เทคนิคการผสานระบบพื้นฐานพีแอลซี สำหรับสัญญาณแอนะล็อก ไวร์เลสฮาร์ท และฟาวน์เดชันฟิลด์บัส

SYSTEM INTEGRATION TECHNIQUE BASED ON PLC FOR ANALOG SIGNAL, WIRELESSHART AND FOUNDATION FIELDBUS

ฤธวัฐร์ วินิจฉัยกุล

RUDTAVAT VINITCHAYKUL

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมอัตโนมัติ

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2558

KMITL-2015-EN-M-257-076

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

เทคนิคการผสานระบบพื้นฐานพีแอลซี สำหรับสัญญาณแอนะล็อก ไวร์เลสฮาร์ท และ ฟาวน์เดชันฟิลด์บัส

SYSTEM INTEGRATION TECHNIQUE BASED ON PLC FOR ANALOG SIGNAL, WIRELESSHART AND FOUNDATION FIELDBUS

T139427

ฤธวัฐร์ วินิจฉัยกุล
RUDTAVAT VINITCHAYKUL

เลขหมู่..........
เลขทะเบียน 139427
วัน.เดือน.ปี - 3 มี.ค. 2558

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอัตโนมัติ
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2558

KMITL-2015-EN-M-257-076

SYSTEM INTEGRATION TECHNIQUE BASED ON PLC FOR ANALOG SIGNAL, WIRELESSHART AND FOUNDATION

RUDTAVAT VINITCHAYKUL

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF
MASTER OF ENGINEERING IN AUTOMATION ENGINEERING
FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
2015

KMITL-2015-EN-M-257-076

COPYRIGHT 2015

FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ เทคนิคการผสานระบบบนพื้นฐานพีแอลซีสำหรับสัญญาณแอนะล็อก ไวร์เลสฮาร์ท และฟาวน์เดชันฟิลด์บัส

Thesis Title System Integration Technique Based on PLC for Analog Signal, WirelessHART and Foundation Fieldbus

นักศึกษา นายฤธวัฐร์ วินิจฉัยกุล

รหัสประจำตัว 54613414

ปริญญา วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา วิศวกรรมอัตโนมัติ

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รศ.ดร.ไสว พงศ์สวัสดิ์

หมายเลขวิทยานิพนธ์ KMITL-2015-EN-M-257-076

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์		ลายมือชื่อ
รศ.ดร.อัมพวัน	จุลเสรีวงศ์	
ผศ.ดร.ธีรวัฒน์	เทพมณี	
รศ.ดร.จิระศักดิ์	ชาญวุฒิธรรม	
รศ.ประสิทธิ์	จุลเสรีวงศ์	
รศ.ดร.ไสว	พงศ์สวัสดิ์	

วัน / เดือน/ ปี ที่สอบ วันอังคารที่ 14 กรกฎาคม พ.ศ. 2558 เวลา 19.00-21.00 น.
สถานที่สอบ ณ อาคารเฉลิมพระเกียรติใหม่ ห้อง HM-301

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

คณะวิศวกรรมศาสตร์ รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์ ดร. คมสัน มาลีสี)

คณบดี คณะวิศวกรรมศาสตร์

วันที่ 14 กรกฎาคม พ.ศ. 2558

หัวข้อวิทยานิพนธ์	เทคนิคการผสานระบบพื้นฐานพีแอลซี สำหรับ สัญญาณแอนะล็อก ไวร์เลสฮาร์ท และ ฟาวน์เดชันฟิลด์บัส
นักศึกษา	นายฤธวัฐร์ วินิจฉัยกุล
รหัสนักศึกษา	54613414
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมอัตโนมัติ
พ.ศ.	2558
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	รศ.ดร.ไสว พงศ์สวัสดิ์

บทคัดย่อ

วิทยานิพนธ์นี้ได้นำเสนอเทคนิคการผสานข้อมูลบนระบบวัดคุมที่ใช้พีแอลซีเป็นตัวควบคุมการทำงานร่วมกับอุปกรณ์วัดคุมในกระบวนการที่เป็นสัญญาณแอนะล็อก ไวร์เลสฮาร์ท และฟาวน์เดชันฟิลด์บัส โดยเทคนิคได้นำเสนอ การเข้าถึงข้อมูลของสัญญาณทั้ง 3 รูปแบบเพื่อให้สามารถทำงานบนตัวควบคุมและส่วนแสดงผลเดียวกัน นอกจากนี้ได้ออกแบบตารางข้อมูลและฟังก์ชันบนตัวพีแอลซี เพื่อเป็นตัวกลางในการรับ-ส่งข้อมูลจากโมดูลอินพุต-เอาต์พุตแบบอนาล็อก เกตเวย์ของไวร์เลสฮาร์ท และ Linking Device จากเซกเมนต์อุปกรณ์ฟาวน์เดชันฟิลด์บัส เพื่อใช้ตรวจจับข้อมูลวินิจฉัยสถานะการทำงานของอุปกรณ์วัดคุมทั้ง 3 รูปแบบ

Thesis Title	System Integration Technique Based on PLC for Analog Signal, WirelessHART and Foundation Fieldbus
Student	Mr. Rudtavat Vinitchaykul
Student ID.	54613414
Degree	Master of Engineering
Program	Automation Engineering
Year	2015
Thesis Advisor	Assoc. Prof. Dr. Sawai Pongswatd

ABSTRACT

In this master's thesis a technique of data integration on PLC system that connects with analog, wirelessHART and Foundation Fieldbus field devices was studied. The proposed technique present a method how to acquire data from those 3 signal types in order that all devices can mutually work on the same controller, and same display. Moreover, data table and function on PLC were implemented to transmit/receive data from input/output modules for Analog technology, gateway for WirelessHART, and linking device on a segment of Foundation Fieldbus device, as well as, to inspect diagnosis which shows current status of those field devices.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยคำแนะคำและคำปรึกษาจาก รศ.ดร. ไสว พงศ์สวัสดิ์ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ข้าพเจ้ารู้สึกซาบซึ้งและขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงในความอนุเคราะห์ให้คำแนะนำและช่วยเหลือในทุก ๆ เรื่องที่ผ่านมา นอกจากอาจารย์จะให้คำปรึกษาในเรื่องงานวิจัยเป็นอย่างดีแล้ว อาจารย์ยังให้โอกาสเรื่องการงานต่าง ๆ แก่ข้าพเจ้าอยู่เสมอ

ขอขอบพระคุณท่านอาจารย์หลักสูตรวิศวกรรมอัตโนมัติทุกท่าน ที่ให้การสนับสนุนและเป็นกำลังใจ ตลอดจนให้คำปรึกษาในทุกๆ ด้าน

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ที่ให้ลูกได้เกิดมา ให้คำสั่งสอนและอบรมให้ลูกเป็นคนดี รวมทั้งส่งลูกเรียนจนจบปริญญาโทและคอยให้กำลังใจลูกเสมอมา

คุณค่าประโยชน์อันพึงมีจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอมอบคุณค่าต่างๆ เหล่านี้แด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน ข้าพเจ้าหวังเป็นอย่างยิ่งว่าวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะเป็นประโยชน์แก่ผู้ที่ได้ทำการศึกษาเพื่อที่จะนำไปประยุกต์ใช้ในงานวิจัยด้านต่าง ๆ

ฤธวัฐร์ วินิจฉัยกุล

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II

กิตติกรรมประกาศ III

สารบัญ IV

สารบัญตาราง VII

สารบัญรูป VIII

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา 1

1.3 ทฤษฎีหรือแนวความคิดที่ใช้ในการวิจัย 2

1.4 ขอบเขตวิทยานิพนธ์ 2

1.5 รายละเอียดของวิทยานิพนธ์ 2

บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ 3

2.1 กล่าวนำ 3

2.2 การสื่อสารในงานอุตสาหกรรม 3

2.3 Open Systems Interconnection (OSI) 5

2.4 การสื่อสารแบบไวร์เลสฮาร์ท 8

2.5 การสื่อสารแบบฟาวน์เดชันฟิลด์บัส H1 9

2.6 Ethernet Network 13

2.7 MODBUS TCP/IP 14

2.7.1 หลักการของ MODBUS Protocol 15

2.7.2 MODBUS TCP/IP 15

2.8 กระบวนการสัญญาณแอนะล็อก 17

2.9 กระบวนการของไวร์เลสฮาร์ท 17

2.10 กระบวนการของฟาวน์เดชันฟิลด์บัส 18

2.11 พีแอลซี (SIEMENS S7-300) 19

2.12 ส่วนติดตามและแสดงผล (Wonderware InTouch) 25

2.13 อุปกรณ์เชื่อมโยง (Rockwell 1757-FFLD) 26

2.14 โปรแกรม OPC SERVER 27

2.14.1 ที่มาของ OPC 27

2.14.2 แนวคิดของ OPC 28

2.14.3 ข้อดีของ OPC 28

2.14.4 การนำ OPC ไปใช้ 28

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

2.14.5 โปรแกรม LinkMaster 29
2.14.6 โปรแกรม KepServer 30
2.14.7 RSHSE OLE Server 31
2.14.8 Modbus protocol 32

บทที่ 3 การออกแบบและการดำเนินการ..33
3.1 P&I Diagram ของพลานต์โมเดล..37
3.2 การศึกษาข้อมูลและทดสอบอุปกรณ์..38
3.3 การดำเนินการของกระบวนการสัญญาณแอนะล็อก..39
3.3.1 แบบ P&I Diagram ของกระบวนการสัญญาณแอนะล็อก..39
3.3.2 Loop Wiring กระบวนการสัญญาณแอนะล็อก..41
3.3.3 การออกแบบการวัดและการควบคุม..42
3.3.4 พัฒนาโปรแกรมเพื่อการควบคุมและการแจ้งเตือนอุปกรณ์..43
3.3.5 ส่วนโปรแกรมเพื่อการแสดงผล..50
3.4 การดำเนินการของกระบวนการสัญญาณไวร์เลสฮาร์ท..54
3.4.1 แบบ P&I Diagram ของกระบวนการสัญญาณไวร์เลสฮาร์ท..54
3.4.2 Loop Wiring กระบวนการสัญญาณไวร์เลสฮาร์ท..58
3.4.3 การออกแบบการวัดและการควบคุม..59
3.4.4 พัฒนาโปรแกรมเพื่อการควบคุมและการแจ้งเตือนอุปกรณ์..60
3.4.5 ส่วนโปรแกรมเพื่อการแสดงผล..67
3.5 การดำเนินการของกระบวนการสัญญาณฟาวน์เดชันฟิลด์บัส..71
3.5.1 แบบP&I Diagram ของกระบวนการสัญญาณฟาวน์เดชันฟิลด์บัส..72
3.5.2 Loop Wiring กระบวนการสัญญาณฟาวน์เดชันฟิลด์บัส..74
3.5.3 การออกแบบการวัดและการควบคุม..75
3.5.4 พัฒนาโปรแกรมเพื่อการควบคุมและการแจ้งเตือนอุปกรณ์..76
3.5.5 ส่วนโปรแกรมเพื่อการแสดงผล..83
3.6 HMIของกระบวนการ..88

บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง..98
4.1 การออกแบบและติดตั้งอุปกรณ์..100
4.2 การแจ้งเตือนของกระบวนการ..104
4.2.1 การแจ้งเตือนค่าของสัญญาณแอนะล็อก..104
4.2.2 การแจ้งเตือนค่าของเทคโนโลยีไวร์เลสฮาร์ท..106
4.2.3 การแจ้งเตือนค่าของเทคโนโลยีฟาวน์เดชันฟิลด์บัส..107
4.2.4 สรุปผลการการดำเนินการทางวิศวกรรมทั้ง 3 เทคโนโลยี..109

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

บทที่ 5 บทสรุปการทดลองและข้อเสนอแนะ. 110

5.1 สรุปการทดลอง........ 110

5.2 ข้อเสนอแนะ........ 111

เอกสารอ้างอิง........ 112

ภาคผนวก........ 113

ประวัติผู้เขียน 124

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 ตัวอย่างการติดต่อสื่อสารข้อมูล 3 ระดับ 5
2.2 ตัวอย่างการรับส่งข้อมูลของ MODBUS 16
3.1 อุปกรณ์กระบวนการสัญญาณแอนะล็อก 40
3.2 การตั้งค่าย่านการวัดโมดุลแอนะล็อก 42
3.3 ตัวแปรที่ใช้ในการ Mapping Address ระหว่างโปรแกรม SIMATIC และ Wonderware InTouch ของเทคโนโลยีแอนะล็อก... 50
3.4 อุปกรณ์ที่ใช้ในกระบวนการระดับเทคโนโลยีไวร์เลสฮาร์ท 55
3.5 การตั้งค่าย่านการวัดโมดุลไวร์เลสฮาร์ท 56
3.6 Default IP Addresses 56
3.7 ระบบปฏิบัติการที่รองรับ 57
3.8 ตัวแปรที่ใช้ในการ Mapping Address ระหว่างโปรแกรม SIMATIC และ Wonderware InTouch ของเทคโนโลยีไวร์เลสฮาร์ท 66
3.9 Modbus function codes 68
3.10 mapping tag ระหว่าง Wireless Gateway และ Modbus protocol 70
3.11 อุปกรณ์ที่ใช้ในกระบวนการระดับเทคโนโลยีฟาวน์เดชันฟิลด์บัส 73
3.12 ตัวแปรที่ใช้ในการ Mapping Address ระหว่างโปรแกรม SIMATIC และ Wonderware InTouch ของเทคโนโลยีฟาวน์เดชันฟิลด์บัส 81
3.13 mapping Address ระหว่างโปรแกรม Simatic และ Wonderware InTouch 93

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

2.1 PLC network 3

2.2 ระดับการสื่อสารของระบบในอุตสาหกรรม 4

2.3 การแบ่งกลุ่ม OSI Model 6

2.4 การสื่อสารระหว่างเลเยอร์ในแบบจำลอง OSI 8

2.5 HART devices, tools and systems 8

2.6 การอ้างอิงโมเดล OSI ของไวร์เลสฮาร์ท... 9

2.7 โครงสร้างของฟาวน์เดชันฟิลด์บัส 10

2.8 (ก) โครงสร้างเปรียบเทียบระหว่างระบบเครื่องมือวัดแบบเดิมกับ ฟาวน์เดชันฟิลด์บัส 10

2.8 (ข) โครงสร้างเปรียบเทียบระหว่างระบบเครื่องมือวัดแบบเดิมกับ ฟาวน์เดชันฟิลด์บัส 11

2.9 การอ้างอิงโมเดล OSI ของฟาวน์เดชันฟิลด์บัส 11

2.10 โครงสร้างของโปรโตคอลในฟาวน์เดชันฟิลด์บัส H1... 11

2.11 โครงสร้างพื้นฐานสำหรับการเชื่อมต่ออุปกรณ์ด้วยเทคโนโลยีฟาวน์เดชันฟิลด์บัส 12

2.12 เครือข่ายเชื่อมต่ออุปกรณ์ Ethernet Network 13

2.13 OSI Model ของ Ethernet Network 13

2.14 โครงสร้างการสื่อสารของ MODBUS Protocol ตาม OSI Model 14

2.15 รูปแบบเฟรมของโปรโตคอล MODBUS 15

2.16 Signal Transmitter 17

2.17 WirelessHART Technology 18

2.18 Two Communication Channels 19

2.19 หน้าจอโปรแกรม Simatic Step 7 20

2.20 ความละเอียดของบิตแอนะล็อก... 21

2.21 Bipolar Input Range 22

2.22 Unipolar Input Range 22

2.23 Current measuring range 22

2.24 การต่อสายจากเครื่องมือวัดร่วมกับโมดูลแอนะล็อกอินพุต 23

2.25 การตั้งค่าย่านการวัดของโมดูล 24

2.26 การต่อสายจากโมดูลแอนะล็อกเอาต์พุตให้สั่งงานอุปกรณ์ควบคุมสุดท้ายด้วยกระแสไฟฟ้า 24

2.27 ช่วงของสัญญาณเอาต์พุต... 25

2.28 โปรแกรม Wonderware InTouch 25

2.29 หน้าจอHMI 26

2.30 Network Architecture ฟิลด์บัส 27

2.31 การทำงานของ LinkMaster 29

2.32 โปรแกรม KepServer 30

2.33 Driver ในการทำ Communication 31

2.34 RSHSE OLE Server 32

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่ หน้า

2.35 DAServers 32
3.1 โครงสร้างระบบโดยรวม 33
3.2 Physical diagram ของกระบวนการสัญญาณแอนะล็อก 34
3.3 Logical diagram ของกระบวนการสัญญาณแอนะล็อก 34
3.4 Physical diagram ของกระบวนการสัญญาณไวร์เลสฮาร์ท 35
3.5 Logical diagram ของกระบวนการสัญญาณไวร์เลสฮาร์ท 35
3.6 Physical diagram ของกระบวนการสัญญาณฟาวน์เดชันฟิลด์บัส 36
3.7 Logical diagram ของกระบวนการสัญญาณฟาวน์เดชันฟิลด์บัส 36
3.8 โครงสร้าง P&I Diagram ของกระบวนการในการผสานข้อมูล 37
3.9 แบบ P&I Diagram ของกระบวนการ 38
3.10 แบบ P&I Diagram ของกระบวนการสัญญาณแอนะล็อก 39
3.11 แบบ Loop Wiring กระบวนการสัญญาณแอนะล็อก 41
3.12 การสอบเทียบเครื่องมือวัดความดันแตกต่างแบบแอนะล็อก 42
3.13 Flow Chart การทำงานโปรแกรมควบคุมกระบวนการสัญญาณแอนะล็อก 44
3.14 โครงสร้างการเขียนการควบคุมกระบวนการสัญญาณแอนะล็อก ในโปรแกรม Simatic 47
3.15 บล็อกคำสั่ง CMR >R 48
3.16 บล็อกคำสั่ง CMR ==I 48
3.17 Flow Chart การใช้งาน HMI กระบวนการระดับ 51
3.18 Network Architecture ของกระบวนการสัญญาณแอนะล็อก 52
3.19 Wonderware SIDirect DAServer 53
3.20 การเชื่อมต่อกันผ่าน IP Address ของพีแอลซี SIEMENS S7-300 53
3.21 หน้าต่างแสดงค่าของ Address ของพีแอลซี SIEMENS S7-300 54
3.22 แบบ P&I Diagram ของกระบวนการสัญญาณไวร์เลสฮาร์ท 54
3.23 Standard Terminal Block 56
3.24 Wiring Diagram แบบ 2-Wire 57
3.25 แบบ Loop Wiring กระบวนการสัญญาณไวร์เลสฮาร์ท 58
3.26 การสอบเทียบเครื่องมือวัดความดันแตกต่างแบบไวร์เลสฮาร์ท 59
3.27 Flow Chart การทำงานโปรแกรมควบคุมกระบวนการสัญญาณไวร์เลสฮาร์ท 63
3.28 โครงสร้างการเขียนการควบคุมกระบวนการสัญญาณไวร์เลสฮาร์ท ในโปรแกรม Simatic 64
3.29 เงื่อนไข Process Alarm ของเทคโนโลยีไวร์เลสฮาร์ท 65
3.30 เงื่อนไข Wire Break Alarm ของเทคโนโลยีไวร์เลสฮาร์ท 66
3.31 Network Architecture ของกระบวนการสัญญาณไวร์เลสฮาร์ท 67
3.32 Protocol ที่สามารถใช้งานร่วมกับ Smart Wireless Gateway 69
3.33 Protocol Modbus TCP ในการ mapping parameter ที่ต้องการ 69
3.34 Wonderware MBTCP DAServer 70

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่ หน้า
3.35 การเชื่อมต่อกันผ่าน IP Address ของ Smart Wireless Gateway 71
3.36 หน้าต่างแสดงค่าของ Address ของ Smart Wireless Gateway 71
3.37 แบบ P&I Diagram ของกระบวนการสัญญาณฟาวน์เดชันฟิลด์บัส...72
3.38 Loop Wiring กระบวนการสัญญาณฟาวน์เดชันฟิลด์บัส...74
3.39 การสอบเทียบเครื่องมือวัดความดันแตกต่างแบบฟาวน์เดชันฟิลด์บัส 75
3.40 Flow Chart การทำงานโปรแกรมควบคุมกระบวนการสัญญาณฟาวน์เดชันฟิลด์บัส...............78
3.41 โครงสร้างการเขียนการควบคุมกระบวนการสัญญาณฟาวน์เดชันฟิลด์บัส Simatic 79
3.42 การเชื่อมต่อระหว่างโปรแกรม SIMATIC กับ โปรแกรม RS-Fieldbus 80
3.43 Network Architecture ของกระบวนการสัญญาณฟาวน์เดชันฟิลด์บัส... 83
3.44 แผนภาพการเชื่อมต่อ...84
3.45 การเชื่อมต่อ KEPserver 84
3.46 การใช้งาน LinkMaster 85
3.47 Tag Name ที่ใช้ในการเชื่อมต่อ...86
3.48 การใช้งาน LinkMaster ในส่วนของอินพุต..87
3.49 การใช้งาน LinkMasterในส่วนของเอาท์พุต...87
3.50 RSHSE OLE Server ... .88
3.51 หน้าต่าง Log In 89
3.52 หน้าต่างหลักของกระบวนการ ... .90
3.53 หน้าต่างที่ใช้ในการควบคุมกระบวนการระดับ...90
3.54 หน้าต่างที่ใช้ในการควบคุมกระบวนการระดับ...91
3.55 หน้าต่างแสดงค่า MV ของกระบวนการ..91
3.56 หน้าต่างแสดงค่าระดับและค่า MV ทั้ง 3 เทคโนโลยี..... 92
3.57 หน้าต่างแสดงกราฟของกระบวนการระดับ... 92
3.58 หน้าต่างแสดงการแจ้งเตือนของกระบวนการระดับเทคโนโลยีแอนะล็อก...................................96
3.59 หน้าต่างแสดงการแจ้งเตือนของกระบวนการระดับเทคโนโลยีไวร์เลสฮาร์ท... 97
3.60 หน้าต่างแสดงการแจ้งเตือนของกระบวนการระดับเทคโนโลยีฟาวน์เดชันฟิลด์บัส... 97
4.1 พลานต์โมเดลในการควบคุมระดับที่ใช้ในการทดลอง...98
4.2 บล็อกไดแกรมของตัวช่วยโปรแกรม...99
4.3 แสดงสายต่อสาย AI/AO 100
4.4 เบรกเกอร์ในตู้ JB1 ที่ใช้ร่วม...101
4.5 Valve Positioner ของ Dresser 102
4.6 Valve Positioner ของ Yamatake 102
4.7 ตำแหน่งสวิตช์ Pump_ON บนตู้ JB1...103
4.8 วิธีการจำลอง Device Hi Alarm 104

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่ หน้า

4.9 หน้าจอแสดงการแจ้งเตือน High ของสถานะ Failure 104

4.10 วิธีการจำลองการ Wire Break 105

4.11 หน้าจอแสดงการแจ้งเตือน Wire Break ของสถานะ Failure 105

4.12 หน้าจอแสดงการแจ้งเตือนบนซอล์ฟแวร์ของ Smart Wireless Gateway 106

4.13 หน้าจอแสดงการแจ้งเตือนของเทคโนโลยีไวร์เลสฮาร์ท... 106

4.14 หน้าจอแสดงการแจ้งเตือน LIT101 ของสัญญาณฟาวน์เดชันฟิลด์บัส 107

4.15 หน้าจอแสดงการแจ้งเตือน LCV101 ของสัญญาณฟาวน์เดชันฟิลด์บัส................................. 107

4.16 หน้าจอแสดงการแจ้งเตือน FIT101 ของสัญญาณฟาวน์เดชันฟิลด์บัส... 108

4.17 หน้าจอแสดงการแจ้งเตือนบน HMI ของสัญญาณฟาวน์เดชันฟิลด์บัส 108

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันระบบเครื่องมือวัดและการควบคุมสำหรับอุตสาหกรรมกระบวนการผลิตมีการพัฒนากันอย่างต่อเนื่อง เพื่อตอบสนองความต้องการจากผู้ใช้ทั้งในด้านจำนวนข้อมูล, ความเชื่อถือได้ของระบบควบคุมและสมรรถนะการทำงานที่เพิ่มขึ้น ดังนั้นจึงทำให้ระบบการสื่อสารหรือการส่งสัญญาณระหว่างเครื่องมือวัดและระบบควบคุมที่เป็นสัญญาณกระแสมาตรฐาน 4-20 mA ไม่สามารถรองรับขีดความสามารถที่เพิ่มขึ้นของเครื่องมือวัดต่าง ๆ เหล่านี้ได้ และเพื่อให้ค่าตัวแปรที่ได้จากการทำงานของเครื่องมือวัดหรือตัวกระทำสามารถแสดงค่าและเก็บบันทึกข้อมูล เพื่อใช้เป็นประโยชน์ในการตรวจสอบสถานะของเครื่องมือวัดหรือตัวกระทำ [1] การควบคุมกระบวนการ และการวางแผนการปรับเทียบหรือซ่อมบำรุงของผู้ใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ จึงมีความจำเป็นที่ต้องมีการพัฒนาระบบเครือข่ายการสื่อสารในระดับฟิลด์และระดับการควบคุมเพื่อให้มีปริมาณการรับส่งข้อมูลได้มากขึ้น [2] การสื่อสารข้อมูลทางอุตสาหกรรมที่ถูกพัฒนาขึ้นมาจากเดิมที่ใช้แบบ แอนะล็อก หรือ 4-20 mA เพื่อสำหรับใช้งานในกลุ่มอุตสาหกรรมกระบวนการที่เป็น อุตสาหกรรมเคมีและปิโตรเคมี อุตสาหกรรมอาหาร อุตสาหกรรมน้ำมันและแก๊ส อุตสาหกรรมเยื่อกระดาษและกระดาษ อาจจะเป็นเทคโนโลยี ไวร์เลสฮาร์ท (WirelessHART) เทคโนโลยีฟาวน์เดชันฟิลด์บัส (Foundation Fieldbus) [3-4] อย่างใดอย่างหนึ่งหรือใช้งานร่วมกัน แต่เนื่องจากการทำงานของทั้ง 3 รูปแบบนี้มีความแตกต่างกัน [5] จึงทำให้การนำมาใช้งานร่วมกันเพื่อการวัดคุมยังไม่แพร่หลาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับตัวควบคุมพีแอลซี [6] ในวิทยานิพนธ์นี้ได้นำเสนอเทคนิคการผสานข้อมูลบนระบบวัดคุมที่ใช้ พีแอลซีเป็นตัวควบคุมการทำงานร่วมกับอุปกรณ์วัดคุมในกระบวนการที่เป็นสัญญาณ แอนะล็อก ไวร์เลสฮาร์ท และ ฟาวน์เดชันฟิลด์บัส โดยเทคนิคได้นำเสนอ การเข้าถึงข้อมูลของสัญญาณทั้ง 3 รูปแบบเพื่อให้สามารถทำงานบนตัวควบคุมและส่วนแสดงผลเดียวกัน การเชื่อมต่อสัญญาณระหว่างอุปกรณ์วัดคุมสัญญาณแอนะล็อก กับ โมดูอินพุต-เอาต์พุต ของพีแอลซี การเชื่อมต่อสัญญาณระหว่างอุปกรณ์วัดคุมสัญญาณไวร์เลสฮาร์ท (THUM) กับไวร์เลสฮาร์ทเกตเวย์ การเชื่อมต่อสัญญาณระหว่างอุปกรณ์วัดคุมสัญญาณฟาวน์เดชันฟิลด์บัส ผ่านอุปกรณ์จะเชื่อมต่อ (Linking Device) ซึ่งวิทยานิพนธ์ได้นำเสนอหลักการตาม OSI Model ในการเข้าถึงข้อมูลและผสานข้อมูลการวัดคุมบนตัวพีแอลซี และการออกแบบตารางข้อมูลและฟังก์ชัน เพื่อเป็นตัวกลางในการรับ-ส่งข้อมูล สำหรับใช้เป็นแนวทางในการแสดงสถานะการทำงานของอุปกรณ์วัดคุมทั้ง 3 รูปแบบ บนส่วนแสดงผลเดียวกัน

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา

เพื่อออกแบบการผสานข้อมูลของสัญญาณ แอนะล็อก ไวร์เลสฮาร์ท และ ฟาวน์เดชันฟิลด์บัส เพื่อการวัดคุมผ่านตัวพีแอลซี (SIEMENS S7-300) และ ส่วนแสดงผลการทำงานด้วยโปรแกรม Wonderware InTouch เพื่อนำเสนอเทคนิคที่ทำให้ผู้ใช้งานสามารถเข้าถึงข้อมูลของอุปกรณ์วัดคุมที่มีสัญญาณแตกต่างกันได้ และใช้เป็นแนวทางในการแสดงสถานการณ์ทำงานของอุปกรณ์วัดคุมทั้ง 3 รูปแบบ บนส่วนแสดงผลเดียวกัน นอกจากนี้สามารถประยุกต์ใช้ข้อมูลดังกล่าวเพื่อการทำฐานข้อมูลกลางสำหรับอุปกรณ์และอื่น ๆ ต่อไป

1.3 ทฤษฎีหรือแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย

ในกระบวนการวัดและการควบคุมทางอุตสาหกรรมที่ต้องมีการใช้อุปกรณ์วัดคุมหลายรูปแบบ ตามการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี และการตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ทั้งในด้านการวัดคุมและการแสดงสถานะการทำงานของอุปกรณ์ ซึ่งรูปแบบสัญญาณการวัดคุมที่แตกต่างกันจะมีโครงสร้างทางกายภาพในการเชื่อมต่อสื่อสารที่แตกต่างกัน แต่สามารถประยุกต์ใช้การผสานข้อมูล เพื่อการวัดคุมและการแสดงผลการทำงาน ซึ่งวิทยานิพนธ์ได้นำเสนอหลักการตาม OSI Model ในการเข้าถึงข้อมูลและผสานข้อมูลการวัดคุมบนตัวพีแอลซี และการออกแบบตารางข้อมูลและฟังก์ชัน เพื่อเป็นตัวกลางในการรับ-ส่งข้อมูล การ Mapping เข้าตัวควบคุมพีแอลซี และโปรแกรมแสดงผลผ่าน OPC Software ในการแสดงสถานะการทำงานของอุปกรณ์วัดคุมทั้ง 3 รูปแบบ บนส่วนแสดงผลเดียวกัน

1.4 ขอบเขตวิทยานิพนธ์

ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้นำเสนอเทคนิคการผสานข้อมูลของสัญญาณทั้ง 3 รูปแบบ ที่เป็นสัญญาณแอนะล็อก ไวร์เลสฮาร์ท และฟาวน์เดชันฟิลด์บัส โดยใช้ พีแอลซี (SIEMENS S7-300) เป็นตัวควบคุม ทำงานร่วมกับโปรแกรมแสดงผลการทำงาน (Wonderware InTouch) และโปรแกรมที่เป็นตัวกลางในการสื่อสารข้อมูล (OPC) ซึ่งได้ออกแบบ และทดลองกับสถานีกระบวนการระดับ ให้ระบบสามารถเข้าถึงข้อมูล ดึงข้อมูล ของอุปกรณ์วัดคุมสัญญาณทั้ง 3 รูปแบบได้

1.5 รายละเอียดของวิทยานิพนธ์

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้แบ่งเนื้อหาออกเป็น 5 บทด้วยกัน

บทที่ 1 กล่าวถึงความเป็นมาของงานวิจัย ความมุ่งหมาย และวัตถุประสงค์ ทฤษฎีหรือแนวคิดที่ใช้ในงานวิจัย ขอบเขตของงานวิจัย และขั้นตอนการศึกษา

บทที่ 2 กล่าวถึงทฤษฎีพื้นฐานที่ใช้ในการวิจัย ในการสื่อสารข้อมูลของระบบการวัดคุมกระบวนการของสัญญาณ ส่วนประมวลผลติดตามผล การเชื่อมต่อ การแสดงผล และ โปรแกรมที่ใช้งาน

บทที่ 3 กล่าวถึงการออกแบบและการดำเนินการส่งสัญญาณระหว่างเครื่องมือวัดและระบบควบคุม การศึกษาข้อมูลและทดสอบอุปกรณ์ การแลกเปลี่ยนข้อมูลของกระบวนการระดับเทคโนโลยี แอนะล็อก ไวร์เลสฮาร์ท และฟาวน์เดชันฟิลด์บัส และ HMI ที่ใช้ในการแสดงผลนอกจากนี้ยังได้กล่าวถึงการสร้างฐานข้อมูลกลางสำหรับอุปกรณ์

บทที่ 4 นำเสนอผลการทดลอง

บทที่ 5 เป็นบทสรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการ

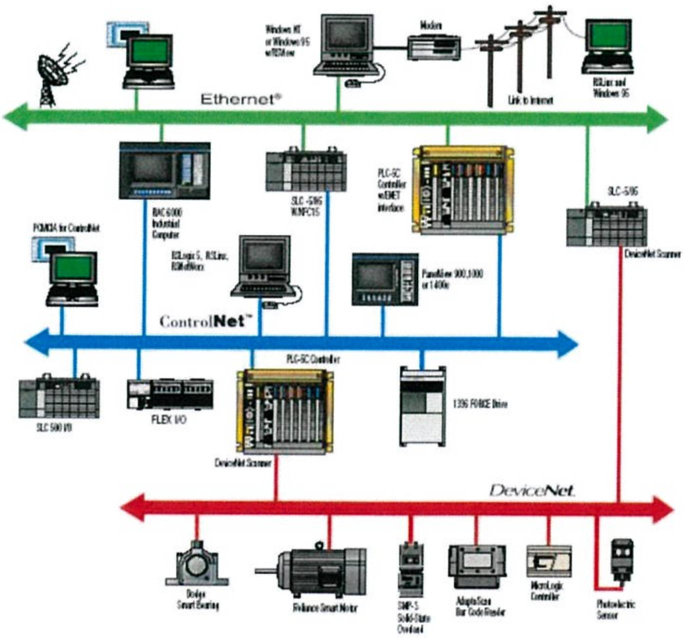
2.1 กล่าวนำ

ในบทนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีพื้นฐานที่ใช้ในการวิจัย และทฤษฎีการสื่อสารข้อมูลของอุปกรณ์วัดคุม กระบวนการของสัญญาณ ส่วนประมวลผลติดตามผล การเชื่อมต่อ การแสดงผล และโปรแกรมที่ใช้ในกระบวนการวัดและการควบคุมระดับของของเหลวในกระบวนการที่เป็นแบบแอนะล็อก ไวร์เลสฮาร์ท และฟาวน์เดชันฟิลด์บัส โดยใช้ พีแอลซี (SIEMENS S7-300) ร่วมกับโปรแกรม Wonderware InTouch และโปรแกรมที่เป็นตัวกลางในการสื่อสารข้อมูล (OPC) เพื่อทำงานร่วมกับตัวควบคุมและแสดงผลเดียวกัน นอกจากนี้ยังเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลเทคนิคที่นำมาใช้ในการตรวจสอบสถานะ การทำงานของอุปกรณ์และสภาพแวดล้อมของอุปกรณ์การวัดและการแจ้งเตือน

2.2 การสื่อสารในงานอุตสาหกรรม [8]

ระบบจากที่มีการขยายตัวของโรงงานอุตสาหกรรมแบบอัตโนมัติมาก ทำให้เทคโนโลยีการสื่อสารข้อมูลทางด้านอุตสาหกรรม (industrial communication) มีความสำคัญมากโดยจัดการการสื่อสารข้อมูลที่มีมากขึ้นและซับซ้อนขึ้นของแต่ละลำดับชั้นให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด จากการพัฒนาเทคโนโลยี คือ มีการนำเทคโนโลยีระบบสารสนเทศมาใช้ในการสื่อสารข้อมูล

PLC network เป็นการสื่อสารในงานอุตสาหกรรมรูปแบบหนึ่งเพื่อช่วยเสริมสร้างศักยภาพการทำงานของพีแอลซี ปัจจุบันมีใช้กันอย่างแพร่หลาย ทั้งในเครื่องจักรและ สายการผลิตที่เป็นระบบอัตโนมัติ



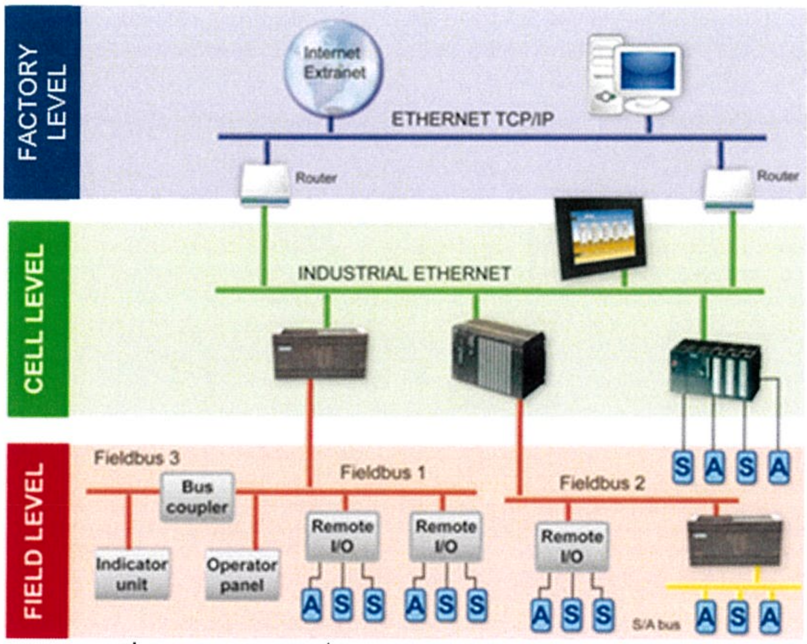
รูปที่ 2.1 PLC network [8]

โดยทั่วไประบบสารสนเทศสำหรับงานอุตสาหกรรมมีหลายแบบจะขอจำแนกตามลำดับขั้นการติดต่อสื่อสารข้อมูลเป็น 3 ระดับ ดังนี้

1. ระดับโรงงาน (Factory level) ซึ่งจะครอบคลุมระดับออโตเมชันระดับ factory manage และ coordinating เป็นเครือข่ายในระดับบนสุด ใช้เป็นเครือข่ายการสื่อสารเพื่อควบคุมการทำงานของระบบโดยรวมทั้งหมด รวมทั้งสามารถรวบรวม เรียงลำดับ และจัดเก็บข้อมูลจากเครือข่ายต่ำกว่า

2. ระดับเซลล์ (Cell level) ซึ่งจะครอบคลุมระดับออโตเมชันระดับ system และ control เป็นส่วนของอุปกรณ์ควบคุมของระบบ เช่น พีแอลซี (PLCs – Programmable Logic Controllers) และไอพีซี (IPCs – Industrial Personal Computers) ซึ่งติดต่อสื่อสารกันโดยระบบมาตรฐาน Ethernet TCP/IP Intranet และ Internet ข้อมูลมีการส่งแบบเป็นชุดข้อมูล

3. ระดับฟิลด์ (Field level) ซึ่งจะครอบคลุมระดับออโตเมชัน ระดับ sensor actuator ส่วนมากเป็นอุปกรณ์ที่แยกออกมา เช่น โมดูลอินพุต-เอาต์พุต (I/O Module) ทรานส์ดิวเซอร์ อุปกรณ์วิเคราะห์ และ วาล์ว มีการติดต่อสื่อสารกับระบบอัตโนมัติโดยประมวลผลแบบเวลาจริง (Real-time) และมีการแลกเปลี่ยนข้อมูลแบบวนรอบ (Cyclic Data Exchange)



รูปที่ 2.2 ระดับการสื่อสารของระบบในอุตสาหกรรม [8]

ตารางที่ 2.1 แสดงตัวอย่างการติดต่อสื่อสารข้อมูล 3 ระดับ [8]

Industrial communication			ระบบการสื่อสารข้อมูล
Factory level			EtherNet TCP/IP
Control level			ARCNET, ControlNet, INTERBUS, PROFIBUS-FMS
Field level	Process Bus Network (Analog) (Up to 1000 Bytes)		FOUNDATION field bus, HART,INTERBUS, LON, PROFIBUS-FMS, PROFIBUS-PA
	Device Bus Network (Discrete)	Byte-wide data (8-256 Bytes)	BITBUS, CAN, CANopen, DeviceNet ,FOUNDATION field bus, INTERBUS-S, PROFIBUS-DP, Smart Distributed System(SDS), Modbus RTU/ASII
		Bit-wide data (น้อยกว่า 8 bits)	AS Interface, INTERBUS LOOP, Seriplex

ข้อแตกต่างระหว่างการสื่อสารทั้งสัญญาณแอนะล็อก ไวร์เลสฮาร์ท และ ฟาวน์เดชันฟิลด์บัส ทั้ง 3 รูปแบบนั้น บนระบบควบคุมและแสดงผลเดียวกัน จะแสดงได้ในรูปของ OSI Model ซึ่งจะมีข้อแตกต่างในโครงสร้างของการสื่อสารโดยถ้าในกรณีที่เป็นการสื่อสารแบบไวร์เลสฮาร์ท และ ฟาวน์เดชันฟิลด์บัสจะมีการใช้ Layer การสื่อสาร ดังจะกล่าวในบทนี้

2.3 Open Systems Interconnection (OSI) [9][10]

OSI Model เป็นมาตรฐานที่ใช้อ้างอิงถึงวิธีการในการส่งข้อมูลจากComputerเครื่องหนึ่งผ่าน Network ไปยัง Computer อีกเครื่องหนึ่ง ซึ่งหากไม่มีการกำหนดมาตรฐานกลางแล้วการพัฒนาและใช้งานที่เกี่ยวกับ Network ทั้ง Hardware และ Software ของผู้ผลิตที่เป็นคนละยี่ห้อ อาจเกิดปัญหาเนื่องจากการไม่สามารถทำงานร่วมกันได้

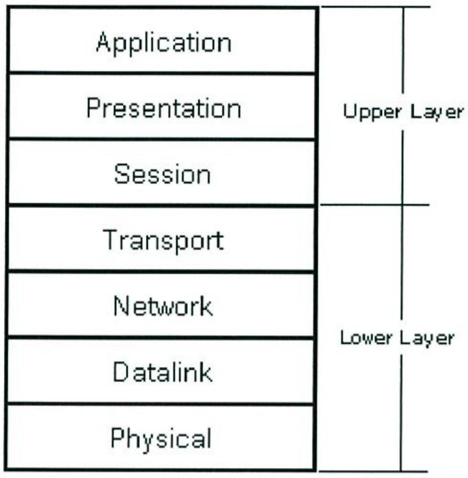
OSI เป็น model ในระดับแนวคิด ประกอบด้วย Layer ต่างๆ 7 ชั้น แต่ละ Layer จะอธิบายถึงหน้าที่การทำงานกับข้อมูล

OSI Model พัฒนาโดย International Organization for Standardization (ISO) ในปี 1984 และเป็นสถาปัตยกรรมโมเดลหลักที่ใช้อ้างอิงในการสื่อสารระหว่าง Computer โดยข้อดีของ OSI Model คือแต่ละ Layer จะมีการทำงานที่เป็นอิสระจากกัน ดังนั้นจึงสามารถออกแบบอุปกรณ์ของแต่ละ Layer แยกจากกันได้ และการปรับปรุงใน Layer หนึ่งจะไม่มีผลกระทบกับ Layer อื่นๆ

7 Layer ของ OSI Model สามารถแบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม คือ upper layers และ lower layers

Upper layers โดยทั่วไปจะเป็นส่วนที่พัฒนาใน Software Application โดยประกอบด้วย Application Layer, Presentation Layer และ Session Layer

Lower Layer จะเป็นส่วนที่ทำหน้าที่ในการสื่อสารข้อมูลซึ่งอาจจะพัฒนาได้ทั้งแบบเป็น Software และHardware



รูปที่ 2.3 การแบ่งกลุ่ม OSI Model [10]

OSI Model ประกอบด้วย 7 Layer โดยแต่ละ Layer ของ OSI Model จะมีหน้าที่ต่างกันดังนี้

1. Physical Layer ชั้น Physical เป็นการอธิบายคุณสมบัติทางกายภาพ เช่น คุณสมบัติทางไฟฟ้า และกลไกต่างๆ ของวัสดุที่ใช้เป็นสื่อกลาง ตลอดจนสัญญาณที่ใช้ในการส่งข้อมูล คุณสมบัติที่กำหนดไว้ในชั้นนี้ประกอบด้วยคุณลักษณะทางกายภาพของสาย, อุปกรณ์เชื่อมต่อ (Connector), ระดับความตางศักย์ของไฟฟ้า (Voltage) และอื่นๆ เช่น อธิบายถึงคุณสมบัติของสาย Unshield Twisted Pair (UTP)

2. Datalink Layer ชั้น Datalink เป็นชั้นที่อธิบายถึงการส่งข้อมูลไปบนสื่อกลาง ชั้นนี้ยังได้ถูกแบ่งออกเป็นชั้นย่อย (SubLayer) คือ Logical Link Control (LLC) และ Media Access Control (MAC) การแบ่งแยกเช่นนี้จะทำให้ชั้น LLC ชั้นเดียวสามารถจะใช้ชั้น MAC ที่แตกต่างกันออกไปได้หลายชั้น ชั้น MAC นั้นเป็นการดำเนินการเกี่ยวกับแอดเดรสทางกายภาพอย่างที่ใช้ในมาตรฐานอีเทอร์เน็ตและโทเคนริง แอดเดรสทางกายภาพนี้จะถูกฝังมาในการ์ดเครือข่ายโดยบริษัทผู้ผลิตการ์ดนั้น แอดเดรสทางกายภาพนั้นเป็นคนละอย่างกับแอดเดรสทางตรรกะ เช่น IP Address ที่จะถูกใช้งานในชั้น Network เพื่อความชัดเจนครบถ้วนสมบูรณ์ของการใช้ชั้น Data-Link นี้

3. Network Layer ในขณะที่ชั้น Data-Link ให้ความสนใจกับแอดเดรสทางกายภาพ แต่การทำงานในชั้น Network จะให้ความสนใจกับแอดเดรสทางตรรกะ การทำงานในชั้นนี้จะเป็นการเชื่อมต่อและการเลือกเส้นทางนำพาข้อมูลระหว่างเครื่องสองเครื่องในเครือข่าย

ชั้น Network ยังให้บริการเชื่อมต่อในแบบ "Connection Oriented" อย่างเช่น X.25 หรือ บริการแบบ "Connectionless" เช่น Internet Protocol ซึ่งใช้งานโดยชั้น Transport ตัวอย่างของบริการหลักที่ชั้น Network มีให้คือ การเลือกส้นทางนำพาข้อมูลไปยังปลายทางที่เรียกว่า Routing

ตัวอย่างของโปรโตคอลในชั้นนี้ประกอบด้วย Internet Protocol (IP) และ Internet Control Message Protocol(ICMP)

4. Transport Layer ในชั้นนี้มีบางโปรโตคอลจะให้บริการที่ค่อนข้างคล้ายกับที่มีในชั้น Network โดยมีบริการด้านคุณภาพที่ทำให้เกิดความน่าเชื่อถือ แต่ในบางโปรโตคอลที่ไม่มีการดูแลเรื่องคุณภาพดังกล่าวจะอาศัยการทำงานในชั้น Transport นี้เพื่อเข้ามาช่วยดูแลเรื่องคุณภาพแทน เหตุผลที่สนับสนุนการใช้งานชั้นนี้ก็คือ ในบางสถานการณ์ของชั้นในระดับล่างทั้งสาม (คือชั้น Physical, Data-Link และ Network) ดำเนินการโดยผู้ให้บริการโทรคมนาคม การจะเพิ่มความมั่นใจในคุณภาพให้กับผู้ใช้บริการก็ด้วยการใช้ชั้น Transport นี้

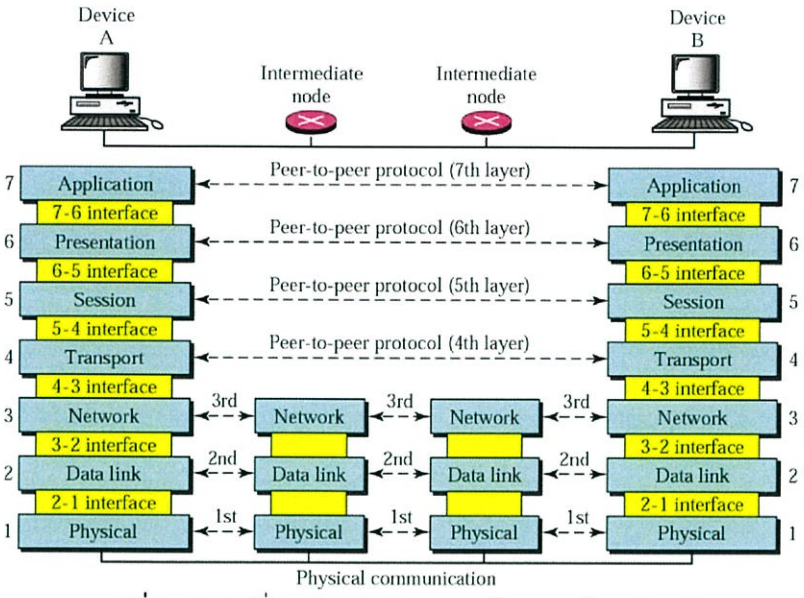
"Transmission Control Protocol(TCP) เป็นโปรโตคอลในชั้น Transport ที่มีการใช้งานกันมากที่สุด"

5. Session Layer ชั้น Session ทำหน้าที่สร้างการเชื่อมต่อ, การจัดการระหว่างการเชื่อมต่อ และการตัดการเชื่อมต่อคำว่า "เซสชัน" (Session) นั้นหมายถึงการเชื่อมต่อกันในเชิงตรรกะ (Logic) ระหว่างปลายทางทั้งสองด้าน (เครื่อง 2 เครื่อง) ชั้นนี้อาจไม่จำเป็นต้องถูกใช้งานเสมอไปอย่างเช่นถ้าการสื่อสารนั้นเป็นไปในแบบ "Connectionless" ที่ไม่จำเป็นต้องเชื่อมต่อ เป็นต้น ระหว่างการสื่อสารในแบบ "Connection-less" ทุกๆ แพ็คเก็ต (Packet) ของข้อมูลจะมีข้อมูลเกี่ยวกับเครื่องปลายทางที่เป็นผู้รับติดอยู่อย่างสมบูรณ์ในลักษณะของจดหมายที่มีการจ่าหน้าซองอย่างถูกต้องครบถ้วน ส่วนการสื่อสารในแบบ "Connection Oriented" จะต้องมีการดำเนินการบางอย่างเพื่อให้เกิดการเชื่อมต่อ หรือเกิดเป็นวงจรในเชิงตรรกะขึ้นมาก่อนที่การรับ/ส่งข้อมูลจะเริ่มต้นขึ้น แล้วเมื่อการรับ/ส่งข้อมูลดำเนินไปจนเสร็จสิ้นก็ต้องมีการดำเนินการบางอย่างเพื่อที่จะตัดการเชื่อมต่อลง ตัวอย่างของการเชื่อมต่อแบบนี้ได้แก่การใช้โทรศัพท์ที่ต้องมีการกดหมายเลขปลายทาง จากนั้นก็ต้องมีการดำเนินการบางอย่างของระบบจนกระทั่งเครื่องปลายทางมีเสียงดังขึ้น การสื่อสารจะเริ่มขึ้นจริงเมื่อมีการทักทายกันของคู่สนทนา จากนั้นเมื่อคู่สนทนาฝ่ายใดฝ่ายหนึ่งวางหูก็ต้องมีการดำเนินการบางอย่างที่จะตัดการเชื่อมต่อลงชั้น Session นี้มีระบบการติดตามด้วยว่าฝั่งใดที่ส่งข้อมูลซึ่งเรียกว่า "Dialog Management"

Simple Mail Transport Protocol (SMTP), File Transfer Protocol (FTP) และ Telnet เป็นตัวอย่างของโปรโตคอลที่นิยมใช้ และมีการทำงานครอบคลุมในชั้น Session, Presentation และ Application

6. Presentation Layer ชั้น Presentation ให้บริการทำการตกลงกันระหว่างสองโปรโตคอลถึงไวยากรณ์ (Syntax) ที่จะใช้ในการรับ/ส่งข้อมูล เนื่องจากว่าไม่มีการรับรองถึงไวยากรณ์ที่จะใช้ร่วมกัน การทำงานในชั้นนี้จึงมีบริการในการแปลข้อมูลตามที่ได้รับการร้องขอด้วย

7. Application Layer ชั้น Application เป็นชั้นบนสุดของแบบจำลอง ISO/OSI เป็นชั้นที่ใช้บริการของชั้น Presentation (และชั้นอื่นๆ ในทางอ้อมด้วย) เพื่อประยุกต์ใช้งานต่างๆ เช่น การทำ E-mail Exchange (การรับ/ส่งอีเมล์), การโอนย้ายไฟล์ หรือการประยุกต์ใช้งานทางด้านเครือข่ายอื่น ๆ

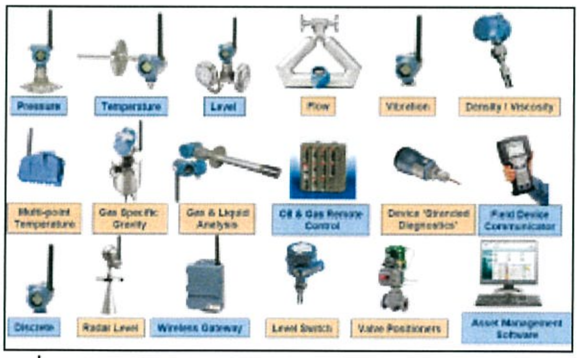


รูปที่ 2.4 การสื่อสารระหว่างเลเยอร์ในแบบจำลอง OSI

2.4 การสื่อสารแบบไวร์เลสฮาร์ท [9]

ปัจจุบันเทคโนโลยีไร้สาย (Wireless Technology) กำลังทำให้เกิดการเป็นการเปลี่ยนแปลงในวงการ Process Automation อีกครั้งด้วยการเปิดโอกาสให้เราได้วัดค่าต่างๆ ในกระบวนการผลิตที่เราไม่เคยได้วัด เนื่องจากค่าติดตั้งมีราคาสูงกว่าตัวเครื่องมือวัดมาก หรืออาจจะด้วยเหตุอื่นใดก็ตาม

สื่อสารสำหรับเครื่องมือวัดแบบไร้สายต้องการเพียงงานติดตั้งเครื่องมือวัดเข้ากับสิ่งที่ต้องการวัดเท่านั้นเพราะพลังงานที่จ่ายให้เครื่องมือเหล่านั้นก็มาจาก Power Module ซึ่งอยู่ภายในตัว



รูปที่ 2.5 HART devices, tools and systems

ตัวอย่างงานที่สามารถนำเทคโนโลยีไร้สายไปประยุกต์ใช้ ได้แก่

- การติดติดตามสถานะของ Relief Valve หรือ On-Off Valve
- การติดตามความสั่นสะเทือนของเครื่องจักรแบบ On-line
- การป้องกันการล้น (Over Spill)
- การวัดอัตราการไหลและความดันของ Pipe line

- งานติดตามตำแหน่งของพนักงานหรือยานพาหนะซึ่งเข้าไปทำงานในเขตอันตราย
- การให้พนักงานใช้ซอฟต์แวร์ในงานซ่อมบำรุงกับคอมพิวเตอร์แบบมือถือที่หน้างาน
- การติดต่อสื่อสารระหว่างพนักงานโดยผ่านเครือข่ายไร้สายในรูปแบบ VOIP (Voice Over Internet Protocol)

สถาปัตยกรรมเครือข่ายของเทคโนโลยีไร้สายสำหรับงานอุตสาหกรรมแบ่งได้เป็น 2 ระดับ คือ Wireless Plant Network และ Wireless Field Network ซึ่งมีการทำงานร่วมกัน

Wireless Field Network ใช้เทคโนโลยีของไวร์เลสฮาร์ท ซึ่งอยู่บนมาตรฐาน IEEE 802.15.4 ในย่านความถี่ 2.4 GHz ซึ่งให้เสถียรภาพงานสื่อสารระดับสูงด้วย Mesh Topology โดยเครื่องมือวัดแต่ละตัวมีความสามารถในการหาเส้นทางที่ดี ที่สุดในเวลานั้นๆด้วยตัวเอง ทำให้อุปกรณ์เหล่านี้สามารถใช้งานในภาวะที่มีการกีดขวางได้เป็นอย่างดี

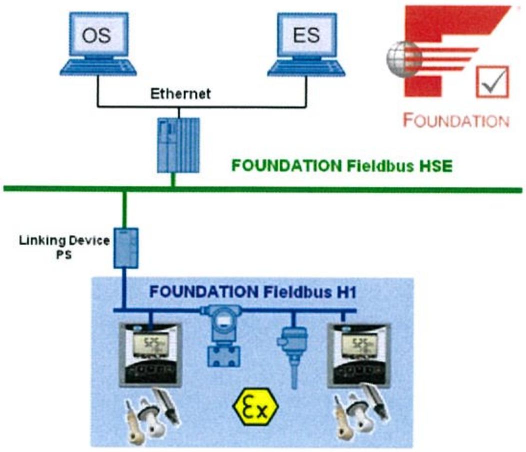
ในส่วนของ Wireless Plant Network นั้น หัวใจเครือข่ายคือ Access Point ซึ่งทำงานเป็น Wireless Mesh บนมาตรฐาน IEEE 802.3 a/b/y 1 ซึ่งทำหน้าที่ส่งผ่านข้อมูลจาก Wireless Field Network และ Application ต่างๆ จากหน้างานเข้าสู่ระบบควบคุมและระบบอื่นๆ ในห้องควบคุม

OSI Layer	HART
Application	Command Oriented. Predefined Data Types and Application Procedures
Transport	Auto-Segmented transfer of large data sets, reliable stream transport, Negotiated Segment sizes
Network	Power-Optimized Redundant Path, Mesh to the edge Network
Data Link	Secure, Time Synched TDMA/CSMA, Frequency Agile with ARQ
Physical	2.4 GHz Wireless 802.15.4 based radios, 10dBm Tx Power

รูปที่ 2.6 การอ้างอิงโมเดล OSI ของไวร์เลสฮาร์ท [10]

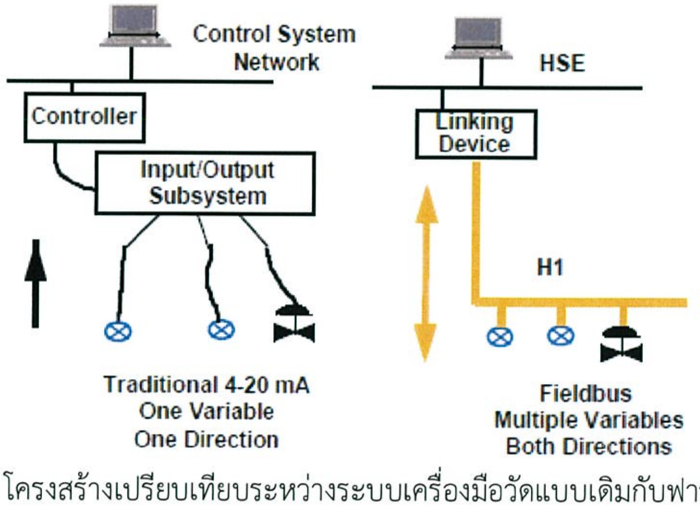
2.5 การสื่อสารแบบฟาวน์เดชันฟิลด์บัส [4], [5]

ฟาวน์เดชันฟิลด์บัส เป็นการสื่อสารแบบอนุกรม (Series) ด้วยสัญญาณดิจิตอลแบบสองทิศทางระหว่างเครื่องมือวัดกับระบบควบคุมหรือระหว่างเครื่องมือวัดเอง สามารถแบ่งตามความเร็วในการสื่อสารข้อมูลได้เป็นสองชนิดคือ H1 Fieldbus ซึ่งมีความเร็วในการรับส่งข้อมูลที่ระดับ 31.25 กิโลบิตต่อวินาที (kbit/s) เป็นเครือข่ายที่ใช้ในการเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์เครื่องมือวัด เช่น เซนเซอร์ (Sensor) และ Actuator กับหน่วยอินพุตหรือเอาต์พุต และ HSE Fieldbus หรือระบบสื่อสารความเร็วสูง (High Speed Ethernet) มีความเร็วในการรับส่งข้อมูลที่ระดับ 100 เมกะบิตต่อวินาที (Mbit/s) เป็นบัสที่ใช้ในการเชื่อมต่อระหว่างหน่วยควบคุมที่มีความเร็วในการทำงานสูงเช่น พีแอลซี (PLC), ระบบย่อยของเอชวัน (H1 Subsystem), หน่วยเก็บข้อมูลระบบ (Data Server)และหน่วยเชื่อมต่อกับผู้ใช้งาน (Workstation) เป็นต้น โครงสร้างของระบบฟาวน์เดชันฟิลด์บัสแสดงดังรูปที่ 2.7

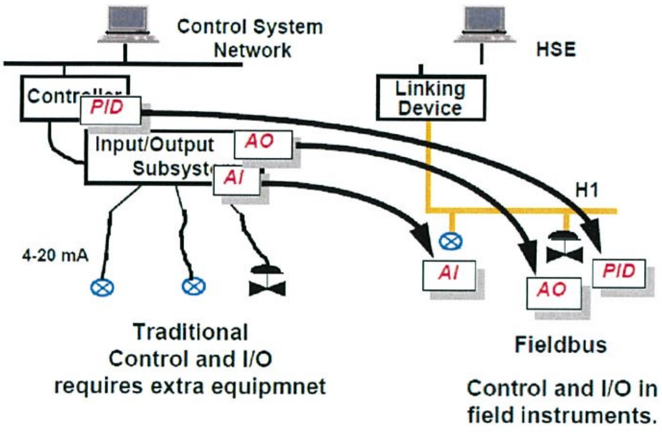


รูปที่ 2.7 โครงสร้างของฟาวน์เดชันฟิลด์บัส

ฟาวน์เดชันฟิลด์บัสเป็นเทคโนโลยีการสื่อสารที่มีคุณสมบัติเด่นคือ สามารถกระจายหน่วยควบคุมไปยังส่วน ต่าง ๆ ที่อยู่ภายในเครือข่ายได้ รูปที่ 2.8 แสดงการเปรียบเทียบระบบเครื่องมือวัดที่ใช้ในการควบคุมแบบเก่าและระบบฟาวน์เดชันฟิลด์บัส ซึ่งจะเห็นว่าระบบเครื่องมือวัดแบบดั้งเดิมที่ใช้สัญญาณกระแส 4-20 มิลลิแอมป์ จะมีศูนย์กลางการควบคุมอยู่ที่ตัวควบคุม (Controller) และ มีสายสัญญาณเชื่อมต่อระหว่างเครื่องมือวัดไปยังหน่วยอินพุตและเอาต์พุตแบบตัวต่อตัว การควบคุมจะถูกสั่งการมาจากตัวควบคุมทั้งหมด ส่วนระบบฟาวน์เดชันฟิลด์บัสจะใช้เพียงสายสัญญาณเส้นเดียวจากตัวควบคุมกลางหรือโฮส (Host) ไปยังเครื่องมือวัดตัวแรกและต่อไปยังตัวต่อ ๆ ไป โดยจะมีการกำหนดชุดคำสั่งควบคุมหรือฟังก์ชันบล็อกในแต่ละวงควบคุม (Control Loop) ให้กระจายไปอยู่ภายในตัวอุปกรณ์แต่ละตัว ซึ่งคุณสมบัติในการกำหนดชุดคำสั่งควบคุมเหล่านี้จะขึ้นอยู่กับความสามารถของอุปกรณ์นั้น ๆ



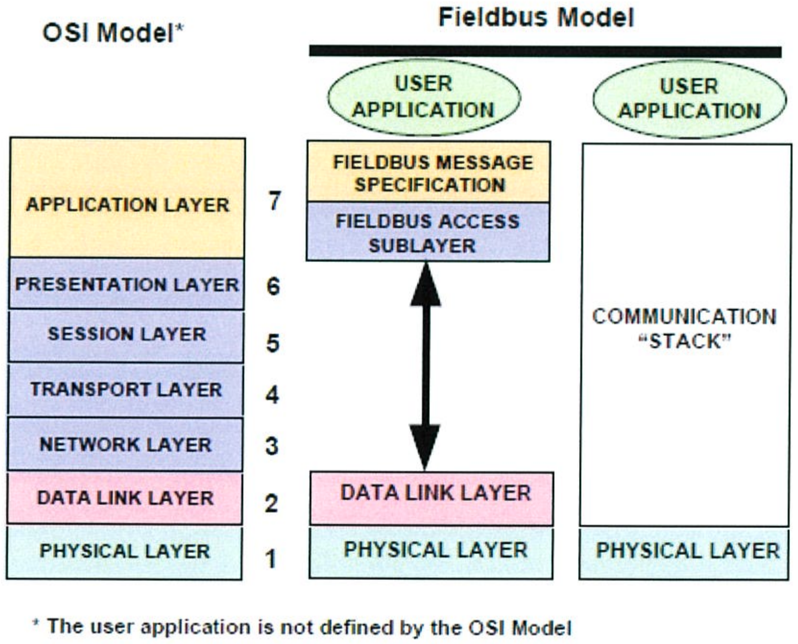
รูปที่ 2.8 (ก) โครงสร้างเปรียบเทียบระหว่างระบบเครื่องมือวัดแบบเดิมกับฟาวน์เดชันฟิลด์บัส



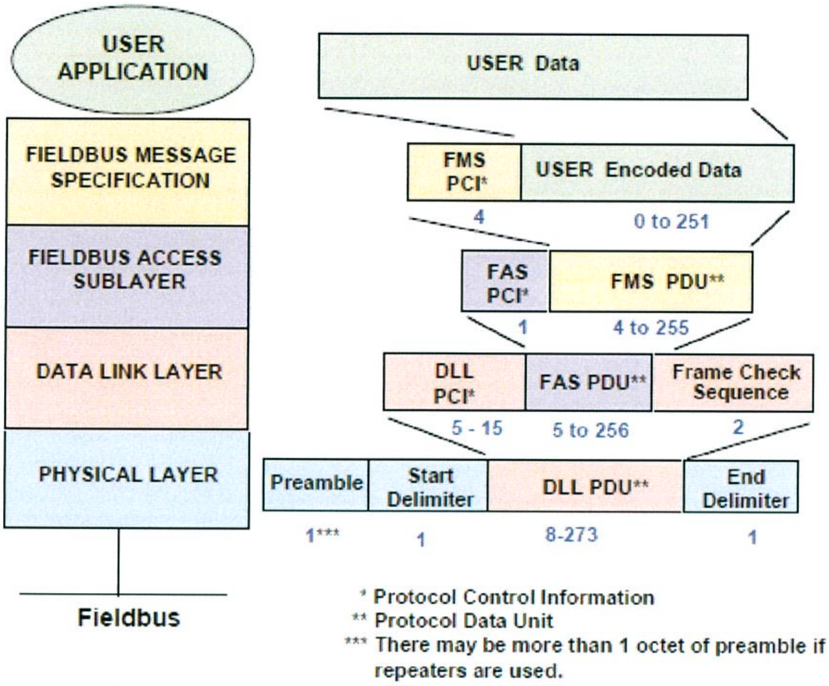
รูปที่ 2.8 (ข) โครงสร้างเปรียบเทียบระหว่างระบบเครื่องมือวัดแบบเดิมกับฟาวน์เดชันฟิลด์บัส

2.5.1 โมเดลการสื่อสารของฟาวน์เดชันฟิลด์บัส H1 [4],[5]

ฟาวน์เดชันฟิลด์บัส H1 อ้างอิงถึงโมเดลของ OSI ในระดับชั้น Physical Layer, Data Link Layer และ Application Layer โดยฟาวน์เดชันฟิลด์บัสประกอบด้วย Physical Layer, Communication Stack และ User Layer ดังรูปที่ 2.9 โดย Communication Stack จะประกอบด้วย Data Link Layer และ Application Layer สำหรับ User Layer เป็นระดับชั้นที่รองรับการทำงานของ Function Blocks และ Device Description ซึ่งขึ้นอยู่กับ Communication Stack เป็นหลัก ดังรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.9 การอ้างอิงโมเดล OSI ของฟาวน์เดชันฟิลด์บัส

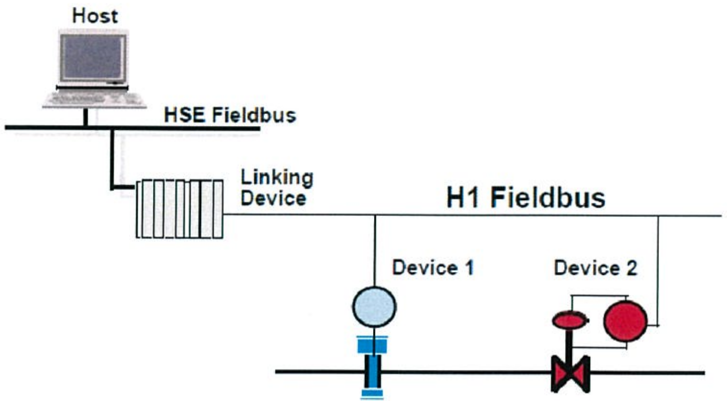


รูปที่ 2.10 โครงสร้างของโปรโตคอลในฟาวน์เดชันฟิลด์บัส H1

ในรูปที่ 2.11 แสดงโครงสร้างพื้นฐานของการเชื่อมต่ออุปกรณ์บนเครือข่ายตามเทคโนโลยีฟาวน์เดชันฟิลด์บัสที่ใช้บัส 2 แบบในการเชื่อมต่อ คือ

- บัส H1 เป็นการเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ระดับฟิลด์หรืออุปกรณ์อินพุต-เอาต์พุตต่างๆ
- บัส HSE เป็นการเชื่อมต่อตัวควบคุม ระบบย่อย (Subsystems) ผ่านอุปกรณ์เชื่อมต่อ (Linking Device) เครื่องควบคุม (Host) และเชื่อมต่อไปยังเครื่องเซอร์ฟเวอร์ (Data Savers) และ Workstation ต่าง ๆ

จากความสามารถเทคโนโลยีฟาวน์เดชันฟิลด์บัส ที่ถูกออกแบบให้สามารถเก็บข้อมูลลงในเครื่องเซอร์ฟเวอร์ได้ ทำให้การดึงข้อมูลจากกระบวนการผลิตทำได้ง่ายและสะดวกขึ้น เป็นการเพิ่มขีดความสามารถในการบริหารและจัดการ ซึ่งครอบคลุมไปถึงการเชื่อมโยงระหว่างโรงงานต่างๆ ในเครือข่ายกับสำนักงานใหญ่ได้ (Business Enterprise) ทำให้กระบวนการผลิตทางอุตสาหกรรมก้าวเข้าไปสู่ระบบอัตโนมัติได้ง่ายขึ้น

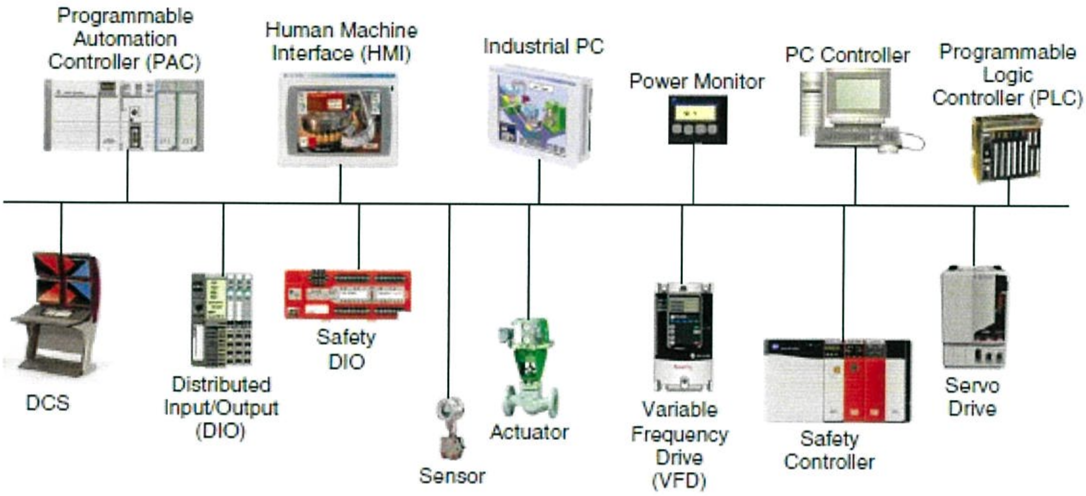


รูปที่ 2.11 โครงสร้างพื้นฐานสำหรับการเชื่อมต่ออุปกรณ์ด้วยเทคโนโลยีฟาวน์เดชันฟิลด์บัส

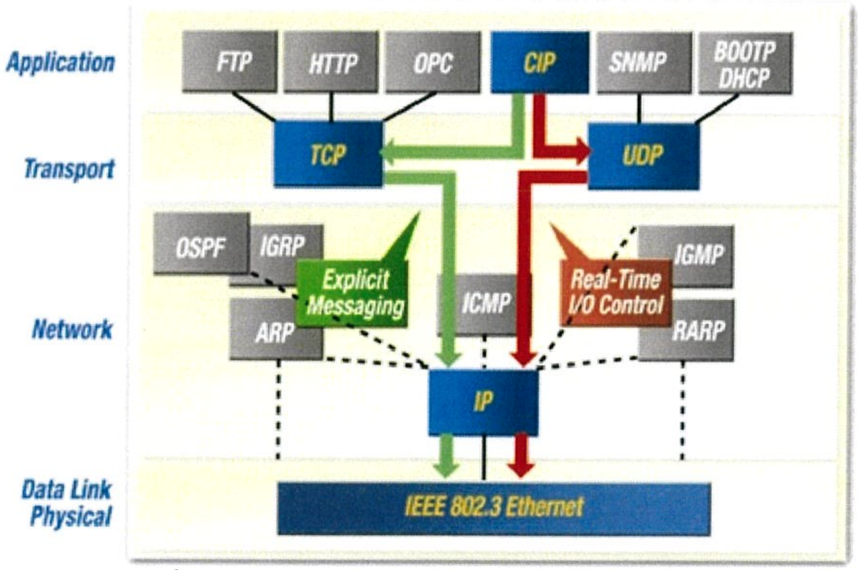
2.6 Ethernet Network [9]

Ethernet Network เป็นเครือข่ายเชื่อมต่ออุปกรณ์และคอมพิวเตอร์เพื่อรับ-ส่งข้อมูล ที่ใช้งานกันอยู่แพร่หลายทั่วไป ถูกสร้างขึ้นมาโดยความร่วมมือระหว่าง XEROX และ Intel ในปี 1973

จากนั้นตั้งแต่ปี 1990 เป็นต้นมา ทาง Rockwell ได้พัฒนา Ethernet Network ขึ้นใหม่ เรียกว่า EtherNet/IP(EtherNet Industrial Protocol) ภายใต้ CIP Protocol(Common Industrial Protocol) เพื่อใช้เป็นเนตเวิร์กของระบบควบคุมในอุตสาหกรรม เช่น รับ-ส่งข้อมูลระหว่างพีแอลซี หรือ อุปกรณ์ควบคุมอื่นๆ



รูปที่ 2.12 เครือข่ายเชื่อมต่ออุปกรณ์ Ethernet Network [8]



รูปที่ 2.13 OSI Model ของ Ethernet Network [9]

- EtherNet/IPCIP สามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. Explicit message ใช้กับข้อมูลที่ไม่ต้องสนใจเรื่องของเวลา (time critical) ข้อมูลจะถูกส่งผ่าน TCP/IP แบบ Unscheduled ตามการร้องของ Client/Server เช่น คำสั่ง MSG

2. Implicit message หรือเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า I/O message เพราะใช้สำหรับส่งข้อมูลของ I/O ที่ให้ความสำคัญเรื่องเวลาในการรับ-ส่งข้อมูลเป็นอย่างมาก ข้อมูลจะถูกส่งผ่าน UDP/IP แบบ Scheduled ตามช่วงเวลาของค่า RPI ที่กำหนด เช่น Produce-Consumed Tag หรืออุปกรณ์ที่ติดต่อกับ Controller ผ่าน Ethernet Module Profile

- Ethernet TCP/IP

Ethernet TCP/IP เป็นโปรโตคอลที่คุ้นเคยดีในเรื่องของ internet อุปกรณ์ทั้งซอฟแวร์และฮาร์ดแวร์ ซึ่งเป็นเทคโนโลยีการควบคุมระดับสูงสุดในโรงงาน

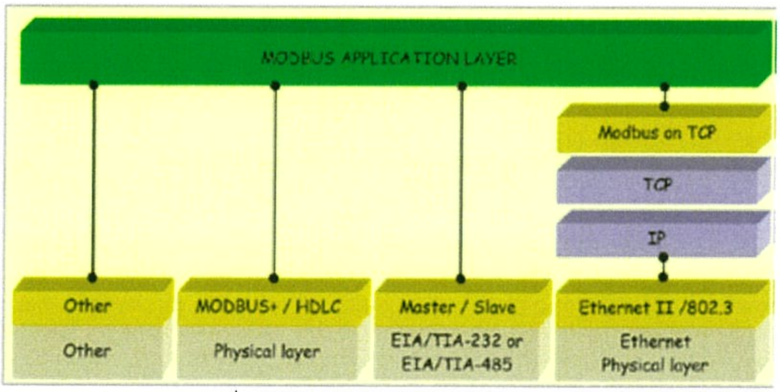
ประวัติของ TCP/IP มีกาเนิดมาจากระบบเครือข่าย ชื่อ ARPANET ในปี 1970 ซึ่งได้รับการสนับสนุนการวิจัยจากกระทรวงกลาโหมประเทศสหรัฐอเมริกา ได้มีการพัฒนาจนเป็นมาตรฐานในการรับ-ส่งข้อมูลผ่านระบบเครือข่ายอย่างเป็นทางการเมื่อวันที่ 1 มกราคม ค.ศ. 1983 ซึ่งปรากฏจานวนระบบเครือข่าย และผู้ใช้เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วเรียกว่าเป็นระบบอินเตอร์เน็ต (internet)

- Industrial Ethernet

Industrial Ethernet ได้ถูกพัฒนาเร็วมากและได้ก้าวข้ามปัญหาเกี่ยวกับความเชื่อถือได้ที่ต่ำไม่เพียงพอต่องานระบบอุตสาหกรรม หนึ่งในเหตุผลสำหรับความสำเร็จของ Industrial Ethernet คือการใช้งานที่ง่ายและราคาติดตั้งที่ไม่สูงเนื่องจากมีผลิตภัณฑ์ในตลาดเป็นจำนวนมาก ในยุคเริ่มแรก Ethernet ใช้แค่เพียงวิธีการที่เรียกว่า CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access/Collision Detect) เท่านั้น ซึ่งมีข้อด้อยในเรื่องการไม่สามารถคาดการณ์เวลาที่จะได้รับข้อมูล จึงไม่เหมาะสมกับงานควบคุมกระบวนการผลิต

2.7 MODBUS TCP/IP Protocol [10]

โปรโตคอล MODBUS เป็นโปรโตคอลเพื่อการสื่อสารข้อมูลอินพุต/เอาต์พุตและ register ภายในพีแอลซี ถูกคิดค้นและพัฒนาโดย บริษัท Modicon ประเทศสหรัฐอเมริกา ปัจจุบันคือ บริษัท Schneider Electric มาตรฐาน MODBUS อ้างอิงตามโมเดลมาตรฐาน OSI Model ในชั้น DataLink Layer และ Application Layer เท่านั้น หมายความว่า ขั้นตอนในการทำงานของระดับชั้น Physical Layer สามารถใช้งานจากมาตรฐานใดก็ได้ จึงทำให้ MODBUS Protocol เป็นโปรโตคอลที่เป็นที่นิยมใช้กันอย่างกว้างขวางในงานอุตสาหกรรม

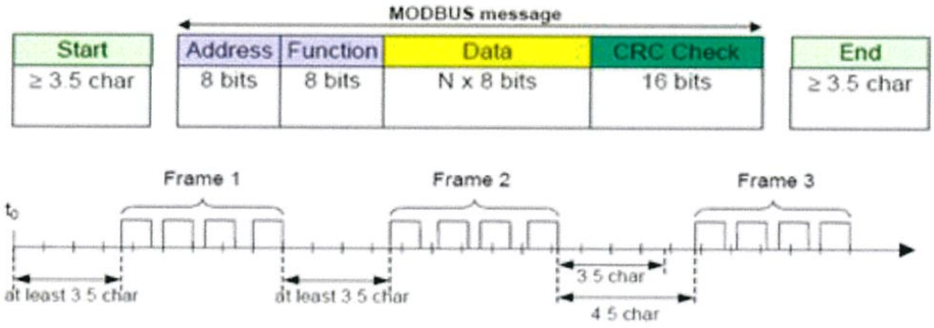


รูปที่ 2.14 โครงสร้างการสื่อสารของ MODBUS Protocol ตาม OSI Model [10]

MODBUS Protocol เป็นโปรโตคอลที่ค่อนข้างง่าย เป็นระบบเปิด ไม่มีค่าใช้จ่าย สามารถเชื่อมต่อและพัฒนาได้ง่าย จึงนับเป็นโปรโตคอลที่ยอมรับและนิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในงานอุตสาหกรรม อีกทั้งยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้กับอุปกรณ์อื่นๆ เช่น Digital Power Meter, RTU (Remote Terminal Unit), Remote I/O, PLC นอกจากนี้ยังรองรับการทำงานร่วมกับระบบ SCADA และ HMI Software ได้อีกด้วย

2.7.1 หลักการของ MODBUS Protocol [10]

โปรโตคอล MODBUS ใช้หลักการสื่อสารแบบ Master/Slave โดยในเครือข่ายจะมี Master ได้เพียงตัวเดียว (ส่วนใหญ่เป็นซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์หรืออุปกรณ์แสดงผล HMI) และมี Slave ได้หลายตัว โดยสามารถกำหนดหมายเลขอุปกรณ์ได้สูงสุด 255 เครื่อง และสามารถมีจำนวนโหนด (Node) ได้มากถึง 247 โหนด ในการสื่อสารนั้น ตัว Master จะต้องทำการร้องขอข้อมูลไปที่ Slave ก่อนเสมอ จากนั้น Slave จึงจะตอบสนองกลับมา จะไม่มีการสื่อสารระหว่าง Slave กับ Slave ด้วยกันเอง นิยมใช้ในอุปกรณ์พวกตัวควบคุมพีแอลซี ดิจิตอลมิเตอร์และระบบประมวลผลข้อมูลต่างๆ โดยมีโครงสร้างของเฟรมการสื่อสารข้อมูลดังรูป ในส่วนของ Address จะระบุถึงอุปกรณ์ที่กำลังถูกดึงข้อมูล ในส่วนของ Function จะระบุถึงคำสั่งที่ Master สั่งการไปยัง Slave ยกตัวอย่างเช่น การอ่านค่าสัญญาณแอนะล็อกและดิจิตอลในตัว Slave ในส่วนของ Data คือข้อมูลที่ตัว Slave ส่งไปยังตัว Master หรือจากตัว Master ส่งไปยัง Slave และส่วน CRC Check คือส่วนของการตรวจสอบ error ใช้เพื่อสร้างความมั่นใจว่าตัวรับสามารถตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลได้



รูปที่ 2.15 รูปแบบเฟรมของโปรโตคอล MODBUS

ในโปรโตคอล MODBUS จะมีลักษณะการรับส่งข้อมูล 2 แบบ คือ แบบแอสกี (ASCII) เรียกว่า MODBUS ASCII และข้อมูลแบบเลขฐานสอง (Binary) เรียกว่า MODBUS RTU ซึ่งมีความแตกต่างกันที่การกำหนดรูปแบบของชุดข้อมูลภายในเฟรม

2.7.2 MODBUS TCP/IP [10]

MODBUS TCP/IP ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อนำการสื่อสารแบบ Internet มาใช้งานร่วมกับอุปกรณ์จำพวก Ethernet Device ในการใช้งานระยะสำหรับการเดินสาย LAN คือ 100 เมตร โดยสามารถต่อขยายระยะในการสื่อสารได้จากอุปกรณ์ที่ชื่อว่า Repeater หรือในระบบ LAN จะเรียกว่า Hub หรือ Switch ซึ่งจะสามารถเพิ่มระยะทางได้อีก 100 เมตร นอกจากนี้ยังสามารถต่อ Repeater

ได้อีกไม่จำกัด การสื่อสารโดยทั่วไป ใช้ความเร็วที่ 100 Mbps และสามารถเชื่อมต่ออุปกรณ์ได้ไม่จำกัดจำนวน

ในการสื่อสารระหว่าง MODBUS ASCII/RTU กับ MODBUS TCP/IP จะใช้เกตเวย์ ในการติดต่อและแปลงรูปแบบการสื่อสารข้อมูล โดยการสื่อสารแบบ MODBUS ASCII/RTU จะเป็นการสื่อสารผ่านทาง RS-232/422/485 จะถูก เกตเวย์ เปลี่ยนให้เป็น MODBUS TCP/IP เพื่อให้ใช้งานในเครือข่าย Ethernet

MODBUS TCP เป็นระบบที่สร้างการสื่อสารของข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ต่างๆที่อยู่บน Ethernet TCP/IP Network ซึ่งอยู่ในระดับชั้น Application layer ใน OSI Model โดยจะทำหน้าที่ในการจัดเตรียม server และ client

สำหรับรูปแบบของข้อมูลที่ใช้ในการส่งมีทั้งหมด 4 แบบ คือ

- MODBUS Request เป็นข้อมูลจาก client ส่งไปยัง server นับเป็นการเริ่มต้นการติดต่อสื่อสาร
- MODBUS Indication เป็นข้อมูลจาก client ส่งไปยัง server
- MODBUS Response เป็นข้อมูลจาก server ส่งไปยัง client
- MODBUS Confirmation เป็นข้อมูลที่ส่งจาก server ไปยัง client เพื่อตอบรับการติดต่อสื่อสาร

การเก็บข้อมูลของ MODBUS เมื่อ Master ร้องขอข้อมูล ข้อมูลของ Slave จะถูกเก็บไว้ในตาราง 4 ตาราง โดย 2 ตารางแรกจะเก็บค่าของข้อมูลแบบ Discrete ที่เป็นค่า On/Off (Coil) และอีก 2 ตารางจะเก็บค่าของข้อมูลแบบ Register ทั้ง Coil และ Register ต่างก็มีตารางที่เป็นแบบ Read Only และ Read-Write โดยแต่ละตารางจะมีข้อมูลทั้งหมด 9,999 ค่า Coil ที่มีค่าเป็น Discrete แต่ละตัวจะถูกระบุด้วยตำแหน่ง Address ตั้งแต่ 0000-270E ซึ่งเป็นเลขฐานสิบหก รวมทั้ง Register แต่ละตัวจะใช้พื้นที่ 16 บิต = 2 ไบต์ = 1 word และมี Address ตั้งแต่ 0000-270E เช่นเดียวกัน

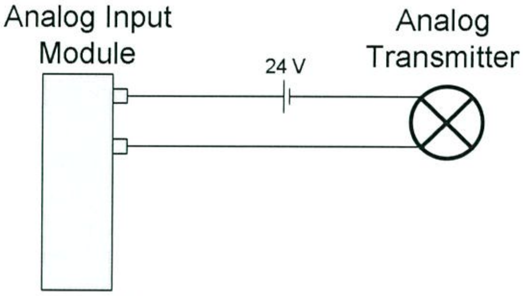
ตารางที่ 2.2 แสดงตัวอย่างการรับส่งข้อมูลของ MODBUS

Data Address	Coil/Register Number	Type	Table Name
0000-270E	1-9999	Read-Write	Discrete output coils
0000-270E	10001-19999	Read only	Discrete input contacts
0000-270E	30001-39999	Read only	Analog input registers
0000-270E	40001-49999	Read-Write	Analog output holding registers

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

2.8 กระบวนการสัญญาณแอนะล็อก

ในระบบของสัญญาณ แอนะล็อก เป็นระบบที่มีประสิทธิภาพสูงและเป็นที่นิยมใช้คือ 4-20 mA หมายความว่า เมื่อค่าวัดเป็น 0% เท่ากับกระแส 4 mA และค่าวัดเป็น 100 % เท่ากับกระแส 20 mA และค่าวัดซึ่งอยู่ในช่วง 0-100 % จะสัมพันธ์เป็นเชิงเส้นกับกระแส 4-20 mA



รูปที่ 2.16 Signal Transmitter

จากรูปที่ 2.16 จะใช้สายเพียง 2 เส้น ซึ่งสายนี้เป็นสัญญาณ Output ของ Transmitter และเป็นสายของ Power Supply สำหรับจ่ายเลี้ยงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ภายใน Signal Transmitter Output Signal ของ Transmitter แบบนี้เป็นสัญญาณ 4-20 mA เท่านั้น ข้อดีของ Transmitter แบบนี้คือ ประหยัดจำนวนสายในการติดตั้ง

2.9 กระบวนการของไวร์เลสฮาร์ท

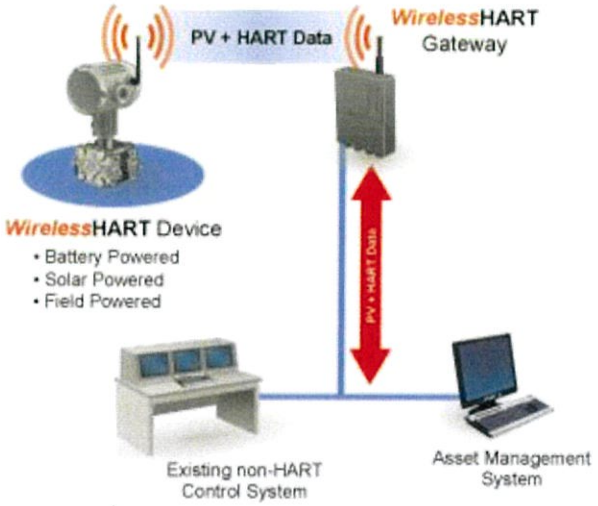
ไวร์เลส หมายถึง เครือข่ายไร้สายมักใช้กับระบบเครือข่าย ไม่ว่าจะเป็นในองค์กรหรือในระบบเครือข่ายอินเตอร์เน็ตระบบเครือข่ายไร้สาย (Wireless LAN : WLAN) หมายถึงเทคโนโลยีที่ช่วยให้การติดต่อสื่อสารระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ 2 เครื่องหรือกลุ่มของเครื่องคอมพิวเตอร์สามารถสื่อสารกันได้ รวมถึงการติดต่อสื่อสารระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์เครือข่ายคอมพิวเตอร์ด้วยเช่นกัน โดยปราศจากการใช้สายสัญญาณในการเชื่อมต่อ แต่จะใช้คลื่นวิทยุเป็นช่องทางการสื่อสารแทนการรับส่งข้อมูลระหว่างกันจะผ่านอากาศ ทำให้ไม่ต้องเดินสายสัญญาณและติดตั้งใช้งานได้สะดวกขึ้นระบบเครือข่ายไร้สายใช้แม่เหล็กไฟฟ้าผ่านอากาศเพื่อรับส่งข้อมูลข่าวสารระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ และระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์เครือข่ายโดยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้านี้อาจเป็นคลื่นวิทยุ (Radio) หรือ Infrared ก็ได้

เทคโนโลยีของ ไวร์เลส นั้นทำให้ลดการใช้สายไปได้เป็นจำนวนมากและยังทำให้เกิดความสะดวกสบายมากขึ้นเนื่องจากไม่ต้องทำการต่อสายไฟในการใช้งานอีกด้วยและเมื่อทำการสื่อสารแบบฮาร์ท เข้ามาใช้ในการส่งสัญญาณแบบไร้สายของ Emerson จึงเรียกระบบและเทคโนโลยีนี้ว่า สมาร์ท ไวร์เลส นั่นเอง

โปรโตคอลฮาร์ท (Highway Addressable Route Transducer) เป็นการสื่อสารการรับส่งข้อมูลในรูปแบบดิจิตอลผ่านทางสายเชื่อมต่อแบบ แอนะล็อก ซึ่งเป็นสัญญาณการสื่อสารที่มีความซับซ้อนอยู่ในสายเชื่อมต่อสัญญาณ 4-20mA ทำให้สามารถใช้การสื่อสารแบบ 2 ทิศทางได้และนำไปสู่การใช้งานเพื่อการสื่อสารกับ smart field instrument โปรโตคอล ฮาร์ท ให้ความเร็วในการสื่อสารอยู่ที่ 1200 bps ในกรณีที่ไม่มีการรบกวนสัญญาณ 4-20mA และยังสามารถใช้ host ในการอัพเดทสัญญาณดิจิตอลจาก smart field device ได้ 1-2 ครั้งต่อวินาที และเนื่องจากสัญญาณ FSK

139427

มีความต่อเนื่องของเฟสสัญญาณจึงทำให้ไม่มีการรบกวนสัญญาณ 4-20mA โปรโตคอล HART มีลักษณะเป็นแบบ master/slave ซึ่งหมายความว่า อุปกรณ์ smart field ที่เป็น slave จะสามารถโต้ตอบได้ก็ต่อเมื่อมีการสื่อสารมาจาก master เท่านั้น โปรโตคอล HART สามารถนำมาใช้ได้ในหลาย mode เช่น การสื่อสารแบบ point-to-point หรือ multi drop ใน smart field instruments และ central control หรือ monitoring system การสื่อสารโดยใช้ HART จะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อมีการสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ 2 ตัวที่สามารถใช้ HART ได้ ซึ่งโดยปกติแล้วจะเป็น smart field device และ control หรือ monitoring system ทั้งนี้จะต้องใช้สายสัญญาณและการเชื่อมต่อที่เป็นมาตรฐานด้วย สัญญาณดิจิตอลจะบรรจุข้อมูลจากอุปกรณ์ซึ่งประกอบไปด้วยสถานะของอุปกรณ์ ข้อมูลการวิเคราะห์อุปกรณ์ หรือค่าจากการคำนวณต่างๆ การสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ด้วยสัญญาณที่มี 2 ช่องช่วยในการลดค่าใช้จ่ายและทำให้การสื่อสารมีเสถียรภาพสูง นอกจากนี้ยังง่ายต่อการใช้งานและการปรับแต่งอีกด้วย



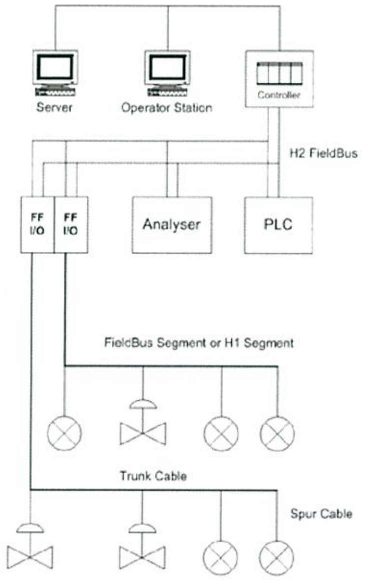
รูปที่ 2.17 WirelessHART Technology

เทคโนโลยีไวร์เลสฮาร์ท ปัจจุบันเทคโนโลยีไร้สาย (Wireless Technology) กำลังทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในวงการ Process Automation อีกครั้งด้วยการเปิดโอกาสให้เราได้วัดค่าต่างๆ ในกระบวนการผลิตที่เราไม่เคยได้วัด เนื่องจากค่าติดตั้งมีราคาสูงกว่าตัวเครื่องมือวัดมากหรืออาจจะด้วยเหตุอื่นใดก็ตาม สำหรับเครื่องมือวัดแบบไร้สายต้องการเพียงงานติดตั้งเครื่องมือวัดเข้ากับสิ่งที่ต้องการวัดเท่านั้นเพราะพลังงานที่จ่ายให้เครื่องมือเหล่านั้นก็มาจาก Power Module ซึ่งอยู่ภายในตัวมันนั่นเอง

2.10 กระบวนการของฟาวน์เดชันฟิลด์บัส

ในปัจจุบันระบบเครื่องมือวัดและการควบคุมสำหรับอุตสาหกรรมกระบวนการผลิตมีการพัฒนากันอย่างต่อเนื่อง เพื่อตอบสนองความต้องการจากผู้ใช้ทั้งในด้านจำนวนข้อมูล, ความเชื่อถือได้ของระบบควบคุมและสมรรถนะการทำงานที่เพิ่มขึ้น ดังนั้นจึงทำให้ระบบการสื่อสารหรือการส่งสัญญาณระหว่างเครื่องมือวัดและระบบควบคุมที่เป็นสัญญาณกระแสมาตรฐาน 4-20 mA จึงไม่สามารถรองรับขีดความสามารถที่เพิ่มขึ้นของเครื่องมือวัดต่าง ๆ เหล่านี้ได้ เพื่อให้การแลกเปลี่ยน

ข้อมูลระหว่างเครื่องมือวัดและระบบควบคุมมีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น และเพื่อให้ตัวแปรต่าง ๆ ที่อยู่ในเครื่องมือวัดสามารถจะส่งค่าตัวแปรต่าง ๆ ทั้งจากค่าที่วัดได้จากกระบวนการผลิตและค่าการวินิจฉัยความผิดปกติต่าง ๆ ไปแสดงค่าตัวแปรเหล่านี้บนระบบควบคุมเพื่อแจ้งเตือนไปยังผู้ปฏิบัติงาน ซึ่งจะเป็นประโยชน์อย่างมากในการตรวจสอบสถานะของเครื่องมือวัดและยังทำให้ผู้ใช้งานสามารถวางแผนการปรับเทียบหรือซ่อมบำรุงได้อย่างมีประสิทธิภาพ จึงมีความจำเป็นที่ต้องมีการพัฒนาระบบการสื่อสารเพื่อให้มีปริมาณการรับส่งข้อมูลได้มากขึ้น ระบบการควบคุมแบบ ฟิลด์บัส จึงเป็นเทคโนโลยีที่ได้มีการนำมาใช้ในการสื่อสารข้อมูล ทดแทนการสื่อสารแบบเก่าที่ใช้เป็นสัญญาณแอนะล็อกด้วยมาตรฐานสัญญาณกระแส 4–20 mA และเมื่อมีการนำระบบการสื่อสารแบบนี้ไปใช้งานแล้วยังสามารถทำให้ลดจำนวนสายไฟที่เชื่อมต่อระหว่างเครื่องมือวัดกับระบบควบคุมได้นอกจากนั้นยังสามารถลดขนาดและจำนวนตู้ (Cabinet) ที่ใช้ ซึ่งจะทำให้ห้องควบคุมกลางมีขนาดเล็กลงได้ ฟิลด์บัสเป็นระบบควบคุมที่ทำให้เครื่องมือวัดและควบคุมทำการสื่อสารระหว่างกันด้วยสัญญาณดิจิตอลแบบสองทิศทางบนเครือข่ายการสื่อสารเดียวกัน ดังแสดงในรูปที่ 2.18



รูปที่ 2.18 Two Communication Channels

2.11 พีแอลซี (SIEMENS S7-300)

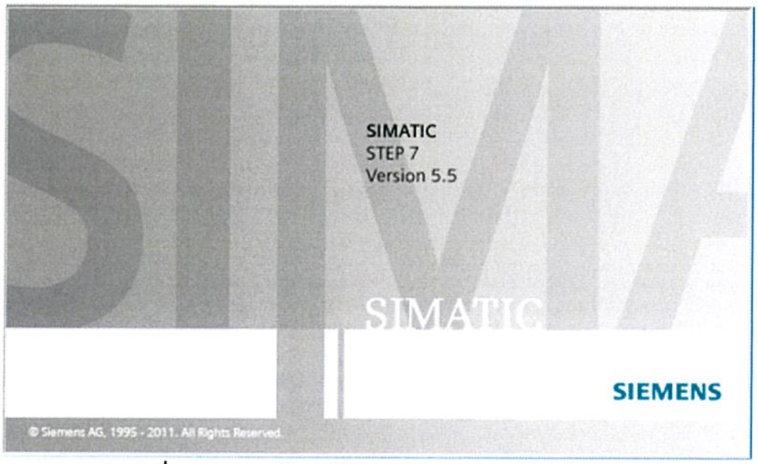
พีแอลซี (Programmable Logic Control) เป็นอุปกรณ์ควบคุมการทำงานของกระบวนการต่างๆ โดยภายในมีไมโครโปรเซสเซอร์ (Microprocessor) เป็นสมองสั่งการที่สำคัญ การที่จะสั่งการให้กระบวนการสามารถควบคุมได้อย่างอัตโนมัตินั้น ต้องผ่านโมดูลของพีแอลซีซึ่งจะมีทั้งส่วนที่เป็นอินพุตและเอาต์พุต (Input/Output) โดยให้เครื่องมือวัดหรือเซนเซอร์ (Sensor) ของกระบวนการต่อเข้ากับโมดูลที่เป็นอินพุต เครื่องมือวัดจะส่งสัญญามาตรฐานให้กับโมดูลอินพุต และสามารถสั่งการให้อุปกรณ์สุดท้ายของกระบวนการทำงานโดยสั่งการผ่านโมดูลเอาต์พุตสั่งการโดยใช้สัญญาณมาตรฐานเช่นกัน ซึ่งแต่ละกระบวนการสามารถสั่งการควบคุมโดยการป้อนคำสั่งเป็นโปรแกรมเข้าไปในพีแอลซี ในปัจจุบันนอกจากพีแอลซีจะใช้งานแบบเดี่ยว (Stand-alone) แล้วยังสามารถต่อใช้งานร่วมกันหลายๆ ตัวได้ด้วย (Network) เพื่อควบคุมการทำงานของระบบให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นอีก

พีแอลซีเป็นอุปกรณ์ชนิดโซลิดสเตท (Solid State) ที่ทำงานแบบลอจิก การออกแบบการทำงานของพีแอลซี จะคล้ายกับหลักการทำงานของคอมพิวเตอร์จากหลักการพื้นฐานแล้ว พีแอลซีจะประกอบด้วยอุปกรณ์ที่เรียกว่า Solid-State Digital Logic Elements เพื่อให้ทำงานและตัดสินใจแบบลอจิก ส่วนใหญ่พีแอลซีจะใช้สำหรับควบคุมการทำงานของเครื่องจักรและอุปกรณ์ภายในโรงงานอุตสาหกรรม ในปัจจุบันพีแอลซีนอกจากสามารถสั่งการทำงานแบบลอจิกได้แล้ว ยังสามารถสั่งการทำงานแบบต่อเนื่องได้ด้วยขึ้นอยู่กับโมดูลที่ต่อร่วมของพีแอลซี ส่วนประกอบภายในพีแอลซีประกอบด้วยหน่วยความจำชนิด RAM และ ROM ซึ่งมีคุณสมบัติดังนี้

1. RAM (Random Access Memory) หน่วยความจำประเภทนี้จะมีแบตเตอรี่เล็กๆ ต่อไว้ เพื่อใช้เลี้ยงข้อมูลเมื่อเกิดไฟดับ การอ่านและเขียนโปรแกรมลงใน RAM ทำได้ง่ายมาก จึงเหมาะกับการใช้งานในระยะทดลองเครื่องที่มีการเปลี่ยนแปลงแก้ไขโปรแกรมบ่อยๆ

2. EPROM (Erasable Programmable Read Only Memory) หน่วยความจำชนิด EPROM นี้จะต้องใช้เครื่องมือพิเศษในการเขียนโปรแกรม การลบโปรแกรมทำได้โดยใช้แสงอัลตราไวโอเลตหรือตากแดดร้อนๆ นานๆ มีข้อดีตรงที่โปรแกรมจะไม่สูญหายแม้ไฟดับ จึงเหมาะกับการใช้งานที่ไม่ต้องเปลี่ยนโปรแกรม

3. EEPROM (Electrical Erasable Programmable Read Only Memory) หน่วยความจำชนิดนี้ไม่ต้องใช้เครื่องมือพิเศษในการเขียนและลบโปรแกรม โดยใช้วิธีการทำงานไฟฟ้าเหมือนกับ RAM นอกจากนั้นก็ไม่จำเป็นต้องมีแบตเตอรี่สำรองไฟเมื่อไฟดับ ราคาจะแพงกว่า แต่จะรวมคุณสมบัติที่ดีของทั้ง RAM และ EPROM เอาไว้ด้วยกันในการป้อนคำสั่งการทำงานให้พีแอลซีสามารถเขียนได้โดยใช้ซอฟท์แวร์เฉพาะบริษัทที่ผลิตเท่านั้น ซอฟท์แวร์นั้นมีชื่อว่า Simatic Step 7



รูปที่ 2.19 หน้าจอโปรแกรม Simatic Step 7

จากรูป 2.19 ซอฟท์แวร์สามารถเขียนได้หลายภาษา ซึ่งภาษาที่ใช้ในการโปรแกรมพีแอลซีมีมาตรฐานเดียวกันโดยใช้มาตรฐาน IEC1131-3 มีดังนี้ (PLC, 2551)

1. IL (instruction list)
2. LD (ladder diagrams)
3. FBD (function block diagrams)
4. SFC (sequential function chart)
5. ST (structured text)

2.11.1 โมดูล แอนะล็อก

โมดูล แอนะล็อก เป็นโมดูลเสริมที่ต่อทำงานร่วมกับพีแอลซี ทำให้พีแอลซีสามารถทำการควบคุมกระบวนการแบบต่อเนื่องได้ โดยทั่วไปแล้ว แอนะล็อก ของโมดูล แอนะล็อก นั้นจะอยู่ในรูปแบบไบนารี (Binary) และมีความละเอียดถึง 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 2.20 ความละเอียดของบิต แอนะล็อก [7]

ส่วนค่ามากที่สุดที่โมดูล แอนะล็อก จะรับได้นั้นขึ้นอยู่กับบริษัทผู้ผลิตแต่ละค่ายจะออกแบบมาให้ แอนะล็อก สามารถรับค่าได้ ในการควบคุมกระบวนการนั้นจะต้องมีทั้ง แอนะล็อก อินพุตและ แอนะล็อก เอาต์พุต ซึ่งโมดูล แอนะล็อก อินพุตแปลงค่า แอนะล็อก จากเครื่องมือวัดหรือเซนเซอร์กระบวนการให้อยู่ในรูปแบบดิจิตอล ส่วนโมดูล แอนะล็อก เอาต์พุตแปลงค่าดิจิตอลเป็น แอนะล็อก เพื่อไปสั่งการให้อุปกรณ์สุดท้ายหรือวาล์วทำงาน โดยสัญญาณที่โมดูล แอนะล็อก อินพุตรับนั้นสามารถเลือกรับได้หลายแบบซึ่งขึ้นอยู่กับผู้ใช้งานตั้งค่าให้กับโมดูล แอนะล็อก นั้น โดยผู้ใช้งานต้องตั้งทั้งฮาร์ดแวร์และซอฟท์แวร์ให้ตรงกัน เพราะจะเกิดข้อผิดพลาดให้กับโมดูล แอนะล็อก สัญญาณที่โมดูล แอนะล็อก อินพุตสามารถรับได้มีดังนี้

1. Voltage transducers
2. Current transducers

- As 2-wire transducer
- As 4-wire transducer

3. ความต้านทาน (Resistors)
4. เทอร์โมคัปเปิล (Thermocouples)

ในวิทยานิพนธ์นี้โมดูล แอนะล็อก อินพุตรับสัญญาณแบบ Current transducers ซึ่งจะใช้งานทั้ง 2-wire transducer และ 4-wire transducer ตามเครื่องมือวัดที่ต่อร่วมกับโมดูล แอนะล็อก เมื่อสัญญาณที่ส่งมาจากเครื่องมือวัดแล้วเข้าไปในโมดูล แอนะล็อก อินพุตแล้วค่าสัญญาณ แอนะล็อก 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	
27648	100.000	0	1	1	0	1	1	0	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	0	1	
0	0.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Rated range
-1	-0.003617	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
-27648	-100.000	1	0	0	1	0	1	0	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	1	Undershoot range
-32512	-117.593	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
-32768	≤-117.596	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Underflow

รูปที่ 2.21 Bipolar Input Range [7]

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
27649	≥100.004	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	range
27648	100.000	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	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
-4864	-17.593	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	range range
-32768	≤-17.596	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Underflow

รูปที่ 2.22 Unipolar Input Range [7]

เนื่องจากโครงงานนี้ใช้โมดูล แอนะล็อก 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	22.96 mA	Overflow
32512	7F00			
32511	7EFF	23.52 mA	22.81 mA	Overshoot range
27649	6C01			
27648	6C00	20 mA	20 mA	Rated range
20736	5100	15 mA	16 mA	
1	1	723.4 nA	4 mA + 578.7 nA	
0	0	0 mA	4 mA	
-1	FFFF			Undershoot range
-4864	ED00	-3.52 mA	1.185 mA	
-4865	ECFF			Underflow
-32768	8000			

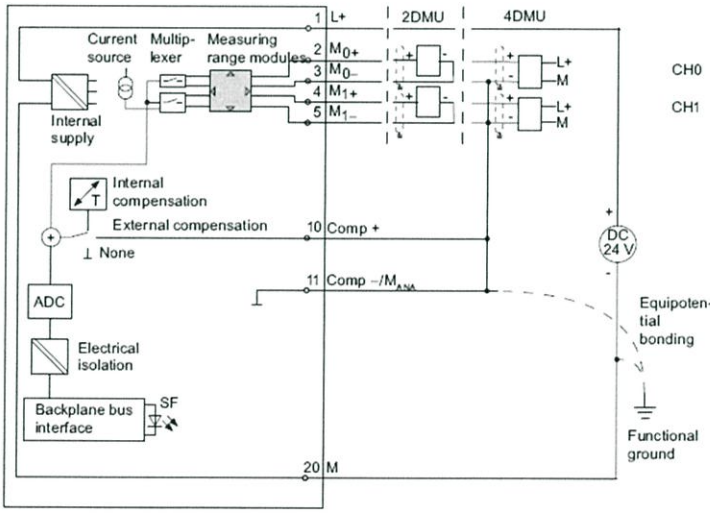
รูปที่ 2.23 Current measuring range [7]

2.11.1.1 โมดูล แอนะล็อก อินพุต

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

1. สามารถรับได้ 2 อินพุต
2. สามารถเลือกชนิดของโปรแกรมสัญญาณการวัดได้ทั้ง
   - ความต่างศักย์
   - กระแสไฟฟ้า
   - ค่าความต้านทาน
   - อุณหภูมิ
3. สามารถเขียนโปรแกรมความละเอียดได้ในแต่ละกลุ่มช่อง (9/12/14 บิต+สัญลักษณ์)
4. เลือกย่านการวัดอื่นๆได้ต่อกลุ่มช่อง
5. สามารถเขียนโปรแกรมวิเคราะห์และการขัดจังหวะการวิเคราะห์ได้
6. สามารถเขียนโปรแกรมค่าจำกัดการแสดงผลสำหรับหนึ่งช่อง
7. สามารถเขียนโปรแกรมการขัดจังหวะฮาร์ดแวร์ได้เมื่อขีดจำกัดเกินกว่ากำหนด
8. สามารถแยกไฟฟ้าจาก CPU และแรงดันโหลด (Load Voltage) ได้ (ไม่ใช่สำหรับ 2-wire)

ในการต่อสายจากเครื่องมือวัดร่วมกับโมดูล แอนะล็อก อินพุต สามารถต่อตามรูปได้ทั้งแบบ 2-wire และ 4-wire transducer



รูปที่ 2.24 การต่อสายจากเครื่องมือวัดร่วมกับโมดูล แอนะล็อก อินพุต [7]

หมายเหตุ : ในการต่อแบบ 4-wire transducers ต้องต่อ Compensate ให้ระบบด้วยหรือต่อสายดิน (Earth Ground) ร่วมให้ทั้งช่อง 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 ± 10 mA 0 mA to 20 mA 4 mA to 20 mA ± 20 mA	C

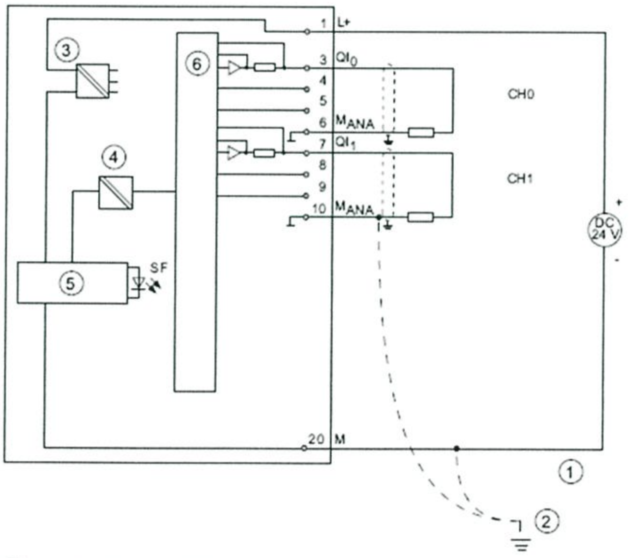
รูปที่ 2.25 การตั้งค่าย่านการวัดของโมดูล [7]

2.11.1.2 โมดูล แอนะล็อก เอาต์พุต

ในโครงงานใช้โมดูล แอนะล็อก เอาต์พุตรุ่น SM 332; AO 2 x 12 Bit;(6ES7332-5HB01-0AB0) ซึ่งมีคุณสมบัติ ดังนี้

1. มี 2 เอาต์พุตในหนึ่งกลุ่ม
2. เอาต์พุตสามารถแยกเป็น
    - เอาต์พุตเป็นความต่างศักย์
    - เอาต์พุตเป็นกระแสไฟฟ้า
3. ความละเอียด 12 บิต
4. สามารถเขียนโปรแกรมวิเคราะห์และการขัดจังหวะการวิเคราะห์ได้
5. สามารถแยกไฟฟ้าจากCPUและโหลดโวลต์เตทได้
6. สนับสนุนตัวแปรที่กำหนดใหม่ในตอนรัน

ในการต่อสายจากโมดูล แอนะล็อก เอาต์พุตให้สั่งงานอุปกรณ์ควบคุมสุดท้ายด้วยกระแสไฟฟ้าสามารถต่อตามรูปได้ดังนี้



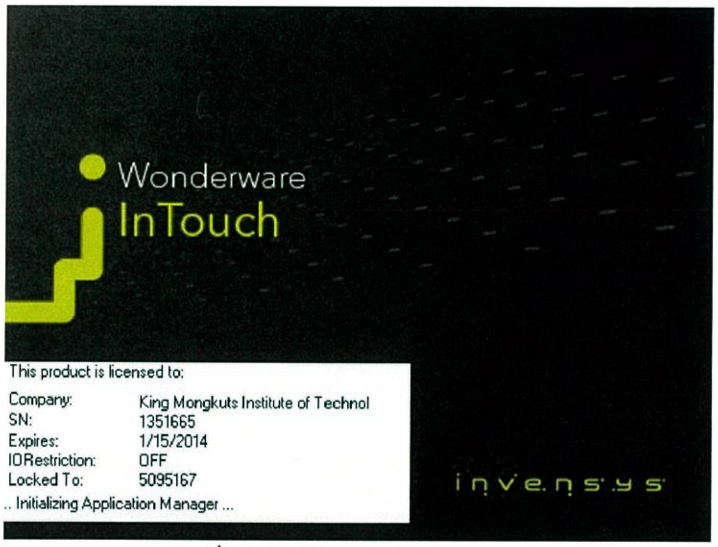
① Equipotential bonding
② Functional earthing
③ Internal supply
④ Electrical isolation
⑤ Backplane bus interface
⑥ Digital analog converter (DAC)

รูปที่ 2.26 การต่อสายจากโมดูล แอนะล็อก เอาต์พุตให้สั่งงานอุปกรณ์ควบคุมสุดท้ายด้วยกระแสไฟฟ้า

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 2.27 ช่วงของสัญญาณเอาต์พุต

2.12 ส่วนติดตามและแสดงผล (Wonderware InTouch)



รูปที่ 2.28 โปรแกรม Wonderware InTouch

Wonderware คือผู้นาการตลาดด้านซอฟต์แวร์ในส่วนติดตามและแสดงผลของระบบ (Graphical Human Machine Interface: HMI) ที่ทำงานบนระบบปฏิบัติการ Windows ตัวแรก โดยนำออกสู่ตลาดในปี ค.ศ.1989 ชื่อ Wonderware InTouch ใช้สำหรับการควบคุมกระบวนการ ได้รับความนิยมแพร่หลายมาจนถึงทุกวันนี้ ได้ถูกติดตั้งไปมากกว่า 180,000 Licenses ในอุตสาหกรรมประเภทต่างๆ เช่น การแปรรูปอาหารเครื่องดื่ม เซมิคอนดักเตอร์ น้ำมันและก๊าซรถยนต์ สารเคมี ยา และกระบวนการขนส่ง เป็นต้น

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

1. InTouch เป็นซอฟต์แวร์ใช้มีการทำกราฟิกในการแสดงผล
2. InControl เป็นซอฟต์แวร์ที่เข้ามาช่วยในการควบคุม

3. Industrial SQL Server เป็นซอฟต์แวร์ที่เข้ามาทำการจัดการด้านฐานข้อมูล

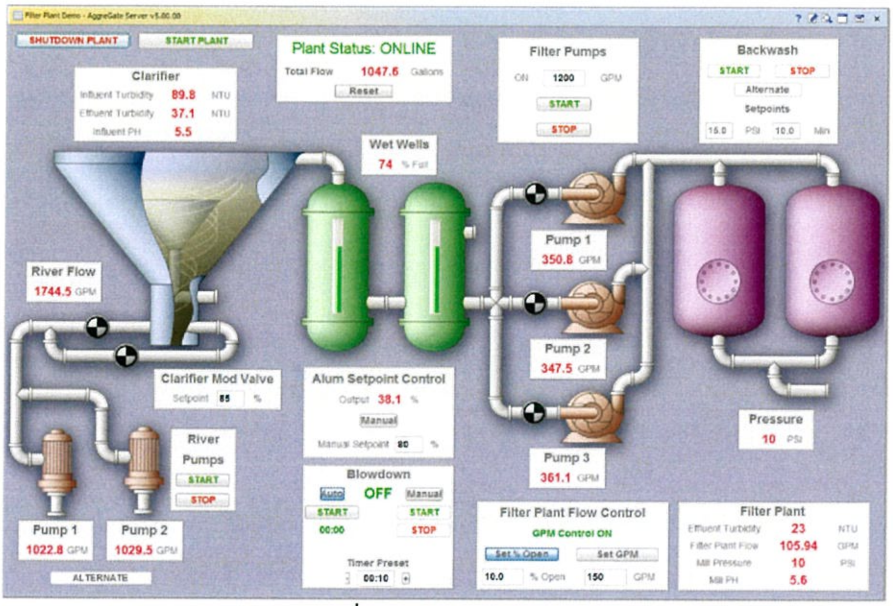
Application Components ประกอบด้วย

1. InTrack เป็นซอฟต์แวร์ที่ช่วยในการติดตามการทำงานของกระบวนการทุกขั้นตอนให้กลายเป็นเรื่องง่าย ซึ่งจะส่งผลในการควบคุมคุณภาพและการผลิตโดยตรง

2. InBatch เป็นซอฟต์แวร์ที่ใช้สำหรับการทำงานในลักษณะที่เป็น Batching จะช่วยให้การทำระบบ Batch มีความยืดหยุ่นกว่าเดิมและใช้งานได้ง่ายขึ้น ซอฟต์แวร์ทุกตัวที่นำมารวมกันนี้จะทำงานบนระบบปฏิบัติการ Windows และสามารถเชื่อมโยงเข้ากับ MS Back Office ได้

2.12.1 Wonderware InTouch

เป็นโปรแกรมสำหรับติดต่อกับผู้ใช้ในลักษณะกราฟิก ที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในรูปแบบของ Discrete Control, DCS, SCADA และงานประยุกต์ด้านอื่นๆ 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 นอกจากนี้ยังมีเครื่องมือช่วยในการพัฒนางานประยุกต์อีกมากมายที่ช่วยให้การพัฒนาง่ายกว่าที่เคยเป็นมา



รูปที่ 2.29 หน้าจอHMI

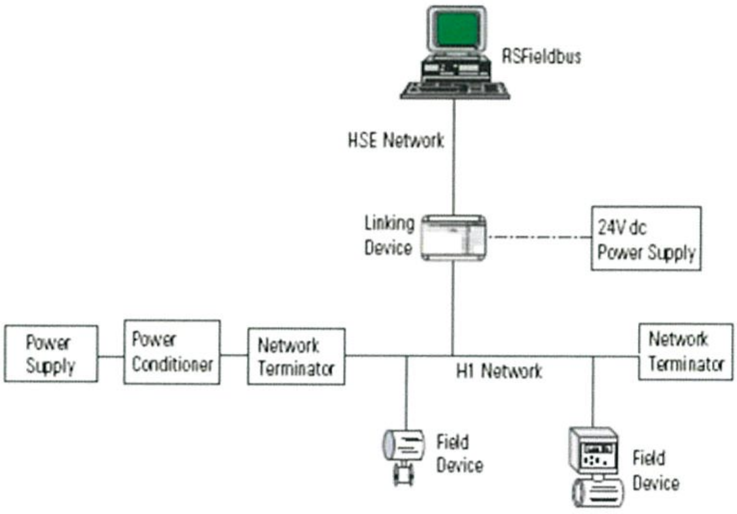
2.13 อุปกรณ์เชื่อมโยง (Rockwell 1757-FFLD)

ในส่วนของโปรโตคอลที่เป็น ฟาวน์เดชันฟิลด์บัส ต้องใช้อุปกรณ์เชื่องโยง 1757-FFLD และ 1757-FFLDC ในการเชื่อมต่ออุปกรณ์ ฟิลด์บัส กับตัวควบคุมต่าง อย่างเช่น Allan-Bradley ControlLogix หรือ CompactLogix และ SIEMENS S Series เป็นต้น สะพานเชื่อมโยงจะให้ RS-Fieldbus เป็น Host ให้กับกลุ่ม ฟิลด์บัส ฟาวน์เดชัน H1 เพื่อการส่งข้อมูลกระบวนการเป็นไปอย่างรวดเร็ว อุปกรณ์เชื่อมโยง 1757-FFLD เชื่อมต่อไปยังกลุ่ม H1 ที่ ฟิลด์บัส ฟาวน์เดชัน High-speed Ethernet (HSE) ทำงานผ่านเครือข่าย EtherNet/IP อุปกรณ์เชื่อมโยงสามารถเชื่อมต่อกับ

H1 ได้ 2 หรือ 4 ส่วนอย่างใดอย่างหนึ่ง แต่ละส่วนรองรับอุปกรณ์สูงสุด 8-10 อุปกรณ์และสูงสุดของ 64 publisher และ 64 subscriber

ในการติดตั้งการสื่อสารระหว่างอุปกรณ์เชื่อมโยงกับอุปกรณ์ ฟิลด์บัส นั้น ต้องมีการกำหนดโดยใช้ซอฟท์แวร์ RS-Fieldbus ส่วนในการสื่อสารกันระหว่างตัวควบคุมและอุปกรณ์เชื่อมโยงนั้นต้องใช้ซอฟท์แวร์ที่เกี่ยวกับ OPC ของแต่ละตัวควบคุม

ในการติดตั้งการสื่อสารตั้งแต่ RS-Fieldbus Host, อุปกรณ์เชื่อมโยง และในส่วนของ H1 segment นั้นมี โครงข้ายอย่างง่ายดังรูปดังนี้



Note the relation of the HSE and H1 levels in the system.

รูปที่ 2.30 Network Architecture ฟิลด์บัส

2.13.1 RS-Fieldbus Software

RS-Fieldbus เป็นซอฟท์แวร์ซึ่งมีการติดตั้งบน Workstation Host เป็นเครื่องมือใช้กำหนดค่าสำหรับการสร้างการเชื่อมโยงลูปและตารางเวลากับอุปกรณ์เชื่อมโยง Rockwell 1757-FFLD จุดเด่นของซอฟท์แวร์ RS-Fieldbus มีดังนี้

1. กำหนดค่าเครือข่าย ฟิลด์บัส กับตัวอุปกรณ์
2. ใช้สร้างและแก้ไข Function box ที่เกี่ยวกับการควบคุมนั้นๆ
3. รวมข้อมูล ฟิลด์บัส ภายในซอฟต์แวร์ ControlLogix ผ่าน Logix Block
4. ดาวน์โหลดการกำหนดค่าได้
5. ทำการ Online Monitoring และแก้ไขตัวแปร ฟิลด์บัส ได้
6. ทำการดูค่าออนไลน์ของกระบวนการควบคุมได้
7. ให้ข้อมูล ฟิลด์บัส สามารถใช้ได้ผ่านทางเซิร์ฟเวอร์ OPC

2.14 โปรแกรม OPC SERVER

2.14.1 ที่มาของ OPC

OPC ถือกำเนิดจากการรวมตัวกันของบรรดาบริษัททางด้าน Process Control และ Factory Automation 5 บริษัท คือ Intellution, Fisher-Rosemount, Rockwell Software,

OPTO-22 และ Intuitiv Software ร่วมกับ Microsoft เพื่อก่อตั้ง OPC Organization 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 ฟาวน์เดชัน) และมีการจัดประชุมกันครั้งแรกในเดือน ตุลาคม 1996 โดยกองทุนดังกล่าวจะนำมาเพื่อใช้ในการพัฒนา OPC โดยได้รับการสนับสนุนจาก บริษัทต่างๆที่เกี่ยวข้องกับงานทางด้านนี้เข้าร่วมเป็นสมาชิก ปัจจุบัน OPC ฟาวน์เดชัน มีสมาชิกทั่วโลก 140 บริษัท และมีแนวโน้มจะเพิ่มขึ้น เรื่อยๆ

2.14.2 แนวคิดของ OPC

เพื่อตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงฮาร์ดแวร์ที่รวดเร็ว และเพื่อการแลกเปลี่ยนข้อมูลที่มีประสิทธิภาพ OPC จึงได้รับการออกแบบให้เป็นกลไกเพื่อสร้างทางร่วมกันในการแลกเปลี่ยนข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพ อันเป็นแนวคิดหลักของ OPC ซึ่งนำไปสู่การพัฒนาซอฟต์แวร์ที่เป็นอิสระต่อฮาร์ดแวร์

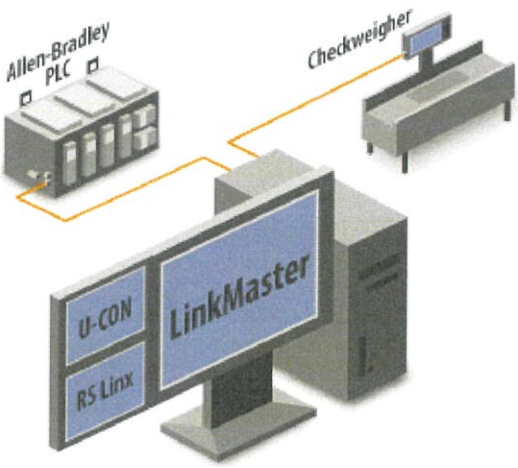
2.14.3 ข้อดีของ OPC

- ผู้พัฒนาโปรแกรมสามารถเขียนซอฟต์แวร์ได้โดยไม่ขึ้นกับฮาร์ดแวร์ของแต่ละบริษัท
- ผู้ใช้มีทางเลือกมากขึ้นในการพัฒนาโปรแกรมในชั้น Business Management หรือ Process Management ได้เป็นอิสระมากขึ้น สามารถลดต้นทุนการพัฒนาซอฟต์แวร์เพื่อใช้ในการควบคุมหรือใช้ในการวิเคราะห์ลงได้
- ขจัดปัญหาความเข้ากันไม่ได้ระหว่าง Driver ของฮาร์ดแวร์จากต่างบริษัท

2.14.4 การนำ OPC ไปใช้

OPC สามารถนำไปใช้ติดต่อระหว่างเครื่องมือวัดหรืออุปกรณ์ ในระดับโรงงานได้โดยตรง หรือกระทำผ่านระบบ SCADA ซึ่งเป็นระบบการเฝ้าดูและควบคุมการทำงาน ในระดับ Process Management ได้ ตัวโปรแกรมประยุกต์ (Application) ก็จะนำค่าต่าง ๆ ผ่านตัว OPC Server ไปเพื่อกระทำการอย่างใดอย่างหนึ่งซึ่งต่อไปนี้สามารถติดต่อกับ OPC Server เพียงตัวเดียวก็สามารถได้ข้อมูลจากระดับโรงงานทุกตัว

2.14.5 โปรแกรม LinkMaster



รูปที่ 2.31 การทำงานของ LinkMaster

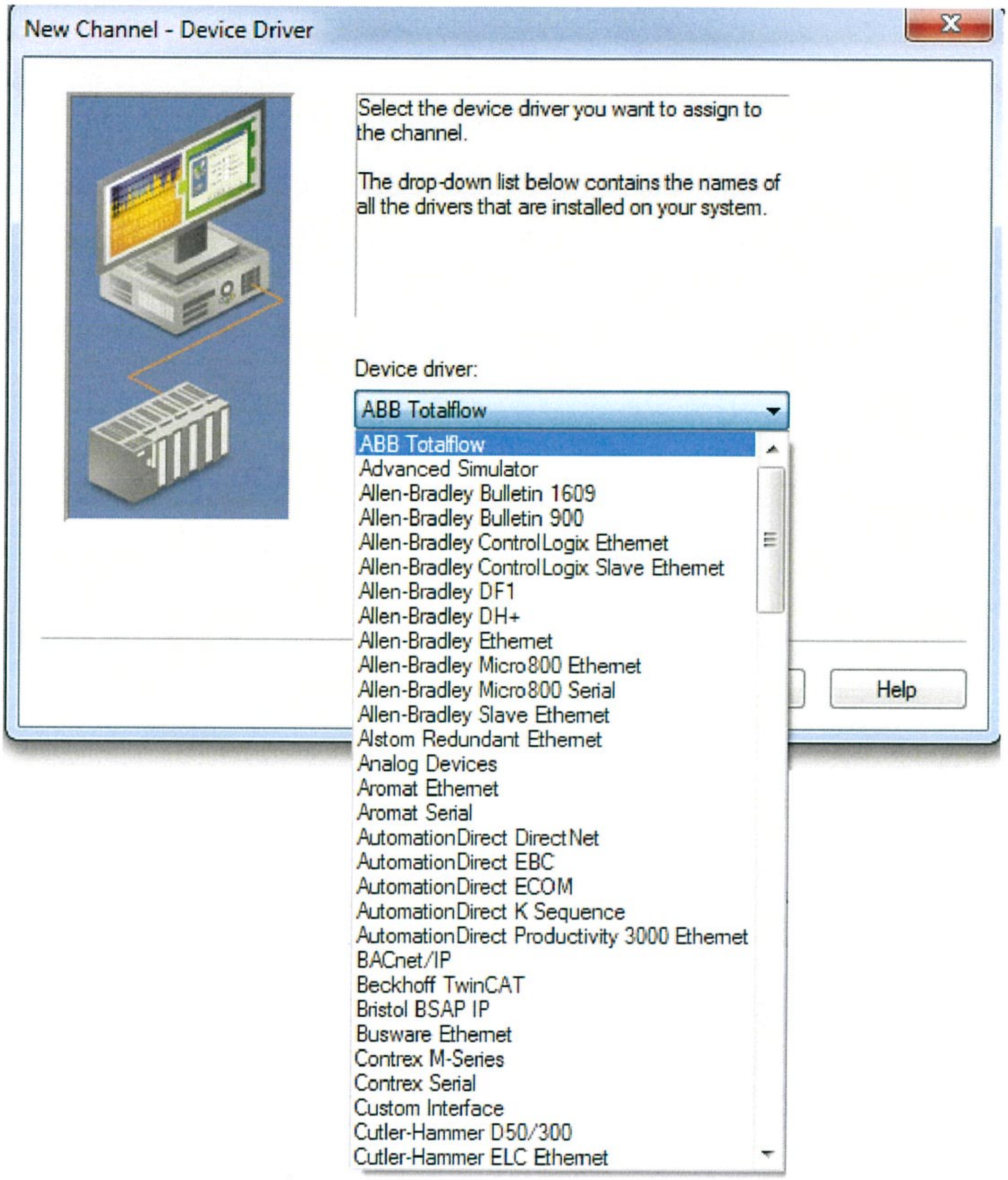
โปรแกรม LinkMaster เป็น OPC Bridging Software ที่ทำหน้าที่เชื่อมต่อข้อมูลระหว่าง OPC ต่างๆ ให้สามารถติดต่อ และแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างกันได้ โดยมี OPC server ที่ใช้งานผ่าน LinkMaster ทั้งหมด 2 ตัว ดังนี้

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

2.14.6 โปรแกรม KepServer

รูปที่ 2.32 โปรแกรม KepServer

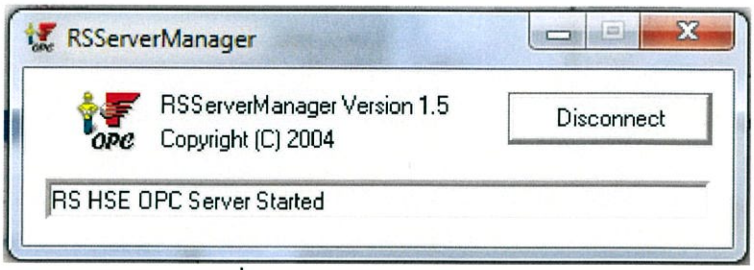
KepServerเป็น OPC ที่มีความยืดหยุ่นสูงในการเชื่อมต่อ การจัดการ การ monitoring และการควบคุมอุปกรณ์ ซึ่งสนับสนุนรูปแบบข้อมูลทุก ประเภท (Word, DWord, String, bit, Float, Double, Long, Short, BCD) KepServerนั้นสามารถใช้งานได้ง่าย และรวดเร็วในการทำการ communicationโดยมีDriver ให้เลือกหลากหลายในการทำ Communication ดังรูปที่ 2.33



รูปที่ 2.33 Driver ในการทำ Communication

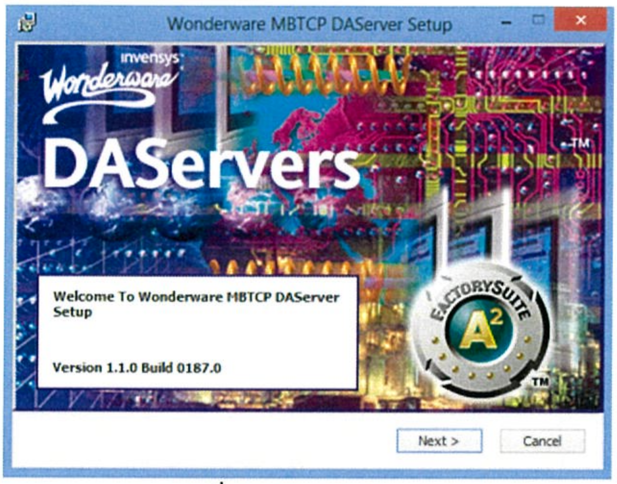
2.14.7 RSHSE OLE Server

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 2.34 RSHSE OLE Server

2.14.8 Modbus protocol

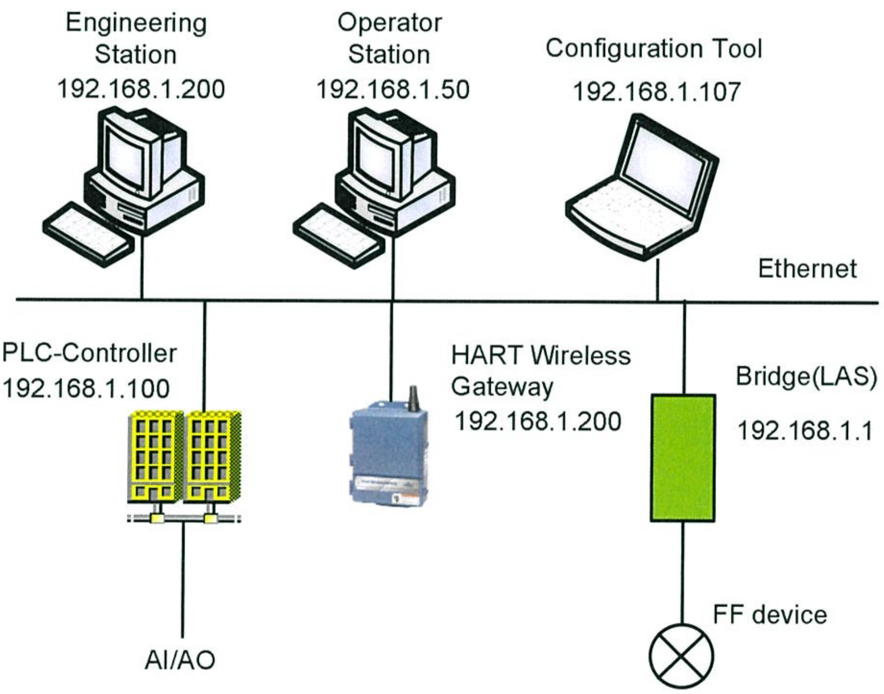


รูปที่ 2.35 DAServers

MBTCP เป็น OPC ที่ใช้เชื่อมต่อระหว่าง Wonderware InTouch และ Modbus TCP ที่ต้องทำงานผ่านซอฟแวร์ 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

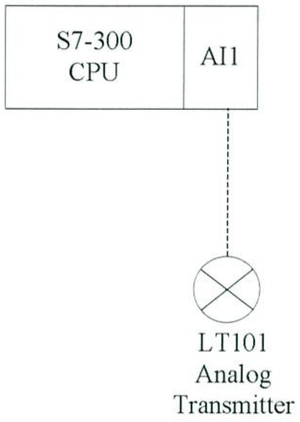
ในบทนี้จะกล่าวถึงเทคนิค การเข้าถึงข้อมูลของอุปกรณ์วัดคุมที่ใช้สัญญาณ แอนะล็อก กับ โมดูอินพุต-เอาต์พุตผ่านพีแอลซี อุปกรณ์วัดคุมสัญญาณไวร์เลสฮาร์ท (THUM) ด้วยไวร์เลสฮาร์ทเกตเวย์ และอุปกรณ์วัดคุมสัญญาณฟาวน์เดชันฟิลด์บัส ผ่านอุปกรณ์เชื่อมต่อ เพื่อผสานข้อมูลสำหรับการวัดคุม การแสดงผลการทำงานและแสดงผลสถานะของอุปกรณ์ โดยจะนำเสนอการเชื่อมต่อทางกายภาพ การกำหนดค่าในการนำข้อมูลจากอุปกรณ์วัดคุมมาใช้บนตัวพีแอลซี



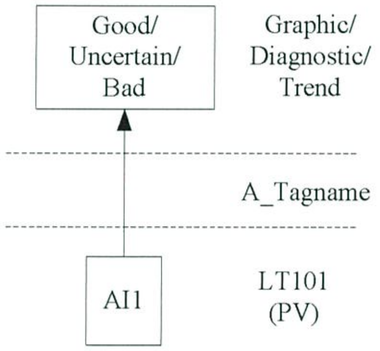
รูปที่ 3.1 โครงสร้างระบบโดยรวม

จากรูปที่ 3.1 สัญญาณของเอาต์พุตแอนะล็อกมาจากตัวส่งสัญญาณแอนะล็อก LT101 เป็นแบบ 4-20 mA ต่อเข้ากับพีแอลซี รุ่น S7-300 ช่องโมดูลแอนะล็อก AI1 จากนั้นสัญญาณนี้จะถูกแปลงเป็นสัญญาณดิจิตอล ซึ่งจะถูกกำหนดเป็นช่วงการกำหนดระดับทำงาน สูงและต่ำ ในการกำหนดระบบสัญญาณแอนะล็อกสามารถกำหนดสถานะการแจ้งเตือนได้ดังนี้

1. ค่าต่ำกว่า low limit ใน ช่อง AI
2. ค่าเกิดกว่า High limit ในช่อง AI
3. ระบบจะถูกขัดจังหวะเมื่อ ระบบสายสัญญาณมีปัญหาหรือขาด

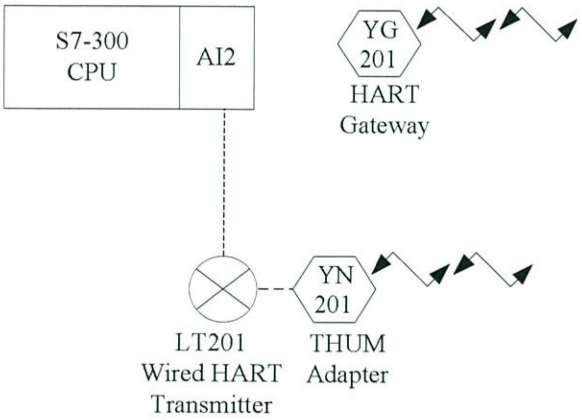


รูปที่ 3.2 Physical diagram ของแบบ แอนะล็อก

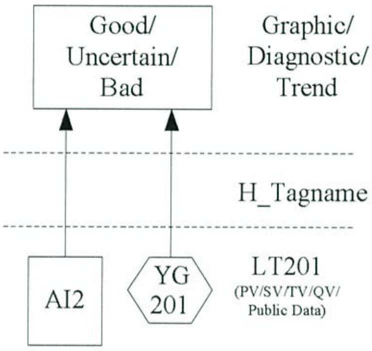


รูปที่ 3.3 Logical diagramของ แบบ แอนะล็อก

จากรูป 3.2 และ 3.3 เป็นวิธีการเชื่อมต่อสัญญาณระหว่างตัวส่งสัญญาณแอนะล็อกกับ โมดูล AI ร่วมกับ พีแอลซี เพื่อนำสัญญาณที่ได้มาแสดงเป็นข้อมูลของการแจ้งเตือน ส่วน Tagname จะเป็นการส่งข้อมูลไปยังสถานีของผู้ควบคุมผู้ทำงาน เพื่อจะแสดงสถานะของอุปกรณ์ต่างเช่น สถานะปกติ หรือ ไม่ปกติ

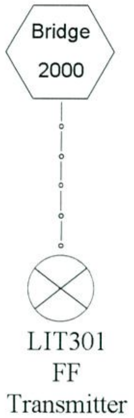


รูปที่ 3.4 Logical diagram ของ ไวร์เลสฮาร์ท

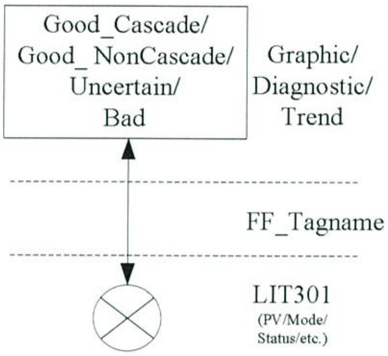


รูปที่ 3.5 Logical diagram ของ ไวร์เลสฮาร์ท

จากรูปที่ 3.4-3.5 แสดงการเชื่อมต่อของระบบไวร์เลสฮาร์ท ตัวอุปกรณ์จะต่อเข้ากับ THUM เพื่อจะกำหนดค่าข้อมูล เพื่อจะส่งค่าของ PV,SV,TV,QV และ ข้อมูลต่างไปยัง ช่องทางของ ไวร์เลสฮาร์ท จากนั้นข้อมูลที่ได้รับมานี้จะถูกสร้างเป็นแผนดำเนิน ไปยังสถานีของผู้ควบคุมผู้ทำงานโดย H_Tagname บนช่องทางของโมดูล

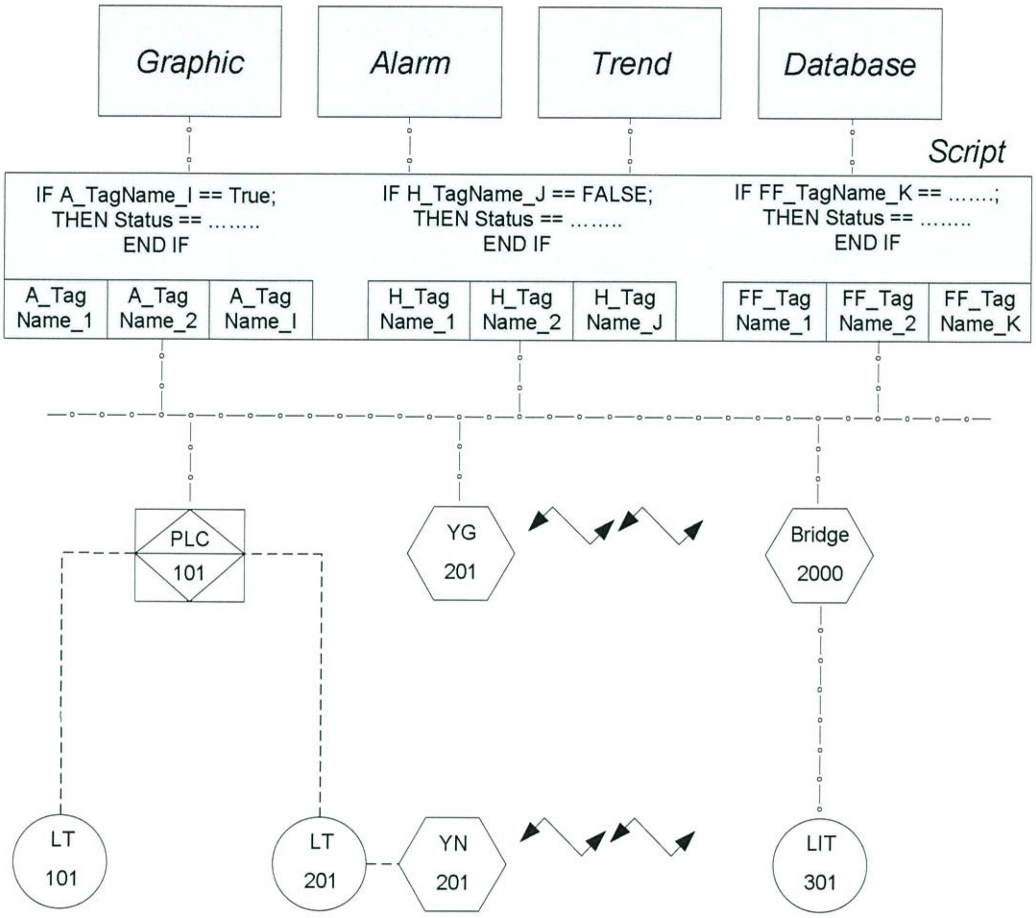


รูปที่ 3.6 Logical diagram ของ ฟาวน์เดชันฟิลด์บัส



รูปที่ 3.7 Logical diagram ของฟาวน์เดชันฟิลด์บัส

จากรูปที่ 3.6-3.7 แสดงการเชื่อมต่อของอุปกรณ์ฟาวน์เดชันฟิลด์บัสได้แสดง ไดแกรมแผนดำเนินของ FF_Tagname ไปยังสถานีของผู้ควบคุมผู้ทำงาน



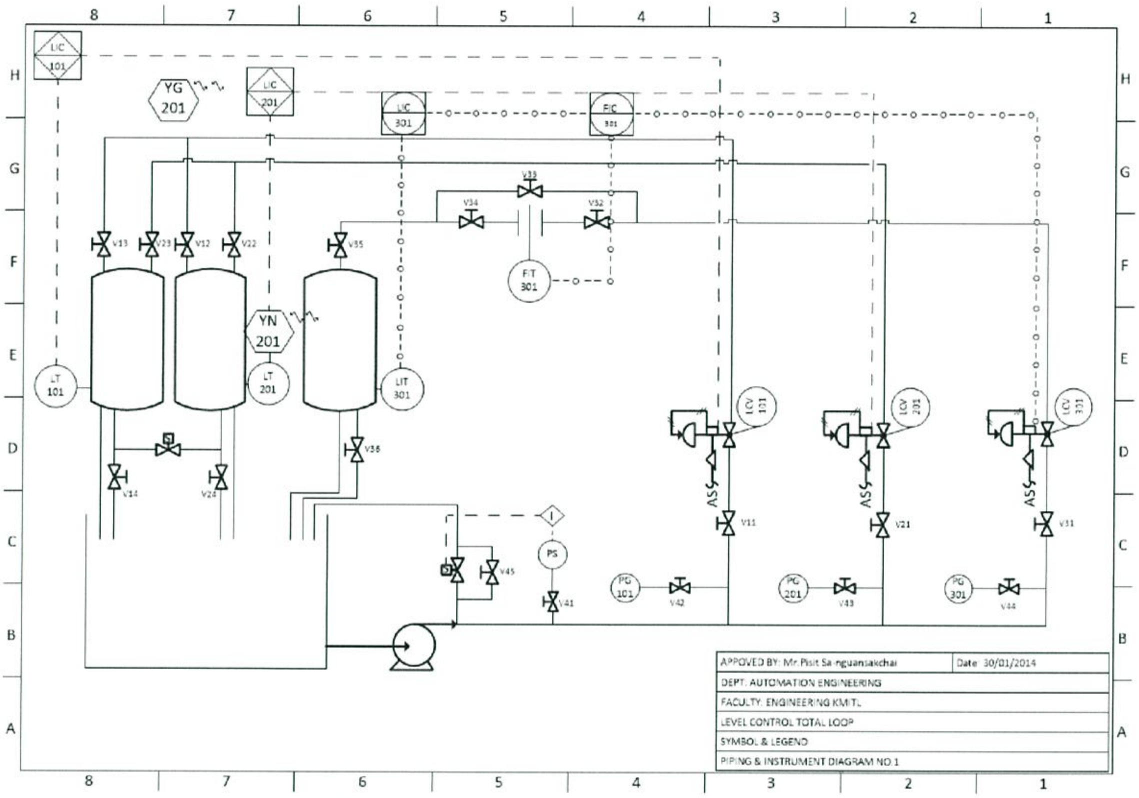
รูปที่ 3.8 โครงสร้างของกระบวนการในการผสานข้อมูล

อุปกรณ์วัดคุมของสัญญาณทั้ง 3 รูปแบบซึ่งจะมีการเชื่อมต่อที่แตกต่างทั้งทางกายภาพและทางฟังก์ชันนั้น จะส่งค่าวัดและข้อมูลของตัวอุปกรณ์ โดยถูกเก็บรวบรวมและแสดงสถานการณ์ทำงานของอุปกรณ์ โดยการ จัดการในการเขียน สคริปต์ (Script) ไปแสดงผลเป็น Graphic, Graph, Alarm และเก็บข้อมูล Database บน HMI เพื่อสามารถนำไปใช้แก้ไขและดำเนินงานต่อไปได้

3.1 P&I Diagram ของพลานต์โมเดล

P&I Diagram เดิมของพลานต์โมเดลถูกนำมาดัดแปลงให้เป็นไปตามการใช้งานจริง เพราะมีการปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ไปจากเดิม โดยในกระบวนการสัญญาณของ ไวร์เลสฮาร์ท ได้ทำการเพิ่มอุปกรณ์ Wireless THUM และ Smart Wireless Gateway เข้ามาจากเดิม ส่วนกระบวนการสัญญาณ ฟาวน์เดชันฟิลด์บัส ได้ทำการตัดอุปกรณ์ Temperature Transmitter ออกไป โดยแบบ P&I Diagram ที่แก้ไขแล้วแสดงได้ตามรูปที่ 3.9

3.1.1 แบบ P&I Diagram ของกระบวนการ



รูปที่ 3.9 แบบ P&I Diagram ของกระบวนการ

จากรูปที่ 3.9 เป็นการนำเสนอแบบ P&I Diagram ที่มีอุปกรณ์รวมกันทั้ง 3 กระบวนการได้แก่ แอนะล็อก ไวร์เลสฮาร์ท และ ฟาวน์เดชันฟิลด์บัส ซึ่งทั้ง 3 กระบวนการนี้ได้นำเสนอการรับ-ส่งข้อมูลที่แตกต่างกัน โดยสามารถดูรายละเอียดของในแต่ละกระบวนการได้ในหัวข้อที่ 3.2 – 3.4 ต่อไป

3.2 การศึกษาข้อมูลและทดสอบอุปกรณ์

การศึกษาข้อมูลของโครงงานนี้เกี่ยวข้องกับพลานต์โมเดลของกระบวนการวัดระดับที่ได้มีการดัดแปลงไปจากเดิม รวมถึงการทดสอบอุปกรณ์ที่มีอยู่ในพลานต์โมเดล วิธีการดำเนินการ มีดังนี้

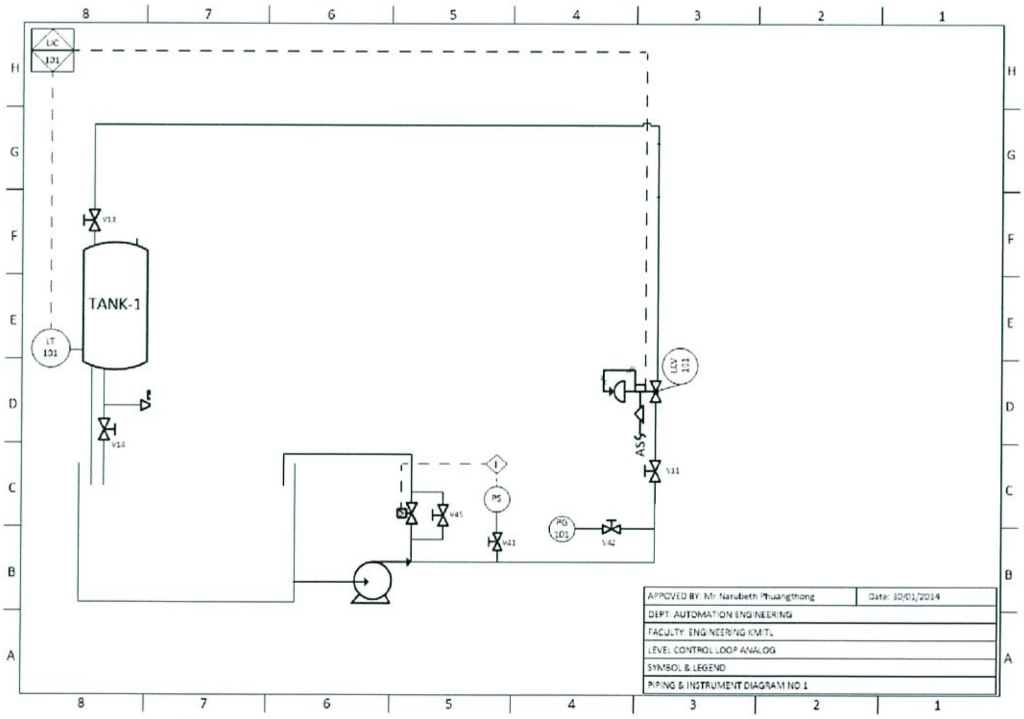
- ตรวจสอบท่อน้ำว่ามีการรั่วซึมหรือไม่ ช่วงข้อต่อของท่อติดกันเป็นปกติหรือไม่
- ตรวจสอบระบบไฟฟ้าการเดินสายไฟ สายสัญญาณ ทำการปรับปรุงสายไฟและแก้ไข Tag ใหม่

- ศึกษาข้อมูลและเลือกย่านการใช้งานของ Transmitter, Control Valve, พีแอลซี SIEMENS S7-300, Linking Device Allen-Bradley จาก Datasheet และ ที่ปรึกษาเฉพาะด้านโดยจะกล่าวถึงข้อมูลของอุปกรณ์ต่าง ๆ ไว้ในหัวข้อที่ 3.3 – 3.5 ต่อไป
- ศึกษาวิธีการใช้งานโปรแกรม Wonderware InTouch, RS-Fieldbus, Link master, OPC Server ต่าง ๆ
- ทดสอบความพร้อมใช้งานของ Control Valve โดยใส่ค่ากระแสไฟฟ้า 4-20 mA ผ่านอุปกรณ์ FLUKE 744 ไปยัง Control Valve ที่เป็น แอนะล็อก และ ฮาร์ท และสังเกตว่าวาล์วเปิดปิดสัมพันธ์กับค่า Input หรือไม่ Control Valve ฟาวน์เดชันฟิลด์บัส ทดสอบโดยการใส่ค่าผ่านโปรแกรม RS-Fieldbus

3.3 การดำเนินการของกระบวนการสัญญาณแอนะล็อก

อุปกรณ์การวัดและควบคุมที่ใช้ในกระบวนการสัญญาณแอนะล็อกได้อ้างอิงอุปกรณ์จากพลานต์โมเดลเดิมที่มีอยู่ สามารถดูรายละเอียดได้จากหัวข้อ 3.3.1

3.3.1 แบบ P&I Diagram ของกระบวนการสัญญาณแอนะล็อก



รูปที่ 3.10 แบบ P&I Diagram ของกระบวนการสัญญาณแอนะล็อก

จากรูปที่ 3.10 เป็นแบบ P&I Diagram ของกระบวนการสัญญาณแอนะล็อก โดยนำเสนอการเฉพาะส่วนอุปกรณ์ที่ใช้เฉพาะสัญญาณแอนะล็อก ซึ่งการทำงานของกระบวนการสัญญาณแอนะล็อก น้ำ

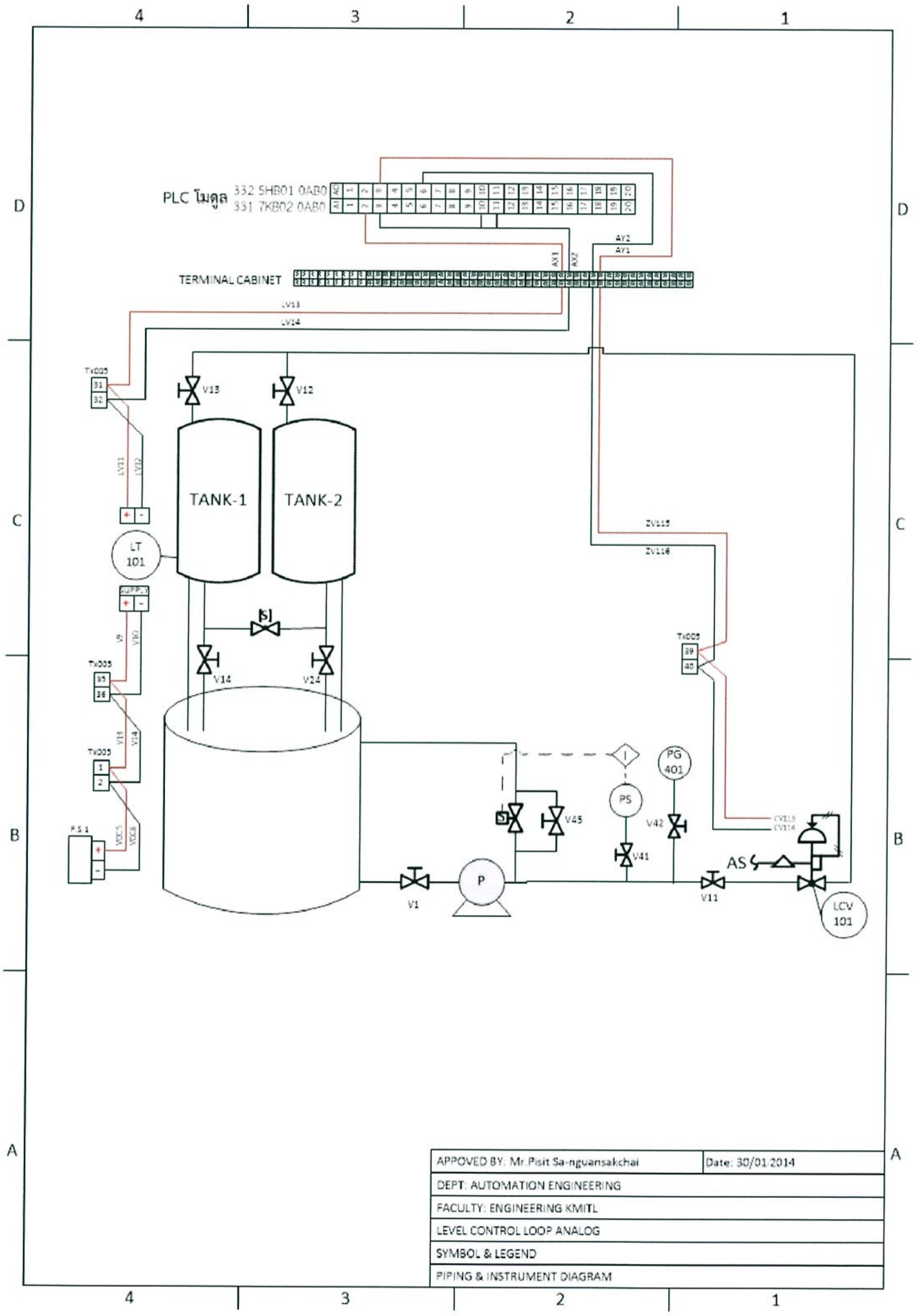
จะไหลเข้าสู่ Tank 1 เมื่อเปิดปั๊มน้ำ โดยมี Differential Pressure Transmitter (LT101) วัดระดับน้ำและส่งค่าสัญญาณ 4-20 mA ไปยังพีแอลซีเพื่อควบคุมและประมวลผลเทียบกับค่า Setpoint จากนั้นค่าจากการถูกประมวลผลจะถูกส่งไปเป็นสัญญาณ 4-20 mA เพื่อควบคุมวาล์วควบคุม (Control valve; LCV101) เพื่อที่ให้ระดับน้ำเป็นไปตามค่า Setpoint ที่กำหนดไว้ อุปกรณ์ที่เลือกใช้ในกระบวนการสัญญาณแอนะล็อก แสดงได้ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 อุปกรณ์กระบวนการสัญญาณแอนะล็อก

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	-

- ในโครงงานนี้โมดุล แอนะล็อก input รุ่น SM 331; AI2 x 12 Bit;(6ES7331-7KB02-0AB0) ซึ่งค่ารับสัญญาณเป็นแบบ 4-Wire Current transducers และกำหนดช่วงของการวัดเป็น 4-20 mA
- ส่วน แอนะล็อก output รุ่น SM 332; AO2 x 12 Bit;(6ES7332-5HB01-0AB0) กำหนดผ่านsoftware ให้สามารถให้สัญญาณเอาต์พุตออกมาเป็นกระแสไฟฟ้า

3.3.2 Loop Wiring กระบวนการสัญญาณแอนะล็อก



รูปที่ 3.11 แบบ Loop Wiring กระบวนการสัญญาณแอนะล็อก

จากรูปที่ 3.11 Differential Pressure Transmitter (LT101) ต่อเข้ากับ AI โมดูลของพีแอลซี โดยเลือกใช้ CH0 ซึ่งต่อใช้งานขาสัญญาณที่ 2 ซึ่งมีสัญญาณเป็นบวก และขาสัญญาณที่ 3 ,10 และ 11 เป็นสัญญาณลบ ส่วน AO โมดูล เลือกใช้ CH0 ต่อใช้งานขาสัญญาณที่ 3 ซึ่งสัญญาณเป็นบวกและขาสัญญาณที่ 6 มีสัญญาณเป็นลบ เนื่องจากการต่อแบบ 4-wire transducers ต้องต่อ Compensate ให้ระบบด้วย หรือต่อกราวด์ร่วม ดังนั้นจำเป็นต้องต่อขาสัญญาณที่ 3 ,10 และ11เข้าด้วยกัน การตั้งค่าย่านการวัดของโมดูลสามารถตั้งได้ ดังตารางที่ 3.2

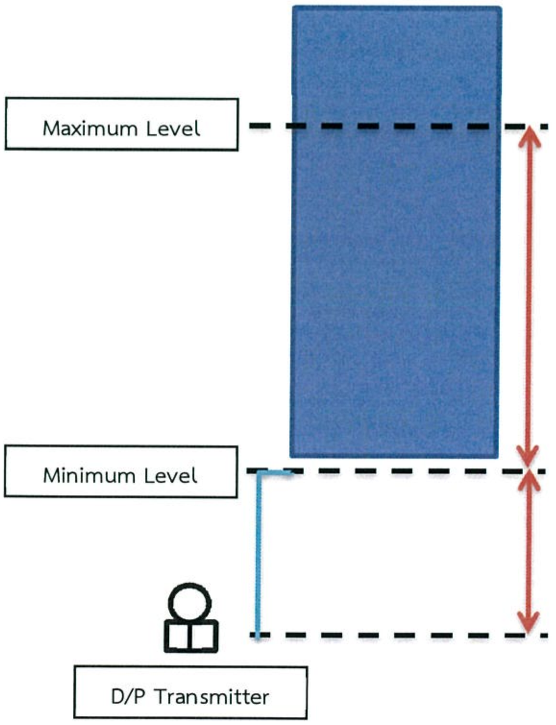
ตารางที่ 3.2 การตั้งค่าย่านการวัดโมดุลแอนะล็อก

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 แบบสัญญาณแอนะล็อก

- การคำนวณค่าระดับการวัดโดยวิธีความดันแตกต่าง (Differential Pressure)



รูปที่ 3.12 การสอบเทียบเครื่องมือวัดความดันแตกต่างแบบแอนะล็อก

จากการวัด ค่า X = 46 cm, Y = 23 cm

น้ำจะมีค่าความถ่วงจำเพาะ(SG)เป็น 1,

ที่ 0% (Minimum Level) = Y•SG

= 230 mm × 1

= 230 mmH_2O

ที่ 100% (Minimum Level) = X•SG

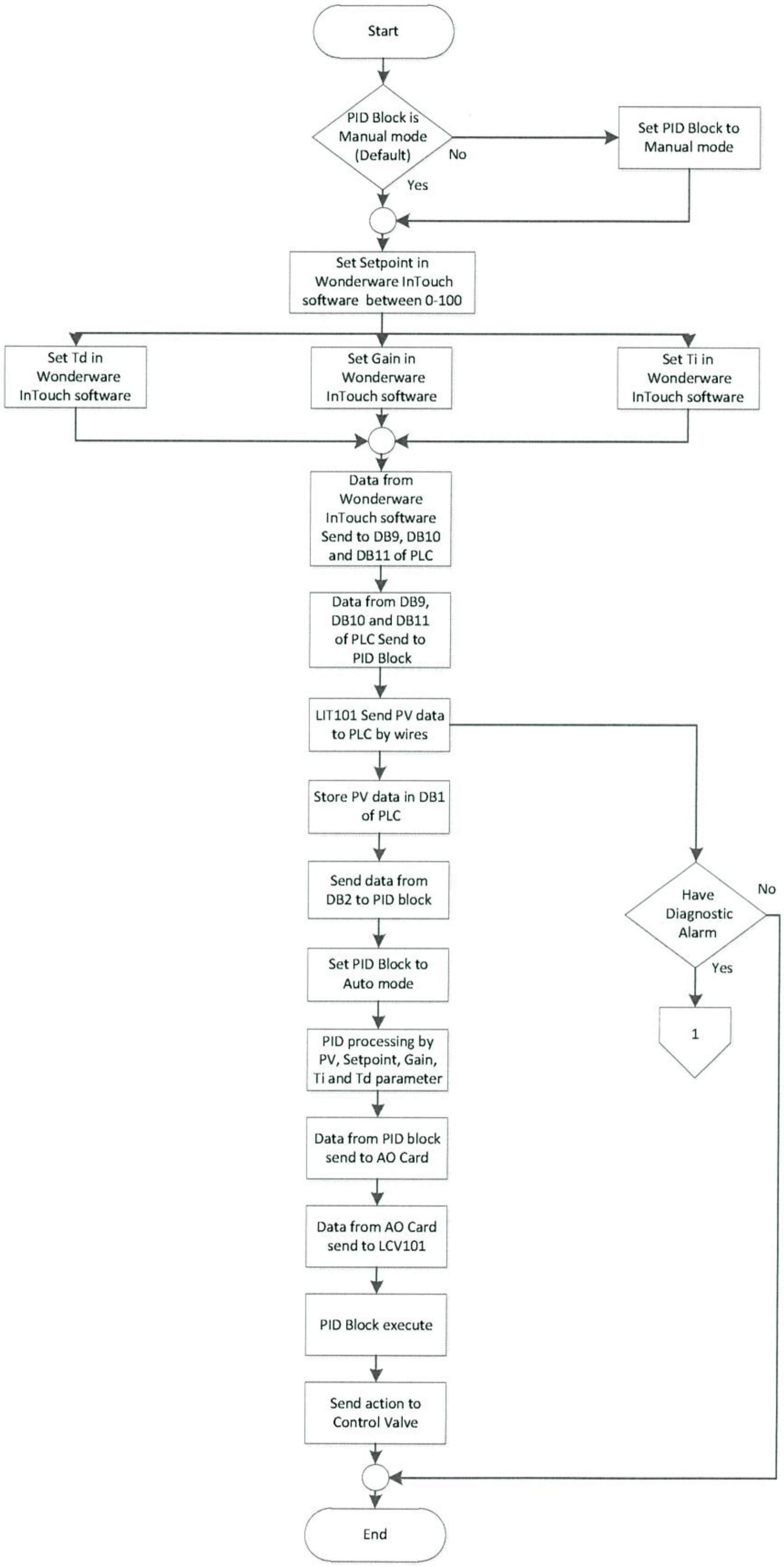
= (460+230) mm × 1

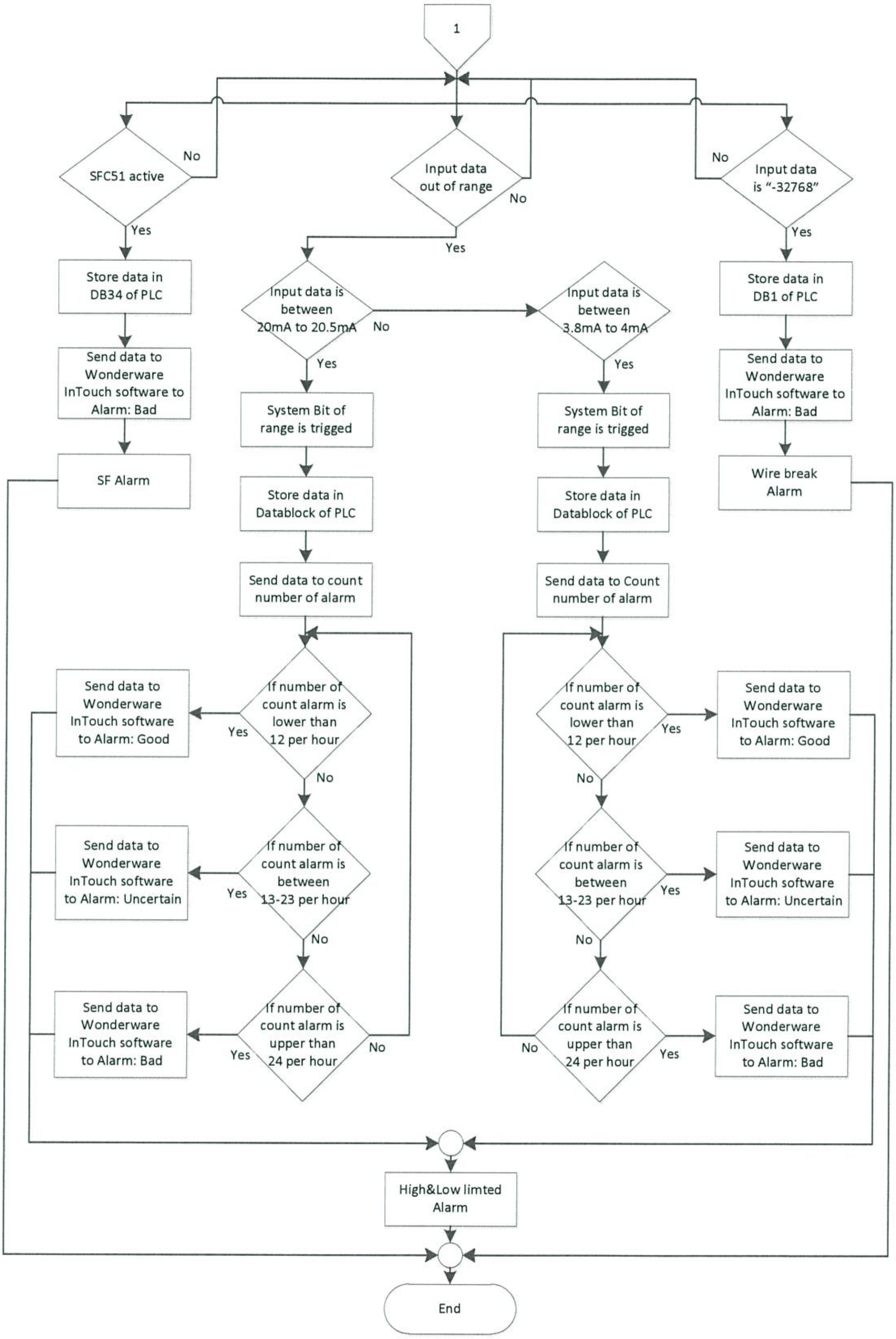
= 690 mmH_2O

3.3.4 พัฒนาโปรแกรมเพื่อการควบคุมและการแจ้งเตือนอุปกรณ์

3.3.4.1 ออกแบบโปรแกรมควบคุมด้วยพีแอลซี

การออกแบบโปรแกรมพีแอลซีของกระบวนการสัญญาณแอนะล็อก แสดงผ่าน Flow Chart การทำงานโปรแกรมควบคุมดังต่อไปนี้

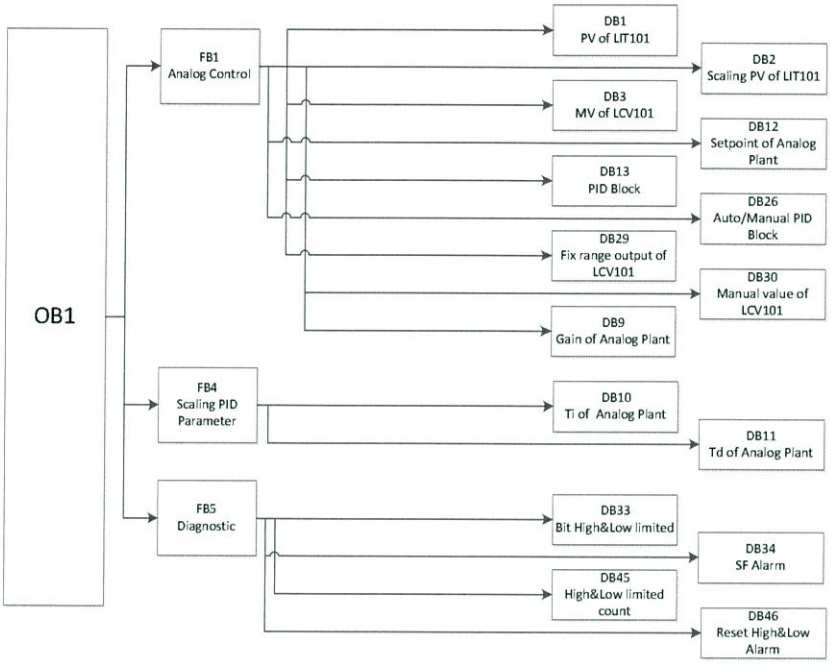

Start
PID Block is Manual mode (Default)
No
Yes
Set PID Block to Manual mode
Set Setpoint in Wonderware InTouch software between 0-100
Set Td in Wonderware InTouch software
Set Gain in Wonderware InTouch software
Set Ti in Wonderware InTouch software
Data from Wonderware InTouch software Send to DB9, DB10 and DB11 of PLC
Data from DB9, DB10 and DB11 of PLC Send to PID Block
LIT101 Send PV data to PLC by wires
Store PV data in DB1 of PLC
Send data from DB2 to PID block
Set PID Block to Auto mode
PID processing by PV, Setpoint, Gain, Ti and Td parameter
Data from PID block send to AO Card
Data from AO Card send to LCV101
PID Block execute
Send action to Control Valve
End
Have Diagnostic Alarm
No
Yes
1



รูปที่ 3.13 Flow Chart การทำงานโปรแกรมควบคุมกระบวนการสัญญาณแอนะล็อก

จากรูปที่ 3.13 ผู้ใช้งานจะเริ่มต้นการทำงานพลานต์ควบคุมระดับด้วยการกำหนดโหมดของบล็อก PID ให้เป็นโหมด Manual จากนั้นตั้งค่า Setpointค่า Gain ค่า Ti และค่า Td ผ่านโปรแกรม Wonderware InTouch โดยข้อมูลทั้งหมดจะถูกเก็บใน Data Block ของพีแอลซีและจะถูกส่งเข้าบล็อก PID ของพีแอลซีหลังจากนั้น Transmitter จะส่งค่าสัญญาณระดับไปยังพีแอลซีจากนั้นกำหนดโหมดของบล็อก PID ให้เป็นโหมด Auto โดยบล็อก PID จะทำการประมวลผลและส่งค่าออกไปยัง Transmitter ผ่านการ์ด แอนะล็อก output (AO) ของพีแอลซี โดยเมื่อค่าสัญญาณระดับ มีค่าเท่ากับค่า Setpoint บล็อก PID จะส่งสัญญาณให้วาล์วเปิดคงที่ และเมื่อค่าสัญญาณระดับ มีค่าไม่เท่ากับค่า Setpoint บล็อก PID จะส่งสัญญาณให้วาล์วเปิดเพิ่มขึ้นหรือลดลง โดยจะมีการแจ้งเตือน Diagnostic เกิดขึ้นโดยหลอด SFLED ของพีแอลซีจะสว่างขึ้น เมื่อค่าสัญญาณระดับเกิดหลุดออกจากเกณฑ์ที่กำหนด หรือสายไฟที่ใช้ในการส่งสัญญาณระดับเกิดชำรุดเสียหาย หากการแจ้งเตือน Diagnostic เกิดขึ้นเพราะหลอด LED ของ SF สว่างขึ้นพีแอลซีจะทำการเก็บข้อมูลการแจ้งเตือนไว้ใน Data Block และส่งข้อมูลนั้นไปยังโปรแกรม Wonderware InTouch เพื่อแสดง Alarm หากการแจ้งเตือน Diagnostic เกิดขึ้นเพราะค่าสัญญาณระดับเกิดหลุดออกจากเกณฑ์ที่กำหนดพีแอลซี จะทำการเก็บข้อมูลการแจ้งเตือนไว้ใน Data Block และนำไปผ่านเงื่อนไขในการคัดแยกสถานะของ Alarm โดยจะแบ่งเป็น 3 สถานะ คือ Good Uncertain และ Bad จากนั้นจึงส่งค่าไปยังโปรแกรม Wonderware InTouch เพื่อแสดง Alarm หากการแจ้งเตือน Diagnostic เกิดขึ้นเพราะสายไฟที่ใช้ในการส่งสัญญาณระดับเกิดชำรุดเสียหายค่าสัญญาณระดับจะมีค่าเป็น -32768 ซึ่งจะถูกเก็บข้อมูลไว้ใน Data Block ของพีแอลซีหลังจากนั้นจะส่งค่าไปยังโปรแกรม Wonderware InTouch เพื่อแสดง Alarm

- **ออกแบบโปรแกรมการควบคุมกระบวนการแอนะล็อก**



รูปที่ 3.14 โครงสร้างการเขียนการควบคุมกระบวนการสัญญาณแอนะล็อก ในโปรแกรม Simatic

จากรูปที่ 3.14 แสดงโครงสร้างการเรียกข้อมูลของบล็อกโปรแกรมโดย OB1 จะเป็นบล็อกประมวลผลหลักโดยจะประมวลผลในรูปแบบของ Cycle Time (ประมวลผลวนรอบ) ซึ่งจะเรียกข้อมูลมาจาก

1. FB1 เป็นฟังก์ชันบล็อกที่ 1 ภายในบล็อกจะมีโปรแกรมควบคุมระดับของแอนะล็อก ซึ่งประกอบไปด้วย FC105 และ FC107 ซึ่งเป็นบล็อก Scaling Value FC106และFC108 ซึ่งเป็นบล็อก Unscaling Value และ FB41 หรือ DB13 ซึ่งเป็นบล็อก PID ซึ่ง FB1 จะเรียกข้อมูลจาก DB1 DB2 DB3 DB9 DB12 DB26 DB29 และ DB30 ซึ่ง Data block แต่ละตัวทำหน้าที่ดังนี้

DB1 เป็นบล็อกที่ใช้เก็บค่าสัญญาณระดับของพลานต์

DB2 เป็นบล็อกที่ใช้เก็บค่าสัญญาณระดับของพลานต์ที่ผ่านการ 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 ของพลานต์

2. FB4 เป็นฟังก์ชันบล็อกที่ 4 ภายในบล็อกจะมีโปรแกรม Scaling parameter ซึ่งประกอบไปด้วยบล็อก Diagnostic ซึ่ง FB4 จะเรียกข้อมูลจาก DB10 DB11 DB19 DB20 DB23 และDB24 ซึ่ง Data block แต่ละตัวทำหน้าที่ดังนี้

DB10 เป็นบล็อกที่ใช้เก็บค่าสัญญาณของ Ti ของพลานต์ แอนะล็อก

DB11 เป็นบล็อกที่ใช้เก็บค่าสัญญาณของ Td ของพลานต์ แอนะล็อก

DB19 เป็นบล็อกที่ใช้เก็บค่าสัญญาณของ Ti ของพลานต์ ไวร์เลสฮาร์ท

DB20 เป็นบล็อกที่ใช้เก็บค่าสัญญาณของ Td ของพลานต์ ไวร์เลสฮาร์ท

DB23 เป็นบล็อกที่ใช้เก็บค่าสัญญาณของ Ti ของพลานต์ ฟาวน์เดชันฟิลด์บัส

DB24 เป็นบล็อกที่ใช้เก็บค่าสัญญาณของ Td ของพลานต์ ฟาวน์เดชันฟิลด์บัส

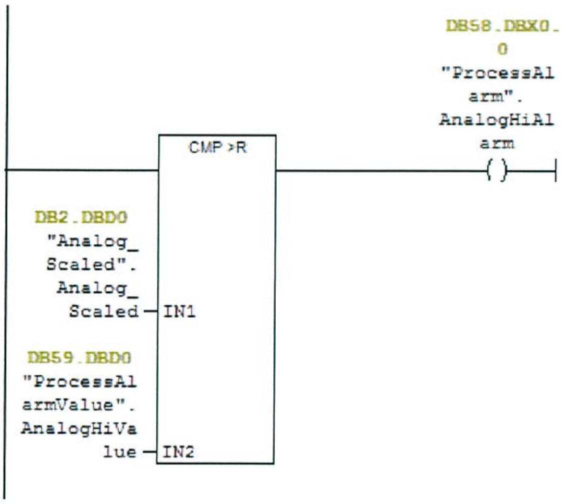
3. FB5 เป็นฟังก์ชันบล็อกที่ 5 ภายในบล็อกจะมีโปรแกรม Diagnostic ของ แอนะล็อก และไวร์เลสฮาร์ท ซึ่งประกอบไปด้วย SFC51 หรือ DB34 และDB35ซึ่งเป็นบล็อกDiagnostic ซึ่ง FB4 จะเรียกข้อมูลจาก DB33 DB45 และ DB46 ซึ่ง Data block แต่ละตัวทำหน้าที่ดังนี้

DB33 เป็นบล็อกที่ใช้เก็บค่าสัญญาณของ High&Low limit Alarm

DB45 เป็นบล็อกที่ใช้เก็บจำนวนครั้งของ High&Low limit Alarm

DB46 เป็นบล็อกที่ใช้เก็บค่าสัญญาณที่ใช้ในการ reset High&Low limit Alarm

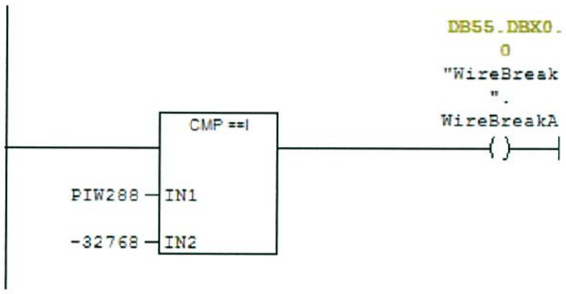
3.3.4.2 การทำเงื่อนไข Process Alarm ของเทคโนโลยีแอนะล็อก



รูปที่ 3.15 บล็อกคำสั่ง CMR >R

การทำเงื่อนไขการแจ้งเตือนกระบวนการในที่นี้ใช้การเปรียบเทียบ DB2.DBD0 หรือค่าของ PV ที่ได้หลังจากการปรับเทียบค่าเป็น 0 ถึง 100 แล้ว กับ DB59.DBD0 หรือค่าระดับที่ต้องการให้เกิดการแจ้งเตือนมาเปรียบเทียบกันแล้วจึงส่งค่าสัญญาณเอาต์พุตไปที่ DB58.DBX0.0 เพื่อทำการแจ้งเตือนที่ HMI

3.3.4.3 การทำเงื่อนไข Wire Break Alarm ของเทคโนโลยี แอนะล็อก



รูปที่ 3.16 บล็อกคำสั่ง CMR ==I

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

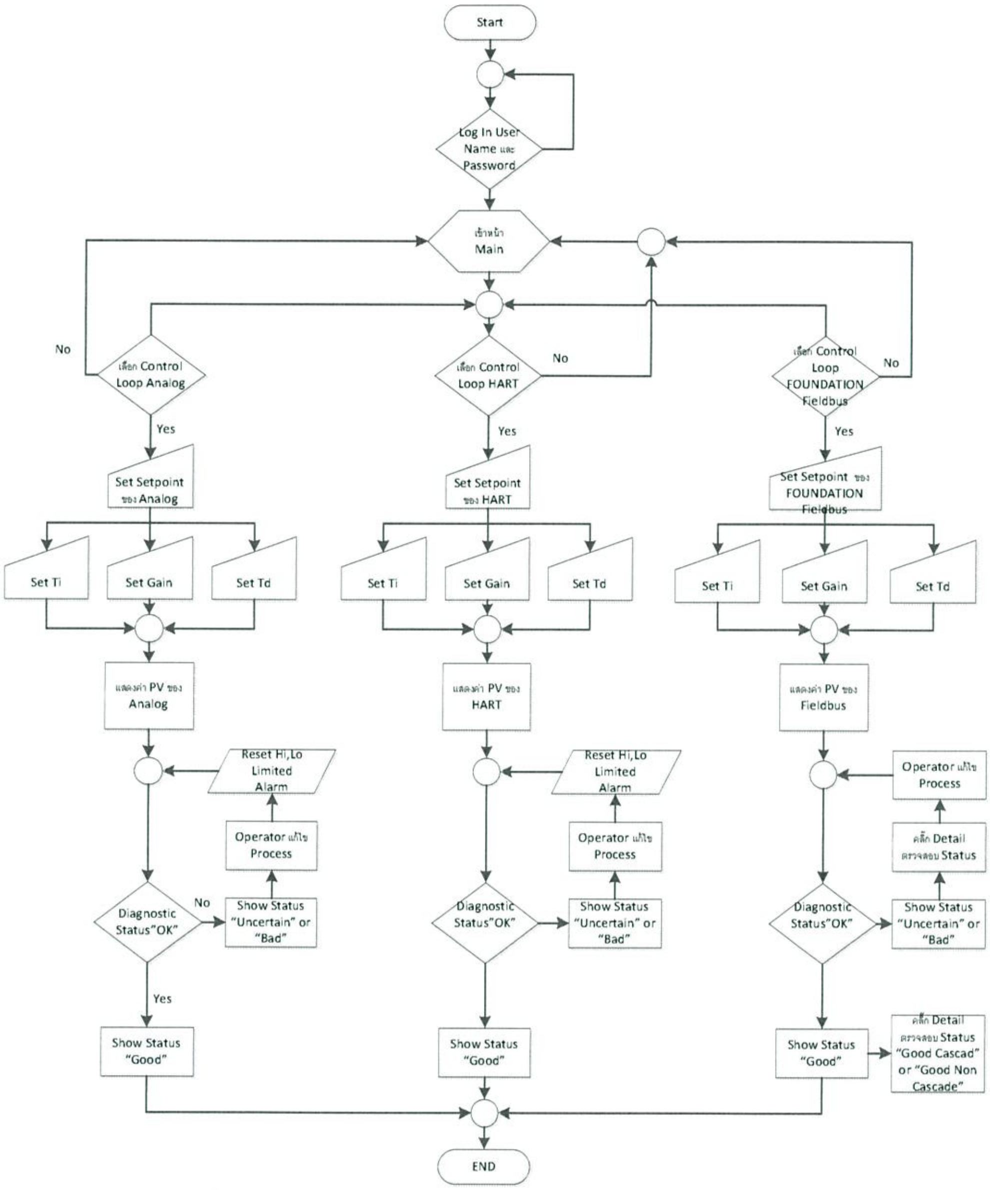
ตารางที่ 3.3 แสดงตัวแปรที่ใช้ในการ Mapping Address ระหว่างโปรแกรม SIMATIC และ Wonderware InTouch ของเทคโนโลยีแอนะล็อก

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	แปลงค่าสัญญาณระดับของเทคโนโลยีAnalog เป็น 0-100%
valve_Analog	DB3,real0	DB3.DBD0	FLOATING_POINT	100	ค่าที่ได้จากกการคำนวณของบล็อก 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	สั่งเปิดหรือปิดโหมด 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

3.3.5 ส่วนโปรแกรมเพื่อการแสดงผล

3.3.5.1 กราฟิกแสดงผล(HMI)

ส่วนของการออกแบบกราฟิกเพื่อการแสดงผลได้นำเสนอ Flow Chart การใช้งาน HMI ของกระบวนการสัญญาณแอนะล็อก ตามรูปที่3.17 และ ตัวอย่างของหน้าต่าง HMI โดยจะกล่าวไว้ในหัวข้อที่ 3.6

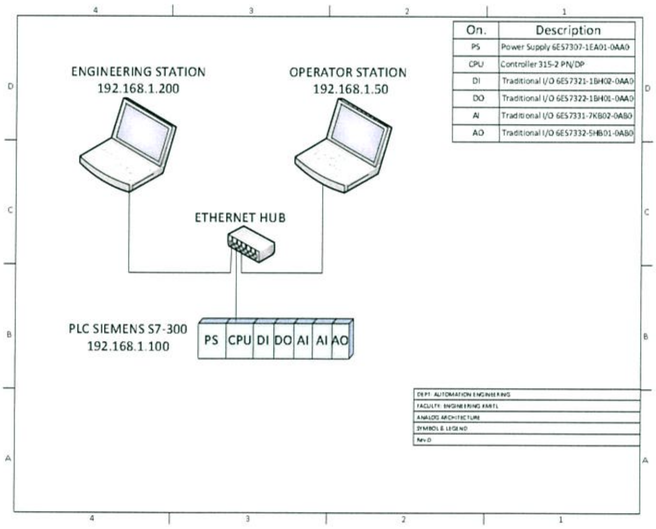


รูปที่ 3.17 Flow Chart การใช้งาน HMI กระบวนการระดับ

จากรูปที่ 3.17 ผู้ใช้งานจะเริ่มต้นการทำงานของ HMI โดยจะต้องเข้าหน้าต่าง Log In เพื่อใส่ User Name และ Password ให้ถูกต้อง เมื่อ User Name และ Password ถูกต้อง จะแสดงหน้าต่างของ Main หรือ หน้าต่างหลักของ HMI หาก User Name และ Password ไม่ถูกต้อง จะยังคงแสดงหน้าต่าง Log In เหมือนเดิม เมื่อเข้ามายังหน้าต่าง Main สามารถเลือกการควบคุมได้ว่าจะทำการควบคุมสัญญาณ แอนะล็อก ไวร์เลสฮาร์ท ฟาวน์เดชันฟิลด์บัส หรือทั้ง 3 สัญญาณ เมื่อเลือกสัญญาณที่จะทำการควบคุมได้ต่อมา ต้องตั้งค่า Setpointในแต่ละสัญญาณการควบคุม รวมถึงตั้งค่า Gain Ti และTd ให้เช่นกัน เมื่อตั้งค่าเรียบร้อยแล้ว บนหน้าต่าง HMI จะแสดงค่า PV ของแต่ละสัญญาณ หลังจากนั้นทำการ

ตรวจสอบ Diagnostic Status ว่า “OK” หรือไม่ หากไม่ HMI จะแสดง Status “Uncertain” หรือ “Bad” ถ้าเป็นการควบคุมของสัญญาณ แอนะล็อก และ ไวร์เลสฮาร์ท จะทำงานคล้ายๆกัน เมื่อ Status แสดง “Uncertain” หรือ “Bad” ให้ Operator นั้นทำการตรวจสอบความผิดปกติตามรายละเอียดที่ HMI ได้แจ้งเตือน แล้วทำการแก้ไขให้ระบบกลับมาใช้งานได้ปกติตามเดิม เมื่อแก้ไขความผิดปกติเรียบร้อยแล้ว ให้กด Reset เพื่อเริ่มต้นเวลาในการแจ้งเตือน High Limited และ Low Limited ใหม่ หาก Diagnostic Status แสดงว่า “OK” แล้วบน HMI จะแสดงว่า “Good” ส่วนถ้าเป็นการควบคุมของสัญญาณฟาวน์เดชันฟิลด์บัส นั้นจะทำการตรวจสอบ Diagnostic Status ว่า “OK” หรือไม่เช่นกัน หากไม่เป็นไปตามเงื่อนไข Status จะแสดงว่า “Uncertain” หรือ “Bad” ให้คลิกที่ Detail เพื่อตรวจสอบความผิดปกติตามรายละเอียดที่ Status ได้แสดง แล้วให้ Operator ทำการแก้ไขระบบกลับมาใช้งานได้ปกติเช่นกัน แล้วทำการตรวจสอบ Diagnostic Status ว่า “OK” ใหม่อีกครั้ง ซึ่งการทำงานของ HMI จะทำการตรวจสอบ Diagnostic Status ไปเรื่อยๆจนกว่าจะมีการปิดกระบวนการของการควบคุมระดับ

3.3.5.2 Network Architecture

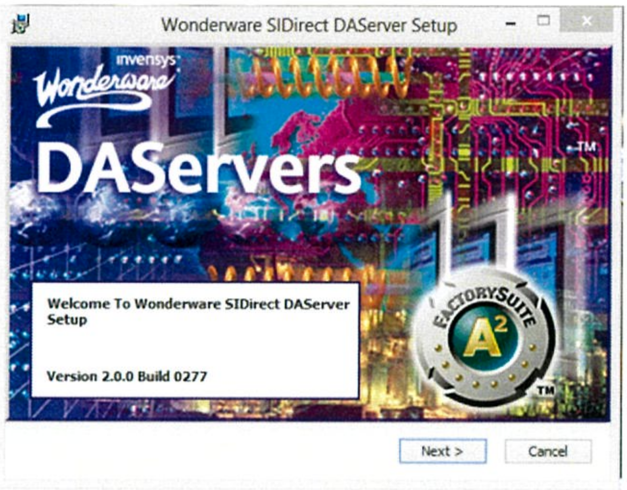


รูปที่ 3.18 Network Architecture ของกระบวนการสัญญาณแอนะล็อก

จากรูปที่ 3.18 แสดงถึง Network Architecture ของกระบวนการสัญญาณแอนะล็อก โดยมีอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อเข้าด้วยกัน 3 อุปกรณ์ คือ1.เครื่อง ENGINEERING Station โดย IP Address ที่ใช้เป็น 192.168.1.200 2.เครื่อง OPERATOR Station โดย IP Address ที่ใช้เป็น 192.168.1.50 และ 3.พีแอลซี SIEMENS S7-300 โดย IP Address ที่ใช้เป็น 192.168.1.100 ซึ่งทุกการเชื่อมต่อนั้นเชื่อมต่อด้วยกันโดยผ่าน Ethernet HUB เพียง 1ตัว

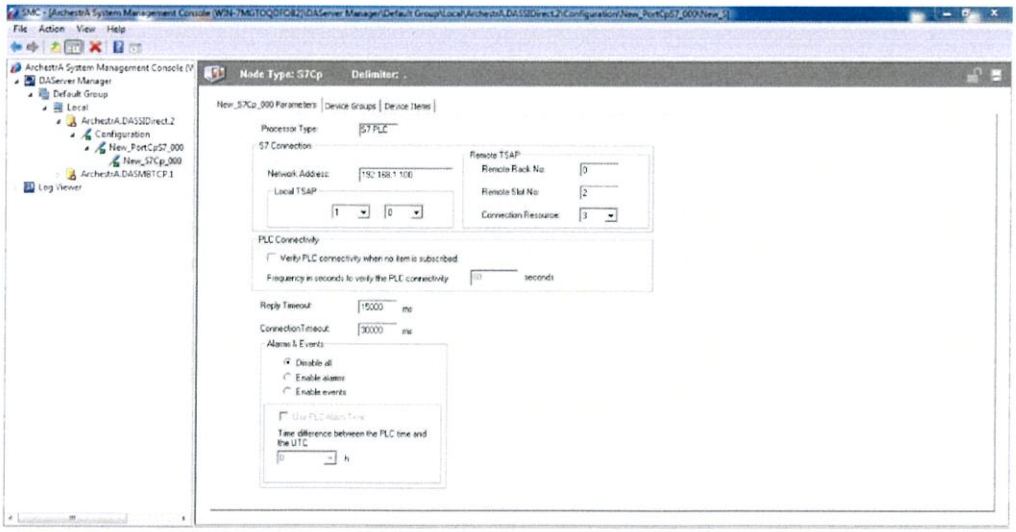
3.3.5.3 โปรแกรม OPC

- Wonderware SIDirect DAServer หรือ DASSIDirect

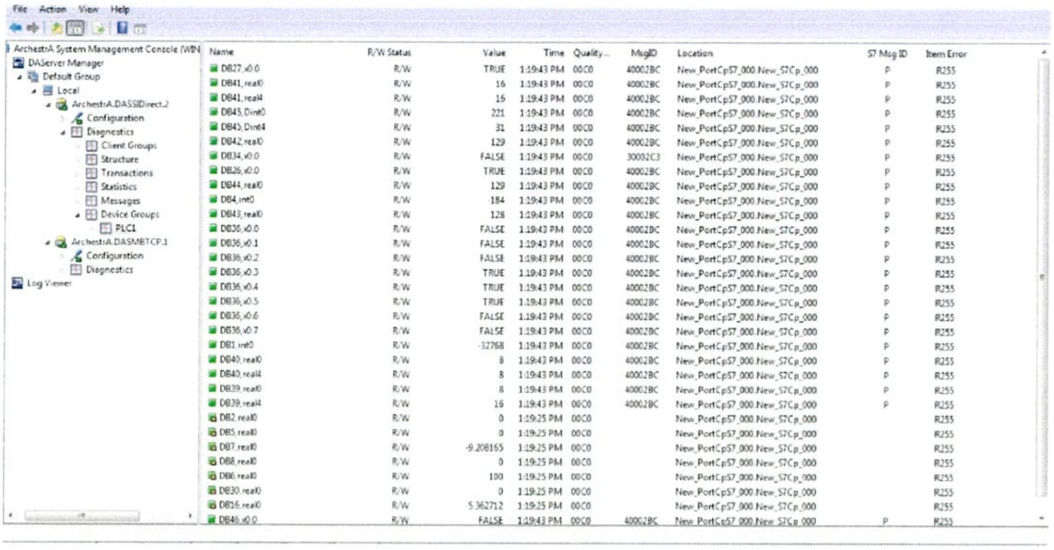


รูปที่ 3.19 Wonderware SIDirect DAServer

DASSIDirect เป็น OPC ที่ใช้เชื่อมต่อระหว่าง Wonderware InTouch และพีแอลซีของ SIEMENS S7-300 ที่ต้องทำงานผ่านซอฟแวร์ System Management Console อีกที นอกจากนี้ยังสามารถ Monitor ค่าพารามิเตอร์ต่างๆได้ ในระหว่างที่มีการเชื่อมต่อ โดยค่าพารามิเตอร์ที่ดูได้นั้นสามารถดูผ่าน Address ที่ใช้งานร่วมกัน DASSIDirect เป็น OPC ที่เชื่อมต่อกันผ่าน IP Address ของพีแอลซี SIEMENS S7-300 ดังรูปที่ 3.20



รูปที่ 3.20 การเชื่อมต่อกันผ่าน IP Address ของพีแอลซี SIEMENS S7-300

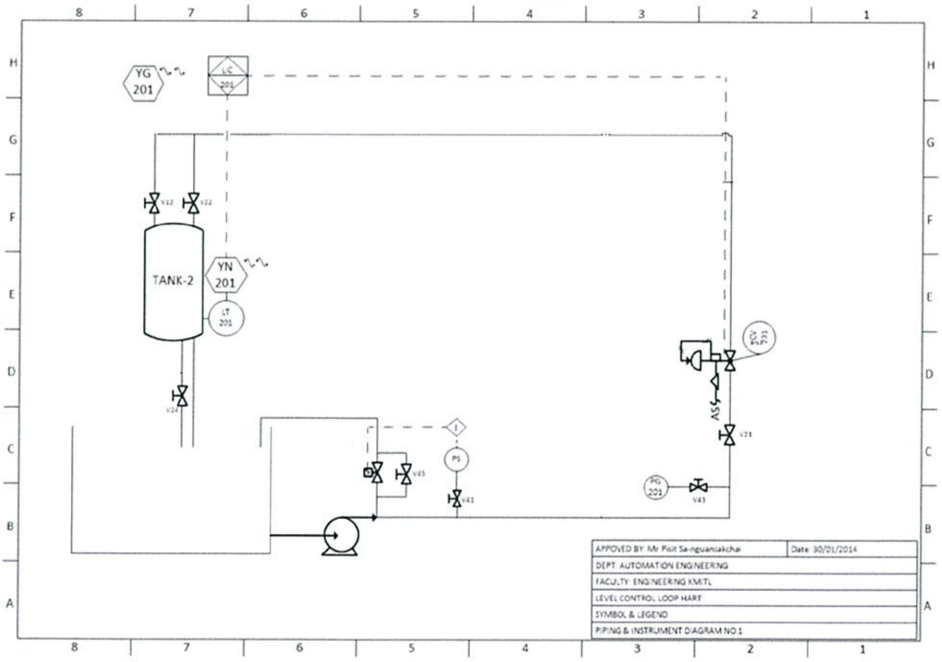


รูปที่ 3.21 หน้าต่างแสดงค่าของ Address ของพีแอลซี SIEMENS S7-300

3.4 การดำเนินการของกระบวนการสัญญาณไวร์เลสฮาร์ท

อุปกรณ์การวัดและควบคุมที่ใช้ในกระบวนการสัญญาณไวร์เลสฮาร์ทได้มีการดัดแปลงพลานต์โมเดลจากเดิมโดยมีอุปกรณ์ Wireless ที่เพิ่มขึ้นมา สามารถดูรายละเอียดได้จากหัวข้อ 3.4.1

3.4.1 แบบ P&I Diagram ของกระบวนการสัญญาณไวร์เลสฮาร์ท



รูปที่ 3.22 แบบ P&I Diagram ของกระบวนการสัญญาณไวร์เลสฮาร์ท

จากรูปที่ 3.22 ได้นำเสนอแบบ P&I Diagram ของกระบวนการสัญญาณไวร์เลสฮาร์ท โดยนำเสนอการส่งสัญญาณเฉพาะของกระบวนการสัญญาณไวร์เลสฮาร์ท เท่านั้น หลักการทำงานของกระบวนการสัญญาณไวร์เลสฮาร์ท น้ำจะไหลเข้าสู่ Tank 2 โดยมี Differential Pressure Transmitter (LT201) วัดระดับน้ำและส่งค่า Diagnostics ผ่าน Wireless THUM ไปยัง Smart Wireless Gateway จากนั้นจึงนำค่า Diagnostics จาก Smart Wireless Gateway มาใช้ในการวิเคราะห์ต่อไป ส่วนค่าสัญญาณ 4-20 mA ที่ออกจาก AO โมดูลส่งไปยัง Differential Pressure Transmitter (LT201) เป็นค่าสัญญาณที่ใช้ในการควบคุมและยังส่งผ่านไปยัง Smart Wireless THUMAdapter เพื่อเป็นไฟเลี้ยงให้กับ Smart Wireless THUMAdapter ในการที่จะส่งค่า Diagnostic มายัง Smart Wireless Gateway จากนั้นค่าจากการถูกประมวลผลจาก Differential Pressure Transmitter (LT201) ก็ถูกส่งไปควบคุมวาล์วควบคุม (Control valve ; LCV 201) เพื่อที่ให้ระดับน้ำเป็นไปตามค่า Setpoint ที่กำหนดไว้ อุปกรณ์ที่เลือกใช้ในกระบวนการสัญญาณไวร์เลสฮาร์ทแสดงได้ดังตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 อุปกรณ์ที่ใช้ในกระบวนการระดับเทคโนโลยีไวร์เลสฮาร์ท

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	-

- ในการควบคุมกระบวนการสัญญาณไวร์เลสฮาร์ท นี้จะใช้โมดุล แอนะล็อก อินพุตรุ่น SM 331; AI 2 x 12 Bit; (6ES7331-7KB02-0AB0) ซึ่งค่ารับสัญญาณเป็นแบบ 2- Wire Current transducers และกำหนดช่วงของการวัดเป็น 4-20 mA

- ส่วนเอาต์พุตที่ไปสั่งวาล์วควบคุม (Control valve ; LCV 201) จะใช้แอนะล็อก เอาต์พุตรุ่น SM 332; AO2 x 12 Bit;(6ES7332-5HB01-0AB0) ซึ่งเป็นโมดูลเดียวกันกับกระบวนการสัญญาณแอนะล็อก

ตารางที่ 3.5 การตั้งค่าย่านการวัดโมดุลไวร์เลสฮาร์ท

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

- Smart Wireless Gateway

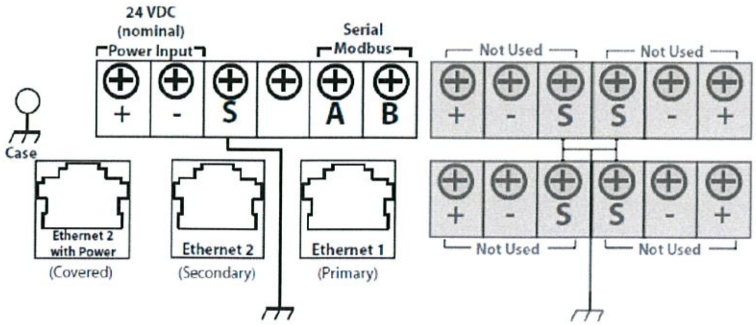
ในโครงงานนี้ใช้ Smart Wireless Gateway ในการรับค่า Diagnostic ที่ส่งมาจาก Smart Wireless THUMAdapter โดยข้อมูลเกี่ยวกับ Smart Wireless Gateway ดังต่อไปนี้

1. โครงงานนี้ใช้ Ethernet 1 ของ Smart Wireless Gateway เพื่อเชื่อมต่อกับเครื่อง Host โดยมีเลข IPAddress คือ 192.168.1.10 ดังตารางที่ 3.6

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 เชื่อมกับเครื่อง Host และใช้ไฟกระแสตรงขนาด 24 โวลต์ต่อให้กับเกตเวย์ ดังรูปที่ 3.23



รูปที่ 3.23 Standard Terminal Block

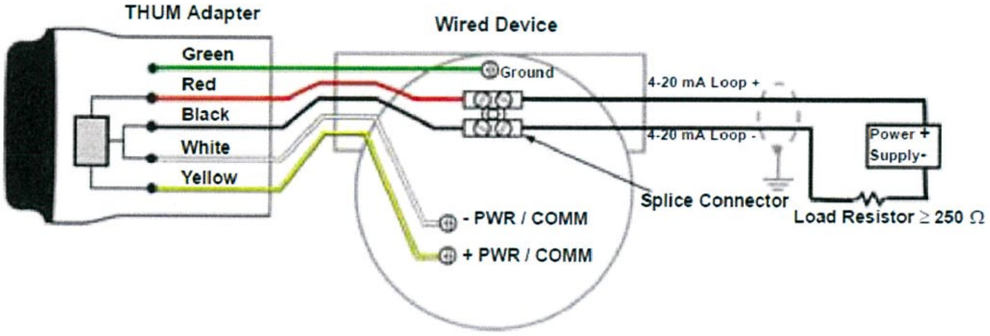
3. เครื่องคอมพิวเตอร์ ENGINEERING เลือกใช้ระบบปฏิบัติการ Windows 7 Professional โดยเลือกจากระบบปฏิบัติการที่ Smart Wireless Gateway รองรับ ดังตารางที่ 3.7

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

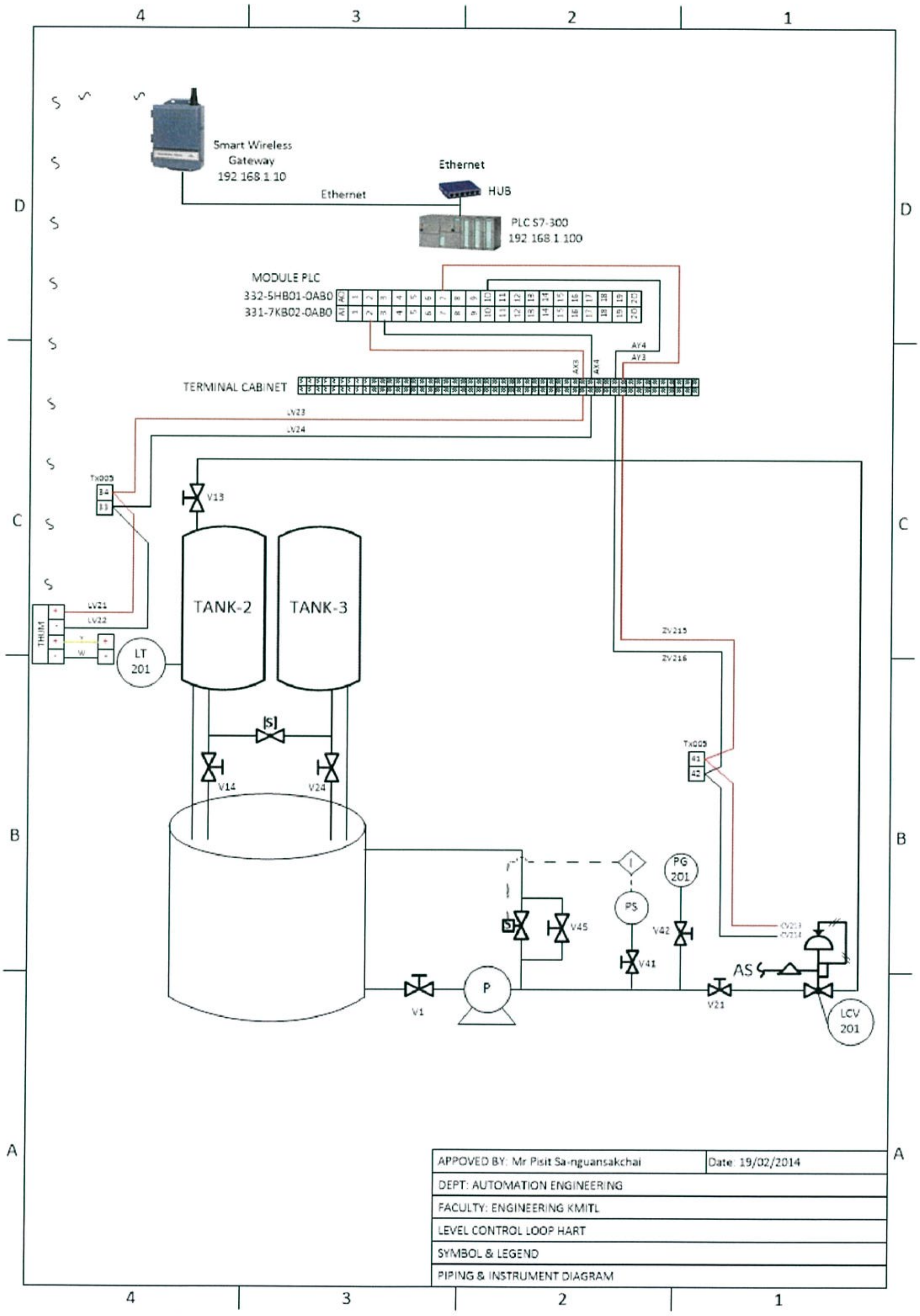
- Smart Wireless THUM Adapter

Smart Wireless THUM Adapter ประกอบด้วยสายไฟ 5 เส้นประกอบด้วยสายสีเขียวคือสาย กราวด์ (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 3.24



รูปที่ 3.24 Wiring Diagram แบบ 2-Wire

3.4.2 Loop Wiring กระบวนการสัญญาณไวร์เลสฮาร์ท



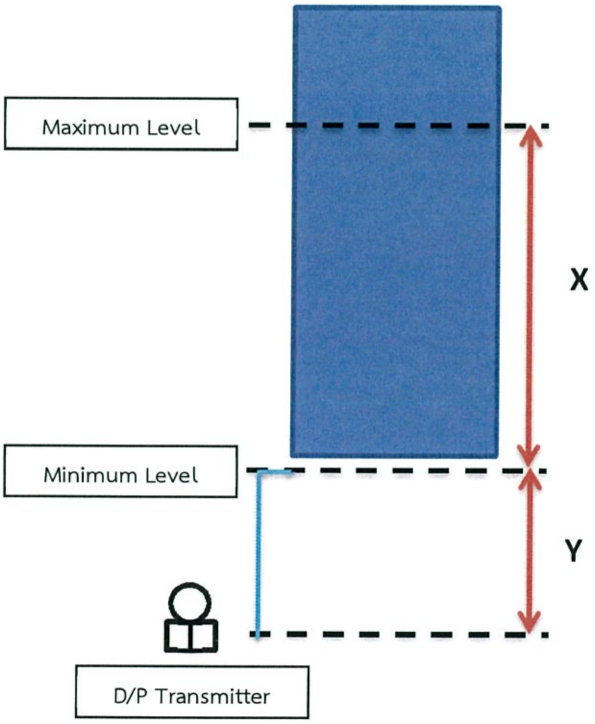
รูปที่ 3.25 แบบ Loop Wiring กระบวนการสัญญาณไวร์เลสฮาร์ท

จากรูปที่ 3.25 เป็นภาพ Loop Wiring Diagramไวร์เลสฮาร์ท โดยมี Differential Pressure Transmitter (LT201) ต่ออยู่กับ Smart Wireless THUM Adapter แบบ 2-Wire และมีสายสัญญาณ จาก Smart Wireless THUM Adapter อีกสองเส้น ต่อเข้ากับ AI โมดูลของพีแอลซี โดยเลือกใช้ CH0 ซึ่งต่อใช้งานขาสัญญาณที่ 2 ซึ่งมีสัญญาณเป็นบวก และขาสัญญาณที่ 3เป็นสัญญาณลบ ข้อมูลจากตัว Smart Wireless THUM Adapter จะถูกส่งไปยัง Smart Wireless Gateway ก่อนแล้ว เครื่องคอมพิวเตอร์ ENGINEERING จึงดึงข้อมูลจากตัว Smart Wireless Gateway ส่วน AO โมดุลที่เลือกใช้ CH1 ต่อใช้งานขาสัญญาณที่ 7 ซึ่งสัญญาณเป็นบวกและขาสัญญาณที่ 10 ต่อเข้ากับ Valve Positioner (LCV201)

3.4.3 การออกแบบการวัดและการควบคุม

3.4.3.1 การติดตั้ง D/P Transmitter แบบสัญญาณไวร์เลสฮาร์ท

- การคำนวณค่าระดับการวัดโดยวิธีความดันแตกต่าง (Differential Pressure)



รูปที่ 3.26 การสอบเทียบเครื่องมือวัดความดันแตกต่างแบบไวร์เลสฮาร์ท

จากการวัด ค่า X = 46 cm, Y = 23 cm

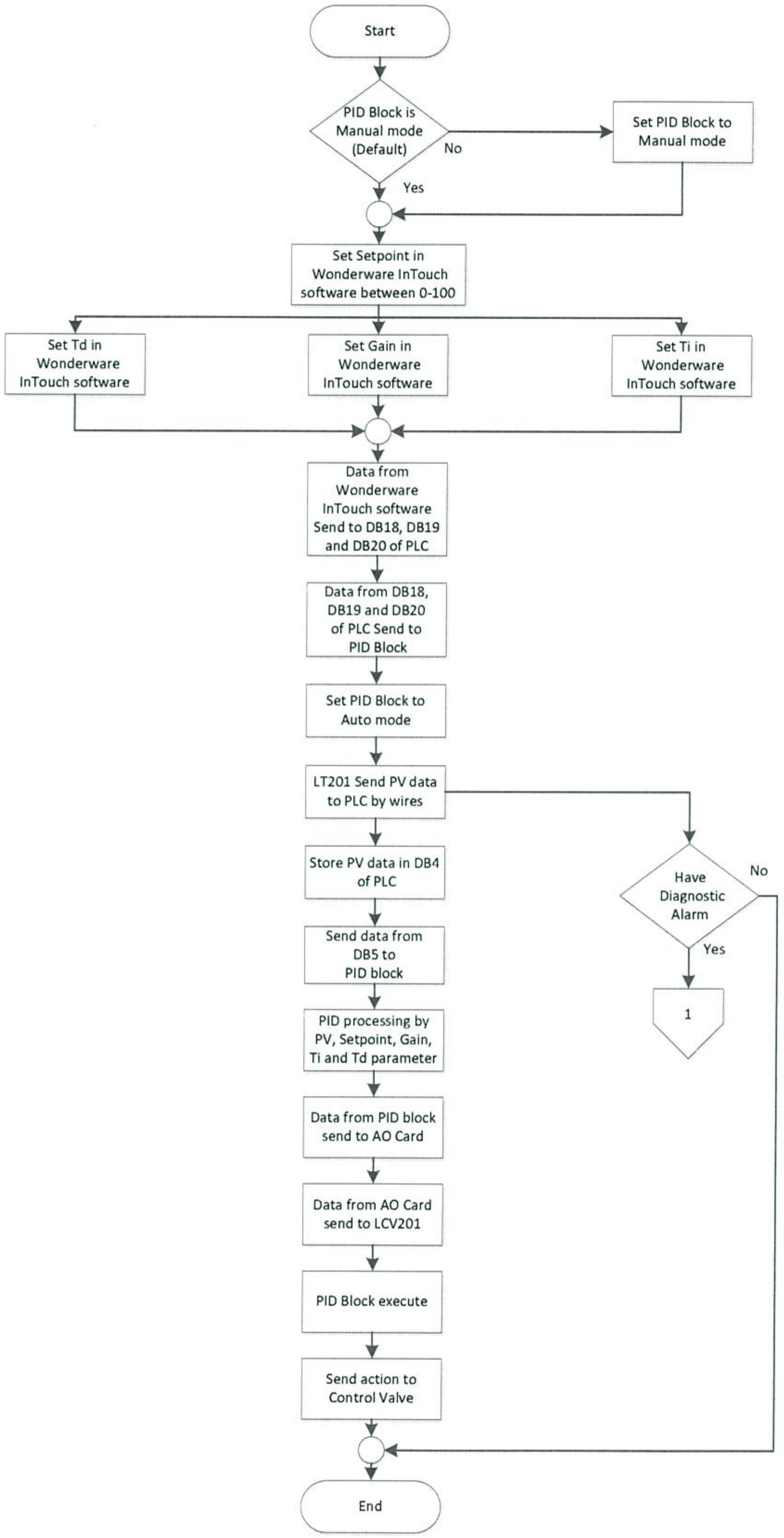
น้ำจะมีค่าความถ่วงจำเพาะ(SG)เป็น 1,

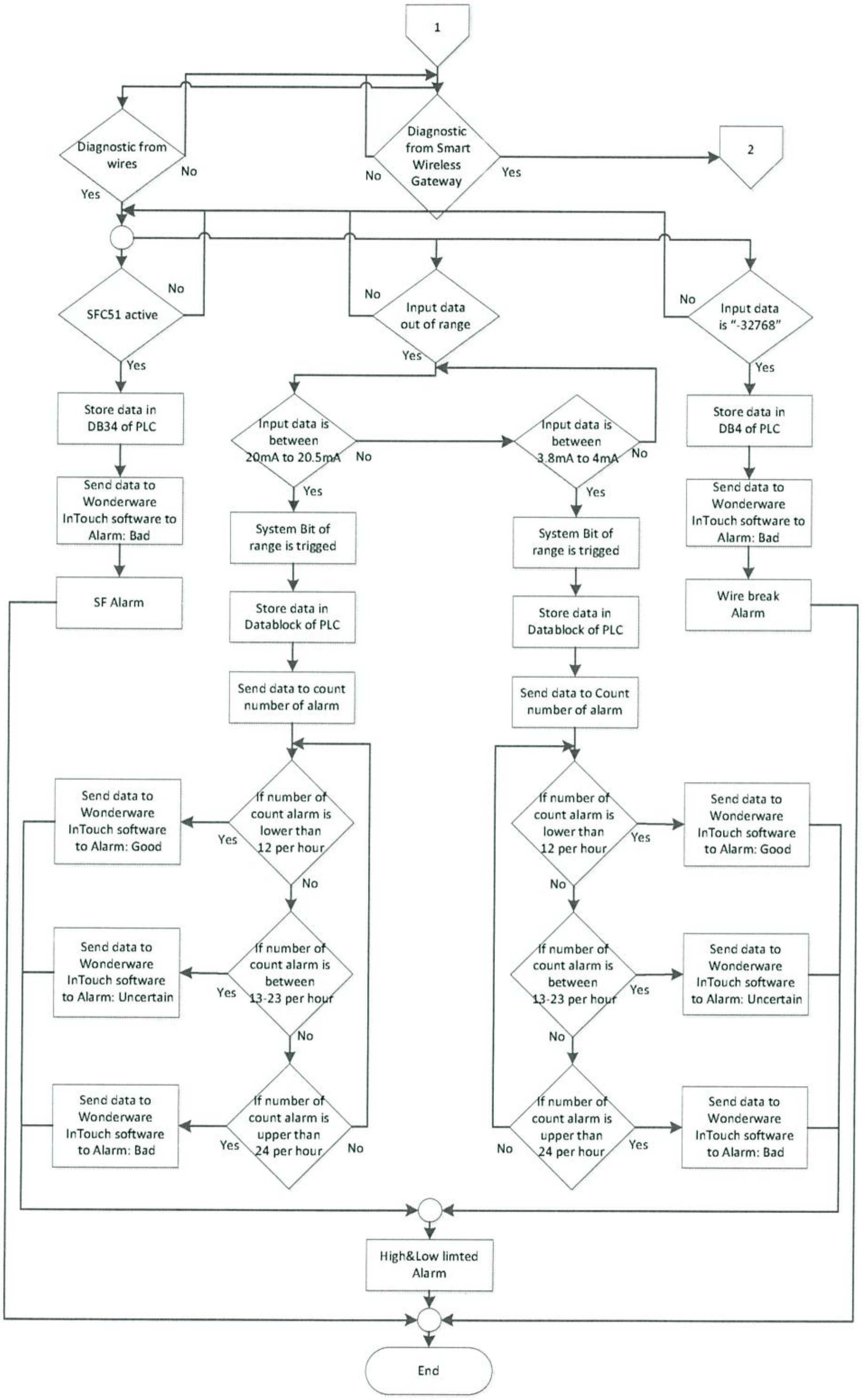
ที่ 0% (Minimum Level)	=	Y•SG
	=	230 mm × 1
	=	230 mmH_2O
ที่ 100% (Minimum Level)	=	X•SG
	=	(460+230) mm × 1
	=	690 mmH_2O

3.4.4 พัฒนาโปรแกรมเพื่อการควบคุมและการแจ้งเตือนอุปกรณ์

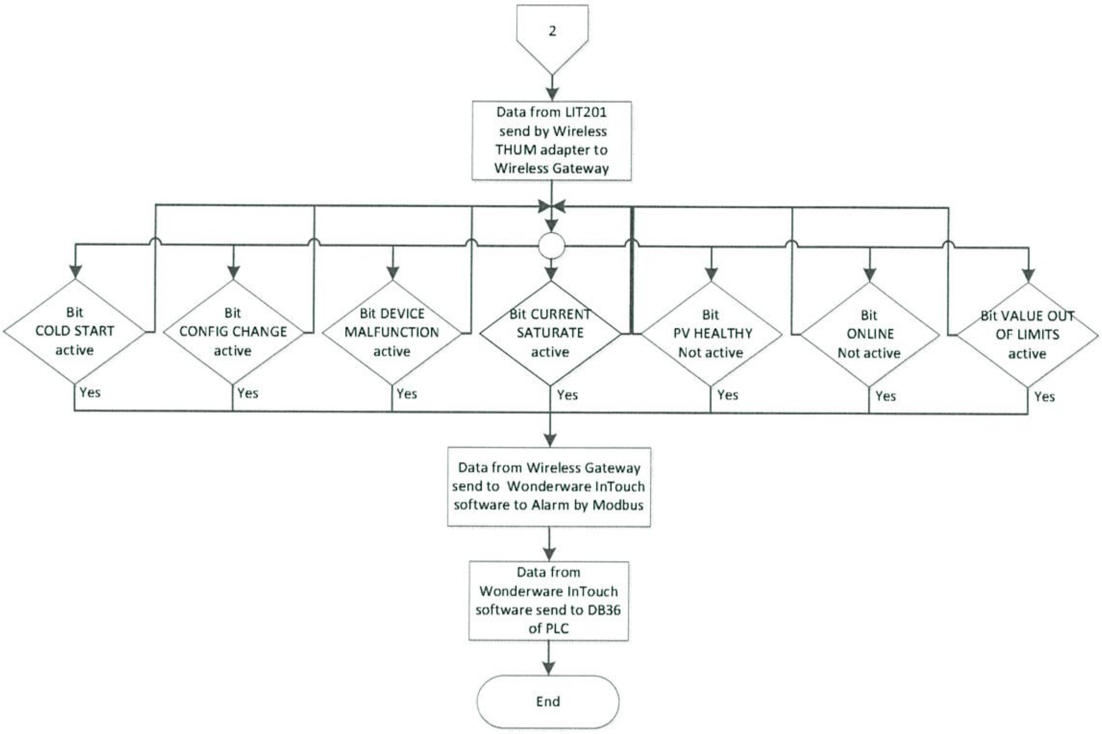
3.4.4.1 ออกแบบโปรแกรมควบคุมด้วยพีแอลซี

การออกแบบโปรแกรมพีแอลซีของกระบวนการสัญญาณไวร์เลสฮาร์ท แสดงผ่าน Flow Chart การทำงานโปรแกรมควบคุมดังต่อไปนี้


Start
PID Block is Manual mode (Default)
No
Set PID Block to Manual mode
Yes
Set Setpoint in Wonderware InTouch software between 0-100
Set Td in Wonderware InTouch software
Set Gain in Wonderware InTouch software
Set Ti in Wonderware InTouch software
Data from Wonderware InTouch software Send to DB18, DB19 and DB20 of PLC
Data from DB18, DB19 and DB20 of PLC Send to PID Block
Set PID Block to Auto mode
LT201 Send PV data to PLC by wires
Store PV data in DB4 of PLC
Send data from DB5 to PID block
PID processing by PV, Setpoint, Gain, Ti and Td parameter
Data from PID block send to AO Card
Data from AO Card send to LCV201
PID Block execute
Send action to Control Valve
Have Diagnostic Alarm
No
Yes
1
End



1
Diagnostic from wires
No
Yes
Diagnostic from Smart Wireless Gateway
No
Yes
2
SFC51 active
No
Yes
Input data out of range
No
Yes
Input data is "-32768"
No
Yes
Store data in DB34 of PLC
Send data to Wonderware InTouch software to Alarm: Bad
SF Alarm
Input data is between 20mA to 20.5mA
No
Yes
Input data is between 3.8mA to 4mA
No
Yes
Store data in DB4 of PLC
Send data to Wonderware InTouch software to Alarm: Bad
Wire break Alarm
System Bit of range is trigged
Store data in Datablock of PLC
Send data to count number of alarm
System Bit of range is trigged
Store data in Datablock of PLC
Send data to Count number of alarm
If number of count alarm is lower than 12 per hour
Send data to Wonderware InTouch software to Alarm: Good
If number of count alarm is between 13-23 per hour
Send data to Wonderware InTouch software to Alarm: Uncertain
If number of count alarm is upper than 24 per hour
Send data to Wonderware InTouch software to Alarm: Bad
High&Low limted Alarm
End

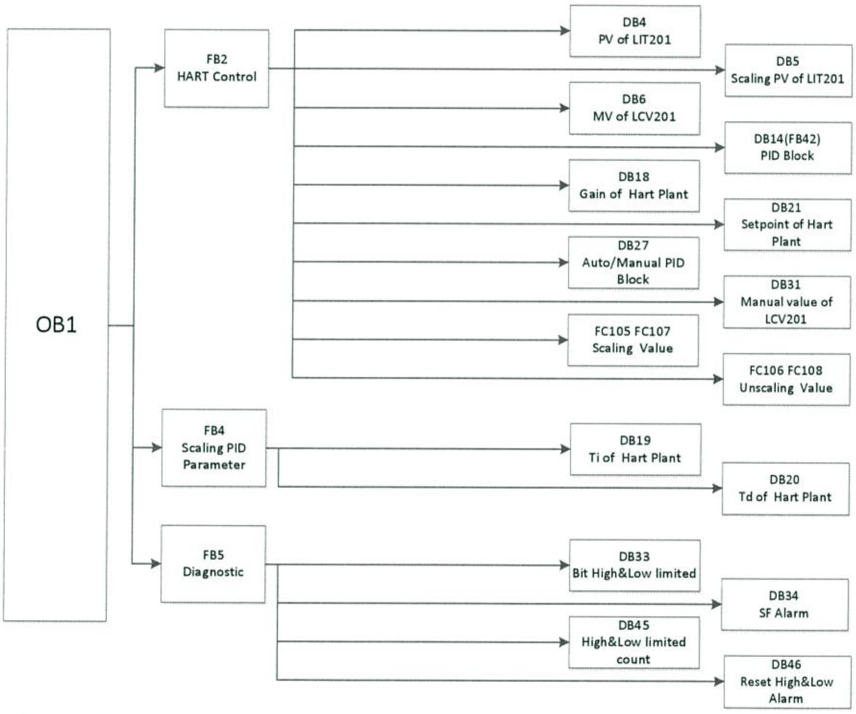


รูปที่ 3.27 Flow Chart การทำงานโปรแกรมควบคุมกระบวนการสัญญาณไวร์เลสฮาร์ท

จากรูปที่ 3.27 ผู้ใช้งานจะเริ่มต้นการทำงานพลานต์ควบคุมระดับด้วยการกำหนดโหมดของบล็อก PID ให้เป็นโหมด Manual จากนั้นตั้งค่า Setpointค่า Gain ค่า Ti และค่า Td ผ่านโปรแกรม Wonderware InTouch โดยข้อมูลทั้งหมดจะถูกเก็บใน Data Block ของ PLC และจะถูกส่งเข้าบล็อก PID ของพีแอลซีหลังจากนั้น Transmitter จะส่งค่าสัญญาณระดับมาให้ยังพีแอลซี จากนั้นกำหนดโหมดของบล็อก PID ให้เป็นโหมด Auto โดยบล็อก PID จะทำการประมวลผลและส่งค่าออกไปยัง Transmitter ผ่านการ์ด AO ของพีแอลซีโดยเมื่อค่าสัญญาณระดับ มีค่าเท่ากับค่า Setpoint บล็อก PID จะส่งสัญญาณให้วาลว์เปิดคงที่ และเมื่อค่าสัญญาณระดับ มีค่าไม่เท่ากับค่า Setpoint บล็อก PID จะส่งสัญญาณให้วาลว์เปิดเพิ่มขึ้นหรือลดลง โดยจะมีการแจ้งเตือน Diagnostic เกิดขึ้นเมื่อหลอด SFLED ของพีแอลซีสว่างขึ้น ค่าสัญญาณระดับเกิดหลุดออกจากเกณฑ์ที่กำหนด สายไฟที่ใช้ในการส่งสัญญาณระดับเกิดชำรุดเสียหาย หรือค่าสัญญาณอื่นๆที่มาจาก Smart Wireless Gateway หากการแจ้งเตือน Diagnostic เกิดขึ้นเพราะหลอด LED SF(System fault) ของ CPU สว่างขึ้น พีแอลซีจะทำการเก็บข้อมูลการแจ้งเตือนไว้ใน Data Block และส่งข้อมูลนั้นไปยังโปรแกรม Wonderware InTouch เพื่อแสดง Alarm หากการแจ้งเตือน Diagnostic เกิดขึ้นเพราะค่าสัญญาณระดับเกิดหลุดออกจากเกณฑ์ที่กำหนดพีแอลซีจะทำการเก็บข้อมูลการแจ้งเตือนไว้ใน Data Block และนำไปผ่านเงื่อนไขในการคัดแยกสถานะของ Alarm โดยจะแบ่งเป็น 3 สถานะ คือ Good Uncertain และ Bad จากนั้นจึงส่งค่าไปยังโปรแกรม

Wonderware InTouch เพื่อแสดง Alarm หากการแจ้งเตือน Diagnostic เกิดขึ้นเพราะสายไฟที่ใช้ในการส่งสัญญาณระดับเกิดชำรุดเสียหาย ค่าสัญญาณระดับจะมีค่าเป็น -32768 ซึ่งจะถูกเก็บข้อมูลไว้ใน Data Block ของพีแอลซีหลังจากนั้นจะส่งค่าไปยังโปรแกรม Wonderware InTouch เพื่อแสดง Alarm หากการแจ้งเตือน Diagnostic เกิดขึ้นเพราะค่าสัญญาณอื่นๆที่มาจาก Smart Wireless Gateway ซึ่งรับค่ามาจาก Smart Wireless THUM adapter ที่เชื่อมต่อกับ ไวร์เลสฮาร์ท Device โดย Wonderware InTouch จะรับค่ามาจาก Smart Wireless Gateway โดยใช้ Protocol Modbus จากนั้นจะเก็บข้อมูลการแจ้งเตือนไว้ใน Data Block ของพีแอลซีและแสดง Alarmที่โปรแกรม Wonderware InTouch

- **ออกแบบโปรแกรมการควบคุมกระบวนการไวร์เลสฮาร์ท**



รูปที่ 3.28 โครงสร้างการเขียนการควบคุมกระบวนการสัญญาณไวร์เลสฮาร์ท ในโปรแกรม Simatic

จากรูปที่ 3.28 แสดงโครงสร้างการเรียกข้อมูลของบล็อกโปรแกรมโดย OB1 จะเป็นบล็อกประมวลผลหลักโดยจะประมวลผลในรูปแบบของ Cycle Time (ประมวลผลวนรอบ) ซึ่งจะเรียกข้อมูลมาจาก

1. FB2 เป็นฟังก์ชันบล็อกที่ 2 ภายในบล็อกจะมีโปรแกรมควบคุมระดับของไวร์เลสฮาร์ท ซึ่งประกอบไปด้วย FC109 ซึ่งเป็นบล็อก Scaling Value FC110 ซึ่งเป็นบล็อก Unscaling Value และ FB42 หรือ DB14 ซึ่งเป็นบล็อก PID ซึ่ง FB2 จะเรียกข้อมูลจาก DB4 DB5 DB6 DB18 DB21 DB27 และ DB31 ซึ่ง Data block แต่ละตัวทำหน้าที่ดังนี้

DB4 เป็นบล็อกที่ใช้เก็บค่าสัญญาณระดับของพลานต์

DB5 เป็นบล็อกที่ใช้เก็บค่าสัญญาณระดับของพลานต์ที่ผ่านการ scaling แล้ว

DB6 เป็นบล็อกที่ใช้เก็บค่าสัญญาณที่ได้จากการคำนวณจากบล็อก PID

DB18 เป็นบล็อกที่ใช้เก็บค่า Gain ของบล็อก PID

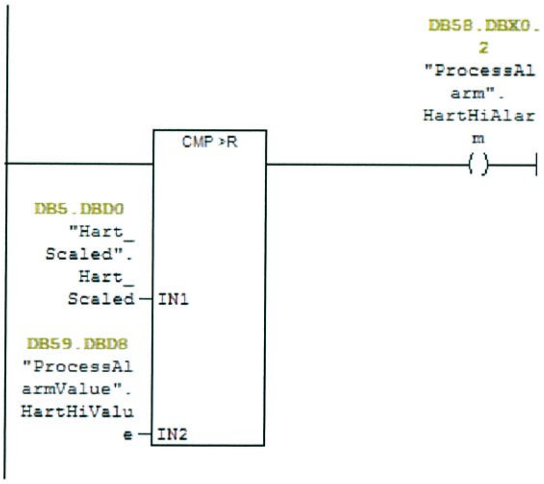
DB21 เป็นบล็อกที่ใช้เก็บค่า setpoint ของบล็อก PID

DB27 เป็นบล็อกที่ใช้เก็บสัญญาณเปิด/ปิดโหมด manual ของบล็อก PID

DB31 เป็นบล็อกที่ใช้เก็บค่าสัญญาณของโหมด manual ของบล็อก PID

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

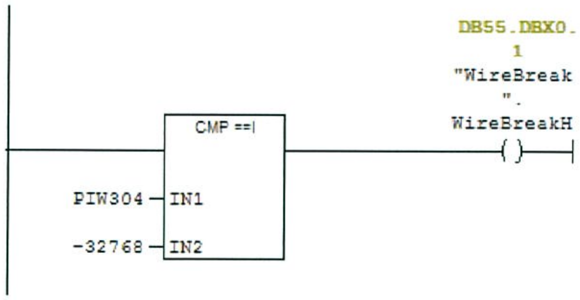
3.4.4.2 การทำเงื่อนไข Process Alarm ของเทคโนโลยีไวร์เลสฮาร์ท



รูปที่ 3.29 เงื่อนไข Process Alarm ของเทคโนโลยีไวร์เลสฮาร์ท

การทำเงื่อนไขการแจ้งเตือนกระบวนการในที่นี้ใช้การเปรียบเทียบ DB5.DBD0 หรือค่าของ PV ที่ได้หลังจากการปรับเทียบค่าเป็น 0 ถึง 100 แล้ว กับ DB59.DBD8 หรือค่าระดับที่ต้องการให้เกิดการแจ้งเตือนมาเปรียบเทียบกันแล้วจึงส่งค่าสัญญาณเอาต์พุตไปที่ DB58.DBX0.2 เพื่อทำการแจ้งเตือนที่ HMI

3.4.4.3 การทำเงื่อนไข Wire Break Alarm ของเทคโนโลยีไวร์เลสฮาร์ท



รูปที่ 3.30 เงื่อนไข Wire Break Alarm ของเทคโนโลยีไวร์เลสฮาร์ท

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

ตารางที่ 3.8 แสดงตัวแปรที่ใช้ในการ Mapping Address ระหว่างโปรแกรม SIMATIC และ Wonderware InTouch ของเทคโนโลยีไวร์เลสฮาร์ท

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 เป็น0-100%
valve_HART	DB6,real0	DB6.DBD0	FLOATING_POINT	100	ค่าที่ได้จากการคำนวนของบล็อก 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

ตารางที่ 3.8 (ต่อ)

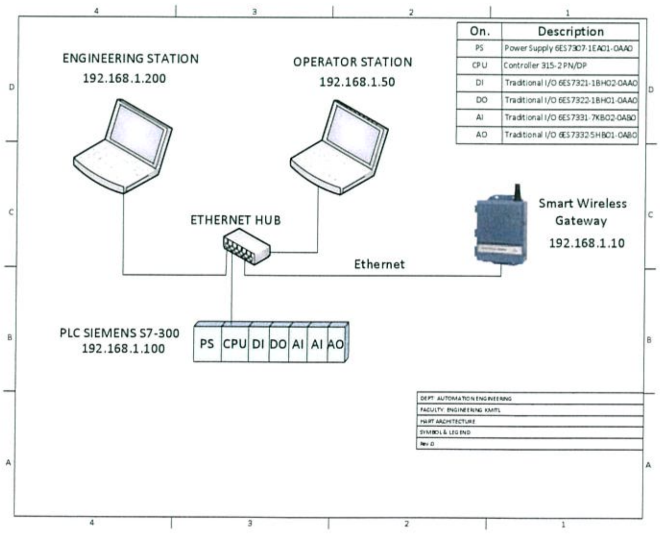
count_Lolimited	DB45,Dint4	DB45.DBD4	DEC	100	นับจำนวนครั้งการเกิด Alarm Low limited
Clear_Count	DB46,x0.0	DB46.DBX0.0	BOOL	100	รีเซ็ต High&Low limited Alarm
Cold_StartDB	DB36,x0.0	DB36.DBX0.0	BOOL	100	บิต Alarm Cold Start
Config_CHGDB	DB36,x0.1	DB36.DBX0.1	BOOL	100	บิต Alarm Configuration Changed
Dev_MALFDB	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

3.4.5 ส่วนโปรแกรมเพื่อการแสดงผล

3.4.5.1 กราฟิกแสดงผล(HMI)

ส่วนของการออกแบบกราฟิกเพื่อการแสดงผลของกระบวนการสัญญาณไวร์เลสฮาร์ท อ้างอิงตามหัวข้อ 3.3.5.1 โดยมี Flow Chart การทำงาน ตามรูปที่ 3.27 และ ตัวอย่างของหน้าต่าง HMI โดยจะกล่าวไว้ในหัวข้อที่ 3.6

3.4.5.2 Network Architecture



รูปที่ 3.31 Network Architecture ของกระบวนการสัญญาณไวร์เลสฮาร์ท

จากรูปที่ 3.31 แสดงถึง Network Architecture ของกระบวนการสัญญาณไวร์เลสฮาร์ทโดยมีอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อเข้าด้วยกัน 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 และ
4. Smart Wireless Gateway โดย IP Address ที่ใช้เป็น 192.168.1.10 ซึ่งทุกการเชื่อมต่อนั้นเชื่อมต่อด้วยกันโดยผ่าน Ethernet HUB เพียง 1ตัว

3.4.5.3 โปรแกรม OPC

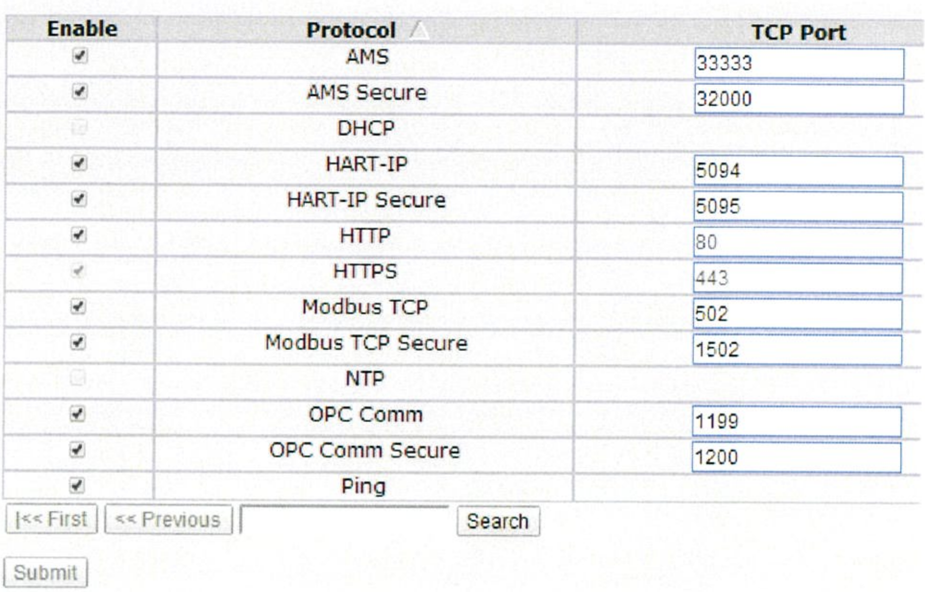
- **โปรแกรม Modbus ใน Smart Wireless Gateway**

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

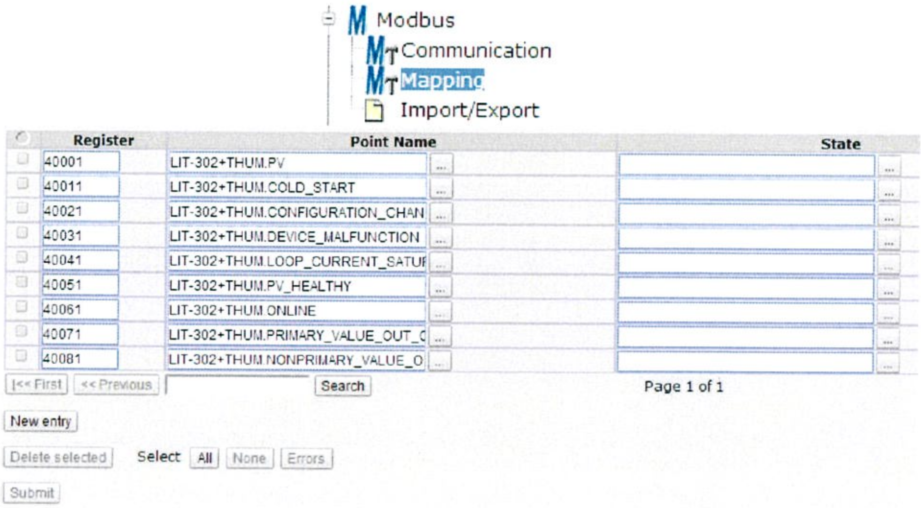
ตารางที่ 3.9 Modbus function codes

Modbus function codes

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



รูปที่ 3.32 Protocol ที่สามารถใช้งานร่วมกับ Smart Wireless Gateway



รูปที่ 3.33 Protocol Modbus TCP ในการ mapping parameter ที่ต้องการ

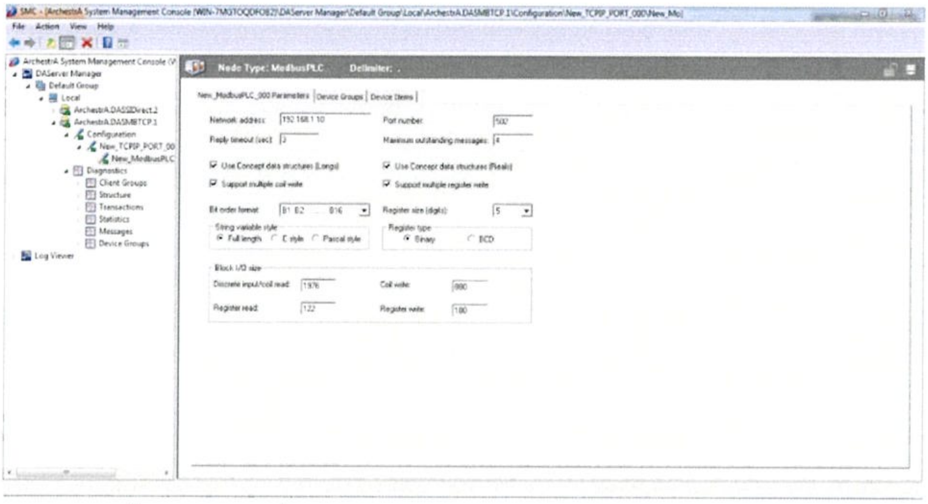
ตารางที่ 3.10 mapping tag ระหว่าง Wireless Gateway และ Modbus protocol

Register	Point Name	Description
40001	LIT-302+THUM.PV	ค่าสัญญาณระดับ(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	สถานะ การ online ของ LIT-302+THUM
40071	LIT-302+THUM.PRIMARY_VALUE_OUT_OF_LIMITS	ค่าสัญญาณระดับ(Hart)ออกนอกช่วงที่กำหนด
40081	LIT-302+THUM.NONPRIMARY_VALUE_OUT_OF_LIMITS	ค่าสัญญาณอื่นๆ(Hart)ออกนอกช่วงที่กำหนด

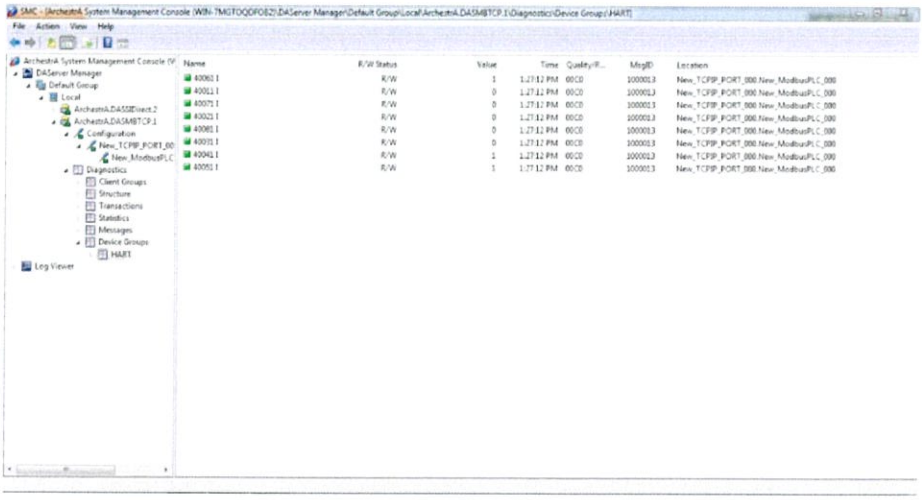
- Wonderware MBTCP DAServer หรือ MBTCP

รูปที่ 3.34 Wonderware MBTCP DAServer

MBTCP เป็น OPC ที่ใช้เชื่อมต่อระหว่าง Wonderware InTouch และ Modbus TCP ที่ต้องทำงานผ่าน Software ของ System Management Console อีกที นอกจากนี้ยังสามารถ Monitor ค่าพารามิเตอร์ต่างๆได้ในระหว่างที่มีการเชื่อมต่อ โดยค่าพารามิเตอร์ที่ดูได้นั้น สามารถดูผ่าน Address ที่ใช้งานร่วมกัน MBTCP เป็น OPC ที่เชื่อมต่อกันผ่าน IP Address ของ Smart Wireless Gateway ดังรูปที่ 3.35



รูปที่ 3.35 การเชื่อมต่อกันผ่าน IP Address ของ Smart Wireless Gateway



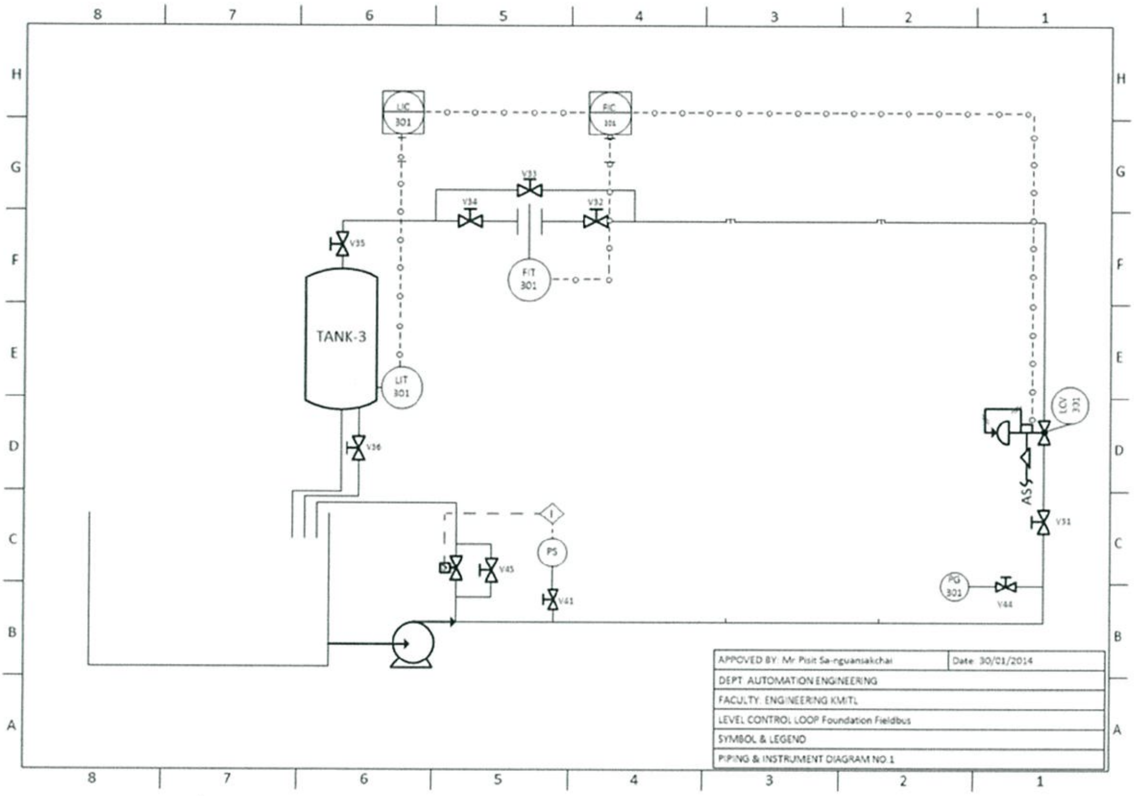
รูปที่ 3.36 หน้าต่างแสดงค่าของ Address ของ Smart Wireless Gateway

- **WonderwareSIDirectDAServer หรือ DASSIDirect** อ้างอิงตามหัวข้อที่ 3.3.5.3

3.5 การดำเนินการของกระบวนการสัญญาณฟาวน์เดชันฟิลด์บัส

อุปกรณ์การวัดและควบคุมที่ใช้ในกระบวนการสัญญาณฟาวน์เดชันฟิลด์บัส ได้มีการดัดแปลงพลานต์โมเดลจากเดิมโดยตัด Temperature Transmitter ออกจากกระบวนการ สามารถดูรายละเอียดได้จากหัวข้อ 3.5.1

3.5.1 แบบP&I Diagram ของกระบวนการสัญญาณฟาวน์เดชันฟิลด์บัส



รูปที่ 3.37 แบบ P&I Diagram ของกระบวนการสัญญาณฟาวน์เดชันฟิลด์บัส

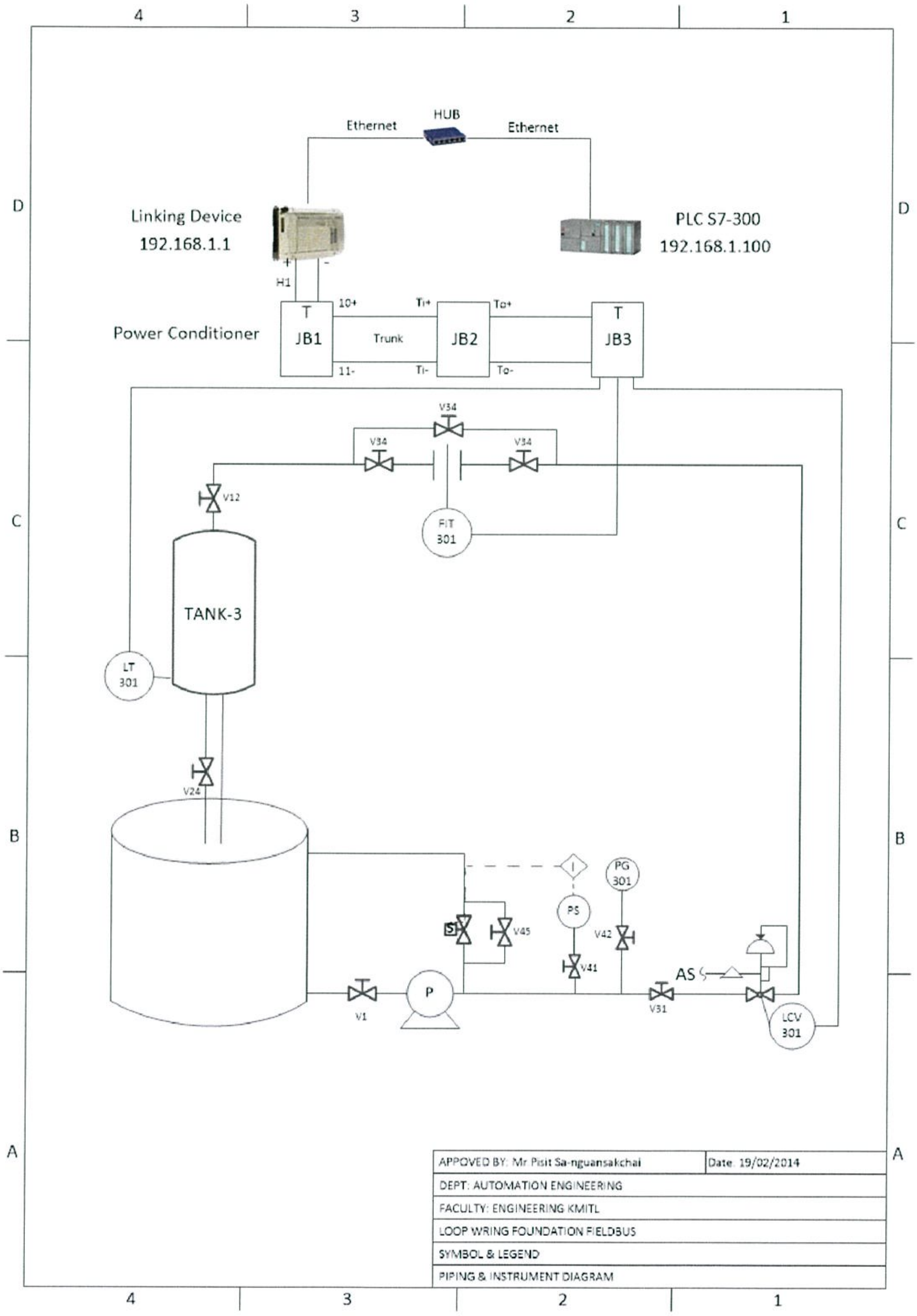
จากรูปที่ 3.37 ได้นำเสนอแบบ P&I Diagram ของกระบวนการฟาวน์เดชันฟิลด์บัส โดยนำเสนอการส่งสัญญาณเฉพาะของกระบวนการฟาวน์เดชันฟิลด์บัส เท่านั้น หลักการทำงานของกระบวนการฟาวน์เดชันฟิลด์บัส น้ำจะไหลเข้าสู่ Tank 3 โดยมี Differential Pressure Transmitter (LIT301) วัดระดับน้ำและส่งค่าไปยัง Linking Device และค่าจากการถูกประมวลผลจะถูกส่งไปควบคุมวาล์วควบคุม (Control valve ; LCV301) เพื่อที่ให้ระดับน้ำเข้าตามค่า Setpoint ที่กำหนดไว้ อุปกรณ์ที่เลือกใช้ในกระบวนการสัญญาณฟาวน์เดชันฟิลด์บัส แสดงได้ดังตารางที่ 3.11

ตารางที่ 3.11 อุปกรณ์ที่ใช้ในกระบวนการระดับเทคโนโลยีฟาวน์เดชันฟิลด์บัส

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			-
9.	junction block	phoenix contact	FB-2SP-ET	-

- ในการควบคุมกระบวนการสัญญาณฟาวน์เดชันฟิลด์บัส นี้จะใช้ 1757-FFLD Linking Device ของ Allen-Bradley เป็นอุปกรณ์ที่รับสัญญาณมาจาก Differential Pressure Transmitter (LIT301) และส่งสัญญาณให้ วาล์วควบคุม (Control valve ; LCV301)ทำงาน

3.5.2 Loop Wiring กระบวนการสัญญาณฟาวน์เดชันฟิลด์บัส



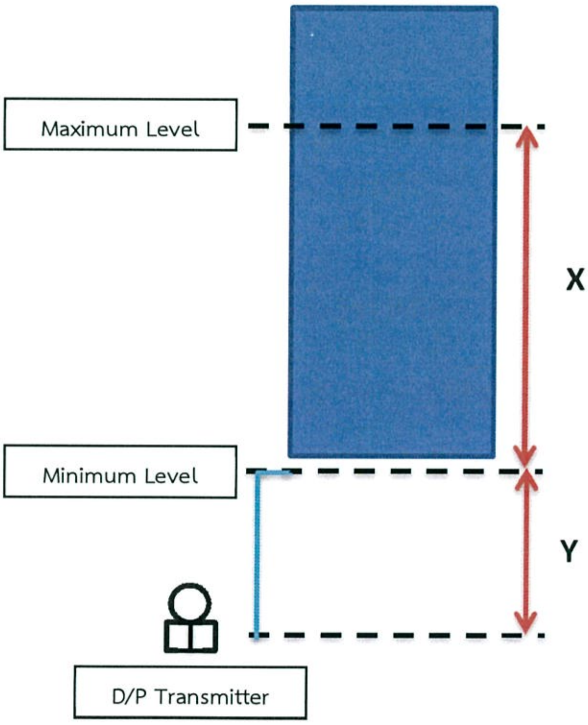
รูปที่ 3.38 Loop Wiring กระบวนการสัญญาณฟาวน์เดชันฟิลด์บัส

จากรูปที่ 3.38 จะเห็นว่าอุปกรณ์ฟาวน์เดชันฟิลด์บัส 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 โดยเลือกต่อสาย H1 จาก Junction Block (JB1) เข้าช่องสัญญาณ H1ที่ 3 ของ Linking Device

3.5.3 การออกแบบการวัดและการควบคุม

3.5.3.1 การติดตั้ง D/P Transmitter ของเทคโนโลยีฟาวน์เดชันฟิลด์บัส ในกระบวนการระดับ

- การคำนวณค่าระดับการวัดโดยวิธีความดันแตกต่าง(Differential Pressure)



รูปที่ 3.39 การสอบเทียบเครื่องมือวัดความดันแตกต่างแบบฟาวน์เดชันฟิลด์บัส

จากการวัด ค่า X = 46.5 cm, Y = 62 cm

น้ำจะมีค่าความถ่วงจาเพาะ(SG)เป็น 1,

ที่ 0% (Minimum Level) $= Y \cdot SG$

$= 620 \text{ mm} \times 1$

$= 620 \quad mmH_2O$

ที่ 100% (Minimum Level) = X·SG

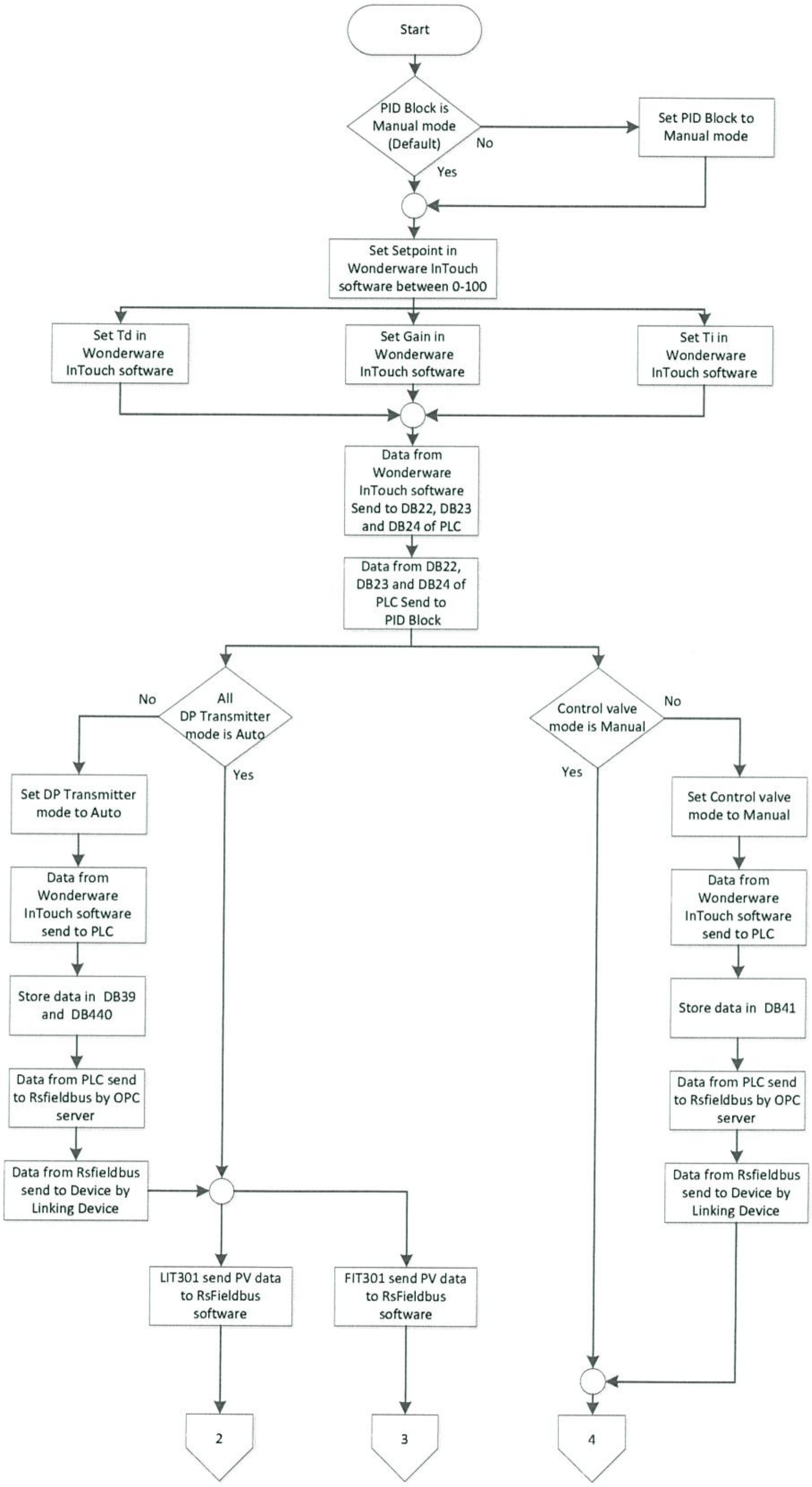
= (465+620) mm × 1

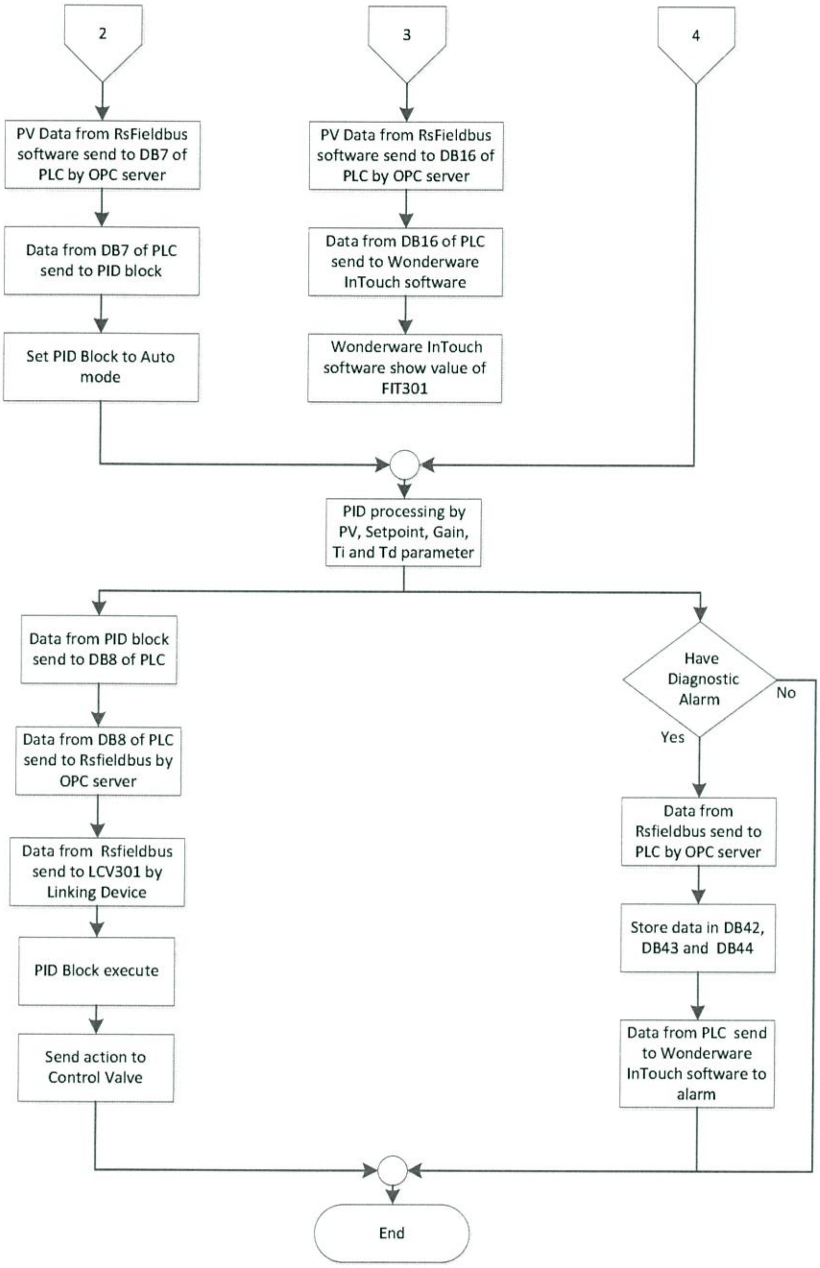
= 1085 mmH_2O

3.5.4 พัฒนาโปรแกรมเพื่อการควบคุมและการแจ้งเตือนอุปกรณ์

3.5.4.1 ออกแบบโปรแกรมควบคุมด้วยพีแอลซี

การออกแบบโปรแกรมพีแอลซีของกระบวนการสัญญาณ Fieldbus แสดงผ่าน Flow Chart การทำงานโปรแกรมควบคุมดังต่อไปนี้


Start
PID Block is Manual mode (Default)
No
Yes
Set PID Block to Manual mode
Set Setpoint in Wonderware InTouch software between 0-100
Set Td in Wonderware InTouch software
Set Gain in Wonderware InTouch software
Set Ti in Wonderware InTouch software
Data from Wonderware InTouch software Send to DB22, DB23 and DB24 of PLC
Data from DB22, DB23 and DB24 of PLC Send to PID Block
All DP Transmitter mode is Auto
No
Yes
Set DP Transmitter mode to Auto
Data from Wonderware InTouch software send to PLC
Store data in DB39 and DB440
Data from PLC send to Rsfieldbus by OPC server
Data from Rsfieldbus send to Device by Linking Device
LIT301 send PV data to RsFieldbus software
FIT301 send PV data to RsFieldbus software
Control valve mode is Manual
No
Yes
Set Control valve mode to Manual
Data from Wonderware InTouch software send to PLC
Store data in DB41
Data from PLC send to Rsfieldbus by OPC server
Data from Rsfieldbus send to Device by Linking Device
2
3
4

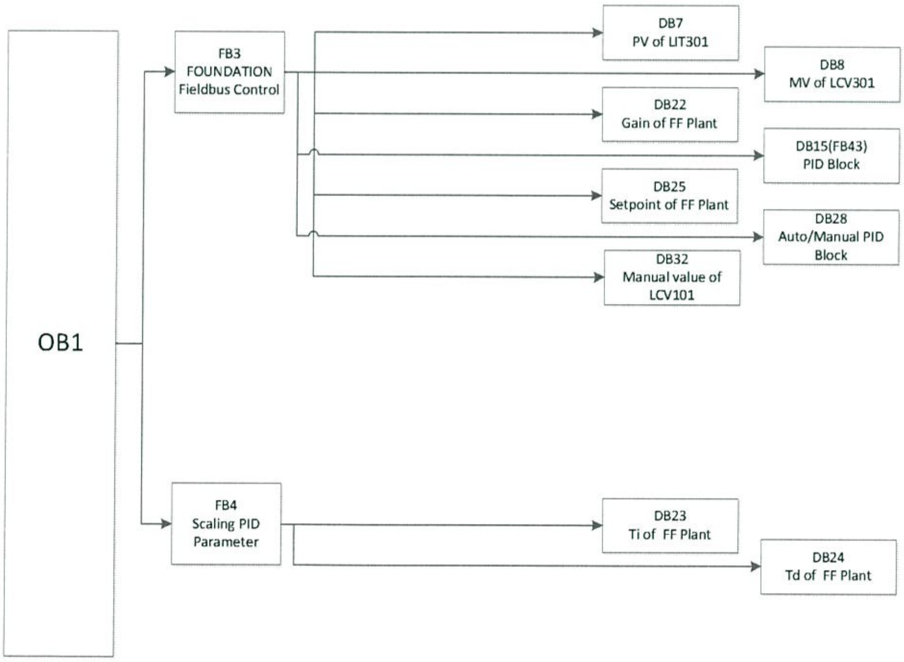


รูปที่ 3.40 Flow Chart การทำงานโปรแกรมควบคุมกระบวนการสัญญาณฟาวน์เดชันฟิลด์บัส

จากรูปที่ 3.40 ผู้ใช้งานจะเริ่มต้นการทำงานพลานต์ควบคุมระดับด้วยการกำหนดโหมดของบล็อก PID ให้เป็นโหมด Manual จากนั้นตั้งค่า Setpoint ค่า Gain ค่า Ti และค่า Td ผ่านโปรแกรม Wonderware InTouch โดยข้อมูลทั้งหมดจะถูกเก็บใน Data Block ของพีแอลซีและจะถูกส่งเข้าบล็อก PID ของพีแอลซีหลังจากนั้น ตรวจสอบโหมด AI Block ของ Differential Pressure Transmitter(LIT301)ให้เป็นโหมด Auto และโหมด AO Block ของวาล์วควบคุมให้เป็นโหมด Manual

โดยผู้ใช้งานจะสั่งงานผ่าน Wonderware InTouch โดยข้อมูลทั้งหมดจะถูกเก็บใน Data block ของ พีแอลซีและจะถูกส่งเข้า Rsfieldbus ซึ่งเป็น software ที่ใช้ควบคู่กับ Linking Device โดยใช้ OPC server จากนั้นRsfieldbus จะส่งข้อมูลไปที่ Transmitter โดยใช้ Hardware คือ Linking Device หลังจากนั้น Transmitter จะส่งค่าสัญญาณระดับมาให้พีแอลซี โดยใช้ Linking Device Rsfieldbusและ OPC server จากนั้นพีแอลซีจะทำการเก็บค่าสัญญาณระดับไว้ใน Data Block และส่งข้อมูลไปที่ PID Block จากนั้นกำหนดโหมดของบล็อก PID ให้เป็นโหมด Auto โดยบล็อก PID จะทำการประมวลผลและส่งค่าออกไปยัง Transmitter โดยใช้ Linking Device Rsfieldbusและ OPC server โดยเมื่อค่าสัญญาณระดับ มีค่าเท่ากับค่า Setpoint บล็อก PID จะส่งสัญญาณให้วาล์วเปิดคงที่ และเมื่อค่าสัญญาณระดับ มีค่าไม่เท่ากับค่า Setpoint บล็อก PID จะส่งสัญญาณให้วาล์วเปิดเพิ่มขึ้นหรือลดลง โดยจะมีการแจ้งเตือน Diagnostic เกิดขึ้นซึ่งเป็นสถานะของ Transmitter และการ Communication โดยจะรับข้อมูลมาจาก Rsfieldbus ซึ่งเป็น software ที่ใช้ควบคู่กับ Linking Device มาเก็บไว้ที่ DataBlock ของพีแอลซีโดยใช้ OPC server และส่งข้อมูลไปWonderware InTouch เพื่อแสดงการแจ้งเตือน

- **ออกแบบโปรแกรมการควบคุมกระบวนการฟาวน์เดชันฟิลด์บัส**



รูปที่ 3.41 โครงสร้างการเขียนการควบคุมกระบวนการสัญญาณฟาวน์เดชันฟิลด์บัส Simatic

จากรูปที่ 3.41 แสดงโครงสร้างการเรียกข้อมูลของบล็อกโปรแกรมโดย OB1 จะเป็นบล็อกประมวลผลหลักโดยจะประมวลผลในรูปแบบของ Cycle Time (ประมวลผลวนรอบ) ซึ่งจะเรียกข้อมูลมาจาก

1. FB3 เป็นฟังก์ชันบล็อกที่ 3 ภายในบล็อกจะมีโปรแกรมควบคุมระดับของ Fieldbus ซึ่งประกอบไปด้วย FB43 หรือ DB15 ซึ่งเป็นบล็อก PID ซึ่ง FB3 จะเรียกข้อมูลจาก DB7 DB8 DB22 DB25 DB28 และ DB32 ซึ่ง Data block แต่ละตัวทำหน้าที่ดังนี้

DB7 เป็นบล็อกที่ใช้เก็บค่าสัญญาณระดับของพลานต์

DB8 เป็นบล็อกที่ใช้เก็บค่าสัญญาณที่ได้จากการคำนวณจากบล็อก PID

DB22 เป็นบล็อกที่ใช้เก็บค่า Gain ของบล็อก PID

DB25 เป็นบล็อกที่ใช้เก็บค่า setpoint ของบล็อก PID

DB28 เป็นบล็อกที่ใช้เก็บสัญญาณเปิด/ปิดโหมด manual ของบล็อก PID

DB32 เป็นบล็อกที่ใช้เก็บค่าสัญญาณของโหมด manual ของบล็อก PID

2. FB4 เป็นฟังก์ชันบล็อกที่ 4 ซึ่งอ้างอิงมาจากหัวข้อ 3.3.4.1

3.5.4.2 การทำ Process Alarm ของเทคโนโลยีฟาวน์เดชันฟิลด์บัส

รูปที่ 3.42 การเชื่อมต่อระหว่างโปรแกรม SIMATIC กับ โปรแกรม RS-Fieldbus

การทำ Process Alarm ของเทคโนโลยีฟาวน์เดชันฟิลด์บัส ใช้การ Mapping Tag จาก Rsfieldbus ผ่าน LinkMaster ซึ่งเป็น OPC มายังพีแอลซีโดย Map ตัวแปร HI_LIM LO_LIM และ Alarm_SUM.CURRENT ซึ่งเป็นตัวแปรที่เกียวข้องกับ Process Alarmของเทคโนโลยีฟาวน์เดชันฟิลด์บัส

ตารางที่ 3.12 แสดงตัวแปรที่ใช้ในการ Mapping Address ระหว่างโปรแกรม SIMATIC และ Wonderware InTouch ของเทคโนโลยี ฟาวน์เดชันฟิลด์บัส

Tag name	Address Wonderware InTouch	Address SIEMENS	Data Type	ScanRate (millisec)	Description
level_Fieldbus	DB7,real0	DB7.DBD0	FLOATING_POINT	100	รับค่าสัญญาณระดับของเทคโนโลยี Foundation Fieldbus
valve_Fieldbus	DB8,real0	DB8.DBD0	FLOATING_POINT	100	ค่าที่ได้จากการคำนวนของบล็อก PID
Gain_Fieldbus	DB22,real0	DB22.DBD0	FLOATING_POINT	100	Foundation Fieldbus Gain
Ti_Fieldbus	DB23,int0	DB23.DBW0	DEC	100	Foundation Fieldbus Ti
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	สั่งเปิดวาล์วแบบ 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
Tar_ModeLIT	DB39,real0	DB39.DBD0	FLOATING_POINT	100	Foundation Fieldbus Level Transmitter Target Mode

ตารางที่ 3.12 (ต่อ)

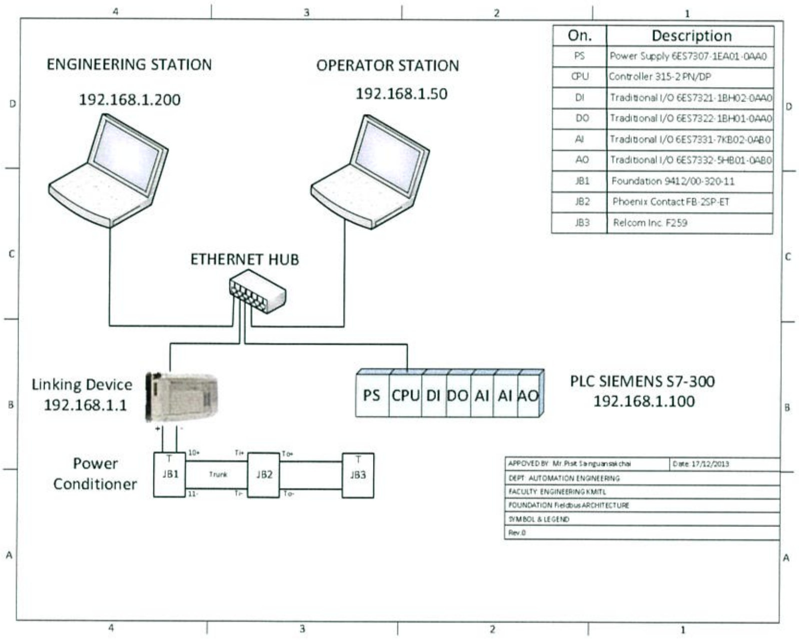
Tag name	Address Wonderware InTouch	Address SIEMENS	Data Type	ScanRate (millisec)	Description
Act_ModeLIT	DB39,real4	DB39.DBD4	FLOATIN G_POINT	100	FOUNDATION Fieldbus Level Transmitter Actual Mode
Tar_ModeFIT	DB40,real0	DB40.DBD0	FLOATIN G_POINT	100	FOUNDATION Fieldbus Flow Transmitter Target Mode
Act_ModeFIT	DB40,real4	DB40.DBD4	FLOATIN G_POINT	100	FOUNDATION Fieldbus Flow Transmitter Actual Mode
Tar_ModeLCV	DB41,real0	DB41.DBD0	FLOATIN G_POINT	100	FOUNDATION Fieldbus Control Valve Target Mode
Act_ModeLCV	DB41,real4	DB41.DBD4	FLOATIN G_POINT	100	FOUNDATION Fieldbus Control Valve Actual Mode
DiagLIT	DB42,real0	DB42.DBD0	FLOATIN G_POINT	100	FOUNDATION Fieldbus status of Level Transmitter
DiagFIT	DB43,real0	DB43.DBD0	FLOATIN G_POINT	100	FOUNDATION Fieldbus status of Flow Transmitter
DiagLCV	DB44,real0	DB44.DBD0	FLOATIN G_POINT	100	FOUNDATION Fieldbus status of Control Valve

3.5.5 ส่วนโปรแกรมเพื่อการแสดงผล

3.5.5.1 กราฟิกแสดงผล (HMI)

ส่วนของการออกแบบกราฟิกเพื่อการแสดงผลของกระบวนการสัญญาณ ฟาวน์เดชันฟิลด์บัส อ้างอิงตามหัวข้อ 3.3.5.1 โดยมี Flow Chart การทำงาน ตามรูปที่ 3.7 และ ตัวอย่างของหน้าต่าง HMI โดยจะกล่าวไว้ในหัวข้อที่ 3.6

3.4.5.2 Network Architecture



รูปที่ 3.43 Network Architecture ของกระบวนการสัญญาณ ฟาวน์เดชันฟิลด์บัส

จากรูปที่ 3.43 แสดงถึง Network Architecture ของกระบวนการสัญญาณ ฟาวน์เดชันฟิลด์บัส โดยมีอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อเข้าด้วยกัน 4 อุปกรณ์ คือ1.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 และ4.1757-FFLD Linking Device โดย IP Address ที่ใช้เป็น 192.168.1.1 ซึ่งทุกการเชื่อมต่อนั้นเชื่อมต่อด้วยกันโดยผ่าน Ethernet HUB เพียง 1ตัว

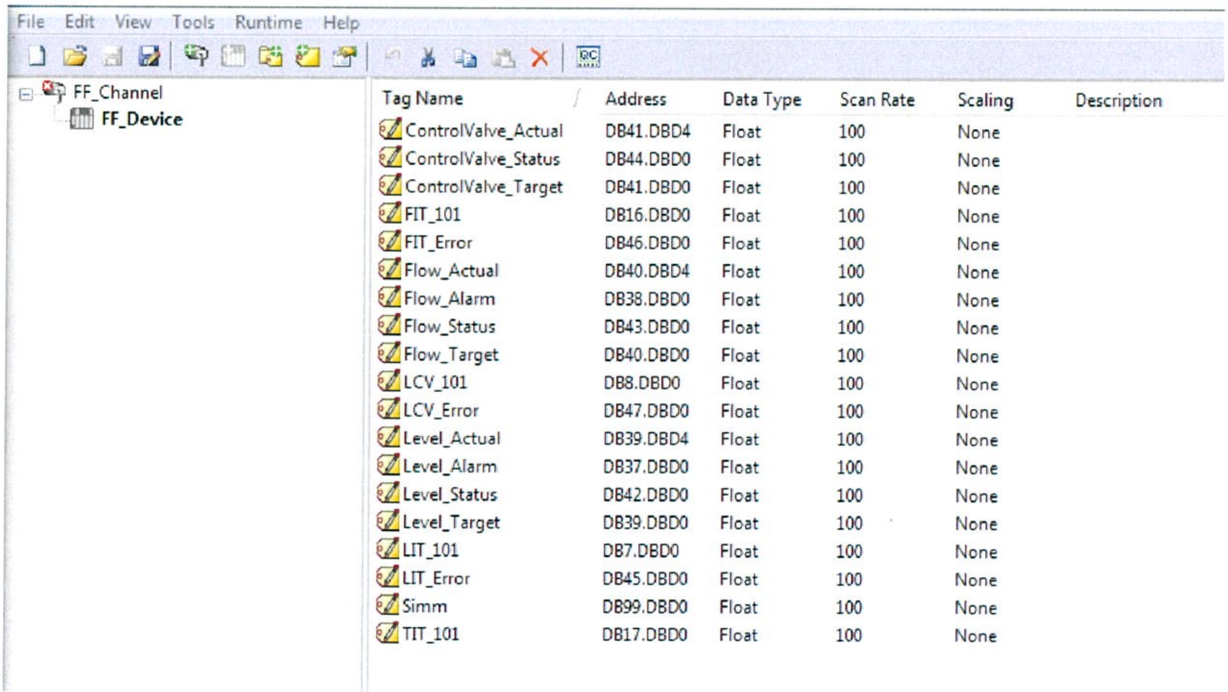
3.5.5.3 โปรแกรมOPC

- **โปรแกรม** KEPserver

โปรแกรม KEPserver เป็นโปรแกรม OPC ของพีแอลซี โดยทำการเชื่อมต่อกับโปรแกรม Link Master เพื่อรับขอมูลเข้าพีแอลซี

รูปที่ 3.44 แผนภาพการเชื่อมต่อ

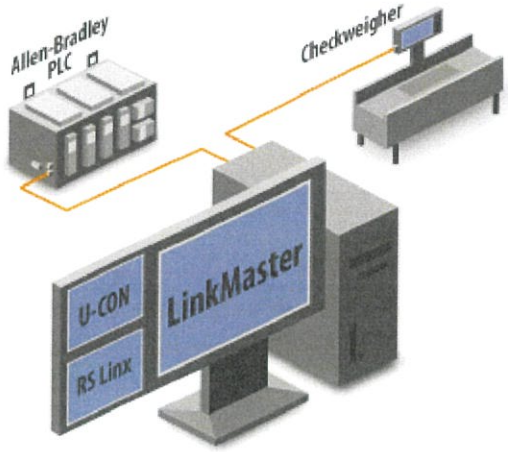
การเชื่อมต่อ KEPserver



Tag Name	Address	Data Type	Scan Rate	Scaling	Description
ControlValve_Actual	DB41.DBD4	Float	100	None	
ControlValve_Status	DB44.DBD0	Float	100	None	
ControlValve_Target	DB41.DBD0	Float	100	None	
FIT_101	DB16.DBD0	Float	100	None	
FIT_Error	DB46.DBD0	Float	100	None	
Flow_Actual	DB40.DBD4	Float	100	None	
Flow_Alarm	DB38.DBD0	Float	100	None	
Flow_Status	DB43.DBD0	Float	100	None	
Flow_Target	DB40.DBD0	Float	100	None	
LCV_101	DB8.DBD0	Float	100	None	
LCV_Error	DB47.DBD0	Float	100	None	
Level_Actual	DB39.DBD4	Float	100	None	
Level_Alarm	DB37.DBD0	Float	100	None	
Level_Status	DB42.DBD0	Float	100	None	
Level_Target	DB39.DBD0	Float	100	None	
LIT_101	DB7.DBD0	Float	100	None	
LIT_Error	DB45.DBD0	Float	100	None	
Simm	DB99.DBD0	Float	100	None	
TIT_101	DB17.DBD0	Float	100	None	

รูปที่ 3.45 การเชื่อมต่อ KEPserver

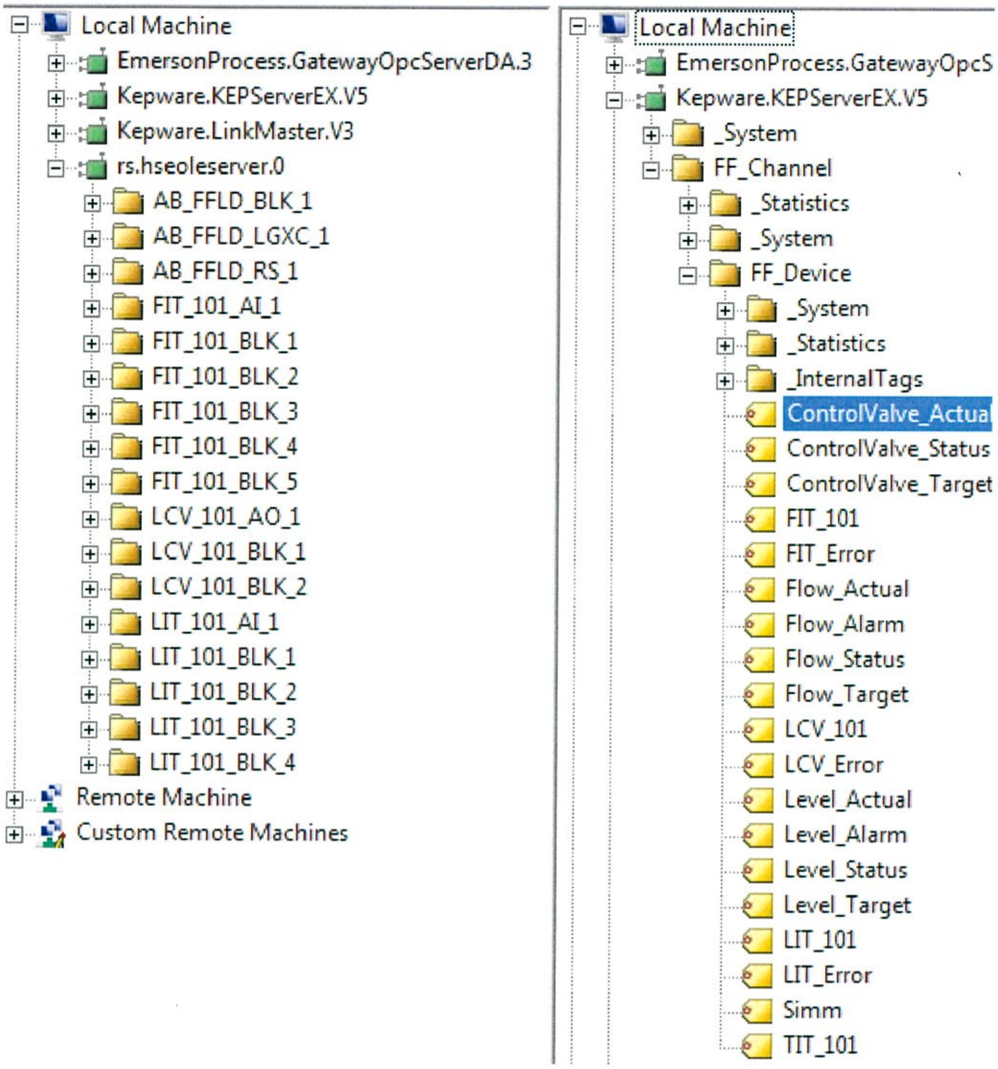
- โปรแกรม LinkMaster



รูปที่ 3.46 การใช้งาน LinkMaster

โปรแกรม LinkMaster เป็น OPC Bridging Software ที่ทำหน้าที่เชื่อมต่อข้อมูลระหว่าง OPC ต่างๆ ให้สามารถติดต่อ และแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างกันได้ โดยมี OPC server ที่ใช้งานผ่าน LinkMaster ทั้งหมด 2 ตัว ดังนี้

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



รูปที่ 3.47 Tag Name ที่ใช้ในการเชื่อมต่อ

โดยมี Tag ที่เลือกในการส่ง/รับค่าดังนี้

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

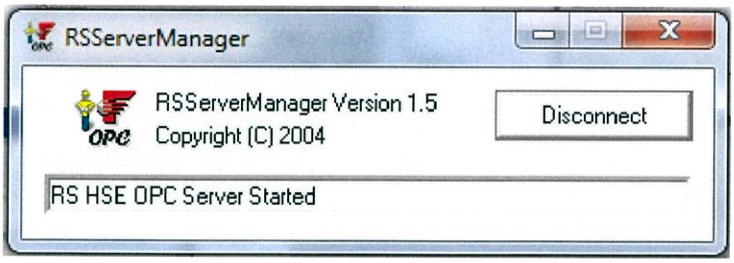
รูปที่ 3.48 การใช้งาน LinkMaster ในส่วนของอินพุต

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 3.49 การใช้งาน LinkMasterในส่วนของเอาต์พุต

- โปรแกรม RSHSE

Rsfieldbus มี RSHSE OLE Server เป็น OPC ในการเชื่อมต่อข้อมูลกับ Protocol อื่นๆโดย RSHSE OLE Server จะอยู่ภายใน software RSfieldbus โดยเมื่อทำการ online software RSfieldbus จะเป็นการเปิดการใช้งาน RSHSE OLE Server โดยมีชื่อของ OPC คือ rs.hseoleserver.0



รูปที่ 3.50 RSHSE OLE Server

จากรูปที่ 3.50 แสดงสถานะ Online ของ RS HSE OPC Server Started

- Wonderware SIDirect DAServerหรือ DASSIDirect อ้างอิงตามหัวข้อที่ 3.3.5.3

3.6 HMIกระบวนการ

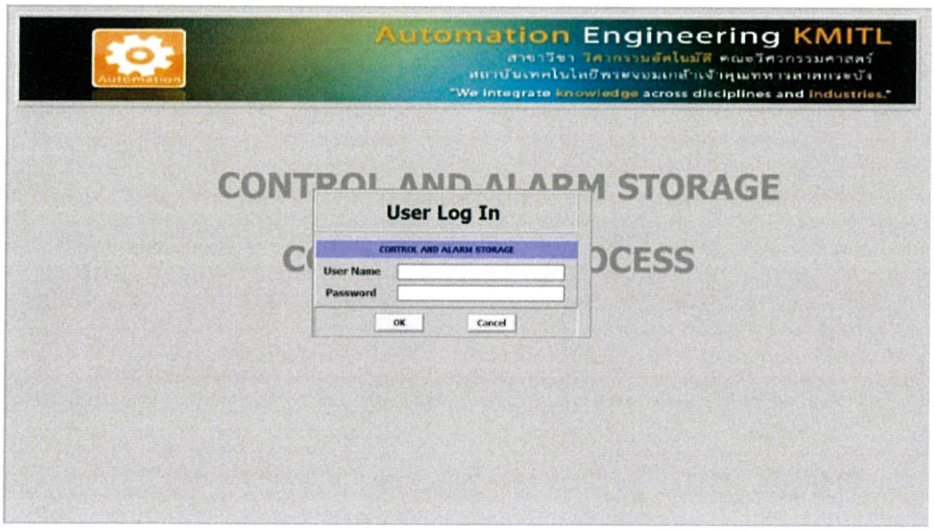
ส่วนติดตามและแสดงผลด้วย Wonderware InTouch ของกระบวนการระดับ จะออกแบบให้มีทำงานตาม Flow Chart รูปที่ 3.40 โดยเริ่มทำงานด้วยการ Log In ชื่อผู้ใช้งานและรหัสผ่านให้ถูกต้องตามที่ได้กำหนดไว้ เมื่อชื่อผู้ใช้งานและรหัสผ่านถูกต้อง ส่วนติดตามและแสดงผลจะเข้าสู่หน้า Main ซึ่งเป็นหน้าใช้งานหลักของส่วนติดตามและแสดงผลนี้ Operator สามารถเลือกลูปการควบคุมว่าจะควบคุมแบบไหน แอนะล็อก, ไวร์เลสฮาร์ท, ฟาวน์เดชันฟิลด์บัส หรือ ทั้งสามลูป หากไม่ต้องการควบคุมลูปใดๆ จะกลับมายังหน้า Main แล้วสามารถเลือกลูปการควบคุมได้ใหม่ หากเลือกคุมได้เรียบร้อยแล้ว ยกตัวอย่างถ้าเป็นลูปการควบคุมของ แอนะล็อก ขั้นตอนต่อมาจะเป็นการตั้งค่า Setpoint ให้กับกระบวนการและต่อมาก็ตั้งค่าพารามิเตอร์ในการควบคุมให้กับกระบวนการ คือค่า Gain Ti และ Td เมื่อตั้งค่าเสร็จสิ้น ในหน้าMain บนส่วนติดตามและแสดงผลนั้น จะแสดงค่าของ PV ของกระบวนการ พร้อมกับแสดงค่า Status ของกระบวนการในช่วงเวลานั้น หากค่า Status ที่แสดงนั้นไม่ OK บนส่วนติดตามและแสดงผลจะแสดงค่า Status เป็น “Uncertain หรือ Bad” เพื่อให้ Operator ทำการตรวจสอบความผิดปกติของกระบวนการหรือระบบแล้วทำการแก้ไขในระดับ Field เมื่อทำการแก้ไขเรียบร้อยแล้ว ต่อมาให้ Operator กดปุ่ม Reset บนส่วนติดตามและแสดงผล เพื่อทำการ Reset เวลาของการแจ้งเตือน High Limited และ Low Limited ใหม่ เมื่อค่า Status ที่แสดง OK แล้ว บนส่วนติดและแสดงผลนั้นจะแสดงค่า Status เป็น “Good” กระบวนการจะดำเนินการตามเงื่อนไขของพีแอลซีต่อไป หากมี Status เป็น “Uncertain หรือ Bad” อีก ให้ Operator ตรวจสอบและแก้ไขให้กระบวนทำงานให้ปกติตามเดิม ส่วนการทำงานบนส่วนติดตามและแสดงผลของลูปการควบคุมของ ไวร์เลสฮาร์ท นั้นทำเหมือนกับของแอนะล็อก และส่วนลูปการควบคุมของ ฟาวน์เดชันฟิลด์บัส แตกต่างจาก แอนะล็อก ตรงที่ไม่สามารถทำการกด Reset ค่าเวลาของการแจ้งเตือน High Limited และ Low Limited ได้

3.6.1 การสร้างกราฟิก

การสร้างกราฟิกของโครงงานนี้จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนด้วยกัน คือ ส่วนของการควบคุม และส่วนของการแจ้งเตือน

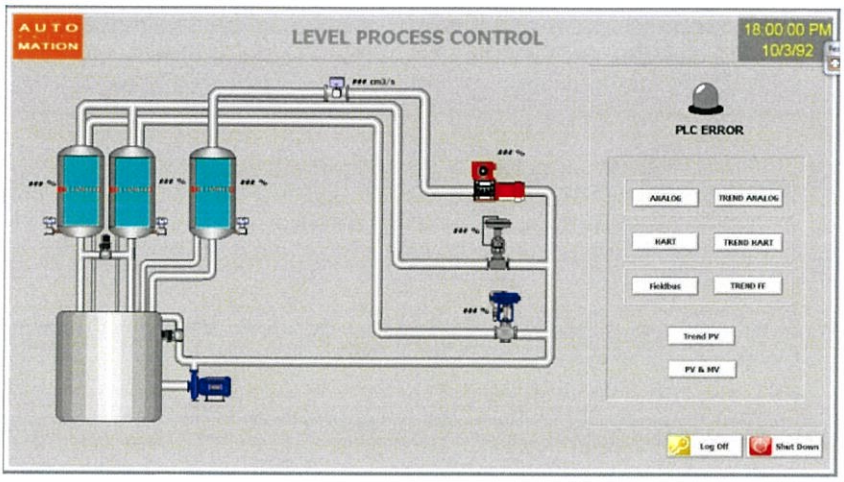
3.6.1.1 ส่วนของการควบคุม

ส่วนของการควบคุมเป็นส่วนที่ต้องมีการแสดงค่า PV ของกระบวนการรวมไปถึงสามารถใส่ค่าตัวแปรต่างๆที่ใช้ในการควบคุม คือ Setpoint Gain Ti และ Td ให้แก่กระบวนการได้เพื่อให้กระบวนการสามารถควบคุมระดับได้ตามที่ได้กำหนดไว้ ซึ่งในส่วนนี้ต้องสร้างกราฟิกให้มีการทำงานตรงกับแบบ P&I Diagram จากนั้นทำการเปลี่ยนสัญญาณระดับของกระบวนการให้สามารถแสดงบนHMI ได้โดยการ Mapping Tag Name ระหว่าง Data Block ของโปรแกรมSIMATICกับ Tag Name HMI ของโปรแกรม Wonderware InTouch ในโครงงานนี้หน้าต่างการควบคุมแต่ละหน้าต่างมีรายละเอียดดังต่อไปนี้



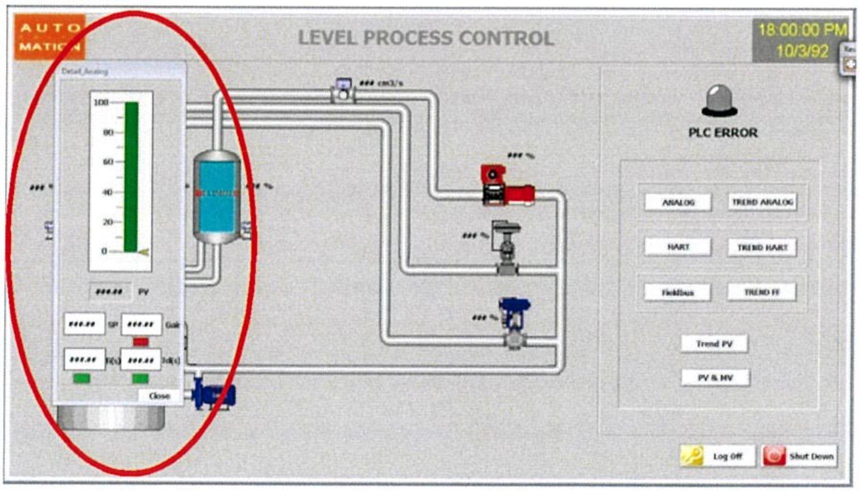
รูปที่ 3.51 หน้าต่าง Log In

จากรูปที่ 3.51 แสดงหน้าต่างนี้เป็นหน้าต่างแรกที่ใช้ Log In เพื่อเข้าไปใช้งานให้หน้าต่างต่อไป



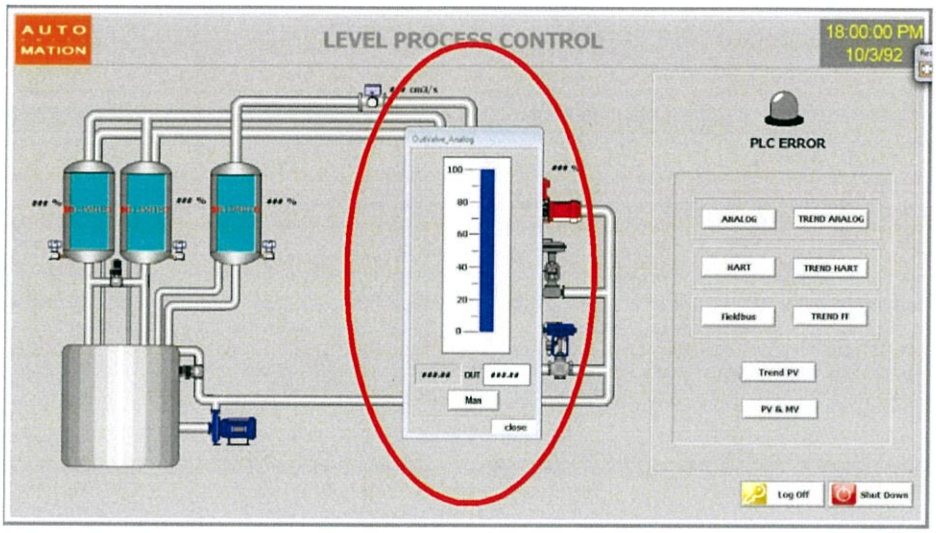
รูปที่ 3.52 หน้าต่างหลักของกระบวนการ

จากรูปที่ 3.52 แสดงหน้าต่างเกี่ยวกับกระบวนการทั้งหมดภายในหน้าต่างจะแสดงกราฟิกที่จำลองจากกระบวนการจริง โดยกราฟิกนี้จะแสดงค่า PV และค่า MV ของกระบวนการการควบคุมระดับของทั้ง 3 เทคโนโลยีโดยในหน้าต่างนี้สามารถเลือกเข้าหน้าต่างอื่นๆได้ เช่น หน้าต่างกระบวนการของเทคโนโลยี แอนะล็อก ไวร์เลสฮาร์ท และ ฟาวน์เดชันฟิลด์บัสPV&MV และTrend ของการควบคุมในแบบต่างๆของทั้ง 3 เทคโนโลยี หากต้องการล็อคหน้าต่างของส่วนติดตามและแสดงผลหรือต้องการ ปิดหน้าต่างของ HMI สามารถทำได้ในหน้าต่างนี้



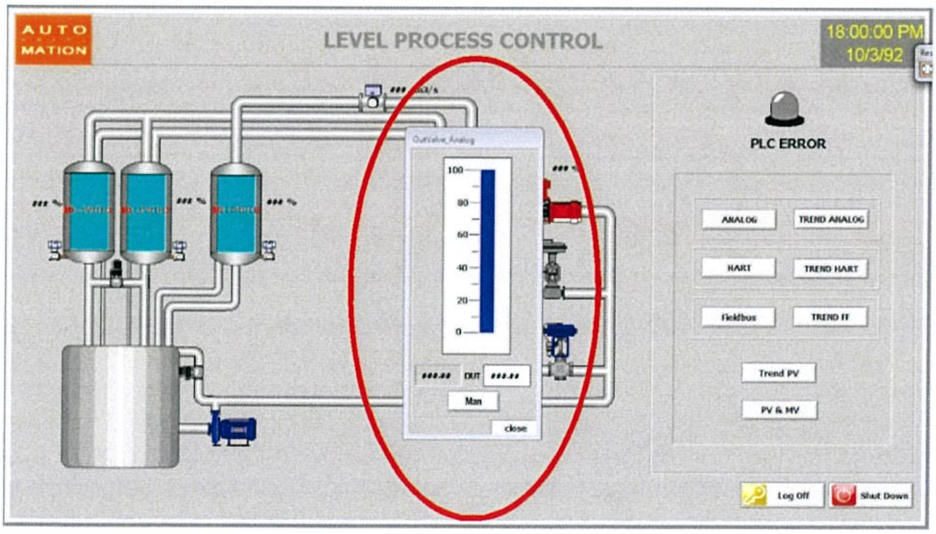
รูปที่ 3.53 หน้าต่างที่ใช้ในการควบคุมกระบวนการระดับ

จากรูปที่ 3.53 แสดงหน้าต่างที่ใช้ในการควบคุมระดับโดยมีช่องแสดงค่าระดับ (PV) และช่องใส่ค่าตัวแปรของกระบวนการต่างๆ เช่น Setpoint Gain Ti และ Td เป็นต้น โดยส่วนทำการควบคุมของทั้ง 3 เทคโนโลยี จะควบคุมแยกกัน แต่หน้าต่างของการควบคุมมีรูปแบบเหมือนกัน



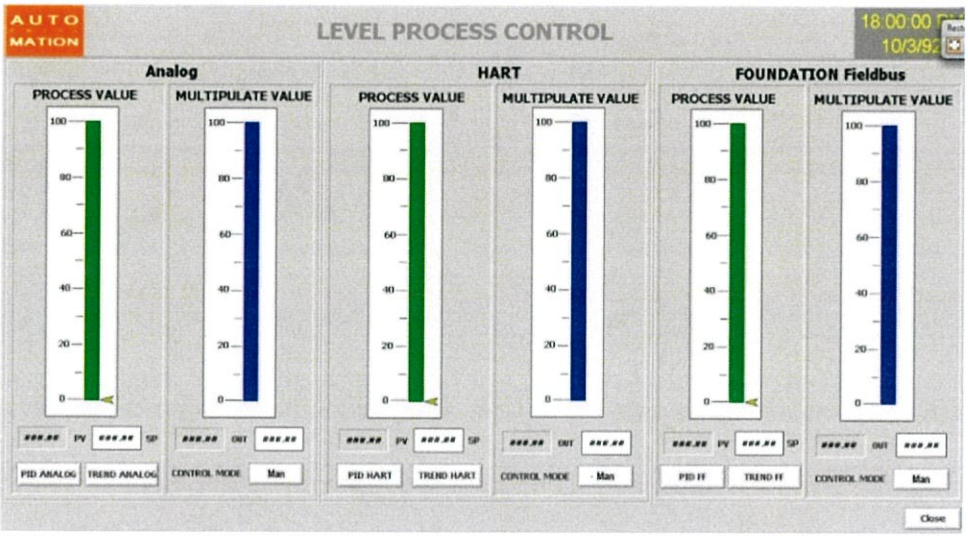
รูปที่ 3.54 หน้าต่างที่ใช้ในการควบคุมกระบวนการระดับ

จากรูปที่ 3.54 แสดงหน้าต่างที่ใช้ในการควบคุมระดับโดยมีช่องแสดงค่าระดับ (PV) และช่องใส่ค่าตัวแปรของกระบวนการต่างๆ เช่น Setpoint Gain Ti และ Td เป็นต้น โดยส่วนทำการควบคุมของทั้ง 3 เทคโนโลยี จะควบคุมแยกกัน แต่หน้าต่างของการควบคุมมีรูปแบบเหมือนกัน



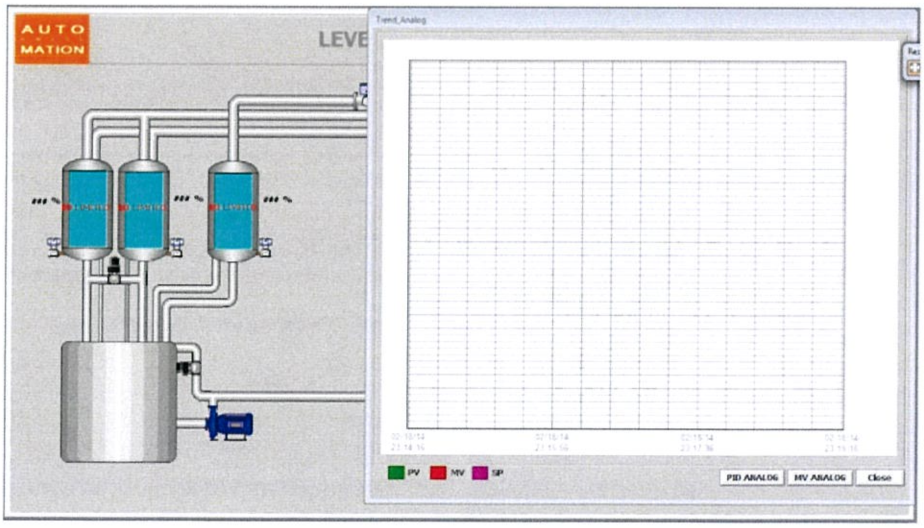
รูปที่ 3.55 หน้าต่างแสดงค่า MV ของกระบวนการ

จากรูปที่ 3.55 แสดงหน้าต่างแสดงค่า MV ของกระบวนการ โดยแสดงค่าในรูปของเปอร์เซ็นต์ และสามารถสั่งการโหมดของการควบคุม เป็น Automatic หรือ Manual ได้ ถ้าเป็นโหมด Manual สามารถใส่ค่า MV ให้ Control Valve ทำงานตามค่านั้นๆได้ โดยทั้ง 3 เทคโนโลยี มีรูปแบบหน้าต่างเหมือนกัน



รูปที่ 3.56 หน้าต่างแสดงค่าระดับและค่า MV ทั้ง 3 เทคโนโลยี

จากรูปที่ 3.56 แสดงหน้าต่างของการแสดงค่า PV และMV ของทั้ง 3 เทคโนโลยี โดยในหน้าต่างนี้สามารถเลือกดู Trend และโหมดของการควบคุมของทั้ง 3 เทคโนโลยีได้



รูปที่ 3.57 หน้าต่างแสดงกราฟของกระบวนการระดับ

จากรูปที่ 3.57 แสดงหน้าต่าง Trend ของกระบวนการระดับ ซึ่งมีค่าของ PV,SetPoint และMV ขอกระบวนการระดับโดยสามารถเลือกแสดงค่าตัวแปรกระบวนการที่ใช้ในการควบคุมได้โดยทั้ง 3 เทคโนโลยีมีรูปแบบของ Trend เหมือนกัน โดยส่วนที่ทำให้กราฟิกแสดงค่าของระดับและสามารถใส่ค่าตัวแปรให้กับกระบวนการได้นั้นต้องขึ้นอยู่กับการ Mapping Address ระหว่าง Data Block ของโปรแกรม SIMATIC และTag 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
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	ค่าที่ได้จากการคำนวนของบล็อก PID
Gain_HART	DB18,real0	DB18.DBD0	FLOATING_POINT	100	HARTGain
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
level_Fieldbus	DB7,real0	DB7.DBD0	FLOATING_POINT	100	รับค่าสัญญาณระดับของเทคโนโลยี Foundation Fieldbus
valve_Fieldbus	DB8,real0	DB8.DBD0	FLOATING_POINT	100	ค่าที่ได้จากการคำนวนของบล็อก PID
Gain_Fieldbus	DB22,real0	DB22.DBD0	FLOATING_POINT	100	Foundation Fieldbus Gain
Ti_Fieldbus	DB23,int0	DB23.DBW0	DEC	100	Foundation Fieldbus Ti

ตารางที่ 3.13 (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	สั่งเปิดวาล์วแบบ 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&Lowlimited 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 AlarmConfiguration Changed
Dev_MALFDB	DB36,x0.2	DB36.DBX0.2	BOOL	100	บิต Alarm DeviceMalfunction
Loop_CurrDB	DB36,x0.3	DB36.DBX0.3	BOOL	100	บิต Alarm CurrentSaturated
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 oflimited
NONPRI_VALDB	DB36,x0.7	DB36.DBX0.7	BOOL	100	บิต Alarm Non PV outof 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

ตารางที่ 3.13 (ต่อ)

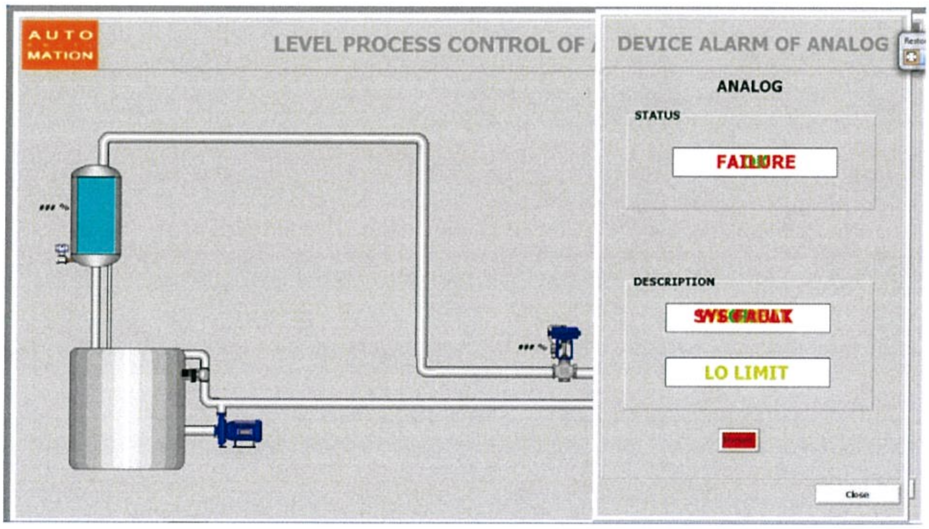
Tag name	Address Wonderware InTouch	Address SIEMENS	Data Type	ScanRate (millisec)	Description
Tar_ModeFIT	DB40,real0	DB40.DBD0	FLOATING_ POINT	100	Foundation Fieldbus Flow Transmitter Target Mode
Act_ModeFIT	DB40,real4	DB40.DBD4	FLOATING_ POINT	100	Foundation Fieldbus Flow Transmitter Actual Mode
Tar_ModeLCV	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

ส่วนของการแจ้งเตือนเป็นส่วนที่มีการแจ้งเตือนสถานะต่างๆเกี่ยวกับกระบวนการว่า พลานต์สามารถทำงานได้หรือจำเป็นต้องทำการการซ่อมบำรุง ซึ่งแต่ละเทคโนโลยีนั้นจะมีปริมาณข้อมูลที่ใช้ในการแจ้งเตือนแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับความสามารถของเทคโนโลยีนั้นๆ ว่าสามารถนำข้อมูลที่มีมาใช้ในการเขียน Script การแจ้งเตือนได้มากน้อยเท่าใดโดยรายละเอียดของการทำการแจ้งเตือนของแต่ละเทคโนโลยี เป็นดังนี้

- การแจ้งเตือนของเทคโนโลยีแอนะล็อก

ในการแจ้งเตือนของเทคโนโลยีแอนะล็อกจำเป็นต้องเขียน Script ของการแจ้งเตือน เนื่องจากอุปกรณ์ของเทคโนโลยีแอนะล็อกที่ใช้ในกระบวนการระดับนี้ ไม่มีสัญญาณของการแจ้งเตือนจากอุปกรณ์ ดังนั้นจึงต้องนำค่าของสัญญาณจาก D/P Transmitterและค่าของการแจ้งเตือนจากตัวควบคุมมาเป็นเงื่อนไขในการแจ้งเตือน อย่างเช่น การแจ้งเตือน Wire Break จะเกิดขึ้นเมื่อค่าสัญญาณที่ถูกส่งเข้ามายังตัวควบคุมขาดหาย หรือสายสัญญาณชำรุด รวมถึงการแจ้งเตือนของ High Limit และLow Limit จะเกิดขึ้นเมื่อค่าสัญญาณออกนอกช่วงที่ได้กำหนดไว้โดยมีปุ่ม Reset เพื่อใช้ในการ reset ค่าเวลาการแจ้งเตือนของ High Limited และ Low Limited ดังรูปที่ 3.58

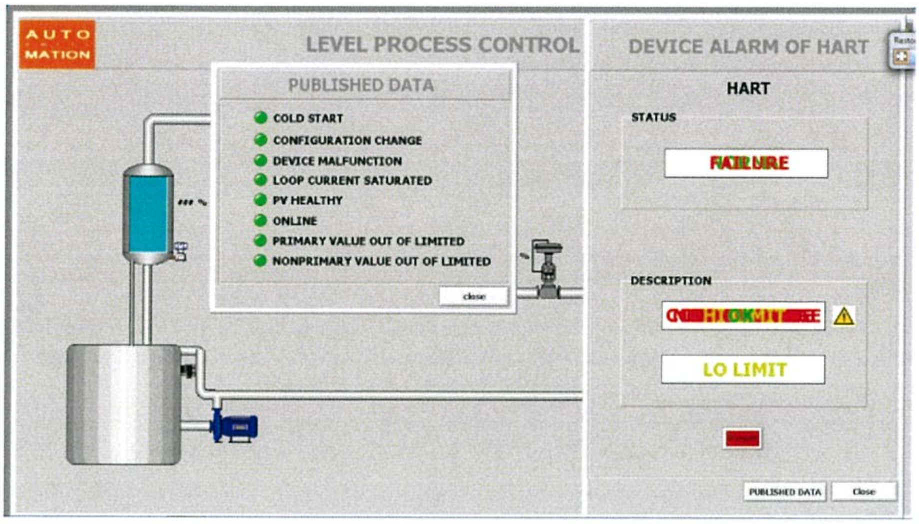


รูปที่ 3.58 หน้าต่างแสดงการแจ้งเตือนของกระบวนการระดับเทคโนโลยีแอนะล็อก

- การแจ้งเตือนของเทคโนโลยี ไวร์เลสฮาร์ท

การแจ้งเตือนของเทคโนโลยีไวร์เลสฮาร์ท สามารถแบ่งได้ 2 ส่วน โดยในส่วนแรกจำเป็นต้องเขียน Script ในการแจ้งเตือน เช่นเดียวกับเทคโนโลยีของแอนะล็อก เช่น การแจ้ง Wire Break High Limited และLow Limited ในส่วนที่สองสามารถทำได้ง่ายกว่าส่วนแรก โดยการนำค่า

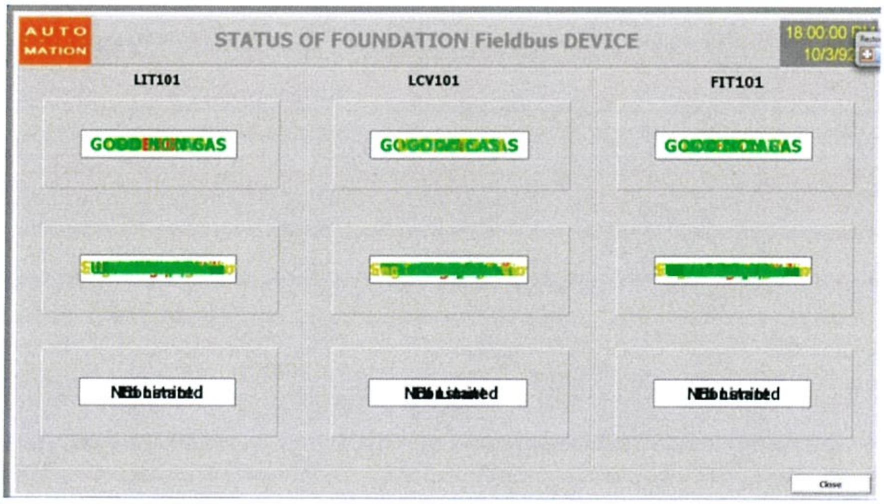
สัญญาณจากตัวอุปกรณ์ของเทคโนโลยีไวร์เลสฮาร์ทมาแสดงค่าในหน้าต่าง HMI ได้โดยไม่จำเป็นต้องเขียน Script อาจทำให้อยู่ในรูปของตัวเลข หรือสัญญาณไฟ ดังรูปที่ 3.59



รูปที่ 3.59 หน้าต่างแสดงการแจ้งเตือนของกระบวนการระดับเทคโนโลยีไวร์เลสฮาร์ท

- การแจ้งเตือนของเทคโนโลยีฟาวน์เดชันฟิลด์บัส

การแจ้งเตือนของเทคโนโลยีฟาวน์เดชันฟิลด์บัส สามารถทำได้ง่ายกว่าเทคโนโลยี แอนะล็อก และเทคโนโลยีไวร์เลสฮาร์ท โดยนำสัญญาณการแจ้งเตือนจากตัวอุปกรณ์ของฟาวน์เดชันฟิลด์บัส มาผ่านเงื่อนไขของการแจ้งเตือน โดยการเขียน Script ให้ HMI แสดงเป็นข้อความเพื่อการแจ้งเตือน ตามรูปที่ 3.60



รูปที่ 3.60 หน้าต่างแสดงการแจ้งเตือนของกระบวนการระดับเทคโนโลยีฟาวน์เดชันฟิลด์บัส

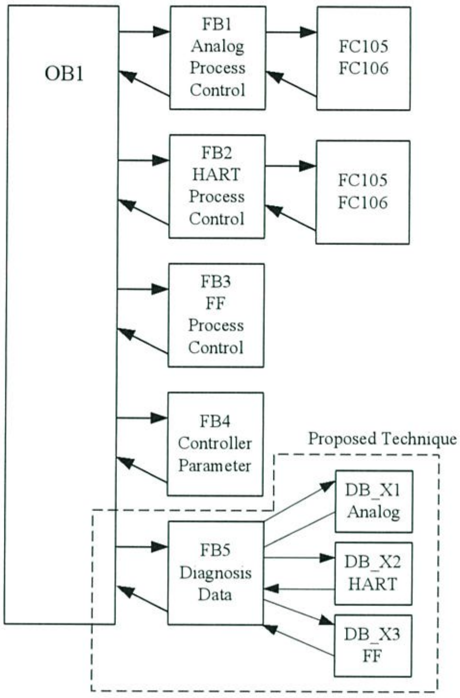
บทที่ 4
การทดลองและผลการทดลอง

ในบทนี้จะกล่าวการทดลองของการเข้าถึงข้อมูล โดยนำข้อมูลที่เก็บไว้ใน Data Block ของพีแอลซี มาแสดงสถานะการแจ้งเตือนของสัญญาณในกระบวนการวัดและการควบคุมระดับของสถานีกระบวนการระดับระบบที่เป็นสัญญาณแอนะล็อก ไวร์เลสฮาร์ท และ ฟาวน์เดชันฟิลด์บัส โดยจะใช้พีแอลซี (SIEMENS S7-300) ร่วมกับโปรแกรม Wonderware InTouch และโปรแกรมที่เป็นตัวกลางในการสื่อสารข้อมูล (OPC) เพื่อการแลกเปลี่ยน และผสานข้อมูล

รูปที่ 4.1 พลานต์โมเดลในการควบคุมระดับที่ใช้ในการทดลอง

จากรูปที่ 4.1 พลานต์กระบวนการระดับประกอบด้วยอุปกรณ์หลัก ๆ ดังต่อไปนี้

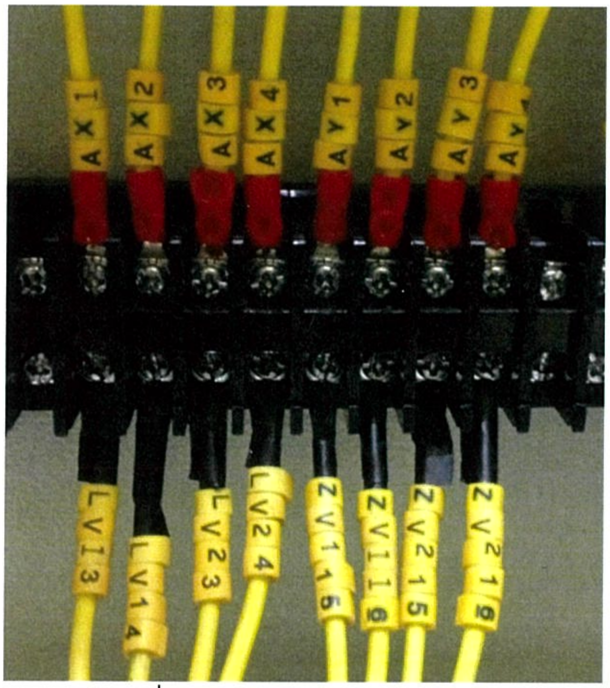
1. แทงค์น้ำความจุ 69 ลิตร จำนวน 3แทงค์
2. แทงค์น้ำความจุ X ลิตร จำนวน 1 แทงค์
3. ปั๊มน้ำขนาด 0.5 แรงม้า 0.37 kW จำนวน 1 ตัว
4. วาล์วควบคุม จำนวน 3 ตัว
5. Level Transmitter จำนวน 3 ตัว
6. Flow Transmitter จำนวน 1 ตัว
7. Pressure Gauge จำนวน 3 ตัว



รูปที่ 4.2 บล็อกไดแกรมของตัวช่วยโปรแกรม

จากรูปที่ 4.2 จะแสดงบล็อกไดแกรมของตัวช่วยโปรแกรมโดยใช้ OB1 ในการเก็บข้อมูลซึ่งในกล่อง FB5 คือกล่องสำหรับอ่านข้อมูลของ สัญญาณแอนะล็อก ไวร์เลสฮาร์ท และฟาวน์เดชันฟิลด์บัส จากนั้นสัญญาณพวกนี้จะส่งไปเก็บที่ DB_X1, DB_X2, และ DB_X3 ตามลำดับ

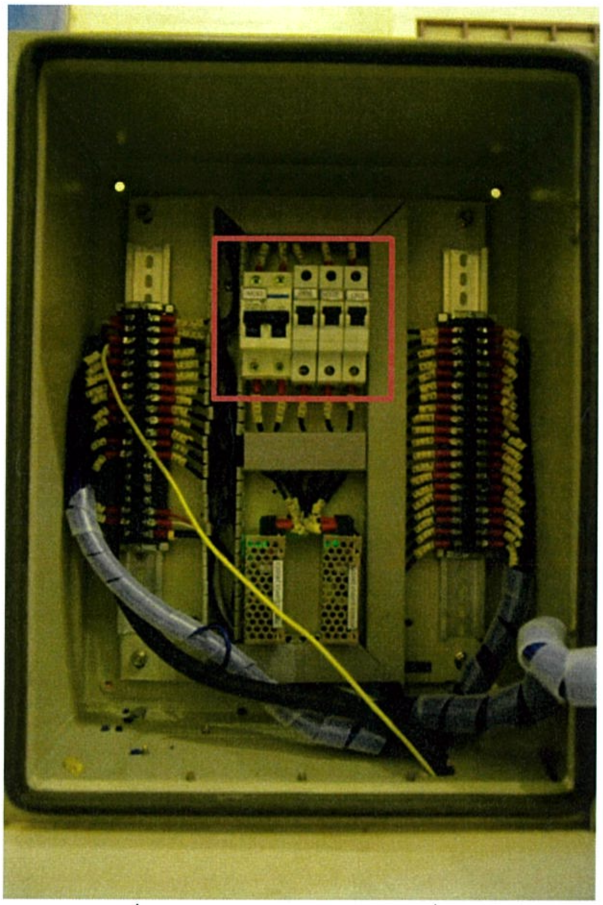
4.1 การออกแบบและติดตั้งอุปกรณ์



รูปที่ 4.3 แสดงสายต่อสาย AI/AO

จากรูปที่ 4.3 สามารถอธิบายความหมายของชื่อ Tag ได้ดังนี้

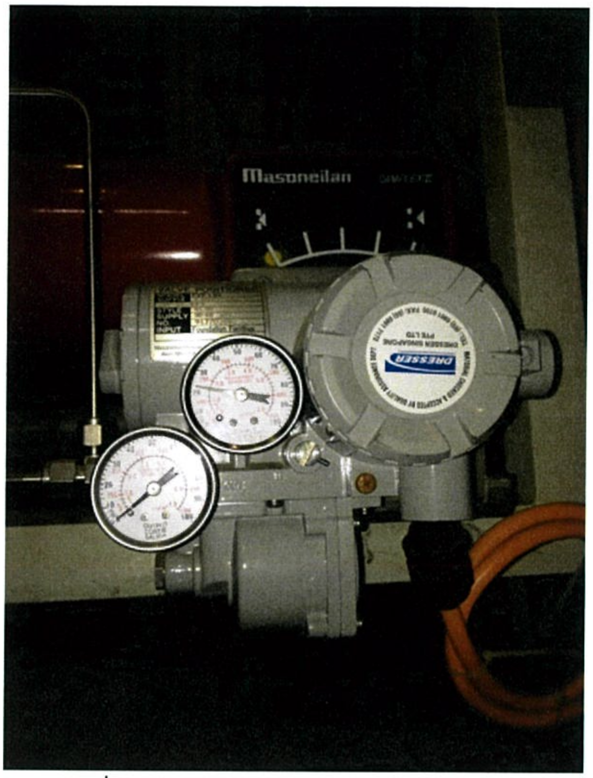
- LV13 คือ Analog In บวกของ LT101
- LV14 คือ Analog In ลบ ของ LT101
- LV23 คือ Analog In บวก ของ LT102
- LV24 คือ Analog In ลบ ของ LT102
- ZV115 คือ Analog Out บวกของ LT101
- ZV116 คือ Analog Out ลบ ของ LT101
- ZV215 คือ Analog Out บวก ของ LT102
- ZV216 คือ Analog Out ลบ ของ LT102
- AX1 คือ Analog In บวกของ AI โมดูล
- AX2 คือ Analog In ลบ ของAI โมดูล
- AX3 คือ Analog In บวกของ AI โมดูล
- AX4 คือ Analog In ลบ ของAI โมดูล
- AY1 คือ Analog Out บวก ของAO โมดูล
- AY2 คือ Analog Out ลบ ของ AO โมดูล
- AY3 คือ Analog Out บวก ของAO โมดูล
- AY4 คือ Analog Out ลบ ของ AO โมดูล



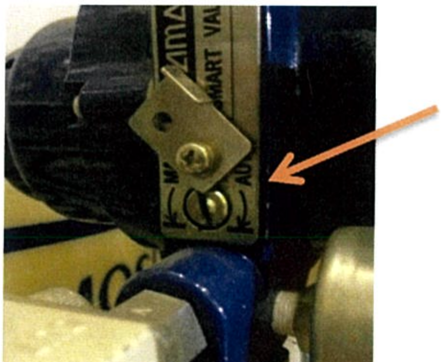
รูปที่ 4.4 เบรกเกอร์ในตู้ JB1 ที่ใช้ร่วม

จากรูปที่ 4.4 อธิบายการทำงานของเบรกเกอร์แต่ละตัวได้ดังต่อไปนี้

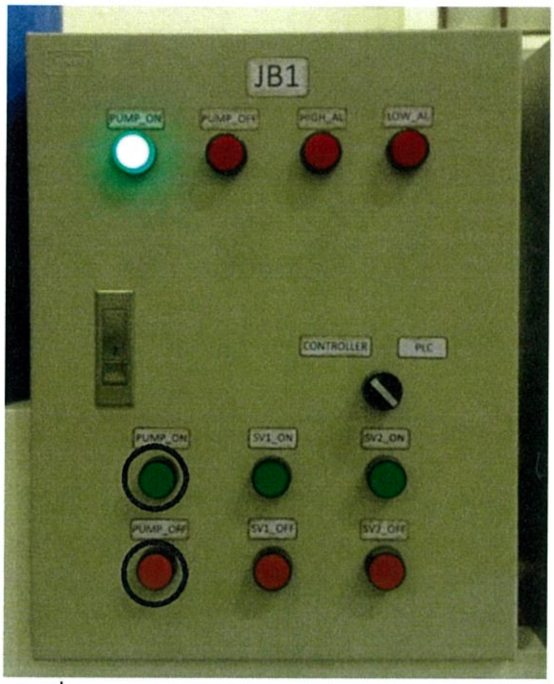
- MCB2 เบรกเกอร์ Main
- CB21 เบรกเกอร์ Power Supply1
- CB22 เบรกเกอร์ Power Supply2
- CB23 เบรกเกอร์ PUMP



รูปที่ 4.5 Valve Positioner ของ Dresser



รูปที่ 4.6 Valve Positioner ของ Yamatake



รูปที่ 4.7 ตำแหน่งสวิตซ์ Pump_ON บนตู้ JB1

จากรูปที่ 4.7 สวิตซ์ที่ใช้งานได้แก่

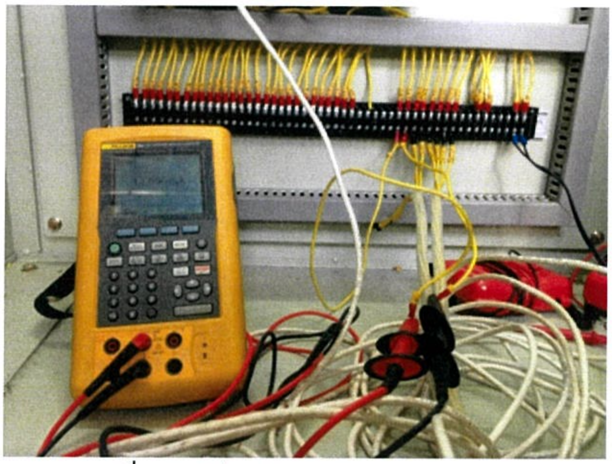
- สวิตซ์ Pump_ON คือ สวิตซ์เปิดปั๊มน้ำ
- สวิตซ์ Pump_OFF คือ สวิตซ์ปิดปั๊มน้ำ

4.2 การแสดงสถานะการแจ้งเตือนของกระบวนการ

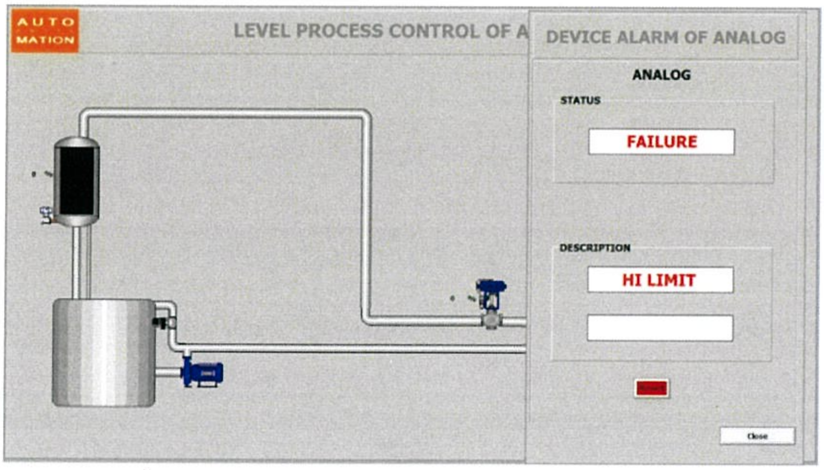
4.2.1 การแจ้งเตือนค่าของสัญญาณแอนะล็อก

วิธีทดสอบการแจ้งเตือนของสัญญาณแอนะล็อก ยกตัวอย่างมา 2 วิธี

1. ทดสอบการแจ้งเตือน Device สามารถโดยการจำลองสัญญาณ 22mA ผ่านเครื่อง FLUKE 744 ดังรูป



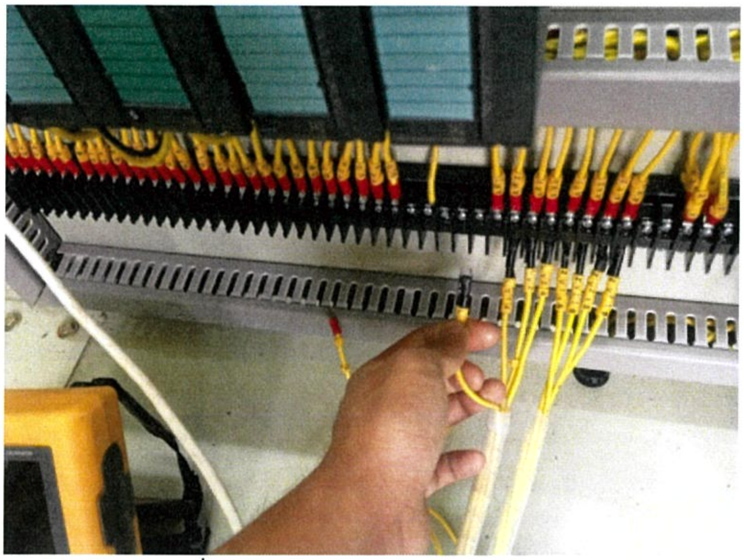
รูปที่ 4.8 วิธีการจำลอง Device Hi Alarm



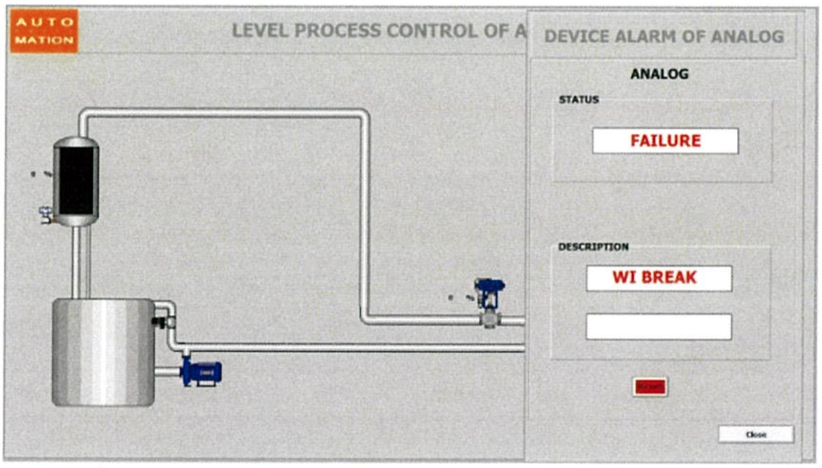
รูปที่ 4.9 หน้าจอแสดงการแจ้งเตือน High ของสถานะ Failure

จากรูปที่ 4.9 แสดงการแจ้งเตือน High Limit ของเทคโนโลยีแอนะล็อก โดยที่ช่อง STATUS แสดงคำว่า FAILURE เนื่องจากอุปกรณ์ทำงานผิดพลาด หรือส่งสัญญาณเกิน 21ma

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



รูปที่ 4.10 วิธีการจำลองการ Wire Break

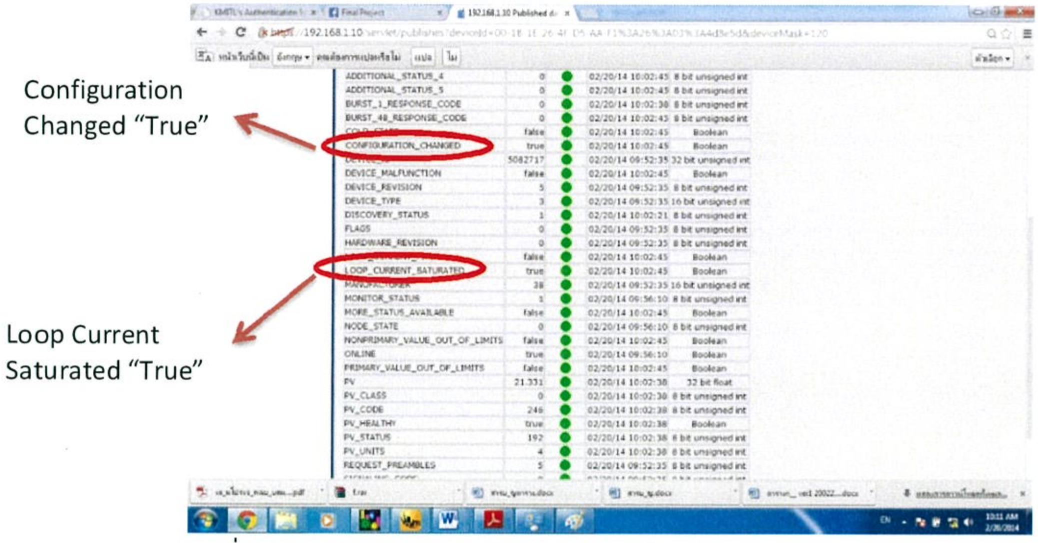


รูปที่ 4.11 หน้าจอแสดงการแจ้งเตือน Wire Break ของสถานะ Failure

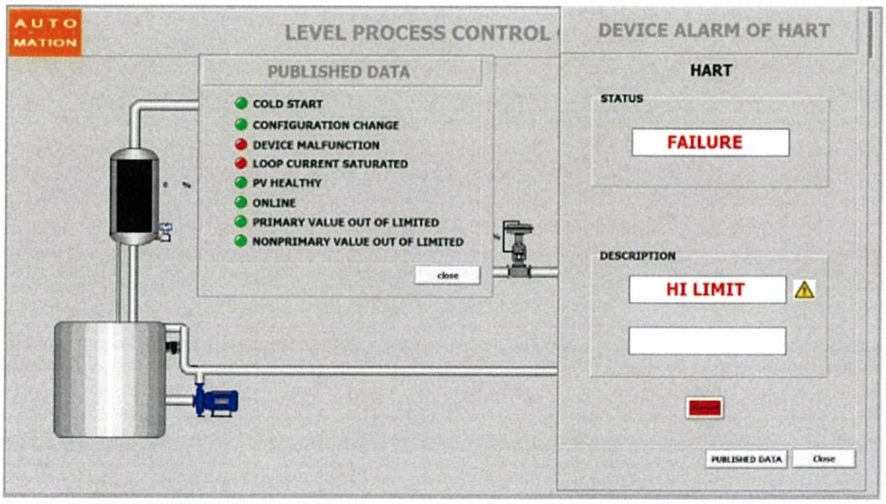
จากรูปที่ 4.11 แสดงการแจ้งเตือน Wire Break ของเทคโนโลยีแอนะล็อก โดยที่ช่อง STATUS แสดงคำว่า FAILURE เนื่องจาก เกิดค่าสัญญาณที่ใช้ในการควบคุมขาดหายไป ต้องทำการตรวจสอบและปรับปรุงแก้ไขทันที

4.2.2 การแจ้งเตือนค่าของเทคโนโลยีไวร์เลสฮาร์ท

ค่าของการแจ้งเตือนนั้นจะดูผ่าน Smart Wireless Gateway แล้วนำค่านั้นมาแสดงการแจ้งเตือนบนหน้าต่าง HMI ตามรูป 4.12



รูปที่ 4.12 หน้าจอแสดงการแจ้งเตือนบนซอล์ฟแวร์ของ Smart Wireless Gateway

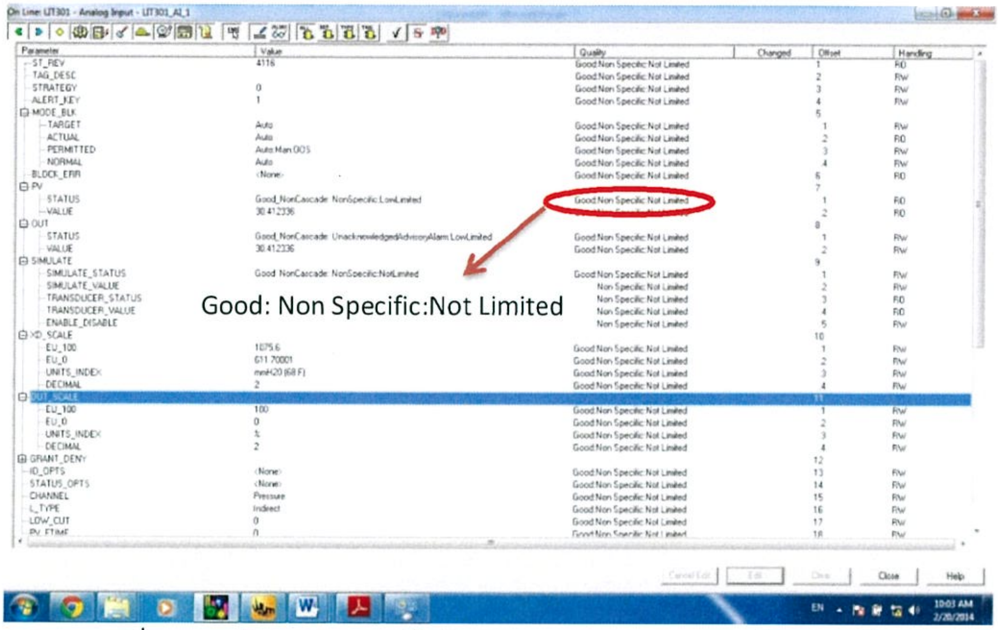


รูปที่ 4.13 หน้าจอแสดงการแจ้งเตือนของเทคโนโลยีไวร์เลสฮาร์ท

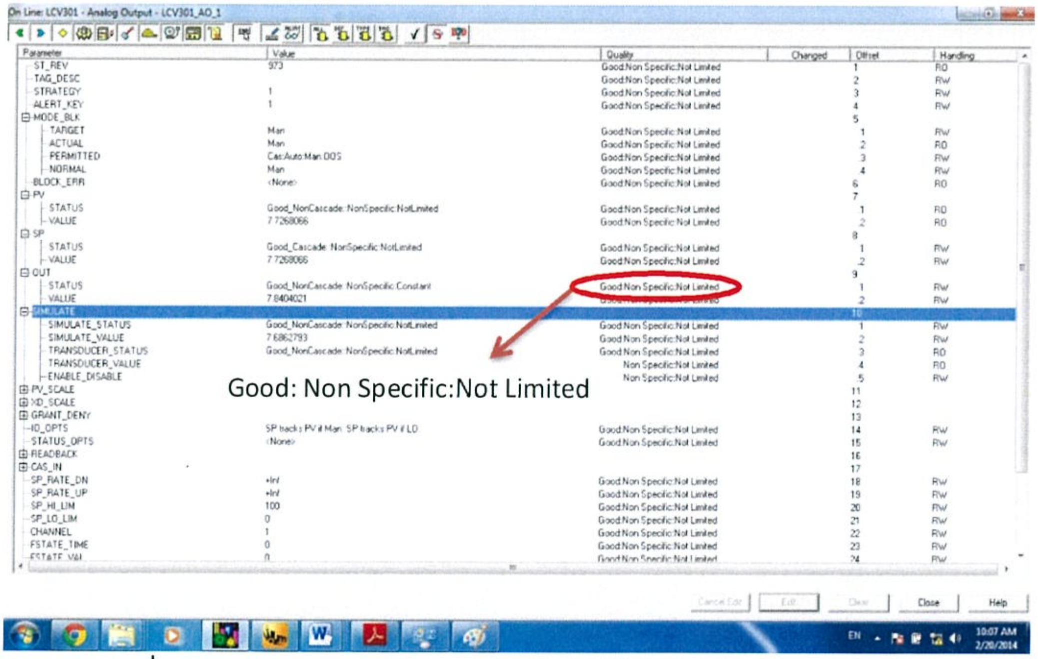
จากรูปที่ 4.13 แสดงการแจ้งเตือนของค่าเทคโนโลยีไวร์เลสฮาร์ท เมื่อค่าสัญญาณของการวิเคราะห์ที่ได้จากตัว Thump Adapter เกิดการทำงานขึ้นและสามารถดูได้โดยผ่าน Internet Explorer ตามรูปที่ 4.12 และนำค่าสัญญาณที่เกิดขึ้นนี้มาแสดงบนหน้าต่าง HMI โดยเป็นไปตามเงื่อนไขที่ได้กำหนดไว้

4.2.3 การแจ้งเตือนค่าของเทคโนโลยีฟาวน์เดชันฟิลด์บัส

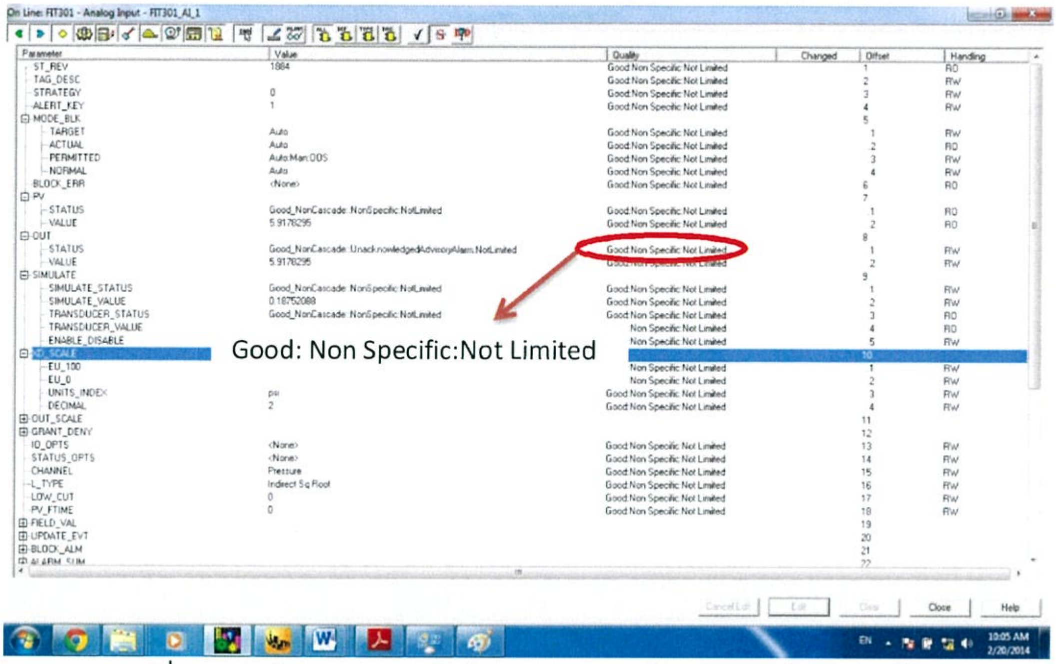
ค่าของการแจ้งเตือนนั้นจะดูผ่าน 1757-FFLDLinking Device แล้วนำค่านั้นมาแสดงการแจ้งเตือนบนหน้าต่าง HMI ตามรูปที่ 4.14- รูปที่ 4.17



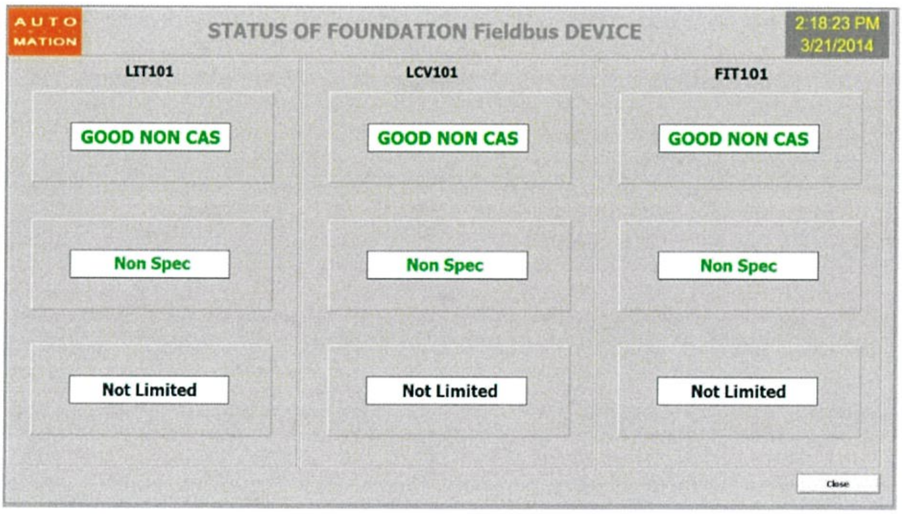
รูปที่ 4.14 หน้าจอแสดงการแจ้งเตือน LIT101 ของสัญญาณฟาวน์เดชันฟิลด์บัส



รูปที่ 4.15 หน้าจอแสดงการแจ้งเตือน LCV101 ของสัญญาณฟาวน์เดชันฟิลด์บัส



รูปที่ 4.16 หน้าจอแสดงการแจ้งเตือน FIT101 ของสัญญาณฟาวน์เดชันฟิลด์บัส



รูปที่ 4.17 หน้าจอแสดงการแจ้งเตือนบน HMI ของสัญญาณฟาวน์เดชันฟิลด์บัส

จากรูปที่ 4.17 แสดงการแจ้งเตือนของเทคโนโลยีฟาวน์เดชันฟิลด์บัสเมื่อค่าสัญญาณของการวิเคราะห์ที่ได้จากตัว 1757-FFLDLinking Device ซึ่งเป็นสัญญาณที่มาจากอุปกรณ์ LIT101, LCV101 และFIT101 ตามรูปที่ 4.14–รูปที่ 4.17 ซึ่งค่าสัญญาณที่ได้นี้เป็นบิตการทำงาน แล้วนำค่าสัญญาณนี้มาเข้าเงื่อนไขในการแสดงการแจ้งเตือนบนหน้าต่าง HMI

4.2.4 สรุปผลการการดำเนินการทางวิศวกรรมทั้ง 3 เทคโนโลยี

จากการทดลองการเข้าถึงข้อมูล และดึงข้อมูลมาแสดงผลของทั้ง 3 เทคโนโลยี ได้แก่ แอนะล็อก ไวร์เลสฮาร์ท และ ฟาวน์เดชันฟิลด์บัส สามารถสรุปได้ว่า การแสดงสถานะการทำงานของอุปกรณ์ ซึ่งรูปแบบสัญญาณการวัดคุมที่แตกต่างกัน จะมีโครงสร้างทางกายภาพในการเชื่อมต่อสื่อสารที่แตกต่างกัน แต่สามารถประยุกต์ใช้การผสานข้อมูล เพื่อการวัดคุมและการแสดงผลการทำงาน โดยสามารถเข้าถึงข้อมูลและผสานข้อมูลการวัดคุมบนตัวพีแอลซี (SIEMENS S7-300) ได้ และโปรแกรมแสดงผลผ่าน OPC Software ในการแสดงสถานะการทำงานของอุปกรณ์วัดคุมทั้ง 3 เทคโนโลยี บนโปรแกรมแสดงผล (Wonderware InTouch)

บทที่ 5
บทสรุปการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปการทดลอง

วิทยานิพนธ์นี้ได้นำเสนอเทคนิคการผสานข้อมูลบนระบบวัดคุมที่ใช้พีแอลซี (SIEMENS S7-300) เป็นตัวควบคุมการทำงานร่วมกับอุปกรณ์วัดคุมในกระบวนการที่เป็นสัญญาณ แอนะล็อก ไวร์เลสฮาร์ท และฟาวน์เดชันฟิลด์บัส โดยสามารถเข้าถึงข้อมูลของสัญญาณทั้ง 3 รูปแบบ และ นำข้อมูลมาแสดงผลการทำงาน สถานะการแจ้งเตือนของอุปกรณ์วัดคุม ด้วยโปรแกรม Wonderware InTouch ได้ โดยเทคนิคการประสานข้อมูลของสัญญาณทั้ง 3 รูปแบบ จะมีข้อแตกต่างในทางกายภาพและทางฟังก์ชัน

ในส่วนของเทคโนโลยีแอนะล็อก การเข้าถึงข้อมูลของอุปกรณ์วัดคุมที่ใช้สัญญาณแอนะล็อก โดยจะต่ออุปกรณ์วัดเข้ากับ โมดูอินพุต-เอาต์พุตผ่านพีแอลซี ซึ่งข้อมูลที่ได้จากอุปกรณ์วัดคุมสัญญาณแอนะล็อก ต้องมีการมาเขียนฟังก์ชันเงื่อนไขบนตัวพีแอลซีเอง ซึ่งจะไม่มีข้อมูลสถานะจากตัวอุปกรณ์วัดโดยตรง โดยนำค่าสัญญาณ 4-20 mA มาทำการ Scaling parameter เพื่อทำเงื่อนไขการทำงานของอุปกรณ์วัดคุม และนำข้อมูลที่ได้มาเก็บไว้ใน Data block ของพีแอลซี จากนั้นจะทำการดึงข้อมูลจากพีแอลซี มาแสดงสถานะของตัวอุปกรณ์ โดยการทำตารางข้อมูลของเทคโนโลยีแอนะล็อก โดยทำการ Mapping Address ระหว่างโปรแกรม SIMATIC และ Wonderware InTouch เพื่อนำข้อมูลไปแสดงสถานะอุปกรณ์ โดยใช้ Wonderware SIDirect DAServer หรือ DASSIDirect เป็น OPC ที่ใช้เชื่อมต่อระหว่าง Wonderware InTouch และพีแอลซีของ SIEMENS S7-300

ในส่วนของเทคโนโลยีไวร์เลสฮาร์ท การเข้าถึงข้อมูลของอุปกรณ์วัดคุมที่ใช้สัญญาณไวร์เลสฮาร์ท โดยจะมี 2 ส่วน ด้วยกัน คือ ส่วนที่ 1 จะต่ออุปกรณ์วัดเข้ากับโมดูอินพุต-เอาต์พุตผ่านพีแอลซี ซึ่งข้อมูลที่ได้จากอุปกรณ์วัดคุมสัญญาณ ต้องมีการมาเขียนฟังก์ชันเงื่อนไขบนตัวพีแอลซีเอง เหมือนกับอุปกรณ์วัดสัญญาณแอนะล็อก และส่วนที่ 2 คือ เนื่องจากเทคโนโลยีไวร์เลสฮาร์ท นั้นมีข้อมูลที่สามารถนำมาใช้ในการแจ้งสถานะได้มากกว่า แต่อาจจะต้องมีอุปกรณ์เพิ่มเติม คือ Smart Wireless Gateway และ Smart Wireless THUM Adapter ในการเข้าถึงข้อมูลอุปกรณ์วัดคุมสัญญาณไวร์เลสฮาร์ท ข้อมูลจากทั้ง 2 ส่วนนั้นจะมาเก็บไว้ที่ Data block ของพีแอลซี จากนั้นจะทำการดึงข้อมูลจากพีแอลซี มาแสดงสถานะของตัวอุปกรณ์ โดยการทำตารางข้อมูลของเทคโนโลยีไวร์เลสฮาร์ท โดยทำการ Mapping tag ระหว่าง Wireless Gateway และ Modbus protocol เพื่อไปแสดงสถานะอุปกรณ์ โดยใช้ Wonderware MBTCP DAServer หรือ MBTCP เป็น OPC ที่ใช้เชื่อมต่อระหว่าง

Wonderware InTouch และ Modbus TCP และใช้ DASSIDirect เป็น OPC ที่ใช้เชื่อมต่อระหว่าง Wonderware InTouch และพีแอลซีของ SIEMENS S7-300

ในส่วนของเทคโนโลยีฟาวน์เดชันฟิลด์บัส เข้าถึงข้อมูลของอุปกรณ์วัดคุมที่ใช้สัญญาณฟาวน์เดชันฟิลด์บัส ต้องมีอุปกรณ์ที่มีชื่อเรียกว่า Linking Device มาใช้ในการแปลงสัญญาณให้อุปกรณ์ของเทคโนโลยีฟาวน์เดชันฟิลด์บัส ให้สามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลกับตัวควบคุมพีแอลซีได้ และนำข้อมูลที่ได้มาเก็บไว้ที่ Data block ของพีแอลซี จากนั้นจะทำการดึงข้อมูลจากพีแอลซี มาแสดงสถานะของตัวอุปกรณ์ โดยการทำตารางข้อมูลของเทคโนโลยี โดยมีโปรแกรม KEPserver เป็นโปรแกรม OPC ของพีแอลซี โดยทำการเชื่อมต่อกับโปรแกรม Link Master เพื่อรับขอมูลเข้าพีแอลซี ส่วนโปรแกรม LinkMaster เป็น OPC Bridging Software ที่ทำหน้าที่เชื่อมต่อข้อมูลระหว่าง OPC โดย OPC ของพีแอลซี s7-300 มีชื่อว่า Kepware.KEPServerEX.V5 และ OPC ของ Rsfieldbus มีชื่อว่า rs.hseoleserver.0 และใช้ DASSIDirect เป็น OPC ที่ใช้เชื่อมต่อระหว่าง Wonderware InTouch และพีแอลซีของ SIEMENS S7-300

5.2 ข้อเสนอแนะ

จากวิทยานิพนธ์ที่ได้นำเสนอนี้ ผู้ที่สนใจสามารถนำกรณีศึกษาไปประยุกต์ใช้ในการผสานข้อมูลเพื่อให้อุปกรณ์วัดคุมสัญญาณทั้ง 3 รูปแบบ สามารถทำงานร่วมกันได้บนตัวควบคุม และส่วนแสดงผลเดียวกัน แต่จะพบว่ายังมีความยุ่งยากในเรื่องของการเข้าถึงข้อมูล ที่ต้องอาศัย OPC ของแต่ละกลุ่มสัญญาณ เพื่อการแลกเปลี่ยน และผสานข้อมูล หากมีการพัฒนา software หรือ OPC ที่สามารถเข้าถึงข้อมูลของสัญญาณทั้ง 3 รูปแบบมาใช้ ก็จะทำให้ผู้ใช้งานสามารถทำงานได้ง่ายและสะดวกมากขึ้น และสามารถนำข้อมูลที่ได้ไปบริหารจัดการเพื่อการวินิจฉัยและทำแผนงานต่างๆ ได้ ต่อไป

เอกสารอ้างอิง

[1] Sart Kummool, Sawai Pongswatd, and Jetsada Jareonwatthanayothin, "Simple Control Valve Diagnostic Tool for Foundation Fieldbus Technology", SICE Annual Conference 2012 August 20-23, 2012 in Akita,Japan.

[2] R. Zurawski, The Industrial Communication Technology Handbook, RC Press, 2005.

[3] J. Berge, Fieldbuses for Process Control: Engineering, Operation and Maintenance, ISA, 2004.

[4] Fieldbus Foundation, FOUNDATIONTM Fieldbus Technical Overview, Austin, USA, 2003.

[5] รศ.ประสิทธ์ จุลเสรีวงศ์, ระบบอัตโนมัติทางอุตสาหกรรม (Industrial Automation), คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ปี พ.ศ. 2553

[6] Tsutomu Takai, Yasuhiro Kutsuma, Hiroshi Ishihara, "Management of Alarm System for Process Industries", SICE Annual Conference2012 August 20-23, 2012 in Akita,Japan.

[7] ทนง มุมแดง, ไพฑูรย์ ศรีอาจ และ สุรศักดิ์ ธาดาลิมะวัฒน์. (2555). การออกแบบควบคุมกระบวนการอัตโนมัติ. วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต, สาขาวิศวกรรมอัตโนมัติ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

[8] บุญเลิศ สงวนวัฒนา, ระบบอินเตอร์เน็ตในงานอุตสาหกรรม, 2551

[9] โอภาส เอี่ยมสิริวงศ์, เครือข่ายคอมพิวเตอร์และการสื่อสาร (Computer Networks and Communications) ฉบับปรับปรุงปี พ.ศ. 2552

[10] ธีทัต ตรีศิริโชติ. ระบบบัสสำหรับงานอุตสาหกรรมและ OSI Reference Model, 2552

[11] Siemens, s7300module data manual, 2014

[12] Azbil, valve positioner yamatake AVP200, 2013

[13] Samson, Pneumatic Actuators Data Sheet t83101, 2013

[14] Emerson, Rosemount 3051 Pressure Transmitter/00813-0100-4001, 2010

[15] Masoneilan, FVP Fieldbus ValvePositioner_Manual_RevB, 2012

[16] Allen-Bradley, RSFieldbus and the 1757-FFLD Linking Device, 2006

[17] Emerson, Rosemount Documents/00809-0200-4420, 2010

[18] ทวิช ชูเมือง. ระบบวัดคุมนิรภัยในอุตสาหกรรมกระบวนการผลิต (Safety Instrumented System In Process industry). เอช. เอ็น. กรุ๊ป. (2548).

ภาคผนวก

ภาคผนวก
บทความวิจัยที่ได้รับการตีพิมพ์

บทความวิจัยที่ได้รับการตีพิมพ์ในวารสารทางวิชาการระดับนานาชาติในวิทยานิพนธ์นี้มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

[1] Teerawat Thepmanee, Rudtavat Vinitchaykul, Krit Smerpitak and Sawai Pongswatd, "Detecting and Handling Alarms on Process Variables for S7-300 PLC-Based Monitoring System", ICIC Express Letters Part B: Applications Volume 6, Number 4(tentative), April 2015, Tokai University, P1017-1024

Volume 6, Number 4, April 2015 ISSN 2185-2766

ICIC Express Letters, Part B: Applications

An International Journal of Research and Surveys

Editors-in-Chief
Yan Shi, Tokai University, Japan
Ramesh Agarwal, Washington University, USA

Indexed by *Ei Compendex (Elsevier)*
Scopus (Elsevier)
INSPEC (IET)

Published by ICIC International
http://www.ijicic.org/icicelb.htm

ICIC Express Letters, Part B: Applications

Editors-in-Chief

Yan Shi, Tokai University, Kumamoto, 862-8652, Japan

Ramesh Agarwal, Washington University, St. Louis, MO 63130-4899, USA

Advisory Board

Steve P. Banks, UK
Chin-Chen Chang, Taiwan
Peter Fleming, UK
Tom Heskes, Netherlands
Lakhmi C. Jain, Australia
Jerry M. Mendel, USA
Masaharu Mizumoto, Japan
Witold Pedrycz, Canada
Peng Shi, Australia
Junzo Watada, Japan
Takeshi Yamakawa, Japan
Lotfi A. Zadeh, USA

Associate Editors

Jamal Ameen, UK
Rawshan Basha, UAE
Michael V. Basin, Mexico
Yasar Becerikli, Turkey
Ozer Ciftcioglu, Netherlands
Joshua Dayan, Israel
Vasile Dragan, Romania
Kuniaki Fujimoto, Japan
Chao-Hsing Hsu, Taiwan
Yunfu Huo, China
Gerardo Iovane, Italy
Sawai Pongswatd, Thailand
Hamid Reza Karimi, Norway
Karim Kemih, Algeria
Dongsoo Kim, Korea
Huey-Ming Lee, Taiwan
Feng-Tse Lin, Taiwan
Yao Liu, China
Magdi Mahmoud, Saudi Arabia
Anatolii Martynyuk, Ukraine
Tshilidzi Marwala, South Africa
Subhas Misra, India
Sing Kiong Nguang, New Zealand
Ngoc Thanh Nguyen, Poland
Nikos Nikolaidis, Greece
Pavel Pakshin, Russia
Arnulfo Luevanos Rojas, Mexico
Takao Sato, Japan
Masanori Takahashi, Japan
Kok-lay Teo, Australia
Bay Vo, Vietnam
Xuping Wang, China
Edwin Engin Yaz, USA
Umi Kalsom Yusof, Malaysia
Thi Thi Zin, Japan
Argyrios C. Zolotas, UK

©2015 ICIC International
ISSN 2185-2766

Printed in Japan

ICIC EXPRESS LETTERS, Part B: Applications

Volume 6, Number 4, April 2015

CONTENTS

A Feasibility Study of Automatic Response Analyzer in Classroom Using Image Processing and Cards 919
Hiroshi Kamada and Kazuaki Masuda

New Town Development in Terminal District of THSR-Miao-Li Station 927
Ching-Jung Chang, Li-Wen Huang, Wan-Chun Chiu and Ying-Yu Su

Magnetic Fluid Hyperthermia for Living Tissue with a Spherical Heat Source 935
Song-Yih Lin, Hsin-Yi Lai and Cha'o-Kuang Chen

Multiple Phase-Corrected Filtered-Error LMS Algorithm and Its Application to the Active Control of Ship Interior Noise 943
Naoaki Shibatani and Shunsuke Ishimitsu

Road Marking Line Detection Based on Boundary Constraints Hough Transform 951
Wei Yang, Lang Wei and Jingyu Liu

Symbolization of Human Motion: Case of Simple Walking Motion 959
Takuma Akiduki, Zhong Zhang, Takashi Imamura and Hirotaka Takahashi

Development of a New Robust Driver Inattention Detection System 967
Zhong Zhang, Md Rizal Othman, Takashi Imamura, Tetsuo Miyake and Lang Wei

A Study of System Extension for New Web-Log Analysis Method 975
Young-Chul Kim, Su-Seok Seo and Jong-Ho Lee

Strategy of Community Support in Supercomputing 983
Bu-Young Ahn, Ji-Hoon Jang, Myung-Il Kim, Sun-Il Ahn, Noo-Ri On and Jong-Hyun Hong

Integrated Network Design for Collaborative Courier Services 989
Friska Natalia Ferdinand, Young Jin Kim and Chang Seong Ko

Carton Assignment Heuristics for a Zone-Based Pick-to-Light Distribution Center 997
Shiegheun Koh, Byung Soo Kim and Chol-Hong Kim

The Effects of Message Directionality and Brand Image's Level on Consumer Attitude 1003
Jae Sin Oh, Jae Ik Shin, Dae Yul Jeong and Ki Han Chung

Modeling and Methodologies for Automated Manufacturing Systems Control 1009
Feng Li, Chen-Huei Hsieh, Chi-Sheng Tsai, Jin-Yan Tsai and Nikola Radakovic

Detecting and Handling Alarms on Process Variables for S7-300 PLC-Based Monitoring System 1017
Teerawat Thepmanee, Rudtavat Vinitchaykul, Krit Smerpitak and Sawai Pongswatd

Simplified and Systematic PLC Programming Technique: A Case Study of Burner Control for Thermal Oil Heater 1025
Supakit Khaefoi, Krit Smerpitak, Sawai Pongswatd and Amphawan Julsereewong

(*Continued*)

©2015 ICIC International ISSN 2185-2766 Printed in Japan

ICIC Express Letters
Part B: Applications
Volume **6**, Number **4**, April **2015**

ICIC International ©2015 ISSN 2185-2766
pp. 1017–1023

DETECTING AND HANDLING ALARMS ON PROCESS VARIABLES FOR S7-300 PLC-BASED MONITORING SYSTEM

Teerawat Thepmanee, Rudtavat Vinitchaykul, Krit Smerpitak and Sawai Pongswatd

Faculty of Engineering
King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
Ladkrabang, Bangkok 10520, Thailand
{ ktteraw; kskrit; klsawai }@kmitl.ac.th; rudtavat@hotmail.com

Received March 2014; accepted May 2014

Abstract. *This paper presents block structure and script concept for detecting and handling alarm from process signals. The three process signals (analog, wirelessHART and Foundation Fieldbus (FF)) are collected, detected and analyzed to show process variable (PV) statuses. Programming by function block and script is assigned to detect 4-20 mA from analog input (AI), public data from wirelessHART gateway, and diagnostic data from FF device. The detected data are analyzed in order to solve the alarm status on PV, then their statuses are launched on the SCADA. Analog, HART, and FF level transmitters are configured with programmable logic controller (PLC) and SCADA software for level measurements that are a case study to show the implementation and experimental results. The proposed technique can be a guideline for end-users to configure and manage the several alarm data from 3 type process signals that have different capabilities to be taken into consideration when making an alarm with PLC and SCADA system. Moreover, end-users could apply the data to show with SCADA system for prediction and to enhance process behavior.*
Keywords: Analog, HART, Foundation fieldbus, PLC, Alarm, SCADA

1. **Introduction.** Evolution of diagnostic in process industry, proposes objective detecting causes for potential malfunction, device diagnostic, process operation information, and so on [1]. In the process automation, the data from field devices and controller can support operator to get information in order for high performance operation. While, process signal in industry has been changed from analog signal to digital signals that avail of low cost, powerful processors for digital communication enhance data available from the field device [2,3]. FF is one of the digital fieldbus signals with great potentialities at present in the petrochemical industry. It is an all-digital, serial, two-way communications system that supports digital encoding of data and many types of messages. FF was originally intended as a replacement for the 4-20 mA analog signal. However, in the real world of devices in process automation, many kinds of process signal are used in process [4-6]. Therefore, end-users seek methods to configure analog and digital process signals, which have different capabilities to be taken into consideration when making an alarm with PLC and SCADA system. The paper presents method for collecting and detecting alarm from AI module, HART gateway, and FF linking to S7-300 PLC that applies data block (DB), function block (FB) structures to solve the PV alarms. The detected alarm in PLC is analyzed and exchanged information with SCADA system by OPC concept. In addition, the technique can be applied to detect device operation status and their environment for supporting devices diagnostic or asset tool development.

2. Instrumentation Signals. In process industry, many types of instrument signal are used for measurement and control. Analog, HART, and FF signals have different capabilities to measure, control, and detect process behaviour.

2.1. Analog signal. The 4-20 mA current loop is a conventional instrument standard signal. In a 4-20 mA current loop, all the signaling current flows through all components; the same current flows even if the wire terminations are less than perfect. All the components in the loop drop voltage due to the signaling current flowing through them. The signaling current is not affected by these voltage drops as long as the power supply voltage is greater than the sum of the voltage which drops around the loop at the maximum signaling current of 20 mA. For alarm detection, end-user can configure in analog input (AI) or analog output (AO) module to the violation of high-low limits and wire break. Then, controller acknowledges the status interrupt only at the module.

2.2. HART signal. HART signal is superimposed on the 4-20 mA signal and provides two way communications with smart field instruments without compromising the integrity of the measured data. HART communicates at 1200 bps and provides a host with two or more digital updates per second from a field device. Generally a single pair cable is installed for each device and the 4-20 mA signal is generally used for the PV, but this parameter is also available via device digital data. Also several devices can connect in series in the same current loop, providing digital data from each device.

2.3. FF signal. FF technology replaces the expensive, conventional 4-20 mA wiring in the field and enables bidirectional data transmission. The entire communication between the devices and the automation system as well as the process control station takes place over the bus system, and all operating and device data are exclusively transmitted over the fieldbus. HART and FF were both designed to bring the benefits of intelligent field devices, but each has a unique emphasis. The emphasis of HART is to bring digital information while maintaining compatibility with 4-20 mA. The emphasis of FF is to bring the control architecture to the bus and the field devices. The resulting protocols have different capabilities that need to be taken into consideration when making an evaluation. The essential objectives in fieldbus technology are to reduce installation costs, save time and costs due to simplified planning as well as improve the operating reliability of the system due to additional performance features. FF systems are usually implemented in new plants or existing plants that must be extended. To convert an existing plant to fieldbus technology, the conventional wiring can either be modified into a bus line, or it must be replaced with a shielded bus cable, if required.

3. System Implementation. Proposed system implements by applying S7-300 Siemens PLC connected to analog transmitter (LIT_101), Wired HART transmitter with THUM adapter (LT_102), and FF transmitter (LIT_103). Engineering station is developed from Simatic manager software and operator station is created by WW InTouch. Network architecture of proposed system can be shown by Figure 1 that has HART wireless gateway and Bridge (LAS) to communicate with PLC and both stations via Ethernet.

From Figure 1, 4-20 mA analog signal from analog transmitter LIT_101 is fed to assigned channel of AI module of S7-300 PLC. AI module converts analog signal to digital signal, which can define a working range and alarm by setting a high and low limit. Alarm of analog signal system can define statuses as below:

(1) Low alarm is a value which exceeds low limit in AI channel
(2) High alarm is a value which exceeds high limit in AI channel
(3) Wire break alarm is a hardware interrupted if wire breaks.

Physical and logical diagrams of analog signal can be shown by Figure 2, which map alarm data to A_Tagname and are sent to operator station to show alarm status, graphic and trend.

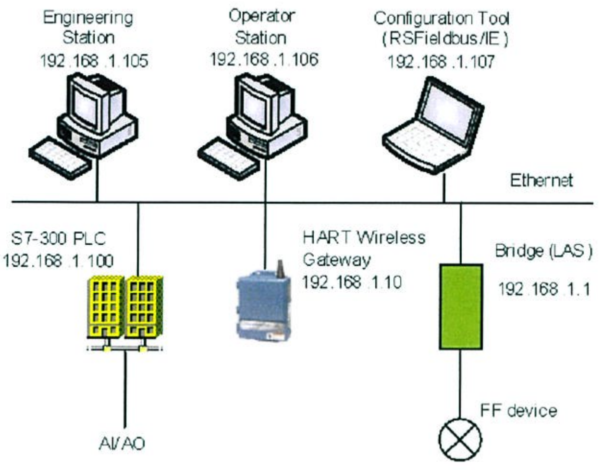


FIGURE 1. Network architecture of proposed system

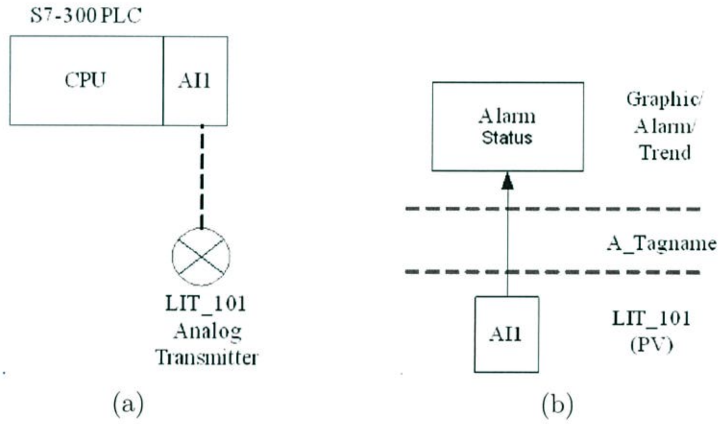


FIGURE 2. Physical and logical diagrams of analog signal: (a) physical diagram, (b) logical diagram

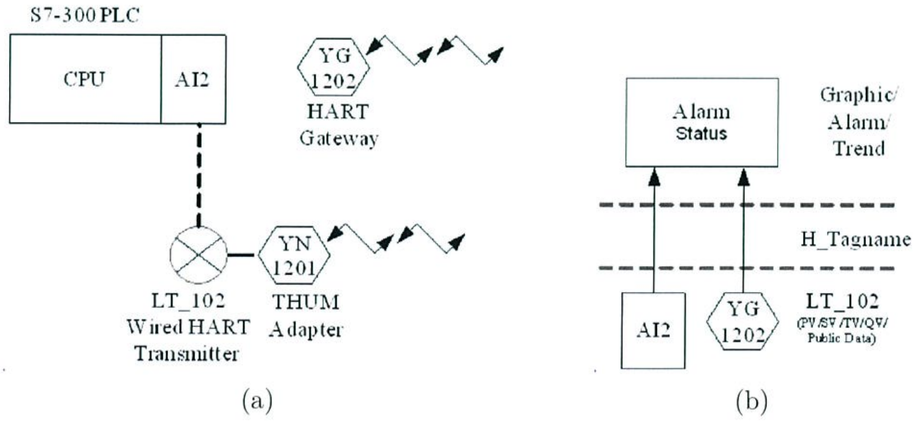


FIGURE 3. Physical and logical diagrams of HART signal: (a) physical diagram, (b) logical diagram

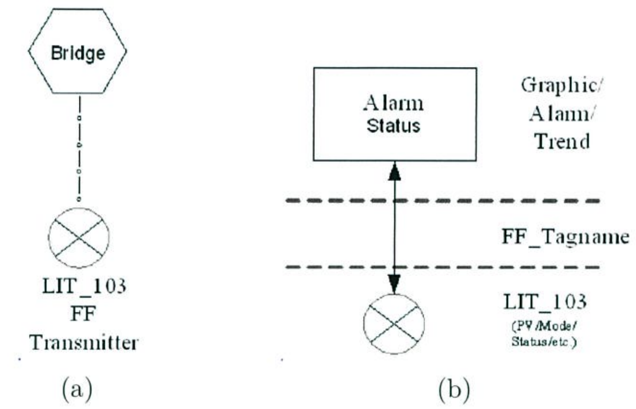


FIGURE 4. Physical and logical diagrams of FF signal: (a) physical diagram, (b) logical diagram

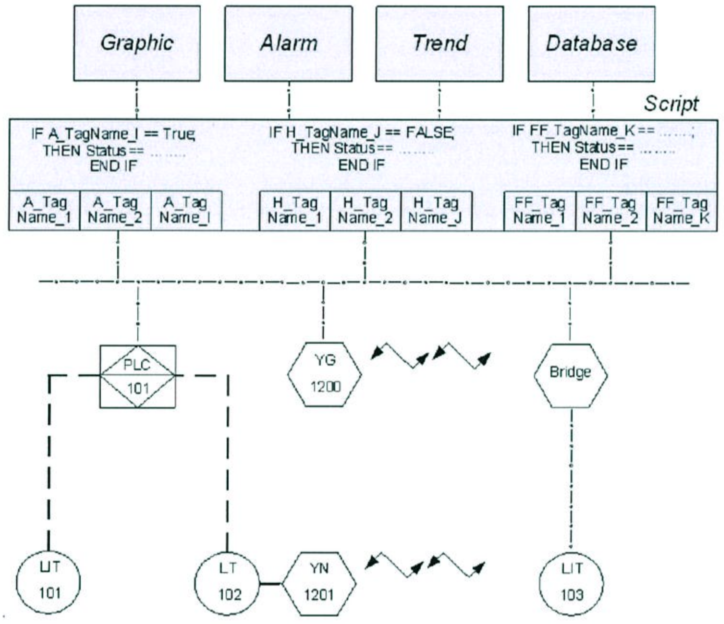


FIGURE 5. P&I diagram and architecture for proposed system

From Figure 3, wired HART transmitter and THUM adapter are installed and configured as wirelessHART, which send the PV as a primary value and other parameters as public data. Statuses of Primary_value_out_of_limits, Online, and Device_Malfunction are public data that are mapped to show alarm status by H_Tagname on Modbus address.

From Figure 4, physical and logical diagrams of FF signal that shows mapping diagram of FF_Tagname show alarm status.

Assigned data from 3-process signal are collected and detected to DB and FB, respectively. A_Tagname, H_Tagname, and FF_Tagname are parameters defined in the DB that are mirrored to the SCADA by OPC DA server/client. SCADA is configured using the data coming from the DB of PLC to display the alarm status under script condition. Alarm statuses are launched as Normal or Alarm when parameter value may be used for control and used in operation, and the other value is incorrect or mismatches the configured value.

4. **Experimental Testing.** Experiment performs following Figure 6, which applied FB5 function block to detect data from analog, HART, and FF signals and then sent the value to DB_X1, DB_X2, and DB_X3, respectively.

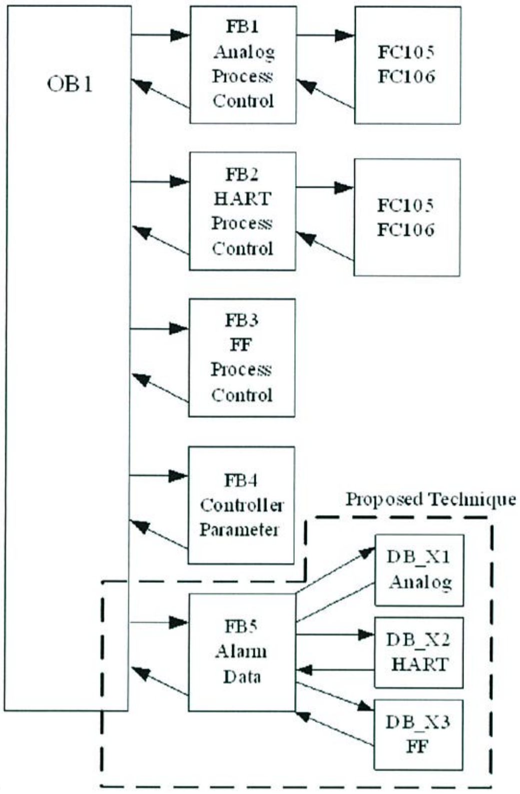
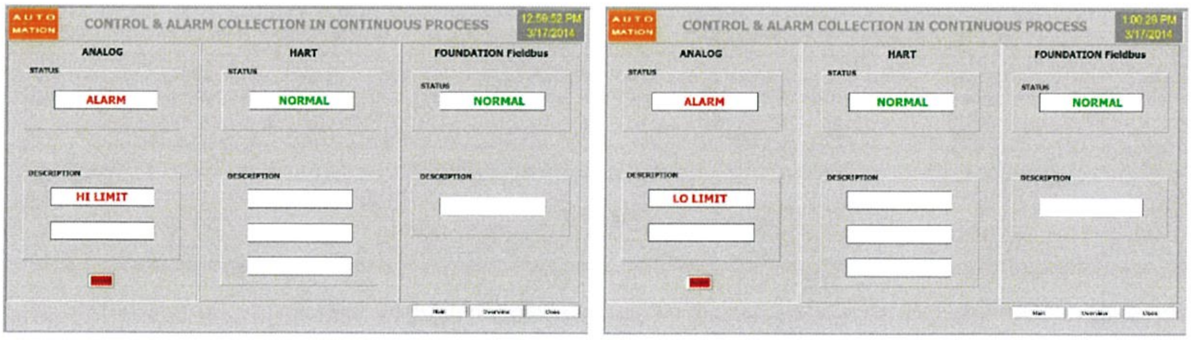


FIGURE 6. Block diagram for assigned DB and FB

TABLE 1. Parameter list of analog signal

Process Signal	No.	Parameter	Data Type	Value
Analog	1	High Limit Exceed	Boolean	0, 1
	2	Low Limit Exceed	Boolean	0, 1
	3	Wire Break	WORD	−32768



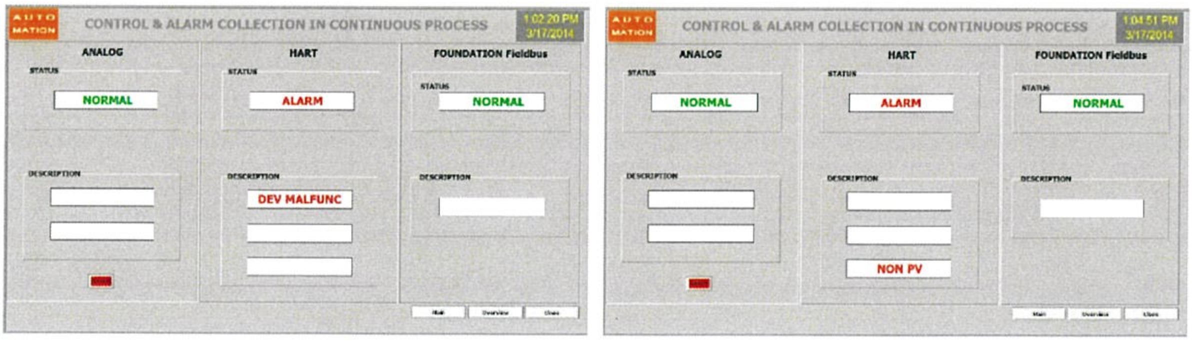
(a) (b)

FIGURE 7. Alarm status HMI of analog signal: (a) HMI of alarm status in case of high limit exceed condition, (b) HMI of alarm status in case of low limit exceed condition

Parameter lists of analog signal and HART signal can be shown by Tables 1 and 2. To save the space, this paper cannot show parameter list of FF signal. The experimental results of analog, HART, and FF signals can be shown by Figures 7-9. The results show HMI of SCADA system, which can display the alarm status of analog, HART, and FF signals in any statuses.

TABLE 2. Parameter list of HART signal

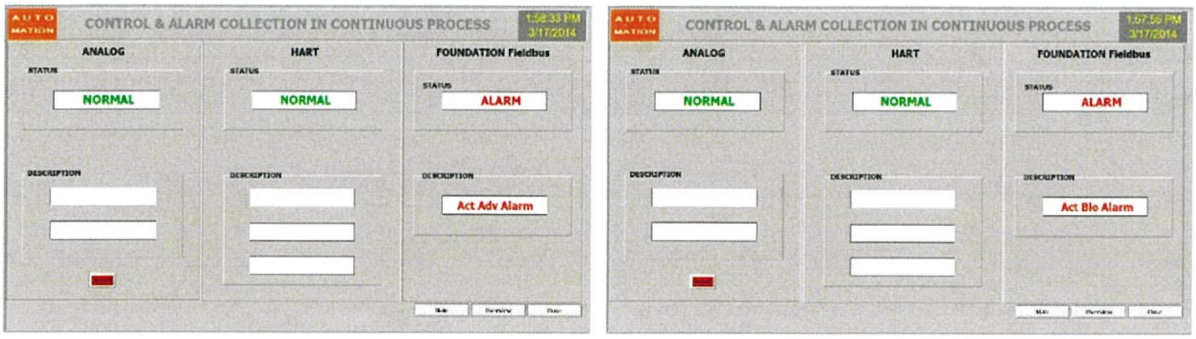
Process Signal	No.	Parameter	Data Type	Value
HART	1	High Limit Exceed	Boolean	0, 1
	2	Low Limit Exceed	Boolean	0, 1
	3	Wire Break	WORD	–32768
	4	COLD_START	Boolean	FALSE
	5	CONFIGURATION_CHANGED	Boolean	FALSE
	6	DEVICE_ID	32 bit unsigned int	5082717
	7	DEVICE_MALFUNCTION	Boolean	FALSE
	8	DEVICE_REVISION	8 bit unsigned int	5
	9	DEVICE_TYPE	16 bit unsigned int	3
	33	DISCOVERY_STATUS	8 bit unsigned int	1
	11	FLAGS	8 bit unsigned int	0
	12	HARDWARE_REVISION	8 bit unsigned int	0
	13	LOOP_CURRENT_FIXED	Boolean	FALSE
	14	LOOP_CURRENT_SATURATED	Boolean	TRUE
	15	MANUFACTURER	16 bit unsigned int	38
	16	MONITOR_STATUS	8 bit unsigned int	1
	17	MORE_STATUS_AVAILABLE	Boolean	FALSE
	18	NODE_STATE	8 bit unsigned int	0
	19	NONPRIMARY_VALUE_OUT_OF_LIMITS	Boolean	FALSE
	20	ONLINE	Boolean	TRUE
	21	PRIMARY_VALUE_OUT_OF_LIMITS	Boolean	FALSE
	22	PV	32 bit float	152.443
	23	PV_CLASS	8 bit unsigned int	0
	24	PV_CODE	8 bit unsigned int	246
	25	PV_HEALTHY	Boolean	TRUE
	26	PV_STATUS	8 bit unsigned int	192
	27	PV_UNITS	8 bit unsigned int	4
	28	REQUEST_PREAMBLES	8 bit unsigned int	5
	29	SIGNALING_CODE	8 bit unsigned int	0
	30	SOFTWARE_REVISION	8 bit unsigned int	11
	31	STATUS_CODE	8 bit unsigned int	4
	32	UNIVERSAL_REVISION	8 bit unsigned int	5



(a) (b)

FIGURE 8. Alarm status HMI of HART signal: (a) HMI of alarm status in case of device malfunction, (b) HMI of alarm status in case of nonprimary value out of limits

5. **Conclusion.** In this paper, implementation of detecting and handling alarms on process variables has been presented. The methods configure 3-process signal, which have different capabilities to be shown into consideration alarm status with PLC and SCADA



(a) (b)

FIGURE 9. Alarm status HMI of FF signal: (a) HMI of alarm status in case of active advisory alarm, (b) HMI of alarm status in case of active block alarm

system. The proposed technique can apply the collected alarm data for prediction and enhance process behavior. Furthermore, the technique will be guideline end-user to develop asset tool for analog, wirelessHART, and FF devices.

Acknowledgements. We would like to thank the Emerson (Thailand) Limited, that strongly supports the knowledge and wirelessHART devicess for experiments.

REFERENCES

[1] P. Overgaauw and J. Westeneng, Evolution of diagnostics, *Honeywell and Endress+Hauser Company*, Fieldbus Foundation BENELUX marketing committee.
[2] S. Kummool, S. Pongswatd and J. Jareonwatthanayothin, Simple control valve diagnostic tool for foundation fieldbus technology, *SICE Annual Conference*, 2012.
[3] T. Thepmanee, S. Pongswatd, A. Julsereewong and P. Julsereewong, Design and implementation of the laboratory for Foundation Fieldbus-based industrial automation, *ICIC Express Letters*, vol.6, no.5, pp.1353-1358, 2012.
[4] H. Pang, L. Wang and J. Ma, Research of monitoring and configuration platform in foundation fieldbus control system, *Proc. of the IEEE International Conference on Integration Technology*, 2007.
[5] H. Kleines, K. Zwoll, M. Drochner and J. Sarkadi, Integration of industrial automation equipment in experiment control systems via PROFIBUS – Developments and experiences at Forschungszentrum Jülich, *IEEE Transactions on Nuclear Science*, vol.47, no.2, 2000.
[6] T. Thepmanee, S. Pongswatd and S. Phaerueang, S7 PLC-based foundation fieldbus control system using STEP7 and RSFieldbus configuration tools, *ICIC Express Letters, Part B: Applications*, vol.5, no.1, pp.37-43, 2014.

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	นายฤธวัฐร์ วินิจฉัยกุล
วัน-เดือน-ปีเกิด	วันที่ 13 มีนาคม 2531
ที่อยู่	666 ซอยลาดพร้าว 87 แขวงคลองจั่น เขตบางกะปิ กรุงเทพฯ 10240 โทร. 085-550-5897
ประวัติการศึกษา	สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีหลักสูตรวิศวกรรมศาตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมการวัดคุม จากภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ในปีการศึกษา 2552 และในปีการศึกษา 2554 ได้เข้าศึกษาต่อระดับปริญญาโท หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอัตโนมัติ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ประวัติการทำงาน	- พฤษภาคม 2553 ถึง สิงหาคม 2553 : Sales Engineer บริษัท Azbil (Thailand) Co.,Ltd. - กันยายน 2553 ถึง กรกฎาคม 2557 : Control Engineer บริษัท Boonrawd Brewery Co.,Ltd. - สิงหาคม 2557 ถึง ปัจจุบัน : SIL Engineer บริษัท PTT Maintenance and Engineering Co.,Ltd. (PTTME)