

การผสมผสานเครือข่ายไร้สายเข้ากับระบบสกาดา
เพื่อการตรวจสอบวินิจฉัยอุปกรณ์

INTEGRATION OF WirelessHART NETWORK INTO SCADA SYSTEM
FOR DEVICE DIAGNOSTICS



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิศวกรรมอัตโนมัติ
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2560
KMITL-2017-EN-M-257-004

การผสมเครือข่ายไร้เลสฮาร์ทเข้ากับระบบสกาดา
เพื่อการตรวจสอบวินิจฉัยอุปกรณ์

INTEGRATION OF WirelessHART NETWORK INTO SCADA SYSTEM
FOR DEVICE DIAGNOSTICS



T148751

พรชัย พงศ์พิพัฒนภักดี

PORNCHAI PONGPIPATPAKDEE

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน **148751**
รับเดือนปี **23 เม.ย. 2560**

b.00267095
l.....

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิศวกรรมอัตโนมัติ
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2560

KMITL-2017-EN-M-257-004

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

INTEGRATION OF WirelessHART NETWORK INTO SCADA SYSTEM
FOR DEVICE DIAGNOSTICS



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
2017

KMITL-2017-EN-M-257-004

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



COPYRIGHT 2017

FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การผสมผสานเครือข่ายไวร์เลสฮาร์ทเข้ากับระบบสกาดาเพื่อการตรวจสอบวินิจฉัยอุปกรณ์
Thesis Title Integration of WirelessHART Network Into SCADA System for Device Diagnostics
นักศึกษา นายพรชัย พงศ์พิพัฒน์ภักดิ์
รหัสประจำตัว 57601339
ปริญญา วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา วิศวกรรมอัตโนมัติ
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รศ.ดร.ไสว พงศ์สวัสดิ์
หมายเลขวิทยานิพนธ์ KMITL-2017-EN-M-257-004

| คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ | | ลายมือชื่อ |
|--------------------------|----------------|--|
| รศ.ดร.จิระศักดิ์ | ชาญวุฒิชัยธรรม |  |
| รศ.ดร.อัมพวัน | จุลเสวีวงศ์ |  |
| ดร.อภิไฉย | ฤกษ์รัตน์ |  |
| ผศ.ดร.ธีรวัฒน์ | เทพมณี |  |
| รศ.ดร.ไสว | พงศ์สวัสดิ์ |  |

วัน / เดือน / ปี ที่สอบ วันศุกร์ที่ 9 ธันวาคม พ.ศ. 2559 เวลา 10.00-12.00 น.
สถานที่สอบ ณ อาคาร A ชั้น 5 ห้องประชุม 4

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRBANG

คณะวิศวกรรมศาสตร์ รับรองแล้ว



(รองศาสตราจารย์ ดร. คมสัน มาลีสี)

คณบดี คณะวิศวกรรมศาสตร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วันที่ 9 ธันวาคม พ.ศ. 2559

| | |
|-----------------------------|---|
| หัวข้อวิทยานิพนธ์ | การผสมผสานเครือข่ายไร้สายเข้ากับระบบสกาตา เพื่อการตรวจสอบวินิจฉัยอุปกรณ์ |
| นักศึกษา | นายพรชัย พงศ์พิพัฒน์ภักดี |
| รหัสประจำตัว | 57601339 |
| ปริญญา | วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต |
| สาขาวิชา | วิศวกรรมอัตโนมัติ |
| พ.ศ. | 2560 |
| อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ | รศ.ดร.ไสว พงศ์สวัสดิ์ |

บทคัดย่อ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้นำเสนอเทคนิคการผสมผสานข้อมูลระหว่าง อุปกรณ์ฝังผ่านเครือข่าย ไร้สายเข้ากับระบบสกาตา เพื่อนำเสนอการเข้าถึงข้อมูล การนำข้อมูลมาแสดงผลเพื่อการ ตรวจสอบวินิจฉัยอุปกรณ์ด้วยฟังก์ชันสคริปต์ที่พัฒนาขึ้น โดยที่อุปกรณ์ที่ใช้ จะเป็นวาล์วควบคุมแบบ ฮาร์ทที่เชื่อมต่อเข้ากับ Wireless THUM Adapter และ อุปกรณ์วัดค่าอุณหภูมิแบบไร้สาย โดยที่อุปกรณ์ทั้งหมดของระบบ จะสื่อสารข้อมูลทั้งหมดไปยัง ไร้สายฮาร์ทเกตเวย์ (WirelessHART Gateway) ซึ่งตัวเกตเวย์จะทำหน้าที่เป็นตัวแลกเปลี่ยนข้อมูลกับระบบสกาตา โดยลักษณะของข้อมูลที่ แลกเปลี่ยนนั้นจะอยู่ในรูปแบบของ MODBUS TCP/IP ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ยังนำเสนอเทคนิคการ ติดตั้ง การตั้งค่าต่างๆ ของตัวอุปกรณ์ การสร้างสคริปต์เพื่อตรวจจับสถานการณ์ทำงานของอุปกรณ์ แต่ละตัว และการแสดงผลต่างๆ ที่สนับสนุนผู้ปฏิบัติงานให้สามารถติดตาม กำกับและบริหาร จัดการ อุปกรณ์แต่ละตัวและติดตามสถานะการทำงานร่วมกันของอุปกรณ์ฝังในกระบวนการที่กำหนด

| | |
|----------------|--|
| Thesis | Integration of WirelessHART network into SCADA system for device diagnostics |
| Student | Mr.Pornchai Pongpipatpakdee |
| Student ID. | 57601339 |
| Degree | Master of Engineering |
| Program | Automation Engineering |
| Year | 2017 |
| Thesis Advisor | Assoc.Prof.Dr.Sawai Pongswatd |

ABSTRACT

This thesis describes the technique to integrate HART field devices into SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) system. Data addressing and monitoring. Are present to solve devices statuses and diagnostics. In the thesis, WirelessHART temperatue transmitter and Wired HART positioner of control valve with Wireless THUM adapter are assigned to act as field devices for communicate to WirelessHART gateway. The gateway will collect and sent data to SCADA system via Modbus/TCP. The thesis describes the technique to install and configure the THUM with control valve, WirelessHART transmitter, tags assignment, and so on that focus for HART parameters mapping in order to device operation and management. The thesis also describes technique for develops HMI and script function to support end-users. For gain the benefits of device diagnostic and decision support for operation and management.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาจากอาจารย์ที่ปรึกษา รศ.ดร.ไสว พงศ์สวัสดิ์ ที่ให้ความช่วยเหลือ รวมถึงให้คำชี้แนะและช่วยแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นตลอดจนให้ความรู้รวมถึงประสบการณ์ที่ดีแก่ข้าพเจ้า

ขอขอบคุณ บริษัท Azbil (Thailand) Co.,Ltd., Emerson Process Management ที่คอยให้การสนับสนุนความรู้รวมถึงให้คำแนะนำเกี่ยวกับอุปกรณ์ต่างๆแก่ข้าพเจ้า

ขอขอบคุณ รศ.ดร. อัมพวัน จุลเสรีวงศ์ ที่คอยให้คำปรึกษา รวมถึงให้ความรู้ทางด้านทฤษฎีต่างๆแก่ข้าพเจ้า

ขอขอบคุณ รศ.ดร. ธรีวัฒน์ เทพมณี ที่คอยให้คำปรึกษา และชี้แนะแนวทางการออกแบบ รวมถึงแนวทางการทำการทดลอง

สุดท้ายต้องขอขอบคุณ มารดาของข้าพเจ้า ที่เป็นเสมือนกำลังใจคอยผลักดันให้ข้าพเจ้าสามารถทำวิทยานิพนธ์จนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

สำหรับคุณงามความดีอันใดที่เกิดจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอมอบให้กับบิดา มารดา รวมถึงคนที่ข้าพเจ้ารักและเคารพ ตลอดจนครูอาจารย์ทั้งหลายที่ข้าพเจ้าเคารพรักทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้รวมถึงถ่ายทอดประสบการณ์ต่างๆ แก่ตัวข้าพเจ้า

พรชัย พงศ์พิพัฒน์ภักดี

สารบัญ

| | หน้า |
|--|------|
| บทคัดย่อภาษาไทย..... | I |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... | II |
| กิตติกรรมประกาศ..... | III |
| สารบัญ..... | IV |
| สารบัญตาราง..... | VII |
| สารบัญรูป..... | VIII |
| บทที่ 1 บทนำ..... | 1 |
| 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... | 1 |
| 1.2 ความมุ่งหมายและจุดประสงค์ของงานวิจัย..... | 2 |
| 1.3 แนวคิดที่ใช้ในงานวิจัย..... | 2 |
| 1.4 ขอบเขตของงานวิจัย..... | 3 |
| 1.5 รายละเอียดของวิทยานิพนธ์..... | 3 |
| บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง..... | 4 |
| 2.1 กล่าวนำ..... | 4 |
| 2.2 รูปแบบการสื่อสารในงานด้านอุตสาหกรรม..... | 4 |
| 2.3 OSI Model (Open Systems Interconnection)..... | 6 |
| 2.5 ฮาร์ดโปรโตคอล..... | 10 |
| 2.5 มอสบัสโปรโตคอล..... | 12 |
| 2.5.1 มอสบัสอาร์ทียู..... | 13 |
| 2.5.2 มอสบัสเอสกี..... | 14 |
| 2.5.3 มอสบัสทีซีพี..... | 14 |
| 2.6 OPC (OLE for Process Control)..... | 15 |
| 2.7 SCADA System..... | 16 |
| 2.6.1 โครงสร้างของ SCADA System..... | 17 |
| 2.7.1.1 โครงสร้างทาง Hardware ของ SCADA System..... | 17 |
| 2.7.1.2 โครงสร้างทาง Software ของ SCADA System | 18 |
| 2.7.1.3 โครงสร้างทาง Software ของ SCADA System | 19 |
| 2.7.1.4 โครงสร้างด้านการสร้างอินเทอร์เฟซของ SCADA System | 19 |
| 2.7.1.5 โครงสร้างด้านความสามารถในการขยายระบบ | 20 |

สารบัญ(ต่อ)

| | หน้า |
|--|------|
| 2.7.1.6 โครงสร้างด้านการการสำรองระบบของ SCADA System | 20 |
| 2.7.2 หน้าที่การทำงานของ SCADA System (Functionality)..... | 20 |
| 2.7.2.1 ระบบแสดงผลแบบ HMI (Human Machine Interface)..... | 20 |
| 2.7.2.2 ระบบแสดงกราฟสัญญาณแบบต่อเนื่อง (Trending)..... | 21 |
| 2.7.2.3 ระบบแจ้งเตือน (Alarm)..... | 21 |
| 2.7.3 การสร้างและพัฒนา (Application Development)..... | 21 |
| 2.7.3.1 การกำหนดค่า Configuration | 21 |
| 2.7.3.2 เครื่องมือสำหรับการพัฒนา Software (Development Tool) | 22 |
| 2.8 Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)..... | 22 |
| 2.8.1 วัตถุประสงค์ของ FMEA..... | 22 |
| 2.8.2 แนวคิดของ FMEA | 23 |
| 2.8.3 ขั้นตอนการจัดทำ FMEA | 23 |
| บทที่ 3 การออกแบบและติดตั้งระบบ..... | 25 |
| 3.1 กล่าวนำ..... | 25 |
| 3.2 ภาพรวมโครงสร้างของระบบ..... | 25 |
| 3.3 การกำหนดค่าและติดตั้ง HART Devices..... | 27 |
| 3.3.1 Wireless THUM Adapter..... | 27 |
| 3.3.2 วาล์วควบคุม และ Positioner..... | 28 |
| 3.3.3 อุปกรณ์วัดค่าอุณหภูมิแบบไวร์เลสฮาร์ท..... | 29 |
| 3.4 ไวร์เลสฮาร์ทเกตเวย์และการกำหนดค่า..... | 29 |
| 3.5 การผสานข้อมูล..... | 35 |
| 3.6 การกำหนดค่า OPC Server..... | 37 |
| 3.7 การกำหนดค่าโปรแกรมแสดงผล..... | 38 |
| 3.8 การออกแบบส่วนโปรแกรมแสดงผล..... | 41 |
| 3.8.1 การออกแบบส่วนกราฟิกส่วนแสดงผล..... | 41 |
| 3.8.2 การออกแบบส่วนการแจ้งเตือนสถานะผิดปกติของระบบ..... | 42 |
| 3.7.3 การออกแบบส่วนการวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นกับระบบ..... | 42 |
| 3.8.4 การออกแบบส่วนสคริปต์สำหรับการประมวลผล..... | 43 |
| 3.8.4.1 Flow Chart..... | 43 |

สารบัญ(ต่อ)

| | หน้า |
|--|------|
| 3.7.8.2 สคริปต์ควบคุมการประมวลผล และการทำงาน..... | 45 |
| บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง..... | 46 |
| 4.1 กล่าวนำ..... | 46 |
| 4.2 ขั้นตอนการทำการทดลอง..... | 46 |
| 4.2.1 การทดลองและผลการทดลองการรับส่งข้อมูลจากอุปกรณ์พีลด์กับเกตเวย์..... | 46 |
| 4.2.2 การทดลองและผลการทดลองการรับส่งข้อมูลจากเกตเวย์กับส่วนแสดงผล..... | 48 |
| บทที่ 5 บทสรุปการทดลองและข้อเสนอแนะ..... | 58 |
| 5.1 สรุปผลการทดลอง..... | 58 |
| 5.2 ข้อเสนอแนะ..... | 59 |
| เอกสารอ้างอิง..... | 60 |
| ภาคผนวก..... | 62 |
| ประวัติผู้แต่ง..... | 68 |



สารบัญตาราง

| ตารางที่ | หน้า |
|--|------|
| 2.1 การติดต่อสื่อสารข้อมูลในงานอุตสาหกรรม 3 ระดับ..... | 6 |
| 3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในระบบ..... | 26 |
| 3.2 ระบบปฏิบัติการที่โปรแกรมส่วนแสดงผลรองรับ..... | 27 |
| 3.3 ระบบปฏิบัติการที่ Smart Wireless Gateway รองรับ..... | 27 |
| 3.4 ค่าของพารามิเตอร์ที่กำหนดให้ ส่งออก..... | 32 |
| 3.5 พารามิเตอร์จากอุปกรณ์ฟิลด์..... | 32 |
| 3.6 Tagname ทั้งหมดที่ใช้ในวิทยานิพนธ์..... | 39 |



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

| รูปที่ | หน้า |
|--|------|
| 2.1 โครงสร้างของ DCS Network..... | 4 |
| 2.2 โครงสร้างระดับการสื่อสารในงานอุตสาหกรรม..... | 5 |
| 2.3 แบบจำลอง OSI | 7 |
| 2.4 การสื่อสารระหว่าง Layer ในแบบจำลอง OSI..... | 9 |
| 2.5 สัญญาณฮาร์ท (HART Signal)..... | 10 |
| 2.6 การมอดูเลตสัญญาณฮาร์ท (HART FSK Modulate)..... | 10 |
| 2.7 OSI Model ของฮาร์ทและไวร์เลสฮาร์ทโปรโตคอล..... | 11 |
| 2.8 OSI Model ของมอสบัสโปรโตคอล..... | 12 |
| 2.9 การสื่อสารระหว่าง Modbus Master-Slave..... | 13 |
| 2.10 ลักษณะเฟรมข้อมูลของ Modbus RTU | 13 |
| 2.11 ลักษณะเฟรมข้อมูลของ Modbus ASCII | 14 |
| 2.12 บล็อกแสดงการเชื่อมโยงก่อน และ หลังที่มีการพัฒนา OPC..... | 16 |
| 2.13 การใช้ OPC กับโปรแกรมพิเศษต่างๆ..... | 16 |
| 2.14 โครงสร้างของ SCADA Hardware..... | 18 |
| 2.15 โครงสร้างของ SCADA Software..... | 18 |
| 3.1 โครงสร้างของระบบ..... | 25 |
| 3.2 P&I Diagram ของระบบ..... | 26 |
| 3.3 สายสัญญาณ ของ Wireless THUM Adapter..... | 28 |
| 3.4 Wiring Diagram ของ Wireless THUM Adapter กับ Positioner..... | 28 |
| 3.5 การเชื่อมต่อ HART Field Communicator 475 เข้ากับอุปกรณ์วัดค่าอุณหภูมิ..... | 29 |
| 3.6 โครงสร้างเครือข่าย WirelessHART ที่ออกแบบไว้..... | 29 |
| 3.7 หน้าจอการกำหนดค่าไวร์เลสฮาร์ทเกตเวย์..... | 30 |
| 3.8 การกำหนดค่าการเชื่อมต่อมอสบัส..... | 30 |
| 3.9 โครงสร้างของ Port ต่างๆ บนเกตเวย์..... | 31 |
| 3.10 การ Mapping พารามิเตอร์ของอุปกรณ์ฟิลด์ กับ มอสบัสรีจิสเตอร์..... | 34 |
| 3.11 การผสมระบบไวร์เลสฮาร์ทกับระบบสกาตา..... | 35 |
| 3.12 Logical diagram ของส่วนแสดงผลโดยแสดงค่าที่ตัว Object..... | 35 |
| 3.13 Logical diagram ของส่วนแสดงผลโดยแสดงค่าเป็นตัวเลข..... | 36 |
| 3.14 Logical diagram ของส่วนแสดงผลโดยแสดงค่าบูลีน..... | 36 |
| 3.15 บล็อกแสดงการเชื่อมต่อ OPC..... | 37 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา VIII ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

| รูปที่ | หน้า |
|---|------|
| 3.16 การกำหนดค่าต่างๆ ของ OPC Software..... | 38 |
| 3.17 หน้าจอแสดงค่าพารามิเตอร์ จากเกตเวย์..... | 38 |
| 3.18 การกำหนดค่า Access Name ของโปรแกรม..... | 38 |
| 3.19 การกำหนดค่า Access Name ของ Tag name..... | 39 |
| 3.20 ฟังก์ชันต่างๆ ของ WonderWare InTouch..... | 41 |
| 3.21 กราฟิกส่วนแสดงผล..... | 42 |
| 3.22 การแจ้งเตือนสถานะผิดปกติของระบบ..... | 42 |
| 3.23 การวิเคราะห์ปัญหาของระบบ..... | 43 |
| 3.24 ผังงาน แสดงถึงภาพรวมของระบบ..... | 43 |
| 3.25 ผังงาน แสดงเงื่อนไขของ วาล์วควบคุม..... | 44 |
| 3.26 ผังงาน แสดงเงื่อนไขของ Transmitter..... | 45 |
| 4.1 โครงสร้างการส่งผ่านข้อมูลของระบบ..... | 47 |
| 4.2 ข้อมูลที่ได้รับจากเกตเวย์..... | 48 |
| 4.3 กราฟิกส่วนแสดงผลหน้าจอหลัก..... | 48 |
| 4.4 ลำดับขั้นตอนการทดลอง..... | 49 |
| 4.5 ลำดับขั้นตอนการทดลอง (ต่อ)..... | 49 |
| 4.6 ลำดับขั้นตอนการทดลอง (ต่อ)..... | 50 |
| 4.7 Trend ของระบบ..... | 51 |
| 4.8 การนับจำนวนครั้งของปัญหาที่เกิดขึ้น..... | 52 |
| 4.9 การ Reset จำนวนครั้งของปัญหาที่เกิดขึ้น..... | 53 |
| 4.10 หน้าจอ Control Valve Status..... | 53 |
| 4.11 หน้าจอ Temperature Transmitter Status..... | 54 |
| 4.12 หน้าจอ Equipment Diagnostic กรณี Current Input Fail..... | 54 |
| 4.13 หน้าจอ Equipment Diagnostic กรณี Temp. Sensor Fail..... | 55 |
| 4.14 หน้าจอ Logic Flow Chart..... | 55 |
| 4.15 หน้าจอ FMEA..... | 57 |

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

กระบวนการทางด้านอุตสาหกรรมนั้นมีความจำเป็นต้องใช้งานระบบควบคุมตลอดเวลา โดยแต่ละกระบวนการนั้นจะประกอบไปด้วยตัวควบคุม (Controller) และอุปกรณ์ฟิลด์ (Field Device) ต่างๆ มากมาย ซึ่งในปัจจุบันโครงสร้างของระบบควบคุมได้เริ่มเปลี่ยนจาก ระบบควบคุมแบบรวมศูนย์ (Centralized Control System) มาเป็น ระบบควบคุมแบบกระจายศูนย์ (Decentralized Control System) [1] และยังได้มีการคิดค้นเทคโนโลยีใหม่ๆ เข้ามาเพื่อใช้งานในด้าน การควบคุมกระบวนการ และระบบอัตโนมัติ ยิ่งไปกว่านั้นโปรโตคอลใหม่ๆ ยังถูกนำมาใช้ในงานในอุตสาหกรรมปิโตรเคมี และกระบวนการด้านการกลั่น ด้วยการเริ่มเปลี่ยนแปลงรูปแบบการส่งสัญญาณจาก แอนะล็อก มาเป็น ดิจิทัล [2] ทำให้อุปกรณ์ฟิลด์สามารถส่งข้อมูลมายังผู้ใช้งานได้มากขึ้น ด้วยการเปรียบเทียบความสามารถระหว่างการสื่อสารแบบแอนะล็อก 4-20mA ที่ไปกับไวร์เลสฮาร์ท (WirelessHART) ในด้านการช่วยเหลือผู้ใช้งาน โดยตัวโปรโตคอลไวร์เลสฮาร์ทนั้นจะใช้ลักษณะของการส่งสัญญาณดิจิทัลซ้อนทับไปกับสัญญาณแอนะล็อก และสำหรับสัญญาณแอนะล็อกนั้นจะถูกส่งไปในรูปแบบของสัญญาณ 4-20mA และตัวโปรโตคอลนั้นยังมีความสามารถในการสื่อสารแบบสองทิศทาง (Two-Way Communication) ซึ่งด้วยความสามารถนี้ จะทำให้ผู้ใช้งานสามารถติดต่อสื่อสารกับตัวอุปกรณ์ รวมถึงความสามารถในการส่งข้อมูลไปยังตัวอุปกรณ์ และอ่านข้อมูลจากตัวอุปกรณ์เพื่อช่วยในการควบคุมกระบวนการให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น

แต่ในหลายตำแหน่งของโรงงานนั้น บางครั้งเราไม่สามารถติดตั้งตัวอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้ เนื่องจากมีข้อจำกัดทางด้านพื้นที่ในการติดตั้งรวมถึงพื้นที่ในการเดินสายสัญญาณ ดังนั้นตัวอุปกรณ์ที่เป็นไวร์เลส จึงได้ถูกนำมาใช้งาน ด้วยความที่ตัวอุปกรณ์เป็นแบบไวร์เลส ทำให้ผู้ใช้งานสามารถจัดการกับปัญหา ด้านพื้นที่ ที่เกิดขึ้น ทำให้มีความอิสระในการเลือกพื้นที่ในการติดตั้งตัวอุปกรณ์ ด้วยเหตุผลที่กล่าวมา จึงทำให้อุปกรณ์ที่เป็นไวร์เลสฮาร์ทได้รับความนิยมเป็นอย่างมาก [3] ซึ่งในปัจจุบันผู้ใช้งานมีความต้องการที่จะทำการบริหารจัดการกระบวนการให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น และ ต้องการติดตามสถานะการทำงานของอุปกรณ์ในกระบวนการทำงาน จึงทำให้ผู้ใช้งานมีความต้องการข้อมูลที่มากขึ้น จากตัวอุปกรณ์ฟิลด์ต่างๆ ในกระบวนการ เพื่อใช้ในการติดตามการทำงานของอุปกรณ์ การตรวจสอบ วินิจฉัยประกอบการวางแผนการผลิตและการวางแผนการซ่อมบำรุง [4] แต่เนื่องจากการเข้าถึงข้อมูล และการผสานข้อมูลจากอุปกรณ์ไวร์เลสฮาร์ทกับระบบสกาดายังเป็นเรื่องใหม่ และจำเป็นต้องนำ ข้อมูลจากอุปกรณ์ฟิลด์แต่ละตัวมาทำเงื่อนไขตามลักษณะการใช้งาน รวมทั้งการนำข้อมูลจากอุปกรณ์ ฟิลด์ต่างๆ ในกระบวนการมาผสานร่วมกับระบบสกาดา จึงจะได้ข้อมูลเพื่อการติดตาม การตรวจสอบ วินิจฉัยตรงตามความต้องการของผู้ใช้งาน งานวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จึงได้นำเสนอถึงการผสานข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์ฟิลด์ที่เป็นโปรโตคอลแบบฮาร์ท ทั้งแบบมีสายและไวร์เลสฮาร์ทกับระบบสกาตา เพื่อนำเสนอเทคนิคการติดตั้ง และการตั้งค่าต่างๆ ของตัวอุปกรณ์ และการสร้างสคริปท์เพื่อตรวจจับสถานะการทำงานของอุปกรณ์แต่ละตัว การแสดงผลต่างๆ ที่สนับสนุนผู้ปฏิบัติงานให้สามารถติดตาม ตรวจสอบวินิจฉัย อุปกรณ์แต่ละตัวและติดตามสถานะการทำงานร่วมกันของอุปกรณ์ฟิลด์ในกระบวนการที่กำหนด

1.2 ความมุ่งหมายและจุดประสงค์ของงานวิจัย

จุดประสงค์ของงานวิจัยฉบับนี้ สามารถแบ่งออกได้เป็นข้อต่าง ๆ ดังนี้

1. เพื่อนำเสนอเทคนิคการเข้าถึงข้อมูลต่างๆ ของตัวอุปกรณ์ฟิลด์ที่เป็นฮาร์ทและไวร์เลสฮาร์ท
2. เพื่อนำเสนอการผสมผสานข้อมูลจากอุปกรณ์ฟิลด์ที่เป็นฮาร์ทและไวร์เลสฮาร์ทกับระบบสกาตา
3. เพื่อนำเสนอการสร้างสคริปท์ตรวจจับสถานะการทำงานของอุปกรณ์แต่ละตัว การแสดงผลต่างๆ ที่สนับสนุนผู้ปฏิบัติงานให้สามารถติดตาม ตรวจสอบวินิจฉัยอุปกรณ์
4. นำเสนอแนวทางการประยุกต์ใช้ข้อมูล เพื่อการวินิจฉัย การซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน และการบริหารจัดการอุปกรณ์เพื่อการวางแผนต่างๆ ต่อไป

1.3 แนวคิดที่ใช้ในงานวิจัย

ในปัจจุบันอุปกรณ์ระดับฟิลด์ มีความสามารถในการสื่อสารด้วยโปรโตคอลที่สามารถนำส่งข้อมูลต่างๆ ได้มากขึ้น โดยเฉพาะโปรโตคอลฮาร์ทที่มีการใช้งานแพร่หลายในกระบวนการทางอุตสาหกรรม ได้มีการนำอุปกรณ์แบบไร้สายที่เรียกว่า ไวร์เลสฮาร์ท มาใช้ในงานอุตสาหกรรมเพื่อลดความยุ่งยากและเวลาในการติดตั้ง แต่การนำอุปกรณ์ดังกล่าวมาใช้ร่วมกับอุปกรณ์เดิมที่เป็นฮาร์ทและระบบสกาตาก็ยังมีความยุ่งยาก มีข้อจำกัดในการนำมาใช้งานร่วมกัน จึงทำให้การนำข้อมูลจากโปรโตคอลฮาร์ท มาสนับสนุนการทำงานของผู้ปฏิบัติงานทำได้เฉพาะอุปกรณ์และโปรแกรมหรือระบบสกาตาที่เป็นเฉพาะบริษัทผู้ผลิตนั้นๆ ที่มีข้อจำกัดเรื่องการผสมผสานข้อมูลระหว่างตัวอุปกรณ์ที่ต่างผู้ผลิตและงบประมาณที่สูงในส่วนของระบบสกาตา วิทยานิพนธ์นี้จึงนำหลักการของ OSI โมเดลมาเป็นโมเดลอ้างอิงในการผสมผสานข้อมูลอุปกรณ์ฟิลด์ที่เป็นฮาร์ทและไวร์เลสฮาร์ท ผ่านโปรโตคอล ModbusTCP เพื่อการเข้าถึงข้อมูลสำหรับระบบสกาตาที่ต่างผู้ผลิต และในวิทยานิพนธ์ได้นำเสนอการสร้างสคริปท์ เพื่อการกำกับ ติดตามการทำงานของอุปกรณ์แต่ละตัว และติดตามการทำงานร่วมกันของอุปกรณ์ต่างๆ ในกระบวนการที่มีเงื่อนไขในการทำงานร่วมกัน เพื่อสนับสนุนการทำงานการตรวจวินิจฉัยอุปกรณ์ และการประยุกต์ใช้ข้อมูล เพื่อสนับสนุนการซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน และการบริหารจัดการอุปกรณ์เพื่อการวางแผนต่างๆ ต่อไป

1.4 ขอบเขตของงานวิจัย

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะนำเสนอการผสมผสานข้อมูล จากอุปกรณ์ฟิลด์ที่เป็นไวร์เลสฮาร์ทและฮาร์ทที่ติดตั้ง THUM Adapter ผ่านไวร์เลสฮาร์ทเกตเวย์ (Emerson™ Smart Wireless Gateway 1420) ตามข้อกำหนดในการติดตั้งทางฮาร์ดแวร์เพื่อการดัดแปลงฮาร์ท การกำหนดเครือข่าย การกำหนด Tagname ของพารามิเตอร์ฮาร์ท โดยอุปกรณ์ที่ใช้ในงานวิจัยจะมี อุปกรณ์วัดอุณหภูมิแบบไวร์เลสฮาร์ท (Rosemount™ 648 WirelessHART Temperature Transmitter) อุปกรณ์ Smart Wireless THUM Adapter (Emerson THUM 775) ที่เชื่อมต่อกับวาล์วควบคุมที่เป็นฮาร์ท (AGVB-AVP302) และไวร์เลสฮาร์ทเกตเวย์ (Emerson™ Smart Wireless Gateway 1420) โดยข้อมูลจากอุปกรณ์ฟิลด์ที่กำหนดจะถูกดึงมาพักไว้ที่ไวร์เลสฮาร์ทเกตเวย์ จะถูกดึงผ่าน ModbusOPC เพื่อนำข้อมูลตาม Tagname ที่กำหนดขึ้นระบบสกาดา โดยงานวิจัยนี้จะมุ่งเน้นการเข้าถึงข้อมูลทางด้าน Public Parameters ในกลุ่ม Universal Command จำนวน 4 พารามิเตอร์คือ Primary Variable (PV) Secondary Variable (SV) Tertiary Variable (TV) Quaternary Variable (QV) และข้อมูลกลุ่ม Device Specific Commands ซึ่งจะเป็นข้อมูลรายละเอียดต่างๆ ของตัวอุปกรณ์ เช่น สถานะ Online Network Join หรือสถานะของค่า Parameter ต่างๆ โดยข้อมูลที่กำหนดจะถูกดึงผ่านการกำหนด Modbus Address ไปยังระบบสกาดา เพื่อการแสดงสถานการณ์ทำงานของอุปกรณ์ และการนำข้อมูลมาประมวลผลตามเงื่อนไข ของสคริปต์ที่สร้างขึ้น เพื่อแสดงผลต่างๆ ตามที่กำหนด

1.5 รายละเอียดของวิทยานิพนธ์

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้ทำการแบ่งเนื้อหาหลักออกเป็น 5 บทด้วยกัน

บทที่ 1 จะกล่าวถึงความเป็นมาของงานวิจัย ความมุ่งหมายและจุดประสงค์ของงานวิจัย รวมถึงแนวคิดและขอบเขตของงานวิจัย

บทที่ 2 กล่าวถึงทฤษฎีพื้นฐานที่ใช้ในงานวิจัยที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล รวมถึงโปรแกรมต่างๆ ที่ใช้งาน

บทที่ 3 กล่าวถึงการออกแบบ และการติดตั้งระบบรวมถึงการตั้งค่าต่างๆ ของตัวอุปกรณ์ Wireless Temperature Transmitter Smart Positioner Smart Wireless THUM adapter รวมถึงส่วนแสดงผล (HMI Software) นอกจากนั้นยังกล่าวถึงการสร้างฐานข้อมูลต่างๆ ของตัวอุปกรณ์

บทที่ 4 กล่าวถึงการทดลองและผลการทดลอง

บทที่ 5 กล่าวถึงบทสรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

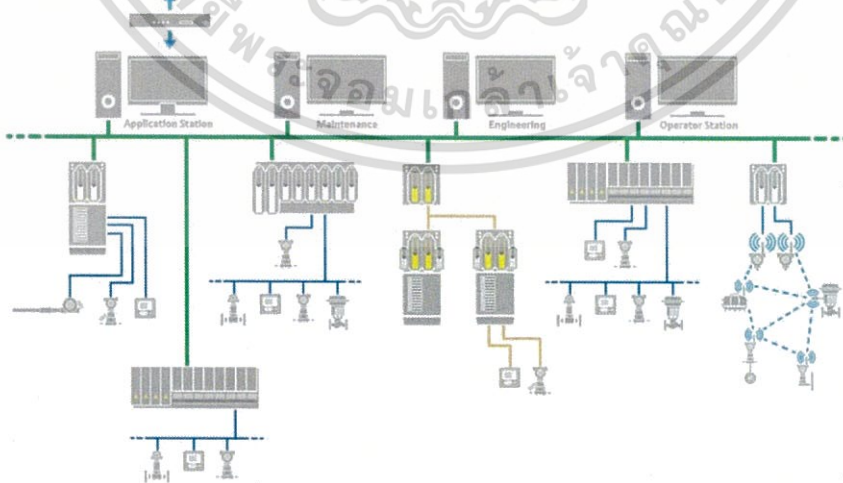
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 กล่าวนำ

ในบทที่ 2 นี้จะกล่าวถึงทฤษฎีต่างๆ ที่เกี่ยวข้องในงานวิจัย รวมถึงทฤษฎีที่ใช้ในการสื่อสารข้อมูลต่างๆ ของตัวอุปกรณ์ฟิลด์ และส่วนควบคุมในกระบวนการ และส่วนโปรแกรมสำหรับประมวลผล และแสดงผล โดยอ้างอิงการใช้โพรโทคอลเป็นตัวแทนสัญญาณและใช้ OPC ซอฟต์แวร์ทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการประสานข้อมูล เพื่อนำข้อมูลตาม Tag name ที่กำหนดมาประมวลผลตามข้อกำหนดในสคริปต์ที่สร้างขึ้น เพื่อติดตามและตรวจจับสถานะการทำงานของอุปกรณ์ รวมถึงการวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้น และแสดงผลตามจุดประสงค์ของผู้ใช้งาน โดยผ่านระบบสกาตา

2.2 รูปแบบการสื่อสารในงานอุตสาหกรรม [5]

ในช่วง 10 ปี ที่ผ่านมา ระบบอัตโนมัติที่ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมได้รับความนิยมเป็นอย่างมาก ทำให้เทคโนโลยีด้านการสื่อสารข้อมูลทางอุตสาหกรรม (Industrial Communication) มีความสำคัญมากขึ้น โดยมีจุดประสงค์เพื่อรองรับและจัดการการข้อมูลจากระบบสื่อสารที่หลากหลาย หรือมีซับซ้อนมากขึ้นในแต่ละลำดับชั้น ให้มีประสิทธิภาพสูงสุด ซึ่งจากการพัฒนาดังกล่าว ทำให้มีการคิดค้นเทคโนโลยีระบบบัส (Bus System) มาใช้ในการสื่อสารข้อมูล ซึ่งในปัจจุบันมีหลายระบบการสื่อสารที่ได้รับความนิยมนำมาใช้ในงานอุตสาหกรรม เช่น PLC Network DCS Network Ethernet Network เป็นต้น



รูปที่ 2.1 โครงสร้างของ DCS Network

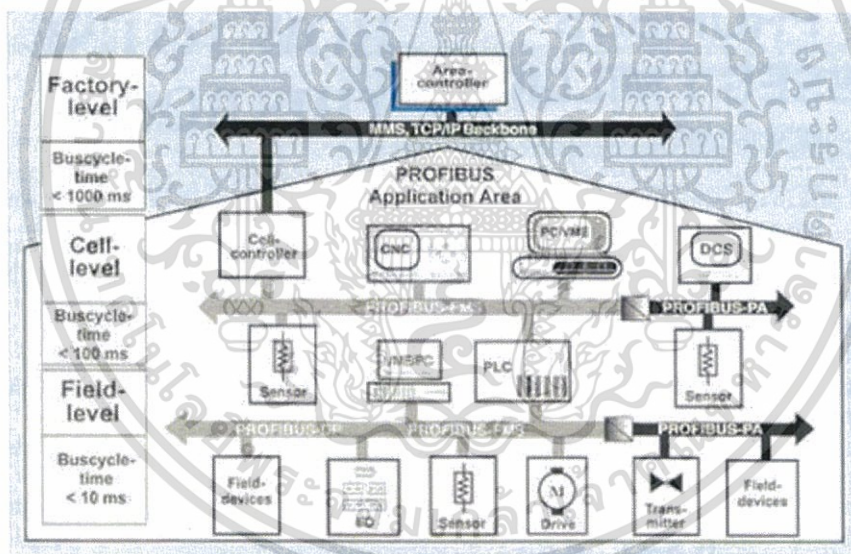
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยทั่วไประบบบัสที่ใช้ในงานอุตสาหกรรมนั้นมีด้วยกันหลากหลายชนิด ซึ่งเราสามารถแบ่งตามลำดับชั้นของการติดต่อสื่อสารข้อมูลออกเป็น 3 ระดับดังนี้

1. ระดับโรงงาน (Factory Level) จะครอบคลุมงานอัตโนมัติระดับ Factory Management และ Coordinating โดยที่ Factory Level นั้นเป็นเครือข่ายระดับบนสุด และมีความสำคัญที่สุดของระบบ โดยมีหน้าที่การทำงานคือ การควบคุมการทำงานโดยรวมของระบบทั้งหมดและยังใช้เป็นเครือข่ายในการสื่อสารข้อมูลจากส่วนต่างๆ ของระบบ เพื่อวางแผนการผลิต และการตัดสินใจต่างๆ

2. ระดับเซลล์ (Cell Level) จะครอบคลุมงานอัตโนมัติ ระดับ System และ Control โดยที่ Cell Level นั้น จะทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของหน่วยย่อยต่างๆ เช่น การกำหนดขั้นตอนการผลิต การซ่อมบำรุง การควบคุมคุณภาพ เป็นต้น

3. ระดับฟิลด์ (Field Level) จะครอบคลุมงานอัตโนมัติระดับ Sensor Actuator ซึ่งส่วนมากจะเป็นอุปกรณ์ที่แยกออกมาจากระบบ โดยจะทำหน้าที่เป็นตัววัดค่าสถานะต่างๆ ของระบบ เช่น Temperature Transmitter วาล์วควบคุม เป็นต้น ซึ่งตัวอุปกรณ์ต่างๆ นั้นจะติดต่อกับตัวควบคุม (Controller) ตลอดเวลาเพื่อส่งค่าต่างๆ ที่วัดได้ให้ตัวควบคุมใช้ในการตัดสินใจเพื่อควบคุมระบบ



รูปที่ 2.2 โครงสร้างระดับการสื่อสารในงานอุตสาหกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 การติดต่อสื่อสารข้อมูลในงานอุตสาหกรรม 3 ระดับ

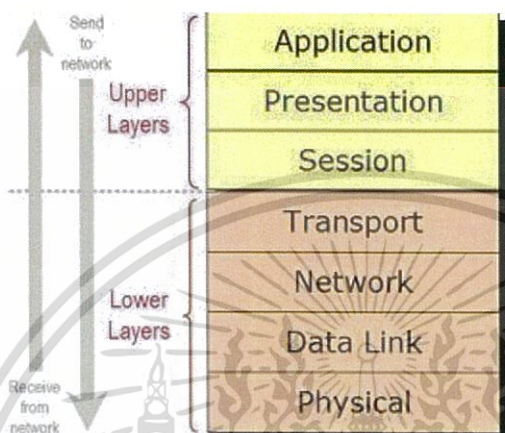
| ลำดับชั้นของ | | ชนิดของ | |
|--------------------------|---|--|---|
| INDUSTRIAL COMMUNICATION | | INDUSTRIAL BUS | |
| Factory level | | EtherNet TCP/IP | |
| Control level | | ARCNET, ControlNet, INTERBUS, PROFIBUS-FMS | |
| Field level | Process Bus Network (Analog) (Up to 1000 Bytes) | | FOUNDATION 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 |

2.3 OSI Model (Open Systems Interconnection) [5],[6]

ในปี ค.ศ. 1970 องค์กรกำหนดมาตรฐานสากล (ISO) ได้ทำการจัดตั้งคณะกรรมการขึ้นมาเพื่อสร้างแบบจำลองทางสถาปัตยกรรมเครือข่ายขึ้น เพื่อใช้เป็นรูปแบบมาตรฐานในการสื่อสารระหว่างคอมพิวเตอร์ที่เรียกว่า แบบจำลอง OSI (Open Systems Interconnection) และในปี ค.ศ. 1984 ได้มีการประกาศใช้แบบจำลอง OSI อย่างเป็นทางการเพื่อใช้เป็นแบบอ้างอิงเครือข่ายมาตรฐานสากล คำว่า Open Systems คือระบบเปิด ซึ่งมีความหมายว่าอนุญาตให้ระบบสามารถสื่อสารกันได้ถึงแม้ว่าอุปกรณ์จะมีรูปแบบทางสถาปัตยกรรมของระบบที่แตกต่างกัน กล่าวคือมาตรฐานแบบจำลอง OSI ที่จัดทำขึ้นมานั้นมีจุดประสงค์เพื่อให้ระบบที่แตกต่างกันสามารถสื่อสารร่วมกันได้ ด้วยการใช้มาตรฐานการสื่อสารที่เป็นสากล โดยไม่มีความจำเป็นต้องเข้าไปเปลี่ยนแปลงโครงสร้างใดๆ บน Hardware และ Software ของระบบ อย่างไรก็ตามแบบจำลอง OSI นั้นไม่ใช่ Protocol แต่เป็นเพียงแนวคิดเพื่อสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับการทำงานและแต่ละเลเยอร์ (Layer) การสื่อสารเพื่ออำนวยความสะดวกแก่ผู้ออกแบบระบบสื่อสาร อีกทั้งยังสามารถทำให้มีความง่ายต่อการนำไปประยุกต์ใช้งาน แบบจำลอง OSI นั้นมีกรอบการทำงานด้วยการแบ่งเป็นชั้นสื่อสารที่เรียกว่า เลเยอร์ ในแต่ละเลเยอร์ จะมีชื่อเรียกที่แตกต่างกัน รวมถึงฟังก์ชันการทำงาน ชั้นสื่อสารต่างๆ ที่กำหนดขึ้นจะถือเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการสื่อสารร่วมกัน ซึ่งจะถูกรวมออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ คือ Upper

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Layer และ Lower Layer โดยที่ Upper layer นั้นจะเป็นส่วนที่พัฒนาใน Software Application โดยประกอบด้วย Application Layer, Presentation Layer และ Session Layer และในส่วนของ Lower Layer นั้นจะเป็นส่วนที่ทำหน้าที่ในการสื่อสารข้อมูลซึ่งอาจจะพัฒนาได้ทั้งแบบเป็น Software และ Hardware โดยที่จำนวนชั้นเลเยอร์ทั้งหมดของแบบจำลอง OSI นั้นเราสามารถแบ่งออกได้เป็น 7 ชั้นดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 แบบจำลอง OSI

การที่แบบจำลอง OSI ถูกแบ่งออกเป็น 7 ชั้น แต่ก็ไม่ได้หมายความว่าเทคโนโลยีเครือข่ายทั้งหมดจะต้องอ้างอิงชั้นสื่อสารบนแบบจำลอง OSI ครบทั้ง 7 ชั้น เนื่องจากบางเทคโนโลยีอาจรวบรวมชั้นสื่อสารบางชั้นมาเป็นเลเยอร์เดียวกัน หรืออาจข้ามการทำงานบางเลเยอร์ ในกรณีที่บางเลเยอร์นั้นไม่มีความจำเป็นต้องใช้งาน รายละเอียดในแต่ละชั้น สามารถอธิบายได้ดังนี้

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

2. Datalink Layer ชั้น Datalink เป็นชั้นที่อธิบายถึงการส่งข้อมูลไปบนสื่อกลาง ชั้นนี้ยังได้ถูกแบ่งออกเป็นชั้นย่อย (Sub Layer) คือ Logical Link Control (LLC) และ Media Access Control (MAC) การแบ่งแยกเช่นนี้จะทำให้ชั้น LLC ชั้นเดียวสามารถใช้ชั้น MAC ที่แตกต่างกันออกไปได้หลายชั้น ชั้น MAC นั้นเป็นการดำเนินการเกี่ยวกับแอดเดรสทางกายภาพอย่างที่ใช้ในมาตรฐานอีเทอร์เน็ตและโทเคนริง แอดเดรสทางกายภาพนี้จะถูกฝังมาในการ์ดเครือข่ายโดยบริษัทผู้ผลิต

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชั้น Network ยังให้บริการเชื่อมต่อในแบบ "Connection Oriented" อย่างเช่น X.25 หรือ บริการแบบ "Connectionless" เช่น Internet Protocol ซึ่งใช้งานโดยชั้น Transport ตัวอย่างของ บริการหลักที่ชั้น Network มีให้คือ การเลือกเส้นทางนำพาข้อมูลไปยังปลายทางที่เรียกว่า Routing ตัวอย่างของโปรโตคอลในชั้นนี้ประกอบด้วย Internet Protocol (IP) และ Internet Control Message Protocol (ICMP)

4. Transport Layer ในชั้นนี้มีบางโปรโตคอลจะให้บริการที่ค่อนข้างคล้ายกับที่มีในชั้น Network โดยมีบริการด้านคุณภาพที่ทำให้เกิดความน่าเชื่อถือ แต่ในบางโปรโตคอลที่ไม่มีการดูแล เรื่องคุณภาพดังกล่าวจะอาศัยการทำงานในชั้น Transport นี้เพื่อเข้ามาช่วยดูแลเรื่องคุณภาพแทน เหตุผลที่สนับสนุนการใช้งานชั้นนี้ก็คือ ในบางสถานการณ์ของชั้นในระดับล่างทั้งสาม (คือชั้น Physical, Data-Link และ Network) ดำเนินการโดยผู้ให้บริการโทรคมนาคม การจะเพิ่มความมั่นใจ ในคุณภาพให้กับผู้ใช้บริการก็ด้วยการใช้ชั้น Transport นี้ Transmission Control Protocol (TCP) เป็นโปรโตคอลในชั้น Transport ที่มีการใช้งานกันมากที่สุด.

5. Session Layer ชั้น Session ทำหน้าที่สร้างการเชื่อมต่อ การจัดการระหว่างการเชื่อมต่อ และการตัดการเชื่อมต่อ คำว่า "เซสชัน" (Session) นั้นหมายถึงการเชื่อมต่อกันในเชิงตรรกะ (Logic) ระหว่างปลายทางทั้งสองด้าน (เครื่อง 2 เครื่อง) ชั้นนี้อาจไม่จำเป็นต้องถูกใช้งานเสมอไป อย่างเช่นถ้า การสื่อสารนั้นเป็นไปแบบ "Connectionless" ที่ไม่จำเป็นต้องเชื่อมต่อ เป็นต้น ระหว่างการสื่อสาร ในแบบ "Connectionless" ทุกๆ แพ็กเก็ต (Packet) ของข้อมูล จะมีข้อมูลเกี่ยวกับเครื่องปลายทาง ที่เป็นผู้รับติดอยู่อย่างสมบูรณ์ในลักษณะของจดหมายที่มีการจำหน่ายซองอย่างถูกต้องครบถ้วน ส่วน การสื่อสารในแบบ "Connection Oriented" จะต้องมีการดำเนินการบางอย่างเพื่อให้เกิดการ เชื่อมต่อ หรือเกิดเป็นวงจรในเชิงตรรกะขึ้นมาก่อนที่การรับ/ส่งข้อมูลจะเริ่มต้นขึ้น และเมื่อการรับ/ส่ง ข้อมูลดำเนินไปจนเสร็จสิ้นก็จะต้องมีการดำเนินการบางอย่างเพื่อที่จะตัดการเชื่อมต่อลง ตัวอย่างของ การเชื่อมต่อแบบนี้ได้แก่การใช้โทรศัพท์ที่ต้องมีการกดหมายเลขปลายทาง จากนั้นก็ต้องมีการ ดำเนินการบางอย่างของระบบจนกระทั่งเครื่องปลายทางมีเสียงดังขึ้น การสื่อสารจะเริ่มขึ้นจริงเมื่อมี การทักทายกันของคู่สนทนา จากนั้นเมื่อคู่สนทนาฝ่ายใดฝ่ายหนึ่งวางหูก็ต้องมีการดำเนินการ บางอย่างที่จะตัดการเชื่อมต่อลง ชั้น Session นี้มีระบบการติดตามด้วยว่าฝั่งใดที่ส่งข้อมูลซึ่งเรียกว่า "Dialog Management"

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

6. Presentation Layer ชั้น Presentation ให้บริการที่ทำการตกลงกันระหว่างสองโปรโตคอล ถึงไวยากรณ์ (Syntax) ที่จะใช้ในการรับ/ส่งข้อมูล เนื่องจากว่าไม่มีการรับรองถึงไวยากรณ์ที่จะใช้ ร่วมกัน การทำงานในชั้นนี้จึงมีบริการในการแปลงข้อมูลตามที่ได้รับการร้องขอด้วย

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

สำหรับกระบวนการส่งผ่านข้อมูลระหว่างกันบนสถาปัตยกรรมชั้นสื่อสารแบบจำลอง OSI นั้นสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2.4 ซึ่งจะพบว่าเมื่อผู้ส่งต้องการส่งข้อมูลไปยังผู้รับ ในขณะที่ข้อมูลกำลังเดินทางนั้นจำเป็นต้องผ่านโหนดระหว่างทาง (Intermediate Node) ต่างๆ จำนวนมาก โดยที่โหนดต่างๆ เหล่านี้จะใช้ในการสื่อสารของ 3Layer แรกเท่านั้น ซึ่งประกอบไปด้วย Physical Data Link และ Network

ซึ่งในการพัฒนาแบบจำลอง OSI นี้ก็ออกแบบได้ออกแบบให้มีการส่งผ่านข้อมูลลงไปยัง เลเยอร์ที่ต่ำกว่าทีละชั้น ในขณะที่ฝั่งผู้รับจะถูกออกแบบให้ตรงข้ามกันกล่าวคือ ข้อมูลจะถูกส่งขึ้นไปยังเลเยอร์ ที่สูงกว่าทีละชั้นเช่นเดียวกัน ทั้งหมดนี้หน้าที่ของ เลเยอร์ แต่ละชั้นจะแตกต่างกันออกไป และด้วยการที่แต่ละ เลเยอร์ นั้นถูกแบ่งหน้าที่อย่างชัดเจน ทำให้นักออกแบบสามารถเข้าใจได้ง่าย และยังมีคามยืดหยุ่นสำหรับการนำไปประยุกต์ใช้งานได้อีกด้วย

สิ่งสำคัญที่สุดของแบบจำลอง OSI คือการมองผ่านทะลุ (Transparency) ระบบอย่างสมบูรณ์ถึงแม้ว่าจะเป็นระบบที่เข้ากันไม่ได้ (Incompatible) กล่าวคือ หากระบบที่สื่อสารกันมีความแตกต่างในสถาปัตยกรรม ไม่ว่าจะเป็น Hardware หรือ Software ก็ไม่เป็นปัญหา ซึ่งสามารถเห็นได้จากการใช้งาน Computer ที่มีความแตกต่างกัน เช่น ต่างรุ่น ต่างแพลตฟอร์ม ก็สามารถสื่อสารร่วมกันได้

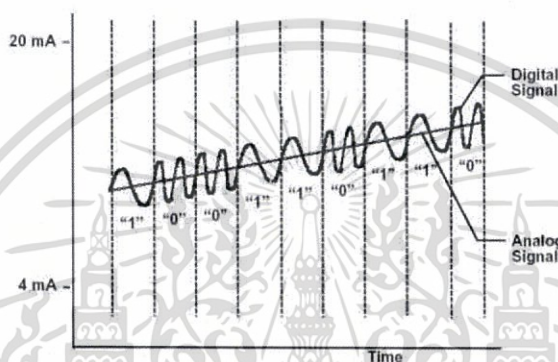


รูปที่ 2.4 การสื่อสารระหว่างเลเยอร์ ในแบบจำลอง OSI

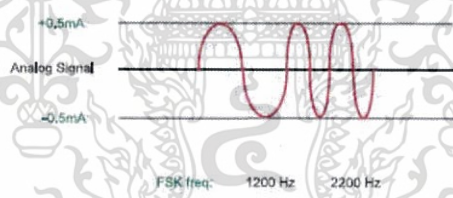
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 ฮาร์ทโปรโตคอล [7]-[9]

ฮาร์ทโปรโตคอล (HART Protocol) นั้นถูกคิดค้นขึ้นโดยองค์กร HART Communication Foundation (HCF) ซึ่งตัวโปรโตคอลนี้ถูกใช้สำหรับการสื่อสารข้อมูลระหว่างเครื่องมือวัดกับตัวควบคุม ซึ่งลักษณะของสัญญาณฮาร์ทจะเป็นการนำสัญญาณแอนะล็อกและดิจิทัลมาผสมเข้าด้วยกัน ดังรูปที่ 2.5 โดยที่ตัวโปรโตคอลนั้นสามารถทำงานได้บน สัญญาณกระแสมาตรฐาน 4-20 mA ซึ่งทำให้ผู้ใช้งานสามารถใช้สายเส้นเดิมที่เป็นสัญญาณแอนะล็อก กับ ฮาร์ทโปรโตคอลได้ และในส่วนของสัญญาณดิจิทัลที่อยู่ในฮาร์ทโปรโตคอลจะใช้การ Modulate แบบ FSK (Frequency Shift Keying) โดยการใช้ความถี่ที่แตกต่างกันในการแทนข้อมูลที่เป็นลอจิก 0 และ 1 ดังรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.5 สัญญาณฮาร์ท (HART Signal)

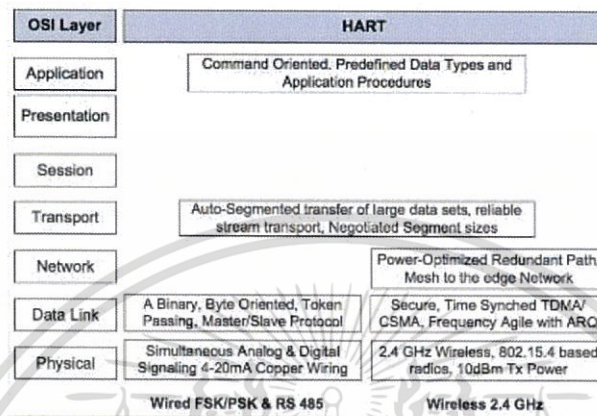


รูปที่ 2.6 การใช้ความถี่แทนลอจิกในสัญญาณฮาร์ท

ด้วยการพัฒนาอย่างรวดเร็วของเทคโนโลยี ทาง HART Communication Foundation (HCF) ได้ทำการพัฒนา และนำเอาเทคโนโลยีการสื่อสารแบบไร้เลส (Wireless Communication) มาใช้ ร่วมกันกับฮาร์ทโปรโตคอล และได้นำเสนอมาตรฐาน **ไร้เลสฮาร์ทโปรโตคอล** ออกมาในปี ค.ศ. 2007 ซึ่งตัวเทคโนโลยีนี้ ตอบโจทย์ความต้องการของผู้ใช้งาน ในด้านการลดปริมาณการเดินทาง สัญญาณ เวลาในการติดตั้งและลดความยุ่งยากในการบำรุงรักษา อีกทั้งยังลดค่าใช้จ่ายต่างๆ ลง อีกด้วย

ไร้เลสฮาร์ทโปรโตคอลนั้นถูกออกแบบมาโดยเฉพาะ เพื่อใช้งานทางด้านกระบวนการอัตโนมัติ โดยที่ตัวเครือข่ายไร้เลสเซ็นเซอร์ (Wireless Sensor Network) จะมีความแตกต่างจากระบบ ไร้เลสทั่วไป อย่างเช่น บลูทูธ วิทยุพาย ซึ่งถ้าพิจารณาถึงลงไปถึงด้านโครงสร้างของเทคโนโลยี เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นับญาติให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฮาร์ทและไวร์เลสฮาร์ทโปรโตคอล ตาม OSI Model แล้ว เราจะพบว่ามีส่วนที่เหมือน และ ส่วนที่ต่างกัน โดยในส่วนที่ต่างกันั้นจะเป็นในระดับ Physical Layer Data-link Layer และ Network Layer และส่วนที่เหมือนกันนั้น จะเป็นในระดับ Transport Layer และ Application Layer ดังรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.7 OSI Model ของฮาร์ทและไวร์เลสฮาร์ทโปรโตคอล

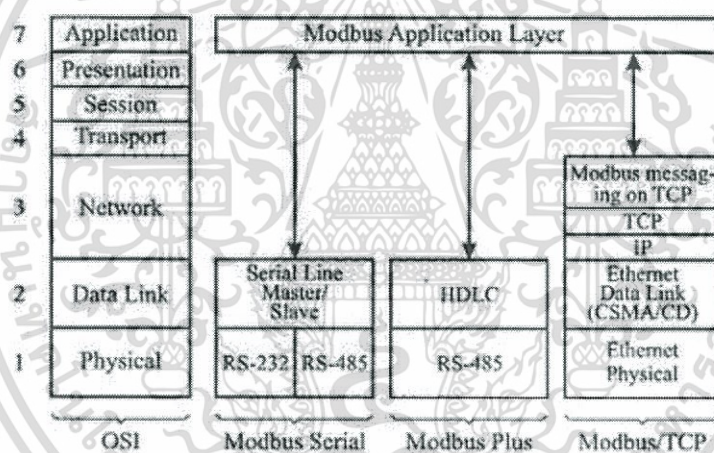
โดยทั่วไปคำสั่งต่างๆ ที่ใช้ในการสื่อสารของฮาร์ท และ ไวร์เลสฮาร์ทโปรโตคอลนั้นจะถูกแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มใหญ่ๆ ด้วยกัน คือ

1. Universal Command โดยข้อมูลกลุ่มนี้จะแสดงถึงข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในการปฏิบัติงาน เช่น Tag ID, Primary Variable (PV) และ Units
2. Common Practice Commands โดยข้อมูลกลุ่มนี้จะแสดงถึงข้อมูลของฟังก์ชันต่างๆ ที่มีอยู่ในตัวอุปกรณ์ เช่น Read Variables, Adjust (Zero, Span) Device Serial Number
3. Device Specific Commands โดยข้อมูลกลุ่มนี้จะแสดงถึง คำสั่งและฟังก์ชันต่างๆ ซึ่งในอุปกรณ์วัดแต่ละตัว ซึ่งจะมีค่าไม่เหมือนกัน โดยตัวอย่างคำสั่งที่อยู่ในกลุ่มนี้ ได้แก่ Model Specific Functions, Enable PID, Change SP, Adjust Tuning Parameters

โดยกลุ่มของ Universal Command และ Common Practice Commands ถูกกำหนดมาเพื่อรองรับการเชื่อมต่ออุปกรณ์ที่มาจากหลายผู้ผลิตเข้าด้วยกัน และสำหรับ Command ในกลุ่ม Device Specific Commands นั้นถูกกำหนดมาเพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถปรับแต่งค่าต่างๆ ของตัวอุปกรณ์วัด เพื่อให้การทำงานเป็นไปได้อย่างราบเรียบ และ สำหรับอุปกรณ์วัดต่างๆ ที่เป็นฮาร์ท และ ไวร์เลสฮาร์ทนั้นทางผู้ผลิตจะทำการสร้าง DDL (Device Description Language) ขึ้น เพื่อให้ตัวอุปกรณ์วัดนั้นรองรับการใช้งาน และการสื่อสารระหว่าง อุปกรณ์วัด กับ ระบบควบคุมได้

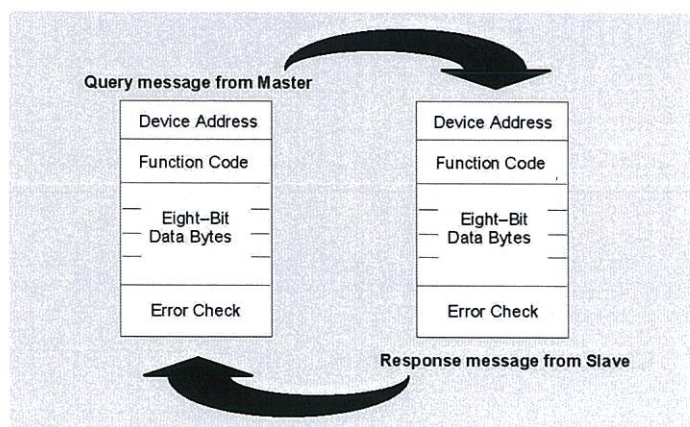
2.5 โมสบัสปโรโตคอล [7]

โมสบัสปโรโตคอล (Modbus Protocol) เป็นโปรโตคอลที่ใช้ในการสื่อสารข้อมูลต่างๆ ระหว่างพีแอลซี โดยที่ตัวโปรโตคอลนั้นถูกคิดค้นขึ้นโดยบริษัท โมดิคอน (Modicon) ซึ่งเป็นผู้ผลิตพีแอลซี (ในปัจจุบันถูกรวมเป็นบริษัท Schneider Electric) โดยที่ตัวโปรโตคอลนั้นเป็นที่รู้จัก และยอมรับกันอย่างกว้างขวาง เนื่องจากตัวโปรโตคอลนั้นเป็นระบบเปิด การใช้งานและการพัฒนาทำได้ง่าย พร้อมทั้งยังสามารถนำโมสบัสปโรโตคอล ไปใช้ในอุปกรณ์ต่างๆ ได้ เช่น พีแอลซี Remote I/O รวมถึงระบบสกาตา และ HMI Software โดยที่โมสบัสนั้นจะถูกแบ่งออกเป็น 3 ประเภทคือ โมสบัสอาร์ทียู (Modbus RTU) โมสบัสพลัส (Modbus Plus) และ โมสบัสทีซีพี (Modbus TCP) โดยที่โครงสร้างแต่ละประเภทของโมสบัสปโรโตคอล ตาม OSI Model สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2.8 โดยโมสบัสปโรโตคอล ทั้ง 3 ประเภทนั้นจะมีการใช้งานใน Data Link Layer และ Application Layer เป็นส่วนใหญ่ ซึ่งจะมีแค่เพียง Modbus TCP/IP ที่มีการใช้งานในส่วน Network Layer และ ในชั้นของ Physical Layer จะมีการใช้งานในมาตรฐานที่แตกต่างกันออกไป



รูปที่ 2.8 OSI Model ของโมสบัสปโรโตคอล

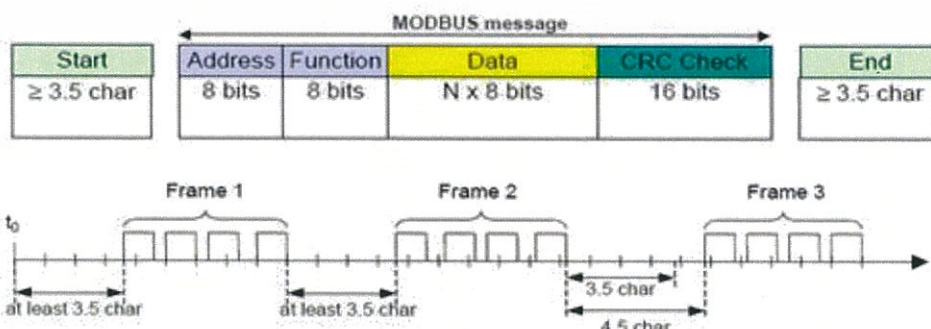
โมสบัสปโรโตคอลนั้น จะใช้การสื่อสารในรูปแบบมาสเตอร์-สเลฟ (Master-Slave) ดังรูปที่ 2.9 โดยที่ในเครือข่ายนั้น จะมีอุปกรณ์ที่เป็นมาสเตอร์เพียงแค่ตัวเดียว ที่จะทำการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ที่เป็นสเลฟหลายตัวบนเครือข่ายเดียวกัน โดยที่โมสบัสแต่ละประเภทจะมีจำนวนอุปกรณ์ที่เป็นสเลฟไม่เท่ากัน โดยที่ Modbus RTU44 จะรองรับได้ประมาณ 247 อุปกรณ์ โมสบัสพลัส จะรองรับได้ 64 อุปกรณ์ และ โมสบัส ทีซีพี นั้นสามารถรองรับอุปกรณ์ได้ไม่จำกัด ซึ่งในการสื่อสารของโมสบัสนั้นจะเริ่มที่ อุปกรณ์ที่เป็นมาสเตอร์ก่อน เพราะอุปกรณ์ที่เป็นสเลฟ จะทำการสื่อสารกันเองไม่ได้ ถ้าไม่ได้มีการร้องขอจากอุปกรณ์ที่เป็นมาสเตอร์



รูปที่ 2.9 การสื่อสารระหว่าง Modbus Master-Slave

2.5.1 มอส์บัสอาร์ทียู [7]

มอส์บัสอาร์ทียู (Modbus RTU) มีเฟรมข้อมูลในโหมด RTU ประกอบด้วยข้อมูลแสดงตำแหน่งแอดเดรส 1 ไบต์ หมายเลขฟังก์ชัน 1 ไบต์ ข้อมูลที่ทำการรับส่งจำนวนมากสุดไม่เกิน 252 ไบต์ และรหัสตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลแบบ CRC (Cyclical Redundancy Checking) ขนาด 2 ไบต์ ค่า CRC นี้เป็นค่าที่คำนวณมาจากข้อมูลทุกไบต์ ไม่รวมบิต Start Stop และ Parity Check โดยที่ตัว Slave ที่ส่งข้อมูลออกมาจะสร้างรหัส CRC แล้วส่งตามท้ายไบต์ข้อมูลออกมา หลังจากนั้นเมื่อ Master ได้รับเฟรมข้อมูลและถอดข้อมูลออกจากเฟรมแล้วจะทำการคำนวณค่า CRC ตามสูตรเดียวกับ Slave เพื่อทำการเปรียบเทียบค่า CRC ทั้ง 2 ค่าว่าตรงกันหรือไม่ หากไม่ตรงกัน แสดงว่าเกิดความผิดพลาดในการรับส่งข้อมูลในโหมด RTU การรับส่งข้อมูล 1 ไบต์ ไม่ว่าจะเป็นข้อมูลส่วนใดภายในเฟรมจะต้องทำการส่งบิตข้อมูลรวม 11 บิต คือ บิตเริ่มต้น (Start) 1 บิต บิตข้อมูล 8 บิต บิตตรวจสอบ Parity ของข้อมูล 1 บิตและบิตหยุด 1 บิต (Stop) 1 บิต หรือหากเลือกแบบไม่มีบิต Parity ก็จะเป็นแบบ Stop แทน 2 บิต สำหรับการกำหนดให้มีบิต Parity นั้น สามารถเลือกเป็นแบบคู่ (Even Parity) หรือคี่ (Odd Parity) ก็ได้ และหากต้องการออกแบบให้สอดคล้องกับอุปกรณ์ที่มีใช้กันทั่วไปมากที่สุด ควรเลือกแบบคู่โดยที่สามารถปรับเปลี่ยนเป็นแบบคี่หรือไม่มีการตรวจสอบ Parity (No Parity) ได้ด้วย



รูปที่ 2.10 ลักษณะเฟรมข้อมูลของ Modbus RTU

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.2 โมสบัตเอสกี [7]

โมสบัตเอสกี (Modbus ASCII) มีการรับส่งข้อมูลในโหมด ASCII ซึ่งมีความแตกต่างจากโหมด RTU ตรงที่ ในโหมด RTU ข้อมูลที่จะส่งขนาด 1 ไบต์ นำมารวมกับบิตประกอบต่างๆ ก็สามารถส่งออกไปได้เลย แต่สำหรับโหมด ASCII จะมองข้อมูล 1 ไบต์ นั้นออกมาเป็นตัวอักษร 2 ตัว เช่น ค่า 0x5B ซึ่งเป็นเลขฐานสิบหก ก็จะถูกมองเป็นตัวอักษร '5' และตัวอักษร 'B' จากนั้นก็จะทำการค้นหารหัส ASCII ของตัวอักษรทั้ง 2 ตัวนั้น ซึ่งได้แก่ 0x35 สำหรับ '5' และ 0x42 สำหรับ 'B' แล้วทำการส่งรหัส ASCII ทั้ง 2 ค่านี้ออกไป ซึ่งจะได้ผลเท่ากับการส่งค่า 0x5B ซึ่งเป็นข้อมูลขนาด 1 ไบต์ ในโหมด RTU

จะเห็นได้ว่าการส่งข้อมูลในโหมด ASCII จะต้องทำงานมากกว่าการส่งข้อมูลในโหมด RTU ซึ่งทำให้อัตราเร็วในการสื่อสารมีค่าต่ำกว่า สาเหตุที่เป็นแบบนี้ก็เพราะว่า โหมด ASCII ได้ถูกออกแบบมาสำหรับอุปกรณ์ที่ไม่มีความสามารถในการกำหนดช่วงระยะเวลาห่างของการส่งเฟรมข้อมูล อย่างเช่นในโหมด RTU ที่อุปกรณ์สามารถกำหนดได้ว่าจะส่งเฟรมข้อมูลแต่ละเฟรมออกมาด้วยเวลาห่างกันเท่าใด และอุปกรณ์ที่รอรับข้อมูลก็ต้องสามารถตรวจจับและแยกแยะได้ว่าเฟรมข้อมูลแต่ละเฟรมที่รับเข้ามานั้นมีระยะเวลาห่างกันภายในช่วงเวลาที่กำหนดหรือไม่ เพื่อให้สามารถตรวจสอบหาจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดของเฟรมข้อมูลแต่ละเฟรมได้ แต่ในความเป็นจริงยังมีอุปกรณ์อีกหลายชนิดที่ไม่มีความสามารถพิเศษนี้ จึงต้องใช้วิธีอื่นที่จะช่วยให้สามารถรับรู้จุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดของเฟรมข้อมูลได้ นั่นได้แก่โหมด ASCII ซึ่งในโหมดนี้จะเริ่มต้นเฟรมข้อมูลด้วยการส่งรหัส ASCII ที่กำหนดให้หมายถึงจุดเริ่มต้น คือ 0x3A ซึ่งตรงกับตัวอักษร ':' ตามด้วยแอดเดรสของ Slave หมายเลขฟังก์ชันข้อมูล รหัสตรวจสอบ LRC และรหัส ASCII 2 ตัว ที่กำหนดให้หมายถึงจุดสิ้นสุด คือ รหัส 0x0D และ 0x0A คือรหัส CR (Carriage Return) และ LF (Line Feed) ตามลำดับ โดยในขณะที่บัสข้อมูลว่างจากการรับส่งข้อมูล อุปกรณ์ทุกตัวจะคอยตรวจสอบข้อมูลในบัสว่ามีรหัส ASCII ของ ':' ออกมาหรือไม่ ถ้ามีก็จะรับรู้ว่ามีเฟรมข้อมูลออกมาแล้ว ก็จะเข้ากระบวนการรับข้อมูลต่อไป

| Start | Address | Function | Data | LRC | End |
|-------------|---------|----------|-----------------------|---------|------------------|
| 1 char : | 2 chars | 2 chars | 0 up to 2x252 char(s) | 2 chars | 2 chars CR,LF |

รูปที่ 2.11 ลักษณะเฟรมข้อมูลของ Modbus ASCII

2.5.3 โมสบัตทีซีพี [7],[10]

โมสบัตทีซีพี (Modbus TCP/IP) ถูกพัฒนาขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อจะนำการสื่อสารแบบ Internet มาใช้กับอุปกรณ์จำพวก Ethernet Device ระยะในการใช้งานสำหรับการเดินสาย (สาย LAN) คือ 100 เมตร โดยสามารถขยายระยะในการสื่อสารได้โดยการใช้อุปกรณ์ Repeater หรือในระบบ LAN จะเรียกอุปกรณ์นี้ว่า Hub หรือ Switch ก็จะสามารถลากสายได้อีก 100 เมตร และยังไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถต่อ Repeater ขยายระยะทางได้โดยไม่จำกัด ในการสื่อสารโดยทั่วไปมีความเร็ว 100,000,000 บิตต่อวินาที (100 Mbps) และเชื่อมต่ออุปกรณ์ได้ไม่จำกัดจำนวน

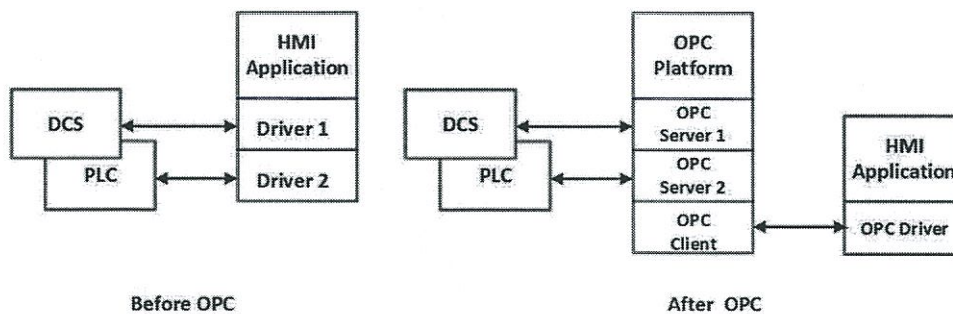
Modbus ASCII/RTU ที่จะติดต่อสื่อสารกับ Modbus TCP เพื่อให้ใช้งานในเครือข่าย Ethernet จะใช้ Gateway ติดต่อและแปลงรูปแบบการสื่อสารข้อมูล โดยการสื่อสารของ Modbus RTU/ASCII จะเป็นการสื่อสารผ่านทาง RS-232/422/485 นั้นจะถูก Gateway แปลงให้เป็น Modbus TCP เพื่อใช้ในการติดต่อสื่อสารในเครือข่าย Ethernet ต่อไป

2.6 OPC (OLE for Process Control) [8]

โอพีซี (OPC) ถือกำเนิดจากการรวมตัวกันของบริษัททางด้าน Process Control และ Factory Automation 5 บริษัท คือ Intellution Fisher-Rosemount Rockwell Software OPTO-22 และ Intuitiv Software ร่วมกับ Microsoft เพื่อก่อตั้ง OPC Organization ขึ้นมาและมีการประชุมผู้เกี่ยวข้องครั้งแรกเมื่อ พฤษภาคม ปี 1995 หลังจากนั้น Specification ฉบับร่างก็เสร็จสิ้นในเดือน ธันวาคม ปี 1995 และต่อมาฉบับจริงได้เสร็จสิ้นและตีพิมพ์ในเดือน สิงหาคม ปี 1996 เป็น OPC Specification

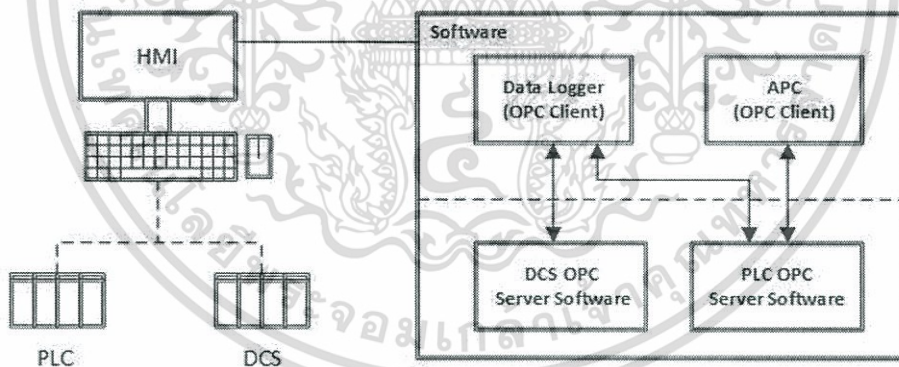
OPC นั้นเป็นโพรโตคอลมาตรฐานสำหรับ เชื่อมต่อ และวิธีการที่จะนำไปใช้ในการสื่อสารกับระบบควบคุมในอุตสาหกรรมกระบวนการผลิต และอุตสาหกรรมแบบอัตโนมัติต่างๆ OPC นั้นเป็นเทคโนโลยีที่ตั้งอยู่บนพื้นฐาน Window's OLE COM และ DCOM (Distributed Component Object Model) ซึ่งเทคโนโลยีต่างๆ เหล่านี้จะเป็นตัวที่ใช้กำหนดให้โปรแกรมที่ทำงานบนเครื่องคอมพิวเตอร์แต่ละชนิดมีความสามารถใช้ข้อมูลร่วมกันได้

OPC จะเป็นรูปแบบการสื่อสารที่ถูกพัฒนามาจาก OLE โดยการเพิ่มคุณลักษณะที่เป็นประโยชน์ต่างๆ เข้าไป เพื่อทำให้มีความน่าเชื่อถือสูงขึ้น สามารถนำไปใช้งานในระบบควบคุมอุตสาหกรรมกระบวนการผลิต เนื่องจากโปรแกรมแม่ข่ายของ OLE (OLE Server) จะไม่มีคุณสมบัติในการตรวจสอบข้อมูลที่ได้ถูกส่งออกไปยังโปรแกรมลูกข่ายของ OLE (OLE Client) และการตรวจสอบข้อมูลที่ได้รับว่าถูกต้องหรือไม่ ซึ่งจะเห็นได้ว่าความถูกต้องและความน่าเชื่อถือของข้อมูลนั้นต่ำมาก ดังนั้น OLE แบบธรรมดาจึงไม่เหมาะกับการนำไปใช้ในระบบควบคุม ซึ่ง OPC ได้ทำการเพิ่มเติมความสามารถในการตรวจสอบข้อมูลระหว่างการสื่อสารระหว่าง โปรแกรมลูกข่าย (Client Application) และโปรแกรมแม่ข่าย (Server Application) จึงทำให้ข้อมูลที่ได้นั้นมีความน่าเชื่อถือและความแม่นยำ จนเป็นที่ยอมรับในการใช้งานทางด้านอุตสาหกรรมการผลิต และงานทางด้านระบบควบคุม



รูปที่ 2.12 บล็อกแสดงการเชื่อมโยงก่อน และ หลังที่มีการพัฒนา OPC

จากรูปที่ 2.12 แสดงให้เห็นว่าก่อนที่ OPC ถูกพัฒนาขึ้นมา ทางผู้พัฒนาจะต้องสร้างไดรเวอร์ (Driver) ที่ใช้ในการรับส่งข้อมูลในแต่ละชนิดแบบเฉพาะเจาะจงว่าจะนำอุปกรณ์นั้นไปใช้กับระบบควบคุมแบบไหน และหลังจากที่มีการพัฒนา OPC ขึ้น ทางผู้พัฒนาไม่จำเป็นต้องพัฒนาไดรเวอร์ที่หลากหลายเพื่อให้รองรับกับระบบควบคุมที่หลากหลายอีกต่อไป ซึ่งทางฝั่งผู้พัฒนานั้นจะพัฒนา OPC ไดรเวอร์ ที่เหมาะสมกับอุปกรณ์ของตัวเองเพื่อให้เอาไว้ใช้ในการรับส่งข้อมูล และติดต่อสื่อสารกับ OPC ไดรเวอร์ ตัวอื่นๆ ที่มาจากหลายผู้ผลิต ซึ่งในปัจจุบันเป็นที่นิยมอย่างมากในโรงงานอุตสาหกรรม โดยทำการเชื่อมต่อกับระบบควบคุมหลัก เข้ากับ ระบบที่เป็น Third Party System ซึ่งมีข้อดีคือ ผู้ใช้งานจะมีทางเลือกในการใช้โปรแกรมพิเศษต่างๆ ได้อย่างอิสระดังรูปที่ 2.13



รูปที่ 2.13 การใช้ OPC กับโปรแกรมพิเศษต่างๆ

2.7 SCADA System [7],[11]

SCADA ย่อมาจากคำว่า Supervisory Control And Data Acquisition เป็นระบบติดตาม ตรวจสอบและวิเคราะห์ข้อมูลแบบ Real-time ใช้ในการตรวจสอบสถานะ ตลอดจนจนถึงควบคุมการทำงานของระบบควบคุมในอุตสาหกรรมและงานวิศวกรรมต่าง ๆ เช่น งานด้านโทรคมนาคมสื่อสาร การประปา การบำบัดน้ำเสีย การจัดการด้านพลังงาน อุตสาหกรรมการกลั่นน้ำมันและก๊าซ อุตสาหกรรมเคมี อุตสาหกรรมประกอบรถยนต์ การขนส่ง กระบวนการนิวเคลียร์ในโรงไฟฟ้า เป็นต้น เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

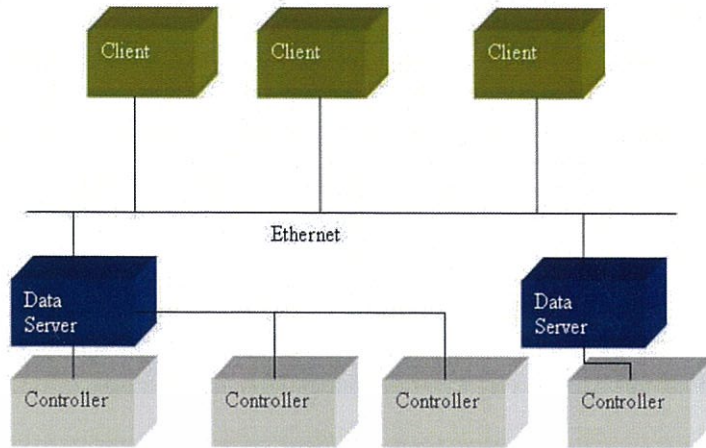
ตัวอย่าง การใช้งานเช่น ใช้ SCADA ตรวจสอบข้อมูลการรั่วไหลของของเหลวที่เกิดขึ้นในท่อขนส่งจากตัวตรวจจับแล้วส่งสัญญาณแจ้งเตือนให้พนักงานทราบ โดยส่งข้อมูล สู่ส่วนกลางของระบบ SCADA เป็นต้น

นอกจากนั้น SCADA อาจทำหน้าที่คำนวณและประมวลผลข้อมูลที่ได้จาก Hardware ต่าง ๆ เช่น PLC Controller DCS RTU แล้ว แสดงข้อมูลทางหน้าจอ หรือส่งสัญญาณควบคุม Hardware ดังกล่าว เช่น หากอุณหภูมิของอุปกรณ์สูงเกินพิกัด ให้ทำการปิดอุปกรณ์นั้นเป็นต้น โดยสั่งงานผ่าน PLC หรือ Controller ที่ติดต่อกัน ทั้งนี้ SCADA สามารถเก็บรวบรวมข้อมูลที่ได้จากระบบควบคุมทั้งหมดไว้ในฐานข้อมูลเพื่อให้พนักงานหรือโปรแกรมอื่น ๆ สามารถนำไปใช้งานได้ SCADA นั้นเข้าไปมีส่วนในงานควบคุมทั้งเล็กและใหญ่ที่ต้องการแสดงผล แลกเปลี่ยนข้อมูล หรือควบคุมระบบต่าง ๆ จากส่วนกลาง เพื่อการทำงานของระบบรวมที่สัมพันธ์กัน มองเห็นภาพรวมได้อย่างชัดเจนและมีความรวดเร็วต่อเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น ระบบ SCADA ในปัจจุบันมีความสามารถในการสื่อสารควบคุม และประมวลผลข้อมูลจาก I/O ของอุปกรณ์เช่น PLC DCS RTU ได้ถึงระดับที่เกินหนึ่งแสน I/O แล้ว และได้รับการพัฒนาให้มีความสามารถรองรับความต้องการใหม่ ๆ ของผู้ใช้งานอย่างต่อเนื่องตลอดมา

2.7.1 โครงสร้างของ SCADA System

2.7.1.1 โครงสร้างทาง Hardware ของ SCADA System

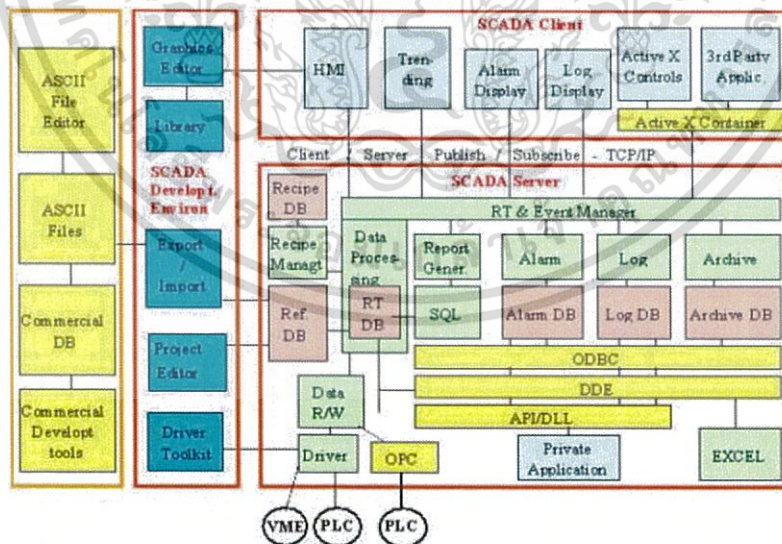
SCADA แบ่งตามโครงสร้าง Hardware ได้สองระดับคือ Client และ Data Server หรือเรียกสั้น ๆ ว่า Server โดยที่ Client คือคอมพิวเตอร์ที่รับและส่งข้อมูลไปยัง Data Server โดยฝั่ง Client นี้จะแสดงผลการทำงานของระบบควบคุมเช่น แสดงเป็นกราฟิก กราฟแบบต่อเนื่อง หรือระบบแจ้งเตือน เมื่อเกิดเหตุการณ์ฉุกเฉินหรือต้องการแจ้งเตือน เป็นต้น ฝั่ง Client สามารถสั่งงานควบคุมไปยัง Data Server เพื่อส่งสัญญาณไปยัง PLC DCS หรือ Controller อีกทอดหนึ่ง ส่วน Data Server จะทำหน้าที่ติดต่อกับ PLC DCS Controller หรือ RTU ต่าง ๆ เพื่อรับสัญญาณและส่งสัญญาณไปยัง Client และรับการร้องขอจาก Client เพื่อควบคุมอุปกรณ์ PLC และ Controller ต่าง ๆ Client และ Data Server ส่วนใหญ่ติดต่อกันผ่านระบบเครือข่าย Ethernet ดังรูปที่ 2.14



รูปที่ 2.14 โครงสร้างของ SCADA Hardware

2.7.1.2 โครงสร้างทาง Software ของ SCADA System

โครงสร้างด้าน Software ของระบบ SCADA นั้น มีข้อที่ต้องทราบคือ SCADA ใช้เทคโนโลยีในการสื่อสารกับ Hardware เช่น PLC DCS ต่าง ๆ กันไปตามผู้ผลิต เช่นการใช้ ไดรเวอร์เฉพาะของผู้ผลิต SCADA เพื่อสื่อสารกับ PLC DCS เป็นต้น ซึ่งในปัจจุบันมีการกำหนดมาตรฐานกลางคือ OPC ขึ้นมาเพื่อยุติปัญหาการใช้เทคโนโลยีเฉพาะด้านการสื่อสาร นอกจากนั้นยังมีความสามารถในการบริการข้อมูลให้กับ Client ที่รวดเร็วและมีเสถียรภาพ โครงสร้างด้าน Software ของ SCADA แสดงได้ดังรูปที่ 2.15



รูปที่ 2.15 โครงสร้างของ SCADA Software

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 2.15 นั้นจะพบว่าในส่วนของการติดต่อกับ PLC หรือ Controller นั้น SCADA Server สามารถทำได้ทั้งผ่าน ไดรเวอร์ หรือ OPC โดยที่ OPC และไดรเวอร์ สามารถรับคำสั่งแบบ Read / Write เพื่ออ่านข้อมูลจาก PLC หรือ เขียนข้อมูลเพื่อสั่งงานไปยัง PLC ได้

SCADA Server จะทำหน้าที่จัดการข้อมูล RTDB (Real Time Data Base) ที่ได้จาก PLC แล้วส่งให้กับ SCADA Client โดยที่ SCADA Server บางประเภทจะติดต่อกับ SCADA Client ผ่าน DDE Server ซึ่งทำให้สามารถนำเข้าสู่ข้อมูลจาก PLC เข้าสู่โปรแกรมเช่น MS Excel หรือ โปรแกรม Client อื่น ๆ ที่ติดต่อกับ DDE Server ได้ SCADA บางตัวจะออกแบบให้ SCADA Server ทำหน้าที่ตรวจจับ Alarm และเก็บไว้ใน Alarm DB หรือเก็บข้อมูลที่เป็น Historian ไว้ใน Log DB เป็นต้นเพื่อส่งให้ Alarm Display และ Log Display ทางฝั่ง SCADA Client ต่อไป

สำหรับส่วน Development Environment นั้นจะขึ้นอยู่กับกรอบการออกแบบของ SCADA ซอฟต์แวร์นั้น ๆ ซึ่งโดยทั่วไปก็จะมีเครื่องมือในการสร้างและจัดการกราฟิก (Graphic Editor) เครื่องมือในการจัดการโปรเจกต์ที่สร้างขึ้น (Project Editor) มีเครื่องมือในการนำเข้าและส่งออก Text file ที่เก็บค่า Configuration ของการติดต่อกับ ไดรเวอร์ หรือ OPC Server ไว้

2.7.1.3 โครงสร้างด้านการสื่อสารของ SCADA System Communications

การสื่อสารระหว่าง Client-Server จะสื่อสารผ่านโปรโตคอล โดยทั่วไปเช่น TCP/IP โดย Client จะติดต่อกับพารามิเตอร์หรือ Tag ภายใน Server ที่บริการข้อมูลด้วยรูปแบบที่แตกต่างกันไปตามผู้ผลิต เช่น มีการส่งค่าจาก Server เมื่อค่าของ I/O ของ PLC มีการเปลี่ยนแปลง เป็นต้น

การสื่อสารกับอุปกรณ์นั้น Server จะทำการตรวจสอบค่าจากอุปกรณ์ตามช่วงเวลาที่ใช้กำหนดไว้ (Defined polling rate) โดยอาจจะแตกต่างกันไปตามพารามิเตอร์ประเภทต่าง ๆ โดยตัว Controller จะส่งค่าพารามิเตอร์ตามที่ถูกร้องขอให้กับ Data Server พร้อมค่าเวลาขณะนั้น (Time Stamp) การสื่อสารกับอุปกรณ์ของ Data Server นั้นอาจเป็นการสื่อสารแบบ Modbus Profibus CAN bus เป็นต้น ขึ้นอยู่กับมาตรฐานการสื่อสารของอุปกรณ์นั้น ๆ ว่าเป็นแบบใด ในปัจจุบันมีการสร้าง OPC Server ที่สนับสนุนการติดต่อด้วยมาตรฐานต่างๆ เพิ่มขึ้นมากมายจนครอบคลุมอุปกรณ์ทุกประเภท และมีการพัฒนาให้ทั่วถึงไปยังอุปกรณ์ใหม่ ๆ อย่างต่อเนื่อง

2.7.1.4 โครงสร้างด้านการสร้างอินเทอร์เฟซของ SCADA System Interface

การติดต่อระหว่าง Data Server กับอุปกรณ์หรือระหว่าง Data Server และ Data Server และกับ Client นั้น มีการผลิตเป็นไดรเวอร์ออกมามากมายตามเทคนิคเฉพาะของแต่ละผู้ผลิต ต่อมา จึงมีการกำหนดมาตรฐานของอินเทอร์เฟซขึ้นมาเป็น OPC (OLE for Process Control) ซึ่งมีความรวดเร็วในการสื่อสารและบริการข้อมูลโดยมีการจัดตั้ง องค์การ OPC ขึ้นเป็นองค์กรหลักในการกำหนดมาตรฐานและถ่ายทอดเทคโนโลยีให้แก่สมาชิก OPC จึงเป็นมาตรฐานกลางที่เปิดกว้างมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การติดต่อกับฐานข้อมูลภายนอกของ SCADA Software นั้น มีการสร้างให้สามารถติดต่อได้ผ่าน ODBC (Open Data Base Connectivity) OLEDB (Linking and Embedding Data Base) DDE (Dynamic Data Exchange) เป็นต้น เพื่อให้สามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลหรือทำการเก็บข้อมูลไว้ในฐานข้อมูลรูปแบบต่าง ๆ ในปัจจุบันมีการพัฒนาให้สามารถติดต่อกับโปรแกรม ERP ต่าง ๆ เช่น SAP เป็นต้น

2.7.1.5 โครงสร้างด้านความสามารถในการขยายระบบ (Scalability)

Scalability คือความสามารถในการรองรับและต่อขยายระบบ SCADA กับส่วนต่าง ๆ เช่น I/O ของอุปกรณ์ Controller และจำนวนเครื่อง SCADA Client ที่เพิ่มขึ้น หรือการต่อพ่วงกับระบบ SCADA ของยี่ห้ออื่น ๆ เป็นต้น ถ้าหาก Data Server เป็นแบบไคลเอนต์ที่สร้างด้วยเทคโนโลยีเฉพาะในการติดต่อกับอุปกรณ์ ก็เป็นเรื่องลำบากในการต่อขยาย เพราะไคลเอนต์ บางประเภทสามารถติดต่อได้เฉพาะ SCADA Software บางยี่ห้อเท่านั้น ปัญหานี้เป็นที่วิพากษ์วิจารณ์กันอย่างกว้างขวาง ซึ่งปัจจุบันได้หันมาใช้มาตรฐานกลางคือ OPC เพื่อแก้ไขปัญหานี้

2.7.1.6 โครงสร้างด้านการสำรองระบบของ SCADA System (Redundancy)

SCADA Software ส่วนใหญ่มีความสามารถในการสำรองระบบของ Data Server โดยที่เมื่อ Data Server เกิดความขัดข้องก็จะสั่งงานให้ Data Server อีกตัวหนึ่งทำงานแทนที่ โดยจะมีการกำหนดค่าไว้ที่ Client ที่จะให้เลือกติดต่อกับ Data Server ตัวไหนเมื่อเกิดความขัดข้องเกิดขึ้น ในบางครั้งโมดูลที่ทำหน้าที่จัดการด้าน Redundancy นี้อาจจะทำหน้าที่อีกประการหนึ่งคือเป็นจุดพักข้อมูลที่รับมาจาก Data Server เพื่อนำไปส่งให้กับ Client ต่าง ๆ เพราะในกรณีที่ Client จำนวนมากติดต่อกับ Data Server ตัวเดียวนั้นอาจมีความล่าช้าในการบริการข้อมูลของ Data Server เพราะต้องให้บริการข้อมูล Client ให้ครบจำนวนก่อนที่จะไปรับข้อมูลใหม่จากอุปกรณ์มาได้ ดังนั้นโมดูลที่ทำหน้าที่ Redundant จึงทำหน้าที่เป็นจุดรับข้อมูลแล้วช่วยส่งต่อให้ Client ต่าง ๆ อีกทอดหนึ่ง Data Server จะได้ทำหน้าที่บริการข้อมูลให้แก่โหนดเพียงจุดเดียว จึงมีความรวดเร็วในการบริการข้อมูล

2.7.2 หน้าที่การทำงานของ SCADA System (Functionality)

2.7.2.1 ระบบแสดงผลแบบ HMI (Human Machine Interface)

คือความสามารถในการแสดงผลการทำงานของอุปกรณ์ในรูปแบบ กราฟิก ข้อความ สัญลักษณ์ แผนภาพ เป็นต้น โดยสามารถเชื่อมโยงลักษณะการเปลี่ยนแปลงของกราฟิกเหล่านี้กับพารามิเตอร์จาก Data Server ได้ ความสามารถในการสั่งงานผ่านระบบกราฟิกเช่น การปิด/เปิด สวิตช์บนจอมอนิเตอร์ส่งผลไปยัง I/O ของ PLC เป็นต้น

ความสามารถในการจัดการกราฟิกเช่น การย่อ ขยาย การกำหนดการเคลื่อนไหวแบบต่างๆ เช่น การหมุน การเคลื่อนที่แบบซิกแซกตามสัญญาณของ Data Server การแสดงผลสัญญาณในรูปแบบมิเตอร์และเกจวัดแบบต่าง ๆ การนำเข้ากราฟิกประเภทต่างๆ การจัดแบ่งเลย์เออร์ เป็นต้น เหล่านี้เป็นข้อเปรียบเทียบความสามารถของ SCADA Software ทั้งสิ้น

2.7.2.2 ระบบแสดงกราฟสัญญาณแบบต่อเนื่อง (Trending)

Trending เป็นความสามารถในการพล็อตกราฟต่อเนื่องกันไปบนจอภาพเพื่อแสดงค่าสัญญาณจาก Data Server โดยอาจจะสามารถพล็อตสัญญาณได้หลายสัญญาณเช่น 8 - 24 สัญญาณ พร้อมกันในหน้าต่างเดียว เพื่อให้สามารถเปรียบเทียบสัญญาณที่พล็อตได้ และไม่จำกัดว่าจะสร้างหน้าต่างพล็อตจำนวนเท่าใด Trending อาจมีความสามารถในการ ซุมสัญญาณที่พล็อต และหยุดการพล็อตเพื่อเลื่อนดูค่าที่พล็อตในแต่ละช่วงเวลาได้ด้วยตัวของผู้ใช้งานเอง นอกจากนี้การพล็อตอาจสามารถเลือกได้ว่าจะให้เป็นการพล็อตแบบใดเช่น Time plot Logarithmic plot Strip Chart Bar Chart Circular X-Y plot เป็นต้น นอกจากนี้บางผู้ผลิตยังสามารถนำค่า Historian หรือข้อมูลสัญญาณที่เก็บไว้ในฐานข้อมูลออกมาพล็อต ได้อีกด้วย โดย Trending Module นี้อาจเป็นแบบ ActiveX Control คือสามารถนำไปใช้งานในแอปพลิเคชันอื่นที่สนับสนุนการนำเข้า ActiveX ได้

2.7.2.3 ระบบแจ้งเตือน (Alarm)

SCADA Software ส่วนใหญ่มีระบบแจ้งเตือนโดย Alarm Display จะรับสัญญาณมาจาก Alarm DB ในฝั่ง SCADA Server โดย Alarm DB สามารถที่จะทำการกำหนดค่าว่าจะนำสัญญาณตัวใดมาเป็นตัวพารามิเตอร์ในการแจ้งเตือนบ้าง และมีการแบ่งระดับของ Priority Limit อย่างไร เป็นต้น ระบบแจ้งเตือนยังสามารถที่จะเก็บข้อมูลการแจ้งเตือนไว้ในฐานข้อมูลประเภทต่าง ๆ ได้เช่น MS SQL Server MS Access Oracle MS Excel เป็นต้น และบางยี่ห้อสามารถแสดงออกมาเป็นรายงานในรูปแบบตารางหรือ แผนภูมิได้อีกด้วย

2.7.3 การสร้างและพัฒนา (Application Development)

2.7.3.1 การกำหนดค่า Configuration

การกำหนดค่า ชั้นแรกต้องมีการกำหนดว่าจะติดต่อกับพารามิเตอร์หรือ Tag ใดบ้างจาก Data Server ดังนั้นจะต้องทำการ Define หรือสร้าง Tag ที่ Data Server ก่อนว่า Tag แต่ละตัวหมายถึง Address ที่เท่าใดของอุปกรณ์ (PLC DCS RTU และ Controller ต่างๆ) โดยทั่วไปสามารถทำการนำเข้า ไฟล์กำหนดค่าที่สร้างไว้ก่อนเข้ามาได้ และสามารถ Export ไปยัง Data Server อื่น ๆ ได้ จากนั้นโปรแกรมย่อยอื่น ๆ ของ SCADA Software ฝั่ง Client จึงทำตามหน้าที่ที่ได้ถูกกำหนดมา เช่น โมดูลที่มีหน้าที่แสดงผลกราฟก็จะต้องกำหนดว่ากราฟิกนั้น ๆ จะเชื่อมโยงกับ

Tag ใดจาก Data Server ส่วนโมดูลที่ทำหน้าที่แจ้งเตือนก็ต้องทำการกำหนดค่าว่าจะนำ Tag ใดมา เป็นสัญญาณแจ้งเตือน และกำหนดระดับสัญญาณ Limit เป็นต้น

2.7.3.2 เครื่องมือสำหรับการพัฒนา Software (Development Tool)

เครื่องมือในการสร้างและพัฒนาระบบ SCADA โดยทั่วไปจะประกอบด้วย

- เครื่องมือในการสร้างระบบกราฟิก ที่ประกอบด้วยเครื่องมือวาดภาพ เครื่องมือกำหนด เอฟเฟกพิเศษต่าง ๆ ไลบรารีของกราฟิกสำเร็จรูปในอุตสาหกรรมด้านต่าง ๆ
- เครื่องมือในการสร้าง Trending
- เครื่องมือในการสร้างระบบ Alarm
- เครื่องมือในการกำหนดการติดต่อกับฐานข้อมูลเพื่อทำการเก็บรวบรวมข้อมูลของ Trending และ Alarm ลงไว้ในฐานข้อมูล
- เครื่องมือในการช่วยสร้าง Script เช่น Java script VB Script
- เครื่องมือจัดการด้านความปลอดภัยการแบ่งระดับและ ขอบเขตการใช้งานของ User
- เครื่องมือในการสร้าง Web application เพื่อให้สามารถควบคุมและตรวจสอบระบบ ควบคุมผ่าน Web browser ได้

2.8 Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) [15]

FMEA หรือ การวิเคราะห์หาการขัดข้องและผลกระทบ (Failure Mode and Effect Analysis) เป็นเทคนิคสำหรับการเพิ่มความไว้วางใจแก่ผลิตภัณฑ์ ลดอัตราขัดข้องของผลิตภัณฑ์ใน ระยะเริ่มแรกและระยะการใช้งานปกติ จะเน้นที่การคาดการณ์ปัญหาโดยวิธีการวิเคราะห์หน้าที่ของ กระบวนการ คือ จะทำการวิเคราะห์หน้าที่ (Function) ของกระบวนการในทุกขั้นตอนเพื่อการ พิจารณาว่ากระบวนการมีหน้าที่ประการใด แล้วจึงคาดการณ์ถึงปัญหา หรือลักษณะข้อบกพร่อง (Failure Mode) ซึ่งหมายถึง ความไม่สอดคล้องกับหน้าที่ของกระบวนการที่กำหนดไว้ ภายใต้วิธีการ นี้ ผู้วิเคราะห์มีความจำเป็นต้องมีพื้นฐานด้านวิทยาศาสตร์พื้นฐาน (Pure Science) ที่ดีควบคู่ไป กับ เทคโนโลยีเฉพาะด้าน (Intrinsic Technology)

2.8.1 วัตถุประสงค์ของ FMEA

การวิเคราะห์ลักษณะสมบัติของกระบวนการ เพื่อให้แน่ใจว่า ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะเป็นไปตามความ ต้องการและความคาดหวังของลูกค้า เมื่อรูปแบบของการเสียหลัก ได้ถูกกำหนดขึ้น กิจกรรมเพื่อ การแก้ไขสามารถที่จะขจัดสิ่งเหล่านี้ออกไป หรือทำให้สิ่งเหล่านี้ลดลงอย่างต่อเนื่อง นอกจากนี้ FMEA ยังทำให้เกิดการจัดทำเอกสารที่เป็นประโยชน์สำหรับการพัฒนา กระบวนการผลิต กระบวนการ ประกอบ หรือโรงงานขึ้นอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.2 แนวคิดของ FMEA

แนวความคิดของ FMEA สำหรับกระบวนการ จะต้องมีการดำเนินการบนแนวความคิดพื้นฐาน 3 ประการ คือ

1. การดำเนินการโดยคณะทำงาน (Team) ควรประกอบด้วยบุคลากรประมาณ 6-8 คน คณะทำงานที่ดีควรมีสมาชิกในลักษณะแบบข้ามสายงาน (Cross-Functional Team) องค์ประกอบสำคัญที่มีผลต่อผลการดำเนินงานการเพิ่มผลผลิตของคณะทำงาน FMEA ไว้ 3 ประการ คือ คุณสมบัติเฉพาะบุคคล (Individual), การบริหารคณะทำงาน (Team), วัฒนธรรมขององค์กร (Culture)

2. การดำเนินการผ่านการวิเคราะห์หน้าที่ของกระบวนการ โดยเริ่มจากการกำหนดกระบวนการที่ต้องการศึกษา แล้วทำการบ่งชี้ถึงหน้าที่ (Function) ของกระบวนการ แล้วให้วิเคราะห์ว่ามีอะไรที่จะทำให้หน้าที่ ของกระบวนการดังกล่าวไม่ได้รับการตอบสนองโดยผลดังกล่าวจะหมายถึงข้อบกพร่อง (Failure) ที่คาดว่าจะเกิดขึ้น และจะเรียกลักษณะของข้อบกพร่องว่า “ลักษณะของข้อบกพร่อง (Failure Mode)” ของกระบวนการ นอกจากนี้แล้ว จะต้องพิจารณาถึงแนวความคิดในการทำงานของกระบวนการ (Process Concept) เพื่อกำหนดถึงสาเหตุที่มีความเป็นไปได้ที่ทำให้เกิดลักษณะของข้อบกพร่อง รวมถึงการบ่งชี้ถึงลูกค้ำของกระบวนการ โดย ลูก ค้ำ นี้ จะ หมายถึง กระบวนการตอนท้าย (Downstream Process) จนถึงผู้ใช้รายสุดท้าย และจากลูกค้ำที่กำหนดเองนี้จะทำให้ทราบถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นแก่ลูกค้ำเนื่องจากลักษณะของข้อบกพร่องที่เกิดขึ้น

3. การดำเนินการโดยเน้นการปรับปรุงไม่สิ้นสุด เอกสารที่เกี่ยวข้องกับ FMEA จะต้องได้รับการทบทวนอย่างต่อเนื่องซึ่งทำให้เอกสารอยู่ในลักษณะของเอกสารที่มีชีวิต คือเติบโตขึ้นเรื่อยๆ การดำเนินงาน FMEA อย่างมีประสิทธิภาพควรจะอยู่ในรูปก่อนการเกิดเหตุการณ์มากกว่าที่จะเป็นการแก้ไขเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นแล้ว ในการจัดทำ FMEA ที่ดีจึงต้องอยู่บนพื้นฐานของแนวความคิดในการวิเคราะห์ความผันแปรจากสาเหตุธรรมชาติ แล้วทำการลดความผันแปรดังกล่าวลงอย่างต่อเนื่อง

2.8.3 ขั้นตอนการจัดทำ FMEA

1. การกำหนดกลยุทธ์ในการจัดทำ FMEA เนื่องจากการจัดทำ FMEA มีรายละเอียดค่อนข้างมาก ใช้เวลาในการจัดทำนาน จึงมีความจำเป็นต้องเลือกกระบวนการบางกระบวนการขึ้นมาวิเคราะห์

2. การทบทวนกระบวนการ โดยเริ่มทำความเข้าใจแผนภูมิแสดงการไหลของกระบวนการ สร้างความเข้าใจเกี่ยวกับหน้าที่ แนวความคิดในการทำงานของกระบวนการอยู่ภายใต้หลักการ 3 จริ่ง คือ ไปยังสถานที่เกิดเหตุจริง (Genba) เพื่อสังเกตของจริง (Genbutsu) ภายใต้สภาพแวดล้อมจริง (Genjitsu) เพื่อค้นหาสภาวะผิดปกติ

3. การระดมสมองค้นหาแนวโน้มของลักษณะข้อบกพร่อง ในการดำเนินการนี้ควรให้สมาชิกทุกคนในคณะทำงานมีอิสระในการใช้ความคิดผ่านการวิเคราะห์หน้าที่ของกระบวนการเพื่อการเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กำหนดแนวโน้มของลักษณะข้อบกพร่อง ในกรณีที่กระบวนการมีความสลับซับซ้อนของระบบการทำงานค่อนข้างมากจะทำให้จำนวน “ความคิดเกี่ยวกับลักษณะข้อบกพร่อง” ที่ระดมได้จากกลุ่มค่อนข้างมากจึงควรจะมีการสรุปรวมเป็นลักษณะข้อบกพร่องที่สำคัญ โดยอาศัยเทคนิคการระดมสมองแบบ KJ หรือแบบแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกัน

4. การวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องแต่ละรายการ ให้วิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่อง โดยเริ่มจากการพิจารณาถึงลูกค้า ว่าข้อบกพร่องดังกล่าวมีผลกระทบต่อลูกค้า เพื่อพิจารณาผลกระทบออกมาเป็นความรุนแรง (Severity - S) จากนั้นให้พิจารณาถึงสาเหตุการเกิดลักษณะข้อบกพร่องที่พิจารณา โดยพิจารณาจากหลักการ 3 จริง เมื่อทราบสาเหตุแล้ว จะพิจารณาความเสี่ยงโดยประเมินถึงโอกาสการเกิด (Occurrence - O) เมื่อวิเคราะห์ผลกระทบ และสาเหตุแล้ว ในลำดับสุดท้ายของขั้นตอนนี้จะพิจารณาถึงระบบการควบคุมกระบวนการที่ใช้ในปัจจุบัน เพื่อพิจารณาว่ากระบวนการทวนสอบทางวิศวกรรม (Engineering Verification) หรือระบบควบคุมที่ใช้ในปัจจุบันมีความสามารถในการบ่งชี้ลักษณะข้อบกพร่องก่อนที่จะเกิดขึ้น หรือเมื่อเกิดขึ้นแล้วแต่สามารถในการบ่งชี้ก่อนส่งให้ลูกค้าได้ดีเพียงไร และจะพิจารณาความเสี่ยงโดยประเมินถึงความสามารถในการตรวจจับ (Detection - D) ของระบบ โดยผลการประเมินจะมีการเปลี่ยนแปลงก็ต่อเมื่อได้รับการเปลี่ยนแปลงกระบวนการทวนสอบทางวิศวกรรม หรือระบบควบคุมกระบวนการที่ใช้ ในปัจจุบันเท่านั้น

5. การประเมินตัวเลขแสดงความเสี่ยง ภายหลังจากวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องแต่ละรายการแล้วจะทำการประเมินผลค่าความเสี่ยง โดยพิจารณาองค์ประกอบความรุนแรงของลักษณะข้อบกพร่อง (S) โอกาสในการเกิดสาเหตุ (O) และความสามารถในการตรวจจับลักษณะข้อบกพร่อง (D)

6. การกำหนดมาตรการตอบโต้เพื่อลดความเสี่ยง ควรมาจากพื้นฐานของเทคโนโลยีเฉพาะด้าน (Intrinsic Technology) ต่อจากนั้นให้ดำเนินการปฏิบัติการ (Action) โดยการดำเนินการให้อยู่ในรูปแบบคณะทำงานที่มีการมอบหมายอย่างเป็นทางการ

7. การประเมินผลความเสี่ยงภายหลังจากปฏิบัติการตอบโต้ ผู้วิเคราะห์จะต้องทำการประเมินค่าความเสี่ยงในรูปแบบ RPN โดยอาศัยกฎเกณฑ์เดิมอีกครั้งเพื่อพิจารณาว่าความเสี่ยงของลักษณะข้อบกพร่องที่พิจารณาได้ลดลงหรือไม่

8. การติดตามผลและจัดทำมาตรฐาน เพื่อสร้างความมั่นใจว่ามาตรการตอบโต้ที่กำหนดไว้ได้รับการนำไปปฏิบัติใช้อย่างมีประสิทธิภาพหรือไม่ และถ้ามีประสิทธิภาพดีแล้วก็ควรจะมีการจัดทำเป็นมาตรฐานหรือไม่

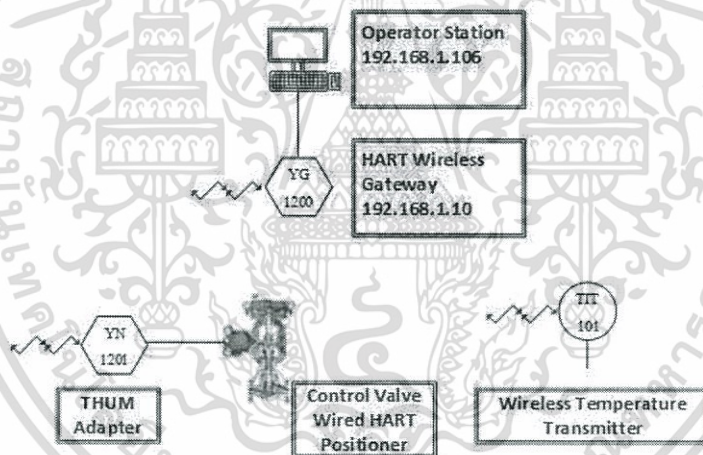
บทที่ 3

การออกแบบและติดตั้งระบบ

3.1 กล่าวนำ

ในบทที่ 3 นี้ จะกล่าวถึงเทคนิคและโครงสร้างของระบบทั้งหมดที่ใช้ในการเก็บและรวบรวมค่าพารามิเตอร์ต่างๆ จากตัวอุปกรณ์วัดค่าอุณหภูมิแบบไวร์เลสฮาร์ท (WirelessHART Temperature Transmitter) และจากวาล์วควบคุมแบบฮาร์ทที่เชื่อมต่อกับ Wireless THUM Adapter (HART control valve with THUM adapter) โดยที่ข้อมูลที่กำหนดจะถูกส่งผ่านไปยังไวร์เลสฮาร์ทเกตเวย์ และ Operator Station เพื่อนำข้อมูลมาแสดงผล วิเคราะห์ และแสดงผลตามวัตถุประสงค์ของผู้ใช้งาน

3.2 ภาพรวมโครงสร้างของระบบ

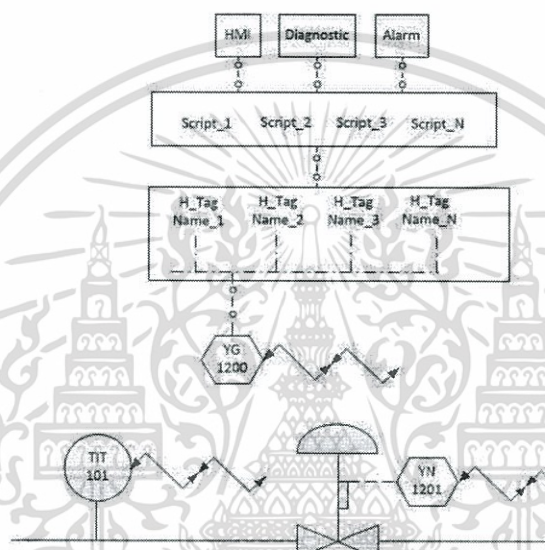


รูปที่ 3.1 โครงสร้างของระบบ

รูปที่ 3.1 แสดงให้เห็นถึงโครงสร้างของระบบทั้งหมดซึ่งอุปกรณ์ฟิลด์จะถูกกำหนดให้ทำการส่งข้อมูลหลัก PV (Primary Value) เช่นค่ากระแส การเปิดของวาล์ว อุณหภูมิ และค่าสถานะอื่นๆ ของตัวอุปกรณ์ที่เป็นข้อมูลสาธารณะ (Public Data) จะถูกส่งไปยังเกตเวย์ โดยใช้สัญญาณไวร์เลส ข้อมูลจากเกตเวย์ที่ได้รับมาจะถูกกำหนดตำแหน่ง (Mapped Address) และส่งข้อมูลออกไปในรูปแบบมอสบัส ทีซีพี ในขณะเดียวกัน OPC ซอฟต์แวร์ DASMBTCP OPC ที่ถูกติดตั้งบนเครื่องปฏิบัติการ (Operator Station) จะนำข้อมูลต่างๆ ที่ได้รับมาไปแสดงผลยังส่วนแสดงผล ที่ได้พัฒนาด้วยโปรแกรม Wonderware InTouch ซึ่งงานวิทยานิพนธ์ได้นำเสนอการเขียนสคริปต์ เพื่อการ

ประมวลผล การวิเคราะห์ข้อมูล และกราฟิคนับสนุนการตัดสินใจในการปฏิบัติงาน อีกทั้งสามารถประยุกต์ข้อมูลที่ได้นี้ เพื่อใช้ในการบริหารจัดการอุปกรณ์ฟิสิกส์ให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น

รูปที่ 3.2 แสดง P&I Diagram ของระบบ โดยมีอุปกรณ์ฟิสิกส์คือ อุปกรณ์วัดค่าอุณหภูมิแบบไวร์เลสฮาร์ท (TIT 101) และ วาล์วควบคุมแบบฮาร์ท (CV 101) ที่มีการเชื่อมต่อกับ Wireless THUM Adapter (YN 1201) ซึ่งอุปกรณ์ระดับฟิสิกส์ทั้ง 2 จะถูกกำหนดให้มีค่า Network ID เดียวกันและกำหนดค่า Join Key เข้ากับไวร์เลสฮาร์ทเกตเวย์ (YG 1200) เพื่อให้มีการรับส่งข้อมูลแบบไร้สายระหว่างกัน ตามมาตรฐานไวร์เลสฮาร์ท ผ่าน HART_Tag Name ที่กำหนดและสคริปต์ ก่อนนำมาแสดงผลในส่วนของ HMI Diagnostic และ Alarm ต่อไป



รูปที่ 3.2 P&I Diagram ของระบบ

อุปกรณ์ที่ใช้ในระบบทั้งหมด มีรายละเอียดต่างๆ แสดงได้ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในระบบ

| No. | Equipment | Manufacturer | Model | IP/ Tag Name |
|-----|--------------------------------------|--------------|---------|----------------------|
| 1 | Laptop | Lenovo | Y5010-P | 192.168.1.106 |
| 2 | ไวร์เลสฮาร์ทเกตเวย์ | Emerson | 1420 | 192.168.1.10(YG1200) |
| 3 | Wireless THUM Adapter | Emerson | 775 | YN1201 |
| 4 | อุปกรณ์วัดค่าอุณหภูมิแบบไวร์เลสฮาร์ท | Emerson | 648 | TIT101 |
| 5 | วาล์วควบคุม | Azbil | AGVB | CV101 |
| 6 | Smart Positioner | Azbil | AVP302 | - |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับ Laptop ในระบบใช้ระบบปฏิบัติการ Window7 64-bit โดยเลือกใช้งานตามข้อกำหนดของโปรแกรมสกาดา (SCADA Software) Wonderware InTouch และ ไวร์เลสฮาร์ทเกตเวย์ ดังรายละเอียดตามตารางที่ 3.2 และ 3.3

ตารางที่ 3.2 ระบบปฏิบัติการที่โปรแกรมส่วนแสดงผลรองรับ

| Operating System | Version |
|--------------------------------|---|
| Windows 7 | Professional 32,64-bit |
| Windows Server 2008 | R2 Standard ,32,64-bit |
| Windows Vista | SP1,SP2 Business, Enterprise, or Ultimate |
| Windows 2003 Standard Server | R2,SP2,Enterprise Server R2 |
| Windows 2003 Enterprise Server | Windows 2003 Enterprise Server R2,SP2 |
| Windows XP Professional SP3 | Professional SP3 |

ตารางที่ 3.3 ระบบปฏิบัติการที่ Smart Wireless Gateway รองรับ

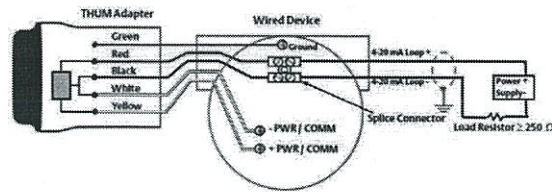
| Operating System | Version |
|------------------------|---|
| Windows XP | Professional, Service Pack 3 |
| Windows Server 2003 | Standard, R2 Standard, Service Pack 2 |
| Windows Server 2008 | Windows Server 2008 Standard,R2 Standard, SP1, SP 2 |
| Windows 7 Professional | Windows 7 Professional, Service Pack 1 |
| Windows 7 Enterprise | Windows 7 Enterprise, Service Pack 1 |

3.3 การกำหนดค่าและติดตั้ง HART Devices

ในวิทยานิพนธ์เลือกใช้อุปกรณ์ฟิลด์ที่เป็น HART Positioner ต่อใช้งานร่วมกับ Wireless THUM Adapter และ อุปกรณ์วัดค่าอุณหภูมิแบบไวร์เลสฮาร์ท ซึ่งอุปกรณ์ฟิลด์ทั้ง 2 ได้ถูกกำหนดให้มีการเชื่อมต่อกับไวร์เลสฮาร์ทเกตเวย์ เพื่อเก็บข้อมูล ตาม Tag name ที่กำหนด

3.3.1 Wireless THUM Adapter [13]

Wireless THUM Adapter เป็นตัวแปลงสัญญาณฮาร์ทไปเป็นไวร์เลสฮาร์ท โดยมีสายสัญญาณต่อร่วมกับ อุปกรณ์ที่เป็นฮาร์ท และจุดต่อสายสัญญาณ จำนวน 5 เส้น ดังรูป 3.3



รูปที่ 3.3 สายสัญญาณ ของ Wireless THUM Adapter

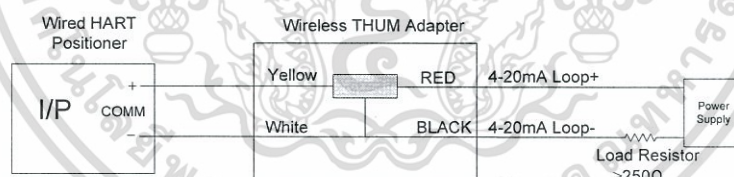
โดยที่สายแต่ละสี จะถูกกำหนดให้ต่อใช้งาน ดังนี้

- สีแดง คือ สายไฟกระแสตรง 4-20 mA ขั้วบวก
- สีดำ คือ สายไฟกระแสตรง 4-20 mA ขั้วลบ
- สีเหลือง คือ สายสัญญาณ ขั้วบวก
- สีขาว คือ สายสัญญาณ ขั้วลบ
- สีเขียว คือ สายกราวด์ (Ground)

สำหรับงานวิทยานิพนธ์นี้ได้เลือกใช้ Wireless THUM Adapter ต่อร่วมกับ Positioner ของ วาล์วควบคุม โดยที่รูปแบบการต่อนั้นเป็นแบบ 2-Wire

3.3.2 วาล์วควบคุม และ Positioner

วาล์วควบคุมและตัว Positioner ที่ใช้ในการทำวิจัยเป็นของบริษัท Azbil รุ่น AGVB และตัว Positioner เป็นรุ่น AVP302 โดยตัว Positioner เป็นแบบฮาร์ท Smart Positioner ซึ่งมีการส่งสัญญาณไปยังเกตเวย์ ในรูปแบบโวลต์สฮาร์ทนั้น ได้ทำการเชื่อมต่อตัว Positioner เข้ากับ Wireless THUM Adapter ดังรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 Wiring Diagram ของ Wireless THUM Adapter กับ Positioner

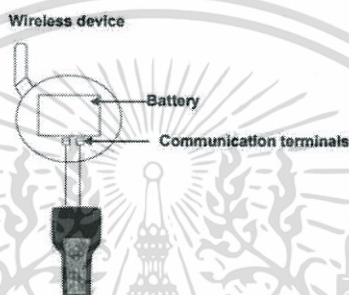
รูปที่ 3.4 แสดงให้เห็นถึงการเชื่อมต่อตัวฮาร์ท Positioner (Wired HART Positioner) เข้ากับ Wireless THUM Adapter โดยที่การเชื่อมต่อนั้น จะต้องใช้ตัวต้านทานค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 250 Ohms มาต่อร่วมในวงจรเพื่อให้มีค่ากระแสใน Loop ดังกล่าว อยู่ในช่วง 4-20 mA และการนำ Positioner จากระบบ I/O เดิม มาต่อร่วมกับ Wireless THUM Adapter นั้น จะต้องกำหนดค่า Address ของ Positioner เพื่อการใช้งานแบบ Point to Point หรือแบบ Multi Drop ตามการต่อใช้งานเดิม โดยวิทยานิพนธ์นี้ได้กำหนดค่าการใช้งานแบบ Point to Point ที่กำหนด Address ของ Positioner เป็น Address ที่ 0 และ กำหนด Wireless THUM Adapter เป็น Address ที่ 63 ด้วยการใช้ HART Field Communicator 475 ในการกำหนดค่าดังกล่าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3 อุปกรณ์วัดค่าอุณหภูมิแบบไร้เลสฮาร์ท [14]

อุปกรณ์วัดค่าอุณหภูมิที่ใช้เป็นชนิดไร้เลสฮาร์ท รุ่น 648 ของบริษัท Emerson เป็นแบบ Smart Transmitter ที่มีค่าพารามิเตอร์บางส่วนคล้ายกับ Smart Positioner แต่อุปกรณ์วัดค่าอุณหภูมิที่เลือกใช้ี้ สามารถส่งสัญญาณฮาร์ทไร้เลส โดยที่ไม่ต้องต่อร่วมกับ Wireless THUM Adapter ซึ่งทำให้การใช้งานมีความสะดวกสบายมากยิ่งขึ้น

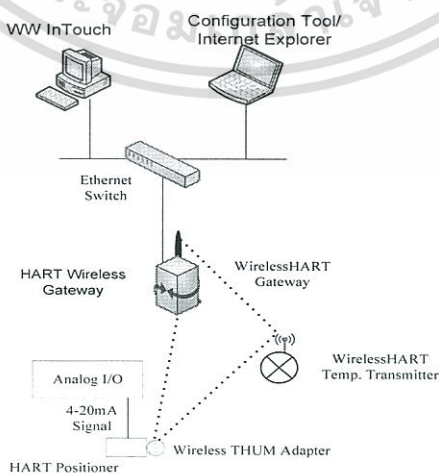
อุปกรณ์ฟิลด์แต่ละตัวจะต้องมีการกำหนดค่า Tag name ที่ไม่เหมือนกัน ตามฟังก์ชันของอุปกรณ์นั้นๆ แต่ค่าพารามิเตอร์เครือข่ายไร้เลสฮาร์ท จะต้องกำหนดให้มีค่า Network ID และ Join Key เหมือนกัน ซึ่งการกำหนดค่าและตั้งค่าดังกล่าว สามารถทำได้โดยการใช้ HART Field Communicator 475 เชื่อมต่อได้โดยตรงกับอุปกรณ์ฟิลด์ ดังรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 การเชื่อมต่อ HART Field Communicator 475 เข้ากับอุปกรณ์วัดค่าอุณหภูมิ

3.4 ไร้เลสฮาร์ทเกตเวย์และการกำหนดค่า

ไร้เลสฮาร์ทเกตเวย์ จะเป็นตัวควบคุม การรับส่งข้อมูลของอุปกรณ์ฟิลด์ทุกตัว ที่อยู่ในเครือข่ายของเกตเวย์นั้นๆ โดยค่า Network Name เป็นตัวบ่งชี้ชื่อของ Network ซึ่งอุปกรณ์ฟิลด์ภายในเครือข่ายจะเชื่อมต่อตามโครงสร้างไร้สายแบบ Mesh โดยการกำหนดค่า Network ID และ Join Key ที่ตัวอุปกรณ์ให้ตรงกับค่าในเกตเวย์นั้นๆ



รูปที่ 3.6 โครงสร้างเครือข่าย WirelessHART ที่ออกแบบไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งในวิทยานิพนธ์ได้กำหนด ไว้ดังนี้

- Network Name : WHL-NW-101
- Network ID : 13215
- Join Key : 00942915 00000000 00000000 00000000

The screenshot shows a web-based configuration page for a network device. The 'Network name' field contains 'WHL-NW-101' and the 'Network ID' field contains '13215'. Under 'Security mode', the 'Common join key' radio button is selected. The 'Join key' field displays the value '00942915 00000000 00000000 00000000'. Below this, there are radio buttons for 'Show join key' (set to 'No') and 'Generate random join key' (set to 'Generate'). Further down, there are options for 'Rotate network key?' (set to 'No') and 'Key rotation period (days)' (set to '90'). A 'Submit' button is at the bottom left.

รูปที่ 3.7 หน้าจอการกำหนดค่าไวร์เลสอาร์ทเกตเวย์

ในการกำหนดค่าที่ตัวเกตเวย์ สามารถทำได้โดยการเชื่อมต่อผ่านเครือข่าย Ethernet ด้วยสาย LAN จากคอมพิวเตอร์ผ่าน Hub/Switch ไปยัง Ethernet Port บนตัวเกตเวย์ และใช้ Web Browser (Internet Explorer) เข้าไปยังหน้าจอกำหนดค่าของเกตเวย์ ซึ่งการกำหนดค่าจะถูกแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ

โดยส่วนแรกคือการกำหนดค่าพื้นฐานของตัวเกตเวย์ โดยจะเริ่มจากการกำหนดชื่อ Network Name Network ID และ Join Key ของตัวเกตเวย์ โดยที่ข้อมูลในส่วนนี้จะถูกกำหนดเพื่อให้อุปกรณ์ระดับฟิลด์สามารถเชื่อมโยงกับตัวเกตเวย์ โดยจะต้องกำหนดค่าให้ตรงกับข้อมูลในเกตเวย์

ส่วนที่ 2 เป็นการกำหนดค่าเพื่อส่งผ่านข้อมูลไปยังส่วนแสดงผล โดยในงานวิทยานิพนธ์นี้ได้เลือกใช้ มอสบัส ทีซีพี ในการสื่อสารเนื่องจากตัวโปรโตคอล นั้นเป็นระบบเปิด ทำให้สามารถพัฒนาโปรแกรมที่ใช้งานกับโปรโตคอล ได้โดยไม่มีการเสียค่าใช้จ่ายใดๆ ในด้านการกำหนดค่านั้นเริ่มจากรายละเอียดพื้นฐานของข้อมูลที่เราจะทำการส่งออกไปดังรูปที่ 3.8

The screenshot shows a configuration page for Modbus communication. The 'Modbus TCP Port' is set to '502' and 'Baud Rate' is set to '19200'. Under 'Parity', 'None' is selected. 'Stop Bits' is set to '1'. 'Response delay time (ms)' is set to '0'. There are radio buttons for 'Unmapped register read response?' (set to 'Zero fill') and 'Unmapped register write response?' (set to 'Illegal data addr'). Under 'Floating point representation', 'Float' is selected. There are radio buttons for 'Use swapped floating point format?' (set to 'No'). Under 'Incorporate value's associated status as error?', 'Yes' is selected. 'Value reported for error (floating point)' is set to 'NaN'. 'Scaled floating point maximum integer value' is set to '32767'. 'Use global scale gain and offset?' is set to 'Yes'. 'Global scale gain' is set to '1.0' and 'Global scale offset' is set to '0.0'. A 'Submit' button is at the bottom.

รูปที่ 3.8 การกำหนดค่าการเชื่อมต่อมอสบัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

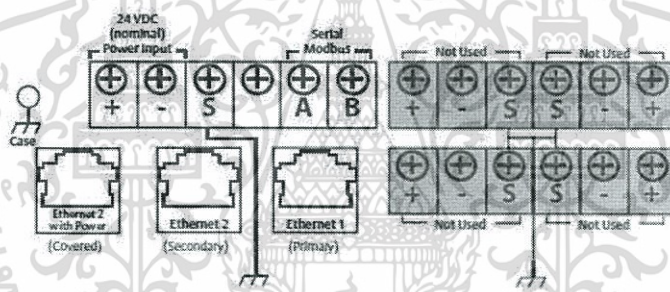
เกตเวย์เป็นตัวเก็บรวบรวมข้อมูลต่างๆ จากตัวอุปกรณ์ และส่งผ่านข้อมูลในรูปแบบมอสบัสที่ซีพี โพรโตคอล ไปยังส่วนแสดงผล โดยที่ตัวเกตเวย์นั้นจะเลือกใช้งานตามฮาร์ดโปรโตคอลของตัวอุปกรณ์ ซึ่งในที่นี้คือ ไร้เลสฮาร์ด

ในด้านอัตราการรับส่งข้อมูลของตัวเกตเวย์นั้นจะถูกแบ่งออกเป็นสองส่วน

1. อัตรารับส่งข้อมูลจากอุปกรณ์ฟิลด์มายังตัวเกตเวย์ จะถูกกำหนดด้วยมาตรฐาน IEEE 802.15.4/ IEC62591 ซึ่งตัวมาตรฐานอธิบายเกี่ยวกับวิธีการสื่อสารระหว่าง Physical layer กับ Media Access Control (MAC) ด้วยโครงข่ายไร้เลสความเร็วต่ำ Low-Rate Wireless Personal Area Networks (LR-WPANs) ซึ่งอัตราการรับส่งข้อมูลอยู่ที่ 250 kbps

2. อัตรารับส่งข้อมูลจาก ตัวเกตเวย์ ไปยังเครือข่ายคอมพิวเตอร์นั้นจะถูกกำหนดด้วยมาตรฐาน IEEE 802.3ab หรือเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า 100BASE-T หรือ Fast Ethernet ซึ่งอัตราการรับส่งข้อมูลนั้นจะอยู่ที่ 100 Mbps ผ่านสาย UTP แบบ Category 5 หรือ Category 5e ขึ้นไป

สำหรับการเชื่อมต่อระหว่างคอมพิวเตอร์ กับ เกตเวย์นั้นจะใช้สาย UTP (CAT5) โดยที่จะเชื่อมต่อกับ Ethernet1 Port โดยที่โครงสร้างของ Port ต่าง ๆ แสดงใน รูปที่ 3.9



รูปที่ 3.9 โครงสร้างของ Port ต่างๆ บนเกตเวย์

ส่วนที่ 3 เป็นการกำหนดค่าพารามิเตอร์จากอุปกรณ์ฟิลด์ภายในเครือข่ายฮาร์ด ที่ต้องการส่งออก (Mapped Address) โดยค่าพารามิเตอร์จากอุปกรณ์ฟิลด์ จะแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ Public Data ที่จะถูกส่งขึ้นเกตเวย์โดยอัตโนมัติ ส่วนอีกกลุ่มจะถูกกำหนดจากผู้ใช้งานผ่านพารามิเตอร์ PV SV TV QV ซึ่งโดยทั่วไปค่าพารามิเตอร์นี้ จะกำหนดเป็นข้อมูลหลัก ที่ได้จากการวัดหรือการทำงานของอุปกรณ์นั้นๆ การกำหนดค่าที่ใช้ในงานวิทยานิพนธ์แสดงได้ดังตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 ค่าของพารามิเตอร์ที่กำหนดให้ ส่งออก

| Equipment | Tag name | Tag Type | Description |
|-----------------------------------|----------|----------|--|
| Positioner ของ วาล์วควบคุม | PV | Float 32 | ค่าสัญญาณแสดงตำแหน่งการเคลื่อนที่ของวาล์ว |
| | SV | Float 32 | ค่าอุณหภูมิของตัว Wireless THUM Adapter (Deg C) |
| | QV | Float 32 | ค่าสัญญาณกระแสที่ส่งไปควบคุมตัว วาล์ว (%) |
| อุปกรณ์วัดค่า อุณหภูมิ แบบไวร์เลส | PV | Float 32 | ค่าอุณหภูมิของ Transmitter ที่วัดได้ |
| | TV | Float 32 | ค่าสัญญาณแสดง Transmitter Electronic Board (Deg C) |
| | QV | Float 32 | ค่าสัญญาณแสดง Voltage ที่จ่ายให้ Transmitter |

พารามิเตอร์ของอุปกรณ์ฟิลต์ สามารถเลือกและกำหนดให้อยู่ในช่วง Holding Register ในช่วง 40001- 49999 ของมอสส์รีจิสเตอร์ ดังตารางที่ 3.5

ตารางที่ 3.5 พารามิเตอร์จากอุปกรณ์ฟิลต์

| Tag name | Register | Description |
|-----------------------------|----------|--|
| COLD_START | 40140 | วาล์วควบคุมมีการ Power Off |
| CURRENT | 40100 | ค่าสัญญาณกระแสที่ส่งไปควบคุมตัว วาล์ว (mA) |
| CURRENT_HEALTHY | 40105 | ค่าสถานะของสัญญาณกระแสที่ส่งไปควบคุมตัว วาล์ว |
| ONLINE | 40150 | ค่าสถานะของตัววาล์วว่าทำงาน |
| PRIMARY_VALUE_OUT_OF_LIMITS | 40155 | ค่าสถานะแสดงว่าวาล์วมีการเคลื่อนที่เกินจากที่กำหนด |
| PV | 40110 | ค่าสัญญาณแสดงตำแหน่งการเคลื่อนที่ของวาล์ว |
| PV_HEALTHY | 40115 | ค่าสถานะของสัญญาณกระแสที่ส่งไปควบคุมตัว วาล์ว |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.5 (ต่อ)

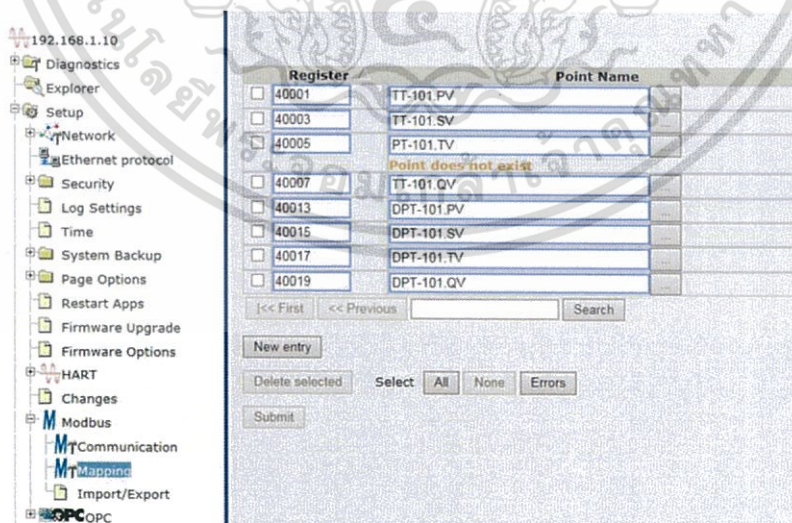
| | | |
|-----------------------------|-------|--|
| QV | 40130 | ค่าสัญญาณกระแสที่ส่งไปควบคุม ตัว วาล์ว (%) |
| QV_HEALTHY | 40135 | ค่าสถานะของสัญญาณกระแสที่ ส่งไปควบคุมตัว วาล์ว |
| SV | 40120 | ค่าอุณหภูมิของตัว Wireless THUM Adapter (Deg C) |
| SV_HEALTHY | 40125 | ค่าสถานะของสัญญาณอุณหภูมิ ของตัว Wireless THUM Adapter (Deg C) |
| AMBIENT_TEMP_FAILURE | 40160 | ค่าสัญญาณ Electronic Board ของตัววัดอุณหภูมิ Fail |
| AMBIENT_TEMP_OUT_OF_LIMITS | 40165 | ค่าอุณหภูมิ Electronic Board ของตัววัดอุณหภูมิเกินกำหนด |
| COLD_START | 40170 | ตัววัดอุณหภูมิ Power Off |
| CRITICAL_POWER_FAILURE | 40175 | พลังงานที่เลี้ยง ตัววัดอุณหภูมิ หายไป |
| NETWORK_JOINS | 40195 | ตัววัดอุณหภูมิ มีการต่อร่วมกับ Network |
| ONLINE | 40200 | ค่าสถานะของตัววัดอุณหภูมิ ทำงาน |
| PERCENT_RANGE | 40205 | ค่าสัญญาณกระแสที่ส่งจาก ตัววัด อุณหภูมิ (%) |
| PERCENT_RANGE_HEALTHY | 40210 | ค่าสถานะของสัญญาณกระแสที่ส่ง จาก ตัววัดอุณหภูมิ (%) |
| PRIMARY_VALUE_OUT_OF_LIMITS | 40215 | ค่าสถานะแสดงว่าอุณหภูมิของ ตัว วัดอุณหภูมิ เกินจากที่กำหนด |
| RADIO_FAILURE | 40220 | ตัววัดอุณหภูมิไม่สามารถสื่อสารได้ |
| RADIO_MALFUNCTION | 40230 | ตัววัดอุณหภูมิ สื่อสารผิดปกติ |
| RADIO_FAILURE | 40220 | ตัววัดอุณหภูมิไม่สามารถสื่อสารได้ |
| RADIO_MALFUNCTION | 40230 | ตัววัดอุณหภูมิ สื่อสารผิดปกติ |
| SENSOR | 40235 | ค่าอุณหภูมิ ที่วัดได้ |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.5 (ต่อ)

| | | |
|--------------------------------|-------|---|
| SENSOR_HEALTHY | 40240 | ค่าสถานะของตัววัดอุณหภูมิ ที่วัดได้ |
| SENSOR_1_COMMUNICATION_FAILURE | 40245 | ค่าสถานะแสดงว่า Sensor ไม่สามารถส่งข้อมูลได้ |
| SENSOR_1_FAILURE | 40250 | ค่าสถานะแสดงว่า Sensor ไม่สามารถใช้งานได้ |
| SENSOR_1_OUT_OF_LIMITS | 40255 | ค่าสถานะแสดงว่า Sensor มีค่าเกินกำหนด |
| SUPPLY_VOLTAGE | 40260 | ค่าสัญญาณแสดง Voltage ที่จ่ายให้ ตัววัดอุณหภูมิ |
| SUPPLY_VOLTAGE_HEALTHY | 40265 | ค่าสถานะของสัญญาณแสดง Voltage ที่จ่ายให้ ตัววัดอุณหภูมิ |
| TV | 40270 | ค่าสัญญาณแสดง อุณหภูมิของ Electronic Board (Deg C) |
| TV_HEALTHY | 40275 | ค่าสถานะของสัญญาณ อุณหภูมิ Electronic Board |

การ Mapping พารามิเตอร์ของอุปกรณ์ฟิลด์กับมอสบัสรีจิสเตอร์ แสดงได้ ดังรูปที่ 3.10

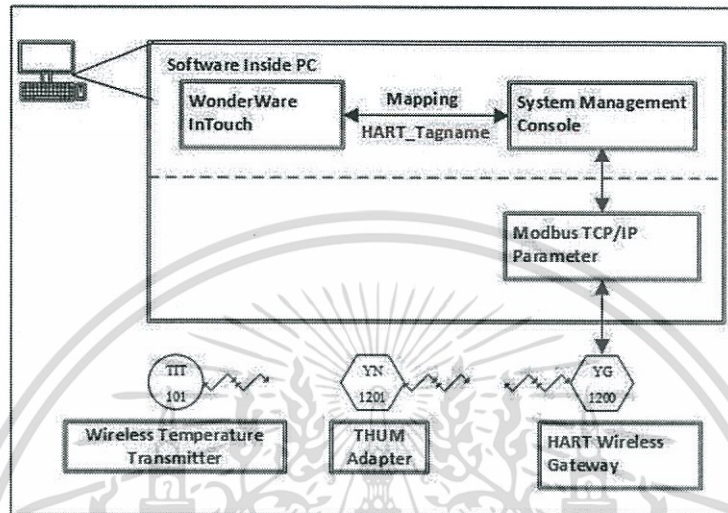


รูปที่ 3.10 การ Mapping พารามิเตอร์ของอุปกรณ์ฟิลด์ กับ มอสบัสรีจิสเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

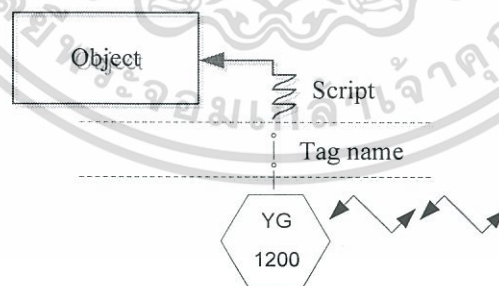
3.5 การผสานข้อมูล

การผสานข้อมูล เป็นการนำข้อมูลจากอุปกรณ์ฟิลด์ตาม Tag name ที่กำหนด ของเครือข่าย ไรต์เลดฮาร์ทมาผสานกับระบบสกาตาเพื่อนำข้อมูลของอุปกรณ์ฟิลด์มาประมวลผล และวิเคราะห์ผ่าน สคริปต์ที่พัฒนาขึ้น ดังรูปที่ 3.11



รูปที่ 3.11 การผสานระบบไวร์เลสฮาร์ทกับระบบสกาตา

รูปที่ 3.12 แสดงถึงการเชื่อมโยงข้อมูลที่ได้รับมาจากเกตเวย์ ผ่าน Tag name มาทำการประมวลผลผ่านสคริปต์ (Script) ที่ออกแบบไว้และแสดงผลบนวัตถุ (Object) ต่างๆ บนโปรแกรมแสดงผล โดยที่ในส่วนของ สคริปต์มีการทำงานที่แบ่งย่อยออกเป็น 2 ประเภท



รูปที่ 3.12 Logical diagram ของส่วนแสดงผลโดยแสดงค่าที่ตัว Object

1. สคริปต์ประยุกต์ใช้งาน (Application Script)

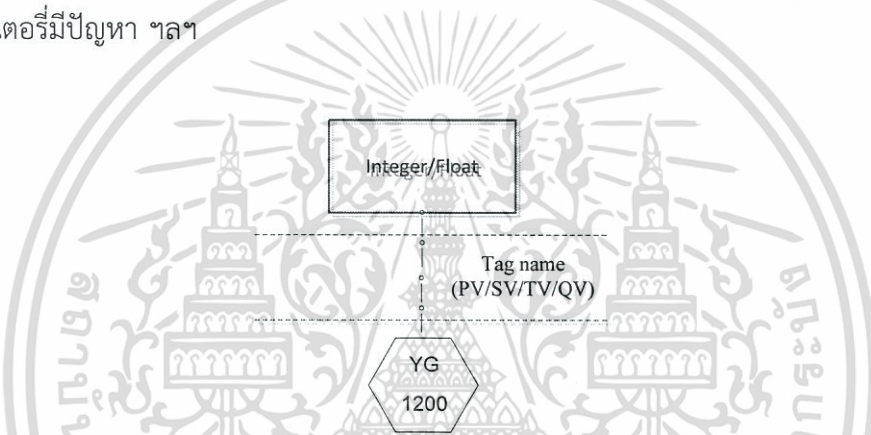
สคริปต์ประยุกต์ใช้งาน เป็นสคริปต์ส่วนที่ควบคุมการทำงาน และการตัดสินใจทั้งหมดของระบบ ซึ่งสคริปต์ในส่วนนี้จะทำงานตลอดเวลา โดยการรับข้อมูลต่างๆ จากตัวเกตเวย์เข้ามา จากนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สคริปต์จะทำการตรวจสอบสถานะต่างๆ ของระบบเช่น วาล์วมีปัญหา(Valve Stuck Positioner Fail) ตัววัดอุณหภูมิมีปัญหา แบตเตอรี่มีปัญหา ฯลฯ

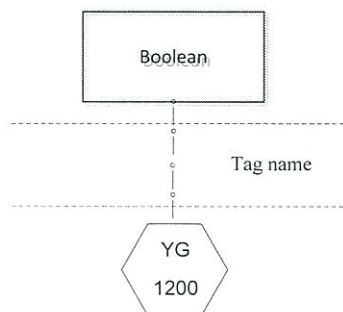
2. สคริปต์ตามเงื่อนไข (Condition Script)

สคริปต์ตามเงื่อนไข เป็นสคริปต์ที่มีหน้าที่ช่วยเหลือ สคริปต์ประยุกต์ใช้งานในการประมวลผล หลักการทำงานของตัวสคริปต์นั้นจะทำงานต่อเมื่อมีค่าพารามิเตอร์บางตัวของระบบเปลี่ยนแปลงไป ในขณะที่ตัวระบบกำลังทำงานอยู่ และหลังจากที่ประมวลผลเสร็จส่วนของ สคริปต์ตามเงื่อนไขจะทำการส่งข้อมูลไปยัง สคริปต์ประยุกต์ใช้งานให้รับรู้เพื่อที่จะประมวลผลต่อ และนำข้อมูลที่ได้นั้นไปแสดงยังส่วนแสดงผล ซึ่งข้อมูลหลักๆ ที่สคริปต์ตามเงื่อนไขได้ทำการส่งไปนั้นจะเป็นข้อมูลจำนวนครั้งของปัญหาต่างๆ เกิดขึ้น เช่น จำนวนครั้งที่วาล์วมีปัญหา จำนวนครั้งที่ตัววัดอุณหภูมิมีปัญหา จำนวนครั้งที่แบตเตอรี่มีปัญหา ฯลฯ



รูปที่ 3.13 Logical diagram ของส่วนแสดงผลโดยแสดงค่าเป็นตัวเลข

รูปที่ 3.13 แสดงถึงการเชื่อมโยงข้อมูลการทำงานของ Tag name ที่ได้รับมาจากเกตเวย์ มาแสดงค่าของข้อมูลเป็นตัวเลข ยังส่วนแสดงผล โดยข้อมูลที่ได้นั้นจะถูกกำหนดให้เชื่อมโยงค่าสถานะต่างๆ ที่ตัวอุปกรณ์นั้นสามารถวัดได้ เช่น อุณหภูมิ ระดับพลังงานแบตเตอรี่ที่เหลือ อุณหภูมิของตัวอุปกรณ์ ระยะการเปิด-ปิด ของวาล์ว เป็นต้น โดยที่ตัวข้อมูลที่นำมาแสดงนั้นจะอยู่ในกลุ่มข้อมูลสาธารณะ ของตัวอุปกรณ์แต่ละชนิด



รูปที่ 3.14 Logical diagram ของส่วนแสดงผลโดยแสดงค่าบูลีน

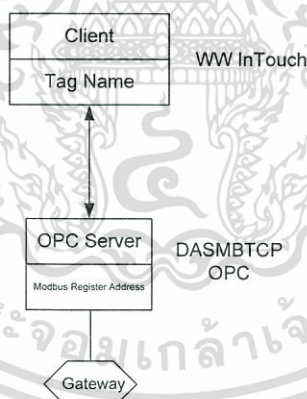
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.14 แสดงถึงการเชื่อมโยงข้อมูลการทำงานของ Tag name ที่ได้รับมาจากเกตเวย์ โดยข้อมูลที่ได้มานั้นจะถูกนำไปประมวลผลทางตรรกะ เพื่อใช้ในการแจ้งเตือนถึงสถานะ และยังสามารถถึงปัญหาที่เกิดขึ้นตามส่วนต่างๆ ของตัวอุปกรณ์ หลังจากที่ข้อมูลทั้งหมดถูกประมวลผล ระบบจะทำการส่งข้อมูลไปยังส่วนแสดงผลเพื่อแสดงสถานะและปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นกับทางผู้ใช้งาน

3.6 การกำหนดค่า OPC Server

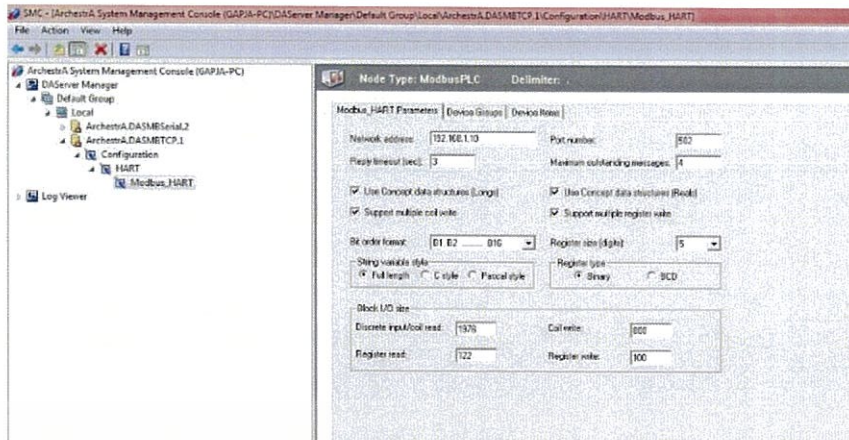
ในส่วนของ OPC Server จะต้องเลือกใช้ OPC ที่รองรับ โมสบัส ทีซีพี เนื่องจาก การสื่อสารจากเกตเวย์ มายังส่วนแสดงผล ได้เลือกใช้ Port ของโพรโตคอล แบบมอสบัส ทีซีพี โดยตัวซอฟต์แวร์ OPC ที่งานวิทยานิพนธ์เลือกใช้คือ DASMBTCP ผ่านซอฟต์แวร์ System Management Console ด้วยการกำหนดค่า Network Address ให้ตรงกับหมายเลข IP ของเกตเวย์ Port Number และ Register Size ตามมาตรฐานของ โมสบัส ทีซีพี และที่กำหนดค่าไว้ที่ เกตเวย์ เพื่อให้ OPC สามารถเชื่อมต่อกับตัวเกตเวย์ได้ โดยในวิทยานิพนธ์ได้กำหนด ไว้ดังนี้

- Network Address : 192.168.1.10
- Port Number : 502
- Register Size : 5 digits
- Register Type: Binary



รูปที่ 3.15 บล็อกแสดงการเชื่อมต่อ OPC

ข้อมูลต่างๆ ที่ส่งมาจากเกตเวย์ และผ่าน OPC เพื่อส่งต่อไปยัง โปรแกรมแสดงผลนั้นจะต้องมีการตั้ง Device Groups เพื่อเป็นตัวกลางในการพักข้อมูล ตามช่วงเวลา Update Time ที่กำหนด และใช้ชื่อ Device Groups นี้บ่งชี้ตำแหน่งให้โปรแกรมแสดงผล รับ ส่งข้อมูลกับ Tag name ต่างๆ หน้าจอสำหรับการกำหนดค่าต่างๆ ของซอฟต์แวร์ OPC สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 3.16 และ 3.17



รูปที่ 3.16 การกำหนดค่าต่างๆ ของ OPC Software

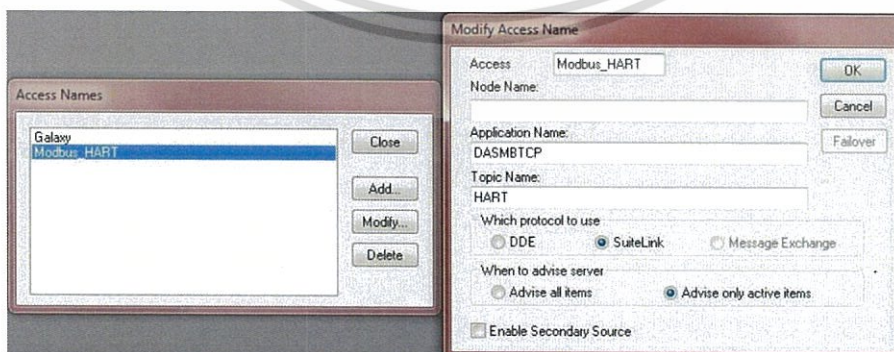
| Name | R/W Status | Value | Time | Quality | MsgID |
|---------|------------|---------|---------|---------|-------|
| 40001 F | R/W | 27.0665 | 8:54:14 | 00C0 | |
| 40021 F | R/W | 0 | 8:54:14 | 00C0 | |
| 40013 F | R/W | 1410544 | 8:54:14 | 00C0 | |

รูปที่ 3.17 หน้าจอแสดงค่าพารามิเตอร์ จากเกตเวย์

3.7 การกำหนดค่าโปรแกรมแสดงผล

การนำข้อมูล ที่ส่งผ่านมาจาก OPC เพื่อแสดงผลในส่วนโปรแกรมสกาตา ซึ่งในงานวิทยานิพนธ์นี้ได้เลือกใช้โปรแกรม Wonderware InTouch จะกำหนดให้เชื่อมโยงข้อมูลไปยัง OPC ด้วยการกำหนดค่า Access Name ให้ตรงกับชื่อ Device Group ที่กำหนดไว้ที่ OPC และกำหนด Application Name ให้ตรงกับชื่อ OPC ที่เลือกใช้ ซึ่งในวิทยานิพนธ์ได้กำหนดไว้ดังนี้

- Access Name : Modbus_HART
- Application Name : DASMBTCP
- Topic Name : HART



รูปที่ 3.18 การกำหนดค่า Access Name ของโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Tagname Dictionary

Main
 Details
 Alarms
 Details & Alarms
 Members

Tagname: CV_MV Type: ... I/O Real
 Group: ... \$System Read only Read Write
 Comment: AccessLevel
 Log Data Log Events Retentive Value Retentive Parameters

Initial Value: 0 Min EU: -32768 Max EU: 32767
 Deadband: 0 Min Raw: -32768 Max Raw: 32767
 Eng Units: Log Deadband: 0 Conversion: Linear Square Root
 Access Name: ... Modbus_HART
 Item: 40290 F Use Tagname as Item Name

รูปที่ 3.19 การกำหนดค่า Access Name ของ Tag name

ตารางที่ 3.6 Tag name ทั้งหมดที่ใช้ในวิทยานิพนธ์

| Wonderware Tag | Data Type | Tag Type |
|-----------------------|--------------------|-----------------|
| VALVE_COLD | Boolean | I/O Real |
| VALVE_CURRENT | 32 bit float | I/O Real |
| VALVE_CURRENT_STATUS | Boolean | I/O Real |
| VALVE_MONITOR | 8 bit unsigned int | I/O Real |
| VALVE_ONLINE | Boolean | I/O Real |
| VALVE_PV_OUT | Boolean | I/O Real |
| VALVE_TRAVEL | 32 bit float | I/O Real |
| VALVE_TRAVEL_STATUS | Boolean | I/O Real |
| VALVE_%CURRENT | 32 bit float | I/O Real |
| VALVE_%CURRENT_STATUS | Boolean | I/O Real |
| AMBIENT_TEMP | 32 bit float | I/O Real |
| AMBIENT_TEMP_STATUS | Boolean | I/O Real |
| CURRENT_BOX_ALARM | Boolean | Memory_Discrete |
| TEMP_BOX_ALARM | Boolean | Memory_Discrete |
| ACC_FAIL | Boolean | Memory_Discrete |
| VALVE_STUCK | Boolean | Memory_Discrete |
| CHECK_POSITIONER | Boolean | Memory_Discrete |
| CHECK_STEM | Boolean | Memory_Discrete |
| TEMP_HIGH_ALARM | Boolean | Memory_Discrete |
| VALVE_PROBLEM | Boolean | Memory_Discrete |
| ACC_FAIL_COUNT | 32 bit float | Memory_Interger |
| POSITIONER_FAIL_COUNT | 32 bit float | Memory_Interger |
| AMBIENT_FAIL_COUNT | 32 bit float | Memory_Interger |
| TT_AMBIENT_FAIL | Boolean | I/O Real |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

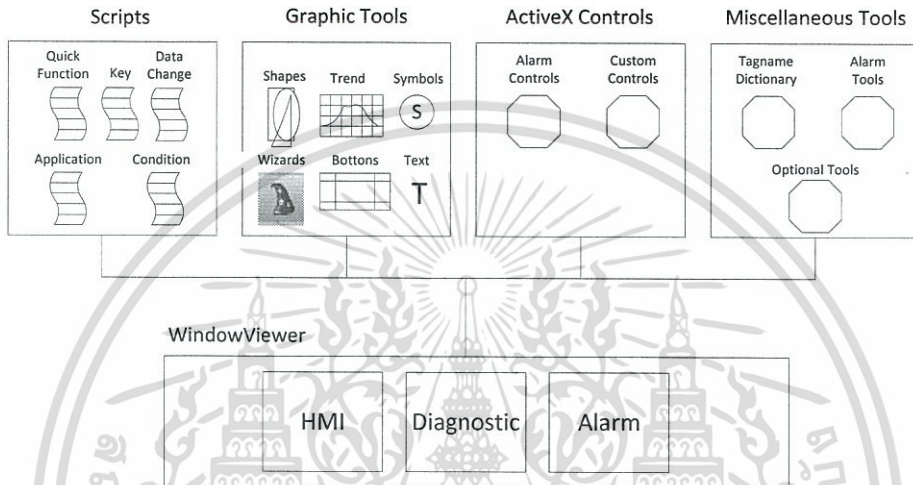
ตารางที่ 3.6 (ต่อ)

| Wonderware Tag | Data Type | Tag Type |
|---------------------------|---------------------|-----------------|
| TT_AMBIENT_OUT_LIM | Boolean | I/O Real |
| TT_COLD | Boolean | I/O Real |
| TT_PWR_FAIL | Boolean | I/O Real |
| TT_ENV_OUT | Boolean | I/O Real |
| TT_MAIN_REQ | Boolean | I/O Real |
| TT_MONITOR | 8 bit unsigned int | I/O Real |
| TT_NET_JOIN | 16 bit unsigned int | I/O Real |
| TT_ONLINE | Boolean | I/O Real |
| TT_% | 32 bit float | I/O Real |
| TT_%_STATUS | Boolean | I/O Real |
| TT_PV_OUT | Boolean | I/O Real |
| TT_RADIO_FAIL | Boolean | I/O Real |
| TT_COMM_FAIL | Boolean | I/O Real |
| TT_RADIO_MALF | Boolean | I/O Real |
| TT_PV_TEMP | 32 bit float | I/O Real |
| TT_PV_STATUS | Boolean | I/O Real |
| TT_SENSOR_COMM_FAIL | Boolean | I/O Real |
| TT_SENSOR_FAIL | Boolean | I/O Real |
| TT_SENSOR_OUT | Boolean | I/O Real |
| TT_SUP_VOLT | 32 bit float | I/O Real |
| TT_SUP_VOLT_STATUS | Boolean | I/O Real |
| TT_TV | 32 bit float | I/O Real |
| TT_TV_STATUS | Boolean | I/O Real |
| TT_TEMP_BOX_ALARM | Boolean | Memory_Discrete |
| TT_TEMP_BOX_FAIL_ALARM | Boolean | Memory_Discrete |
| TT_DEVICE_TEMP_OVER_ALARM | Boolean | Memory_Discrete |
| TT_DEVICE_TEMP_BOX_ALARM | Boolean | Memory_Discrete |
| TT_BATT_LOW | Boolean | Memory_Discrete |
| TT_BATT_OVER | Boolean | Memory_Discrete |
| TT_VOLT_BOX_ALARM | Boolean | Memory_Discrete |
| TRANSMITTER_DEVICE | Boolean | Memory_Discrete |
| TRANSMITTER_PROCESS | Boolean | Memory_Discrete |
| TRANSMITTER_PROBLEM | Boolean | Memory_Discrete |
| DEVICE_SENSOR_FAIL_COUNT | 32 bit float | Memory_Float |
| DEVICE_AMBIENT_FAIL_COUNT | 32 bit float | Memory_Float |
| DEVICE_BATTERY_FAIL_COUNT | 32 bit float | Memory_Float |
| MANAGEMENT_COUNT_RESET | Boolean | Memory_Discrete |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.8 การออกแบบส่วนโปรแกรมแสดงผล

สำหรับโปรแกรมแสดงผลนั้นวิทยานิพนธ์นี้ได้เลือกใช้ Wonderware InTouch เป็นโปรแกรมแสดงผล ซึ่งตัวโปรแกรมสามารถประยุกต์ใช้งานได้ทั้ง ระบบ PLC และระบบ DCS โดยที่ตัวโปรแกรมนี้ได้รับรวมฟังก์ชันการใช้งานหลายๆ รูปแบบเข้าด้วยกัน เช่น ActiveX การเขียนสคริปต์ เครื่องมือกราฟิก เครื่องมือจัดการ Tag name รวมถึงความสามารถในการคำนวณ ประมวลผล และแสดงผลดังรูปที่ 3.20



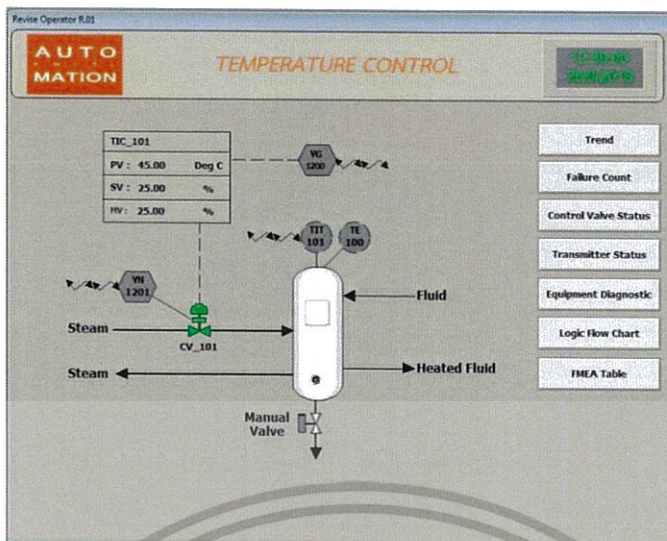
รูปที่ 3.20 ฟังก์ชันต่างๆ ของ Wonderware InTouch

ในส่วนของการออกแบบโปรแกรมแสดงผลนั้น เราแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือส่วน กราฟิกส่วนแสดงผล การแจ้งเตือนสถานะผิดปกติของระบบ และ กราฟิกส่วนการวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นกับระบบ โดยที่ในงานวิทยานิพนธ์นี้ได้นำกระบวนการควบคุมอุณหภูมิของไอน้ำในโรงงานอุตสาหกรรมมาใช้เป็นตัวอย่างจำลอง เพื่อให้ระบบสกาตาสามารถแสดงผลรวมถึงการวิเคราะห์ปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นกับตัวระบบและอุปกรณ์

3.8.1 การออกแบบส่วนกราฟิกส่วนแสดงผล

ในส่วนกราฟิกแสดงผลงานวิทยานิพนธ์นี้จะเน้นไปทางด้านการออกแบบให้ระบบสามารถแสดงค่าพารามิเตอร์ต่างๆ โดยแบ่งตามความต้องการของผู้ใช้งานทั้งในด้าน Operation และ Management

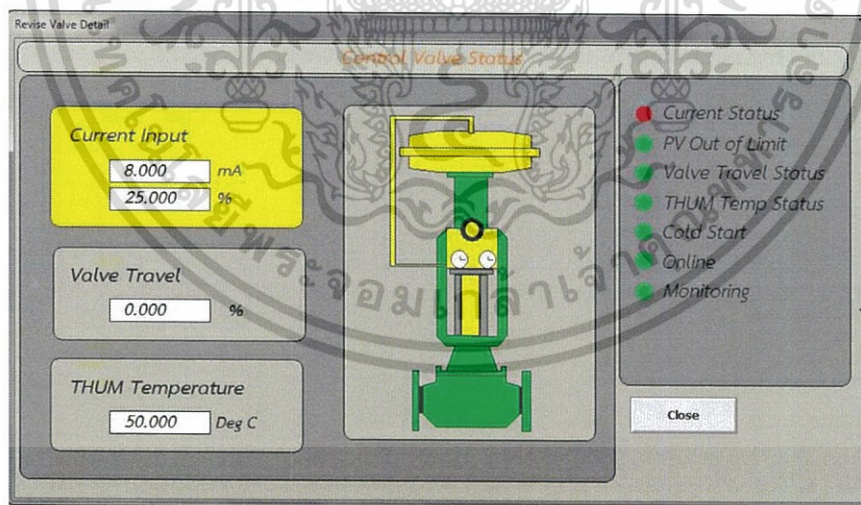
โดยที่ในส่วน Operation นั้นจะเน้นไปยังส่วนของการใช้งาน และ Monitor ระบบ โดยที่ตัวกราฟิกจะแสดงถึง ค่าสถานะต่างๆ ของระบบ เช่น อุณหภูมิของกระบวนการ การเปิดปิดของวาล์วควบคุม รวมถึงการแสดงผลในส่วนของค่า Trend ของระบบ ดังรูปที่ 3.21



รูปที่ 3.21 กราฟิกส่วนแสดงผล

3.8.2 การออกแบบส่วนการแจ้งเตือนสถานะผิดปกติของระบบ

ในส่วนการแจ้งเตือนจะเน้นออกแบบให้ระบบสามารถแจ้งเตือนสถานะต่างๆ มายังผู้ใช้งาน โดยข้อมูลจะมาจากวาล์วควบคุม และ อุปกรณ์วัดค่าอุณหภูมิ ซึ่งลักษณะข้อมูลที่จะนำมาแสดง จะเป็น ข้อมูลสถานะผิดปกติเช่น ค่าอุณหภูมิที่วัดได้เกินกว่าที่กำหนด วาล์วเคลื่อนที่ผิดปกติ การนับจำนวนครั้งที่เกิดขึ้นของปัญหา ซึ่งได้ออกแบบดังรูปที่ 3.22



รูปที่ 3.22 การแจ้งเตือนสถานะผิดปกติของระบบ

3.8.3 การออกแบบส่วนการวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นกับระบบ

ในส่วนการวิเคราะห์ปัญหา จะเน้นออกแบบให้ระบบสามารถตรวจสอบปัญหาที่เกิดขึ้นจากตัวอุปกรณ์ แสดงสาเหตุของปัญหาที่เป็นไปได้ แสดงถึงวิธีการแก้ไขปัญหาเบื้องต้น รวมถึงแสดงความรุนแรงของปัญหาที่เกิดขึ้น ซึ่งได้ออกแบบดังรูปที่ 3.23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

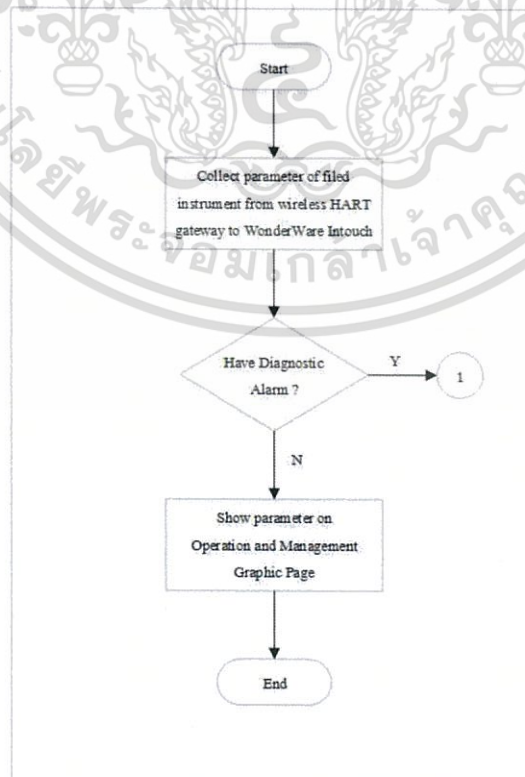
| Equipment Diagnostic | |
|--------------------------------|------------------|
| Control Valve | |
| Cause | Check |
| Current Input Fail | Current Input |
| THUM Temperature High | Valve Positioner |
| THUM Temperature Fail | Valve Actuator |
| Valve Actuator Fail | Valve Stem |
| Valve Stuck | THUM |
| Temperature Transmitter | |
| Cause | Check |
| Temp Sensor Fail | Transmitter |
| Electronic Board Temp High | |
| Battery | |

รูปที่ 3.23 การวิเคราะห์ปัญหาของระบบ

3.8.4 การออกแบบส่วนสคริปต์สำหรับการประมวลผล

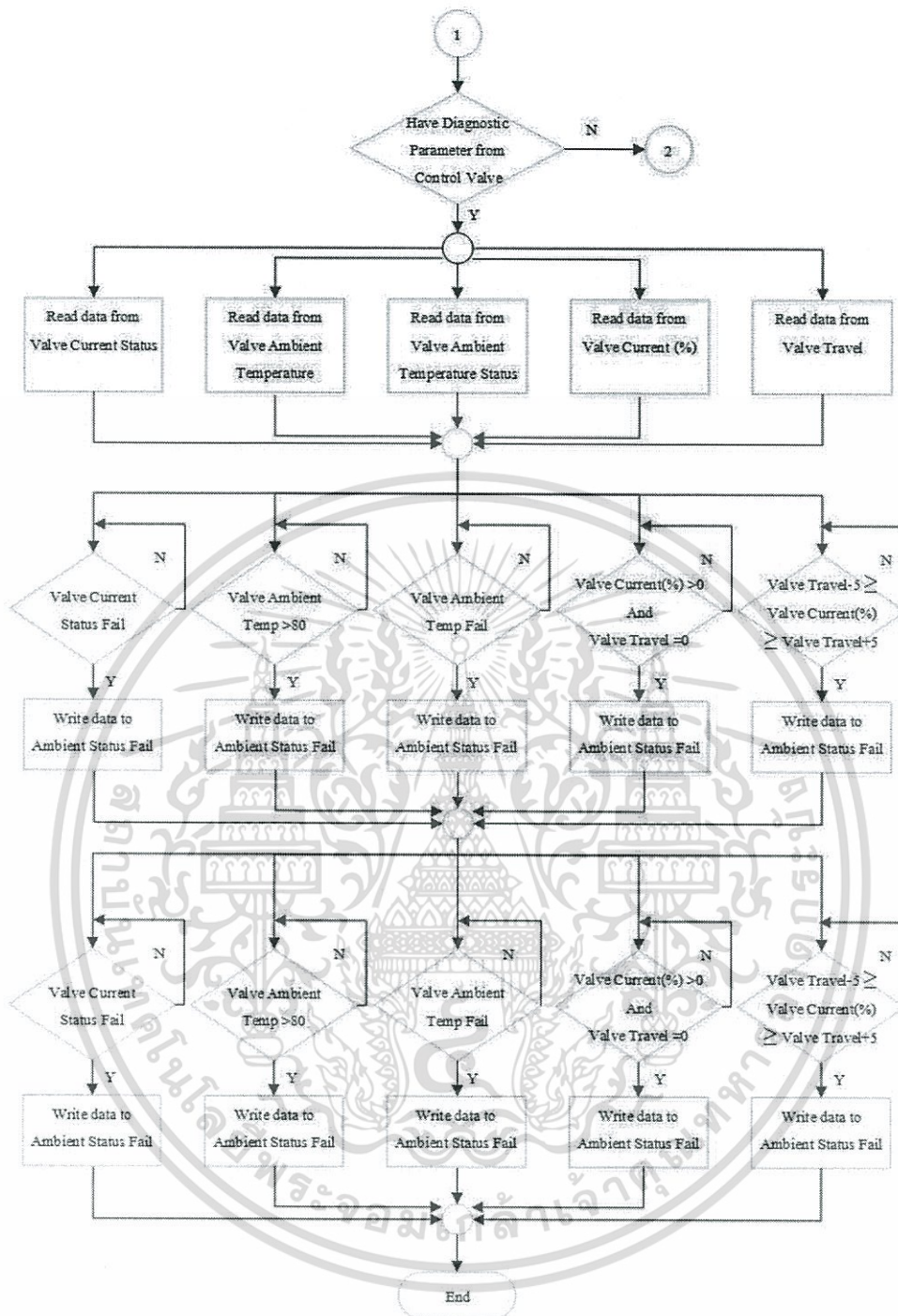
3.8.4.1 แผนผัง (Flow Chart)

ในส่วนสคริปต์นี้เราทำการออกแบบเพื่อควบคุมการทำงานทั้งหมดของระบบของงานวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ สามารถแสดงเป็นแผนผัง ได้ดังรูปที่ 3.24 , รูปที่ 3.25 และ รูปที่ 3.26 ตามลำดับ



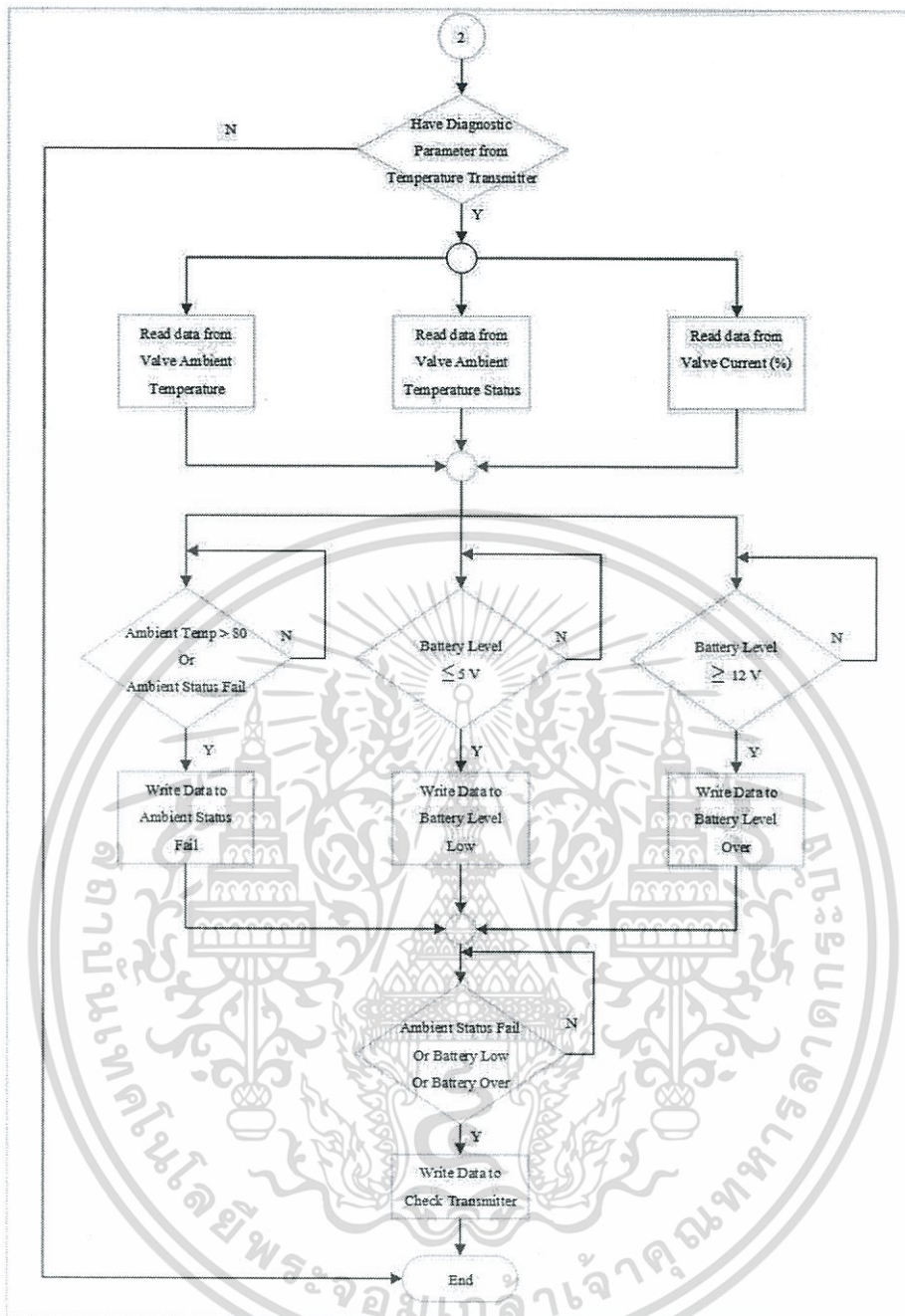
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ในการวิจัยและพัฒนาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.24 ผังงานภาพรวมของระบบ



รูปที่ 3.25 ผังงานเงื่อนไขของวาล์วควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.26 ผังงานเงื่อนไขของ Transmitter

3.8.4.2 สคริปต์ควบคุมการประมวลผล และการทำงาน

จาก Flow Chart การทำงานของระบบ และ Tag name ของโปรแกรม ตามที่ได้กล่าวไปข้างต้นเราสามารถนำมาเขียนสคริปต์เพื่อกำหนดเงื่อนไขต่างๆ และควบคุมการทำงานของระบบ โดยที่ตัวสคริปต์นั้นยังถูกแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ สคริปต์ประยุกต์ใช้งาน (Application Script) และสคริปต์ตามเงื่อนไข (Condition Script) ดังนั้นในการเขียนสคริปต์ควบคุมการทำงานต้องแบ่งออกเป็นสองส่วนเช่นเดียวกัน โดยสคริปต์ควบคุมการทำงานทั้งหมดนั้นแสดงในส่วนภาคผนวกของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

4.1 กล่าวนำ

ในบทที่ 4 นี้ จะกล่าวถึงการทดลองและผลการทดลองทั้งหมด โดยสมมุติฐานในการทดลองนั้น คือการนำค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ในรูปแบบ ไร้เลสฮาร์ท จากตัวอุปกรณ์ฟิลด์ทั้ง วาล์วควบคุม และตัวอุปกรณ์วัดค่าอุณหภูมิ โดยผ่าน OPC โปรแกรมที่เป็นตัวกลางในการสื่อสารข้อมูลมาแสดง และแจ้งเตือนปัญหาที่เกิดขึ้นของระบบให้กับผู้ใช้งานผ่านระบบสกาตา ที่มีกราฟิกแสดงผลและสคริปท์ที่พัฒนาขึ้น บนโปรแกรม Wonderware InTouch โดยที่อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองทั้งหมดมีดังต่อไปนี้

1. Laptop รุ่น Lenovo-Y5010P ที่ติดตั้งโปรแกรม Wonderware InTouch จำนวน 1 ตัว
2. ไร้เลสฮาร์ทเกตเวย์ Emerson รุ่น 1420 จำนวน 1 ตัว
3. Wireless THUM Adapter Emerson รุ่น 775 จำนวน 1 ตัว
4. อุปกรณ์วัดค่าอุณหภูมิ แบบไร้เลสฮาร์ท Emerson รุ่น จำนวน 1 ตัว
5. วาล์วควบคุม Azbil รุ่น AGVB จำนวน 1 ตัว
6. Smart Positioner Azbil รุ่น AVP302 จำนวน 1 ตัว
7. HART Field Communicator รุ่น 475 จำนวน 1 ตัว
8. เครื่องกำเนิดสัญญาณไฟกระแสตรง 4-20 mA จำนวน 1 ตัว

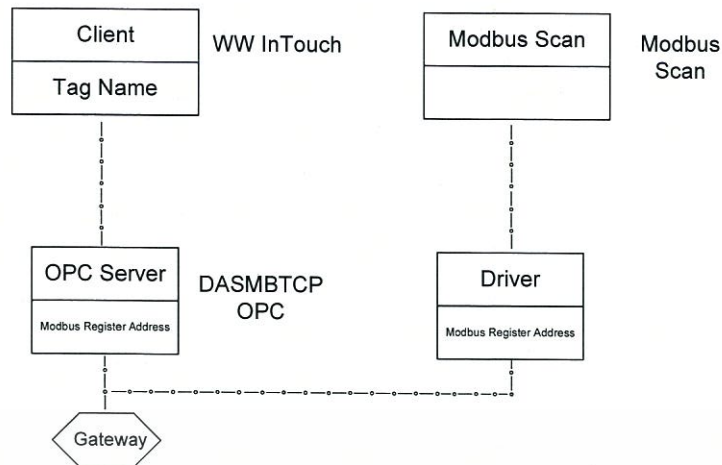
4.2 ขั้นตอนการทำงานทดลอง

การทดลองจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนด้วยกัน คือ การทดลองและผลการทดลองการรับส่งข้อมูลที่ส่งมาจากอุปกรณ์ฟิลด์ผ่านเครือข่ายฮาร์ทไวท์เลสเข้ามาที่ตัวเกตเวย์ และการทดลองการนำข้อมูลของอุปกรณ์ฟิลด์จากตัวเกตเวย์ มาแสดงผลตามเงื่อนไขสคริปท์ที่กำหนด

4.2.1 การทดลองและผลการทดลองการรับส่งข้อมูลจากอุปกรณ์ฟิลด์กับเกตเวย์

อุปกรณ์ฟิลด์ที่เป็น อุปกรณ์วัดค่าอุณหภูมิ และ Wireless THUM Adapter ที่เชื่อมต่อกับฮาร์ท Positioner ของวาล์วควบคุม ได้ถูกกำหนด Tag name ค่า Network ID ค่า Join Key ตรงกับเกตเวย์ ตาม Tag name ที่ระบุในตาราง 3.4 และ 3.5 จะส่งข้อมูลมาที่ Modbus Register Address ตามที่ถูกระบุไว้ที่เกตเวย์ ซึ่งในการทดลองจะใช้โปรแกรม Modbus Scan เป็นโปรแกรมช่วยในการตรวจเช็คข้อมูลตาม Modbus Register Address ที่กำหนด โดยที่โครงสร้างการส่งผ่านข้อมูลของระบบ และ ผลการทดลองสามารถแสดงได้ดัง รูปที่ 4.1 และ 4.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.1 โครงสร้างการส่งผ่านข้อมูลของระบบ

| Address | Value |
|---------|----------|
| 40200 | 1.0000 |
| 40201 | 0.0000 |
| 40202 | 0.0000 |
| 40203 | 0.0000 |
| 40204 | 0.0000 |
| 40205 | 0.0000 |
| 40206 | 2.17E-04 |
| 40207 | 0.0000 |
| 40208 | 0.0000 |
| 40209 | 0.0000 |
| 40210 | 1.0000 |
| 40211 | 0.0000 |
| 40212 | 0.0000 |
| 40213 | 0.0000 |
| 40214 | 0.0000 |
| 40215 | 0.0000 |
| 40216 | 0.0000 |
| 40217 | 0.0000 |
| 40218 | 0.0000 |
| 40219 | 0.0000 |
| 40220 | 0.0000 |
| 40221 | 0.0000 |
| 40222 | 0.0000 |
| 40223 | 0.0000 |
| 40224 | 0.0000 |
| 40225 | 0.0000 |
| 40226 | 0.0000 |
| 40227 | 0.0000 |
| 40228 | 0.0000 |
| 40229 | 0.0000 |
| 40230 | 0.0000 |
| 40231 | 0.0000 |
| 40232 | 0.0000 |
| 40233 | 0.0000 |
| 40234 | 0.0000 |
| 40235 | 0.0000 |
| 40236 | 2.37E-04 |
| 40237 | 0.0000 |
| 40238 | 0.0000 |
| 40239 | 0.0000 |
| 40240 | 1.0000 |
| 40241 | 0.0000 |
| 40242 | 0.0000 |
| 40243 | 0.0000 |
| 40244 | 0.0000 |
| 40245 | 0.0000 |
| 40246 | 0.0000 |
| 40247 | 0.0000 |
| 40248 | 0.0000 |
| 40249 | 0.0000 |
| 40250 | 0.0000 |
| 40251 | 0.0000 |
| 40252 | 0.0000 |
| 40253 | 0.0000 |
| 40254 | 0.0000 |
| 40255 | 0.0000 |
| 40256 | 0.0000 |
| 40257 | 0.0000 |
| 40258 | 0.0000 |
| 40259 | 0.0000 |
| 40260 | 7.0000 |
| 40261 | 0.0000 |
| 40262 | 0.0000 |
| 40263 | 0.0000 |
| 40264 | 0.0000 |
| 40265 | 0.0000 |
| 40266 | 2.28E-04 |
| 40267 | 0.0000 |
| 40268 | 0.0000 |
| 40269 | 0.0000 |
| 40270 | 25.7500 |
| 40271 | 0.0000 |
| 40272 | 0.0000 |
| 40273 | 0.0000 |
| 40274 | 0.0000 |
| 40275 | 0.0000 |
| 40276 | 2.28E-04 |
| 40277 | 0.0000 |
| 40278 | 0.0000 |
| 40279 | 0.0000 |
| 40280 | 0.0000 |
| 40281 | 0.0000 |
| 40282 | 0.0000 |
| 40283 | 0.0000 |
| 40284 | 0.0000 |
| 40285 | 0.0000 |
| 40286 | 0.0000 |
| 40287 | 0.0000 |
| 40288 | 0.0000 |
| 40289 | 0.0000 |
| 40290 | 0.0000 |
| 40291 | 0.0000 |
| 40292 | 0.0000 |
| 40293 | 0.0000 |
| 40294 | 0.0000 |
| 40295 | 0.0000 |
| 40296 | 0.0000 |
| 40297 | 0.0000 |
| 40298 | 0.0000 |
| 40299 | 0.0000 |

รูปที่ 4.2 ข้อมูลที่ได้รับจากเกตเวย์

รูปที่ 4.2 แสดงข้อมูลจากอุปกรณ์ฟลัดที่ถูกส่งมาพักที่ตัวเกตเวย์ ตาม Modbus Register Address ที่กำหนด ตัวอย่างผลการทดลอง Address ที่ 40270 ซึ่งถูกกำหนดให้เป็นตำแหน่งของข้อมูล TV เพื่อแสดงค่าอุณหภูมิของ Electronic Board (Deg C) ของอุปกรณ์วัดอุณหภูมิ ในการทดลองสามารถรับค่าได้เป็น 25.75 องศาเซลเซียส ดังกรอบเส้นประในรูป ส่วนค่าพารามิเตอร์ ตาม Tag name ที่กำหนดใน address ต่างๆ ก็จะมีปรากฏข้อมูลตามรูป

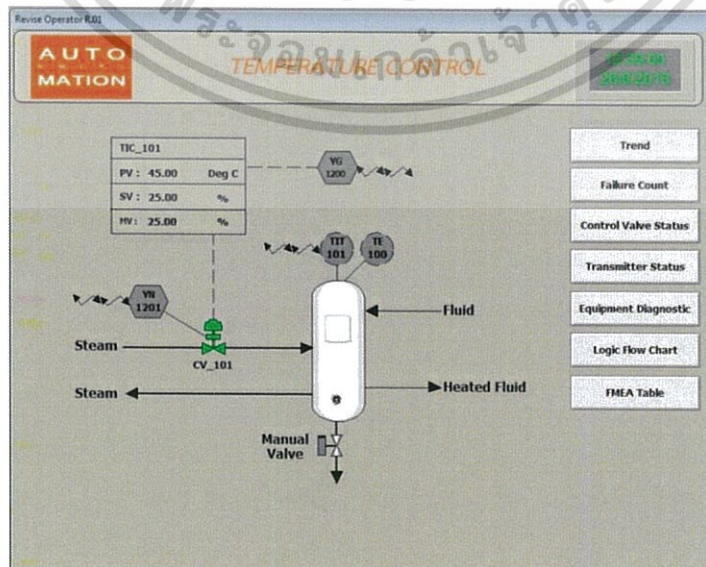
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 การทดลองและผลการทดลองการรับส่งข้อมูลจากเกตเวย์กับส่วนแสดงผล

สำหรับการทดลองนี้จะ อ้างอิงตาม โครงสร้างของระบบในรูปที่ 3.1 และ P&I Diagram ตามรูปที่ 3.2 โดยข้อมูลที่เกตเวย์ จะเชื่อมต่อผ่าน Modbus OPC ตาม Tag name และ Modbus Register Address มายังส่วนโปรแกรมแสดงผล ซึ่งได้เขียนกราฟิก จำลองการทำงานเป็นกระบวนการควบคุม อุณหภูมิ ที่รับข้อมูลและสถานะต่างๆ จากอุปกรณ์จริงที่เป็น Wireless THUM Adapter และ อุปกรณ์วัดค่าอุณหภูมิ แบบไร้เลสฮาร์ทผ่านเกตเวย์ โดยตัวกราฟิก มีการออกแบบและสร้างหน้าจอหลักดังรูปที่ 4.3 และ กรณีที่ต้องการป้อนค่าจากหน้าจอหลัก เพื่อสั่งงาน อุปกรณ์ฟิลด์ก็สามารถทำได้ โดยการกดเลือก ชื่อ Tag name ที่ต้องการ

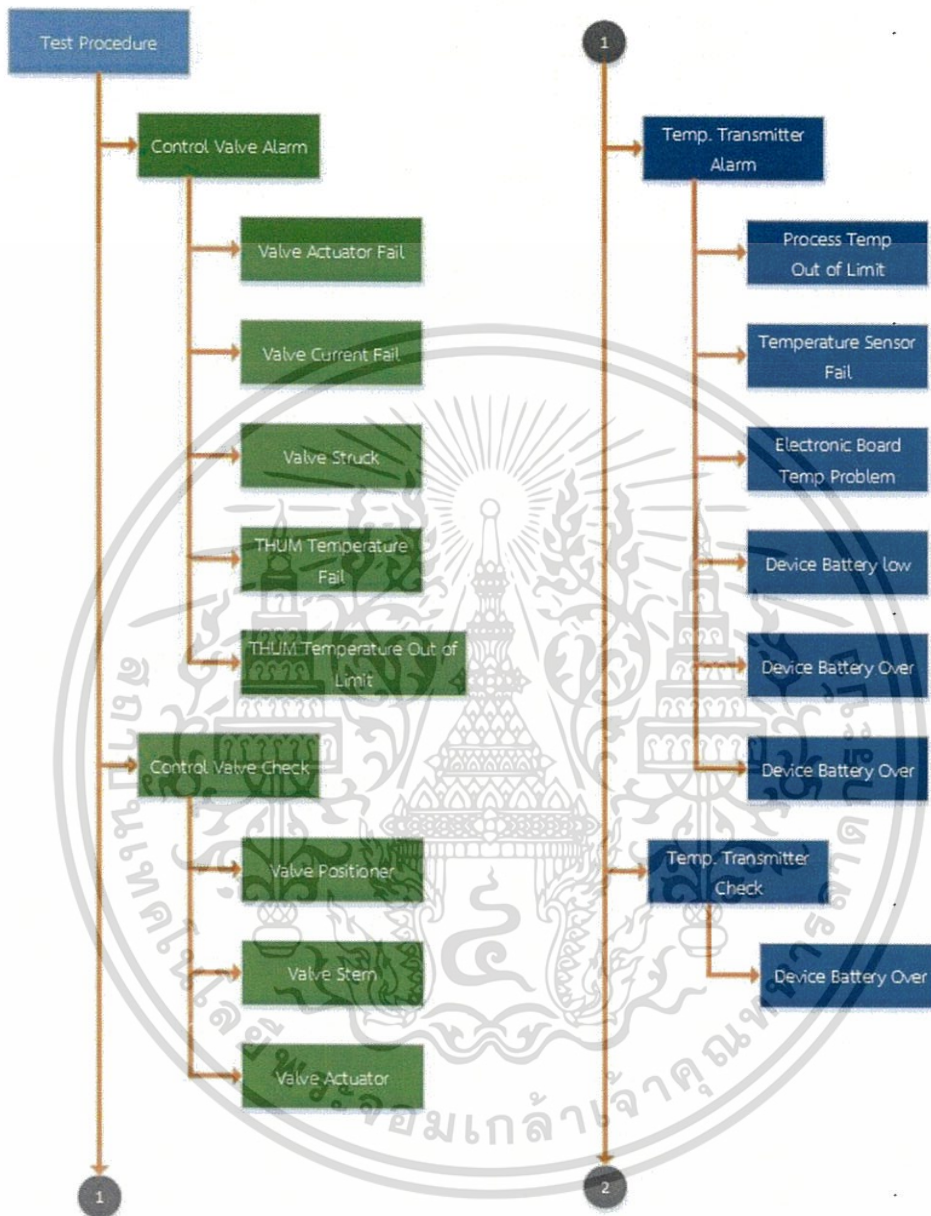
จากรูปที่ 4.3 ถ้าต้องการป้อนค่า SV หรือ เปลี่ยนค่า SV ทำได้โดยการกดที่ตำแหน่ง SV ในรูป ซึ่งจะปรากฏตำแหน่งที่ให้ Operator ป้อนค่าที่ต้องการ ส่วนค่า PV ที่ปรากฏเป็น 45 องศาเซลเซียส เป็นค่าที่ได้จาก อุปกรณ์วัดค่าอุณหภูมิ แบบไร้เลสฮาร์ท ในกรณีที่ค่าอุณหภูมิ มีค่าสูงหรือต่ำกว่า ค่าที่กำหนด ก็จะปรากฏ การแจ้งเตือน Alarm ตามเงื่อนไขของสคริปท์ ที่ได้พัฒนาขึ้น โดย ข้อมูลต่างๆ ที่ได้นำมาแสดงในส่วนของการแสดงกราฟิก การแจ้งเตือน และการวินิจฉัย จะทำการทดลองแบ่งออกเป็นดังนี้

1. Trend
2. Failure Count
3. Control Valve Status
4. Transmitter Status
5. Equipment Diagnostic
6. Logic Flow Chart
7. FMEA Table



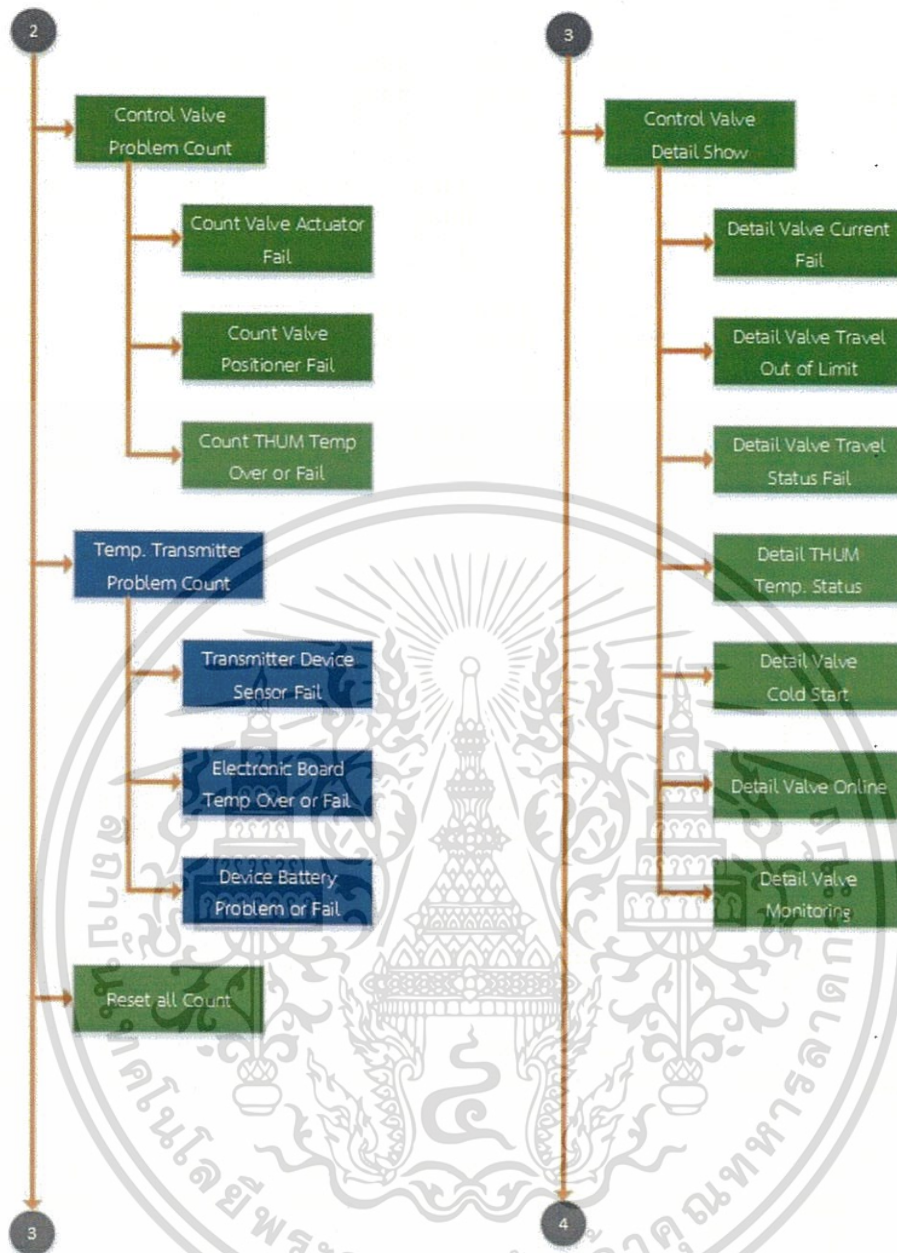
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับรูปที่ 4.3 กราฟิกส่วนแสดงผลหน้าจอหลัก อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลของ Tag name ต่างๆ จะถูกประมวลผลด้วยสคริปต์ ที่ได้พัฒนาขึ้นเพื่อการแจ้งเตือน และการวินิจฉัยอุปกรณ์ โดยขั้นตอนของ สคริปต์ เพื่อการทดสอบ แสดงได้ดังรูปที่ 4.4 ถึง 4.6



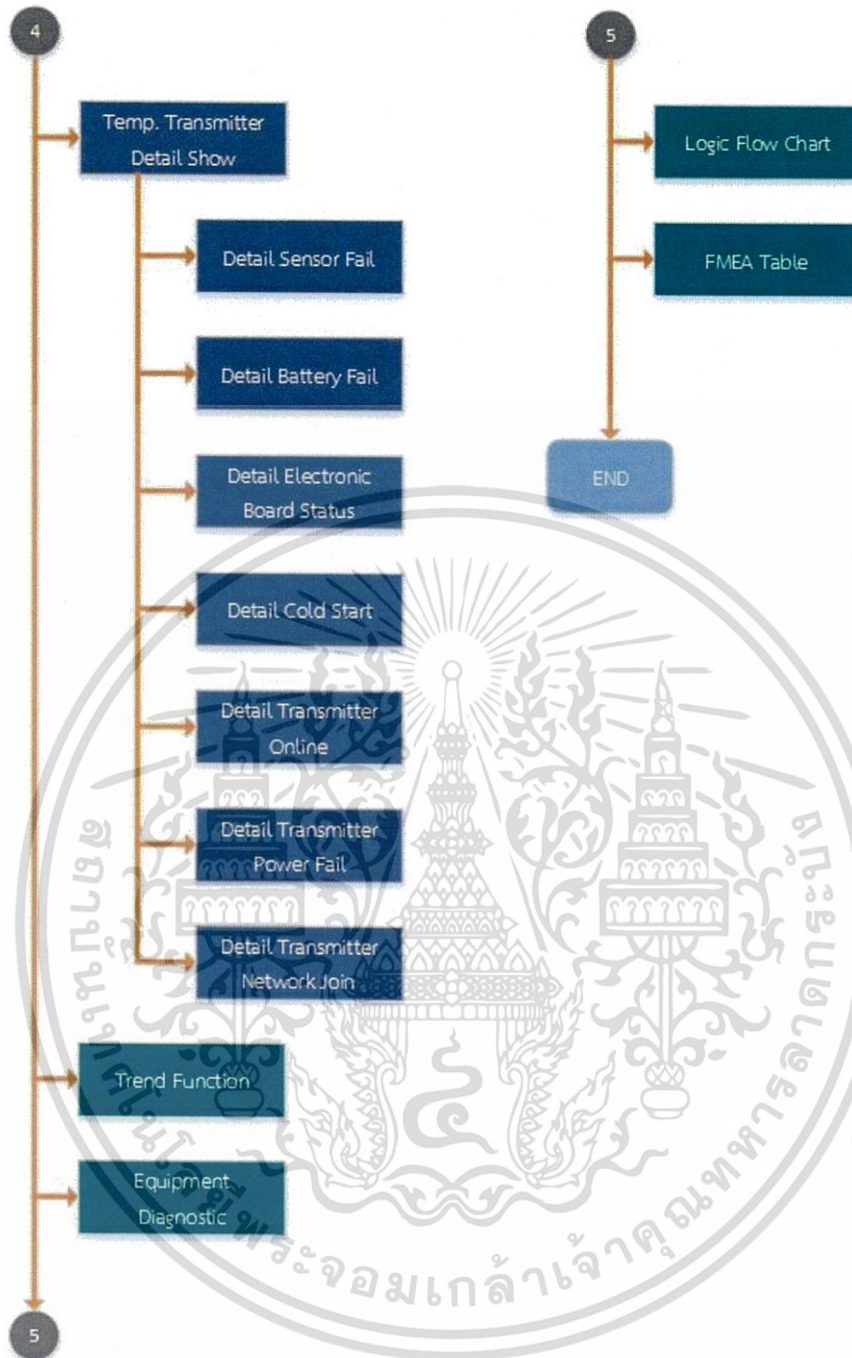
รูปที่ 4.4 ลำดับขั้นตอนการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5 ลำดับขั้นตอนการทดลอง (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.6 ลำดับขั้นตอนการทดลอง (ต่อ)

จากรูปลำดับฟังก์ชันในสคริปต์ ค่าพารามิเตอร์และสถานะ ตามตารางที่ 3.5 จะถูกนำมาประมวลผล ตามฟังก์ชันต่อไปนี้

- Control Valve Alarm
- Control Valve Check
- Control Valve Problem Count
- Control Valve Detail Show

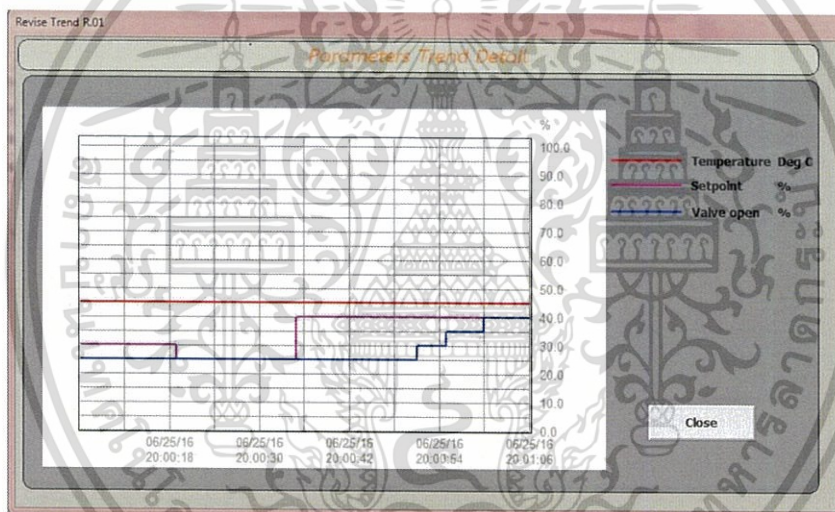
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในส่วนของ อุปกรณ์วัดค่าอุณหภูมิ ค่าพารามิเตอร์และสถานะ ตามตารางที่ 3.5 จะถูกนำมาประมวลผล ตามฟังก์ชันต่อไปนี้

- Temp. Transmitter Alarm
- Temp. Transmitter Check
- Temp. Transmitter Problem Count
- Temp. Transmitter Detail Show

ผลการทดลอง แสดงผลได้ ตามหน้าจอ ดังนี้

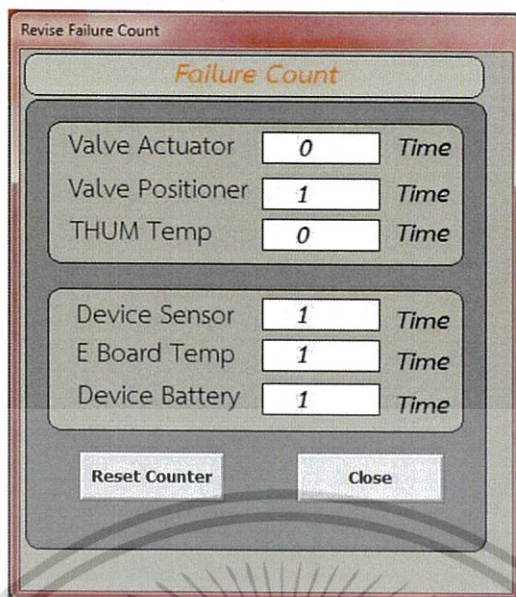
1. หน้าจอ Trend เป็นการนำข้อมูลจาก Tag name ที่กำหนด มาแสดงเป็นเส้นกราฟ เพื่อติดตามค่าข้อมูลของ Tag name นั้นๆ ซึ่งข้อมูลนี้เป็นการนำข้อมูลจากเกตเวย์ขึ้นมาแสดงผลโดยตรง หรือ มีการปรับสเกลในบางพารามิเตอร์เพื่อให้การแสดงผลดูง่ายขึ้น ดังรูป



รูปที่ 4.7 Trend ของระบบ

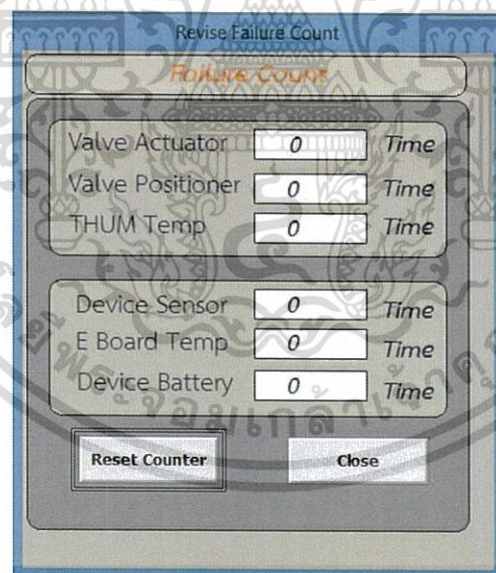
จากรูปที่ 4.7 แสดงให้เห็นถึง Trend ของระบบ โดยเลือกแสดงผล ของอุณหภูมิที่วัดได้ Setpoint และ เปอร์เซ็นการเปิดของวาล์ว ตามลำดับ สำหรับค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ที่ถูกนำมาใส่ไว้ใน Trend นั้นผู้ใช้งานสามารถกำหนดได้ด้วยตนเอง

2. หน้าจอ Fail Count เป็นหน้าจอแสดง การนับจำนวนครั้งของการ Fail ในอุปกรณ์ฟิลต์ที่สนใจ ซึ่งในการทดลอง แสดงข้อมูลของ วาล์วควบคุม และ อุปกรณ์วัดค่าอุณหภูมิ ดังรูป.



รูปที่ 4.8 การนับจำนวนครั้งของปัญหาที่เกิดขึ้น

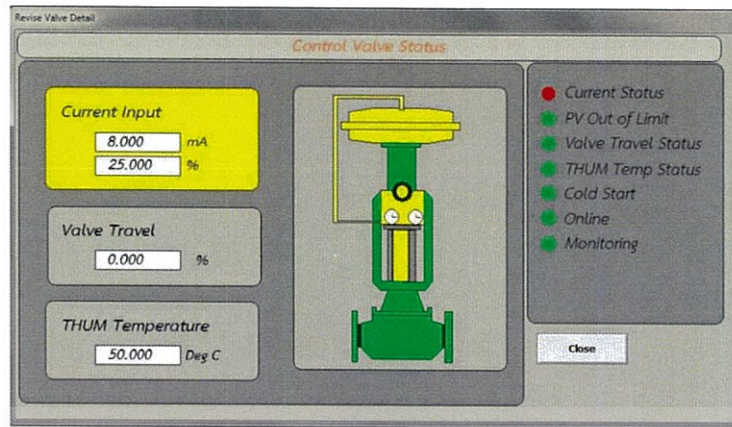
ในกรณีที่ต้องการ Reset ค่าสามารถทำได้โดยการ กดตำแหน่ง Reset Counter เพื่อให้ค่า Fail Count กลับมาเท่ากับศูนย์ ดังรูป 4.9



รูปที่ 4.9 การ Reset จำนวนครั้งของปัญหาที่เกิดขึ้น

3. หน้าจอ Control Valve Status เป็นหน้าจอแสดงสถานะของวาล์วควบคุม โดยออกแบบกราฟิกให้แสดงสถานะและค่า พารามิเตอร์ต่างๆ ในการทำงาน ในแถบหน้าจอทางด้านซ้าย และแสดง สถานะกรณีแจ้งเตือนไว้ทางด้านขวา ดังรูป

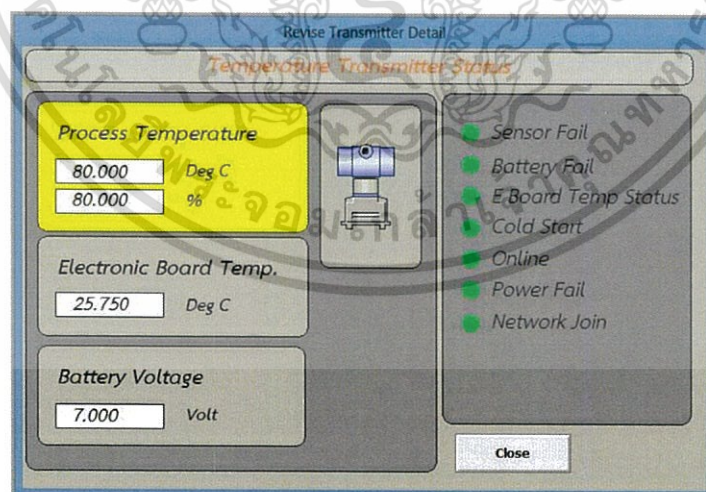
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.10 หน้าจอ Control Valve Status

จากรูปที่ 4.10 นั้นสามารถแสดง การแจ้งเตือนถึงสถานะของสัญญาณกระแส ที่มีค่าผิดปกติ เพราะตัววาล์วสามารถวัดค่ากระแสได้ แต่ Stem วาล์วไม่มีการขยับเพื่อเปิด จึงทำให้ระบบทำการแจ้งเตือนถึงความเป็นไปได้ของปัญหา เพื่อช่วยสนับสนุนผู้ใช้งานในการพิจารณาถึงปัญหาที่เกิดขึ้น อาจจะมีสาเหตุมาจาก Actuator Positioner หรือ Stem ตามลำดับ

4. หน้าจอ Temperature Transmitter Status เป็นหน้าจอแสดงสถานะของอุปกรณ์วัดค่าอุณหภูมิ โดยออกแบบ กราฟิกให้แสดงสถานะและค่า พารามิเตอร์ต่างๆ ในการทำงาน ในแถบหน้าจอทางด้านซ้าย และแสดง สถานะกรณีแจ้งเตือนไว้ทางด้านขวา ดังรูป



รูปที่ 4.11 หน้าจอ Temperature Transmitter Status

จากรูปที่ 4.11 นั้นสามารถแสดง ถึงสถานะของอุณหภูมิของระบบ สูงเกินกว่าค่าที่กำหนดทำให้ระบบทำการแจ้งเตือน ไปยังผู้ใช้งานเพื่อจัดการกับปัญหาที่เกิดขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. หน้าจอ Equipment Diagnostic เป็นหน้าจอที่แสดงในรูปของตารางเพื่อแสดง กรณีปัญหาที่เกิดขึ้นกับ วาล์วควบคุม และ อุปกรณ์วัดค่าอุณหภูมิ พร้อมทั้งได้เสนอแนวการตรวจเช็คในช่อง Check ดังแสดงตามรูป

| Equipment Diagnostic | |
|----------------------------|------------------|
| Control Valve | |
| Cause | Check |
| Current Input Fail | Current Input |
| THUM Temperature High | Valve Positioner |
| THUM Temperature Fail | Valve Actuator |
| Valve Actuator Fail | Valve Stem |
| Valve Stuck | THUM |
| Temperature Transmitter | |
| Cause | Check |
| Temp Sensor Fail | Transmitter |
| Electronic Board Temp High | |
| Battery | |
| Close | |

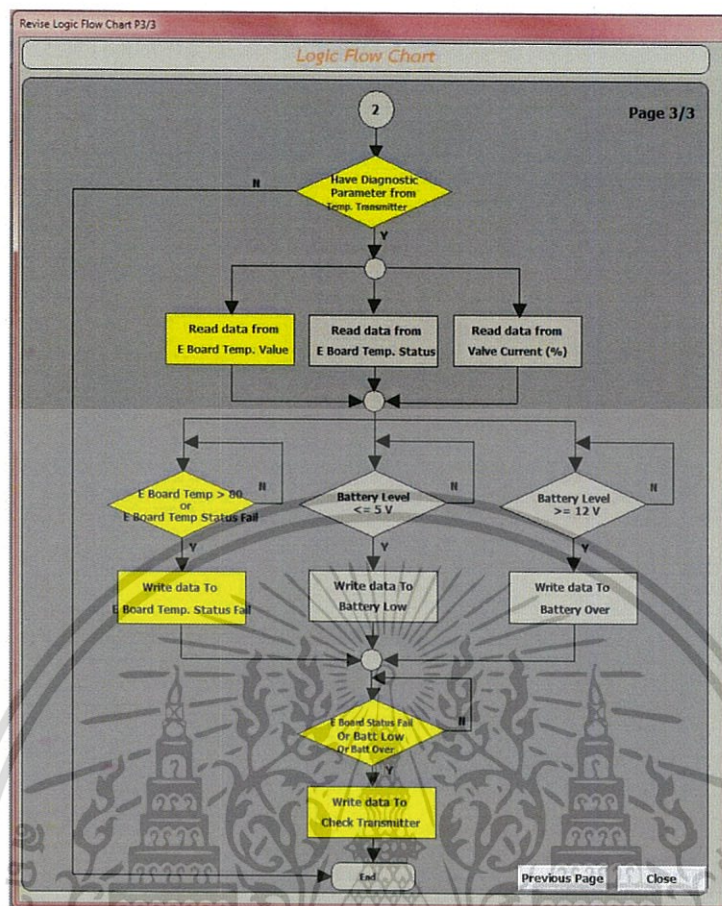
รูปที่ 4.12 หน้าจอ Equipment Diagnostic กรณี Current Input Fail

| Equipment Diagnostic | |
|----------------------------|------------------|
| Control Valve | |
| Cause | Check |
| Current Input Fail | Current Input |
| THUM Temperature High | Valve Positioner |
| THUM Temperature Fail | Valve Actuator |
| Valve Actuator Fail | Valve Stem |
| Valve Stuck | THUM |
| Temperature Transmitter | |
| Cause | Check |
| Temp Sensor Fail | Transmitter |
| Electronic Board Temp High | |
| Battery Low | |
| Close | |

รูปที่ 4.13 หน้าจอ Equipment Diagnostic กรณี Temp. Sensor Fail

6. หน้าจอ Logic Flow Chart ถูกสร้างขึ้นมา เป็นตัวตรวจเช็ค การทำงานของฟังก์ชันสคริปท์ ที่พัฒนาขึ้น ว่าทำงานได้ถูกต้อง ตามผังงานที่กำหนด หรือไม่ หน้าจอของ Logic Flow Chart แสดงได้ ดังรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.14 หน้าจอ Logic Flow Chart

จากรูปที่ 4.14 นั้นสามารถแสดง ถึงสถานะการทำงานของระบบที่กำลังปฏิบัติงานอยู่ในขั้นตอนไหน และแสดงถึงฟังก์ชันสคริปต์ชุดไหน ที่กำลังทำงานอยู่ จากรูปแสดงให้เห็นว่าระบบสามารถอ่านค่าได้อุณหภูมิ Electronic Board ของอุปกรณ์วัดอุณหภูมิ มีค่าสูงเกินกว่ากำหนดหรือ Fail ทำให้ฟังก์ชันสคริปต์ทำการเขียนค่าไปยัง ส่วนของการแจ้งเตือน เพื่อแจ้งให้ผู้ปฏิบัติงานทราบ เพื่อทำการตรวจสอบและ แก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น

7. หน้าจอ FMEA (Failure modes and effects analysis) เป็นหน้าจอที่สร้างขึ้นเพื่อเป็นแนวทางในการประยุกต์ใช้ ข้อมูลจากอุปกรณ์ฟิลด์มาทำการ วิเคราะห์โหมดการทำงานผิดพลาด และผลที่อาจจะเกิดขึ้น โดยกระบวนการจำลองที่ทดลองเป็นกระบวนการควบคุมอุณหภูมิของไอน้ำในโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งจะจำลองให้สคริปต์วิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้น และสามารถแสดงผลกระทบที่จะเกิดขึ้นตามมาของปัญหา โดยที่คอลัมน์ต่างๆ ดังรูป จะแสดงถึง ชื่อของอุปกรณ์ หน้าที่ของตัวอุปกรณ์ ปัญหาที่เกิดขึ้นของอุปกรณ์ สาเหตุของการเกิดปัญหา ผลลัพธ์ของปัญหาที่เกิดขึ้น ความรุนแรงของปัญหาที่เกิดขึ้น ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| Failure Modes and Effect Analysis | | | | | | |
|-----------------------------------|------------------------|-------------------|------------------------|------------|-------------|--------------------|
| Name | Function | Mode | Cause | Effect | Criticality | Remarks |
| Control valve | Open for steam | Jam closed | Dirt , Corrosion | No steam | Dangerous | Have second valve? |
| | | Fail open | Power fail , Corrosion | False trip | Safe | |
| Temp. transmitter | Monitor temp. | Temp. high | Fluid Pump Stop | No cooling | Dangerous | Shutdown system |
| | | Temp. sensor fail | Battery runs out | False trip | Safe | |
| Power supply | Energy for valve | Fail | Maintenance, Error | False trip | Safe | |
| | Energy for transmitter | Fail | Battery runs out | False trip | Safe | |

รูปที่ 4.15 หน้าจอ FMEA



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

บทสรุปการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

วิทยานิพนธ์ ฉบับนี้ได้นำเสนอถึงเทคนิคการเก็บรวบรวมข้อมูลจากตัวอุปกรณ์ต่างๆที่ใช้เทคโนโลยีการสื่อสารแบบฮาร์ท จากตัวอุปกรณ์ฟิลต์ที่เป็นฮาร์ท และไวร์เลสฮาร์ท มาแสดงผลยังระบบสกาตา โดยข้อมูลทั้งหมดจากตัวอุปกรณ์จะถูกส่งไปในรูปแบบของสัญญาณไวร์เลสมายังไวร์เลสฮาร์ทเกตเวย์ และจากเกตเวย์ข้อมูลทั้งหมดจะถูกส่งไปยัง OPC ซอฟต์แวร์ “DASMBTCP OPC” ที่ถูกติดตั้งอยู่บนเครื่องคอมพิวเตอร์ ในรูปแบบของมอสบัส ทีซีพี โดยข้อมูลที่รับมาทั้งหมดนั้นจะถูกโปรแกรม Wonderware InTouch ประมวลผลและวินิจฉัยปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นด้วยฟังก์ชันสคริปท์ที่พัฒนาขึ้นเพื่อแสดงผล ติดตามการทำงาน การตรวจสอบและวินิจฉัย หรือตามวัตถุประสงค์ต่างๆ ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ระดับคือ ระดับผู้ใช้งานและระดับการบริหารจัดการ อีกทั้งตัวระบบยังสามารถวิเคราะห์และแจ้งเตือนปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นกับอุปกรณ์ให้กับผู้ใช้งานได้ทราบถึงสาเหตุ แนวทางแก้ไข ตลอดจนให้ข้อมูลสนับสนุนการตัดสินใจได้ด้วย

ในด้านของตัวอุปกรณ์ที่ใช้งานในระบบจะมีความแตกต่างกันในด้านสัญญาณที่ถูกส่งออกมาจากตัวอุปกรณ์ โดยตัววาล์วควบคุมจะเป็นอุปกรณ์ฮาร์ท ซึ่งต้องใช้ Wireless THUM Adapter ในการส่งข้อมูล ไปยังเกตเวย์ ด้วยการแปลงข้อมูลจากฮาร์ท ไปเป็น มอสบัส ทีซีพี เพื่อให้ตัววาล์วสามารถส่งข้อมูลไปยังระบบสกาตาได้ ส่วนอุปกรณ์วัดค่าอุณหภูมิแบบไวร์เลสฮาร์ทมีความสามารถในการส่งข้อมูลไปยังเกตเวย์ได้ด้วยตนเอง โดยที่ไม่ต้องใช้อุปกรณ์เสริม โดยการตั้งค่าของอุปกรณ์ทั้งหมดนั้น ต้อง ใช้ HART Field Communicator 475 ในการตั้งค่า Join Key เพื่อให้ตัวอุปกรณ์นั้นสามารถทำงานร่วมกันกับตัวเกตเวย์ที่กำหนดได้

ในด้านของส่วนแสดงผล จะถูกแบ่งการใช้งานออกเป็น 2 ประเภทคือ การใช้งานประเภทผู้ปฏิบัติงาน และการใช้งานประเภทผู้บริหาร โดยที่ทางฝั่งผู้ปฏิบัติการระบบจะแสดงค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ จากตัวอุปกรณ์ และแสดงปัญหาที่เกิดขึ้นในระบบ สำหรับส่วนผู้บริหารระบบยังคงแสดงค่าพารามิเตอร์จากตัวอุปกรณ์รวมถึงปัญหาที่เกิดขึ้นในระบบ เหมือนกับส่วนผู้ปฏิบัติการ แต่ระบบจะแสดงผลเพิ่มเติมในส่วนของจำนวนครั้งของปัญหาที่เกิดขึ้น และระบบยังสามารถแสดงถึงข้อมูลเชิงลึกถึงสาเหตุและแนวทางแก้ไขของตัวอุปกรณ์ได้อีกด้วย

5.2 ข้อเสนอแนะ

จากที่วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้นำเสนอผู้ที่สนใจสามารถนำไปประยุกต์ใช้งาน ในด้านการจัดการข้อมูลของอุปกรณ์ที่เป็นไวร์เลสฮาร์ท เพื่อนำข้อมูลทั้งหมดมาแสดงผลในโปรแกรมเดียวกันได้ แต่จากการทดลองพบว่ายังคงมีความยุ่งยากในการเข้าถึงข้อมูล และการจำลองข้อมูลเพื่อทำการทดสอบการทำงานโปรแกรม เพราะในบางค่า Parameter เป็นเรื่องยากที่จะทำให้เกิดขึ้นจริง ในอนาคตถ้ามีการพัฒนา Software สำหรับการจำลองข้อมูลให้สะดวกมากยิ่งขึ้นจะส่งผลให้ทางผู้ใช้งานมีความสะดวกสบายในการทดสอบโปรแกรมก่อนนำไปใช้ในงานจริง



เอกสารอ้างอิง

- [1] S. Kumool, S. Pongswatd and J. Jareonwatthanayothin, Simple Control Valve Diagnostic Tool for Foundation Fieldbus Technology, SICE Annual Conference 2012.
- [2] Teerawat Thepmanee, Rudtawat 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, April 2015.
- [3] Jianping Song, Song Han, Aloysius K. Mok, Deji Chen, Mike Lucas, Mark Nixon, Wally Pratt , Wireless HART: Applying Wireless Technology in Real-Time Industrial Process Control. , IEEE Real-Time and Embedded Technology and Applications Symposium.
- [4] Toshihiko Sakurai and Shuji Yamamoto, Gateway DTM for ISA100.11a Wireless adapter supporting HART and Modbus protocol. SICE Annual Conference 2014 September 9-12, 2014, Hokkaido University, Sapporo, Japan.
- [5] ชีทต ตริศิริโชติ, ระบบบัสสำหรับงานอุตสาหกรรม, 2552
- [6] โอภาส เอี่ยมสิริวงศ์, เครือข่ายคอมพิวเตอร์และการสื่อสาร (Computer Network and Communications) ฉบับปรับปรุง, 2552
- [7] รศ. ประสิทธิ์ จุลเสรีวงศ์, ระบบอัตโนมัติทางอุตสาหกรรม (Industrial Automation), คณะวิศวกรรมศาสตร์ม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, ปี พ.ศ. 2553
- [8] ทวิช ชูเมือง, การออกแบบระบบเครื่องมือวัดและควบคุมทางอุตสาหกรรม (เล่ม 1 ระบบควบคุมพื้นฐาน), ปี พ.ศ. 2549
- [9] Song Han¹, Xiuming Zhu, Aloysius K. Mok, Mark Nixon, Terry Blevins, Deji Chen² Control over WirelessHART Network, The Department of Computer Science, the University of Texas at Austin, Austin, TX 78712, USA
- [10] Acromag, Introduction to Modbus TCP/IP, 2005
- [11] Muhammad Baqer Mollah, Sikder Sunbeam Islam, Towards IEEE 802.22 Based SCADA System for Future Distributed System, IEEE/OSAIIAPR International Conference on Informatics
- [12] Emerson Process Management, Emerson Smart Wireless Gateway 1420, 2015
- [13] Emerson Process Management, Emerson Smart Wireless THUM Adapter, 2015
- [14] Emerson Process Management, Rosemount 648 Wireless Transmitter, 2016

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[15] กิติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ. การวิเคราะห์อาการขัดข้องและผลกระทบ FMEA.

กรุงเทพมหานคร: ส.เอเชียเพรส, 2547. Automotive Industry Action Group (AIAG).
Potential Failure Mode and Effects Analysis (FMEA). 3rd edition. July, 2002.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

แอปพลิเคชันสคริปต์ (Application Script)

```

IF VALVE_%CURRENT > 3 AND VALVE_TRAVEL == 0
THEN
    ACC_FAIL = 1;
ELSE
    ACC_FAIL = 0;
ENDIF;

IF VALVE_%CURRENT_STATUS == 0 OR VALVE_CURRENT_STATUS == 0
THEN
    CURRENT_BOX_ALARM = 1;
ELSE
    CURRENT_BOX_ALARM = 0;
ENDIF;

IF VALVE_%CURRENT >= ( VALVE_TRAVEL + 5) OR VALVE_%CURRENT <= (
VALVE_TRAVEL - 5 )
THEN
    VALVE_STUCK =1;
ELSE
    VALVE_STUCK =0;
ENDIF;

IF CURRENT_BOX_ALARM == 1 OR AMBIENT_TEMP_STATUS == 0 OR
VALVE_STUCK == 1
THEN
    CHECK_POSITIONER = 1;
ELSE
    CHECK_POSITIONER = 0;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
ENDIF;
```

```
IF VALVE_STUCK == 1 OR ACC_FAIL == 1
```

```
THEN
```

```
    CHECK_STEM = 1;
```

```
ELSE
```

```
    CHECK_STEM = 0;
```

```
ENDIF;
```

```
IF AMBIENT_TEMP >= 80 OR AMBIENT_TEMP_STATUS == 0
```

```
THEN
```

```
    TEMP_BOX_ALARM = 1;
```

```
ELSE
```

```
    TEMP_BOX_ALARM = 0;
```

```
ENDIF;
```

```
IF AMBIENT_TEMP >= 80
```

```
THEN
```

```
    TEMP_HIGH_ALARM = 1;
```

```
ELSE
```

```
    TEMP_HIGH_ALARM = 0;
```

```
ENDIF;
```

```
IF ACC_FAIL == 1 OR CHECK_POSITIONER == 1 OR CHECK_STEM == 1 OR
```

```
TEMP_BOX_ALARM == 1 OR VALVE_STUCK == 1
```

```
THEN
```

```
    VALVE_PROBLEM = 1;
```

```
ELSE
```

```
    VALVE_PROBLEM = 0;
```

```
ENDIF;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

IF (TT_PV_TEMP <= 20) OR (TT_PV_TEMP >= 80) OR TT_PV_STATUS ==0
THEN
    TT_TEMP_BOX_ALARM = 1;
ELSE
    TT_TEMP_BOX_ALARM = 0;
ENDIF;

```

```

IF TT_PV_STATUS ==0
THEN
    TT_TEMP_BOX_FAIL_ALARM = 1;
ELSE
    TT_TEMP_BOX_FAIL_ALARM = 0;
ENDIF;

```

```

IF TT_TV >= 80 OR TT_TV_STATUS ==0
THEN
    TT_DEVICE_TEMP_BOX_ALARM = 1;
ELSE
    TT_DEVICE_TEMP_BOX_ALARM = 0;
ENDIF;

```

```

IF TT_SUP_VOLT <= 5
THEN
    TT_BATT_LOW = 1;
ELSE
    TT_BATT_LOW = 0;
ENDIF;

```

```

IF TT_SUP_VOLT >= 12

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

THEN
    TT_BATT_OVER = 1;
ELSE
    TT_BATT_OVER = 0;
ENDIF;

IF TT_BATT_LOW==1 OR TT_BATT_OVER == 1 OR TT_SUP_VOLT_STATUS == 0
THEN
    TT_VOLT_BOX_ALARM = 1;
ELSE
    TT_VOLT_BOX_ALARM = 0;
ENDIF;

IF (TT_PV_TEMP <= 20) OR (TT_PV_TEMP >= 80)
THEN
    TRANSMITTER_PROCESS = 1;
ELSE
    TRANSMITTER_PROCESS = 0;
ENDIF;

TT_TEMP_BOX_FAIL_ALARM==1 OR TT_DEVICE_TEMP_BOX_ALARM == 1 OR
TT_VOLT_BOX_ALARM ==1
THEN
    TRANSMITTER_DEVICE = 1;
ELSE
    TRANSMITTER_DEVICE = 0;
ENDIF;

IF TRANSMITTER_PROCESS ==1 OR TRANSMITTER_DEVICE ==1
THEN

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

    TRANSMITTER_PROBLEM = 1;
ELSE
    TRANSMITTER_PROBLEM = 0;
ENDIF;

IF MANAGEMENT_COUNT_RESET== 1
THEN
    ACC_FAIL_COUNT =0 ;
    POSITIONER_FAIL_COUNT=0;
    AMBIENT_FAIL_COUNT = 0 ;
    DEVICE_SENSOR_FAIL_COUNT = 0;
    DEVICE_AMBIENT_FAIL_COUNT=0 ;
    DEVICE_BATTERY_FAIL_COUNT = 0;
ENDIF;

```

สคริปต์ตามเงื่อนไข (Condition Script)

```

ACC_Fail
IF ACC_FAIL ==1
THEN
    ACC_FAIL_COUNT = ACC_FAIL_COUNT +1 ;
ENDIF;

AMBIENT_TEMP_STATUS
IF AMBIENT_TEMP_STATUS==0
THEN
    AMBIENT_FAIL_COUNT = AMBIENT_FAIL_COUNT +1 ;
ENDIF;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

CHECK_POSITIONER
IF CHECK_POSITIONER==1
  THEN
    POSITIONER_FAIL_COUNT = POSITIONER_FAIL_COUNT +1 ;
  ENDIF;

TT_DEVICE_TEMP_BOX_ALARM
IF TT_DEVICE_TEMP_BOX_ALARM == 1
  THEN
    DEVICE_AMBIENT_FAIL_COUNT = DEVICE_AMBIENT_FAIL_COUNT +1 ;
  ENDIF;

TT_TEMP_BOX_FAIL_ALARM
IF TT_TEMP_BOX_FAIL_ALARM==1
  THEN
    DEVICE_SENSOR_FAIL_COUNT = DEVICE_SENSOR_FAIL_COUNT +1 ;
  ENDIF;

TT_VOLT_BOX_ALARM
IF TT_VOLT_BOX_ALARM == 1
  THEN
    DEVICE_BATTERY_FAIL_COUNT = DEVICE_BATTERY_FAIL_COUNT +1 ;
  ENDIF;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

| | |
|------------------------|---|
| ชื่อ-นามสกุล | นาย พรชัย พงศ์พิพัฒน์ภักดี |
| วัน เดือน ปีเกิด | 30 มีนาคม 2532 |
| ที่อยู่ | 90 ถนน ราชวิถี แขวงบางยี่ขัน เขต บางพลัด กรุงเทพฯ 10700 |
| ประวัติการศึกษา | 2554 วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมควบคุม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง |
| ความชำนาญเฉพาะด้าน | 1.) ระบบควบคุม 2.) การออกแบบระบบอัตโนมัติ |
| ประสบการณ์ด้านการทำงาน | |
| 2554-2555 | ตำแหน่ง วิศวกร ที่บริษัท Yokogawa Thailand |
| 2555-2556 | ตำแหน่ง วิศวกร ที่บริษัท HoneyWell System Thailand |
| 2556-ปัจจุบัน | ตำแหน่ง วิศวกร ที่บริษัท TTCL Public Company Limited |



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้