การพัฒนาระบบโฮสสำหรับระบบควบคุมแบบโครงข่ายที่มีการสื่อสารนานฟาวน์เดชันฟิลด์บัส

Developing Host System for Networked Control System on Foundation Fieldbus

คุณัญญา อินทร์ขำ

อานนท์ หนูทอง

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมควบคุม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา ๒๕๕๕

การพัฒนาระบบโฮสสำหรับระบบควบคุม แบบโครงข่ายที่มีการสื่อสารแบบฟาวน์เดชั่นฟิลด์บัส

Developing Host System for Networked Control System on Foundation Fieldbus

คุณัญญา อินทร์ขำ
อานนท์ หนูทอง

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิศวกรรมการวัดคุม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2555

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Developing Host System
for Networked Control System on Foundation Fieldbus

KUNANYA INKHAM
ANON NOOTHONG

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
BACHELOR OF ENGINEERING IN INSTRUMENTATION ENGINEERRING
FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUE OF TECHNOLOGY LARDKRABANG
ACADEMIC YEAR 2012

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2555
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระเจ้าเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองปริญญานิพนธ์

.....

หัวข้อปริญญานิพนธ์	การพัฒนาระบบโฮสสำหรับระบบควบคุมแบบโครงข่ายที่มีการสื่อสารแบบฟาวน์เดชั่นฟิลด์บัส Developing Host System for Networked Control System on Foundation Fieldbus
นักศึกษาผู้จัดทำ	นางสาวคุณัญญา อินทร์ขำ **รหัสนักศึกษา** 52010124 นายอานนท์ หนูทอง **รหัสนักศึกษา** 52011452
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมการวัดคุม
ปีการศึกษา	2555

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์	**ลายมือชื่อ**
รศ. สักรียา ชิตวงศ์	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	การพัฒนาระบบโฮสสำหรับระบบควบคุมแบบโครงข่ายที่มีการสื่อสารแบบฟาวน์เดชั่นฟิลด์บัส Developing Host System for Networked Control System on Foundation Fieldbus
นักศึกษาผู้จัดทำ	นางสาวคุณัญญา อินทร์ขำ รหัสนักศึกษา 52010124 นายอานนท์ หนูทอง รหัสนักศึกษา 52011452
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ. สักรียา ชิตวงศ์
ปีการศึกษา	2555

บทคัดย่อ

โครงงานนี้นำเสนอเกี่ยวกับการการพัฒนาระบบโฮสสำหรับระบบควบคุมแบบโครงข่ายที่มีการสื่อสารแบบฟาวน์เดชั่นฟิลด์บัสด้วยการใช้โปรแกรม SCADA คือ WinCC Explorer เพื่อมาออกแบบพัฒนาและใช้งานเป็นระบบโฮสสำหรับระบบควบคุม สำหรับโครงงานนี้ ระบบโฮสสำหรับการสื่อสารในระดับฟิลด์ เป็นการสื่อสารแบบฟาวน์เดชั่นฟิลด์บัส H1 (FF/H1) โดยใช้ USB โปรแกรม SCADA สามารถอ่านและเขียนข้อมูลผ่าน Tag ของ OPC Server ซึ่งถูกติดตั้งในคอมพิวเตอร์ที่เป็นโฮส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Developing Host System for Networked Control System on Foundation Fieldbus
Authors	Miss. Kunanya Inkham
	Mr. Anon Noothong
Thesis Advisor	Assoc.Prof. Sakreya Chitwong
Year	2012

ABSTRACT

This project presents developing the host system for Network Control System (NCS) on Foundation Fieldbus by using SCADA program, WinCC Explorer. It is used to design, develop and operate the host system for NCS. For this project, the host system communicator to field level in Foundation Fieldbus H1(FF/H1) via USB. The SCADA program read and write data via tag in which the OPC Server is installed on host computer.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีโครงงานนี้ได้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี เพราะได้รับความกรุณาจาก รองศาสตราจารย์สักรียา ชิตวงศ์ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ทุนทรัพย์และให้คำแนะนำ คำปรึกษาตลอดจนแนวคิดต่างๆในการจัดทำแก่ผู้จัดทำ และขอขอบคุณ บริษัท เอ็นเดรส แอนด์ เฮาเซอร์ (ไทยแลนด์) จำกัด และบริษัท แซมซั่น คอนโทรล จำกัด ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์เครื่องมือวัด ทำให้สามารถนำความรู้และเครื่องมือที่ได้มาใช้ในการทำโครงงาน

สุดท้ายขอขอบคุณ คุณเขมจิรา อัศวธนาธร ที่ให้คำแนะนำและช่วยเหลือเกี่ยวกับโปรแกรม WinCC Explorer ผู้จัดทำรู้สึกซาบซึ้งและขอกราบขอบพระคุณอย่างสูง

คณะผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II
กิตติกรรมประกาศ III
สารบัญ IV
สารบัญภาพ VII

บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ความสำคัญของปริญญานิพนธ์ 1
1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์ 1
1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์ 1
1.4 ขั้นตอนการศึกษา 2

บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง 3
2.1 หลักการทำงานของอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง 3
2.1.1 เครื่องสูบน้ำ 3
2.1.2 อินเวอร์เตอร์ 3
2.1.3 คอนเวอร์เตอร์ 3
2.1.4 สวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพาย 3
2.1.5 โซลิคสเตตรีเลย์ 3
2.2 หลักการของเครื่องมือวัดที่เกี่ยวข้อง 4
2.2.1 เครื่องมือวัดความดัน 4
2.2.2 เครื่องมือวัดอัตราการไหลแบบเวอร์เทค 4
2.2.3 เครื่องมือวัดอัตราการไหลแบบสนามแม่เหล็กไฟฟ้า 4
2.2.4 เครื่องมือวัดระดับแบบความดันแตกต่าง 4
2.2.5 เครื่องมือวัดระดับแบบความถี่ 5
2.2.6 วาล์วควบคุม 5
2.2.7 เครื่องวัดอุณหภูมิ 5
2.2.8 ฮีตเตอร์ 5
2.2.9 หม้อน้ำรถยนต์ 5
2.3 การสื่อสารข้อมูลในอุตสาหกรรม 5
2.3.1 ระบบวัดค่าและควบคุมสมัยใหม่ 7
2.3.1.1 Distributed Control System 9
2.3.1.2 Programmable Logic Controller 9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.3.1.3 Supervisory Control and Data Acquisition....10
2.3.1.4 ระบบวัดค่าอัจฉริยะ....10
2.3.2 โมเดลของ OSI....11
2.3.3 โปรโตคอล....12
2.3.4 มาตรฐานที่ใช้ในอุตสาหกรรม....13
2.3.4.1 มาตรฐาน RS-232....13
2.3.4.2 มาตรฐาน EIA-485....14
2.3.4.3 MODBUS....14
2.3.4.4 HART....15
2.3.4.5 PROFIBUS....15
2.3.4.6 Industrial Ethernet....16
2.3.4.7 TCP/IP....17
2.4 ฟาวน์เดชั่นฟิลด์....17
2.4.1 การสื่อสารของโปรโตคอลฟาวน์เดชั่นฟิลด์บัส....18
2.4.2 แนวคิดของฟาวน์เดชั่นฟิลด์บัส....19
2.4.3 อุปกรณ์ของฟิลด์บัส....19
2.4.4 แนวคิดของ HSE....20
2.4.5 เทคโนโลยีของฟาวน์เดชั่นฟิลด์บัส....20
2.4.6 บล็อก....22
2.4.7 โทโปโลยีของฟาวน์เดชั่นฟิลด์บัส....23
2.4.7.1 โครงข่ายแบบจุดต่อจุด....23
2.4.7.2 โครงข่ายแบบสายหลักกับสายย่อย....23
2.4.7.3 โครงข่ายแบบลูกโซ่....24
2.4.7.4 โครงข่ายแบบต้นไม้....24
2.4.7.5 โครงข่ายแบบผสม....25
2.5 OLE for Process Control (OPC)....25
2.5.1 OPC Client/OPC Server....30
2.5.2 การเชื่อมต่อกับระบบควบคุม....31
2.5.2.1 การเชื่อมต่อข้อมูลระหว่างระบบ....31
2.5.2.2 การเชื่อมต่อกับระบบ DCS....32
2.5.2.2.1 Modbus....32
2.5.2.2.2 การสื่อสารแบบอนุกรมหรืออีเทอร์เนต....33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.5 OLE for Process Control (OPC) 25
2.5.1 OPC Client/OPC Server 27
2.5.2 การเชื่อมต่อกับระบบควบคุม 29
2.5.2.1 การเชื่อมต่อข้อมูลระหว่างระบบ 29
2.5.2.2 การเชื่อมต่อกับระบบ DCS 29
2.5.2.2.1 Modbus 29
2.5.2.2.2 การสื่อสารแบบอนุกรมหรืออีเทอร์เนต 30
2.5.2.2.3 การสื่อสารผ่าน Application Node 30
2.5.3 การเชื่อมต่อกับระบบ PLC (PLC Interfacing) 31
2.5.4 การเชื่อมต่อกับระบบ SCADA 31
2.5.5 ปัญหาการใช้งาน OPC 32
2.6 Supervisory Control And Data Acquisition (SCADA) 32
2.6.1 โครงสร้างของ SCADA (Architecture) 33
2.6.1.1 โครงสร้างด้านฮาร์ดแวร์ (Hardware Architecture) 33
2.6.1.2 โครงสร้างด้านซอร์ฟแวร์ (Software Architecture) 34
2.6.1.3 โครงสร้างด้านการสื่อสาร (Communications) 35
2.6.1.4 โครงสร้างอินเทอร์เฟส (Interface) 35
2.6.1.5 โครงสร้างความสามารถในการขยายระบบ (Scalability) 35
2.6.1.6 โครงสร้างการสำรองระบบ (Redundancy) 36
2.6.2 หน้าที่การทำงาน (Functionality) 36
2.6.2.1 การเข้าถึงพารามิเตอร์ของอุปกรณ์ 36
2.6.2.2 ระบบแสดงผลแบบ MMI (Man Machine Interface) 36
2.6.2.3 ระบบแสดงกราฟสัญญาณแบบต่อเนื่อง (Trending) 36
2.6.2.4 ระบบแจ้งเตือน (Alarm) 37
2.6.2.5 การทำงานแบบ Automation 37
2.6.3 การสร้างและพัฒนา (Application Development) 37
2.6.3.1 การกำหนดคอนฟิกูเรชั่น 37
2.6.3.2 เครื่องมือในการพัฒนา (Development Tool) 37

บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน 39
3.1 การดำเนินงานด้านฮาร์ดแวร์ 39
3.1.1 แสดงข้อมูลของอุปกรณ์และทรานสมิตเตอร์ 39
3.1.2 ขั้นตอนการออกแบบและติดตั้งอุปกรณ์ 40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.2 การดำเนินงานด้านซอร์ฟแวร์....43
3.2.1 แสดงรายละเอียดของอุปกรณ์ที่ใช้เชื่อมต่อ....43
3.2.2 Wiring Diagram....45
3.2.3 การเชื่อมต่อซอฟท์แวร์....45
3.2.3.1 การตั้งค่าพารามิเตอร์ของฟิลด์บัส....45
3.2.4 รายละเอียดของฟังก์ชันบล็อกแอพพลิเคชั่น....46
3.2.4.1 การควบคุมความดัน....46
3.2.4.2 การควบคุมระดับน้ำในแทงค์....47
3.2.4.3 การควบคุมอุณหภูมิ....48
3.2.5 การเชื่อมต่อควบคุมกระบวนการและแสดงผลผ่าน OPC Server....49
3.2.5.1 การสร้าง OPC Channel ในโปรแกรม WinCC....49
3.2.5.2 การสร้าง Tag ในโปรแกรม WinCC Explorer....50
3.2.5.3 กราฟฟิคและการเชื่อมต่อ Tags กับ OPC....54

บทที่ 4 การแสดงผล....55
4.1 ขั้นตอนการทดลอง....55
4.2 แสดงเชื่อมต่อพารามิเตอร์ของกระบวนการพร้อมทั้งฟังก์ชันต่างๆที่สามารถใช้งานได้....56

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ....57

บรรณานุกรม....58

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2.1	แสดงรูปแบบการเชื่อมต่อ PLC	9
2.2	แสดงรูปแบบการเชื่อมต่อของ SCADA	10
2.3	แสดงรูปแบบระบบสื่อสารข้อมูลในงานอุตสาหกรรม	11
2.4	แสดงรูปการสื่อสารของโมเดล OSI	12
2.5	แสดงรูปแบบเฟรมทั่วไปของโปรโตคอล	13
2.6	แสดงรูปแบบการส่งข้อมูลโดย RS-232 ผ่านโมเด็มอนาล็อก	13
2.7	แสดงรูปแบบการส่งข้อมูลโดย RS-485	14
2.8	แสดงรูปแบบเฟรมของ MODBUS	15
2.9	แสดงรูปแบบการเชื่อมต่อของโปรโตคอล HART	15
2.10	แสดงรูปแบบการเชื่อมต่อ Profibus	16
2.11	แสดงรูปแบบการเชื่อมต่อของโปรโตคอล Ethernet	16
2.12	แสดงชุดโปโตคอล TCP/IP เทียบเคียงกับโมเดล OSI	17
2.13	แสดงพื้นฐานของการควบคุมของฟาวน์เดชั่นฟิลด์บัส	18
2.14	แสดงการเชื่อมต่อของเครือข่ายฟิลด์บัส	19
2.15	แสดงการเชื่อมต่ออุปกรณ์ของฟิลด์บัส	19
2.16	แสดงโมเดลของฟิลด์บัสและโมเดลของ OSI	20
2.17	แสดง The User Layer	21
2.18	แสดงโครงข่ายของฟิลด์บัสทั่วไป	23
2.19	แสดงโครงข่ายแบบจุดต่อจุด	23
2.20	แสดงโครงข่ายแบบสายหลักกับสายย่อย	24
2.21	แสดงโครงข่ายแบบลูกโซ่	24
2.22	แสดงโครงข่ายแบบต้นไม้	24
2.23	แสดงโครงข่ายแบบผสม	25
2.24	แสดงการเข้าถึงข้อมูลของโปรแกรมการใช้งาน	26
2.25	แสดงการเข้าถึงข้อมูลจากอุปกรณ์ผ่าน Driver	26
2.26	แสดงการใช้งานโปรแกรมแบบพิเศษต่างๆบนระบบควบคุม	27
2.27	แสดงการเชื่อมต่อข้อมูลระหว่างโปรแกรมการใช้งานบนแม่ข่าย	27
2.28	แสดงการเชื่อมต่อข้อมูลระหว่างโปรแกรมการใช้งานบนลูกข่าย	28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
2.29	แสดงการอ่านข้อมูลจากแม่ข่ายหลายชุด	28
2.30	แสดงการประมวลผลข้อมูลจากแม่ข่ายเดียวกัน	28
2.31	แสดงการเชื่อมต่อข้อมูลระหว่างระบบ	29
2.32	แสดงการสื่อสารด้วยมอสบัส	30
2.33	แสดงการสื่อสารแบบอนุกรม หรือ Ethernet Port	30
2.34	แสดงการสื่อสารผ่าน Application Node	31
2.35	แสดงการเชื่อมต่อกับระบบ PLC	31
2.36	แสดงการเชื่อมต่อกับระบบ SCADA	32
2.37	แสดงโครงสร้างแบบฮาร์ดแวร์ของระบบ SCADA	33
2.38	แสดงโครงสร้างแบบซอร์ฟแวร์ของระบบ SCADA	34
3.1	แสดง P&ID	40
3.2	ระบบระบายน้ำ	42
3.3	ขนาดของระยะฐานที่ติดตั้งอุปกรณ์	43
3.4	แสดงภาพฟิลด์แบริเออร์	44
3.5	แสดงสถานการณ์ทำงานของไฟ LED ของ USB-8486	44
3.6	แสดงการต่อสายของอุปกรณ์	45
3.7	แสดงการ Download Configuration	46
3.8	แสดงฟังก์ชันบล็อกของความดัน	46
3.9	แสดงฟังก์ชันบล็อกของระดับและอัตราการไหล	47
3.10	แสดงฟังก์ชันบล็อกอุณหภูมิ	48
3.11	แสดง WinCC Explorer – Add New Driver, Add OPC Channel	49
3.12	แสดงโปรแกรม WinCC Explorer – Create name OPC	49
3.13	แสดงโปรแกรม WinCC Explorer – OPC Connection	50
3.14	แสดงโปรแกรม WinCC Explorer – OPC Server Name	50
3.15	แสดงโปรแกรม OPC Scout – Add Group	51
3.16	แสดงโปรแกรม OPC Scout – Add Item	51
3.17	แสดงโปรแกรม OPC Scout – OPC Navigator	52
3.18	แสดงโปรแกรม WinCC Explorer – Tag Properties	52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
3.19	แสดงโปรแกรม OPC Scout – Item Propreties	53
3.20	แสดงโปรแกรม WinCC Explorer – OPC Address	53
3.21	แสดงโปรแกรม WinCC Explorer – Graphics Designer	54
3.22	แสดงหน้าตาของ Graphics Designer	54
3.23	แสดงฟังก์ชันการใช้งาน Graphics Designer	55
3.24	แสดงไดอะล็อก I/O Field Configuration ใน Graphics Designer	55
4.1	แสดงการใช้งานฟังก์ชันต่างๆของ WinCC	55
4.2	แสดงภาพรวมหน้าจอแสดงผล	56
4.3	แสดง Item name จาก Function Block Application ของกระบวนการความดัน	56
4.4	แสดงค่าที่เกิดขึ้นของกระบวนการความดัน	57
4.5	แสดงกราฟและค่าที่เปลี่ยนของอุปกรณ์	57
4.6	แสดง Item name จาก Function Block Application ในส่วนการเตือน	58
4.7	แสดงเหตุการณ์เตือนจากกระบวนการวัดความดัน	58

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญของปริญญานิพนธ์

ปัจจุบันเครื่องมือวัดในอุตสาหกรรมกระบวนการผลิต ได้มีการพัฒนากันอย่างต่อเนื่อง ทำให้อุปกรณ์ต่างๆในระบบเครื่องมือวัดมีความสามารถเพิ่มขึ้น ดังนั้นระบบการสื่อสารเพื่อทำการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างอุปกรณ์เหล่านี้จึงมีความจำเป็น โดยเฉพาะในส่วนการสื่อสารข้อมูลระหว่างอุปกรณ์การวัด (Measuring Device) กับอุปกรณ์ต่างๆในระบบเครื่องมือวัด เพื่อให้ตัวแปรต่างๆที่อยู่ในอุปกรณ์สามารถแสดงค่าบนระบบควบคุมซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการตรวจสอบสถานะของอุปกรณ์และยังทำให้ผู้ใช้งานสามารถวางแผนการปรับเทียบหรือซ่อมบำรุงได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อทำให้ปริมาณข้อมูลที่สื่อสารระหว่างอุปกรณ์ต่างๆ มีปริมาณมากขึ้น

ฟาวน์เดชั่นฟิลด์บัสเป็นเทคโนโลยีล่าสุดที่ได้มีการนำมาใช้ในการสื่อสารข้อมูลทดแทนการสื่อสารแบบเก่าที่ใช้เป็นสัญญาณอนาลอกด้วยมาตรฐานสัญญาณกระแส 4 - 20 mA และเมื่อนำระบบนี้ไปใช้งานแล้วยังทำให้ลดสายไฟที่เชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์กับระบบควบคุมได้

1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์

1. เรียนรู้หลักการของระบบสื่อสารที่ใช้ในงานอุตสาหกรรม (Industrial communication)
2. เข้าใจโครงสร้าง โครงข่าย และสถาปัตยกรรมของฟาวน์เดชั่นฟิลด์บัส
3. ศึกษา และเรียนรู้การใช้งานโปรแกรมเซ็ตค่าคอนฟิกของโครงข่าย อุปกรณ์ และตัวควบคุม (Network, Device and Control Configuration Program) ที่มีการสื่อสารแบบฟาวน์เดชั่นฟิลด์บัส
4. สามารถออกแบบ พัฒนา และสร้าง โปรแกรมเป็นระบบโฮสสำหรับส่งงานระบบควบคุมแบบโครงข่ายที่มีการสื่อสารแบบฟาวน์เดชั่นฟิลด์บัส

1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์

โปรแกรมต้นแบบทำหน้าที่เป็นระบบโฮสสำหรับระบบควบคุมแบบโครงข่ายที่มีการสื่อสารแบบฟาวน์เดชั่นฟิลด์บัส สำหรับควบคุมกระบวนการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ขั้นตอนการศึกษา

1. ศึกษาหลักการของระบบสื่อสารที่ใช้ในอุตสาหกรรม
2. ศึกษาโครงสร้าง โครงข่ายและสถาปัตยกรรมของฟาวน์เดชั่นฟิลด์บัส
3. ศึกษาการทำงานของ OLE for Process Control
4. ศึกษาเรียนรู้การใช้งานโปรแกรมเซ็ตค่าคอนฟิกของโครงข่าย อุปกรณ์และตัวควบคุมที่มีการสื่อสารแบบฟาวน์เดชั่นฟิลด์บัส
5. ศึกษาการใช้โปรแกรม WinCC Explorer เพื่อออกแบบและเขียน/อ่านจากตัวอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

2.1 หลักการทำงานของอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 เครื่องสูบน้ำ (Pump)

อุปกรณ์เพิ่มอัตราการไหลให้กับของเหลว โดยชนิดที่ใช้ คือเครื่องสูบน้ำหอยโข่งหลายใบพัดชนิดแนวนอน เมื่อเครื่องสูบน้ำทำงานจะทำให้ของไหลเกิดการเคลื่อนที่ด้วยความเร็วต่อเนื่อง โดยความเร็วที่เกิดขึ้นนั้นอาศัยการเหวี่ยงตัวของใบพัด

2.1.2 อินเวอร์เตอร์ (Inverter)

อุปกรณ์ทางไฟฟ้า ที่ใช้สำหรับเปลี่ยนไฟฟ้า DC เป็น AC โดยไฟฟ้า DC ที่นำมาเปลี่ยนนั้นมาจากแบตเตอรี่ เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรงหรือแผงโซล่าเซลล์ส่วนไฟฟ้า AC ที่ได้มาจะเหมือนกับไฟฟ้าที่ได้จากปลั๊กไฟตามผนังบ้านทุกอย่าง โดยอุปกรณ์ตัวนี้จะทำให้อุปกรณ์ต่างๆ เช่น มอเตอร์,พัดลม หรืออุปกรณ์ต่างๆที่ใช้ไฟฟ้า AC สามารถใช้ได้กับไฟฟ้า DC

ในการเลือกอินเวอร์เตอร์ให้เหมาะสมกับขนาดมอเตอร์ของเครื่องสูบน้ำต้องคำนึงถึงความสามารถในการขับมอเตอร์ขณะเร่งความเร็วและความเร็วรอบคงที่และดูพิกัดกำลังงานสูงสุดของแรงดันขาออกและความถี่ขาออกของอินเวอร์เตอร์ต้องเท่ากับแรงดันไฟและความถี่พิกัดของมอเตอร์

2.1.3 คอนเวอร์เตอร์ (Converter)

อุปกรณ์แปลงสัญญาณหรือพลังงานจากแบบหนึ่งไปเป็นอีกรูปแบบหนึ่งหรือแบบเดียวกันแต่คุณสมบัติต่างกัน

2.1.4 สวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพาย (Switching Power Supply)

แหล่งจ่ายไฟตรงซึ่งสามารถใช้เปลี่ยนแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับเป็นแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง สามารถเปลี่ยนแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับค่า 220 Vac. 50 Hz เป็นค่าแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงที่มีค่าคงที่ต่างๆ เช่น 12 VDC, 5 VDC โดยไม่ต้องใช้หม้อแปลงไฟฟ้า (Power Transformer) ซึ่งมีน้ำหนักมากและราคาสูง อีกทั้งยังสามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าสูงๆ เช่น 5 A, 10 A

โดยหลักการทำงานนั้นจะต้องมีวงจร 3 ส่วนที่ประกอบกัน คือ Rectifier, Filter และ Converter ซึ่งที่ได้เลือกนำมาใช้งาน คือ Switching Power supply ที่ให้ค่า Output DC 12 VDC

2.1.5 โซลิคสเตตรีเลย์ (Solid State Relay)

อุปกรณ์ที่ใช้เชื่อมต่อ (Interface) ระหว่างภาคควบคุม (Control) ซึ่งเป็นส่วนวงจรอิเล็กทรอนิกส์กับวงจรภาคไฟฟ้ากำลัง(Power) โดยที่ภาคทั้งสองจะมีระบบกราวด์ (Ground) ที่แยกออกจากกันทำให้สามารถป้องกันการลัดวงจร (Short circuit) และการรบกวนซึ่งกันและกันได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อดีของโซลิคสเตตรีเลย์ คือ สามารถทำงานได้เร็วไม่มีการอาร์คของหน้าสัมผัสทำให้ไม่เกิดประกายไฟและไม่มีการเสื่อมสภาพของหน้าสัมผัสจึงเหมาะสำหรับใช้ในงานที่ต้องการเปิด-ปิดบ่อยครั้ง

2.2 หลักการของเครื่องมือวัดที่เกี่ยวข้อง

2.2.1 เครื่องมือวัดความดัน (Pressure Transmitter)

เครื่องมือวัดความดันที่เปลี่ยนความดันทางกล ผ่านชุดทรานสดิวเซอร์ (Strain Gauge type คือ การยืดหดตัวของสเตรนเกจที่ยึดติดกับไดอะแฟรม) เป็นแรงดันไฟฟ้าในรูปของ Analog output current หรือ Voltage และนำมาต่อร่วมกับมิเตอร์, PLC เพื่อแสดงค่าแรงดันตลอดต่อเนื่องเพื่อที่จะนำไปควบคุมแบบOn-Off หรือ Control ระบบได้

2.2.2 เครื่องมือวัดอัตราการไหลแบบเวอร์เทค (Vortex Flow Meter)

เครื่องมือวัดการไหลโดยการวัดความถี่ของการไหลวนของไหลที่เกิดขึ้นจากสิ่งกีดขวาง หลักการทำงานของมิเตอร์อาศัยปรากฏการณ์ธรรมชาติในการเกิดลูปกระแสไหลวน (Vortice) ของของไหลเมื่อไหลผ่านสิ่งกีดขวาง ดังนั้น จึงสามารถสร้างมิเตอร์ให้มีสิ่งกีดขวาง (Buff body) อยู่ในตัว และเมื่อของไหลที่ต้องการวัดไหลผ่านลูก Vortice จะเกิดขึ้น โดยความถี่ของลูก Vortice จะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับอัตราการไหล

2.2.3 เครื่องมือวัดอัตราการไหลแบบสนามแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Flow Meter)

เครื่องมือวัดการไหลที่ใช้วัดของไหลที่มีค่าความนำไฟฟ้าโดยอาศัยกฎการเหนี่ยวนำสนามแม่เหล็กไฟฟ้าของฟาราเดย์คือ เมื่อมีตัวนำไฟฟ้าเคลื่อนที่ผ่านสนามแม่เหล็กจะเกิดแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำขึ้น มิเตอร์ชนิดนี้ตัวนำไฟฟ้า คือ ของเหลวที่ไหล ส่วนสนามแม่เหล็กจะถูกสร้างโดย Coil และมี Electrode 1 คู่ อยู่ที่ผนังท่อเพื่อตรวจจับแรงดันไฟฟ้าที่เกิดจากการเหนี่ยวนำแรงดันนี้จะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับความเร็วของของเหลวสนามแม่เหล็กถูกสร้างโดยไฟฟ้ากระแสตรงที่สลับขั้วได้ ซึ่งช่วยมิเตอร์ให้มีค่าศูนย์ที่มีเสถียรภาพและทำให้การวัดไม่ได้รับผลกระทบจากของเหลวที่ไม่เป็นเนื้อเดียวกัน มีหลายสถานะหรือมีค่าความนำไฟฟ้าต่ำโดยค่า EMF (Electromagnetic Flow Rate หรือ Q) จะแปรผันตรงกับความเร็วของการไหลของของเหลว และค่า Voltage ค่าแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจะสัมพันธ์กับความหนาแน่นของสนามแม่เหล็ก,ขนาดของท่อและความเร็วอัตราการไหลโดยที่ค่า Density และ Viscosity ของเหลวไม่มีผลต่อการวัดใดๆเลย

2.2.4 เครื่องมือวัดระดับแบบความดันแตกต่าง(Differential Pressure Transmitter)

เครื่องมือวัดระดับของเหลว โดยใช้หลักการความดันแตกต่างทั้งสองข้างของ Sensor จะส่งผลให้ไดอะแฟรมมีการเปลี่ยนแปลงเคลื่อนตัวไป โดยกรณีของถังที่บรรจุของเหลวแบบปิดนั้นจะทำการวัดความดันแตกต่างระหว่างความดันด้านบนของถังและความดันที่ก้นถังโดยมีจุดอ้างอิงอยู่จุดที่กำหนดขึ้นนั้นเอง นอกจากยังสามารถส่งสัญญาณความดันไปแสดงผลยังระบบคอมพิวเตอร์ที่ควบคุมได้ โดยสัญญาณเอาต์พุตที่ได้มีค่าเป็นสัดส่วนโดยตรงกับระดับของเหลวภายในถัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.5 เครื่องมือวัดระดับแบบความถี่ (Guided Wave Radar)

เซนเซอร์วัดระดับที่ทำงานบนหลักการของการส่งคลื่นเรดาห์ความถี่สูงซึ่งวิ่งไปบนก้านโลหะ เมื่อคลื่นเรดาห์วิ่งไปเจอผิวของของเหลวจะเกิดการสะท้อนกลับ เวลาตั้งแต่ส่งคลื่นจนกระทั่งรับคลื่นจะถูกแปลงให้เป็นระยะทางซึ่งระยะทางนี้คือระยะห่างระหว่างตัววัดและผิวของของเหลว

2.2.6 วาล์วควบคุม (Control Valve)

เป็นอุปกรณ์หนึ่งใน Final Element โดยมีหน้าที่หลักที่สำคัญ คือ ควบคุมอัตราการไหลของของไหล (Fluid flow control) เพื่อชดเชยกับสัญญาณรบกวนโหลดต่างๆในระบบ เช่น ความดัน (Pressure), การไหล (flow), ระดับ (Level) หรือ อุณหภูมิ (Temperature) และคอยรักษาค่าตัวแปรต่างๆ ให้ใกล้เคียงกับค่าเซ็ตค่ามากที่สุดเท่าที่จะสามารถทำได้ ส่วนประกอบของวาล์วควบคุม คือ Valve body, Trim, Actuator และ Positioner

2.2.7 เครื่องวัดอุณหภูมิ (Temperature transmitter)

เครื่องที่เปลี่ยนสัญญาณอินพุตจากตัวตรวจจับอุณหภูมิ (RTD, TC, Ohm, mV) ไปเป็นสัญญาณอนาล็อค 4-20 mA หรือ FIELDBUS Protocol สามารถปรับตั้งค่า (Set up) ตัวแปลงสัญญาณ (Transmitter) ให้เหมาะสมกับการวัดได้หลายวิธี โดยขึ้นอยู่กับรูปแบบของสัญญาณ ซึ่งได้แก่ การโปรแกรมโดยใช้ PC, PROFIBUS- PA, FF หรือ HART Protocol

2.2.8 ฮีตเตอร์ (Heater)

มีหลายแบบซึ่งแบบรัดท่อเป็นฮีตเตอร์สำหรับใช้รัดเข้ากับท่อหรือถังทรงกระบอก โดยใช้หลักการนำความร้อน ให้ความร้อนคงที่สม่ำเสมอ

2.2.9 หม้อน้ำรถยนต์ (Radiator)

อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน จากน้ำที่ไหลมาจากโพรงผนังเสื้อสูบก็จะเข้ามาสู่หม้อน้ำทางด้านบนจากนั้นก็ไหลลงมาตามท่อน้ำในหม้อน้ำท่อน้ำเหล่านี้จะเชื่อมติดกับครีบระบายความร้อน (รังผึ้ง) ซึ่งทำจากโลหะที่ถ่ายเทความร้อนได้รวดเร็ว เมื่อน้ำที่มีอุณหภูมิสูงเหล่านี้เคลื่อนตัวจากด้านบนลงสู่ด้านล่างก็จะถ่ายเทความร้อนออกไปให้ครีบระบายความร้อน ขณะเดียวกันพัดลมหม้อน้ำ (Fan) ก็จะทำการหมุนเพื่อดูดอากาศที่อยู่ด้านหน้าหม้อน้ำผ่านครีบระบายความร้อนหม้อน้ำ ออกมาทางด้านหลังเป็นการแลกเปลี่ยนความร้อน ไปเป็นอากาศ

เมื่อน้ำที่มีอุณหภูมิสูงไหลลงสู่ด้านล่างอุณหภูมิก็จะลดลงมาตามลำดับบริเวณด้านล่างหม้อน้ำจะมีท่อยางหม้อน้ำต่อไปสู่ทางเข้าผนังเสื้อสูบอีกทีทำให้น้ำที่มีอยู่ในระบบไหลเวียนไปมาระหว่างโพรงผนังห้องเครื่องกับหม้อน้ำได้อย่างต่อเนื่องตราบใดที่วาล์วนี้ยังคงเปิดอยู่

2.3 การสื่อสารข้อมูลในอุตสาหกรรม

การสื่อสารข้อมูลเกี่ยวข้องกับการถ่ายโอนข้อมูลข่าวสารระหว่างจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งที่เกี่ยวกับการสื่อสารข้อมูลแบบดิจิตอลเป็นรูปแบบการสื่อสารหลัก ในปัจจุบันข้อมูลที่รับส่งกันบางทีอาจจะเรียกอีกอย่างว่าข่าวสารหรืออินฟอร์เมชั่น (Information) ซึ่งถูกแทนด้วยแถวลำดับของค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ ดัดแปลง เผยแพร่ หรือแสวงหาประโยชน์ทางการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เท่ากับศูนย์และค่าเท่ากับหนึ่งในการส่งค่าแบบ ดิจิตอลซึ่งเป็นค่าที่สามารถถูกจัดการได้โดยง่ายด้วยคอมพิวเตอร์หรือหน่วย ประมวลผล (CPU) มีระบบสื่อสารข้อมูลหลายแบบสามารถสื่อสารได้โดยใช้ค่าอนาล็อก เช่น โทรศัพท์พื้นฐาน, วิทยุ, โทรทัศน์ เป็นต้น

แต่ในงานวัด ค่าสมัยใหม่เกือบทั้งหมดใช้การถ่ายโอนหรือส่งข้อมูลแบบดิจิตอล ระบบสื่อสารข้อมูลทุกระบบต้องมีตัวส่งข้อมูลหรือทรานสมิตเตอร์ (Transmitter) เพื่อส่งข้อมูลข่าวสาร และตัวรับ (Receiver) เพื่อตอบรับข้อมูลและเชื่อมอุปกรณ์ทั้ง 2 ข้างเข้าด้วยกัน ประเภทของสื่อสำหรับการเชื่อมต่ออาจจะใช้สายทองแดง, สายใยแก้วนำแสง, คลื่นวิทยุ หรือคลื่นไมโครเวฟ การเชื่อมต่อในระยะสั้น ๆ อาจใช้การเชื่อมต่อแบบขนาน (Parallel Connection) ซึ่งหมายความว่ามีสายสัญญาณหลาย ๆ เส้นในการนำพาข้อมูลหรือสัญญาณในเวลาเดียวกัน

ตัวอย่างการเชื่อมต่อแบบขนานที่ดี คือ การเชื่อมต่อของพรินเตอร์หรือเครื่องพิมพ์ในสมัยแรก ในปัจจุบันการสื่อสารข้อมูลเกือบทั้งหมดใช้การเชื่อมต่อแบบอนุกรม (Serial Connection) นั้นหมายความว่าข้อมูลถูกส่งเป็นลำดับบนสายสัญญาณวงจรเดี่ยวหรือเส้นเดี่ยว ซึ่งสามารถจัดการได้ง่ายกว่าโดยเราท์เตอร์ (Router) หรืออุปกรณ์ที่ติดตั้งที่ชุมสาย

บางครั้งข้อมูลแบบดิจิตอลถูกส่งบนระบบที่ออกแบบมาสำหรับสัญญาณอนาล็อกซึ่งมีจุดประสงค์ หลัก คือการพยายามที่จะใช้โครงสร้างพื้นฐานเดิมที่ไม่ต้องลงทุนใหม่ ตัวอย่าง คือ โมเด็ม (Modem) ซึ่งทำงานโดยวิธีการผสมข้อมูลดิจิตอลกับสัญญาณพื้นฐานที่เป็นอนาล็อก หรือการมอดูเลต (Modulate) ที่ส่งค่าไปบนสายโทรศัพท์ อีกด้านของสายโทรศัพท์จะมีโมเด็มอีกตัวหนึ่งทำการแยกสัญญาณหรือดีมอดูเลต (Demodulate) เพื่อให้ได้ข้อมูลดิจิตอลที่เหมือนข้อมูลที่ตัวส่งส่งมา คำว่า Modem ได้มาจาก Modulate and Demodulate อย่างไรก็ตามต้องมีการตกลงร่วมกันเกี่ยวกับการเข้ารหัสข้อมูลนั้น คือ ตัวรับต้องสามารถเข้าใจว่าตัวส่งส่งอะไรมา

โครงสร้างของข้อมูลหรือสัญญาณที่อุปกรณ์ตัวรับและตัวส่ง ซึ่งใช้ในการส่งข้อมูลถูกเรียกว่าโปรโตคอล (Protocol) พูดง่าย ๆ ก็คือภาษาในการสื่อสารภาษาหนึ่งในอุปกรณ์สื่อสารก็ว่าได้ในช่วง 10 ปี ที่ผ่านมามีมาตรฐานและโปรโตคอลมากมายที่ถูกพัฒนาขึ้น มาเพื่อให้เทคโนโลยีการสื่อสารสามารถนำมาประยุกต์ ใช้ในงานอุตสาหกรรมได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผู้ออกแบบและผู้ใช้เริ่มต้นตระหนักถึงการประหยัดงบประมาณและค่าใช้จ่าย

การที่จะเพิ่มผลผลิตให้ได้มากที่สุดด้วยการรวบระบบหลายๆ ระบบให้เป็นระบบเดียวเพื่อให้ง่ายต่อการปฏิบัติงาน และการวางแผนบำรุงรักษา รวมทั้งการใช้งาน ลดจำนวนผู้ดูแลบำรุงรักษา โปรโตคอล คือ โครงสร้างข้อมูลและระเบียบวิธีการที่ถูกใช้ในระบบสื่อสารข้อมูล ตัวอย่างเช่น คอมพิวเตอร์รับส่งข้อมูลกับเครื่องพิมพ์เอกสาร (Printer) เป็นต้น ในสมัยแรกเริ่มผู้พัฒนาซอฟต์แวร์และฮาร์ดแวร์ได้พัฒนาโปรโตคอลที่สามารถใช้ ได้กับผลิตภัณฑ์ของตนเองเท่านั้นเรียกอีกอย่างว่าระบบปิดก็ว่าได้

เพื่อที่จะเพิ่มความสามารถให้หลายๆ ระบบวัดและควบคุม สามารถทำงานร่วมกันได้ ลดการผูกขาดของผู้ผลิต การพัฒนามาตรฐานของโปรโตคอลจึงเป็นที่ต้องการของผู้ใช้ รวมทั้งผู้รับจ้างติดตั้งระบบงานหรืออินทีเกรเตอร์ (Integrator) มาตรฐานอาจจะเริ่มมาจากการใช้อย่างแพร่หลายของโปรโตคอลของผู้ผลิตใดผู้ผลิต หนึ่งที่ไม่ได้ปกปิดข้อมูลของตนเอง (บางครั้งเรียกว่า ดีแฟกโต้: De Facto) หรืออาจถูกพัฒนามาโดยเฉพาะโดยกลุ่มนักพัฒนากลุ่มหนึ่งที่เป็นตัวแทนของกลุ่มอุตสาหกรรมใดอุตสาหกรรมหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เช่น อุตสาหกรรมที่เกี่ยวกับพลังงาน เป็นต้น มาตรฐานทำให้มีหลายผู้ผลิตสามารถสร้างผลิตภัณฑ์ที่สามารถสื่อสารหรือทำงาน ร่วมกันได้ สำหรับผู้ใช้นั้นจะเป็นการง่ายขึ้นในการเลือกระบบหรืออุปกรณ์จากผู้ผลิตหลาย ๆ รายและสามารถทำให้มันทำงานร่วมกันได้ นั้นหมายความว่าผู้ใช้สามารถเลือกข้อดีหรือจุดแข็งของแต่ละผู้ผลิตมาใช้ใน ระบบของเขาได้

ถ้ากล่าวถึงระบบเกี่ยวกับการสื่อสารข้อมูลในงานอุตสาหกรรม ก็สามารถกล่าวได้ว่ายังขาดมาตรฐานที่แข็งแกร่งเพียงพอในทางด้านการสื่อสาร ข้อมูลที่สามารถตอบสนองความต้องการได้ทุกประเภทงานอุตสาหกรรม แต่อย่างไรก็ตามก็ยังมีบางมาตรฐานที่โดดเด่นและใช้อย่างแพร่หลาย ตัวหนึ่งที่คาดว่ารู้จักกันดีก็คือ มอสบัส ซึ่งเป็นมาตรฐานแบบดีแฟกโต้ ในระยะเวลา 20 ปีที่ผ่านมา MODBUS ได้ถูกนำมาใช้กับสื่อหรือมาตรฐานทางด้านฟิสิคอลแบบอนุกรม

เช่น EIA-232 และ EIA-485 ได้อย่างแพร่หลายและกว้างขวาง ในเรื่องเกี่ยวกับการสื่อสารข้อมูลมีประเด็นที่พูดได้ว่าน่าปวดหัวสำหรับผู้ ที่ยังขาดประสบการณ์รวมทั้งอินทีเกรเตอร์มือใหม่นั้นคือ โปรโตคอลที่ใช้ในการสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ต่างยี่ห้อกัน เช่น PLC, เซนเซอร์ รวมแม้กระทั่งคอมพิวเตอร์โดยเฉพาะถ้าโปรโตคอลในแต่ละผู้ผลิตมีความเบี่ยงเบน อันเนื่องจากการตีความหมายของมาตรฐาน

รวมทั้งตั้งใจที่จะทำให้แตกต่างซึ่งมักจะเป็นส่วนที่เรียกว่าฟังก์ชันเฉพาะของผลิตภัณฑ์ (Private Function) และนำฟังก์ชันมาใช้ในการติดตั้ง ถ้าจะมีโปรโตคอลที่มีคุณสมบัติโดดเด่นก็จะมีไม่กี่โปรโตคอล ซึ่งแต่ละตัวก็มีข้อดีข้อเสียหรือจุดแข็งจุดอ่อน เช่น PROFIBUS, Asi, DEVICENET หรือ DNP3 ที่ถูกใช้อย่างกว้างขวางในงานอุตสาหกรรมในแต่ละค่าย เช่น ค่ายยุโรป, ค่ายอเมริกาเหนือและค่ายเอเชียที่มักอ้างอิงถึงผลิตภัณฑ์ของประเทศญี่ปุ่น

มาตรฐานที่ได้รับความสนใจอย่างมากในช่วงหลายปีที่ผ่านมานั้นคือ Ethernet ซึ่งในอดีตหรือยุคแรกเริ่มได้ถูกปฏิเสธในการนำมาใช้งาน เนื่องจาก Ethernet ไม่สามารถคาดการณ์ล่วงหน้าได้นั้นหมายความว่าไม่สามารถรับประกันได้ว่า ข้อมูลระดับวิกฤตที่สำคัญจะถูกส่งได้ภายในเวลาที่กำหนดได้หรือไม่

แต่ในปัจจุบันปัญหาเหล่านี้ได้ถูกแก้ไขและปรับปรุงโดยการพัฒนาปรับปรุงมาตรฐาน Ethernet และเทคโนโลยีสวิตช์ชิ่งสมัยใหม่ อีกอย่างยังมีอีกโปรโตคอลที่ใช้ได้ดีมากกับ Ethernet และรู้จักกันดีนั้นคือ TCP/IP ซึ่งได้มาจากการพัฒนาอินเตอร์เน็ตและ TCP/IP ยังถือว่าเป็นโปรโตคอลที่นิยมอย่างกว้างขวางในทุกระบบงานมากที่สุด

2.3.1 ระบบวัดค่าและควบคุมสมัยใหม่ (Modern Instrumentation & Control System)

ในระบบวัดคุม ข้อมูลที่ต้องการ คือ ข้อมูลที่มาจากอุปกรณ์วัดค่าหรือเซนเซอร์และค่านั้น ๆ จะถูกไปยังอุปกรณ์ควบคุมหรือคอนโทรลเลอร์ (Controller) โดยส่วนใหญ่แล้วมักจะเป็นคอมพิวเตอร์หรือ PLC (Programmable Logic Controller) อุปกรณ์ควบคุมจะส่งข้อมูลให้ชุดวงจรควบคุมเพื่อควบคุมอุปกรณ์หรือเครื่องจักรตามต้องการ

การรวบหลายระบบเข้าด้วยกันโดยการใช้ความสามารถของระบบสื่อสารข้อมูลระหว่างแต่ละระบบ ที่มาจากผู้ผลิตแตกต่างกันในโรงงานจะสามารถลดจำนวนการลากสายคอนโทรลรวมทั้ง จำนวนเทอร์มินอล (Cable Terminal) ซึ่งมีค่าติดตั้งราคาค่อนข้างสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความสามารถในการผลิตและคุณภาพของผลิตภัณฑ์ คือ เป้าหมายหลักในการบริหารจัดการที่ดีของแต่ละกระบวนการผลิต การบริหารจัดการสามารถถูกปรับปรุงได้ด้วยข้อมูลกระบวนการผลิตที่แม่นยำที่สามารถหาได้ในระบบและภายในช่วงเวลาที่เหมาะสมกับความต้องการ จากนี้เราสามารถพูดได้ว่าระบบวัดค่าและควบคุมที่ดีสามารถสนับสนุนคุณภาพและความสามารถในการผลิต เป้าหมายหลักของระบบวัดคุมในงานอุตสาหกรรมมีดังต่อไปนี้

1. **ควบคุมกระบวนการผลิตและส่งสัญญาณเตือน (Control of Processes and Alarm)**

โดยทั่วไปการควบคุมกระบวนการต้องวัดค่าที่มีผลต่อกระบวนการ เช่น อุณหภูมิ หรือ อัตราการไหล ทำได้โดยใช้ตัววัดค่าแบบอนาล็อกซึ่งทำงานโดยให้ค่าเอาต์พุตมาตรฐานที่ 4-20 mA ซึ่งได้ถูกนำไปใช้ในอุปกรณ์วัดค่าอย่างแพร่หลายในหลาย ๆ ผู้ผลิต นั้นหมายความว่าเราสามารถใช้อุปกรณ์วัดค่าแบบอนาล็อกจากผู้ผลิตหลาย ๆ รายที่มีฟังก์ชันการทำงานเหมือนกันได้

ในปัจจุบันระบบวัดค่าแบบฟังก์ชันเดี่ยวหรือทำงานโดยไม่เกี่ยวข้องกับระบบอื่นได้ถูกแทน ที่ระบบแบบรวมหลาย ๆ ระบบเข้าด้วยกัน เช่น ระบบ DCS (Distributed Control System)

2. **การควบคุมลำดับการทำงาน, อินเตอร์ล็อกกิ้ง และสัญญาณเตือน**

โดยทั่วไป ระบบควบคุมเหล่านี้จะใช้รีเลย์ (Relay), ตัวตั้งเวลาหรือไทเมอร์ (Timer) และการลากสารควบคุมไปยังแผงควบคุม (Control Panel) แต่ในระบบขนาดใหญ่จะใช้ PLC เข้ามาช่วยการทำงานเนื่องจากสามารถลดจำนวนสายและอุปกรณ์ดังที่กล่าวมา อีกทั้ง PLC สามารถทำงานที่มีความซับซ้อนสูงได้ คิดค่าใช้จ่ายสำหรับงานที่มีความซับซ้อนสูง การใช้ PLC จะประหยัดค่าใช้จ่ายในการติดตั้งได้มาก

3. HMI (Human Machine Interface)

สมัยแรกกระบวนการผลิตในโรงงานจะถูกสั่งทำงานจากแผงควบคุมหน้าเครื่องจักรโดยผู้ปฏิบัติงานหลายๆคน ซึ่งแต่ละคนจะมีความรับผิดชอบ ในแต่ละส่วนงานของกระบวนการผลิตแตกต่างกันไป ระบบควบคุมสมัยใหม่มีแนวโน้มใช้ห้องควบคุมที่ศูนย์กลางสำหรับมอนิเตอร์โรงงานทั้งโรงงาน

ห้องควบคุมจะถูกติดตั้งด้วยชุดคอมพิวเตอร์ที่รวบรวมข้อมูลจากเซนเซอร์ ณ จุดต่างๆ และแสดงสถานะของกระบวนการทำงานโดยภาพกราฟิกที่เข้าใจง่าย รวมทั้งการมอนิเตอร์สัญญาณเตือน ควบคุมลำดับการผลิตแบบอัตโนมัติ และที่ขาดไม่ได้เช่นเดียวกันคือการทำการอินเตอร์ล็อก (Interlocking) เพื่อป้องกันอันตรายที่อาจเกิดขึ้นกับเครื่องจักรและผู้ปฏิบัติงาน

4. **สารสนเทศเพื่อการจัดการ (Management Information)**

ข้อมูลข่าวสารเพื่อการจัดการแบบสมัยแรก คือการอ่านค่าจากมิเตอร์ ตัวบันทึกหรือเร็คคอร์ดเดอร์ที่เป็นกราฟ ตัวนับและทรานสดิวเซอร์ และการสุ่มตัวอย่างผลิตภัณฑ์ จากกระบวนการทำงานข้อมูลจะถูกใช้เพื่อมอนิเตอร์ตรวจสอบประสิทธิภาพการทำงานโดยรวมทั้งระบบของโรงงานเพื่อจะได้ข้อมูลที่ใช้ในการจัดการปรับปรุงกระบวนการทำงานและการผลิต ปัจจุบันการดึงข้อมูลได้ถูกผนึกรวมเข้ากับระบบควบคุมเพื่อลดวิธีการดึง ข้อมูลที่ซ้ำซ้อน และเวลาการดึงข้อมูลที่เกี่ยวเนื่องกัน

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

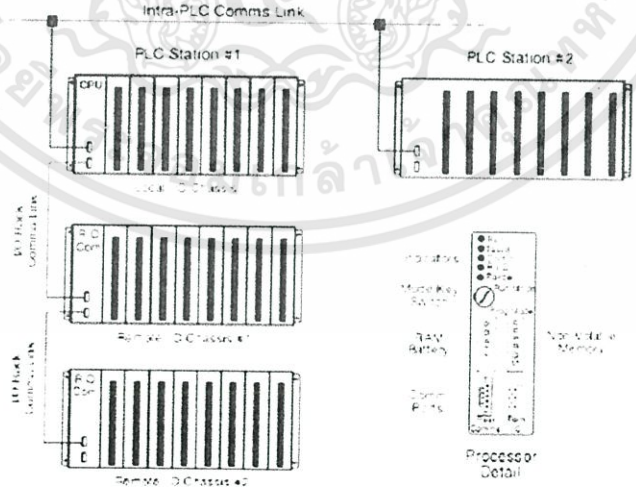
ลดเวลาหรือ ปัญหาการเกิดคอขวดของระบบหลายระบบ การบริหารจัดการที่ดีสามารถเข้าถึงแก่นของความสามารถในการผลิตและความสามารถของอุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุม ความสามารถหรือฟังก์ชัน สามารถถูกเพิ่มเติมตามความต้องการ โดยขึ้นอยู่กับเทคโนโลยีและประสิทธิภาพของส่วนประกอบอุปกรณ์ที่ใช้ เช่น IC, CPU และระบบสื่อสารข้อมูล สื่อ เครื่องมือ ตัวอย่างปัจจัยที่มีผลต่อการทำงานและการควบคุมโรงงาน คือ

2.3.1.1 Distributed Control System (DCS)

DCS คือ การควบคุมและการเข้าถึงข้อมูลกระบวนการผลิต โดยประกอบด้วยฮาร์ดแวร์และ ซอฟต์แวร์แบบดิจิตอล การทำงานของ DCS อยู่บนพื้นฐานการสื่อสารข้อมูล และการออกแบบเป็นโมดูลเป็นส่วน ๆ หรือกระจายหน้าที่การทำงานแต่อยู่บนพื้นฐานสถาปัตยกรรมที่ทำงานร่วมกัน แต่ละโมดูลจะมีหน้าที่เฉพาะของมัน เช่น HMI การดึงค่าอนาล็อกและดิจิตอล โดยปกติจะมีอุปกรณ์ที่ไว้สำหรับการเชื่อมต่ออุปกรณ์ควบคุมและเซนเซอร์เข้าด้วยกัน

2.3.1.2 Programmable Logic Controller (PLC)

PLC ได้ถูกพัฒนาประมาณปลายปี 1960 เพื่อแทนที่ชุดของรีเลย์ โดยเฉพาะในอุตสาหกรรมการผลิตรถยนต์ PLC ถูกใช้ควบคุมลำดับการทำงานและอินเตอร์ล็อกกิ้งด้วยการควบคุมเปิด/ปิดวงจร หรือเรียกอีกอย่างว่า Digital Input/Output (DI/DO) ในตัว PLC จะมีหน่วยประมวลผลหรือ CPU ที่สามารถเขียนโปรแกรมสั่งทำงานด้วยภาษาค่อนข้างเข้าใจได้ง่าย เรียกว่าภาษาแลดเดอร์ (Ladder Logic) PLC สมัยใหม่จะมี ชุด Analog Input (AI) ด้วย และสามารถรองรับการโปรแกรมที่ซับซ้อนและขนาดใหญ่คล้ายกับระบบ DCS เช่น PID Loop การเชื่อมต่อ PLC สามารถเชื่อมต่อด้วยความเร็วสูงในระดับ 10/100 mbps หรือโดยทางอินเตอร์เน็ตได้ ดังแสดงในรูปที่ 2.1

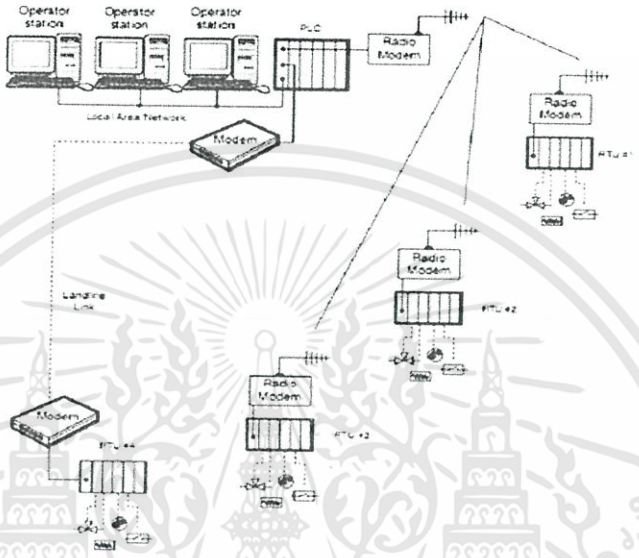


รูปที่ 2.1 แสดงรูปแบบการเชื่อมต่อ PLC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.1.3 Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA)

SCADA หมายถึงระบบที่ประกอบด้วย RTU (Remote Terminal Unit) จำนวนหลาย ๆ ตัว ที่เก็บข้อมูลจากภาคสนามและส่งข้อมูลกลับมายังมาสเตอร์ (Master) ที่ศูนย์กลางด้วยการสื่อสารข้อมูล SCADA สามารถควบคุมอุปกรณ์ระยะไกลผ่านชุดดิจิตอลเอาต์พุตของ RTU ดังรูปที่ 2.2 ซึ่งแสดงตัวอย่างของ SCADA



รูปที่ 2.2 แสดงรูปแบบการเชื่อมต่อของ SCADA

2.3.1.4 ระบบวัดค่าอัจฉริยะ (Smart Instrument Systems)

ในปี 1960 อุปกรณ์ที่วัดค่าใช้ค่า 4-20 mA การส่งค่าและเป็นที่นิยมเป็นอย่างมากหรือเรียกอีกอย่างว่าเป็นมาตรฐานดีแฟกโต้สำหรับเทคโนโลยีการวัดค่าในสมัยนั้นก็ว่าได้ ผลคือ ผู้ผลิตอุปกรณ์วัดค่าในสมัยนั้นใช้การสื่อสารโดยส่งค่าอนาล็อก 4-20 mA ในผลิตภัณฑ์ของพวกเขา ทำให้ผู้ใช้มีตัวเลือกสำหรับเครื่องวัดและเซนเซอร์จากผู้ผลิตมากมายโดยไม่ ต้องมีการแก้ไขปรับปรุงให้ทำงานเข้ากันได้

ด้วยการพัฒนาอย่างรวดเร็วของโปรเซสเซอร์และเทคโนโลยีทางดิจิตอล สถานการณ์หรือผลได้เปลี่ยนไปมาก ผู้ใช้เริ่มพึงพอใจกับประสิทธิภาพและประโยชน์เครื่องวัดค่าแบบดิจิตอล ด้วยคุณสมบัติของดิจิตอลข้อมูลหรือค่า สามารถถูกแสดงโดยหน้าจอแสดงผลหลาย ๆ แห่งพร้อมกัน มีความน่าเชื่อถือได้สูง ประหยัด สามารถปรับจูนตนเองได้โดยอัตโนมัติ และสามารถถูกตรวจสอบความผิดพลาดได้โดยง่าย

การเปลี่ยนแปลงมีแนวโน้มค่อย ๆ เปลี่ยนจากแบบอนาล็อกไปสู่แบบดิจิตอลทั้งหมด ในปัจจุบันเซนเซอร์แบบดิจิตอลมีจำนวนมากที่มีความสามารถในการสื่อสารข้อมูลแบบดิจิตอล เหล่านี้รวมทั้งเซนเซอร์สำหรับทำการวัดอุณหภูมิ ความดัน ระดับของเหลว การไหล มวลหรือน้ำหนัก ความเข้มข้น รวมทั้งวัดค่าทางไฟฟ้า เหล่านี้รู้จักในนามตัววัดค่าอัจฉริยะ (Smart Instrument)

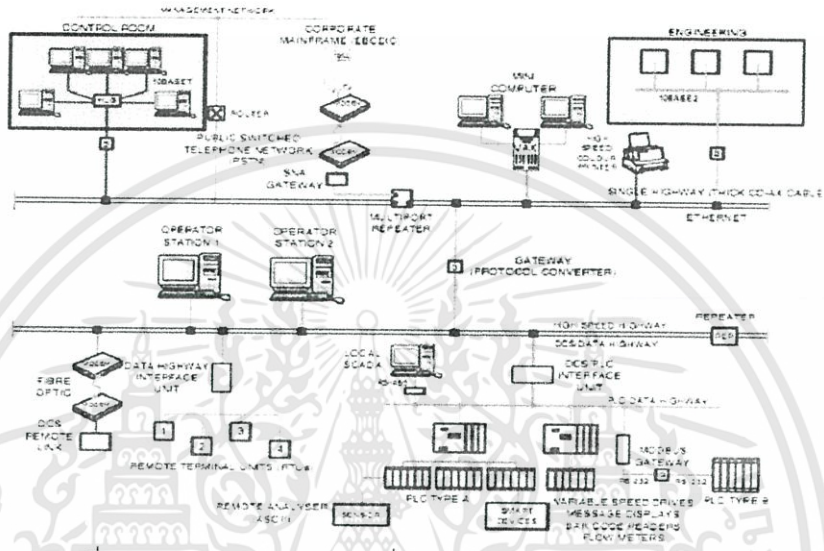
คุณสมบัติหลักในการนิยามตัววัดค่าอัจฉริยะคือ

- เป็นเซนเซอร์ประมวลผลแบบดิจิตอล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- มีความสามารถในการส่งข้อมูลแบบดิจิตอล
- มีความสามารถในการต่อพ่วงกับอุปกรณ์ตัวอื่น

มีอุปกรณ์หลายรูปแบบที่ประกอบด้วยการประมวลการสื่อสารแบบดิจิตอล ที่ถูกเรียกว่าแอกชูเอเตอร์ (Actuator) อัจฉริยะ ตัวอย่างเช่น ตัวขับความเร็วแบบปรับเปลี่ยนค่าได้ ซอฟต์สตาร์ทเตอร์ รีเลย์ป้องกัน ตัวควบคุมสวิตช์เกียร์แบบดิจิตอล ดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 แสดงรูปแบบระบบสื่อสารข้อมูลในงานอุตสาหกรรม

2.3.2 โมเดลของ OSI (OSI Model)

โมเดลของ OSI เป็นโมเดลที่ถูกอ้างอิงค่อนข้างมากซึ่งมันถูกพัฒนาโดยหน่วยงานสากลชื่อ International Organization for Standardization ซึ่งได้รับการสนับสนุนจากผู้ผลิตในงานอุตสาหกรรมเป็นจำนวนมาก โมเดลหรือต้นแบบของ OSI จะลดขั้นตอน ในการออกแบบระบบสื่อสารแทบทุกขั้นตอนรวมทั้งลดปัญหาในการสื่อสาร ในแต่ละชั้นหรือเลเยอร์ (Layer) ดังรูปที่ 2.4 มาตรฐานในการเชื่อมต่อทางฟิสิคอล เช่น EIA-232 จะถูกจัดลงในเลเยอร์ที่ 1

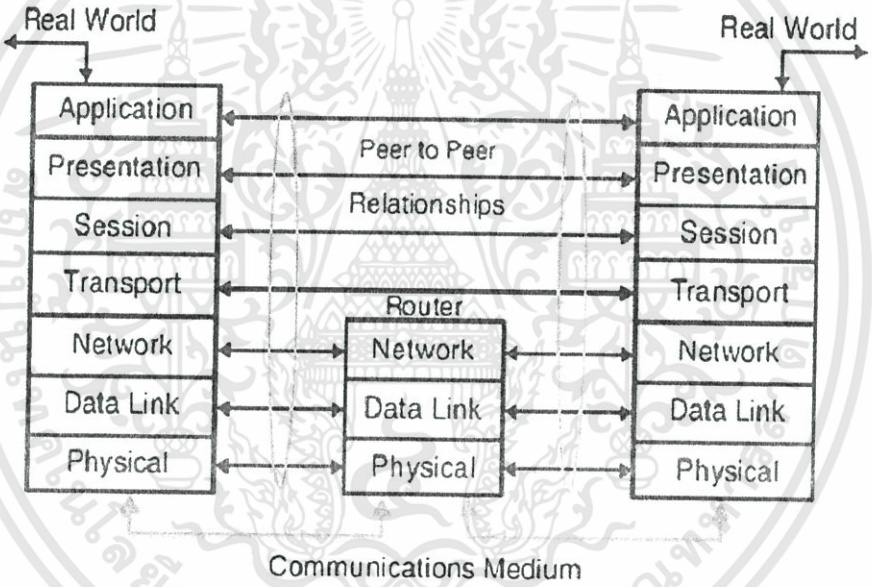
ขณะเดียวกัน เลเยอร์อื่น ๆ มักจะเกี่ยวข้องกับการทำงานของซอฟต์แวร์ ข้อความหรือข้อมูลจะถูกจัดลงในรูปของแพ็คเก็ต (Packet) ที่เป็นแถวลำดับข้อมูลในหน่วยไบต์ (Byte) โปรโตคอลจะกำหนดขนาด หรือความยาวของแพ็คเก็ต ในแต่ละแพ็คเก็ตต้องการที่อยู่ต้นทางหรือแอดเดรสต้นทาง (Source Address) และที่อยู่ปลายทางหรือแอดเดรสปลายทาง (Destination Address) ที่ตัวส่งหรือระบบสื่อสารรู้ว่าที่ไหนที่ข้อมูลจะถูกส่งไปถึงและตัวรับจะ สามารถรู้ว่าที่ไหนส่งข้อมูลมาให้

แพ็คเก็ตจะเริ่มถูกสร้างที่ชั้นบนสุดของโปรโตคอลปกติ คือ แอพพลิเคชั่นเลเยอร์ (Application Layer) และจะถูกส่งลงมาทีละลำดับชั้นผ่านการถูกประมวลผลโดยซอฟต์แวร์ในแต่ละชั้นจน กระทั่งมาถึงชั้นล่างสุดหรือฟิสิคอลเลเยอร์ (Physical Layer) และจะถูกส่งไปในสื่อสัญญาณหรือตัวกลาง ในช่วงเวลาที่แพ็คเก็ตลงมาทีละชั้นนั้นแพ็คเก็ตจะถูกเพิ่มข้อมูลส่วนหัวหรือ เฮดเดอร์ (Header) เฮดเดอร์ที่เพิ่มในแต่ละชั้นจะบอกเลเยอร์อีกฝั่งหนึ่งว่าจะต้องทำอย่างไรกับ แพ็คเก็ตที่มันได้รับ โดยที่ฝั่งรับแพ็คเก็ตจะถูกส่งขึ้นทีละชั้นเช่นกัน และส่วนของเฮดเดอร์จะถูกถอดออกและนำไปประมวลผลในแต่ละเลเยอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังตัวอย่าง ที่แอพพลิเคชั่นเลเยอร์จะได้รับข้อมูลส่วนหัวที่แอพลิเคชันเลเยอร์อีกฝั่งหนึ่งสร้างลูกศรระหว่างเลเยอร์ว่าแต่ละเลเยอร์อ่านแพ็คเก็ตที่มาจากเลเยอร์ ลำดับเดียวกันอีกฝั่งหนึ่ง ซึ่งวิธีนี้อาจถูกเรียกว่าการสื่อสารแบบเพียร์ทูเพียร์ (Peer-to-Peer) ถึงแม้ตัวแพ็คเก็ตจริง ๆ แล้วจะถูกเคลื่อนย้ายผ่านสื่อทางกายภาพจริง ๆ เช่น สายทองแดง ชั้นสแต็กของเลเยอร์ที่อยู่คั่นระหว่างกลาง ในรูปที่ 2.4 แสดงถึงเราเตอร์ที่ถูกใช้เพื่อแก้เงื่อนไขในการส่งข้อมูลระหว่าง 2 ฝั่งในกรณีพิเศษ เช่น กรณีอุปกรณ์ต่างระบบหรือต่างแพลตฟอร์ม (Platform) โมเดล OSI มีประโยชน์ในการกำหนดกรอบการออกแบบสำหรับระบบสื่อสารข้อมูลทุกระบบ

อย่างไรก็ตาม มันไม่ได้นิยามถึงตัวโปรโตคอลจริง ๆ หรือภาษาสำหรับการสื่อสารข้อมูลที่ถูกใช้ในแต่ละเลเยอร์ ผู้ใช้สุดท้ายยังคงคาดหวังว่ากลุ่มผู้ผลิต จะทำงานร่วมกันเพื่อนิยามมาตรฐาน ซอฟต์แวร์หรือฮาร์ดแวร์ให้เหมาะสมกับงานอุตสาหกรรมในแต่ละประเภท ดังนั้นการออกแบบระบบสื่อสารข้อมูลต้องออกแบบให้สอดคล้องกับโมเดล OSI และใช้มันเป็นข้อมูลพื้นฐานในการออกแบบเพื่อให้มันสามารถทำงานเข้ากันกับ อุปกรณ์ตัวอื่น ๆ ได้



รูปที่ 2.4 แสดงรูปการสื่อสารของโมเดล OSI

2.3.3 โปรโตคอล

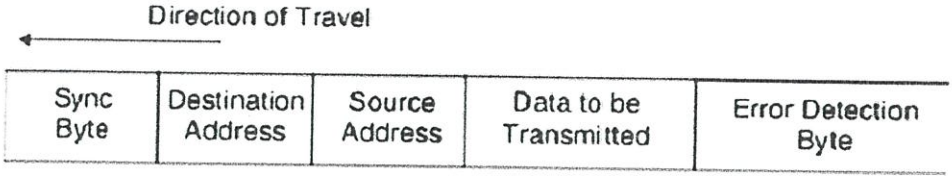
ดังที่กล่าวมาแล้ว โมเดล OSI ได้กำหนดกรอบการออกแบบของแต่ละโปรโตคอลให้ปฏิบัติตาม ในทางกลับกันโปรโตคอลนิยามรูปแบบเฟรมฟอร์แมต ในรูปที่ 2.5 ที่อาจจะประกอบส่วนต่าง ๆ ดังนี้

ไบต์แรก สามารถเป็นชุดของหนึ่งและศูนย์สลับกันเพื่อการเข้าจังหวะกับตัวรับหรือเป็นแฟลก (Flag) หรือตัวบ่งบอกว่าจุดเริ่มต้นของเฟรมอยู่ที่ไหน (ใช้สำหรับตัวรับ) ไบต์ที่สอง อาจจะบรรจุที่อยู่ปลายทางที่บอกว่าข้อมูลจะส่งไปที่ไหน ไบต์ที่สาม บรรจุที่อยู่ต้นทางเพื่อบอกว่าข้อมูลมาจากไหน และหลายๆ ไบต์ที่อยู่ตรงกลางเป็นข้อมูลจริงที่ต้องถูกส่งจากตัวส่งไปยังตัวรับ

และ ไบต์สุดท้าย คือ ตัวชี้บ่งบอกว่าเป็นจุดจบของเฟรมหรือเป็นรหัสสำหรับไว้ตรวจสอบความผิดพลาด เช่น CRC, LRC, หรือ Checksum โปรโตคอลมีหลากหลายจากง่าย ๆ (เป็นแบบ ASCII) หรือเป็นแบบไบนารีที่ซับซ้อนมาก (เช่น TCP/IP) ที่ทำงานที่ความเร็วในการส่งระดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

mbps อีกอย่างเราสามารถพูดได้ว่าไม่มีโปรโตคอลใดถูกหรือผิด แต่ขึ้นอยู่กับจุดประสงค์และความเหมาะสมในการนำไปใช้งานนั้น ๆ



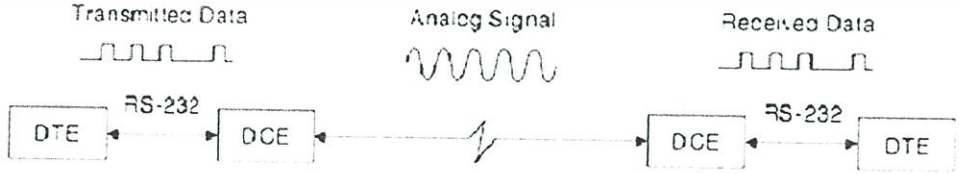
รูปที่ 2.5 แสดงรูปแบบเฟรมทั่วไปของโปรโตคอล

2.3.4 มาตรฐานที่ใช้ในอุตสาหกรรม

2.3.4.1 มาตรฐาน RS-232

RS-232หรืออีกชื่อ EIA-232คือมาตรฐานการเชื่อมต่อที่ถูกพัฒนาขึ้นในสหรัฐอเมริกา ในปี 1969 เพื่อนิยามรายละเอียดเกี่ยวกับสัญญาณไฟฟ้าและการเชื่อมต่อทางกายภาพระหว่างอุปกรณ์ต้นทางและปลายทาง หรือ DCE (Data Terminal Equipment) และอุปกรณ์ในการสื่อสารข้อมูล(DCE: Data Communication Equipment) ที่ทำการเปลี่ยนข้อมูลให้เป็นข้อมูลไบนารีแบบอนุกรมในรูปที่2.6 แสดงการสื่อสารแบบอนุกรมระบบสื่อสารอาจจะประกอบด้วยองค์ประกอบดังนี้

- DTE อุปกรณ์ที่สร้างข้อมูลหรือประมวลผลข้อมูลและส่งข้อมูล เช่น คอมพิวเตอร์
- DCE คือ ตัวแปลงข้อมูล เช่น โมเด็มที่แปลงสัญญาณให้อยู่ในรูปที่เหมาะสมกับสื่อสัญญาณ เช่น สัญญาณอนาล็อกสำหรับระบบโทรศัพท์
- สื่อสัญญาณ เช่น ระบบสายโทรศัพท์ และสายใยแก้วนำแสง
- ตัวรับที่เหมาะสมเช่น โมเด็ม หรือ DCE อีกด้านที่แปลงสัญญาณอนาล็อกกลับไปยังระดับสัญญาณที่ตัวเทอร์มินอลรับปลายทางสามารถนำไปใช้งานได้
- เทอร์มินอลรับข้อมูล เช่น เครื่องพิมพ์ที่รับสัญญาณพัลส์ดิจิตอลและถอดรหัสกลับเป็นตัวอักษร



รูปที่ 2.6 แสดงรูปแบบการส่งข้อมูลโดย RS-232 ผ่านโมเด็มอนาล็อก

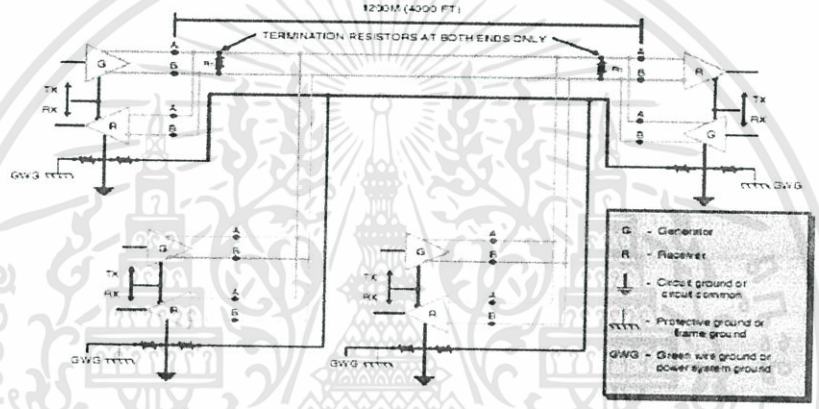
มาตรฐาน EIA-232C อธิบายการเชื่อมต่อระหว่างเทอร์มินอล (DTE) และโมเด็ม (DCE) ที่ทำการส่งข้อมูลดิจิตอลแบบอนุกรม และมันยังเปิดช่องให้ผู้ออกแบบฮาร์ดแวร์และโปรโตคอลสามารถพัฒนาผลิตภัณฑ์ได้อย่างยืดหยุ่นในระยะเวลาที่ผ่านมา มาตรฐานได้ถูกดัดแปลง

เอกสารนี้ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ในเชิงพาณิชย์ ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประยุกต์ใช้ในอุปกรณ์มากมายเช่น คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล, เครื่องพิมพ์, PLC, เครื่องมือวัด และอุปกรณ์อื่นๆ

2.3.4.2 มาตรฐาน EIA-485

EIA-485 เป็นระบบสื่อสารแบบสมดุลซึ่งใช้ระดับสัญญาณระดับเดียวกับมาตรฐาน EIA-422 แต่เพิ่มอัตราการส่งข้อมูล และจำนวนตัวรับส่งในสื่อเดียวกัน สามารถมีถึง 32 ตัว ตามที่มาตรฐานกำหนด มาตรฐาน EIA-485 ถูกใช้อย่างแพร่หลายในงานระบบวัดคุม ตัววัดค่าและตัวควบคุมสามารถถูกต่อเข้าด้วยกันบนเครือข่ายเดียวกัน รูประบบ RS-485 แบบง่ายๆแสดงในรูปที่ 2.7 EIA-485 สามารถใช้ระดับสัญญาณ TTL คือ 0-5 โวลต์ ในการส่งสัญญาณได้ การส่งข้อมูลจะเป็นแบบ Half Duplex ในกรณีต้องการส่งข้อมูลแบบ Full Duplex จะต้องใช้วงจร RS-485 2 ชุดเรียกอีกอย่างว่า RS-422



รูปที่ 2.7 แสดงรูปแบบการส่งข้อมูลโดย RS-485

2.3.4.3 MODBUS

MODBUS เป็นโปรโตคอลที่ถูกพัฒนาโดยบริษัท Modicon ประเทศสหรัฐอเมริกาซึ่งปัจจุบันได้เป็นส่วนหนึ่งของบริษัท Schneider Electric MODBUS ถูกออกแบบสำหรับใช้งานในระบบควบคุมการผลิตโดย PLC มาตรฐาน MODBUS นี้อ้างอิงกฎหรือขั้นตอนของชั้นดาต้าลิ้งค์เลเยอร์ (Data-Link Layer) และแอพพลิเคชั่นเลเยอร์ (Application Layer) ของโมเดล OSI เท่านั้น หมายความว่าขั้นตอนการทำงานในระดับชั้นฟิสิคอลเลเยอร์ (Physical Layer) สามารถใช้มาตรฐานใดก็ได้ MODBUS โปรโตคอลเป็นที่นิยมใช้อย่างกว้างขวาง

เพราะมีผลการสำรวจแล้วพบว่ามากกว่า 40% ของระบบสื่อสารข้อมูลในงานอุตสาหกรรมใช้ MODBUS ในหนึ่งเครือข่ายหรือระบบที่ใช้โปรโตคอล MODBUS สามารถมีจำนวนโหนดมากถึง 247 โหนดตามที่มาตรฐานกำหนดโดยใช้หลักการสื่อสารแบบ Master-Slave โดยมีโครงสร้างของเฟรมดังรูปที่ 2.8 ในส่วนของ Address Field บ่งบอกถึงอุปกรณ์ที่กำลังถูกดึงข้อมูล

ในส่วนของ Function Field บ่งบอกถึงคำสั่งที่กำลังถูกสั่งให้ทำงาน ตัวอย่างเช่น การอ่านการส่งค่าอนาล็อกและดิจิตอลในตัว Slave ส่วนของ Data Field คือข้อมูลที่ถูกส่งจากอุปกรณ์ Slave ไปยัง Master หรือจาก Master ไปยัง Slave (กรณีคำสั่งเขียนข้อมูล) สุดท้ายคือส่วน Error Field ใช้เพื่อสร้างความมั่นใจว่าตัวรับสามารถตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลได้

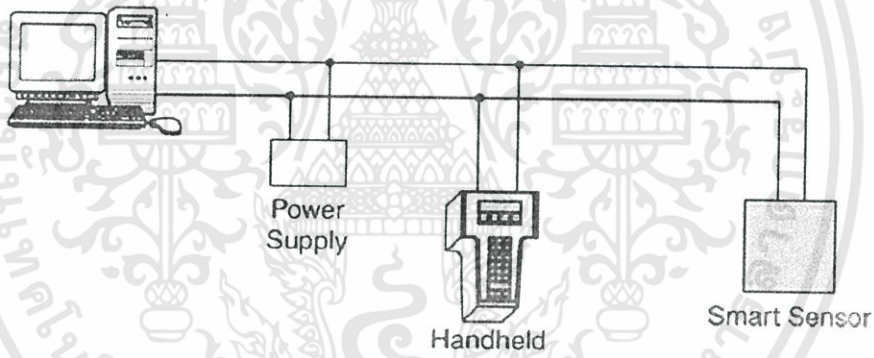
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Address Field	Function Field	DATA Data Field	Error Check Field
1 Byte	1 Byte	Variable	2 Bytes

รูปที่ 2.8 แสดงรูปแบบเฟรมของ MODBUS

2.3.4.4 HART

โปรโตคอล HART (Highway Addressable Route Transducer) คือ โปรโตคอลที่ใช้สำหรับอุปกรณ์วัดค่าโดยสามารถทำงานบนค่าอนาล็อกที่ 4-20mA ในรูปแบบส่งค่าแบบดิจิตอล นั้นหมายความว่าเราสามารถใช้สายเส้นเดิมของทรานส์ดิวเซอร์แบบดั้งเดิมทำการส่งข้อมูลโดยโปรโตคอล HART ดังรูปที่ 2.9

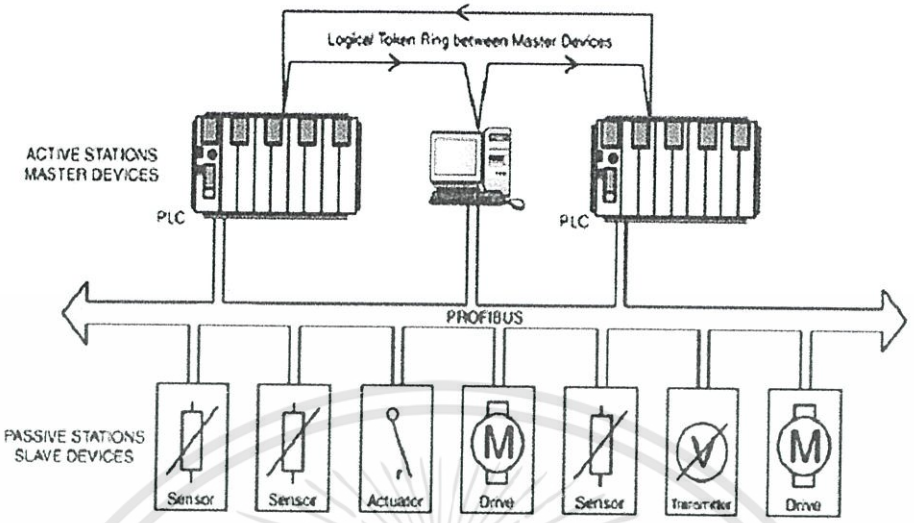


รูปที่ 2.9 แสดงรูปแบบการเชื่อมต่อของโปรโตคอล HART

2.3.4.5 PROFIBUS

ถึงแม้จะถูกพัฒนาโดยองค์กร German Standard Association โดยมาตรฐานที่ทำงานจะเป็นแบบ EIA-485 เรียกว่า PROFIBUS DP และที่ทำงานบนมาตรฐาน IEC61158 เรียกว่า PROFIBUS PA ตัว PROFIBUS เป็นโปรโตคอลที่ได้รับความนิยมค่อนข้างมาก โดยเฉพาะในงานอุตสาหกรรม โดยมีรูปแบบการเชื่อมต่อดังรูปที่ 2.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



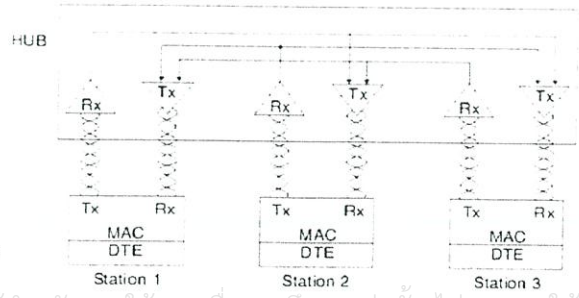
รูปที่ 2.10 แสดงรูปแบบการเชื่อมต่อ Profibus

PROFIBUS ใช้วิธีการสื่อสารข้อมูลแบบผสมผสานระหว่างวิธีโทเคนพาสซิงและมาสเตอร์สแลฟเพื่อให้ได้ประสิทธิภาพในการสื่อสารดีที่สุด PROFIBUS ใช้ 3 เลเยอร์ตามมาตรฐาน OSI คือ ฟิสิคอล, ดาต้าลิงค์ และแอพพลิเคชั่น และมีการเพิ่มเลเยอร์ที่ 8 เรียกว่า ยูสเซอร์เลเยอร์ สำหรับอุปกรณ์ที่ใช้ PROFIBUS เป็นโปรโตคอลหลักที่รู้จักกันดีคือ SIEMENS PLC

2.3.4.6 Industrial Ethernet

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

แต่ในปัจจุบัน Ethernet ความเร็วในการส่งข้อมูลสูงมากกว่า 100 mbps และยังทำงานแบบ Full Duplex ตามมาตรฐาน IEEE 802.3 ด้วยความสามารถของ Ethernet Switch ปัจจุบันสามารถจัดระดับความสำคัญของแพ็คเก็ตส่งผลให้ระบบ Ethernet สามารถคาดการณ์การได้รับข้อมูลแม่นยำดีขึ้นเป็นอย่างมาก Ethernet Switch ยังจัดการและติดตั้งได้ง่ายกว่าวิธีการแบบโทเคนพาสซิ่งเป็นอย่างมาก โดยรูปที่ 2.11 แสดงตัวอย่างทั่วไปของ 100BASE TX



รูปที่ 2.11 แสดงรูปแบบการเชื่อมต่อของโปรโตคอล Ethernet

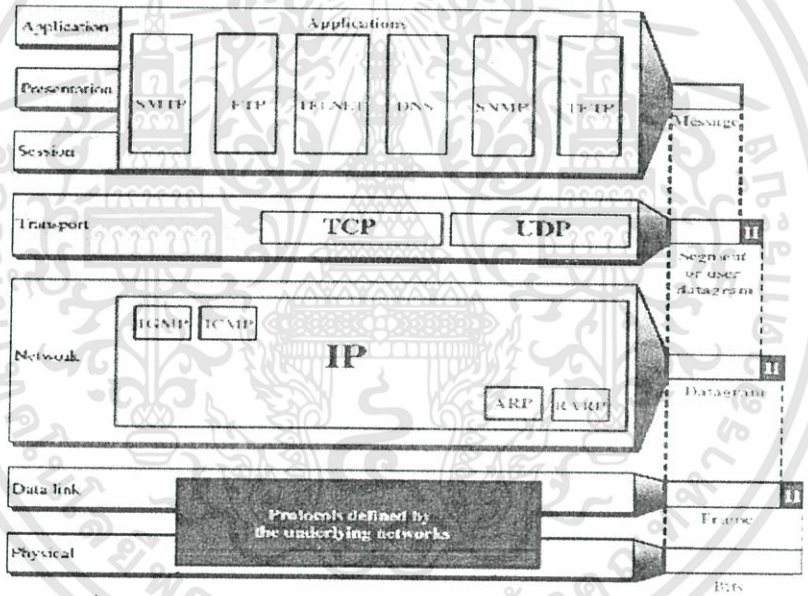
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.4.7 TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol)

แพร่หลายเนื่องจากเติบโตพร้อมกับระบบอินเตอร์เน็ต TCP/IP ยังทำงานได้ดีมากกับ Ethernet จริงแล้ว TCP/IP สามารถถูกจัดได้ 3 เลเยอร์ดังรูปที่ 2.12ดังนี้

- Process/Application Layer (เทียบเท่ากับ 3 เลเยอร์บนสุดของ OSI)
- Service/Host-to-Host Layer (เทียบเคียงกับ Transport ของ OSI)
- Internetwork Layer (เทียบเคียงกับ Network ของ OSI)

และที่จริงแล้ว TCP/IP คือชุดของโปรโตคอลหลาย ๆ ตัวที่มีคุณสมบัติเฉพาะตัวแตกต่างกันไปเช่น HTTP สำหรับการแสดงผลบนเว็บ, FTP สำหรับการถ่ายโอนไฟล์ เป็นต้น TCP/IP ถือว่าเป็นโปรโตคอลที่มีค่าใช้จ่ายค่อนข้างต่ำและถูกสนับสนุนอย่างแพร่หลายในทุกระบบงาน อาจจะกล่าวได้ว่าการเกิดของ TCP/IP ทำให้หลาย ๆ โปรโตคอลได้ตายหรือหายไปจากระบบสื่อสารก็ว่าได้ ปัจจุบันโปรโตคอล TCP/IP ได้มีความสำคัญต่อชีวิตประจำวันของมนุษย์มากไม่ว่าจะเป็นอินเตอร์เน็ต โทรศัพท์ คอมพิวเตอร์ซึ่งเป็นอุปกรณ์หลักในการให้บริการเราเช่น ระบบธนาคาร

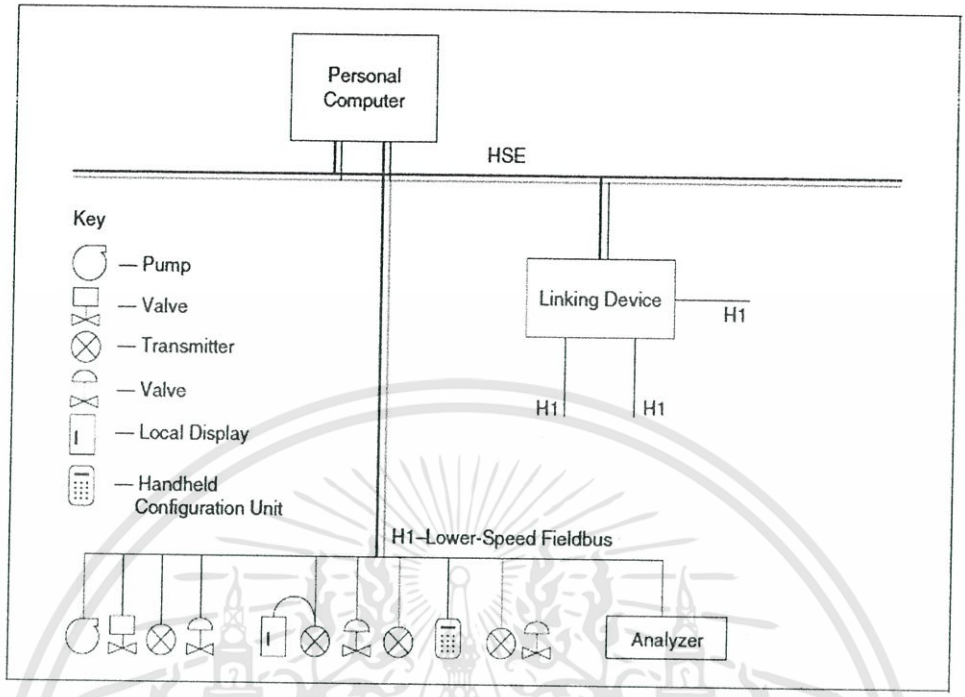


รูปที่ 2.12 แสดงชุดโปโตคอล TCP/IP เทียบเคียงกับโมเดล OSI

2.4 ฟาวน์เดชั่นฟิลด์ (FOUNDATION FIELDBUS)

ฟาวน์เดชั่นฟิลด์บัสเป็นเทคโนโลยีล่าสุด ที่ได้มีการนำมาใช้ในการสื่อสารข้อมูลทดแทนการสื่อสารแบบเก่า ที่ใช้เป็นสัญญาณอนาล็อกด้วยมาตรฐานสัญญาณกระแส 4 - 20 mA และเมื่อนำระบบนี้ไปใช้งานแล้ว ยังทำให้ลดสายไฟที่เชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์กับ ระบบควบคุมได้ บทความนี้จะอธิบายหลักการทำงานของฟาวน์เดชั่นฟิลด์บัสและจะแสดงรายละเอียดเกี่ยวการออกแบบเครื่องมือวัดในงานอุตสาหกรรมด้วยฟาวน์เดชั่นฟิลด์บัสเพื่อเป็นแนวทางสำหรับผู้ที่จะนำฟาวน์เดชั่นฟิลด์บัสไปใช้งานในการควบคุมอุตสาหกรรมกระบวนการผลิต ดังรูปที่ 2.13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.13 แสดงพื้นฐานของการควบคุมของฟาวน์เดชั่นฟิลด์บัส

2.4.1 การสื่อสารของโปรโตคอลฟาวน์เดชั่นฟิลด์บัส

ฟาวน์เดชั่นฟิลด์บัสมีโปรโตคอลที่ใช้สื่อสาร 2 แบบ คือ H1 และ HSE โดยที่ H1จะส่งสัญญาณที่ความเร็วในการสื่อสาร 31.25 Kb/s และใช้ติดต่อกับอุปกรณ์ (Field devices) ส่วน HSE (High Speed Ethernet) จะส่งสัญญาณที่ความเร็วในการสื่อสาร 10 ถึง 100 Mbps โดยใช้เทคโนโลยีแลนแบบ Ethernet

H1 เป็นการสื่อสารด้วยสัญญาณดิจิตอลแบบสองทิศทางระหว่างอุปกรณ์ ด้วยความเร็ว 31.25Kb/s ซึ่งจะเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ เช่น เซนเซอร์ แอกชูเอเตอร์ และคอนโทรลเลอร์ แล้ว H1 ยังเป็นโครงข่ายแบบ LAN สำหรับเครื่องมือวัดที่ถูกใช้ทั้งในกระบวนการและอุตสาหกรรมการผลิตแบบอัตโนมัติด้วยการควบคุมแบบกระจายผ่านเครือข่าย (Distribute the control application across the network)

HSE จะมีมาตรฐานของโปรโตคอล Ethernet/IP/TCP/UDP อยู่ที่ 10/100 Mbps และสามารถซับพอร์ตในบางฟังก์ชั่นเหมือนกับ H1 แต่จะใช้แบนด์วิดท์ที่สูงกว่า (10/100Mbps) แล้ว HSE สามารถเคลื่อนย้ายข้อมูลในปริมาณมากๆผ่านทางอินเตอร์เน็ต

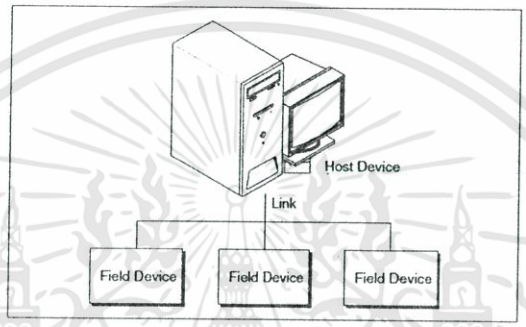
โครงข่ายโดยทั่วไปของ HSE นั้นจะเป็นการเชื่อมต่อกันระหว่างคอมพิวเตอร์ ส่วน H1 จะเป็นการเชื่อมต่อกันอย่างช้าๆระหว่างตัวอุปกรณ์ การออกแบบอุปกรณ์สำหรับ HSE นั้นจะ ถูกออกแบบให้สามารถเชื่อมต่อกันได้โดยตรง โดยส่วนใหญ่จะถูกออกแบบมาเพื่อที่จะใช้ใน 1 โปรโตคอลหรือ มากกว่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2 แนวคิดของฟาวน์เดชั่นฟิลด์บัส

เครือข่ายฟาวน์เดชั่นฟิลด์บัสถูกสร้างขึ้นจากอุปกรณ์ที่เชื่อมต่ออนุกรม (Serial bus) ซึ่งถูกเรียกว่า Links (หรือรู้กันในนาม segment) เครือข่ายประกอบด้วยลิงค์หนึ่งหรือมากกว่า การเชื่อมโยงแต่ละมีการกำหนดค่าระบุการเชื่อมโยงที่ไม่ซ้ำกัน ดังรูปที่ 2.14

เครือข่ายของฟิลด์บัสจะเชื่อมต่อโดยตรงกับอุปกรณ์ เช่น วาล์วควบคุม ทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิ หรืออุปกรณ์ที่เป็นตัวต้นแบบ (Host Device ex. PCs, Distributed control systems) ในการเชื่อมต่อโดยตรงของแต่ละอุปกรณ์นั้นจะต้องระบุ Tag, Address และ ID ของแต่ละอุปกรณ์ โดยห้ามซ้ำกัน



รูปที่ 2.14 แสดงการเชื่อมต่อของเครือข่ายฟิลด์บัส

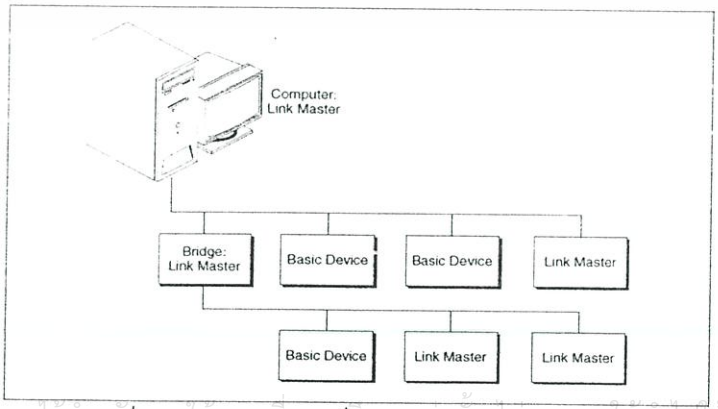
2.4.3 อุปกรณ์ของฟิลด์บัส

มี 3 ชนิดที่ใช้ในการเครือข่ายของ H1 คือ Link Masters, Basic Devices และ H1 Bridge ดังรูปที่ 2.15

Link Master เป็นอุปกรณ์ที่มีคุณสมบัติที่สามารถทำหน้าที่เป็นตัวควบคุมตารางเวลาการทำงาน (LAS) ของระบบได้ โดยต้องมีอย่างน้อย 1 ลิงค์ต่อเครือข่าย ตัว Link Master จะเชื่อมต่อกับบอร์ดที่อยู่ใน PC, DCS ,หรืออุปกรณ์อื่นๆ เช่น วาล์ว ทรานสดิวเซอร์ความดัน

Basic Device เป็นอุปกรณ์ที่ไม่มีคุณสมบัติที่สามรถทำหน้าที่เป็นตัวควบคุมตารางเวลาการทำงาน (LAS) ของระบบได้

H1 Bridges เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการขยายโครงข่ายของระบบเข้าด้วยกันโดยใช้อัลกอริทึมแบบ Spanning tree



รูปที่ 2.15 แสดงการเชื่อมต่ออุปกรณ์ของฟิลด์บัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

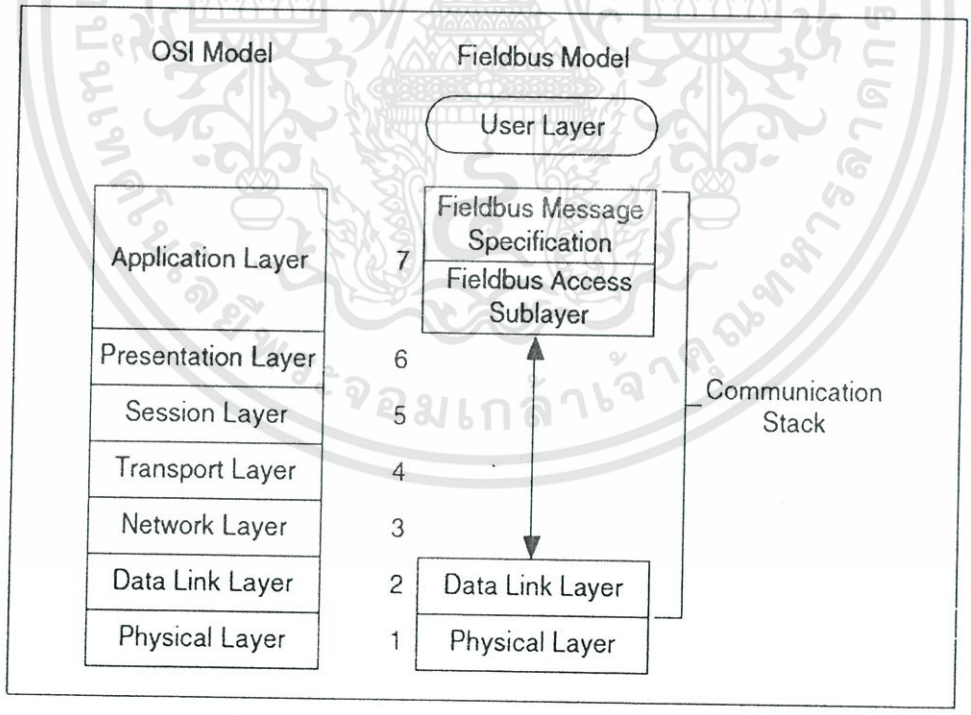
2.4.4 แนวคิดของ HSE

มี 4 อย่างคือ HSE Device, HSE Field Device, Linking Device และ I/O Gateway Device

- HSE Device เป็นชนิดของ Foundation ที่ถูกเชื่อมต่อเข้ากับ HSE Media โดยอุปกรณ์ HSE ทั้งหมดนั้นจะประกอบด้วย FDA Agent, HSE SMK, HSE NMA และ VFD
- HSE Field Device เป็น HSE Device ที่มีเพียง Function Block Application Process(FBAP) เพียงอย่างเดียว
- Linking Device เป็น อุปกรณ์ HSE ที่ถูกใช้ในการติดต่อกับ H1
- I/O Gateway Device คืออุปกรณ์ HSE ที่ใช้เพื่อเข้าถึงอุปกรณ์ Foundation Fieldbus ผ่าน Function blocks

2.4.5 เทคโนโลยีของฟาวน์เดชั่นฟิลด์บัส

การสื่อสารฟาวน์เดชั่นฟิลด์บัสประกอบด้วย 3 ส่วน คือ Physical Layer, Communication Stack และ User Application ดังรูป 2.16 แสดงไดอะแกรมของชั้นฟิลด์บัสเปรียบเทียบกับการสื่อสารโมเดลของ OSI (Open systems interconnect) โดยสังเกตเห็นว่าโมเดลของ OSI ไม่ได้กำหนดชั้น User Layer



รูปที่ 2.16 แสดงโมเดลของฟิลด์บัสและโมเดลของ OSI

ชั้นที่ 3,4,5 และ 6 ของโมเดล OSI จะไม่ได้ถูกใช้งานในฟาวน์เดชั่นฟิลด์บัส และจะมีส่วนสำหรับติดต่อกับผู้ใช้งาน (User application) เพิ่มขึ้นมาในระบบฟาวน์เดชั่นฟิลด์บัส

- Physical Layer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แปลงสัญญาณดิจิตอลของฟิลด์บัสจาก Communication stack ถึงสัญญาณฟิสิคอลส่งผ่านฟิลด์บัสเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ทุกตัวในระบบเข้าด้วยกันเพื่อใช้เป็นเส้นทางเดินของสัญญาณ โดยทั่วไปจะใช้สายไฟแบบปกติเหมือนกับระบบควบคุมทั่วไปซึ่งจะถูกกำหนดโดยมาตรฐาน IEC 1158-2 และ ISA S50.02

- Communication Stack

จะเป็นส่วนที่ใช้ในการสื่อสารระหว่าง ชั้นฟิสิคอล (Physical layer) กับผู้ใช้งาน (User layer) โดยจะประกอบด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วนดังนี้ Data Link Layer, Fieldbus Access Sublayer และ Fieldbus Message Sublayer

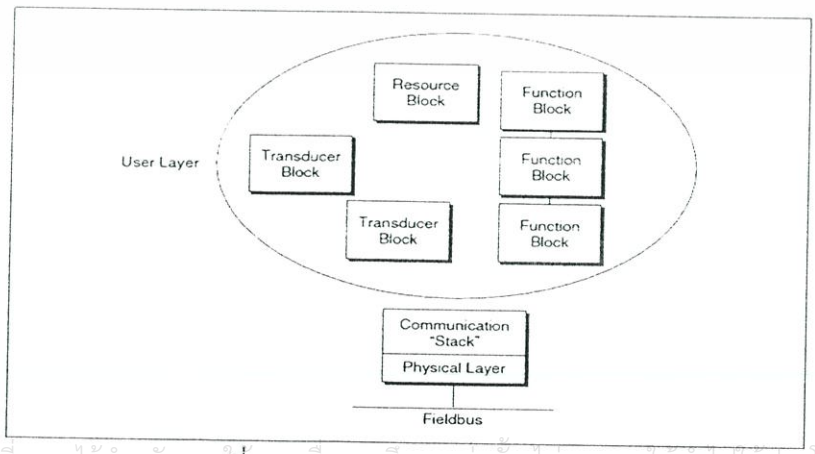
1. Data Link Layer (DLL) จะเป็นชั้นที่ใช้ในการควบคุมการรับส่งข้อความในระบบฟาวน์เดชั่นฟิลด์บัส โดยใช้เครื่องมือที่เรียกว่า ตัวควบคุมตารางเวลา (Link Active Scheduler หรือ LAS)
2. Fieldbus Access Sublayer เป็นการกำหนดรายละเอียดของข้อความโดยอาศัยคุณสมบัติของการรับส่งว่าข้อมูลที่จะทำการรับส่งเป็นแบบใด
3. Fieldbus Message Sublayer เป็นตัวที่ใช้กำหนดคุณสมบัติต่างๆของข้อความเพื่อทำให้ผู้ใช้งานสามารถส่งข้อความต่างๆผ่านระบบไปยังอุปกรณ์ต่างๆ

- Virtual Field Devices (VFD)

เป็นแบบจำลองสำหรับข้อมูลระยะไกล ให้บริการโดย Fieldbus Messaging Specification ช่วยให้สามารถอ่านและเขียนข้อมูลเกี่ยวกับอุปกรณ์ อ่านและเขียนข้อมูลตัวแปรในอุปกรณ์ และการทำงานต่างๆเช่น การอัพโหลด/ดาวน์โหลดข้อมูลและโปรแกรมต่างๆภายในอุปกรณ์แต่ละอุปกรณ์บนฟิลด์บัส สามารถมีได้มากกว่าหนึ่ง VFD การตั้งค่าเครือข่ายสามารถกำหนดให้แต่ละ VFD เป็นแท็กที่ไม่ซ้ำกันในแต่ละอุปกรณ์ อุปกรณ์ส่วนใหญ่จะมีเพียงหนึ่ง VFD โดยแต่ละ VFD จะมีเพียง 1 Resource block แต่จะมี Function block และ Transducer block ได้มากกว่าหนึ่ง โดยแต่ละบล็อกนั้นควรจะกำหนดให้ไม่ซ้ำกันในระบบฟิลด์บัส

- User layer

เป็นส่วนที่จัดเตรียมการสื่อสารระหว่างผู้ใช้งานกับระบบฟาวน์เดชั่นฟิลด์บัส โดยลักษณะของการสื่อสารใน User layer นี้ในระบบของฟาวน์เดชั่นฟิลด์บัส ดังรูปที่ 2.17 ได้มีการจัดเตรียมรูปแบบของการสื่อสารในรูปแบบของ Block ซึ่งจะประกอบด้วย Resource Block, Transducer Block, Function Block



รูปที่ 2.17 แสดง The User Layer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **Device Description File**

Device Description หรือ DD file เป็นส่วนของรูปแบบ File ข้อมูลที่บ่งบอกถึงข้อมูลต่าง ๆ ของ เครื่องมือวัดและควบคุม ที่มัน Support อยู่โดยถ้าเปรียบเทียบกับ Personal Computer ก็เป็นเสมือน Driver ของ Hardware ที่เราได้ทำการติดตั้งเข้ากับ Personal Computer ของเราและด้วยหลักการเดียวกันนี้เองหากมีการเปลี่ยน เครื่องมือวัดและควบคุม ของระบบ ระบบฟาวน์เดชั่นฟิลด์บัสที่มี Revision, Model หรือ Brand ที่ต่างไปจาก เครื่องมือวัดและควบคุม ตัวเดิม ผู้ใช้งานหรือผู้ดูแลระบบของฟาวน์เดชั่นฟิลด์บัสก็จะต้องทำการ Install DD file ตัวใหม่เข้าไปด้วย

2.4.6 บล็อก (Block)

มี 3 แบบ คือ Resource Block, Transducer Block และ Function Block

Resource Block

คุณสมบัติทั่วไปของ Resource Block ประกอบด้วยชนิดของอุปกรณ์และรุ่น รหัสของอุปกรณ์ เลขรหัสของผู้ผลิต แต่ละอุปกรณ์จะมี Resource Block 1 บล็อก มีข้อมูลว่าแบรนด์ (Brand) อะไรรุ่นเป็นอะไรเป็นส่วนที่อธิบายข้อมูลโดยทั่วไปของ เครื่องมือวัดและควบคุม นอกจากนั้น Resource Block จะต้องอยู่ในโหมด Auto พร้อมที่ปฏิบัติงานต่อ Block อื่นๆ เนื่องจากเป็นอุปกรณ์ที่ง่ายต่อการตรวจสอบ เวลาที่อุปกรณ์ผิดปกติโดยการสังเกตจากพารามิเตอร์

Transducer Block

เป็นส่วนที่บอกถึงรุ่นของตัวเซนเซอร์ที่อยู่ภายในอุปกรณ์เป็นส่วนที่ทำหน้าที่ในการวัด การประมวลผลข้อมูลก่อนที่จะส่งหรือรับข้อมูลจากส่วนของ Function Block นอกจากนี้ในส่วนของ Transducer Block ยังทำหน้าที่ในการสอบเทียบและการอนุญาตให้อุปกรณ์อยู่ในสภาวะที่ทำงานได้หรือสภาวะหยุดการทำงาน (Out Off Service) โดยทั่วไปจะมี Transducer block 1 บล็อก ต่ออุปกรณ์ 1 ช่อง แต่บางอุปกรณ์ก็อนุญาตให้มี Transducer 1 block ต่อ อุปกรณ์ 1 ช่อง

Function Block

Function Block เป็นส่วนที่ใช้ในเรื่องของการควบคุม โดยในระบบ FOUNDATION FIELDBUS จะเตรียม Function Block ออกมา 2 รูปแบบด้วยกันคือ Standard Function Block และ Application Function Block ในส่วนของ Standard Function Block จะเป็นรูปแบบของ Block ที่ใช้งานโดยทั่วไป เช่น ทรานสมิตเตอร์ทุกตัวจะต้องมี AO Block เพื่อที่จะได้สามารถส่งค่าสัญญาณที่ได้จากการวัดมาสู่ Host ได้หรือในวาล์วจะต้องมี AI,AO and PID Block ไม่ว่าวาล์วนั้นจะเป็นแบรนด์ใดก็ตามเพื่อที่ตัววาล์วจะได้สามารถรับค่าสัญญาณที่สั่งจาก Host เข้ามาทำการเปิดปิดตัว Valve ได้ส่วน Application Function Block จะเป็น Block ที่ทางผู้ผลิต เครื่องมือวัดและควบคุม เป็นผู้ที่ใส่เพิ่มเข้ามาเป็นลักษณะของ Option ให้กับทาง Owner

- **Function Block Modes** โหมดที่พบบ่อยที่สุดจะมี Automation (Auto), Cascade(Cas), Manual(Man) และ Out Of Service(OOS)

- โหมด Auto จะใช้ค่า ในบล็อกปกติในการกำหนดค่าเอาท์พุต
- โหมด Cascade บล็อกจะได้รับค่าเซ็ตค่ามาจาก Function Block ต่างๆ เพื่อที่จะใช้ในบล็อกปกติในการกำหนดค่าเอาท์พุต
- โหมด OOS บล็อกจะไม่ทำงานทั้งหมด โดยปกติแล้วโหมดนี้จะถูกใช้ขณะที่บล็อก

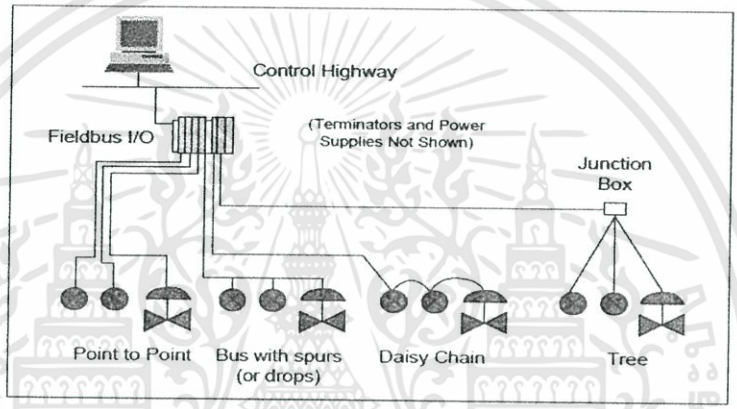
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กำลังทำการติดตั้ง ขณะที่อุปกรณ์บางอย่างจำเป็นต้องใช้ เพื่อที่จะป้องกันการทำงานจะอยู่ในโหมด OOS เมื่อเปลี่ยนค่าพารามิเตอร์เพื่อที่จะใช้ในบล็อกปกติในการกำหนดค่าเอาท์พุต

- โหมด Man ในโหมดนี้ผู้ใช้สมารถเขียนค่า output ได้โดยตรง

2.4.7 โทโปโลยีของฟาวน์เดชั่นฟิลด์บัส

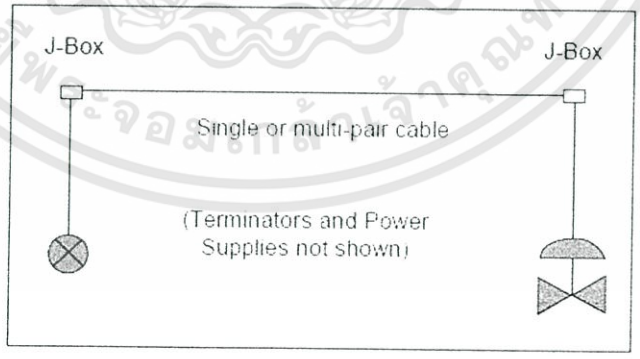
โครงข่ายของฟิลด์บัสมีหลายโทโปโลยีเพียงแต่ส่วนนี้จะยกตัวอย่างโทโปโลยีแค่บางส่วนที่น่าสนใจอย่างชัดเจนและง่ายต่อการใช้งาน โดยจะไม่กล่าวถึงพาวเวอร์ซัพพลายและเทอมิเนเตอร์ ดังรูปที่2.18



รูปที่ 2.18 แสดงโครงข่ายของฟิลด์บัสทั่วไป

2.4.7.1 โครงข่ายแบบจุดต่อจุด (Point-to-Point Topology)

ประกอบแค่เพียงอุปกรณ์สองตัวอยู่ในระบบ ยกตัวอย่างดังรูปที่ 2.19

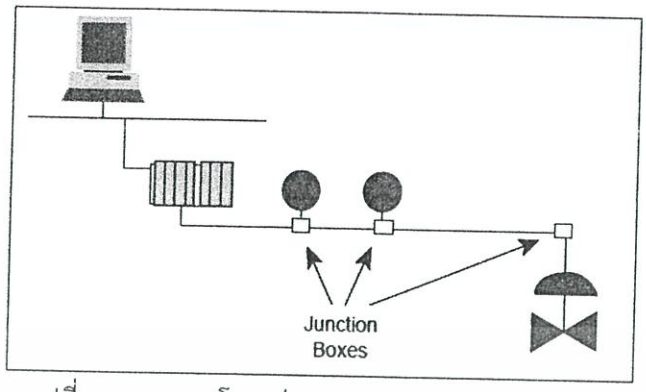


รูปที่ 2.19 แสดงโครงข่ายแบบจุดต่อจุด

2.4.7.2 โครงข่ายแบบสายหลักกับสายย่อย (Bus-With-Spurs Topology)

อุปกรณ์ฟิลด์บัสถูกเชื่อมต่อกับส่วนของสายหลักผ่านความยาวของสายเคเบิล ซึ่งก็คือสายย่อย มีความยาวจาก 1 เมตรถึง 120 เมตร ยกตัวอย่างดังรูปที่ 2.20

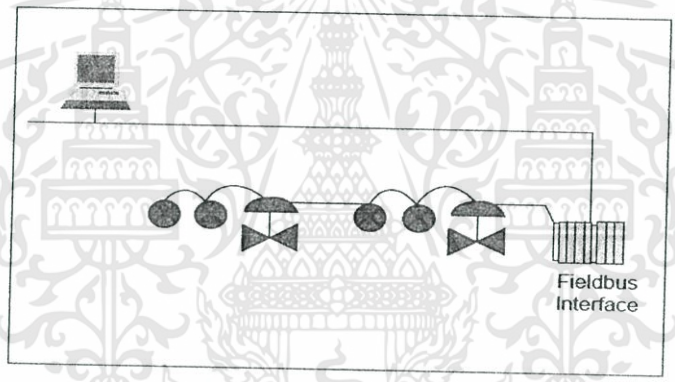
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.20 แสดงโครงข่ายแบบสายหลักกับสายย่อย

2.4.7.3 โครงข่ายแบบลูกโซ่ (Daisy-Chain)

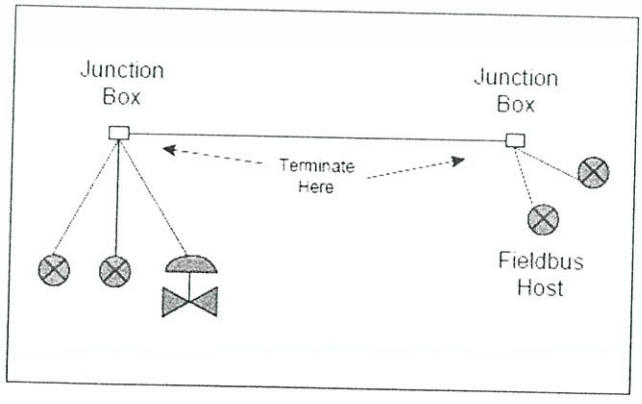
อุปกรณ์แต่ละตัวเชื่อมต่อกันระหว่างสายเคเบิลฟิลด์บัสแบบลูกโซ่ ยกตัวอย่างดังรูปที่ 2.21



รูปที่ 2.21 แสดงโครงข่ายแบบลูกโซ่

2.4.7.4 โครงข่ายแบบต้นไม้ (Tree Topology)

โครงข่ายแบบนี้จะประกอบด้วยสายหลักกับจุดต่อสายร่วมของสายย่อยบางครั้งเรียกว่า แบบขาไก่ โครงข่ายแบบนี้ถูกใช้ที่จุดสิ้นสุดของสายหลัก การใช้งานโครงข่ายแบบนี้จะต้องมีการคำนึงถึงความยาวของสายย่อย ยกตัวอย่างดังรูปที่ 2.22

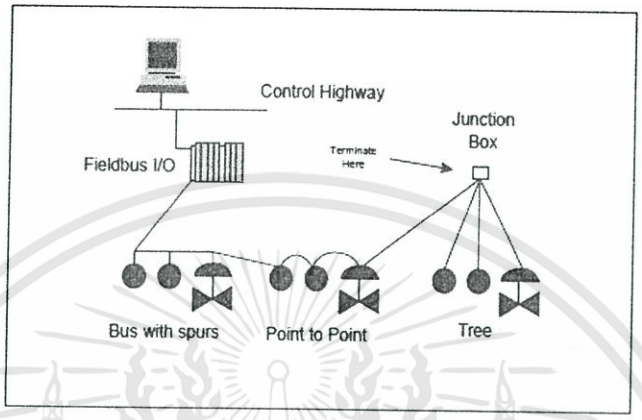


รูปที่ 2.22 แสดงโครงข่ายแบบต้นไม้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.7.5 โครงข่ายแบบผสม (Mixed Topology)

เป็นการรวมหลายๆโทโปโลยีเข้าด้วยกันแต่ก็มีข้อจำกัดเรื่องความยาวของสายไฟ ยกตัวอย่างดังรูปที่ 2.23



รูปที่ 2.23 แสดงโครงข่ายแบบผสม

2.5 OLE for Process Control (OPC)

OPC เป็นชุดการสื่อสารมาตรฐานสำหรับการเชื่อมต่อและวิธีการที่จะนำไปใช้ในการสื่อสารกับระบบควบคุมในอุตสาหกรรมกระบวนการผลิตและอุตสาหกรรมแบบอัตโนมัติต่างๆและเป็นเทคโนโลยีที่อยู่บนพื้นฐาน Windows's OLE, COM และ DCOM (Distributed Component Object Model) ซึ่งเทคโนโลยีต่างๆเหล่านี้จะเป็นตัวที่ใช้กำหนดให้โปรแกรมที่ทำงานบนเครื่องคอมพิวเตอร์แต่ละชนิดมีความสามารถที่ใช้ข้อมูลร่วมกันได้ผู้ใช้งานอาจเคยได้ยินหรือเคยใช้ความสามารถในการสื่อสารแบบ OLE มาบ้างแล้ว ดังเช่น การเพิ่มเติม Spreadsheet ลงไปบนเอกสาร Word ซึ่ง OLE จะยินยอมให้มีการแก้ไขหรือเพิ่มเติมข้อมูลใน Spreadsheet บนเอกสาร Word ได้ตลอดเวลา จากตัวอย่างจะเห็นว่าผู้ใช้งานไม่จำเป็นต้องกำหนดรายละเอียดบนโปรแกรมเพิ่มเติมเพียงแต่ใช้เม้าส์คลิกไปยังส่วนต่างๆในการทำงานเท่านั้น หลังจากนั้น OLE จะทำการกำหนดให้ Spreadsheet ทำหน้าที่เป็นโปรแกรมแม่ข่าย (OLE Server) สำหรับส่งข้อมูลไปยังเอกสาร Word (ถูกกำหนดให้ทำหน้าที่เป็นโปรแกรมลูกข่าย (OLE Client)

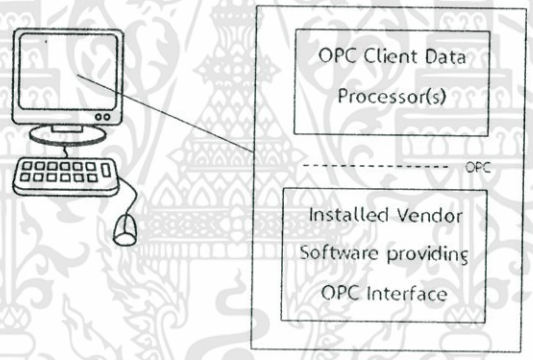
OPC จะเป็นรูปแบบการสื่อสารที่ถูกพัฒนามาจาก OLE โดยการเพิ่มคุณลักษณะที่เป็นประโยชน์ต่างๆเข้าไปใน OLE เพื่อทำให้มีความน่าเชื่อถือมากขึ้นกับการนำไปใช้งานในระบบควบคุมอุตสาหกรรมกระบวนการผลิต เนื่องจากโปรแกรมแม่ข่ายของ OLE (OLE Server) จะไม่มีคุณสมบัติในการตรวจสอบข้อมูลที่ได้ถูกส่งออกไปยังโปรแกรมลูกข่ายของ OLE (OLE Client) และการตรวจสอบข้อมูลที่ได้รับว่าถูกต้องหรือไม่ ซึ่งจะเห็นได้ว่าความถูกต้องและความน่าเชื่อถือได้ของการรับส่งข้อมูลจะมีค่าต่ำมาก ดังนั้นจึงไม่เหมาะในการนำไปใช้งาน กับระบบควบคุมอุตสาหกรรมกระบวนการผลิตได้ ซึ่ง OPC ได้ทำการเพิ่มเติมความสามารถในการตรวจสอบข้อมูลระหว่างการสื่อสารระหว่างโปรแกรมลูกข่าย (Client Application) และโปรแกรมแม่ข่าย (Server Application) จึงทำให้ข้อมูลที่ได้มีความถูกต้องแม่นยำและมีความเชื่อถือได้มากยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

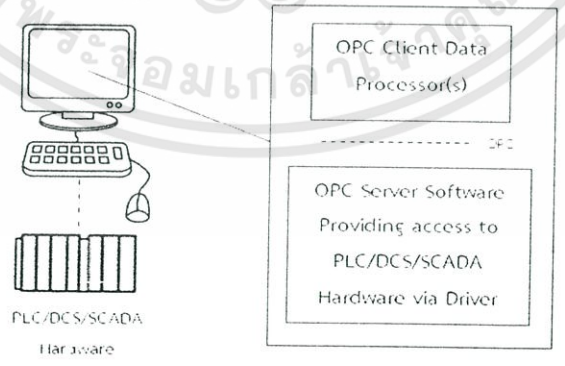
ค่าข้อมูลจริงของ OPC จะถูกจัดเตรียมไว้สำหรับเชื่อมต่อร่วมกันระหว่างการสื่อสารกับอุปกรณ์หลายชนิดรวมไปถึงโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับใช้ในการควบคุมหรืออุปกรณ์ในกระบวนการผลิต ก่อนหน้าที่ OPC ได้ถูกพัฒนาขึ้นผู้พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ต้องทำการพัฒนา Driver สำหรับการสื่อสารกับอุปกรณ์แต่ละชนิดอย่างเฉพาะเจาะจง สำหรับระบบควบคุมที่จะนำไปเชื่อมต่อกับอุปกรณ์นั้นๆ เช่น หน่วยแสดงผลหนึ่งชุดผู้จำหน่ายต้องทำการพัฒนา Driver หลายๆ แบบ เพื่อใช้สำหรับระบบ PLC หรือระบบ DCS ที่แตกต่างกันไป

สำหรับการใช้งาน OPC ผู้จัดจำหน่ายหน่วยแสดงผลไม่จำเป็นต้องทำการพัฒนา Driver หลายๆ แบบเพื่อเตรียมไว้สำหรับเครือข่ายหรือระบบควบคุมที่แตกต่างกัน และในทางกลับกันผู้จัดจำหน่ายเหล่านี้เพียงแต่ทำการพิจารณา OPC Driver ที่เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ของตนเอง ไว้ใช้ในการเชื่อมต่อเพื่อทำการสื่อสารไปยัง OPC Driver ของผลิตภัณฑ์จากผู้ผลิตรายอื่นๆ

ปัจจุบันกลไกสื่อสารมาตรฐานสำหรับระบบปฏิบัติการ Windows อย่างเช่น OPC ได้มีการจัดเตรียมส่วนเชื่อมต่อสำหรับการใช้งาน (Application Programmer's Interface : API) ของผลิตภัณฑ์หลายๆชนิด โดยระบบนี้สามารถเข้าถึงข้อมูลได้ทางโปรแกรมการใช้งาน ดังแสดงในรูปที่ 2.24 หรืออาจจะเข้าถึงข้อมูลจากอุปกรณ์ควบคุมโดยผ่าน Driver ดังแสดงในรูปที่ 2.25



รูปที่ 2.24 แสดงการเข้าถึงข้อมูลของโปรแกรมการใช้งาน

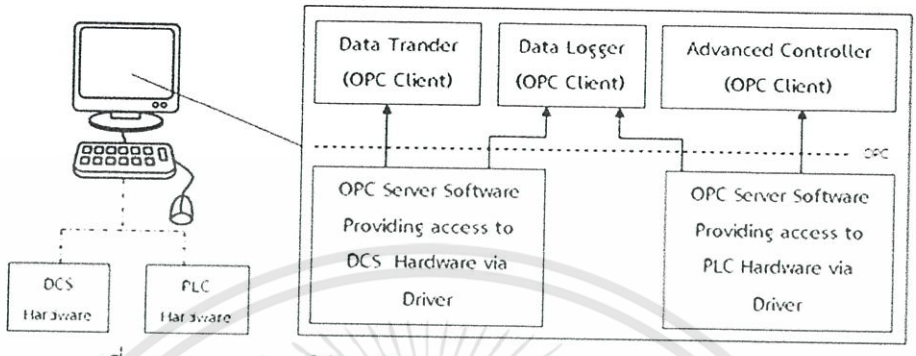


รูปที่ 2.25 แสดงการเข้าถึงข้อมูลจากอุปกรณ์ผ่าน Driver

การใช้งาน OPC เพื่อเชื่อมต่อระบบควบคุมต่างๆเข้าด้วยกัน เริ่มมีจำนวนเพิ่มขึ้นสำหรับในการเชื่อมต่อระบบควบคุมอื่นๆ (Third party system) เข้ากับระบบควบคุมหลัก ข้อดีที่เห็นได้อย่างชัดเจนจะเป็นความสามารถในการใช้งานโปรแกรมแบบพิเศษต่างๆบนระบบควบคุมกระบวนการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

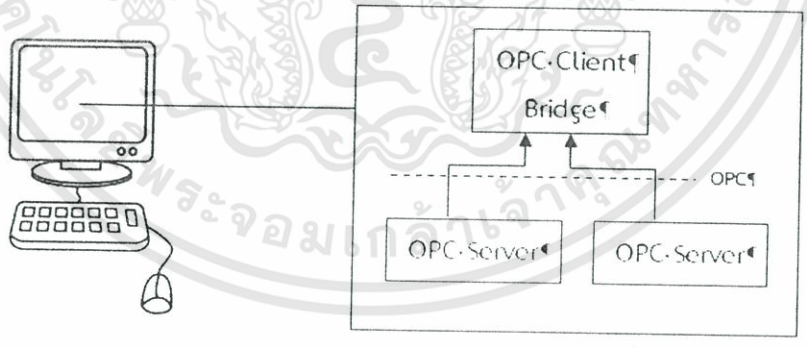
ซึ่งทำให้ผู้ใช้งานมีทางเลือกในการใช้งานโปรแกรมแบบพิเศษเหล่านี้ได้อย่างกว้างขวางดังตัวอย่าง เช่น Advance Control, Trending, Data logging หรือ Data Conditioning เป็นต้น ซึ่งสามารถแสดงได้ในรูปที่ 2.26



รูปที่ 2.26 แสดงการใช้งานโปรแกรมแบบพิเศษต่างๆบนระบบควบคุม

2.5.1 OPC Client/OPC Server

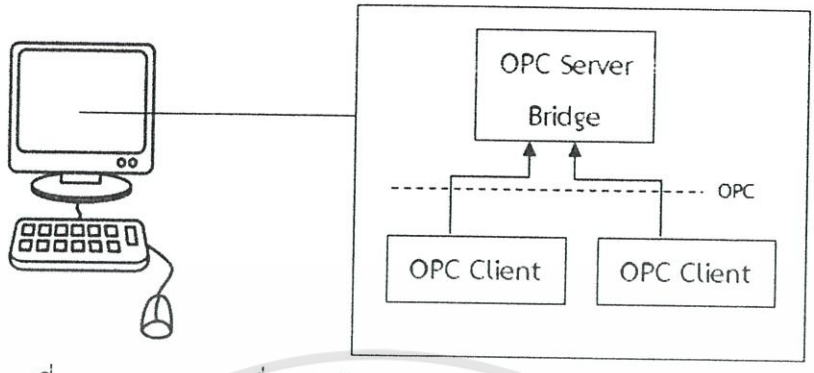
การเข้าใจการทำงานของเครือข่ายแบบลูกข่าย (Client) กับแม่ข่าย (Server) เป็นพื้นฐานสำคัญในการเข้าใจการทำงานของการสื่อสารแบบ OPC การทำงานของเครือข่ายรูปแบบนี้โดยแม่ข่ายจะเป็นส่วนที่ใช้ในการจัดเตรียมข้อมูลสำหรับลูกข่ายในการนำไปใช้งาน ลูกข่ายจะมีโปรแกรมประมวลผลจากข้อมูลที่ได้ถูกจัดเตรียมไว้ในแม่ข่าย ซึ่งแม่ข่ายจะไม่สามารถสื่อสารกันได้โดยตรงกับแม่ข่ายอื่นๆในระบบหรือบนเครือข่าย โปรแกรมการทำงานอยู่บนเครือข่ายจะถูกใช้เป็นสะพานในการเชื่อมข้อมูลระหว่างแม่ข่ายตั้งแต่สองชุดขึ้นไป สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2.27



รูปที่ 2.27 แสดงการเชื่อมต่อข้อมูลระหว่างโปรแกรมการใช้งานบนแม่ข่าย

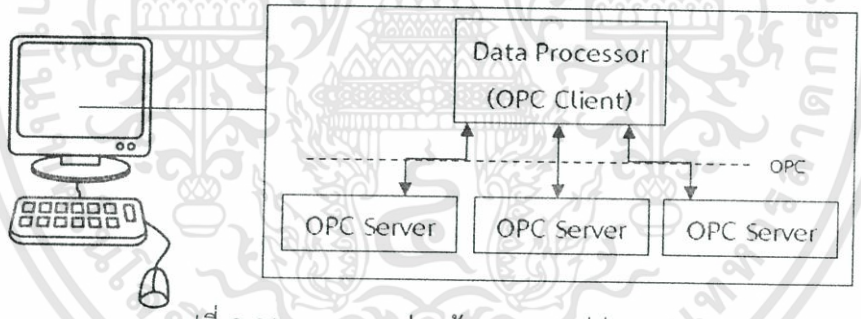
ในทำนองเดียวกันโปรแกรมการทำงานอยู่บนลูกข่ายก็จะไม่สามารถสื่อสารกันได้โดยตรงกับลูกข่ายอื่นๆในระบบหรือบนเครือข่าย โปรแกรมการทำงานอยู่บนแม่ข่ายจะถูกใช้เป็นสะพานในการว่าเชื่อมต่อข้อมูลระหว่างลูกข่ายตั้งแต่สองชุดขึ้นไป สามารถแสดงดังรูปที่ 2.28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



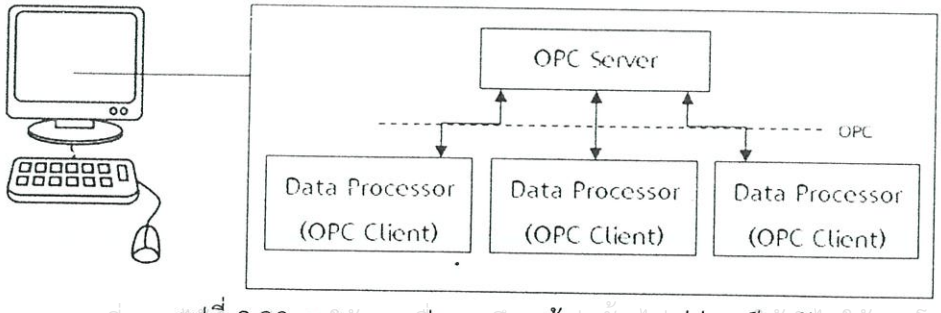
รูปที่ 2.28 แสดงการเชื่อมต่อข้อมูลระหว่างโปรแกรมการใช้งานบนลูกข่าย

โปรแกรมการทำงานอยู่บนลูกข่ายอาจจะเข้าถึงข้อมูลที่อยู่บนแม่ข่ายได้หลายชุดในเวลาเดียวกันซึ่งเป็นคุณลักษณะพิเศษของโครงสร้างเครือข่ายแบบลูกข่ายกับแม่ข่ายเมื่อมีการนำไปใช้งาน สำหรับการเชื่อมต่อข้อมูลร่วมกันโปรแกรมการใช้งานต่างๆที่ทำงานอยู่บนลูกข่ายจะทำกาประมวลผลข้อมูลโดยตรงจากข้อมูลที่ได้จัดเตรียมไว้ในแต่ละแม่ข่ายและจะไม่เชื่อมต่อไปยังข้อมูลจากแม่ข่ายหลายชุดในเวลาเดียวกัน ซึ่งเป็นการสะดวกที่จะกำหนดให้แต่ละแม่ข่ายจัดเตรียมข้อมูลจากอุปกรณ์หรือระบบควบคุมที่แตกต่างกันไป สามารถแสดงดังรูปที่ 2.29



รูปที่ 2.29 แสดงการอ่านข้อมูลจากแม่ข่ายหลายชุด

ข้อดีอีกข้อหนึ่งของโครงสร้างเครือข่ายแบบลูกข่ายกับแม่ข่ายสามารถกำหนดให้ลูกข่ายหลายชุดเชื่อมต่อเข้ากับแม่ข่ายได้ในเวลาที่ต้องการ ความสามารถนี้จะมีประสิทธิภาพอย่างมากในการใช้ข้อมูลร่วมกันของระบบควบคุม สามารถแสดงดังรูปที่ 2.30



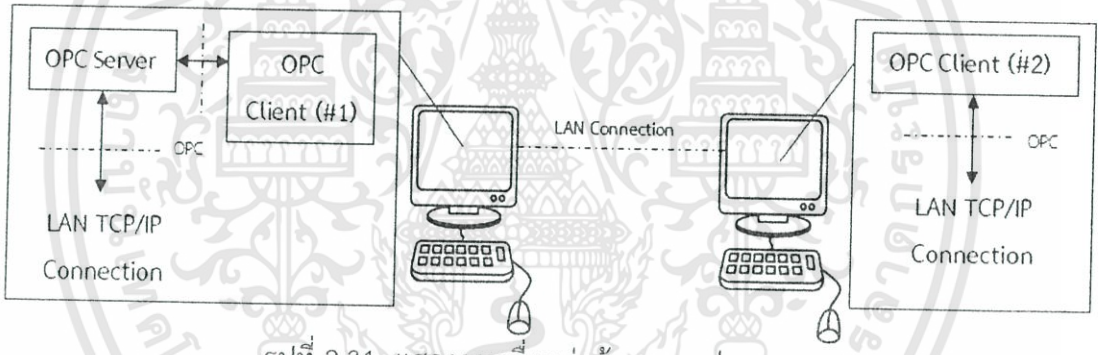
รูปที่ 2.30 แสดงการประมวลผลข้อมูลจากแม่ข่ายเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.2 การเชื่อมต่อกับระบบควบคุม (Control System Interface)

2.5.2.1 การเชื่อมต่อข้อมูลระหว่างระบบ

เนื่องจากการสื่อสาร OPC จะทำงานอยู่บนพื้นฐานของ Windows COM และ DCOM ทำให้มีความสามารถในการขยายการสื่อสารของแม่ข่าย OPC และลูกข่าย OPC ไปบนระบบควบคุมที่อยู่บนเครือข่ายต่างๆได้ หมายความว่า แม่ข่าย OPC และลูกข่าย OPC สามารถจะสื่อสารถึงกันได้ในขณะที่ทำงานอยู่บนระบบควบคุมหรือเครื่องคอมพิวเตอร์ที่แยกออกจากกัน การเชื่อมต่อในลักษณะนี้สามารถทำได้โดยให้ระบบควบคุมต่างๆเชื่อมต่อเข้าด้วยกันด้วยเครือข่ายท้องถิ่น (Local Area Network: LAN) ซึ่งเครือข่ายท้องถิ่นที่ใช้เชื่อมต่อกันนั้นอาจจะมีเครื่องแม่ข่ายสำหรับเครือข่ายหรือกำหนดให้ระบบควบคุมเชื่อมต่อกันแบบ Peer-to-Peer ความสามารถนี้ทำให้การสื่อสารแบบ OPC มีประสิทธิภาพสูงในการประมวลผลข้อมูล โดยสามารถจะกำหนดให้ การประมวลผลอยู่บนเครื่องคอมพิวเตอร์แยกชุดออกจากกัน ทำให้ช่วยลดการใช้งานทรัพยากรของระบบ ร่วมกันกับโปรแกรมการประมวลผลชนิดอื่นๆลง สามารถแสดงดังรูปที่ 2.31



รูปที่ 2.31 แสดงการเชื่อมต่อข้อมูลระหว่างระบบ

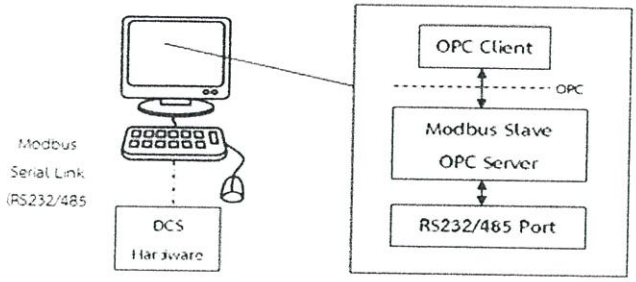
2.5.2.2 การเชื่อมต่อกับระบบ DCS (DCS Interfacing)

เทคโนโลยีการสื่อสารแบบ OPC สามารถทำการเชื่อมต่อระบบควบคุมอื่นๆเข้ากับระบบ DCS ใหม่ หรือระบบ DCS เดิมที่มีใช้งานกันอยู่แล้วได้หลายรูปแบบ ดังสามารถแยกออกเป็นรูปแบบหลักๆได้ 3 แบบ ดังนี้

2.5.2.2.1 มอสบัส (Modbus)

ระบบ DCS โดยทั่วไปจะมีความสามารถในการสื่อสารด้วยมอสบัสร่วมอยู่ด้วยเสมอ การสื่อสารด้วยมอสบัสได้ถูกรวมเข้าไว้กับระบบควบคุมที่ต้องการสื่อสารกับอุปกรณ์ที่สามารถสื่อสารด้วยมอสบัส ดังเช่น เครื่องวิเคราะห์ (Analyzer), เครื่องชั่งน้ำหนัก หรือระบบควบคุมเครื่องจักร โปรแกรมแม่ข่าย OPC (OPC Server) จะทำการเลียนแบบการทำงานของอุปกรณ์มอสบัส โดยโปรแกรมเลียนแบบการทำงานนี้จะทำให้ระบบ DCS ทำการเขียนหรือการอ่านข้อมูลผ่านการสื่อสารด้วยมอสบัส ไปยังลูกข่าย OPC ในทำนองเดียวกันโปรแกรมการใช้งานแบบอื่นๆ ก็สามารถเข้าถึงข้อมูลนี้ได้โดยผ่านการสื่อสารด้วย OPC มายังแม่ข่าย OPC สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2.32

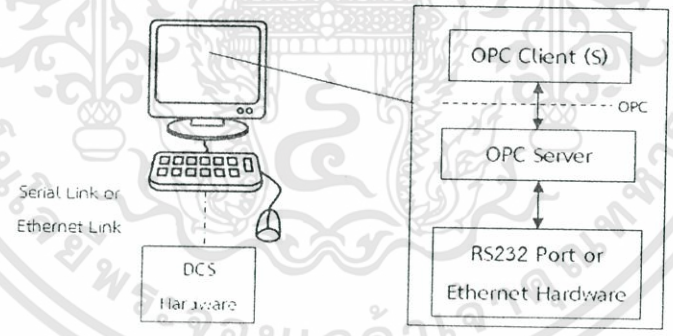
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.32 แสดงการสื่อสารด้วยมอสบัส

2.5.2.2.2 **การสื่อสารแบบอนุกรมหรืออีเทอร์เนต (Serial or Ethernet Port)**

สำหรับระบบ DCS ที่ไม่สามารถสื่อสารด้วยมอสบัส ยังสามารถเลือกใช้การสื่อสารด้วยโปรโตคอลที่มีลิขสิทธิ์เฉพาะ โดยผ่านการสื่อสารแบบอนุกรมหรือ Ethernet Port ผู้พัฒนา Driver ของอุปกรณ์หลายชนิดจะมีโปรแกรมแม่ข่าย OPC ให้เลือกใช้ในการเชื่อมต่อ โดยการเชื่อมต่อลักษณะนี้ แม่ข่าย OPC จะไม่ทำงานเหมือนกับการสื่อสารด้วยมอสบัสที่จะเลียนแบบการทำงานของอุปกรณ์มอสบัส แต่การทำงานของการเชื่อมต่อแบบนี้แม่ข่าย OPC จะทำการอ่านหรือเขียนข้อมูลโดยตรงจากระบบ DCS โดยผ่านการสื่อสารแบบอนุกรมหรือ Ethernet Port ด้วยโปรโตคอลที่เลือกใช้ ดังนั้นในการทำงานต้องมีการกำหนดรายละเอียดเพิ่มเติมไปบนระบบ DCS แต่จะมีข้อดีที่ความเร็วในการสื่อสารจะสูงกว่าการสื่อสารด้วยมอสบัส สามารถแสดงดังรูปที่ 2.33

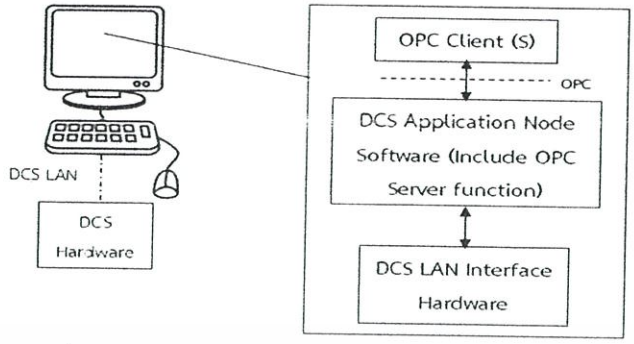


รูปที่ 2.33 แสดงการสื่อสารแบบอนุกรม หรือ Ethernet Port

2.5.2.2.3 **การสื่อสารผ่าน Application Node**

ระบบ DCS หลายระบบจะมี Application Node ให้เลือกใช้สำหรับพัฒนาโปรแกรมการสื่อสารเพื่อใช้เชื่อมต่อกับระบบควบคุมอื่นๆ ในการเข้าถึงข้อมูลที่ต้องการ สำหรับบาง Application Node จะมีโปรแกรมแม่ข่ายรวมอยู่ด้วย ตัวอย่างเช่น Application Node ที่เชื่อมต่อเข้ากับระบบ DCS สามารถแสดงดังรูปที่ 2.34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

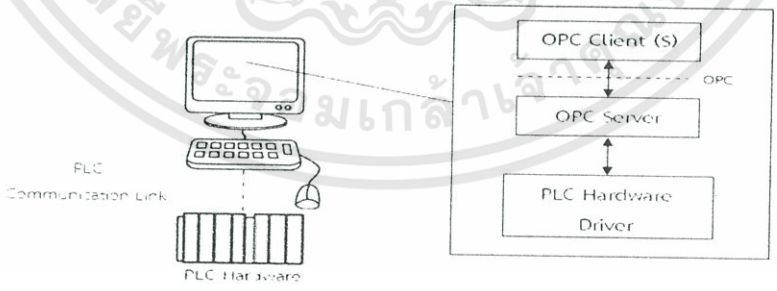


รูปที่ 2.34 แสดงการสื่อสารผ่าน Application Node

โดยปกติแล้ววิธีการเชื่อมต่อโดยใช้มอสบัส จะเป็นวิธีที่มีค่าใช้จ่ายต่ำที่สุด การเชื่อมต่อระบบ DCS เข้ากับระบบแม่ข่าย OPC ทั้งนี้เนื่องจากค่าใช้จ่ายที่ต่ำของโปรแกรมแม่ข่าย OPC เนื่องจากการสื่อสารด้วยมอสบัส จะมีใช้การใช้งานอยู่ทั่วไป มีโปรแกรมที่พัฒนาแล้วให้เลือกใช้งานและสะดวกในการติดตั้ง โปรแกรมแม่ข่าย OPC ที่ใช้เชื่อมต่อผ่านการสื่อสารแบบอนุกรมหรือ Ethernet Port จะมีค่าใช้จ่ายอยู่ที่ระหว่าง 4-5 เท่าของการสื่อสารด้วยมอสบัส ค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นอันเนื่องมาจากค่าลิขสิทธิ์ และมีการใช้งานกันอยู่เฉพาะงานบางประเภทเท่านั้น ส่วนการเชื่อมต่อที่มีค่าใช้จ่ายสูงที่สุดจะเป็นการสื่อสารผ่าน Application Node เนื่องจากอุปกรณ์ของระบบ DCS จะมีค่าใช้จ่ายของ Application Node และค่าลิขสิทธิ์ของแต่ละส่วน

2.5.3 การเชื่อมต่อกับระบบ PLC (PLC Interfacing)

การสื่อสารกับระบบ PLC หรือ SCADA จะเหมือนกับการสื่อสารกับระบบ DCS ด้วยการสื่อสารแบบอนุกรมหรือ Ethernet Port ดังที่ได้แสดงการทำงานไปแล้วในหัวข้อที่ผ่านมา แม่ข่าย OPC ที่สื่อสารผ่านการสื่อสารแบบอนุกรมหรือ Ethernet Port อาจจะถูกใช้เป็นข้อมูลร่วมกันกับโปรแกรมอื่นๆ สามารถแสดงดังรูปที่ 2.35

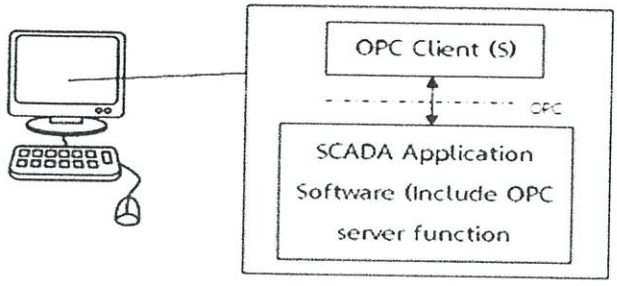


รูปที่ 2.35 แสดงการเชื่อมต่อกับระบบ PLC

2.5.4 การเชื่อมต่อกับระบบ SCADA (SCADA Interfacing)

ระบบ SCADA ที่มีใช้งานกันอยู่ในปัจจุบันจะมีโปรแกรมแม่ข่าย OPC ร่วมอยู่ด้วยเสมอ สำหรับระบบที่ไม่มีคุณสมบัตินี้รวมอยู่ด้วย อาจเลือกใช้โปรแกรมแม่ข่าย OPC จากผู้จัดจำหน่ายรายอื่นๆได้ แต่โปรแกรมที่ทำงานอยู่บนลูกข่ายอาจจะใช้งานได้เฉพาะในระบบเท่านั้น สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2.36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 2.36 แสดงการเชื่อมต่อกับระบบ SCADA

2.5.5 ปัญหาการใช้งาน OPC

โดยทั่วไปในการควบคุมอุตสาหกรรมกระบวนการผลิตต่างๆจะแบ่งระบบควบคุมออกเป็น 2 ชนิด คือระบบควบคุมพื้นฐานหรือระบบ DCS และระบบวัดคุมนิรภัย (Safety Instrumented System: SIS) หรือระบบ ESD (Emergency Shut Down System) ซึ่งทั้ง 2 ระบบจะทำงานที่แยกเป็นอิสระต่อกัน สำหรับการใช้งานจริงนั้นระบบวัดคุมนิรภัยจะต้องมีการรับและส่งข้อมูลระหว่างระบบควบคุมพื้นฐานตลอดเวลาเนื่องจากระบบวัดคุมนิรภัยจะไม่มีหน่วยแสดงผลเพราะไม่ได้มีวัตถุประสงค์ในการควบคุมกระบวนการผลิต แต่ถึงอย่างไรก็ตามผู้ปฏิบัติการก็ยังต้องมีการตรวจสอบค่าตัวแปรต่างๆจากกระบวนการผลิตในขณะที่เกิดเหตุการณ์ผิดปกติขึ้น ดังนั้นการออกแบบระบบควบคุมกระบวนการผลิตจึงกำหนดให้ระบบวัดคุมนิรภัยต้องส่งข้อมูลต่างๆที่ต้องการไปแสดงผลยังหน่วยแสดงผลของระบบ DCS โดยผ่านเครือข่ายหลักของระบบควบคุมผ่านการเชื่อมต่อทางโปรแกรม (Software Link) ซึ่ง OPC ก็เป็นทางเลือกหนึ่งที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน แต่ถ้าเป็นข้อมูลที่เป็นคำสั่ง (Command) จะต้องทำการเชื่อมต่อกันด้วยสายไฟ (Hardwired) เท่านั้นเพื่อความปลอดภัยในการควบคุมกระบวนการผลิต

จากที่กล่าวมาแล้วข้างต้นการสั่งการใดๆจากระบบควบคุมหนึ่งไปยังระบบควบคุมหนึ่งสามารถทำได้โดยผ่านการเชื่อมต่อ OPC ซึ่งในการออกแบบระบบควบคุม สำหรับอุตสาหกรรมกระบวนการผลิตแล้ว จะหลีกเลี่ยงการใช้งานรูปแบบนี้ เนื่องจากคำสั่งที่ใช้ในการควบคุมอุปกรณ์ต่างๆในอุตสาหกรรมกระบวนการผลิตต้องการเวลาในการรับส่งข้อมูลที่แน่นอนและมีความเชื่อมั่นสูง และความเร็วของการรับส่งข้อมูลผ่านเครือข่ายการสื่อสารนั้นจะขึ้นอยู่กับปริมาณข้อมูลที่สื่อสารอยู่บนเครือข่าย ดังนั้นคำสั่งจากต้นทางไปยังอุปกรณ์ปลายทางล่าช้ากว่าเวลาที่ต้องการก็อาจทำให้เกิดเหตุการณ์อันตรายขึ้นได้

2.6 Supervisory Control And Data Acquisition (SCADA)

คือ ระบบตรวจสอบและวิเคราะห์ข้อมูลแบบ Real-time ใช้ในการตรวจสอบสถานะตลอดจนถึงควบคุมการทำงานของระบบควบคุมในอุตสาหกรรมและงานวิศวกรรมต่าง ๆ เช่น งานด้านโทรคมนาคมสื่อสาร การประปา การบำบัดน้ำเสีย การจัดการด้านพลังงาน อุตสาหกรรมการกลั่นน้ำมันและก๊าซ อุตสาหกรรมเคมี อุตสาหกรรมประกอบรถยนต์ การขนส่ง กระบวนการนิวเคลียร์ในโรงไฟฟ้า เป็นต้น

ทั้งนี้ SCADA สามารถเก็บรวบรวมข้อมูลที่ได้จากระบบควบคุมทั้งหมดไว้ในฐานข้อมูลเพื่อให้พนักงานหรือโปรแกรมอื่น ๆ สามารถนำไปใช้งานได้ SCADA นั้นเข้าไปมีส่วนในงานควบคุมทั้งเล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และใหญ่ที่ต้องการแสดงผล แลกเปลี่ยนข้อมูล หรือควบคุมระบบต่าง ๆ จากส่วนกลาง เพื่อการทำงานของระบบรวมที่สัมพันธ์กัน มองเห็นภาพรวมได้อย่างชัดเจนและมีความรวดเร็วต่อเหตุการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้น

ระบบ SCADA ในปัจจุบันมีความสามารถในการสื่อสาร ควบคุม และประมวลผลข้อมูลจาก I/O ของอุปกรณ์เช่น PLC, DCS, RTU ได้ถึงระดับที่เกินหนึ่งแสน I/O แล้ว และได้รับการพัฒนาให้มีความสามารถรองรับความต้องการใหม่ ๆ ของผู้ใช้งานอย่างต่อเนื่องตลอดมา

SCADA เริ่มใช้งานในคอมพิวเตอร์ตั้งแต่ระบบปฏิบัติการ DOS, VMS และ UNIX จนมาถึงระบบปฏิบัติการ Windows NT, XP, Server 2003 และ LINUX

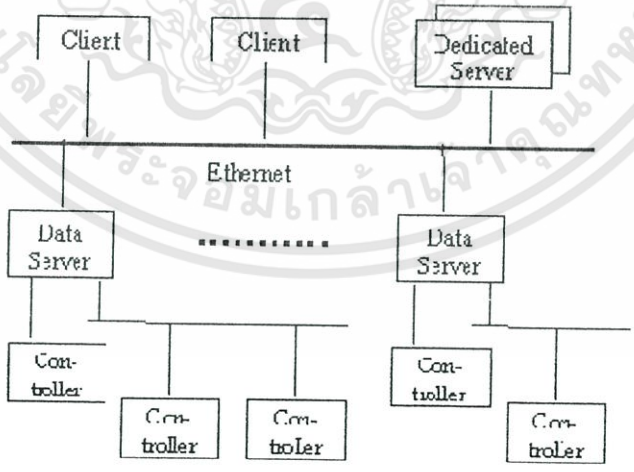
2.6.1 โครงสร้างของ SCADA (Architecture)

2.6.1.1 โครงสร้างด้านฮาร์ดแวร์ (Hardware Architecture)

SCADA แบ่งโครงสร้างฮาร์ดแวร์ได้สองระดับ คือ Client และ Data Server

1. Client คือ คอมพิวเตอร์ที่รับและส่งข้อมูลไปยัง Data Server โดยจะแสดงผลการทำงานของระบบควบคุม เช่น แสดงเป็นกราฟิก กราฟแบบต่อเนื่อง หรือระบบแจ้งเตือนเมื่อเกิดเหตุการณ์ฉุกเฉินหรือต้องการแจ้งเตือน เป็นต้น นอกจากนั้นยังสามารถสั่งงานควบคุมไปยัง Data Server เพื่อส่งสัญญาณไปยัง PLC, DCS หรือ Controller อีกทอดหนึ่ง

2. Data Server คือ มีหน้าที่ติดต่อกับ PLC, DCS, Controller หรือ RTU ต่าง ๆ เพื่อรับสัญญาณ และส่งสัญญาณไปยัง Client และรับการร้องขอจาก Client เพื่อควบคุมอุปกรณ์ PLC และ Controller ต่าง ๆ Client และ Data Server ส่วนใหญ่ติดต่อกันผ่านระบบเครือข่าย Ethernet ดังรูปที่ 2.37



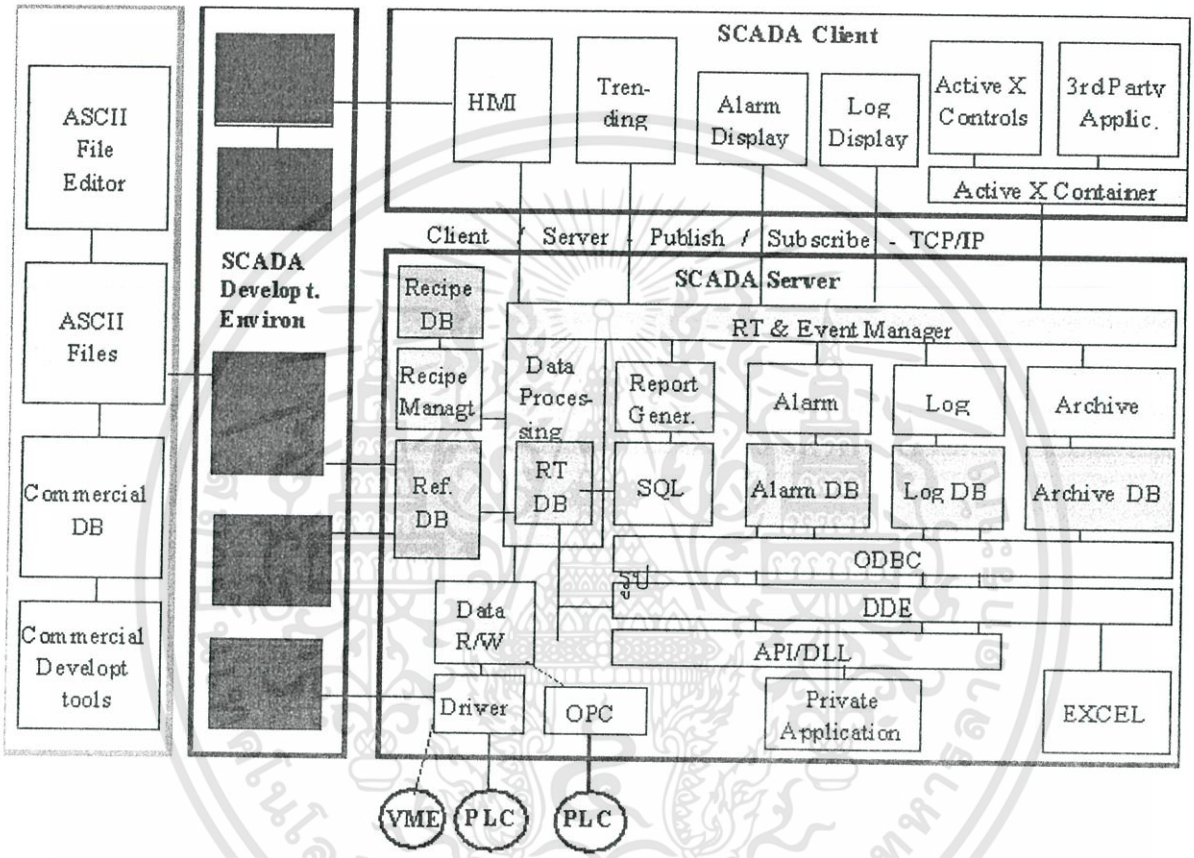
รูปที่ 2.37 แสดงโครงสร้างแบบฮาร์ดแวร์ของระบบ SCADA

Controller จะติดต่อกับอุปกรณ์ Field Instrument ต่าง ๆ เช่นเซ็นเซอร์ รีเลย์ เป็นต้นเพื่อนำสัญญาณมาให้กับ Data Server

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.1.2 โครงสร้างด้านซอร์ฟแวร์ (Software Architecture)

SCADA ใช้เทคโนโลยีในการสื่อสารกับฮาร์ดแวร์ (เช่น PLC, DCS) ต่าง ๆ กันไปตามผู้ผลิต เช่นการใช้ Driver เฉพาะของผู้ผลิต SCADA เพื่อสื่อสารกับ PLC, DCS เป็นต้น ซึ่งในปัจจุบันมีการกำหนดมาตรฐานกลาง คือ OPC ขึ้นมาเพื่อยุติปัญหาการใช้เทคโนโลยีเฉพาะด้านในการสื่อสาร นอกจากนั้นยังมีความสามารถในการบริการข้อมูลให้กับ Client ที่รวดเร็วและมีเสถียรภาพ โครงสร้างด้านซอร์ฟแวร์ของ SCADA แสดงได้ดังรูปที่ 2.38



รูปที่ 2.38 แสดงโครงสร้างแบบซอร์ฟแวร์ของระบบ SCADA

จากรูปที่ 2.38 จะพบว่าในส่วนของ SCADA Server นั้น การติดต่อกับ PLC หรือ Controller นั้น ทำได้ทั้งผ่าน Driver หรือ OPC โดยที่ OPC และ Driver 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 ซึ่งทำให้สามารถนำเข้าข้อมูลจาก PLC เข้าสู่โปรแกรมเช่น MS Excel หรือโปรแกรม 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 นั้นจะขึ้นอยู่กับการออกแบบของ SCADA ซอร์ฟแวร์นั้น ๆ ซึ่งโดยทั่วไปก็จะมีเครื่องมือในการสร้างและจัดการกราฟิก (Graphic

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ ห้ามนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Editor) เครื่องมือในการจัดการโปรเจ็คที่สร้างขึ้นมา (Project Editor) มีเครื่องมือในการนำเข้าและส่งออก Text file ที่เก็บค่าคอนฟิกูเรชั่นของการติดต่อกับ Driver หรือ OPC Server ไว้

2.6.1.3 โครงสร้างด้านการสื่อสาร (Communications)

การสื่อสารระหว่าง Client-Server จะสื่อสารผ่านโปรโตคอลโดยทั่วไปเช่น TCP/IP โดย Client จะติดต่อกับพารามิเตอร์หรือ Tag ภายใน Server ที่บริการข้อมูลด้วยรูปแบบที่แตกต่างกันไปตามผู้ผลิต เช่น มีการส่งค่าจาก Server เมื่อค่าของ I/O ของ PLC มีการเปลี่ยนแปลงเป็นต้น

การสื่อสารกับอุปกรณ์นั้น Server จะทำการตรวจสอบค่าจากอุปกรณ์ตามช่วงเวลาที่ผู้ใช้งานกำหนดไว้ (Defined polling rate) โดยอาจจะต่างกันไปตามพารามิเตอร์ประเภทต่าง 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 เพิ่มขึ้นมากมายจนครอบคลุม อุปกรณ์ทุกประเภท และมีการพัฒนาให้ทั่วถึงไปยังอุปกรณ์ใหม่ ๆ อย่างต่อเนื่อง

2.6.1.4 โครงสร้างอินเทอร์เฟส (Interface)

การติดต่อระหว่าง Data Server กับอุปกรณ์หรือระหว่าง Data Server และ Data Server และกับ Client นั้น มีการผลิตเป็น Driver ออกมามากมายตามเทคนิคเฉพาะของแต่ละผู้ผลิต ต่อมาจึงมีการกำหนดมาตรฐานของอินเทอร์เฟสขึ้นมาเป็น OPC (OLE for Process Control) ซึ่งมีความรวดเร็วในการสื่อสารและบริการข้อมูลโดยมีการจัดตั้ง OPC Foundation ขึ้นเป็นองค์กรหลักในการกำหนดมาตรฐานและถ่ายทอดเทคโนโลยีให้แก่สมาชิก OPC จึงเป็นมาตรฐานกลางที่เปิดกว้างมากที่สุด

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

2.6.1.5 โครงสร้างความสามารถในการขยายระบบ (Scalability)

Scalability คือความสามารถในการรองรับและต่อขยายระบบ SCADA กับส่วนต่าง ๆ เช่น I/O ของอุปกรณ์ Controller และจำนวนเครื่อง SCADA Client ที่เพิ่มขึ้น หรือการต่อพ่วงกับระบบ SCADA ของยี่ห้ออื่น ๆ เป็นต้น ถ้าหาก Data Server เป็นแบบ Driver ที่สร้างด้วยเทคโนโลยีเฉพาะในการติดต่อกับอุปกรณ์ เพราะ Driver บางประเภทสามารถติดต่อได้เฉพาะ SCADA Software บางยี่ห้อเท่านั้น ปัญหานี้เป็นที่วิพากษ์วิจารณ์กันอย่างกว้างขวาง ซึ่งปัจจุบันได้หันมาใช้มาตรฐานกลางคือ OPC เพื่อแก้ไขปัญหานี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.1.6 โครงสร้างการสำรองระบบ (Redundancy)

SCADA Software ส่วนใหญ่มีความสามารถในการทำสำรองระบบของ Data Server โดยที่เมื่อ Data Server เกิดความขัดข้องก็จะสั่งงานให้ Data Server อีกตัวหนึ่งทำงานแทนที่ โดยจะมีการกำหนดคอนฟิกูเรชั่นไว้ที่ Client ว่าจะให้เลือกติดต่อกับ Data Server ตัวไหนเมื่อเกิดความขัดข้องเกิดขึ้น

ในบางครั้งโมดูลที่ทำหน้าที่จัดการด้าน Redundancy นี้อาจจะทำหน้าที่อีกประการหนึ่งคือเป็นจุดพักข้อมูลที่รับมาจาก Data Server เพื่อนำไปส่งให้กับ Client ต่าง ๆ เพราะในกรณีที่มี Client จำนวนมากติดต่ออยู่กับ Data Server ตัวเดียวนั้นอาจมีความล่าช้าในการบริการข้อมูลของ Data Server เพราะต้องให้บริการข้อมูล Client ให้ครบจำนวนก่อนที่จะไปรับข้อมูลใหม่จากอุปกรณ์มาได้ ดังนั้นโมดูลที่ทำหน้าที่ Redundant จึงทำหน้าที่เป็นจุดรับข้อมูลแล้วช่วยส่งต่อให้ Client ต่างๆ อีกทอดหนึ่ง Data Server จะได้ทำหน้าที่บริการข้อมูลให้แก่โหนดเพียงจุดเดียว จึงมีความรวดเร็วในการบริการข้อมูล

2.6.2 หน้าที่การทำงาน (Functionality)

2.6.2.1 การเข้าถึงพารามิเตอร์ของอุปกรณ์

หมายถึง ความสามารถในการเข้าถึงกลุ่มของพารามิเตอร์ในอุปกรณ์เช่น I/O ของ PLC เป็นต้น ความสามารถของ Data Server ในการกำหนดว่าพารามิเตอร์ใด อ่านได้อย่างเดียว เขียนได้อย่างเดียว หรือทั้งอ่านทั้งเขียน เป็นต้น

2.6.2.2 ระบบแสดงผลแบบ MMI (Man Machine Interface)

คือ ความสามารถในการแสดงผลการทำงานของอุปกรณ์ในรูปแบบ กราฟิก ข้อความ สัญลักษณ์ แผนภาพ เป็นต้น โดยสามารถเชื่อมโยงลักษณะการเปลี่ยนแปลงของกราฟิกเหล่านี้กับพารามิเตอร์จาก Data Serverได้ ความสามารถในการสั่งงานผ่านระบบกราฟิก เช่น การปิด/เปิด สวิทซ์บนจอมอนิเตอร์ส่งผลไปยัง I/O ของ PLC เป็นต้น

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

2.6.2.3 ระบบแสดงกราฟสัญญาณแบบต่อเนื่อง (Trending)

Trending เป็นความสามารถในการพล็อตกราฟต่อเนื่องกันไปบนจอภาพเพื่อแสดงค่าสัญญาณจาก Data Server โดยอาจจะสามารถพล็อตสัญญาณได้หลายสัญญาณเช่น 8 – 24 สัญญาณ พร้อมกันในหน้าต่างเดียว เพื่อให้สามารถเปรียบเทียบสัญญาณที่พล็อตได้ และไม่จำกัดว่าจะสร้างหน้าต่างพล็อตจำนวนเท่าใด

Trending อาจมีความสามารถในการ ซูมสัญญาณที่พล็อต และหยุดการพล็อตเพื่อเลื่อนดูค่าที่พล็อตในแต่ละช่วงเวลาได้ด้วยตัวของผู้ใช้งานเอง นอกจากนั้นการพล็อตอาจสามารถเลือกได้ว่าจะให้เป็นการพล็อตแบบใดเช่น Time plot, Logarithmic plot, Strip Chart,

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Bar Chart, Circular, X-Y plot เป็นต้น นอกจากนั้นบางผู้ผลิตยังสามารถนำค่า Historian หรือข้อมูลสัญญาณที่เก็บไว้ในฐานข้อมูลออกมาพล็อต ได้อีกด้วย

โดย Trending Module นี้อาจเป็นแบบ ActiveX Control คือสามารถนำไปใช้งานในแอปพลิเคชั่นอื่นที่สนับสนุนการนำเข้า ActiveX ได้

2.6.2.4 ระบบแจ้งเตือน (Alarm)

SCADA Software ส่วนใหญ่มีระบบแจ้งเตือนโดย Alarm Display จะรับสัญญาณมาจาก Alarm DB ในฝั่ง SCADA Server โดย Alarm DB สามารถที่จะทำการกำหนดคอนฟิกูเรชั่นว่าจะนำสัญญาณตัวใดมาเป็นตัวพารามิเตอร์ในการแจ้งเตือนบ้าง และมีการแบ่งระดับของ Priority, Limit อย่างไร เป็นต้น

ระบบแจ้งเตือนยังสามารถที่จะเก็บข้อมูลการแจ้งเตือนไว้ในฐานข้อมูลประเภทต่าง ๆ ได้เช่น MS SQL Server, MS Access, Oracle, MS Excel เป็นต้น และบางยี่ห้อสามารถแสดงออกมาเป็นรายงานในรูปแบบตารางหรือ แผนภูมิได้อีกด้วย

2.6.2.5 การทำงานแบบ Automation

เป็นความสามารถที่ SCADA ทำหน้าที่ต่าง ๆ ตามที่กำหนด เช่น ส่งอีเมล์ แสดงข้อความแบบ Instance Messageบนหน้าจอ เปิดไปยังหน้าจออื่น ๆ เก็บข้อมูลลงฐานข้อมูล เปิดโปรแกรม หรือรันคำสั่งสคริปต์ เป็นต้น ตามสัญญาณที่ได้รับจาก Data Server และข้อกำหนดที่สร้างขึ้น

2.6.3 การสร้างและพัฒนา (Application Development)

2.6.3.1 การกำหนดคอนฟิกูเรชั่น

การกำหนดคอนฟิกูเรชั่น ขั้นแรกต้องมีการกำหนดว่าจะติดต่อกับพารามิเตอร์หรือ Tag ใดบ้างจาก Data Server ดังนั้นจะต้องทำการ Define หรือสร้าง Tag ที่ Data Server ก่อนว่า Tag แต่ละตัวหมายถึง Address ที่เท่าใดของอุปกรณ์ (PLC, DCS, RTU, Controller ต่างๆ) โดยทั่วไปสามารถทำการนำเข้าคอนฟิกูเรชั่นไฟล์ที่สร้างไว้ก่อนเข้ามาได้ และสามารถ Export ไปยัง Data Server อื่น ๆ ได้ จากนั้นโปรแกรมย่อยอื่น ๆ ของ SCADA Software ฝั่งไคลเอนท์ จึงทำคอนฟิกูเรชั่นตามหน้าที่การทำงานของตนเอง เช่น โมดูลที่มีหน้าที่แสดงผลกราฟิกก็ต้องกำหนดว่ากราฟิกนั้น ๆ จะเชื่อมโยงกับ Tag ใดจาก Data Server ส่วนโมดูลที่ทำหน้าที่แจ้งเตือนก็ต้องทำคอนฟิกูเรชั่นว่าจะนำ Tag ใด มาเป็นสัญญาณแจ้งเตือน และกำหนดระดับสัญญาณ Limit เป็นต้น

2.6.3.2 เครื่องมือในการพัฒนา (Development Tool)

เครื่องมือในการสร้างและพัฒนาระบบ SCADA โดยทั่วไปจะประกอบด้วยเครื่องมือในการสร้างระบบกราฟิก ที่ประกอบด้วยเครื่องมือวาดภาพ เครื่องมือกำหนดเอ็ฟเฟ็คพิเศษต่าง ๆ ไลบรารี่ของกราฟิกสำเร็จรูปในอุตสาหกรรมด้านต่างๆ

- เครื่องมือในการสร้าง Trending
- เครื่องมือในการสร้างระบบAlarm
- เครื่องมือในการกำหนดการติดต่อกับฐานข้อมูลเพื่อทำการเก็บรวบรวมข้อมูลของ Trending และ Alarm ลงไว้ในฐานข้อมูล

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เครื่องมือในการช่วยสร้าง Script เช่น Java script, VB Script
- เครื่องมือจัดการด้านความปลอดภัย การแบ่งระดับ User และขอบเขตการใช้งานของ User
- เครื่องมือในการสร้าง Web application เพื่อให้สามารถควบคุมและตรวจสอบระบบควบคุมผ่าน Web browser ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงาน

3.1 การดำเนินงานด้านฮาร์ดแวร์

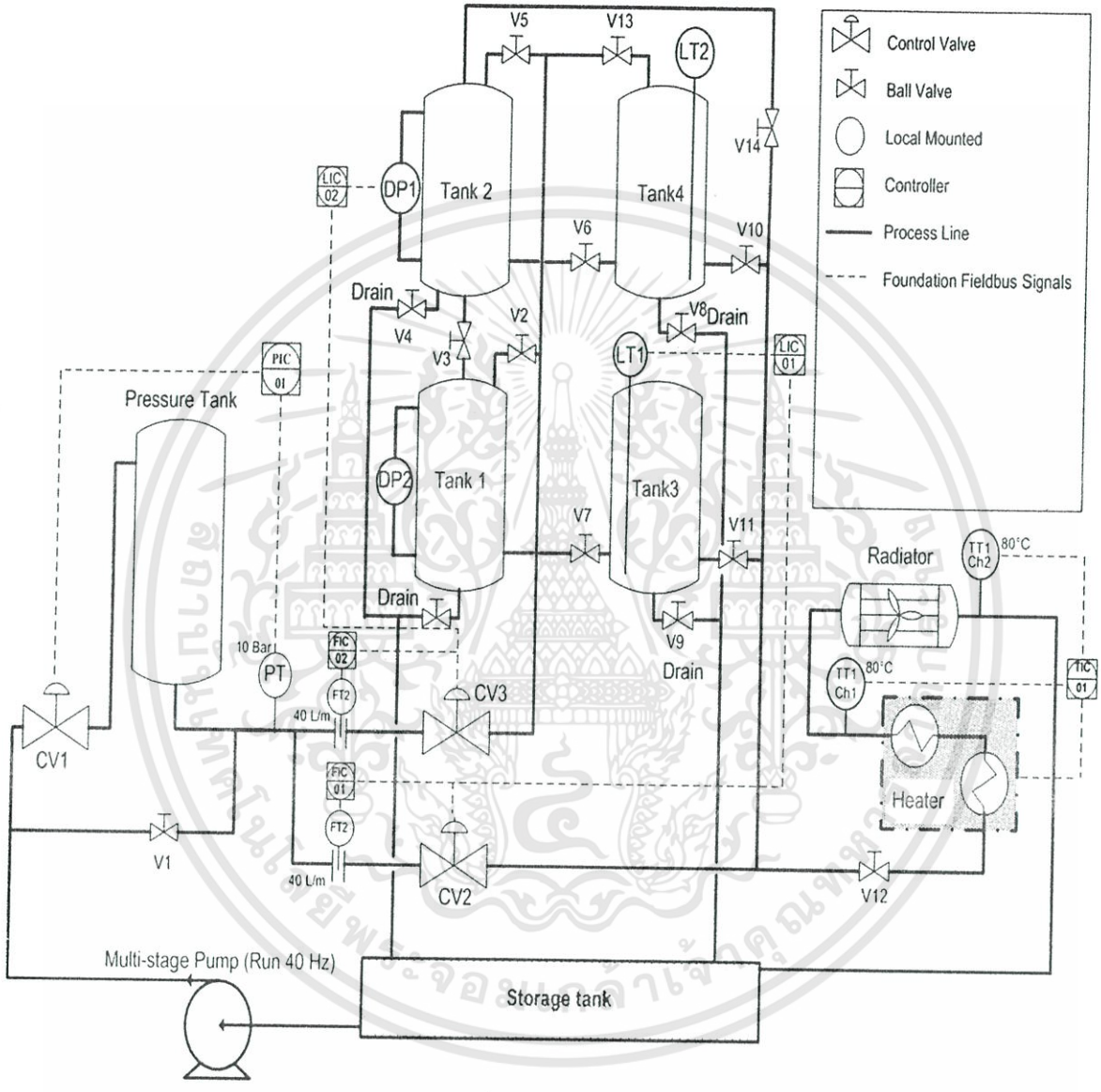
3.1.1 แสดงข้อมูลของอุปกรณ์และทรานสมิตเตอร์

- เครื่องสูบน้ำ ชนิด Multi-Stage pumps รุ่น MXH 404/A ยี่ห้อ Calpeda
- อินเวอร์เตอร์ AC Drive รุ่น ACS355 ยี่ห้อ ABB
- ตัวแปลงสัญญาณ (Current/ FIELDBUS Converter) รุ่น NCS-IF105 ยี่ห้อ Microcyber Inc.
- เพาเวอร์ซัพพาย รุ่น S8VS-09024 ยี่ห้อ OMRON
- โซลิดสเตตรีเลย์ รุ่น RM1E23AA25 ยี่ห้อ Carlo Gavazzi
- ฟิลด์แบริเออร์ รุ่น RD0-FB-Ex4 ยี่ห้อ Pepperl+Fuchs
- ทรานสมิตเตอร์วัดความดัน ขนาด ½ นิ้ว รุ่น Cerabar S PMC71 ยี่ห้อ Endress+Hauser
- ทรานสมิตเตอร์วัดอัตราการไหลแบบเวอร์เทค (½ นิ้ว DN 15) รุ่น Prowirl 72W15 ยี่ห้อ Endress+Hauser
- ทรานสมิตเตอร์วัดอัตราการไหลแบบสนามแม่เหล็กไฟฟ้า (½ นิ้ว DN 15) รุ่น Promag 53P15 ยี่ห้อ Endress+Hauser
- ทรานสมิตเตอร์วัดระดับแบบความดันแตกต่าง (½ นิ้ว DN 15)รุ่น Deltabar S PMD70 ยี่ห้อ Endress+Hauser
- ทรานสมิตเตอร์วัดระดับแบบความถี่ รุ่น Levelflex M FMP40 ยี่ห้อ Endress+Hauser
- ทรานสมิตเตอร์วัดระดับแบบความถี่ รุ่น Eclipse Enhanced 705 ยี่ห้อ Magnetrol
- วาล์วควบคุม ชนิด Globe valve (1 นิ้ว DN25) รุ่น Type 3241 ยี่ห้อ : SAMSON พร้อมติดตั้ง Positioners รุ่น 3730-3
- วาล์วควบคุม ชนิด Globe valve (½ นิ้ว DN15) รุ่น Type 3241 ยี่ห้อ : SAMSON พร้อมติดตั้ง Positioners รุ่น 3787
- เครื่องวัดอุณหภูมิ ชนิด Dual-Input รุ่น iTEMP TMT85 ยี่ห้อ : Endress+Hauser
- เครื่องวัดอุณหภูมิ ชนิด RTD PT100 รุ่น iTEMP TMT162 ยี่ห้อ : Endress+Hauser
- ฮีตเตอร์ -ขนาด 25x40mm เอาท์พุต 3000วัตต์
- หม้อน้ำรถยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2 ขั้นตอนการออกแบบและติดตั้งอุปกรณ์

3.1.2.1 ศึกษากระบวนการ (Process) ทั้งหมดและทำความเข้าใจจาก P&ID (Piping and instrumentation diagrams) โดยมีกระบวนการทั้งหมด 4 กระบวนการ ดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 แสดง P&ID

ส่วนที่ 1 คือ กระบวนการความดันของแทงค์ P (ท่อที่ใช้ขนาด 1 นิ้ว)

- PIT101 คือ ทรานสมิตเตอร์วัดความดัน
- PCV101 คือวาล์วควบคุมความดัน ขนาด 1 นิ้ว
- สายไฮดรอลิค 1 นิ้ว ต่อจากเครื่องสูบน้ำเพื่อจ่ายเข้าระบบ
- Tank P คือ ท่อสเตนเลส ขนาด 8 นิ้ว ความสูง 1 เมตร
- Pump คือ เครื่องสูบน้ำ

นอกจากนี้ยังมีระบบท่อบายพาสโดยมีบอลวาล์วเป็นตัวเปิด-ปิดน้ำด้วย ในกรณีที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต้องการควบคุมกระบวนการอื่นๆ โดยที่การเดินทางของน้ำไม่ต้องผ่านแทงค์ P

ส่วนที่ 2 คือ กระบวนการควบคุมอัตราการไหลและระดับของน้ำเพื่อเข้าแทงค์ 1,2,3 และ 4 (ท่อที่ใช้ขนาด 0.5 นิ้ว)

- FIT101 ต่อกับ FCV101 คือทรานสมิตเตอร์วัดอัตราการไหลแบบสนามแม่เหล็กไฟฟ้าและควบคุมอัตราการไหลของแทงค์ที่ 1 และ 2 โดยการสั่งที่ FCV101 เพื่อให้ได้อัตราการไหลตามค่าที่ตั้งไว้
- FIT102 ต่อกับ FCV102 คือ ทรานสมิตเตอร์วัดอัตราการไหลแบบเวอร์เทคและควบคุมอัตราการไหลของแทงค์ที่ 3 และ 4 โดยการสั่งที่ FCV102 เพื่อให้ได้อัตราการไหลตามค่าที่ตั้งไว้
- FCV101 คือวาล์วควบคุมอัตราการไหล ขนาด 0.5 นิ้ว
- FCV102 คือวาล์วควบคุมอัตราการไหล ขนาด 0.5 นิ้ว
- แทงค์ 1,2,3 และ 4 คือ ท่อสเตนเลส ขนาด 8 นิ้ว ความสูง 1 เมตร
- LIT101A/B คือ ทรานสมิตเตอร์วัดระดับแบบความดันแตกต่าง
- LIT102A/B คือ ทรานสมิตเตอร์วัดระดับแบบความถี่

นอกจากนี้ยังมีบอลวาล์วเป็นตัวเปิด-ปิดน้ำ ในกรณีที่ต้องการควบคุมกระบวนการระดับน้ำของแต่ละ Tank หรือทำการควบคุมแบบ Cascade ได้ซึ่งจาก P&ID จะเห็นว่ากระบวนการนี้สามารถควบคุมได้หลายแบบ เนื่องจากมีการทำงานแบบ Interact และ Non-Interact

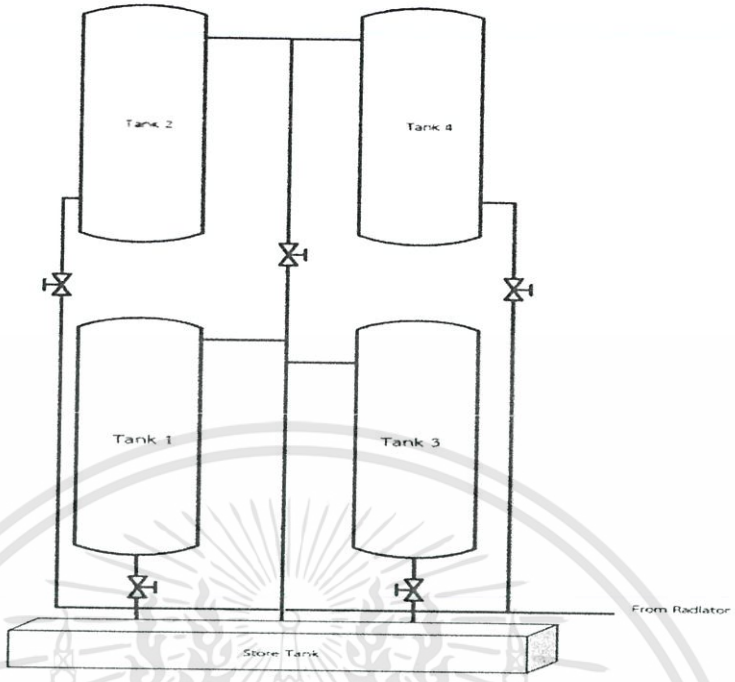
ส่วนที่ 3 คือ กระบวนการควบคุมอุณหภูมิ (ท่อที่ใช้ขนาด 0.5 นิ้ว)

- ฮีตเตอร์ จำนวน 10 ตัว
- Radiator คือ หม้อน้ำรถยนต์
- TT101 คือ เครื่องวัดอุณหภูมิ ชนิด Dual-Input
- TE101/102 คือ เครื่องวัดอุณหภูมิ ชนิด RTD PT100

ส่วนที่ 4 คือ ระบบระบายน้ำ ดังรูปที่ 3.2

- ขนาดท่อระบายน้ำที่ออกจากแทงค์ 1 2 3 และ 4 มีขนาด 1 นิ้ว
- ขนาดท่อระบายน้ำที่ออกจาก Radiator มีขนาด 0.5 นิ้ว
- ท่อหลักที่ต่อกับถังเก็บน้ำ มีขนาด 1.5 นิ้ว
- ถังเก็บน้ำ คือ แผ่นสเตนเลสที่ถูกนำมาพับแล้วเชื่อมต่อกัน โดยมีขนาด 100x80x20 cm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 ระบบระบายน้ำ

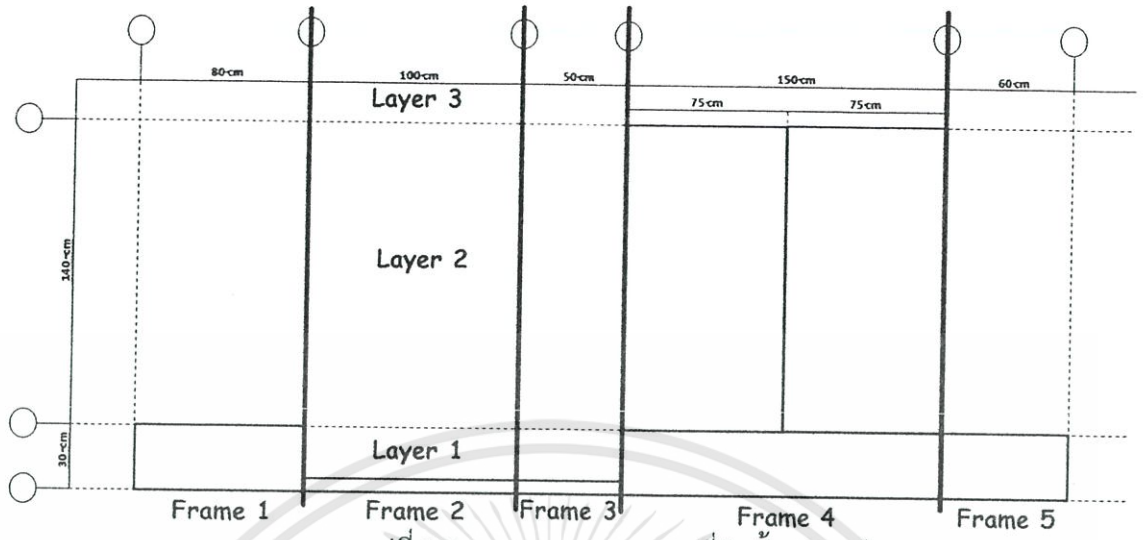
3.1.2.2 กำหนดระยะฐานที่ตั้งตัวเครื่องมือทั้งหมดและตำแหน่งของอุปกรณ์แต่ละตัวตามข้อกำหนดการติดตั้งขนาดของห้อง คือกว้าง 6x4x3.20 m โดยแบ่งออกเป็น 3 ชั้น 5 เฟรม ดังรูปที่ 3.3

ชั้น 1 เฟรม 1 ติดตั้งเครื่องสูบน้ำ
เฟรม 4 ติดตั้งถังเก็บน้ำ โดยระยะของการติดตั้งเครื่องสูบน้ำจะต้องต่ำกว่าถังเก็บน้ำเพื่อให้เครื่องสูบน้ำทำการสูบน้ำได้ง่ายขึ้น

ชั้น 2 เฟรม 1 ติดตั้ง วาล์วควบคุมความดัน ขนาด 1 นิ้ว และแทงค์ P
เฟรม 2 ติดตั้ง ทรานสมิตเตอร์วัดความดัน,ทรานสมิตเตอร์วัดอัตราการไหลแบบสนามแม่เหล็กไฟฟ้าและทรานสมิตเตอร์วัดอัตราการไหลแบบเวอร์เทค
เฟรม 3 ติดตั้ง วาล์วควบคุมอัตราการไหล ขนาด ½ นิ้ว,
เฟรม 4 ติดตั้งแทงค์ 1, แทงค์ 3, วาล์วควบคุมอัตราการไหล ขนาด ½ นิ้ว, ทรานสมิตเตอร์วัดระดับแบบความดันแตกต่างและทรานสมิตเตอร์วัดระดับแบบความถี่
เฟรม 5 ติดตั้งฮีตเตอร์, หม้อน้ำรถยนต์และทรานสมิตเตอร์วัดอุณหภูมิ

ชั้น 3 เฟรม 4 ติดตั้งแทงค์ 2, แทงค์ 4,ทรานสมิตเตอร์วัดระดับแบบความดันแตกต่างและทรานสมิตเตอร์วัดระดับแบบความถี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.3 ขนาดของระยะฐานที่ติดตั้งอุปกรณ์

หมายเหตุ : ข้อกำหนดการติดตั้งของทรานสมิตเตอร์วัดอัตราการไหลจากคู่มือ

- ทรานสมิตเตอร์อัตราการไหลแบบสนามแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Flow meter)
  ระยะขาเข้า (Inlet run): ≥ 5 × DN
  ระยะขาออก (Outlet run): ≥ 2 × DN
  ระยะห่างจากวาล์ว (From Valve) ≥ 5 × DN
- ทรานสมิตเตอร์วัดอัตราการไหลแบบเวอร์เทค (Vortex Flow Meter) :
  ระยะขาเข้า (Inlet run) min. 15 × DN
  ระยะขาออก (Outlet run) min. 5 × DN
  ระยะห่างจากวาล์ว (From Valve) ≥ 50 × DN
  ระยะห่างจากข้องอ (From elbow) ≥ 20 × DN

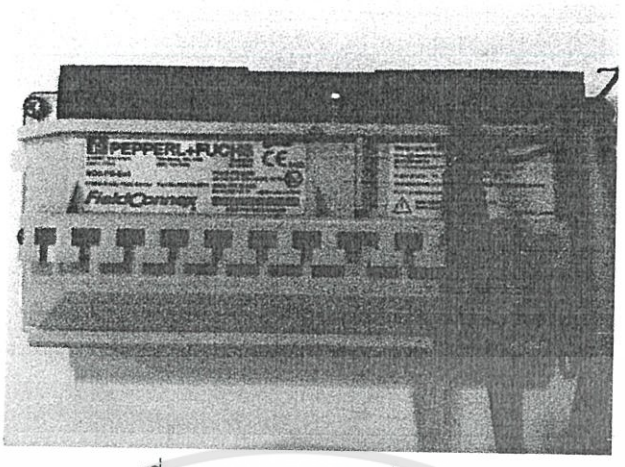
3.2 การดำเนินงานด้านซอร์ฟแวร์

3.2.1 แสดงรายละเอียดของอุปกรณ์ที่ใช้เชื่อมต่อ

3.2.1.1 ฟิลด์แบริเออร์ รุ่น RD0-FB-Ex4 ยี่ห้อ Pepperl+Fuchs

Barrier ปกติจะถูกติดตั้งอยู่ในกล่องหรือตู้ต่อสายที่ป้องกันฝุ่นและความชื้น โดยตู้หรือกล่องต่อสายไฟจะถูกติดตั้งอยู่ในพื้นที่ปลอดภัย (Non-Hazardous Area) ดังรูปที่ 3.4 เฉพาะด้านเอาต์พุตของ Barrier เท่านั้นที่จะเป็นวงจร Intrinsically Safe ตู้หรือกล่องต่อสายที่มีการติดตั้ง Barrier ควรจะถูกติดตั้งให้ใกล้กับพื้นที่อันตรายให้มากที่สุด เพื่อลดความยาวของสายไฟและเพิ่มค่าคาปาซิแตนซ์ของวงจร ถ้าถูกติดตั้งอยู่ในพื้นที่อันตราย กล่องหรือตู้ต่อสายต้องเลือกให้เหมาะสมกับพื้นที่อันตราย

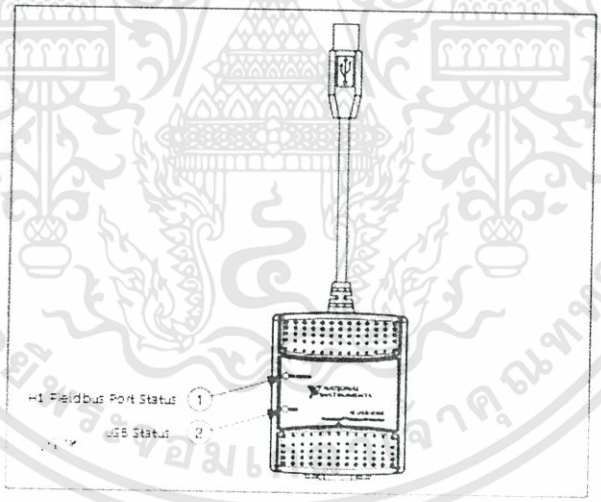
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.4 แสดงภาพฟิลด์แบริเออร์

3.2.1.2 USB-8486 ยี่ห้อ National Instrument

NI USB-8486 เป็นอินเตอร์เฟสหนึ่งพอร์ตสำหรับเชื่อมต่ออุปกรณ์ฟาวด์เดชั่นฟิลด์บัสซึ่งจัดการเกี่ยวกับการสื่อสารระหว่างคอมพิวเตอร์ได้มากกว่าหนึ่งเครื่อง ดังรูปที่ 3.5 อุปกรณ์ที่สามารถกำหนดเครือข่ายให้ใช้ร่วมกับฟาวด์เดชั่นฟิลด์บัส H1 USB-8486 ใช้เป็นตัวประมวลผลและสนับสนุนการถ่ายโอนข้อมูลของฟาวด์เดชั่นฟิลด์บัส H1 ด้วยอัตราเร็ว 31.25kb/s

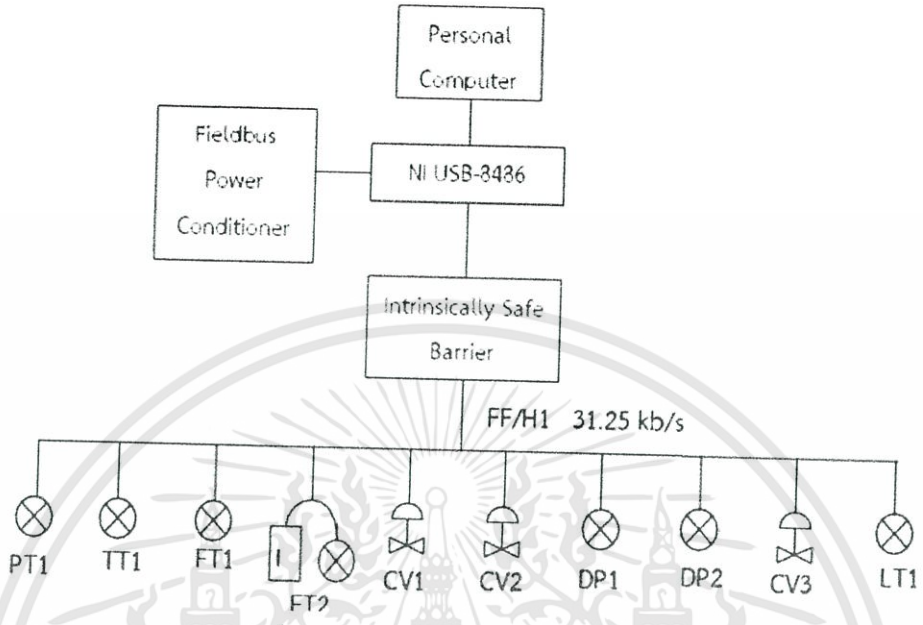


รูปที่ 3.5 แสดงสถานการณ์ทำงานของไฟ LED ของ USB-8486

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 Wiring Diagram

เขียน Wiring Diagram เพื่อแสดงถึงการเชื่อมต่อของอุปกรณ์แต่ละตัว ดังรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 แสดงการต่อสายของอุปกรณ์

3.2.3 การเชื่อมต่อซอฟท์แวร์

3.2.3.1 การตั้งค่าพารามิเตอร์ของฟิลด์บัส

1.เปิดโปรแกรม NI-FBUS Interface Configuration utility แล้วเลือก Add Interface แล้วเลือกแบบ USB แล้วคลิก Continue

2.เลือก Port0 คลิก Edit เพื่อทำการตั้งค่า Address และType ของตัว USB-8486

3.ตั้งค่า Device Address แล้วเลือก Device Type เป็นแบบ Link Master Device แล้วคลิก OK จากนั้นปิดโปรแกรม Interface Configuration Utility

4.เปิดโปรแกรม NI-FBUS Communications Manager เพื่อตรวจสอบการเชื่อมต่อระหว่างคอมพิวเตอร์และกระบวนการ

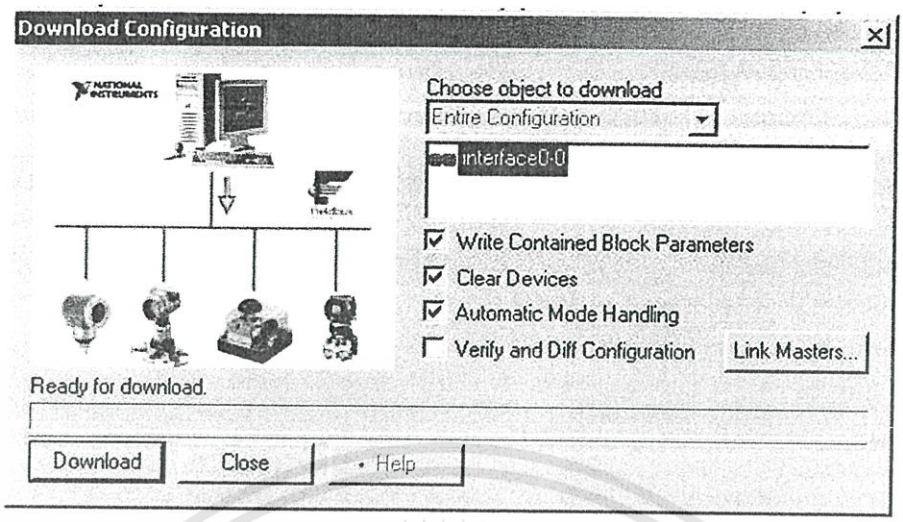
5.เปิดโปรแกรม NI-FBUS Configurator แล้วเลือก Any project (contains both online and offline links)

6.จากนั้นโปรแกรมจะรับข้อมูลของอุปกรณ์และควบคุมที่อยู่ในกระบวนการทั้งหมดมาแสดงผล จากนั้นทำการตั้งค่า Tag ของแต่ละอุปกรณ์ โดยห้ามซ้ำกันรวมทั้ง Address ด้วย

7.ตั้งค่าทรานสดิวเซอร์บล็อกของทรานสมิตเตอร์และควบคุมและเขียนโปรแกรมควบคุมด้วยฟังก์ชั่นบล็อกแอพพลิเคชั่นด้วย Wiring tool

8.หลังจากนั้นทำการโหลดคอนฟิกไปยังระบบ โดยเลือกที่เมนู Configuration > Download Configuration และกด Download ดังรูปที่ 3.7

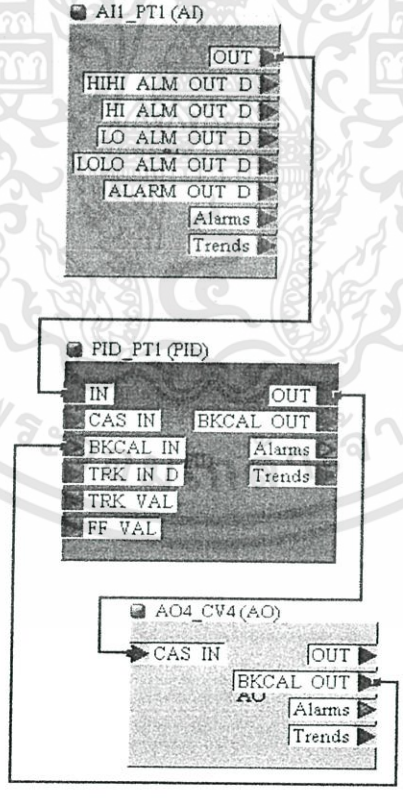
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.7 แสดงการ Download Configuration

3.2.4 รายละเอียดของฟังก์ชันบล็อกแอพพลิเคชั่น

3.2.4.1 การควบคุมความดัน

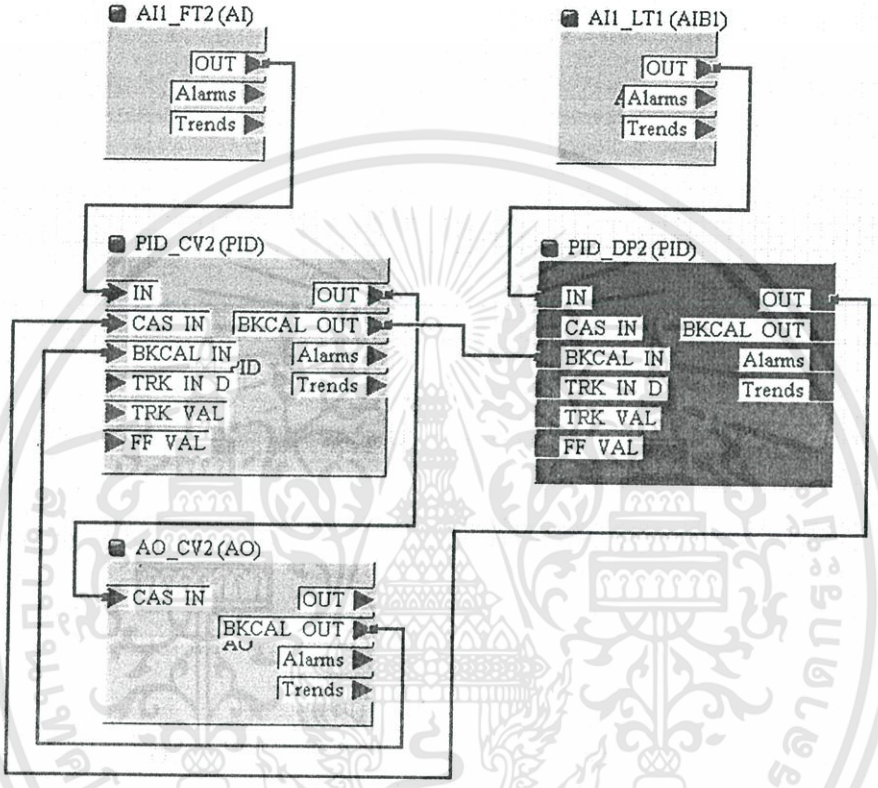


รูปที่ 3.8 แสดงฟังก์ชันบล็อกของความดัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การควบคุมความดันจะใช้การควบคุมป้อนกลับแบบพีไอดี (PID Controller) โดยรับค่าความดันจากทรานสมิตเตอร์วัดความดันจากบล็อก AI1_PT1(AI) จากนั้นส่งค่าให้กับพีไอดีคอนโทรลเลอร์ที่บล็อกPID_PT1(PID) เพื่อเปรียบเทียบกับค่าเซ็ตพ้อยที่ตั้งไว้และส่งค่าเอาท์พุตไปยังตัวแปลงสัญญาณแล้วส่งค่าไปควบคุมวาล์วที่บล็อก AO4_ CV4(AO) ดังรูปที่ 3.8

3.2.4.2 การควบคุมระดับน้ำในแทงค์



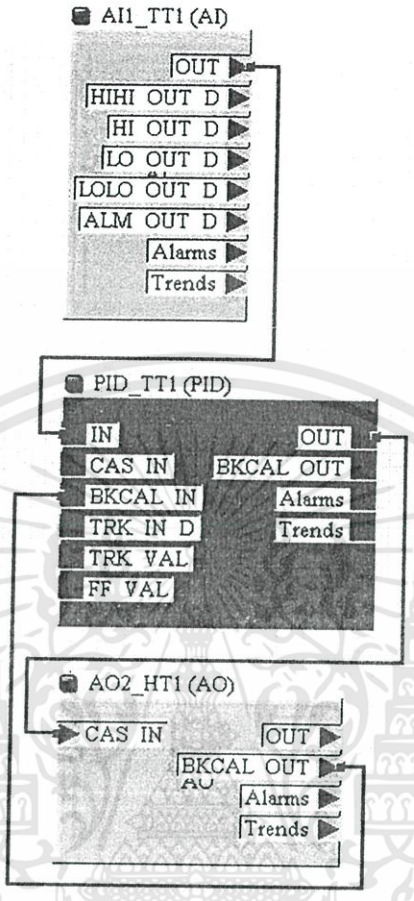
รูปที่ 3.9 แสดงฟังก์ชันบล็อกของระดับและอัตราการไหล

การควบคุมระดับน้ำในแทงค์จะใช้การควบคุมแบบคาสเคดคอนโทรล (Cascade Control) โดยกำหนดให้ทรานสมิตเตอร์วัดระดับเป็นตัวควบคุมหลัก (Master Controller) ส่วนทรานสมิตเตอร์วัดอัตราการไหลเป็นตัวควบคุมรอง (Slave Controller)

โดยรับค่าจากทรานสมิตเตอร์วัดระดับจากบล็อก (AI1_LT1)(AIBI) จากส่งค่าให้กับบล็อก PID_DP2(PID) เพื่อเปรียบเทียบค่ากับเซ็ตพ้อยที่ตั้งไว้ จากนั้นค่าเอาท์พุตจะถูกส่งต่อไปยังบล็อก PID_CV2(PID) แล้วส่งค่าที่ต้องแก้ไปเพื่อปรับปรุงการทำงานของวาล์วควบคุมอัตราการไหล ที่บล็อก AO_CV2(AO) จะเห็นได้ว่าบล็อก AI1_FT2(AO) เป็นเพียงการทำงานรองที่ไม่ได้ต้องการค่าอะไรนอกจากแสดงผลอัตราการไหล ดังรูปที่ 3.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.4.3 การควบคุมอุณหภูมิ



รูปที่ 3.10 แสดงฟังก์ชันบล็อกอุณหภูมิ

การควบคุมอุณหภูมิจะใช้การควบคุมป้อนกลับแบบพีไอดี โดยรับค่าความดันจากทรานสมิตเตอร์วัดความดันจากบล็อก AI1_TT1(AI)

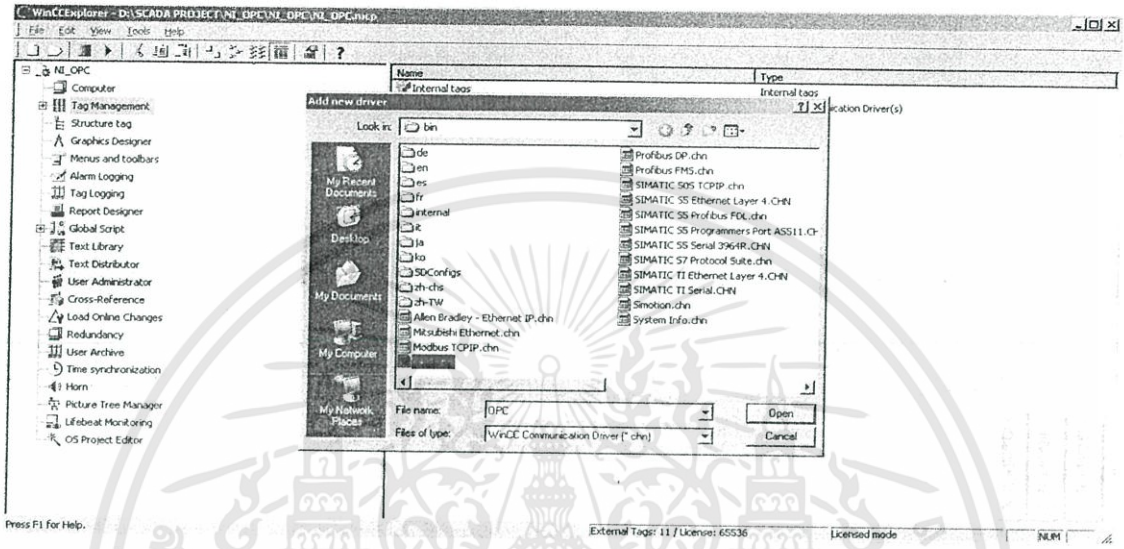
จากนั้นส่งค่าให้กับพีไอดีคอนโทรลเลอร์ (PID Controller) ที่บล็อก PID_TT1(PID) เพื่อเปรียบเทียบกับค่าเซ็ตพ้อยที่ตั้งไว้และส่งค่าเอาท์พุตไปยังตัวแปลงสัญญาณแล้วส่งค่าไปควบคุมวาล์วที่บล็อก AO2_ HT1(AO) ดังรูปที่ 3.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.5 การเชื่อมต่อควบคุมกระบวนการและแสดงผลผ่าน OPC Server

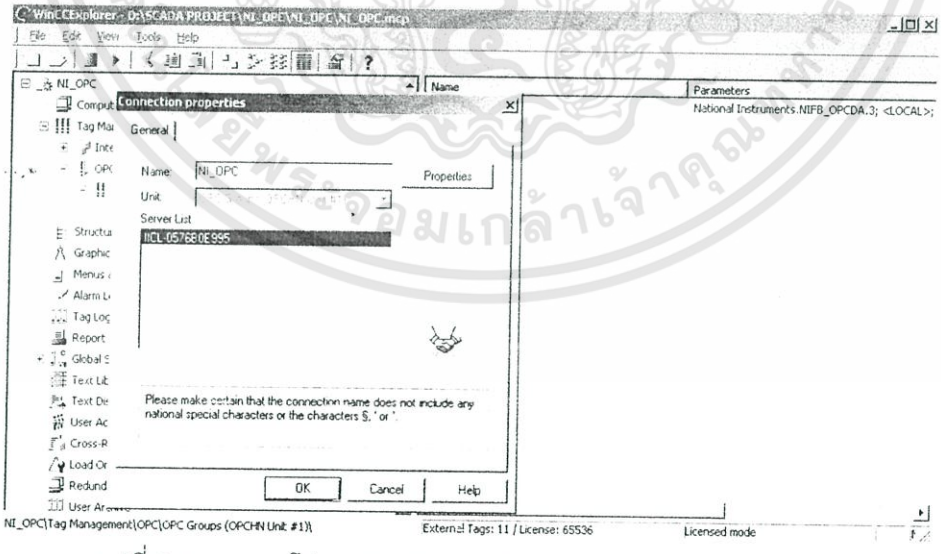
3.2.5.1 การสร้าง OPC Channel ในโปรแกรม WinCC

1. คลิกขวาที่ Tag Management > Add New Driver แล้วเลือกไฟล์ OPC.chn ดังรูปที่ 3.11



รูปที่ 3.11 แสดงโปรแกรม WinCC Explorer – Add New Driver, Add OPC Channel

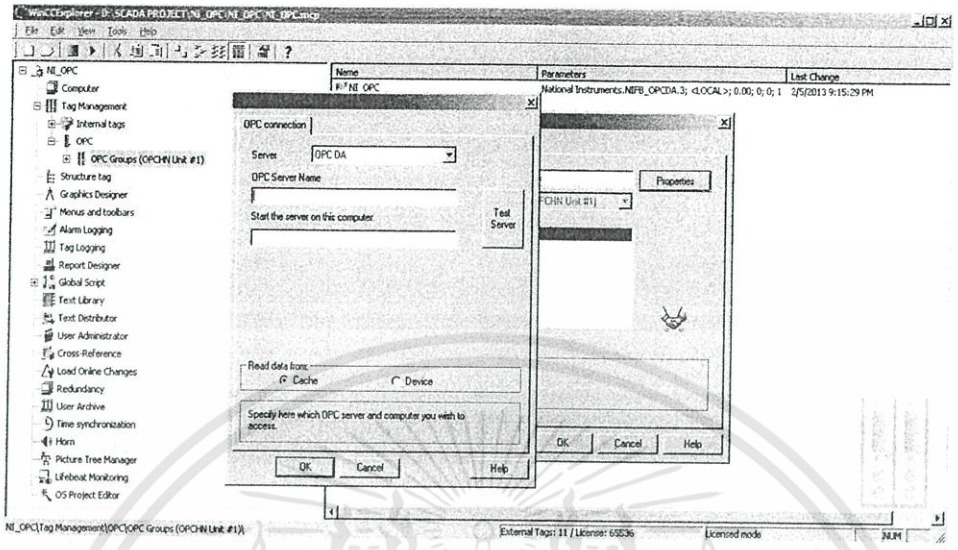
2. สร้าง OPC Groups โดยการเลือก OPC > OPC Group โดยการคลิกขวา แล้วเลือก New Driver Connection > ตั้งชื่อ NI_OPC ดังรูปที่ 3.12



รูปที่ 3.12 แสดงโปรแกรม WinCC Explorer – Create name OPC

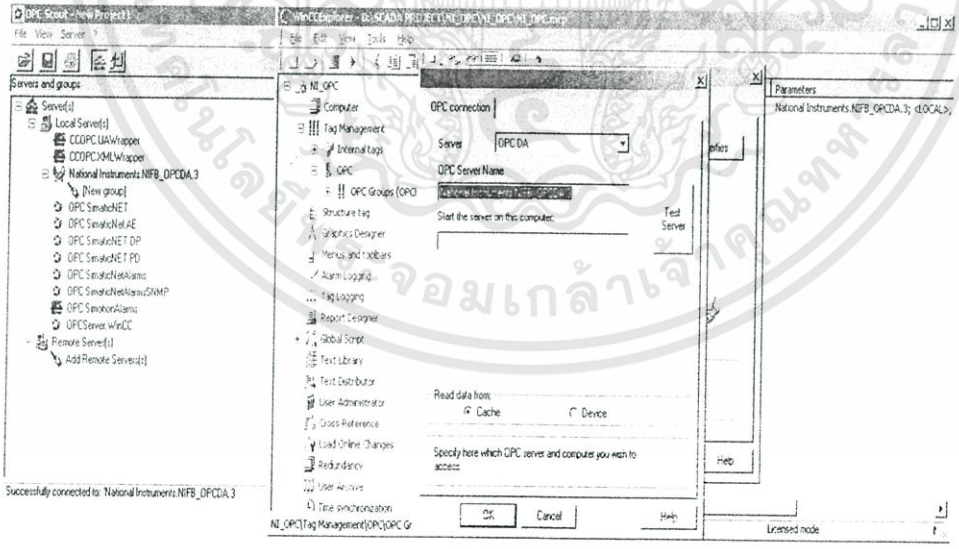
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เชื่อมต่อ OPC Server โดยการกด Properties จะขึ้นหน้า OPC Connection ดังรูปที่ 3.13



รูปที่ 3.13 แสดงโปรแกรม WinCC Explorer – OPC Connection

4. ทำการหา OPC Server Name โดยการใช้โปรแกรม OPC Scout ซึ่งจะแสดงชื่อ OPC Server ของซอร์ฟแวร์ที่ใช้อยู่คือ National Instruments.NIFB_OPCDA.3 แล้วพิมพ์ชื่อลงไปในช่อง OPC Server Name (WinCC Explorer) แล้วกด Test Server เพื่อเช็คความถูกต้อง ดังรูปที่ 3.14

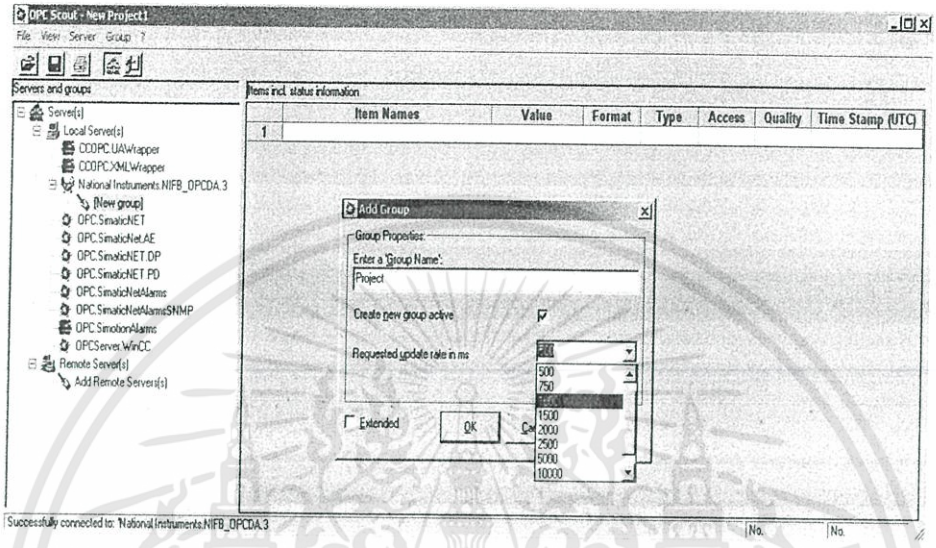


รูปที่ 3.14 แสดงโปรแกรม WinCC Explorer – OPC Server Name

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

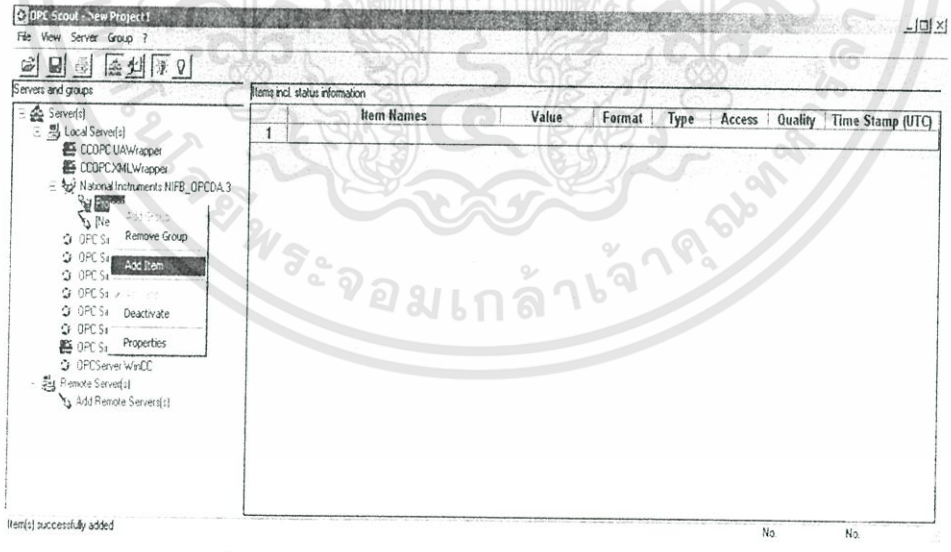
3.2.5.2 การสร้าง Tag ในโปรแกรม WinCC Explorer

1. เปิดโปรแกรม OPC Scout หลังจากนั้นแล้วดับเบิ้ลคลิกไปที่ National Instruments.NIFB_OPCDA.3 หลังจากนั้น ตั้งชื่อ Group name โดยใช้ชื่อว่า Project พร้อมทั้งตั้งค่า update rate in ms ที่ 1000 ดังรูปที่ 3.15



รูปที่ 3.15 แสดงโปรแกรม OPC Scout – Add Group

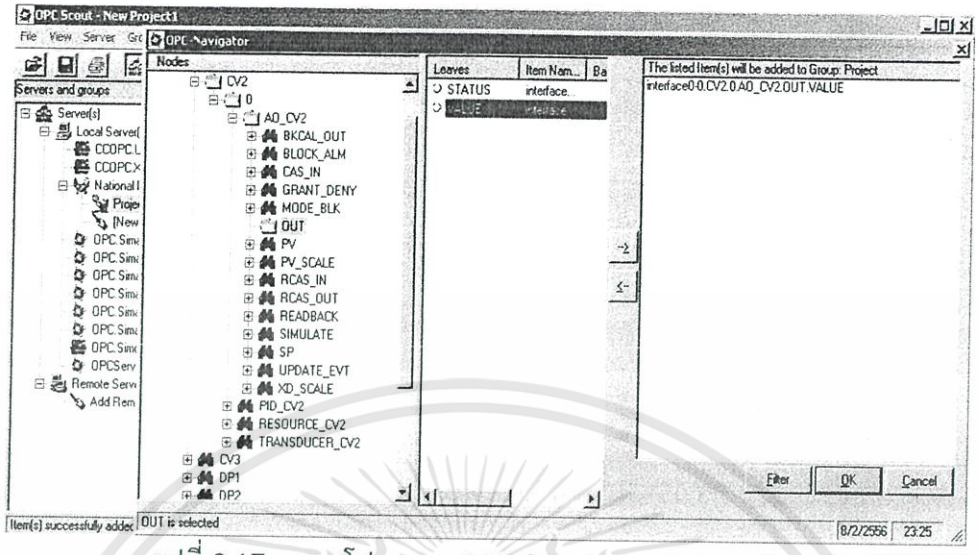
2. คลิกขวาที่ Project > Add item ดังรูปที่ 3.16



รูปที่ 3.16 แสดงโปรแกรม OPC Scout – Add Item

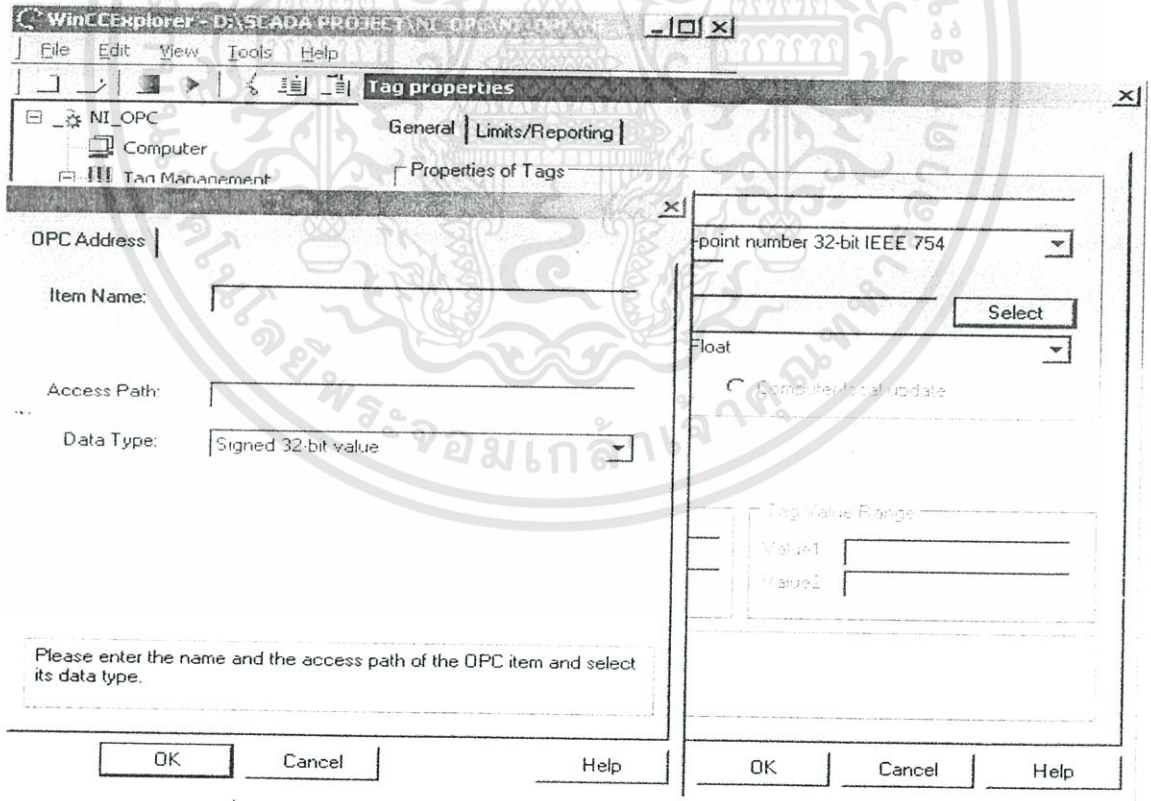
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เลือก Tag จากอุปกรณ์ที่ต้องการจะดูค่า ดังรูปที่ 3.17



รูปที่ 3.17 แสดงโปรแกรม OPC Scout – OPC Navigator

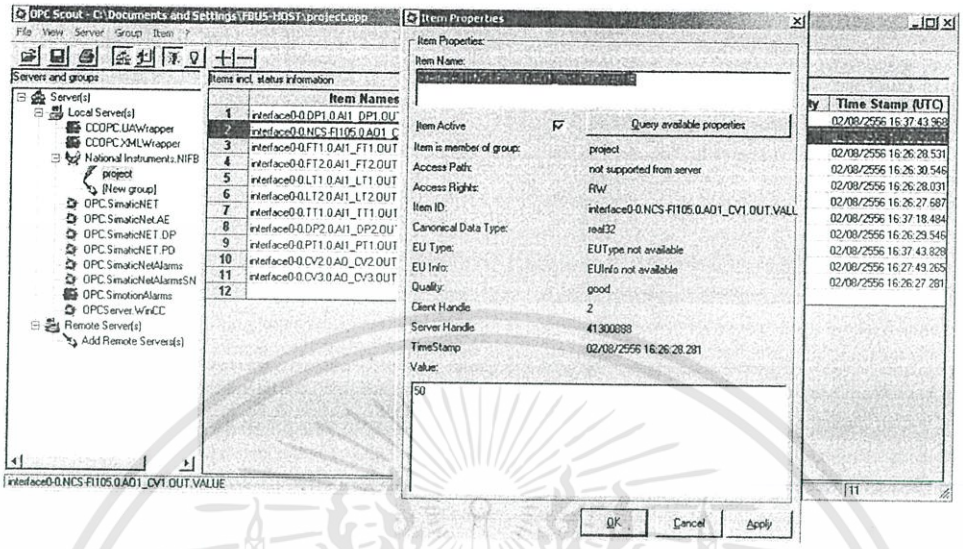
4. เปิดโปรแกรม WinCC Explorer > NI_OPC คลิกขวาที่พื้นที่ว่าง > New Tag > ตั้งชื่อ Tag แล้วกด Select เพื่อหาชื่อ Item Name ดังรูปที่ 3.18



รูปที่ 3.18 แสดงโปรแกรม WinCC Explorer – Tag Properties

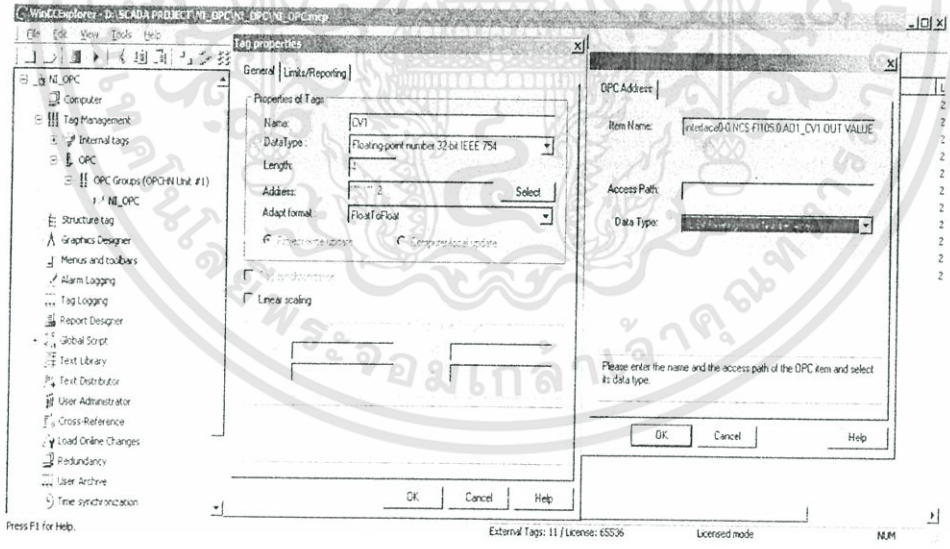
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. สามารถหา Item Name ได้จาก Tag ที่เราเลือกไว้ในโปรแกรม OPC Scout แล้วคลิกขวาที่ Tag ที่ต้องการจะสร้างแล้วคลิก Properties > Copy Item Name ดังรูปที่ 3.19



รูปที่ 3.19 แสดงโปรแกรม OPC Scout – Item Properties

6. นำชื่อไปวางในช่อง Item name แล้วเลือก Data Type ให้เป็น 32-bit Floating Point Number ดังรูปที่ 3.20

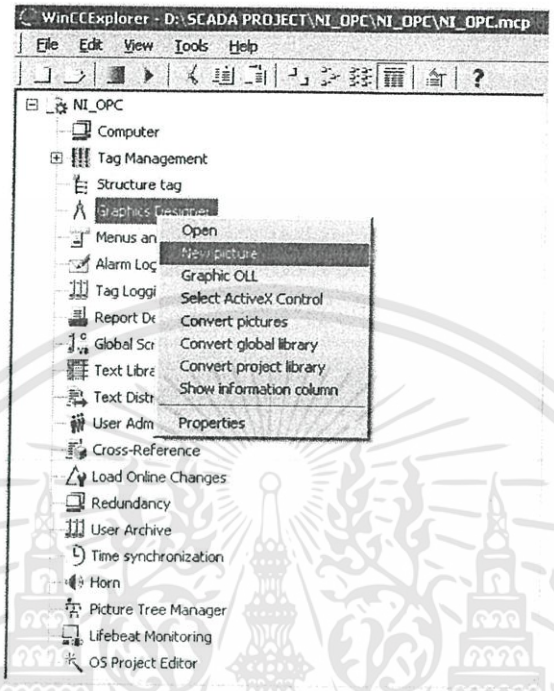


รูปที่ 3.20 แสดงโปรแกรม WinCC Explorer – OPC Address

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

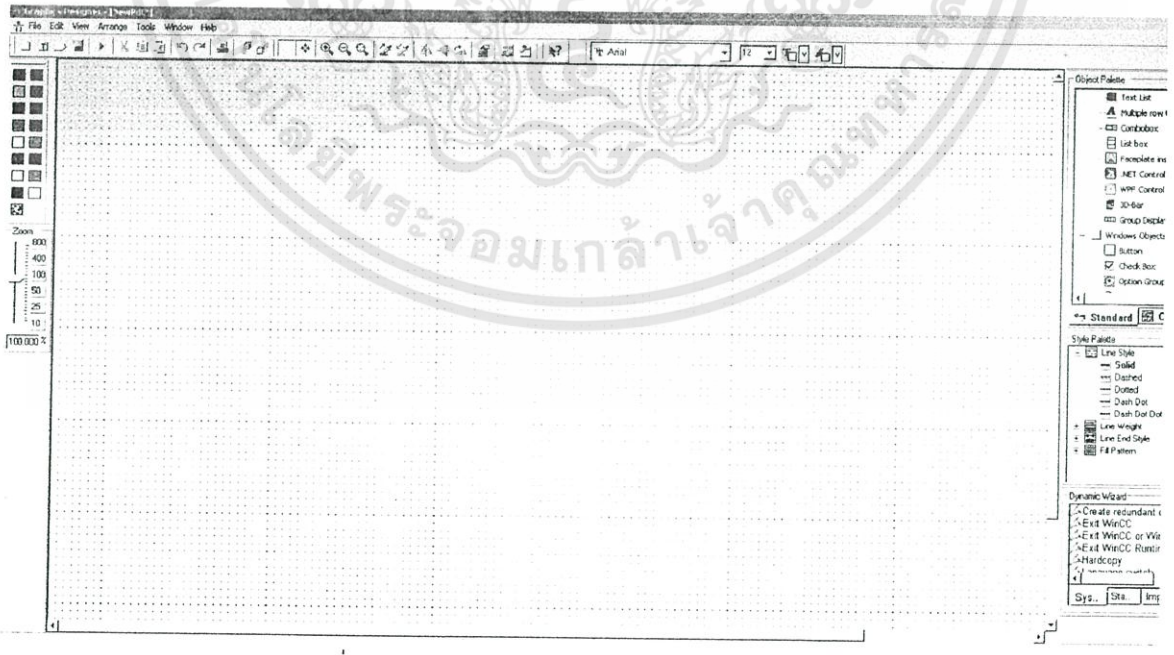
3.2.5.3 กราฟฟิคและการเชื่อมต่อ Tags กับ OPC

1.สร้างกราฟฟิคด้วย Graphics Designer โดยเปิดโปรแกรม WinCC Explorer > Graphics Designer > คลิกขวาเลือก New picture ดังรูปที่ 3.21



รูปที่ 3.21 แสดงโปรแกรม WinCC Explorer – Graphics Designer

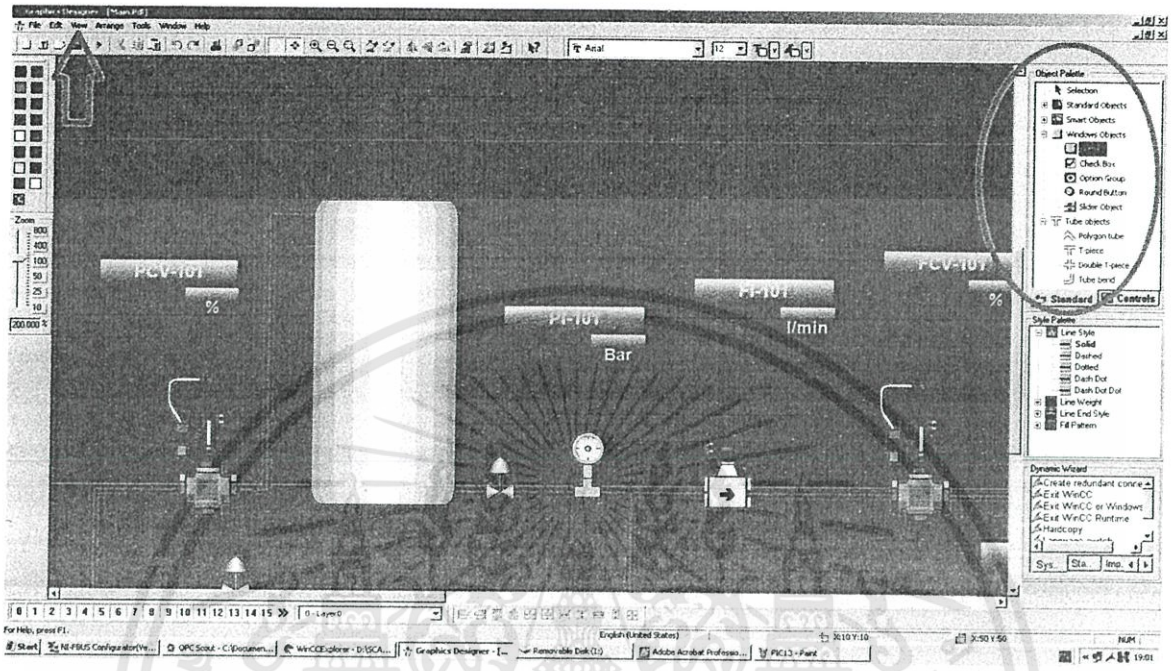
2.ด้านขวามือโปรแกรม WinCC Explorer จะมีไฟล์ชื่อ NewPd10.Pdl จากนั้นเปลี่ยนชื่อไฟล์ตามต้องการ แล้วดับเบิ้ลคลิกจะปรากฏหน้าต่างของ Graphics Designer ดังรูปที่ 3.22



รูปที่ 3.22 แสดงหน้าตาของ Graphics Designer

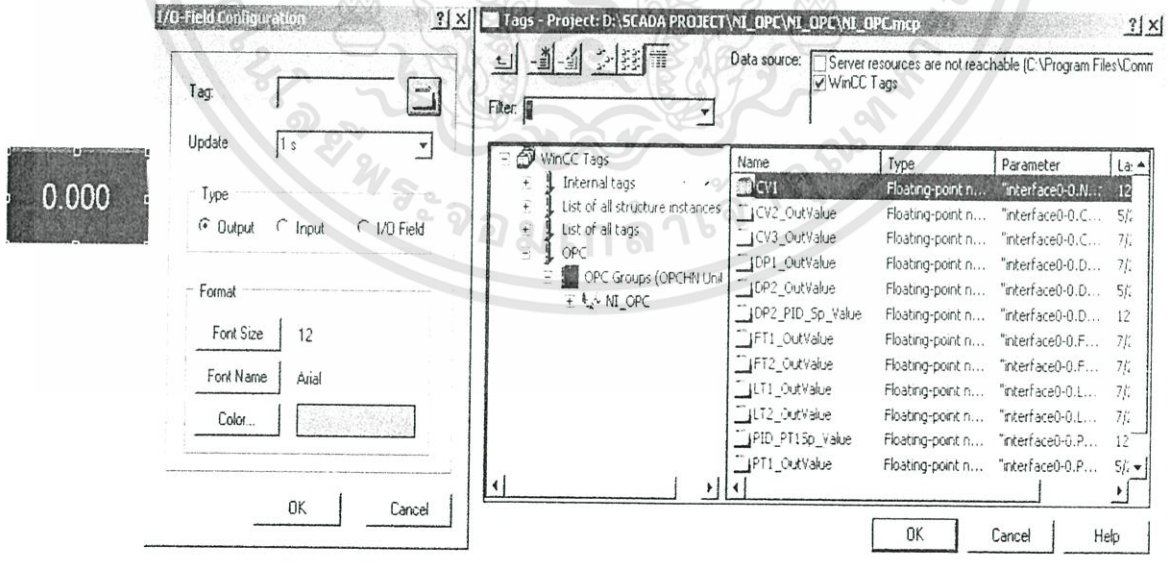
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.สามารถเลือกอุปกรณ์ต่างๆโดยกดที่ View > Library ตามลูกศรสีส้ม นอกจากนั้นยังมีในส่วนของ Object Palette ตรงวงกลมสีส้ม สามารถทดลองสร้างปุ่มได้ โดยคลิกตรง Button แล้ววางบนปุ่มพื้นที่สร้างภาพ ดังรูปที่ 3.23



รูปที่ 3.23 แสดงฟังก์ชันการใช้งาน Graphics Designer

4.จะปรากฏไดอะล็อก I/O field configuration ให้เลือก Tag ที่ต้องการจะเชื่อมต่อแล้ว เลือก update = 1s เลือก Type เป็น Output ดังรูปที่ 3.24



รูปที่ 3.24 แสดงไดอะล็อก I/O Field Configuration ใน Graphics Designer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
การแสดงผล

4.1 ขั้นตอนการทดลอง

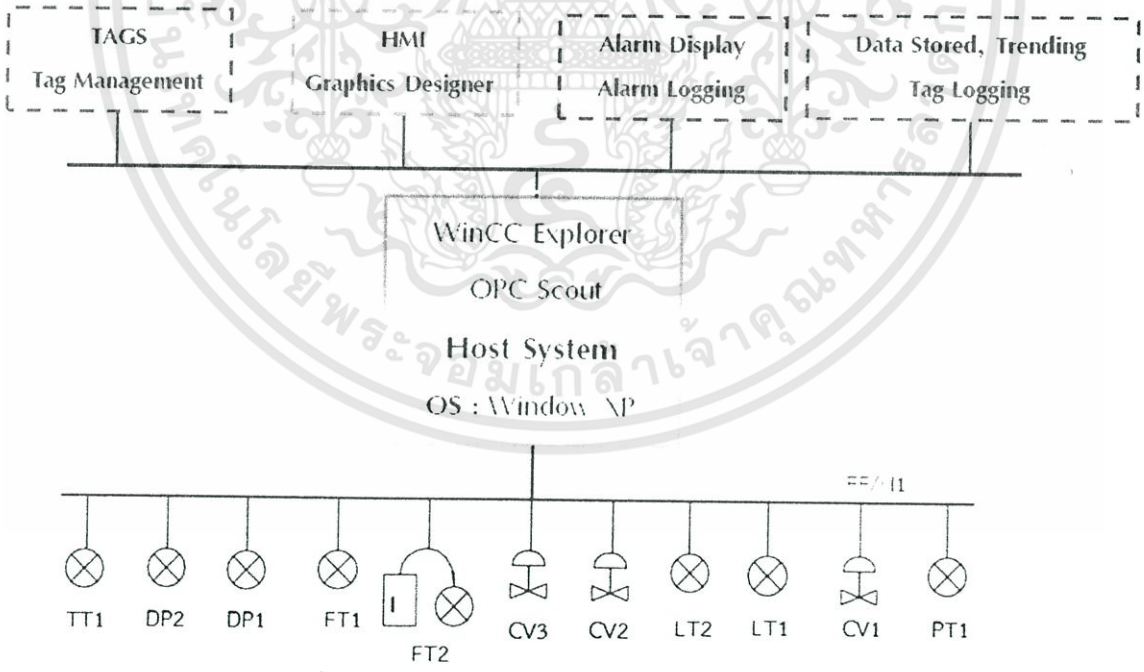
การทดลองนี้ได้ออกแบบหน้าจอแสดงผลให้ใช้งานง่าย และสามารถเขียนค่าและอ่านค่าของกระบวนการผ่านโครงข่ายที่มีการสื่อสารแบบฟาวน์เดชั่นฟิลด์บัสในระดับ H1 โดยเข้าถึงอุปกรณ์ผ่านฟังก์ชั่นบล็อก ดังนั้นจึงต้องมีการแสดงค่าพารามิเตอร์ต่างๆเพื่อบอกสถานะของกระบวนการ ดังรูปที่ 4.1

4.1.1 เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ฟิลด์บัสด้วยโปรแกรม NI Interface Configuration utility เพื่อเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ฟิลด์บัส

4.1.2 เปิดโปรแกรม NI-FBUS Communication Manager เพื่อใช้ฟังก์ชั่นบล็อกแอพพลิเคชั่นที่ได้กล่าวไปในบทที่ 3 หัวข้อ 3.2.4 แล้วดาวน์โหลดเพื่อเชื่อมต่อกับอุปกรณ์อีกครั้ง

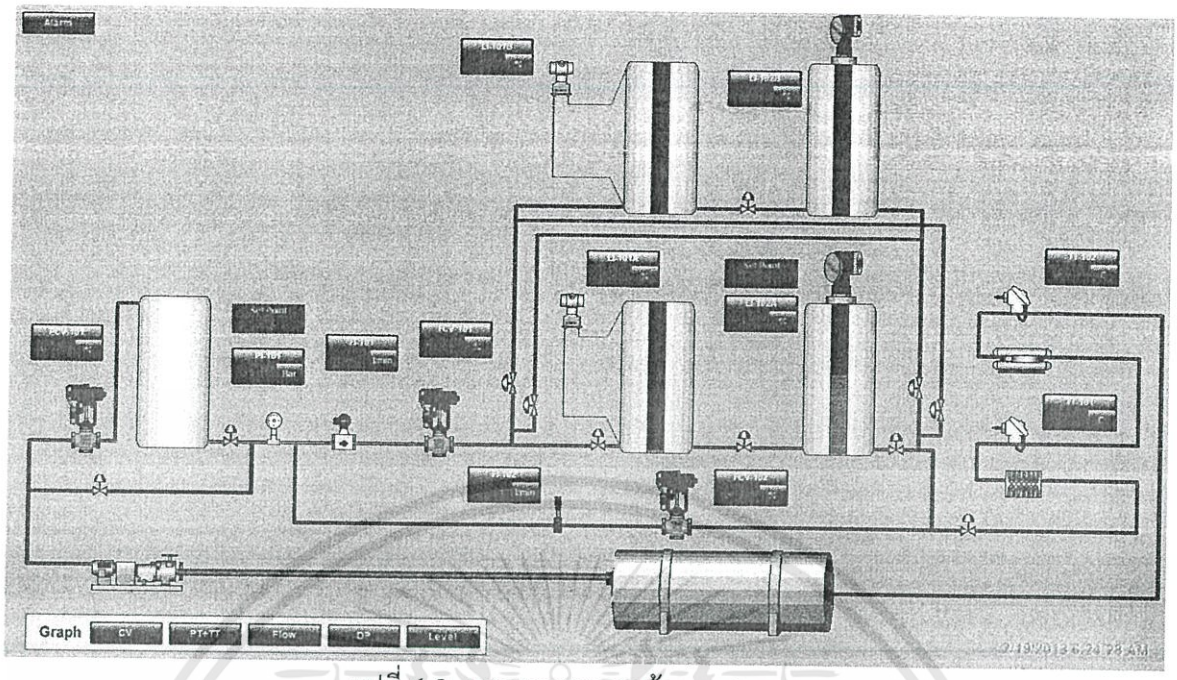
4.1.3 ออกแบบหน้าจอแสดงผลโดยใช้โปรแกรม WinCC Explorer แล้วลิ้งค์ Tag ของพารามิเตอร์ต่างๆที่ต้องการแสดงผลจาก OPC Server รวมทั้งให้ป้อนค่ากลับไปยังอุปกรณ์ฟิลด์บัสได้ด้วย ดังรูปที่ 4.2

4.1.4 ในส่วนของแสดงผลนอกจากแสดงค่า ป้อนค่าแล้วยังสามารถเตือนเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นกับอุปกรณ์ รวมทั้งแสดงกราฟของค่าต่างๆที่เปลี่ยนไปได้อีกด้วย



รูปที่ 4.1 แสดงการใช้งานฟังก์ชันต่างๆของ WinCC

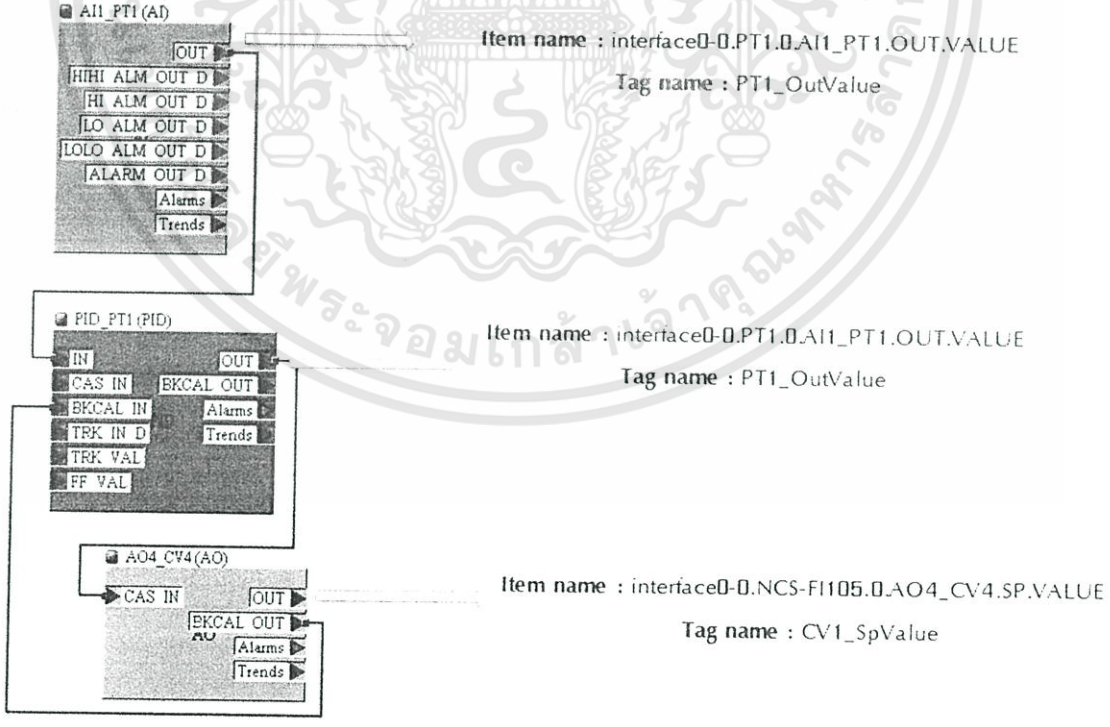
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 แสดงภาพรวมหน้าจอแสดงผล

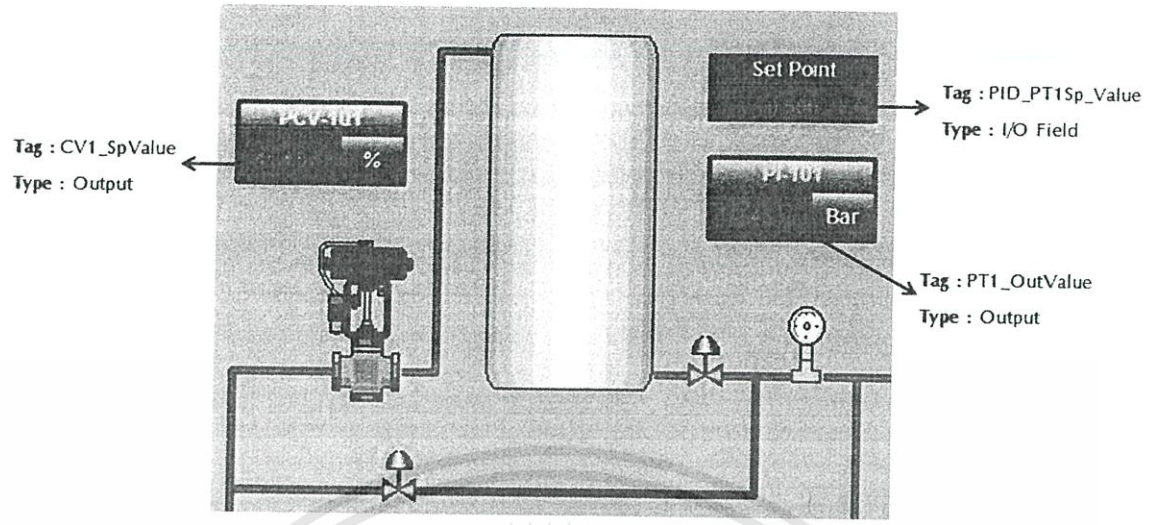
4.2 แสดงเชื่อมต่อพารามิเตอร์ของกระบวนการพร้อมทั้งฟังก์ชันต่างๆที่สามารถใช้งานได้

เนื่องจากขั้นตอนของกระบวนการต่างๆนั้นคล้ายกันจึงจะแสดงการเชื่อมต่อเพียงแค่กระบวนการความดัน ดังรูปที่ 4.3, 4.4, 4.5, 4.6 และ 4.7

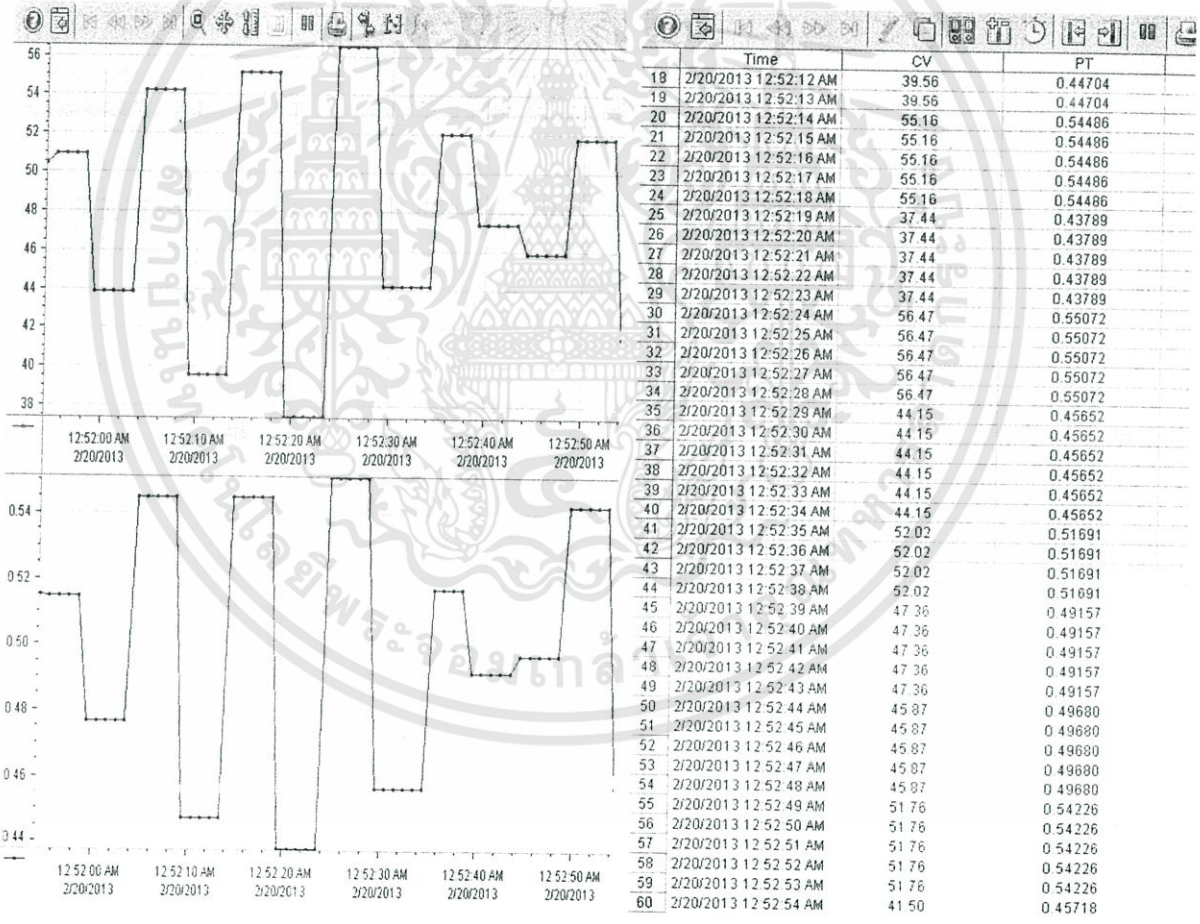


รูปที่ 4.3 แสดง Item name จาก Function Block Application ของกระบวนการความดัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



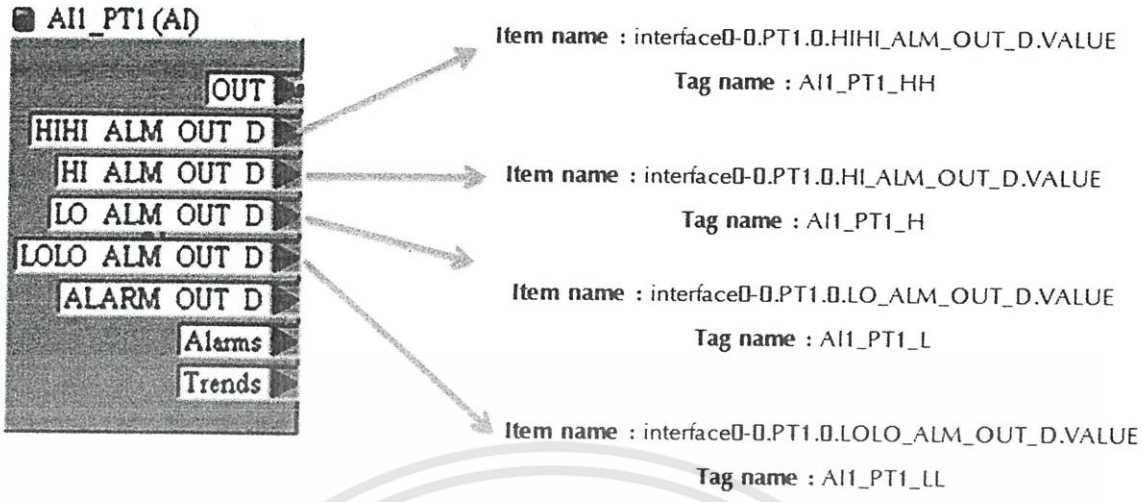
รูปที่ 4.4 แสดงค่าที่เกิดขึ้นของกระบวนการความดัน



	Time	CV	PT
18	2/20/2013 12:52:12 AM	39.56	0.44704
19	2/20/2013 12:52:13 AM	39.56	0.44704
20	2/20/2013 12:52:14 AM	55.16	0.54486
21	2/20/2013 12:52:15 AM	55.16	0.54486
22	2/20/2013 12:52:16 AM	55.16	0.54486
23	2/20/2013 12:52:17 AM	55.16	0.54486
24	2/20/2013 12:52:18 AM	55.16	0.54486
25	2/20/2013 12:52:19 AM	37.44	0.43789
26	2/20/2013 12:52:20 AM	37.44	0.43789
27	2/20/2013 12:52:21 AM	37.44	0.43789
28	2/20/2013 12:52:22 AM	37.44	0.43789
29	2/20/2013 12:52:23 AM	37.44	0.43789
30	2/20/2013 12:52:24 AM	56.47	0.55072
31	2/20/2013 12:52:25 AM	56.47	0.55072
32	2/20/2013 12:52:26 AM	56.47	0.55072
33	2/20/2013 12:52:27 AM	56.47	0.55072
34	2/20/2013 12:52:28 AM	56.47	0.55072
35	2/20/2013 12:52:29 AM	44.15	0.45652
36	2/20/2013 12:52:30 AM	44.15	0.45652
37	2/20/2013 12:52:31 AM	44.15	0.45652
38	2/20/2013 12:52:32 AM	44.15	0.45652
39	2/20/2013 12:52:33 AM	44.15	0.45652
40	2/20/2013 12:52:34 AM	44.15	0.45652
41	2/20/2013 12:52:35 AM	52.02	0.51691
42	2/20/2013 12:52:36 AM	52.02	0.51691
43	2/20/2013 12:52:37 AM	52.02	0.51691
44	2/20/2013 12:52:38 AM	52.02	0.51691
45	2/20/2013 12:52:39 AM	47.36	0.49157
46	2/20/2013 12:52:40 AM	47.36	0.49157
47	2/20/2013 12:52:41 AM	47.36	0.49157
48	2/20/2013 12:52:42 AM	47.36	0.49157
49	2/20/2013 12:52:43 AM	47.36	0.49157
50	2/20/2013 12:52:44 AM	45.87	0.49680
51	2/20/2013 12:52:45 AM	45.87	0.49680
52	2/20/2013 12:52:46 AM	45.87	0.49680
53	2/20/2013 12:52:47 AM	45.87	0.49680
54	2/20/2013 12:52:48 AM	45.87	0.49680
55	2/20/2013 12:52:49 AM	51.76	0.54226
56	2/20/2013 12:52:50 AM	51.76	0.54226
57	2/20/2013 12:52:51 AM	51.76	0.54226
58	2/20/2013 12:52:52 AM	51.76	0.54226
59	2/20/2013 12:52:53 AM	51.76	0.54226
60	2/20/2013 12:52:54 AM	41.50	0.45718

รูปที่ 4.5 แสดงกราฟและค่าที่เปลี่ยนของอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.6 แสดง Item name จาก Function Block Application ในส่วนการเตือน

	Date	Time	Status	Message text	Point of error
991	20/02/13	12:54:10 AM		H Limit Value	PT1
992	20/02/13	12:54:16 AM		H Limit Value	PT1
993	20/02/13	12:54:30 AM		H Limit Value	PT1
994	20/02/13	12:54:30 AM		H Limit Value	PT1
995	20/02/13	12:54:56 AM		H Limit Value	PT1
996	20/02/13	12:55:09 AM		H Limit Value	PT1
997	20/02/13	12:55:19 AM		H Limit Value	PT1
998	20/02/13	12:55:25 AM		H Limit Value	PT1
999	20/02/13	12:57:04 AM		H Limit Value	PT1
1000	20/02/13	01:01:46 AM		H Limit Value	PT1

รูปที่ 4.7 แสดงเหตุการณ์เตือนจากกระบวนการวัดความดัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

เข้าใจการเซ็ตค่าพารามิเตอร์ของทรานสดิวเซอร์บล็อกและฟังก์ชันบล็อกของอุปกรณ์วัดผลจากการออกแบบโปรแกรมเป็นระบบโฮส สามารถแสดงผลกราฟ สามารถอ่านและเขียนค่าของอุปกรณ์บนระบบที่มีการควบคุมแบบโครงข่ายที่มีการสื่อสารแบบฟาวน์เดชั่นฟิลด์บัสในระดับ FF/H1 นอกจากนั้นยังแสดงสัญญาณเตือนเป็นข้อความ และสามารถเก็บค่าของอุปกรณ์ไว้ดูย้อนหลังเพื่อแสดงการทำงานของอุปกรณ์แต่ละตัว

5.2 ปัญหาและข้อเสนอแนะ

เนื่องจากการแสดงผลของหน้าจอกราฟฟิคขึ้นอยู่กับการเซ็ตค่าคอนฟิกในโปรแกรมNI-FBUS Configurator และการควบคุมขึ้นอยู่กับฟังก์ชันบล็อกแอพพลิเคชัน ทำให้มีข้อจำกัดในการควบคุมของจอแสดงผล คือ ไม่สามารถเซ็ตค่าพารามิเตอร์บางอย่างเช่น ช่วงของการวัด การเลือกโหมดการใช้งาน เป็นต้น การออกแบบนี้ไม่ได้มีรูปแบบเพียงแค่นี้ ยังสามารถทำการรายงานค่าแบบเป็นตารางได้ กำหนดขอบเขตของพารามิเตอร์ ได้อีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

ทวิต ชูเมือง, “**Industrial Instrumentation Engineering and Design Part II: Instrument Engineering and Selection**”. กรุงเทพฯ : บริษัท ดวงกมลสมัย จำกัด, 2549

พิชิต จินตโกศลวิทย์, **"การสื่อสารข้อมูลในงานอุตสาหกรรม"**. [Online]. Available : http://www.thailandindustry.com/guru/view.php?id=7318&section=9&rcount=Y

ExpertAutomation, **"OLE for Process Control"**. [Online]. Available : www.facebook.com/ExpertAutomation/notes

National Instruments, **"Foundation Fieldbus Overview"**. April, 2007

National Instruments, **"Foundation Fieldbus NI-FBUS Hardware and Software User Manual"**. June, 2010

Binary Advance Tech, **"What is SCADA?"**.[Online]. Available : http://www.binaryadvance.com/SCADA.html

SIEMENS, **"SIMATIC HMI WinCC Manual Volume 1/2"**. August, 1999

SIEMENS, **"SIMATIC HMI WinCC Manual Volume 2/2"**, August, 1999

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้