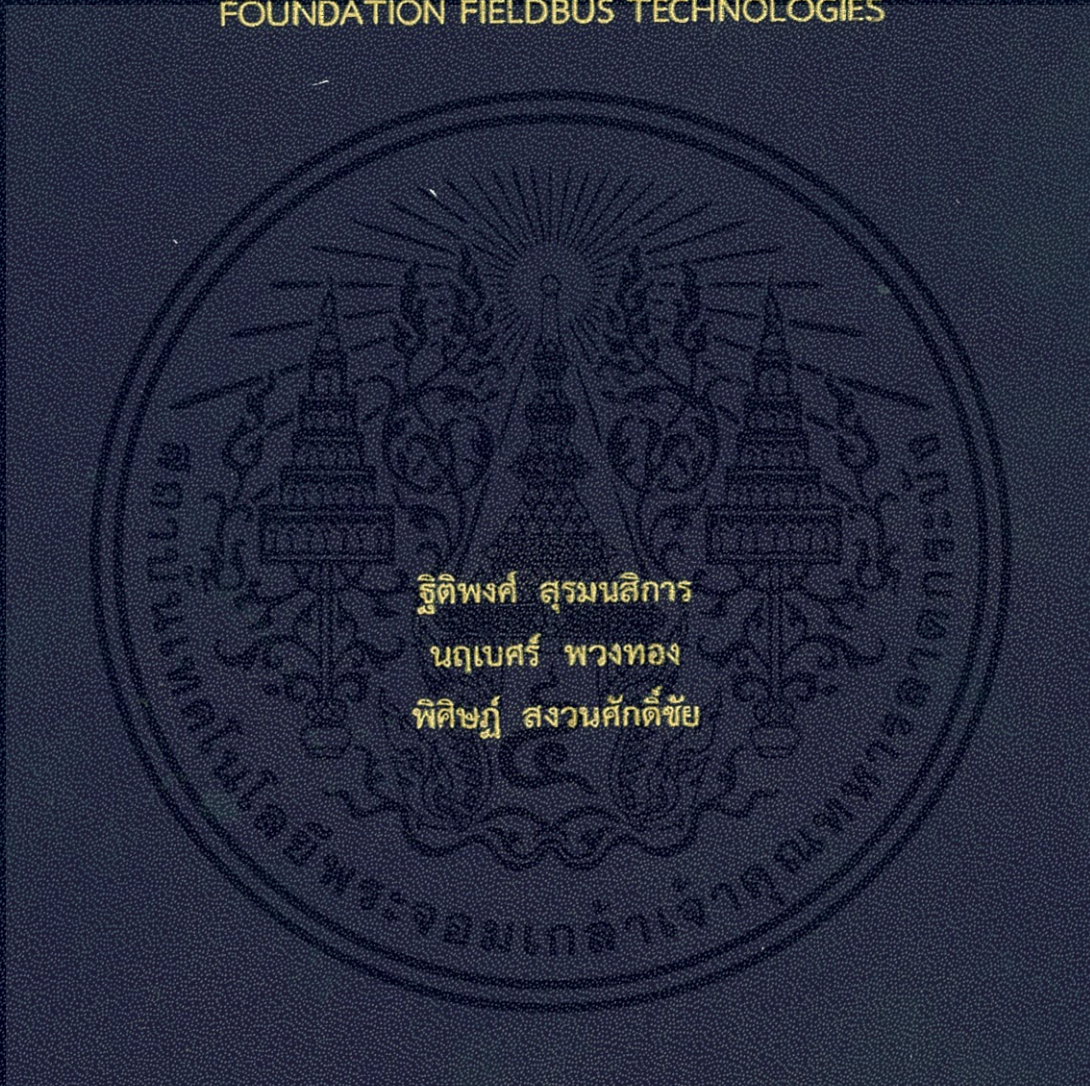


เทคนิคเชิงวิศวกรรมการควบคุมระดับและการตรวจสอบสัญญาณแจ้งเตือนด้วย
พีแอลซีโดยใช้เทคโนโลยีแอนะล็อก ฮาร์ท และฟาว์นเดชันฟิลด์บัส
ENGINEERING TECHNIQUES OF PLC-BASED LEVEL CONTROL AND
ALARM DETECTION USING ANALOG, HART AND
FOUNDATION FIELDBUS TECHNOLOGIES



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอัตโนมัติ
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2556

เทคนิคเชิงวิศวกรรมการควบคุมระดับและการตรวจสอบสัญญาณแจ้งเตือนด้วย
พีแอลซีโดยใช้เทคโนโลยีแอนะล็อก ฮาร์ท และฟาว์นเดชันฟิลด์บัส
ENGINEERING TECHNIQUES OF PLC-BASED LEVEL CONTROL AND
ALARM DETECTION USING ANALOG, HART AND
FOUNDATION FIELDBUS TECHNOLOGIES



ปริญญานี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอัตโนมัติ
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2556

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ENGINEERING TECHNIQUES OF PLC-BASED LEVEL CONTROL AND
ALARM DETECTION USING ANALOG, HART AND
FOUNDATION FIELDBUS TECHNOLOGIES



A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILMENT
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 2013

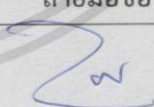
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญาานิพนธ์ปีการศึกษา 2556
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองปริญญาานิพนธ์

หัวข้อปริญญาานิพนธ์ เทคนิคเชิงวิศวกรรมการควบคุมระดับและการตรวจสอบสัญญาณแจ้งเตือนด้วยพีแอลซีโดยใช้เทคโนโลยีแอนาล็อก ฮาร์ท และฟาว์นเดชันฟิลด์บัส
ENGINEERING TECHNIQUES OF PLC-BASED LEVEL CONTROL AND ALARM DETECTION USING ANALOG, HART AND FOUNDATION FIELDBUS TECHNOLOGIES

นักศึกษาผู้จัดทำ นายฐิติพงศ์ สุรมนสีการ รหัสนักศึกษา 53010411
นายณนุเบศร์ พวงทอง รหัสนักศึกษา 53010816
นายพิศิษฐ์ สงวนศักดิ์ชัย รหัสนักศึกษา 53011147

ปริญญา วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา วิศวกรรมอัตโนมัติ
ปีการศึกษา 2556

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญาานิพนธ์	ลายมือชื่อ
รศ.ดร.ไสว พงศ์สวัสดิ์	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์ เทคนิคเชิงวิศวกรรมการควบคุมระดับและการตรวจสอบสัญญาณแจ้งเตือนด้วย
พีแอลซีโดยใช้เทคโนโลยีแอนะล็อก ฮาร์ท และฟาวนด์ชันฟิลด์บัส
ENGINEERING TECHNIQUES OF PLC-BASED LEVEL CONTROL AND
ALARM DETECTION USING ANALOG, HART AND FOUNDATION
FIELDBUS TECHNOLOGIES

นักศึกษาผู้จัดทำ	นายธิตินพงศ์ สุรมนสิการ รหัสนักศึกษา 53010411
	นายอนุเบศร์ พวงทอง รหัสนักศึกษา 53010816
	นายพิศิษฐ์ สงวนศักดิ์ชัย รหัสนักศึกษา 53011147
อาจารย์ที่ปรึกษา ปีการศึกษา	รศ.ดร.ไสว พงศ์สวัสดิ์ 2556

บทคัดย่อ

ในปริญญานิพนธ์นี้ได้มีการอธิบายถึงพลาเน็ตโมเดลที่มี 3 ลูปควบคุม ซึ่งมีเทคโนโลยีการสื่อสารข้อมูลที่แตกต่างกัน (แอนะล็อก ฮาร์ท และฟาวนด์ชันฟิลด์บัส) ปริญญานิพนธ์นี้นำเสนอเทคนิคเชิงวิศวกรรมในการกำหนดค่าตัวอุปกรณ์และการควบคุม สำหรับลูปควบคุมทั้งสามที่ถูกควบคุมด้วยพีแอลซี S7-300 นอกจากนี้ยังได้นำเสนอวิธีการตรวจสอบสัญญาณแจ้งเตือนสำหรับแต่ละลูปควบคุมอีกด้วย ส่วนอินเตอร์เฟซกับผู้ใช้งานหรือ HMI ถูกพัฒนาขึ้นโดยใช้ Wonderware InTouch สมรรถนะการทำงานของเทคนิคเชิงวิศวกรรมที่ได้นำเสนอสามารถยืนยันได้จากการทดลองจริง

Thesis Title ENGINEERING TECHNIQUES OF PLC-BASED LEVEL CONTROL AND ALARM DETECTION USING ANALOG, HART AND FOUNDATION FIELDBUS TECHNOLOGIES

Authors Mr. THITIPONG SURAMONSIKARN
Mr. NARUBETH PHAUNGTHONG
Mr. PISIT SA-NGUANSAKCHAI

Thesis Advisor Assoc.Prof. Dr. Sawai Pongswatd

Year 2556

ABSTRACT

In this thesis, a plant model including 3 level control loops with different communications technologies (Analog, HART and FOUNDATION Fieldbus) is described. Engineering techniques for device and control configurations for 3 level control loops based on S7-300 PLC are proposed. The methods for alarm detection of each control loop are also presented. The graphic user interfaces or Human Machine Interface (HMI) screens are developed by using the Wonderware InTouch. The performances of the proposed engineering techniques are confirmed through experimental results.

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความร่วมมือและการอนุเคราะห์จากหลายฝ่าย จึงขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงสำหรับรองศาสตราจารย์ ดร.ไสว พงศ์สวัสดิ์ และคณาจารย์สาขาวิชาวิศวกรรมอัตโนมัติทุกท่าน สำหรับคำแนะนำ ชี้แนะแนวทางในการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ อีกทั้งยังเป็นผู้สนับสนุนอุปกรณ์ที่ใช้ประกอบในการทำโครงงาน เอื้อเพื่อสถานที่

ขอขอบพระคุณ คุณ ฤทธิรงค์ วิจิฉัยกุล, คุณ อนุพันธ์ เล็บครุฑ, คุณ สุรลักขณ์ จรุงโยสตร์ และคุณ สราวุฒิ แพรเรือง ที่ให้การอนุเคราะห์ ให้คำปรึกษาเรื่องของอุปกรณ์การวัดและควบคุม เทคนิคการเขียนโปรแกรมพีแอลซี เทคนิคการใช้โปรแกรม RS-Fieldbus

ขอขอบพระคุณ นาย วรินทร์ หอรุ่งเรืองชัย, นาย กิตติ ล้อทอง, นาย ธนพงษ์ รอดเรือง, นาย ภัทรภณ ท้าวศรีชัย, นาย ภัทรชนน มะลิแก้ว, นาย สรวีศ อรุณศิลป์, นางสาว ปณาลี บุญมีประกอบ ที่ช่วยให้คำปรึกษาต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับโครงงานนี้

ขอขอบพระคุณ ผู้ปกครองของผู้จัดทำ ที่ช่วยสนับสนุนปัจจัยในการศึกษาและเป็นกำลังใจในการทำงาน

ขอขอบพระคุณ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ให้โอกาสในการศึกษาทั้งงานวิชาการ และการใช้ชีวิตในรั้วสถาบัน

ทั้งนี้ทางคณะผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่าปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้จะก่อให้เกิดประโยชน์แก่ผู้ที่สนใจในการศึกษา หากมีปัจจัยที่ยังบกพร่องคณะผู้จัดทำต้องขอภัยไว้ ณ ที่นี้ด้วย หากแต่คุณประโยชน์ทั้งหมดขอมอบไว้แต่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

คณะผู้จัดทำ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	IX
สารบัญรูป.....	XI
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาของปริญญาโท.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญาโท.....	1
1.3 ขอบเขตของปริญญาโท.....	2
1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน.....	2
1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ.....	3
2.1 กล่าวนำ.....	3
2.2 การวัดและการควบคุมกระบวนการในอุตสาหกรรม.....	3
2.2.1 ระบบควบคุมอัตโนมัติ.....	4
2.3 การควบคุมระดับของกระบวนการระดับ.....	7
2.3.1 การควบคุมระดับของเทคโนโลยี Analog.....	8
2.3.2 การควบคุมระดับของเทคโนโลยี HART.....	9
2.3.3 การควบคุมระดับของเทคโนโลยี FOUNDATION Fieldbus.....	10
2.4 การแจ้งเตือนของกระบวนการระดับ.....	11
2.4.1 Process Alarm.....	11
2.4.2 Wire Break Alarm.....	11
2.5 พีแอลซี (Programmable Logic Control).....	11
2.5.1 โมดูล Analog.....	13
2.5.1.1 โมดูล Analog อินพุท.....	15
2.5.1.2 โมดูล Analog เอาท์พุท.....	17

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.5.2 คำสั่งที่ใช้ในโปรแกรม SIMATIC.....	19
2.5.2.1 ส่วนการควบคุม.....	18
2.5.2.2 ส่วนการแจ้งเตือน.....	22
2.6 ส่วนติดตามและแสดงผล.....	26
2.6.1 Wonderware InTouch.....	27
2.7 อุปกรณ์เชื่อมโยง (Rockwell 1757-FFLD).....	27
2.7.1 RS-Fieldbus Software.....	28
2.8 การ Configuration จาก Field Device กับ HMI.....	29
2.8.1 การติดต่อสื่อสารระหว่าง Field Device กับ HMI ของเทคโนโลยี Analog.....	29
2.8.2 การติดต่อสื่อสารระหว่าง Field Device กับ HMI ของเทคโนโลยี HART.....	30
2.8.3 การติดต่อสื่อสารระหว่าง Field Device กับ HMI ของเทคโนโลยี FOUNDATION Fieldbus.....	31
2.9 การเตรียมโฮสต์สำหรับการดำเนินการทางวิศวกรรม.....	31
2.9.1 ประวัติของ OPC.....	32
2.9.2 แนวคิดของ OPC.....	32
2.9.3 ข้อดีของ OPC.....	32
2.9.4 การนำ OPC ไปใช้.....	33
2.9.5 โปรแกรม LinkMaster.....	33
2.9.6 โปรแกรม KEPServer.....	34
2.9.7 RSHSE OLE Server.....	35
2.9.8 Modbus Protocol.....	35
บทที่ 3 การออกแบบและการดำเนินการ.....	36
3.1 P&I Diagram ของพลานต์โมเดล.....	36
3.1.1 แบบ P&I Diagram ของกระบวนการ.....	37
3.2 การศึกษาข้อมูลและทดสอบอุปกรณ์.....	37
3.3 การดำเนินการของกระบวนการระดับเทคโนโลยี Analog.....	38

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.3.1 แบบ P&I Diagram ของกระบวนการระดับของเทคโนโลยี Analog.....	38
3.3.2 Loop Wiring กระบวนการระดับของ Analog.....	40
3.3.3 การออกแบบการวัดและการควบคุม.....	41
3.3.3.1 การติดตั้ง D/P Transmitter ของเทคโนโลยี Analog ใน กระบวนการระดับ.....	41
3.3.4 พัฒนาโปรแกรมเพื่อการควบคุมและวินิจฉัยอุปกรณ์.....	42
3.3.4.1 ออกแบบโปรแกรมควบคุมด้วยพีแอลซี.....	42
3.3.4.2 การทำเงื่อนไข Process Alarm ของเทคโนโลยี Analog.....	49
3.3.4.3 การทำเงื่อนไข Wire Break Alarm ของเทคโนโลยี Analog.....	49
3.3.5 ส่วนโปรแกรมเพื่อการแสดงผล.....	51
3.3.5.1 กราฟิกแสดงผล (HMI)	50
3.3.5.2 Network Architecture.....	53
3.3.5.3 โปรแกรม OPC.....	54
3.4 การดำเนินการของกระบวนการระดับเทคโนโลยี HART	55
3.4.1 การติดตั้ง D/P Transmitter ของเทคโนโลยี HART ในกระบวนการ- ระดับ.....	56
3.4.2 Loop Wiring กระบวนการระดับของ HART	60
3.4.3 การออกแบบการวัดและการควบคุม.....	61
3.4.3.1 การติดตั้ง D/P Transmitter แบบสัญญาณ HART.....	61
3.4.4 พัฒนาโปรแกรมเพื่อการควบคุมและวินิจฉัยอุปกรณ์.....	62
3.4.4.1 ออกแบบโปรแกรมควบคุมด้วยพีแอลซี.....	62
3.4.4.2 การทำเงื่อนไข Process Alarm ของเทคโนโลยี HART.....	70
3.4.4.3 การทำเงื่อนไข Wire Break Alarm ของเทคโนโลยี HART.....	70
3.4.5 ส่วนโปรแกรมเพื่อการแสดงผล.....	72
3.4.5.1 กราฟิกแสดงผล (HMI).....	72
3.4.5.2 Network Architecture.....	72
3.4.5.3 โปรแกรม OPC.....	73

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.5 การดำเนินการของกระบวนการระดับเทคโนโลยี FOUNDATION Fieldbus.....	76
3.5.1 แบบ P&I Diagram ของกระบวนการสัญญาณ FOUNDATION Fieldbus.....	77
3.5.2 Loop Wiring กระบวนการระดับของเทคโนโลยี FOUNDATION Fieldbus.....	79
3.5.3 การออกแบบการวัดและการควบคุม.....	80
3.5.3.1 การติดตั้ง D/P Transmitter ของเทคโนโลยี FOUNDATION Fieldbus	80
3.5.4 พัฒนาโปรแกรมเพื่อการควบคุมและวินิจฉัยอุปกรณ์.....	81
3.5.4.1 ออกแบบโปรแกรมควบคุมด้วยพีแอลซี.....	81
3.5.4.2 การทำ Process Alarm ของเทคโนโลยี FOUNDATION Fieldbus.....	87
3.5.5 ส่วนโปรแกรมเพื่อการแสดงผล.....	90
3.5.5.1 กราฟิกแสดงผล (HMI)	90
3.5.5.2 Network Architecture.....	90
3.5.5.3 โปรแกรม OPC.....	91
3.6 HMI กระบวนการ.....	94
3.6.1 การสร้างกราฟิก.....	94
3.6.1.1 ส่วนของการควบคุม.....	95
3.6.1.2 ส่วนของการแจ้งเตือน.....	101
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง.....	104
4.1 วัตถุประสงค์ในการทดลอง.....	104
4.2 พลานต์โมเดลกระบวนการระดับ.....	104
4.3 ขั้นตอนการใช้งานพลานต์โมเดล.....	105
4.4 การควบคุมพลานต์โมเดล.....	109
4.4.1 ผลการทดลองการควบคุมของเทคโนโลยี Analog.....	110
4.4.2 ผลการทดลองการควบคุมของเทคโนโลยี HART.....	115

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.4.3 ผลการทดลองการควบคุมของเทคโนโลยี FOUNDATION Fieldbus.....	119
4.5 การแจ้งเตือนของกระบวนการ.....	123
4.5.1 การแจ้งเตือนค่าของสัญญาณ Analog.....	123
4.5.2 การแจ้งเตือนค่าของสัญญาณ HART.....	125
4.5.3 การแจ้งเตือนค่าของสัญญาณ FOUNDATION Fieldbus.....	126
4.5.4 สรุปผลการดำเนินการทางวิศวกรรม ทั้ง 3 เทคโนโลยี.....	128
บทที่ 5 บทสรุปการทดลองและข้อเสนอแนะ.....	130
5.1 สรุปการทดลอง.....	130
5.2 ข้อเสนอแนะ.....	131
เอกสารอ้างอิง	
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก. คู่มือการใช้งานอุปกรณ์ในโรงงาน	
ภาคผนวก ข. โปรแกรมที่ใช้ในโรงงาน	
ภาคผนวก ค. มาตรฐาน NAMUR NE43	
ภาคผนวก ง. การใช้งานโปรแกรม HMI	

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ตารางการเตรียมโฮสต์.....	32
3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในกระบวนการระดับเทคโนโลยี Analog.....	39
3.2 ตารางการตั้งค่าย่านการวัดโมดูล Analog.....	41
3.3 แสดงตัวแปรที่ใช้ในการ Mapping Address ระหว่างโปรแกรม SIMATIC และ Wonderware InTouch ของเทคโนโลยี Analog.....	50
3.4 อุปกรณ์ที่ใช้ในกระบวนการระดับเทคโนโลยี HART.....	57
3.5 การตั้งค่าย่านการวัดโมดูล HART.....	57
3.6 Default IP Addresses.....	58
3.7 ระบบปฏิบัติการที่รองรับ.....	59
3.8 แสดงตัวแปรที่ใช้ในการ Mapping Address ระหว่างโปรแกรม SIMATIC และ Wonderware InTouch ของเทคโนโลยี HART.....	71
3.9 Modbus function codes.....	73
3.10 Mapping Tag ระหว่าง Wireless Gateway และ Modbus protocol.....	74
3.11 อุปกรณ์ที่ใช้ในกระบวนการระดับเทคโนโลยี FOUNDATION Fieldbus.....	78
3.12 แสดงตัวแปรที่ใช้ในการ Mapping Address ระหว่างโปรแกรม SIMATIC และ Wonderware InTouch ของเทคโนโลยี FOUNDATION Fieldbus.....	88
3.12 แสดงตัวแปรที่ใช้ในการ Mapping Address ระหว่างโปรแกรม SIMATIC และ Wonderware InTouch ของเทคโนโลยี FOUNDATION Fieldbus(ต่อ).....	89
3.13 Mapping Address ระหว่างโปรแกรม SIMATIC และ Wonderware InTouch.....	99
3.13 Mapping Address ระหว่างโปรแกรม SIMATIC และ Wonderware InTouch(ต่อ)	100
3.13 Mapping Address ระหว่างโปรแกรม SIMATIC และ Wonderware InTouch(ต่อ).....	101
4.1 การหาค่า Gain T_i และ T_d ของกระบวนการ.....	110
4.2 ผลการทดลอง Analog โดยมีค่า $MV = 28\%$	111
4.3 ผลการทดลอง Analog โดยมีค่า Gain = 1.20 และค่า $T_i = 50$	114
4.4 ผลการทดลอง HART โดยมีค่า $MV = 25\%$	116
4.5 ผลการทดลอง HART โดยมีค่า Gain = 2.60 และค่า $T_i = 100$	118

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.6 ผลการทดลอง FOUNDATION Fieldbus โดยมีค่า $MV = 25\%$	120
4.7 ผลการทดลอง FOUNDATION Fieldbus โดยมีค่า $Gain = 0.70$ และค่า $Ti = 150$	123
4.8 ความแตกต่างในการดำเนินการทางวิศวกรรม ทั้ง 3 เทคโนโลยี.....	129



สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
2.1 แผนภาพการควบคุม.....	4
2.2 ระบบควบคุมแบบเปิด.....	4
2.3 ระบบควบคุมระดับน้ำในถัง.....	5
2.4 องค์ประกอบการควบคุมแบบปิดหรือแบบป้อนกลับ.....	5
2.5 ระบบควบคุมแบบปิดหรือแบบป้อนกลับ.....	6
2.6 ไดอะแกรมการควบคุมระดับของเทคโนโลยี Analog.....	8
2.7 ไดอะแกรมการควบคุมระดับของเทคโนโลยี HART.....	9
2.8 ไดอะแกรมการควบคุมระดับของเทคโนโลยี FOUNDATION Fieldbus.....	10
2.9 หน้าจอโปรแกรม SIMATIC.....	12
2.10 ความละเอียดของบิต Analog.....	13
2.11 วิธีตั้งค่าที่ฮาร์ดแวร์โมดูล Analog อินพุท.....	14
2.12 Bipolar Input Range.....	14
2.13 Unipolar Input Range.....	15
2.14 Current Measuring Range.....	15
2.15 การต่อสายจากเครื่องมือวัดร่วมกับโมดูล Analog อินพุท.....	16
2.16 การตั้งค่านานการวัดของโมดูล.....	17
2.17 การต่อสายจากโมดูล Analog เอาท์พุทให้ส่งงานอุปกรณ์ควบคุมสุดท้ายด้วยกระแสไฟฟ้า.....	18
2.18 ช่วงของสัญญาณเอาท์พุท.....	18
2.19 บล็อกคำสั่ง MOVE.....	19
2.20 บล็อกคำสั่ง Scaling Value.....	19
2.21 บล็อกคำสั่ง Unscaling Values.....	20
2.22 บล็อกคำสั่ง Continuous Control.....	21
2.23 บล็อกคำสั่ง $CMP == I$	22
2.24 บล็อกคำสั่ง $CMP >R$	22
2.25 บล็อกคำสั่ง RDSYSST.....	23

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า	
2.26	บล็อกคำสั่ง S_ODT.....	23
2.27	บล็อกคำสั่ง ADD_I.....	24
2.28	บล็อกคำสั่ง SUB_DI.....	24
2.29	บล็อกคำสั่ง MUL_DI.....	24
2.30	บล็อกคำสั่ง DIV_DI.....	25
2.31	บล็อกคำสั่ง S_CU.....	25
2.32	โปรแกรม Wonderware InTouch.....	26
2.33	หน้าจอ HMI.....	27
2.34	Network Architecture Fieldbus.....	28
2.35	หลักการ Configuration ของเทคโนโลยี Analog.....	29
2.36	หลักการ Configuration ของเทคโนโลยี HART.....	30
2.37	หลักการ Configuration ของเทคโนโลยี FOUNDATION Fieldbus.....	31
2.38	การทำงานของ LinkMaster.....	33
2.39	โปรแกรม KEPServer.....	34
2.40	Driver ในการทำ Communication.....	34
2.41	RSHSE OLE Server.....	35
2.42	DAServers.....	35
3.1	แบบ P&I Diagram ของกระบวนการ.....	37
3.2	แบบ P&I Diagram กระบวนการระดับของเทคโนโลยี Analog.....	38
3.3	แบบ Loop Wiring กระบวนการระดับของเทคโนโลยี Analog.....	40
3.4	การสอบเทียบเครื่องมือวัดความดันแตกต่าง แบบ Analog.....	41
3.5	Flow Chart การทำงานโปรแกรมควบคุมกระบวนการเทคโนโลยี Analog ส่วนที่ 1.....	43
3.6	Flow Chart การทำงานโปรแกรมควบคุมกระบวนการเทคโนโลยี Analog ส่วนที่ 2.....	44
3.7	โครงสร้างโปรแกรมการควบคุมกระบวนการเทคโนโลยี Analog.....	46
3.8	โครงสร้างโปรแกรมการควบคุมกระบวนการเทคโนโลยี Analog ส่วนที่ 1.....	47
3.9	โครงสร้างโปรแกรมการควบคุมกระบวนการเทคโนโลยี Analog ส่วนที่ 2.....	47

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.10 บล็อกคำสั่ง CMR >R.....	49
3.11 บล็อกคำสั่ง CMR =I.....	49
3.12 Flow Chart การใช้งาน HMI กระบวนการระดับ.....	52
3.13 Network Architecture ของกระบวนการระดับเทคโนโลยี Analog.....	53
3.14 Wonderware SIDirect DAServer.....	54
3.15 การเชื่อมต่อกันผ่าน IP Address ของพีแอลซี SIEMENS S7-300.....	55
3.16 หน้าต่างแสดงค่าของ Address ของพีแอลซี SIEMENS S7-300.....	55
3.17 แบบ P&I Diagram กระบวนการระดับของเทคโนโลยี HART.....	56
3.18 Standard Terminal Block.....	58
3.19 Wiring Diagram แบบ 2-Wire.....	59
3.20 แบบ Loop Wiring กระบวนการระดับของ HART.....	60
3.21 การสอบเทียบ D/P Transmitter ของเทคโนโลยี HART.....	61
3.22 Flow Chart การทำงานโปรแกรมควบคุมกระบวนการเทคโนโลยี HART ส่วนที่ 1.....	63
3.23 Flow Chart การทำงานโปรแกรมควบคุมกระบวนการเทคโนโลยี HART ส่วนที่ 2.....	64
3.24 Flow Chart การทำงานโปรแกรมควบคุมกระบวนการเทคโนโลยี HART ส่วนที่ 3.....	65
3.25 โครงสร้างโปรแกรมการควบคุมกระบวนการเทคโนโลยี HART.....	67
3.26 โครงสร้างโปรแกรมการควบคุมกระบวนการเทคโนโลยี HART ส่วนที่ 1.....	68
3.27 โครงสร้างโปรแกรมการควบคุมกระบวนการเทคโนโลยี HART ส่วนที่ 2.....	68
3.28 เงื่อนไข Process Alarm ของเทคโนโลยี HART.....	70
3.29 เงื่อนไข Wire Break Alarm ของเทคโนโลยี HART.....	70
3.30 Network Architecture ของกระบวนการระดับเทคโนโลยี HART.....	72
3.31 Protocol ที่สามารถใช้งานร่วมกับ Smart Wireless Gateway.....	73
3.32 Protocol Modbus TCP ในการ Mapping Parameter ที่ต้องการ.....	74
3.33 Wonderware MBTCP DAServer.....	75
3.34 การเชื่อมต่อกันผ่าน IP Address ของ Smart Wireless Gateway.....	75
3.35 หน้าต่างแสดงค่าของ Address ของ Smart Wireless Gateway.....	76
3.36 แบบ P&I Diagram กระบวนการระดับของเทคโนโลยี FOUNDATION Fieldbus.....	77

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.37 แบบ Loop Wiring กระบวนการระดับของเทคโนโลยี FOUNDATION Fieldbus.....	79
3.38 การสอบเทียบ D/P Transmitter ของเทคโนโลยี FOUNDATION Fieldbus.....	80
3.39 Flow Chart การทำงานโปรแกรมควบคุมกระบวนการเทคโนโลยี FOUNDATION Fieldbus ส่วนที่ 1.....	82
3.40 Flow Chart การทำงานโปรแกรมควบคุมกระบวนการเทคโนโลยี FOUNDATION Fieldbus ส่วนที่ 2.....	83
3.41 โครงสร้างโปรแกรมการควบคุมกระบวนการเทคโนโลยี FOUNDATION Fieldbus.....	85
3.42 โครงสร้างโปรแกรมการควบคุมกระบวนการเทคโนโลยี FOUNDATION Fieldbus ส่วนที่ 1.....	86
3.43 โครงสร้างโปรแกรมการควบคุมกระบวนการเทคโนโลยี FOUNDATION Fieldbus ส่วนที่ 2.....	86
3.44 การเชื่อมต่อระหว่างโปรแกรม SIMATIC กับ โปรแกรม RS-Fieldbus.....	87
3.45 Network Architecture ของกระบวนการระดับเทคโนโลยี FOUNDATION Fieldbus.....	90
3.46 แผนภาพการเชื่อมต่อ.....	91
3.47 การเชื่อมต่อ KEPserver.....	91
3.48 การใช้งาน LinkMaster.....	92
3.49 Tag Name ที่ใช้ในการเชื่อมต่อ.....	92
3.50 การใช้งาน LinkMaster ในส่วนของอินพุท.....	93
3.51 การใช้งาน LinkMaster ในส่วนของเอาต์พุท.....	93
3.52 RSHSE OLE Server.....	93
3.53 หน้าต่าง Log In.....	95
3.54 หน้าต่างหลักของกระบวนการระดับ.....	96
3.55 หน้าต่างที่ใช้ในการควบคุมกระบวนการระดับ.....	96
3.56 หน้าต่างแสดงค่า MV ของกระบวนการ.....	97
3.57 หน้าต่างแสดงค่าระดับและค่า MV ทั้ง 3 เทคโนโลยี.....	97
3.58 หน้าต่างแสดงกราฟของกระบวนการระดับ.....	98
3.59 หน้าต่างแสดงการแจ้งเตือนของกระบวนการระดับเทคโนโลยี Analog.....	102

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.60 หน้าต่างแสดงการแจ้งเตือนของกระบวนการระดับเทคโนโลยี HART.....	103
3.61 หน้าต่างแสดงการแจ้งเตือนของกระบวนการระดับเทคโนโลยี FOUNDATION Fieldbus..	103
4.1 พลาเน็ตโมเดลกระบวนการระดับ.....	104
4.2 การต่อสาย AI/AO.....	105
4.3 เบรกเกอร์ในตัว JB1.....	106
4.4 วาล์ว Air Supply และ Air Regulator.....	107
4.5 Valve Positioner ของ Dresser.....	107
4.6 Valve Positioner ของ Yamatake.	108
4.7 ตำแหน่งสวิตช์ Pump_ON และ Pump_OFF บนตัว JB1.....	108
4.8 กราฟแสดงตัวแปรที่ใช้ในการ tuning PID ด้วยวิธี Ziegler-Nichols.....	109
4.9 กราฟการ tuning PID ด้วยวิธี Ziegler-Nichols โดยกำหนดค่า MV = 28% ครั้งที่ 1.....	110
4.10 กราฟการ tuning PID ด้วยวิธี Ziegler-Nichols โดยกำหนดค่า MV = 28% ครั้งที่ 2.....	110
4.11 กราฟการ tuning PID ด้วยวิธี Ziegler-Nichols โดยกำหนดค่า MV = 28% ครั้งที่ 3.....	111
4.12 กราฟการใช้ค่า Gain = 1.43 และค่า Ti = 303 ที่ได้จากการ tuning PID ด้วยวิธี Ziegler-Nichols.....	112
4.13 กราฟแสดงผลการทดลองโดยมีค่า Setpoint = 25% โดยมีค่า Gain = 1.20 และค่า Ti = 50.....	113
4.14 กราฟแสดงผลการทดลองโดยมีค่า Setpoint = 50% โดยมีค่า Gain = 1.20 และค่า Ti = 50.....	113
4.15 กราฟแสดงผลการทดลองโดยมีค่า Setpoint = 75% โดยมีค่า Gain = 1.20 และค่า Ti = 50.....	114
4.16 กราฟการ tuning PID ด้วยวิธี Ziegler-Nichols โดยกำหนดค่า MV = 25% ครั้งที่ 1.....	115
4.17 กราฟการ tuning PID ด้วยวิธี Ziegler-Nichols โดยกำหนดค่า MV = 25% ครั้งที่ 2.....	115
4.18 กราฟการ tuning PID ด้วยวิธี Ziegler-Nichols โดยกำหนดค่า MV = 25% ครั้งที่ 3.....	115
4.19 กราฟการใช้ค่า Gain = 2.60 และค่า Ti = 215 ที่ได้จากการ tuning PID ด้วยวิธี Ziegler-Nichols.....	116

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
4.20	กราฟแสดงผลการทดลองโดยมีค่า Setpoint = 25% โดยมีค่า Gain = 2.60 และค่า Ti = 100.....	117
4.21	กราฟแสดงผลการทดลองโดยมีค่า Setpoint = 50% โดยมีค่า Gain = 2.60 และค่า Ti = 100.....	117
4.22	กราฟแสดงผลการทดลองโดยมีค่า Setpoint = 75% โดยมีค่า Gain = 2.60 และค่า Ti = 100.....	118
4.23	กราฟการ tuning PID ด้วยวิธี Ziegler-Nichols โดยกำหนดค่า MV = 25% ครั้งที่ 1.....	119
4.24	กราฟการ tuning PID ด้วยวิธี Ziegler-Nichols โดยกำหนดค่า MV = 25% ครั้งที่ 2.....	119
4.25	กราฟการ tuning PID ด้วยวิธี Ziegler-Nichols โดยกำหนดค่า MV = 25% ครั้งที่ 3.....	120
4.26	กราฟการใช้ค่า Gain = 0.70 และค่า Ti = 150 ที่ได้จากการ tuning PID ด้วยวิธี Ziegler-Nichols.....	121
4.27	กราฟแสดงผลการทดลองโดยมีค่า Setpoint = 25% โดยมีค่า Gain = 0.70 และค่า Ti = 150.....	121
4.28	กราฟแสดงผลการทดลองโดยมีค่า Setpoint = 50% โดยมีค่า Gain = 0.70 และค่า Ti = 150.....	122
4.29	กราฟแสดงผลการทดลองโดยมีค่า Setpoint = 75% โดยมีค่า Gain = 0.70 และค่า Ti = 150.	122
4.30	วิธีการจำลอง Device Hi Alarm.....	123
4.31	หน้าจอแสดงการแจ้งเตือน High ของสถานะ Failure.....	124
4.32	วิธีการจำลองการ Wire Break.....	124
4.33	หน้าจอแสดงการแจ้งเตือน Wire Break ของสถานะ Failure.....	125
4.34	หน้าจอแสดงการแจ้งเตือนบนซอฟต์แวร์ของ Smart Wireless Gateway.....	125
4.35	หน้าจอแสดงการแจ้งเตือนของเทคโนโลยี HART.....	126
4.36	หน้าจอแสดงการแจ้งเตือน LIT101 ของสัญญาณ FOUNDATION Fieldbus.....	126
4.37	หน้าจอแสดงการแจ้งเตือน LCV101 ของสัญญาณ FOUNDATION Fieldbus.....	127
4.38	หน้าจอแสดงการแจ้งเตือน FIT101 ของสัญญาณ FOUNDATION Fieldbus.....	127
4.39	หน้าจอแสดงการแจ้งเตือนบน HMI ของสัญญาณ FOUNDATION Fieldbus.....	128

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาของปฏิญญานิพนธ์

ในอุตสาหกรรมการผลิตมีความจำเป็นต้องใช้เครื่องมือวัดและควบคุม ซึ่งโดยทั่วไปเป้าหมายของการควบคุมกระบวนการทางอุตสาหกรรมต่าง ๆ ก็คือการรักษาปริมาณทางฟิสิกส์ ได้แก่ อุณหภูมิ (Temperature) ระดับของเหลว (Level) ความดัน (Pressure) ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) และอื่น ๆ ให้มีค่าใกล้เคียงกับค่าเป้าหมาย (Set point: SP) ซึ่งเป็นค่าที่ต้องการมากที่สุด แม้ว่าสถานะการทำงานหรือสภาพแวดล้อมอาจเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาก็ตาม และด้วยความเจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยี จึงมีการพัฒนาระบบการวัดและควบคุมในอุตสาหกรรมให้สามารถทำงานได้แบบอัตโนมัติ จากเดิมที่ใช้แบบ Analog หรือ 4-20 mA แล้วเปลี่ยนมาเป็นแบบ HART และสุดท้ายก็มีการพัฒนาต่อมาเป็นแบบดิจิทัล คือ FOUNDATION Fieldbus ในปี พ.ศ. 2555 ทนง มุมแดงและคณะ [1] ได้นำเสนอการออกแบบ และสร้างพลาตฟอร์มเดสก์ท็อปสำหรับการควบคุมระดับน้ำที่ใช้เทคโนโลยี Analog, HART และ FOUNDATION Fieldbus ดังแสดงในรูปที่ 4.1 แต่ระบบที่นำเสนอนี้มีเฉพาะส่วนทางด้านฮาร์ดแวร์ ดังนั้นในปฏิญญานิพนธ์นี้จึงนำเสนอระบบการวัดและควบคุมแบบ Analog HART และ FOUNDATION Fieldbus ว่าแตกต่างกันอย่างไร ในด้านของการดำเนินการทางวิศวกรรม การติดตั้งและการกำหนดค่าอุปกรณ์ในกระบวนการเพื่อการวัด โดยศึกษาจากระบบการวัดและควบคุมจากกระบวนการควบคุมระดับ 3 เทคโนโลยี ได้แก่ Analog HART และ FOUNDATION Fieldbus และแสดงผลผ่าน HMI (Human Machine Interface) ซึ่งได้จัดทำเพื่อเป็นกรณีศึกษาสำหรับโรงงานอุตสาหกรรมขนาดกลาง ทำให้ทราบถึงความแตกต่างหรือความคล้ายคลึงกันของการควบคุมกระบวนการระดับด้วยระบบการวัดและควบคุมของ 3 เทคโนโลยี เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาหรือประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของปฏิญญานิพนธ์

1. เพื่อศึกษาเทคนิคเชิงวิศวกรรมของการควบคุมกระบวนการระดับ 3 เทคโนโลยี
2. เพื่อเป็นการศึกษาความแตกต่างหรือความคล้ายคลึงของการควบคุมกระบวนการระดับทั้ง Analog HART และ FOUNDATION Fieldbus
3. เพื่อศึกษาและประยุกต์ใช้การควบคุมกระบวนการระดับการโดยใช้พีแอลซี SIEMENS S7-300
4. พัฒนา HMI กระบวนการระดับด้วยโปรแกรม Wonderware InTouch
5. ศึกษาวิธีการและออกแบบการแจ้งเตือนของทั้ง 3 เทคโนโลยี ให้แก่กระบวนการระดับ

1.3 ขอบเขตของปริญญาโท

1. ดัดแปลงการเดินสาย (Wiring) ของกระบวนการระดับทั้ง 3 เทคโนโลยีจาก [1] เพื่อให้ระบบทำงานได้สมบูรณ์ขึ้น
2. ออกแบบการควบคุมกระบวนการระดับแบบอัตโนมัติที่สามารถควบคุมกระบวนการ 3 เทคโนโลยี ได้แก่ Analog HART และ FOUNDATION Fieldbus และแสดงผลผ่าน HMI
3. ประยุกต์ใช้พีแอลซี SIEMENS S7-300 เพื่อใช้ในการควบคุมกระบวนการระดับ
4. ประยุกต์ใช้งาน โปรแกรม Wonderware InTouch เพื่อพัฒนาในส่วน HMI เพื่อสั่งการทำงานพีแอลซี SIEMENS S7-300 ในการควบคุมและแสดงผลของกระบวนการระดับ
5. ออกแบบการแจ้งเตือนของกระบวนการระดับ (Process Alarm) ของเทคโนโลยีทั้ง 3 ได้แก่ Analog HART และ FOUNDATION Fieldbus

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. ดัดแปลงการเดินสายของกระบวนการควบคุมระดับ ทั้ง 3 เทคโนโลยี
2. ตรวจสอบและทดสอบอุปกรณ์ และเครื่องมือวัดในกระบวนการจริง
3. ดัดแปลง Loop Wiring ระหว่างกระบวนการกับ Analog Module
4. ออกแบบ Analog Segment ของกระบวนการที่ใช้อุปกรณ์ Analog
5. ออกแบบ HART Segment ของกระบวนการที่ใช้อุปกรณ์ HART
6. ออกแบบ Fieldbus Segment ของกระบวนการที่ใช้อุปกรณ์ FOUNDATION Fieldbus
7. ออกแบบ Network Architecture
8. ออกแบบโปรแกรมเพื่อการควบคุมและแสดงผล
9. ทดสอบการควบคุมระดับโดยใช้โปรแกรมและส่วน HMI ที่ได้พัฒนาขึ้น

1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. ก่อนดัดแปลงไม่สามารถทำการควบคุมระดับและแจ้งเตือนได้ทั้ง 3 เทคโนโลยี ดัดแปลงโดยการ wiring สายไฟใหม่และใส่ Smart Wireless THUMP Adapter ให้กับอุปกรณ์ HART หลังดัดแปลงสามารถทำการควบคุมและแสดงการแจ้งเตือนได้
2. สามารถสั่งงาน ควบคุม และแสดงผลของระดับทั้ง 3 เทคโนโลยี
3. สามารถแสดงการแจ้งเตือนของกระบวนการได้ทั้ง 3 เทคโนโลยี

บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการ

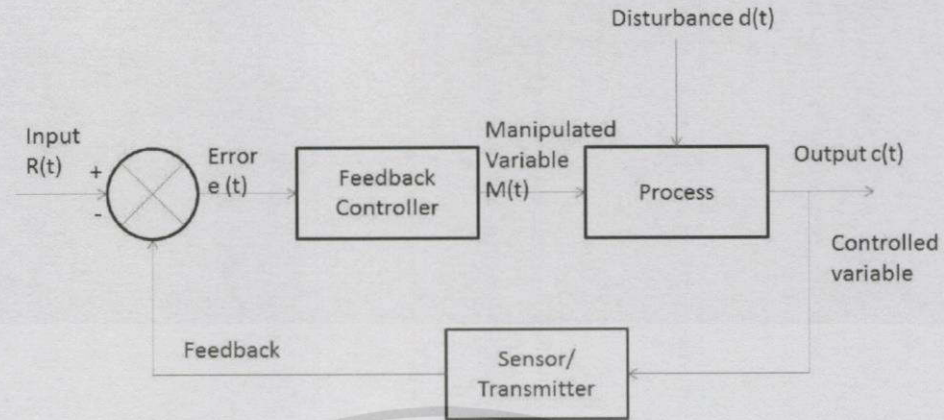
2.1 กล่าวนำ

ในบทนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีและหลักการทำงานของกระบวนการวัดและควบคุมระดับของของเหลว โดยเนื้อหาจะเน้นไปที่การใช้งานพีแอลซี (SIEMENS S7-300) การใช้งานโปรแกรม Wonderware InTouch และโปรแกรมที่เป็นตัวกลางในการสื่อสารข้อมูล (OPC) รวมถึงหลักการทำงานของอุปกรณ์การวัดและควบคุมในแต่ละกระบวนการ (Analog, HART และ FOUNDATION Fieldbus) โดยจะนำเสนอข้อมูลดังต่อไปนี้

- การวัดและการควบคุมกระบวนการในอุตสาหกรรม
- การควบคุมระดับของกระบวนการระดับ
- พีแอลซี (SIEMENS S7-300)
- โปรแกรม Wonderware InTouch
- อุปกรณ์เชื่อมโยง (Rockwell 1757-FFLD)
- โปรแกรมที่เป็นตัวกลางในการสื่อสารข้อมูล (OPC)

2.2 การวัดและการควบคุมกระบวนการในอุตสาหกรรม

ในอุตสาหกรรมกระบวนการผลิตแต่ละชนิดจะต้องมีการจัดเตรียมระบบเครื่องมือวัดและควบคุม (Instrument and Control System) เพื่อทำการแสดงค่าและควบคุมตัวแปรทางกระบวนการต่าง ๆ ให้อยู่ในค่าที่ต้องการและเพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีคุณสมบัติตามที่กำหนด และในการควบคุมอัตราการไหลของเหลวให้อยู่ในค่าที่ต้องการ, การควบคุมทิศทางการไหลให้ไหลไปในทิศทางที่กำหนด, การควบคุมระดับของเหลวตามถังหรือหอแยกต่าง ๆ, การควบคุมอุณหภูมิของเหลวให้อยู่ในค่าที่กำหนด และการควบคุมความดันของของเหลว เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ในการควบคุมตัวแปรต่าง ๆ เหล่านี้ในกระบวนการผลิต จึงต้องมีการจัดเตรียมระบบควบคุม (Control System) ขึ้นเพื่อทำหน้าที่ดังกล่าว โดยระบบควบคุมจะประกอบไปด้วยฟังก์ชันควบคุม (Control Function) หลายฟังก์ชัน อุปกรณ์พื้นฐานที่สำคัญของฟังก์ชันควบคุมจะมีอยู่ 3 ส่วนดังนี้ เครื่องมือวัด (Sensing Element or Instrument), ตัวควบคุม (Controller) และอุปกรณ์ควบคุมสุดท้าย (Final Control Element) สามารถแสดงแผนภาพการควบคุมได้ดังรูปที่ 2.1



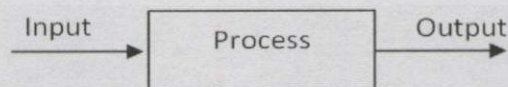
รูปที่ 2.1 แผนภาพการควบคุม [1]

2.2.1 ระบบควบคุมอัตโนมัติ

ตัวควบคุมในการควบคุมตัวแปรต่าง ๆ ในกระบวนการที่มีการใช้ระบบควบคุมพื้นฐานนั้น จะมีการทำงานเป็นแบบอัตโนมัติ โดยการรับสัญญาณอินพุต จากเครื่องมือวัดเพื่อมาทำการเปรียบเทียบ ค่าตัวแปรกระบวนการ (Process Value) กับค่าตัวแปรที่กำหนด (Set point) และทำการประมวลผลหา ค่าที่เบี่ยงเบนออกไป จากนั้นจะส่งสัญญาณเอาต์พุตไปยังอุปกรณ์ควบคุมสุดท้ายเพื่อทำการปรับเปลี่ยน ตัวแปรกระบวนการ เพื่อให้ค่าตัวแปรที่เบี่ยงเบนออกไปจากค่าที่กำหนดมีค่าเป็นศูนย์หรือต่ำที่สุด ระบบควบคุมอัตโนมัติสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ ดังนี้

- ระบบควบคุมแบบเปิด (Open Loop Control)

ระบบควบคุมแบบเปิด (Open Loop Control) คือ ระบบควบคุมที่มีการควบคุมใน ลักษณะที่ส่งงานไปยังเครื่องควบคุมอย่างเดียว ไม่มีการอ่านค่าผลลัพธ์ของระบบป้อนกลับเป็นระบบที่ง่าย ที่สุดและมีอุปกรณ์ภายในที่ไม่ยุ่งยากค่าเอาต์พุตที่ได้จะไม่ส่งผลต่อการควบคุมกระบวนการของระบบ คือ จะไม่มีการนำค่าเอาต์พุตที่ได้กลับมาเปรียบเทียบกับค่าอินพุตที่ป้อนให้กับระบบ

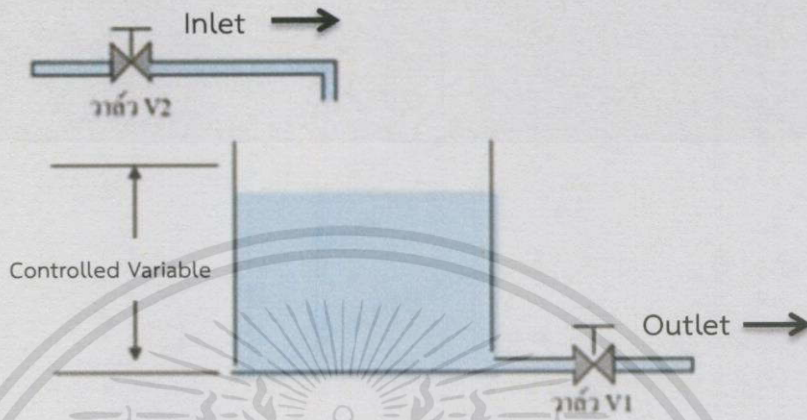


รูปที่ 2.2 ระบบควบคุมแบบเปิด [2]

ตัวอย่างของระบบควบคุมแบบเปิด (Open Loop Control) ที่พบเห็นได้บ่อยเช่น การควบคุมระดับของน้ำภายในถังโดยการเปิดและปิดวาล์วให้น้ำเข้าถังน้ำ และเมื่อมีการใช้น้ำในถังก็จะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

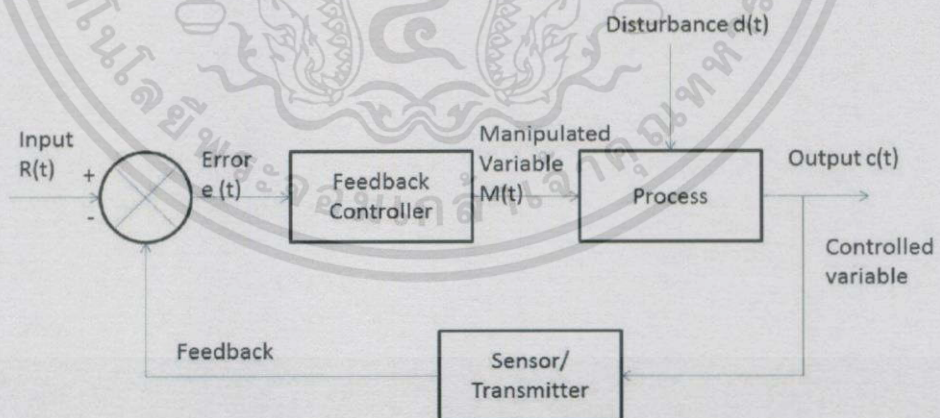
เปิดและปิดวาล์วให้น้ำเข้าถึงน้ำอีกมาก โดยที่ไม่มีการตรวจสอบและตรวจวัดค่าใด ๆ เพื่อรักษาระดับน้ำไว้ในระดับที่ต้องการดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 ระบบควบคุมระดับน้ำในถัง [2]

- ระบบควบคุมแบบปิดหรือแบบป้อนกลับ (Feedback Control)

ระบบควบคุมแบบปิดหรือแบบป้อนกลับ (Feedback Control) คือ ระบบควบคุมที่มีการควบคุมในลักษณะที่มีการสั่งงานไปยังเครื่องควบคุม แล้วมีการอ่านค่าผลลัพธ์ของระบบแล้วป้อนกลับมา เพื่อเปรียบเทียบและสั่งงานควบคุมไปใหม่เพื่อให้ผลลัพธ์ของระบบเป็นตามเป้าหมายที่ต้องการ



รูปที่ 2.4 องค์ประกอบการควบคุมแบบปิดหรือแบบป้อนกลับ [2]

จากรูปที่ 2.4 เราสามารถแยกแยะองค์ประกอบของระบบควบคุมอัตโนมัติ ตามระบบเครื่องมือวัดคุมทางอุตสาหกรรมได้ 5 องค์ประกอบคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ตัวควบคุม (Controller) หมายถึง เครื่องมือหรืออุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างสัญญาณที่ต้องการควบคุม ให้ได้ผลตอบสนองตามต้องการ เช่น ตัวควบคุม อาจเป็นแบบเปิด-ปิดหรือ PID

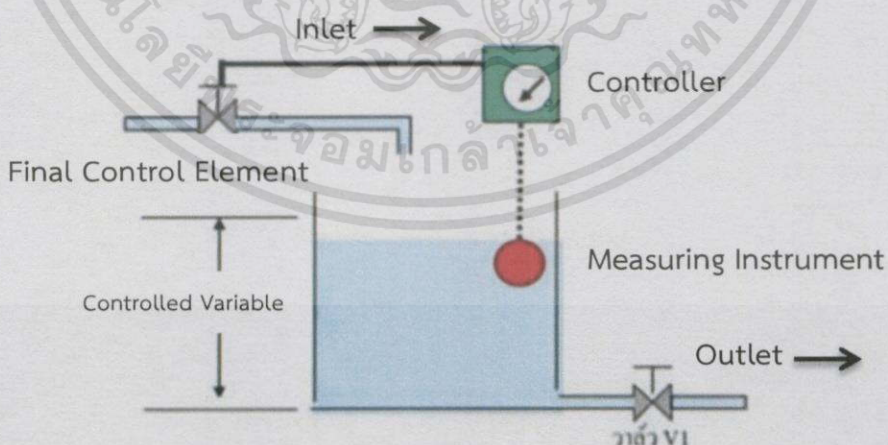
2. สัญญาณมาตรฐาน (Standard Signal) เมื่อต้องการเชื่อมอุปกรณ์ในระบบควบคุมอัตโนมัติ ให้ทำงานได้ตามความต้องการนั้น จำเป็นต้องมีมาตรฐานรองรับ ซึ่งวิวัฒนาการตั้งแต่เริ่มมีระบบควบคุมอัตโนมัติมานั้น ก็มีการเปลี่ยนแปลงระบบของตัวอุปกรณ์เครื่องมือวัดมาตั้งแต่ยุคลม, ไฟฟ้า และปัจจุบันมีการใช้สัญญาณดิจิทัล

3. อุปกรณ์ควบคุมสุดท้าย (Final Control Element) เป็นอุปกรณ์ที่จะต้องทำหน้าที่ ปรับสถานะของกระบวนการด้วยการเปลี่ยนแปลงตามค่าสัญญาณควบคุม (Manipulated Variable) ของกฎการควบคุม อุปกรณ์พวกนี้ ได้แก่ Control Valve (Control Valve), Inverter, Actuator ต่าง ๆ เป็นต้น

4. กระบวนการ (Process) หมายถึง กระบวนการทางฟิสิกส์ที่เราต้องการควบคุมให้มีสถานะตามต้องการขณะที่สถานะการทำงาน หรือสภาพแวดล้อมอาจเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา กระบวนการได้แก่ อุณหภูมิ, ความดัน, อัตราการไหล, ระดับความเป็นกรดต่าง (pH) และกระบวนการในถังทำปฏิกิริยา เป็นต้น

5. อุปกรณ์ตรวจวัด (Sensor & Transmitter) หมายถึง อุปกรณ์ได้แก่ sensor, transducer หรืออุปกรณ์แปลงสัญญาณ (Converter) หรือวัดสัญญาณอื่น ๆ ที่มีเอาต์พุตตามสัญญาณมาตรฐาน (Standard Signal)

ตัวอย่าง ของระบบควบคุมแบบปิดหรือแบบป้อนกลับ (Feedback Control) เช่น เครื่องปรับอากาศและตู้เย็นจะมีการตรวจสอบอุณหภูมิของห้องและในตู้เย็น เพื่อที่ระบบปรับอากาศและตู้เย็นควรจะทำงานหรือไม่ หรือการควบคุมระดับของน้ำภายในถังแบบอัตโนมัติ



รูปที่ 2.5 ระบบควบคุมแบบปิดหรือแบบป้อนกลับ [1]

จากรูปที่ 2.5 ระบบการควบคุมระดับน้ำในถังน้ำวัดอุณหภูมิในการควบคุมอุณหภูมิ คือ น้ำไหลเข้าถังในปริมาณที่มีระดับของน้ำในถังตามที่ต้องการ โดยมีกระบวนการ, ขั้นตอน, หลักที่ใช้ในการควบคุม

กระบวนการ (Process) โดยตัวควบคุมคือ ตัวควบคุมจะตรวจที่ถึงว่าน้ำมีระดับสูงถึงที่ต้องการหรือไม่ ถ้าไม่ จะทำการเปิดวาล์ว V2 และหากระดับน้ำมีระดับสูงกว่าที่ต้องการ ตัวควบคุมจะเปิดวาล์ว V1 เพื่อให้ น้ำไหลออกจากถังระดับน้ำในถังก็จะลดระดับลงมาตามที่ต้องการค่าที่ได้รับจริง เอาท์พุท คือ ระดับน้ำในถัง มีระดับตามที่ต้องการ

หน้าที่ของตัวควบคุมจากการกระทำข้างต้น 3 ขั้นตอนดังนี้

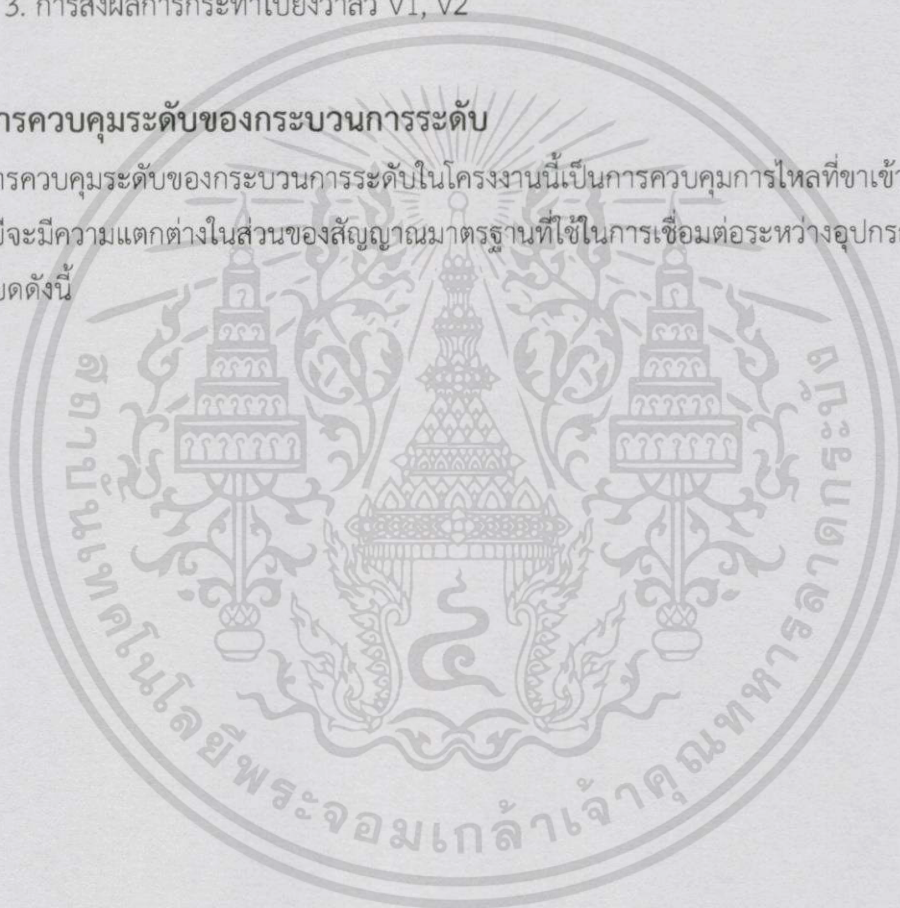
ขั้นตอนที่ 1. การรวบรวมข้อมูลที่ต้องใช้ในการควบคุมจากอุปกรณ์ตรวจวัด (ลูกลอย)

ขั้นตอนที่ 2. ตัวควบคุมตรวจจากข้อมูลในข้อที่ 1

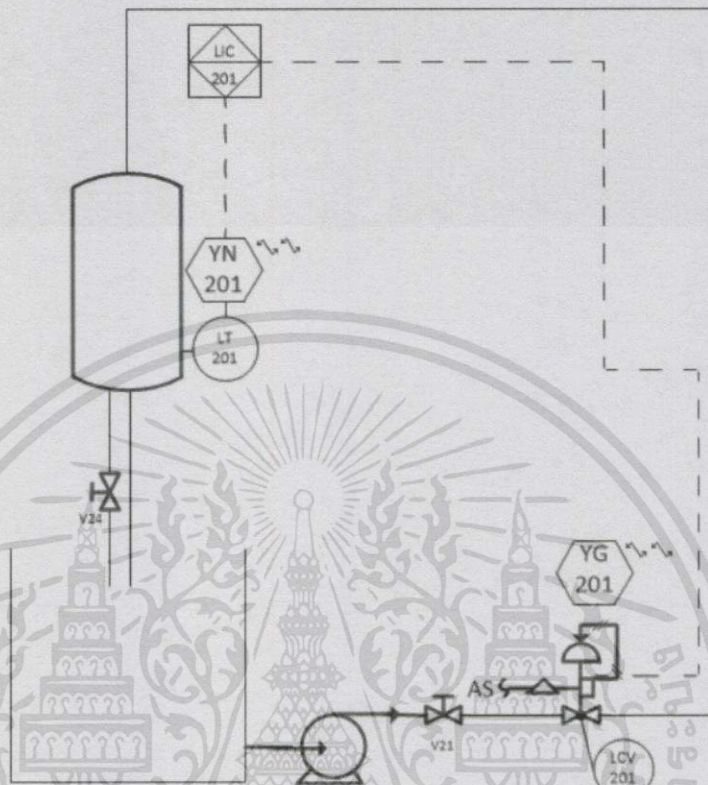
ขั้นตอนที่ 3. การส่งผลการกระทำไปยังวาล์ว V1, V2

2.3 การควบคุมระดับของกระบวนการระดับ

การควบคุมระดับของกระบวนการระดับในโครงการนี้เป็นการควบคุมการไหลที่ขาเข้าโดยทั้ง 3 เทคโนโลยีจะมีความแตกต่างในส่วนของสัญญาณมาตรฐานที่ใช้ในการเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้



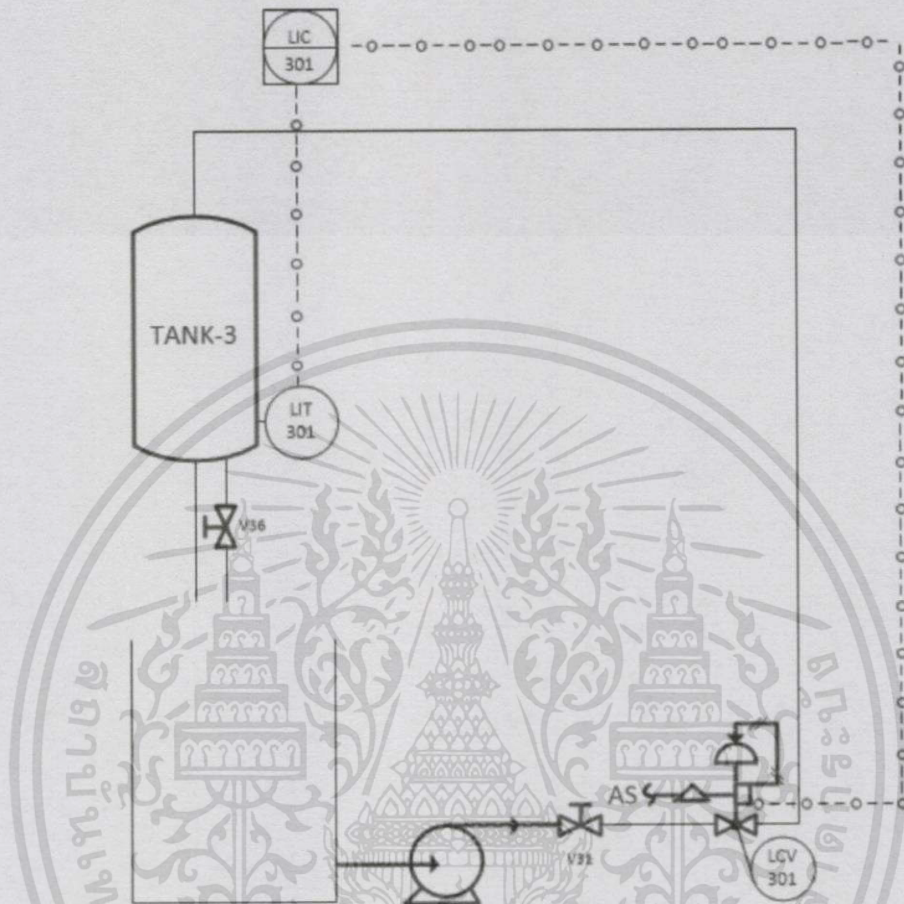
2.3.2 การควบคุมระดับของเทคโนโลยี HART



รูปที่ 2.7 ไดอะแกรมการควบคุมระดับของเทคโนโลยี HART

จากรูปที่ 2.7 ลักษณะการควบคุมกระบวนการคือ เป็นการควบคุมแบบปิดหรือแบบป้อนกลับโดยใช้ PID จากพีแอลซีเป็นตัวควบคุม มีสัญญาณมาตรฐาน ได้แก่ สัญญาณ 4-20 mA อุปกรณ์ควบคุมสุดท้ายได้แก่ Control Valve กระบวนการทางฟิสิกส์ที่ควบคุม ได้แก่ ระดับของของไหล และอุปกรณ์ตรวจวัด ได้แก่ D/P Transmitter โดยมีหลักการในการควบคุมคือ นำค่า PV ที่ได้จากอุปกรณ์วัดระดับมาเปรียบเทียบกับค่า Setpoint ซึ่งเป็นค่าระดับที่ต้องการในการควบคุม และทำการประมวลผลในตัวควบคุมแล้วส่งสัญญาณเอาท์พุทไปควบคุม Control Valve ให้เปิดเพิ่มขึ้น หรือลดลงเพื่อเพิ่มหรือลดระดับให้ค่า PV มีค่าเท่ากับ Setpoint

2.3.3 การควบคุมระดับของเทคโนโลยี FOUNDATION Fieldbus



รูปที่ 2.8 ไดอะแกรมการควบคุมระดับของเทคโนโลยี FOUNDATION Fieldbus

จากรูปที่ 2.8 ลักษณะการควบคุมกระบวนการคือ เป็นการควบคุมแบบปิดหรือแบบป้อนกลับโดยใช้ PID จากพีแอลซีเป็นตัวควบคุม มีสัญญาณมาตรฐาน ได้แก่ สัญญาณดิจิทัล อุปกรณ์ควบคุมสุดท้ายได้แก่ Control Valve กระบวนการทางฟิสิกส์ที่ควบคุม ได้แก่ ระดับของของไหล และอุปกรณ์ตรวจวัด ได้แก่ D/P Transmitter โดยมีหลักการในการควบคุมคือ นำค่า PV ที่ได้จากอุปกรณ์วัดระดับมาเปรียบเทียบกับค่า Setpoint ซึ่งเป็นค่าระดับที่ต้องการในการควบคุม และทำการประมวลผลในตัวควบคุมแล้วส่งสัญญาณเอาท์พุทไปควบคุม Control Valve ให้เปิดเพิ่มขึ้น หรือลดลงเพื่อเพิ่มหรือลดระดับให้ค่า PV มีค่าเท่ากับ Setpoint

2.4 การแจ้งเตือนของกระบวนการระดับ

การแจ้งเตือนของกระบวนการระดับมีความสำคัญต่อการวัด และควบคุมเนื่องจากเป็นตัวแจ้งเตือนอันตรายที่อาจเกิดขึ้นจากการทำงานผิดพลาดของกระบวนการ รวมถึงสามารถวิเคราะห์หาจุดผิดพลาดของกระบวนการได้ โดยในที่นี้แบ่งเป็นสองส่วนคือ

2.4.1 Process Alarm

การทำ Process Alarm มีหลักการคือ การนำค่า PV มาเปรียบเทียบกับค่าระดับของกระบวนการที่กำหนดขึ้น โดยแบ่งออกเป็น High Alarm และ Low Alarm โดยการเปรียบเทียบของการเกิด High Alarm นั้นจะใช้เงื่อนไขคือ หากค่า PV มีค่ามากกว่าค่าระดับของกระบวนการที่กำหนดขึ้น จะเกิดสัญญาณ High Alarm ในส่วนของการเปรียบเทียบของการเกิด Low Alarm นั้นจะใช้เงื่อนไขคือ หากค่า PV มีค่าน้อยกว่าค่าระดับของกระบวนการที่กำหนดขึ้น จะเกิดสัญญาณ Low Alarm

2.4.2 Wire Break Alarm

การทำ Wire Break Alarm มีหลักการคือ การตรวจสอบค่าของสัญญาณจากการ์ด AI ของพีแอลซี โดยหากค่าของสัญญาณจากการ์ด AI ไม่ถูกส่งมา หรือมีค่าเท่ากับ -32768 จะเกิดสัญญาณ Wire Break Alarm

2.5 พีแอลซี (Programmable logic Control)

พีแอลซี (Programmable logic Control) เป็นอุปกรณ์ควบคุมการทำงานของกระบวนการต่าง ๆ โดยภายในมีไมโครโพรเซสเซอร์ (Microprocessor) เป็นสมองสั่งการที่สำคัญ การที่จะสั่งการให้กระบวนการสามารถควบคุมได้อย่างอัตโนมัติ นั้น ต้องผ่านโมดูลของพีแอลซีซึ่งจะมีทั้งส่วนที่เป็นอินพุตและเอาต์พุต โดยให้เครื่องมือวัดหรือเซนเซอร์ของกระบวนการต่อเข้ากับโมดูลที่เป็นอินพุต เครื่องมือวัดจะส่งสัญญาณมาตรฐานให้กับโมดูลอินพุต และสามารถสั่งการให้อุปกรณ์สุดท้ายของกระบวนการทำงานโดยสั่งการผ่านโมดูลเอาต์พุตสั่งการโดยใช้สัญญาณมาตรฐานเช่นกัน ซึ่งแต่ละกระบวนการสามารถสั่งการควบคุมโดยการป้อนคำสั่งเป็นโปรแกรมเข้าไปในพีแอลซี ในปัจจุบันนอกจากพีแอลซีจะใช้งานแบบเดี่ยว (Stand-alone) แล้วยังสามารถต่อใช้งานร่วมกันหลาย ๆ ตัวได้ด้วย (Network) เพื่อควบคุมการทำงานของระบบให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นอีก

พีแอลซีเป็นอุปกรณ์ชนิดโซลิดสเตต (Solid State) ที่ทำงานแบบลอจิก การออกแบบการทำงานของพีแอลซี จะคล้ายกับหลักการทำงานของคอมพิวเตอร์จากหลักการพื้นฐานแล้ว พีแอลซีจะประกอบด้วยอุปกรณ์ที่เรียกว่า Solid-State Digital Logic Elements เพื่อให้ทำงานและตัดสินใจแบบลอจิก ส่วนใหญ่พีแอลซีจะใช้สำหรับควบคุมการทำงานของเครื่องจักรและอุปกรณ์ภายในโรงงาน

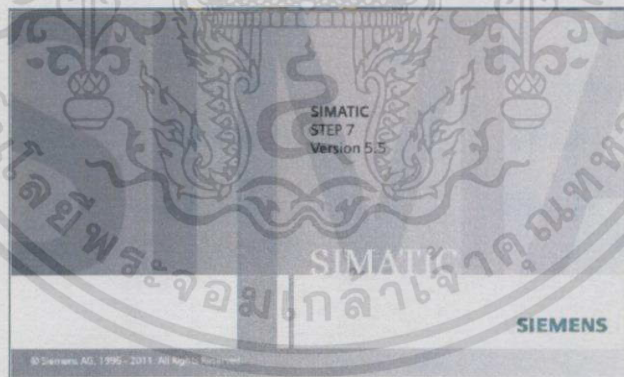
อุตสาหกรรม ในปัจจุบันพีแอลซีนอกจากสามารถสั่งการทำงานแบบลอจิกได้แล้ว ยังสามารถสั่งการทำงานแบบต่อเนื่องได้ด้วยขึ้นอยู่กับโมดูลที่ต่อรวมของพีแอลซี ส่วนประกอบภายในพีแอลซีประกอบด้วยหน่วยความจำชนิด RAM และ ROM ซึ่งมีคุณสมบัติดังนี้

1. RAM (Random Access Memory) หน่วยความจำประเภทนี้จะมีแบตเตอรี่เล็ก ๆ ต่อไว้เพื่อใช้เลี้ยงข้อมูลเมื่อเกิดไฟดับ การอ่านและเขียนโปรแกรมลงใน RAM ทำได้ง่ายมาก จึงเหมาะกับการใช้งานในระยะทดลองเครื่องที่มีการเปลี่ยนแปลงแก้ไขโปรแกรมบ่อย ๆ

2. EPROM (Erasable Programmable Read Only Memory) หน่วยความจำชนิด EPROM นี้จะต้องใช้เครื่องมือพิเศษในการเขียนโปรแกรม การลบโปรแกรมทำได้โดยใช้แสงอัลตราไวโอเลตหรือตากแดดร้อน ๆ นาน ๆ มีข้อดีตรงที่โปรแกรมจะไม่สูญหายแม้ไฟดับ จึงเหมาะกับการใช้งานที่ไม่ต้องเปลี่ยนโปรแกรม

3. EEPROM (Electrical Erasable Programmable Read Only Memory) หน่วยความจำชนิดนี้ไม่ต้องใช้เครื่องมือพิเศษในการเขียนและลบโปรแกรม โดยใช้วิธีการทำงานไฟฟ้าเหมือนกับ RAM นอกจากนั้นก็ไม่จำเป็นต้องมีแบตเตอรี่สำรองไฟเมื่อไฟดับ ราคาจะแพงกว่า แต่จะรวมคุณสมบัติที่ดีของทั้ง RAM และ EPROM เอาไว้ด้วยกัน

ในการป้อนคำสั่งการทำงานให้พีแอลซีสามารถเขียนได้โดยใช้ซอฟต์แวร์เฉพาะบริษัทที่ผลิตเท่านั้น ซอฟต์แวร์นั้นมีชื่อว่า SIMATIC



รูปที่ 2.9 หน้าจอโปรแกรม SIMATIC

จากรูป 2.9 ซอฟต์แวร์สามารถเขียนได้หลายภาษา ซึ่งภาษาที่ใช้ในการโปรแกรมพีแอลซีมีมาตรฐานเดียวกันโดยใช้มาตรฐาน IEC1131-3 มีดังนี้ (PLC, 2551)

1. IL (instruction list)
2. LD (ladder diagrams)
3. FBD (function block diagrams)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. SFC (sequential function chart)
5. ST (structured text)

2.5.1 โมดูล Analog

โมดูล Analog เป็นโมดูลเสริมที่ต่อทำงานร่วมกับพีแอลซี ทำให้พีแอลซีสามารถทำการควบคุมกระบวนการแบบต่อเนื่องได้ โดยทั่วไปแล้ว Analog ของโมดูล Analog นั้นจะอยู่ในรูปแบบไบนารีและมีความละเอียดถึง 16 บิต

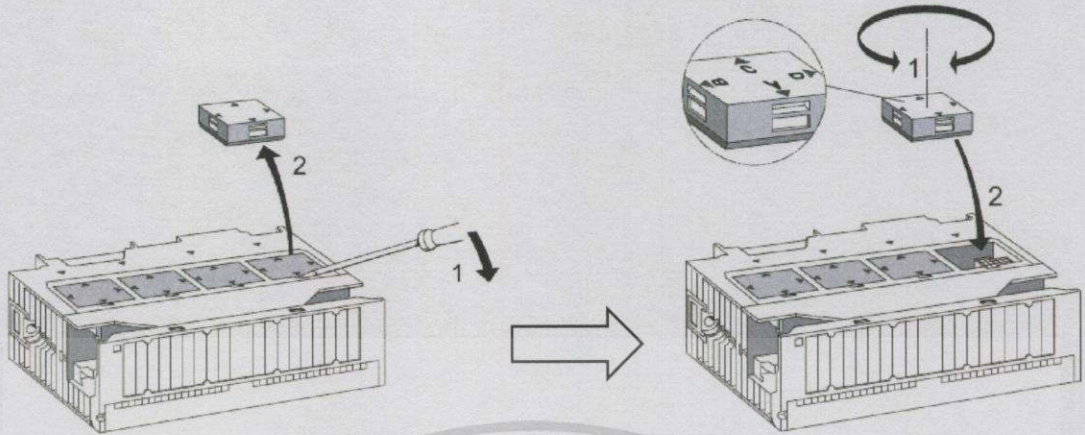
Bit	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
Bit values	2^{15}	2^{14}	2^{13}	2^{12}	2^{11}	2^{10}	2^9	2^8	2^7	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0

รูปที่ 2.10 ความละเอียดของบิต Analog [1]

ส่วนค่ามากที่สุดที่โมดูล Analog จะรับได้นั้นขึ้นอยู่กับบริษัทผู้ผลิตแต่แต่ละค่ายจะออกแบบมาให้ Analog สามารถรับค่าได้ ในการควบคุมกระบวนการนั้นจะต้องมีทั้ง Analog อินพุทและ Analog เอาท์พุท ซึ่งโมดูล Analog อินพุทแปลงค่า Analog จากเครื่องมือวัดหรือเซนเซอร์กระบวนการให้อยู่ในรูปแบบดิจิทัล ส่วนโมดูล Analog เอาท์พุทแปลงค่าดิจิทัลเป็น Analog เพื่อไปสั่งการให้อุปกรณ์สุดท้ายหรือวาล์วทำงาน โดยสัญญาณที่โมดูล Analog อินพุทรับนั้นสามารถเลือกรับได้หลายแบบซึ่งขึ้นอยู่กับผู้ใช้งานตั้งค่าให้กับโมดูล Analog นั้น โดยผู้ใช้งานต้องตั้งทั้งฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ให้ตรงกัน เพราะจะเกิดข้อผิดพลาดให้กับโมดูล Analog สัญญาณที่โมดูล Analog อินพุทสามารถรับได้มีดังนี้

1. Voltage transducers
2. Current transducers
 - As 2-wire transducer
 - As 4-wire transducer
3. ความต้านทาน (Resistors)
4. เทอร์โมคัปเปิล (Thermocouples)

วิธีตั้งค่าที่ฮาร์ดแวร์เพื่อให้โมดูล Analog อินพุทสามารถรับสัญญาณได้ตามที่ผู้ใช้ต้องการสามารถทำได้ตามรูปที่ 2.11



รูปที่ 2.11 วิธีตั้งค่าที่ฮาร์ดแวร์โมดูล Analog อินพุท [1]

1. ใช้ไขควงขันสกรูที่โมดูลช่วงการวัดให้ออกจากสล็อตของโมดูล Analog
2. เลือกย่านสัญญาณที่ต้องการแล้วใส่สกรูที่โมดูลช่วงการวัดลงในสล็อตของโมดูล

Analog โดยให้หัวลูกศรย่านสัญญาณนั้น ๆ ตรงกับหัวลูกศรที่อยู่บนโมดูล Analog

ในโครงการนี้โมดูล Analog อินพุท รับสัญญาณแบบ Current transducers ซึ่งจะใช้งานทั้ง 2-wire transducer และ 4-wire transducer ตามเครื่องมือวัดที่ต่อร่วมกับโมดูล Analog เมื่อสัญญาณที่ส่งมาจากเครื่องมือวัดแล้วเข้าไปในโมดูล Analog อินพุทแล้วค่าสัญญาณ Analog จะถูกแปลงเป็นสัญญาณดิจิตอลเพื่อนำค่านั้นไปใช้ในการเขียนโปรแกรมการควบคุมให้กับพีแอลซี ซึ่งค่าดิจิตอลที่ถูกแปลงมาแล้วนั้นสามารถเลือกแบ่งออกเป็น 2 ประเภทอีกแล้วแต่ผู้ใช้งาน ซึ่ง 2 ประเภท นั้นคือ Bipolar และ Unipolar ทั้ง 2 ประเภทนี้มีช่วงค่าดิจิตอลที่ต่างกันออกไป ดังนี้

Bipolar Input Range

Units	Measured value in %	Data word																Range
		2 ¹⁵	2 ¹⁴	2 ¹³	2 ¹²	2 ¹¹	2 ¹⁰	2 ⁹	2 ⁸	2 ⁷	2 ⁶	2 ⁵	2 ⁴	2 ³	2 ²	2 ¹	2 ⁰	
32767	>118.515	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Overflow
32511	117.589	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	Overshoot range
27649	>100.004	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	Rated range
27648	100.000	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
1	0.003617	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1		
0	0.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
-1	-0.003617	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Undershoot range
-27648	-100.000	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
-27649	≤-100.004	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
-32512	-117.593	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	Underflow	
-32768	≤-117.596	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		

รูปที่ 2.12 Bipolar Input Range [1]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Unipolar Input Range

Units	Measured value in %	Data word																Range
		2 ¹⁵	2 ¹⁴	2 ¹³	2 ¹²	2 ¹¹	2 ¹⁰	2 ⁹	2 ⁸	2 ⁷	2 ⁶	2 ⁵	2 ⁴	2 ³	2 ²	2 ¹	2 ⁰	
32767	≥118.515	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Overflow
32511	117.589	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	Overshoot range
27649	≥100.004	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
27648	100.000	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Rated range
1	0.003617	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	Rated range
0	0.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
-1	-0.003617	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Undershoot range
-4864	-17.593	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
-32768	≤-17.596	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Underflow

รูปที่ 2.13 Unipolar Input Range [1]

เนื่องจากโครงงานนี้ใช้โมดูล Analog อินพุตเป็นแบบ Current transducers จึงมีช่วงของการวัดทั้ง 0-20 mA และ 4-20 mA ดังนี้

System	Current measuring range				
	dec	hex	0 mA to 20 mA	4 mA to 20 mA	
32767	7FFF	23.70 mA	4 mA to 20 mA	22.96 mA	Overflow
32512	7F00				Overshoot range
32511	7EFF	23.52 mA	4 mA to 20 mA	22.81 mA	
27649	6C01				Rated range
27648	6C00	20 mA	4 mA to 20 mA	20 mA	
20736	5100	15 mA	4 mA to 20 mA	16 mA	Rated range
1	1	723.4 nA	4 mA to 20 mA	4 mA + 578.7 nA	
0	0	0 mA	4 mA to 20 mA	4 mA	Undershoot range
-1	FFFF				
-4864	ED00	-3.52 mA	4 mA to 20 mA	1.185 mA	Undershoot range
-4865	ECFF				
-32768	8000				Underflow

รูปที่ 2.14 Current Measuring Range [1]

2.5.1.1 โมดูล Analog อินพุต

ในโครงงานใช้โมดูล Analog อินพุตรุ่น SM 331; AI 2 x 12 Bit; (6ES7331-7KB02-0AB0) ซึ่งมีคุณสมบัติ ดังนี้

1. สามารถรับได้ 2 อินพุต
2. สามารถเลือกชนิดของโปรแกรมสัญญาณการวัดได้ทั้ง
 - ความต่างศักย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- กระแสไฟฟ้า

- ค่าความต้านทาน

- อุณหภูมิ

3. สามารถเขียนโปรแกรมความละเอียดได้ในแต่ละกลุ่มช่อง (9/12/14 บิต+

สัญลักษณ์)

4. เลือกย่านการวัดอื่น ๆ ได้ต่อกลุ่มช่อง

5. สามารถเขียนโปรแกรมวิเคราะห์และการจัดจังหวะการวิเคราะห์ได้

6. สามารถเขียนโปรแกรมค่าจำกัดการแสดงผลสำหรับหนึ่งช่อง

7. สามารถเขียนโปรแกรมการจัดจังหวะฮาร์ดแวร์ได้เมื่อขีดจำกัดเกินกว่า

กำหนด

8. สามารถแยกไฟฟ้าจาก CPU และโหนดโวลต์เตทได้ (ไม่ใช่สำหรับ 2-wire)

ในการต่อสายจากเครื่องมือวัดร่วมกับโมดูล Analog อินพุท สามารถต่อตามรูป

ได้ทั้งแบบ 2-wire และ 4-wire transducer



รูปที่ 2.15 การต่อสายจากเครื่องมือวัดร่วมกับโมดูล Analog อินพุท [1]

หมายเหตุ : ในการต่อแบบ 4-wire transducers ต้องต่อ Compensate ให้ระบบด้วย หรือต่อกราวด์ร่วมให้ทั้งช่อง 3,5,10 และ11 การตั้งค่าย่านการวัดของโมดูลสามารถตั้งได้ ดังตารางนี้

Measuring range		Measuring range module setting
2-wire transducer	4 mA to 20 mA	D
4-wire transducer	± 3.2 mA	C
	± 10 mA	
	0 mA to 20 mA	
	4 mA to 20 mA	
	± 20 mA	

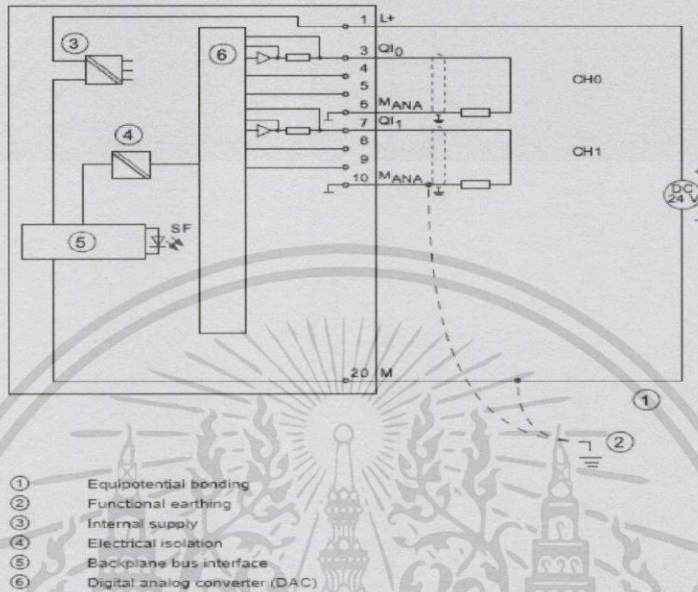
รูปที่ 2.16 การตั้งค่าย่านการวัดของโมดูล [1]

2.5.1.2 โมดูล Analog เอาท์พุท

ในโครงการใช้โมดูล Analog เอาท์พุทรุ่น SM 332; AO 2 x 12 Bit;(6ES7332-5HB01-0AB0) ซึ่งมีคุณสมบัติ ดังนี้

1. มี 2 เอาท์พุทในหนึ่งกลุ่ม
2. เอาท์พุทสามารถแยกเป็น
 - เอาท์พุทเป็นความต่างศักย์
 - เอาท์พุทเป็นกระแสไฟฟ้า
3. ความละเอียด 12 บิต
4. สามารถเขียนโปรแกรมวิเคราะห์และการจัดจ้งหะการวิเคราะห์ได้
5. สามารถแยกไฟฟ้าจาก CPU และโหลดโวลต์เตทได้
6. สนับสนุนตัวแปรที่กำหนดใหม่ในตอนรัน

ในการต่อสายจากโมดูล Analog เอาท์พุทให้สั่งงานอุปกรณ์ควบคุมสุดท้ายด้วยกระแสไฟฟ้าสามารถต่อตามรูปได้ดังนี้



รูปที่ 2.17 การต่อสายจากโมดูล Analog เอาท์พุทให้สั่งงานอุปกรณ์ควบคุมสุดท้ายด้วยกระแสไฟฟ้า

Selected type of output	Output range
Voltage	1 V to 5 V 0 V to 10 V ± 10 V
Current	0 mA to 20 mA 4 mA to 20 mA ± 20 mA

รูปที่ 2.18 ช่วงของสัญญาณเอาท์พุท

จากรูปที่ 2.18 แสดงถึงช่วงสัญญาณเอาท์พุททั้งแบบโวลต์เตทและแบบกระแสไฟฟ้า

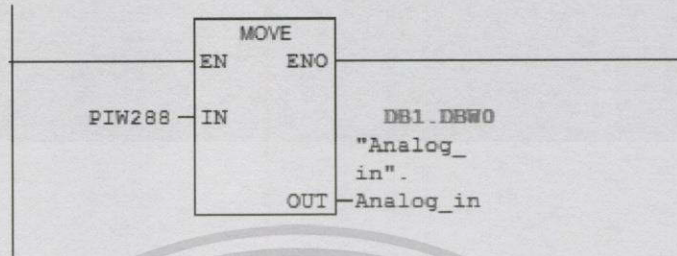
2.5.2 คำสั่งที่ใช้ในโปรแกรม SIMATIC

การเขียนโปรแกรมที่ใช้ในการควบคุมกระบวนการระดับ และการแจ้งเตือน ในที่นี้จะใช้ภาษา LAD ในโปรแกรม SIMATIC ซึ่งแบ่งเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนการควบคุม และส่วนการแจ้งเตือน ซึ่งแต่ละส่วนมีคำสั่งที่สำคัญดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.2.1 ส่วนการควบคุม

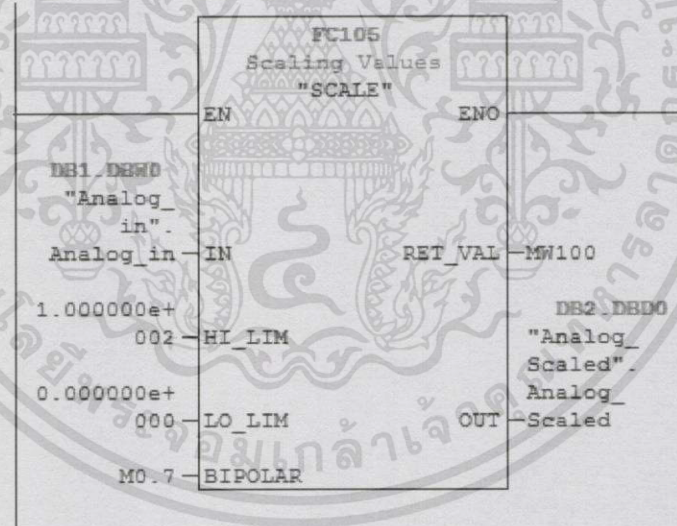
1. คำสั่ง MOVE



รูปที่ 2.19 บล็อกคำสั่ง MOVE

คำสั่ง MOVE เป็นคำสั่งที่ใช้อย้ายค่าจากตัวแปรฝั่ง IN ไปตัวแปรฝั่ง OUT โดยค่าที่ถูกย้ายยังเป็นค่าเดิม โดยสามารถรองรับขนาดของข้อมูลได้ 1 บิต 8 บิต 16 บิต หรือ 32 บิต

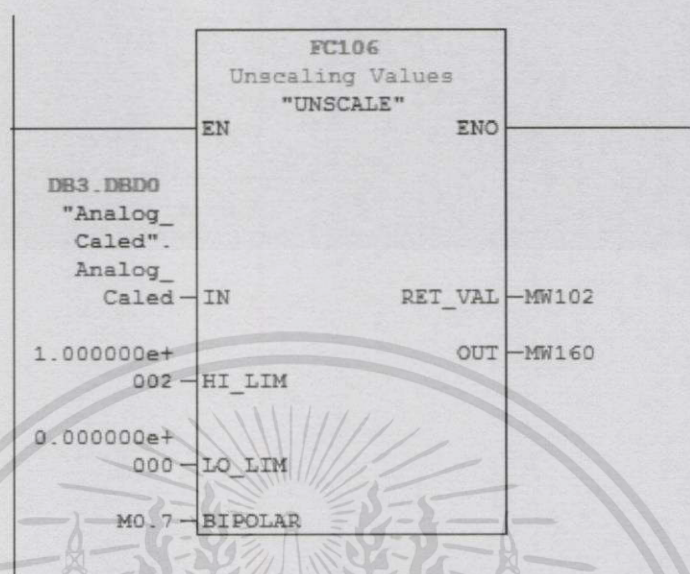
2. คำสั่ง Scaling Value



รูปที่ 2.20 บล็อกคำสั่ง Scaling Value

คำสั่ง Scaling Value เป็นคำสั่งที่ใช้ในการปรับเทียบข้อมูลจากข้อมูลดิบให้เป็นข้อมูลตามช่วงที่กำหนด เช่น จาก 0 ถึง 27648 ให้เป็น 0 ถึง 100 เป็นต้น โดย Data type จะเปลี่ยนจาก Integer เป็น Real

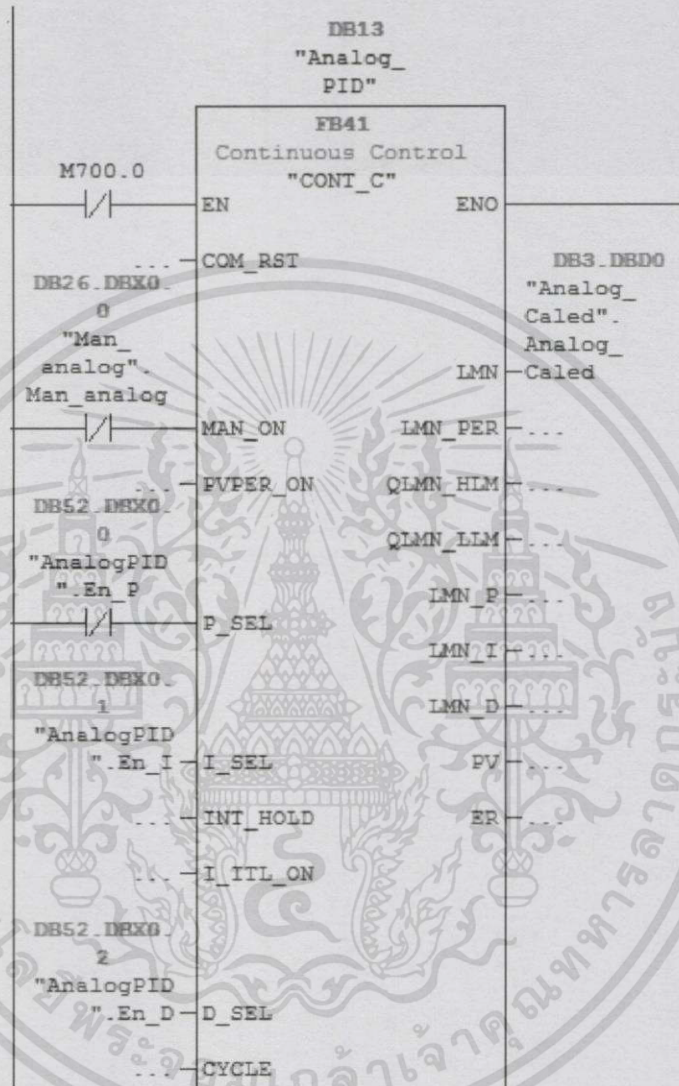
1. คำสั่ง Unscaling Values



รูปที่ 2.21 บล็อกคำสั่ง Unscaling Values

คำสั่ง Uncaling Value เป็นคำสั่งที่ใช้ในการปรับเทียบข้อมูลจากข้อมูลเดิมให้เป็นข้อมูลตามช่วงที่กำหนด เช่น จาก 0 ถึง 100 ให้เป็น 0 ถึง 27648 เป็นต้น โดย Data type จะเปลี่ยนจาก Real เป็น Integer

2. คำสั่ง Continuous Control

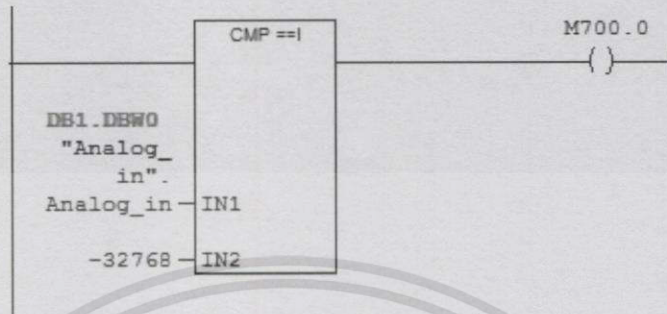


รูปที่ 2.22 บล็อกคำสั่ง Continuous Control

คำสั่ง Continuous Control เป็นคำสั่งที่ใช้ PID Control ในการควบคุม มีการทำงานโดยนำค่า PV มาเปรียบเทียบกับค่า Setpoint แล้วนำค่า error ไปประมวลผล โดย P (PROPORTIONAL GAIN) I (Integral Gain) และ D (Derivative Gain) มีคุณสมบัติคือ เป็นส่วนขยายของค่า error กำจัด offset และเพิ่มความเร็วของกระบวนการตามลำดับ

2.5.2.2 ส่วนการแจ้งเตือน

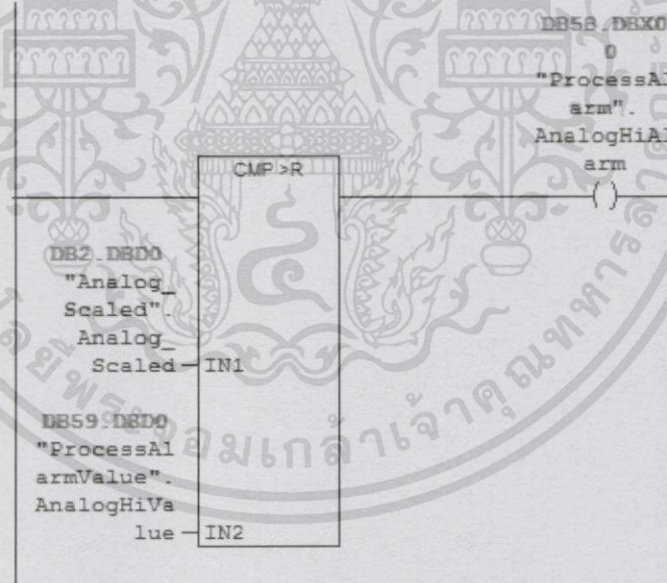
1. คำสั่ง CMP == I



รูปที่ 2.23 บล็อกคำสั่ง CMP == I

คำสั่ง CMP == I เป็นคำสั่งที่ใช้ในการเปรียบเทียบค่าของ 2 ตัวแปรที่มี Data type เป็น Integer หากค่าของทั้ง 2 ตัวแปรมีค่าเท่ากัน จะทำให้เกิดสัญญาณขาออกขึ้น

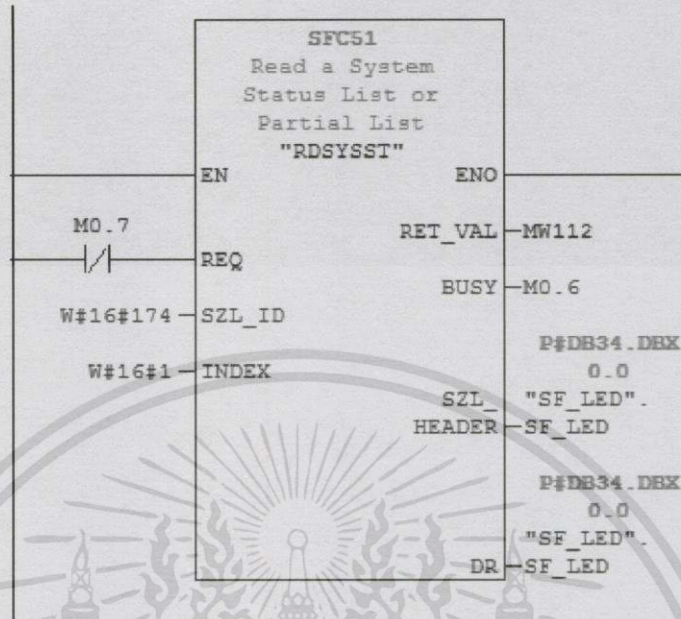
2. คำสั่ง CMP >R



รูปที่ 2.24 บล็อกคำสั่ง CMP >R

คำสั่ง CMP >R เป็นคำสั่งที่ใช้ในการเปรียบเทียบค่าของ 2 ตัวแปรที่มี Data type เป็น Real หากค่าของ IN1 มีค่ามากกว่า IN2 จะทำให้เกิดสัญญาณขาออกขึ้น

3. คำสั่ง RDSYSST

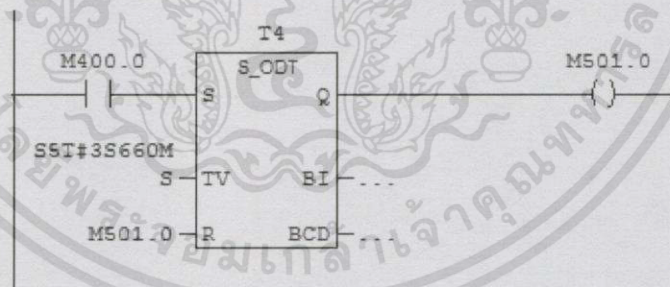


รูปที่ 2.25 บล็อกคำสั่ง RDSYSST

คำสั่ง RDSYSST เป็นคำสั่งที่ใช้ในการอ่านค่า status ภายใน CPU ของพี-

แอลซี

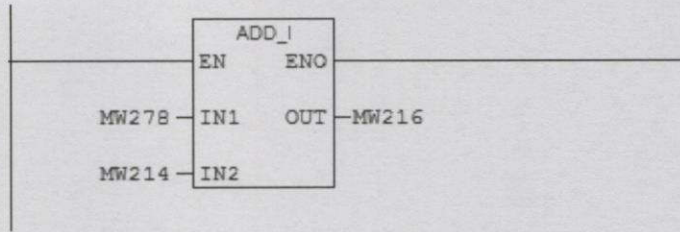
4. คำสั่ง S_ODT



รูปที่ 2.26 บล็อกคำสั่ง S_ODT

คำสั่ง S_ODT เป็นคำสั่งที่ใช้ในการหน่วงเวลาการเกิดสัญญาณขาออก เมื่อมีสัญญาณขาเข้า โดย สามารถกำหนดเวลาที่ใช้ในการหน่วงเวลาได้

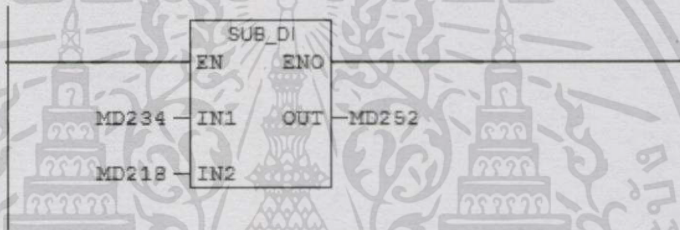
5. คำสั่ง ADD_I



รูปที่ 2.27 บล็อกคำสั่ง ADD_I

คำสั่ง ADD_I เป็นคำสั่งที่ใช้ในการรวมค่าของ 2 ตัวแปรเข้าด้วยกัน โดยทั้ง 2 ตัวแปร จะต้องมี Data type เป็น Integer

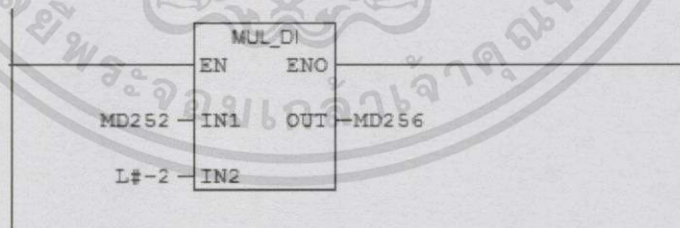
6. คำสั่ง SUB_DI



รูปที่ 2.28 บล็อกคำสั่ง SUB_DI

คำสั่ง SUB_DI เป็นคำสั่งที่นำค่าของ 2 ตัวแปรมาลบกัน โดยทั้ง 2 ตัวแปร จะต้องมี Data type เป็น Double Integer

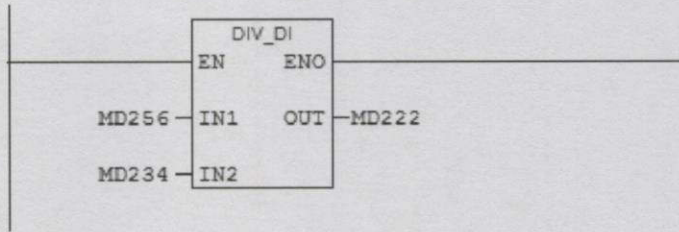
7. คำสั่ง MUL_DI



รูปที่ 2.29 บล็อกคำสั่ง MUL_DI

คำสั่ง MUL_DI เป็นคำสั่งที่นำค่าของ 2 ตัวแปรมาคูณกัน โดยทั้ง 2 ตัวแปร จะต้องมี Data type เป็น Double Integer

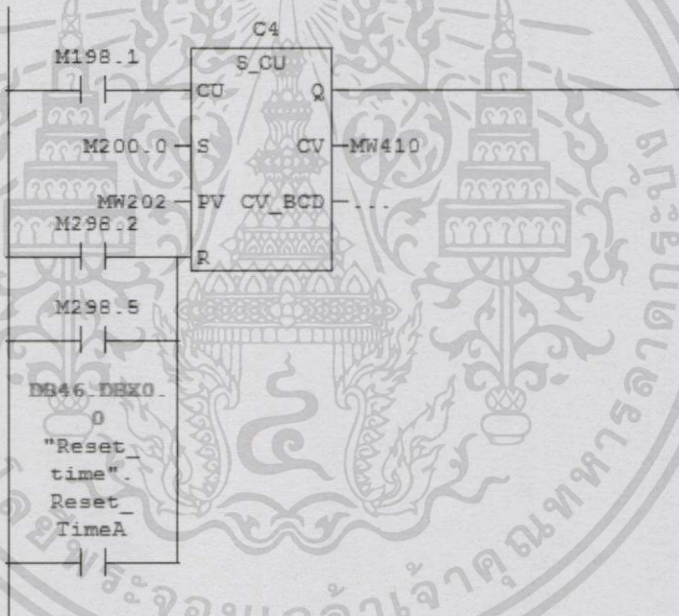
8. คำสั่ง DIV_DI



รูปที่ 2.30 บล็อกคำสั่ง DIV_DI

คำสั่ง DIV_DI เป็นคำสั่งที่นำค่าของ 2 ตัวแปรมาหารกัน โดยทั้ง 2 ตัวแปร จะต้อง มี Data type เป็น Double Integer

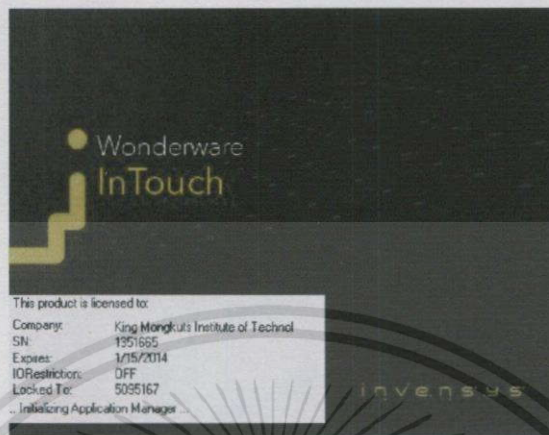
9. คำสั่ง S_CU



รูปที่ 2.31 บล็อกคำสั่ง S_CU

คำสั่ง S_CU เป็นคำสั่งที่ใช้ในการนับจำนวนครั้งของการเกิดสัญญาณที่ขา CU

2.6 ส่วนติดตามและแสดงผล



รูปที่ 2.32 โปรแกรม Wonderware InTouch

Wonderware คือผู้นำการตลาดด้านซอฟต์แวร์ในส่วนติดตามและแสดงผลของระบบ (Graphical Human Machine Interface: HMI) ที่ทำงานบนระบบปฏิบัติการวินโดวส์ตัวแรก โดยนำออกสู่ตลาดในปี ค.ศ.1989 ชื่อ Wonderware InTouch ใช้สำหรับการควบคุมกระบวนการ ได้รับความนิยมแพร่หลายมาจนถึงทุกวันนี้ ได้ถูกติดตั้งไปมากกว่า 180,000 Licenses ในอุตสาหกรรมประเภทต่าง ๆ เช่น การแปรรูปอาหาร เครื่องดื่ม เซมิคอนดักเตอร์ น้ำมันและก๊าซรถยนต์ สารเคมี ยา และกระบวนการขนส่ง และอื่น ๆ อีกมากมาย

ในปี ค.ศ. 1997 ทาง Wonderware ได้กำหนดรูปแบบใหม่ของซอฟต์แวร์เพื่อให้เป็นมาตรฐานสำหรับ Factory Automation (Computer Integrated Manufacturing : CIM System) คือได้รวมชุดของซอฟต์แวร์ทางด้านอัตโนมัติไว้เป็นชุดเดียวกัน กล่าวคือจะไม่เพียงแต่ HMI และ Database แต่จะรวมทุกระบบทั้ง Visualization, Optimization, Control Plant floor data collection รวมถึง Data Storage และการ Analysis ต่าง ๆ เรียกว่า Factory Suite ส่งผลให้เพิ่มประสิทธิภาพและประสิทธิผลในทางอุตสาหกรรม และในปัจจุบันนี้ชุด Factory Suite ได้ถูกนำมาพัฒนามาเป็น Factory Suite 2000 ซึ่งแบ่งได้เป็น แพ็คเก็จดังนี้ คือ Core Component ประกอบด้วย

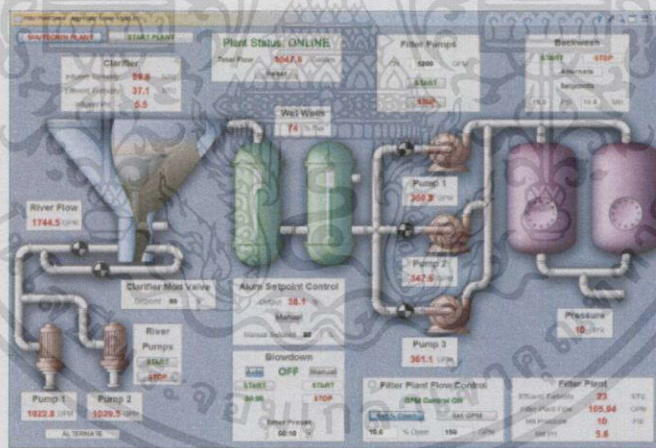
1. InTouch เป็นซอฟต์แวร์ใช้มีการทำกราฟิกในการแสดงผล
2. InControl เป็นซอฟต์แวร์ที่เข้ามาช่วยในการควบคุม
3. Industrial SQL Server เป็นซอฟต์แวร์ที่เข้ามาทำการจัดการด้านฐานข้อมูล

Application Components ประกอบด้วย

1. InTrack เป็นซอฟต์แวร์ที่ช่วยในการติดตามการทำงานของกระบวนการทุกขั้นตอนให้กลายเป็นเรื่องง่าย ซึ่งจะส่งผลในการควบคุมคุณภาพและการผลิตโดยตรง
2. InBatch เป็นซอฟต์แวร์ที่ใช้สำหรับการทำงานในลักษณะที่เป็น Batching จะช่วยให้การทำระบบแบตช์มีความยืดหยุ่นกว่าเดิมและใช้งานได้ง่ายขึ้น ซอฟต์แวร์ทุกตัวที่นำมารวมกันนี้จะทำงานในระบบปฏิบัติการ Windows และสามารถเชื่อมโยงเข้ากับ MS Back Office

2.6.1 Wonderware InTouch

เป็นโปรแกรมสำหรับติดต่อกับผู้ใช้ในลักษณะกราฟิก ที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ใน รูปแบบของ Discrete Control, DCS, SCADA และงานประยุกต์ด้านอื่น ๆ ตั้งแต่เวอร์ชัน 7.0 เป็นต้นมา จะมีคุณสมบัติเพิ่มขึ้นดังนี้ คือ สนับสนุน Remote tag referencing, สนับสนุน ActiveX Distributed alarm handling, สนับสนุน Distributed historical กับ Industrial SQL Server ปรับปรุง User Interface ให้เป็นแบบ Application Explorer เพิ่ม Quick Function และ Super Tag นอกจากนี้ยังมี เครื่องมือช่วยในการพัฒนางานประยุกต์อีกมากมายที่ช่วยให้การพัฒนาง่ายกว่าที่เคยเป็นมา



รูปที่ 2.33 หน้าจอ HMI

จากรูป 2.44 แสดงถึงตัวอย่างของกราฟฟิกที่ใช้ซอฟต์แวร์ Wonderware InTouch สร้างขึ้นและสามารถใช้งานได้จริง

2.7 อุปกรณ์เชื่อมโยง (Rockwell 1757-FFLD)

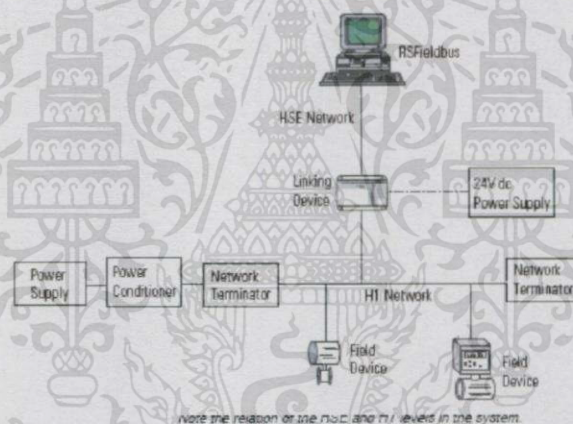
ในส่วนของโปรโตคอลที่เป็น FOUNDATION Fieldbus ต้องใช้อุปกรณ์เชื่อมโยง 1757-FFLD และ 1757-FFLDC ในการเชื่อมต่ออุปกรณ์ Fieldbus กับตัวควบคุมต่าง อย่างเช่น Allan-Bradley

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ControlLogix หรือ CompactLogix และ SIEMENS S Series เป็นต้น สะพานเชื่อมโยงจะให้ RS Fieldbus เป็นโหนดให้กับกลุ่ม Fieldbus FOUNDATION H1 เพื่อการส่งข้อมูลกระบวนการเป็นไปอย่างรวดเร็ว อุปกรณ์เชื่อมโยง 1757-FFLD เชื่อมต่อไปยังกลุ่ม H1 ที่ Fieldbus Foundation's High-speed Ethernet (HSE) ทำงานผ่านเครือข่าย EtherNet/IP อุปกรณ์เชื่อมโยงสามารถเชื่อมต่อกับ H1 ได้ 2 หรือ 4 ส่วนอย่างใดอย่างหนึ่ง แต่ละส่วนรองรับอุปกรณ์สูงสุด 8-10 อุปกรณ์และสูงสุดของ 64 publisher และ 64 subscriber

ในการติดตั้งการสื่อสารระหว่างอุปกรณ์เชื่อมโยงกับอุปกรณ์ Fieldbus นั้น ต้องมีการกำหนดโดยใช้ซอฟต์แวร์ RS-Fieldbus ส่วนในการสื่อสารกันระหว่างตัวควบคุมและอุปกรณ์เชื่อมโยงนั้นต้องใช้ซอฟต์แวร์ที่เกี่ยวข้องกับ OPC ของแต่ละตัวควบคุม

ในการติดตั้งการสื่อสารตั้งแต่ RS-Fieldbus โยสต์, อุปกรณ์เชื่อมโยง และในส่วนของ H1 segment นั้นมี โครงข่ายอย่างง่ายดังรูปดังนี้



รูปที่ 2.34 Network Architechure Fieldbus

จากรูปที่ 2.34 คือโครงสร้างเครือข่ายของการเชื่อมต่อ โยสต์ Linking Device และอุปกรณ์ระดับฟิลด์ โดยมีองค์ประกอบของเครือข่าย H1 และเครือข่าย HSE

2.7.1 RS-Fieldbus Software

RS-Fieldbus เป็นซอฟต์แวร์ซึ่งมีการติดตั้งบนเวิร์กสเตชันโยสต์เป็นเครื่องมือใช้กำหนดค่าสำหรับการสร้างการเชื่อมโยงลูปและตารางเวลากับอุปกรณ์เชื่อมโยง Rockwell 1757-FFLD จุดเด่นของซอฟต์แวร์ RS-Fieldbus มีดังนี้

1. กำหนดค่าเครือข่าย Fieldbus กับตัวอุปกรณ์
2. ใช้สร้างและแก้ไขฟังก์ชันกับบล็อกที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมนั้น ๆ

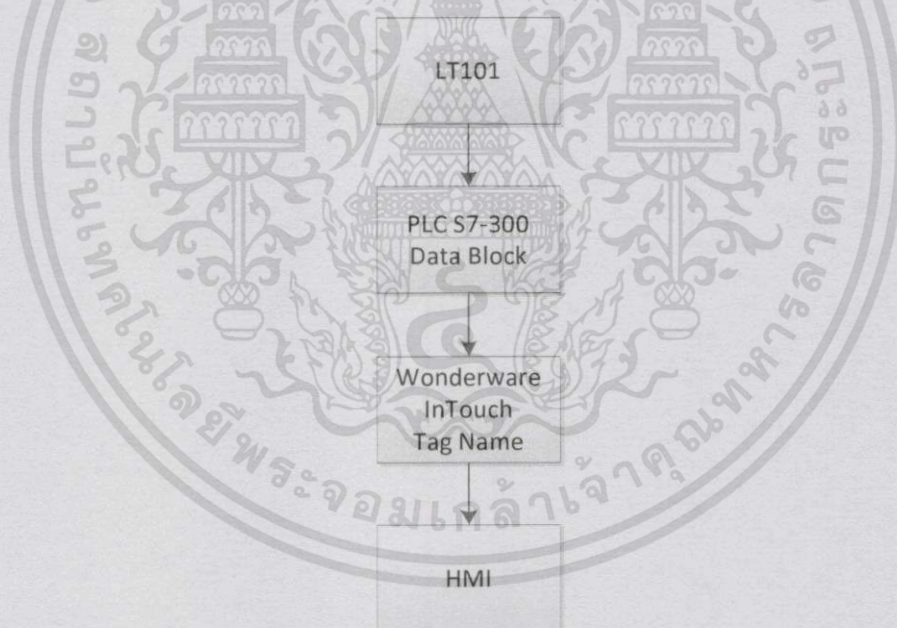
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. รวมข้อมูลฟิลต์บัสภายในซอฟต์แวร์ ControlLogix ผ่าน Logix Block
4. ดาวน์โหลดการกำหนดค่าได้
5. ทำการ Online Monitoring และแก้ไขตัวแปรฟิลต์บัสได้
6. ทำการดูค่าออนไลน์ของกระบวนการควบคุมได้
7. ให้ข้อมูลฟิลต์บัสสามารถใช้ได้ผ่านทางเซิร์ฟเวอร์ OPC

2.8 การ Configuration จาก Field Device ถึง HMI

การติดต่อสื่อสารระหว่าง Field Device กับ HMI เพื่อนำข้อมูลจาก Field Device มาใช้ในการควบคุม หรือการแจ้งเตือนไม่สามารถทำได้โดยตรง จำเป็นต้องมีตัวกลางในการติดต่อสื่อสารเพื่อให้ HMI สามารถใช้ข้อมูลต่าง ๆ จาก Field Device ได้

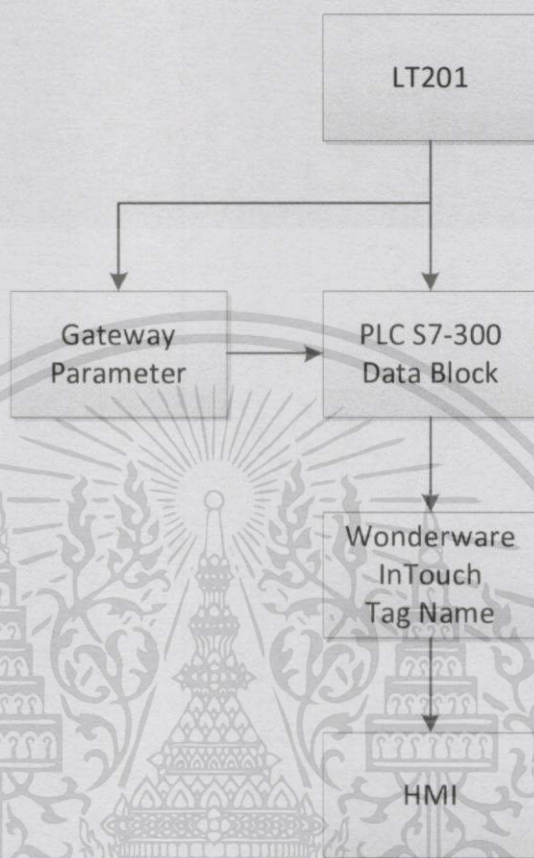
2.8.1 การติดต่อสื่อสารระหว่าง Field Device กับ HMI ของเทคโนโลยี Analog



รูปที่ 2.35 หลักการ Configuration ของเทคโนโลยี Analog

รูปที่ 2.35 แสดงหลักการ Configuration ของการแจ้งเตือนกระบวนการของเทคโนโลยี Analog โดยรับค่าสัญญาณมาจากระดับฟิลต์หรือ LT101 จากนั้นนำค่าสัญญาณเข้าเงื่อนไขในโปรแกรมพีแอลซี แล้วเก็บค่าไว้ที่ Data Block จากนั้น Tag Name ของโปรแกรม Wonderware InTouch จะดึงค่าจาก Data Block ของพีแอลซีมาแสดงบน HMI

2.8.2 การติดต่อสื่อสารระหว่าง Field Device กับ HMI ของเทคโนโลยี HART

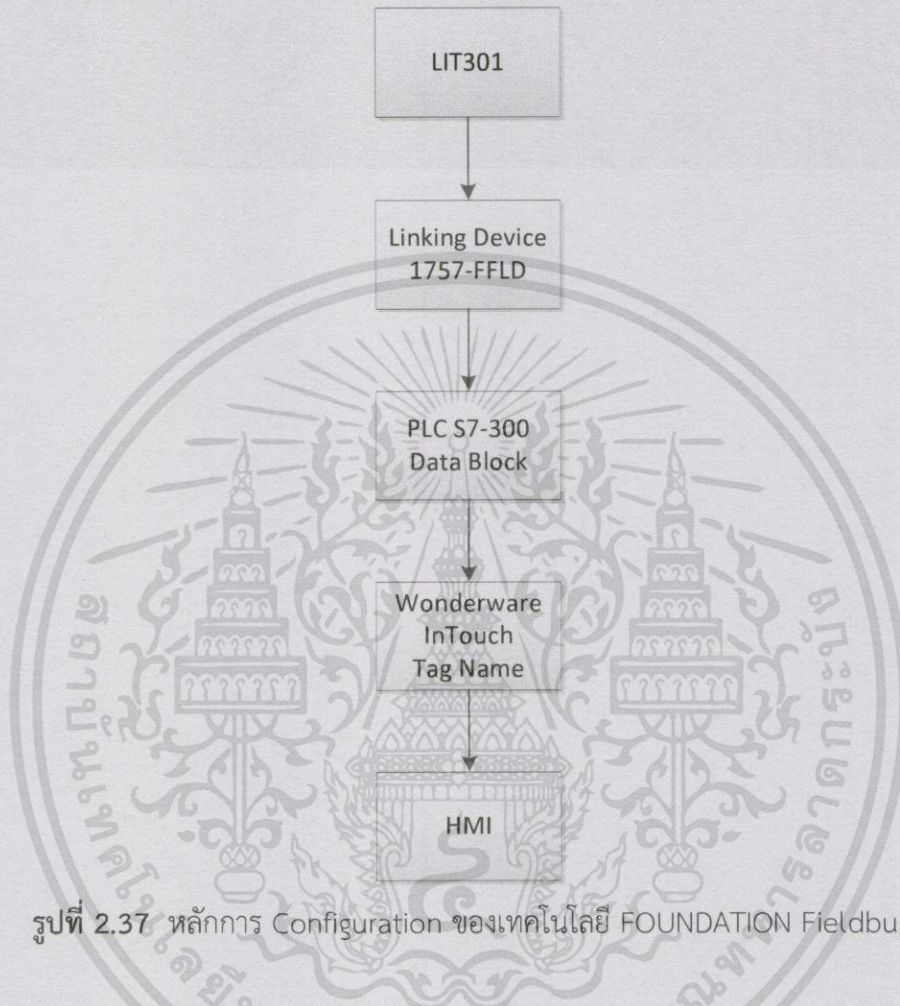


รูปที่ 2.36 หลักการ Configuration ของเทคโนโลยี HART

จากรูปที่ 2.36 แสดงหลักการ Configuration ของการแจ้งเตือนกระบวนการของเทคโนโลยี HART โดยรับค่าสัญญาณมาจากระดับฟิลด์หรือ LT201 จากนั้นนำค่าสัญญาณส่วนหนึ่งมาเข้าเงื่อนไขในพีแอลซีแล้วเก็บค่าไว้ที่ Data Block อีกส่วนหนึ่งต้องส่งค่าของตัวแปรต่าง ๆ ไปยัง Smart Wireless Gateway ก่อนจึงสามารถส่งค่าไปยังพีแอลซีได้จากนั้นค่าของตัวแปรต่าง ๆ จะถูกเก็บไว้ที่ Data Block เช่นกัน จากนั้น Tag Name ของโปรแกรม Wonderware InTouch จะดึงค่าจาก Data Block ของพีแอลซีมาแสดงบน HMI

2.8.3 การติดต่อสื่อสารระหว่าง Field Device กับ HMI ของเทคโนโลยี FOUNDATION

Fieldbus



รูปที่ 2.37 หลักการ Configuration ของเทคโนโลยี FOUNDATION Fieldbus

จากรูปที่ 2.37 แสดงหลักการ Configuration ของการแจ้งเตือนกระบวนการของเทคโนโลยี FOUNDATION Fieldbus โดยรับค่าสัญญาณมาจากระดับฟิลด์หรือ LIT301 จากนั้น Linking device จะรับค่าตัวแปรต่าง ๆ มาจาก LIT301 แล้วจึงส่งค่าตัวแปรไปเข้าเงื่อนไขในพีแอลซีแล้วเก็บค่าไว้ที่ Data Block จากนั้น Tag Name ของโปรแกรม Wonderware InTouch จะดึงค่าจาก Data Block ของพีแอลซีมาแสดงบน HMI

2.9 การเตรียมโฮสต์สำหรับการดำเนินการทางวิศวกรรม

การเตรียมโฮสต์ คือ การจัดการทางด้านซอฟต์แวร์ที่ใช้กับ Engineering Workstation และ Operator Workstation เพื่อให้สามารถใช้งานตามฟังก์ชันที่ต้องการได้ ซึ่งจากโครงการนี้ได้มีการเตรียมโฮสต์ก่อนการใช้งานดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 2.1 ตารางการเตรียมโฮสต์

Engineering Workstation	Operator Workstation
<ol style="list-style-type: none"> 1. ระบบปฏิบัติการ Window 7 Professional 2. โปรแกรม SIMATIC 3. โปรแกรม KEPServer 4. โปรแกรม LinkMaster 5. โปรแกรม RSHSE OLE Server 6. โปรแกรม RS-Fieldbus 	<ol style="list-style-type: none"> 1. ระบบปฏิบัติการ Window 7 2. โปรแกรม Wonderware InTouch

จากที่แสดงในตารางสามารถรายละเอียดของ OPC ได้ตั้งในหัวข้อที่ 2.8.5 – 2.8.8

2.9.1 ประวัติของ OPC

OPC ถือกำเนิดจากการรวมตัวกันของบรรดาบริษัททางด้าน Process Control และ Factory Automation 5 บริษัท คือ Intellution, Fisher-Rosemount, Rockwell Software, OPTO-22 และ Intuitive Software ร่วมกับ Microsoft เพื่อก่อตั้ง OPC Organization ขึ้นมาและมีการประชุมผู้เกี่ยวข้องครั้งแรกเมื่อพฤษภาคม ค.ศ.1995 หลังจากนั้น Specification ฉบับร่างก็เสร็จสิ้นในเดือน ธันวาคม ปี ค.ศ.1995 และต่อมาฉบับจริงได้เสร็จสิ้นและตีพิมพ์ในเดือน สิงหาคม ปี ค.ศ.1996 เป็น OPC Specification Version 1.0 หลังจากนั้นได้มีการจัดตั้งกองทุน OPC (OPC Foundation) และมีการจัดประชุมกันครั้งแรกในเดือน ตุลาคม 1996 โดยกองทุนดังกล่าวจะนำมาเพื่อใช้ในการพัฒนา OPC โดยได้รับการสนับสนุนจาก บริษัทต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องก้งานทางด้านนี้เข้าร่วมเป็นสมาชิก ปัจจุบัน OPC Foundation มีสมาชิกทั่วโลก 140 บริษัท และมีแนวโน้มจะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ

2.9.2 แนวคิดของ OPC

เพื่อตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงฮาร์ดแวร์ที่รวดเร็ว และเพื่อการแลกเปลี่ยนข้อมูลที่มีประสิทธิภาพ OPC จึงได้รับการออกแบบให้เป็นกลไกเพื่อสร้างทางร่วมกันในการแลกเปลี่ยนข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพ อันเป็นแนวคิดหลักของ OPC ซึ่งนำไปสู่การพัฒนาซอฟต์แวร์ที่เป็นอิสระต่อฮาร์ดแวร์

2.9.3 ข้อดีของ OPC

- ผู้พัฒนาโปรแกรมสามารถเขียนซอฟต์แวร์ได้โดยไม่ขึ้นกับฮาร์ดแวร์ของแต่ละบริษัท

- ผู้ใช้มีทางเลือกมากขึ้นในการพัฒนาโปรแกรมในชั้น Business Management หรือ Process Management ได้เป็นอิสระมากขึ้น สามารถลดต้นทุนการพัฒนาซอฟต์แวร์เพื่อใช้ในการควบคุมหรือใช้ในการวิเคราะห์หลังได้
- จัดปัญหาความเข้ากันไม่ได้ระหว่างไดรเวอร์ของฮาร์ดแวร์จากต่างบริษัท

2.9.4 การนำ OPC ไปใช้

OPC สามารถนำไปใช้ติดต่อระหว่างเครื่องมือวัดหรืออุปกรณ์ ในระดับโรงงานได้โดยตรงหรือกระทำผ่านระบบ SCADA ซึ่งเป็นระบบการเฝ้าดูและควบคุมการทำงาน ในระดับ Process Management ได้ ตัวโปรแกรมประยุกต์ (Application) ก็จะนำค่าต่าง ๆ ผ่านตัว OPC Server ไปเพื่อทำการอย่างใดอย่างหนึ่งซึ่งต่อไปนี้สามารถติดต่อกับ OPC Server เพียงตัวเดียวก็สามารถได้ข้อมูลจากระดับโรงงานทุกตัว

2.9.5 โปรแกรม LinkMaster

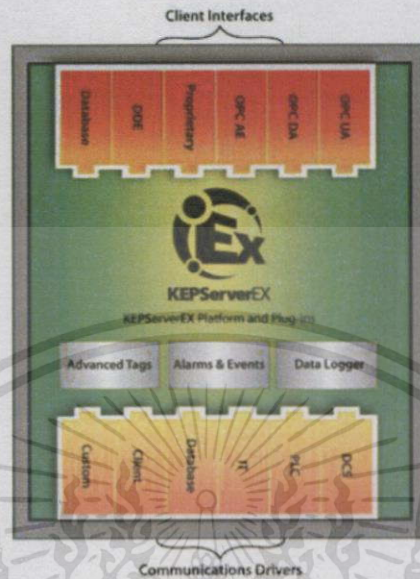


รูปที่ 2.38 การทำงานของ LinkMaster

โปรแกรม LinkMaster เป็น OPC Bridging Software ที่ทำหน้าที่เชื่อมต่อข้อมูลระหว่าง OPC ต่าง ๆ ให้สามารถติดต่อ และแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างกันได้ โดยมี OPC Server ที่ใช้งานผ่าน LinkMaster ทั้งหมด 2 ตัว ดังนี้

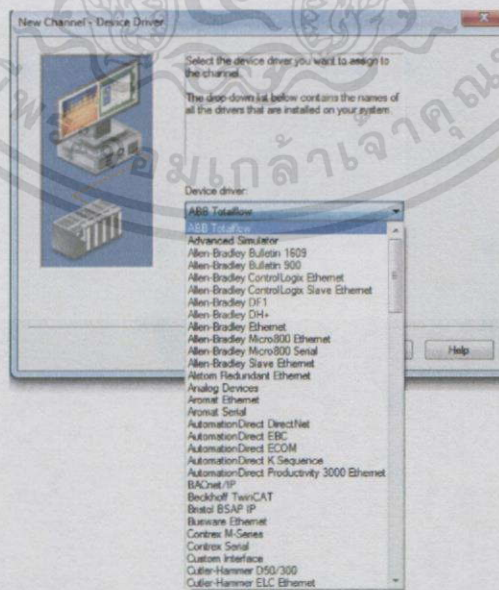
1. OPC ของ PLC S7-300 มีชื่อว่า Kepware.KEPServerEX.V5
2. OPC ของ RS-Fieldbus มีชื่อว่า rs.hseoleserver.0

2.9.6 โปรแกรม KEPServer



รูปที่ 2.39 โปรแกรม KEPServer

KEPServer เป็น OPC ที่มีความยืดหยุ่นสูงในการเชื่อมต่อ การจัดการ การ monitoring และการควบคุมอุปกรณ์ ซึ่งสนับสนุนรูปแบบข้อมูลทุก ประเภท (Word, DWord, String, bit, Float, Double, Long, Short, BCD) KEPServer นั้นสามารถใช้งานได้ง่าย และรวดเร็วในการทำการ Communication โดยมี Driver ให้เลือกหลากหลายในการทำ Communication ดังรูปที่ 2.40

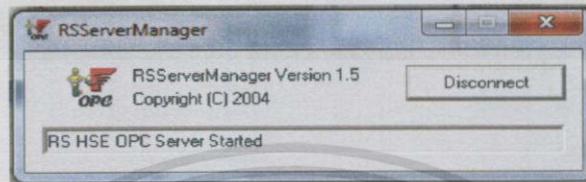


รูปที่ 2.40 Driver ในการทำ Communication

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9.7 RSHSE OLE Server

RS-Fieldbus มี RSHSE OLE Server เป็น OPC ในการเชื่อมต่อข้อมูลกับ Protocol อื่น ๆ โดย RSHSE OLE Server จะอยู่ภายใน software RS-Fieldbus โดยเมื่อทำการ online software RS-Fieldbus จะเป็นการเปิดการใช้งาน RSHSE OLE Server โดยมีชื่อของ OPC คือ rs.hseoleserver.0



รูปที่ 2.41 RSHSE OLE Server

2.9.8 Modbus Protocol



รูปที่ 2.42 DAServers

MBTCP เป็น OPC ที่ใช้เชื่อมต่อระหว่าง Wonderware InTouch และ Modbus TCP ที่ต้องทำงานผ่านซอฟต์แวร์ System Management Console นอกจากนี้ยังสามารถ Monitor ค่าพารามิเตอร์ต่างได้ ในระหว่างที่มีการเชื่อมต่อ โดยค่าพารามิเตอร์ที่ดูได้นั้น สามารถดูผ่าน Address ที่ใช้งานร่วมกัน MBTCP เป็น OPC ที่ใช้งานได้ง่าย และรวดเร็วในการทำการ Communication โดยจะเชื่อมต่อกันผ่าน IP Address ของ Smart Wireless Gateway

บทที่ 3

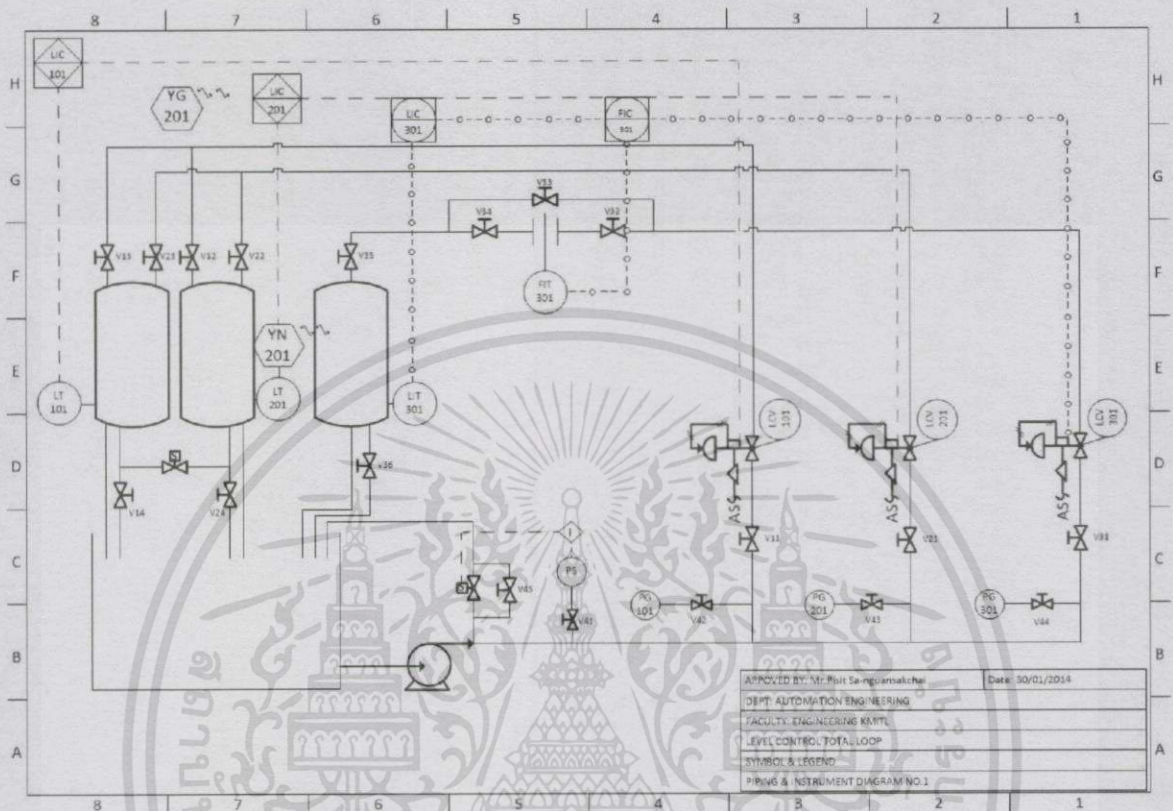
การออกแบบและการดำเนินการ

ในบทนี้จะกล่าวถึงขั้นตอนการออกแบบและการดำเนินการโดยเริ่มจากการนำแบบ P&I Diagram แบบ Wiring เดิมมาแก้ไขเนื่องจากมีการปรับเปลี่ยนหรือเพิ่มอุปกรณ์บางตัวภายในพลานต์โมเดล จากนั้นเป็นการศึกษาคุณลักษณะของอุปกรณ์เพื่อกำหนดค่าใช้งานได้อย่างถูกต้อง จัดทำโปรแกรมควบคุม ส่วนกราฟิกแสดงผลพร้อมกับส่วนเก็บข้อมูลเกี่ยวกับการวินิจฉัยอุปกรณ์วัดในกระบวนการ

3.1 P&I Diagram ของพลานต์โมเดล

P&I Diagram เดิมของพลานต์โมเดลดังแสดงในรูปที่ 4.1 มาดัดแปลงให้เป็นไปตามการใช้งานจริง เพราะมีการปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ไปจากเดิม โดยในกระบวนการสัญญาของ HART ได้ทำการเพิ่มอุปกรณ์ Smart Wireless THUM และ Smart Wireless Gateway เข้ามาจากเดิม ส่วนกระบวนการสัญญา FOUNDATION Fieldbus ได้ทำการตัดอุปกรณ์ Temperature Transmitter ออกไป โดยแบบ P&I Diagram ที่แก้ไขแล้วแสดงได้ตามรูปที่ 3.1

3.1.1 แบบ P&I Diagram ของกระบวนการ



รูปที่ 3.1 แบบ P&I Diagram ของกระบวนการ

จากรูปที่ 3.1 เป็นการนำเสนอแบบ P&I Diagram ที่มีอุปกรณ์รวมกันทั้ง 3 เทคโนโลยี ได้แก่ Analog HART และ FOUNDATION Fieldbus ซึ่งทั้ง 3 เทคโนโลยีนี้ได้นำเสนอการรับ-ส่งข้อมูลที่แตกต่างกัน โดยสามารถดูรายละเอียดของในแต่ละเทคโนโลยีได้ในหัวข้อที่ 3.2 – ข้อที่ 3.4 ต่อไป

3.2 การศึกษาข้อมูลและทดสอบอุปกรณ์

การศึกษาข้อมูลของโครงการนี้เกี่ยวข้องกับพลานต์โมเดลของกระบวนการระดับที่ได้มีการดัดแปลงไปจากเดิม รวมถึงการทดสอบอุปกรณ์ที่มีอยู่ในพลานต์โมเดล วิธีการดำเนินการ มีดังนี้

- ตรวจสอบก่อนนำว่ามีการรั่วซึมหรือไม่ ช่วงข้อต่อของท่อติดกันเป็นปกติหรือไม่
- ตรวจสอบระบบไฟฟ้าการเดินสายไฟ สายสัญญาณ ทำการปรับปรุงสายไฟและแก้ไข Tag ใหม่
- ศึกษาข้อมูลและเลือกย่านการใช้งานของ Transmitter, Control Valve, พีแอลซี SIEMENS S7-300, Linking Device Allen-Bradley จาก Datasheet และ ที่ปรึกษาเฉพาะด้าน โดยจะกล่าวถึงข้อมูลของอุปกรณ์ต่าง ๆ ไว้ในหัวข้อที่ 3.3 – 3.5 ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

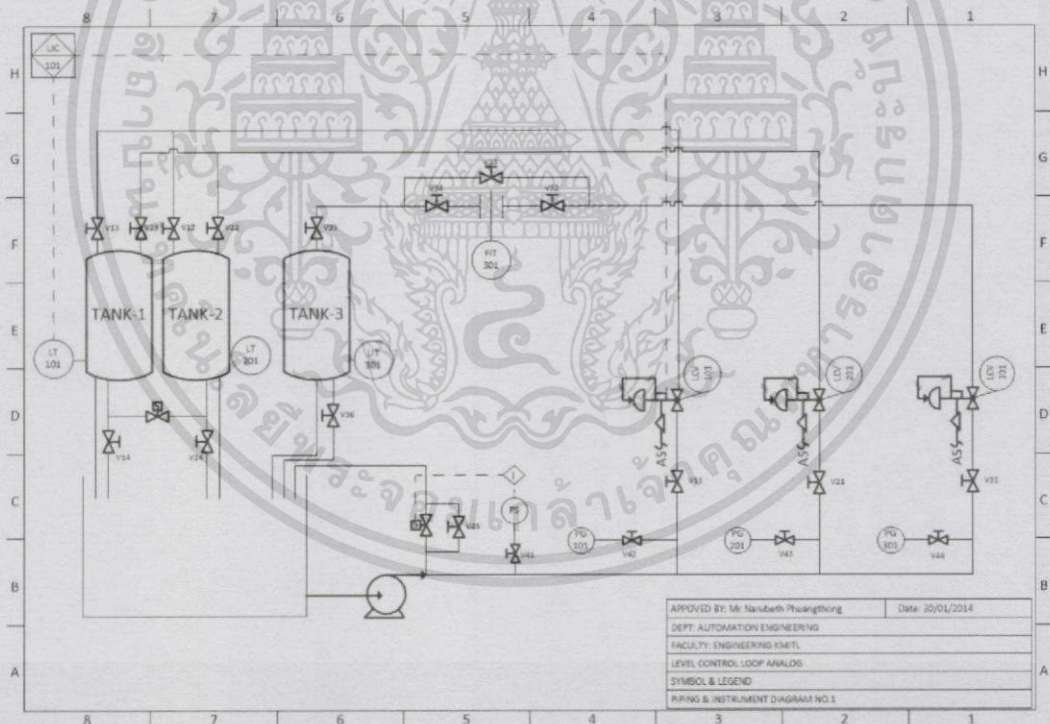
- ศึกษาวิธีการใช้งานโปรแกรม Wonderware InTouch, RS-Fieldbus, LinkMaster, OPC Server ต่าง ๆ

- ทดสอบความพร้อมใช้งานของ Control Valve โดยใส่ค่ากระแสไฟฟ้า 4-20 mA ผ่านอุปกรณ์ FLUKE 744 ไปยัง Control Valve ที่เป็น Analog และ HART และสังเกตว่าวาล์วเปิด-ปิดสัมพันธ์กับค่า Input หรือไม่ Control Valve FOUNDATION Fieldbus ทดสอบโดยการใส่ค่าผ่านโปรแกรม RS Fieldbus

3.3 การดำเนินการของกระบวนการระดับเทคโนโลยี Analog

อุปกรณ์การวัดและควบคุมที่ใช้ในกระบวนการระดับของเทคโนโลยี Analog ได้อ้างอิงอุปกรณ์จากพลาเน็ตโมเดลเดิมที่มีอยู่ สามารถดูรายละเอียดได้จากหัวข้อ 3.3.1

3.3.1 แบบ P&I Diagram กระบวนการระดับของเทคโนโลยี Analog



รูปที่ 3.2 แบบ P&I Diagram กระบวนการระดับของเทคโนโลยี Analog

จากรูปที่ 3.2 เป็นแบบ P&I Diagram ของกระบวนการระดับของเทคโนโลยี Analog โดยนำเสนอการเฉพาะส่วนอุปกรณ์ที่ใช้เฉพาะเทคโนโลยี Analog ซึ่งการทำงานของกระบวนการระดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

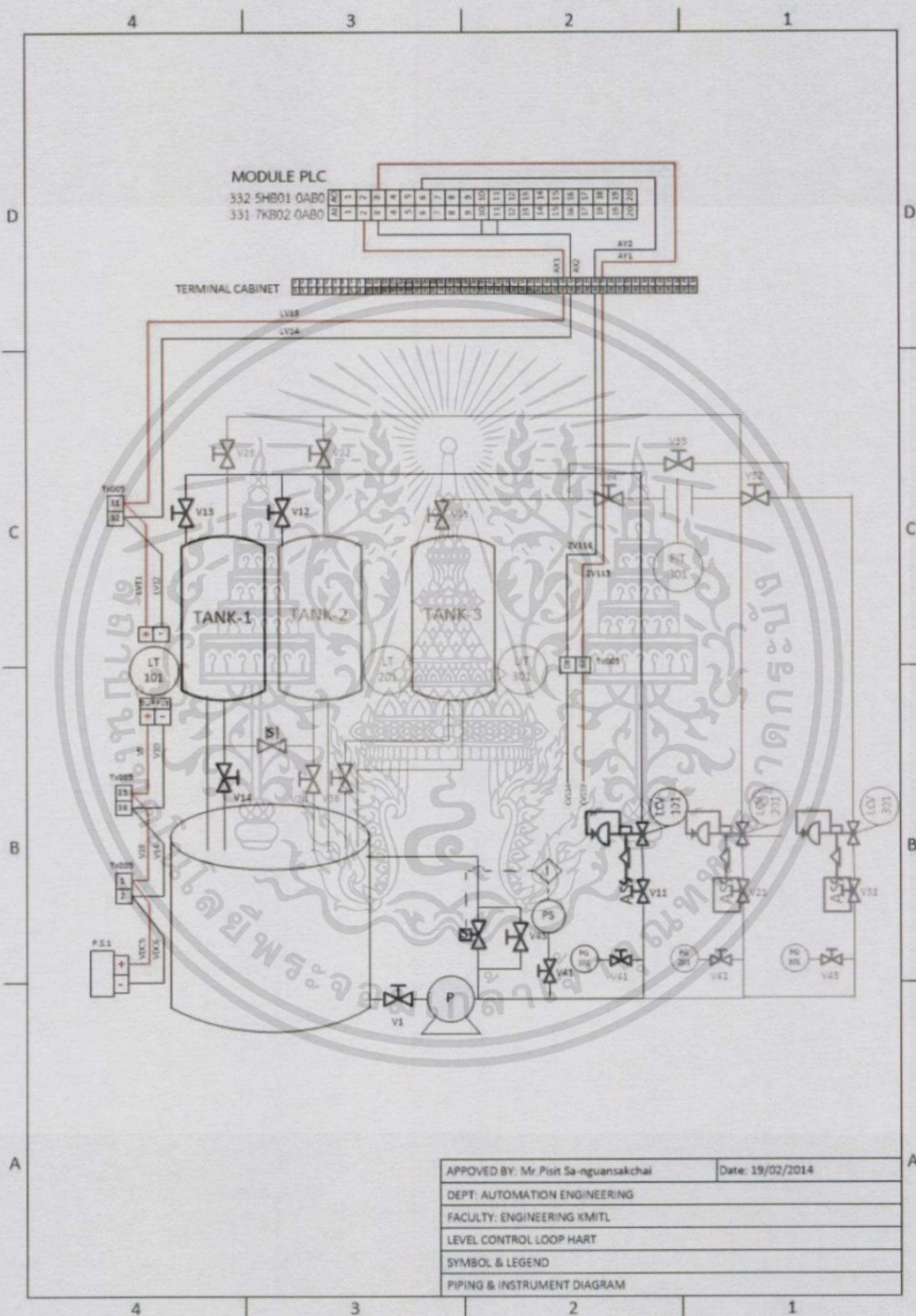
ของเทคโนโลยี Analog น้ำจะไหลเข้าสู่ Tank 1 เมื่อเปิดปั๊มน้ำ โดยมี D/P Transmitter (LT101) วัดระดับน้ำและส่งค่าสัญญาณ 4-20 mA ไปยังพีแอลซีเพื่อควบคุมและประมวลผลเทียบกับค่า Setpoint จากนั้นค่าจากการถูกประมวลผลจะถูกส่งไปเป็นสัญญาณ 4-20 mA เพื่อควบคุม Control Valve (LCV 101) เพื่อให้ระดับน้ำเป็นไปตามค่า Setpoint ที่กำหนดไว้ อุปกรณ์ที่เลือกใช้ในระบบการสัญญาณ Analog แสดงได้ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในระบบการระดับเทคโนโลยี Analog

No.	Device	Manufacturer	Model	IP
1.	Computer (Engineering)	TOSHIBA	PORTEGE M900	192.168.1.200
2.	Computer(HMI)	lenovo	Z500	192.168.1.50
3.	PLC	SIEMENS	S7-300	192.168.1.100
4.	Pressure Transmitter (LT101)	YOGOKAWA	YA11-SMS3	-
5.	Valve Positioner	YAMATAKE	AVP200	-

- ในโครงการนี้โมดูล Analog อินพุตรุ่น SM 331; AI 2 x 12 Bit; (6ES7331-7KB02-0AB0) ซึ่งค่าจะรับสัญญาณเป็นแบบ 4-Wire Current transducers และกำหนดช่วงของการวัดเป็น 4-20 mA
- ส่วน Analog เอาท์พุตรุ่น SM 332; AO 2 x 12 Bit; (6ES7332-5HB01-0AB0) กำหนดผ่านซอฟต์แวร์ให้สามารถให้สัญญาณเอาท์พุตออกมาเป็นกระแสไฟฟ้า

3.3.2 Loop Wiring กระบวนการระดับของเทคโนโลยี Analog



รูปที่ 3.3 แบบ Loop Wiring กระบวนการระดับของเทคโนโลยี Analog

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.3 D/P Transmitter (LT101) ต่อเข้ากับ AI โมดูลของพีแอลซี โดยเลือกใช้ CH0 ซึ่งต่อใช้งานขาสัญญาณที่ 2 ซึ่งมีสัญญาณเป็นบวก และขาสัญญาณที่ 3 ,10 และ 11 เป็นสัญญาณลบ ส่วน AO โมดูล เลือกใช้ CH0 ต่อใช้งานขาสัญญาณที่ 3 ซึ่งสัญญาณเป็นบวก และขาสัญญาณที่ 6 มีสัญญาณเป็นลบ เนื่องจากการต่อแบบ 4-wire transducers ต้องต่อ Compensate ให้ระบบด้วย หรือต่อกราวด์ร่วม ดังนั้นจำเป็นต้องต่อขาสัญญาณที่ 3 ,10 และ11 เข้าด้วยกัน การตั้งค่าย่านการวัดของโมดูลสามารถทำได้ ดังตาราง 3.2

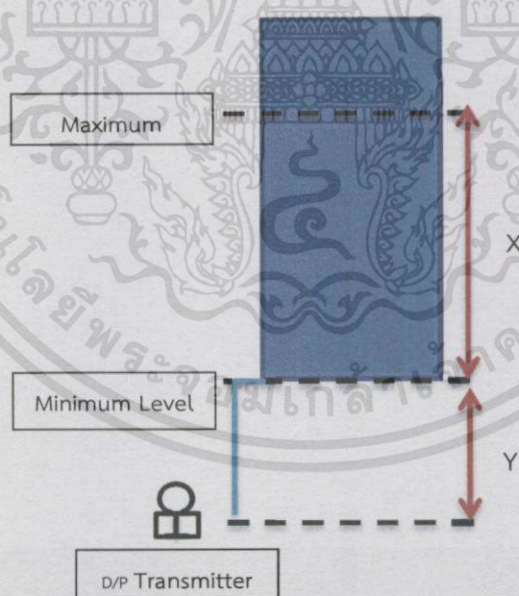
ตารางที่ 3.2 การตั้งค่าย่านการวัดโมดูล Analog

Measuring range		Measuring range module setting
4-wire transducer	4 mA to 20 mA	C

3.3.3 การออกแบบการวัดและการควบคุม

3.3.3.1 การติดตั้ง D/P Transmitter ของเทคโนโลยี Analog ในกระบวนการระดับ

- การคำนวณการระดับการวัดโดยวิธีความดันแตกต่าง (Differential Pressure)



รูปที่ 3.4 การสอบเทียบเครื่องมือวัดความดันแตกต่าง แบบ Analog

จากการวัด ค่า $X = 46 \text{ cm}$, $Y = 23 \text{ cm}$
น้ำจะมีค่าความถ่วงจำเพาะ (SG) เป็น 1,

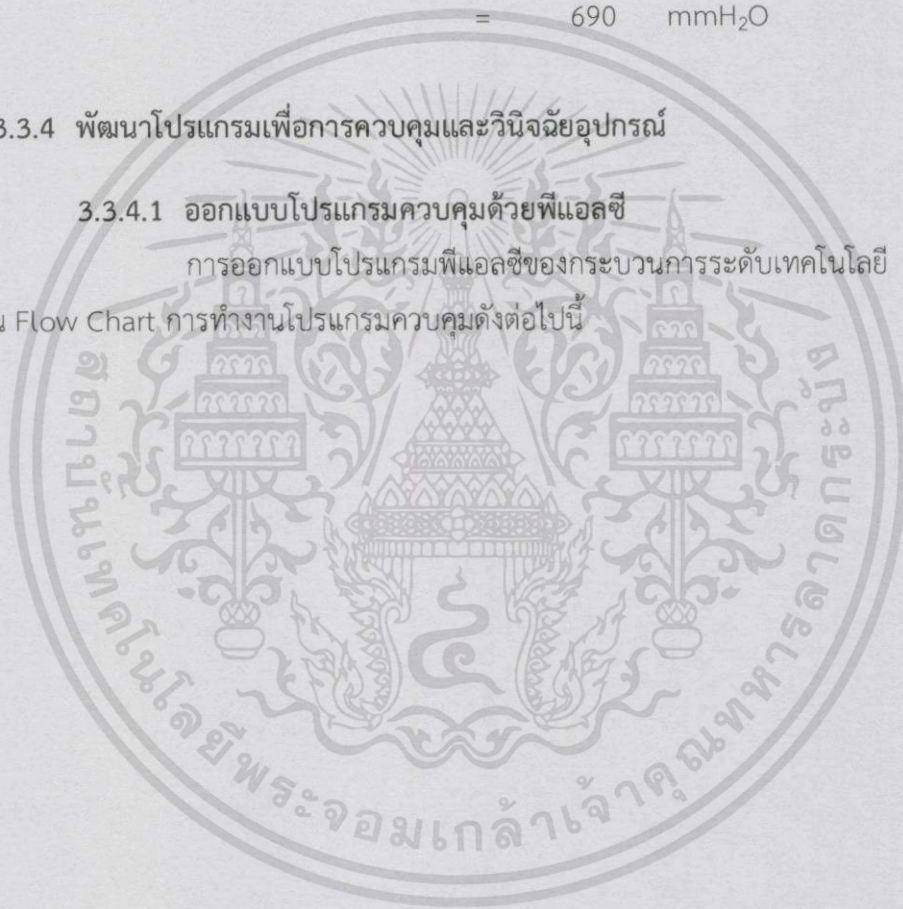
$$\begin{aligned} \text{ที่ } 0\% \text{ (Minimum Level)} &= Y \cdot SG \\ &= 230 \text{ mm} \times 1 \\ &= 230 \text{ mmH}_2\text{O} \\ \text{ที่ } 100\% \text{ (Maximum Level)} &= (X+Y) \cdot SG \\ &= (460+230) \text{ mm} \times 1 \\ &= 690 \text{ mmH}_2\text{O} \end{aligned}$$

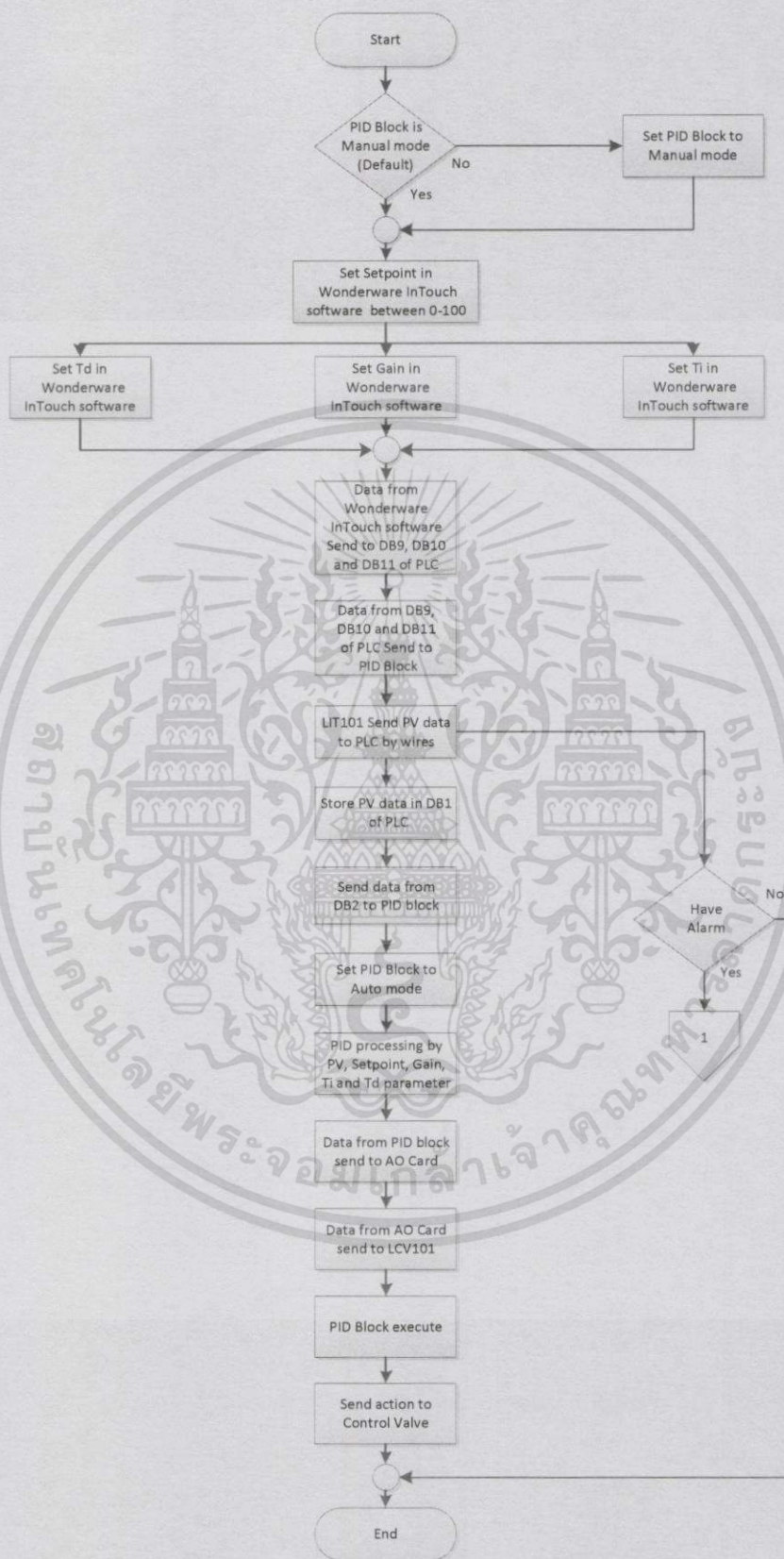
3.3.4 พัฒนาโปรแกรมเพื่อการควบคุมและวินิจฉัยอุปกรณ์

3.3.4.1 ออกแบบโปรแกรมควบคุมด้วยพีแอลซี

การออกแบบโปรแกรมพีแอลซีของกระบวนการระดับเทคโนโลยี
แสดงผ่าน Flow Chart การทำงานโปรแกรมควบคุมดังต่อไปนี้

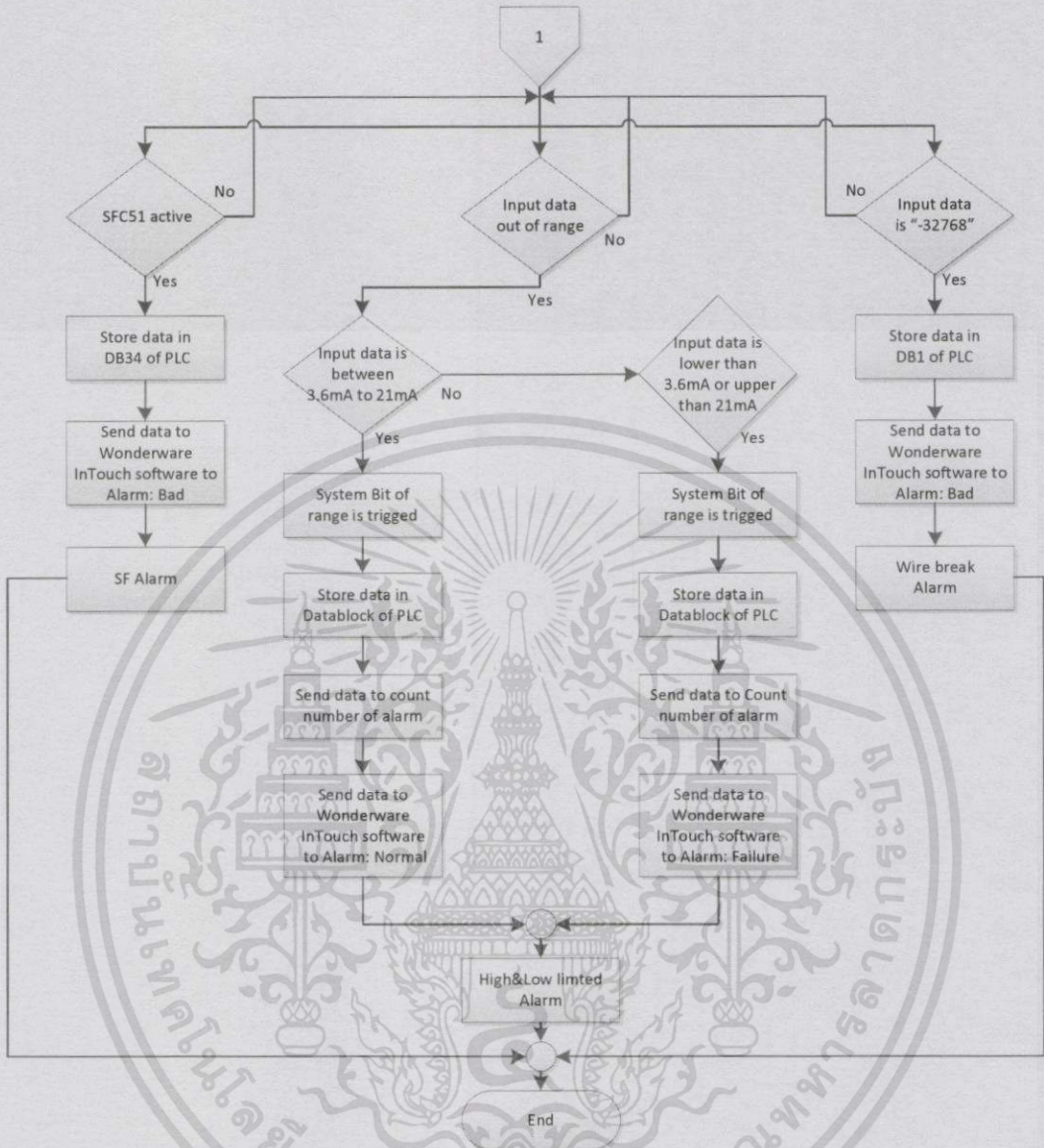
Analog





รูปที่ 3.5 Flow Chart การทำงานโปรแกรมควบคุมกระบวนการเทคโนโลยี Analog ส่วนที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.6 Flow Chart การทำงานโปรแกรมควบคุมกระบวนการเทคโนโลยี Analog ส่วนที่ 2

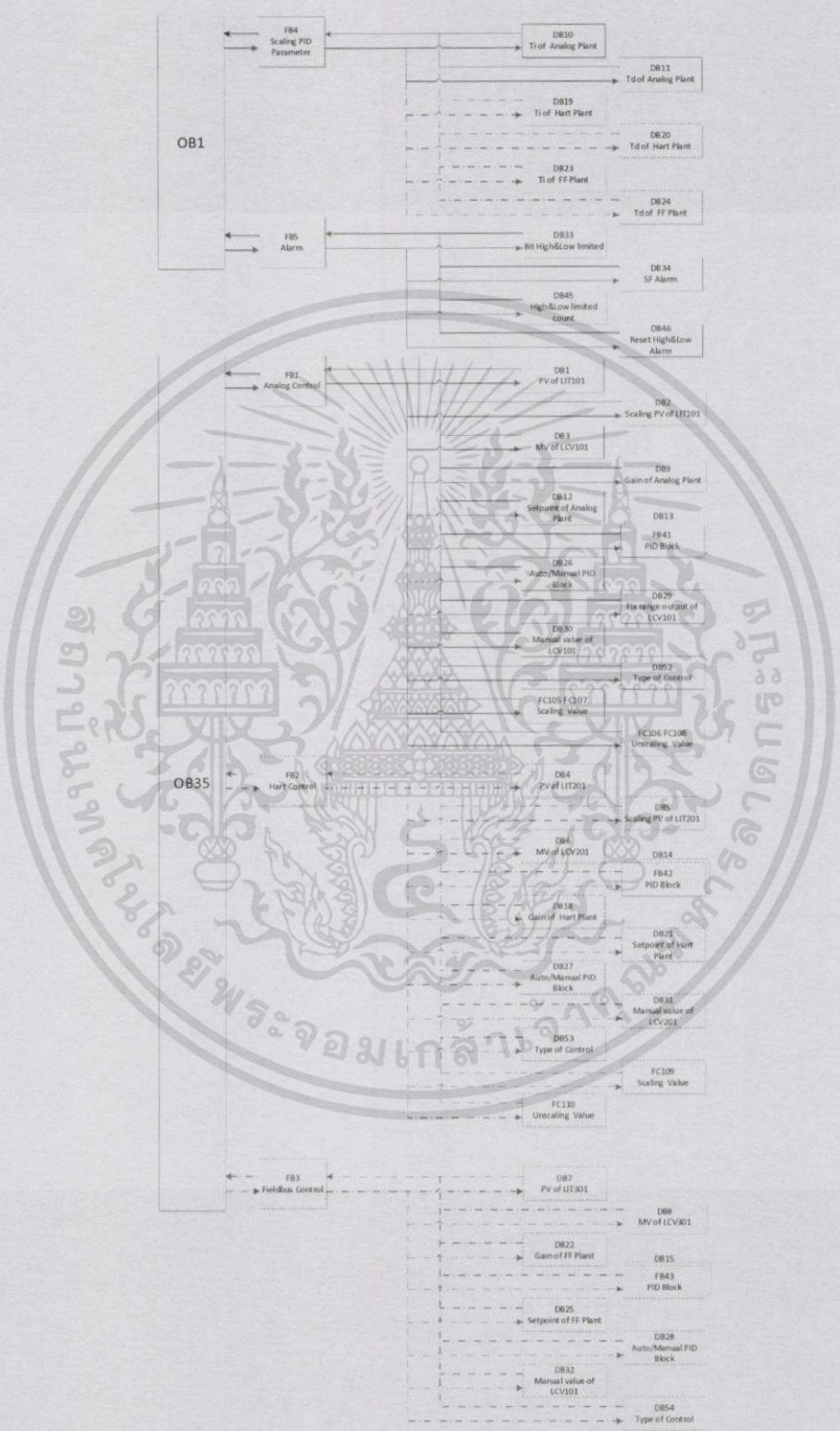
จากรูปที่ 3.5 และ 3.6 ผู้ใช้งานจะเริ่มต้นการทำงานพลาเน็ตควบคุมระดับด้วยการกำหนดโหมดของบล็อก PID ให้เป็นโหมด Manual จากนั้นตั้งค่า Setpoint ค่า Gain ค่า Ti และค่า Td ผ่านโปรแกรม Wonderware InTouch โดยข้อมูลทั้งหมดจะถูกเก็บใน Data Block ของพีแอลซีและจะถูกส่งเข้าบล็อก PID ของพีแอลซีหลังจากนั้น Transmitter จะส่งค่าสัญญาณระดับไปยัง พีแอลซีจากนั้นกำหนดโหมดของบล็อก PID ให้เป็นโหมด Auto โดยบล็อก PID จะทำการประมวลผลและส่งค่าออกไปยัง Transmitter ผ่านการ์ด AO ของพีแอลซี โดยเมื่อค่าสัญญาณระดับ มีค่าเท่ากับค่า Setpoint บล็อก PID จะส่งสัญญาณให้วาล์วเปิดคงที่ และเมื่อค่าสัญญาณระดับ มีค่าไม่เท่ากับค่า Setpoint บล็อก PID จะส่งสัญญาณให้

วาล์วเปิดเพิ่มขึ้นหรือลดลง โดยจะมีการแจ้งเตือนเกิดขึ้นเมื่อหลอด SF LED ของพีแอลซี สว่างขึ้น ค่าสัญญาณระดับเกิดหลุดออกจากเกณฑ์ที่กำหนด หรือสายไฟที่ใช้ในการส่งสัญญาณระดับเกิดชำรุดเสียหาย หากการแจ้งเตือนเกิดขึ้นเพราะหลอด LED ของ SF สว่างขึ้น พีแอลซีจะทำการเก็บข้อมูลการแจ้งเตือนไว้ใน Data Block และส่งข้อมูลนั้นไปยังโปรแกรม Wonderware InTouch เพื่อแสดงการแจ้งเตือน หากการแจ้งเตือน เกิดขึ้นเพราะค่าสัญญาณระดับเกิดหลุดออกจากเกณฑ์ที่กำหนดพีแอลซี จะทำการเก็บข้อมูลการแจ้งเตือนไว้ใน Data Block และนำไปผ่านเงื่อนไขในการคัดแยกสถานะของ Alarm โดยจะแบ่งเป็น 2 สถานะ คือ Normal และ Failure จากนั้นจึงส่งค่าไปยังโปรแกรม Wonderware InTouch เพื่อแสดงการแจ้งเตือน หากการแจ้งเตือนเกิดขึ้นเพราะสายไฟที่ใช้ในการส่งสัญญาณระดับเกิดชำรุดเสียหายค่าสัญญาณระดับจะมีค่าเป็น -32768 ซึ่งจะถูกเก็บข้อมูลไว้ใน Data Block ของ พีแอลซี หลังจากนั้นจะส่งค่าไปยังโปรแกรม Wonderware InTouch เพื่อแสดงการแจ้งเตือน



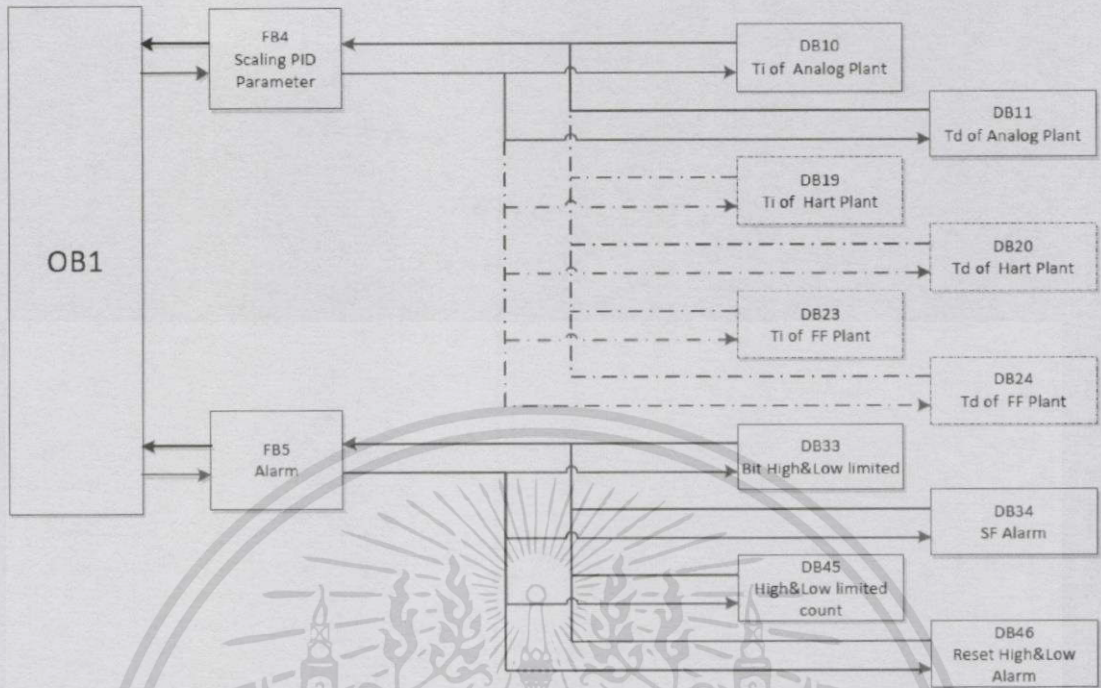
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ออกแบบโปรแกรมการควบคุมกระบวนการระดับของเทคโนโลยี Analog

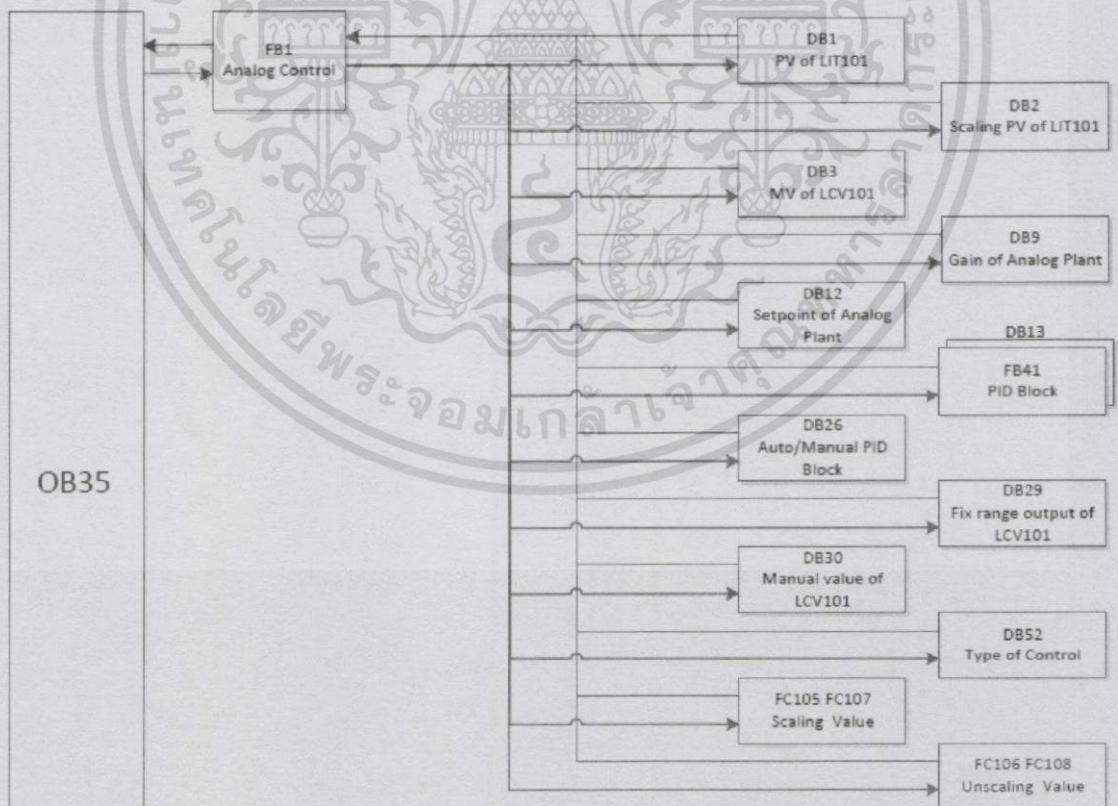


รูปที่ 3.7 โครงสร้างโปรแกรมการควบคุมกระบวนการเทคโนโลยี Analog

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.8 โครงสร้างโปรแกรมการควบคุมกระบวนการเทคโนโลยี Analog ส่วนที่ 1



รูปที่ 3.9 โครงสร้างโปรแกรมการควบคุมกระบวนการเทคโนโลยี Analog ส่วนที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.7 – รูปที่ 3.9 แสดงโครงสร้างการเรียกข้อมูลของบล็อกโปรแกรม โดยประกอบไปด้วย OB1 และ OB35 โดย OB1 จะเป็นบล็อกเกี่ยวกับการแปลงค่าตัวแปรต่าง ๆ ของบล็อก PID และการแจ้งเตือน และ OB35 จะเป็นบล็อกเกี่ยวกับการควบคุมกระบวนการระดับโดย OB1 และ OB35 ซึ่งมี Cycle Time คือ 20ms และ 500ms ตามลำดับ โดยจะประมวลผลในรูปแบบของ Cycle Time (ประมวลผลวนรอบ) โดย OB1 จะเรียกข้อมูลมาจาก

1. FB4 เป็นฟังก์ชันบล็อกที่ 4 ภายในบล็อกจะมีโปรแกรม Scaling parameter ซึ่งประกอบไปด้วยบล็อกของการแจ้งเตือน ซึ่ง FB4 จะเรียกข้อมูลจาก DB10 DB11 DB19 DB20 DB23 และ DB24 ซึ่ง Data block แต่ละตัวทำหน้าที่ดังนี้

DB10 เป็นบล็อกที่ใช้เก็บค่าสัญญาณของ Ti ของพลาเน็ต Analog

DB11 เป็นบล็อกที่ใช้เก็บค่าสัญญาณของ Td ของพลาเน็ต Analog

2. FB5 เป็นฟังก์ชันบล็อกที่ 5 ภายในบล็อกจะมีโปรแกรม Alarm ของ Analog และ Wired HART ซึ่งประกอบไปด้วย SFC51 หรือ DB34 และ DB35 ซึ่งเป็นบล็อกของการแจ้งเตือน ซึ่ง FB4 จะเรียกข้อมูลจาก DB33 DB45 และ DB46 ซึ่ง Data block แต่ละตัวทำหน้าที่ดังนี้

DB33 เป็นบล็อกที่ใช้เก็บค่าสัญญาณของ High&Low limited Alarm

DB34 เป็นบล็อกที่ใช้เก็บค่าสัญญาณของ SF Alarm

DB45 เป็นบล็อกที่ใช้เก็บจำนวนครั้งของ High&Low limited Alarm

DB46 เป็นบล็อกที่ใช้เก็บค่าสัญญาณที่ใช้ในการ Reset High&Low limited Alarm

OB35 จะเรียกข้อมูลมาจาก

1. FB1 เป็นฟังก์ชันบล็อกที่ 1 ภายในบล็อกจะมีโปรแกรมควบคุมระดับของ Analog ซึ่งประกอบไปด้วย FC105 และ FC107 ซึ่งเป็นบล็อก Scaling Value FC106 และ FC108 ซึ่งเป็นบล็อก Unscaling Value และ FB41 หรือ DB13 ซึ่งเป็นบล็อก PID ซึ่ง FB1 จะเรียกข้อมูลจาก DB1 DB2 DB3 DB9 DB12 DB26 DB29 DB30 และ DB52 ซึ่ง Data block แต่ละตัวทำหน้าที่ดังนี้

DB1 เป็นบล็อกที่ใช้เก็บค่าสัญญาณระดับของพลาเน็ต

DB2 เป็นบล็อกที่ใช้เก็บค่าสัญญาณระดับของพลาเน็ตที่ผ่านการ scaling แล้ว

DB3 เป็นบล็อกที่ใช้เก็บค่าสัญญาณที่ได้จากการคำนวณจากบล็อก PID

DB9 เป็นบล็อกที่ใช้เก็บค่า Gain ของบล็อก PID

DB12 เป็นบล็อกที่ใช้เก็บค่า Setpoint ของบล็อก PID

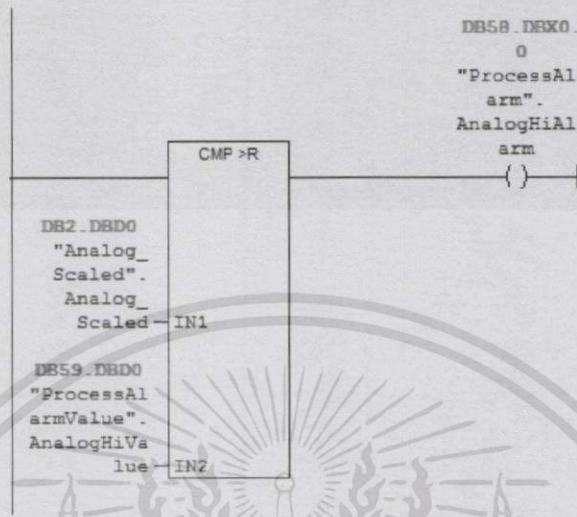
DB26 เป็นบล็อกที่ใช้เก็บสัญญาณเปิด/ปิดโหมด manual ของบล็อก PID

DB29 เป็นบล็อกที่ใช้เก็บค่าสัญญาณที่ได้จากการคำนวณจากบล็อก PID หลังการ Scaling

DB30 เป็นบล็อกที่ใช้เก็บค่าสัญญาณของโหมด Manual ของบล็อก PID ของพลาเน็ต

DB52 เป็นบล็อกที่ใช้เก็บค่ารูปแบบที่ใช้ในการควบคุมพลาเน็ต

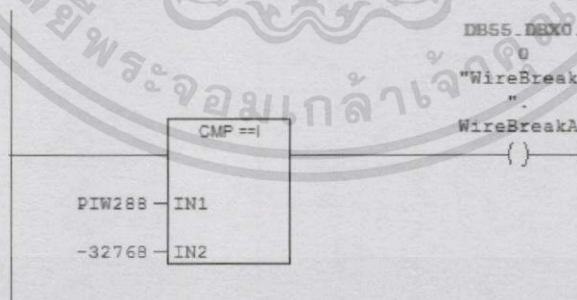
3.3.4.2 การทำเงื่อนไข Process Alarm ของเทคโนโลยี Analog



รูปที่ 3.10 บล็อกคำสั่ง CMR >R

การทำเงื่อนไขการแจ้งเตือนกระบวนการในที่นี้ใช้การเปรียบเทียบ DB2.DBDO0 หรือค่าของ PV ที่ได้หลังจากการปรับเทียบค่าเป็น 0 ถึง 100 แล้ว กับ DB59.DBDO0 หรือค่าระดับที่ต้องการให้เกิดการแจ้งเตือนมาเปรียบเทียบกันแล้วจึงส่งค่าสัญญาณเอาต์พุตไปที่ DB58.DBX0.0 เพื่อทำการแจ้งเตือนที่ HMI

3.3.4.3 การทำเงื่อนไข Wire Break Alarm ของเทคโนโลยี Analog



รูปที่ 3.11 บล็อกคำสั่ง CMR ==I

การทำเงื่อนไขการทำ Wire Break Alarm ในที่นี้ใช้การเปรียบเทียบ PIW288 หรือค่าของ PV ที่ได้จากการวัดระดับของอุปกรณ์วัด กับ -32768 หรือค่าที่เกิดขึ้นเมื่อไม่มีสัญญาณเข้ามาที่ AI card ของพีแอลซี แล้วจึงส่งค่าสัญญาณเอาท์พุทไปที่ DB55.DBX0.0 เพื่อทำการแจ้งเตือนที่ HMI

ตารางที่ 3.3 แสดงตัวแปรที่ใช้ในการ Mapping Address ระหว่างโปรแกรม SIMATIC และ Wonderware InTouch ของเทคโนโลยี Analog

Tag name	Address Wonderware InTouch	Address SIEMENS	Data Type	ScanRate (millisec)	Description
PVAnalog	DB1,int0	DB1.DBW0	DEC	100	รับค่าสัญญาณระดับของเทคโนโลยี Analog
level_Analog	DB2,real0	DB2.DBD0	FLOATING POINT	100	แปลงค่าสัญญาณระดับของเทคโนโลยี Analog เป็น 0-100%
valve_Analog	DB3,real0	DB3.DBD0	FLOATING POINT	100	ค่าที่ได้จากการคำนวณของบล็อก PID
Gain_Analog	DB9,real0	DB9.DBD0	FLOATING POINT	100	Analog Gain
Ti_Analog	DB10,int0	DB10.DBW0	DEC	100	Analog Ti
Td_Analog	DB11,int0	DB11.DBW0	DEC	100	Analog Td
setpoint_Analog	DB12,real0	DB12.DBD0	FLOATING POINT	100	Analog Setpoint
valve_AnalogMan	DB30,real0	DB30.DBD0	FLOATING POINT	100	สั่งเปิดวาล์วแบบ Manual
Man_Analog	DB26,x0.0	DB26.DBX0.0	BOOL	100	สั่งเปิด หรือปิดโหมด Manual ของบล็อก PID
SF_LED	DB34,x0.0	DB34.DBW2	HEX	100	บิต Alarm SF led
count_Hilimited	DB45,Dint0	DB45.DBD0	DEC	100	นับจำนวนครั้งการเกิด Alarm High limited
count_Lolimited	DB45,Dint4	DB45.DBD4	DEC	100	นับจำนวนครั้งการเกิด Alarm Low limited
Clear_Count	DB46,x0.0	DB46.DBX0.0	BOOL	100	รีเซ็ต High&Low limited Alarm

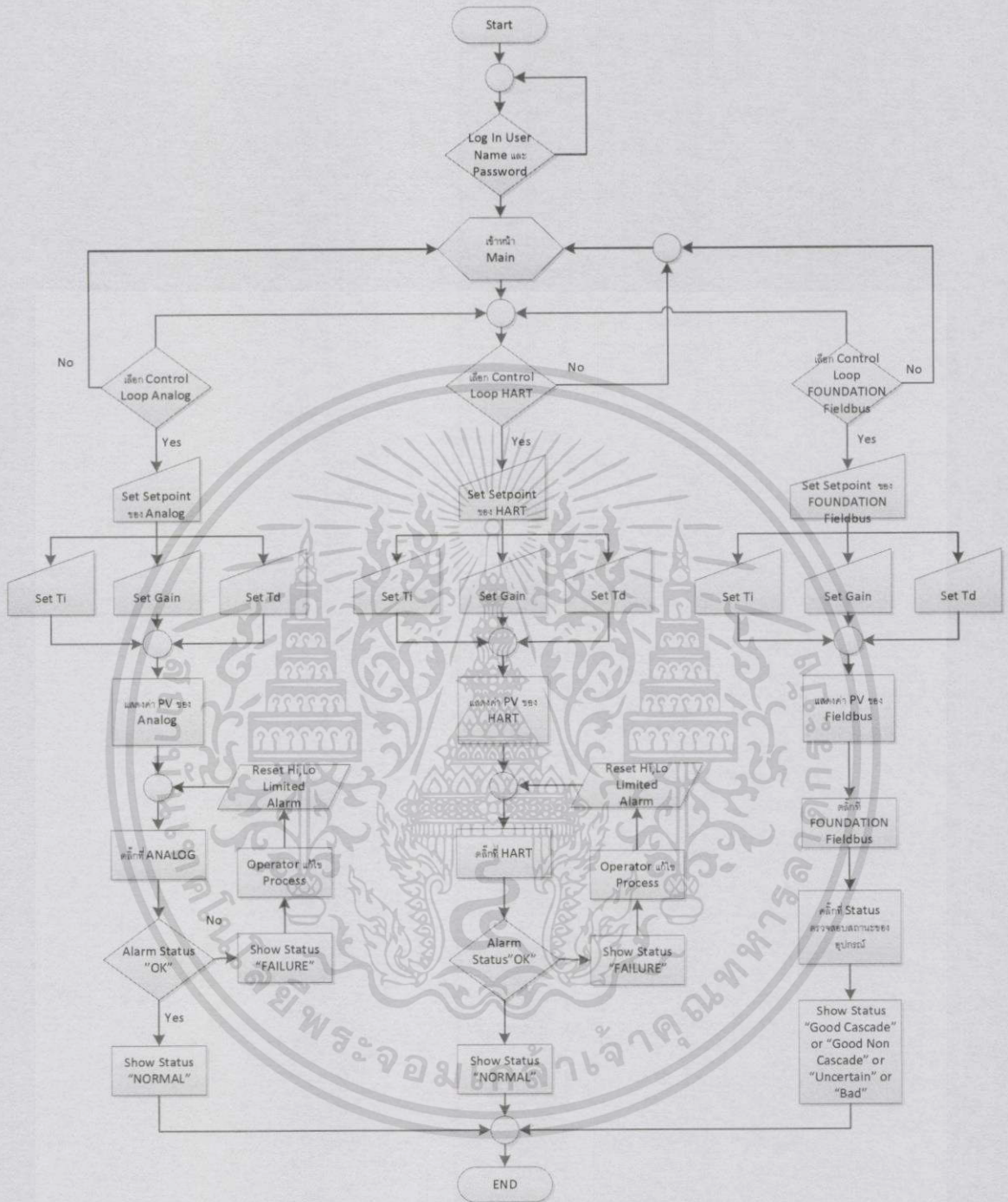
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.5 ส่วนโปรแกรมเพื่อการแสดงผล

3.3.5.1 กราฟิกแสดงผล (HMI)

ส่วนของการออกแบบกราฟิกเพื่อการแสดงผลได้นำเสนอ Flow Chart การใช้งาน HMI ของกระบวนการระดับเทคโนโลยี Analog ตามรูปที่ 3.12 และ ตัวอย่างของหน้าต่าง HMI โดยจะกล่าวไว้ในหัวข้อที่ 3.6





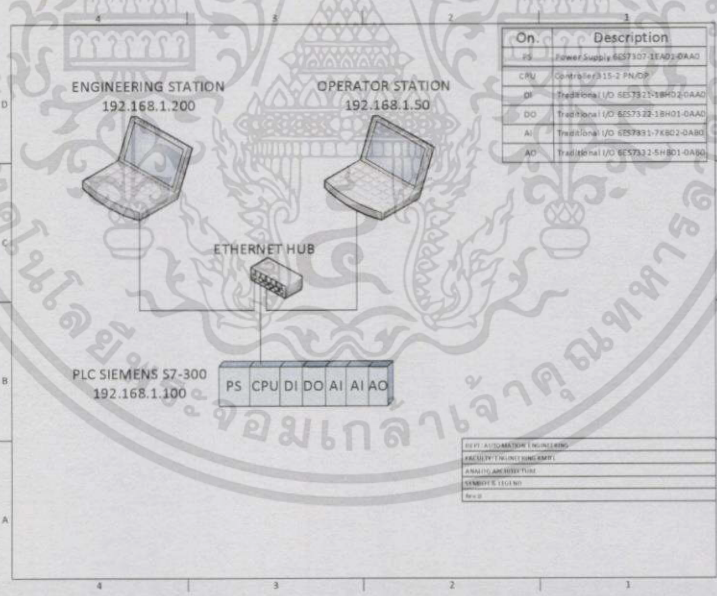
รูปที่ 3.12 Flow Chart การใช้งาน HMI กระบวนการระดับ

จากรูปที่ 3.12 ผู้ใช้งานจะเริ่มต้นการทำงานของ HMI โดยจะต้องเข้าหน้าต่าง Log In เพื่อใส่ User Name และ Password ให้ถูกต้อง เมื่อ User Name และ Password ถูกต้อง จึงจะแสดงหน้าต่างของ Main หรือ หน้าต่างหลักของ HMI เมื่อเข้ามายังหน้าต่างหลักของ HMI สามารถเลือกปฏิบัติการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ควบคุมได้ว่าจะทำการควบคุม Analog HART FOUNDATION Fieldbus หรือทั้ง 3 เทคโนโลยี เมื่อสามารถเลือกเทคโนโลยีที่จะทำการควบคุมได้จากนั้น ตั้งค่า Setpoint Gain Ti และTd ในแต่ละการควบคุม เมื่อตั้งค่าเรียบร้อยแล้ว หน้าต่าง HMI จะแสดงค่า PV ในแต่ละเทคโนโลยี หลังจากนั้นผู้ใช้งานสามารถตรวจสอบ Status โดยเลือกที่ ANALOG HART หรือ FOUNDATION Fieldbus ในแต่ละเทคโนโลยี ตรวจสอบ Status ว่าแสดง Status “OK” หรือไม่ หากไม่ HMI จะแสดง Status “FAILURE” ในกรณีเป็นเทคโนโลยี Analog และ HART จะมีการแสดง Status คล้าย ๆ กัน เมื่อ Status แสดง “FAILURE” ผู้ใช้งานต้องทำการตรวจสอบความผิดปกติตามรายละเอียดที่ HMI ได้แจ้งเตือน แล้วทำการแก้ไขให้ระบบกลับมาใช้งานได้ปกติตามเดิม เมื่อแก้ไขเรียบร้อยแล้ว ให้กด Reset เพื่อรีเซ็ตการแจ้งเตือน High Limited และ Low Limited ใหม่ หาก Status แสดงว่า “OK” แล้วบน HMI จะแสดงว่า “NORMAL” ส่วนเทคโนโลยี FOUNDATION Fieldbus ให้ทำการตรวจสอบ Status ของอุปกรณ์ของเทคโนโลยี FOUNDATION Fieldbus ทั้งหมดที่อยู่ในแพลนต์ ว่า แสดง Status Good Cascade, Good Non Cascade, Uncertain หรือ Bad ซึ่งขึ้นอยู่กับสัญญาณที่อุปกรณ์ส่งมา

3.3.5.2 Network Architecture



รูปที่ 3.13 Network Architecture ของกระบวนการระดับเทคโนโลยี Analog

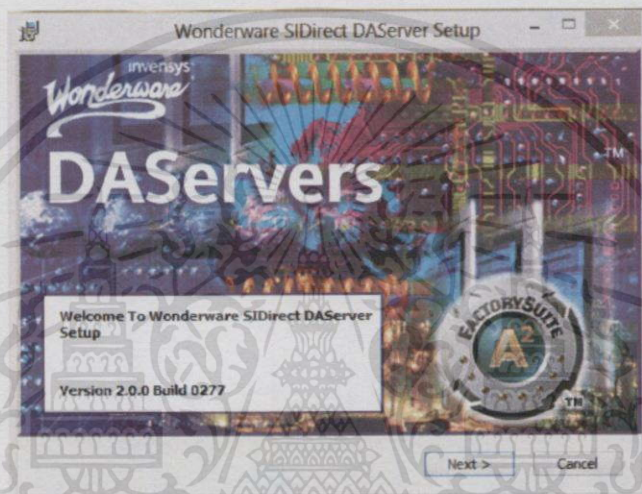
จากรูปที่ 3.13 แสดงถึง Network Architecture ของการควบคุมกระบวนการระดับของเทคโนโลยี Analog โดยมีอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อเข้าด้วยกัน 3 อุปกรณ์ คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 1.เครื่อง ENGINEERING Station โดย IP Address ที่ใช้เป็น 192.168.1.200
- 2.เครื่อง OPERATOR Station โดย IP Address ที่ใช้เป็น 192.168.1.50
- 3.พีแอลซี SIEMENS S7-300 โดย IP Address ที่ใช้เป็น 192.168.1.100 ซึ่งทุกการเชื่อมต่อนั้นเชื่อมต่อกันโดยผ่าน Ethernet HUB เพียง 1ตัว

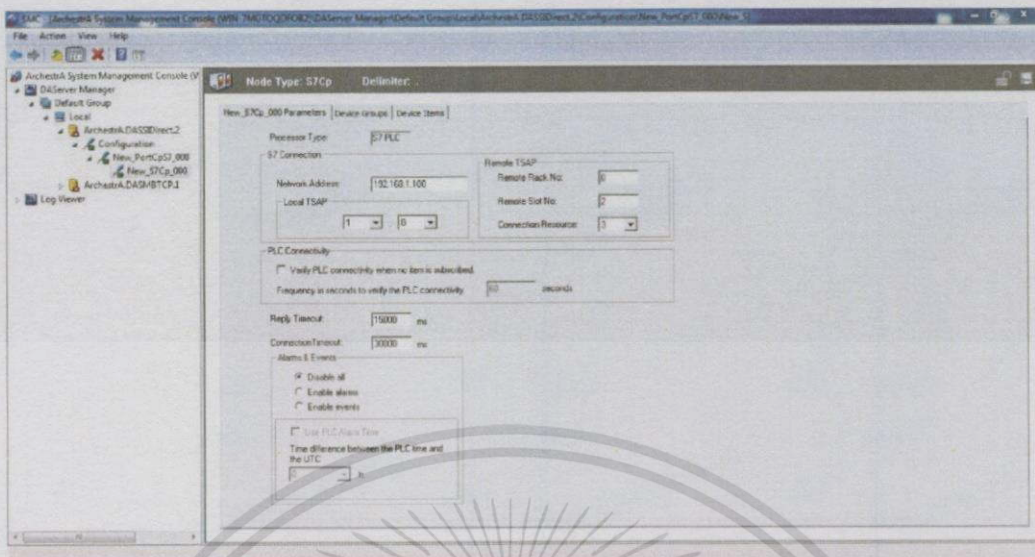
3.3.5.3 โปรแกรม OPC

- Wonderware SIDirect DAServer หรือ DASSIDirect



รูปที่ 3.14 Wonderware SIDirect DAServer

DASSIDirect เป็น OPC ที่ใช้เชื่อมต่อระหว่าง Wonderware InTouch และพีแอลซีของ SIEMENS S7-300 ที่ต้องทำงานผ่านซอฟต์แวร์ System Management Console นอกจากนี้ยังสามารถ Monitor ค่าตัวแปรต่าง ๆ ได้ ในระหว่างที่มีการเชื่อมต่อ โดยค่าตัวแปรที่ดูได้นั้นสามารถดูผ่าน Address ที่ใช้งานร่วมกัน DASSIDirect เป็น OPC ที่เชื่อมต่อกันผ่าน IP Address ของพีแอลซี SIEMENS S7-300 ดังรูปที่ 3.15



รูปที่ 3.15 การเชื่อมต่อกันผ่าน IP Address ของพีแอลซี SIEMENS S7-300

Name	R/W Status	Value	Time	Quality	MrgID	Location	S7 Mrg ID	Item Error
DI07.read	R/W	TRUE	1:29:43 PM	00C0	400078C	New_PortCp57_000>New_S7Cp_000	P	R255
DI04.read	R/W	14	1:19:43 PM	00C0	400078C	New_PortCp57_000>New_S7Cp_000	P	R255
DI01.read	R/W	16	1:13:43 PM	00C0	400078C	New_PortCp57_000>New_S7Cp_000	P	R255
DI05.DonD	R/W	222	1:10:43 PM	00C0	400078C	New_PortCp57_000>New_S7Cp_000	P	R255
DI04.DonD	R/W	13	1:13:43 PM	00C0	400078C	New_PortCp57_000>New_S7Cp_000	P	R255
DI02.read	R/W	222	1:29:43 PM	00C0	400078C	New_PortCp57_000>New_S7Cp_000	P	R255
DI04.read	R/W	14	1:19:43 PM	00C0	300057C	New_PortCp57_000>New_S7Cp_000	P	R255
DI02.read	R/W	TRUE	1:19:43 PM	00C0	400078C	New_PortCp57_000>New_S7Cp_000	P	R255
DI01.read	R/W	222	1:10:43 PM	00C0	400078C	New_PortCp57_000>New_S7Cp_000	P	R255
DI01.read	R/W	184	1:10:43 PM	00C0	400078C	New_PortCp57_000>New_S7Cp_000	P	R255
DI01.read	R/W	226	1:10:43 PM	00C0	400078C	New_PortCp57_000>New_S7Cp_000	P	R255
DI00.read	R/W	FALSE	1:10:43 PM	00C0	400078C	New_PortCp57_000>New_S7Cp_000	P	R255
DI00.read	R/W	FALSE	1:10:43 PM	00C0	400078C	New_PortCp57_000>New_S7Cp_000	P	R255
DI00.read	R/W	TRUE	1:10:43 PM	00C0	400078C	New_PortCp57_000>New_S7Cp_000	P	R255
DI03.read	R/W	TRUE	1:10:43 PM	00C0	400078C	New_PortCp57_000>New_S7Cp_000	P	R255
DI06.read	R/W	FALSE	1:10:43 PM	00C0	400078C	New_PortCp57_000>New_S7Cp_000	P	R255
DI06.read	R/W	FALSE	1:10:43 PM	00C0	400078C	New_PortCp57_000>New_S7Cp_000	P	R255
DI06.read	R/W	FALSE	1:10:43 PM	00C0	400078C	New_PortCp57_000>New_S7Cp_000	P	R255
DI09.read	R/W	TRUE	1:10:43 PM	00C0	400078C	New_PortCp57_000>New_S7Cp_000	P	R255
DI06.read	R/W	TRUE	1:10:43 PM	00C0	400078C	New_PortCp57_000>New_S7Cp_000	P	R255
DI06.read	R/W	FALSE	1:10:43 PM	00C0	400078C	New_PortCp57_000>New_S7Cp_000	P	R255
DI01.read	R/W	FALSE	1:10:43 PM	00C0	400078C	New_PortCp57_000>New_S7Cp_000	P	R255
DI01.read	R/W	32768	1:10:43 PM	00C0	400078C	New_PortCp57_000>New_S7Cp_000	P	R255
DI01.read	R/W	8	1:10:43 PM	00C0	400078C	New_PortCp57_000>New_S7Cp_000	P	R255
DI01.read	R/W	8	1:10:43 PM	00C0	400078C	New_PortCp57_000>New_S7Cp_000	P	R255
DI09.read	R/W	8	1:10:43 PM	00C0	400078C	New_PortCp57_000>New_S7Cp_000	P	R255
DI09.read	R/W	15	1:10:43 PM	00C0	400078C	New_PortCp57_000>New_S7Cp_000	P	R255
DI09.read	R/W	0	1:10:25 PM	00C0	400078C	New_PortCp57_000>New_S7Cp_000	P	R255
DI05.read	R/W	0	1:10:25 PM	00C0	400078C	New_PortCp57_000>New_S7Cp_000	P	R255
DI07.read	R/W	-5.208185	1:10:25 PM	00C0	400078C	New_PortCp57_000>New_S7Cp_000	P	R255
DI08.read	R/W	0	1:10:25 PM	00C0	400078C	New_PortCp57_000>New_S7Cp_000	P	R255
DI06.read	R/W	100	1:43:25 PM	00C0	400078C	New_PortCp57_000>New_S7Cp_000	P	R255
DI06.read	R/W	9	1:10:43 PM	00C0	400078C	New_PortCp57_000>New_S7Cp_000	P	R255
DI06.read	R/W	-5.202712	1:10:25 PM	00C0	400078C	New_PortCp57_000>New_S7Cp_000	P	R255
DI06.read	R/W	7.6438	1:10:43 PM	00C0	400078C	New_PortCp57_000>New_S7Cp_000	P	R255

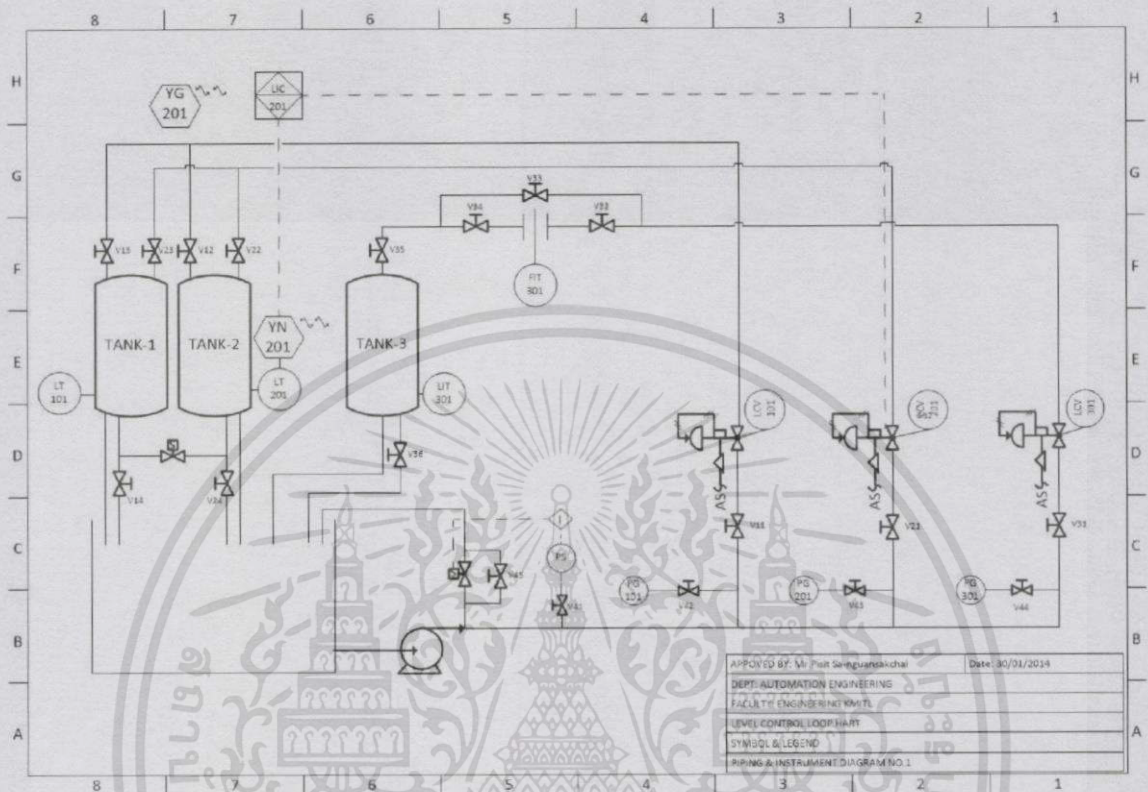
รูปที่ 3.16 หน้าต่างแสดงค่าของ Address ของพีแอลซี SIEMENS S7-300

3.4 การดำเนินการของกระบวนการระดับเทคโนโลยี HART

อุปกรณ์การวัดและควบคุมที่ใช้ในกระบวนการระดับของเทคโนโลยี HART ได้มีการดัดแปลงแพลตฟอร์มโมเดลจากเดิมโดยมีอุปกรณ์ Wireless ที่เพิ่มขึ้นมา สามารถดูรายละเอียดได้จากหัวข้อ 3.4.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.1 แบบ P&I Diagram กระบวนการระดับของเทคโนโลยี HART



รูปที่ 3.17 แบบ P&I Diagram กระบวนการระดับของเทคโนโลยี HART

จากรูปที่ 3.17 ได้นำเสนอแบบ P&I Diagram ของกระบวนการระดับของเทคโนโลยี HART โดยนำเสนอการส่งสัญญาณเฉพาะของกระบวนการเทคโนโลยี HART เท่านั้น หลักการทำงานของกระบวนการระดับของเทคโนโลยี HART น้ำจะไหลเข้าสู่ Tank 2 โดยมี D/P Transmitter (LT201) วัดระดับน้ำและส่งค่าการแจ้งเตือน ส่งผ่าน Smart Wireless THUM ไปยัง Smart Wireless Gateway จากนั้นจึงนำค่าของการแจ้งเตือน จาก Smart Wireless Gateway มาใช้ในการวิเคราะห์ต่อไป ส่วนค่าสัญญาณ 4-20 mA ที่ออกจาก AO โมดูลส่งไปยัง D/P Transmitter (LT201) เป็นค่าสัญญาณที่ใช้ในการควบคุมและยังส่งผ่านไปยัง Smart Wireless THUM Adapter เพื่อเป็นไฟเลี้ยงให้กับ Smart Wireless THUM Adapter ในการที่จะส่งค่า Alarm มายัง Smart Wireless Gateway จากนั้นค่าจากการถูกประมวลผลจาก D/P Transmitter (LT201) ก็ถูกส่งไปควบคุม Control Valve (LCV 201) เพื่อให้ระดับน้ำเป็นไปตามค่า Setpoint ที่กำหนดไว้ อุปกรณ์ที่เลือกใช้ในกระบวนการระดับของเทคโนโลยี HART แสดงได้ดังตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 อุปกรณ์ที่ใช้ในกระบวนการระดับเทคโนโลยี HART

No.	Device	Manufacturer	Model	IP
1.	Computer (Engineering)	TOSHIBA	PORTEGE M900	192.168.1.200
2.	Computer(HMI)	lenovo	Z500	192.168.1.50
3.	PLC	SIEMENS	S7-300	192.168.1.100
4.	Pressure Transmitter (LT201)	ROSEMOUNT	1151DP3S22M 7B4L4P1I5R1	-
5.	Valve Positioner	SAMSON	3277-01102	-
6.	Smart Wireless Gateway	ROSEMOUNT	1420A2A3A4	192.168.1.10
7.	Smart Wireless THUM ADAPTER	ROSEMOUNT	775XD1115WA 3WK9	-

- ในการควบคุมกระบวนการสัญญาณ HART นี้จะใช้โมดูล Analog อินพุตรุ่น SM 331; AI 2 x 12 Bit; (6ES7331-7KB02-0AB0) ซึ่งคาร์รับสัญญาณเป็นแบบ 2-Wire Current transducers และกำหนดช่วงของการวัดเป็น 4-20 mA
- ส่วนเอาต์พุตที่ไปสั่ง Control Valve (LCV 201) จะใช้ Analog เอาต์พุตรุ่น SM 332; AO 2 x 12 Bit; (6ES7332-5HB01-0AB0) ซึ่งเป็นโมดูลเดียวกันกับกระบวนการสัญญาณ Analog

ตารางที่ 3.5 การตั้งค่าย่านการวัดโมดูล HART

Measuring range		Measuring range module setting
2-wire transducer	4 mA to 20 mA	D

- Smart Wireless Gateway

ในโครงการนี้ใช้ Smart Wireless Gateway ในการรับค่า Alarm ที่ส่งมาจาก Smart Wireless THUM Adapter โดยข้อมูลเกี่ยวกับ Smart Wireless Gateway ดังต่อไปนี้

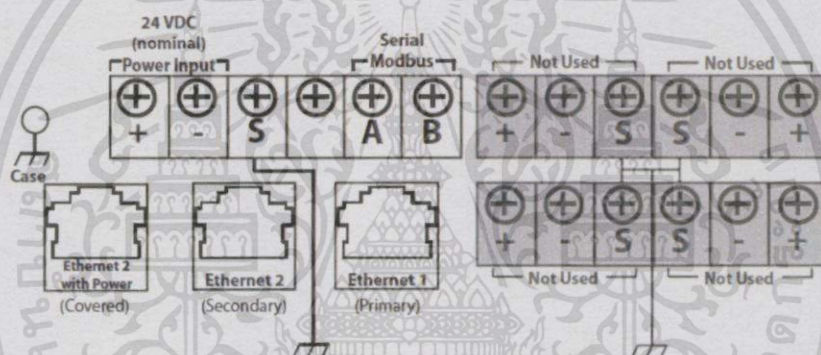
1. โครงการนี้ใช้ Ethernet 1 ของ Smart Wireless Gateway เพื่อเชื่อมต่อกับเครื่องโฮสต์ โดยมีเลข IP Address คือ 192.168.1.10 ดังตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.6 Default IP Addresses

	Gateway	PC/Laptop	Subnet
Ethernet 1	192.168.1.10	192.168.1.12	255.255.255.0
Ethernet 2	192.168.2.10	192.168.2.12	255.255.255.0
Ethernet 1 (DeltaV Ready)	10.5.255.254	10.5.255.200	255.254.0.0
Ethernet 2 (DeltaV Ready)	10.9.255.254	10.9.255.200	255.254.0.0

2. Standard Terminal Block

ใช้พอร์ท Ethernet 1 ในการต่อสาย Ethernet เชื่อมกับ เครื่องโฮสต์และใช้ไฟกระแสตรงขนาด 24 โวลต์ต่อให้กับ Gateway ดังรูปที่ 3.18



รูปที่ 3.18 Standard Terminal Block

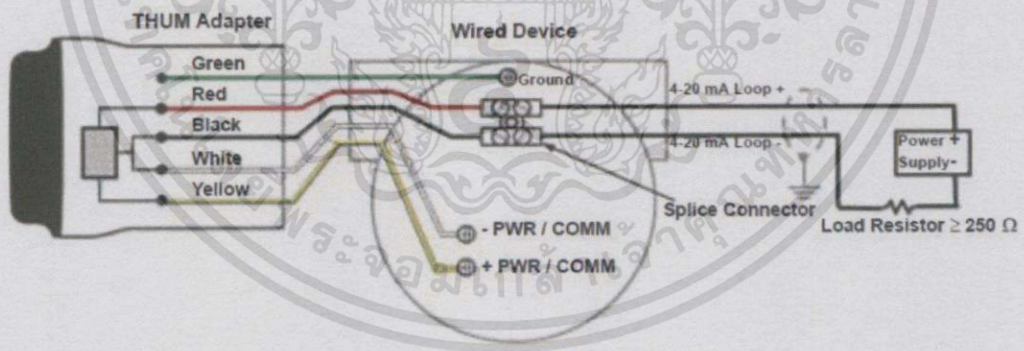
3. เครื่องคอมพิวเตอร์ ENGINEERING เลือกใช้ระบบปฏิบัติการ Windows 7 Professional โดยเลือกจากระบบปฏิบัติการที่ Smart Wireless Gateway รองรับ ดังตารางที่ 3.7

ตารางที่ 3.7 ระบบปฏิบัติการที่รองรับ

Operating System	Version
Windows XP	Professional, Service Pack 3
Windows Server 2003	Standard, Service Pack 2
Windows Server 2003 R2	Standard, Service Pack 2
Windows Server 2008	Standard, Service Pack 2
Windows Server 2008 R2	Standard, Service Pack 1
Windows 7	Professional, Service Pack 1
Windows 7	Enterprise, Service Pack 1

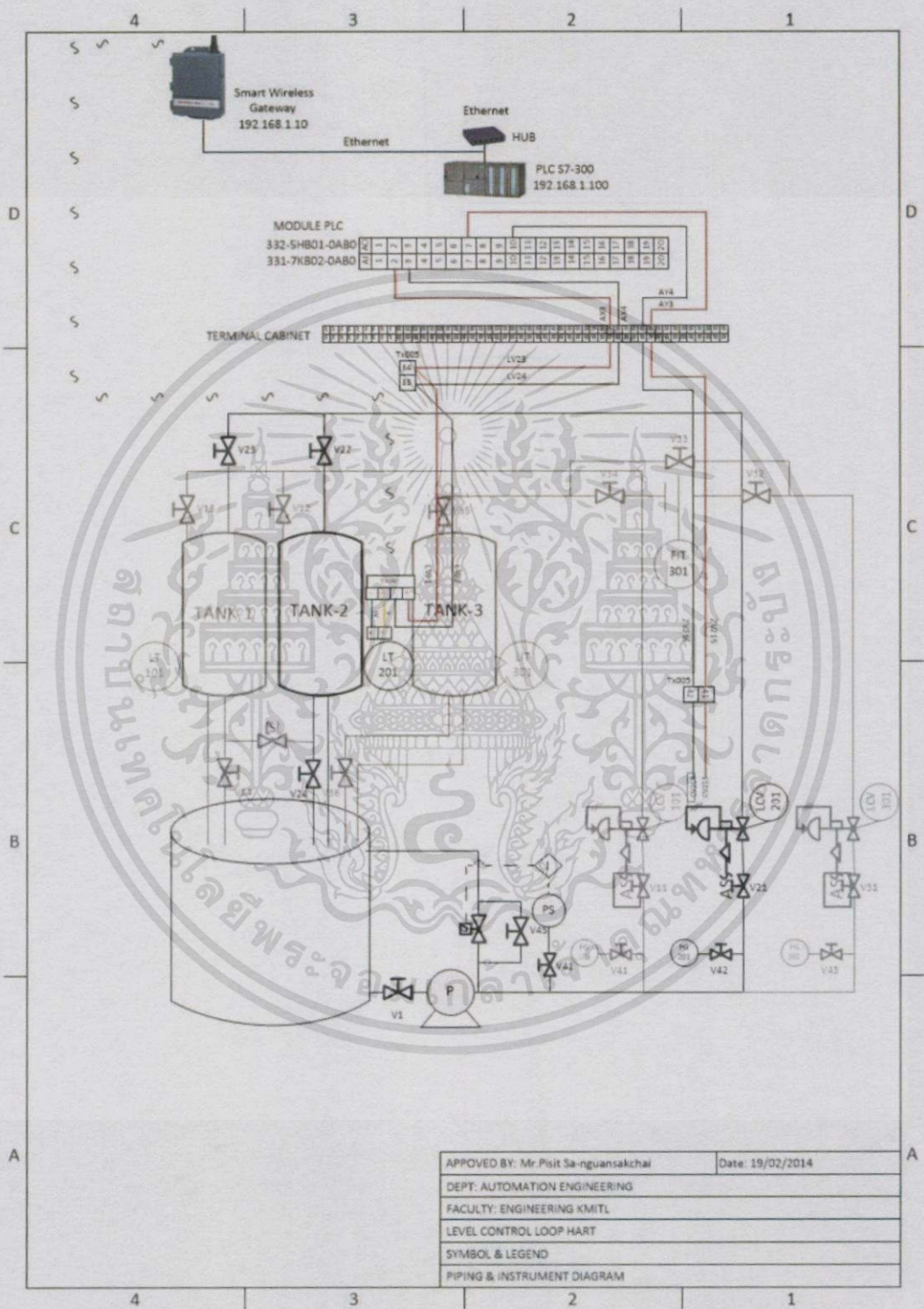
- Smart Wireless THUM Adapter

Smart Wireless THUM Adapter ประกอบด้วยสายไฟ 5 เส้นประกอบด้วยสายสีเขียวคือสายกราวด์ (Ground) สายสีแดง คือ สายไฟบวกกระแสตรง สายสีดำ คือ สายไฟลบกระแสตรง สายสีขาว คือ สายสัญญาณลบ และสายสีเหลือง คือ สายสัญญาณบวก สำหรับโครงงานนี้ได้เลือกทำการต่อสายแบบ 2-Wire โดยดูการต่อระหว่าง Smart Wireless THUM Adapter กับ Pressure Transmitter (LT201) ได้ดังรูปที่ 3.19



รูปที่ 3.19 Wiring Diagram แบบ 2-Wire

3.4.2 Loop Wiring กระบวนการระดับของ HART



รูปที่ 3.20 แบบ Loop Wiring กระบวนการระดับของ HART

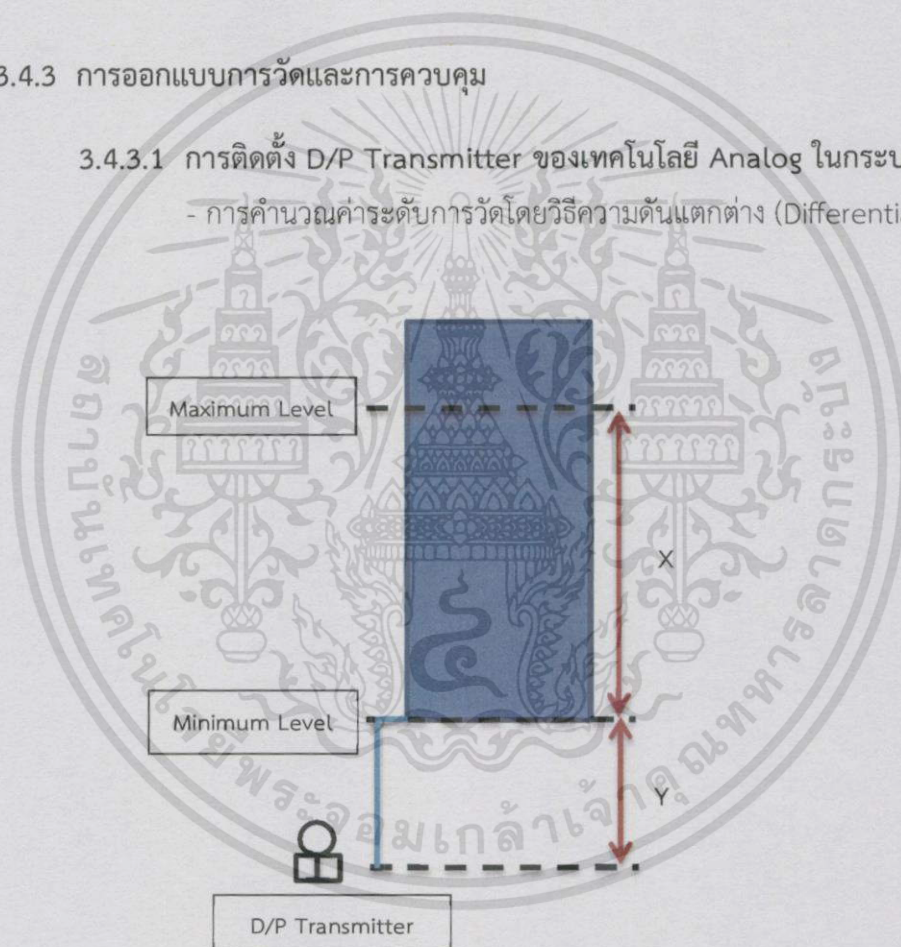
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.20 เป็นภาพ Loop Wiring Diagram HART โดยมี D/P Transmitter (LT201) ต่ออยู่กับ Smart Wireless THUM Adapter แบบ 2-Wire และมีสายสัญญาณจาก Smart Wireless THUM Adapter อีกสองเส้น ต่อเข้ากับ AI โมดูลของพีแอลซี โดยเลือกใช้ CH0 ซึ่งต่อใช้งาน ขาสัญญาณที่ 2 ซึ่งมีสัญญาณเป็นบวก และขาสัญญาณที่ 3 เป็นสัญญาณลบ ข้อมูลจากตัว Smart Wireless THUM Adapter จะถูกส่งไปยัง Smart Wireless Gateway ก่อนแล้ว เครื่องคอมพิวเตอร์ ENGINEERING จึงดึงข้อมูลจากตัว Smart Wireless Gateway ส่วน AO โมดูลที่เลือกใช้ CH1 ต่อใช้งาน ขาสัญญาณที่ 7 ซึ่งสัญญาณเป็นบวก และขาสัญญาณที่ 10 ต่อเข้ากับ Valve Positioner (LCV201)

3.4.3 การออกแบบการวัดและการควบคุม

3.4.3.1 การติดตั้ง D/P Transmitter ของเทคโนโลยี Analog ในกระบวนการระดับ

- การคำนวณค่าระดับการวัดโดยวิธีความดันแตกต่าง (Differential Pressure)



รูปที่ 3.21 การสอบเทียบ D/P Transmitter ของเทคโนโลยี HART

จากการวัด ค่า $X = 46 \text{ cm}$, $Y = 23 \text{ cm}$

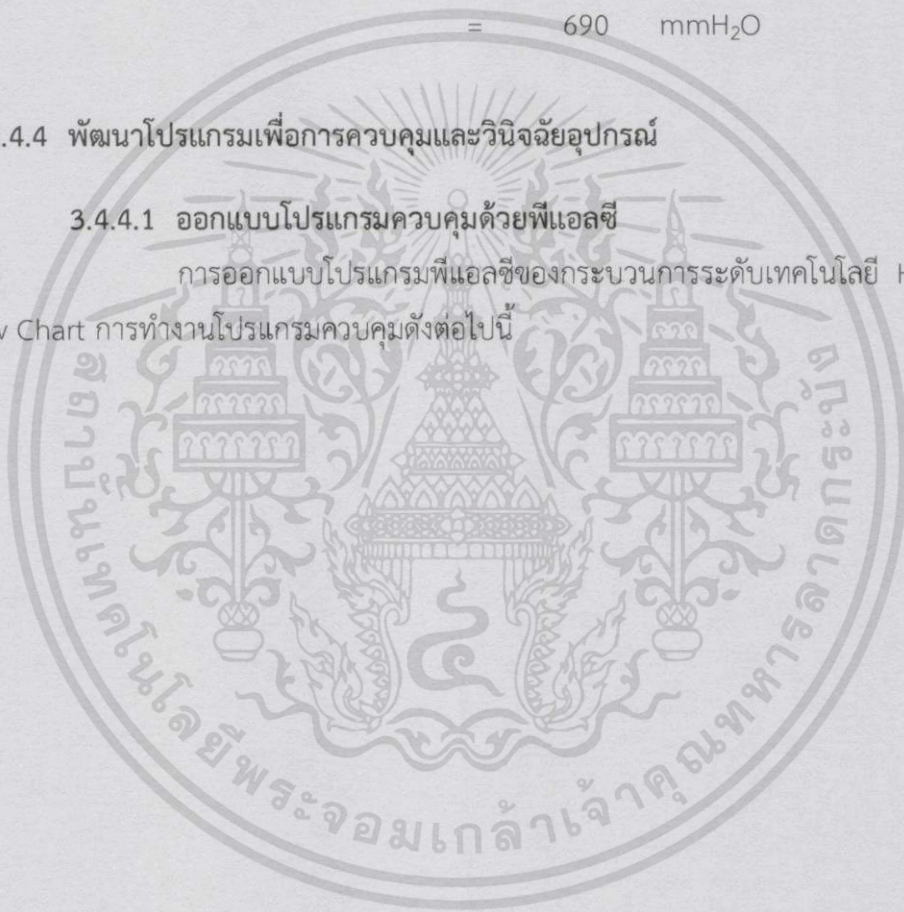
น้ำจะมีค่าความถ่วงจำเพาะ(SG)เป็น 1,

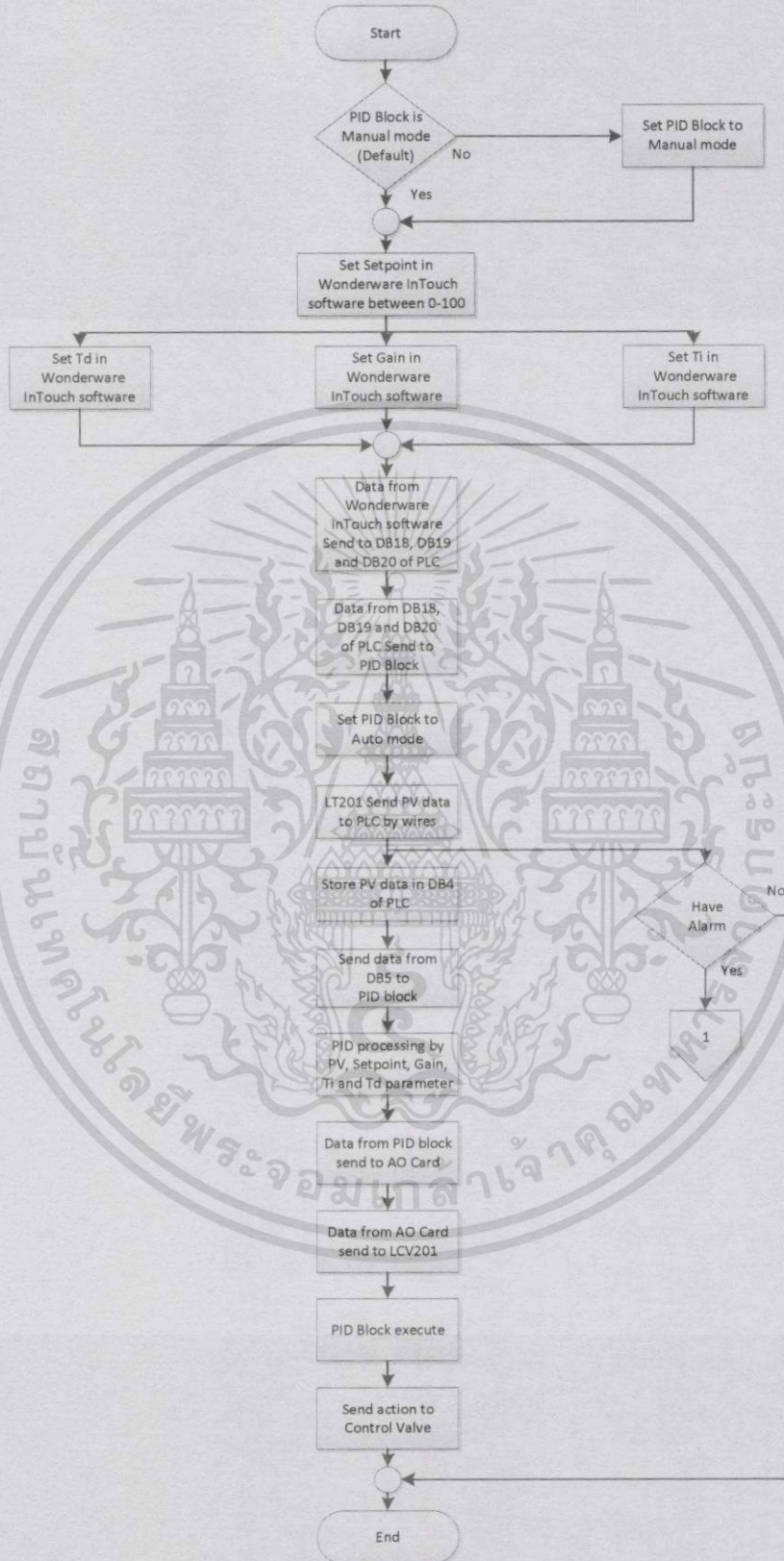
$$\begin{aligned}
 \text{ที่ } 0\% \text{ (Minimum Level)} &= Y \cdot SG \\
 &= 230 \text{ mm} \times 1 \\
 &= 230 \text{ mmH}_2\text{O} \\
 \text{ที่ } 100\% \text{ (Maximum Level)} &= (X+Y) \cdot SG \\
 &= (460+230) \text{ mm} \times 1 \\
 &= 690 \text{ mmH}_2\text{O}
 \end{aligned}$$

3.4.4 พัฒนาโปรแกรมเพื่อการควบคุมและวินิจฉัยอุปกรณ์

3.4.4.1 ออกแบบโปรแกรมควบคุมด้วยพีแอลซี

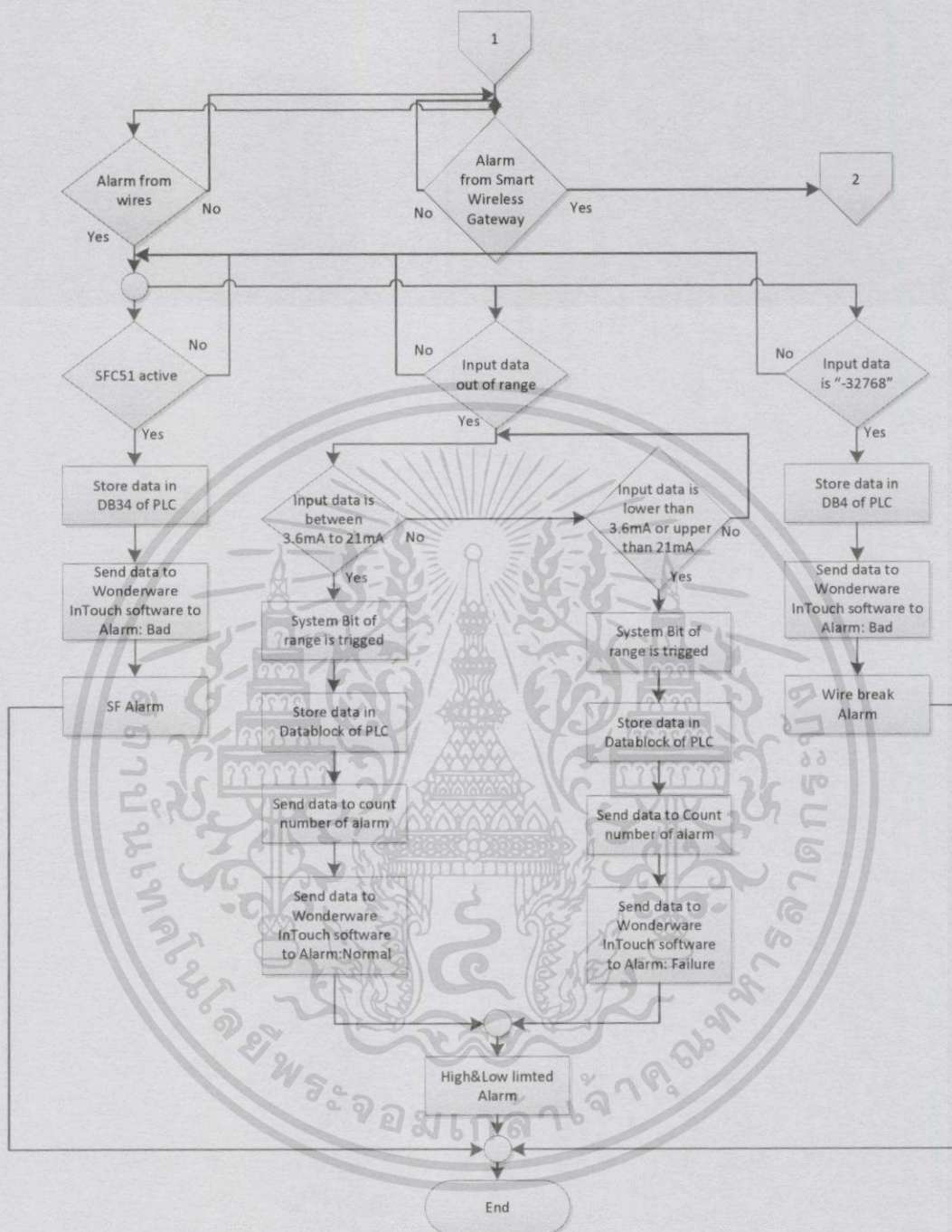
การออกแบบโปรแกรมพีแอลซีของกระบวนการระดับเทคโนโลยี HART แสดงผ่าน Flow Chart การทำงานโปรแกรมควบคุมดังต่อไปนี้





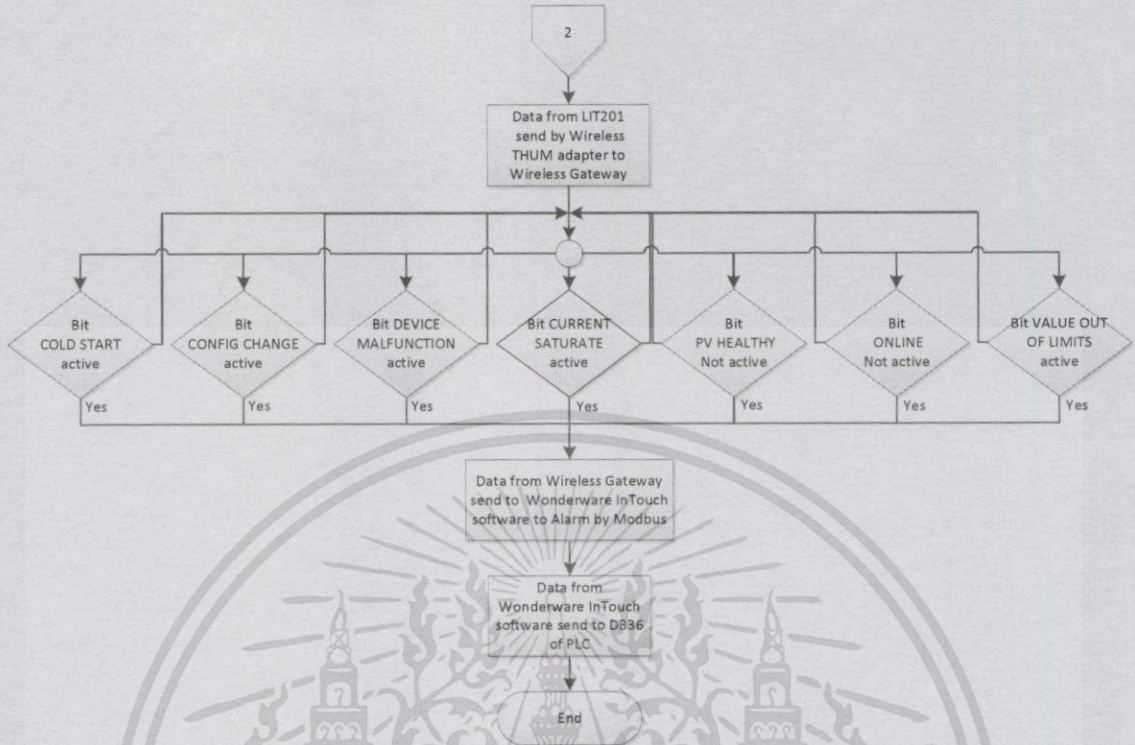
รูปที่ 3.22 Flow Chart การทำงานโปรแกรมควบคุมกระบวนการเทคโนโลยี HART ส่วนที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.23 Flow Chart การทำงานโปรแกรมควบคุมกระบวนการเทคโนโลยี HART ส่วนที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.24 Flow Chart การทำงานโปรแกรมควบคุมกระบวนการเทคโนโลยี HART ส่วนที่ 3

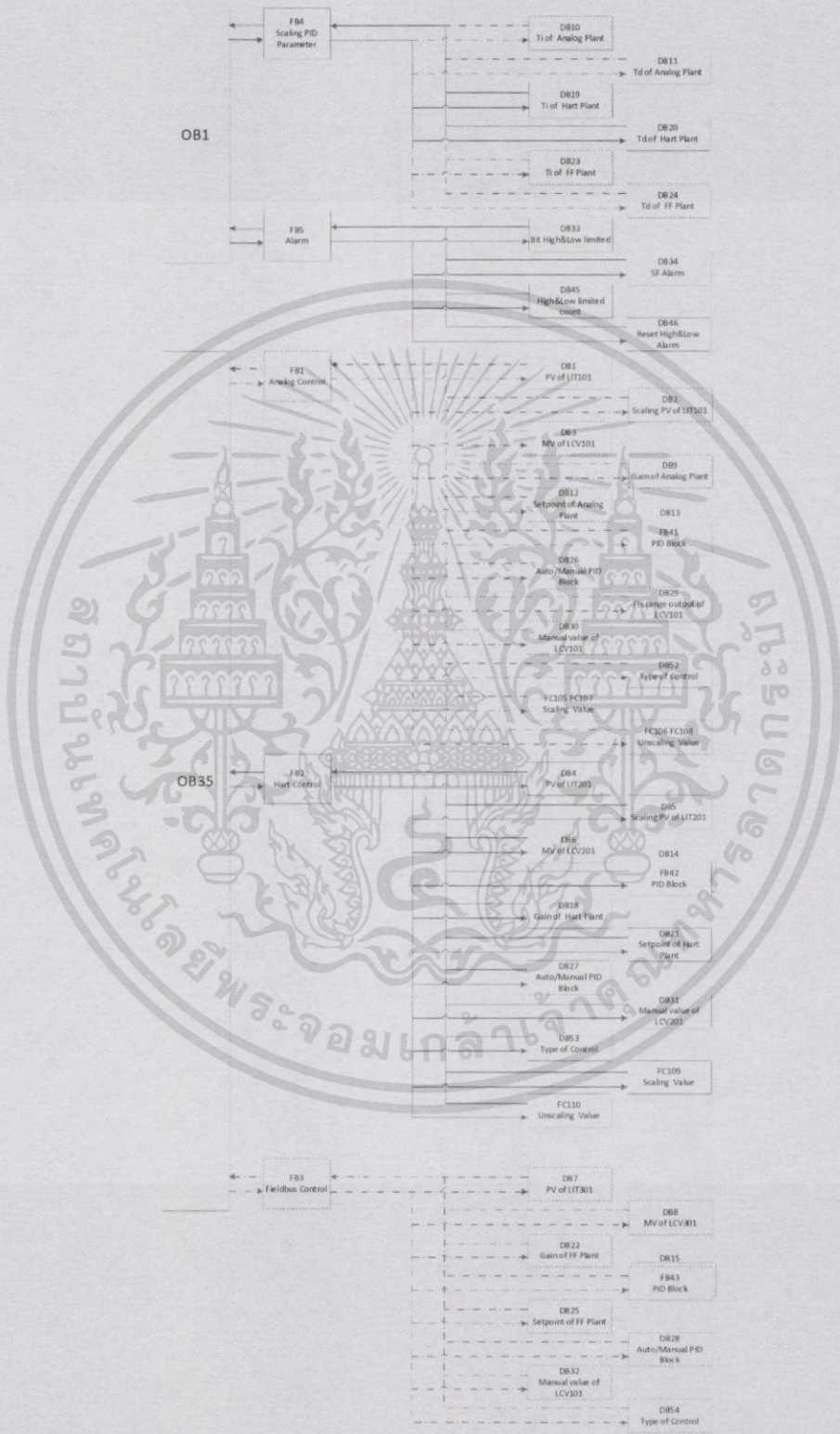
จากรูปที่ 3.22- รูปที่ 3.24 ผู้ใช้งานจะเริ่มต้นการทำงานแพลนต์ควบคุมระดับด้วยการกำหนดโหมดของบล็อก PID ให้เป็นโหมด Manual จากนั้นตั้งค่า Setpoint ค่า Gain ค่า Ti และค่า Td ผ่านโปรแกรม Wonderware InTouch โดยข้อมูลทั้งหมดจะถูกเก็บใน Data Block ของพีแอลซี และจะถูกส่งเข้าบล็อก PID ของพีแอลซีหลังจากนั้น Transmitter จะส่งค่าสัญญาณระดับมาให้ยังพีแอลซี จากนั้นกำหนดโหมดของบล็อก PID ให้เป็นโหมด Auto โดยบล็อก PID จะทำการประมวลผลและส่งค่าออกไปยัง Transmitter ผ่านการ์ด AO ของพีแอลซีโดยเมื่อค่าสัญญาณระดับ มีค่าเท่ากับค่า Setpoint บล็อก PID จะส่งสัญญาณให้วาล์วเปิดคงที่ และเมื่อค่าสัญญาณระดับ มีค่าไม่เท่ากับค่า Setpoint บล็อก PID จะส่งสัญญาณไปทำให้วาล์วเปิดเพิ่มขึ้นหรือลดลง โดยจะมีการแจ้งเตือนเกิดขึ้นเมื่อหลอด SF LED ของ พีแอลซี สว่างขึ้น ค่าสัญญาณระดับเกิดหลุดออกจากเกณฑ์ที่กำหนด สายไฟที่ใช้ในการส่งสัญญาณระดับ เกิดชำรุดเสียหาย หรือค่าสัญญาณอื่น ๆ ที่มาจาก Smart Wireless Gateway หากการแจ้งเตือนเกิดขึ้น เพราะหลอด LED SF (System fault) ของ CPU สว่างขึ้น พีแอลซี จะทำการเก็บข้อมูลการแจ้งเตือนไว้ใน Data Block และส่งข้อมูลนั้นไปยังโปรแกรม Wonderware InTouch เพื่อแสดงค่าของการแจ้งเตือน หากการแจ้งเตือน เกิดขึ้นเพราะค่าสัญญาณระดับเกิดหลุดออกจากเกณฑ์ที่กำหนดพีแอลซี จะทำการเก็บข้อมูลการแจ้งเตือนไว้ใน Data Block และนำไปผ่านเงื่อนไขในการตัดแยกสถานะของการแจ้งเตือน โดยจะแบ่งเป็น 2 สถานะ คือ Normal และ Failure จากนั้นจึงส่งค่าไปยังโปรแกรม Wonderware InTouch

เพื่อแสดงการแจ้งเตือน หากการแจ้งเตือนเกิดขึ้นเพราะสายไฟที่ใช้ในการส่งสัญญาณระดับเกิดชำรุดเสียหาย ค่าสัญญาณระดับจะมีค่าเป็น -32768 ซึ่งจะถูเก็บข้อมูลไว้ใน Data Block ของพีแอลซีหลังจากนั้นจะส่งค่าไปยังโปรแกรม Wonderware InTouch เพื่อแสดงการแจ้งเตือน หากการแจ้งเตือนเกิดขึ้นเพราะค่าสัญญาณอื่น ๆ ที่มาจาก Smart Wireless Gateway ซึ่งรับค่ามาจาก Smart Wireless THUM adapter ที่เชื่อมต่อกับ HART Device โดย Wonderware InTouch จะรับค่ามาจาก Smart Wireless Gateway โดยใช้ Protocol Modbus จากนั้นจะเก็บข้อมูลการแจ้งเตือนไว้ใน Data Block ของพีแอลซี และแสดงการแจ้งเตือนที่โปรแกรม Wonderware InTouch



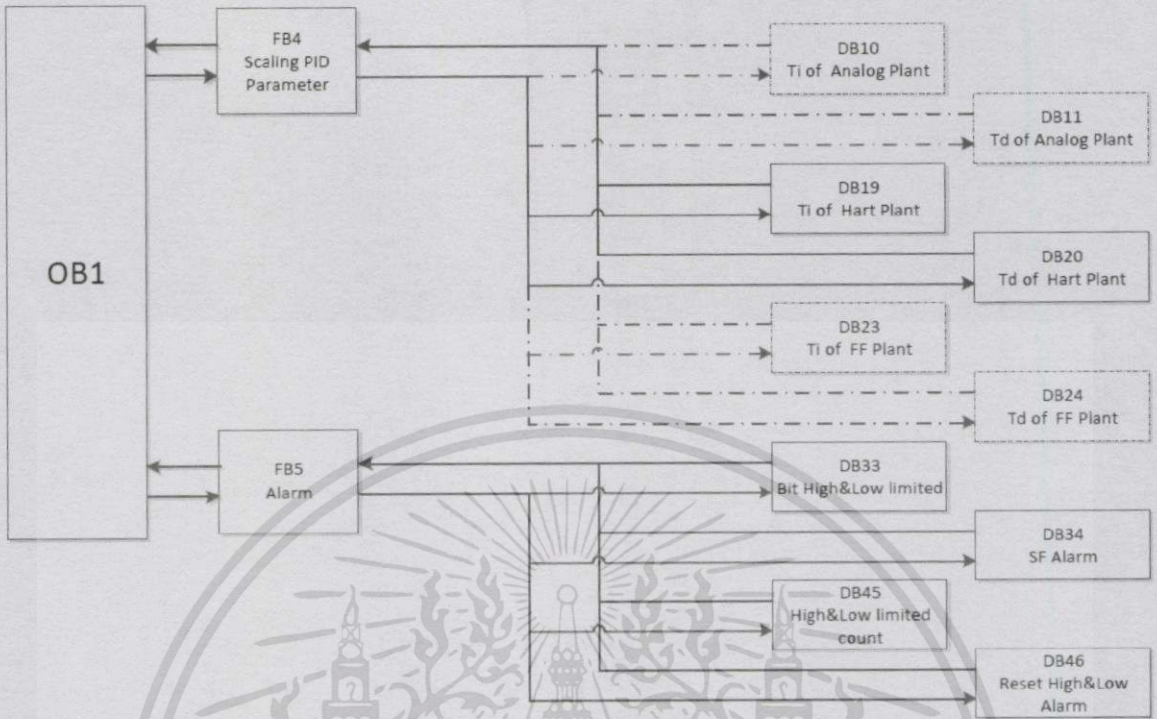
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ออกแบบโปรแกรมการควบคุมกระบวนการระดับของเทคโนโลยี HART

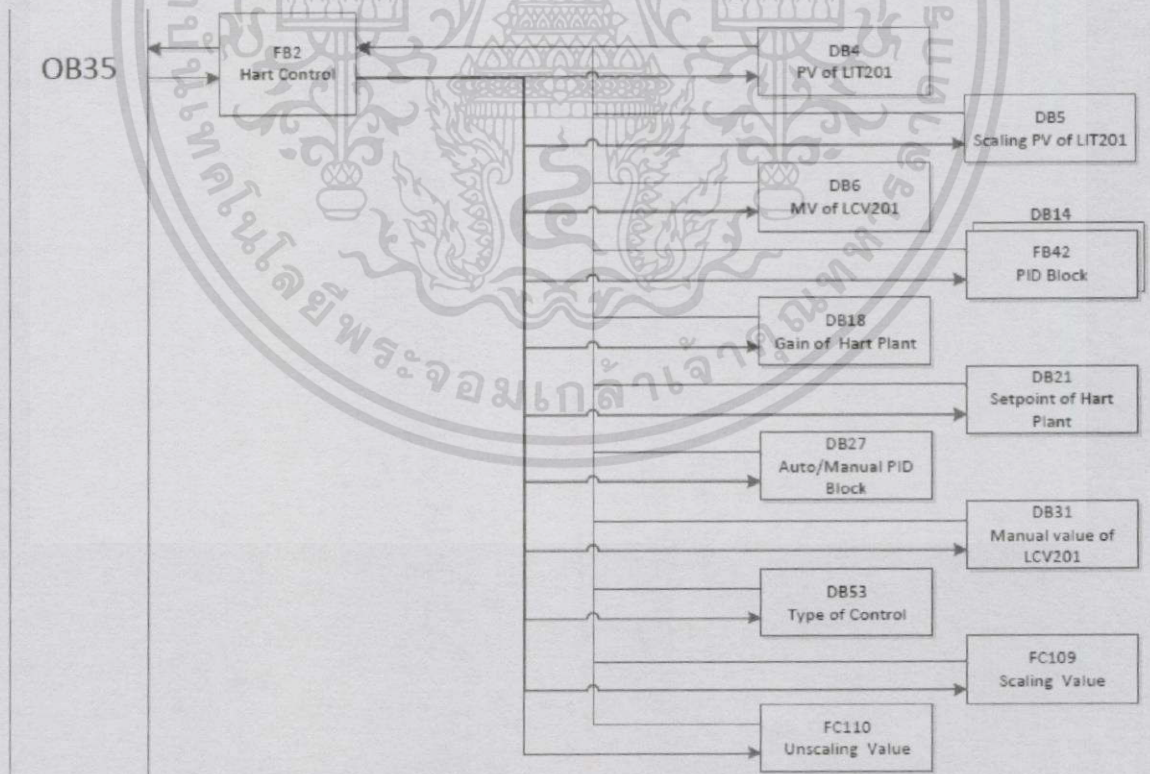


รูปที่ 3.25 โครงสร้างโปรแกรมการควบคุมกระบวนการเทคโนโลยี HART

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.26 โครงสร้างโปรแกรมการควบคุมกระบวนการเทคโนโลยี HART ส่วนที่ 1



รูปที่ 3.27 โครงสร้างโปรแกรมการควบคุมกระบวนการเทคโนโลยี HART ส่วนที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.25 - รูปที่ 3.27 แสดงโครงสร้างการเรียกข้อมูลของบล็อกโปรแกรม โดยประกอบไปด้วย OB1 และ OB35 โดย OB1 จะเป็นบล็อกเกี่ยวกับการแปลงค่าตัวแปรต่าง ๆ ของบล็อก PID และการแจ้งเตือน และ OB35 จะเป็นบล็อกเกี่ยวกับการควบคุมกระบวนการระดับโดย OB1 และ OB35 ซึ่งมี Cycle Time คือ 20ms และ 500ms ตามลำดับ โดยจะประมวลผลในรูปแบบของ Cycle Time (ประมวลผลวนรอบ) โดย

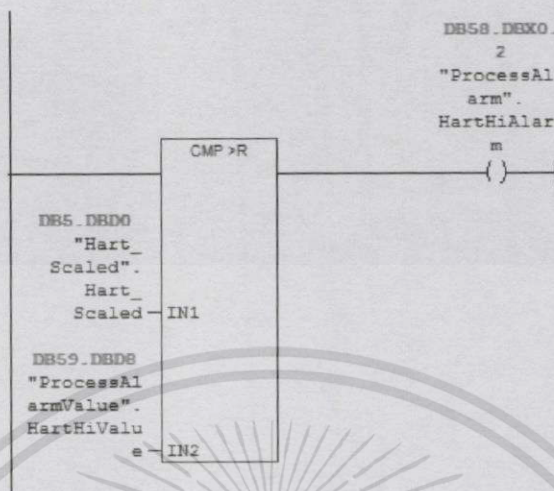
OB1 จะเรียกข้อมูลมาจาก

1. FB4 เป็นฟังก์ชันบล็อกที่ 4 ซึ่งอ้างอิงมาจากหัวข้อ 3.3.4.1
2. FB5 เป็นฟังก์ชันบล็อกที่ 5 ซึ่งอ้างอิงมาจากหัวข้อ 3.3.4.1

OB35 จะเรียกข้อมูลมาจาก

1. FB2 เป็นฟังก์ชันบล็อกที่ 2 ภายในบล็อกจะมีโปรแกรมควบคุมระดับของ HART ซึ่งประกอบไปด้วย FC109 ซึ่งเป็นบล็อก Scaling Value FC110 ซึ่งเป็นบล็อก Unscaling Value และ FB42 หรือ DB14 ซึ่งเป็นบล็อก PID ซึ่ง FB2 จะเรียกข้อมูลจาก DB4 DB5 DB6 DB18 DB21 DB27 DB31 และ DB53 ซึ่ง Data block แต่ละตัวทำหน้าที่ดังนี้
 - DB4 เป็นบล็อกที่ใช้เก็บค่าสัญญาณระดับของพลาเน็ต
 - DB5 เป็นบล็อกที่ใช้เก็บค่าสัญญาณระดับของพลาเน็ตที่ผ่านการ scaling แล้ว
 - DB6 เป็นบล็อกที่ใช้เก็บค่าสัญญาณที่ได้จากการคำนวณจากบล็อก PID
 - DB18 เป็นบล็อกที่ใช้เก็บค่า Gain ของบล็อก PID
 - DB21 เป็นบล็อกที่ใช้เก็บค่า Setpoint ของบล็อก PID
 - DB27 เป็นบล็อกที่ใช้เก็บสัญญาณเปิด/ปิดโหมด manual ของบล็อก PID
 - DB31 เป็นบล็อกที่ใช้เก็บค่าสัญญาณของโหมด manual ของบล็อก PID
 - DB53 เป็นบล็อกที่ใช้เก็บค่ารูปแบบที่ใช้ในการควบคุมพลาเน็ต

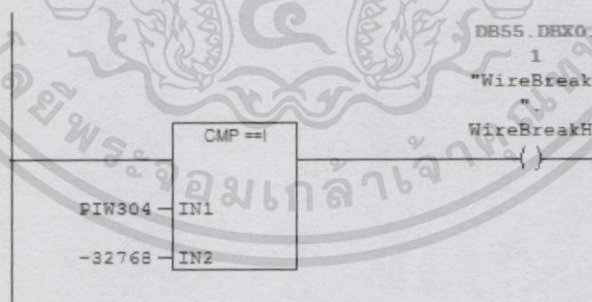
3.4.4.2 การทำเงื่อนไข Process Alarm ของเทคโนโลยี HART



รูปที่ 3.28 เงื่อนไข Process Alarm ของเทคโนโลยี HART

การทำเงื่อนไขการแจ้งเตือนกระบวนการในที่นี้ใช้การเปรียบเทียบ DB5.DBDO หรือค่าของ PV ที่ได้หลังจากการปรับเทียบค่าเป็น 0 ถึง 100 แล้ว กับ DB59.DBDB8 หรือค่าระดับที่ต้องการให้เกิดการแจ้งเตือนมาเปรียบเทียบกันแล้วจึงส่งค่าสัญญาณเอาท์พุทไปที่ DB58.DBX0.2 เพื่อทำการแจ้งเตือนที่ HMI

3.4.4.3 การทำเงื่อนไข Wire Break Alarm ของเทคโนโลยี HART



รูปที่ 3.29 เงื่อนไข Wire Break Alarm ของเทคโนโลยี HART

การทำเงื่อนไขการทำ Wire Break Alarm ในที่นี้ใช้การเปรียบเทียบ PIW304 หรือค่าของ PV ที่ได้จากการวัดระดับของอุปกรณ์วัด กับ -32768 หรือค่าที่เกิดขึ้นเมื่อไม่มีสัญญาณเข้ามาที่ AI card ของพีแอลซี แล้วจึงส่งค่าสัญญาณเอาท์พุทไปที่ DB55.DBX0.1 เพื่อทำการแจ้งเตือนที่ HMI

ตารางที่ 3.8 แสดงตัวแปรที่ใช้ในการ Mapping Address ระหว่างโปรแกรม SIMATIC และ Wonderware InTouch ของเทคโนโลยี HART

Tag name	Address Wonderware InTouch	Address SIEMENS	Data Type	ScanRate (millisec)	Description
PVHART	DB4,int0	DB4.DBW0	DEC	100	รับค่าสัญญาณระดับของเทคโนโลยี HART
level_HART	DB5,real0	DB5.DBD0	FLOATING_POINT	100	แปลงสัญญาณระดับของเทคโนโลยี HART เป็น 0-100%
valve_HART	DB6,real0	DB6.DBD0	FLOATING_POINT	100	ค่าที่ได้จากการคำนวณของบล็อก PID
Gain_HART	DB18,real0	DB18.DBD0	FLOATING_POINT	100	HART Gain
Ti_HART	DB19,int0	DB19.DBW0	DEC	100	HART Ti
Td_HART	DB20,int0	DB20.DBW0	DEC	100	HART Td
setpoint_HART	DB21,real0	DB21.DBD0	FLOATING_POINT	100	HART Setpoint
valve_HARTMan	DB31,real0	DB31.DBD0	FLOATING_POINT	100	สั่งเปิดวาล์วแบบ Manual
Man_HART	DB27,x0.0	DB27.DBX0.0	BOOL	100	เปิด หรือปิดโหมด Manual ของบล็อก PID
SF_LED	DB34,x0.0	DB34.DBW2	HEX	100	บิต Alarm SF led
count_Hilimited	DB45,Dint0	DB45.DBD0	DEC	100	นับจำนวนครั้งการเกิด Alarm High limited
count_Lolimited	DB45,Dint4	DB45.DBD4	DEC	100	นับจำนวนครั้งการเกิด Alarm Low limited
Clear_Count	DB46,x0.0	DB46.DBX0.0	BOOL	100	รีเซ็ต High&Low limited Alarm
Cold_StartDB	DB36,x0.0	DB36.DBX0.0	BOOL	100	บิต Alarm Cold Start
Config_CHGDB	DB36,x0.1	DB36.DBX0.1	BOOL	100	บิต Alarm Configuration Changed
Dev_MALFDB	DB36,x0.2	DB36.DBX0.2	BOOL	100	บิต Alarm Device Malfunction
Loop_CurrDB	DB36,x0.3	DB36.DBX0.3	BOOL	100	บิต Alarm Current Saturated
PV_HealDB	DB36,x0.4	DB36.DBX0.4	BOOL	100	บิต Alarm PV Healthy
OnlineDB	DB36,x0.5	DB36.DBX0.5	BOOL	100	บิต Alarm Online
PRI_VALDB	DB36,x0.6	DB36.DBX0.6	BOOL	100	บิต Alarm PV out of limited
NONPRI_VALDB	DB36,x0.7	DB36.DBX0.7	BOOL	100	บิต Alarm Non PV out of limited

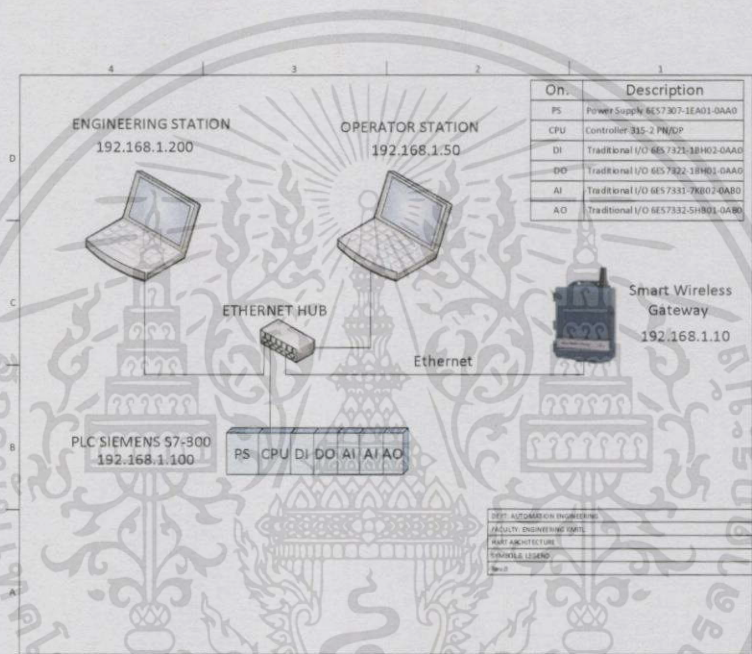
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.5 ส่วนโปรแกรมเพื่อการแสดงผล

3.4.5.1 กราฟิกแสดงผล (HMI)

ส่วนของการออกแบบกราฟิกเพื่อการแสดงผลของกระบวนการระดับเทคโนโลยี HART อ้างอิงตามหัวข้อ 3.3.5.1 โดยมี Flow Chart การทำงาน ตามรูปที่ 3.39 และ ตัวอย่างของ หน้าต่าง HMI โดยจะกล่าวไว้ในหัวข้อที่ 3.6

3.4.5.2 Network Architecture



รูปที่ 3.30 Network Architecture ของกระบวนการระดับเทคโนโลยี HART

จากรูปที่ 3.30 แสดงถึง Network Architecture ของการควบคุมกระบวนการระดับของเทคโนโลยี HART โดยมีอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อเข้าด้วยกัน 4 อุปกรณ์ คือ

1. เครื่อง ENGINEERING Station โดย IP Address ที่ใช้เป็น 192.168.1.200
2. เครื่อง OPERATOR Station โดย IP Address ที่ใช้เป็น 192.168.1.50
3. พีแอลซี SIEMENS S7-300 โดย IP Address ที่ใช้เป็น 192.168.1.100
4. Smart Wireless Gateway โดย IP Address ที่ใช้เป็น 192.168.1.10

ซึ่งทุกการเชื่อมต่อนั้นเชื่อมต่อด้วยกันโดยผ่าน Ethernet HUB เพียง 1 ตัว

3.4.5.3 โปรแกรม OPC

- โปรแกรม Modbus ใน Smart Wireless Gateway

Modbus เป็น Open Protocol ที่บุคคลทั่วไปสามารถพัฒนาอุปกรณ์ที่ใช้การสื่อสาร Modbus โดยไม่ต้อง เสียค่าใช้จ่ายใด ๆ Modbus จึงเป็น Protocol พื้นฐานและนิยมใช้อย่างแพร่หลายในทุกอุตสาหกรรม โดยมีฟังก์ชันโค้ดคำสั่งของ Modbus protocol ดังนี้

ตารางที่ 3.9 Modbus function codes

Modbus function codes				
	Function type	Function name	Function code	
Bit access	Physical Discrete Inputs	Read Discrete Inputs	2	
	Internal Bits or Physical Coils	Read Coils	1	
Data Access	Physical Input Registers	Write Single Coil	5	
		Write Multiple Coils	15	
	Read Input Register	4		
	Read Holding Registers	3		
	16-bit access	Internal Registers or Physical Output Registers	Write Single Register	6
			Write Multiple Registers	16
File Record Access		Read/Write Multiple Registers	23	
		Mask Write Register	22	
		Read FIFO Queue	24	
		Read File Record	20	
		Write File Record	21	

Enable	Protocol	TCP Port
<input checked="" type="checkbox"/>	AMS	33333
<input checked="" type="checkbox"/>	AMS Secure	32000
<input type="checkbox"/>	DHCP	
<input checked="" type="checkbox"/>	HART-IP	5094
<input checked="" type="checkbox"/>	HART-IP Secure	5095
<input checked="" type="checkbox"/>	HTTP	80
<input checked="" type="checkbox"/>	HTTPS	443
<input checked="" type="checkbox"/>	Modbus TCP	502
<input checked="" type="checkbox"/>	Modbus TCP Secure	1502
<input type="checkbox"/>	NTP	
<input checked="" type="checkbox"/>	OPC Comm	1199
<input checked="" type="checkbox"/>	OPC Comm Secure	1200
<input checked="" type="checkbox"/>	Ping	

รูปที่ 3.31 Protocol ที่สามารถใช้งานร่วมกับ Smart Wireless Gateway

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Register	Point Name	State
40001	LIT-302+THUM.PV	
40011	LIT-302+THUM.COLD_START	
40021	LIT-302+THUM.CONFIGURATION_CHAN	
40031	LIT-302+THUM.DEVICE_MALFUNCTION	
40041	LIT-302+THUM.LOOP_CURRENT_SATUR	
40051	LIT-302+THUM.PV_HEALTHY	
40061	LIT-302+THUM.ONLINE	
40071	LIT-302+THUM.PRIMARY_VALUE_OUT_C	
40081	LIT-302+THUM.NONPRIMARY_VALUE_O	

Page 1 of 1

Search

New entry

Delete selected Select All None Errors

Submit

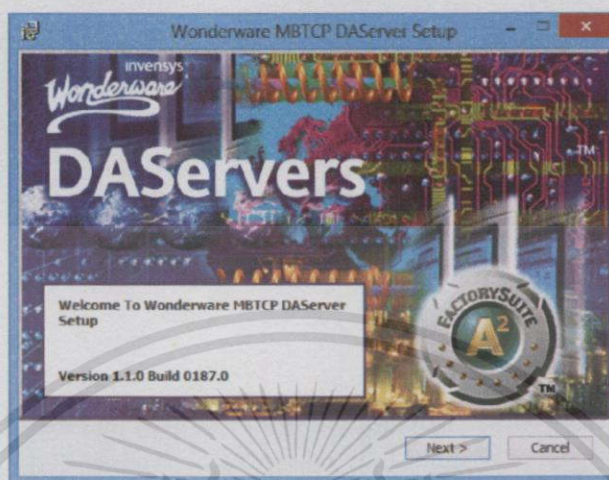
รูปที่ 3.32 Protocol Modbus TCP ในการ Mapping Parameter ที่ต้องการ

ตารางที่ 3.10 Mapping Tag ระหว่าง Wireless Gateway และ Modbus protocol

Register	Point Name	Description
40001	LIT-302+THUM.PV	ค่าสัญญาณระดับของเทคโนโลยี HART
40011	LIT-302+THUM.COLD_START	LIT-302+THUM ต้องการ restart device ใหม่ (Power off)
40021	LIT-302+THUM.CONFIGURATION_CHANGED	มีการเปลี่ยนแปลงการตั้งค่าของ LIT-302+THUM
40031	LIT-302+THUM.DEVICE_MALFUNCTION	LIT-302+THUM เกิดความผิดปกติ
40041	LIT-302+THUM.LOOP_CURRENT_SATURATED	ค่าสัญญาณระดับ (HART ต่ำกว่า 4ma)
40051	LIT-302+THUM.PV_HEALTHY	คุณภาพสัญญาณระดับ(HART)
40061	LIT-302+THUM.ONLINE	สถานะการ online ของ LIT-302+THUM
40071	LIT-302+THUM.PRIMARY_VALUE_OUT_OF_LIMITS	ค่าสัญญาณระดับออกนอกช่วงที่กำหนด
40081	LIT-302+THUM.NONPRIMARY_VALUE_OUT_OF_LIMITS	ค่าสัญญาณอื่น ๆ ออกนอกช่วงที่กำหนด

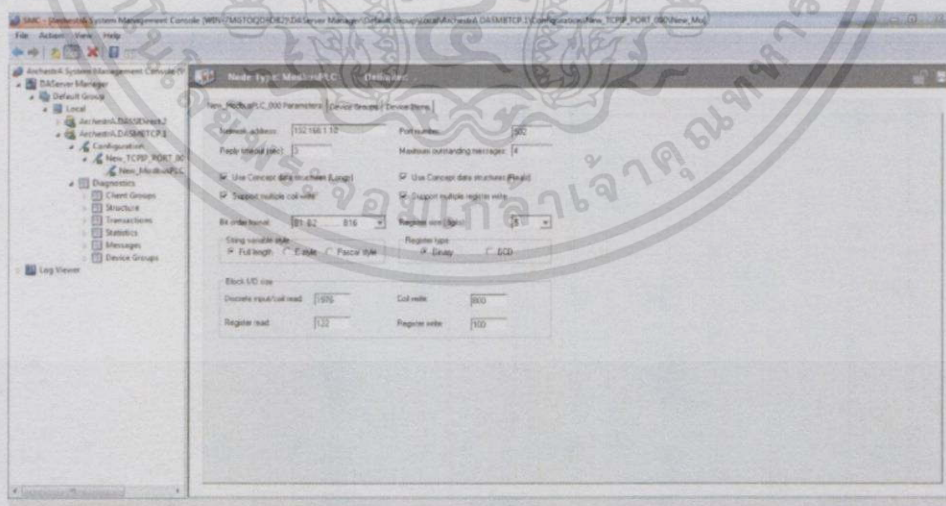
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Wonderware MBTCP DAserver หรือ MBTCP



รูปที่ 3.33 Wonderware MBTCP DAserver

MBTCP เป็น OPC ที่ใช้เชื่อมต่อระหว่าง Wonderware InTouch และ Modbus TCP ที่ต้องทำงานผ่านซอฟต์แวร์ System Management Console อีกทั้ง นอกจากนี้ยังสามารถ Monitor ค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ได้ ในระหว่างที่มีการเชื่อมต่อ โดยค่าพารามิเตอร์ที่ดูได้นั้นสามารถดูผ่าน Address ที่ใช้งานร่วมกัน MBTCP เป็น OPC ที่เชื่อมต่อกันผ่าน IP Address ของ Smart Wireless Gateway ดังรูปที่ 3.34



รูปที่ 3.34 การเชื่อมต่อกันผ่าน IP Address ของ Smart Wireless Gateway

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Name	R/W Status	Value	Time	Quality	MngID	Location
40001.I	R/W	1	1:27:12 PM	80CD	2800013	New_TCPIP_PORT_900>New_ModbusPLC_000
40002.I	R/W	0	1:27:12 PM	80CD	2800013	New_TCPIP_PORT_900>New_ModbusPLC_000
40003.I	R/W	0	1:27:12 PM	80CD	2800013	New_TCPIP_PORT_900>New_ModbusPLC_000
40004.I	R/W	0	1:27:12 PM	80CD	2800013	New_TCPIP_PORT_900>New_ModbusPLC_000
40005.I	R/W	1	1:27:12 PM	80CD	2800013	New_TCPIP_PORT_900>New_ModbusPLC_000
40005.I	R/W	1	1:27:12 PM	80CD	2800013	New_TCPIP_PORT_900>New_ModbusPLC_000

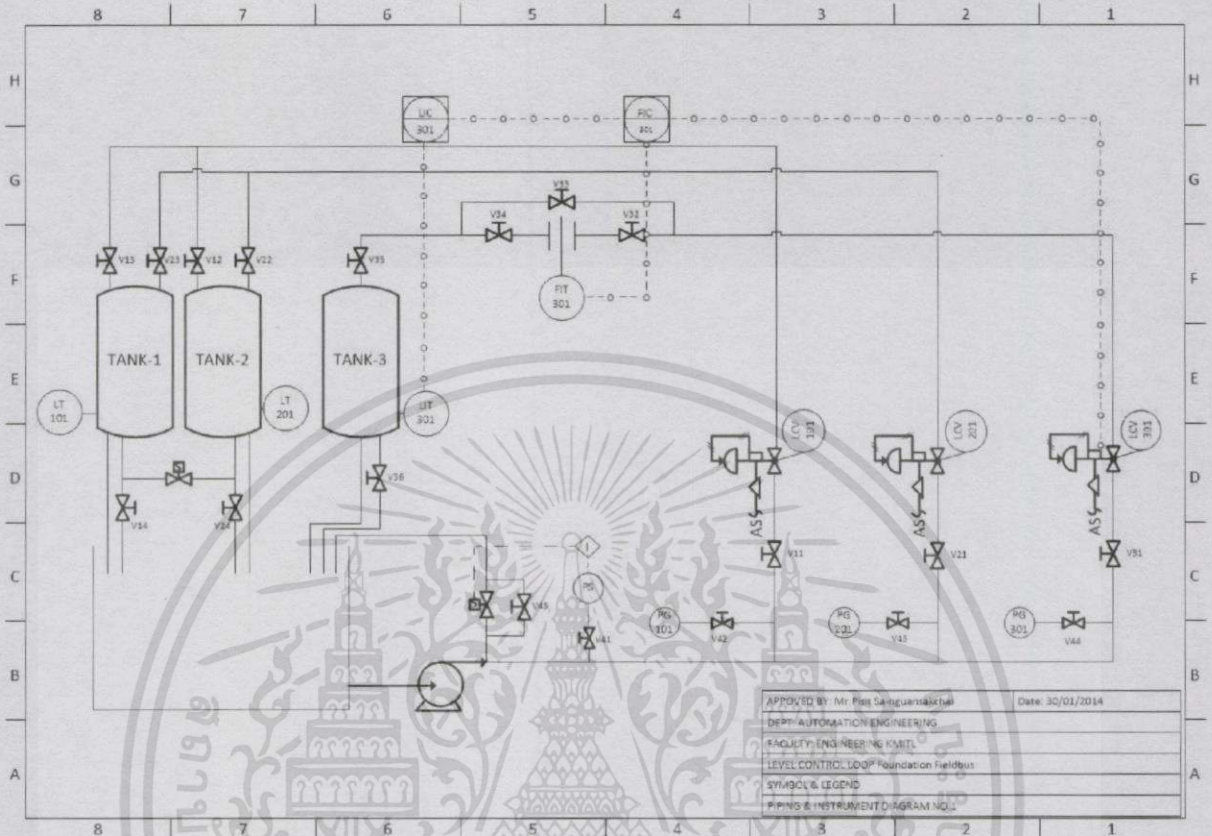
รูปที่ 3.35 หน้าต่างแสดงค่าของ Address ของ Smart Wireless Gateway

- Wonderware SIDirect DASServer หรือ DASSIDirect อ้างอิงตามหัวข้อที่ 3.3.5.3

3.5 การดำเนินการของกระบวนการระดับเทคโนโลยี FOUNDATION Fieldbus

อุปกรณ์การวัดและควบคุมที่ใช้ในกระบวนการระดับของเทคโนโลยี FOUNDATION Fieldbus ได้มีการดัดแปลงพลาตีมอดูลจากเดิมโดยตัด Temperature Transmitter ออกจากกระบวนการสามารถรายละเอียดได้ในหัวข้อ 3.5.1

3.5.1 แบบ P&I Diagram กระบวนการระดับของเทคโนโลยี FOUNDATION Fieldbus



รูปที่ 3.36 แบบ P&I Diagram กระบวนการระดับของเทคโนโลยี FOUNDATION Fieldbus

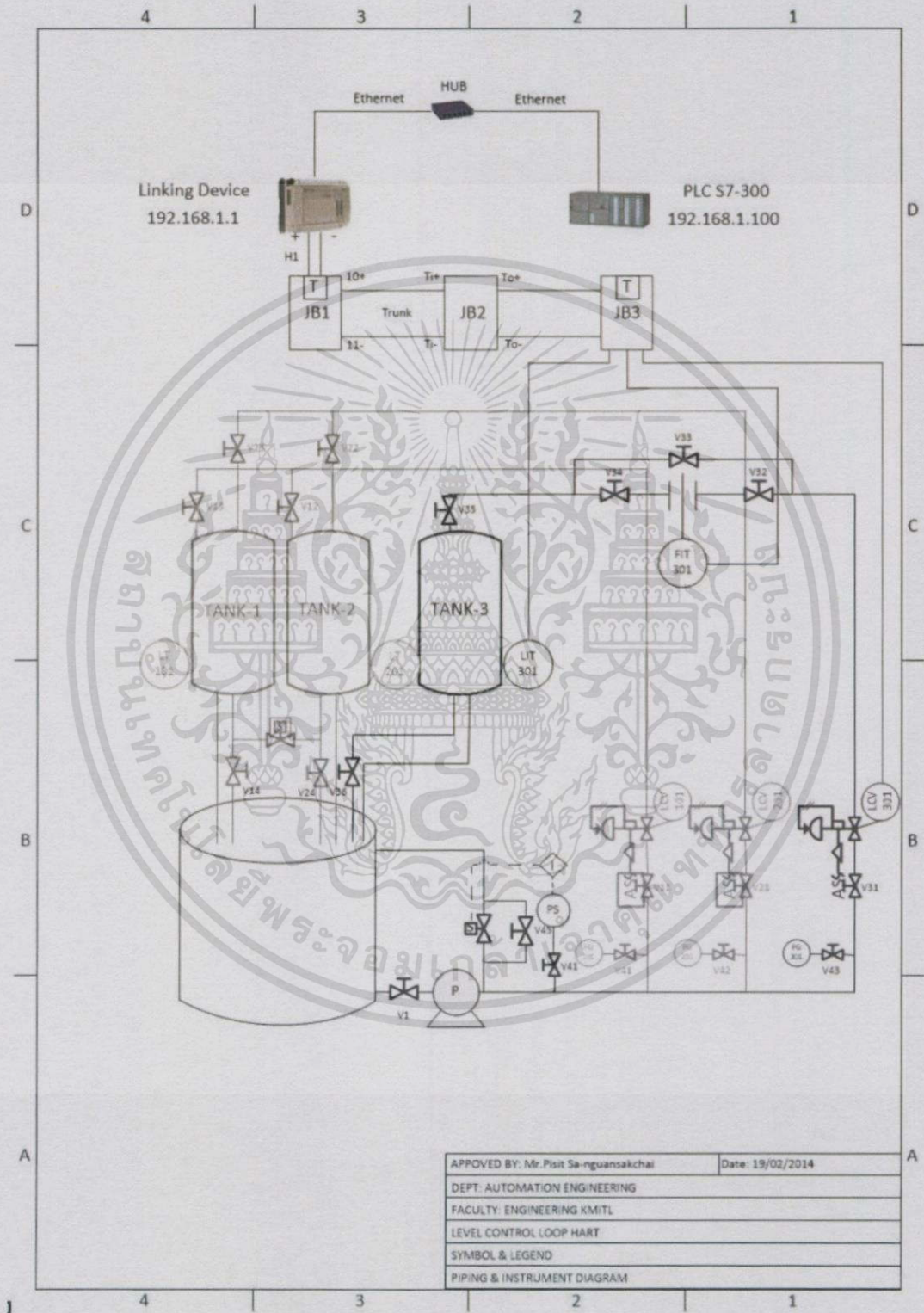
จากรูปที่ 3.36 ได้นำเสนอแบบ P&I Diagram ของกระบวนการระดับเทคโนโลยี FOUNDATION Fieldbus โดยนำเสนอการส่งสัญญาณเฉพาะเทคโนโลยี FOUNDATION Fieldbus เท่านั้น หลักการทำงานของกระบวนการระดับของเทคโนโลยี FOUNDATION Fieldbus นี้จะไหลเข้าสู่ Tank 3 โดยมี D/P Transmitter (LIT301) วัดระดับน้ำและส่งค่าไปยัง Linking Device และค่าจากการถูกประมวลผลจะถูกส่งไปควบคุม Control Valve (LCV301) เพื่อให้ระดับน้ำเข้าตามค่า Setpoint ที่กำหนดไว้ อุปกรณ์ที่เลือกใช้ในกระบวนการสัญญาณ FOUNDATION Fieldbus แสดงได้ดังตารางที่ 3.11

ตารางที่ 3.11 อุปกรณ์ที่ใช้ในระบบการระดับเทคโนโลยี FOUNDATION Fieldbus

No.	Device	Manufacturer	Model	IP
1.	Computer (Engineering)	TOSHIBA	PORTEGE M900	192.168.1.200
2.	Computer(HMI)	lenovo	Z500	192.168.1.50
3.	PLC	SIEMENS	S7-300	192.168.1.100
4.	Linking Device	Allen-Bradley		192.168.1.1
5.	Level Transmitter (LT301)	ROSEMOUNT	3051 CG2F02A1AM5 S6	-
6.	Valve Positioner (LCV301)	DRESSER	FVP110	-
7.	Flow Transmitter (FIT301)	ROSEMOUNT	3051S3CD2A2 F12F1AA01D0 1M5	-
8.	Power Conditioner	Fieldbus Power Supply	9412	-
9.	junction block	phoenix contact	FB-2SP-ET	-

- ในการควบคุมกระบวนการระดับของเทคโนโลยี FOUNDATION Fieldbus นี้ จะใช้ 1757-FFLD Linking Device ของ Allen-Bradley เป็นอุปกรณ์ที่รับสัญญาณมาจาก D/P Transmitter (LIT301) และส่งสัญญาณให้ Control Valve (LCV301) ทำงาน

3.5.2 Loop Wiring กระบวนการระดับของเทคโนโลยี FOUNDATION Fieldbus



รูปที่ 3.37 แบบ Loop Wiring กระบวนการระดับของเทคโนโลยี FOUNDATION Fieldbus

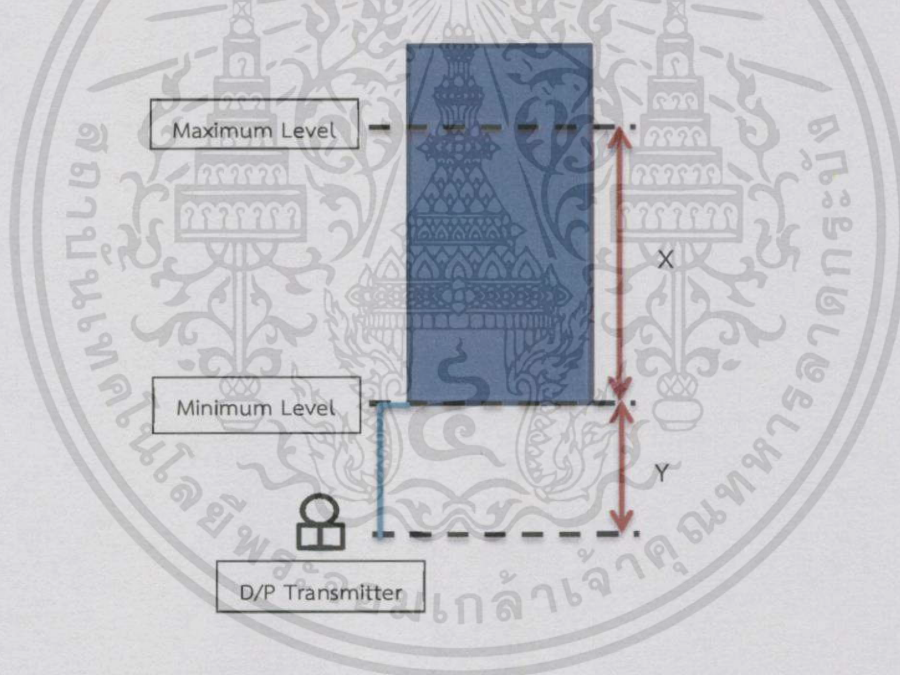
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.37 จะเห็นว่าอุปกรณ์ของเทคโนโลยี FOUNDATION Fieldbus 3 ตัว ได้แก่ Level Transmitter (LIT301), Flow Transmitter (FIT301) และ Valve Positioner (LCV301) จะถูกเชื่อมต่อผ่านสาย Spur ไปยัง Junction Block (JB3) และจาก Junction Block (JB3) ไปยัง Junction Block (JB2) และ Junction Block (JB1) ตามลำดับ ผ่านสาย Trunk ก่อนที่ข้อมูลจะถูกส่งไปยังตัว Linking Device โดย เลือกต่อสาย H1 จาก Junction Block (JB1) เข้าช่องสัญญาณ H1 ที่ 3 ของ Linking Device

3.5.3 การออกแบบการวัดและการควบคุม

3.5.3.1 การติดตั้ง D/P Transmitter ของเทคโนโลยี FOUNDATION Fieldbus ในกระบวนการระดับ

- การคำนวณค่าระดับการวัดโดยวิธีความดันแตกต่าง (Differential Pressure)



รูปที่ 3.38 การสอบเทียบ D/P Transmitter ของเทคโนโลยี FOUNDATION Fieldbus

จากการวัด ค่า $X = 46.5 \text{ cm}$, $Y = 62 \text{ cm}$

น้ำจะมีค่าความถ่วงจำเพาะ (SG) เป็น 1,

$$\begin{aligned}
 \text{ที่ } 0\% \text{ (Minimum Level)} &= Y \cdot SG \\
 &= 620 \text{ mm} \times 1 \\
 &= 620 \text{ mmH}_2\text{O}
 \end{aligned}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

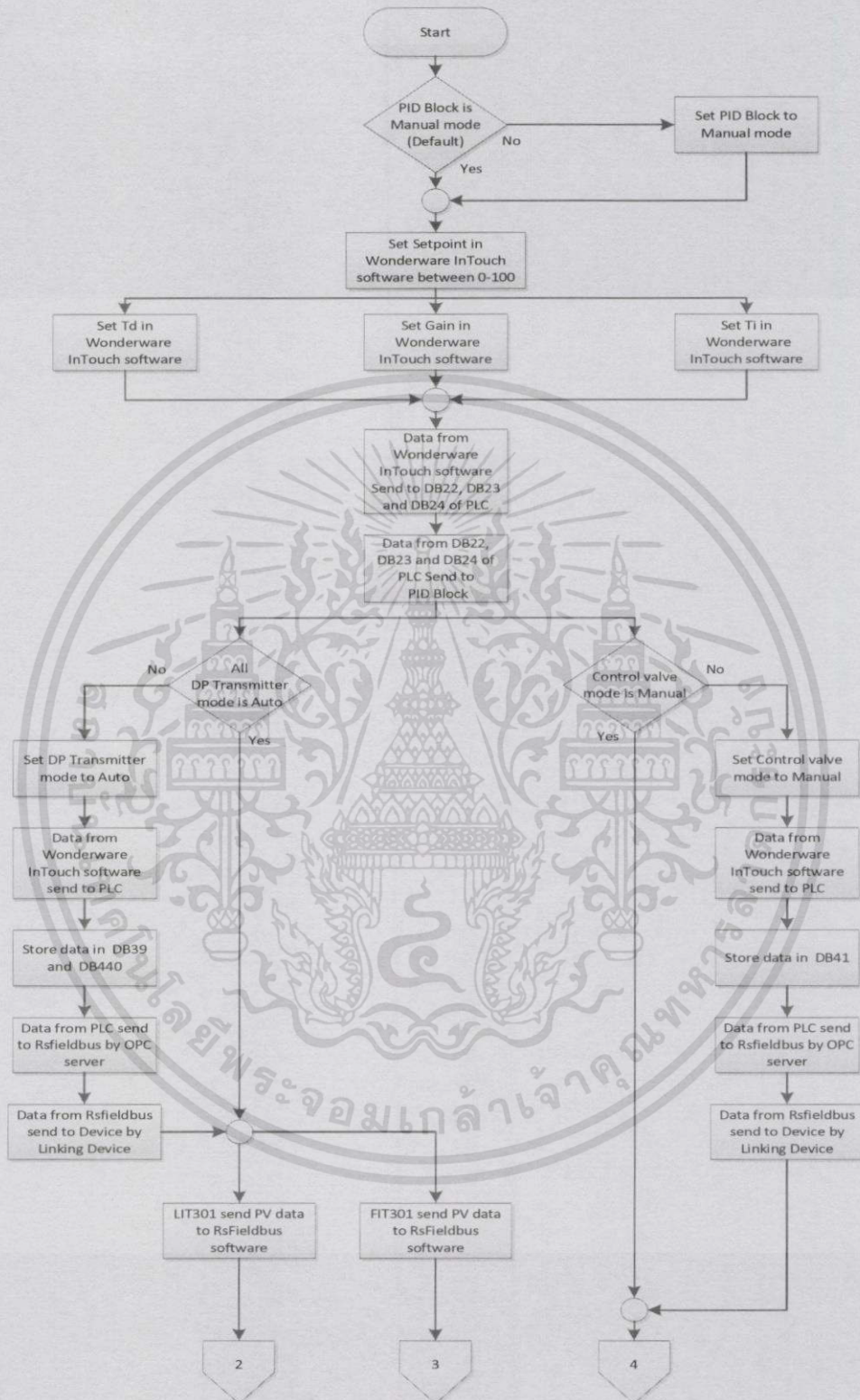
$$\begin{aligned}
 \text{ที่ 100\% (Maximum Level)} &= (X+Y) \cdot SG \\
 &= (465+620) \text{ mm} \times 1 \\
 &= 1085 \text{ mmH}_2\text{O}
 \end{aligned}$$

3.5.4 พัฒนาโปรแกรมเพื่อการควบคุมและวินิจฉัยอุปกรณ์

3.5.4.1 ออกแบบโปรแกรมควบคุมด้วยพีแอลซี

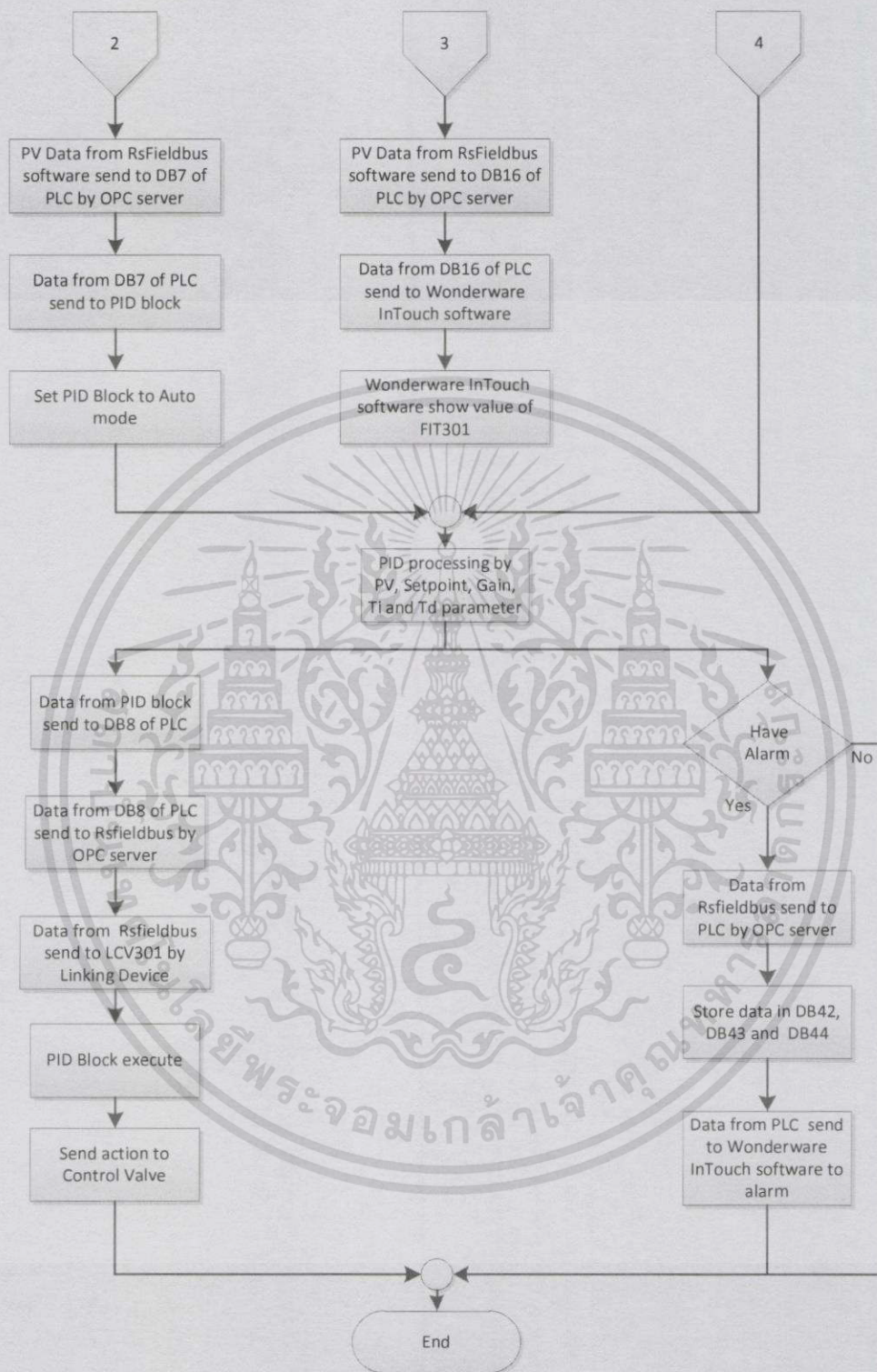
การออกแบบโปรแกรมพีแอลซีของกระบวนการระดับเทคโนโลยี FOUNDATION Fieldbus แสดงผ่าน Flow Chart การทำงานโปรแกรมควบคุมดังต่อไปนี้





รูปที่ 3.39 Flow Chart การทำงานโปรแกรมควบคุมกระบวนการเทคโนโลยี FOUNDATION Fieldbus ส่วนที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

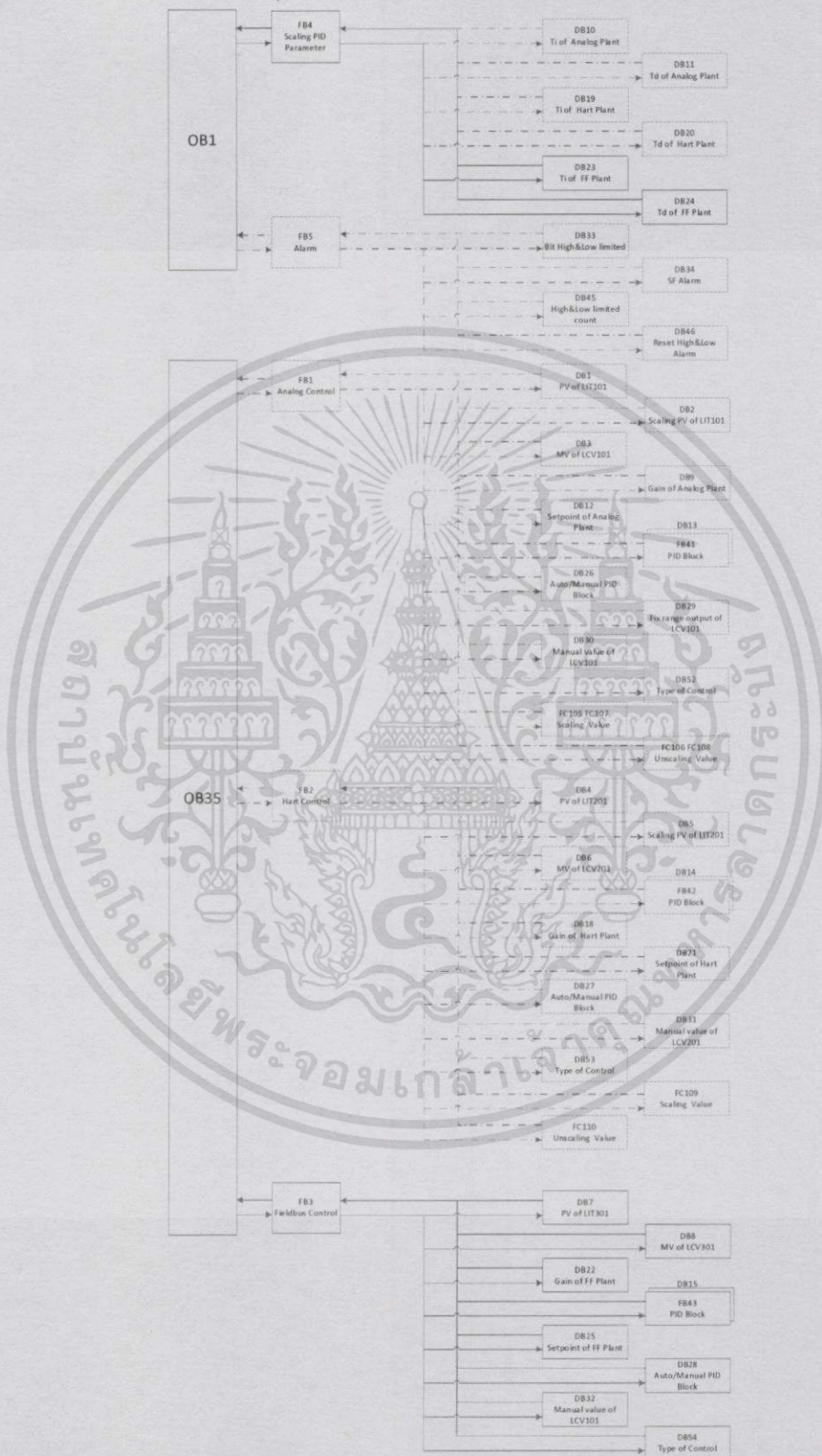


รูปที่ 3.40 Flow Chart การทำงานโปรแกรมควบคุมกระบวนการเทคโนโลยี FOUNDATION Fieldbus ส่วนที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

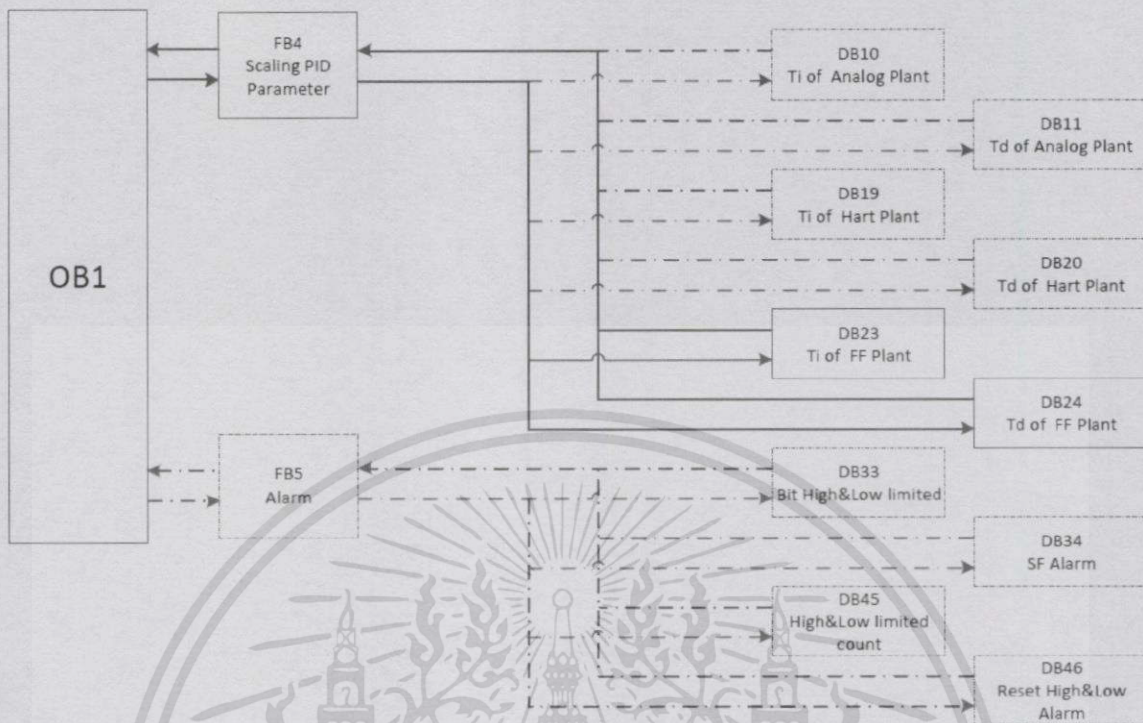
จากรูปที่ 3.39 และ รูปที่ 3.40 ผู้ใช้งานจะเริ่มต้นการทำงานพลาเน็ตควบคุมระดับด้วยการกำหนดโหมดของบล็อก PID ให้เป็นโหมด Manual จากนั้นตั้งค่า Setpoint ค่า Gain ค่า Ti และค่า Td ผ่านโปรแกรม Wonderware InTouch โดยข้อมูลทั้งหมดจะถูกเก็บใน Data Block ของ พีแอลซี และจะถูกส่งเข้าบล็อก PID ของ พีแอลซี หลังจากนั้น ตรวจสอบโหมด AI Block ของ D/P Transmitter (LIT301) ให้เป็นโหมด Auto และโหมด AO Block ของ Control Valve ให้เป็นโหมด Manual โดยผู้ใช้งานจะสั่งงานผ่าน Wonderware InTouch โดยข้อมูลทั้งหมดจะถูกเก็บใน Data block ของพีแอลซี และจะถูกส่งเข้า RS-Fieldbus ซึ่งเป็น Software ที่ใช้ควบคู่กับ Linking Device โดยใช้ OPC Server จากนั้น RS-Fieldbus จะส่งข้อมูลไปที่ Transmitter โดยใช้ Hardware คือ Linking Device หลังจากนั้น Transmitter จะส่งค่าสัญญาณระดับมาให้ พีแอลซี โดยใช้ Linking Device RS-Fieldbus และ OPC Server จากนั้น พีแอลซี จะทำการเก็บค่าสัญญาณระดับไว้ใน Data Block และส่งข้อมูลไปที่ PID Block จากนั้นกำหนดโหมดของบล็อก PID ให้เป็นโหมด Auto โดยบล็อก PID จะทำการประมวลผลและส่งค่าออกไปยัง Transmitter โดยใช้ Linking Device RS-Fieldbus และ OPC Server โดยเมื่อค่าสัญญาณระดับ มีค่าเท่ากับค่า Setpoint บล็อก PID จะส่งค่าสัญญาณสั่งให้วาล์วเปิดคงที่ และเมื่อค่าสัญญาณระดับ มีค่าไม่เท่ากับค่า Setpoint บล็อก PID จะส่งสัญญาณให้วาล์วเปิดเพิ่มขึ้นหรือลดลง โดยจะมีการแจ้งเตือนเกิดขึ้นซึ่งเป็นสถานะของ Transmitter และการ Communication โดยจะรับข้อมูลมาจาก RS-Fieldbus ซึ่งเป็น Software ที่ใช้ควบคู่กับ Linking Device มาเก็บไว้ที่ Data Block ของ พีแอลซี โดยใช้ OPC Server และส่งข้อมูลไป Wonderware InTouch เพื่อแสดงการแจ้งเตือน

- ออกแบบโปรแกรมการควบคุมกระบวนการระดับของเทคโนโลยี FOUNDATION Fieldbus

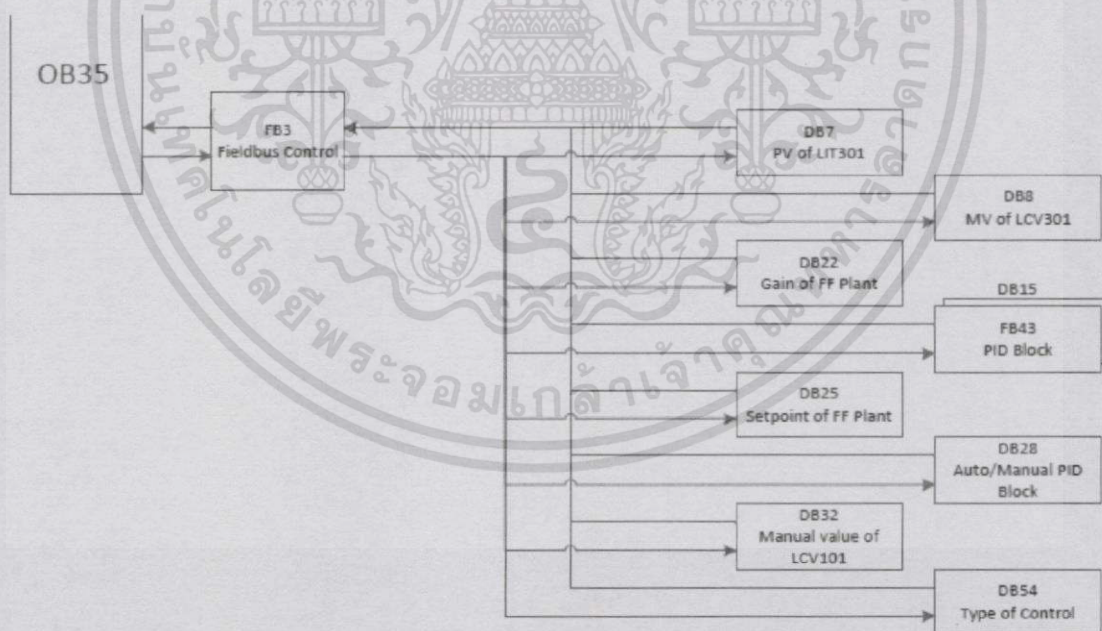


รูปที่ 3.41 โครงสร้างโปรแกรมการควบคุมกระบวนการเทคโนโลยี FOUNDATION Fieldbus

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.42 โครงสร้างโปรแกรมการควบคุมกระบวนการเทคโนโลยี FOUNDATION Fieldbus ส่วนที่ 1



รูปที่ 3.43 โครงสร้างโปรแกรมการควบคุมกระบวนการเทคโนโลยี FOUNDATION Fieldbus ส่วนที่ 2

จากรูปที่ 3.41- รูปที่ 3.43 แสดงโครงสร้างการเรียกข้อมูลของบล็อกโปรแกรม โดยประกอบไปด้วย OB1 และ OB35 โดย OB1 จะเป็นบล็อกเกี่ยวกับการแปลงค่าตัวแปรต่าง ๆ ของบล็อก PID และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การแจ้งเตือน และ OB35 จะเป็นบล็อกเกี่ยวกับการควบคุมกระบวนการระดับโดย OB1 และ OB35 ซึ่งมี Cycle Time คือ 20ms และ 500ms ตามลำดับ โดยจะประมวลผลในรูปแบบของ Cycle Time (ประมวลผลวนรอบ) โดย

OB1 จะเรียกข้อมูลมาจาก

1. FB4 เป็นฟังก์ชันบล็อกที่ 4 ซึ่งอ้างอิงมาจากหัวข้อ 3.3.4.1

OB35 จะเรียกข้อมูลมาจาก

1. FB3 เป็นฟังก์ชันบล็อกที่ 3 ภายในบล็อกจะมีโปรแกรมควบคุมระดับของ FOUNDATION Fieldbus ซึ่งประกอบไปด้วย FB43 หรือ DB15 ซึ่งเป็นบล็อก PID ซึ่ง FB3 จะเรียกข้อมูลจาก DB7 DB8 DB22 DB25 DB28 และ DB32 ซึ่ง Data block แต่ละตัวทำหน้าที่ดังนี้
DB7 เป็นบล็อกที่ใช้เก็บค่าสัญญาณระดับของพลาเน็ต
DB8 เป็นบล็อกที่ใช้เก็บค่าสัญญาณที่ได้จากการคำนวณจากบล็อก PID
DB22 เป็นบล็อกที่ใช้เก็บค่า Gain ของบล็อก PID
DB25 เป็นบล็อกที่ใช้เก็บค่า Setpoint ของบล็อก PID
DB28 เป็นบล็อกที่ใช้เก็บสัญญาณเปิด/ปิดโหมด manual ของบล็อก PID
DB32 เป็นบล็อกที่ใช้เก็บค่าสัญญาณของโหมด manual ของบล็อก PID
DB54 เป็นบล็อกที่ใช้เก็บค่ารูปแบบที่ใช้ในการควบคุมพลาเน็ต

3.5.4.2 การทำ Process Alarm ของเทคโนโลยี FOUNDATION Fieldbus



รูปที่ 3.44 การเชื่อมต่อระหว่างโปรแกรม SIMATIC กับ โปรแกรม RS-Fieldbus

การทำ Process Alarm ของเทคโนโลยี FOUNDATION Fieldbus ใช้การ Mapping Tag จาก Rsfldbus ผ่าน LinkMaster ซึ่งเป็น OPC มายังพีแอลซีโดย Map ตัวแปร HI_LIM LO_LIM และ Alarm_SUM.CURRENT ซึ่งเป็นตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับ Process Alarm ของเทคโนโลยี FOUNDATION Fieldbus

ตารางที่ 3.12 แสดงตัวแปรที่ใช้ในการ Mapping Address ระหว่างโปรแกรม SIMATIC และ Wonderware InTouch ของเทคโนโลยี FOUNDATION Fieldbus

Tag name	Address Wonderware InTouch	Address SIEMENS	Data Type	ScanRate (millisec)	Description
level_Fieldbus	DB7,real0	DB7.DB D0	FLOATI NG_POI NT	100	รับค่าสัญญาณระดับของเทคโนโลยี FOUNDATION Fieldbus
valve_Fieldbus	DB8,real0	DB8.DB D0	FLOATI NG_POI NT	100	ค่าที่ได้จากการคำนวณของบล็อก PID
Gain_Fieldbus	DB22,real0	DB22.DB D0	FLOATI NG_POI NT	100	FOUNDATION Fieldbus Gain
Ti_Fieldbus	DB23,int0	DB23.DB W0	DEC	100	FOUNDATION Fieldbus Ti
Td_Fieldbus	DB24,int0	DB24.DB W0	DEC	100	FOUNDATION Fieldbus Td
setpoint_Fieldbus	DB25,real0	DB25.DB D0	FLOATI NG_POI NT	100	FOUNDATION Fieldbus Setpoint
valve_Fieldbus Man	DB32,real0	DB32.DB D0	FLOATI NG_POI NT	100	สั่งเปิดวาล์วแบบ Manual
Man_Fieldbus	DB28,x0.0	DB28.DB X0.0	BOOL	100	เปิด หรือปิดโหมด Manual ของบล็อก PID
Flow_Fieldbus	DB16,real0	DB16.DB D0	FLOATI NG_POI NT	100	ค่าสัญญาณอัตราการไหลของเทคโนโลยี FOUNDATION Fieldbus
Tar_ModelIT	DB39,real0	DB39.DB D0	FLOATI NG_POI NT	100	FOUNDATION Fieldbus Level Transmitter Target Mode

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.12 แสดงตัวแปรที่ใช้ในการ Mapping Address ระหว่างโปรแกรม SIMATIC และ Wonderware InTouch ของเทคโนโลยี FOUNDATION Fieldbus (ต่อ)

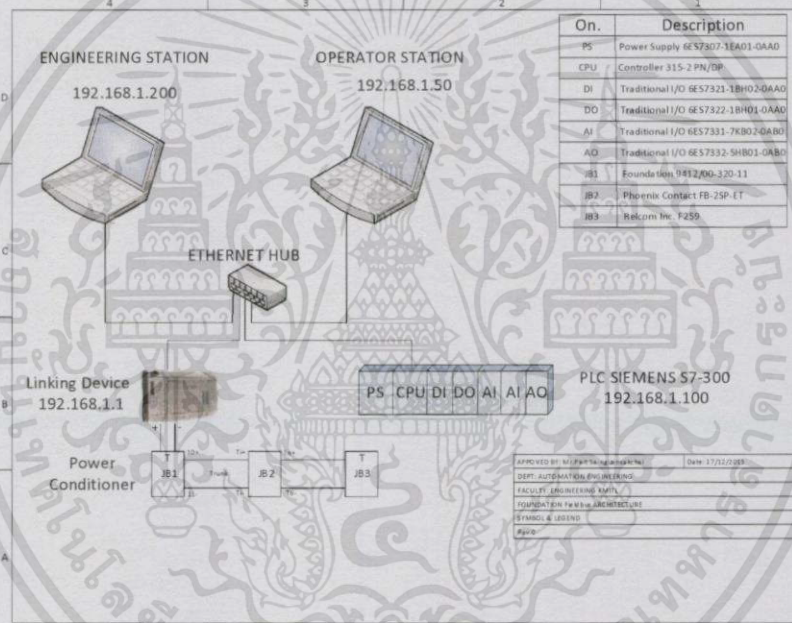
Tag name	Address Wonderware InTouch	Address SIEMENS	Data Type	ScanRate (millisec)	Description
Act_ModeLIT	DB39,real4	DB39.DB D4	FLOATING _POINT	100	FOUNDATION Fieldbus Level Transmitter Actual Mode
Tar_ModeFIT	DB40,real0	DB40.DB D0	FLOATING _POINT	100	FOUNDATION Fieldbus Flow Transmitter Target Mode
Act_ModeFIT	DB40,real4	DB40.DB D4	FLOATING _POINT	100	FOUNDATION Fieldbus Flow Transmitter Actual Mode
Tar_ModeLCV	DB41,real0	DB41.DB D0	FLOATING _POINT	100	FOUNDATION Fieldbus Control Valve Target Mode
Act_ModeLCV	DB41,real4	DB41.DB D4	FLOATING _POINT	100	FOUNDATION Fieldbus Control Valve Actual Mode
DiagLIT	DB42,real0	DB42.DB D0	FLOATING _POINT	100	FOUNDATION Fieldbus status of Level Transmitter
DiagFIT	DB43,real0	DB43.DB D0	FLOATING _POINT	100	FOUNDATION Fieldbus status of Flow Transmitter
DiagLCV	DB44,real0	DB44.DB D0	FLOATING _POINT	100	FOUNDATION Fieldbus status of Control Valve

3.5.5 ส่วนโปรแกรมเพื่อการแสดงผล

3.5.5.1 กราฟิกแสดงผล (HMI)

ส่วนของการออกแบบกราฟิกเพื่อการแสดงผลของกระบวนการระดับเทคโนโลยี FOUNDATION Fieldbus อ้างอิงตามหัวข้อ 3.3.5.1 โดยมี Flow Chart การทำงาน ตามรูปที่ 3.39 และ ตัวอย่างของหน้าต่าง HMI โดยจะกล่าวไว้ในหัวข้อที่ 3.6

3.5.5.2 Network Architecture



รูปที่ 3.45 Network Architecture ของกระบวนการระดับเทคโนโลยี FOUNDATION Fieldbus

จากรูปที่ 3.45 แสดงถึง Network Architecture ของการควบคุมกระบวนการระดับของเทคโนโลยี FOUNDATION Fieldbus โดยมีอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อเข้าด้วยกัน 4 อุปกรณ์ คือ

1. เครื่อง ENGINEERING Station โดย IP Address ที่ใช้เป็น 192.168.1.200
2. เครื่อง OPERATOR Station โดย IP Address ที่ใช้เป็น 192.168.1.150
3. พีแอลซี SIEMENS S7-300 โดย IP Address ที่ใช้เป็น 192.168.1.100
4. 1757-FFLD Linking Device โดย IP Address ที่ใช้เป็น 192.168.1.1

ซึ่งทุกการเชื่อมต่อนั้นเชื่อมต่อกันโดยผ่าน Ethernet HUB เพียง 1 ตัว

3.5.5.3 โปรแกรม OPC

- โปรแกรม KEPServer

โปรแกรม KEPServer เป็นโปรแกรม OPC ของพีแอลซี โดยทำการเชื่อมต่อกับโปรแกรม Link Master เพื่อรับข้อมูลเข้าพีแอลซี



รูปที่ 3.46 แผนภาพการเชื่อมต่อ

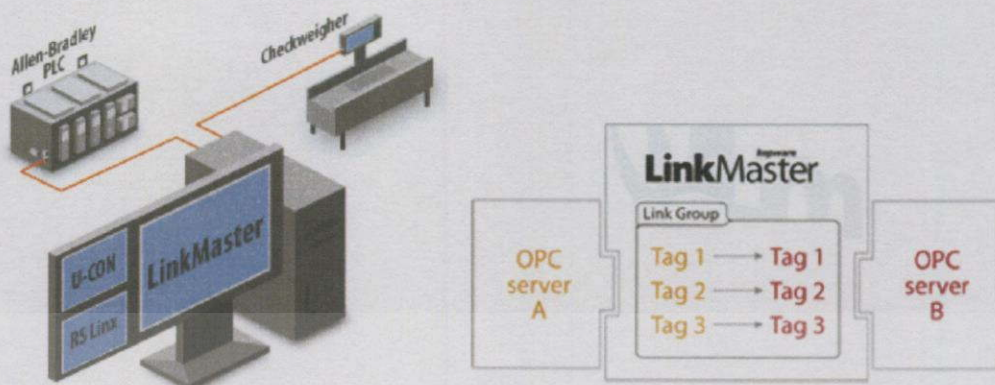
การเชื่อมต่อ KEPServer

Tag Name	Address	Data Type	Scan Rate	Scaling	Description
ControlValve_Actual	D641.DBD4	Float	100	None	
ControlValve_Status	D644.DBD0	Float	100	None	
ControlValve_Target	D641.DBD0	Float	100	None	
FTT_101	D816.DBD0	Float	100	None	
FTT_Error	D846.DBD0	Float	100	None	
Flow_Actual	D840.DBD4	Float	100	None	
Flow_Alarm	D838.DBD0	Float	100	None	
Flow_Status	D843.DBD0	Float	100	None	
Flow_Target	D840.DBD0	Float	100	None	
LCV_101	D88.DBD0	Float	100	None	
LCV_Error	D847.DBD0	Float	100	None	
Level_Actuel	D839.DBD4	Float	100	None	
Level_Alarm	D837.DBD0	Float	100	None	
Level_Status	D842.DBD0	Float	100	None	
Level_Target	D839.DBD0	Float	100	None	
LIT_101	D87.DBD0	Float	100	None	
LIT_Error	D845.DBD0	Float	100	None	
Simm	D899.DBD0	Float	100	None	
TTT_101	D817.DBD0	Float	100	None	

รูปที่ 3.47 การเชื่อมต่อ KEPServer

- โปรแกรม LinkMaster

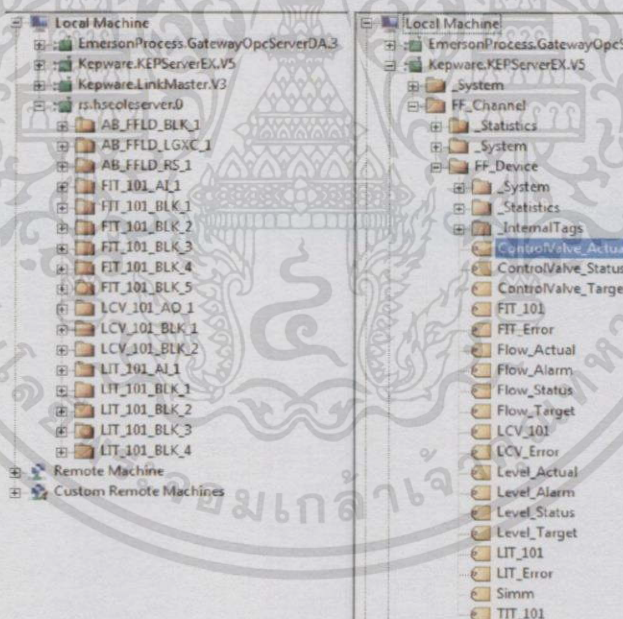
โปรแกรม LinkMaster เป็น OPC Bridging Software ที่ทำหน้าที่เชื่อมต่อข้อมูลระหว่าง OPC ต่าง ๆ ให้สามารถติดต่อ และแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างกันได้



รูปที่ 3.48 การใช้งาน LinkMaster

โดยมี OPC Server ที่ใช้งานผ่าน LinkMaster ทั้งหมด 2 ตัว ดังนี้

1. OPC ของ PLC s7-300 มีชื่อว่า Kepware.KEPServerEX.V5
2. OPC ของ RS-Fieldbus มีชื่อว่า rs.hseoleserver.0



รูปที่ 3.49 Tag Name ที่ใช้ในการเชื่อมต่อ

โดยมี Tag ที่เลือกในการส่ง/รับค่าดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Link Name	Input
Link000	Local Machine\rs.hseoleserver.0\FIT_101_AI_1.PV.VALUE
Link001	Local Machine\rs.hseoleserver.0\LIT_101_AI_1.PV.VALUE
Link002	Local Machine\Kepware.KEPServerEX.V5\FF_Channel.FF_Device.LCV_101
Link003	Local Machine\rs.hseoleserver.0\FIT_101_AI_1.ALARM_SUM.CURRENT
Link004	Local Machine\rs.hseoleserver.0\LIT_101_AI_1.ALARM_SUM.CURRENT
Link005	Local Machine\rs.hseoleserver.0\FIT_101_AI_1.PV.STATUS
Link006	Local Machine\rs.hseoleserver.0\LIT_101_AI_1.PV.STATUS
Link007	Local Machine\rs.hseoleserver.0\LCV_101_AO_1.PV.STATUS
Link008	Local Machine\Kepware.KEPServerEX.V5\FF_Channel.FF_Device.Level_Target
Link009	Local Machine\Kepware.KEPServerEX.V5\FF_Channel.FF_Device.Flow_Target
Link010	Local Machine\Kepware.KEPServerEX.V5\FF_Channel.FF_Device.ControlValve_Target
Link011	Local Machine\rs.hseoleserver.0\LIT_101_AI_1.MODE_BLK.ACTUAL
Link012	Local Machine\rs.hseoleserver.0\FIT_101_AI_1.MODE_BLK.ACTUAL
Link013	Local Machine\rs.hseoleserver.0\LCV_101_AO_1.MODE_BLK.ACTUAL
Link014	Local Machine\rs.hseoleserver.0\FIT_101_AI_1.SIMULATE.SIMULATE_STATUS

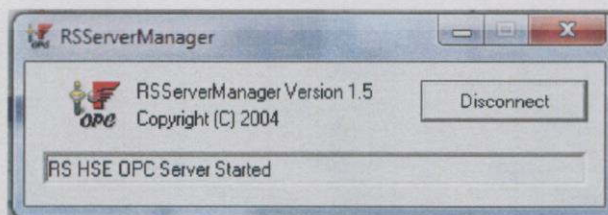
รูปที่ 3.50 การใช้งาน LinkMaster ในส่วนของอินพุท

Link Name	Outputs
Link000	Local Machine\Kepware.KEPServerEX.V5\FF_Channel.FF_Device.FIT_101
Link001	Local Machine\Kepware.KEPServerEX.V5\FF_Channel.FF_Device.LIT_101
Link002	Local Machine\rs.hseoleserver.0\LCV_101_AO_1.OUT.VALUE
Link003	Local Machine\Kepware.KEPServerEX.V5\FF_Channel.FF_Device.Flow_Alarm
Link004	Local Machine\Kepware.KEPServerEX.V5\FF_Channel.FF_Device.Level_Alarm
Link005	Local Machine\Kepware.KEPServerEX.V5\FF_Channel.FF_Device.Flow_Status
Link006	Local Machine\Kepware.KEPServerEX.V5\FF_Channel.FF_Device.Level_Status
Link007	Local Machine\Kepware.KEPServerEX.V5\FF_Channel.FF_Device.ControlValve_Status
Link008	Local Machine\rs.hseoleserver.0\LIT_101_AI_1.MODE_BLK.TARGET
Link009	Local Machine\rs.hseoleserver.0\FIT_101_AI_1.MODE_BLK.TARGET
Link010	Local Machine\rs.hseoleserver.0\LCV_101_AO_1.MODE_BLK.TARGET
Link011	Local Machine\Kepware.KEPServerEX.V5\FF_Channel.FF_Device.Level_Actual
Link012	Local Machine\Kepware.KEPServerEX.V5\FF_Channel.FF_Device.Flow_Actual
Link013	Local Machine\Kepware.KEPServerEX.V5\FF_Channel.FF_Device.ControlValve_Actual
Link014	Local Machine\Kepware.KEPServerEX.V5\FF_Channel.FF_Device.Simm

รูปที่ 3.51 การใช้งาน LinkMaster ในส่วนของเอาต์พุท

- โปรแกรม RSHSE

RS-Fieldbus มี RSHSE OLE Server เป็น OPC ในการเชื่อมต่อข้อมูลกับ Protocol อื่น ๆ โดย RSHSE OLE Server จะอยู่ภายใน software RS-Fieldbus โดยเมื่อทำการ online software RS-Fieldbus จะเป็นการเปิดการใช้งาน RSHSE OLE Server โดยมีชื่อของ OPC คือ rs.hseoleserver.0



รูปที่ 3.52 RSHSE OLE Server

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.52 แสดงสถานะ Online ของ RS HSE OPC Server Started

- Wonderware SIDirect DASServer หรือ DASSIDirect อ้างอิงตามหัวข้อที่ 3.3.5.3

3.6 HMI กระบวนการ

ส่วนติดตามและแสดงผลด้วย Wonderware InTouch ของกระบวนการระดับ จะออกแบบให้มีทำงานตาม Flow Chart รูปที่ 3.39 โดยเริ่มทำงานด้วยการ Log In ชื่อผู้ใช้งานและรหัสผ่านให้ถูกต้องตามที่ได้กำหนดไว้ เมื่อชื่อผู้ใช้งานและรหัสผ่านถูกต้อง ส่วนติดตามและแสดงผลจะเข้าสู่หน้า Main ซึ่งเป็นหน้าใช้งานหลักของส่วนติดตามและแสดงผลนี้ Operator สามารถเลือกดูการควบคุมว่าจะควบคุมแบบไหน Analog, HART, FOUNDATION Fieldbus หรือ ทั้งสามแบบ หากไม่ต้องการควบคุมแบบใด ๆ จะกลับมายังหน้า Main แล้วสามารถเลือกดูการควบคุมได้ใหม่ หากเลือกคุมได้เรียบร้อยแล้ว ยกตัวอย่างถ้าเป็นดูการควบคุมของ Analog ขั้นตอนต่อมาจะเป็นการตั้งค่า Setpoint ให้กับกระบวนการและต่อมาก็ตั้งค่าพารามิเตอร์ในการควบคุมให้กับกระบวนการ คือค่า Gain, Ti และ Td เมื่อตั้งค่าเสร็จสิ้น ในหน้า Main บนส่วนติดตามและแสดงผลนั้น จะแสดงค่าของ PV ของกระบวนการ พร้อมกับแสดงค่า Status ของกระบวนการของเทคโนโลยี FOUNDATION Fieldbus ในช่วงเวลานั้น หากค่า Status ที่แสดงนั้นไม่ OK บนส่วนติดตามและแสดงผลจะแสดงค่า Status เป็น “Uncertain หรือ Bad” หรือแสดงค่า Alarm ของกระบวนการของเทคโนโลยี Analog และ HART เป็น Normal หรือ Failure เพื่อให้ Operator ทำการตรวจสอบความผิดปกติของกระบวนการหรือระบบแล้วทำการแก้ไขในระดับ Field เมื่อทำการแก้ไขเรียบร้อยแล้ว ต่อมาให้ Operator กดปุ่ม Reset บนส่วนติดตามและแสดงผล เพื่อทำการ Reset เวลาของการแจ้งเตือน High Limited และ Low Limited ใหม่ เมื่อค่า Status ที่แสดง OK แล้วกระบวนการจะดำเนินการตามเงื่อนไขของพีแอลซีต่อไป หากมี Status เป็น “Failure” อีก ให้ Operator ตรวจสอบและแก้ไขให้กระบวนการทำงานให้ปกติตามเดิมในกรณีของเทคโนโลยี Analog ส่วนการทำงานบนส่วนติดตามและแสดงผลของดูการควบคุมของ HART นั้นทำเหมือนกับของ Analog และส่วนดูการควบคุมของ FOUNDATION Fieldbus แตกต่างจาก Analog ตรงที่ไม่สามารถทำการกด Reset ค่าเวลาของการแจ้งเตือน High Limited และ Low Limited ได้

3.6.1 การสร้างกราฟิก

การสร้างกราฟิกของโครงการนี้จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนด้วยกัน คือ ส่วนของการควบคุมและส่วนของการแจ้งเตือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6.1.1 ส่วนของการควบคุม

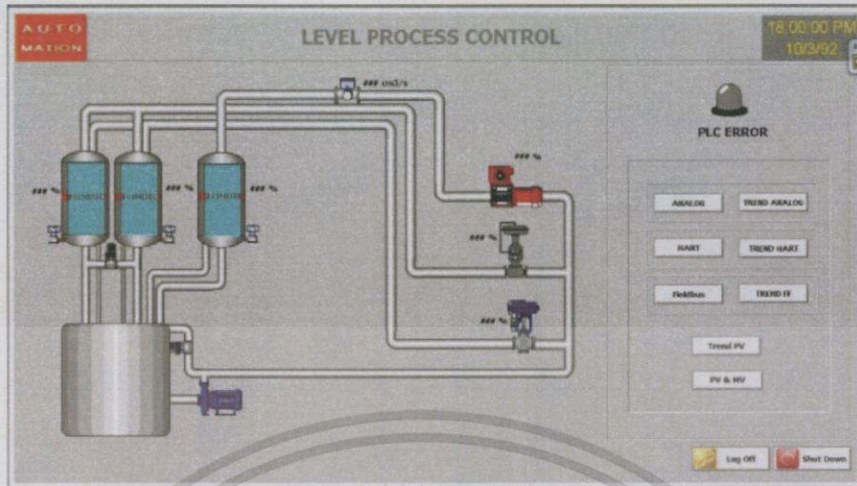
ส่วนของการควบคุมเป็นส่วนที่ต้องมีการแสดงค่า PV ของกระบวนการรวมไปถึงสามารถใส่ค่าตัวแปรต่าง ๆ ที่ใช้ในการควบคุม คือ Setpoint Gain Ti และ Td ให้แก่กระบวนการได้ เพื่อให้กระบวนการสามารถควบคุมระดับได้ตามที่ได้กำหนดไว้ ซึ่งในส่วนนี้ต้องสร้างกราฟฟิกให้มีการทำงานตรงกับแบบ P&I Diagram จากนั้นทำการเปลี่ยนสัญญาณระดับของกระบวนการให้สามารถแสดงบน HMI ได้ โดยการ Mapping Tag Name ระหว่าง Data Block ของโปรแกรม SIMATIC กับ Tag Name HMI ของโปรแกรม Wonderware InTouch ในโครงงานนี้หน้าต่างการควบคุมแต่ละหน้าต่างมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้



รูปที่ 3.53 หน้าต่าง Log In

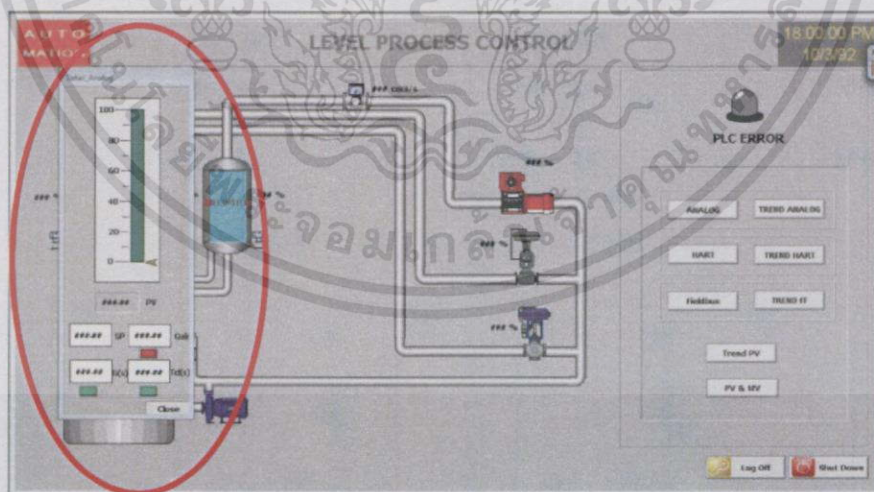
จากรูปที่ 3.53 แสดงหน้าต่างที่ใช้ Log In เพื่อที่จะเข้าไปใช้งานหน้าต่างของการ

ควบคุม



รูปที่ 3.54 หน้าต่างหลักของกระบวนการระดับ

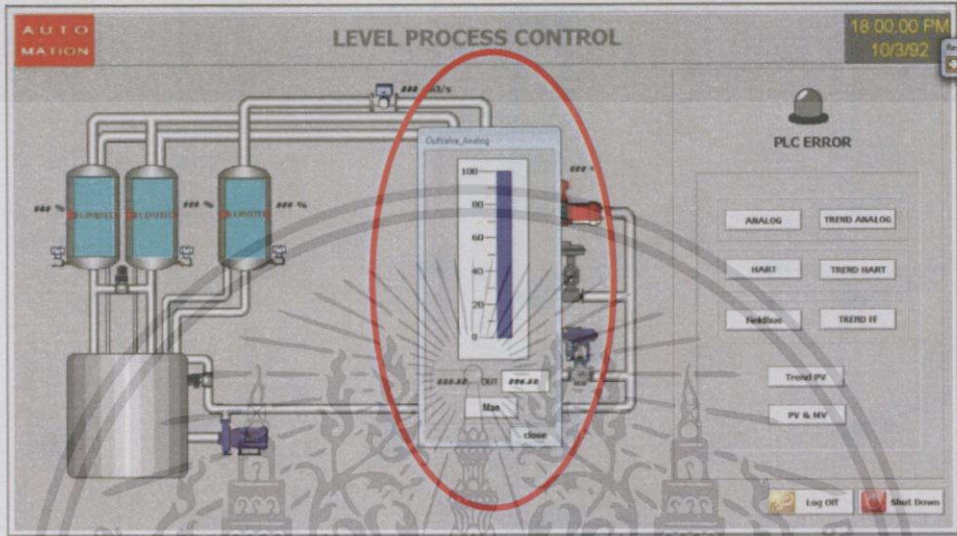
จากรูปที่ 3.54 แสดงหน้าต่างเกี่ยวกับกระบวนการทั้งหมด ภายในหน้าต่างจะแสดงกราฟฟิคที่จำลองจากกระบวนการจริง โดยกราฟฟิคนี้จะแสดงค่า PV และค่า MV ของกระบวนการการควบคุมระดับของทั้ง 3 เทคโนโลยี โดยในหน้าต่างนี้สามารถเลือกเข้าหน้าต่างอื่น ๆ ได้ เช่น หน้าต่างกระบวนการของเทคโนโลยี Analog, HART และ FOUNDATION Fieldbus PV&MV และ Trend ของการควบคุมในแบบต่าง ๆ ของทั้ง 3 เทคโนโลยี หากต้องการล๊อคหน้าต่างของส่วนติดตามและแสดงผลหรือต้องการ ปิดหน้าต่างของ HMI สามารถทำได้ในหน้าต่างนี้



รูปที่ 3.55 หน้าต่างที่ใช้ในการควบคุมกระบวนการระดับ

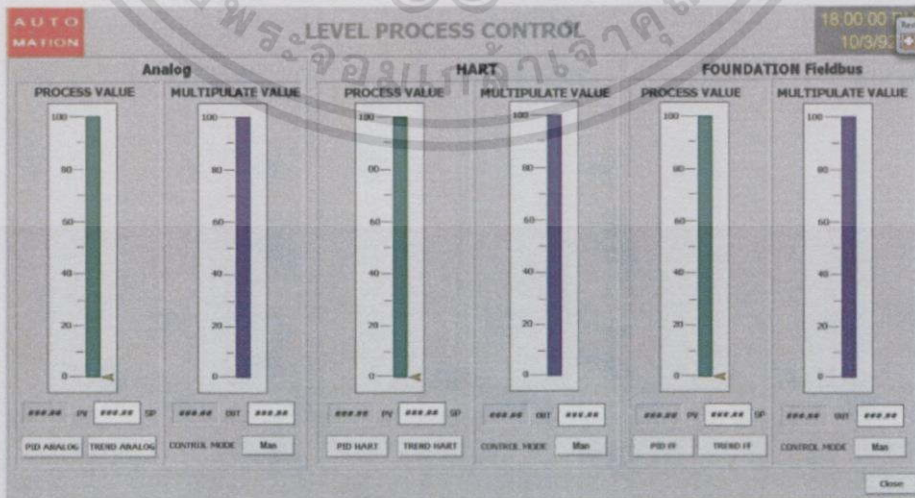
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.55 แสดงหน้าต่างที่ใช้ในการควบคุมระดับ โดยมีช่องแสดงค่าระดับ (PV) และช่องใส่ค่าตัวแปรของกระบวนการต่าง ๆ เช่น Setpoint Gain Ti และ Td เป็นต้น โดยส่วนทำการควบคุมของทั้ง 3 เทคโนโลยี จะควบคุมแยกกัน แต่หน้าต่างของการควบคุมมีรูปแบบเหมือนกัน



รูปที่ 3.56 หน้าต่างแสดงค่า MV ของกระบวนการ

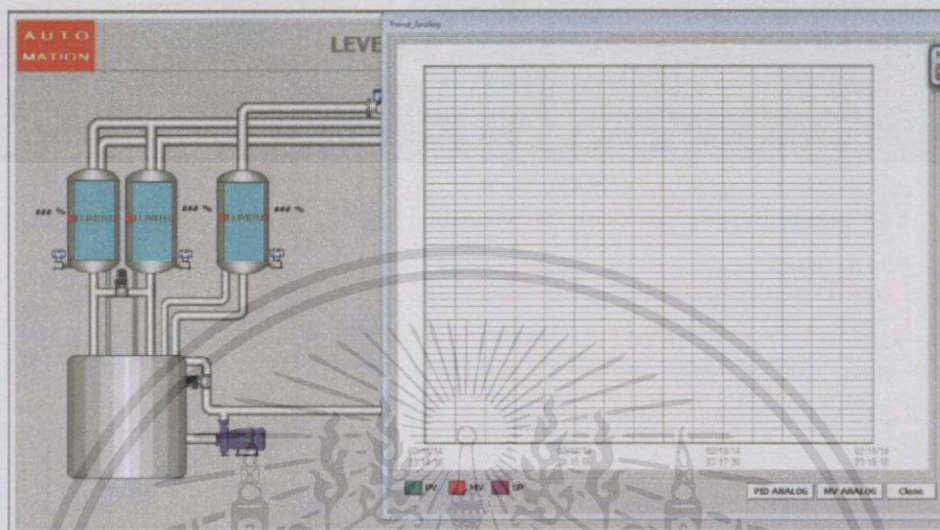
จากรูปที่ 3.56 แสดงหน้าต่างแสดงค่า MV ของกระบวนการ โดยแสดงค่าในรูปของเปอร์เซ็นต์ และสามารถสั่งการโหมดของการควบคุม เป็น Automatic หรือ Manual ได้ ถ้าเป็นโหมด Manual สามารถใส่ค่า MV ให้ Control Valve ทำงานตามค่านั้น ๆ ได้ โดยทั้ง 3 เทคโนโลยี มีรูปแบบหน้าต่างเหมือนกัน



รูปที่ 3.57 หน้าต่างแสดงค่าระดับและค่า MV ทั้ง 3 เทคโนโลยี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.57 แสดงหน้าต่างของการแสดงค่า PV และMV ของทั้ง 3 เทคโนโลยี โดยในหน้าต่างนี้สามารถเลือกดู Trend และโหมดของการควบคุมของทั้ง 3 เทคโนโลยีได้



รูปที่ 3.58 หน้าต่างแสดงกราฟของกระบวนการระดับ

จากรูปที่ 3.58 แสดงหน้าต่าง Trend ของกระบวนการระดับ ซึ่งมีค่าของ PV, Set Point และMV ของกระบวนการระดับ โดยสามารถเลือกแสดงค่าตัวแปรกระบวนการที่ใช้ในการควบคุมได้ โดยทั้ง 3 เทคโนโลยีมีรูปแบบของ Trend เหมือนกัน

โดยส่วนที่ทำให้กราฟฟิกแสดงค่าของระดับและสามารถใส่ค่าตัวแปรให้กับกระบวนการได้นั้นต้องขึ้นอยู่กับ การ Mapping Address ระหว่าง Data Block ของโปรแกรม SIMATIC และ Tag Name ของ Wonderware InTouch ดังตารางที่ 3.13

ตารางที่ 3.13 Mapping Address ระหว่างโปรแกรม SIMATIC และ Wonderware InTouch

Tag name	Address Wonderware InTouch	Address SIEMENS	Data Type	ScanRate (millisec)	Description
PVAnalog	DB1,int0	DB1.DBW0	DEC	100	รับค่าสัญญาณระดับของเทคโนโลยี Analog
level_Analog	DB2,real0	DB2.DBDO	FLOATING_POINT	100	แปลงค่าสัญญาณระดับของเทคโนโลยี Analog เป็น 0-100%
valve_Analog	DB3,real0	DB3.DBDO	FLOATING_POINT	100	ค่าที่ได้จากการคำนวณของบล็อกรับ PID
Gain_Analog	DB9,real0	DB9.DBDO	FLOATING_POINT	100	Analog Gain
Ti_Analog	DB10,int0	DB10.DBW0	DEC	100	Analog Ti
Td_Analog	DB11,int0	DB11.DBW0	DEC	100	Analog Td
setpoint_Analog	DB12,real0	DB12.DBDO	FLOATING_POINT	100	Analog Setpoint
valve_AnalogMan	DB30,real0	DB30.DBDO	FLOATING_POINT	100	สั่งเปิดวาล์วแบบ Manual
Man_Analog	DB26,x0.0	DB26.DBX0.0	BOOL	100	สั่งเปิด หรือปิดโหมด Manual ของบล็อกรับ PID
PVHART	DB4,int0	DB4.DBW0	DEC	100	รับค่าสัญญาณระดับของเทคโนโลยี HART
level_HART	DB5,real0	DB5.DBDO	FLOATING_POINT	100	แปลงสัญญาณระดับของเทคโนโลยี HART เป็น 0-100%
valve_HART	DB6,real0	DB6.DBDO	FLOATING_POINT	100	ค่าที่ได้จากการคำนวณของบล็อกรับ PID
Gain_HART	DB18,real0	DB18.DBDO	FLOATING_POINT	100	HART Gain
Ti_HART	DB19,int0	DB19.DBW0	DEC	100	HART Ti
Td_HART	DB20,int0	DB20.DBW0	DEC	100	HART Td
setpoint_HART	DB21,real0	DB21.DBDO	FLOATING_POINT	100	HART Setpoint
valve_HARTMan	DB31,real0	DB31.DBDO	FLOATING_POINT	100	สั่งเปิดวาล์วแบบ Manual
Man_HART	DB27,x0.0	DB27.DBX0.0	BOOL	100	เปิด หรือปิดโหมด Manual ของบล็อกรับPID
level_Fieldbus	DB7,real0	DB7.DBDO	FLOATING_POINT	100	รับค่าสัญญาณระดับของเทคโนโลยี FOUNDATION Fieldbus
valve_Fieldbus	DB8,real0	DB8.DBDO	FLOATING_POINT	100	ค่าที่ได้จากการคำนวณของบล็อกรับ PID
Gain_Fieldbus	DB22,real0	DB22.DBDO	FLOATING_POINT	100	FOUNDATION Fieldbus Gain
Ti_Fieldbus	DB23,int0	DB23.DBW0	DEC	100	FOUNDATION Fieldbus Ti

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.13 Mapping Address ระหว่างโปรแกรม SIMATIC และ Wonderware InTouch (ต่อ)

Tag name	Address Wonderware InTouch	Address SIEMENS	Data Type	ScanRate (millisec)	Description
Td_Fieldbus	DB24,int0	DB24.DBW0	DEC	100	FOUNDATION Fieldbus Td
setpoint_Fieldbus	DB25,real0	DB25.DBD0	FLOATING POINT	100	FOUNDATION Fieldbus Setpoint
valve_FieldbusMan	DB32,real0	DB32.DBD0	FLOATING POINT	100	สิ่งเปิดวาล์วแบบ Manual
Man_Fieldbus	DB28,x0.0	DB28.DBX0.0	BOOL	100	เปิด หรือปิดโหมด Manual ของบล็อก PID
Flow_Fieldbus	DB16,real0	DB16.DBD0	FLOATING POINT	100	ค่าสัญญาณอัตราการไหลของเทคโนโลยี FOUNDATION Fieldbus
SF_LED	DB34,x0.0	DB34.DBW2	HEX	100	บิต Alarm SF led
count_Hilimited	DB45,Dint0	DB45.DBD0	DEC	100	นับจำนวนครั้งการเกิด Alarm High limited
count_Lolimited	DB45,Dint4	DB45.DBD4	DEC	100	นับจำนวนครั้งการเกิด Alarm Low limited
Clear_Count	DB46,x0.0	DB46.DBX0.0	BOOL	100	รีเซ็ต High&Low limited Alarm
Cold_StartDB	DB36,x0.0	DB36.DBX0.0	BOOL	100	บิต Alarm Cold Start
Config_CHGDB	DB36,x0.1	DB36.DBX0.1	BOOL	100	บิต Alarm Configuration Changed
Dev_MALFDB	DB36,x0.2	DB36.DBX0.2	BOOL	100	บิต Alarm Device Malfunction
Loop_CurrDB	DB36,x0.3	DB36.DBX0.3	BOOL	100	บิต Alarm Current Saturated
PV_HealDB	DB36,x0.4	DB36.DBX0.4	BOOL	100	บิต Alarm PV Healthy
OnlineDB	DB36,x0.5	DB36.DBX0.5	BOOL	100	บิต Alarm Online
PRI_VALDB	DB36,x0.6	DB36.DBX0.6	BOOL	100	บิต Alarm PV out of limited
NONPRI_VALDB	DB36,x0.7	DB36.DBX0.7	BOOL	100	บิต Alarm Non PV out of limited
Tar_ModeLIT	DB39,real0	DB39.DBD0	FLOATING POINT	100	FOUNDATION Fieldbus Level Transmitter Target Mode
Act_ModeLIT	DB39,real4	DB39.DBD4	FLOATING POINT	100	FOUNDATION Fieldbus Level Transmitter Actual Mode

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.13 Mapping Address ระหว่างโปรแกรม SIMATIC และ Wonderware InTouch (ต่อ)

Tag name	Address Wonderware InTouch	Address SIEMENS	Data Type	ScanRate (millisec)	Description
Tar_ModeFIT	DB40,real0	DB40.DBD0	FLOATING_POINT	100	FOUNDATION Fieldbus Flow Transmitter Target Mode
Act_ModeFIT	DB40,real4	DB40.DBD4	FLOATING_POINT	100	FOUNDATION Fieldbus Flow Transmitter Actual Mode
Tar_ModeLCV	DB41,real0	DB41.DBD0	FLOATING_POINT	100	FOUNDATION Fieldbus Control Valve Target Mode
Act_ModeLCV	DB41,real4	DB41.DBD4	FLOATING_POINT	100	FOUNDATION Fieldbus Control Valve Actual Mode
DiagLIT	DB42,real0	DB42.DBD0	FLOATING_POINT	100	FOUNDATION Fieldbus status of Level Transmitter
DiagFIT	DB43,real0	DB43.DBD0	FLOATING_POINT	100	FOUNDATION Fieldbus status of Flow Transmitter
DiagLCV	DB44,real0	DB44.DBD0	FLOATING_POINT	100	FOUNDATION Fieldbus status of Control Valve

3.6.1.2 ส่วนของการแจ้งเตือน

ส่วนของการแจ้งเตือนเป็นส่วนที่มีการแจ้งเตือนสถานะต่าง ๆ เกี่ยวกับกระบวนการว่า พลานต์สามารถทำงานได้ หรือจำเป็นต้องทำการซ่อมบำรุง ซึ่งแต่ละเทคโนโลยีนั้นจะมีปริมาณข้อมูลที่ใช้ในการแจ้งเตือนแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับความสามารถของเทคโนโลยีนั้น ๆ ว่าสามารถนำข้อมูลที่มีมาใช้ในการเขียน Script การแจ้งเตือนได้มากน้อยเท่าใด โดยรายละเอียดของการทำการแจ้งเตือนของแต่ละเทคโนโลยี เป็นดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การแจ้งเตือนของเทคโนโลยี Analog

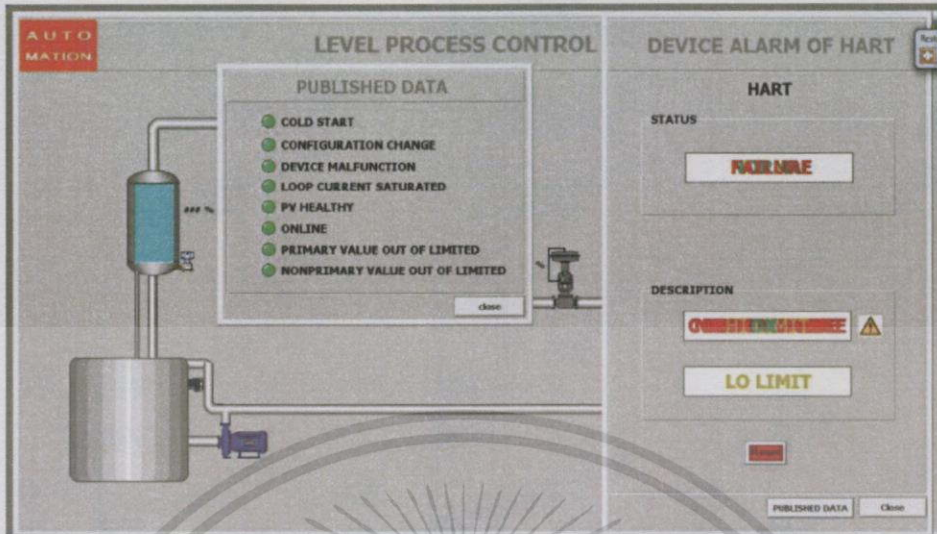
ในการแจ้งเตือนของเทคโนโลยี Analog จำเป็นต้องเขียน Script ของการแจ้งเตือน เนื่องจากอุปกรณ์ของเทคโนโลยี Analog ที่ใช้ในกระบวนการระดับนี้ ไม่มีสัญญาณของการแจ้งเตือนจากอุปกรณ์ ดังนั้นจึงต้องนำค่าของสัญญาณจาก D/P Transmitter และค่าของการแจ้งเตือนจากตัวควบคุมมาเป็นเงื่อนไขในการแจ้งเตือน อย่างเช่น การแจ้งเตือน Wire Break จะเกิดขึ้นเมื่อค่าสัญญาณที่ถูกส่งเข้ามายังตัวควบคุมขาดหาย หรือสายสัญญาณชำรุด รวมถึงการแจ้งเตือนของ High Limited และ Low Limited จะเกิดขึ้นเมื่อค่าสัญญาณออกนอกช่วงที่ได้กำหนดไว้ โดยมีปุ่ม Reset เพื่อใช้ในการรีเซ็ตค่าเวลาการแจ้งเตือนของ High Limited และ Low Limited ดังรูปที่ 3.59



รูปที่ 3.59 หน้าต่างแสดงการแจ้งเตือนของกระบวนการระดับเทคโนโลยี Analog

- การแจ้งเตือนของเทคโนโลยี HART

การแจ้งเตือนของเทคโนโลยี HART สามารถแบ่งได้ 2 ส่วน โดยในส่วนแรก จำเป็นต้องเขียน Script ในการแจ้งเตือน เช่นเดียวกับเทคโนโลยีของ Analog เช่น การแจ้งเตือน High Limited และ Low Limited ในส่วนที่สองสามารถทำได้ง่ายกว่าส่วนแรก โดยการนำค่าสัญญาณจากตัวอุปกรณ์ของเทคโนโลยี HART มาแสดงค่าในหน้าต่าง HMI ได้โดยไม่ต้องเขียน Script อาจทำให้อยู่ในรูปของตัวเลข หรือสัญญาณไฟ ดังรูปที่ 3.60



รูปที่ 3.60 หน้าต่างแสดงการแจ้งเตือนของกระบวนการระดับเทคโนโลยี HART

- การแจ้งเตือนของเทคโนโลยี FOUNDATION Fieldbus
 การแจ้งเตือนของเทคโนโลยี FOUNDATION Fieldbus สามารถทำได้ง่ายกว่าเทคโนโลยี Analog และเทคโนโลยี HART โดยนำสัญญาณการแจ้งเตือนจากตัวอุปกรณ์ของ FOUNDATION Fieldbus มาผ่านเงื่อนไขของการแจ้งเตือน โดยการเขียน Script ให้ HMI แสดงเป็นข้อความเพื่อการแจ้งเตือน ตามรูปที่ 3.61



รูปที่ 3.61 หน้าต่างแสดงการแจ้งเตือนของกระบวนการระดับเทคโนโลยี FOUNDATION Fieldbus

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

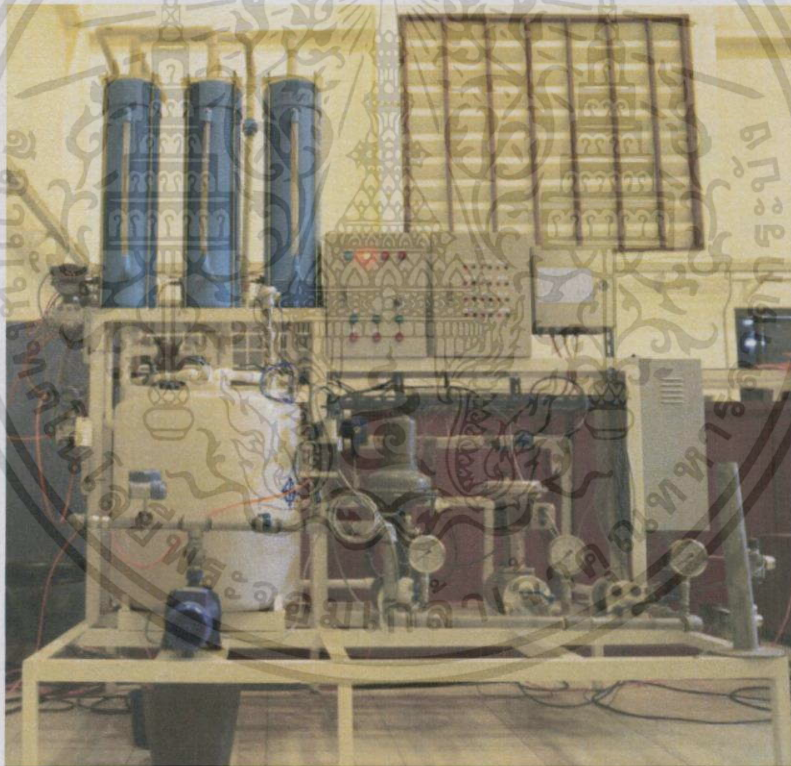
บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

4.1 วัตถุประสงค์ในการทดลอง

1. ทดลองความสามารถของพลานต์โมเดลในการวัดและควบคุมระดับน้ำ
2. เพื่อหาความแตกต่างของการควบคุมกระบวนการระดับทั้ง 3 กระบวนการ ได้แก่ Analog, HART และ FOUNDATION Fieldbus
3. ทดลองส่วนติดตามและแสดงผลกระบวนการระดับด้วยโปรแกรม Wonderware InTouch

4.2 พลานต์โมเดลกระบวนการระดับ



รูปที่ 4.1 พลานต์โมเดลกระบวนการระดับ

จากรูปที่ 4.1 พลานต์กระบวนการระดับประกอบด้วยอุปกรณ์หลัก ๆ ดังต่อไปนี้

1. แทงค์น้ำความจุ 69 ลิตร จำนวน 3 แทงค์
2. แทงค์น้ำความจุ X ลิตร จำนวน 1 แทงค์
3. ปั๊มน้ำขนาด 0.5 แรงม้า 0.37 kW จำนวน 1 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. วาล์วควบคุม จำนวน 3 ตัว
5. Level Transmitter จำนวน 3 ตัว
6. Flow Transmitter จำนวน 1 ตัว
7. Pressure Gauge จำนวน 3 ตัว

4.3 ขั้นตอนการใช้งานพลาเน็ตโมเดล

1. ต่อสาย I/O ตามแบบ Wiring Diagram



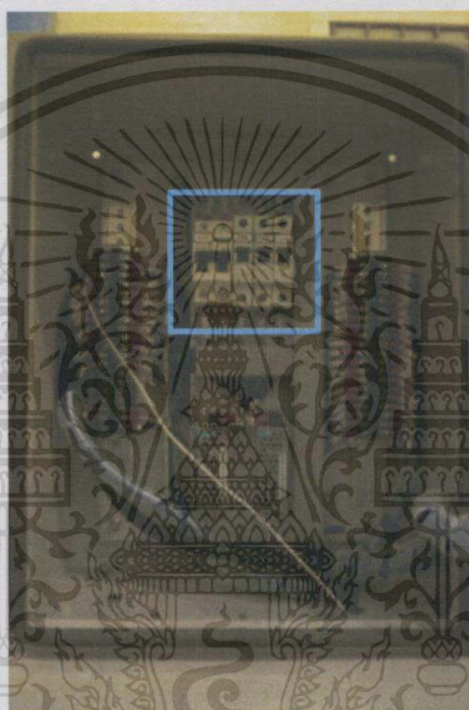
รูปที่ 4.2 การต่อสาย AI/AO

จากรูปที่ 4.2 สามารถอธิบายความหมายของชื่อ Tag ได้ดังนี้

- LV13 คือ Analog In บวก ของ LT101
- LV14 คือ Analog In ลบ ของ LT101
- LV23 คือ Analog In บวก ของ LT102
- LV24 คือ Analog In ลบ ของ LT102
- ZV115 คือ Analog Out บวก ของ LT101
- ZV116 คือ Analog Out ลบ ของ LT101
- ZV215 คือ Analog Out บวก ของ LT102
- ZV216 คือ Analog Out ลบ ของ LT102
- AX1 คือ Analog In บวก ของ AI โมดูล
- AX2 คือ Analog In ลบ ของ AI โมดูล
- AX3 คือ Analog In บวก ของ AI โมดูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- AX4 คือ Analog In ลบ ของ AI โมดูล
 AY1 คือ Analog Out บวก ของ AO โมดูล
 AY2 คือ Analog Out ลบ ของ AO โมดูล
 AY3 คือ Analog Out บวก ของ AO โมดูล
 AY4 คือ Analog Out ลบ ของ AO โมดูล
2. เปิดเบรกเกอร์ในตู้ JB1

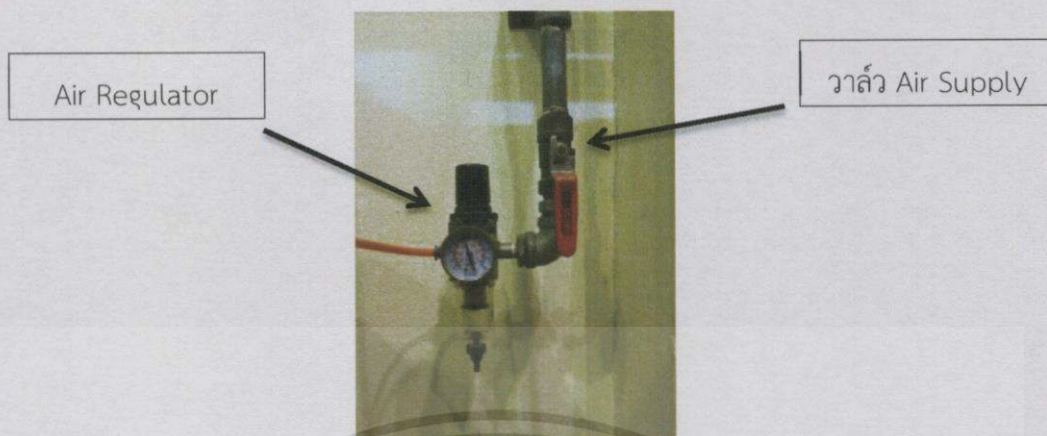


รูปที่ 4.3 เบรกเกอร์ในตู้ JB1

จากรูปที่ 4.3 อธิบายการทำงานของเบรกเกอร์แต่ละตัวได้ดังต่อไปนี้

- MCB2 เบรกเกอร์ Main
- CB21 เบรกเกอร์ Power Supply1
- CB22 เบรกเกอร์ Power Supply2
- CB23 เบรกเกอร์ PUMP

3. เปิดวาล์ว Air Supply และ Air Regulator พร้อมทั้งตรวจสอบ Manual Valve ของท่อลม และ ท่อน้ำ ก่อนเปิดปั๊มน้ำ



รูปที่ 4.4 วาล์ว Air Supply และ Air Regulator

4. ตรวจสอบโหมดของ Valve Positioner เป็น Auto/Manual



รูปที่ 4.5 Valve Positioner ของ Dresser

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ตำแหน่งปรับโหมด
Auto/ Manual

รูปที่ 4.6 Valve Positioner ของ Yamatake

5. Start พลานต์โมเดล โดยกดสวิตช์ Pump_ON เพื่อเปิดปั้มน้ำ และ Stop พลานต์โมเดล โดยกดสวิตช์ Pump_OFF เพื่อปิดปั้มน้ำ



รูปที่ 4.7 ตำแหน่งสวิตช์ Pump_ON และ Pump_OFF บนตู้ JB1

จากรูปที่ 4.7 สวิตช์ที่ใช้งานได้แก่

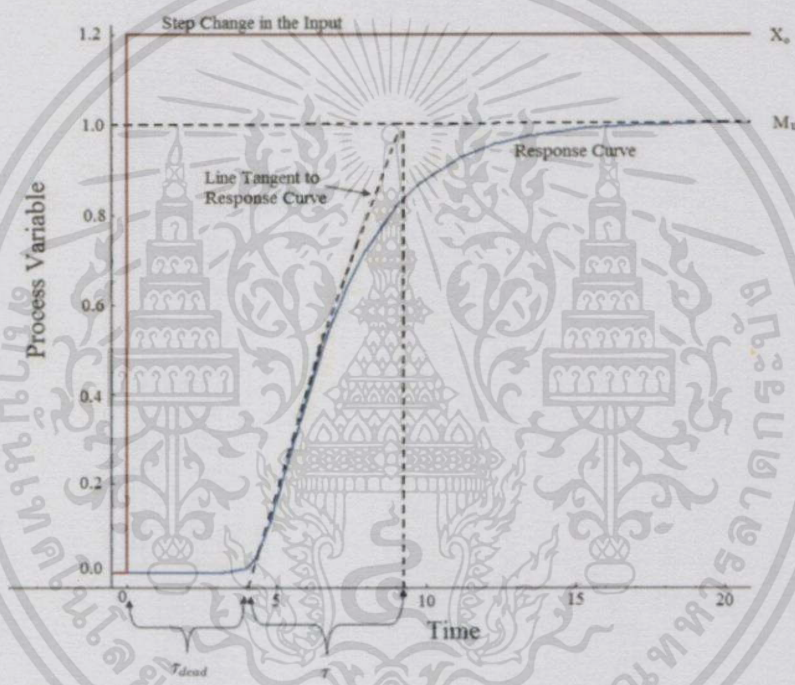
- สวิตช์ Pump_ON คือ สวิตช์เปิดปั้มน้ำ
- สวิตช์ Pump_OFF คือ สวิตช์ปิดปั้มน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 การควบคุมพลาเน็ตโมเดล

การหาค่า Control parameter แบบ PI-Control ด้วยวิธี Ziegler-Nichols Open-Loop Tuning การเริ่มต้นการ Tuning ค่าให้ปรับให้ บล็อก PID อยู่ในโหมด Manual จากนั้นเริ่มพล็อตกราฟของ Process variable (PV) โดย เซ็ต Ti และ Td เป็นศูนย์ จากนั้นใส่ค่า CV ที่ทำให้ค่า PV ของกระบวนการเกิด Steady state ได้ หลังจากทีค่า PV เกิด Steady state แล้ว ให้ทำการบันทึกค่า PV เริ่มต้นและ PV ในขณะที่เกิด Steady state แล้วนำมาเข้าสมการดังนี้

$$(X_0 / \mu_u) \times (T / T_{dead}) = K_o \quad (2.9)$$



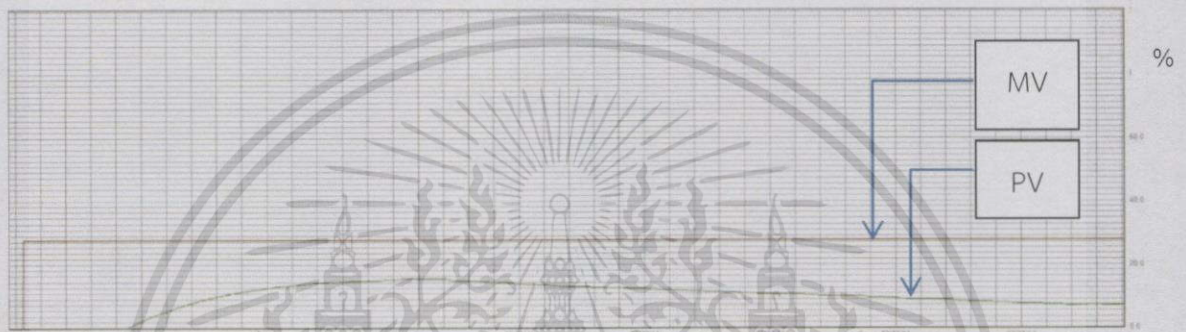
รูปที่ 4.8 กราฟแสดงตัวแปรที่ใช้ในการ tuning PID ด้วยวิธี Ziegler-Nichols [14]

ซึ่งค่า K_o ที่ได้จากสมการที่ 2.9 จะนำไปหาค่า Gain และ Ti ของระบบดังตารางที่ 4.1

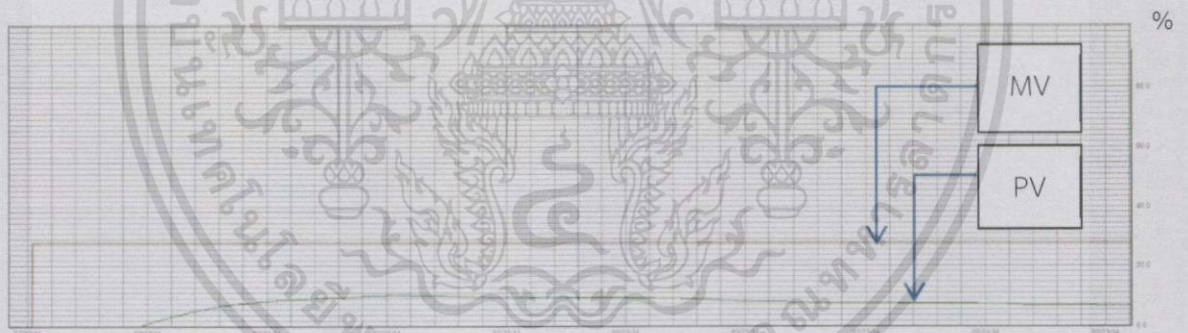
ตารางที่ 4.1 ตารางแสดงการหาค่า Gain T_i และ T_d ของกระบวนการ [14]

	K_c	T_i	T_d
P	K_0		
PI	$0.9K_0$	$3.3\tau_{dead}$	
PID	$1.2K_0$	$2\tau_{dead}$	$0.5\tau_{dead}$

4.4.1 ผลการทดลองการควบคุมของเทคโนโลยี Analog

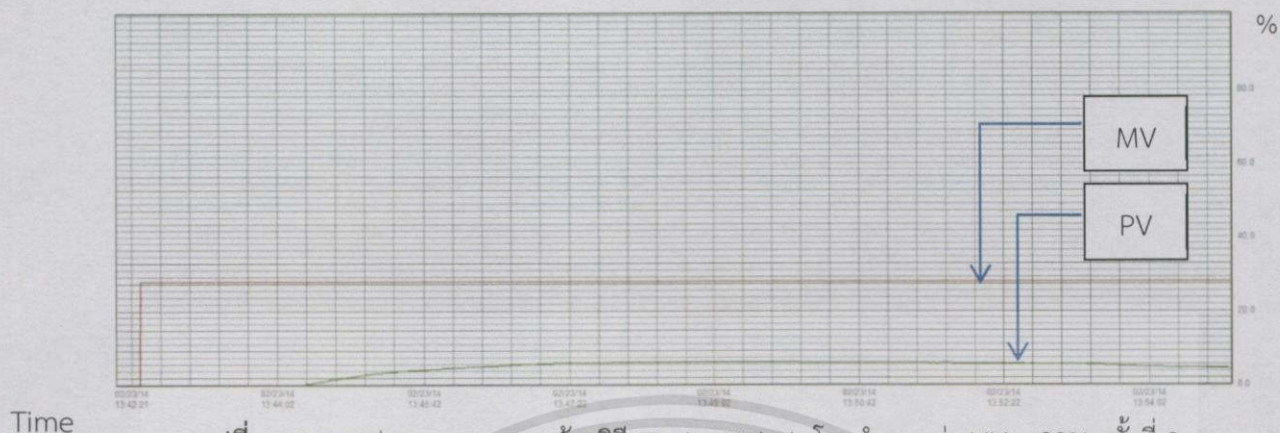


รูปที่ 4.9 กราฟการ tuning PID ด้วยวิธี Ziegler-Nichols โดยกำหนดค่า MV = 28% ครั้งที่ 1



รูปที่ 4.10 กราฟการ tuning PID ด้วยวิธี Ziegler-Nichols โดยกำหนดค่า MV = 28% ครั้งที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.11 กราฟการ tuning PID ด้วยวิธี Ziegler-Nichols โดยกำหนดค่า MV = 28% ครั้งที่ 3

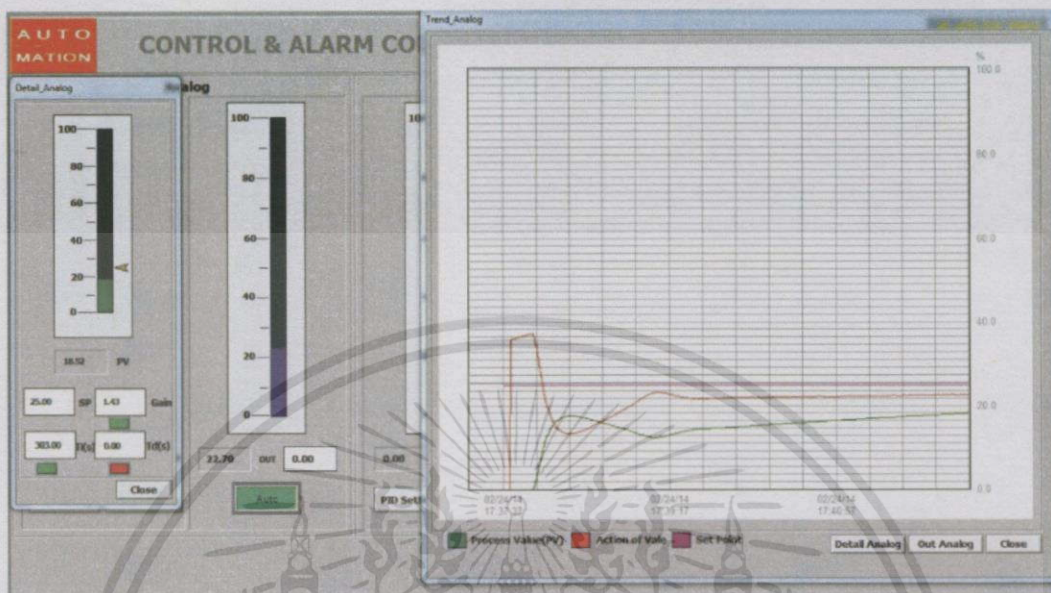
นำค่าที่ได้จากการทดลองทั้ง 3 ครั้ง มาหาค่า Gain และ Ti ของกระบวนการได้ดังตาราง

ตารางที่ 4.2 แสดงผลการทดลอง Analog โดยมีค่า MV = 28%

ครั้งที่	ค่า Gain ของกระบวนการ	ค่า Ti ของกระบวนการ
1	0.97	280
2	1.51	267
3	1.82	363
เฉลี่ย	1.43	303

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นำค่าที่ได้ไปใช้ในกระบวนการควบคุมจะได้ผลดังรูป

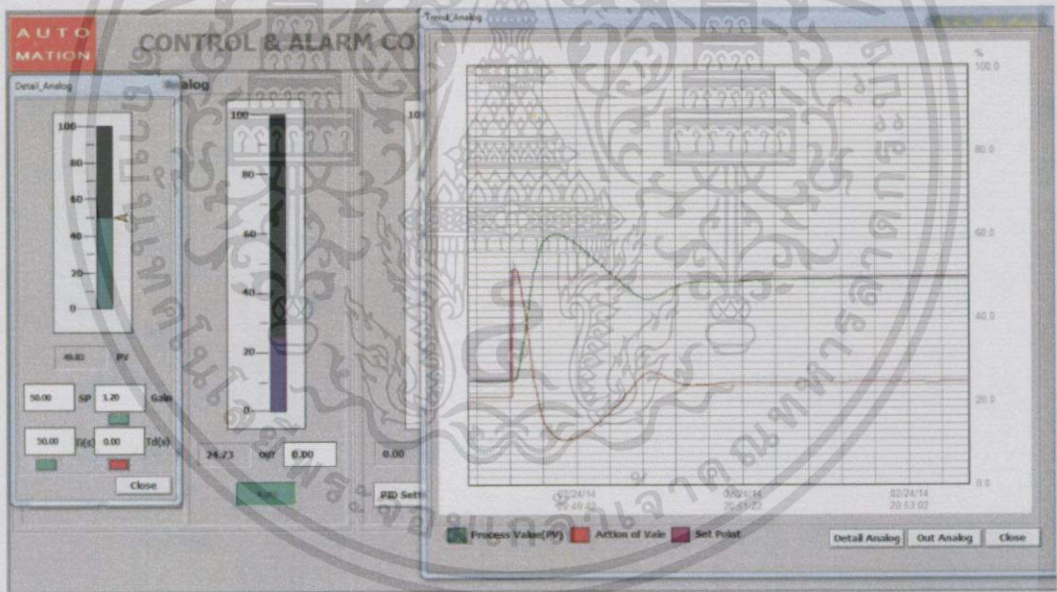


รูปที่ 4.12 กราฟการใช้ค่า Gain = 1.43 และค่า TI = 303 ที่ได้จากการ tuning PID ด้วยวิธี Ziegler-Nichols

เนื่องจากค่าของกระบวนการที่ได้จากวิธีของ Ziegler-Nichols สามารถควบคุมระดับของกระบวนการนี้ได้ แต่กระบวนการยังเข้าสู่ setpoint ได้ช้าและยังเกิด overshoot มากเกิน ดังนั้นได้จึงเลือกวิธี Trial & Error เข้ามาปรับแก้ และได้นำค่าที่ได้หลังการปรับแก้มาทำการทดลองในการควบคุมระดับจำนวน 3 ระดับด้วยกันได้ผลดังนี้

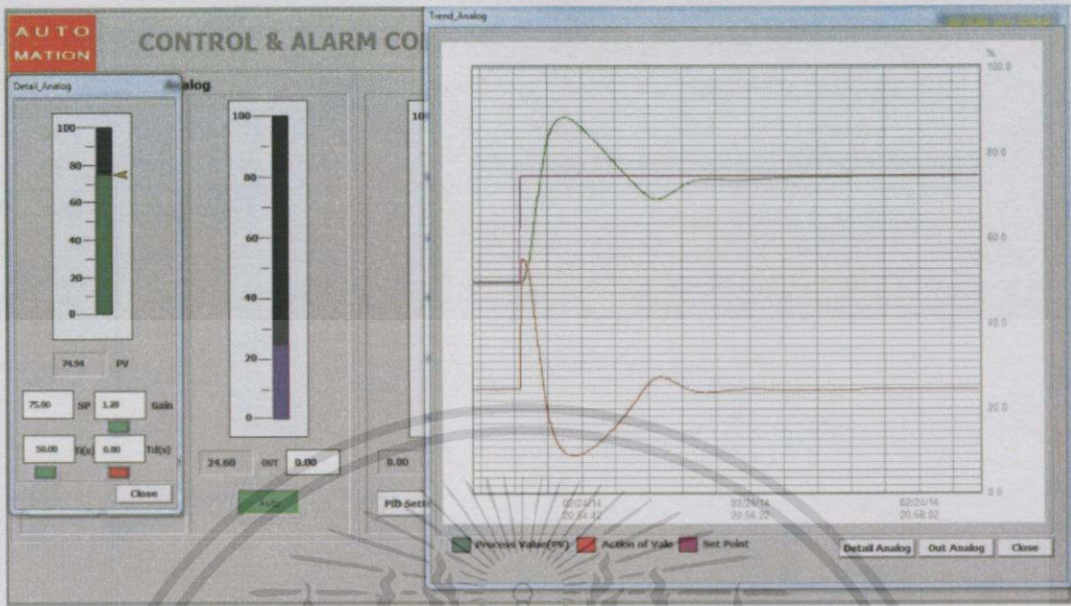


รูปที่ 4.13 กราฟแสดงผลการทดลองโดยมีค่า Setpoint = 25% โดยมีค่า Gain = 1.20 และค่า Ti = 50



รูปที่ 4.14 กราฟแสดงผลการทดลองโดยมีค่า Setpoint = 50% โดยมีค่า Gain = 1.20 และค่า Ti = 50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.15 กราฟแสดงผลการทดลองโดยมีค่า Setpoint = 75% โดยมีค่า Gain = 1.20 และค่า Ti = 50

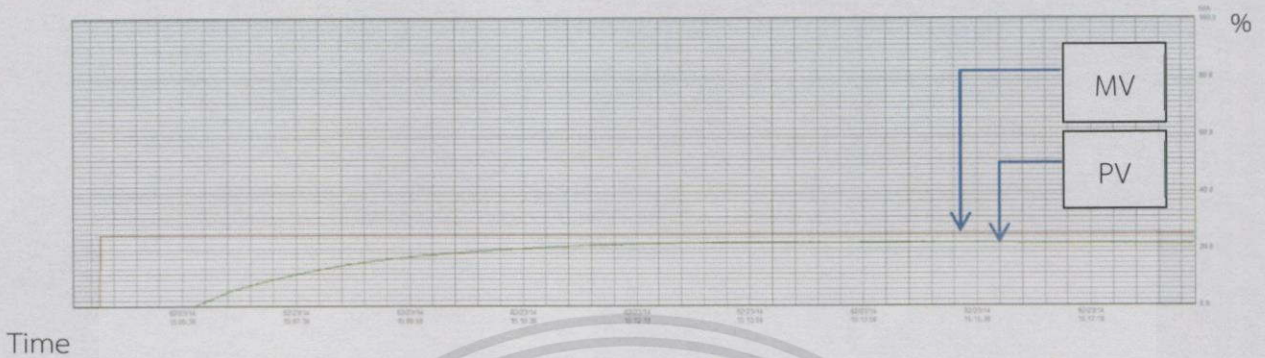
ตารางที่ 4.3 แสดงผลการทดลอง Analog โดยมีค่า Gain = 1.20 และค่า Ti = 50

การทดลองที่	Primary Value	Setpoint	Secondary Value	เวลาที่ใช้เข้าสู่ Setpoint
1	0%	25%	24.88%	4 นาที 40 วินาที
2	25%	50%	49.83%	4 นาที 05 วินาที
3	50%	75%	74.94%	2 นาที 55 วินาที

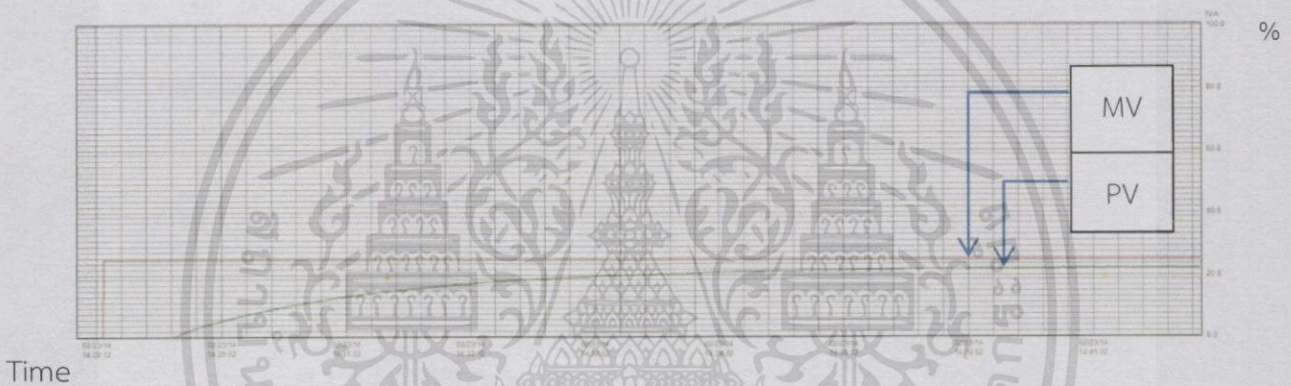
สรุปผลการทดลอง

การควบคุมระดับของพลานต์ Analog สามารถเข้าสู่ Setpoint ได้ แต่ยังมีค่า overshoot จำนวนมาก ที่ไม่สามารถกำจัดได้ เนื่องจากกระบวนการจะเข้าสู่ Setpoint ช้าเกินไปหากต้องการให้มี overshoot น้อยๆ โดยมีสาเหตุมาจาก Control Valve ที่ทำหน้าที่ควบคุมระดับน้ำช้าๆ หรือเสียหาย

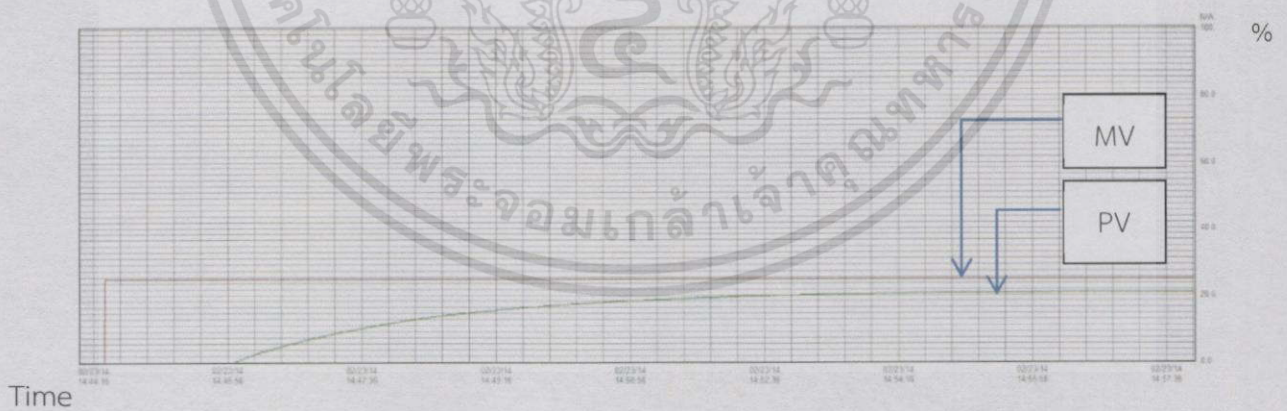
4.4.2 ผลการทดลองการควบคุมของเทคโนโลยี HART



รูปที่ 4.16 กราฟการ tuning PID ด้วยวิธี Ziegler-Nichols โดยกำหนดค่า MV = 25% ครั้งที่ 1



รูปที่ 4.17 กราฟการ tuning PID ด้วยวิธี Ziegler-Nichols โดยกำหนดค่า MV = 25% ครั้งที่ 2



รูปที่ 4.18 กราฟการ tuning PID ด้วยวิธี Ziegler-Nichols โดยกำหนดค่า MV = 25% ครั้งที่ 3

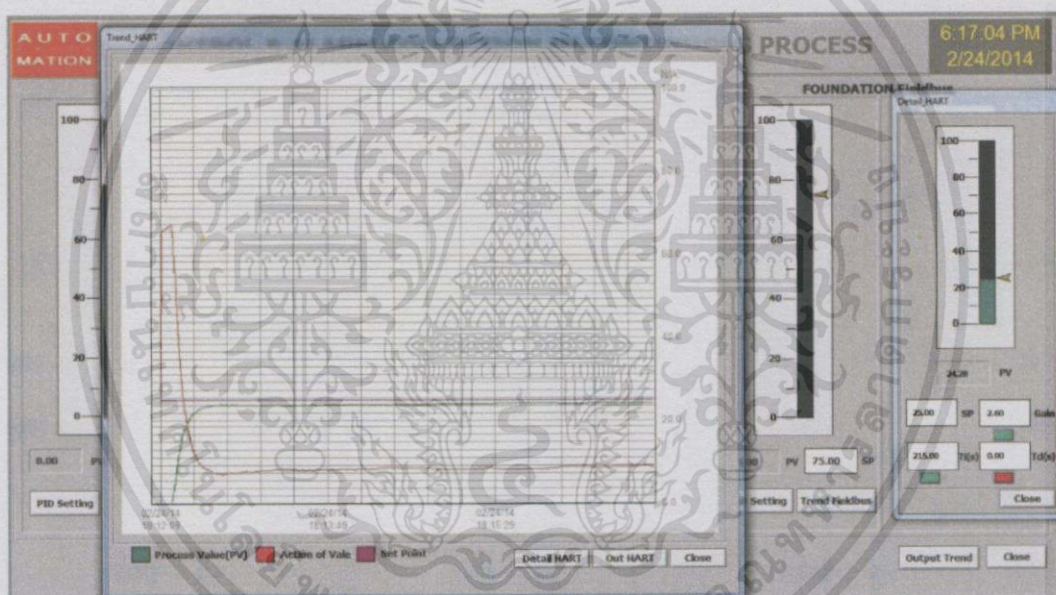
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นำค่าที่ได้จากการทดลองทั้ง 3 ครั้ง มาหาค่า Gain และ Ti ของกระบวนการได้ดังตาราง

ตารางที่ 4.4 แสดงผลการทดลอง HART โดยมีค่า MV = 25%

ครั้งที่	ค่า Gain ของกระบวนการ	ค่า Ti ของกระบวนการ
1	1.73	241
2	3.94	149
3	2.10	254
เฉลี่ย	2.60	215

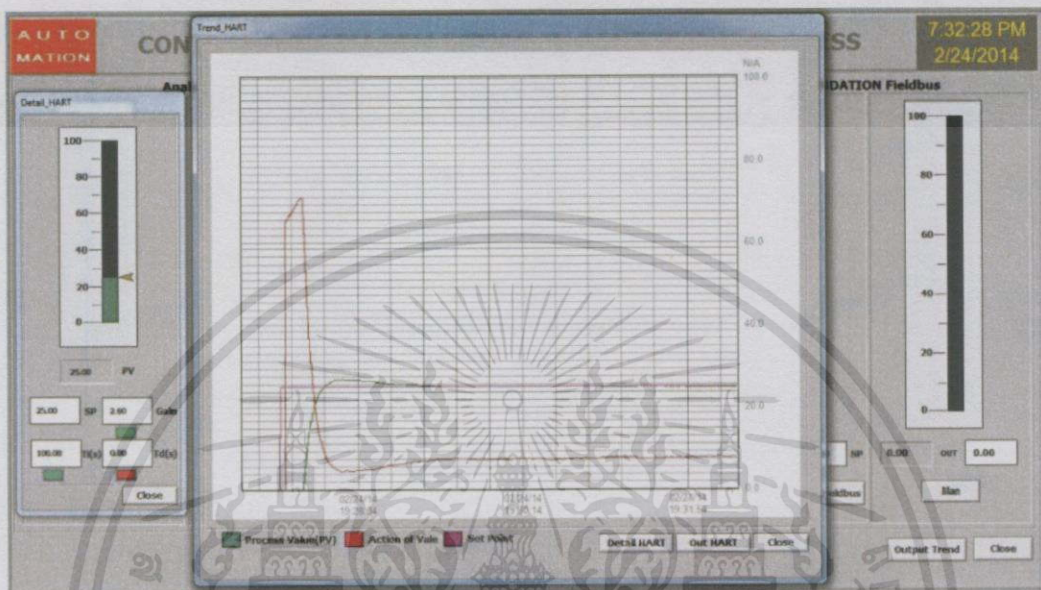
นำค่าที่ได้ไปใช้ในกระบวนการควบคุมจะได้ผลดังรูป



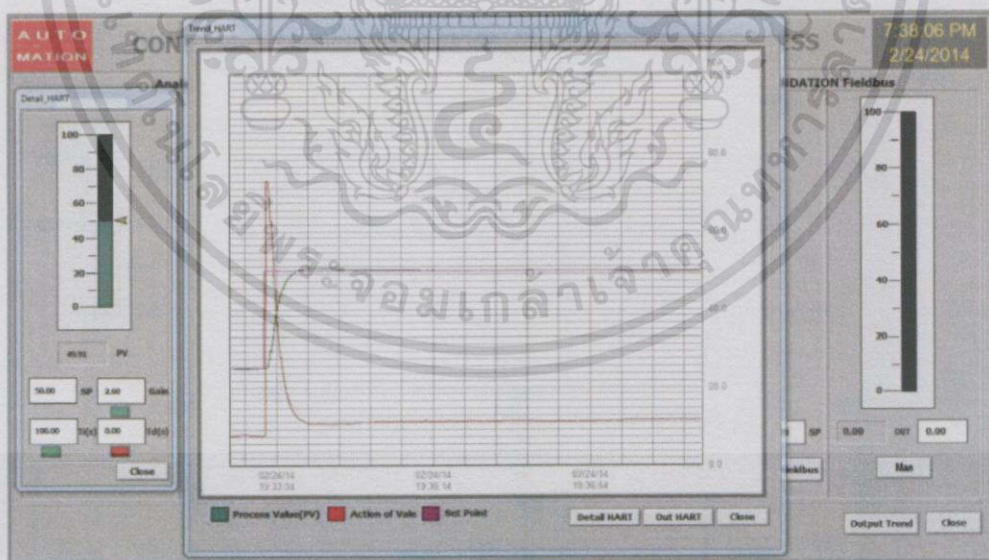
รูปที่ 4.19 กราฟการใช้ค่า Gain = 2.60 และค่า Ti = 215 ที่ได้จากการ tuning PID ด้วยวิธี Ziegler-Nichols

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจากค่าของกระบวนการที่ได้จากวิธีของ Ziegler-Nichols สามารถควบคุมระดับของกระบวนการนี้ได้แต่กระบวนการยังเข้าสู่ Setpoint ได้ช้า ดังนั้นได้จึงเลือกวิธี Trial & Error เข้ามาปรับแก้ และได้้นำค่าที่ได้หลังการปรับแก้มาทำการทดลองในการควบคุมระดับจำนวน 3 ระดับด้วยกันได้ผลดังนี้

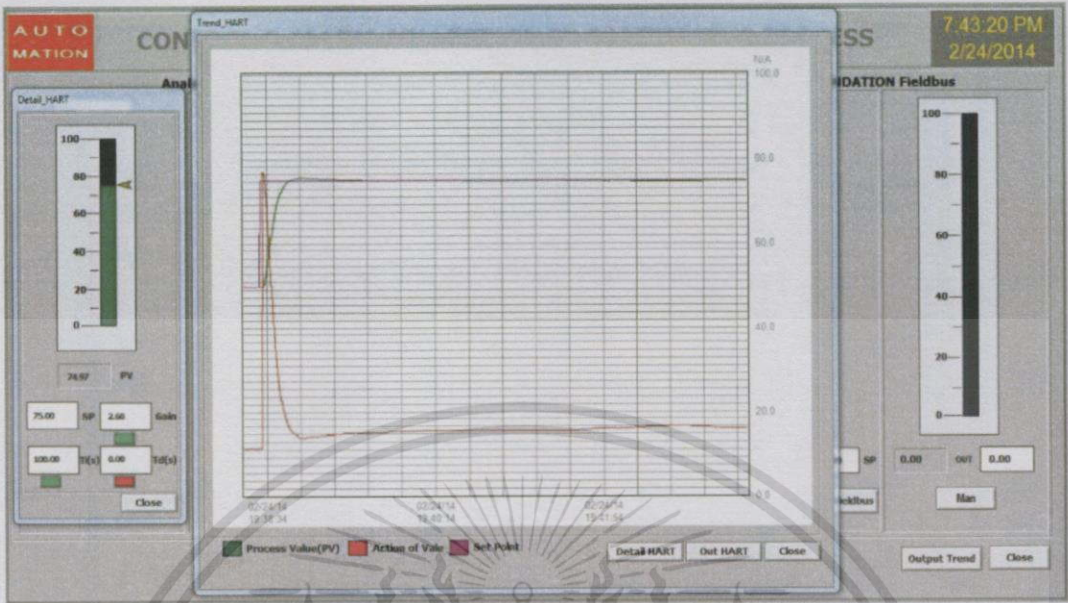


รูปที่ 4.20 กราฟแสดงผลการทดลองโดยมีค่า Setpoint = 25% โดยมีค่า Gain = 2.60 และค่า Ti = 100



รูปที่ 4.21 กราฟแสดงผลการทดลองโดยมีค่า Setpoint = 50% โดยมีค่า Gain = 2.60 และค่า Ti = 100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.22 กราฟแสดงผลการทดลองโดยมีค่า Setpoint = 75% โดยมีค่า Gain = 2.60 และค่า Ti = 100

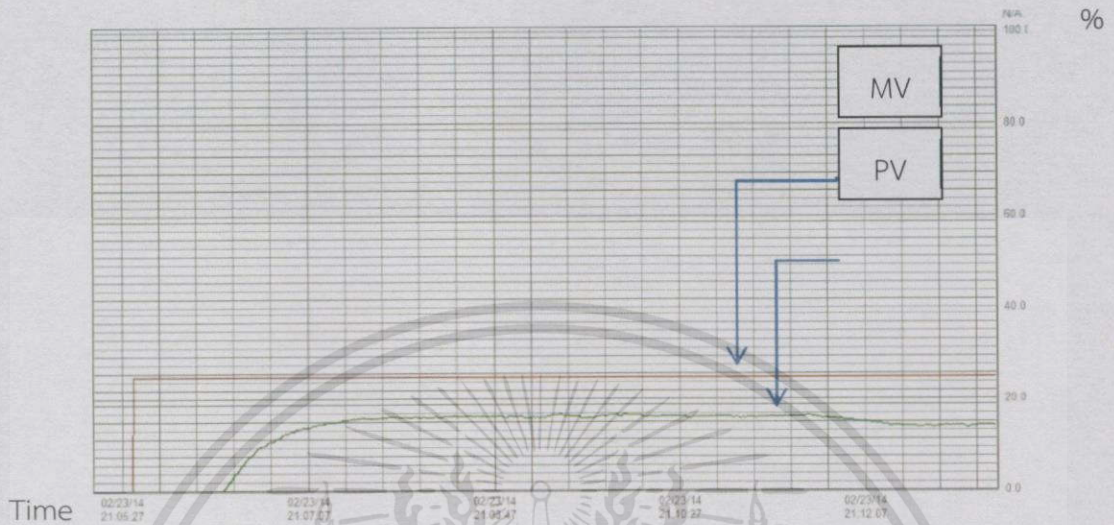
ตารางที่ 4.5 แสดงผลการทดลอง HART โดยมีค่า Gain = 2.60 และค่า Ti = 100

การทดลองที่	Primary Value	Setpoint	Secondary Value	เวลาที่ใช้เข้าสู่ Setpoint
1	0%	25%	25.00%	1 นาที 20 วินาที
2	25%	50%	49.91%	1 นาที 50 วินาที
3	50%	75%	74.97%	1 นาที 10 วินาที

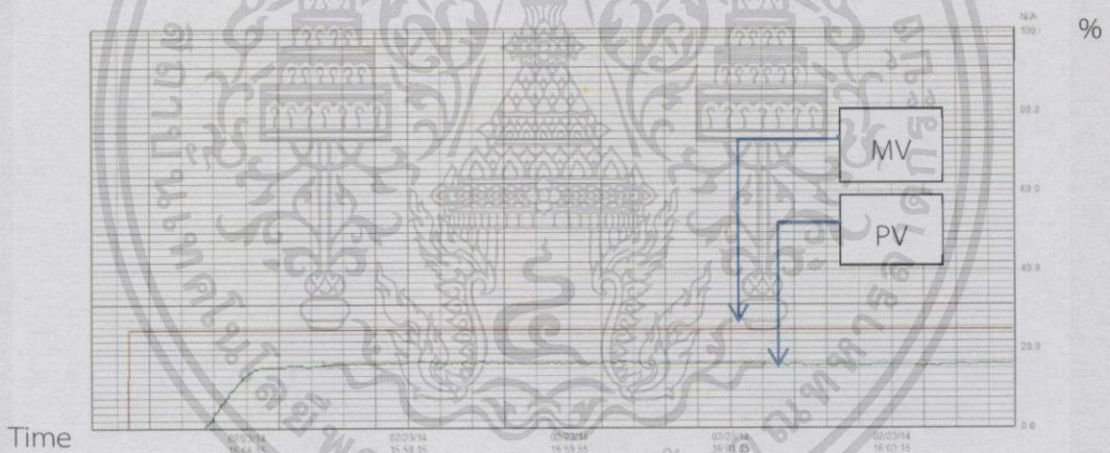
สรุปผลการทดลอง

การควบคุมระดับของพลาเน็ต HART สามารถเข้าสู่ Setpoint ได้ โดยมีค่า overshoot เกิดขึ้นเล็กน้อย

4.4.3 ผลการทดลองการควบคุมของเทคโนโลยี FOUNDATION Fieldbus

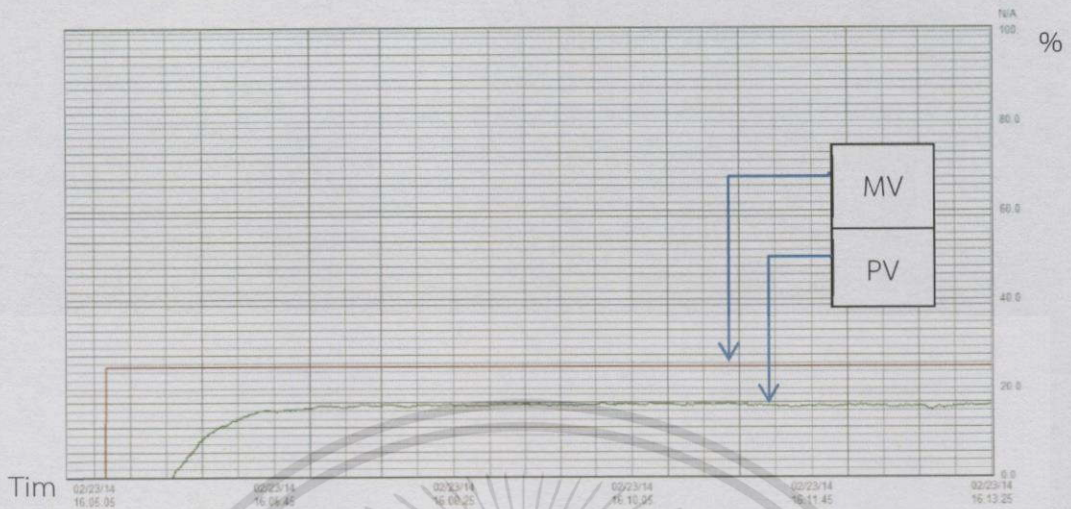


รูปที่ 4.23 กราฟการ tuning PID ด้วยวิธี Ziegler-Nichols โดยกำหนดค่า MV = 25% ครั้งที่ 1



รูปที่ 4.24 กราฟการ tuning PID ด้วยวิธี Ziegler-Nichols โดยกำหนดค่า MV = 25% ครั้งที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.25 กราฟการ tuning PID ด้วยวิธี Ziegler-Nichols โดยกำหนดค่า MV = 25% ครั้งที่ 3

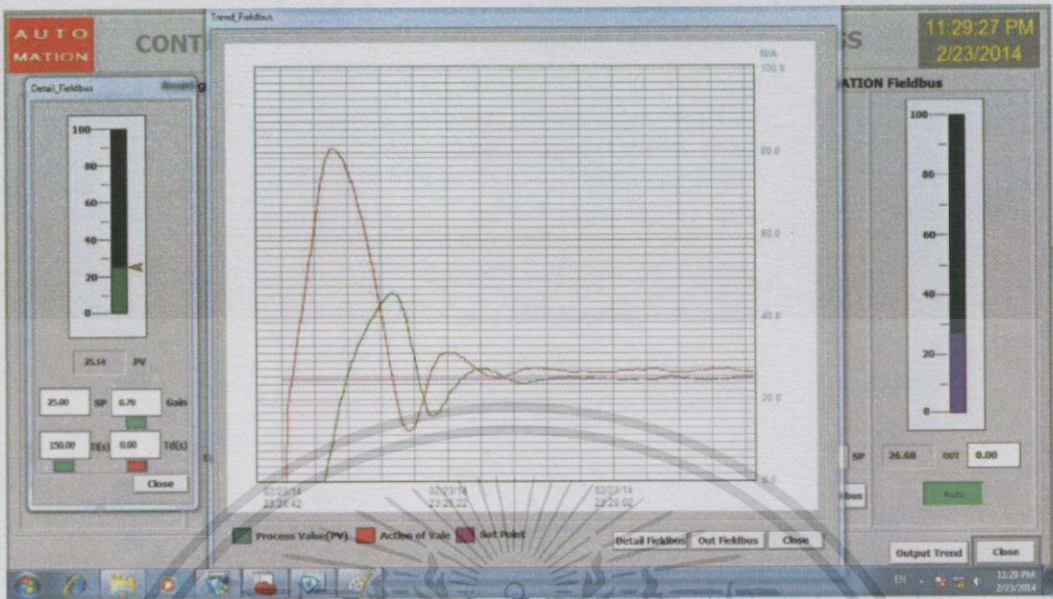
นำค่าที่ได้จากการทดลองทั้ง 3 ครั้ง มาหาค่า Gain และ Ti ของกระบวนการได้ดังตาราง

ตารางที่ 4.6 แสดงผลการทดลอง FOUNDATION Fieldbus โดยมีค่า MV = 25%

ครั้งที่	ค่า Gain ของกระบวนการ	ค่า Ti ของกระบวนการ
1	0.63	165
2	0.48	162
3	0.97	1.22
เฉลี่ย	0.70	150

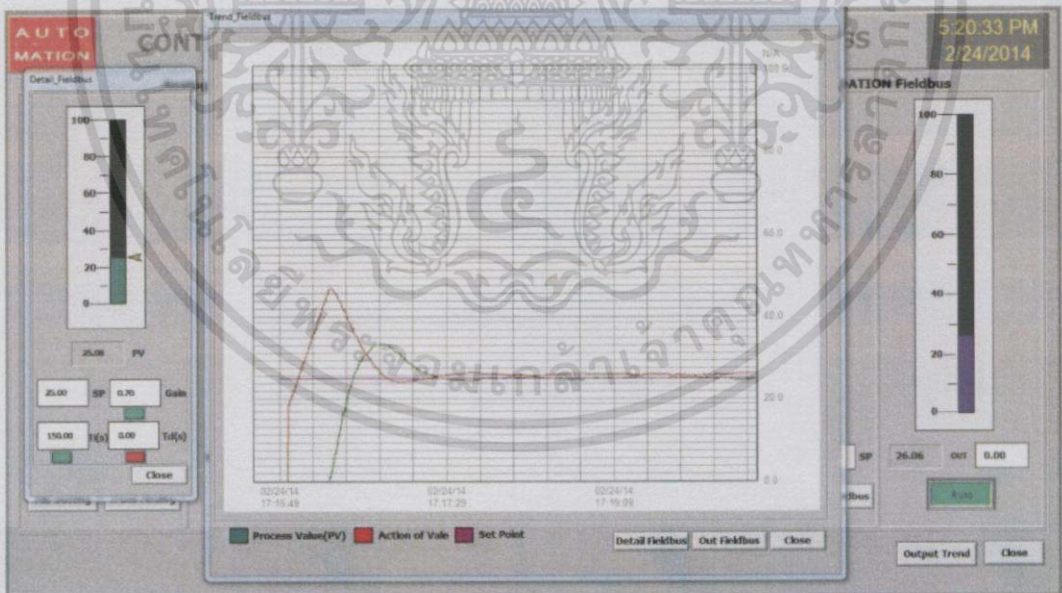
นำค่าที่ได้ไปใช้ในกระบวนการควบคุมจะได้ผลดังรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับครูใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



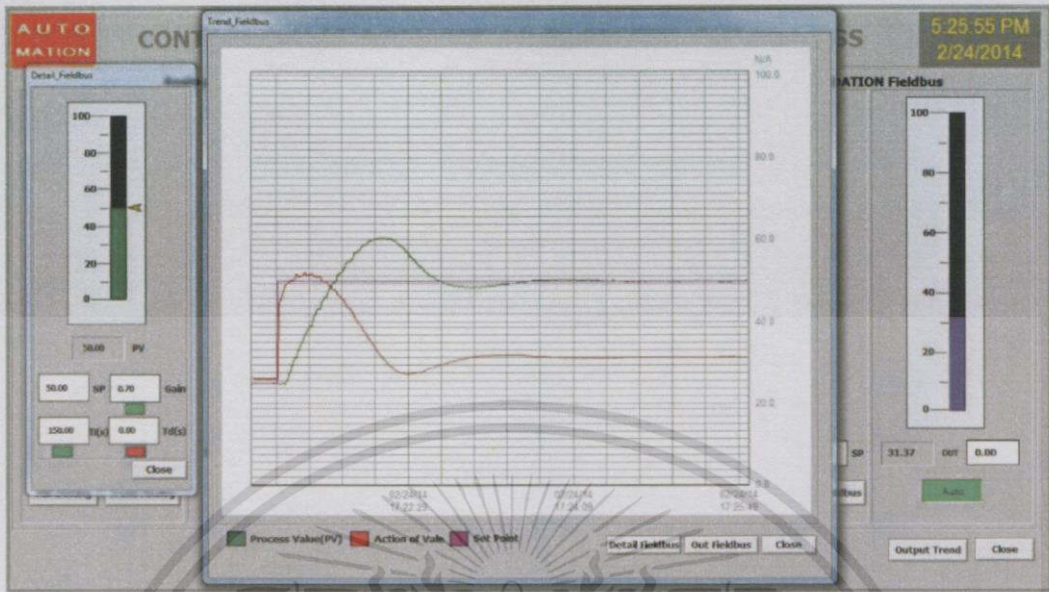
รูปที่ 4.26 กราฟการใช้ค่า Gain = 0.70 และค่า Ti = 150 ที่ได้จากการ tuning PID ด้วยวิธี Ziegler-Nichols

เนื่องจากค่าของกระบวนการที่ได้จากวิธีของ Ziegler-Nichols สามารถควบคุมระดับของกระบวนการนี้ได้ จึงนำมาทำการทดลองในการควบคุมระดับจำนวน 3 ระดับด้วยกันได้ผลดังนี้

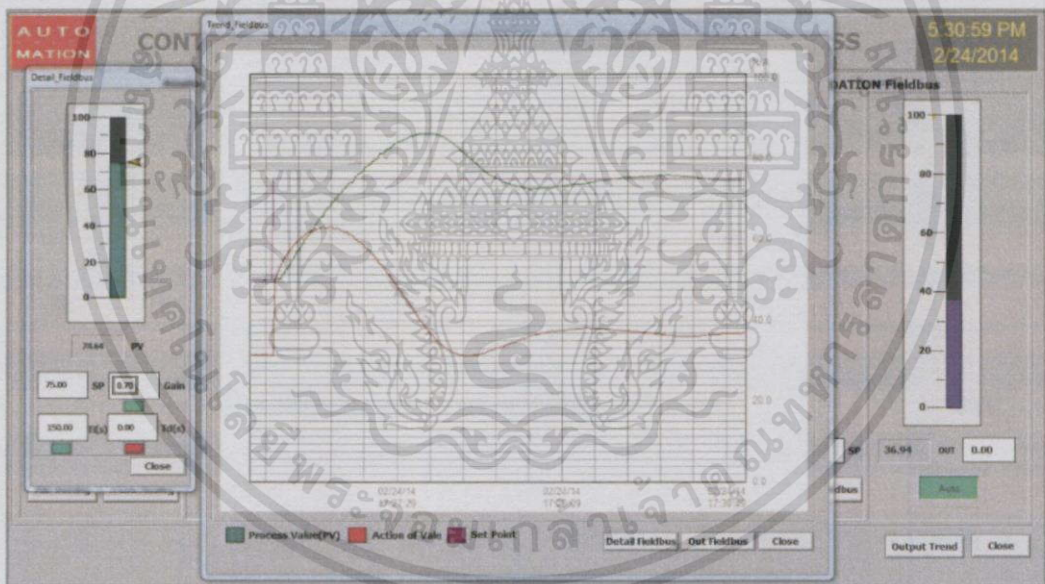


รูปที่ 4.27 กราฟแสดงผลการทดลองโดยมีค่า Setpoint = 25% โดยมีค่า Gain = 0.70 และค่า Ti = 150

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.28 กราฟแสดงผลการทดลองโดยมีค่า Setpoint = 50% โดยมีค่า Gain = 0.70 และค่า Ti = 150



รูปที่ 4.29 กราฟแสดงผลการทดลองโดยมีค่า Setpoint = 75% โดยมีค่า Gain = 0.70 และค่า Ti = 150

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.7 แสดงผลการทดลอง FOUNDATION Fieldbus โดยมีค่า Gain = 0.70 และค่า Ti = 150

การทดลอง ที่	Primary Value	Setpoint	Secondary Value	เวลาที่ใช้เข้าสู่ Setpoint
1	0%	25%	25.08%	2 นาที 20 วินาที
2	25%	50%	50.00%	2 นาที 50 วินาที
3	50%	75%	74.64%	4 นาที 50 วินาที

สรุปผลการทดลอง

การควบคุมระดับของพลานท์ FOUNDATION Fieldbus สามารถเข้าสู่ Setpoint ได้ แต่ยังมีค่า overshoot จำนวนมาก ที่ไม่สามารถกำจัดได้ เนื่องจากกระบวนการจะเข้าสู่ Setpoint ช้าเกินหากต้องการให้มี overshoot น้อยๆ โดยในกระบวนการควบคุมระดับนี้ กระบวนการจะเข้าสู่ Setpoint ช้าลง หาก Setpoint มีค่าสูงขึ้น เนื่องจากอัตราการไหลเข้ามีค่าน้อยกว่ากระบวนการอื่นๆ เนื่องจากอัตราการไหลให้ที่ลดลงจาก แผ่นออริฟิสที่ใช้ในการวัดอัตราการไหล

4.5 การแจ้งเตือนของกระบวนการ

4.5.1 การแจ้งเตือนค่าของสัญญาณ Analog

วิธีทดสอบการแจ้งเตือนของสัญญาณ Analog ยกตัวอย่างมา 2 วิธี

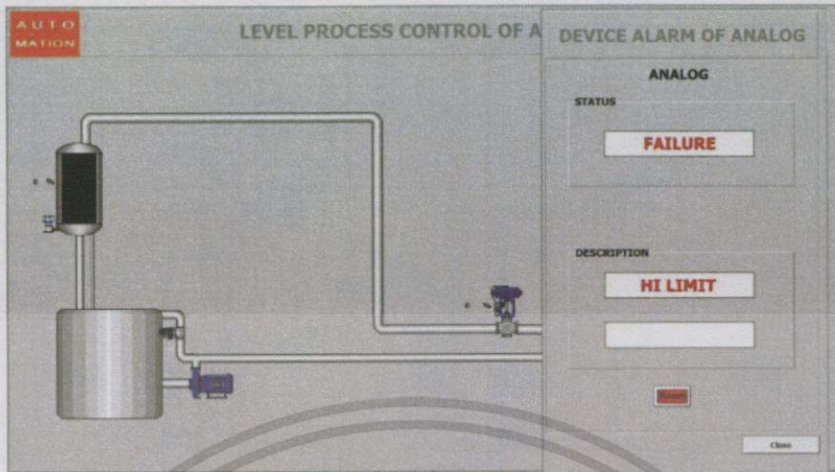
1. ทดสอบการแจ้งเตือน Device สามารถโดยการจำลองสัญญาณ 22 mA ผ่านเครื่อง

FLUKE 744 ดังรูป



รูปที่ 4.30 วิธีจำลอง Device Hi Alarm

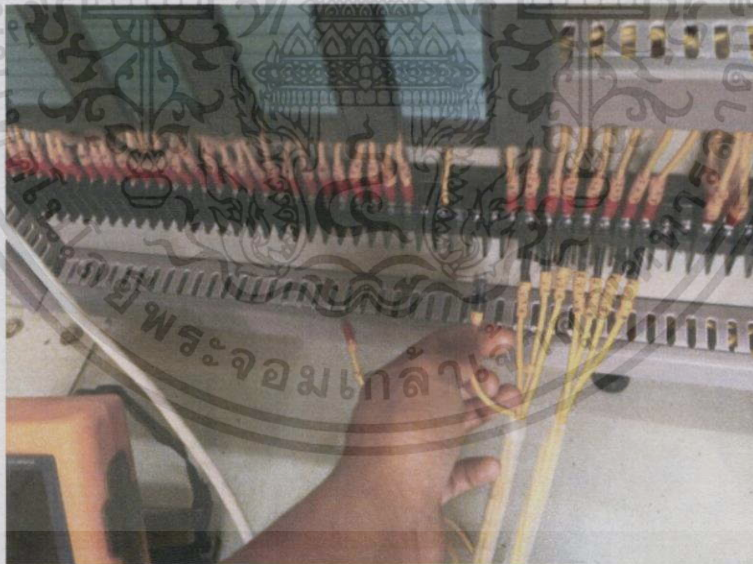
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.31 หน้าจอแสดงการแจ้งเตือน High ของสถานะ Failure

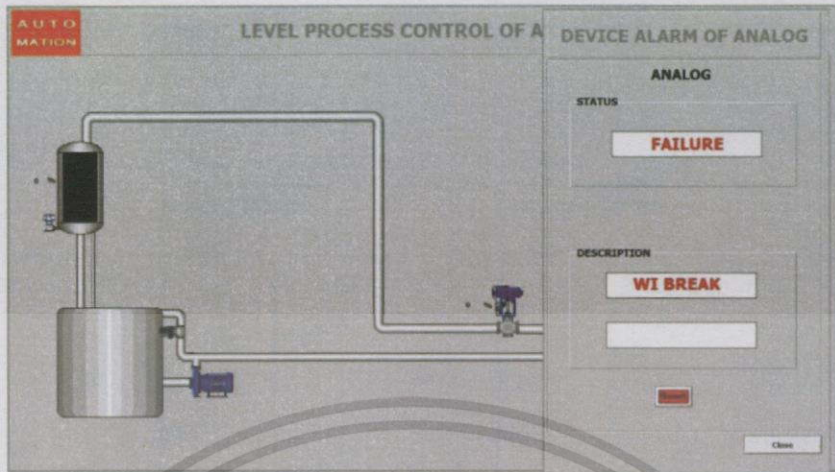
จากรูปที่ 4.31 แสดงการแจ้งเตือน Wire Break ของเทคโนโลยี Analog โดยที่ช่อง STATUS แสดงคำว่า FAILURE เนื่องจากอุปกรณ์ทำงานผิดพลาด หรือส่งสัญญาณเกิน 21ma

2. ทดสอบการแจ้งเตือนของการ Wire Break โดยการจำลองถอดสายสัญญาณของ D/P Transmitter ออกสายใดสายหนึ่ง เพื่อให้ค่าสัญญาณขาดหายไป



รูปที่ 4.32 วิธีการจำลองการ Wire Break

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.33 หน้าจอแสดงการแจ้งเตือน Wire Break ของสถานะ Failure

จากรูปที่ 4.33 แสดงการแจ้งเตือน Wire Break ของเทคโนโลยี Analog โดยที่ช่อง STATUS แสดงคำว่า FAILURE เนื่องจาก เกิดค่าสัญญาณที่ใช้ในการควบคุมขาดหายไป ต้องทำการตรวจสอบและปรับปรุงแก้ไขทันที

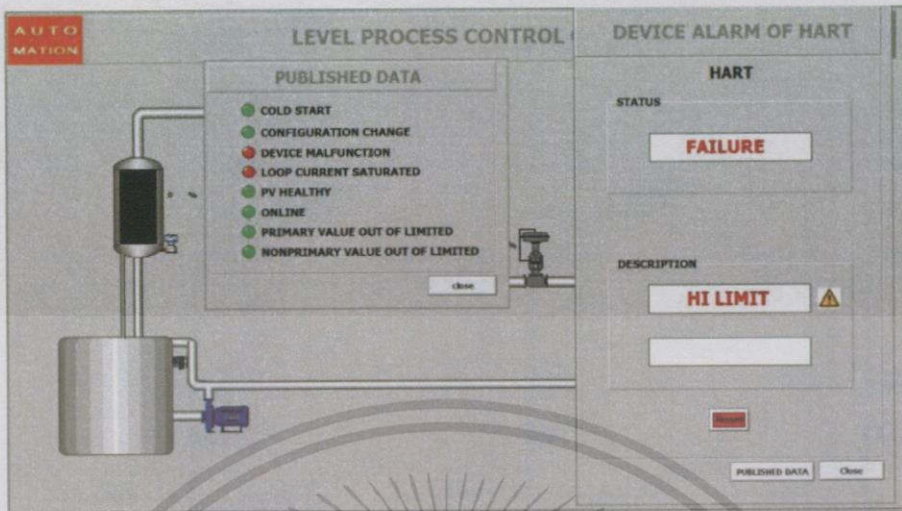
4.5.2 การแจ้งเตือนค่าของเทคโนโลยี HART

ค่าของการแจ้งเตือนนั้นจะดูผ่าน Smart Wireless Gateway แล้วนำค่านี้มาแสดงการแจ้งเตือนบนหน้าต่าง HMI ตามรูป 4.34

ADDITIONAL_STATUS_4	0	02/20/14 10:02:45	0 bit unsigned int
ADDITIONAL_STATUS_3	0	02/20/14 10:02:45	0 bit unsigned int
BURST_1_RESPONSE_CODE	0	02/20/14 10:02:45	6 bit unsigned int
BURST_48_RESPONSE_CODE	0	02/20/14 10:02:45	6 bit unsigned int
CONFIG_STATUS	false	02/20/14 10:02:45	Boolean
CONFIGURATION_CHANGED	true	02/20/14 10:02:45	Boolean
CP_VERSION	3082717	02/20/14 09:52:35	32 bit unsigned int
DEVICE_REAL_FUNCTION	false	02/20/14 10:02:45	Boolean
DEVICE_REVISION	3	02/20/14 09:52:35	8 bit unsigned int
DEVICE_TYPE	3	02/20/14 09:52:35	16 bit unsigned int
DISCOVERY_STATUS	1	02/20/14 10:02:45	0 bit unsigned int
FLAGS	0	02/20/14 09:52:35	8 bit unsigned int
HARDWARE_REVISION	0	02/20/14 09:52:35	8 bit unsigned int
LOOP_CURRENT_SATURATED	true	02/20/14 10:02:45	Boolean
MONITOR_STATUS	30	02/20/14 09:52:35	16 bit unsigned int
MORE_STATUS_AVAILABLE	false	02/20/14 10:02:45	Boolean
NODE_STATE	0	02/20/14 09:56:10	8 bit unsigned int
NONPRIMARY_VALUE_OUT_OF_LIMITS	false	02/20/14 10:02:45	Boolean
ONLINE	true	02/20/14 09:56:10	Boolean
PRIMARY_VALUE_OUT_OF_LIMITS	false	02/20/14 10:02:45	Boolean
PV	21.331	02/20/14 10:02:38	32 bit float
PV_CLASS	0	02/20/14 10:02:38	8 bit unsigned int
PV_CODE	248	02/20/14 10:02:38	6 bit unsigned int
PV_HEALTHY	true	02/20/14 10:02:38	Boolean
PV_STATUS	192	02/20/14 10:02:38	8 bit unsigned int
PV_LIMITS	4	02/20/14 10:02:38	0 bit unsigned int
REQUEST_PREAMBLES	3	02/20/14 09:52:35	8 bit unsigned int

รูปที่ 4.34 หน้าจอแสดงการแจ้งเตือนบนซอฟต์แวร์ของ Smart Wireless Gateway

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

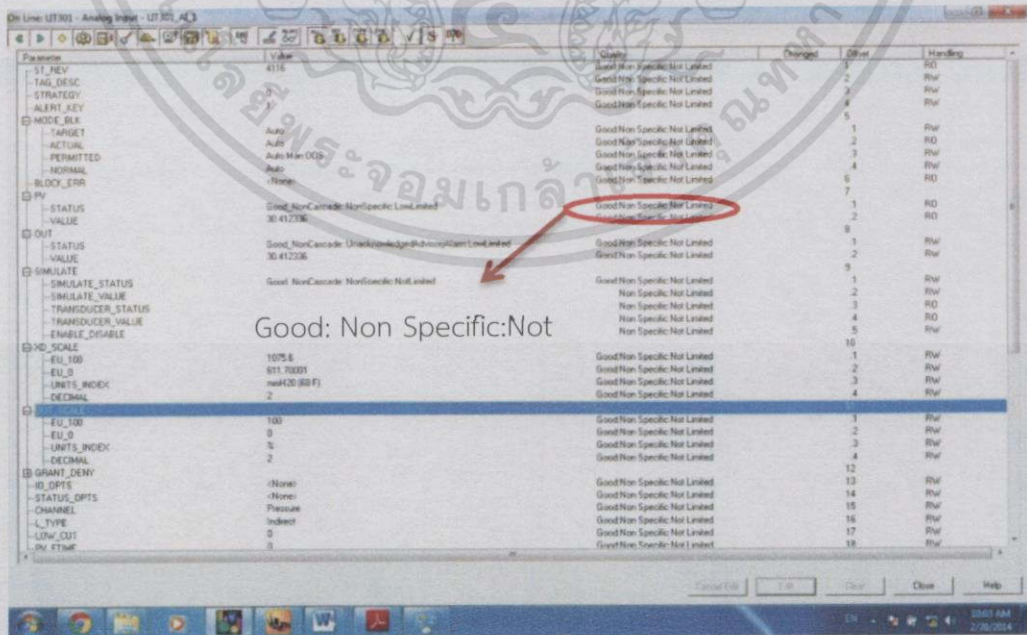


รูปที่ 4.35 หน้าจอแสดงการแจ้งเตือนของเทคโนโลยี HART

จากรูปที่ 4.35 แสดงการแจ้งเตือนของค่าเทคโนโลยี HART เมื่อค่าสัญญาณของการวิเคราะห์ที่ได้จากตัว Thump Adapter เกิดการทำงานขึ้นและสามารถดูได้โดยผ่าน Internet Explorer ตามรูปที่ 4.34 และนำค่าสัญญาณที่เกิดขึ้นนำมาแสดงบนหน้าต่าง HMI โดยเป็นไปตามเงื่อนไขที่ได้กำหนดไว้

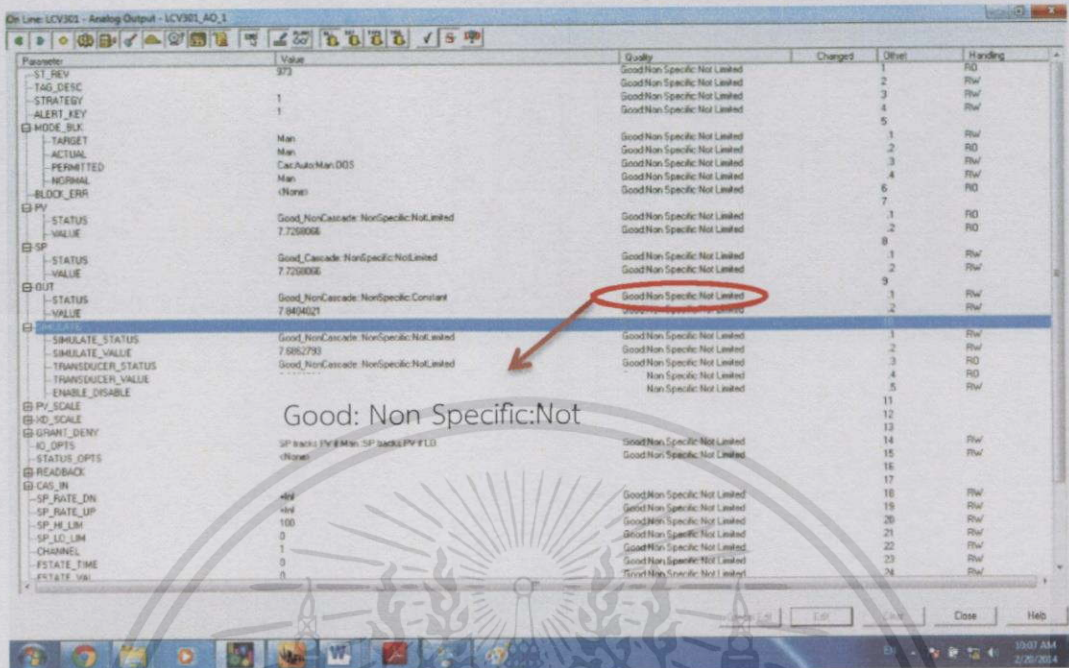
4.5.3 การแจ้งเตือนค่าของเทคโนโลยี FOUNDATION Fieldbus

ค่าของการแจ้งเตือนนั้นจะดูผ่าน 1757-FFLD Linking Device แล้วนำค่านี้มาแสดงการแจ้งเตือนบนหน้าต่าง HMI ตามรูปที่ 4.36 - รูปที่ 4.38

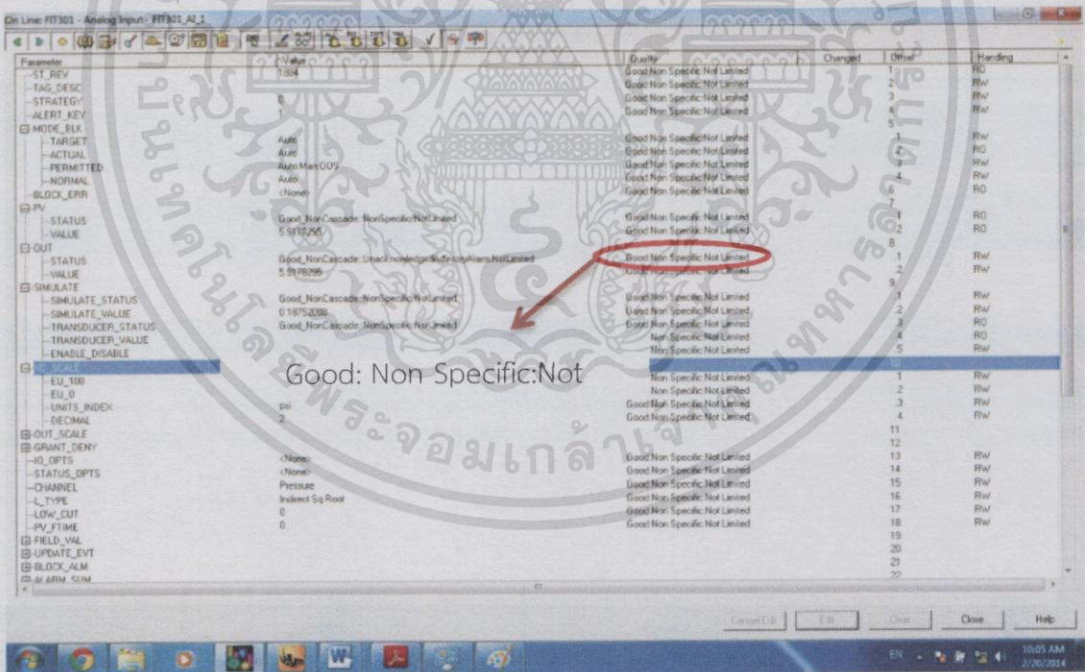


รูปที่ 4.36 หน้าจอแสดงการแจ้งเตือน LIT101 ของสัญญาณ FOUNDATION Fieldbus

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

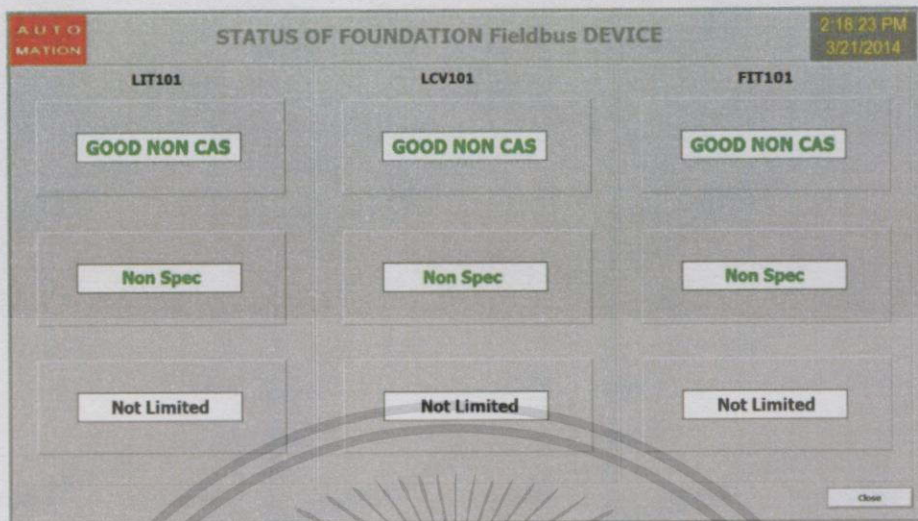


รูปที่ 4.37 หน้าจอแสดงการแจ้งเตือน LCV101 ของสัญญาณ FOUNDATION Fieldbus



รูปที่ 4.38 หน้าจอแสดงการแจ้งเตือน FIT101 ของสัญญาณ FOUNDATION Fieldbus

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.39 หน้าจอแสดงการแจ้งเตือนบน HMI ของสัญญาณ FOUNDATION Fieldbus

จากรูปที่ 4.39 แสดงการแจ้งเตือนของเทคโนโลยี FOUNDATION Fieldbus เมื่อค่าสัญญาณของการวิเคราะห์ที่ได้จากตัว 1757-FFLD Linking Device ซึ่งเป็นสัญญาณที่มาจากอุปกรณ์ LIT101, LCV101 และ FIT101 ตามรูปที่ 4.36 – รูปที่ 4.38 ซึ่งค่าสัญญาณที่ได้นี้เป็นบิตการทำงานแล้ว นำค่าสัญญาณนี้มาเข้าเงื่อนไขในการแสดงการแจ้งเตือนบนหน้าต่าง HMI

สรุปผลการทดลอง

การแจ้งเตือนกระบวนการของทั้ง 3 เทคโนโลยีเป็นไปตามเงื่อนไขที่ได้ออกแบบเอาไว้

4.5.4 สรุปผลการดำเนินการทางวิศวกรรม ทั้ง 3 เทคโนโลยี

จากการทดลองของทั้ง 3 เทคโนโลยี ได้แก่ Analog, HART, และ FOUNDATION Fieldbus สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 ตารางความแตกต่างในการดำเนินการทางวิศวกรรม ทั้ง 3 เทคโนโลยี

	Wiring	Configuration	Control	Alarm	HMI
Analog	มีความซับซ้อนและยุ่งยากในการ Wiring น้อย	มีความซับซ้อนและยุ่งยากในการ Configuration น้อย	สามารถควบคุมได้	มีข้อมูลที่สามารถใช้ในการแจ้งเตือนน้อย	มีความซับซ้อนมากที่ต้องเขียน Script ให้เกิดการแจ้งเตือน
HART	มีความซับซ้อนและยุ่งยากในการ Wiring ปานกลาง	มีความซับซ้อนและยุ่งยากในการ Configuration ปานกลาง	สามารถควบคุมได้	มีข้อมูลที่สามารถใช้ในการแจ้งเตือนปานกลาง	มีความซับซ้อนน้อยลงใช้การ map tag ได้เลย แต่ก็ยังต้องเขียน Script อยู่
FOUNDATION Fieldbus	มีความซับซ้อนและยุ่งยากในการ Wiring มาก	มีความซับซ้อนและยุ่งยากในการ Configuration มาก	สามารถควบคุมได้	มีข้อมูลที่สามารถใช้ในการแจ้งเตือนมาก	ความซับซ้อนน้อยในการเขียน Script ใช้การ map tag ได้เลย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

บทสรุปการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปการทดลอง

จากการทดลองพบว่า การควบคุมกระบวนการระดับของทั้ง 3 เทคโนโลยีสามารถทำการควบคุม และการแจ้งเตือนได้ แต่ทั้ง 3 เทคโนโลยีมีความแตกต่างกันในด้านของการดำเนินการทางวิศวกรรม การติดตั้ง และการกำหนดค่าอุปกรณ์ในกระบวนการเพื่อการวัด

ในส่วนของเทคโนโลยี Analog การทำ Wiring และการทำ Configuration สามารถทำได้ง่ายกว่า และมีค่าใช้จ่ายต่ำกว่าการใช้เทคโนโลยี HART และเทคโนโลยี FOUNDATION Fieldbus เนื่องจากใช้เพียงสายสัญญาณทั่วไปในการเชื่อมต่ออุปกรณ์ที่ใช้ในการวัด และควบคุมเข้ากับตัวควบคุมเพื่อใช้ในการควบคุม ในทางกลับกันการเขียนโปรแกรมในการควบคุม และแจ้งเตือนสามารถทำได้ยากกว่า เนื่องจากต้องนำสัญญาณมาตรฐานมาปรับเทียบเพื่อนำไปใช้ในการควบคุม และนำข้อมูลที่ได้จากกระบวนการมาเขียนเงื่อนไขเพื่อทำการแจ้งเตือน

ในส่วนของเทคโนโลยี HART การทำ Wiring และการทำ Configuration สามารถทำได้ยากกว่า และมีค่าใช้จ่ายสูงกว่าเทคโนโลยี Analog แต่สามารถทำได้ง่ายกว่า และมีค่าใช้จ่ายต่ำกว่าเทคโนโลยี FOUNDATION Fieldbus ซึ่งโดยทั่วไปแล้วการทำ Wiring การทำ Configuration และการเขียนโปรแกรมในการควบคุม มีลักษณะคล้ายกับเทคโนโลยี Analog แต่เนื่องจากเทคโนโลยี HART นั้นมีข้อมูลที่สามารถนำมาใช้ในการแจ้งเตือนได้มากกว่า แต่อาจจะต้องมีอุปกรณ์เพิ่มเติม เช่น Smart Wireless Gateway และ Smart Wireless THUM Adapter ในการเข้าถึงข้อมูล ซึ่งจะทำให้การทำ Wiring และการทำ Configuration มีความซับซ้อนมากขึ้น ในทางกลับกันการที่เทคโนโลยี HART นั้นมีข้อมูลที่สามารถนำมาใช้ในการแจ้งเตือนได้มากกว่าเทคโนโลยี Analog ทำให้การเขียนโปรแกรมการแจ้งเตือนของเทคโนโลยี HART นั้นง่ายกว่าเทคโนโลยี Analog

ในส่วนของเทคโนโลยี FOUNDATION Fieldbus การทำ Wiring และการทำ Configuration สามารถทำได้ยากกว่าเทคโนโลยี Analog และเทคโนโลยี HART เนื่องจากเทคโนโลยี FOUNDATION Fieldbus เป็นเทคโนโลยีที่ใช้การส่งข้อมูลแบบ Digital จึงต้องมีอุปกรณ์ที่มีชื่อเรียกว่า Linking Device มาใช้ในการแปลงสัญญาณให้อุปกรณ์ของเทคโนโลยี FOUNDATION Fieldbus ให้สามารถทำงานร่วมกับตัวควบคุมได้ โดยมีซอฟต์แวร์ และ OPC Server ที่ใช้ในการ Configuration เป็นตัวกลางในการติดต่อสื่อสาร และสายสัญญาณที่ใช้ในเทคโนโลยี FOUNDATION Fieldbus นั้น จะเป็นสายเฉพาะซึ่งมีราคาสูง ในทางกลับกันการเขียนโปรแกรมที่ใช้ในการควบคุม และการแจ้งเตือนสามารถทำได้ง่ายกว่าเทคโนโลยี Analog และเทคโนโลยี HART เนื่องจากเทคโนโลยี FOUNDATION Fieldbus มีข้อมูลที่

สามารถนำมาใช้ในการแจ้งเตือนได้มากกว่า และง่ายกว่า เนื่องจากไม่จำเป็นต้องนำข้อมูลมาเขียนโปรแกรมเพื่อทำเงื่อนไขในการแจ้งเตือน

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. วาล์วควบคุม (Control Valve ; LCV101) ของสัญญาณ Analog ไม่สามารถสั่งการเปิด-ปิดได้แบบ

Linear ตามช่วงสัญญาณมาตรฐาน 4 - 20 mA ได้ ควรซ่อม หรือเปลี่ยนวาล์วควบคุมตัวใหม่

2. ป้อนน้ำในพลาตันั้นจะเกิดการรั่วซึมของน้ำ เมื่อมีการเปิดปั๊ม ควรซ่อม หรือเปลี่ยนตัวใหม่

3. ในพลาตันยังมีรอยน้ำซึมอยู่หลายจุด ควรทำการอุดรอยซึมนั้นเสียใหม่

4. ในการควบคุมของสัญญาณแบบ FOUNDATION Fieldbus ในบางครั้ง Linking Device ไม่สามารถทำหน้าที่ได้ตามปกติซึ่งทำให้พลาตันของ FOUNDATION Fieldbus เทคโนโลยี ไม่สามารถทำการควบคุม และการแจ้งเตือนได้ อาจใช้ Linking Device ตัวใหม่ทดแทน

5. ในการควบคุมของสัญญาณแบบ FOUNDATION Fieldbus แต่ละครั้ง ไม่สามารถทำการควบคุมได้เกิน 2 ชม.เนื่องจาก OPC ที่ชื่อ Link Master 3 เป็นแบบทดลองใช้