3.43 พื้นที่สำหรับ Process Cell ที่ถูกสร้างขึ้น

- คลิกขวาที่ Process เลือก Expand



รูปที่ 3.44 การเปิดหน้าต่างพื้นที่สำหรับ Control Module

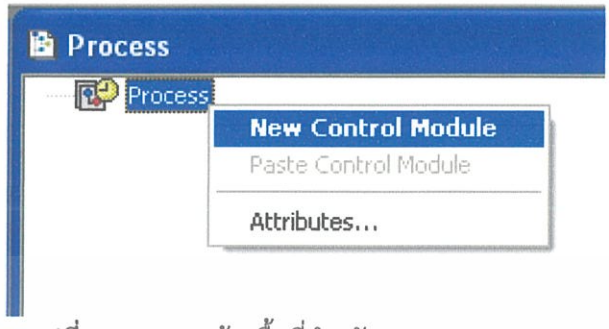
- จะได้



รูปที่ 3.45 หน้าต่างพื้นที่สำหรับ Control Module

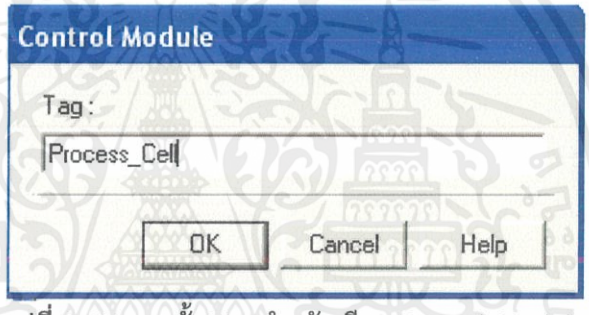
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- คลิกขวาที่ Process เลือก New Control Module



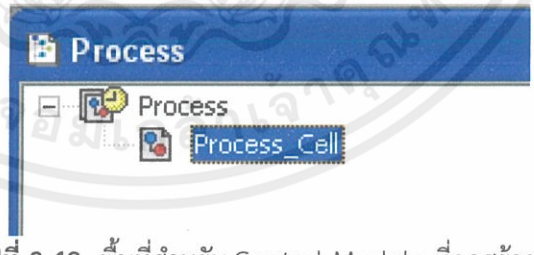
รูปที่ 3.46 การสร้างพื้นที่สำหรับ Control Module

- ตั้งชื่อ Tag : Process_Cell แล้วคลิก OK



รูปที่ 3.47 การตั้ง Tag สำหรับเขียน Control Module

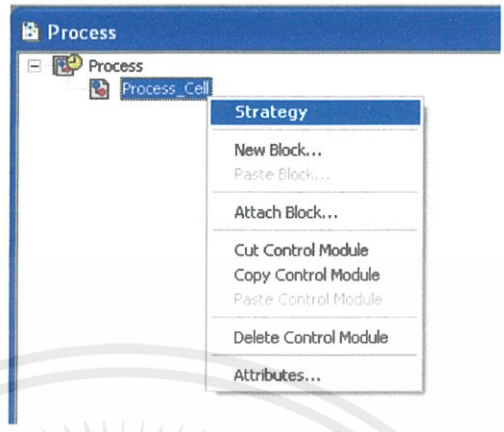
- จะได้ Control Module ที่มีชื่อว่า Process_Cell



รูปที่ 3.48 พื้นที่สำหรับ Control Module ที่ถูกสร้างขึ้น

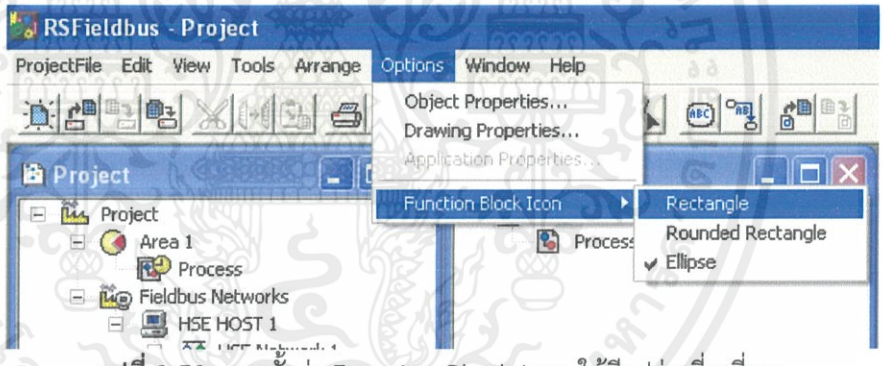
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- คลิกขวาที่ Process_Cell เลือก Strategy



รูปที่ 3.49 การเปิดหน้าต่างสำหรับการกำหนดรูปแบบการควบคุม

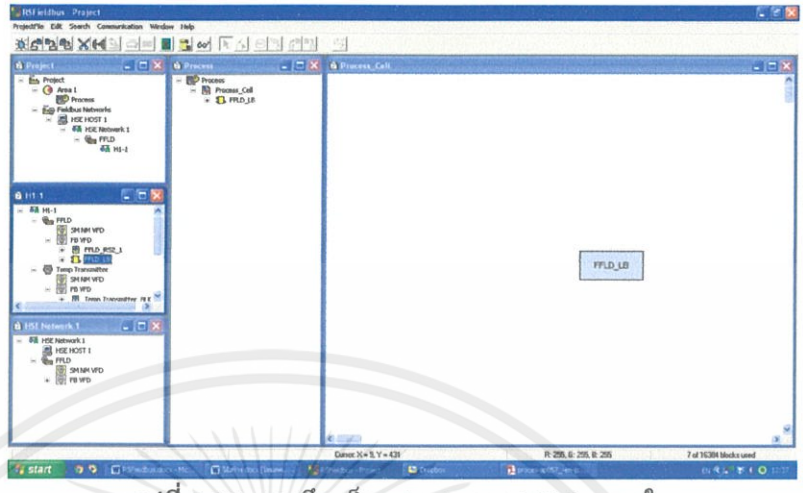
- ในการกำหนดรูปแบบการควบคุมจะเริ่มจากการเขียนฟังก์ชันบล็อกที่ต้องการใช้โดยเลือก Options > Function Block Icon > Rectangle



รูปที่ 3.50 การตั้งค่า Function Block Icon ให้มีรูปร่างสี่เหลี่ยม

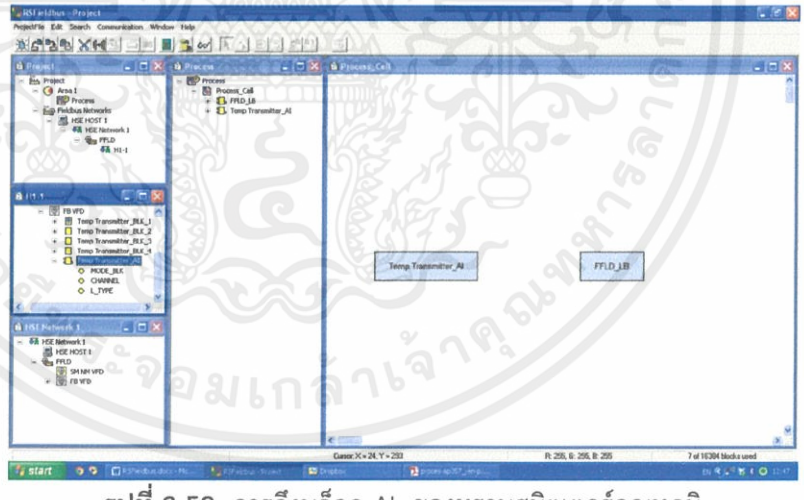
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- คลิก FFLD_LB ในหน้าต่าง H1-1 แล้วลากมาในหน้าต่าง Process_Cell



รูปที่ 3.51 การดึงบล็อก Logix ของ FFLD ลงมาในพื้นที่ Process_Cell

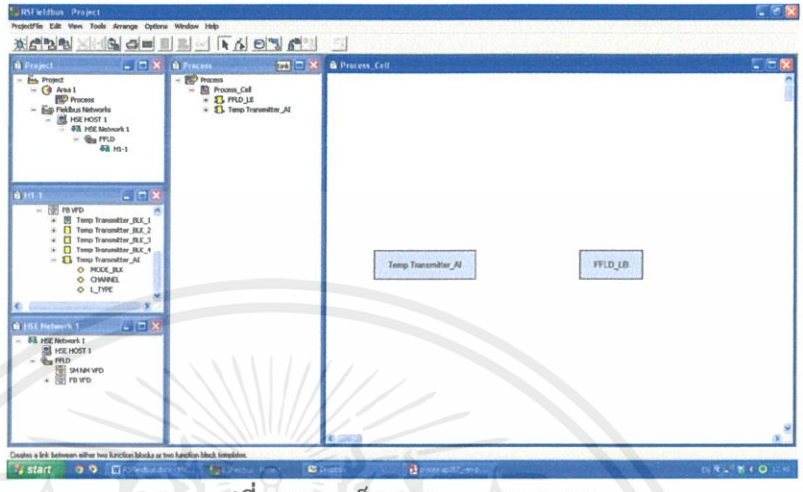
- คลิก Temp Transmitter_AI ในหน้าต่าง H1-1 แล้วลากมาในหน้าต่าง Process_Cell



รูปที่ 3.52 การดึงบล็อก AI ของทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิลงมาในพื้นที่ Process_Cell

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- คลิก Link ที่ Toolbar เพื่อเชื่อมต่อฟังก์ชันบล็อก AI และ FFLD_LB เข้าด้วยกัน



รูปที่ 3.53 บล็อก AI และ FFLD_LB

- คลิกขวาที่ Temp Transmitter_AI เลือก OUT เพื่อกำหนดตัวแปรเอาต์พุตของบล็อก

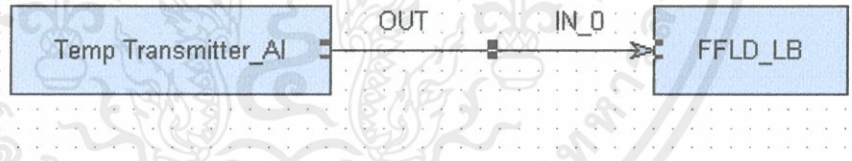
รูปที่ 3.54 การเลือกตัวแปรเอาต์พุตของบล็อก AI

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ลากเส้นประมาที่ FFLD_LB แล้วคลิกขวาเลือก IN_0 ซึ่งเป็นตัวแปรอินพุตของบล็อก (Slot = 0)

รูปที่ 3.55 การเลือกตัวแปรอินพุตของบล็อก FFLD_LB

- จะได้ตามรูปที่ 3.56



รูปที่ 3.56 การเชื่อมต่อระหว่างบล็อก AI และ FFLD_LB

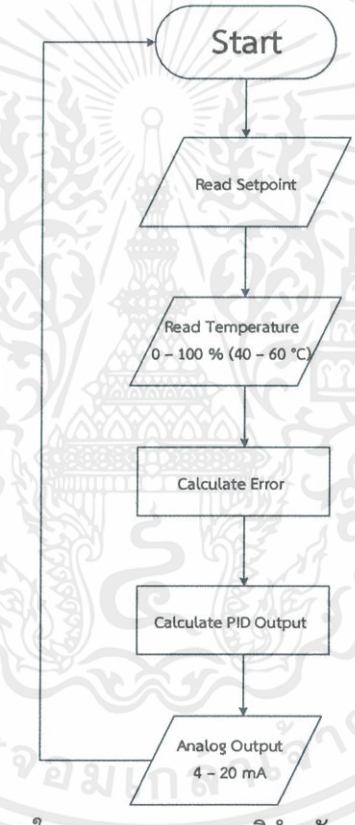
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 โปรแกรมการควบคุมสำหรับพีแอลซี

ในส่วนงานวิศวกรรมการเขียนโปรแกรมการควบคุมสำหรับพีแอลซี Allen Bradley รุ่น CompactLogix 1769-L23E-QB1B จำเป็นต้องใช้โปรแกรม RSLogix 5000 ซึ่งเป็นโปรแกรมของบริษัท Rockwell Automation [10] สำหรับรายละเอียดของโปรแกรมการควบคุมที่ได้พัฒนาขึ้นสำหรับระบบที่เป็นกรณีศึกษา สามารถอธิบายได้ดังนี้

3.5.1 ผังการทำงานในการควบคุมอุณหภูมิ

ในการควบคุมอุณหภูมิของพลานต์โมเดลที่ได้นำเสนอมีผังการทำงาน (Flowchart) ดังรูปที่ 3.51



รูปที่ 3.57 ผังการทำงานในการควบคุมอุณหภูมิสำหรับพลานต์โมเดลที่ได้นำเสนอ

จากผังการทำงานในการควบคุมอุณหภูมิสำหรับพลานต์โมเดล ขั้นตอนการทำงานของกระบวนการเริ่มจากการรับค่า Setpoint (SP) และค่าอุณหภูมิ (PV) เพื่อนำมาคำนวณหาค่า Error โดยที่ Error = SP - PV หลังจากที่ได้ค่า Error แล้วจะนำไปประมวลผลในส่วนของพีไอดีเพื่อคำนวณว่าเอาต์พุตของระบบจะต้องเป็นเท่าใด เพื่อให้ค่าอุณหภูมิ (PV) ของระบบเข้าสู่ค่า Setpoint (SP)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.2 การกำหนดอินพุต/เอาต์พุตของพีแอลซี

ขั้นตอนนี้เป็นการกำหนดหน่วยความจำและแหล่งจ่ายที่ใช้ในการควบคุมของพีแอลซี เพื่อป้อนข้อมูลคำสั่งต่าง ๆ เพื่อใช้ในการควบคุมกระบวนการ [11] ดังแสดงในตารางที่ 3.10 และ 3.11

ตารางที่ 3.10 กำหนดอินพุตของพีแอลซี

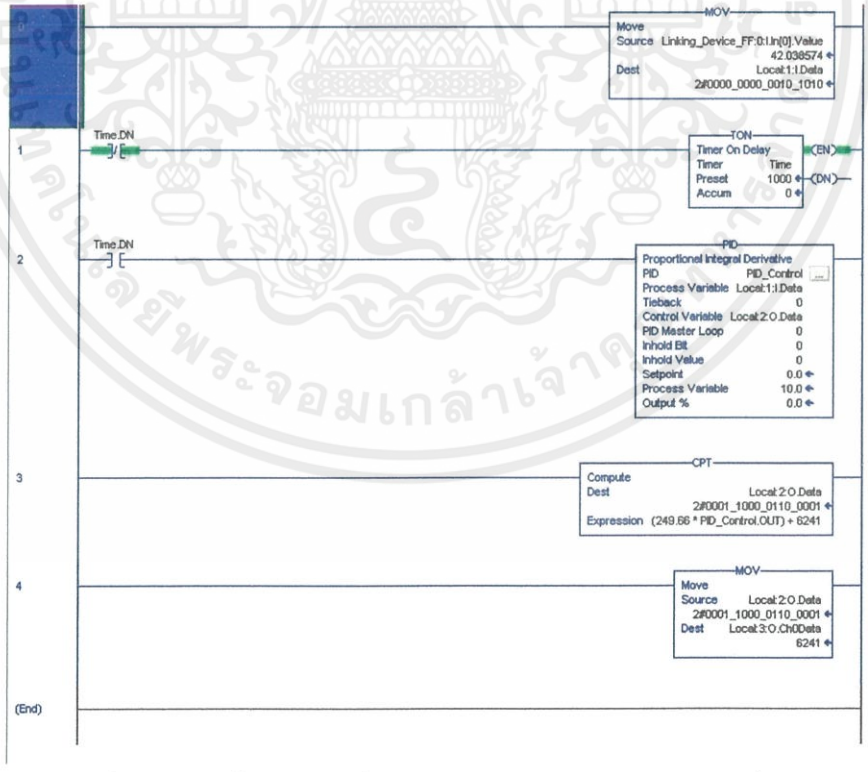
Port	Source	Tag Name
HSE Port	Linking_Device_FF:0:I:In[0].Value	Local:1:I.Data

ตารางที่ 3.11 กำหนดเอาต์พุตของพีแอลซี

Port	Source	Tag Name
Analog Module Output Ch.0	Local:2:O.Data	Local:3:O.Ch0Data

3.5.3 คำสั่งโปรแกรมพีแอลซี

จากผังการทำงานในรูปที่ 3.57 สามารถเขียนคำสั่ง Ladder เพื่อควบคุมอุณหภูมิในพลานต์โมเดล ดังแสดงในรูปที่ 3.58

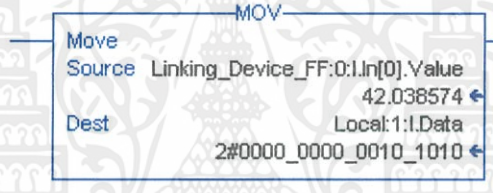


รูปที่ 3.58 คำสั่ง Ladder ที่มีการทำงานตามผังการทำงานในรูปที่ 3.57

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในส่วนแรกคือคำสั่ง MOV ทำหน้าที่ MOVE ค่าอุณหภูมิจาก Logix Block ของอุปกรณ์เชื่อมต่อ H1/HSE เข้ามาเก็บไว้ที่ Local:1:I.Data จากนั้นจะนำค่าอุณหภูมิ (Process Variable : PV) เข้าไปประมวลผลในคำสั่งพีไอดี และจะส่งค่าตัวแปรควบคุม (Control Variable : CV) ออกไปยังเอาต์พุต เพื่อคงค่าตัวแปรกระบวนการให้ได้ตามค่า Setpoint (SP) ที่ต้องการ โดยค่าตัวแปรควบคุม (Control Variable : CV) ที่ออกไปยังเอาต์พุตนั้นมีค่า 0 -100 จึงต้องทำการ Scale โดยคำสั่ง CPT เพื่อให้ค่าเอาต์พุตที่ออกอยู่ในช่วง 6241 – 31207 เนื่องจาก Specification ของแอนะล็อกโมดูลมีค่าเอาต์พุตอยู่ในช่วง 0 – 21 mA แต่ค่าเอาต์พุตที่ต้องการคือ 4 – 20 mA เมื่อได้ค่าเอาต์พุตที่ต้องการแล้วก็จะส่งค่าเอาต์พุตออกมาโดยคำสั่ง MOV จาก Local:2:O.Data ที่ประมวลผลออกมาจากคำสั่งพีไอดีไปที่ Local:3:O.Ch0Data เพื่อให้ค่าเอาต์พุตออกจากแอนะล็อกโมดูลไปที่อินเวอร์เตอร์ โดยมีคำสั่ง TON ทำหน้าที่ Reset ระบบเมื่อนับครบ 1000 ms ซึ่งการกำหนดค่าในการ Reset ระบบนั้นสามารถตั้งค่าได้ตามความต้องการของผู้ใช้งาน

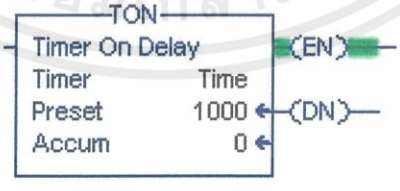
- คำสั่ง MOV



รูปที่ 3.59 คำสั่ง MOV

คำสั่ง MOV ย่อมาจาก Move เป็นคำสั่ง Move ค่าจาก ค่า Source ไปเก็บไว้ที่ Dest โดยที่ค่าของ Source ยังคงอยู่

- คำสั่ง TON

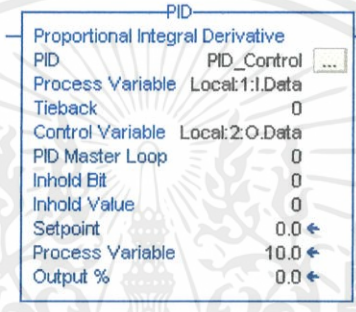


รูปที่ 3.60 คำสั่ง TON

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำสั่ง TON ย่อมาจาก Timer On Delay เป็นคำสั่งจับเวลา (หน่วยเป็น mili second) โดยเริ่มจับเวลาเมื่อเงื่อนก่อนหน้าใน Rung เดียวกัน หรือ Timer Enable bit (.EN) เปลี่ยนสถานะจาก False เป็น True หลังจากครบเวลาตามที่กำหนดไว้แล้วในค่า Preset, Timer Done bit (.DN) จะเปลี่ยนสถานะจาก False เป็น True คือถ้าบิต Enable ของ Timer ON หลังจากนั้น Delay เป็นเวลา ในค่า Preset บิต Done ของ Timer จึงจะ ON ตาม ซึ่งเป็นที่มาของชื่อ “Timer On Delay”

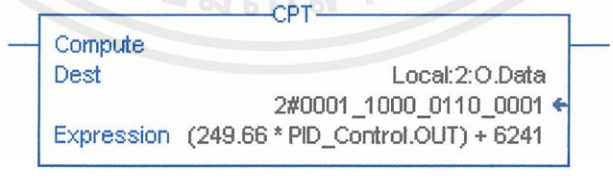
- คำสั่งพีไอดี



รูปที่ 3.61 คำสั่ง PID

คำสั่งพีไอดี เป็นคำสั่งควบคุมวงรอบปิด (Closed Loop Control) คือจะรับค่าตัวแปรกระบวนการ (PV) มาประมวลผลและจะส่งค่าตัวแปรควบคุม (CV) ออกไปยังเอาต์พุต เพื่อคงค่าตัวแปรกระบวนการให้ได้ตามค่าที่ต้องการ ซึ่งระบบเป็น Direct acting คือ ค่าตัวแปรควบคุม (CV) เพิ่มแล้วค่าตัวแปรกระบวนการ (PV) เพิ่มตาม

- คำสั่ง CPT



รูปที่ 3.62 คำสั่ง CPT

คำสั่ง CPT ย่อมาจาก Compute เป็นคำสั่งคำนวณค่าจากสมการที่ถูกกำหนดใน Expression (+,-,*,/) แล้วเก็บผลลัพธ์ลง Tag ของ Dest

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจาก Specification ของแอนะล็อกโมดูลมีค่าเอาต์พุตอยู่ในช่วง 0 – 21 mA คือ 0 – 32767 แต่ค่าเอาต์พุตที่ต้องการอยู่ในช่วง 4 – 20 mA คือ 6241 – 31207 ซึ่งกำหนดการ Scaling ดังตารางที่ 3.12

ตารางที่ 3.12 กำหนดการ Scaling

ค่ากระแส (mA)	ค่าเอาต์พุตดิจิตอลของพีแอลซี
4	6241
8	12483
12	18724
16	24965
20	31207

3.6 การออกแบบส่วนติดต่อกับผู้ใช้งาน [13]

ในการออกแบบส่วนติดต่อผู้ใช้งานสำหรับเวิร์คสเตชั่นสำหรับผู้ปฏิบัติงาน ซอฟต์แวร์ของ Wonderware InTouch WindowMaker เป็นโปรแกรมที่ใช้ในการสร้างกราฟิกเพื่อการควบคุมและแสดงผลสำหรับพลานต์โมเดลที่นำเสนอในปริญญานิพนธ์นี้ โดยมีการออกแบบและพัฒนากราฟิกจำนวน 4 หน้าดังนี้

1) หน้า Home

Home เป็นหน้าหลักแสดงรูปจริงของพลานต์โมเดลและใช้ในการเชื่อมโยงไปยังหน้าการทำงานอื่น ๆ โดยมีรายละเอียดดังนี้

- รูปจริงของพลานต์โมเดล
- ผู้คณะจัดทำ
- ปุ่มลิงค์ไปยังหน้าการทำงานอื่น ๆ มีดังนี้
  - หน้า Historian Trend Data
  - หน้า List of Alarm
  - หน้า Graphic

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.63 การออกแบบกราฟิกหน้า HOME

รูปที่ 3.64 หน้า HOME

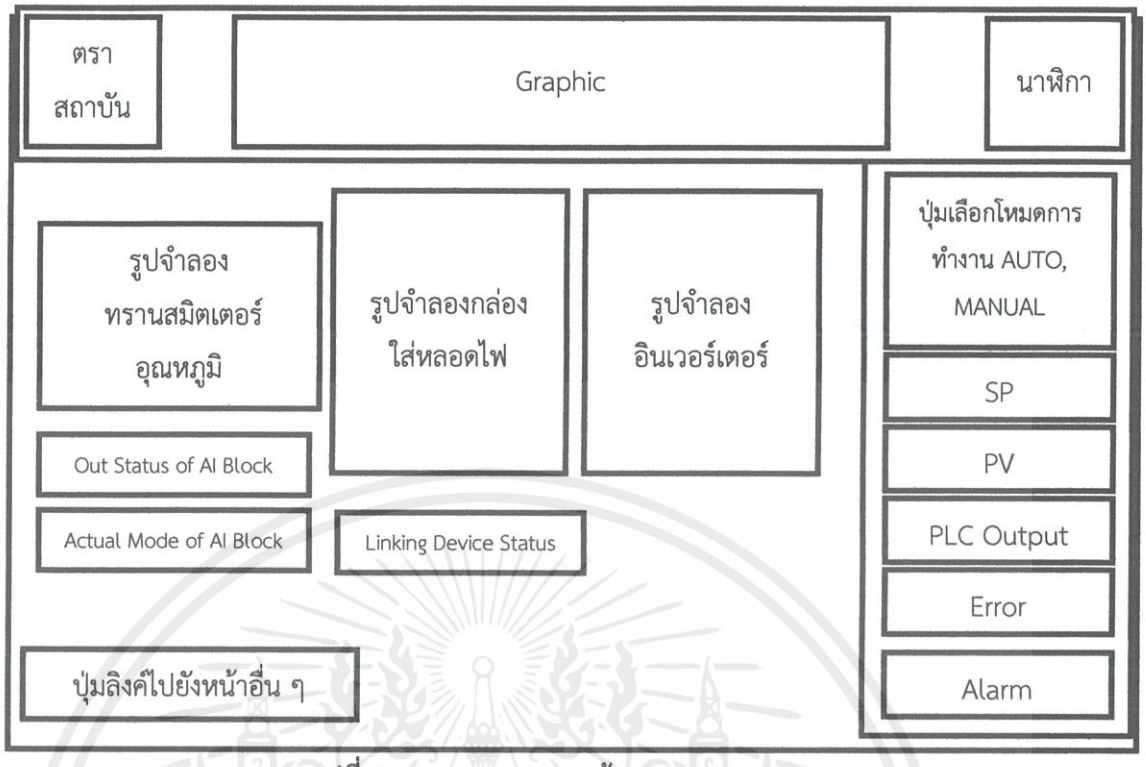
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) หน้า Graphic

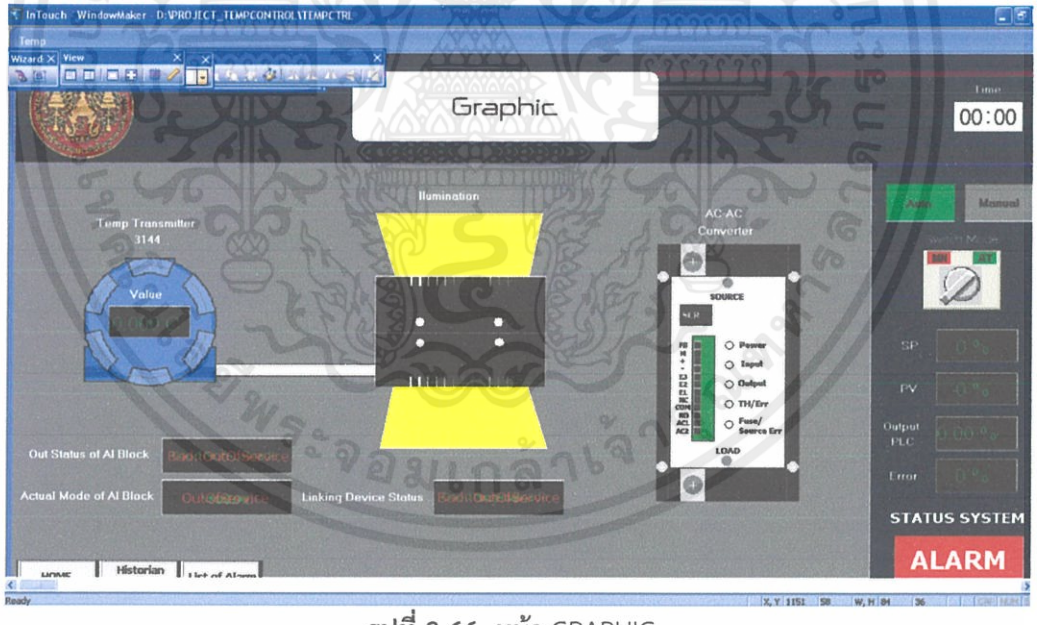
Graphic เป็นหน้าจำลองการทำงานของกระบวนการจริง โดยมีรูปจำลองของ ทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิ อุปกรณ์ปรับแรงดันดีซี/เอซีหรืออินเวอร์เตอร์ และกล่องใส่หลอดไฟ 100 W/220 VAC ผู้ใช้สามารถป้อนค่า Setpoint ผ่านในหน้านี้ได้และมี Display แสดงค่า Process Value ซึ่งเป็นค่าอุณหภูมิของทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิ ค่าเอาต์พุตจาก พีแอลซี และค่า Error ของ Process Value นอกจากนี้ผู้ใช้สามารถเลือก Mode การทำงานแบบ Auto และ Manual ได้จากหน้านี้ และมี Alarm เตือนในกรณีที่อุณหภูมิต่ำกว่า 40 °C หรือมากกว่า 60 °C หรืออุปกรณ์เชื่อมต่อ H1/HSE เกิดการขัดข้อง มีรายละเอียดของหน้า Graphic สรุปได้ดังนี้

- Operator
  - ปุ่มเลือก Mode การทำงาน Auto และ Manual
  - Setpoint (SP)
- Display
  - ค่า Process Value (PV)
  - ค่า ทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิ
  - ค่า Out ของบล็อก AI ของโมดูลแอนาล็อกของพีแอลซี (PID_Out)
  - ค่า Error ของกระบวนการโดยที่ ERROR = SP - PV
  - ค่า สถานะการทำงานของอุปกรณ์เชื่อมต่อ H1/HSE (Linking Device Status)
  - ค่า Out Status ของ AI
  - ค่า Actual Mode ของ AI
- ฟังก์ชัน Alarm
- รูปจำลอง Process
  - ทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิ
  - กล่องใส่หลอดไฟ 100 W/220 VAC
  - อุปกรณ์ปรับแรงดันดีซี/เอซีหรืออินเวอร์เตอร์
- ปุ่มลิงค์ไปยังหน้าอื่น ๆ
  - หน้า Historian Trend Data
  - หน้า List of Alarm
  - หน้า Home

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.65 การออกแบบหน้า GRAPHIC



รูปที่ 3.66 หน้า GRAPHIC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

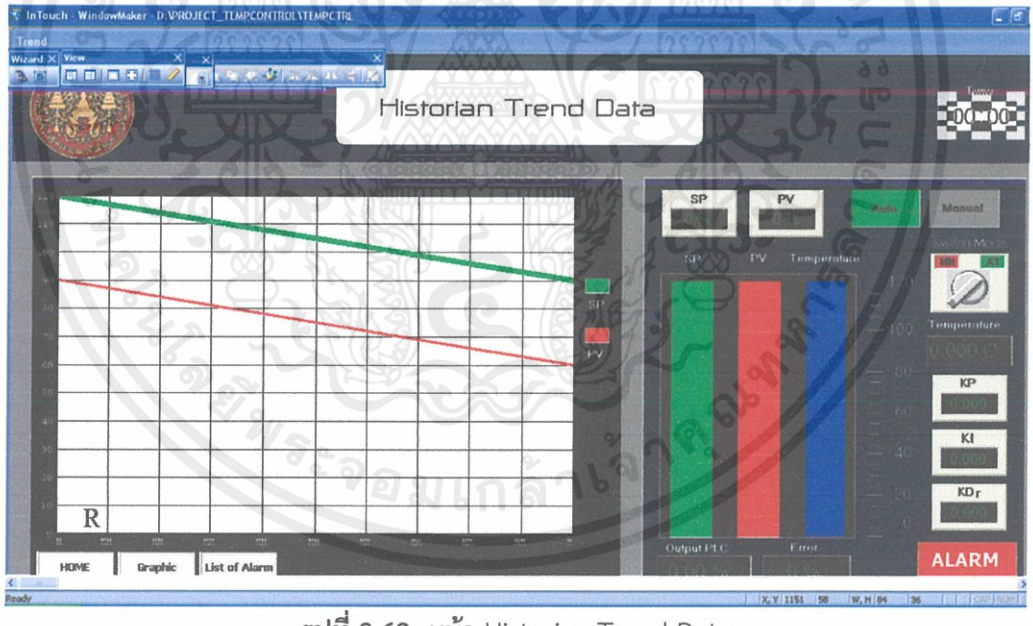
3) หน้า Historian Trend Data

Historian Trend Data เป็นหน้าแสดงข้อมูลแบบ Trend (เส้นกราฟ) ในช่วงเวลา 2 นาที ซึ่งในกราฟจะประกอบไปด้วย Setpoint และ Process Value โดยผู้ใช้สามารถใส่ค่า Setpoint ได้จากหน้านี้ มี Display ของค่า Process Value ค่าอุณหภูมิจากทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิ ค่าเอาต์พุตจากพีแอลซี และค่า Error ของ Process Value สามารถจูนนิ่งค่า P ค่า I และค่า D ได้นสมจากหน้านี้มี Alarm เตือนในกรณีที่อุณหภูมิต่ำกว่า 40 องศาหรือมากกว่า 60 องศาหรือ Linking Device เกิดการขัดข้อง สามารถเลือก Mode การทำงานแบบ Auto และ Manual ได้จากหน้านี้ โดยมีรายละเอียดดังนี้

- Operator
  - Setpoint (SP)
  - จูนค่า KP KI KD
  - ปุ่มเลือก Mode การทำงาน Auto และ Manual
- Display
  - ค่า Process Value (PV)
  - ค่า ทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิ
  - ค่า Out ของบล็อก AI ของโมดูลแอนาล็อกของพีแอลซี (PID_Out)
  - ค่า Error ของกระบวนการโดยที่ ERROR = SP - PV
- ฟังก์ชัน Alarm
- กราฟ PID
- ปุ่มลิงค์ไปยังหน้าอื่น ๆ
  - หน้า Graphic
  - หน้า Historian Trend Data
  - หน้า Home

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.67 การออกแบบกราฟิกหน้า Historian Trend Data



รูปที่ 3.68 หน้า Historian Trend Data

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

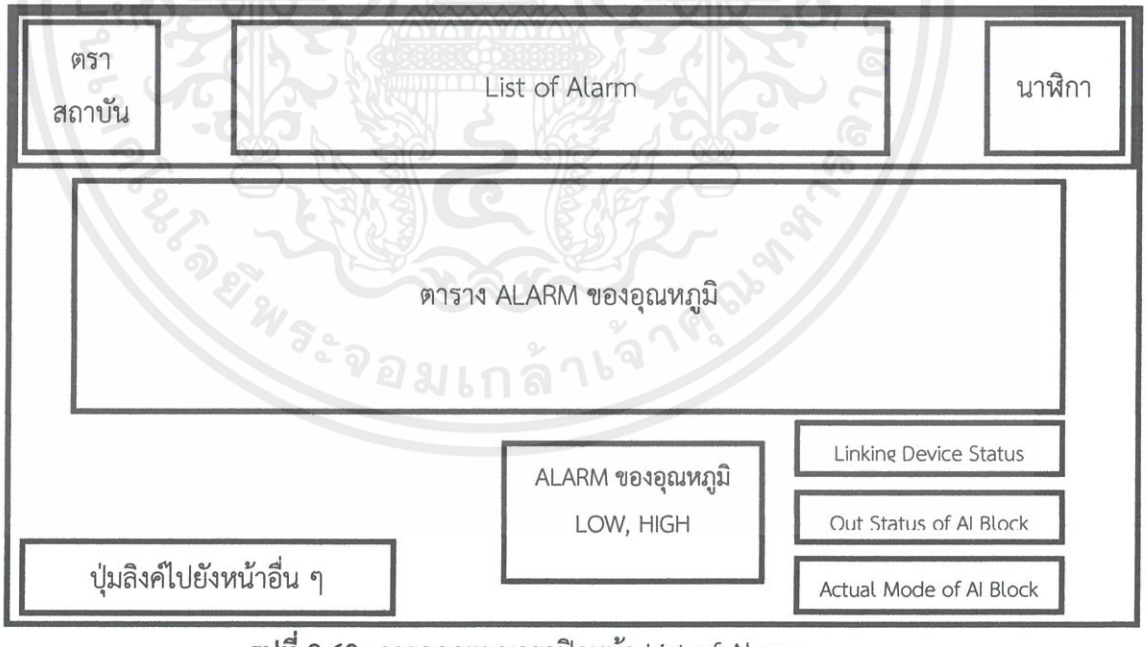
4) หน้า List of Alarm

List of Alarm เป็นหน้าแสดงตาราง Alarm ของอุณหภูมิจากทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิ และการขัดข้องของอุปกรณ์เชื่อมต่อ H1/HSE โดยมีเงื่อนไขดังนี้

- อุณหภูมิต่ำกว่า 40 °C แสดง LO
- อุณหภูมิต่ำกว่า 35 °C แสดง LOLO
- อุณหภูมิมากกว่า 60 °C แสดง HI
- อุณหภูมิมากกว่า 65 °C แสดง HIHI

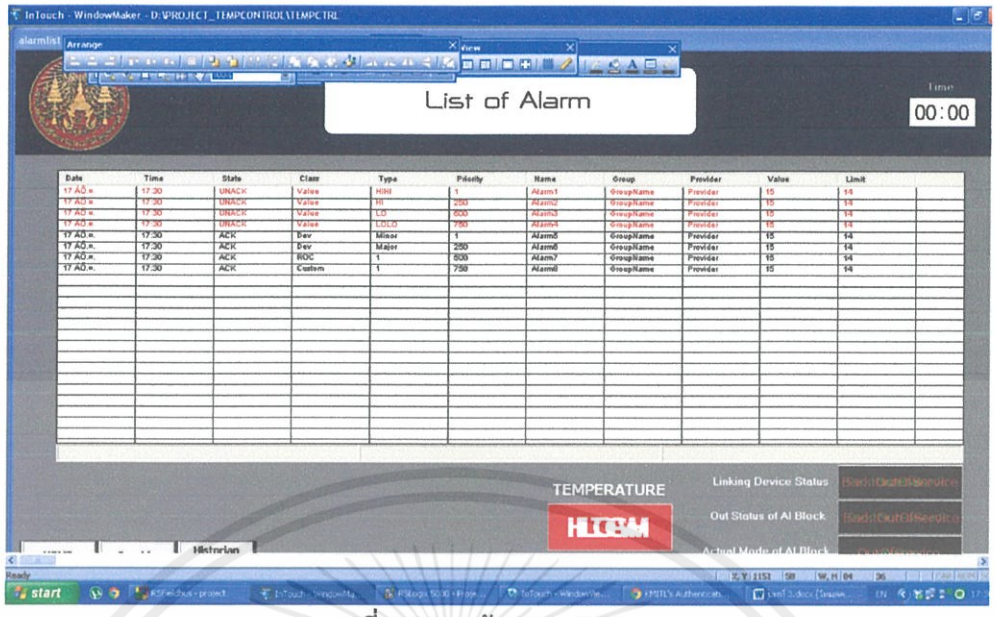
ส่วนประกอบในหน้า Historian Trend Data

- ตารางแสดงค่าอุณหภูมิ Alarm ของทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิ
- ฟังก์ชันอุณหภูมิ Alarm ของ ทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิ Display แสดงค่า สถานะการทำงานของอุปกรณ์เชื่อมต่อ H1/HSE
- ปุ่มลิงค์ไปยังหน้าอื่น ๆ
  - หน้า Graphic
  - หน้า List of Alarm
  - หน้า Home



รูปที่ 3.69 การออกแบบกราฟิกหน้า List of Alarm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

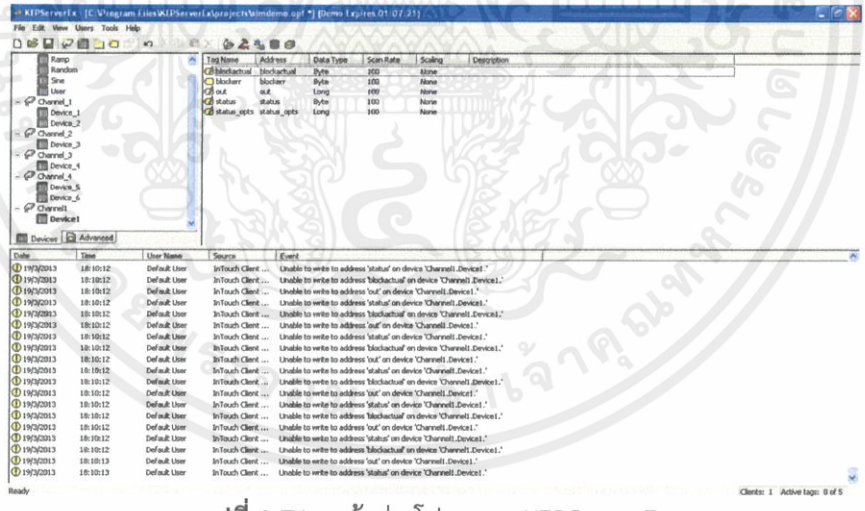


รูปที่ 3.70 หน้า List of Alarm

3.6.1 การกำหนดตัวแปรในโปรแกรม KEPServerEx

1) การสร้าง New Channel ในโปรแกรม KEPServerEx

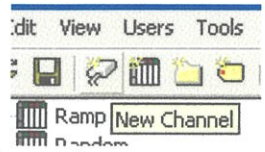
- เปิดโปรแกรม KEPServerEx



รูปที่ 3.71 หน้าต่างโปรแกรม KEPServerEx

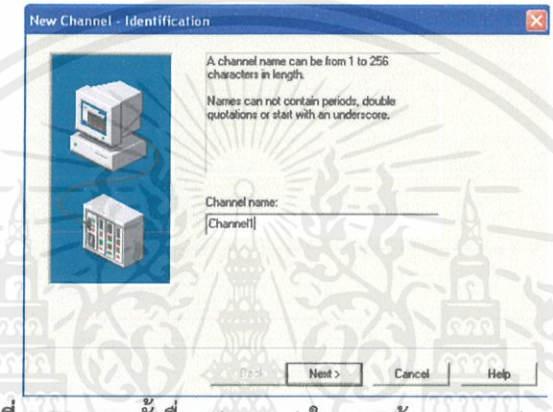
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- คลิกที่ไอคอน New Channel



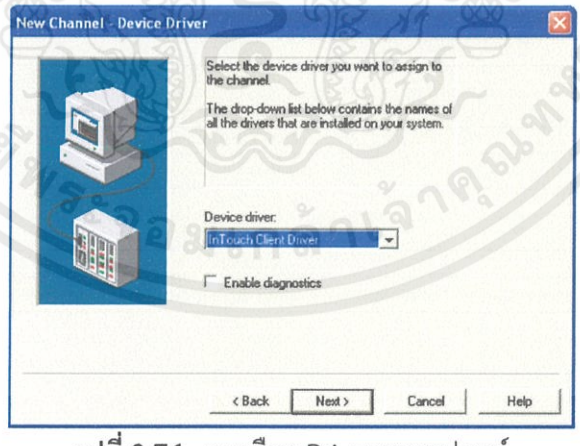
รูปที่ 3.72 ไอคอน New Channel

- ตั้งชื่อ Channel เช่น Channel 1 แล้วคลิก Next



รูปที่ 3.73 การตั้งชื่อ Channel ในการสร้าง New Channel

- เลือก Driver ของอุปกรณ์เป็น Intouch Client Driver แล้วคลิก Next ไปเรื่อย ๆ จนถึงขั้นตอน Finish



รูปที่ 3.74 การเลือก Driver ของอุปกรณ์

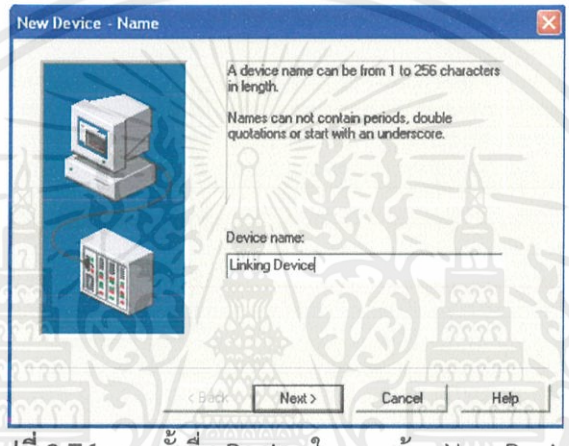
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) การสร้าง New Device ในโปรแกรม KEPServerEx

- คลิกที่ไอคอน New Device

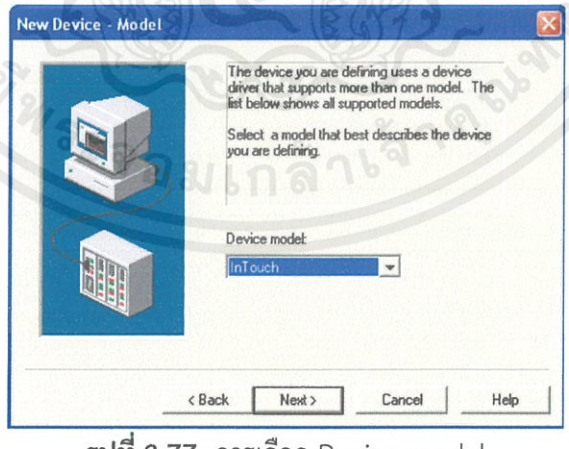
รูปที่ 3.75 ไอคอน New Device

- ตั้งชื่อ Device เช่น Linking Device แล้วคลิก Next



รูปที่ 3.76 การตั้งชื่อ Device ในการสร้าง New Device

- เลือก Device model เป็น Intouch แล้วคลิก Next ไปเรื่อย ๆ จนถึงขั้นตอน Finish



รูปที่ 3.77 การเลือก Device model

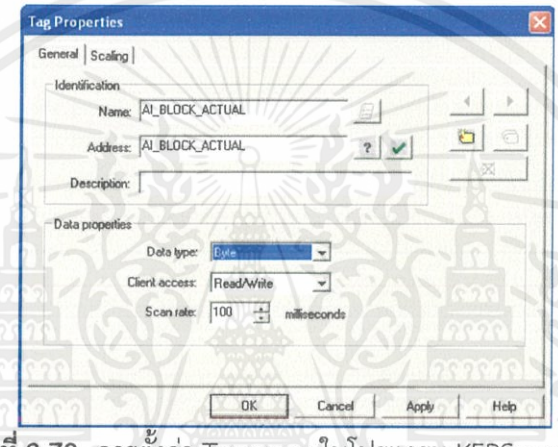
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) การสร้าง Tagname ในโปรแกรม KEPServerEx

- คลิกที่ไอคอน New Tag

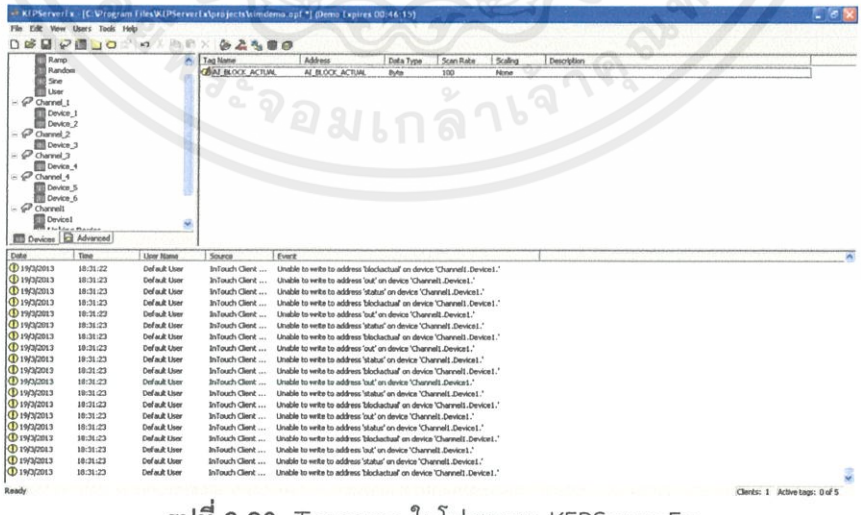
รูปที่ 3.78 ไอคอน New Tag

- กำหนด Properties ของ Tag แล้วคลิก OK



รูปที่ 3.79 การตั้งค่า Tagname ในโปรแกรม KEPServerEx

- จะได้



รูปที่ 3.80 Tagname ในโปรแกรม KEPServerEx

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในกรณีศึกษานี้ได้กำหนดตัวแปร หรือ Tagname ในโปรแกรม KEPServerEx ดังสรุปในตารางที่ 3.13

ตารางที่ 3.13 Tagname ที่กำหนดในโปรแกรม KEPServerEx สำหรับกรณีศึกษา

Channel	Device	Name	Address	Data Properties
1	Device 1	blockactual	blockactual	Byte, Read/Write, Scan rate : 100 ms
		status	status	Byte, Read/Write, Scan rate : 100 ms

3.6.2 การกำหนด Tagname ของโปรแกรม Wonderware InTouch WindowMaker [4]

ตารางที่ 3.14 Tagname ที่กำหนดในโปรแกรม RSLogix5000 และ โปรแกรม Wonderware InTouch WindowMaker

คำสั่ง	Tagname (Rslogix5000)	Tagname (Intouch Wonderware)	Status
Set Point	PID_Control.SP	Sp	Operation
Process Value	PID_Control.PV	Pv	Display
Proportional	PID_Control.KP	kp	Operation
Integral	PID_Control.KI	ki	Operation
Derivative	PID_Control.KD	kd	Operation
ค่าอุณหภูมิของทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิ	Linking_Device_FF:0:I.In[0].Valve	temp	Display
Output PLC	PID_Control.SO	out	Display
Error = SP - PV	PID_Control.ERR	err	Display
Mode: Auto, Manual	PID_Control.SWM	swm	Operation

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในกรณีศึกษานี้ได้กำหนด Tagname ที่ใช้สำหรับโปรแกรม Rslogix5000 และโปรแกรม Wonderware InTouch WindowMaker ดังสรุปในตารางที่ 3.14

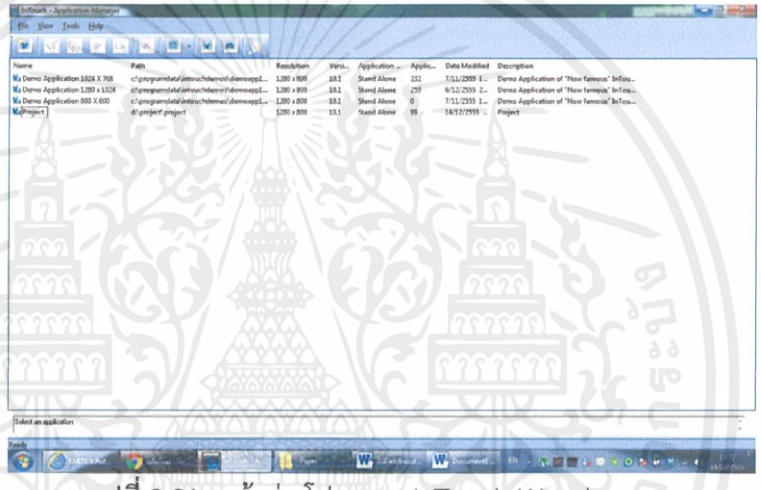
3.6.3 การเขียนกราฟิกบน Wonderware InTouch WindowMaker [12]

การสร้าง Graphic ใน Wonderware InTouch WindowMaker

ขั้นตอนแรกเป็นการสร้างโปรเจคและที่เก็บข้อมูลของโปรเจคสำหรับการเขียนกราฟิกบน Wonderware Intouch WindowMaker

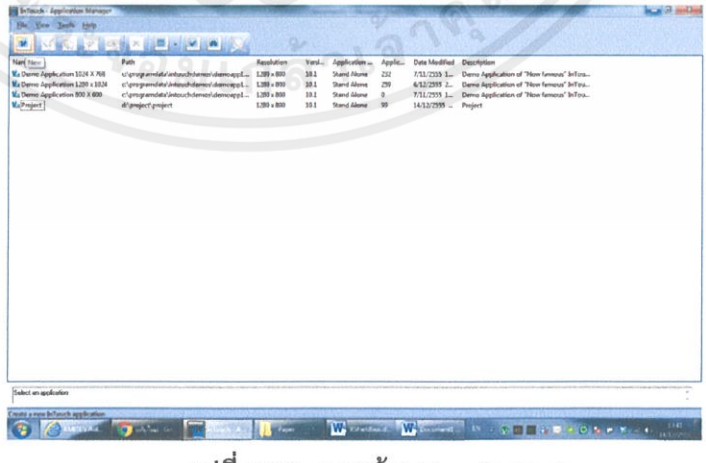
1) การสร้าง New Project ในโปรแกรม Intouch Wonderware

- เปิดโปรแกรม InTouch Wonderware



รูปที่ 3.81 หน้าต่างโปรแกรม InTouch Wonderware

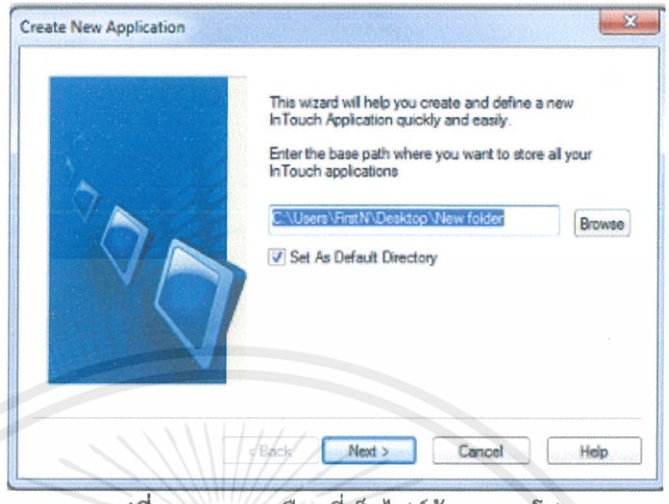
- คลิกที่ไอคอน New



รูปที่ 3.82 การสร้าง New Project

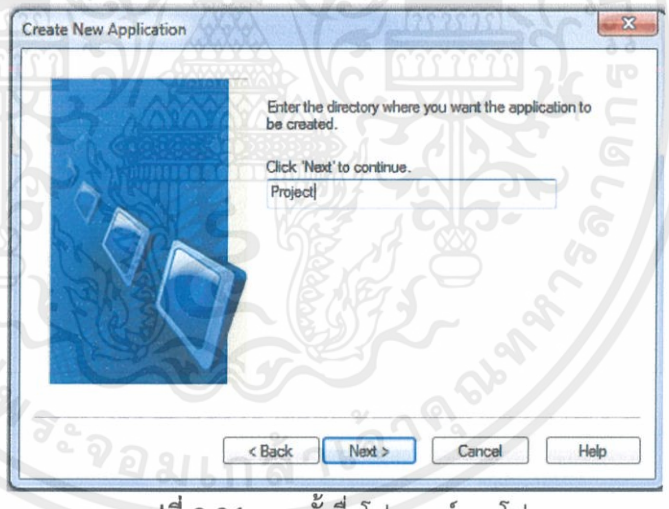
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เลือกที่เก็บไฟล์ข้อมูลในช่อง Browse แล้วคลิก Next



รูปที่ 3.83 การเลือกที่เก็บไฟล์ข้อมูลของโปรเจค

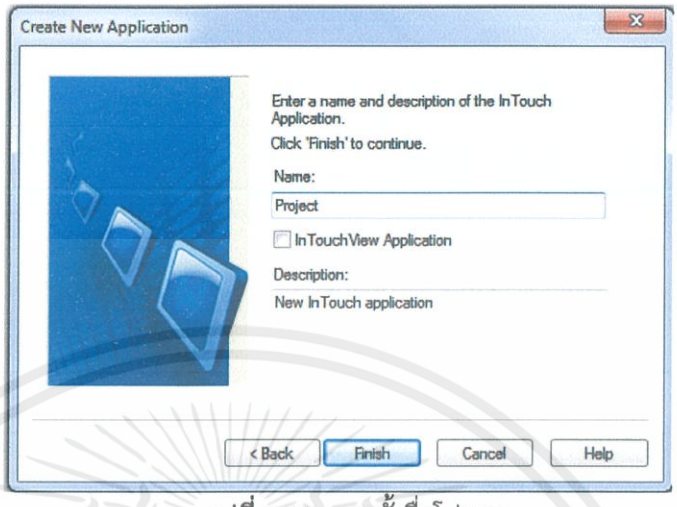
- ตั้งชื่อโฟลเดอร์ที่ใช้เก็บ Project



รูปที่ 3.84 การตั้งชื่อโฟลเดอร์ของโปรเจค

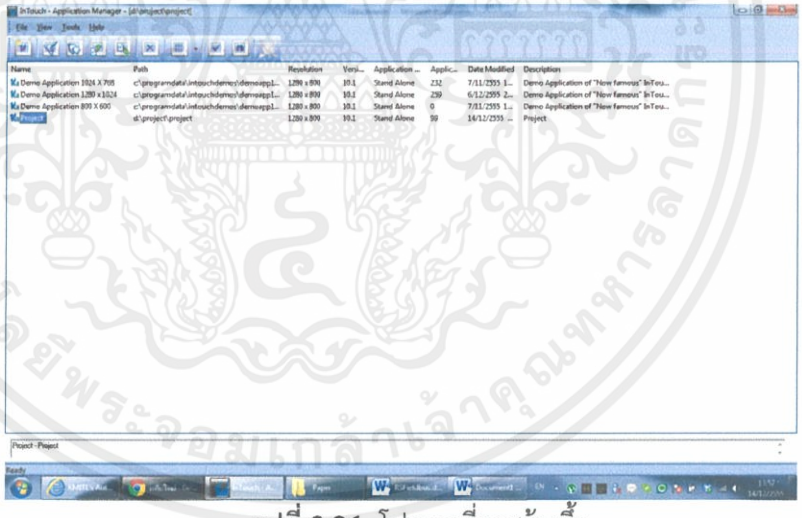
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ตั้งชื่อ Project และรายละเอียดของ Project แล้วคลิก Finish



รูปที่ 3.85 การตั้งชื่อโปรเจค

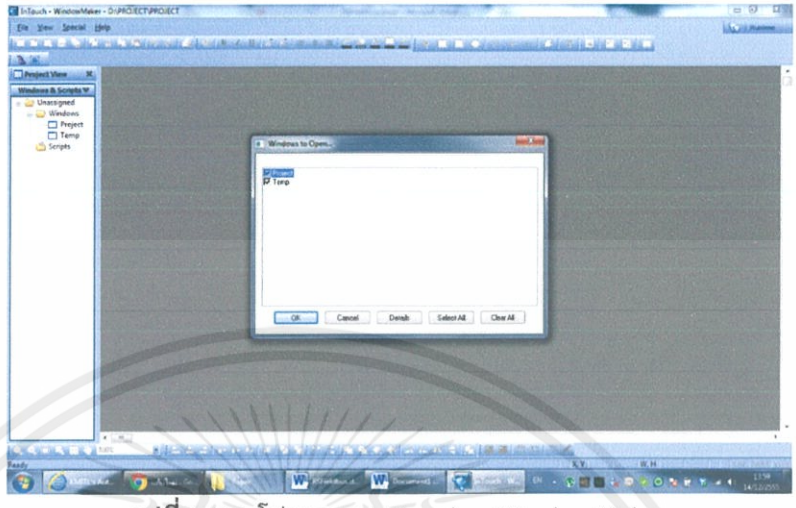
- ต่อไปดับเบิ้ลคลิก Project ที่ได้สร้างไว้



รูปที่ 3.86 โปรเจคที่ถูกสร้างขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

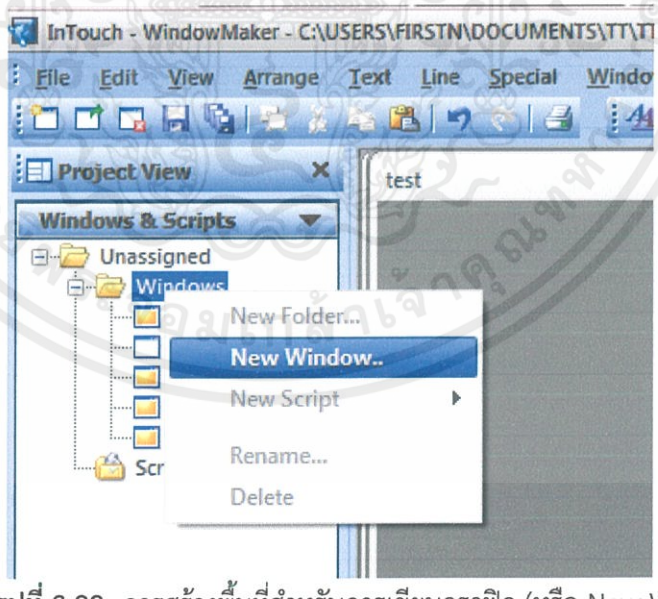
- จะขึ้นโปรแกรม InTouch – WindowMaker



รูปที่ 3.87 โปรแกรม InTouch – WindowMaker

2) การสร้างกราฟิกบน InTouch – WindowMaker

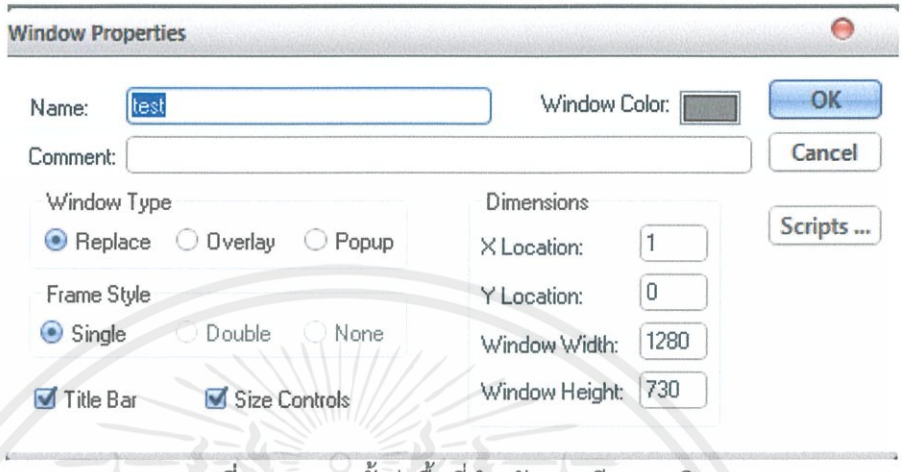
- เริ่มจากสร้างพื้นที่สำหรับการเขียนกราฟิก คลิกขวาที่ Windows เลือก New Window...



รูปที่ 3.88 การสร้างพื้นที่สำหรับการเขียนกราฟิก (หรือ New Window)

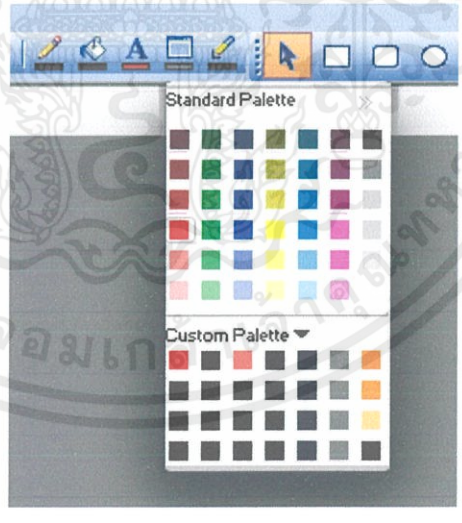
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ตั้งชื่อ Window และขนาดความกว้างและความสูงของ Window ตามที่ต้องการแล้วคลิก OK



รูปที่ 3.89 การตั้งค่าพื้นที่สำหรับการเขียนกราฟิก

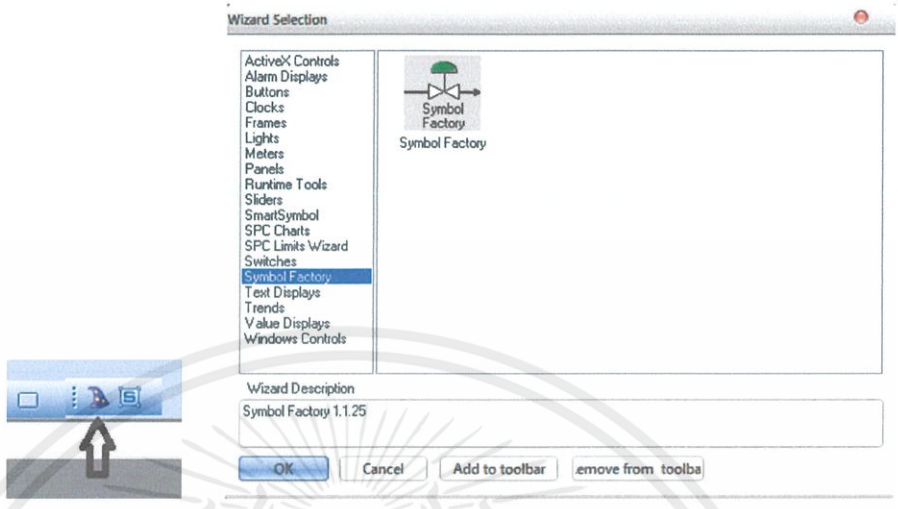
- การเปลี่ยนสีพื้นหลัง ทำได้โดยการคลิกที่ไอคอน Window Color แล้วเลือกสีพื้นหลังที่ต้องการ



รูปที่ 3.90 การกำหนดสีพื้นหลัง

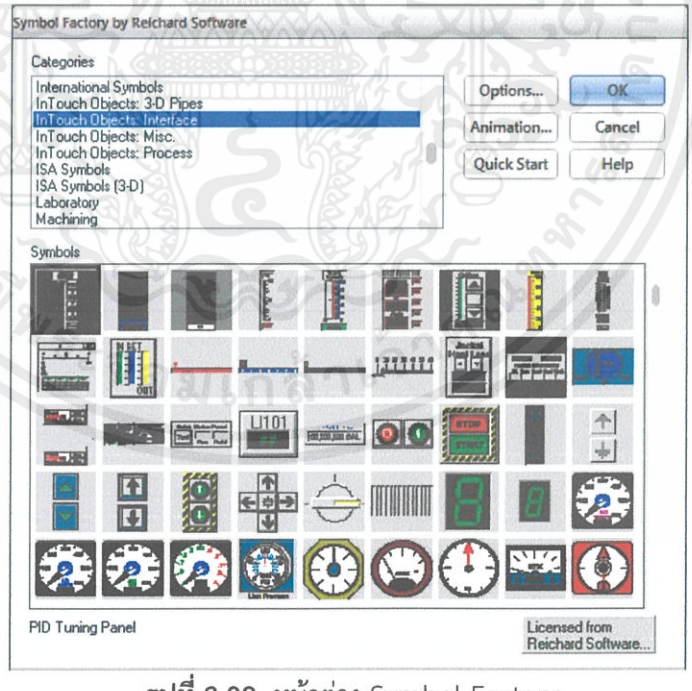
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การแทรก Symbol Factory คลิกที่ไอคอน Wizards... เลือก Symbol Factory แล้วคลิก OK



รูปที่ 3.91 การแทรก Symbol Factory

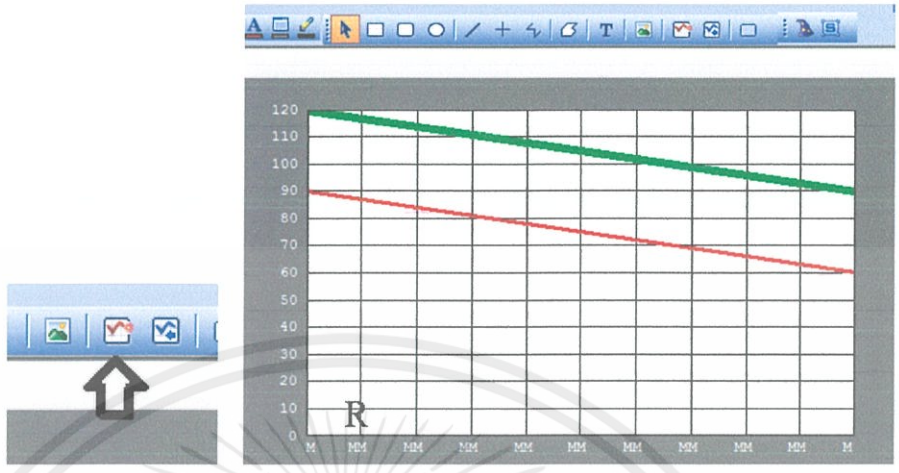
- คลิกซ้ายที่พื้นที่ว่าง จะขึ้นหน้าต่าง Symbol Factory ขึ้นมา เลือกอุปกรณ์ตามต้องการแล้วคลิก OK



รูปที่ 3.92 หน้าต่าง Symbol Factory

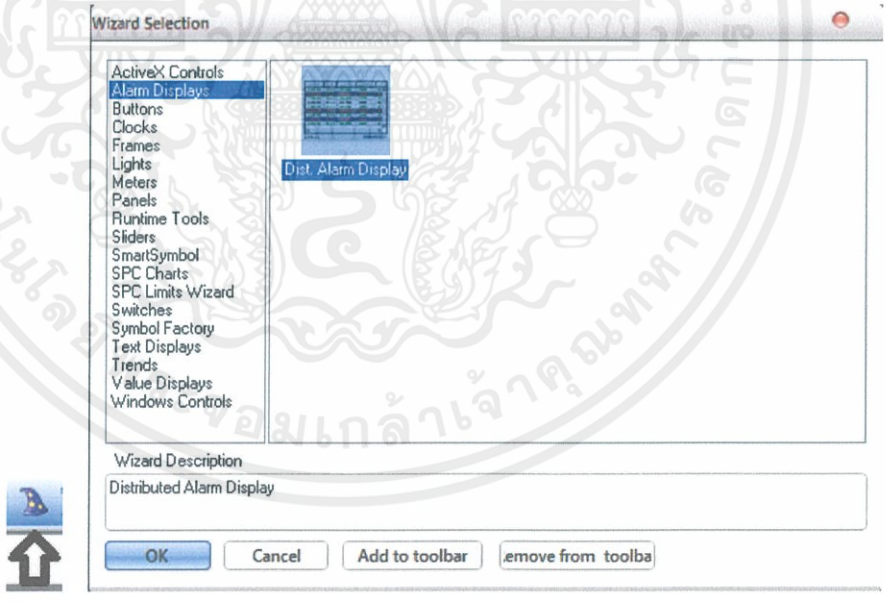
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การแทรกกราฟสำหรับการแสดงข้อมูลแบบ Trend ทำได้โดยคลิกที่ไอคอน Real–Time Trend แล้ววาดเป็นกล่องสี่เหลี่ยมตามขนาดที่ต้องการ



รูปที่ 3.93 การแทรกกราฟสำหรับการแสดงข้อมูลแบบ Trend

- การแทรกตาราง Alarm ทำได้โดยคลิกที่ไอคอน wizard เลือกหัวข้อ Alarm Display เลือก Dist. Alarm Display แล้วคลิก OK



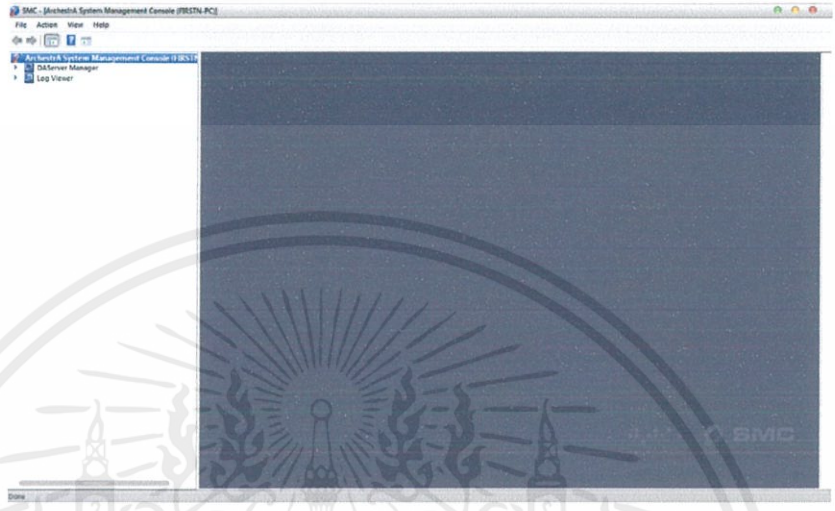
รูปที่ 3.94 การแทรกตาราง Alarm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) การติดต่อระหว่างพีแอลซีกับ Wonderware InTouch WindowMaker

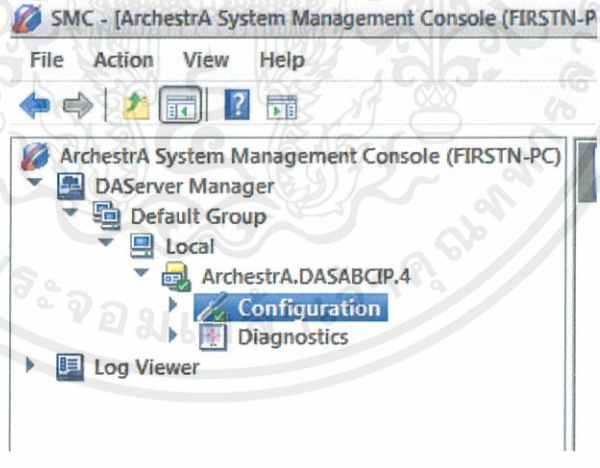
การเชื่อมต่อพีแอลซีกับโปรแกรม Intouch Wonderware เพื่อให้สามารถสั่งงานแสดงผลและควบคุมกระบวนการให้เป็นไปในทิศทางที่ต้องการได้ โดยมีขั้นตอนดังนี้

- เปิดโปรแกรม System Management Console



รูปที่ 3.95 โปรแกรม System Management Console

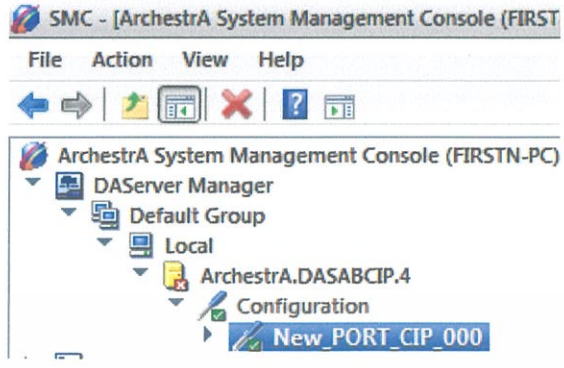
- แยก DAServer Manager ออกมาจนกระทั่งแสดงให้เห็น Configuration



รูปที่ 3.96 การตั้งค่าของโปรแกรม System Management Console

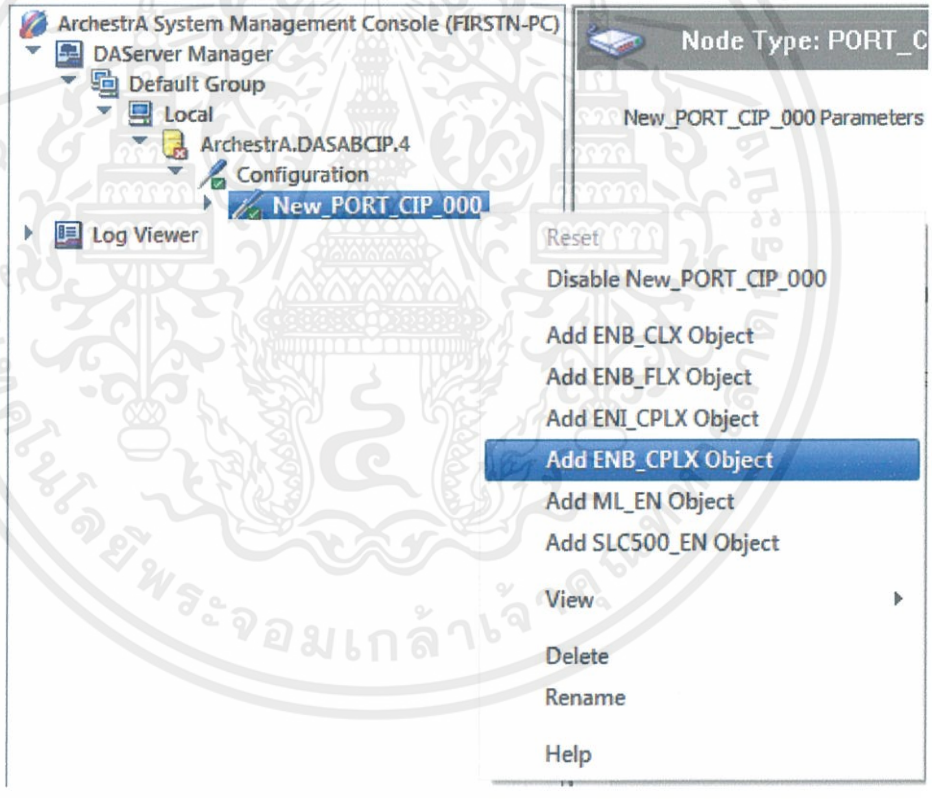
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- คลิกขวาที่ Configuration เลือก Add New_PORT_CIP



รูปที่ 3.97 การสร้าง NEW PORT

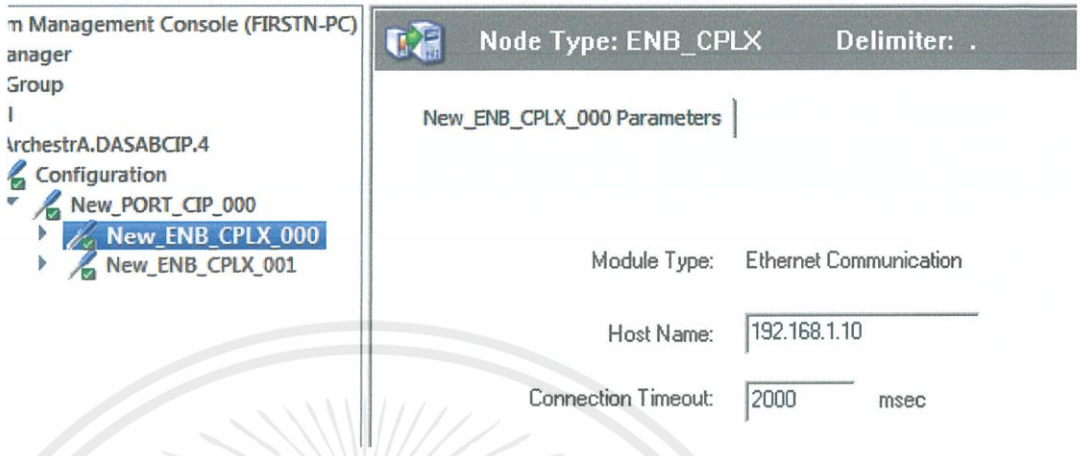
- คลิกขวาที่ New_PORT_CIP เลือก Add ENB_CPLX



รูปที่ 3.98 การสร้าง ENB_CPLX

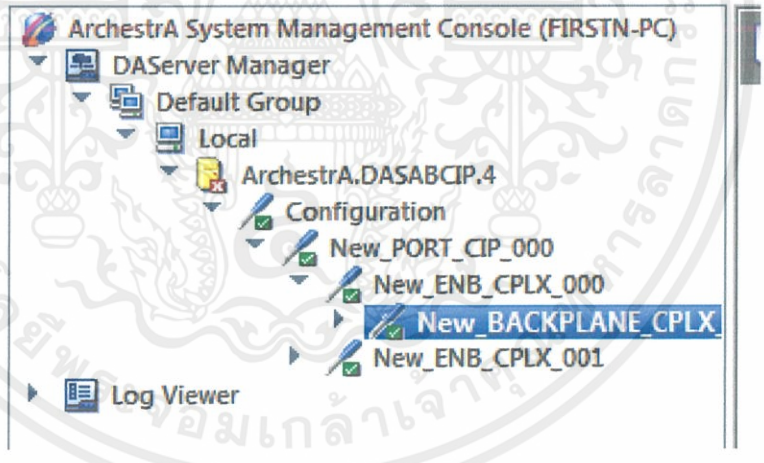
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- กำหนด IP ADDRESS ของพีแอลซี บน Host Name ในที่นี้จะใช้เป็น 192.168.1.10 ตามที่กำหนดไว้ที่ตัวควบคุมพีแอลซี



รูปที่ 3.99 การกำหนด IP-ADRESS ของพีแอลซีบน System Management Console

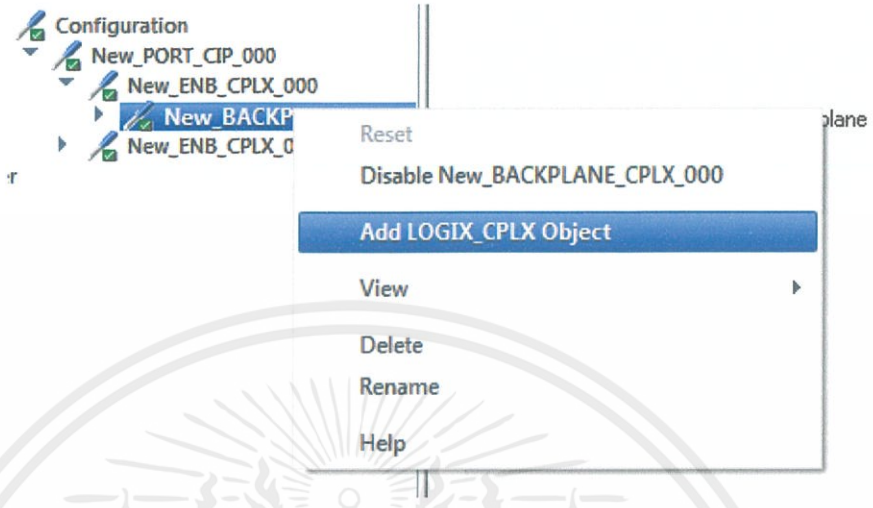
- คลิกขวาที่ New_ENB_CPLX เลือก Add BACKPLANE_CPLX



รูปที่ 3.100 การสร้าง NEW BACKPLANE

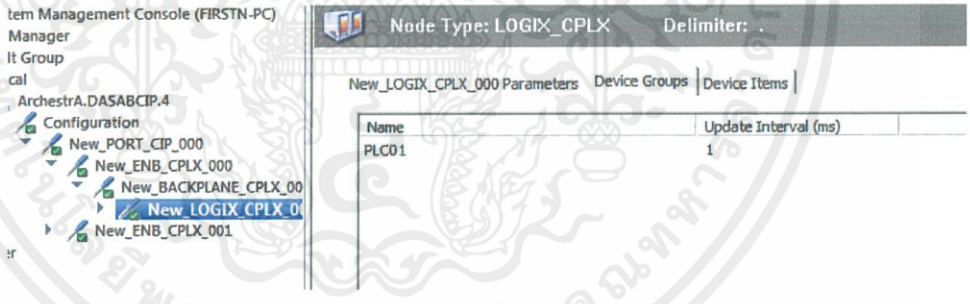
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- คลิกขวาที่ New_BACKPLANE_CPLX เลือก Add LOGIX_CPLX



รูปที่ 3.101 การสร้าง LOGIX

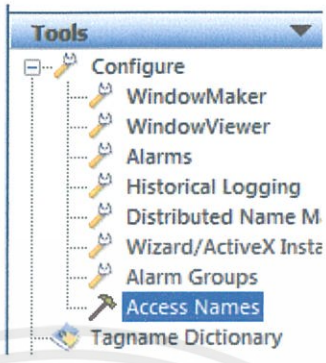
- ไปที่แท็บ Device Groups คลิกขวาที่ตารางแล้วเลือก Add ตั้งชื่อ Topic แล้วเซฟเป็นลำดับสุดท้าย



รูปที่ 3.102 การสร้างชื่ออ้างอิงพีแอลซี

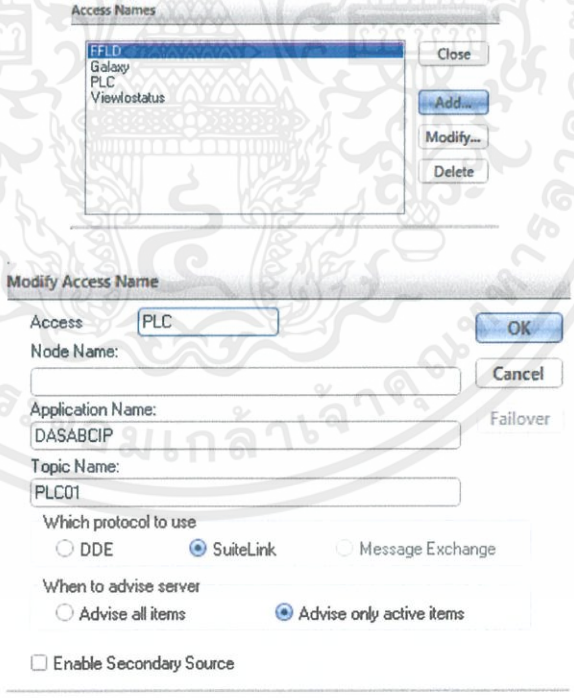
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การกำหนด Access Names โดยการเปิดโปรแกรม Wonderware WindowMaker ไปที่แถบ Tools ทางด้านซ้ายล่างแล้วเลือก Access Names



รูปที่ 3.103 การสร้าง Access Names

- คลิก Add... ตั้ง Access เป็น พีแอลซี, Application Name เป็น DASABCIP, Topic Name เป็น พีแอลซี01 (ตามที่ตั้งในโปรแกรม System Management Console)

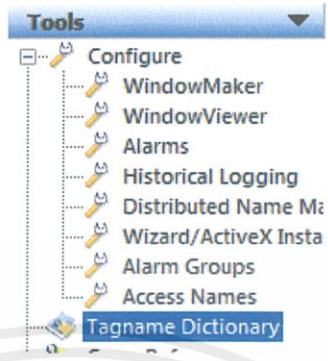


รูปที่ 3.104 การตั้งค่า Access Name

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

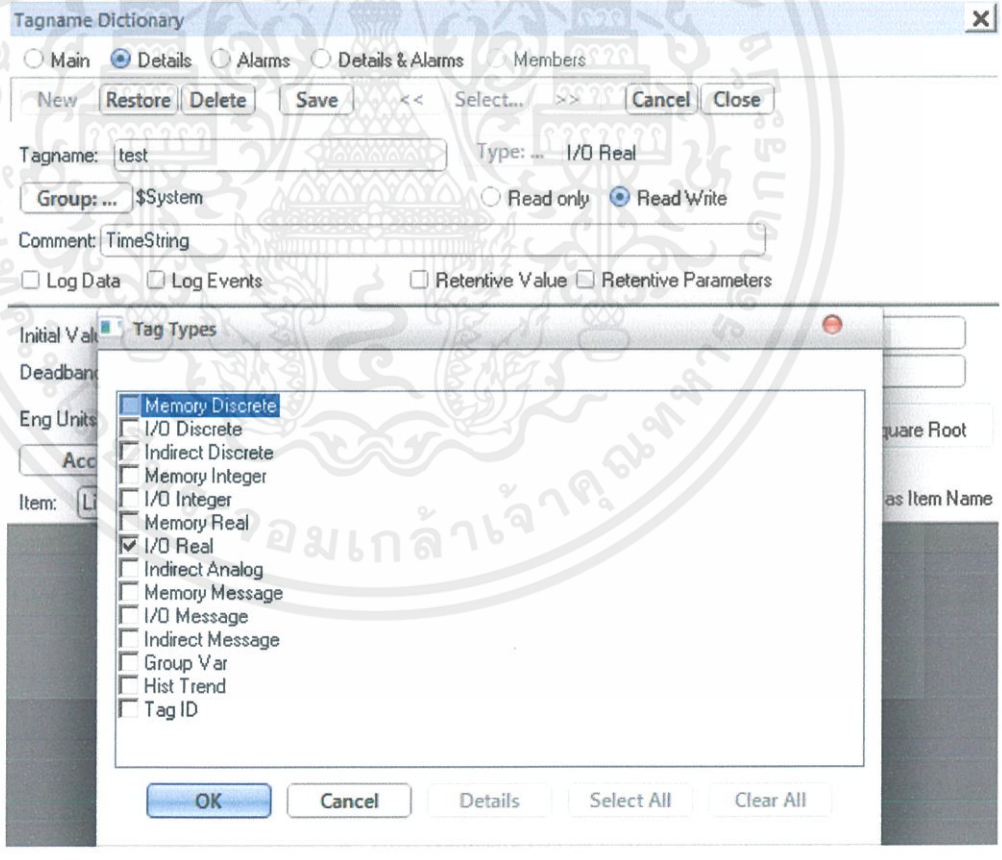
4) การกำหนด Tagname ในโปรแกรม Intouch Wonderware WindowMaker

- ไปที่แถบ Tools ทางด้านซ้ายล่างเลือก Tagname Dictionary



รูปที่ 3.105 การตั้ง Tagname บนโปรแกรม Intouch Wonderware WindowMaker

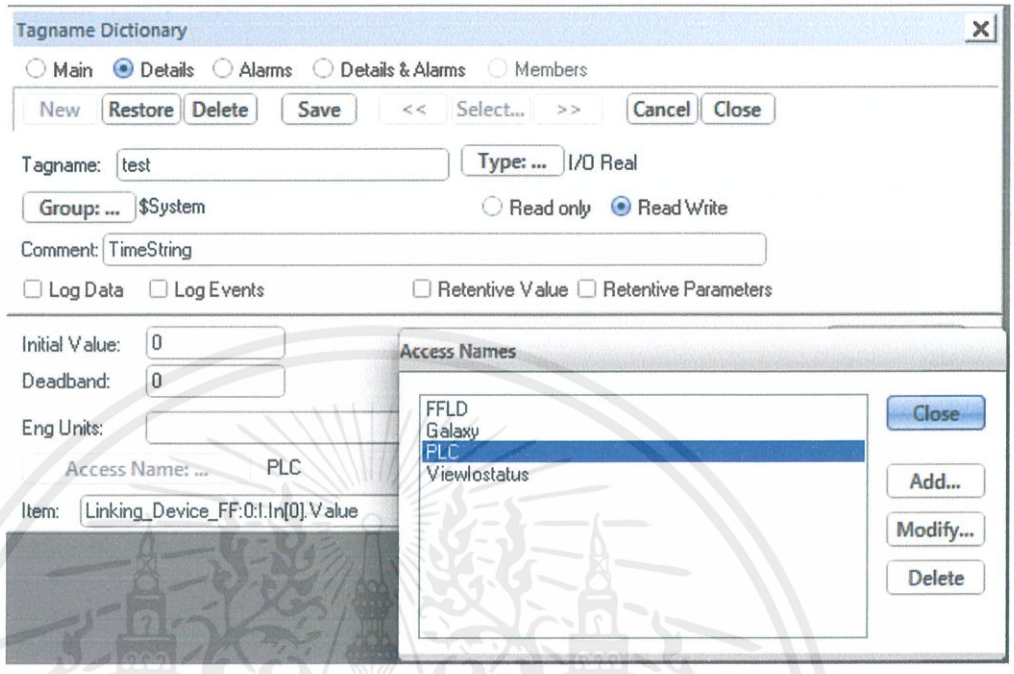
- เลือก New > ตั้งชื่อ Tagname > เลือก Type... เป็น I/O Real หรือ I/O Discrete ตามต้องการ



รูปที่ 3.106 การเลือกชนิดของข้อมูลบน Intouch Wonderware WindowMaker

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เลือก Access Name เป็นพีแอลซี (ตามที่ตั้งไว้ในหัวข้อก่อนหน้านี้) ในช่อง Item ให้ใส่ Tagname จากพีแอลซี



รูปที่ 3.107 การเลือก Access Name

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

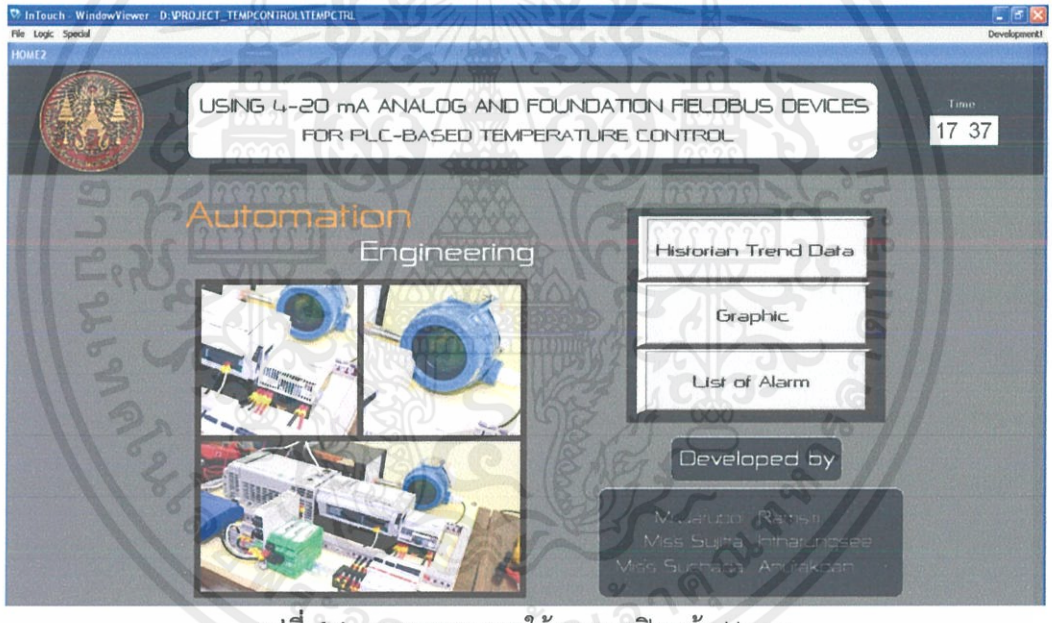
บทที่ 4
การทดลองและผลการทดลอง

4.1 กล่าวนำ

ในบทนี้นำเสนอการทดลองใช้งานกราฟิกที่ได้พัฒนาขึ้นและการปรับค่าพารามิเตอร์ของฟังก์ชันควบคุมแบบพีไอดี เพื่อหาค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมที่สุดในการควบคุมกระบวนการให้เป็นตามค่าเป้าหมายที่ต้องการ หลังจากได้ค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมแล้วจึงทำการทดลองการควบคุมอุณหภูมิโดยกำหนดค่าเป้าหมายที่แตกต่างกัน

4.2 การทดลองใช้งานกราฟิก

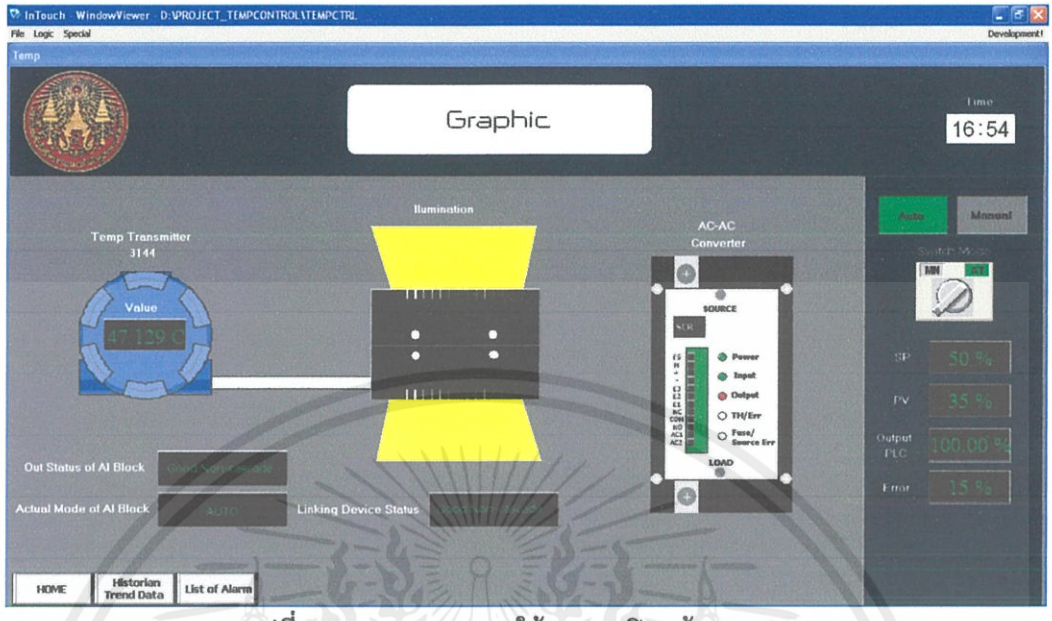
1) หน้า Home



รูปที่ 4.1 การทดลองการใช้งานกราฟิกหน้า Home

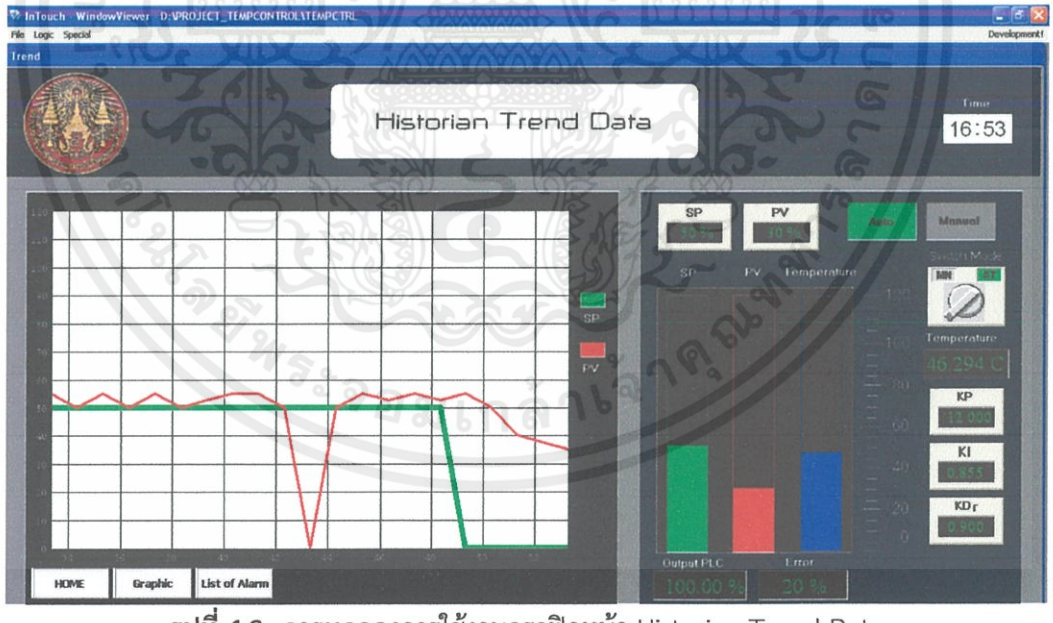
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) หน้า Graphic



รูปที่ 4.2 การทดลองการใช้งานกราฟิกหน้า Graphic

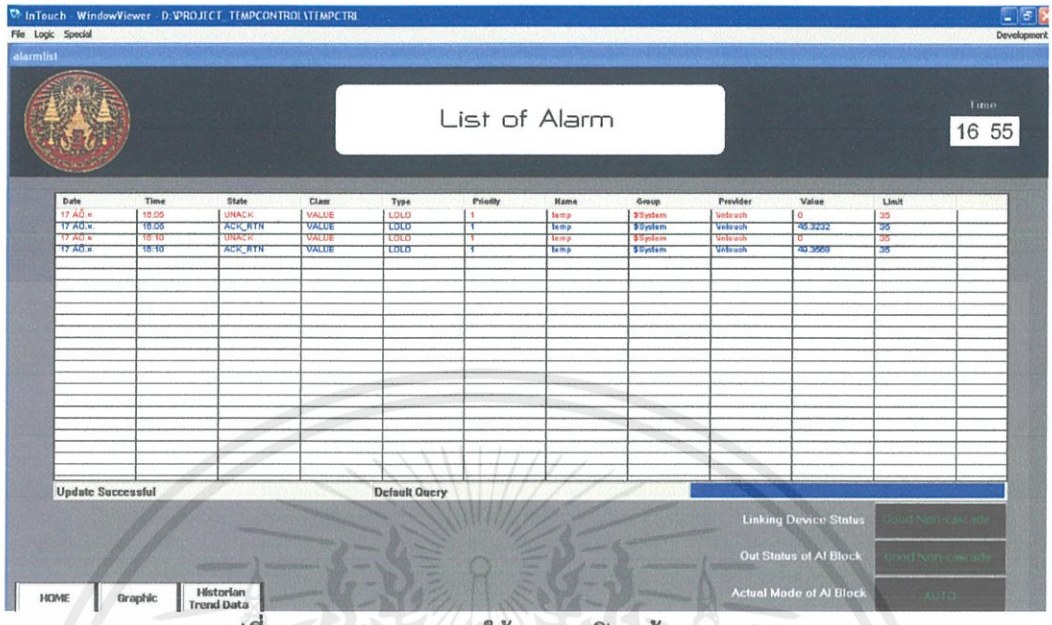
3) หน้า Historian Trend Data



รูปที่ 4.3 การทดลองการใช้งานกราฟิกหน้า Historian Trend Data

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) หน้า List of Alarm



รูปที่ 4.4 การทดลองการใช้งานกราฟิกหน้า List of Alarm

4.3 การทดลองปรับค่าพารามิเตอร์ของฟังก์ชันควบคุมแบบพีไอดี

โดยมีสมการพีไอดี ดังนี้

Independent gains error (E)

$$CV = K_pE + K_i\int_0^t Edt + K_d\frac{dE}{dt} + BIAS$$

Process variable (PV) $E = SP - PV$

$$CV = K_pE + K_i\int_0^t Edt - K_d\frac{dPV}{dt} + BIAS$$

โดย

- CV (Control Variable) คือ ตัวแปรในการควบคุมที่เป็นรูปแบบสัญญาณควบคุม หรือค่าสั่งการ
- SP (Setpoint) คือ ค่าที่ตั้ง หรือค่าเป้าหมายที่ต้องการในกระบวนการ
- PV (Process Variable) คือ ค่าตัวแปรกระบวนการที่เกิดจากผลการทำงานของระบบ
- E (Error) คือ ค่าความผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากสมการ (SP - PV) หรือ (PV - SP)
- K_p คือ Proportional gain
- K_i คือ Integral gain

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- K_d คือ Derivative gain
- BIAS คือ ค่าความผิดพลาดที่ยอมรับได้ ซึ่งในการทดลองนี้ได้กำหนดค่าความผิดพลาดที่ยอมรับได้ไว้เท่ากับ ± 1%

จากการทดลองเป็นการควบคุมอุณหภูมิ โดยต้องทำการหาค่าพารามิเตอร์ K_p K_i K_d ก่อนที่จะทำการควบคุมอุณหภูมิ ซึ่งในการหาค่าพารามิเตอร์ K_p K_i K_d นั้นใช้วิธี Trial & Error Close-Loop Tuning สามารถสรุปความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับช่วง 0 – 100 % ได้ดังตารางที่ 4.1

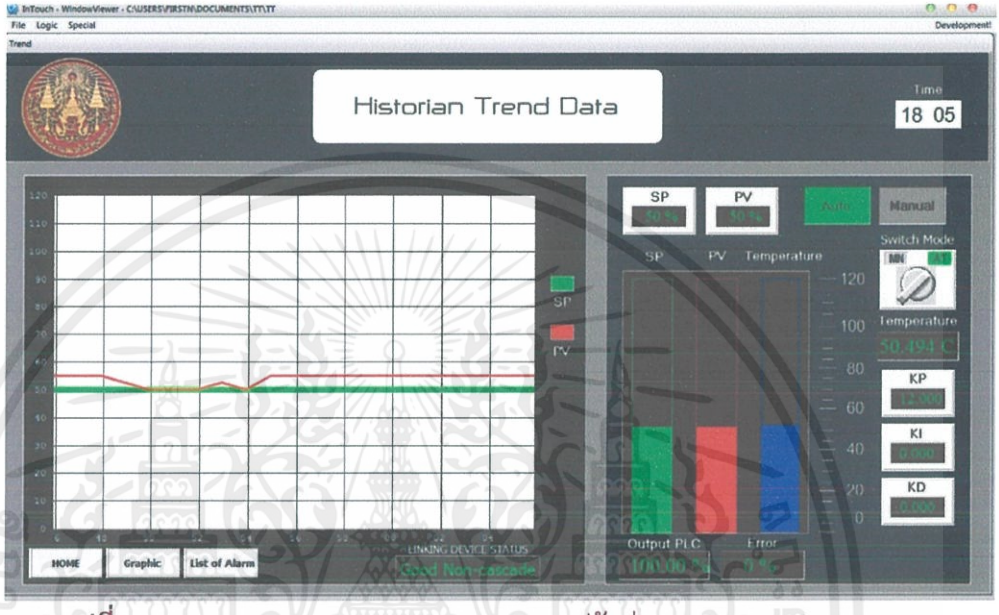
ตารางที่ 4.1 ค่าอุณหภูมิในช่วง 0 – 100 %

ช่วงการใช้งาน (%)	Temperature (˚C)
0	40
25	45
50	50
75	55
100	60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.1 การปรับหาค่า K_p

โดยกำหนดค่าเป้าหมาย (SP) ค่าใดก็ได้ แต่ในกรณีศึกษานี้จะกำหนดค่าเป้าหมายเป็น 50% (SP = 50%) จากนั้นทำการเพิ่มค่า K_p ขึ้นเรื่อย ๆ จนกว่าค่า PV จะใกล้เคียงกับค่าเป้าหมาย (SP) ซึ่งจะสังเกตได้จากกราฟ หากไม่ต้องการให้เกิด Overshoot สูงสามารถลดค่า K_p ลงได้โดยจะได้ค่า K_p = 12.000

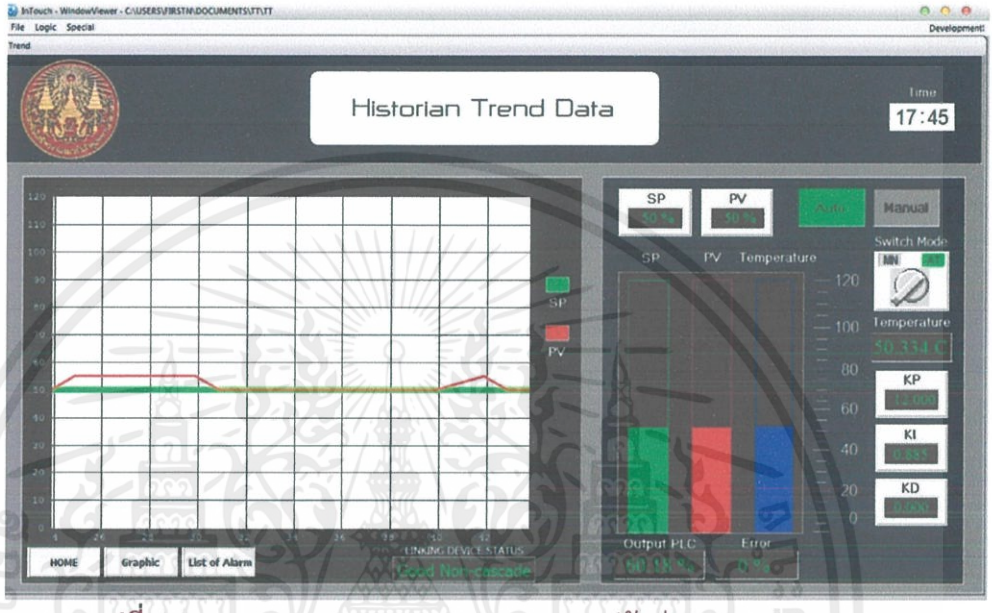


รูปที่ 4.5 ผลตอบสนองของกระบวนการจากการปรับค่า Proportional

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.2 การปรับหาค่า K_i

จากกราฟเราทำการปรับค่า K_p จนได้ค่าที่เหมาะสมแล้วจากกราฟจะเห็นได้ว่ากราฟ PV มีการแกว่งทำให้ไม่สามารถเข้าสู่ค่าเป้าหมาย (SP) ได้ ค่า K_p จึงไม่พอที่จะทำให้ค่า PV เข้าสู่ค่าเป้าหมาย (SP) ได้ จึงต้องอาศัยค่า K_i เข้ามาช่วยในระบบ โดยเริ่มต้นใส่ค่า K_i ไว้ค่าหนึ่งแล้วสังเกตการเปลี่ยนแปลงจากกราฟจนกว่าจะได้ค่า K_i ที่ต้องการ โดยจะได้ค่า K_i = 0.885

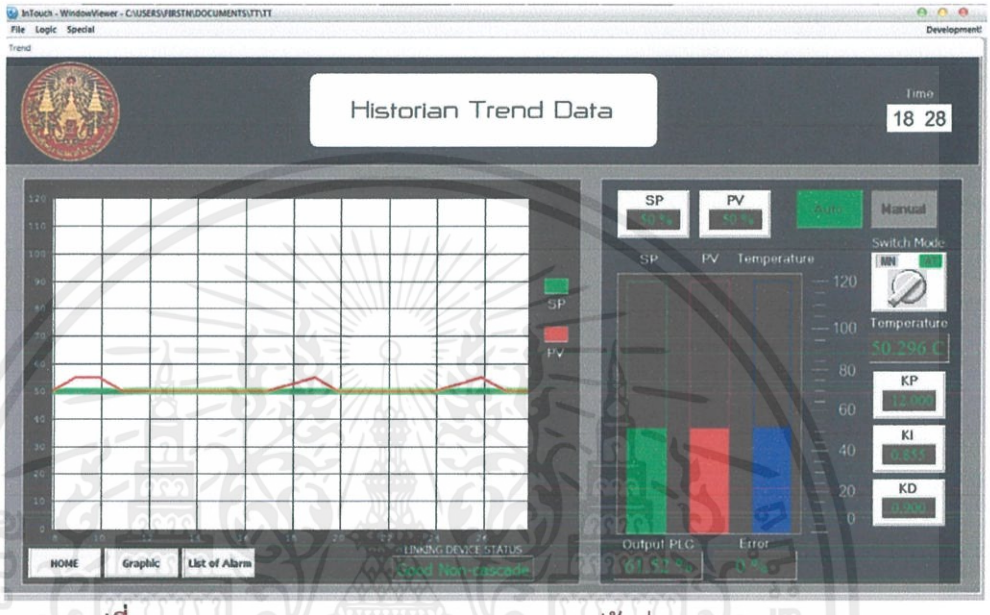


รูปที่ 4.6 ผลตอบสนองของกระบวนการจากการปรับค่า Integral

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.3 การปรับหาค่า K_d

จากกราฟเราทำการปรับค่า K_p และ K_i จนได้ค่าที่เหมาะสมแล้วจากกราฟ จะเห็นได้ว่ากราฟ PV ใช้เวลานานในการที่จะเข้าสู่ค่าเป้าหมาย (SP) ได้ จึงต้องอาศัยค่า K_d เข้ามาช่วยในระบบเพื่อทำให้ผลตอบสนองของกระบวนการเร็วขึ้น โดยเริ่มต้นใส่ค่า K_d ไว้ค่าหนึ่งแล้วสังเกตการเปลี่ยนแปลงจากกราฟจนกว่าจะได้ค่า K_d ที่ต้องการ โดยจะได้ค่า K_d = 0.900



รูปที่ 4.7 ผลตอบสนองของกระบวนการจากการปรับค่า Derivative

สรุปได้ว่าการทดลองควบคุมอุณหภูมิจะใช้การควบคุมแบบพีไอดี (PID) โดยการควบคุมแบบพี (P) นั้นจะมีออฟเซ็ตเกิดขึ้น ซึ่งการกำจัดค่าออฟเซ็ตสามารถทำได้โดยการเพิ่มการควบคุมแบบไอ (I) เข้าไป แต่ถ้าปรับค่า K_i มากเกินไปก็จะทำให้การควบคุมเกิดการแกว่งขึ้นได้ และการควบคุมแบบดี (D) นั้นจะทำให้ผลตอบสนองของกระบวนการเร็วขึ้น

จากการทดลองสามารถหาค่าพารามิเตอร์ K_p K_i K_d ได้ดังต่อไปนี้

- K_p = 12.000
- K_i = 0.885
- K_d = 0.9000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 การทดลองการควบคุมอุณหภูมิ

จากการปรับค่าพารามิเตอร์ K_p K_i K_d ในหัวข้อที่ 4.3 ในการทดลองการควบคุมอุณหภูมิของพลานต์โมเดลใช้ค่าพารามิเตอร์ดังต่อไปนี้

- K_p = 12.000
- K_i = 0.885
- K_d = 0.9000

โดยกำหนดค่าเป้าหมายเป็นฟังก์ชัน Step โดยมีการเปลี่ยนแปลงในช่วง 25% (Step ละ 25%) นั้นคือในช่วงขาขึ้นได้เปลี่ยนแปลงค่าเป้าหมายจาก 0% - 25% 25% - 50% 50% - 75% และ 75% - 100% ในทำนองเดียวกันในช่วงขาลงได้ทำการปรับลดเป็นฟังก์ชัน Step ดังนี้ 100% - 75% 75% - 50% 50% - 25% และ 25% - 0%

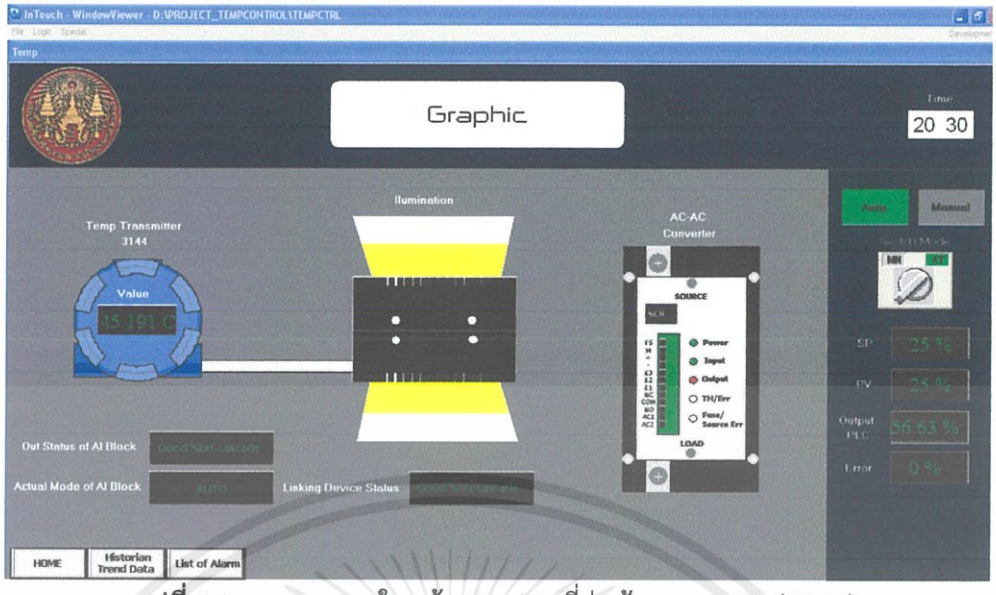
4.4.1 การทดลองในช่วงขาขึ้น

1) การเปลี่ยนค่าเป้าหมายจาก 0% เป็น 25%

รูปที่ 4.8 ผลตอบสนองของกระบวนการที่เปลี่ยนค่าเป้าหมายจาก 0% เป็น 25%

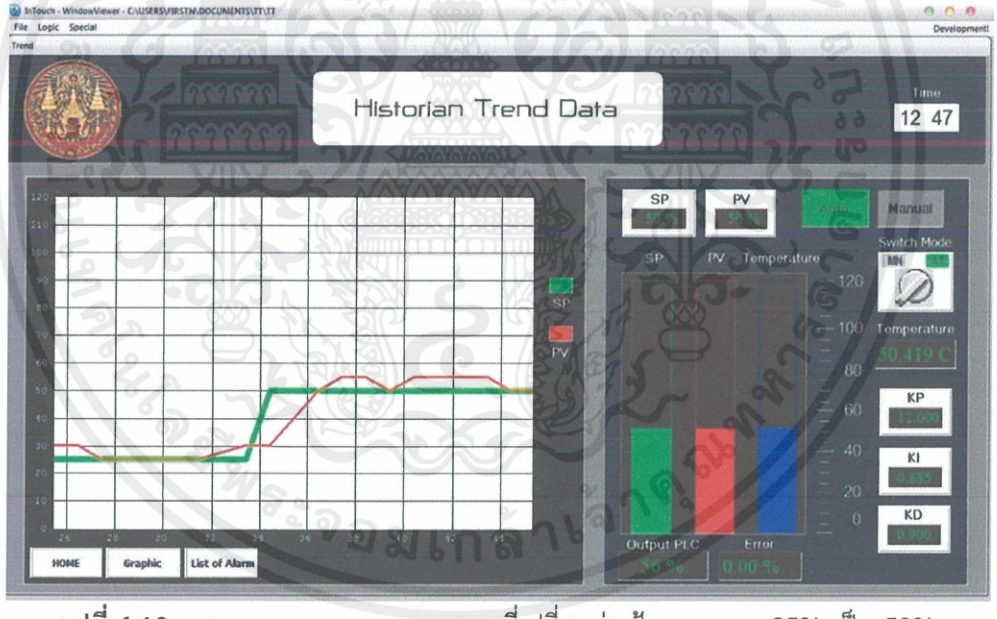
จากรูปแสดงผลตอบสนองของกระบวนการโดยมีการเปลี่ยนค่าเป้าหมาย (SP) จาก 0% เป็น 25% จะเห็นได้ว่าค่า PV เข้าสู่ค่าเป้าหมาย (SP) ใช้เวลาประมาณ 1 นาที 28 วินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.9 การแสดงผลในหน้า Graphic ที่ค่าเป้าหมาย 25% (45 °C)

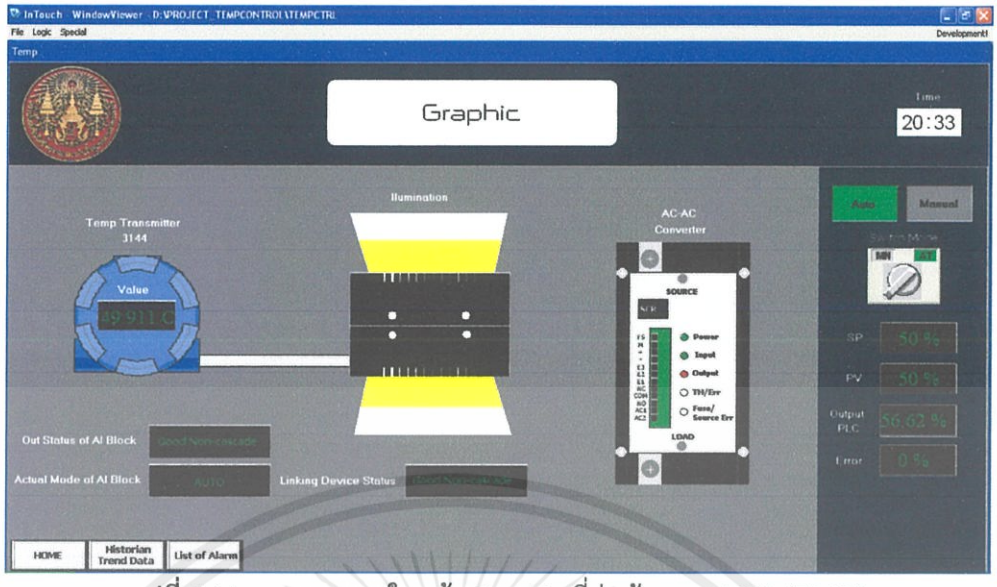
2) การเปลี่ยนค่าเป้าหมายจาก 25% เป็น 50%



รูปที่ 4.10 ผลตอบสนองของกระบวนการที่เปลี่ยนค่าเป้าหมายจาก 25% เป็น 50%

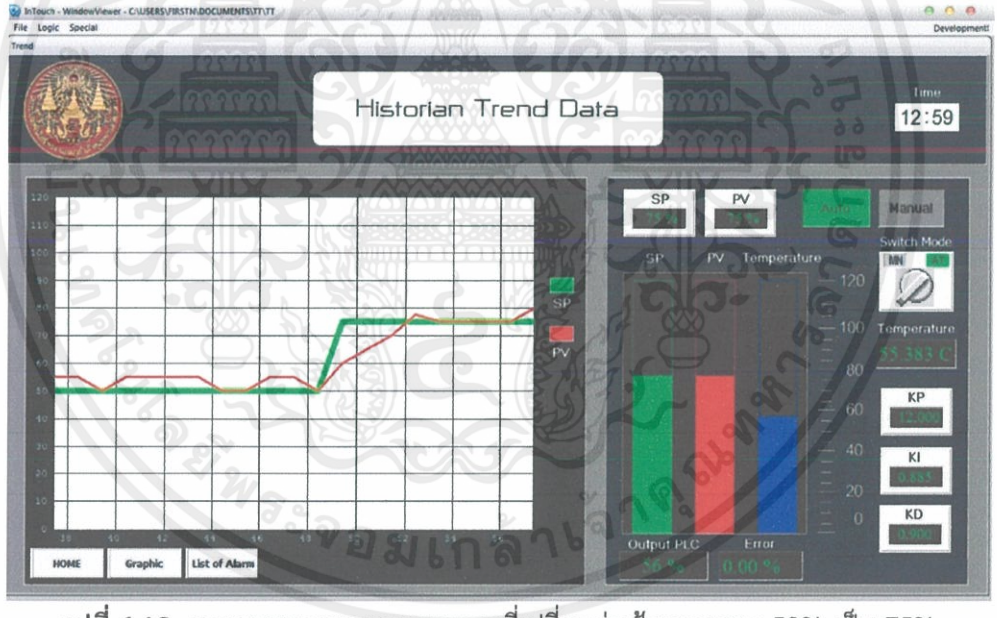
จากรูปแสดงผลตอบสนองของกระบวนการโดยมีการเปลี่ยนค่าเป้าหมาย (SP) จาก 25% เป็น 50% จะเห็นได้ว่าค่า PV เข้าสู่ค่าเป้าหมาย (SP) ใช้เวลาประมาณ 2 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.11 การแสดงผลในหน้า Graphic ที่ค่าเป้าหมาย 50% (50 °C)

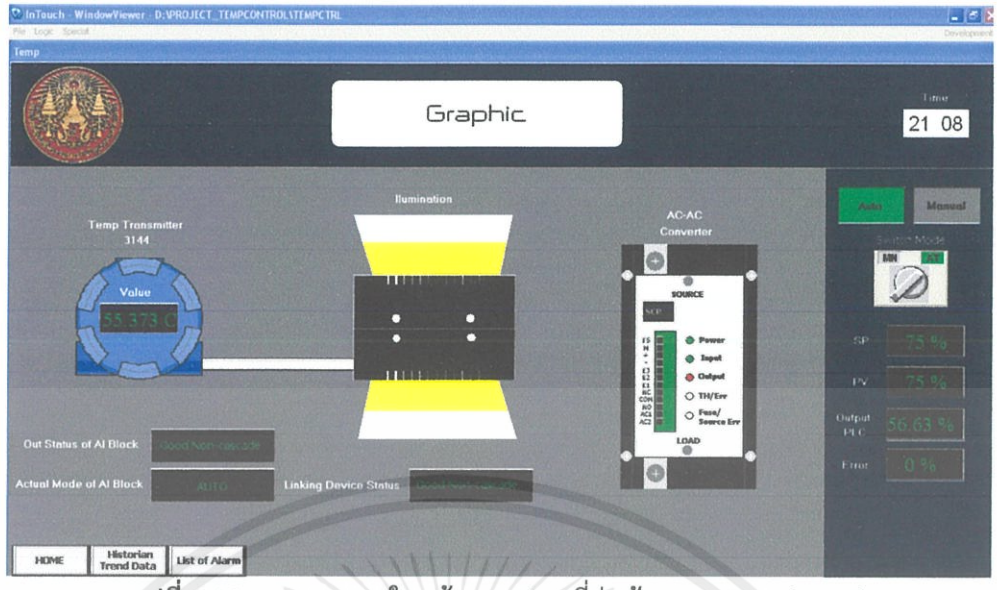
3) การเปลี่ยนค่าเป้าหมายจาก 50% เป็น 75%



รูปที่ 4.12 ผลตอบสนองของกระบวนการที่เปลี่ยนค่าเป้าหมายจาก 50% เป็น 75%

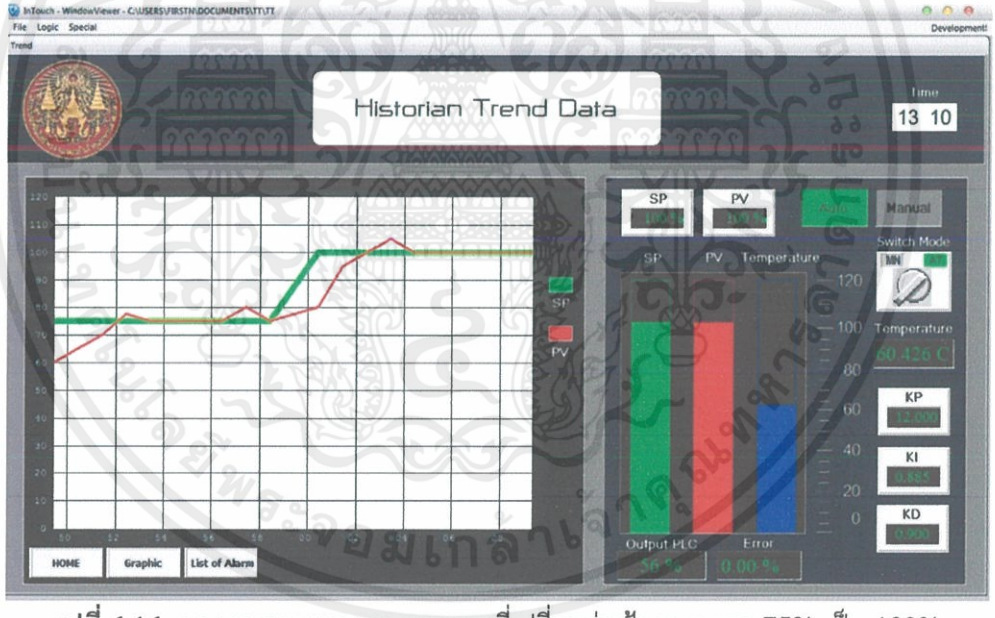
จากรูปแสดงผลตอบสนองของกระบวนการโดยมีการเปลี่ยนค่าเป้าหมาย (SP) จาก 50% เป็น 75% จะเห็นได้ว่าค่า PV เข้าสู่ค่าเป้าหมาย (SP) ใช้เวลาประมาณ 2 นาที 3 วินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.13 การแสดงผลในหน้า Graphic ที่ค่าเป้าหมาย 75% (55 °C)

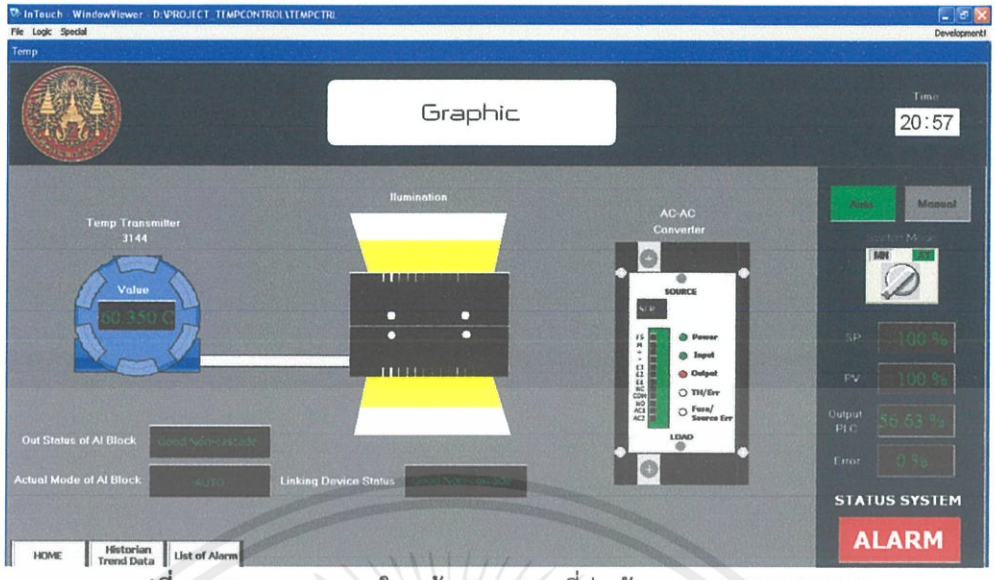
4) การเปลี่ยนค่าเป้าหมายจาก 75% เป็น 100%



รูปที่ 4.14 ผลตอบสนองของกระบวนการที่เปลี่ยนค่าเป้าหมายจาก 75% เป็น 100%

จากรูปแสดงผลตอบสนองของกระบวนการโดยมีการเปลี่ยนค่าเป้าหมาย (SP) จาก 75% เป็น 100% จะเห็นได้ว่าค่า PV เข้าสู่ค่าเป้าหมาย (SP) ใช้เวลาประมาณ 2 นาที 29 วินาที

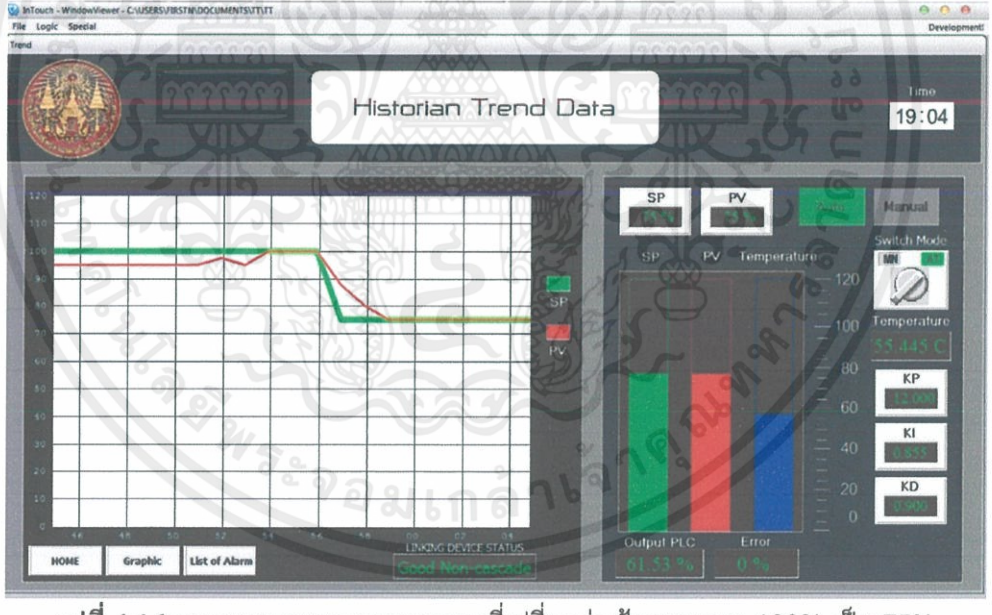
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.15 การแสดงผลในหน้า Graphic ที่ค่าเป้าหมาย 100% (60 °C)

4.4.2 การทดลองในช่วงขาลง

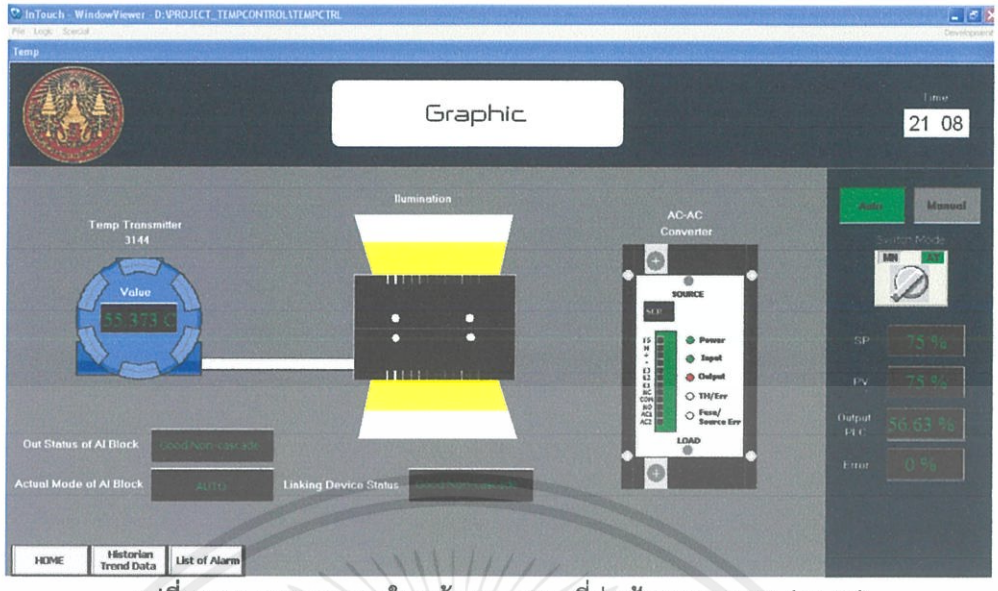
1) การเปลี่ยนค่าเป้าหมายจาก 100% เป็น 75%



รูปที่ 4.16 ผลตอบสนองของกระบวนการที่เปลี่ยนค่าเป้าหมายจาก 100% เป็น 75%

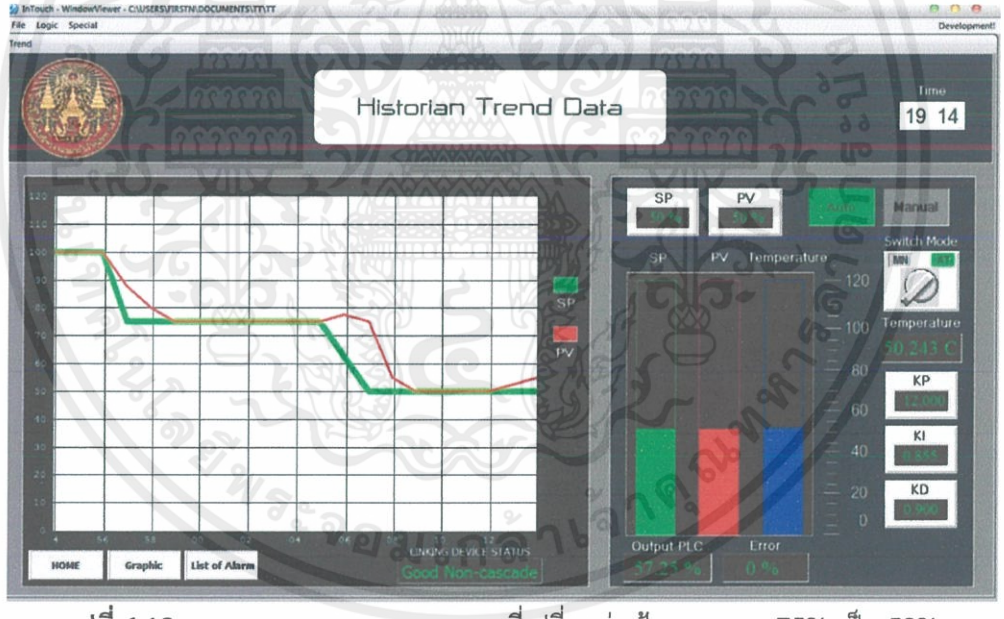
จากรูปแสดงผลตอบสนองของกระบวนการโดยมีการเปลี่ยนค่าเป้าหมาย (SP) จาก 100% เป็น 75% จะเห็นได้ว่าค่า PV เข้าสู่ค่าเป้าหมาย (SP) ใช้เวลาประมาณ 2 นาที 21 วินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.17 การแสดงผลในหน้า Graphic ที่ค่าเป้าหมาย 75% (55 °C)

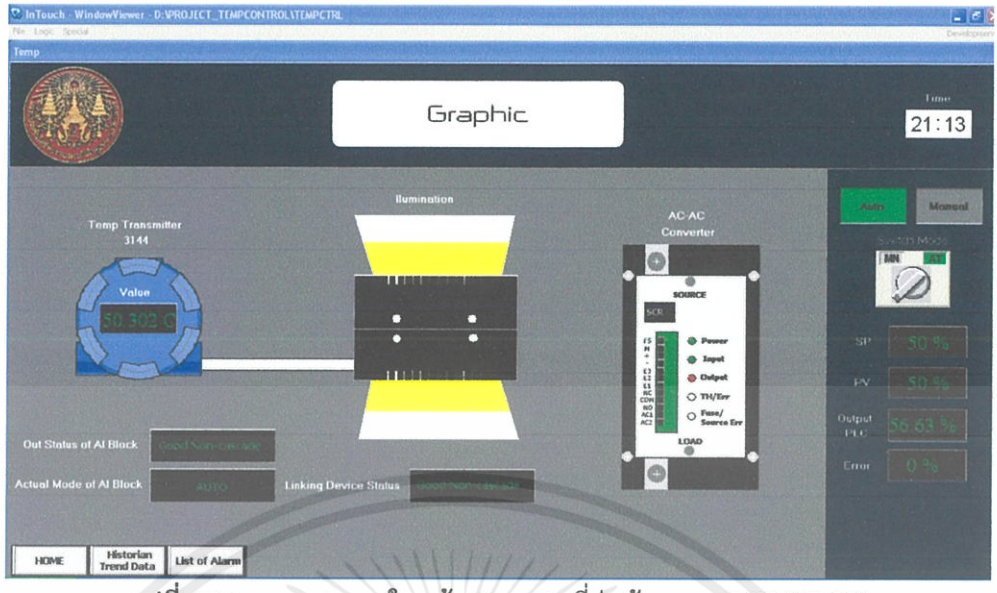
2) การเปลี่ยนค่าเป้าหมายจาก 75% เป็น 50%



รูปที่ 4.18 ผลตอบสนองของกระบวนการที่เปลี่ยนค่าเป้าหมายจาก 75% เป็น 50%

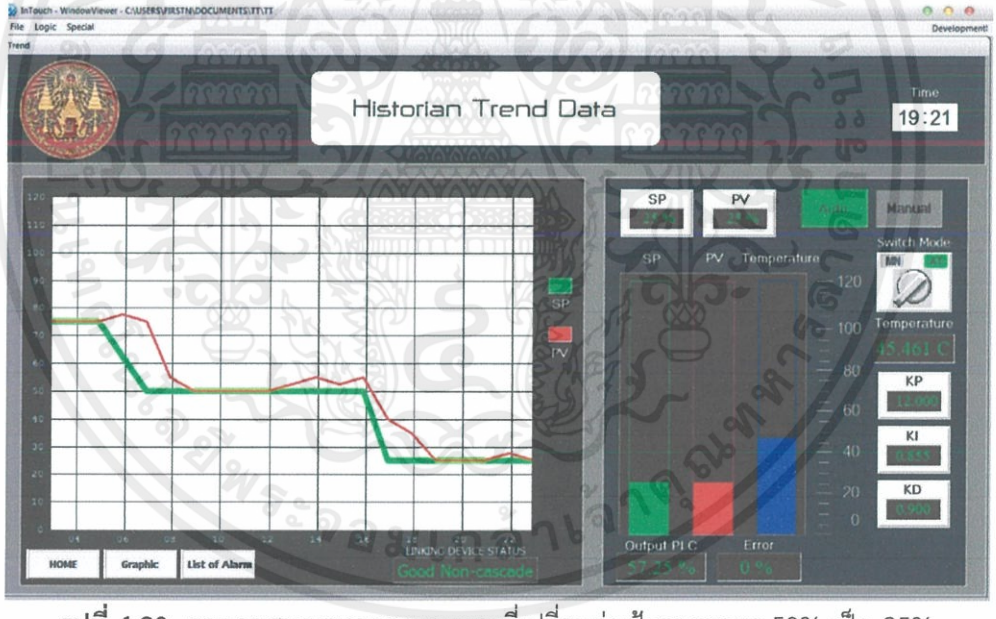
จากรูปแสดงผลตอบสนองของกระบวนการโดยมีการเปลี่ยนค่าเป้าหมาย (SP) จาก 75% เป็น 50% จะเห็นได้ว่าค่า PV เข้าสู่ค่าเป้าหมาย (SP) ใช้เวลาประมาณ 2 นาที 14 วินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.19 การแสดงผลในหน้า Graphic ที่ค่าเป้าหมาย 50% (50 °C)

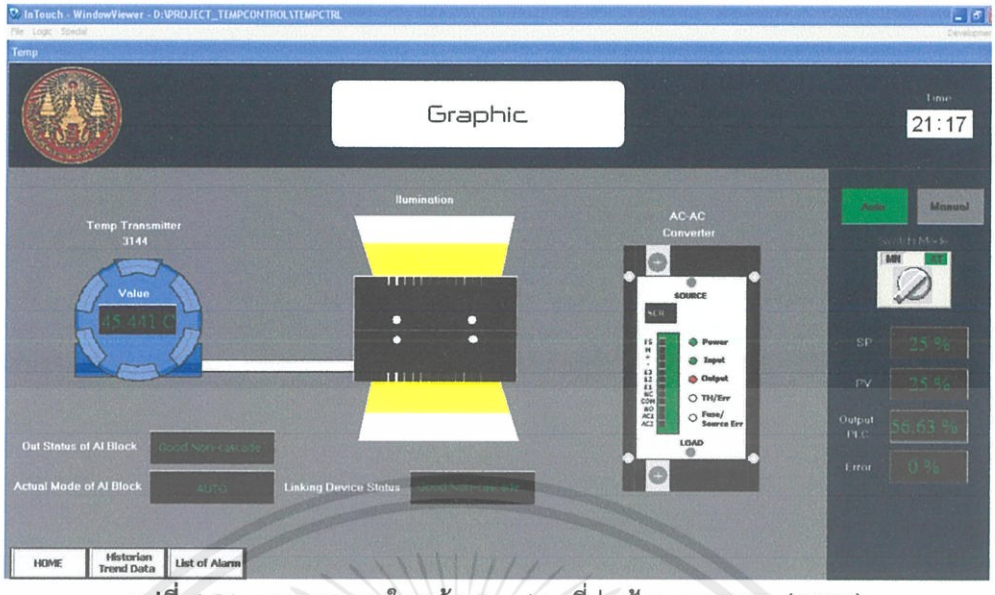
3) การเปลี่ยนค่าเป้าหมายจาก 50% เป็น 25%



รูปที่ 4.20 ผลตอบสนองของกระบวนการที่เปลี่ยนค่าเป้าหมายจาก 50% เป็น 25%

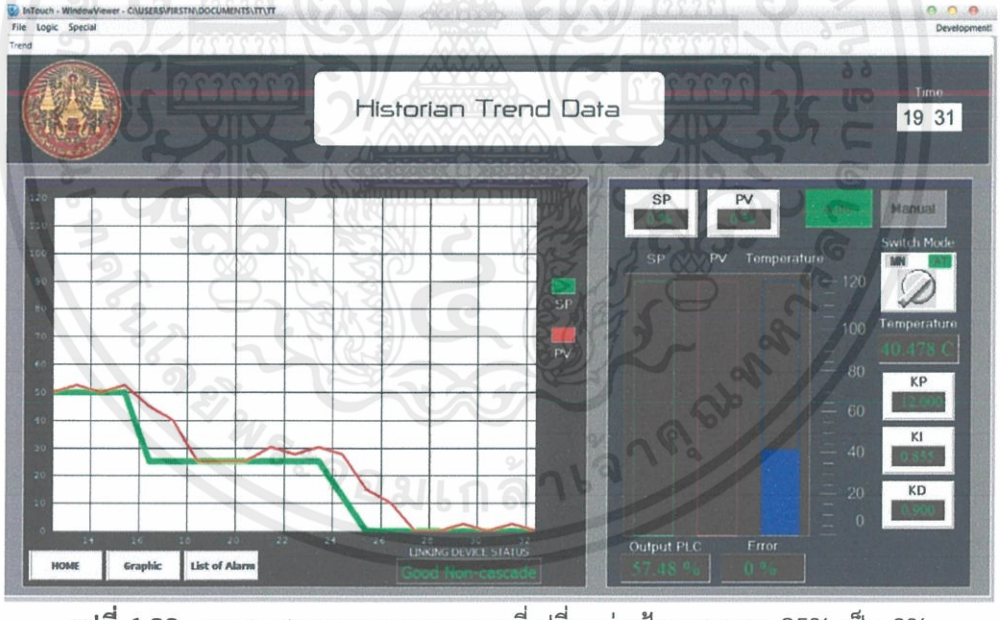
จากรูปแสดงผลตอบสนองของกระบวนการโดยมีการเปลี่ยนค่าเป้าหมาย (SP) จาก 50% เป็น 25% จะเห็นได้ว่าค่า PV เข้าสู่ค่าเป้าหมาย (SP) ใช้เวลาประมาณ 2 นาที 52 วินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.21 การแสดงผลในหน้า Graphic ที่ค่าเป้าหมาย 25% (45 °C)

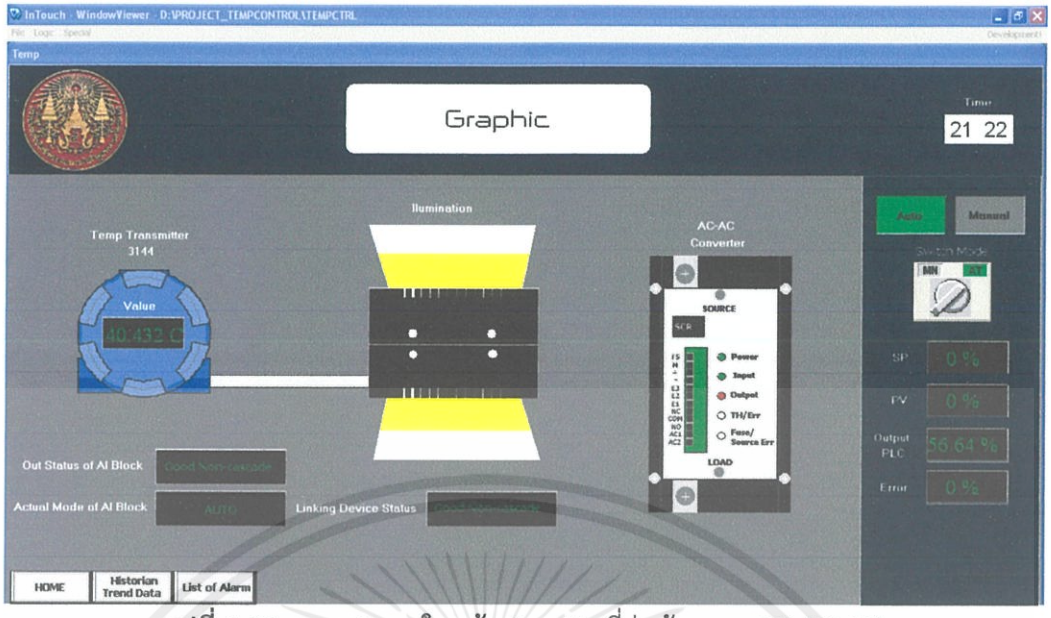
4) การเปลี่ยนค่าเป้าหมายจาก 25% เป็น 0%



รูปที่ 4.22 ผลตอบสนองของกระบวนการที่เปลี่ยนค่าเป้าหมายจาก 25% เป็น 0%

จากรูปแสดงผลตอบสนองของกระบวนการโดยมีการเปลี่ยนค่าเป้าหมาย (SP) จาก 25% เป็น 0% จะเห็นได้ว่าค่า PV เข้าสู่ค่าเป้าหมาย (SP) ใช้เวลาประมาณ 4 นาที 15 วินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.23 การแสดงผลในหน้า Graphic ที่ค่าเป้าหมาย 0% (40 °C)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

ปริญญานิพนธ์นี้ได้นำเสนอการรวมระบบแอนะล็อกแบบดั้งเดิมเข้ากับดิจิตอลฟิลด์บัสเข้าด้วยกัน โดยการใช้อุปกรณ์แอนะล็อก 4-20 mA และอุปกรณ์ฟาวน์เดชันฟิลด์บัสสำหรับการควบคุมอุณหภูมิด้วยอุปกรณ์ควบคุมพีแอลซี การทำงานของระบบควบคุมอุณหภูมินี้เป็นการควบคุมแบบลูปปิด มีทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิเป็นอุปกรณ์ระดับฟิลด์ที่มีการสื่อสารข้อมูลด้วยเทคโนโลยีฟาวน์เดชันฟิลด์-บัส H1 ทำหน้าที่วัดอุณหภูมิจากปริมาณพลังงานความร้อนที่เกิดจากแสงของหลอดไฟฟ้า และส่งสัญญาณที่ตรวจวัดได้ไปยังอุปกรณ์เชื่อมต่อ H1/HSE โดยจะทำการแปลงโปรโตคอล H1 เป็น HSE และส่งค่าอุณหภูมิที่ตรวจวัดได้ไปยังอุปกรณ์ควบคุมพีแอลซี เพื่อทำการประมวลผลในรูปแบบการควบคุมพีไอดี และส่งค่าเอาต์พุตจากพีแอลซีผ่านแอนะล็อกโมดูลที่ใช้ในการสร้างสัญญาณควบคุม 4-20 mA ให้แก่อินเวอร์เตอร์ที่ทำหน้าที่เป็นอุปกรณ์ควบคุมสุดท้าย ซึ่งมีสัญญาณเอาต์พุตเป็นค่าแรงดัน 45-220 VAC จ่ายให้แก่หลอดไฟ และสามารถแสดงภาพกราฟิกจำลองกระบวนการผ่านหน้าจอ HMI เพื่อใช้ในการปรับแต่งค่าพารามิเตอร์และแสดงข้อมูลต่าง ๆ จากกระบวนการได้

จากการทดลองในบทที่ 4 เป็นการทดลองหาค่าพารามิเตอร์ของฟังก์ชันควบคุมแบบพีไอดีที่เหมาะสมสำหรับการนำมาใช้ในการควบคุมกระบวนการ โดยในการทดลองควบคุมอุณหภูมิได้กำหนดค่าเป้าหมายต่าง ๆ โดยในการทดลองนั้นทำการเปลี่ยนค่าเป้าหมายแบบฟังก์ชัน Step แล้วจับเวลาที่ใช้ในการเปลี่ยนแปลงค่าตัวแปรกระบวนการที่เกิดจากผลการทำงานของระบบให้มีค่าเท่ากับค่าเป้าหมายที่ต้องการ การทดลองแบ่งเป็นการทดลองในช่วงขาขึ้น (Step Up) และช่วงขาลง (Step Down) ดังตารางที่ 5.1 และตารางที่ 5.2

ตารางที่ 5.1 เวลาในการเข้าสู่ค่าเป้าหมายในช่วงขาขึ้นเมื่อเพิ่มค่าเป้าหมายทีละ 25%

ค่าเป้าหมาย	เวลาที่ใช้ในการเข้าสู่ค่าเป้าหมาย
0% - 25%	1 นาที 28 วินาที
25% - 50%	2 นาที
50% - 75%	2 นาที 3 วินาที
75% - 100%	2 นาที 29 วินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.2 เวลาในการเข้าสู่ค่าเป้าหมายในช่วงขาลงเมื่อลดค่าเป้าหมายทีละ 25%

ค่าเป้าหมาย	เวลาที่ใช้ในการเข้าสู่ค่าเป้าหมาย
100% - 75%	2 นาที 21 วินาที
75% - 50%	2 นาที 14 วินาที
50% - 25%	2 นาที 52 วินาที
25% - 0%	4 นาที 15 วินาที

จากตารางที่ 5.1 และ 5.2 จะเห็นได้ว่าเมื่อค่าเป้าหมายมีค่าสูงขึ้น ค่าเวลาที่ใช้ในกี่เข้าสู่ค่าเป้าหมายก็เพิ่มขึ้น จากตารางที่ 5.2 ในช่วงขาลง เวลาในการลดค่าเป้าหมายจะใช้เวลาใกล้เคียงกันประมาณ 2-3 นาที ยกเว้นในช่วงที่เปลี่ยนค่าเป้าหมายจาก 25% เป็น 0% จะใช้เวลามากกว่าการเปลี่ยนแปลงในช่วงค่าเป้าหมายอื่น ๆ

ผลจากการดำเนินงานตามขั้นตอนการจัดทำปริญญานิพนธ์ในหัวข้อการใช้อุปกรณ์แอนะล็อก 4-20 mA และอุปกรณ์ฟาวน์เดชันฟิลด์บัสสำหรับการควบคุมอุณหภูมิด้วยพีแอลซี ได้ประสบความสำเร็จตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ คือ ได้พลานต์โมเดลสำหรับการควบคุมอุณหภูมิในช่วง 40-60 °C ที่สามารถควบคุมการทำงานด้วยพีแอลซี และมีการเชื่อมต่อการทำงานระหว่างอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้ อีกทั้งยังสามารถนำพลานต์โมเดลนี้มาใช้เพื่อเผยแพร่เทคโนโลยีฟาวน์เดชันฟิลด์บัสได้

5.2 ปัญหาที่พบในการทำงาน

ปัญหาที่พบในการทำงานเป็นในส่วนการแสดงผลกราฟิก ซึ่งไม่สามารถแสดงผลจากบล็อก AI Error ได้ เนื่องด้วยข้อจำกัดทางด้านซอฟต์แวร์จากทางผู้ผลิตที่ไม่รองรับตัวแปรพิเศษนี้ได้โดยตรง และแสดงผลได้เฉพาะบล็อกมาตรฐาน (Standard Block) เท่านั้น

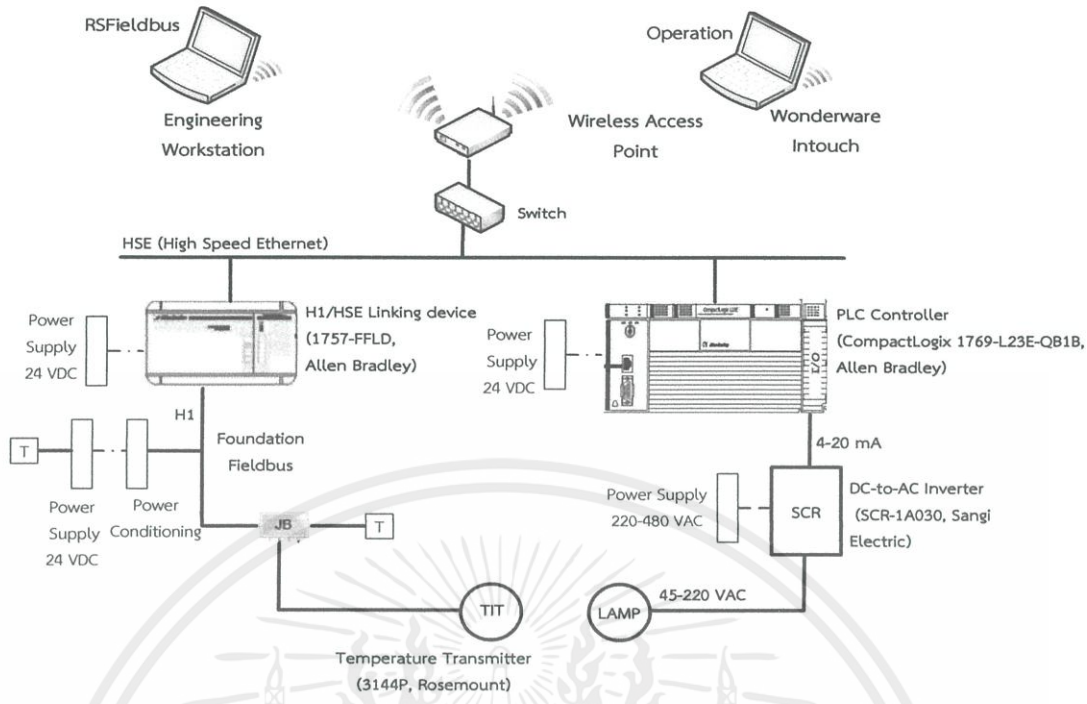
5.3 ข้อเสนอแนะ

1) ในการประมวลผลการทำงานในพลานต์โมเดลจำเป็นต้องมีการอัพเดทข้อมูลทุกครั้งในส่วนอุปกรณ์เชื่อมต่อ H1/HSE เพื่อทำให้ระบบมีความต่อเนื่อง และมีความเป็น Real Time

2) การใช้อุปกรณ์แอนะล็อก 4-20 mA และอุปกรณ์ฟาวน์เดชันฟิลด์บัสสำหรับการควบคุมอุณหภูมิด้วยพีแอลซีนี้ ในการควบคุมอุณหภูมิต้องใช้เวลานานในการลดอุณหภูมิแต่ละครั้งจึงควรทำการติดพัดลมเพิ่มเติม เพื่อช่วยในการระบายอุณหภูมิเพื่อลดระยะเวลาในการลดอุณหภูมิลง

3) ในการเชื่อมต่อระบบเครือข่าย Ethernet ผ่าน HUB ในวง LAN โดยอาศัยสายสัญญาณเคเบิ้ลในการเชื่อมต่อรับส่งข้อมูล ซึ่งในบางครั้งอาจเกิดความไม่สะดวกในการเดินสายอาจทำการเพิ่มอุปกรณ์ Wireless LAN ในการติดตั้งในสถานที่ที่ไม่สะดวกในการเดินสายได้เพื่อเพิ่มความสะดวกในการใช้งาน ดังแนวคิดที่นำเสนอในรูปที่ 5.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.1 แนวคิดในการเชื่อมต่ออุปกรณ์ Wireless LAN กับ พลานต์โมเดลที่นำเสนอ

5.3.1 การนำระบบเครือข่าย Wireless LAN มาประยุกต์ใช้ในการเชื่อมต่ออุปกรณ์

ระบบเครือข่ายไร้สาย หรือ ระบบเครือข่ายแบบ Wireless LAN หรือ WLAN เป็นการเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์โดยไม่จำเป็นต้องเดินสายเคเบิ้ล เหมาะสำหรับการติดตั้งในสถานที่ที่ไม่สะดวกในการเดินสาย หรือในสถานที่ที่ต้องการความสวยงาม เรียบร้อย และเป็นระเบียบ เช่น สนามบิน โรงแรม ร้านอาหาร เป็นต้น

หลักการทำงานของระบบ Wireless LAN การทำงานจะมีอุปกรณ์ในการส่งสัญญาณ และกระจายสัญญาณ หรือที่เรียกว่า Access Point และมี PC Card ที่เป็น LAN Card การ์ดที่ใช้สำหรับเครือข่าย LAN ในการเชื่อมกับ Access Point โดยเฉพาะ การทำงานจะใช้คลื่นวิทยุเป็นการรับส่งสัญญาณ โดยมีให้เลือกใช้ตั้งแต่ 2.4 to 2.4897 GHz และสามารถเลือกตั้งค่า ใน Wireless LAN (ภายในระบบเครือข่าย Wireless LAN ควรเลือกช่องสัญญาณเดียวกัน)

5.3.2 อุปกรณ์สำหรับการเชื่อมต่อระบบเครือข่าย Wireless LAN [15]

1. แลนการ์ดไร้สาย (Wireless LAN Card) ทำหน้าที่ในการแปลงข้อมูลดิจิตอลที่ได้จากการประมวลผลของเครื่องคอมพิวเตอร์ให้เป็นคลื่นวิทยุ แล้วส่งผ่านสายอากาศให้กระจายออกไป และทำหน้าที่ในการรับเอาคลื่นวิทยุที่แพร่กระจายแปลงเป็นข้อมูลดิจิตอลส่งให้เครื่องคอมพิวเตอร์ประมวลผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. อุปกรณ์เข้าใช้งานเครือข่าย (Wireless Access Point) ทำหน้าที่เสมือนฮับเชื่อมเครื่องคอมพิวเตอร์ไร้สายและอุปกรณ์ไวร์เลสแลนแบบต่าง ๆ เข้าด้วยกัน อีกทั้งเป็นสะพานเชื่อมต่อเครื่อง Wireless LAN เข้ากับเครื่อง Ethernet ทำให้ระบบทั้งสองสามารถสื่อสารกันได้

3. สะพานเชื่อมโยงไร้สาย (Wireless Bridge) ทำหน้าที่เป็นตัวกลางเชื่อมโยงระบบเครือข่าย Ethernet LAN ตั้งแต่สองระบบขึ้นไปเข้าด้วยกันแทนการใช้สายสัญญาณ ข้อมูลที่สื่อสารระหว่างเครือข่าย Ethernet จะถูกแปลงเป็นคลื่นวิทยุแล้วถูกแปลงไปยังปลายทาง

4. Wireless Broadband Router ทำหน้าที่ในการต่อเข้ากับระบบ Internet ความเร็วสูงผ่านคู่สายโทรศัพท์ (ADSL) หรือ เคเบิลทีวี (UBC) ด้วยเทคโนโลยี Broadband Router ซึ่งมีฟังชันการทำงานเป็นตัวค้นหาเส้นทาง, NAT (Network Address Translation), Firewall, VPN มาผสมผสานเข้ากับ Access Point ทำให้ผู้ใช้งานเครื่องคอมพิวเตอร์ไร้สายสามารถสื่อสารข้อมูลไปยังระบบอินเทอร์เน็ต

5. Wireless Print Server เป็นอุปกรณ์การแชร์เครื่องพิมพ์บนระบบเครือข่าย Wireless LAN

6. Power Over Ethernet Adapter ทำหน้าที่แยกสาย UTP ที่มีสายทองแดงตีเกลียวอยู่ข้างใน 4 คู่โดยสายทองแดงสำหรับใช้สื่อสารข้อมูลใช้เพียง 2 คู่เท่านั้น ส่วนสายทองแดงอีก 2 คู่สามารถใช้อุปกรณ์ตัวนี้นำมาใช้เป็นเส้นทางสำหรับส่งแรงดันไฟฟ้าไปให้กับตัว Access Point ได้

7. สายอากาศ (Antenna) ทำหน้าที่เปลี่ยนข้อมูลในรูปของกระแสไฟฟ้าที่ส่งออกมาจากภาคส่งของอุปกรณ์ Wireless LAN ให้กลายเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าแพร่กระจายออกไป ในอากาศและสายอากาศยังทำหน้าที่รับเอาคลื่นที่อุปกรณ์ Wireless LAN เครื่องอื่น ๆ ส่งออกมาแปลงกลับให้อยู่ในรูปของกระแสไฟฟ้าส่งให้ภาครับต่อไป

5.3.3 ประโยชน์ของระบบ Wireless LAN

1. สะดวกในการเคลื่อนย้าย ติดตั้ง เนื่องจาก Wireless LAN ไม่จำเป็นต้องมีสายเคเบิ้ลในการต่อพ่วง
2. ง่ายในการติดตั้ง เพราะไม่จำเป็นต้องเดินสายเคเบิ้ล
3. ลดค่าใช้จ่าย เนื่องจากไม่ต้องจำเป็นต้องเสียค่าบำรุงรักษา ในระยะยาว
4. สามารถขยายเครือข่ายได้ไม่จำกัด

ดังนั้นเมื่อนำระบบ Wireless LAN มาประยุกต์ใช้ในระบบเครือข่ายจึงสามารถลดปัญหาการเชื่อมต่อรับส่งข้อมูลจากอุปกรณ์ในระบบกระบวนการทำงานได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] รศ.ประสิทธิ์ จุลเสรีวงศ์. (2553). **ระบบอัตโนมัติทางอุตสาหกรรม (Industrial Automation).** มีน เซอร์วิส ซัพพลาย. (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ.

[2] http://www.fieldbus.org

[3] http://www.emersonprocess.com

[4] http://www.rockwellautomation.com

[5] http://www.thailandindustry.com

[6] http://www.sangchaimeter.com

[7] http://www.elec.ltc.ac.th

[8] http://www.philips.co.th

[9] รศ.ดร.สมชัย อัครทิวา และ ดร.ขวัญจิต วงษ์ชารี. (2552). **เทอร์โมไดนามิกส์**. แมคกรอ-ฮิล. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ

[10] Jon Stenerson. **Programming Controllogix Programmable Automation Controllers**. United States of America

[11] http://thaicontrol.wordpress.com/category/allen-bradley-plc

[12] http://www.plctalk.net

[13] Invensys Systems. (2007). **Training Manual Wonderware.**

[14] HPC Group Training.**คู่มือฝึกอบรมการใช้งาน SCADA Wonderware Intouch**

[15] http://www.ddsure.net/wireless_connecting_device.php

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[16] http://www.kepware.com/kepserverex/

[17] http://www.kepware.com/Products/products_linkmaster.asp

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้