การประยุกต์ใช้ซอฟต์แวร์ OPC สำหรับการผสานระบบที่มีเครือข่ายอีเทอร์เน็ตทางอุตสาหกรรมต่างกัน

APPLICATION OF OPC SOFTWARE FOR INTEGRATING SYSTEMS WITH DIFFERRENT INDUSTRIAL ETHERNET NETWORKS

สราวุฒิ แพเรือง
SARAWUT PHAERUEANG

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอัตโนมัติ
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2558

KMITL-2015-EN-M-257-057

การประยุกต์ใช้ซอฟต์แวร์ OPC สำหรับการผสานระบบที่มีเครือข่ายอีเทอร์เน็ตทางอุตสาหกรรมต่างกัน

APPLICATION OF OPC SOFTWARE FOR INTEGRATING SYSTEMS WITH DIFFERRENT INDUSTRIAL ETHERNET NETWORKS

สราวุฒิ แพเรือง

SARAWUT PHAERUEANG

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอัตโนมัติ
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2558

KMITL-2015-EN-M-257-057

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

APPLICATION OF OPC SOFTWARE FOR INTEGRATING SYSTEMS WITH DIFFERRENT INDUSTRIAL ETHERNET NETWORKS

SARAWUT PHAERUEANG

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

KMITL-2015-EN-M-257-057

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2015
FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การประยุกต์ใช้ซอฟต์แวร์ OPC สำหรับการผสานระบบที่มีเครือข่ายอีเทอร์เน็ตทางอุตสาหกรรมต่างกัน

Thesis Title Application of OPC Software for Integrating Systems with Different Industrial Ethernet Networks

นักศึกษา นายสราวุฒิ แพเรือง
รหัสประจำตัว 54613406
ปริญญา วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา วิศวกรรมอัตโนมัติ
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รศ.ดร.ไสว พงศ์สวัสดิ์
หมายเลขวิทยานิพนธ์ KMITL-2015-EN-M-257-057

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

วัน / เดือน/ ปี ที่สอบ วันพุธที่ 6 พฤษภาคม พ.ศ. 2558 เวลา 13.00-15.00 น.
สถานที่สอบ ณ อาคาร A ชั้น 5 ห้องประชุม 4

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

คณะวิศวกรรมศาสตร์ รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์ ดร. คมสัน มาลีสี)
คณบดี คณะวิศวกรรมศาสตร์
วันที่ 6 พฤษภาคม พ.ศ. 2558

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การประยุกต์ใช้ซอฟต์แวร์ OPC สำหรับการผสานระบบเครือข่ายอีเทอร์เน็ตทางอุตสาหกรรมต่างกัน
นักศึกษา	นายสราวุฒิ แพเรือง
รหัสนักศึกษา	54613406
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมอัตโนมัติ
พ.ศ.	2558
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	รศ.ดร.ไสว พงศ์สวัสดิ์

บทคัดย่อ

วิทยานิพนธ์นี้นำเสนอเทคนิคใหม่ในการผสานระบบต่าง ๆ บนเครือข่ายอีเทอร์เน็ตทางอุตสาหกรรมที่แตกต่างกันโดยไม่ใช้เกตเวย์ดังเช่นวิธีการแบบดั้งเดิม เทคนิคที่นำเสนอเป็นการประยุกต์ใช้ซอฟต์แวร์ OPC ที่ชื่อว่า ‘Kepware LinkMaster’ เพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลในระดับแท็กซึ่งกันและกันระหว่าง OPC Server ต่าง ๆ โดยมีการอธิบายวิธีการผสาน PLC รุ่น S7-300 พลานต์โมเดลบนพื้นฐานฟาวน์เดชันฟิลด์บัส และส่วน HMI เข้าด้วยกันเป็นกรณีศึกษา ซึ่งพลานต์โมเดลที่ใช้ไม่เพียงแต่มีการควบคุมค่าระดับของเหลวในถัง แต่ยังมีการมอนิเตอร์ค่าอุณหภูมิของเหลวในถังเก็บและค่าอัตราการไหลของส่วนน้ำเข้าถังอีกด้วย นอกจากนี้ วิทยานิพนธ์นี้ยังได้อธิบายถึงการกำหนดค่าในซอฟต์แวร์ STEP7, RSFieldbus และ Wonderware InTouch สำหรับเชื่อมโยงข้อมูลระหว่าง OPC Server ผลการทดลองสามารถยืนยันได้ถึงสมรรถนะการทำงานของวิธีการผสานระบบที่นำเสนอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Application of OPC Software for Integrating Systems with Different Industrial Ethernet Networks
Student	Mr. Sarawut Phaerueang
Student ID.	54613506
Degree	Master of Engineering
Program	Automation Engineering
Year	2015
Thesis Advisor	Assoc.Prof.Dr.Sawai Pongswatd

ABSTRACT

This thesis presents a new technique for integrating systems with different industrial Ethernet networks without using a gateway as traditional methods. The proposed technique is based on an application of the OPC software named 'Kepware LinkMaster' to exchange data between OPC servers on tag level to each other. Integration of S7-300 programmable logic controller (PLC), Foundation Feidbus-based plant model, and human-machine interface (HMI) station is described as a case study. The plant model is used not only to control the liquid level in a tank but also to monitor the liquid temperature in a storage tank and the flowrate of the tank inlet. In addition, configurations of STEP7, RSFieldbus, and Wonderware InTouch software applications for linking data between OPC servers are also explained. Performance of the proposed integration method is confirmed by experimental results.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยคำแนะนำและคำปรึกษาจาก รศ.ดร. ไสว พงศ์สวัสดิ์ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ข้าพเจ้ารู้สึกซาบซึ้งและขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงในความอนุเคราะห์ให้คำแนะนำและช่วยเหลือในทุก ๆ เรื่องที่ผ่านมา ซึ่งอาจารย์จะให้คำปรึกษาในเรื่องงานวิจัยเป็นอย่างดีแก่ข้าพเจ้าอยู่เสมอ

ขอขอบคุณอาจารย์ เจ้าหน้าที่ ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่คอยอำนวยความสะดวกในการทดลองและงานเอกสารต่าง ๆ

ขอขอบคุณสมาคม Foundation Fieldbus Association Thai และบริษัทสมาชิก ที่สนับสนุนอุปกรณ์วัดคุมที่เป็นเทคโนโลยีฟาวน์เดชันฟิลด์บัสในการทำวิจัย

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ที่ให้ลูกได้เกิดมา ให้คำสั่งสอนและอบรมให้ลูกเป็นคนดี รวมทั้งส่งลูกเรียนจนจบปริญญาโทและคอยให้กำลังใจลูกเสมอมา

คุณค่าประโยชน์อันพึงมีจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอมอบคุณค่าต่างๆ เหล่านี้แด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน ข้าพเจ้าหวังเป็นอย่างยิ่งว่าวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะเป็นประโยชน์แก่ผู้ที่ได้ทำการศึกษาเพื่อที่จะนำไปประยุกต์ใช้ในงานวิจัยด้านต่าง ๆ

นายสราวุฒิ แพเรือง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....II
กิตติกรรมประกาศ.....III
สารบัญ.....IV
สารบัญตาราง.....VI
สารบัญรูป.....VII
บทที่ 1 บทนำ.....1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....1
1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา.....1
1.3 ทฤษฎีหรือแนวความคิดที่ใช้ในการวิจัย.....2
1.4 ขอบเขตการวิจัย.....2
1.5 รายละเอียดของวิทยานิพนธ์.....2

บทที่ 2 ทฤษฎีพื้นฐานที่ใช้ในการวิจัย.....4
2.1 กล่าวนำ.....4
2.2 เทคโนโลยีฟาวน์เดชันฟิลด์บัส.....4
2.2.1 User Application.....5
2.2.2 Communication Stack.....6
2.2.3 Physical Layer.....7
2.3 พีแอลซี.....11
2.3.1 บล็อกคำสั่งของผู้ใช้งาน (User Blocks).....11
2.3.2 ฟังก์ชันบล็อก (Function Block, FB).....12
2.3.3 ฟังก์ชัน (Functions; FC).....12
2.3.4 บล็อกข้อมูล (Data Blocks; DB).....13
2.3.5 บล็อกคำสั่งของระบบปฏิบัติการ (System Block; SBs).....13
2.3.6 บล็อกคำสั่งมาตรฐาน.....13
2.3.7 การเข้าถึงข้อมูลของพีแอลซี.....13
2.4 OPC (OLE for Process Control).....16
2.5 Client/Server.....23
2.6 การแสดงผลของกระบวนการ.....25
2.7 หลักการของตัวควบคุม.....30

บทที่ 3 การออกแบบระบบและการผสานข้อมูล.....33
3.1 กล่าวนำ.....33
3.2 การผสานข้อมูลด้วยซอฟต์แวร์ OPC.....33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.3 โปรแกรมพีแอลซี และการกำหนดค่า OPC 34
3.4 ฟิลด์บัสเซ็กเมนต์และการกำหนดค่า.....36
3.4.1 การกำหนดค่าในการใช้งาน Transmitter.....37
3.4.2 การกำหนดค่าใน Linking Device 39
3.5 การกำหนดค่าในซอฟแวร์ Kepware Linkmaster 40
3.6 การแสดงผลด้วย HMI.....41

บทที่ 4 การทดลองและผลการเปรียบเทียบ.....44
4.1 บทนำ.....44
4.2 การผสานข้อมูลด้วยซอฟต์แวร์ OPC.....44
4.3 ระบบ Network พีแอลซีกับฟาวน์เดชันฟิลด์บัส 45
4.3.1 ระบบเครือข่ายที่ใช้ในการทดลอง.....45
4.3.2 การกำหนดค่า IP Address ในเครือข่าย.....46
4.4 ผลการทดลองและกำหนดค่า.....47
4.4.1 โปรแกรมควบคุม RSFieldbus.....47
4.4.2 โปรแกรมควบคุม PLC (Siemens S7-300).....47
4.4.3 โปรแกรมแสดงผล HMI (Wonderware Intouch).....48
4.4.4 โปรแกรม OPC Exchanger (Kepware LinkMaster).....49
4.5 ผลการทดลองการควบคุมระดับ.....50

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....53
5.1 สรุปผลการวิจัย.....53
5.2 ข้อเสนอแนะและแนวทางการทำวิจัยต่อ.....53

เอกสารอ้างอิง.....54

ภาคผนวก.....55

ประวัติผู้เขียน.....66

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า
2.1 ชนิดของสายสัญญาณฟาวน์เดชันฟิลด์บัส....8
2.2 คุณลักษณะการทำงานของแต่ละ OB....12
3.1 Address ที่ใช้ในการเชื่อมต่อกับ OPC....36
3.2 พารามิเตอร์ที่จำเป็นต้องกำหนดค่าในการใช้งานอุปกรณ์เชื่อมต่อ H1/HSE....39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า
2.1 โมเดลโปรโตรคอลของฟาวน์เดชันฟิลด์บัสเทียบกับโมเดล OSI....4
2.2 โครงสร้าง Block บนอุปกรณ์ฟาวน์เดชันฟิลด์บัส....5
2.3 การเชื่อมต่อ Block สำหรับการควบคุมแบบลูปปิดด้วย PID Block....6
2.4 การเชื่อมต่อของสัญญาณอนาล็อกและฟาวน์เดชันฟิลด์บัส....7
2.5 เปรียบเทียบการเชื่อมต่อทางกายภาพระหว่างสัญญาณอนาล็อกและฟาวน์เดชันฟิลด์บัส....8
2.6 การต่ออุปกรณ์ต่างๆ ของฟาวน์เดชันฟิลด์บัส....9
2.7 สัญญาณทางไฟฟ้าเพื่อการสื่อสารของเทคโนโลยีฟาวน์เดชันฟิลด์บัส....10
2.8 Linking Device รุ่น 1757-FFLD....10
2.9 การเข้าถึงหรือการอ้างอิงถึงตำแหน่งของข้อมูลแบบบิต....14
2.10 การเข้าถึงหรือการอ้างอิงถึงตำแหน่งของข้อมูลแบบไบต์....14
2.11 การเข้าถึงหรือการอ้างอิงถึงตำแหน่งของข้อมูลแบบเวิร์ด....15
2.12 การเข้าถึงหรือการอ้างอิงถึงตำแหน่งของข้อมูลแบบดับเบิลเวิร์ด....15
2.13 การใช้ข้อมูลร่วมกันผ่านการพัฒนาระบบเปิดที่เป็นมาตรฐานเดียวกัน....17
2.14 การนำ OPC ไปใช้....17
2.15 OPC Client/Server....18
2.16 การใช้ OPC ภายใต้โปรแกรมเดียวกัน....18
2.17 การใช้ OPC ผ่าน COM....18
2.18 การใช้ OPC ผ่าน COM....19
2.19 โปรโตคอลที่ใช้ได้ใน OPC base on DCOM Technology....19
2.20 ลักษณะของ OPC....19
2.21 เปรียบเทียบการใช้งานโครงสร้างเดิม กับ OPC UA....22
2.22 การทำงานของ SCADA เพื่อติดต่อกับ OPC DA และ OPC AE....23
2.23 SCADA Client สร้าง Service การติดต่อแค่ที่เดียวแต่สามารถจัดการพารามิเตอร์....23
2.24 การทำงานลักษณะ Client/Server....24
2.25 การเชื่อมต่อส่วนแสดงผลและส่วนควบคุมผ่าน Ethernet Network....26
2.26 การกำหนดค่า OPC Server....27
2.27 ไดอะแกรมการควบคุมแบบป้อนกลับ....30
2.28 กราฟ PV ต่อเวลา เมื่อ K_p กำหนดเป็น 0.5, 1, 2 ส่วน K_i และ K_d เท่ากับ 1....31
2.29 กราฟ PV ต่อเวลา, สำหรับ K_d 3 ค่า (K_p และ K_i คงที่)....32
2.30 กราฟ PV ต่อเวลา, สำหรับ K_d 3 ค่า (K_p และ K_i คงที่)....33
3.1 การผสานข้อมูลด้วยซอฟต์แวร์ OPC....34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่ หน้า

3.2 การเชื่อมต่อระหว่าง OPC กับ พีแอลซี....35
3.3 การเชื่อมต่อระหว่าง Block ใน Simatic STEP7....35
3.4 บล็อก Function Continuous Control (FB41) ใน Simatic STEP7.... 36
3.5 การกำหนดค่าใน OPC เพื่อใช้ในการเชื่อมต่อกับ Siemens พีแอลซี....37
3.6 การเชื่อมต่อระหว่าง OPC กับอุปกรณ์ฟาวน์เดชันฟิลด์บัส....38
3.7 การกำหนดค่า Level Transmitter....38
3.8 การกำหนดค่า Temperature Transmitter....38
3.9 การกำหนดค่า Flow Transmitter....39
3.10 การกำหนดค่า Control Valve....39
3.11 โครงสร้างบล็อก Logix ภายใน Linking Device....40
3.12 การเชื่อมต่อ Block ของอุปกรณ์ฟาวน์เดชันฟิลด์บัส....41
3.13 การเชื่อมต่อระหว่าง OPC สองตัวเข้าด้วยกัน....41
3.14 การเชื่อมต่อ Wonderware InTouch กับ 2 OPC ด้วยโปรแกรม LinkMaster....42
3.15 กราฟิกของกระบวนการระดับที่ได้ออกแบบ....43
3.16 การกำหนดค่า LinkMaster เพื่อเชื่อมข้อมูล....43
3.17 การกำหนด Access Name ในโปรแกรม Wonderware InTouch....44
4.1 การประยุกต์ใช้ซอฟต์แวร์ OPC....45
4.2 P&I diagram ของกระบวนการระดับที่ใช้ในการทดลอง....45
4.3 โครงสร้างเครือข่ายของการทดลองควบคุมกระบวนการ....46
4.4 การเชื่อมต่อระบบ Network ของระบบพีแอลซีร่วมกับฟาวน์เดชันฟิลด์บัส....47
4.5 ข้อมูลจากอุปกรณ์วัดคุม ผ่านบล็อกฟังก์ชันมาตรฐาน....48
4.6 ฟังก์ชัน PID ในตัวพีแอลซี....49
4.7 กราฟิกแสดงข้อมูลของกระบวนการ....49
4.8 OPC ของฟาวน์เดชันฟิลด์บัสกับ OPC ของ Siemens พีแอลซี....50
4.9 การ Mapping ข้อมูล....50
4.10 บล็อกไดอะแกรมระบบควบคุมแบบลูปปิด....51
4.11 กราฟแสดงผลการตอบสนองของกระบวนการระดับที่ทดลอง....51
4.12 หน้าจอการปรับค่าพารามิเตอร์ PID....52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันระบบควบคุมอัตโนมัติเริ่มมีบทบาทมากขึ้นในกระบวนการที่เกี่ยวกับการวัด และการควบคุมทางอุตสาหกรรม โดยเทคโนโลยีเครื่องมือวัดได้มีการปรับเปลี่ยนอุปกรณ์จากเดิมที่เป็นการรับส่งสัญญาณทางการวัดที่เป็นแบบอนาล็อกมาเป็นแบบดิจิตอล เพื่อให้เครื่องมือวัด และตัวควบคุมสามารถให้ข้อมูลสถานะการทำงานพร้อมกับค่าข้อมูลในการวัด เพื่อประโยชน์ในการดำเนินงาน และการบริหารจัดการตัวเครื่องมือ[1] ซึ่งเทคโนโลยีที่ว่านี้คือ เทคโนโลยีฟาวน์เดชันฟิลด์บัส แต่ด้วยความเป็นเทคโนโลยีที่ใหม่ และเป็นแบบดิจิตอลทำให้มีอุปสรรคในการตัดสินใจเลือกใช้งาน และความสับสนเกี่ยวกับเทคโนโลยีฟิลด์บัสอื่น ๆ ที่ใกล้เคียงกัน จึงทำให้วิศวกรหรือผู้ปฏิบัติงานยังขาดองค์ความรู้ ทักษะและประสบการณ์ในการใช้งาน ส่วนผู้ใช้งานที่ต้องการจะปรับเปลี่ยนระบบจากสัญญาณอนาล็อกมาเป็นดิจิตอลนั้น ก็มีความกังวลเกี่ยวกับงบประมาณค่าใช้จ่ายรวมทั้งระยะเวลาในการปรับเปลี่ยน การใช้เทคโนโลยีนี้ร่วมกับตัวควบคุมพีแอลซีหรือดีซีเอส[2] ในกระบวนการทางอุตสาหกรรมตลอดจนการนำสัญญาณอนาล็อก และสัญญาณดิจิตอลมาทำงานร่วมบนตัวควบคุมเดียวกัน ผู้ใช้งานเองมักจะเกิดความไม่มั่นใจว่าอุปกรณ์ต่างผู้ผลิตและต่างรูปแบบการสื่อสารจะสามารถทำงานบนอุปกรณ์ควบคุมตัวเดียวกันได้หรือไม่ การเข้าถึงข้อมูลและการผสานข้อมูลจะทำร่วมกันได้อย่างไร จึงทำให้วิศวกรส่วนใหญ่ยังไม่กล้าปรับเปลี่ยนอุปกรณ์เครื่องมือวัดแบบเดิมที่เป็นสัญญาณอนาล็อกมาเป็นดิจิตอล หรือการประยุกต์ใช้งานเครื่องมือที่ต่างรูปแบบการสื่อสารกันเพื่อการวัดและควบคุมกระบวนการอัตโนมัติ

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา

นำเสนอเทคนิคการผสานข้อมูลร่วมกันระหว่างเครื่องมือวัดแบบสัญญาณดิจิตอลบนตัวควบคุม พีแอลซี เพื่อแสดงให้เห็นว่าเมื่อมีการรับส่งข้อมูลจากอุปกรณ์วัดคุมเทคโนโลยีฟาวน์เดชันฟิลด์บัส มาใช้ร่วมกันในกระบวนการควบคุมทางอุตสาหกรรม สามารถใช้งานร่วมกันได้ โดยนำเสนอการศึกษาเชิงทดลอง การประยุกต์ใช้เครื่องมือวัดที่เป็นเทคโนโลยีฟาวน์เดชันฟิลด์บัส เพื่อนำเสนอวิธีการต่อ ใช้งาน การกำหนดค่าและการผสานข้อมูลในการใช้งานร่วมกันบนตัวควบคุมพีแอลซี ด้วยการใช้ ซอฟต์แวร์ OPC สำหรับการผสานระบบที่มีเครือข่าย อีเทอร์เน็ตทางอุตสาหกรรมต่างกันให้สามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลเพื่อการวัดและการควบคุม การทำกราฟิกในส่วนการสั่งงาน และแสดงผลเพื่อเป็นแนวทางในการนำเอาระบบดิจิตอลเข้ามาควบคุมกระบวนการให้สามารถมีข้อมูลในการวัดและควบคุมที่มากขึ้น และเพิ่มความถูกต้องแม่นยำ รวมทั้งสามารถใช้เป็นแนวทางเพื่อใช้การประยุกต์ใช้ข้อมูลที่จะสนับสนุน หรือบริหารจัดการอุปกรณ์ เกี่ยวกับการซ่อมบำรุงต่างๆ ได้ ในการทดลองจริง ได้ใช้ชุดทดลองสำหรับควบคุมระดับน้ำ ด้วยตัวควบคุมพีแอลซี (Siemens S7-300) และอุปกรณ์ลิงค์ (Linking Device) สำหรับทดสอบ โดยจะต้องทำการควบคุมระดับน้ำให้ได้ตามที่ต้องการด้วยการใช้เครื่องมือวัดคุมที่เป็นดิจิตอลฟาวน์เดชันฟิลด์บัส และโปรแกรมติดตามการทำงานที่เป็น Wonderware InTouch ด้วยการผสานข้อมูลร่วมกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ทฤษฎีหรือแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย

การเชื่อมต่อระบบวัดคุมที่ต้องทำงานบนเครือข่ายการสื่อสาร ร่วมกับตัวควบคุมพีแอลซี ส่วนแสดงและติดตามผลการทำงาน ที่ผู้ใช้งานสามารถเข้าถึงข้อมูลการวัดและการควบคุม หรือสามารถกำหนดค่าการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างกันที่ง่ายและสะดวกเป็นปัจจัยหนึ่ง ที่สนับสนุนการตัดสินใจให้ผู้ใช้ ได้เลือกใช้เทคโนโลยีนั้นๆ ซึ่งในปัจจุบันการเชื่อมโยงข้อมูลระหว่างโปรแกรมใช้งานต่างๆ สามารถทำงานได้ด้วยการใช้ Driver หรือ OPC เป็นตัวกลางในการเชื่อมต่อ แต่ในกรณีที่ในระบบเครือข่ายดังกล่าวมี การใช้งานอุปกรณ์จากบริษัทผู้ผลิตที่หลากหลาย การเข้าถึงข้อมูลและการผสานข้อมูลร่วมกันเพื่อ การวัด ควบคุมและการแสดงและติดตามผลการทำงาน อาจจะต้องใช้ OPC ในจำนวนที่มากตามจำนวน Application ที่ใช้ ซึ่งเป็นอุปสรรค อย่างหนึ่งที่ทำให้ผู้ใช้รู้สึกถึงความยุ่งยากให้การใช้งาน โดยในวิทยานิพนธ์นี้ได้นำเสนอการประยุกต์ใช้ ซอฟต์แวร์ OPC สำหรับการผสานระบบที่มีเครือข่ายอีเทอร์เน็ต เพื่อการเข้าถึงข้อมูลและการผสานข้อมูล ระหว่าง อุปกรณ์วัดคุมที่เป็นเทคโนโลยีฟาวน์เดชันฟิลด์บัส ตัวควบคุมพีแอลซี S7-300 และ โปรแกรมแสดงผลและติดตามผลการทำงาน WW InTouch บนเครือข่ายอีเทอร์เน็ต

1.4 ขอบเขตการวิจัย

ได้นำเสนอการเชื่อมต่อเครื่องมือวัดที่เป็นเทคโนโลยีฟาวน์เดชันฟิลด์บัส ทำงานร่วมกับตัวควบคุม PID ที่ตัวพีแอลซี โดยการประยุกต์ใช้ Kepware Linkmaster เป็นตัวกลางในการผสานข้อมูลระหว่าง OPC ของส่วนอุปกรณ์วัดคุมเทคโนโลยีฟาวน์เดชันฟิลด์บัส OPC ตัวควบคุมพีแอลซี และ OPC ของส่วนแสดงผล ตลอดจนการกำหนดค่าในตัวเครื่องมือ การกำหนดค่าในฟังก์ชันบล็อกของอุปกรณ์ฟาวน์เดชันฟิลด์บัสเพื่อการวัดและการควบคุม เพื่อให้อุปกรณ์ที่ใช้สัญญาณฟาวน์เดชันฟิลด์บัส ตัวควบคุมพีแอลซี และส่วนกราฟิก สามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลเพื่อการวัดคุมระหว่างกันและสามารถผสานข้อมูลร่วมทำงานกัน เพื่อการวัด และควบคุมกระบวนการให้สามารถทำงานได้ตามต้องการ

1.5 รายละเอียดของวิทยานิพนธ์

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้แบ่งเนื้อหาออกเป็น 5 บทด้วยกัน

บทที่ 1 กล่าวถึงความเป็นมาของงานวิจัย ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ ทฤษฎีหรือแนวคิดที่ใช้ในงานวิจัย ขอบเขตของงานวิจัย และรายละเอียดของวิทยานิพนธ์

บทที่ 2 กล่าวถึงทฤษฎีพื้นฐานที่ใช้ในงานวิจัย ซอฟต์แวร์ OPC สำหรับการผสานระบบที่มีเครือข่ายอีเทอร์เน็ตทางอุตสาหกรรมต่างกันฟาวน์เดชันฟิลด์ บนตัวควบคุมพีแอลซี และอุปกรณ์เทคโนโลยีฟาวน์เดชันฟิลด์บัส

บทที่ 3 กล่าวถึงการออกแบบระบบและการกำหนดค่าซอฟต์แวร์ OPC สำหรับการผสานระบบที่มีเครือข่ายอีเทอร์เน็ตทางอุตสาหกรรมต่างกัน บนตัวควบคุมพีแอลซีและอุปกรณ์เทคโนโลยีฟาวน์เดชันฟิลด์บัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4 นำเสนอผลการผสานข้อมูลและผลการประยุกต์ใช้งาน ด้วยการทดลองควบคุมกระบวนการระดับ ซึ่งมีการออกแบบระบบควบคุมโดยใช้ฟาวน์เดชันฟิลด์ และพีแอลซี

บทที่ 5 เป็นบทสรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

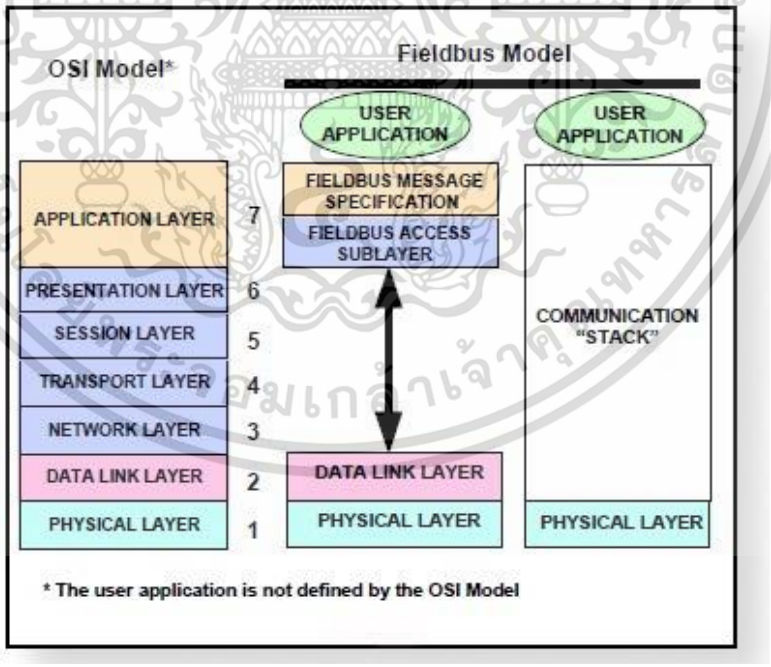
บทที่ 2
ทฤษฎีพื้นฐานที่ใช้ในการวิจัย

2.1 กล่าวนำ

ในบทนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในการวิจัย โดยนำเสนอทฤษฎีเทคโนโลยีฟาวน์เดชันฟิลด์บัส ที่เกี่ยวกับการเชื่อมต่อทางกายภาพของอุปกรณ์ ระบบการสื่อสารเพื่อการใช้งานร่วมกับตัวควบคุมพีแอลซี หลักการของ OPC และเครือข่ายการสื่อสาร

2.2 เทคโนโลยีฟาวน์เดชันฟิลด์บัส[3]

เทคโนโลยีฟาวน์เดชันฟิลด์บัสเป็นการสื่อสารแบบดิจิตอลสองทิศทาง และมีการเชื่อมต่อทางกายภาพแบบ Multi-drop รวมทั้งรวบรวมความสามารถในการวัดและควบคุมไว้ในตัวอุปกรณ์ นอกจากนี้ยังสามารถที่จะสนับสนุนการเชื่อมต่อกับระบบ LAN สำหรับกระบวนการที่มีความซับซ้อน หรือเป็นรูปแบบ Remote I/O ซึ่งสามารถเทียบเคียงกับโมเดล OSI (Open System Interconnect) ซึ่งเป็นโมเดลในการสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ต่ออยู่บนระบบเครือข่าย ในระบบฟาวน์เดชันฟิลด์บัสมีบางชั้น (Layer) ที่เมื่อนำมาเทียบเคียงกับ (OSI) จะไม่ได้นำไปใช้งานได้ และมีบางชั้นถูกกำหนดเพิ่มเติมขึ้นดังภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 โมเดลโปรโตรคอลของฟาวน์เดชันฟิลด์บัสเทียบกับโมเดล OSI

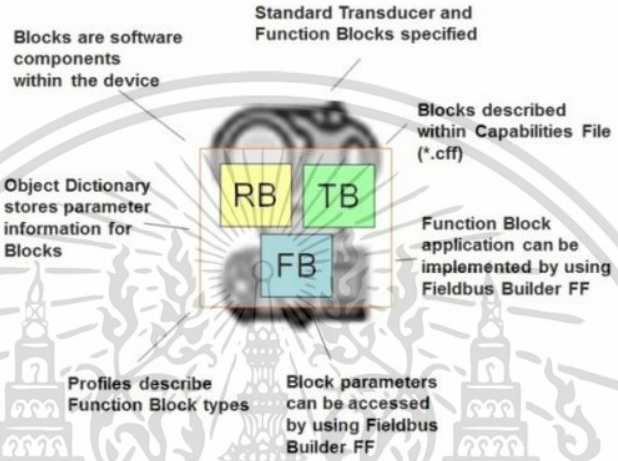
เมื่อพิจารณาจากภาพ จะประกอบด้วย 3 ส่วนดังนี้คือ User Application, Communication Stack และ Physical Layer ซึ่งจะพบว่าโปรโตรคอลในชั้นที่ 3-6 จะไม่ได้ถูกใช้งานในระบบฟาวน์เดชันฟิลด์บัส และจะมีส่วนติดต่อกับผู้ใช้งาน (User Application) เพิ่มขึ้นมาและ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตั้งแต่ชั้นที่ 2-7 จะรวมกันเรียกว่า Communication Stack ซึ่งสามารถแสดงรายละเอียดของแต่ละชั้นได้ดังนี้

2.2.1 User Application

เป็นการสื่อสารระหว่างผู้ใช้งานกับระบบฟาวน์เดชันฟิลด์บัส โดยลักษณะของการสื่อสารใน User Application ได้มีการจัดเตรียมรูปแบบของการสื่อสารในรูปแบบของ Block ซึ่งประกอบด้วย Resource Block Transducer Block และ Function Block ดังภาพที่ 2.2 ซึ่ง Block แต่ละแบบจะถูกออกแบบให้มีหน้าที่ที่แตกต่างกันคือ



ภาพที่ 2.2 โครงสร้าง Block บนอุปกรณ์ฟาวน์เดชันฟิลด์บัส

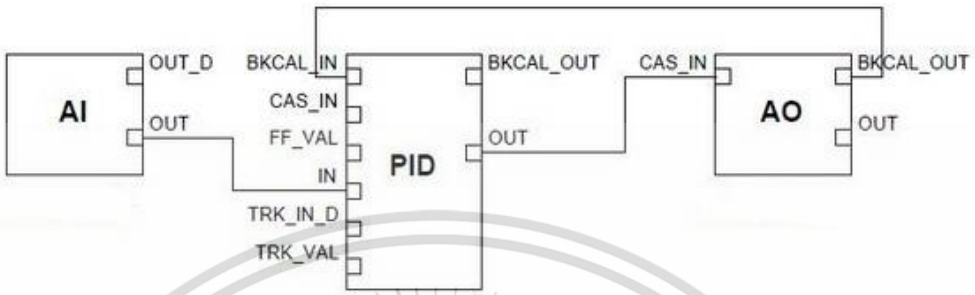
Resource Block มีหน้าที่ในการ Identify ตัวอุปกรณ์ว่าเป็นยี่ห้ออะไร โมเดลอะไร ซึ่งจะเป็นส่วนที่อธิบายข้อมูลทั่วไปของอุปกรณ์ฟาวด์เดชันฟิลด์บัสตัวนั้น ๆ

Transducer Block เป็นส่วนที่ทำหน้าที่ในการตรวจวัด การประมวลผลข้อมูลการตรวจวัดก่อนที่จะส่งต่อไปยัง Function Block

Function Block เป็นส่วนที่ใช้ในเรื่องของการควบคุม ซึ่งรูปแบบของ Function Block ที่ใช้งานโดยทั่วไป เช่น ใน Transmitter จะมี AI Block เพื่อที่จะรับค่าที่ได้จากการตรวจวัดมาทำการควบคุมกระบวนการ หรือแสดงผลได้ หรือใน Control Valve สำหรับผู้ผลิตบางผู้ผลิตจะมี AI Block, AO Block และ PID Block ซึ่งจะทำให้ Control Valve สามารถนำค่าการควบคุมที่รับมาจากส่วนควบคุมเข้ามาทำการเปิดปิดตัว Control Valve ในลักษณะของการควบคุมแบบ PID ได้ ซึ่งในการนำ Block ต่าง ๆ ไปใช้งานนั้นจะต้องมีการเชื่อมต่อ Block ต่าง ๆ ให้เป็นไปตามมาตรฐานและข้อกำหนดของโปรแกรมในระดับ User Applicationโดยภาพที่ 2.3 ได้แสดงตัวอย่างการเชื่อมต่อในลักษณะของ Loop Control ของ AI Block, AO Block และ PID Block ร่วมกันเพื่อการควบคุมแบบลูปปิด นอกจากนี้ Function Block บางชนิดจะถูกสร้างมาเฉพาะสำหรับตอบสนองกับผลิตภัณฑ์ของผู้ผลิตนั้น ๆ ซึ่งจะเป็น Block ที่ทางผู้ผลิตเครื่องมือวัดและระบบควบคุมเป็นผู้ใส่เพิ่มเข้ามา โดยเป็นคุณสมบัติเฉพาะของแต่ละผู้ผลิตเครื่องมือวัด ซึ่งพารามิเตอร์ต่าง ๆ ใน Function Block สามารถเข้าถึงได้ด้วยการติดตั้ง Device Description หรือ DD File ซึ่งเป็นส่วนของรูปแบบ File ข้อมูลที่บ่งบอกถึงข้อมูลต่าง ๆ ของเครื่องมือวัดและควบคุมที่ Support อยู่ เปรียบเสมือนกับ Driver ของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Hardware และด้วยหลักการเดียวกันนี้เองหากมีการเปลี่ยนแปลงเครื่องมือวัดและควบคุมของระบบฟาวน์เดชันฟิลด์บัสที่มี Revision โมเดลหรือยี่ห้อที่ต่างไปจากเครื่องมือวัดและควบคุมตัวเดิม ผู้ใช้งานหรือผู้ดูแลระบบจะต้องทำการติดตั้ง (Installation) DD File ตัวใหม่เข้าไปด้วยเพื่อเป็นการอัพเดทข้อมูลของอุปกรณ์ให้ตรงกับอุปกรณ์ที่นำมาต่อใช้งาน



ภาพที่ 2.3 การเชื่อมต่อ Block สำหรับการควบคุมแบบลูปปิดด้วย PID Block

2.2.2 Communication Stack

เป็นส่วนที่ใช้ในการสื่อสารระหว่างชั้น Physical Layer และ User Application โดยจะประกอบด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วนดังนี้ Data Link Layer (DLL), Fieldbus Access Sublayer และ Fieldbus Message Specification โดยส่วน DLL จะเป็นส่วนที่ใช้ในการควบคุมการรับส่งข้อมูลในระบบฟาวด์เดชันฟิลด์บัส โดยใช้ Link Active Scheduler (LAS) เป็นตัวควบคุมการรับส่งข้อมูลซึ่งในชั้นนี้ประกอบไปด้วย

1. Device Type ซึ่งจะเป็นตัวกำหนดใน DLL ว่าอุปกรณ์แต่ละตัวในระบบมีคุณสมบัติประจำตัวเป็นแบบใด โดยสามารถแบ่งคุณสมบัติของอุปกรณ์ได้เป็น

- Basic Device มีคุณสมบัติในการที่จะทำหน้าที่เป็นเครื่องมือวัดและตัวควบคุมในกระบวนการ

- Link Master มีคุณสมบัติที่สามารถเป็นตัวควบคุมตารางเวลาการทำงาน (Macro Cycle) ของระบบได้

- Bridges เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการขยายโครงข่ายของระบบ

2. Schedule Communication จะเป็นตัวกำหนดให้ข้อมูลต่าง ๆ ที่จะรับส่งในระบบมีเวลาในการรับส่งที่แน่นอน ซึ่งโดยทั่วไปแล้วข้อมูลเหล่านี้จะเป็นตัวแปรที่มีความสำคัญในการทำงานของระบบ เช่น ตัวแปรทางกระบวนการผลิต ตัวแปรในการควบคุมกระบวนการผลิตจากผู้ใช้งาน สัญญาณเตือนจากกระบวนการผลิตที่สำคัญ หรืออาจทำให้กระบวนการผลิตหยุดทำงาน เป็นต้น

3. Unschedule Communication จะเป็นตัวกำหนดให้ข้อมูลต่าง ๆ ที่จะรับส่งในระบบมีเวลาในการรับส่งที่ไม่แน่นอน โดยจะขึ้นอยู่กับความหนาแน่นของข้อมูลที่รับส่ง ซึ่งทั่วไปแล้วข้อมูลเหล่านี้ จะเป็นตัวแปรต่าง ๆ ของอุปกรณ์การวัด สัญญาณเตือนจากกระบวนการผลิต เป็นต้น

4. Link Active Scheduler (LAS) จะเป็นตัวควบคุมตารางเวลาสำหรับการสื่อสารข้อมูลในระบบว่าเมื่อใด ข้อมูลใด จะถูกส่งออกไป

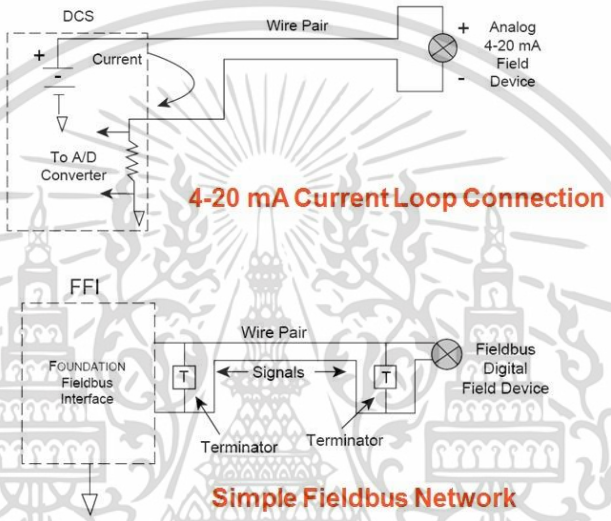
ส่วน Fieldbus Access Sublayer เป็นการกำหนดรายละเอียดของข้อความ โดยอาศัยคุณสมบัติของการรับส่งว่าข้อมูลที่จะทำการรับส่งเป็นแบบใด และ Fieldbus Message

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Specification เป็นส่วนที่ใช้กำหนดคุณสมบัติต่าง ๆ ของข้อความ เพื่อทำให้ผู้ใช้งานสามารถส่งข้อความต่าง ๆ ผ่านระบบไปยังอุปกรณ์อื่น ๆ

2.2.3 Physical Layer

ในชั้นนี้จะเป็นโครงสร้างทางกายภาพของระบบฟาวน์เดชันฟิลด์บัส และเป็นส่วนที่เชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ทุกตัวในระบบเข้าด้วยกัน เพื่อใช้เป็นเส้นทางเดินของสัญญาณ โดยทั่วไปจะใช้สายสัญญาณแบบปกติเหมือนกับระบบควบคุมทั่ว ๆ ไป ตามมาตรฐานของ IEC และ ISA ซึ่งการเชื่อมต่อทางกายภาพของอุปกรณ์ที่เป็นอนาล็อกและอุปกรณ์ฟาวน์เดชันฟิลด์บัสสามารถแสดงได้ดังภาพที่ 2.4



ภาพที่ 2.4 การเชื่อมต่อของสัญญาณอนาล็อกและฟาวน์เดชันฟิลด์บัส

ในการเชื่อมต่อทางกายภาพของอุปกรณ์สัญญาณอนาล็อกและฟาวน์เดชันฟิลด์บัส มีส่วนที่เหมือนกันและต่างกันคือ

ส่วนที่เหมือนกัน

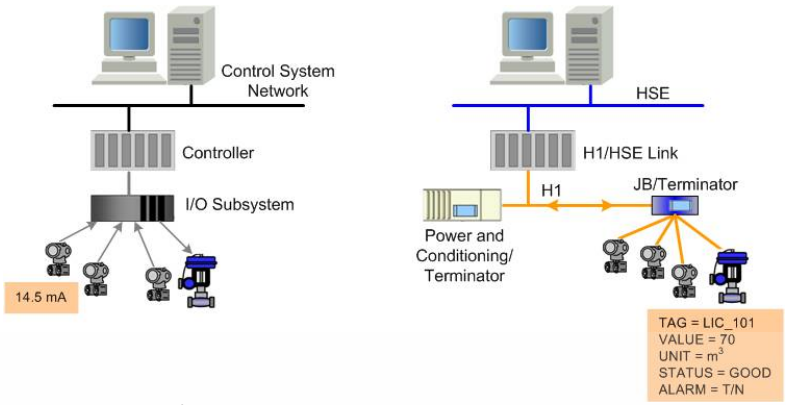
- ใช้สายสัญญาณมาตรฐาน Twisted Pair Wire
- ใช้ Terminal Block มาตรฐาน
- ใช้หลักการ Wiring สายทั่วไป
- สนับสนุนงานในลักษณะ Intrinsic Safety
- สนับสนุนการทำระบบ Redundant Power Supply

ส่วนที่ต่างกัน

- ฟาวน์เดชันฟิลด์บัสสนับสนุนการเชื่อมต่อแบบ Parallel กับอุปกรณ์ 32 ตัว
- ฟาวน์เดชันฟิลด์บัสมีการทำ Balanced Transmission line
- ฟาวน์เดชันฟิลด์บัสต้องการ Power Supply ที่เพียงพอ
- ฟาวน์เดชันฟิลด์บัสต้องมีการติดตั้ง Terminator

ในการเปรียบเทียบลักษณะการเชื่อมต่อทางกายภาพสามารถ แสดงได้ดังภาพที่ 2.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.5 เปรียบเทียบการเชื่อมต่อทางกายภาพระหว่างสัญญาณอนาล็อกและฟาวน์เดชันฟิลด์บัส

จากภาพที่ 2.5 โครงสร้างของระบบฟาวน์เดชันฟิลด์บัสจะใช้การเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ทุกตัวในระบบเข้าด้วยกัน โดยจะใช้สายสัญญาณแบบปกติเหมือนกับระบบควบคุมทั่วไป ซึ่งจะถูกกำหนดโดย IEC 61158 และ ISA นอกจากนี้แล้วโครงสร้างของระบบฟาวน์เดชันฟิลด์บัสยังถูกแบ่งออกเป็นระดับตามความเร็วในการสื่อสารข้อมูล ซึ่งเรียกว่า H1 Fieldbus และ HSE Fieldbus โดยใช้ Linking Device สำหรับทำการแปลงการสื่อสารจาก H1 เป็น HSE ทั้งยังทำหน้าที่เป็นตัวจัดการ Scheduler ให้กับการรับส่งข้อมูล ซึ่งจะแตกต่างจากสัญญาณอนาล็อก โดยจะเป็นการเชื่อมต่อในลักษณะ Point-to-Point

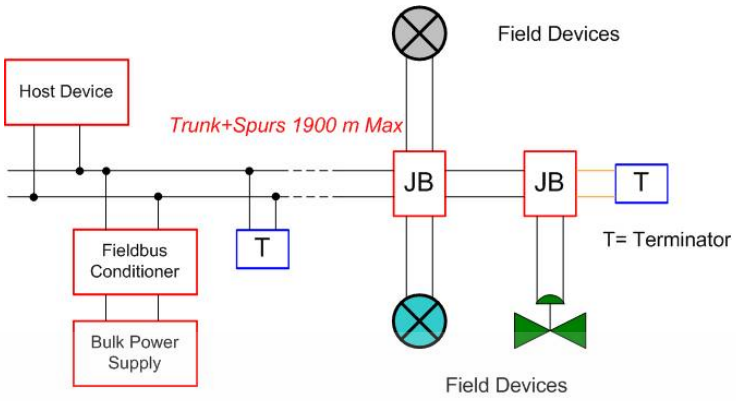
H1 เป็นเส้นทางเดินของสัญญาณที่ระดับความเร็วต่ำ (Low Speed Bus) หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า Fieldbus Segment การสื่อสารของอุปกรณ์ในระดับนี้จะมีความเร็วในการรับส่งข้อมูลที่ระดับ 31.25 kbits/sec ความยาวของสายเมนหลัก (Trunk Cable) จะมีความยาวได้ไม่เกิน 1900 เมตร แต่ความยาวของสายสัญญาณยังขึ้นอยู่กับชนิดของสายสัญญาณที่เลือกใช้ดังแสดงในตารางที่ 2.1 ส่วน HSE (High Speed Ethernet) เป็นเส้นทางเดินของสายสัญญาณที่ระดับความเร็วสูง ซึ่งการสื่อสารของอุปกรณ์ในระดับนี้ จะมีความเร็วในการรับส่งข้อมูลที่ระดับ 1.0 หรือ 2.5 Mbit/sec

ตารางที่ 2.1 ชนิดของสายสัญญาณฟาวน์เดชันฟิลด์บัส

Cable Type	Type A	Type B	Type C	Type D
Cable Design	Shielded, twisted pair	Multi-twisted pair with shield	Multi-twisted pair, without shield	Multi-core, not paired, overall shield
Conductor Cross Section *	0.8 mm² 18AWG	0.32 mm² 22AWG	0.13 mm² 22AWG	1.25 mm² 16AWG
Loop Resistance * (DC current)	44Ω/km	112Ω/km	264Ω/km	40Ω/km
Segment Length (including Spur Length)	1900 m	1200 m	400 m	200 m

ความยาวสูงสุดของสายเมนหลักจะนับรวมความยาวของสายย่อย (Spur Cable) ที่ต่ออยู่บนสายหลักด้วย โดยความยาวของสายย่อยยังขึ้นอยู่กับจำนวนอุปกรณ์ที่ต่ออยู่บนสายย่อย รวมทั้งจะต้องมี Power Supply, Terminator, Power Conditioner ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่จำเป็นจะต้องนำมาประกอบกัน เป็นดังภาพที่ 2.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



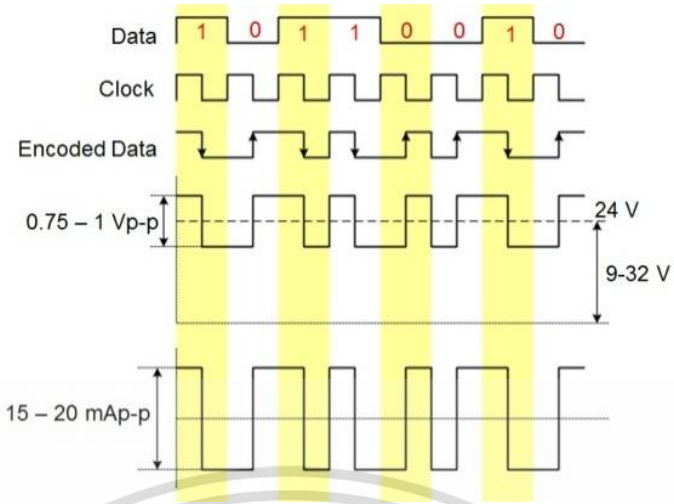
ภาพที่ 2.6 การต่ออุปกรณ์ต่างๆ ของฟาวน์เดชันฟิลด์บัส

ในการเชื่อมต่อทางกายภาพระบบฟาวน์เดชันฟิลด์บัสสามารถที่จะลดจำนวนของสายสัญญาณได้ เนื่องจากการเชื่อมต่อของอุปกรณ์ฟาวน์เดชันฟิลด์บัสเป็นลักษณะ Multi Drop ซึ่งจะแตกต่างจากสัญญาณอนาล็อกที่เป็นลักษณะ Point-to-Point ในส่วนของค่าที่ได้จากการวัดของอุปกรณ์อนาล็อกจะถูกส่งเข้าโมดูลอนาล็อก และทำการกำหนดย่านในการใช้งานบนตัวควบคุมเพื่อการควบคุมหรือแสดงผลต่อไป แต่อุปกรณ์ฟาวน์เดชันฟิลด์บัสจะทำการกำหนดย่านในการใช้งานของค่าที่ได้จากการวัดบนตัวอุปกรณ์เอง และนำส่งค่าที่ได้ไปทำการควบคุมบนตัวควบคุมหรือแสดงผลต่อไป นอกจากนี้อุปกรณ์ฟาวน์เดชันฟิลด์บัสยังสามารถให้ข้อมูลสถานะของอุปกรณ์เก็บเป็นฐานข้อมูลสำหรับทำ Trend ซึ่งคุณสมบัติเหล่านี้ไม่มีในสัญญาณอนาล็อก แต่ในระบบฟาวน์เดชันฟิลด์บัสจะมีข้อจำกัดเรื่องการใช้งานหลัก ๆ อยู่ 3 เรื่องคือ Power Distribution Attenuation และ Signal Distribution

เรื่องที่หนึ่ง Power Distribution เป็นเรื่องที่เกี่ยวกับการจ่าย Electrical Power Supply ให้กับเครื่องมือวัด และตัวควบคุมแต่ละตัว โดยสาเหตุที่จะต้องทำการพิจารณาการจ่ายพลังงานให้กับเครื่องมือวัดและตัวควบคุมเนื่องจากว่าในระบบของฟาวน์เดชันฟิลด์บัสนั้นเป็นลักษณะของการเชื่อมต่อแบบ Multi Drop ถ้าหากว่ามีการต่อเครื่องมือวัด และตัวควบคุมในระบบมากเกินไปจะทำให้กระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้เครื่องมือวัด และตัวควบคุมแต่ละตัวจะไม่เพียงพอเนื่องจาก Power Supply ก็มีการจำกัดกระแสที่จ่ายไปอยู่ค่า ๆ หนึ่งเพื่อป้องกันการลัดวงจร

เรื่องที่สอง Attenuation เป็นเรื่องของอัตราการลดลงของขนาดกระแสไฟฟ้าที่เกิดขึ้นในสายสัญญาณตัวนำแบบต่าง ๆ โดยในมาตรฐานของฟาวน์เดชันฟิลด์บัสนั้นยอมให้เกิดการลดลงของสัญญาณกระแสไฟฟ้าได้ โดยต้องมีค่าไม่ต่ำกว่า 0.75 Volts peak-to-peak ดังภาพที่ 2.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.7 สัญญาณทางไฟฟ้าเพื่อการสื่อสารของเทคโนโลยีฟาวน์เดชันฟิลด์บัส

อย่างไรก็ตามเราจะต้องทำการพิจารณาการลดลงของสัญญาณในส่วนของสาย Spur ด้วย ซึ่งเป็นส่วนที่สั้นแต่เกิดการลดลงของสัญญาณที่ไหลผ่านได้มาก เนื่องจากลักษณะของ Topology ในการเชื่อมต่อสาย Spur จะทำให้เกิดค่า Capacitive ในสายตัวนำ ซึ่งจะส่งผลต่อการลดทอนสัญญาณไฟฟ้าที่ค่อนข้างมาก

เรื่องที่สาม Signal Distortion เป็นเรื่องที่คำนึงถึงการผิดเพี้ยนของรูปคลื่นสัญญาณ โดยมีสาเหตุมาจากหลายอย่างมารวมกัน ไม่ว่าจะเป็นเรื่องของสัญญาณรบกวน การเกิด Attenuation ในสายสัญญาณ การติดตั้ง Terminator ไม่ดี (Loose) การติดตั้ง Terminator ไม่ครบจำนวนในแต่ละ Trunk การเกิดการรบกวนจาก Interference Error ในอุปกรณ์ฟาวน์เดชันฟิลด์บัส ซึ่งสาเหตุเหล่านี้ล้วนทำให้รูปคลื่นสัญญาณเกิดการผิดเพี้ยนได้ทั้งสิ้น

อุปกรณ์ที่เป็น Transmitter แบบฟาวน์เดชันฟิลด์บัสเมื่อทำการตรวจวัดแล้ว ข้อมูลเหล่านั้นจะถูกส่งผ่านจาก Transducer Block มายังส่วนของ Function Block ซึ่งเป็นส่วนที่ใช้สำหรับนำไปเชื่อมต่อกับ Block อื่นๆ ทั้งภายในตัวอุปกรณ์ หรือต่างตัวอุปกรณ์ใน Segment นั้นๆ เพื่อการควบคุมหรือแสดงผลในกระบวนการ ในกรณีที่ต้องการจะแปลงสัญญาณข้อมูลจาก H1 เป็น HSE เพื่อเชื่อมต่อกับส่วนอื่น ๆ บนเครือข่าย Ethernet สามารถทำได้โดยการใช้ Linking Device ดังตัวอย่างในภาพที่ 2.8

ภาพที่ 2.8 Linking Device รุ่น 1757-FFLD

คุณสมบัติของ Linking Device รุ่น 1757-FFLD

- สามารถเชื่อมต่อกับสาย H1 ได้สูงสุด 4 Segment
- สาย H1 เชื่อมต่อเครื่องมือวัดได้สูงสุด 16 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ตัว Linking Device เชื่อมต่อกับเครื่องมือวัดได้สูงสุด 64 ตัว
- ใช้ Power Supply 300 mA ที่ 24 VDC
-

2.3 พีแอลซี (Programmable Logic Controller: PLC)[4]

พีแอลซีเป็นตัวควบคุมชนิดที่สามารถโปรแกรมได้ซึ่งมีชื่อว่า โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (Programmable Logic Controller) หรือชื่อเรียกกันว่า พีแอลซี (PLC) โดยหลักการพื้นฐานแล้ว พีแอลซี ถูกนำมาใช้ทดแทนอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับการควบคุมแบบตายตัวเช่น วงจรที่ใช้รีเลย์หรืออุปกรณ์อิเล็คทรอนิกส์เป็นส่วนประกอบหลักในการเชื่อมต่อสัญญาณควบคุมการทำงานแบบอัตโนมัติที่ต้องการความสามารถ ในการกำหนดเงื่อนไขการทำงานที่มีความยุ่งยากซับซ้อน และสามารถที่จะเปลี่ยนแปลงไปได้ตามเงื่อนไขหรือมีรูปแบบการทำงาน ซึ่งสามารถแปรเปลี่ยนไปได้ตามต้องการ โดยการเขียนโปรแกรมลงในตัว พีแอลซี ในรูปแบบภาษาต่างๆ ตามมาตรฐาน IEC61158-3 ซึ่งในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะนำภาษาแบบ Function Block Diagram(FBD) มาใช้กับตัวควบคุม พีแอลซี S7-300 ของบริษัท Siemens ซึ่งผู้เขียนโปรแกรมสามารถทำการเลือกและประยุกต์ใช้ โดยบล็อกประเภทต่างๆ ที่ผู้งานสามารถที่จะทำการเขียนโปรแกรมหรือจัดเก็บข้อมูลที่ต้องการนั้นจะสามารถแบ่งเป็น 3 ประเภทด้วยกันคือ

1. บล็อกคำสั่งของผู้ใช้งาน (User Blocks)
2. บล็อกคำสั่งของระบบปฏิบัติการการ (System Blocks)
3. บล็อกคำสั่งมาตรฐาน (Standard Blocks)

2.3.1 บล็อกคำสั่งของผู้ใช้งาน (User Blocks)

บล็อกคำสั่งของผู้ใช้งานจะเป็นบล็อกคำสั่งที่ผู้เขียนโปรแกรมสามารถทำการเรียกขึ้นมาเพื่อนำมาใช้งานในการเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานหรือจัดเก็บข้อมูลทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการประยุกต์ใช้งาน โดยจะมีบล็อกประเภทต่างๆ ให้เลือกใช้งานอยู่หลายประเภทได้แก่

1. ออร์กาไนเซชันบล็อก (Organization Blocks: OB)

ออร์กาไนเซชันบล็อก ซึ่งใช้ตัวอักษรย่อว่า OB จะแนบบล็อกคำสั่งที่สามารถนำมาใช้เขียนโปรแกรม ควบคุมการทำงานโดยทั่วไป หากแต่ออร์กาไนเซชันบล็อก จะมีหน้าที่ซึ่งสำคัญกว่าบล็อกอื่น ๆ กล่าวคือ ออร์กาไนเซชันบล็อกจะถูกนำไปเชื่อมต่อระหว่างระบบปฏิบัติการ (Operating System) กับโปรแกรมของผู้ใช้งาน (User Program) นอกจากนั้น โปรเซสเซอร์ที่อยู่ภายในหน่วยประมวลผลกลางก็จะทำการประมวลผลโปรแกรมที่อยู่ภายในออร์กาไนเซชันบล็อกเพียงบางบล็อกเท่านั้น ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดหรือรูปแบบของการประมวลผลที่ผู้ใช้ต้องการ สำหรับตัวควบคุม พีแอลซี S7-300 ของบริษัท Siemens นั้น ลักษณะในการประมวลผลโปรแกรมที่อยู่ภายในออร์กาไนเซชันบล็อกจะมีอยู่ด้วยหลายลักษณะให้เลือกใช้ดังนี้

- การประมวลผลโปรแกรมแบบวงรอบ
- การประมวลผลโปรแกรมโดยใช้การขัดจังหวะที่ถูกกำหนดเอาไว้ (Interrupt Driven Program)
- การประมวลผลโปรแกรมตามช่วงเวลาที่กำหนด (Timer Controlled Program Execution)

ลักษณะการทำงานออร์กาไนเซชันบล็อก ต่างๆ สามารถแสดงได้ดังตาราง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 คุณลักษณะการทำงานของแต่ละ OB

หมายเลข OB	คุณลักษณะการทำงาน
OB1	Free cycle
0B10,11	Real-time controlled
OB20,21	Relay alarm
OB32,OB35	Time - triggered
OB40,41	Interrupt - triggered
OB54,55,56	DPV1 restart (for CPU315-2DP)
OB80,81,82,85,87	Asynchronous error
OB86	Station failure /restoration (for CPU 313c-2DP and CPU314C-2PtP
OB90	Background OB (for CPU 318-2DP)
OB100,102	Restart
OB121,122	Synchronous error

2.3.2 ฟังก์ชันบล็อก (Function Block: FB)

โปรแกรมที่อยู่ในฟังก์ชันบล็อกหรือ FB จะถูกโปรเซสเซอร์ทำการประมวลผลก็ต่อเมื่อฟังก์ชันบล็อกนั้นๆ ได้ถูกเรียกมาใช้งานภายในบล็อกคำสั่งซึ่งประมวลผลจากระบบปฏิบัติการด้วยคำสั่ง Call และสามารถที่จะรับหรือส่งค่าพารามิเตอร์จากบล็อกคำสั่งที่ทำการเรียกใช้ฟังก์ชันบล็อกนั้นได้ ซึ่งค่าพารามิเตอร์เหล่านั้นถูกเก็บไว้ในบล็อกข้อมูลจำเพาะ (Instance Data Block: DB) ซึ่งเป็นบล็อกข้อมูลประเภทหนึ่งที่ได้ถูกกำหนดให้มีความสัมพันธ์กับการเรียกใช้งานฟังก์ชันบล็อกนั้น ๆ โดยเมื่อมีการเรียกใช้งานฟังก์ชันบล็อกทุกครั้งต้องมีการระบุหมายเลขของบล็อกข้อมูลที่ต้องการอ้างอิงควบคู่ไปด้วยกันทุกครั้ง ค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ที่ได้ หลังจากการประมวลผลของโปรแกรมภายในฟังก์ชันบล็อก จะยังคงถูกเก็บเอาไว้ภายในบล็อกข้อมูลที่ถูกเก็บไว้ สำหรับการเรียกฟังก์ชันบล็อกใดๆ มาใช้ในการเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานในแต่ละครั้ง ผู้ใช้งานก็จะสามารถที่จะทำการเปลี่ยนแปลงหมายเลขของบล็อกข้อมูลจำเพาะที่ใช้อ้างอิงถึงได้ แต่ทั้งนี้โครงสร้างของข้อมูลที่อยู่ภายในบล็อกข้อมูลจะต้องมีโครงสร้างที่เหมือนกันทุกประการ

2.3.3 ฟังก์ชัน (Functions: FC)

โปรแกรมที่อยู่ในฟังก์ชัน หรือ FC จะถูกโปรเซสเซอร์ทำการประมวลผลก็ต่อเมื่อฟังก์ชันนั้นๆ ได้ถูกเรียกมาใช้งานในบล็อกคำสั่งที่ถูกประมวลผลจากระบบปฏิบัติการด้วยการใช้คำสั่ง Call และสามารถรับและส่งพารามิเตอร์จากบล็อกคำสั่งสั่งที่เรียกใช้ฟังก์ชันหรือ FC ได้ เช่นเดียวกับฟังก์ชันบล็อก หรือ FB หากแต่ต่างกันที่ตัวแปรที่ถูกกำหนดเอาไว้ในฟังก์ชัน จะไม่สามารถเรียกมาใช้ได้ในขณะที่ฟังก์ชันนั้นๆ ไม่ได้ถูกประมวลผลและในการเรียกฟังก์ชันมาใช้งานก็ไม่ต้องกำหนดหมายเลขของบล็อกข้อมูลที่ใช้อ้างอิง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.4 บล็อกข้อมูล (Data Blocks: DB)

บล็อกข้อมูล หรือ ดาต้าบล็อกจะเป็นบล็อกที่ถูกนำมาใช้สำหรับการจัดเก็บข้อมูลซึ่งจะมีคุณลักษณะเป็นข้อมูลทั่วไป (Shared Data Block: DB) หรือเป็นบล็อกข้อมูลจำเพาะที่ใช้สำหรับจัดเก็บข้อมูลที่มีความ สัมพันธ์กับฟังก์ชันบล็อก(Instance Data Block: DI) ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นบล็อกข้อมูลทั่วไปที่ผู้ทำการเขียนโปรแกรมก็สามารถที่จะนำไปใช้ในการเก็บข้อมูลใดๆ ก็ได้ตามที่ผู้เขียนโปรแกรมต้องการ

2.3.5 บล็อกคำสั่งของระบบปฏิบัติการ (System Block: SBs)

บล็อกคำสั่งของระบบปฏิบัติการ (SBs) จะเป็นส่วนหนึ่งของระบบปฏิบัติการ (Operating System) ซึ่งบล็อกคำสั่งเหล่านี้ผู้ที่เขียนโปรแกรมควบคุมสามารถที่จะเรียกเพื่อนำมาใช้งานได้แต่ผู้ใช้งานจะไม่สามารถทำการแก้ไขโปรแกรมภายในหรือสร้างขึ้นมาเองได้ โดยที่ System Block ประกอบด้วย

1. System Function Block (SFBs)
2. System Functions (SFCs)
3. System Data Block (SDBs)

การเรียกใช้งาน System Block จะต้องดูคู่มือหรือ help ประกอบการใช้งานว่าในแต่ละ System Block นั้นทำหน้าที่อะไรและต้องการพารามิเตอร์อินพุต และเอาต์พุตอะไรบ้าง

2.3.6 บล็อกคำสั่งมาตรฐาน (Standard Block)

บล็อกคำสั่งมาตรฐาน จะเป็นบล็อกที่ใช้สำหรับจัดเก็บโปรแกรมหรือข้อมูลที่อยู่ภายใน Library เช่น Standard Block สำหรับคำสั่งที่อยู่ในกลุ่ม IEC, Driver โมดูล FM หรือ CP เป็นต้น ซึ่งผู้ที่ทำการเขียนโปรแกรมสามารถเรียกมาใช้งานได้ตามต้องการโดยต้องทำการศึกษารายละเอียดในการนำมาใช้งานจากเอกสารประกอบการใช้งาน

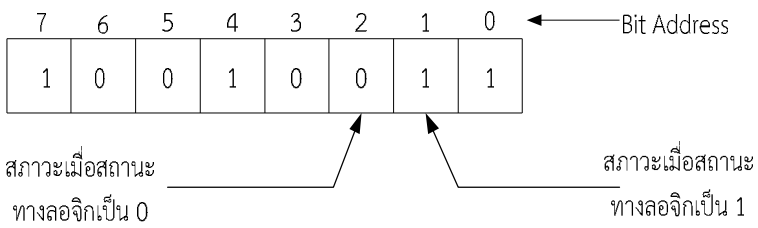
2.3.7 การเข้าถึงข้อมูลของพีแอลซี

การเข้าถึงข้อมูลหรือการอ้างอิงตำแหน่งของตัวแปรประเภทต่างๆ ที่อยู่ภายในตัวพีแอลซีเพื่อใช้ประกอบในการเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานนั้น โดยทั่วไปจะอาศัยหลักการเดียวกันกับการอ้างอิงถึงตำแหน่งของข้อมูลในระบบการทำงานที่มีตัวไมโครโปรเซสเซอร์เป็นหน่วยประมวลผลนั่นเอง ซึ่งรูปแบบการอ้างอิงถึงตำแหน่งของตัวแปรภายในพีแอลซีประกอบด้วย

1. การเข้าถึงข้อมูลแบบบิต (Bit Address)

การเข้าถึงข้อมูลหรือการอ้างอิงตำแหน่งแบบบิต (Bit Address) จะเป็นตัวเลขที่ใช้กำหนดตำแหน่งของข้อมูลแต่ละบิต (Bit) ภายใน 1 ไบต์ (Byte) ที่สามารถแสดงสภาวะการทำงานหรือแสดงสภาวะของสัญญาณของตัวแปรที่อ้างถึงได้ตัวอย่างเช่น I0.0 หมายถึงการอ้างอิงข้อมูลของจุดเชื่อมต่อรับสัญญาณอินพุตขนาด 1 บิตในตำแหน่งไบต์ที่ 0 บิตที่ 0 โดยกำหนดตำแหน่งของข้อมูลแต่ละบิตที่บรรจุอยู่ภายใน 1 ไบต์ (Byte) จะเป็นการไล่เรียงลำดับจากบิตทางด้านขวามือเป็นตำแหน่งบิตหมายเลข 0 และนับขึ้นมาทางด้านซ้ายมือเรียงไปจนกระทั่งถึงตำแหน่งบิตหมายเลข 7 รวมเป็นจำนวนของตำแหน่งของบิตทั้งสิ้น 8 ตำแหน่ง

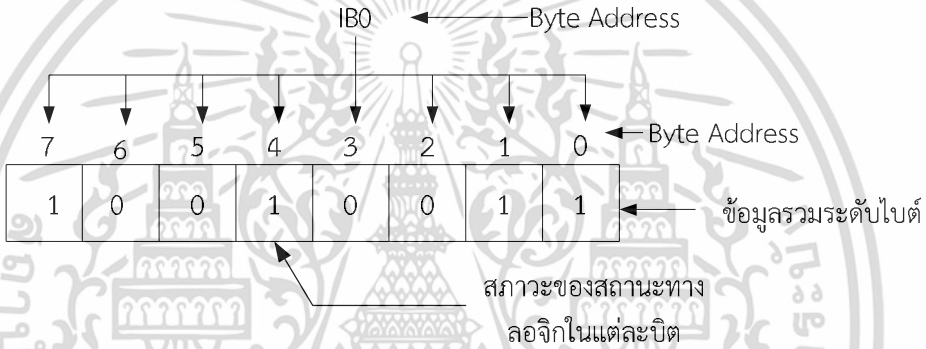
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.9 การเข้าถึงหรือการอ้างอิงถึงตำแหน่งของข้อมูลแบบบิต

2. การเข้าถึงข้อมูลแบบไบต์ (Byte Address)

การเข้าถึงข้อมูลหรือการอ้างอิงตำแหน่งแบบไบต์ (Byte Address) จะเป็นตัวเลขที่ใช้กำหนดตำแหน่งของข้อมูลเป็นจำนวนพร้อมๆ กัน 8 บิต หรือ 1 ไบต์ตัวอย่างเช่น IB0 หมายถึงการอ้างอิงข้อมูลของจุดเชื่อมต่อรับสัญญาณอินพุตในตำแหน่งไบต์ที่ 0 ที่มีขนาด 8 บิต หรือ 1 ไบต์



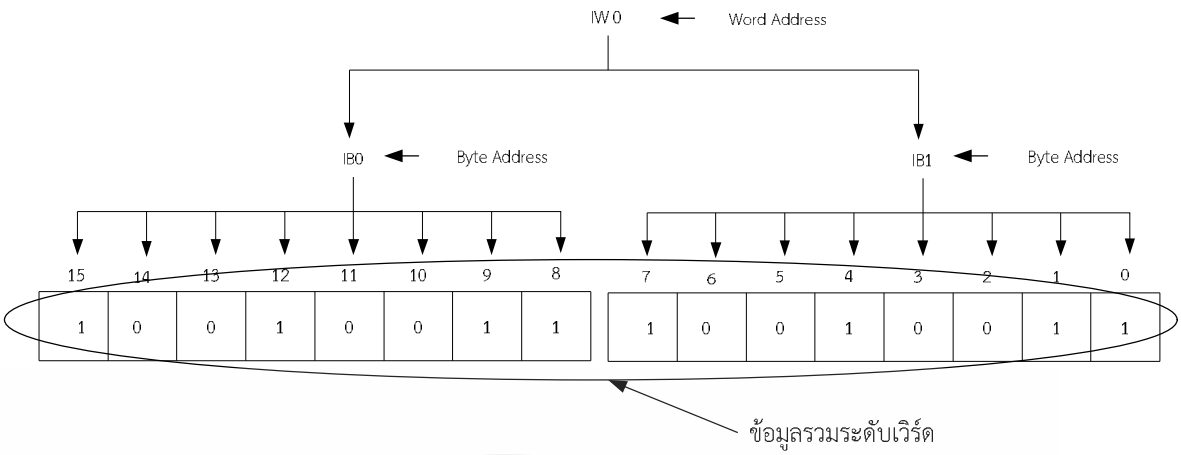
ภาพที่ 2.10 การเข้าถึงหรือการอ้างอิงถึงตำแหน่งของข้อมูลแบบไบต์

3. การเข้าถึงข้อมูลแบบเวิร์ด (Word Address)

การเข้าถึงข้อมูลหรือการอ้างตำแหน่งแบบเวิร์ด(Word Address) จะเป็นตัวเลขที่ใช้กำหนดตำแหน่งของข้อมูลเป็นจำนวนพร้อมๆ กันทั้ง 16 บิต หรือ 2 ไบต์โดยในแต่ละเวิร์ดจะประกอบด้วยข้อมูลที่อยู่ในไบต์สูง (เรียงลำดับจากบิตที่ 8 ซึ่งอยู่ทางด้านขวามือไปทางด้านซ้ายมือถึงบิตที่ 15) และข้อมูลที่อยู่ในไบต์ต่ำ (เรียงลำดับจากบิตที่ 0 ซึ่งอยู่ทางด้านขวามือไปทางด้านซ้ายมือถึงบิตที่ 7) โดยตำแหน่งของไบต์ที่มีค่าน้อยกว่าจะถูกกำหนดให้เป็นไบต์สูง ส่วนตำแหน่งของไบต์ที่มีค่ามากกว่าจะถูกกำหนดให้เป็นไบต์ต่ำ ตัวอย่างเช่น

IW 0 หมายถึงการอ้างอึงถึงข้อมูลของจุดเชื่อมต่อรับสัญญาณอินพุต ที่มีขนาด 16 บิต หรือ 2 ไบต์ ประกอบไปด้วยข้อมูลในตำแหน่งไบต์ที่ 0 (ไบต์สูง) และข้อมูลในตำแหน่งไบต์ที่ 1 (ไบต์ต่ำ)

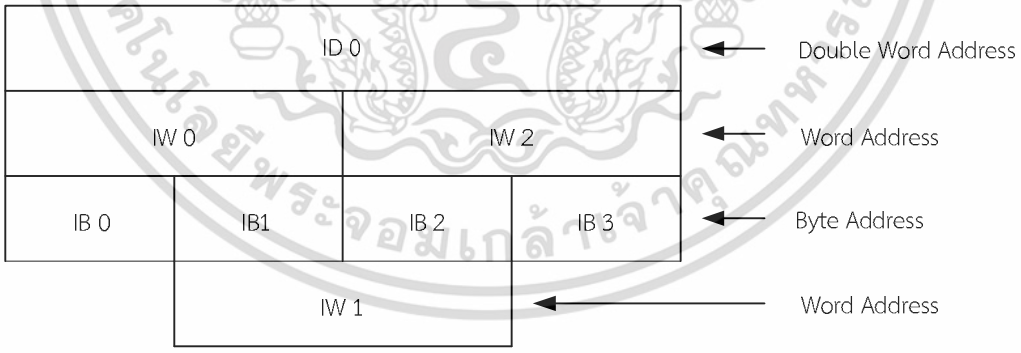
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.11 การเข้าถึงหรือการอ้างอิงถึงตำแหน่งของข้อมูลแบบเวิร์ด

4. การเข้าถึงข้อมูลแบบดับเบิ้ลเวิร์ด (Double Word Address)

การเข้าถึงข้อมูล หรือการอ้างอิงถึงตำแหน่งแบบดับเบิ้ลเวิร์ด (Double Word Address) จะเป็นตัวเลขที่ใช้กำหนดตำแหน่งของข้อมูลเป็นจำนวนพร้อม ๆ กันทั้ง 32 บิต หรือ 4 ไบต์ หรือ 2 เวิร์ด โดยในแต่ละดับเบิลเวิร์ดจะประกอบไปด้วยข้อมูลในเวิร์ดสูง (เรียงลำดับจากบิตที่ 16 ซึ่งอยู่ทางด้านขวามือไปทางด้านซ้ายมือถึงบิตที่ 31) และข้อมูลที่อยู่ในเวิร์ดต่ำ (เรียงลำดับจากบิตที่ 0 ซึ่งอยู่ทางด้านขวามือไปทางด้านซ้ายมือถึงบิตที่ 15) โดยตำแหน่งของเวิร์ดที่มีค่าน้อยกว่าจะถูกกำหนดเป็นเวิร์ดสูง ส่วนตำแหน่งของเวิร์ดที่มีค่ามากกว่าจะถูกกำหนดให้เป็นเวิร์ดต่ำตัวอย่างเช่น ID 0 หมายถึงการอ้างอิงข้อมูลของจุดเชื่อมต่อรับสัญญาณอินพุตที่มีขนาด 32 บิต หรือ 4 ไบต์ หรือ 2 เวิร์ด ซึ่งจะประกอบด้วยข้อมูลในตำแหน่งเวิร์ดที่ 0 (เวิร์ดสูง) และข้อมูลในตำแหน่งเวิร์ดที่ 2(เวิร์ดต่ำ)



ภาพที่ 2.12 การเข้าถึงหรือการอ้างอิงถึงตำแหน่งของข้อมูลแบบดับเบิลเวิร์ด

5. การเข้าถึงข้อมูลจากจุดเชื่อมต่อสัญญาณโดยตรง (Direct Access)

การเข้าถึงข้อมูลที่จุดเชื่อมต่อสัญญาณอินพุตหรือสัญญาณเอาต์พุตโดยตรง จะเป็นการเข้าถึงข้อมูลที่แสดงถึงสถานะของสัญญาณที่จุดเชื่อมต่อนั้น ๆ โดยไม่ผ่านหน่วยความจำในส่วนที่ถูกเรียกว่า I/O Status Memory (PII : Process Image Input, PIQ : Process Image Output) ซึ่งการเข้าถึงข้อมูลจากจุดเชื่อมต่อสัญญาณอินพุตหรือเอาต์พุตโดยตรงนั้น จะใช้เวลาในการเข้าถึงข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มากกว่าการเข้าถึงโดยผ่านทางหน่วยความจำ แต่ก็มีข้อดีที่สำคัญคือ หน่วยประมวลผลจะสามารถรับรู้สถานการณ์ที่แท้จริงของสัญญาณที่เกิดขึ้น ณ จุดเชื่อมต่อสัญญาณอินพุตในขณะที่ทำการประมวลผลตามโปรแกรมที่ผู้ใช้ทำการเขียนขึ้นมา และสามารถส่งผลลัพธ์ออกไปทางจุดเชื่อมต่อสัญญาณเอาต์พุตได้ในทันที โดยที่ไม่ต้องรอให้โปรแกรมถูกประมวลผลจนเสร็จสิ้นทั้งหมด

สำหรับรูปแบบในการเข้าถึงข้อมูลที่จุดเชื่อมต่อสัญญาณอินพุตหรือเอาต์พุตโดยตรง จะสามารถเข้าถึงได้โดยเฉพาะข้อมูลที่มีขนาดเป็นไบต์ เวิร์ดหรือ ดับเบิลเวิร์ด เท่านั้นโดยในการเขียนโปรแกรมเพื่อก่อให้เกิดการเข้าถึงข้อมูลโดยตรงนี้จะขึ้นต้นคำสั่งด้วยการใช้ตัวอักษร PI (Peripheral Input) ในกรณีที่ต้องเข้าถึงข้อมูลที่จุดเชื่อมต่อรับสัญญาณอินพุต และใช้ตัวอักษร PQ (Peripheral Output) ในกรณีที่ต้องการเข้าถึงข้อมูลที่จุดเชื่อมต่อส่งจ่ายสัญญาณเอาต์พุตจากนั้นจึงตามด้วยตัวอักษรที่ใช้กำหนดขนาดของข้อมูลและตามด้วยตัวเลขระบุตำแหน่งของจุดเชื่อมต่อที่ต้องการเข้าถึงข้อมูลตัวอย่างเช่น PIW 50 หมายถึงการเข้าถึงข้อมูลที่จุดเชื่อมต่อรับสัญญาณอินพุตขนาด 1 เวิร์ดในตำแหน่งเวิร์ดที่ 50 ในรูปแบบของการเข้าถึงข้อมูลโดยตรง PQW 100 หมายถึงการเข้าถึงข้อมูลที่จุดเชื่อมต่อส่งจ่ายสัญญาณเอาต์พุตขนาด 1 เวิร์ดในตำแหน่งเวิร์ดที่ 100 ในรูปแบบของการเข้าถึงข้อมูลโดยตรง

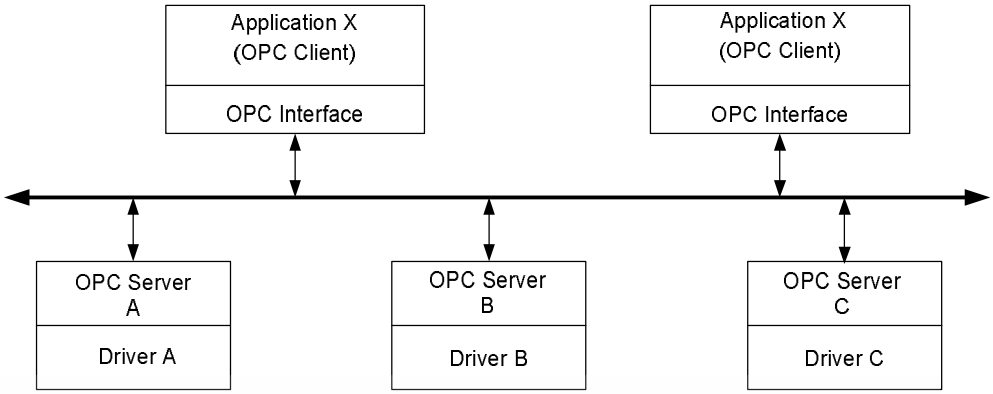
โดยทั่วไปแล้วในการเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมการทำงานของพีแอลซีก็จะเป็นการเข้าถึงข้อมูลหรือสถานะของจุดเชื่อมต่อสัญญาณอินพุตและเอาต์พุตแบบโดยทางอ้อม (Indirect Access) ผ่านทางหน่วยความจำโปรเซสอิมเมจอินพุต (Process Image Input: PII) และโปรเซสอิมเมจเอาต์พุต (Process Image Output: PIQ) ทั้งนี้เพื่อให้การเข้าถึงข้อมูลหรือการประมวลผลของโปรแกรมเป็นไปอย่างรวดเร็ว

2.4 OPC (OLE for Process Control)[5],[6]

OPC ย่อมาจาก OLE for Process Control เป็นเสมือนไดรเวอร์มาตรฐานสำหรับการทำงาน Client/Server ในระบบ SCADA เพื่อให้อุปกรณ์หลากหลายสามารถใช้งานร่วมกันได้ภายใต้มาตรฐานเดียวกันโดยใช้แนวคิดของ Object Linking & Embedding (OLE) ซึ่งจะจัดเก็บข้อมูลให้อยู่ในรูปวัตถุเพื่อให้แอปพลิเคชันต่างๆ ดึงข้อมูลไปใช้ประโยชน์ในการรันโปรแกรมได้ซึ่ง OPC จะเป็นการนำมาใช้งานทางด้านการควบคุมการผลิต

การพัฒนา OPC เพื่อตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงฮาร์ดแวร์ที่รวดเร็ว และเพื่อการแลกเปลี่ยนข้อมูลที่มีประสิทธิภาพ OPC จึงได้รับการออกแบบให้เป็นกลไกเพื่อสร้างทางร่วมกันในการแลกเปลี่ยนข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพ อันเป็นแนวคิดหลักของ OPC ซึ่งนำไปสู่การพัฒนาซอฟต์แวร์ที่เป็นอิสระต่อฮาร์ดแวร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

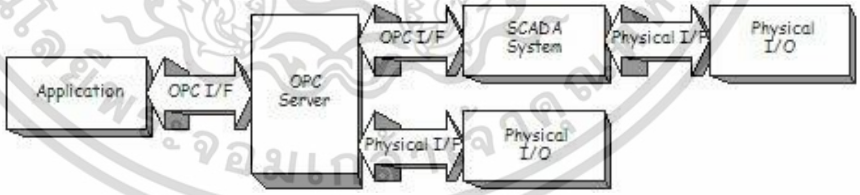


ภาพที่ 2.13 การใช้ข้อมูลร่วมกันผ่านการพัฒนาระบบเปิดที่เป็นมาตรฐานเดียวกัน

จากภาพที่ 2.13 การพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ X ที่เป็น OPC Client ทำให้สามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลกับ OPC Server จากบริษัท A หรือ B หรือ C ก็ได้ โดยไม่จำเป็นต้องเปลี่ยนแปลงโปรแกรมเมื่อไดรเวอร์มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากฮาร์ดแวร์มีการเปลี่ยนแปลง ดังนั้นการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์จะไม่ขึ้นอยู่กับการเปลี่ยนแปลงฮาร์ดแวร์อีกต่อไป และการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่าง OPC Server จากต่างบริษัท กระทำได้ง่ายและมีประสิทธิภาพข้อดีของ OPC

1. ผู้พัฒนาโปรแกรมสามารถเขียนซอฟต์แวร์ได้โดยไม่ขึ้นกับฮาร์ดแวร์ของแต่ละบริษัท
2. ผู้ใช้มีทางเลือกมากขึ้นในการพัฒนาโปรแกรมในชั้น Business Management หรือ Process Management ได้เป็นอิสระมากขึ้น สามารถลดต้นทุนการพัฒนาซอฟต์แวร์เพื่อใช้ในการควบคุมหรือใช้ในการวิเคราะห์ลงได้
3. ขจัดปัญหาความเข้ากันไม่ได้ระหว่างไดรเวอร์ของฮาร์ดแวร์จากต่างบริษัท

2.4.1 OPC กับการนำไปใช้



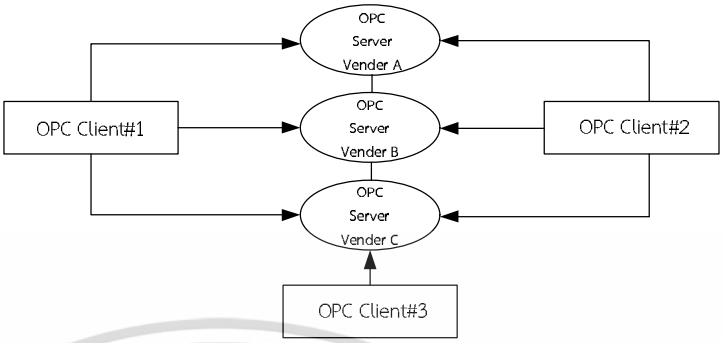
ภาพที่ 2.14 การนำ OPC ไปใช้

จากภาพที่ 2.14 OPC สามารถนำไปใช้ติดต่อระหว่างเครื่องมือวัดหรืออุปกรณ์ ในระดับโรงงานได้โดยตรง หรือกระทำผ่านระบบ SCADA ซึ่งเป็นระบบการเฝ้าดูและควบคุมการทำงาน ในระดับ Process Management ได้ตัวโปรแกรมประยุกต์ (Application) ก็จะนำค่าต่างๆ ผ่านตัว OPC Server ไปเพื่อกระทำการอย่างใดอย่างหนึ่งซึ่งต่อไปนี้สามารถติดต่อกับ OPC Server เพียงตัวเดียวก็สามารถได้ข้อมูลจากระดับโรงงานทุกตัว

พื้นฐานของ OPC ใช้พื้นฐานมาจาก OLE/COM เทคโนโลยี ดังนั้น OPC จึงมีลักษณะเป็น Client/Server ซึ่งประกอบไปด้วย 2 ลักษณะดังภาพที่ 2.15 โดย OPC Client 1 ตัวสามารถติดต่อ

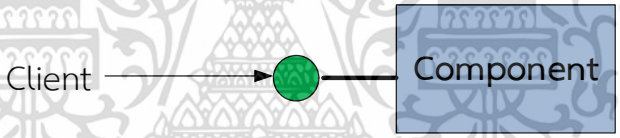
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กับ OPC Server ได้มากกว่า 1 ตัวและในทางกลับกัน OPC Server ของแต่ละผู้ผลิตก็สามารถรองรับการร้องขอข้อมูลจาก OPC Client ได้มากกว่า 1 ตัว



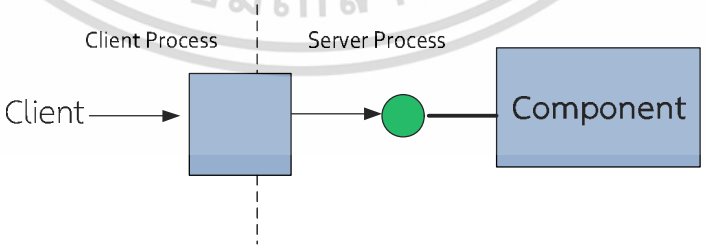
ภาพที่ 2.15 OPC Client/Server

การพัฒนาโปรแกรมสำหรับ OPC สามารถทำได้หลายวิธีโดยวิธีแรกแสดงดังภาพที่ 2.16 แสดงการใช้ OPC ในโปรแกรมเดียวกัน โดยไม่ได้ใช้ Common Object Model /Distribute Common Object Model (COM/DCOM) เข้ามาช่วย จะทำให้การทำงานเร็ว แต่ไม่มีความยืดหยุ่น เช่น ไม่สามารถใช้ Client หลาย ๆ ตัวขอข้อมูลจาก Component พร้อมกันได้



ภาพที่ 2.16 การใช้ OPC ภายใต้โปรแกรมเดียวกัน

วิธีที่สองเป็นการใช้ OPC ที่กระทำผ่าน COM บนเครื่องเดียวกัน จะเกิดความยืดหยุ่นในการใช้งานมากกว่าและให้ระบบรักษาความปลอดภัยที่ดีกว่า Client ร้องขอข้อมูลได้จากหลาย Server และ Server ก็ให้บริการแก่ Client ได้หลายๆ ตัวพร้อมกันดังภาพที่ 2.17

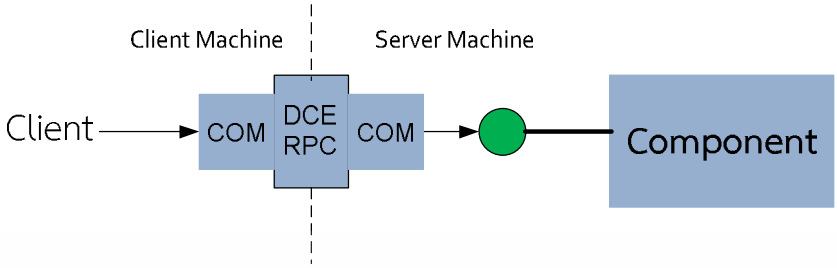


ภาพที่ 2.17 การใช้ OPC ผ่าน COM

วิธีที่สามเป็นการใช้ OPC ติดต่อผ่านระบบเน็ตเวิร์ค ไปยังเครื่องปลายทางโดยกระทำผ่าน

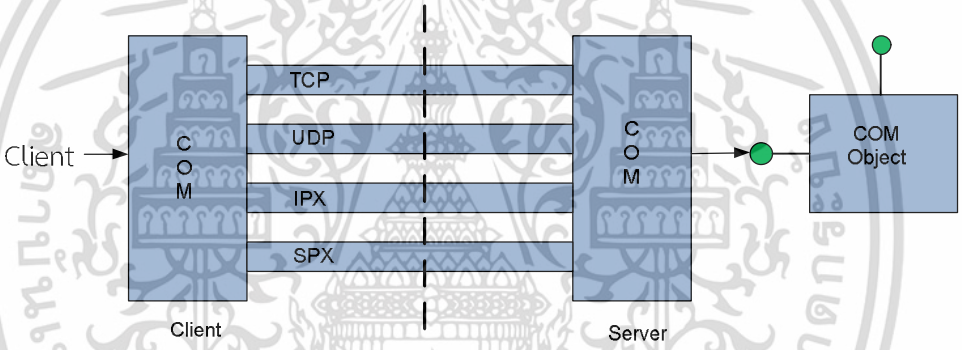
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DCOM ดังแสดงในภาพที่ 2.18 ซึ่ง DCOM นั้นอยู่บนพื้นฐานของ Distributed Computing Environment Remote Procedure Call (DCE RPC)

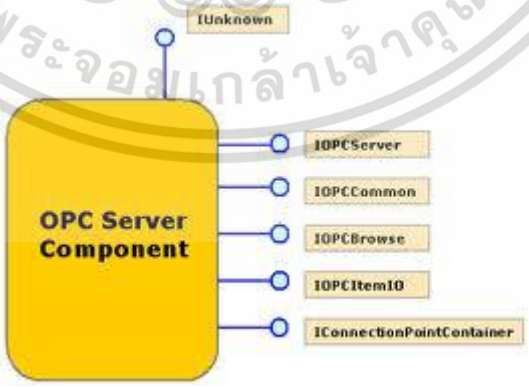


ภาพที่ 2.18 การใช้ OPC ผ่าน DCOM

โดยทั่วไปแล้วการใช้ COM ทำให้การเกิดกลไกการติดต่อสื่อสารที่ไม่ขึ้นกับโปรโตคอลที่ใช้ในการติดต่อ ดังนั้นจึงสามารถใช้โปรโตคอลหลายประเภทได้ดังภาพที่ 2.19



ภาพที่ 2.19 โปรโตคอลที่ใช้ได้ใน OPC base on DCOM Technology



ภาพที่ 2.20 ลักษณะของ OPC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยส่วนใหญ่ซอฟต์แวร์ SCADA ที่มีการพัฒนาต่อมาในระยะหลังนี้มีไดรเวอร์สำหรับกำหนดค่ารีจีสเตอร์ของอุปกรณ์ควบคุม โดยพัฒนาเป็นโมดูลไดรเวอร์เฉพาะซอฟแวร์ ดังนั้นไดรเวอร์สำหรับ พีแอลซี สำหรับซอฟต์แวร์ SCADA จากผู้ผลิตรายหนึ่งจะไม่สามารถใช้งานได้กับซอฟแวร์ SCADA อื่นได้ ดังนั้นเมื่อนำมาใช้งานจึงจำต้องมีไดรเวอร์เฉพาะสำหรับอุปกรณ์นั้น ๆ ซึ่งค่อนข้างเป็นปัญหาสำหรับความต้องการของผู้ใช้งานและผู้ผลิตที่ต้องการให้มีลักษณะเป็นระบบเปิด (Open System)

ดังนั้นผู้ผลิตอุปกรณ์จึงได้ร่วมกันสร้างมาตรฐาน OPC สำหรับเป็นไดรเวอร์ในงานควบคุมกระบวนการโดยทำงานในลักษณะ Client/Server คือทางผู้ผลิตอุปกรณ์ควบคุมสามารถสนับสนุนไดรเวอร์ในลักษณะ OPC Server และทางผู้ผลิตซอฟต์แวร์ SCADA สร้างโมดูลไดรเวอร์รับในลักษณะ OPC Client ดังนั้น OPC Server ของทุกอุปกรณ์ควบคุมสามารถใช้ร่วมกันทุกซอฟต์แวร์ SCADA ที่มี OPC Client เป็นโมดูลเชื่อมกับระบบโดยรวมสามารถทำให้ผู้ใช้และวิศวกรได้รับประโยชน์จากลักษณะของระบบเปิด

1. OPC Data Access (OPC DA) เป็นส่วนเริ่มแรก (Originals) ใช้ในการรับส่งข้อมูล Real Time Data จาก พีแอลซี, DCS และ Control Devices ต่าง ๆ ไปแสดงยังส่วนแสดงผล (HMI) หรือ Display Clients

2. OPC Alarm & Events (OPC AE) สร้างสัญญาณเตือน และ แจ้งเหตุการณ์ตามคำสั่ง รวมถึง Process Alarm, Operator Action, Information Messages และ Tracking/Auditing Messages

3. OPC Historical Data Access (HAD) หลักการทำงานของ OPC DA แล้ว OPC HAD จะทำหน้าที่ในการจัดเก็บข้อมูลในรูปแบบที่ระบบ SCADA สามารถเข้าถึงได้

4. OPC Unified Architecture (UA) เป็นมาตรฐานและโครงสร้างใหม่ของ OPC ในการติดต่อสื่อสารแบบ Common Data Model การสื่อสารกับแพลตฟอร์มต่างๆ โดยใช้ความสามารถของ Microsoft .NET และ Web Service โดยจะมีประสิทธิภาพ ความปลอดภัย และมีความสามารถเหนือกว่า COM/DCOM – base OPC Standard Communication Protocol ทำให้สามารถค้นหา Read/Write และจัดการทั้ง Data Access, Alarm และ Historical ใช้งานร่วมกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ OPC UA เริ่มตั้งแต่ มกราคม ปี ค.ศ. 2004 OPC Foundation ได้มีการเริ่มต้นพัฒนาโครงสร้างใหม่สำหรับ OPC ที่ทำให้ OPC เป็นตัวกลางการสื่อสารชั้นนำต่อไปแม้อีก 10 ปีข้างหน้าหรือมากกว่านั้น จะเห็นว่า OPC Foundation มุ่งพัฒนาขีดความสามารถของมาตรฐาน OPC ให้ดียิ่ง ๆ ขึ้นไปอีก และแล้วโครงสร้างใหม่ของ OPC ที่เรียกว่า Unified Architecture ก็ถูกประกาศออกมาในปี ค.ศ. 2006

จากการที่ OPC COM ที่เป็นคุณลักษณะที่ใช้งานอยู่ตั้งแต่เมื่อ 10 ปีที่ผ่านมา (ค.ศ. 1996) โดยมีการปรับปรุงและพัฒนามาตรฐานต่าง ๆ ให้มีประสิทธิภาพตลอดช่วงระยะเวลาที่ผ่านมา (OPC DA1.0, OPC DA 2.05, OPC DA 3.0, OPC AE 1.0, OPC AE 1.1, OPC AE 1.2, OPC HDA 1.0, OPC HDA 1.1, OPC HDA 1.2, OPC DX, OPC XML) พบว่ามีนัยสำคัญที่นำมาพิจารณาในการคิดค้นโครงสร้างใหม่ ๆ ดังนี้

- เทคโนโลยีแบบ COM ไม่ค่อยให้ความสำคัญในการทำงานบน Web service และ SOA (Service Oriented Architecture) ระหว่าง Plat form กับ Plat form ที่ต่างกัน (Cross-Platform Capable Web Services and SOA)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ผู้ผลิตและจำหน่าย OPC ต้องการให้มีการรับส่งข้อมูลเป็นลักษณะแบบส่ง serviceไปเพียงครั้งเดียวให้สามารถติดต่อกับ OPC Data Model ทั้งหมด (ปัจจุบันแยก Service กันเป็น DA, AE และ HDA)

- ผู้ผลิตและจำหน่าย OPC ต้องการพัฒนา OPC บนระบบปฏิบัติอื่นการนอกเหนือจาก Microsoft ซึ่งรวมไปถึงต้องการพัฒนา OPC ให้ทำงานบนอุปกรณ์แบบ Embedded ด้วยต้องการ Reliable, Efficiency ในโครงสร้างข้อมูลที่ดีขึ้น

คุณสมบัติของ OPC ปัจจุบันตั้งอยู่บนพื้นฐานเทคโนโลยี COM/DCOM ของ Microsoft และเมื่อ Microsoft ประกาศและใช้ Microsoft.Net Framework เมื่อ 2-3 ปีที่ผ่านมา COM/DCOM ก็ยังสืบทอดมาด้วย Microsoft.Net Framework ประกอบด้วยคุณสมบัติใหม่แบบ Inter-Process and Remote Communication, Web Service และ .Net Remoting และถึงแม้ว่าคุณสมบัติดังกล่าวจะเหนือกว่า COM เดิม แต่ก็ยังมีข้อบกพร่องที่มีนัยสำคัญต่าง ๆ ในมุมมองของ OPC Foundation แล้วต้องการเพิ่มศักยภาพและประสิทธิภาพของ OPC ให้มากยิ่งขึ้น จึงได้สร้างมาตรฐานและโครงสร้างใหม่ขึ้นมาอีกตัวหนึ่งคือ OPC XML เพื่อให้สามารถทำงานแบบ Web Serviceโดยทำงานแบบ Cross Platformได้ แต่ก็พบว่าประสิทธิภาพของ OPC XML ในด้านความเร็วนั้นยังช้ากว่า COM 2-3 เท่าจึงไม่เหมาะกับงานที่ไม่สนใจเรื่อง Web Service และ Cross Platform อย่างไรก็ตามเราสามารถเลือกได้ว่าจะใช้ OPC DA หรือ OPC XML เช่นถ้าเป็นงานที่ตั้งอยู่บน Microsoft platform และต้องการความเร็วก็เลือก OPC DA แต่ถ้าเป็นงานที่ต้องส่งข้อมูลระหว่าง Web Server – Client เช่นควบคุมและตรวจสอบระบบควบคุมผ่านเครือข่าย Internet ก็เลือกใช้ OPC XML Indigo เป็น Codename สำหรับใช้เรียกเทคโนโลยีใหม่ของ Microsoft ที่ปรับปรุงคุณลักษณะแทน COM เดิม ที่ประกอบด้วยฟีเจอร์ที่ดีที่สุดคือ COM, MTS, Web Service, Net Remoting และ MSMQ รวบรวมไว้เป็นเทคโนโลยีเดียว Indigo ยังตั้งอยู่บนพื้นฐาน Public Web Services Specifications ซึ่งสามารถทำงานระหว่าง Plat Form ที่ไม่ใช่ Microsoft ได้การเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะของ OPC ด้วยความต้องการจากหลายฝ่ายทั้งผู้ผลิตและใช้งาน OPC ที่ต้องการให้มีการปรับปรุง OPC AE หรือ A&E ที่เป็น Interface คนละอย่างกับ OPC DA นั้น ความต้องการอันดับหนึ่งในจำนวนนั้นก็คือ ต้องการให้มีการ Integrate AE กับ DA เข้าด้วยกันอย่างมีประสิทธิภาพตัวอย่างของปัญหาที่สำคัญก็อย่างเช่น OPC DA นั้นอนุญาตให้ OPC Client (SCADA Software ต่าง ๆ) สามารถ Browse หา OPC Tag ต่าง ๆ สามารถ Read/Write ค่าไปยัง OPC Tag เพื่อควบคุมต่อไปยัง PLC, RTU, DCS และ Controller ประเภทต่าง ๆ ได้แต่ OPC DA ไม่ยอมให้มีการสร้างการแจ้งเตือนบน OPC Tag OPC AE เป็น Interface ที่ติดต่อกับ OPC DA ให้ผู้ใช้สามารถกำหนดเงื่อนไขของ Alarm ด้วย OPC Tag จาก OPC DA เช่นนำ Tag ที่ชื่อ Temperature จาก OPC DA มาสร้าง Limit แบ่งระดับเป็น HH, H, L, LL และ Normal เป็นต้น (ยังมี Option อื่น ๆ อีกมากเช่น Derivative, Rate of Change, Digital และ Expression) แต่ปัญหาก็คือ Client ไม่สามารถรู้ว่า OPC AE tag ต่าง ๆ ที่ติดต่ออยู่นั้นมี Tag ใดที่มี Source จาก OPC DA tag เดียวกันบ้าง นั่นคือมีความเป็นไปได้ที่จะมีการใช้ OPC DA Tag ตัวเดียวกัน มากำหนดเป็น OPC AE Tag หลายตัวที่มีชื่อใน AE ต่างกัน เพราะ OPC AE ไม่สนใจชื่อของ OPC AE Tag ว่าต้องเหมือนหรือต่างกันกับ OPC DA Tag ที่นำมาเป็นเงื่อนหรือไม่นั้นเป็นสาเหตุให้เกิดความต้องการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างข้อมูลของ AE รวมไปถึง HDA (Historical Data Access) ให้สามารถ Interface กับ DA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

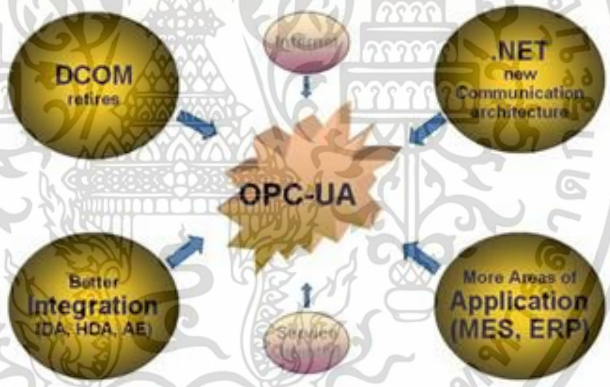
อย่างมีประสิทธิภาพ โดยสามารถใช้ Browser และ การ Read/Write เดียวกันได้ ทำให้ User ประหยัดเวลาและสามารถสร้าง Alarm ในรูปแบบที่ไม่ธรรมดาได้

คุณสมบัติของ OPC UA เป็นมาตรฐานและโครงสร้างใหม่ของ OPC ในการติดต่อสื่อสารแบบ Common Data Model และการสื่อสารกับแพลตฟอร์มต่าง ๆ โดยใช้ความสามารถของ Microsoft .NET และ Web Service OPC UA มีประสิทธิภาพ ความปลอดภัย และมีความสามารถเหนือกว่า COM/DCOM Based OPC Standard Communication Protocol ทำให้ SCADA Software สามารถค้นหา Read/Write และจัดการทั้ง Data Access, Alarm และ Historical ให้อินทิเกรตกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนั้นระบบที่ใช้งาน OPC มาตรฐานเดิมอยู่สามารถที่จะนำ OPC-UA Application มาใช้งานร่วมกันได้เลย เพื่อเพิ่มความสามารถด้าน Web Service และ Connectivity ที่มีประสิทธิภาพขึ้นดังนั้นความสำคัญของ OPC UA จึงสรุปได้ดังนี้

- กำจัดข้อบกพร่องของ COM/DCOM ด้านเสถียรภาพ ความปลอดภัย และ Scalability ในการติดต่อสื่อสารที่มีประสิทธิภาพขึ้น

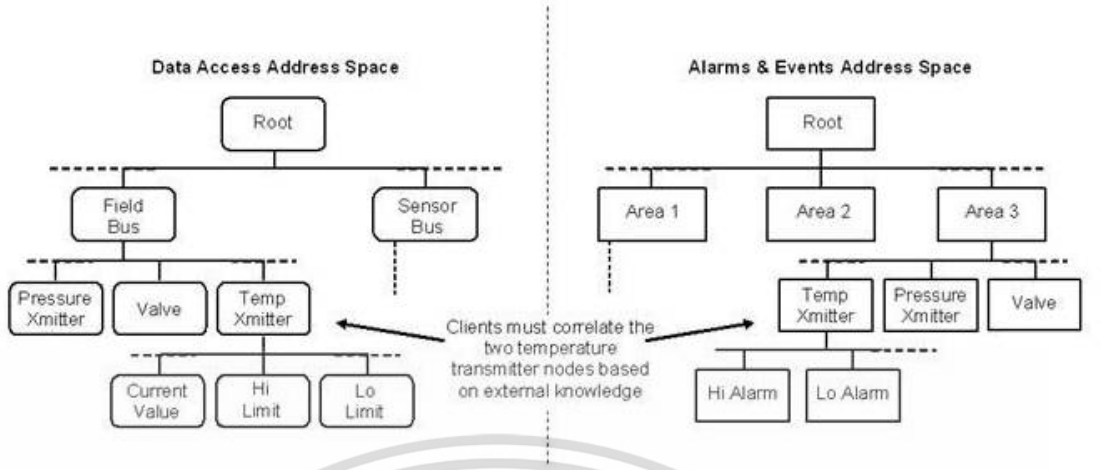
- การติดต่อกับ OPC UA ทำได้ด้วย Single Service แต่สามารถ Read / Write และตรวจสอบข้อกำหนดต่าง ๆ ของ DA และ AE ได้

- นอกจากนั้นยังมีความสามารถพิเศษอื่น ๆ เช่น Redundancy ทั้ง Client และ Server ที่ดีและง่ายกว่าเดิม

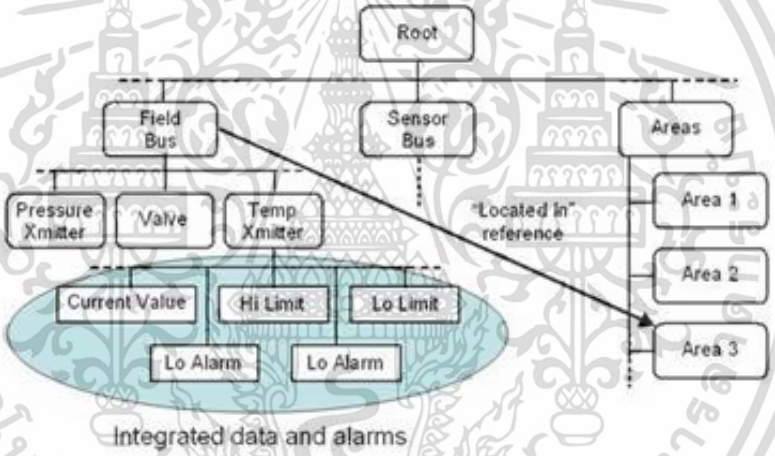


ภาพที่ 2.21 เปรียบเทียบการใช้งานโครงสร้างเดิม กับ OPC UA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.22 การทำงานของ SCADA เพื่อติดต่อกับ OPC DA และ OPC AE



ภาพที่ 2.23 SCADA Client สร้าง Service การติดต่อแค่ที่เดียวแต่สามารถจัดการพารามิเตอร์

2.5 Client/Server

Client คือ เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ไปร้องขอบริการและรับบริการอย่างใดอย่างหนึ่งจาก Server ในขณะ
ที่ Server คือเครื่องคอมพิวเตอร์หรือระบบปฏิบัติการหรือโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ที่ทำหน้าที่ให้บริการอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง โดยอาศัยโปรแกรม Web Server แก่เครื่องคอมพิวเตอร์หรือโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่เป็นลูกข่ายในระบบเครือข่าย Server แบ่งเป็น 3 ประเภทได้แก่

1. เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ทำหน้าที่ให้บริการอะไรบางอย่างแก่คอมพิวเตอร์หรือโปรแกรมคอมพิวเตอร์อื่น

2. ระบบปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ที่ทำหน้าที่ให้บริการอะไรบางอย่างแก่คอมพิวเตอร์หรือโปรแกรมคอมพิวเตอร์อื่น

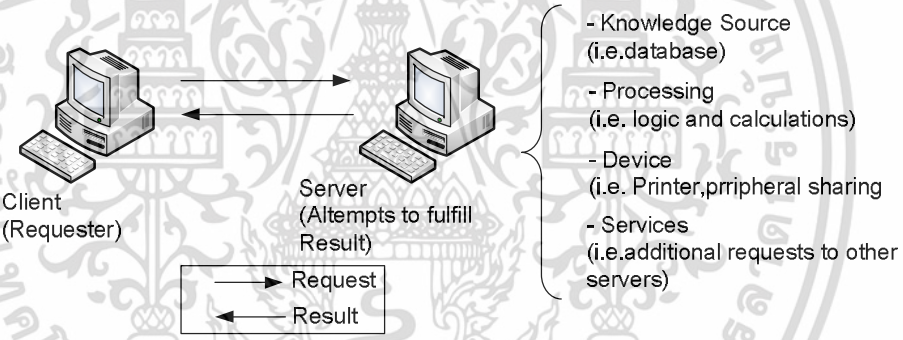
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ทำหน้าที่ให้บริการอะไรบางอย่างแก่คอมพิวเตอร์หรือโปรแกรมคอมพิวเตอร์อื่น

Client/Server คือ การที่มีเครื่องผู้ให้บริการ (Server) และเครื่องผู้ใช้บริการ (Client) เชื่อมต่อกันอยู่ และเครื่องผู้ใช้บริการได้มีการติดต่อร้องขอบริการจากเครื่องผู้ให้บริการ เครื่องผู้ให้บริการก็จะจัดการตามที่เครื่องผู้

ขอใช้บริการร้องขอ แล้วส่งข้อมูลกลับไปให้เครือข่ายแบบ Client/Server เหมาะกับระบบเครือข่ายที่ต้องการเชื่อมต่อกับเครื่องลูกข่ายจำนวนมาก โดยการรองรับจำนวนเครื่องลูกข่ายอาจเป็นหลักสิบ หลักร้อย หรือหลักพัน เพราะฉะนั้นเครื่องที่จะนำมาทำหน้าที่ให้บริการจะต้องเป็นเครื่องที่มีประสิทธิภาพสูงเนื่องจากถูกออกแบบมาเพื่อทนทานต่อความผิดพลาด (Fault Tolerance) และต้องคอยให้บริการทรัพยากรให้กับเครื่องลูกข่ายตลอดเวลา โดยเครื่องที่จะนำมาทำเป็นเซิร์ฟเวอร์อาจเป็นคอมพิวเตอร์แบบเมนเฟรม มินิคอมพิวเตอร์ หรือไมโครคอมพิวเตอร์ก็ได้การทำงานลักษณะ Client/Server นั้นประกอบไปด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วนคือ

1. ส่วนของผู้ใช้บริการ (Client)
2. ส่วนเครือข่าย (Network)
3. ส่วนของผู้ให้บริการ (Server)[5]



ภาพที่ 2.24 การทำงานลักษณะ Client/Server

จากภาพ ตัว Client จะเริ่มด้วยการส่ง Request ผ่าน Network ไปยัง Server เพื่อให้ Server ตอบรับและให้บริการตามคำร้องขอแก่ Client ตัว Server ไม่สามารถเป็นตัวเริ่มการติดต่อได้ ตัวเซิร์ฟเวอร์จะทำการแปลข้อความและพยายามทำตามคำร้องขอนั้น ซึ่งอาจจะเกี่ยวข้องกับฐานข้อมูล การประมวลผลข้อมูลการควบคุมอุปกรณ์ภายนอก หรือการส่งคำร้องขอเพิ่มเติมไปยังเซิร์ฟเวอร์ตัวอื่น ตามลักษณะโครงสร้างแล้ว Client หนึ่งตัวสามารถส่งคำร้องขอไปยังเซิร์ฟเวอร์ได้หลายตัวและเซิร์ฟเวอร์หนึ่งตัวก็สามารถให้บริการแก่ Client ได้หลายตัวเช่นกัน หรือจะเรียกเซอร์ฟเวอร์ที่ทำงานแตกต่างกัน หากในระบบมี Server ที่ดูแล ฐานข้อมูลหลายตัว ระบบนั้นก็จะเป็นระบบจัดการข้อมูลแบบกระจาย ดังนั้นระบบฐานข้อมูลแบบกระจายจึงเป็นระบบที่ต้องทำงานโดยอาศัยการทำงานตามโมเดล Client/Server จากนั้น ทางฝั่ง Client จะแปลงออกมาให้อยู่ในภาพที่ผู้ใช้สามารถเข้าใจได้โดยผ่าน GUI ซึ่งอยู่ทางฝั่ง Client เอง

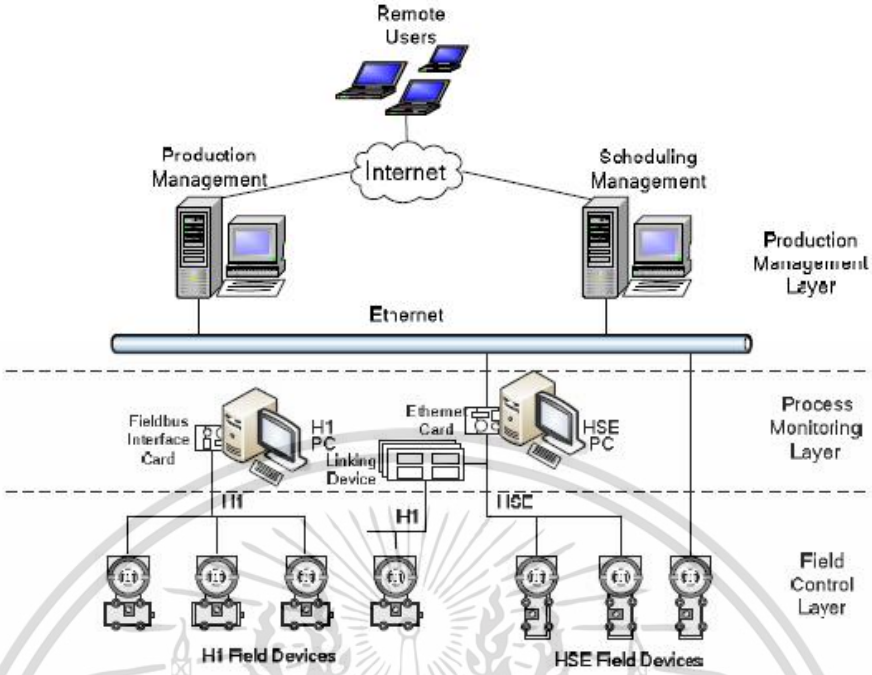
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 การแสดงผลของกระบวนการ

2.6.1 Wonderware InTouch[7]

โปรแกรมแสดงผล Wonderware InTouch เป็นส่วนที่ใช้ในการติดต่อโดยตรงกับผู้ใช้หรือผู้ควบคุมเป็นระบบตรวจสอบ และวิเคราะห์ข้อมูลแบบ Real-time ใช้ในการตรวจสอบสถานะตลอดจนถึงควบคุมการทำงานของระบบควบคุมในอุตสาหกรรม และงานวิศวกรรมต่าง ๆ เช่น งานด้านโทรคมนาคมสื่อสาร การประปา การบำบัดน้ำเสีย การจัดการด้านพลังงาน อุตสาหกรรมการกลั่นน้ำมัน อุตสาหกรรมเคมี อุตสาหกรรมประกอบรถยนต์ การขนส่ง กระบวนการนิวเคลียร์ในโรงไฟฟ้า เป็นต้น ตัวอย่างการใช้งาน โดยใช้ Wonderware InTouch ตรวจสอบข้อมูล เช่น การรั่วไหลของของเหลวที่เกิดขึ้นในท่อขนส่งจากตัวตรวจจับแล้วส่งสัญญาณแจ้งเตือนให้พนักงานทราบ โดยส่งข้อมูลสู่ส่วนกลางของระบบ Wonderware InTouch เป็นต้น นอกจากนั้น Wonderware InTouch อาจทำหน้าที่คำนวณ และประมวลผลข้อมูลที่ได้จากฮาร์ดแวร์ต่าง ๆ เช่น พีแอลซี, Controller, DCS, RTU แล้วแสดงข้อมูลทางหน้าจอหรือส่งสัญญาณควบคุมฮาร์ดแวร์ดังกล่าว เช่น หากอุณหภูมิของอุปกรณ์สูงเกินพิกัดให้ทำการปิดอุปกรณ์นั้น เป็นต้น โดยสั่งงานผ่านพีแอลซีหรือ Controller ที่ติดต่ออยู่ ทั้งนี้ Wonderware InTouch สามารถเก็บรวบรวมข้อมูลที่ได้จากระบบควบคุมทั้งหมดไว้ในฐานข้อมูลเพื่อให้พนักงานหรือโปรแกรมอื่น ๆ สามารถนำไปใช้งานได้ Wonderware InTouch นั้นเข้าไปมีส่วนในงานควบคุมทั้งเล็ก และใหญ่ที่ต้องการแสดงผล แลกเปลี่ยนข้อมูล หรือควบคุมระบบต่าง ๆ จากส่วนกลาง เพื่อการทำงานของระบบรวมที่สัมพันธ์กันมองเห็นภาพรวมได้อย่างชัดเจน และมีความรวดเร็วต่อเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น ซึ่งระบบ Wonderware InTouch ในปัจจุบันมีความสามารถในการสื่อสาร ควบคุม และประมวลผลข้อมูลจาก I/O ของอุปกรณ์เช่น พีแอลซี DCS, RTU ได้ถึงระดับที่เกินหนึ่งแสน I/O และได้รับการพัฒนาให้มีความสามารถสำหรับรองรับความต้องการใหม่ ๆ ของผู้ใช้งานอย่างต่อเนื่องตลอดมา Wonderware InTouch แบ่งตามโครงสร้างได้ 2 ระดับคือ Client และ Data Server หรือเรียก สั้น ๆ ว่า Server โดยที่ Client คือ คอมพิวเตอร์ที่รับส่งข้อมูลไปยัง Data Server โดยฝั่ง Client นี้จะแสดงผลการทำงานของระบบควบคุม เช่น แสดงเป็นกราฟิก กราฟแบบต่อเนื่อง หรือระบบแจ้งเตือนเมื่อเกิดเหตุการณ์ฉุกเฉินหรือต้องการแจ้งเตือน เป็นต้น ฝั่ง Client สามารถสั่งงานควบคุมไปยัง Data Server เพื่อส่งสัญญาณไปยัง พีแอลซี DCS หรือ Controller อีกทอดหนึ่ง ส่วน Data Server จะทำหน้าที่ติดต่อกับ พีแอลซี DCS Controller หรือ RTU ต่าง ๆ เพื่อรับสัญญาณและส่งสัญญาณไปยัง Client และรับการร้องขอจาก Client เพื่อควบคุมอุปกรณ์ พีแอลซี และ Controller ต่าง ๆ ซึ่ง Client และ Data Server ส่วนใหญ่ติดต่อกันผ่านระบบเครือข่าย Ethernet ดังภาพที่ 2.25

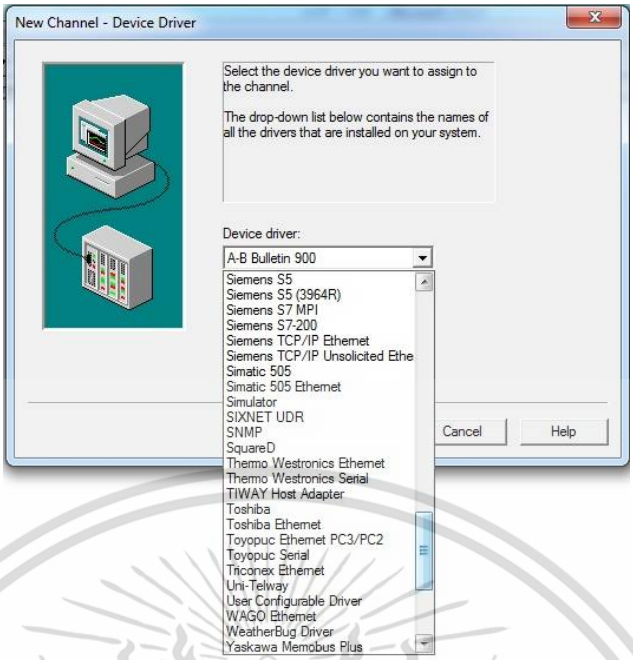
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.25 การเชื่อมต่อส่วนแสดงผลและส่วนควบคุมผ่าน Ethernet Network

จากภาพที่ 2.25 Controller ในระดับ Control Level จะติดต่อกับอุปกรณ์ Field Instrument ในระดับ Device Level ต่าง ๆ เช่นเซ็นเซอร์ รีเลย์ เป็นต้น เพื่อนำสัญญาณมาให้กับ Data Server โครงสร้างด้านซอฟต์แวร์ของระบบ Wonderware InTouch นั้นมีข้อที่ต้องทราบคือ Wonderware InTouch ใช้เทคโนโลยีในการสื่อสารกับฮาร์ดแวร์ เช่น พีแอลซี DCS ต่าง ๆ กันไปตามผู้ผลิต เช่น การใช้ Driver เฉพาะของผู้ผลิตเพื่อสื่อสารกับ พีแอลซี DCS เป็นต้น ซึ่งในปัจจุบันมีการกำหนดมาตรฐานกลางคือ OPC ขึ้นมาเพื่อยุติปัญหาการใช้เทคโนโลยีเฉพาะด้านในการสื่อสาร นอกจากนั้นยังมีความสามารถในการบริการข้อมูลให้กับ Client ที่รวดเร็วและมีเสถียรภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.26 การกำหนดค่า OPC Server

จากภาพที่ 2.26 จะพบว่าในส่วนของ Wonderware InTouch นั้นการติดต่อกับ พีแอลซี หรือ Controller ทำได้ทั้งผ่าน Driver หรือ OPC โดยที่ OPC และ Driver สามารถรับคำสั่งแบบ Read /Write เพื่ออ่านข้อมูลจาก พีแอลซี หรือเขียนข้อมูลเพื่อสั่งงานไปยังพีแอลซี ได้ Wonderware InTouch จะทำหน้าที่จัดการข้อมูล RTDB (Real Time Data Base) ที่ได้จาก พีแอลซี แล้วส่งให้กับ Wonderware InTouch Client โดยที่ Wonderware InTouch Server บางประเภทจะติดต่อกับ Wonderware InTouch Client ผ่าน DDE Server ซึ่งทำให้สามารถนำเข้าข้อมูลจากพีแอลซีเข้าสู่โปรแกรมเช่น MS Excel หรือโปรแกรม Client อื่น ๆ ที่ติดต่อกับ DDE Server ได้ Wonderware InTouch บางตัวจะออกแบบให้ Wonderware InTouch Server ทำหน้าที่ตรวจจับ Alarm และเก็บข้อมูลไว้ใน Alarm DB หรือเก็บข้อมูลที่เป็น Historian ไว้ใน Log DB เป็นต้น เพื่อส่งให้ Alarm Display และ Log Display ทางฝั่ง Wonderware InTouch Client ต่อไป

โครงสร้างด้านการสื่อสาร (Communications) ระหว่าง Client-Server จะสื่อสารผ่านโปรโตคอล TCP/IP โดย Client จะติดต่อกับพารามิเตอร์หรือ Tag ภายใน Server ที่บริการข้อมูลด้วยรูปแบบที่แตกต่างกันไปตามผู้ผลิตเช่น มีการส่งค่าจาก Server เมื่อค่าของ I/O ของพีแอลซีมีการเปลี่ยนแปลง เป็นต้น การสื่อสารกับอุปกรณ์นั้น Server จะทำการตรวจสอบค่าจากอุปกรณ์ตามช่วงเวลาที่ผู้ใช้งานกำหนดไว้ (Defined Polling Rate) ซึ่งอาจจะต่างกันไปตามพารามิเตอร์ประเภทต่าง ๆ โดยตัว Controller จะส่งค่าพารามิเตอร์ตามที่ถูกร้องขอให้กับ Data Server พร้อมค่าเวลาขณะนั้น (Time Stamp) การสื่อสารกับอุปกรณ์ของ Data Server อาจเป็นการสื่อสารแบบ Modbus, Profibus, CAN bus เป็นต้น ขึ้นอยู่กับมาตรฐานการสื่อสารของอุปกรณ์นั้น ๆ ว่าเป็นแบบใด ในปัจจุบันมีการสร้าง OPC Server ที่สนับสนุนการติดต่อด้วยมาตรฐานต่าง ๆ เพิ่มขึ้นมากมายจนครอบคลุมอุปกรณ์ทุกประเภทและมีการพัฒนาให้ทั่วถึงไปยังอุปกรณ์ใหม่ ๆ อย่างต่อเนื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงสร้างอินเทอร์เฟส (Interface) โดยการติดต่อระหว่าง Data Server กับอุปกรณ์ หรือระหว่าง Data Server และ Data Server กับ Client นั้นมีการผลิตเป็น Driver ออกมามากมายตามเทคนิคเฉพาะของแต่ละผู้ผลิต ต่อมาจึงมีการกำหนดมาตรฐานของอินเทอร์เฟสขึ้นมาเป็น OPC (OLE for Process Control) ซึ่งมีความรวดเร็วในการสื่อสาร และบริการข้อมูลโดยมีการจัดตั้ง OPC Foundation ขึ้นเป็นองค์กรหลักในการกำหนดมาตรฐาน และถ่ายทอดเทคโนโลยีให้แก่สมาชิก OPC จึงเป็นมาตรฐานกลางที่เปิดกว้างมากที่สุดคือ การติดต่อกับฐานข้อมูลภายนอกของ Wonderware InTouch Software นั้นมีการสร้างให้สามารถติดต่อได้ผ่าน ODBC (Open Data Base Connectivity), OLEDB (Linking and Embedding Data Base), DDE (Dynamic Data Exchange) เป็นต้น เพื่อให้สามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลหรือทำการเก็บข้อมูลไว้ในฐานข้อมูลรูปแบบต่าง ๆ ในปัจจุบันมีการพัฒนาให้สามารถติดต่อกับโปรแกรม ERP ต่าง ๆ เช่น SAP ได้ด้วย

โครงสร้างความสามารถในการขยายระบบ (Scalability) คือ ความสามารถในการรองรับและต่อขยายระบบ Wonderware InTouch กับส่วนต่าง ๆ เช่น I/O ของอุปกรณ์ Controller และจำนวนเครื่อง Wonderware InTouch Client ที่เพิ่มขึ้นหรือมีการต่อพ่วงกับระบบของ Wonderware InTouch กับยี่ห้ออื่น ๆ เป็นต้น ถ้าหาก Data Server เป็นแบบ Driver ที่สร้างด้วยเทคโนโลยีเฉพาะในการติดต่อกับอุปกรณ์ก็เป็นเรื่องลำบากในการต่อขยายเพราะ Driver บางประเภทสามารถติดต่อได้เฉพาะ Wonderware InTouch Software บางยี่ห้อเท่านั้น ปัญหานี้เป็นที่วิพากวิจารณ์กันอย่างกว้างขวาง ซึ่งปัจจุบันได้หันมาใช้มาตรฐานกลาง คือ OPC เพื่อแก้ไขปัญหานี้ โครงสร้างการสำรองระบบ (Redundancy) Wonderware InTouch Software ส่วนใหญ่มีความสามารถในการทำสำรองระบบของ Data Server โดยที่เมื่อ Data Server เกิดความขัดข้องก็จะสั่งงานให้ Data Server อีกตัวหนึ่งทำงานแทนที่ โดยจะมีการกำหนดปรับตั้งค่าไว้ที่ 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 ต่าง ๆ อีกทอดหนึ่ง Data Server จะได้ทำหน้าที่บริการข้อมูลให้แก่โหนดเพียงจุดเดียวจึงมีความรวดเร็วในการบริการข้อมูล

หน้าที่การทำงาน (Functionality) หมายถึง ความสามารถในการเข้าถึงกลุ่มของพารามิเตอร์ในอุปกรณ์เช่น I/O ของ พีแอลซี เป็นต้น ความสามารถของ Data Server ในการกำหนดว่าพารามิเตอร์ใด อ่านได้อย่างเดียว เขียนได้อย่างเดียว หรือทั้งอ่านทั้งเขียน เป็นต้น

ระบบแสดงผลแบบ MMI (Man Machine Interface) คือ ความสามารถในการแสดงผลการทำงานของอุปกรณ์ในรูปแบบ กราฟิก ข้อความ สัญลักษณ์ แผนภาพ เป็นต้น โดยสามารถเชื่อมโยงลักษณะการเปลี่ยนแปลงของกราฟิกเหล่านี้กับพารามิเตอร์จาก Data Server ความสามารถในการสั่งงานผ่านระบบกราฟิก เช่น การปิด/เปิด สวิทช์บนจอมอนิเตอร์ส่งผลไปยัง I/O ของพีแอลซี เป็นต้น ความสามารถในการจัดการกราฟิก เช่น การย่อ ขยาย การกำหนดการเคลื่อนไหวแบบต่าง ๆ เช่น การหมุน การเคลื่อนที่แบบซิกแซกตามสัญญาณของ Data Server การแสดงผลสัญญาณในรูปแบบมิเตอร์ และเกจวัดแบบต่าง ๆ การนำเข้ากราฟิกประเภทต่าง ๆ การจัดแบ่ง Layer เป็นต้น เหล่านี้เป็นข้อเปรียบเทียบความสามารถของ Wonderware InTouch Software ทั้งสิ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบแสดงกราฟสัญญาณแบบต่อเนื่อง (Trending) เป็นความสามารถในการพล็อตกราฟต่อเนื่องกันไปบนจอภาพเพื่อแสดงค่าสัญญาณจาก Data Server โดยอาจจะสามารถพล็อตสัญญาณได้หลายสัญญาณเช่น 8 – 24 สัญญาณพร้อมกันในหน้าต่างเดียวเพื่อให้สามารถเปรียบเทียบสัญญาณที่พล็อตได้ และไม่จำกัดว่าจะสร้างหน้าต่างพล็อตจำนวนเท่าใด Trending อาจมีความสามารถในการซูมสัญญาณที่พล็อต และหยุดการพล็อตเพื่อเลื่อนดูค่าที่พล็อตในแต่ละช่วงเวลาได้ด้วยตัวของผู้ใช้งานเอง นอกจากนั้นการพล็อตอาจสามารถเลือกได้ว่าจะให้เป็นการพล็อตแบบใดเช่น Time plot, Logarithmic plot, Strip Chart, Bar Chart, Circular, X-Y plot เป็นต้น นอกจากนั้นบางผู้ผลิตยังสามารถนำค่า Historian หรือข้อมูลสัญญาณที่เก็บไว้ในฐานข้อมูลออกมาพล็อตได้อีกด้วยโดย Trending Module นี้อาจเป็นแบบ ActiveX Control คือ สามารถนำไปใช้งานในแอปลิเคชั่นอื่นที่สนับสนุนการนำเข้า ActiveX ได้

ระบบแจ้งเตือน (Alarm) Wonderware InTouch Software ส่วนใหญ่มีระบบแจ้งเตือนโดย Alarm Display จะรับสัญญาณมาจาก Alarm DB ในฝั่ง Wonderware InTouch Server โดย Alarm DB สามารถที่จะทำการกำหนดการปรับตั้งค่าว่าจะนำสัญญาณตัวใดมาเป็นตัวพารามิเตอร์ ในการแจ้งเตือนบ้าง และมีการแบ่งระดับของ Priority, Limit อย่างไร เป็นต้น ระบบแจ้งเตือนยังสามารถที่จะเก็บข้อมูลการแจ้งเตือนไว้ในฐานข้อมูลประเภทต่าง ๆ ได้เช่น MS SQL Server, MS Access, Oracle, MS Excel เป็นต้น และบางยี่ห้อสามารถแสดงออกมาเป็นรายงานในรูปแบบตารางหรือแผนภูมิได้อีกด้วย

การทำงานแบบ Automation เป็นความสามารถที่ Wonderware InTouch ทำหน้าที่ต่าง ๆ ตามที่กำหนด เช่น ส่งอีเมล์ แสดงข้อความแบบ Instance Message บนหน้าจอเปิดไปยังหน้าจออื่น ๆ เก็บข้อมูลลงฐานข้อมูล เปิดโปรแกรม หรือรันคำสั่งสคริปต์ เป็นต้น ตามสัญญาณที่ได้รับจากข้อมูล Data Server และข้อกำหนดที่สร้างขึ้น

การสร้างและพัฒนา (Application Development) โดยการกำหนด Configuration ขั้นแรกต้องมีการกำหนดว่าจะติดต่อกับพารามิเตอร์หรือ Tag ใดบ้างจาก Data Server ดังนั้นจะต้องทำการ Define หรือสร้าง Tag ที่ Data Server ก่อนว่า Tag แต่ละตัวหมายถึง Address ที่เท่าใดของอุปกรณ์ พีแอลซี DCS, RTU, Controller ต่าง ๆ โดยทั่วไปสามารถทำการนำเข้าปรับตั้งค่าไฟล์ที่สร้างไว้ก่อนเข้ามาได้ และสามารถ Export ไปยัง Data Server อื่น ๆ ได้ จากนั้นโปรแกรมย่อยอื่น ๆ ของ Wonderware InTouch Software ฝั่ง Client จึงทำการปรับตั้งค่าตามหน้าที่การทำงานของตนเอง เช่น โมดูลที่มีหน้าที่แสดงผลกราฟิกก็ต้องกำหนดว่ากราฟิกนั้น ๆ จะเชื่อมโยงกับ Tag ใดจาก Data Server ส่วนโมดูลที่ทำหน้าที่แจ้งเตือนก็ต้องทำการปรับตั้งค่าว่าจะนำ Tag ใดมาเป็นสัญญาณแจ้งเตือน และกำหนดระดับสัญญาณ Limit เป็นต้น

เครื่องมือในการพัฒนา (Development Tool) เครื่องมือในการสร้าง และพัฒนาระบบ Wonderware InTouch โดยทั่วไปแล้วจะประกอบไปด้วย

- เครื่องมือในการสร้างระบบกราฟิก ที่ประกอบด้วยเครื่องมือวาดภาพ เครื่องมือกำหนด Effect พิเศษต่าง ๆ ไลบรารี่ของกราฟิกสำเร็จรูปในอุตสาหกรรมด้านต่าง ๆ

- เครื่องมือในการสร้าง Trending
- เครื่องมือในการสร้างระบบ Alarm
- เครื่องมือในการกำหนดการติดต่อกับฐานข้อมูลเพื่อทำการเก็บรวบรวมข้อมูลของ

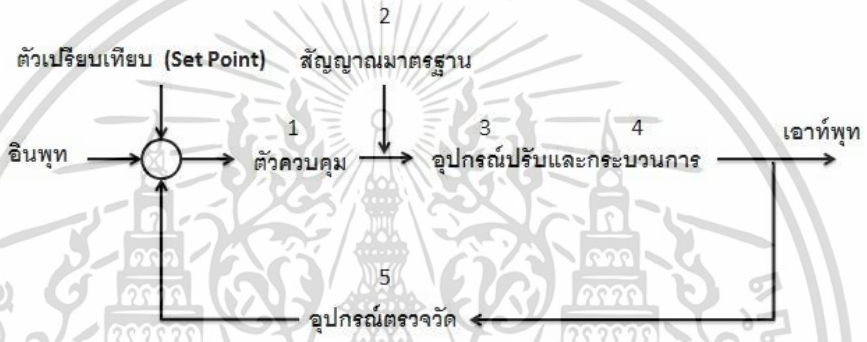
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Trending และ Alarm ลงไว้ในฐานข้อมูล

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

2.7 หลักการของตัวควบคุม

ระบบควบคุมอัตโนมัติในงานอุตสาหกรรมการผลิตซึ่งมีวิวัฒนาการ และการพัฒนามาจนถึงปัจจุบันทั้งทางด้านทฤษฎีระบบควบคุมและระบบของเครื่องมือวัด ซึ่งระบบควบคุมในอุตสาหกรรมโดยทั่ว ๆ ไปสามารถแสดงบล็อกไดอะแกรมของการควบคุมแบบป้อนกลับ ดังภาพที่ 2.27



ภาพที่ 2.27 ไดอะแกรมการควบคุมแบบป้อนกลับ

จากภาพที่ 2.27 เราสามารถแยกแยะองค์ประกอบของระบบควบคุมอัตโนมัติตามเครื่องมือวัดคุมทางอุตสาหกรรมได้มี 5 องค์ประกอบคือ

1. ตัวควบคุม (Controller) หมายถึง เครื่องมือหรืออุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างสัญญาณที่ต้องการควบคุมให้ได้ผลตอบสนองตามต้องการเช่น ตัวควบคุมอาจเป็นแบบ ON, Off หรือ PID

2. สัญญาณมาตรฐาน (Standard Signal) ในงานที่ต้องการเชื่อมต่ออุปกรณ์ในระบบควบคุมอัตโนมัติให้ทำงานได้ตามต้องการนั้นจำเป็นต้องมีมาตรฐานรองรับ ซึ่งวิวัฒนาการตั้งแต่เริ่มมีระบบควบคุมอัตโนมัติมานั้นก็มีการเปลี่ยนแปลงระบบตัวอุปกรณ์เครื่องมือวัดมาตั้งแต่ Pneumatic Electrical และปัจจุบันมีการใช้สัญญาณ Digital

3. อุปกรณ์ปรับ (Final Control Element) เป็นอุปกรณ์ที่จะต้องทำหน้าที่ปรับสภาวะของกระบวนการด้วยการเปลี่ยนแปลงตามค่าสัญญาณควบคุม (Manipulated Variable) ของกฎการควบคุมอุปกรณ์พวกนี้ ได้แก่ Control Valve, Inverter, Actuator ต่าง ๆ เป็นต้น

4. กระบวนการ (Process) หมายถึง กระบวนการทางฟิสิกส์ซึ่งต้องการควบคุมให้มีสภาวะตามต้องการขณะที่สภาวะการทำงานหรือสภาพแวดล้อม อาจเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลาในกระบวนการได้แก่ อุณหภูมิ ความดัน อัตราการไหล เป็นต้น

5. อุปกรณ์ตรวจวัด (Measuring Instrument) หมายถึง อุปกรณ์ได้แก่ Sensor Transducer หรืออุปกรณ์แปลงสัญญาณ (Converter) หรือวัดสัญญาณอื่น ๆ ที่มีเอาท์พุทตามสัญญาณมาตรฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการควบคุมกระบวนการด้วยฟังก์ชัน PID (Proportional Integral Derivative) ซึ่งเป็นฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ควบคุมตัวแปรกระบวนการให้เป็นไปตามเป้าหมายอย่างต่อเนื่อง สัญญาณทางออกหรือค่าที่ประมวลผลของ PID ประกอบจากการรวมตัวของตัวควบคุม 3 ส่วน

1. การควบคุมแบบ (Proportional: P or Gain) จะเปลี่ยนแปลงเป็นสัดส่วนของค่าความผิดพลาดการตอบสนองของสัดส่วน สามารถทำได้โดยการคูณค่าความผิดพลาดด้วยค่าคงที่ K_p หรือที่เรียกว่า อัตราขยายสัดส่วนซึ่งเทอมของสัดส่วน จะเป็นไปตามสมการ

$$P_{out} = K_p e(t)$$

(2.1)

เมื่อ

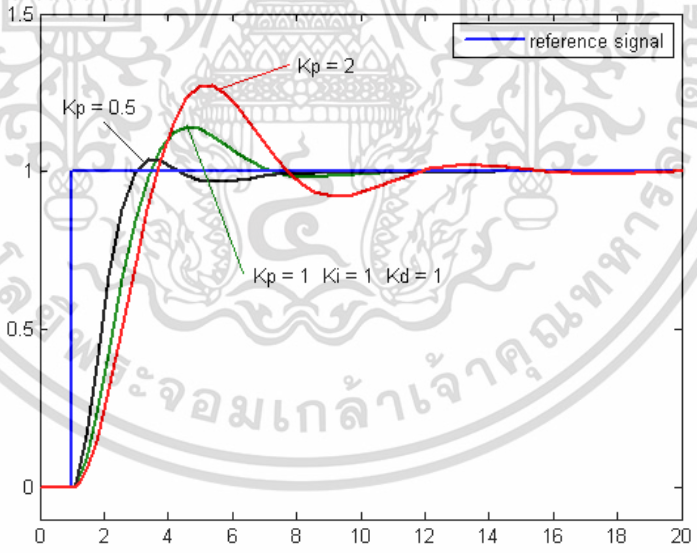
P_{out} : สัญญาณขาออกของเทอมสัดส่วน

K_p : อัตราขยายสัดส่วน, ตัวแปรปรับค่าได้

e : ค่าความผิดพลาด $= Sp - Pv$

t : เวลา

ผลอัตราขยายสัดส่วนที่สูงค่าความผิดพลาดก็จะเปลี่ยนแปลงมากเช่นกัน แต่ถ้าสูงเกินไประบบจะไม่เสถียรได้ ในทางตรงกันข้ามผลอัตราขยายสัดส่วนต่ำระบบควบคุมจะมีผลตอบสนองต่อกระบวนการน้อยตามไปด้วย ดังภาพที่ 2.28



ภาพที่ 2.28 กราฟ PV ต่อเวลา เมื่อ K_p กำหนดเป็น 0.5, 1, 2 ส่วน K_i และ K_d เท่ากับ

2. การควบคุมแบบ (Integral: I or Reset) เป็นสัดส่วนของขนาดความผิดพลาด และระยะเวลาของความผิดพลาด ผลรวมของความผิดพลาดในทุกช่วงเวลา Integral ของความผิดพลาดจะให้ออฟเซตสะสมที่ควรจะเป็นในก่อนหน้าความผิดพลาดสะสมจะถูกคูณโดยอัตราขยาย Integral ขนาดของผลของ Integral จะกำหนดโดย K_i คือ อัตราขยายของ Integral ซึ่งจะเป็นไปตามสมการ

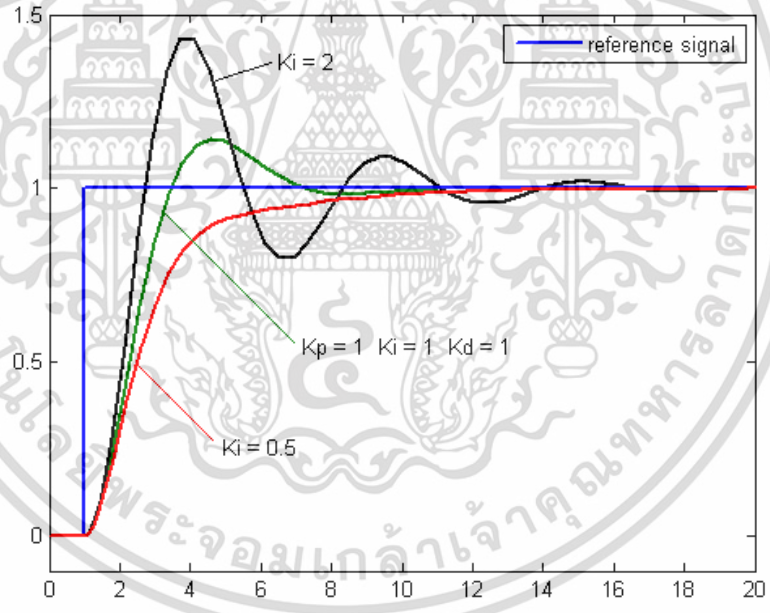
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$I_{out} = K_i \int_0^t e(\tau)dt$$
(2.2)

เมื่อ

I_{out} : สัญญาณขาออกของเทอม Integral
K_i : อัตราขยาย integral ตัวแปรปรับค่าได้
e : ค่าความผิดพลาด $= Sp - Pv$
t : เวลา
τ : ตัวแปร Integral

เทอม Integral เมื่อรวมกับเทอมสัดส่วนจะเร่งกระบวนการให้เข้าสู่จุดที่ต้องการ และขจัดความผิดพลาดที่เหลืออยู่ที่เกิดจากการใช้เพียงเทอมสัดส่วน แต่อย่างไรก็ตามเทอม Integral เป็นการตอบสนองต่อความผิดพลาดสะสมในอดีตจึงสามารถทำให้เกิดโอเวอร์ชูตได้ (ข้ามจุดที่ต้องการและเกิดการหันเหไปทางทิศทางอื่น) ดังภาพที่ 2.29



ภาพที่ 2.29 กราฟ PV ต่อเวลา, K_i กำหนดเป็นสามค่า (K_p และ K_dคงที่)

3. การควบคุมแบบ (Derivative: D or Rate) อัตราการเปลี่ยนแปลงของความผิดพลาดจากกระบวนการนั้น คำนวณหาจากความชันของความผิดพลาดทุก ๆ เวลา (นั่นคือเป็นอนุพันธ์อันดับหนึ่งสัมพันธ์กับเวลา) และคูณด้วยอัตราขยายอนุพันธ์ K_d ขนาดของผลของเทอมอนุพันธ์ ขึ้นกับอัตราขยายอนุพันธ์ K_d จะเป็นไปตามสมการ

$$D_{out} = K_d \frac{d}{dt} e(t)$$ (2.3)

เมื่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

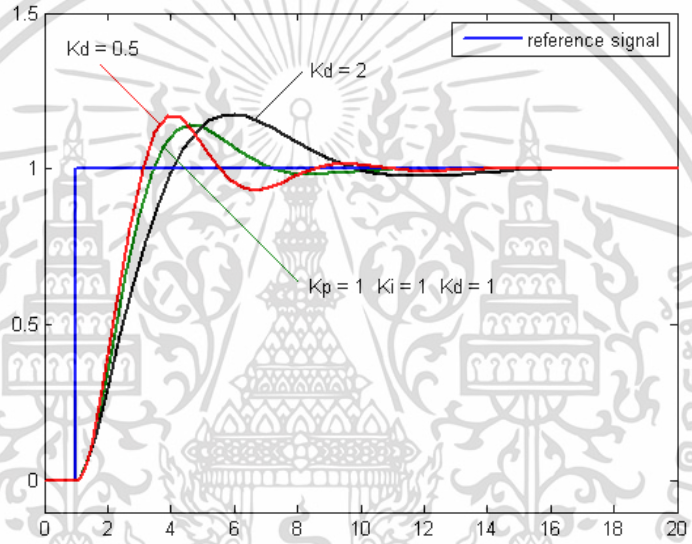
D_{out} : สัญญาณขาออกของเทอมอนุพันธ์

K_d : อัตราขยายอนุพันธ์, ตัวแปรปรับค่าได้

e : ค่าความผิดพลาด $= Sp - Pv$

t : เวลา

โดย Parameter Derivative จะชะลออัตราการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณขาออกของระบบควบคุม และด้วยผลนี้จะช่วยให้ระบบควบคุมเข้าสู่จุดที่ต้องการ ดังนั้นเทอมอนุพันธ์จะใช้ในการลดขนาดของโอเวอร์ชูตที่เกิดจาก Parameter Derivative และทำให้เสถียรภาพของการรวมกันของระบบควบคุมดีขึ้น แต่อย่างไรก็ตามอนุพันธ์ของสัญญาณรบกวนที่ถูกขยายในระบบควบคุมจะไวต่อการรบกวนในเทอมของความผิดพลาด และสามารถทำให้กระบวนการไม่เสถียรได้ถ้าสัญญาณรบกวนและอัตราขยายอนุพันธ์มีขนาดใหญ่เพียงพอดังภาพที่ 2.30



ภาพที่ 2.30 กราฟ PV ต่อเวลา, สำหรับ K_d 3 ค่า (K_p และ K_i คงที่)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

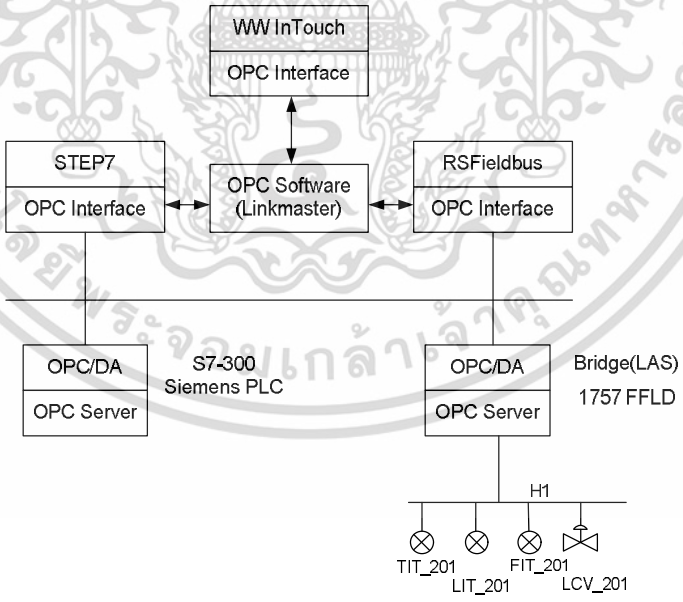
บทที่ 3
การออกแบบระบบและการผสานข้อมูล

3.1 กล่าวนำ

ในบทนี้จะกล่าวถึงการออกแบบการผสานข้อมูลด้วยการประยุกต์ใช้ซอฟต์แวร์ OPC สำหรับการผสานระบบที่มีเครือข่ายอีเทอร์เน็ตทางอุตสาหกรรมต่างกัน เพื่อให้สามารถเข้าถึงข้อมูลที่ ตัวพีแอลซี อุปกรณ์วัดคุมเทคโนโลยีฟาวน์เดชันฟิลด์บัสและการส่งค่าไปยังโปรแกรมติดตามและแสดงผลการทำงาน ซึ่งในวิทยานิพนธ์ได้เลือกระบบควบคุมที่มีการทำงานร่วมกันระหว่าง พีแอลซี S7-300 และเครื่องมือวัดที่สื่อสารด้วยเทคโนโลยีฟาวน์เดชันฟิลด์บัสเพื่อนำเสนอการประยุกต์ใช้ Kepware Linkmaster เป็นตัวกลางในการผสานข้อมูลระหว่าง OPC ของส่วนอุปกรณ์วัดคุมเทคโนโลยีฟาวน์เดชันฟิลด์บัส OPC ตัวควบคุมพีแอลซี และ OPC ของส่วนแสดงผล

3.2 การผสานข้อมูลด้วยซอฟต์แวร์ OPC

ในระบบควบคุมแบบอัตโนมัติที่นำข้อมูลจากส่วนต่างๆมาใช้ร่วมกัน จำเป็นจะต้องใช้ OPC จากบริษัทผู้ผลิตฮาร์ดแวร์เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถเข้าถึงอุปกรณ์เหล่านั้นได้ ในวิทยานิพนธ์นี้ได้ออกแบบการผสานข้อมูลจากอุปกรณ์วัดคุมเทคโนโลยีฟาวน์เดชันฟิลด์บัส ตัวควบคุมพีแอลซี และส่วนแสดงผลการทำงานของระบบซึ่งการผสานข้อมูลในแต่ละส่วนแสดงได้ดังรูป



ภาพที่ 3.1 การผสานข้อมูลด้วยซอฟต์แวร์ OPC

จากภาพ เป็นการประยุกต์ใช้ซอฟต์แวร์ OPC เป็นตัวกลางในการผสานข้อมูลระหว่างตัวควบคุมพีแอลซีและอุปกรณ์การวัดคุมเทคโนโลยีฟาวน์เดชันฟิลด์บัสโดยแบ่งเป็น 4 ส่วนประกอบไปด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- อุปกรณ์การวัดคุมเทคโนโลยีฟาวน์เดชันฟิลด์บัส จะใช้ซอฟต์แวร์ RSFieldbus เป็นตัวกำหนดค่าและเป็น OPC ของอุปกรณ์วัดคุมเทคโนโลยีฟาวน์เดชันฟิลด์บัส

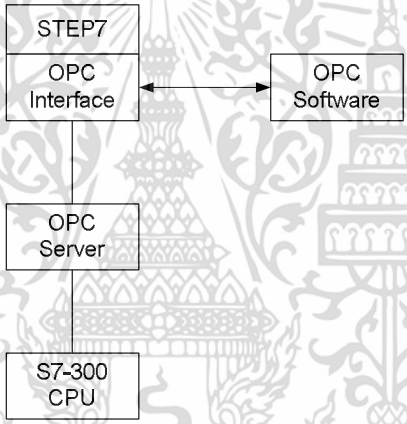
- ตัวควบคุมพีแอลซี จะเป็นตัวควบคุมด้วยฟังก์ชัน PID จะใช้ซอฟต์แวร์ OPC และ Simatic STEP7 ในการเขียนโปรแกรมของตัวควบคุมพีแอลซี

- ส่วนแสดงผล ใช้ในการแสดงผลการทำงานของระบบโดยจะดึงค่ามาจากซอฟต์แวร์ OPC ของทั้งตัวควบคุมพีแอลซีและอุปกรณ์การวัดคุม โดยใช้ซอฟต์แวร์ Wonderware InTouch

- ส่วนการผสานข้อมูลกลางจะประยุกต์ใช้ซอฟต์แวร์ Kepware Linkmaster ในการผสานข้อมูลระหว่าง OPC ของตัวควบคุมพีแอลซีและ Bridge ของอุปกรณ์วัดคุมเทคโนโลยีฟาวน์เดชันฟิลด์บัส

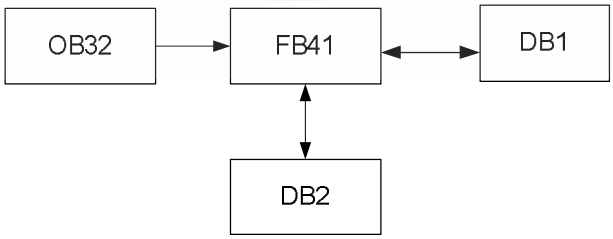
3.3 โปรแกรมพีแอลซี และการกำหนดค่า OPC

การกำหนดค่า OPC ให้กับตัวควบคุมพีแอลซี S7-300 จะเชื่อมต่อผ่านโมดูล CPU และใช้โปรแกรม Simatic STEP7 เป็นตัวกลางในการแลกเปลี่ยนข้อมูลกับซอฟต์แวร์ OPC ดังภาพ



ภาพที่ 3.2 การเชื่อมต่อระหว่าง OPC กับ พีแอลซี

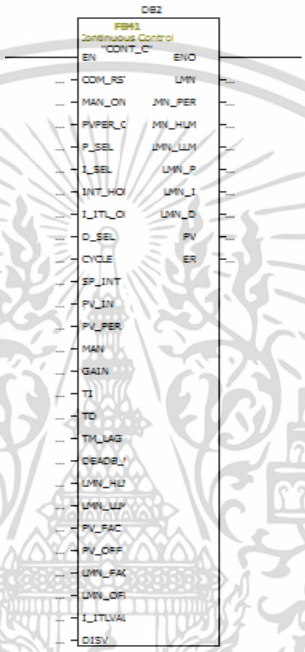
การออกแบบโปรแกรมเพื่อควบคุมกระบวนการ ในวิทยานิพนธ์นี้ได้เลือกใช้ พีแอลซี Siemens S7-300 เป็นตัวควบคุม โดยโครงสร้างโปรแกรมควบคุมที่เขียนด้วย Simatic STEP7 แสดงได้ดังภาพ



ภาพที่ 3.3 การเชื่อมต่อระหว่าง Block ใน Simatic STEP7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดย OB32 คือ Organization Block โดยกำหนด Cycle การทำงานทุก ๆ 1,000 ms และเลือกใช้ Function Block Continuous Control (FB41) ทำหน้าที่ในการคำนวณฟังก์ชัน PID และออกแบบให้ทำงานร่วมกับ Data Block(DB) โดย DB1 ใช้สำหรับเก็บข้อมูลอินพุตและเอาต์พุตของตัวแปรที่ Interface กับ OPC Server เพื่อการแลกเปลี่ยนข้อมูลกับระบบอื่น ส่วน DB2 จะใช้ในการเก็บค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ของฟังก์ชัน PID ของ FB41 บล็อก Function Continuous Control (FB41) ใน Simatic STEP7 แสดงได้ดังภาพ



ภาพที่ 3.4 บล็อก Function Continuous Control (FB41) ใน Simatic STEP7

จากภาพที่ 3.4 บล็อก FB41 ใน Simatic STEP7 มีการกำหนดค่าพารามิเตอร์ให้ฟังก์ชันดังนี้

ตำแหน่งขา MAN_ON = M0.0

ตำแหน่งขา SP_Int = DB1.DBD12

ตำแหน่งขา PV_IN = DB1.DBD16

ตำแหน่งขา LMN = DB1.DBD8

การกำหนด Address เพื่อใช้ในการเก็บข้อมูลที่ DB1 เพื่อแลกเปลี่ยนค่ากันใน OPC Server แสดงได้ดังตาราง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 Address ที่ใช้ในการเชื่อมต่อกับ OPC

Address	Tag	Data type
M0.0	MAN_ON	Bool
DB1.DBD4	FIT_Value_From_FF	Float
DB1.DBD8	Setpoint_Valve_To_FF	Float
DB1.DBD12	Setpoint_Valve	Float
DB1.DBD16	LIT_Value_FROM_FF	Float
DB1.DBD20	TIT_Value_FROM_FF	Float

การกำหนดค่า OPC Server ชื่อ Kepware OPC Server เพื่อการนำค่าพารามิเตอร์ตัวควบคุม PID จากตัว พีแอลซี ไปผสานกับ OPC Server ของ Bridge ก่อนส่งต่อไปยังอุปกรณ์วัดคุมเทคโนโลยีฟาวน์เดชันฟิลด์บัส ต่อไป การกำหนดค่าใน OPC แสดงได้ดังภาพ

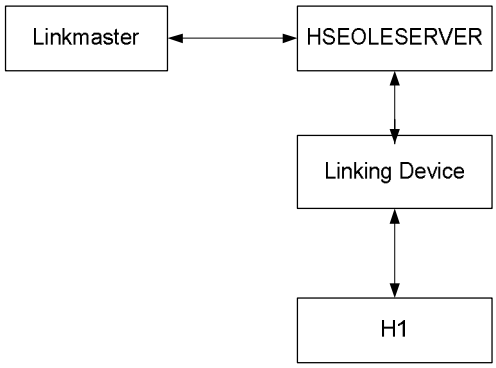
Tag Name	Address	Data Type	Scan Rate	Scaling
m000	M0.0	Boolean	10	None
PLC1_DB1_DD04	DB1.DBD4	Float	10	None
PLC1_DB1_DD08	DB1.DBD8	Float	10	None
PLC1_DB1_DD12	DB1.DBD12	Float	10	None
PLC1_DB1_DD16	DB1.DBD16	Float	10	None
PLC1_DB1_DD20	DB1.DBD20	Float	10	None
PLC1_DB1_DD24	DB1.DBD24	Float	10	None

ภาพที่ 3.5 การกำหนดค่าใน OPC เพื่อใช้ในการเชื่อมต่อกับ Siemens พีแอลซี

3.4 ฟิลด์บัสเซ็กเมนต์และการกำหนดค่า OPC

ในระบบควบคุมจะทำการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์วัดคุมเทคโนโลยีฟาวน์เดชันฟิลด์บัส โดยใช้ Bridge เป็นตัวกลางเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลกับ AI Block ของ D/P Transmitter ก่อนส่งค่าไปเป็นอินพุตให้กับพีแอลซี ส่วนเอาต์พุต จากการประมวลด้วยฟังก์ชัน PID ที่ PLC จะถูกส่งไปยัง AO Block ของ Control Valve โดยการนำข้อมูลต่างๆ จาก Transmitter ไปใช้จะอาศัย OPC ของ Bridge แล้วส่งต่อให้ยัง ซอฟต์แวร์ OPC สำหรับการผสานข้อมูลของระบบทั้งสอง ในที่นี้ได้เลือกใช้ Bridge รุ่น 1757-FFLD ทำหน้าที่เป็น Linking Device และใช้ OPC Server คือ HSEOLESERVER

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.6 การเชื่อมต่อระหว่าง OPC กับอุปกรณ์ฟาวน์เดชันฟิลด์บัส

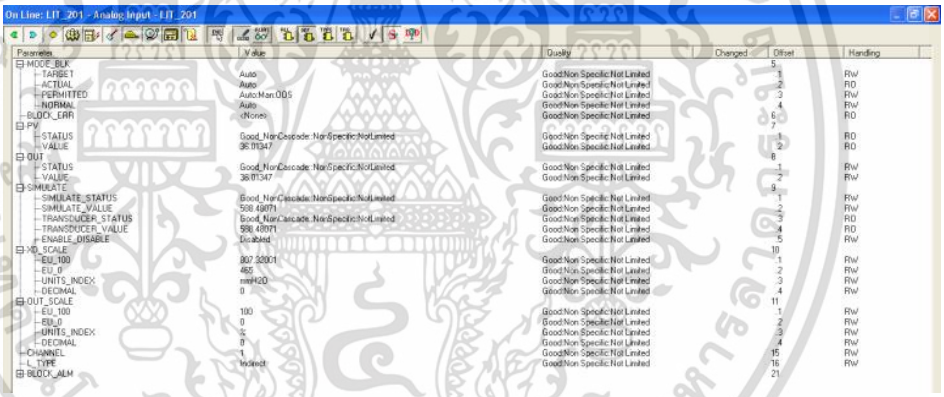
3.4.1 การกำหนดค่าสำหรับการใช้งาน Transmitter

ในการกำหนดค่า AI Block นั้น จะทำการปรับตั้งค่าพารามิเตอร์ ตามขั้นตอน ดังนี้

1. Level Transmitter (AI Block) จะกำหนดค่า

Calibration Range (XD Scale) ไว้ที่ 465 ~ 807.32 mmH_2O

Scale Range ไว้ที่ 0 ~ 100 %

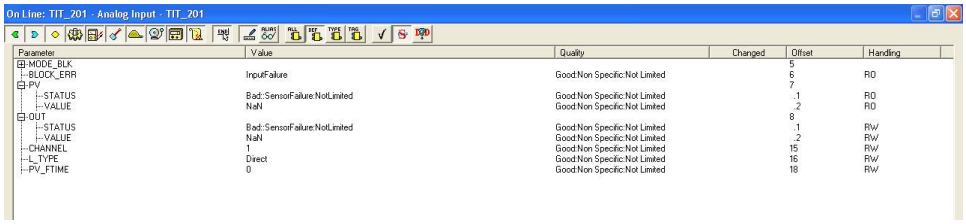


ภาพที่ 3.7 การกำหนดค่า Level Transmitter

2. Temperature Transmitter (AI Block) จะกำหนดค่า

Calibration Range (XD Scale) ไว้ที่ 0~100 ℃

Scale Range ไว้ที่ 0~100 ℃

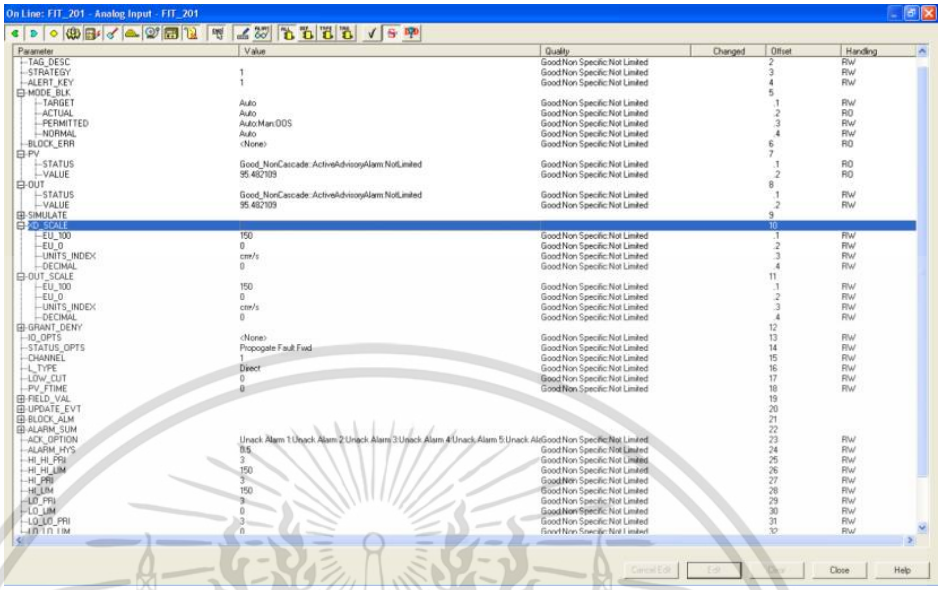


ภาพที่ 3.8 การกำหนดค่า Temperature Transmitter

3. Flow Transmitter (AI Block) จะกำหนดค่า

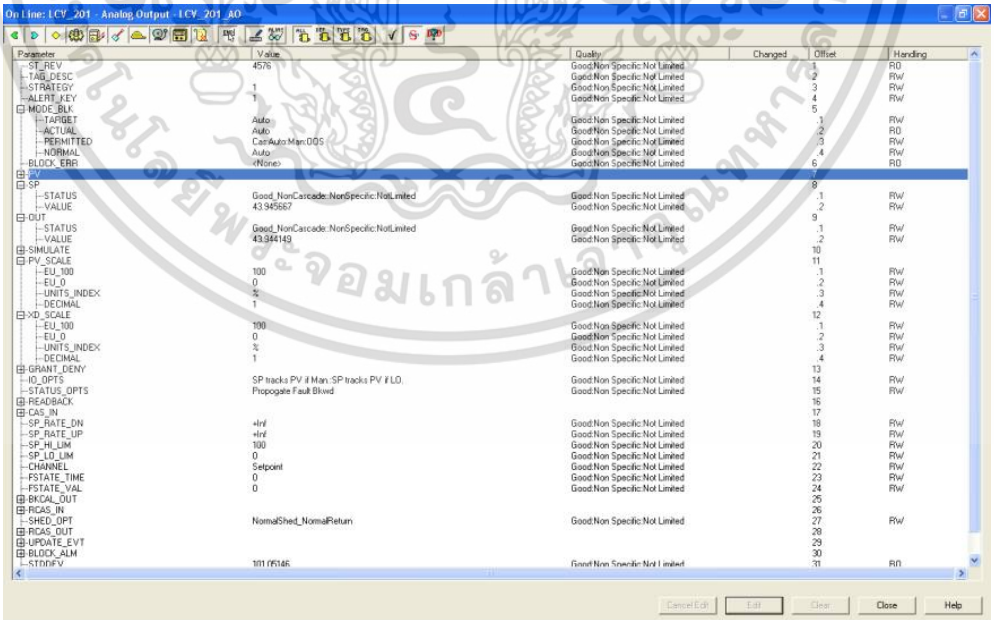
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Calibration Range (XD Scale) ไว้ที่ 0~150 cm^2/s
Scale Range ไว้ที่ 0~150 cm^2/s



ภาพที่ 3.9 การกำหนดค่า Flow Transmitter

4. Control Valve (AO Block) จะกำหนดค่า
Calibration Range (XD Scale) ไว้ที่ 0 ~ 100 %
Scale Range ไว้ที่ 0 ~ 100 %



ภาพที่ 3.10 การกำหนดค่า Control Valve

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2 การกำหนดค่าใน Linking Device

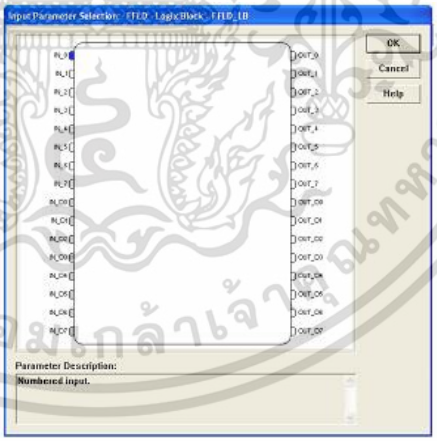
ในการกำหนดค่าใน Linking Device นั้นได้ทำการเลือกใช้ IN_0 ของ Logix Block ซึ่งเป็น Block ภายในของ Linking Device สำหรับทำการส่งค่าที่ได้จากการวัดในกระบวนการระดับให้กับพีแอลซี โดยการตั้งค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ดังนี้

ตารางที่ 3.2 พารามิเตอร์ที่จำเป็นต้องกำหนดค่าในการใช้งานอุปกรณ์เชื่อมต่อ H1/HSE

Parameter	Value
Mode_BLK_Target	Auto
Mode_BLK_Normal	Auto
Slot	0

โดยที่

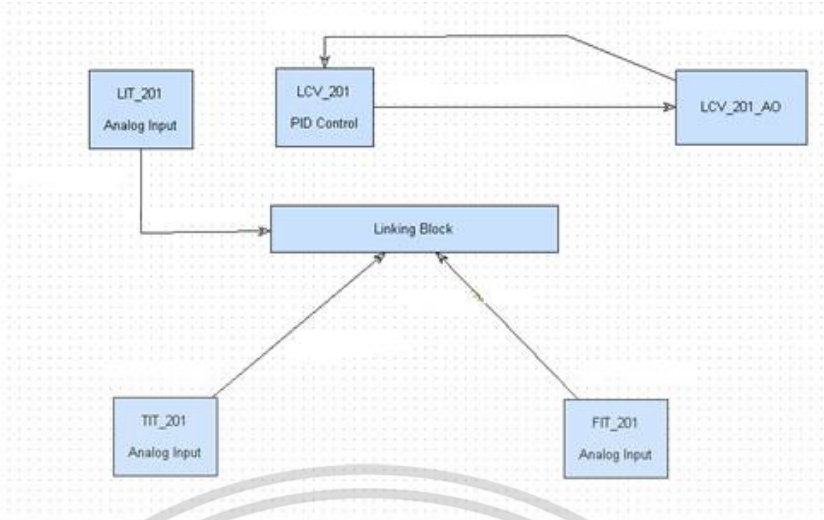
- Mode_BLK_Target คือพารามิเตอร์ที่ใช้กำหนดโหมดการทำงานของบล็อกที่ต้องการ ในกรณีนี้เลือกการทำงานของบล็อกเป็น Auto
- Mode_BLK_Normal คือพารามิเตอร์ที่ใช้กำหนดโหมดการทำงานพื้นฐานของบล็อก ในกรณีนี้เลือกการทำงานของบล็อกเป็น Auto
- Slot คือ พารามิเตอร์ที่ใช้กำหนด Slot การใช้งานบล็อก Logix



ภาพที่ 3.11 โครงสร้างบล็อก Logix ภายใน Linking Device

ในการเชื่อมต่อบล็อกเพื่อรับส่งค่าข้อมูลจากอุปกรณ์วัดคุมไปยังพีแอลซีสามารถแสดงได้ดังภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.12 การเชื่อมต่อ Block ของอุปกรณ์ฟาวน์เดชันฟิลด์บัส

ภาพที่ 3.12 เป็นการเชื่อมต่อ AI Block ของ TIT_201 FIT_201 และ LIT_201 เข้ากับ Linking Block เพื่อนำส่งข้อมูลจาก AI Block ผ่าน OPC- HSEOLESERVER ส่งต่อไปยัง พีแอลซี ในส่วนของ LCV_201 จะมีการส่งค่าภายในจาก AO Block Control Valve(LCV_201_AO) ไปยัง LCV_201 (PID Control) หลังจากนั้นที่ OUT ของ PID Control(LCV_201) จะถูกส่งต่อไปยัง AO Block Control Valve(LCV_201_AO) ส่วนค่าในการควบคุม LCV_201 จะส่งผ่าน OPC-HSEOLESERVER เช่นกัน

3.5 การกำหนดค่าในซอฟต์แวร์ Kepware Linkmaster

ในการแลกเปลี่ยนค่าระหว่าง OPC ของตัวควบคุมพีแอลซีและ OPC ของส่วนอุปกรณ์วัดคุมเทคโนโลยีฟาวน์เดชันฟิลด์บัสแสดงได้ดังภาพ

Link Name	Description	Input	Outputs	Data Type
Link7		Local Machine\KEPware.KEPServerEx.V4\Channel1.Device1.m000	Local Machine\rs.hseoleserver.0\LCV_201_AO.OUT.VALUE	Boolean
Link9		Local Machine\KEPware.KEPServerEx.V4\Channel1.Device1.m000	Local Machine\rs.hseoleserver.0\LCV_201.TRK_IN_D.VALUE	Boolean
Link2		Local Machine\KEPware.KEPServerEx.V4\Channel1.Device1.PLC1_DB1_DD08	Local Machine\rs.hseoleserver.0\LCV_201_AO.SP.VALUE	Float
Link0		Local Machine\rs.hseoleserver.0\FIT_201.OUT.VALUE	Local Machine\KEPware.KEPServerEx.V4\Channel1.Device1.PLC1_DB1_DD04	Float
Link3		Local Machine\rs.hseoleserver.0\LIT_201.OUT.VALUE	Local Machine\KEPware.KEPServerEx.V4\Channel1.Device1.PLC1_DB1_DD16	Float
Link4		Local Machine\rs.hseoleserver.0\TIT_201.OUT.VALUE	Local Machine\KEPware.KEPServerEx.V4\Channel1.Device1.PLC1_DB1_DD20	Float

ภาพที่ 3.13 การเชื่อมต่อระหว่าง OPC สองตัวเข้าด้วยกัน

จากภาพพิจารณาที่ Link0 ได้กำหนดใช้ OPC ชื่อ hseoleserver โดยใช้ Tag ชื่อ FIT_201.OUT.VALUE เป็นอินพุตและใช้ OPC ชื่อ KepServerEx ใช้ Tag ชื่อ PLC1.DB1.DD4 เป็นเอาต์พุตโดยมี Data Type เป็นแบบ Float

Link2 ใช้ OPC ชื่อ KepServerEx ใช้โดย Tag ชื่อ PLC1.DB1.DD8 เป็นอินพุต และใช้ OPC hseoleserver ใช้ Tag ชื่อ LCV_201_AO.SP.VALUE เป็นเอาต์พุต โดยมี Data Type เป็นแบบ Float Link3 ใช้ OPC ชื่อ hseoleserver ใช้ Tag ชื่อ LIT_201.OUT.VALUE เป็นอินพุต และใช้

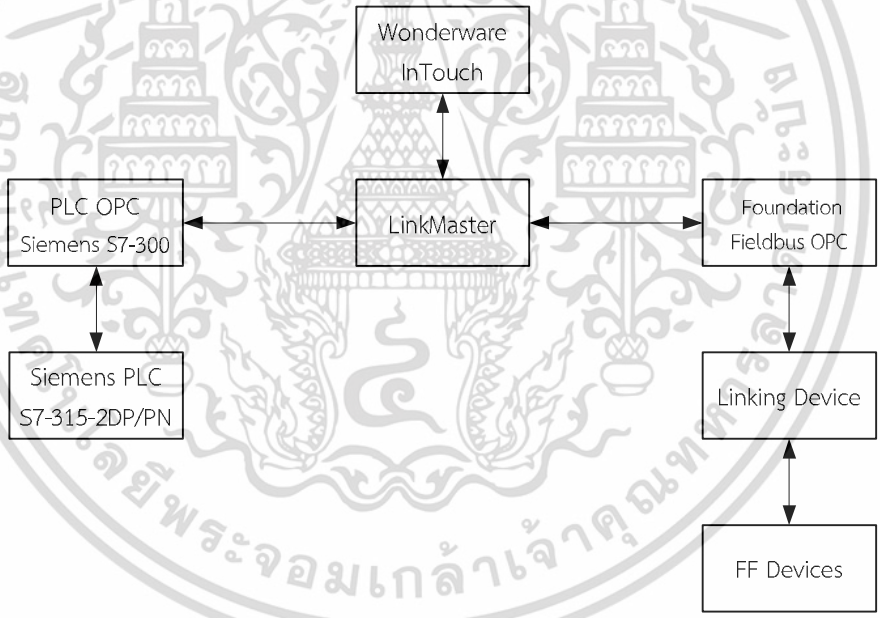
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

OPC KepServerEx ใช้ Tag ชื่อ PLC1.DB1.DD16 เป็น เอาต์พุต โดยมี Data Type เป็นแบบ Float และให้ Link4 ใช้ OPC hseoleserver ใช้ Tag ชื่อTIT_201.OUT.VALUE เป็นอินพุตและใช้ OPC KepServerEx ใช้ Tag ชื่อ PLC1.DB1.DD20 เป็นเอาต์พุต โดยมี Data Type เป็นแบบ Float

3.6 การแสดงผลด้วย Woderware InTouch

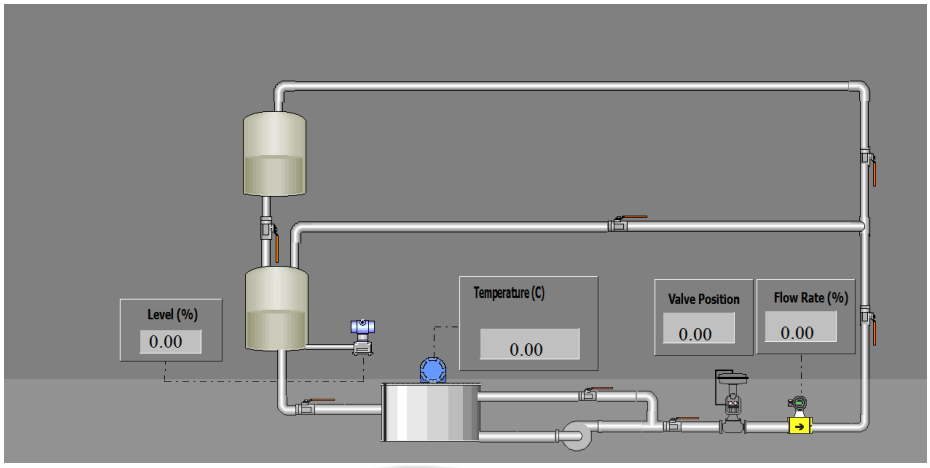
ในการแสดงผลจะใช้โปรแกรม Wonderware InTouch ซึ่งเป็นโปรแกรมสำหรับการแสดงผลของการควบคุม โดยการเชื่อมต่อและแลกเปลี่ยนข้อมูลกับพีแอลซี และ Linking Device จะใช้โปรแกรม LinkMaster ทำหน้าที่ผสานข้อมูลกันระหว่าง OPC Server ของ Linking Device พีแอลซี S7- 300 และเป็นตัวกลางสำหรับการรับส่งข้อมูลมาแสดงผลในโปรแกรม Wonderware InTouch

LinkMaster เป็นตัวเชื่อมต่อระหว่าง พีแอลซี Linking Device และ Wonderware InTouch ซึ่งผลที่ได้ Wonderware InTouch สามารถนำข้อมูลผ่าน Tag ที่กำหนดมาแสดงผลออกมาในรูปของกราฟ และตัวเลข ตามที่ออกแบบไว้ ตามภาพที่ 3.15



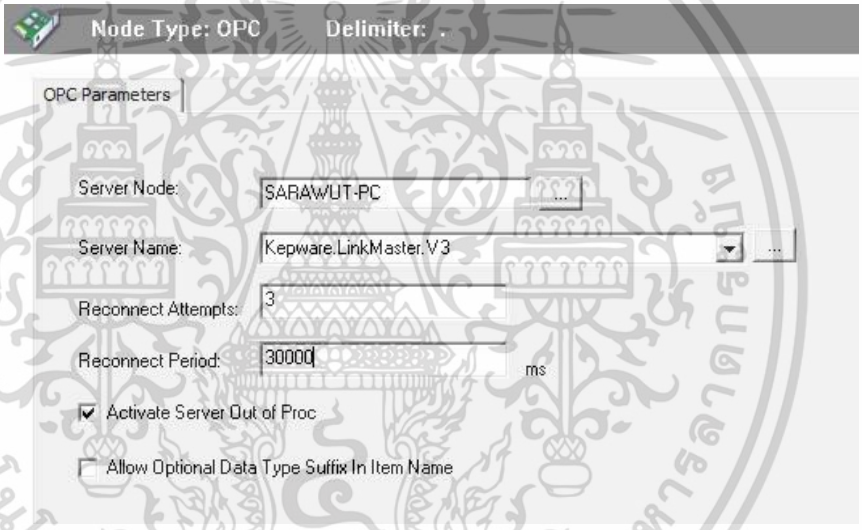
ภาพที่ 3.14 การเชื่อมต่อ Wonderware InTouch กับ 2 OPC ด้วยโปรแกรม LinkMaster

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.15 กราฟิกของกระบวนการระดับที่ได้ออกแบบ

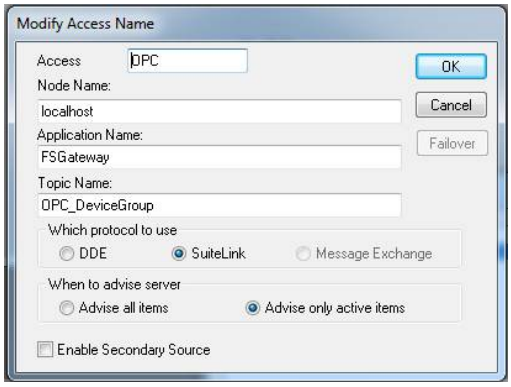
การกำหนดค่าให้ LinkMaster เป็น Server เพื่อเชื่อมโยงข้อมูลจากตัว OPC แสดงได้ดังภาพ



ภาพที่ 3.16 การกำหนดค่า LinkMaster เพื่อเชื่อมข้อมูล

จากภาพจะใช้โปรแกรม LinkMaster ในการนำค่าข้อมูลมาแสดงใน Program Wonderware InTouch ซึ่งการกำหนดค่าจาก โดย OPC Server จะติดต่อด้วย FSGateway ผ่านทาง Topic Name-OPC_DeviceGroup ที่กำหนด ในส่วนของเมนู Access Name ของโปรแกรม Wonderware InTouch เพื่อการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่าง ข้อมูลใน LinkMaster กับโปรแกรม Wonderware InTouch รายละเอียดการกำหนดค่าแสดงดังภาพที่ 3.17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.17 การกำหนด Access Name ในโปรแกรม Wonderware InTouch

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

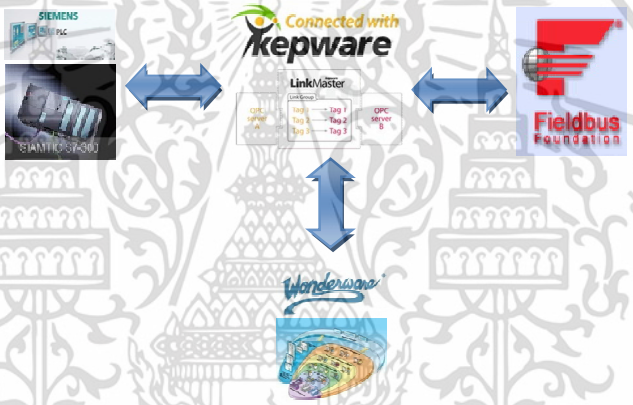
บทที่ 4
การทดลองและผลการทดลอง

4.1 บทนำ

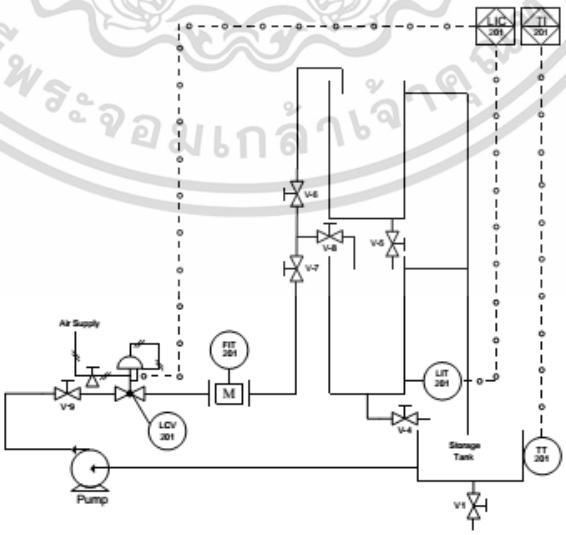
ในบทนี้จะเสนอผลการทดลองการผสานข้อมูลของ OPC พีแอลซี อุปกรณ์วัดคุมเทคโนโลยีฟาวน์เดชันฟิลด์บัสและโปรแกรมแสดงผล Wonderware InTouch เพื่อการควบคุมกระบวนการระดับ

4.2 การผสานข้อมูลด้วยซอฟต์แวร์ OPC

การผสานข้อมูลในส่วนของตัวควบคุมพีแอลซี อุปกรณ์วัดคุมเทคโนโลยีฟาวน์เดชันฟิลด์บัสและโปรแกรมแสดงผล Wonderware InTouch จะประยุกต์ใช้โปรแกรม Kepware LinkMaster ดังภาพที่ 4.1 เพื่อทดสอบควบคุมกระบวนการระดับตามภาพที่ 4.2



ภาพที่ 4.1 การประยุกต์ใช้ซอฟต์แวร์ OPC



ภาพที่ 4.2 P&I diagram ของกระบวนการระดับที่ใช้ในการทดลอง

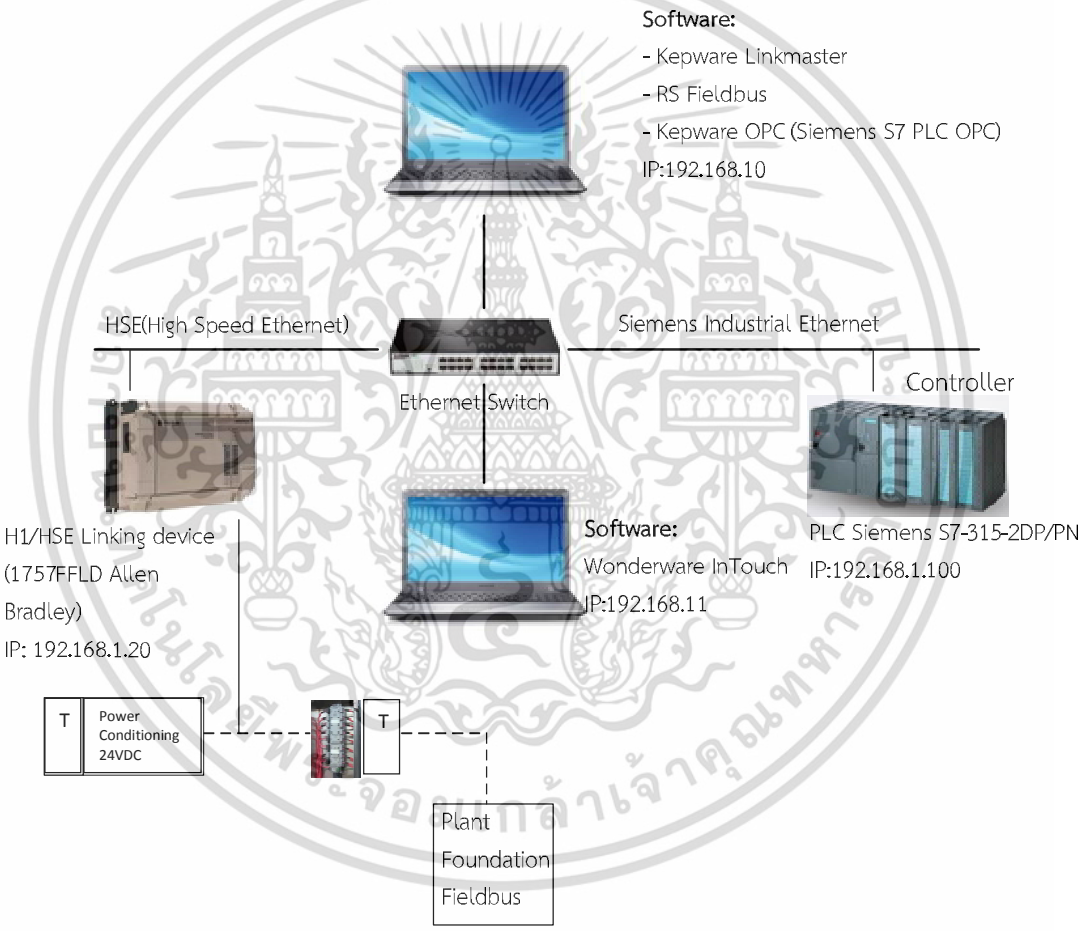
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากภาพ จะใช้ LIT_201 เป็นตัววัดระดับของเหลวในถังและควบคุมอัตราการไหลเข้าถังของของเหลวโดยการควบคุมตำแหน่งเปิด-ปิดวาล์ว LCV_201 สัญญาณจากตัววัดระดับและวาล์วควบคุมจะเป็นเทคโนโลยีฟาวน์เดชันฟิลด์บัส และส่งผ่านเข้าที่ตัวควบคุม พีแอลซี เพื่อการประมวลผลและใช้ฟังก์ชันควบคุม PID ที่ พีแอลซี

4.3 ระบบ Network พีแอลซีกับฟาวน์เดชันฟิลด์บัส

4.3.1 ระบบเครือข่ายที่ใช้ในการทดลอง

การเชื่อมต่อกันฮาร์ดแวร์ ของอุปกรณ์แต่ละผู้ผลิตเข้าด้วยกันผ่าน Ethernet โดยการนำอุปกรณ์ควบคุมพีแอลซีมาเชื่อมต่อกับระบบ HSE ของระบบฟาวน์เดชันฟิลด์บัส



ภาพที่ 4.3 โครงสร้างสถาปัตยกรรมเครือข่ายของการทดลองควบคุมกระบวนการโดยใช้พีแอลซีร่วมกับฟาวน์เดชันฟิลด์บัส

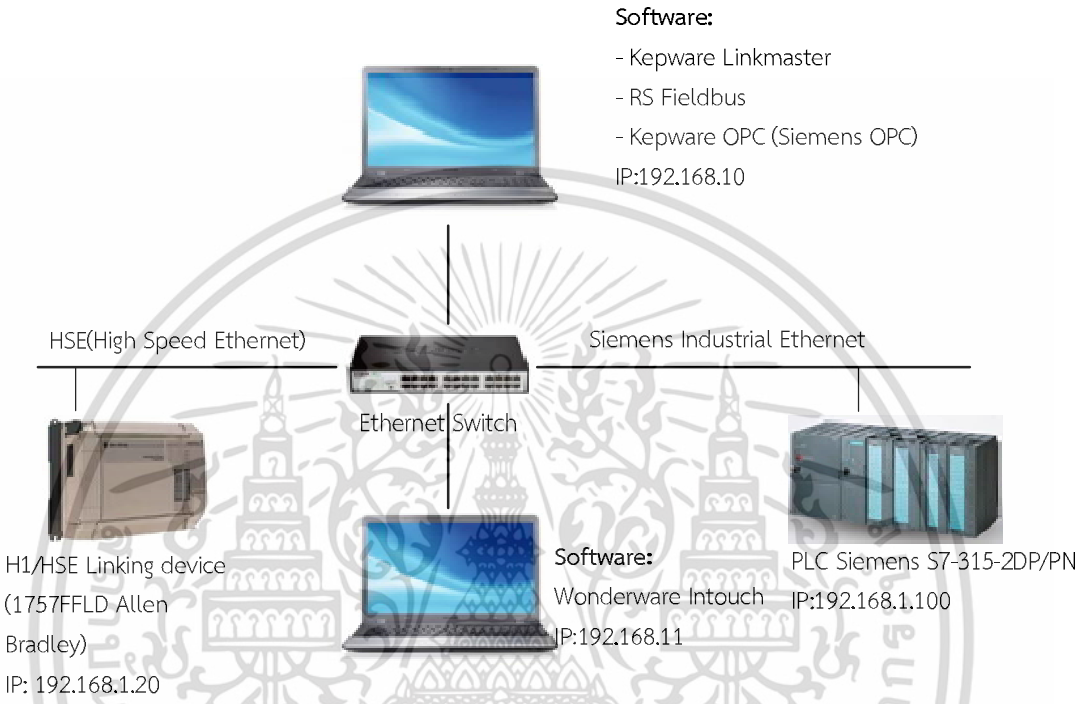
จากภาพที่ 4.3 จะมี Engineering Work Station และ Operator Work Station ที่ใช้สำหรับทำหน้าที่เป็นส่วนควบคุมสั่งงานและแสดงผลโดยสามารถกำหนดค่าพารามิเตอร์ของกระบวนการลงไปยังพีแอลซีซึ่งในส่วนควบคุมกระบวนการจะอยู่บนพีแอลซี โดยจะรับค่าที่ได้จากการวัดของกระบวนการจาก Transmitter ที่เป็นฟาวน์เดชันฟิลด์บัสผ่าน Linking Device ซึ่งทำหน้าที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แปลงการสื่อสารจาก H1 เป็น HSE และเชื่อมต่อกับพีแอลซีในการรับส่งค่าจากฟาวน์เดชันฟิลด์บัส และพีแอลซีจะส่งค่าการควบคุมไปยังอนาล็อกเอาท์พุทโมดูลเพื่อควบคุมการทำงานของกระบวนการ

4.3.2 การกำหนดค่า IP Address ในเครือข่าย

ค่า IP Address ของแต่ละอุปกรณ์ ให้อยู่ในระบบวง LAN server เดียวกัน สามารถแสดงได้ดังนี้



ภาพที่ 4.4 การเชื่อมต่อระบบ Network ของระบบพีแอลซีร่วมกับฟาวน์เดชันฟิลด์บัส

PC1 (Data Exchange)
IP Address 192.168.1.10

H1/HSE Linking device (1757FFLD AllenBradley)
IP Address 192.168.1.20

PLC Siemens S7-300
IP Address 192.168.1.100

สำหรับ PC2 (HMI)
IP Address 192.168.1.11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 ผลการทดลองและกำหนดค่า

ในส่วนของการเขียนโปรแกรมควบคุมสำหรับการทดลอง การประยุกต์ใช้ซอฟต์แวร์ OPC จะประกอบด้วยส่วนหลักๆ 4 ส่วน ซึ่งแสดงผลการทดลองได้ ดังนี้

โปรแกรมกำหนดค่า RSFieldbus

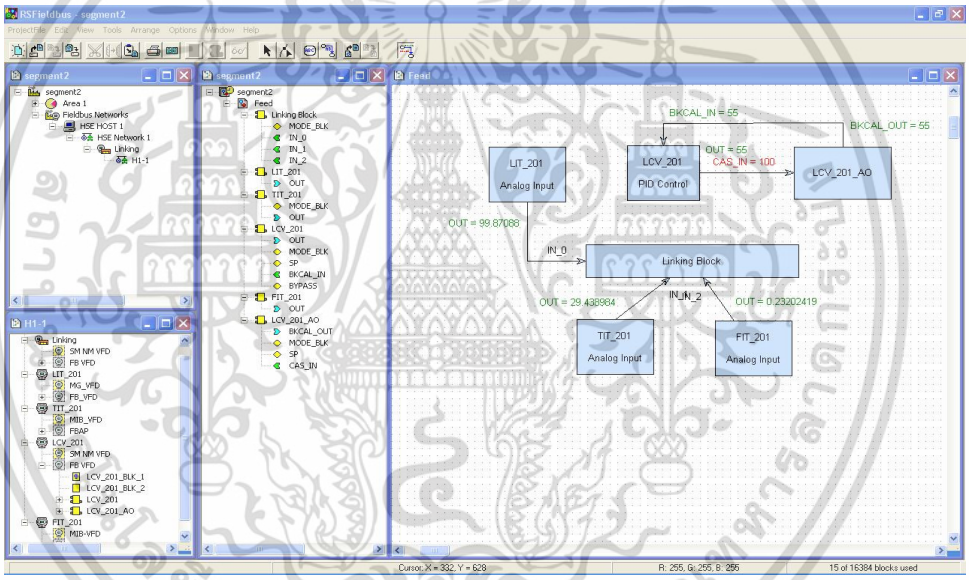
โปรแกรมควบคุมพีแอลซี Simatic STEP7

โปรแกรมแสดงผล HMI (Wonderware InTouch)

โปรแกรม OPC (Kepware LinkMaster)

4.4.1 โปรแกรมควบคุม RSFieldbus

ในส่วนนี้จะเป็นการเขียน Block Control Strategy ด้วยโปรแกรม RSFieldbus ซึ่งจะทำหน้าที่ในการกำหนดค่า ข้อมูลจากตัวอุปกรณ์วัดคุม ผ่านบล็อกฟังก์ชันมาตรฐาน ซึ่งผลของค่าพารามิเตอร์ที่ได้ จากการกำหนดค่า เพื่อการผสานข้อมูลไปยังส่วนอื่นๆ แสดงได้ ดังภาพที่ 4.5



ภาพที่ 4.5 ข้อมูลจากอุปกรณ์วัดคุม ผ่านบล็อกฟังก์ชันมาตรฐาน

จากภาพ ข้อมูลจาก การวัดจะปรากฏออกมาที่ตำแหน่งขาของบล็อกต่าง ๆ โดย

Level Transmitter (AI Block) มีค่า 99.87088%

Temperature Transmitter (AI Block) มีค่า 29.438984 C

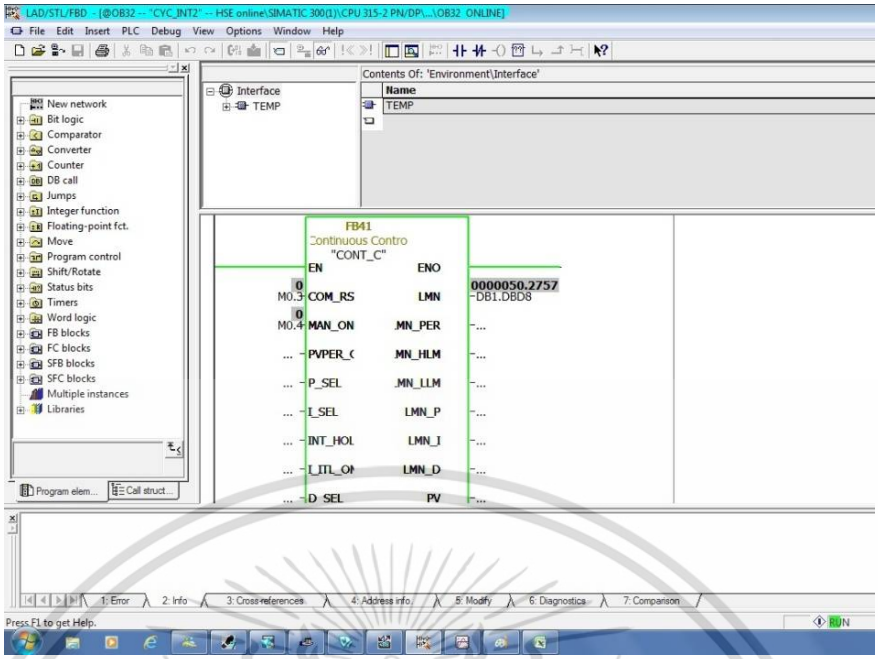
Flow Transmitter (AI Block) มีค่า 0.23202419 Cm2/s

Control Valve (AO Block) มีค่า 55%

4.4.2 โปรแกรมควบคุมพีแอลซี (Siemens S7-300)

จากที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ในการทดลองนี้จะใช้ตัวควบคุมพีแอลซีเป็นตัวควบคุมกระบวนการ โดยรับค่าจากอุปกรณ์ฟาวน์เดชันฟิลด์บัส มาประมวลผลฟังก์ชันควบคุม PID ที่ FB41 ในตัวพีแอลซี ผลของการเชื่อมต่อแสดงได้ ดังภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

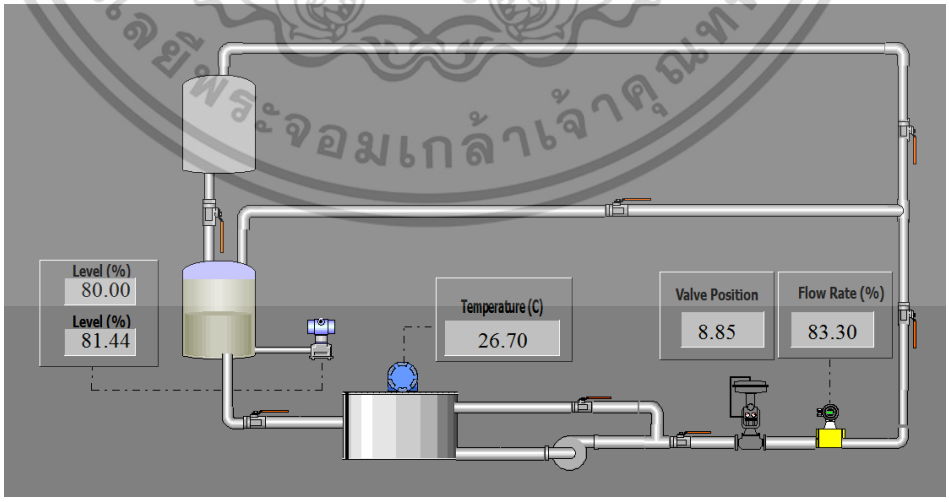


ภาพที่ 4.6 ฟังก์ชัน PID ในตัวพีแอลซี

จากภาพ การใช้งาน FB41 ใน Simatic STEP7 โดยเอาต์พุตที่ออกจากฟังก์ชันนี้คือ DB1.DBD8 จากภาพมีค่าเท่ากับ 50.2757 ซึ่งค่านี้จะถูกส่งไปยัง Control Valve (AO Block) ของอุปกรณ์วัดคุมเทคโนโลยีฟาวน์เดชันฟิลด์บัสต่อไป

4.4.3 โปรแกรมแสดงผล HMI (Wonderware InTouch)

ในส่วนของการแสดงผลของกระบวนการ จะมีการรับและส่งข้อมูลกันระหว่าง กราฟิก HMI (Wonderware InTouch) กับ โปรแกรมควบคุมกระบวนการในพีแอลซี ด้วยการ Mapping Address ค่าพารามิเตอร์ผ่าน Tag และส่งผ่าน OPC Server ผลแสดงดังภาพที่ 4.7



ภาพที่ 4.7 กราฟิกแสดงข้อมูลของกระบวนการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากภาพกระบวนการระดับ ถูกกำหนดให้มีค่า Set Point(SP) ของกระบวนการอยู่ที่ 80.00% และผลของค่าอื่น ๆ ที่อ่านได้ สามารถแสดงได้ ดังนี้

Level Transmitter (AI Block) มีค่า 81.44%

Temperature Transmitter (AI Block) มีค่า 26.70 C

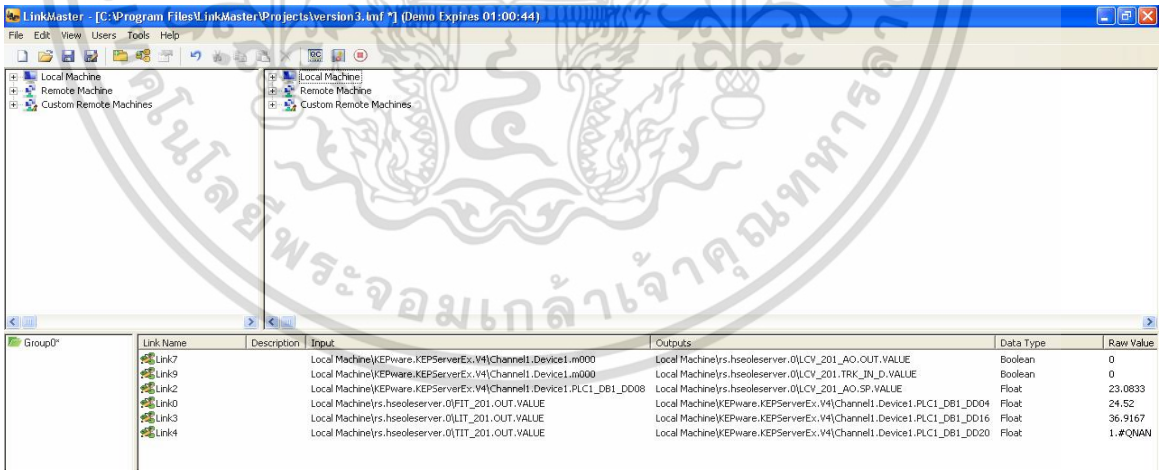
Flow Transmitter (AI Block) มีค่า 83.30 Cm2/s

Control Valve (AO Block) มีค่า 8.85%

4.4.4 โปรแกรม OPC (Kepware LinkMaster)

ในส่วนนี้จะเป็นการผสานข้อมูล โดยทำการ Mapping ข้อมูลจากบล็อกฟังก์ชัน ใน Block Control Strategy ที่ RSFieldbus ร่วมกับตำแหน่งข้อมูลใน Data Block ของ Siemens S7-300 ที่ได้กำหนดไว้ก่อนหน้านี้ โดยใช้ Kepware LinkMaster เป็น OPC กลางในการผสานข้อมูล ดังภาพที่ 4.8 และภาพที่ 4.9

ภาพที่ 4.8 OPC ของฟาวน์เดชันฟิลด์บัสกับ OPC ของ Siemens พีแอลซี

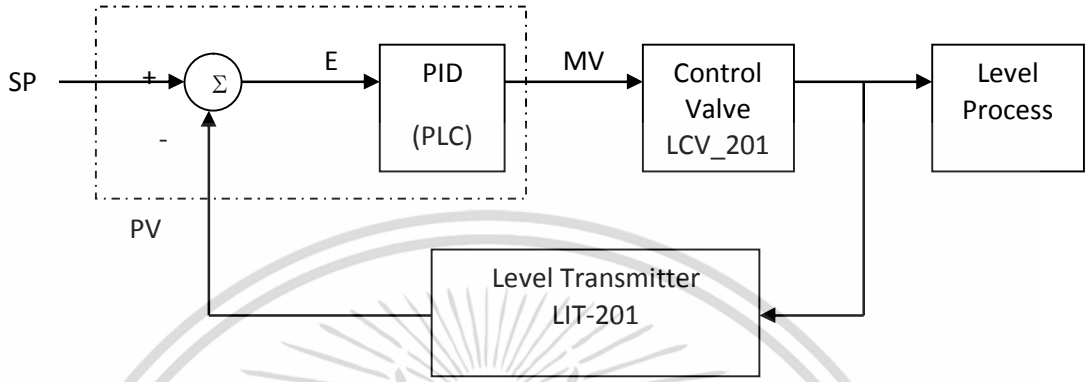


ภาพที่ 4.9 การ Mapping ข้อมูลผ่าน OPC Server ระหว่าง OPC ของฟาวน์เดชันฟิลด์บัส กับ OPC ของพีแอลซี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

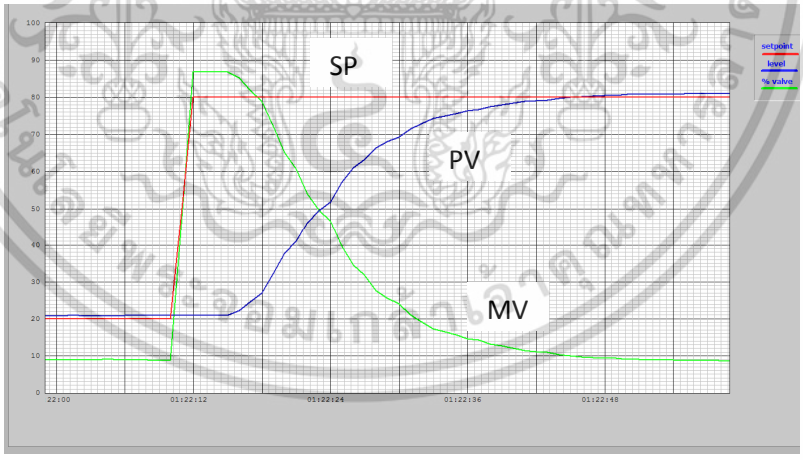
4.5 ผลทดลองการควบคุมระดับ

การทดลองเพื่อควบคุมระดับ จะทำการกำหนดค่า SP และปรับพารามิเตอร์ PID จากกราฟิค HMI ก่อนส่งผ่านไปยังตัวพีแอลซีและ Linking Device โดยบล็อกไดอะแกรมระบบควบคุมแบบลูปปิด สามารถแสดงได้ดังภาพ



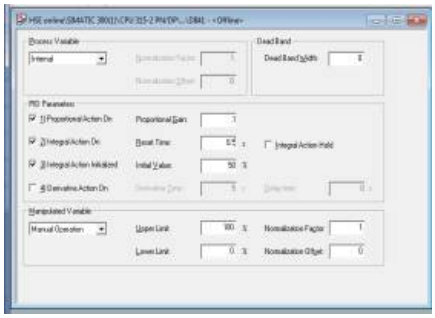
ภาพที่ 4.10 บล็อกไดอะแกรมระบบควบคุมแบบลูปปิด

จากการทดลองได้กำหนดค่า SP จาก 20% เป็น 80% ซึ่งผลของการผสานข้อมูลระหว่างตัวพีแอลซี อุปกรณ์วัดคุมและส่วนแสดงผล แสดงให้เห็นการทำงานที่สามารถสั่งงาน และกำหนดการทำงาน ตลอดจนการปรับแต่งค่าพารามิเตอร์ตัวควบคุม สามารถทำได้และให้ผลตอบสนองของระบบควบคุมเป็นไปตามที่ต้องการ ดังภาพที่ 4.11 และภาพที่ 4.12



ภาพที่ 4.11 กราฟแสดงผลการตอบสนองของกระบวนการระดับที่ทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.12 หน้าจอการปรับค่าพารามิเตอร์ PID

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

ในการประยุกต์ใช้ OPC กับอุปกรณ์วัดคุมเทคโนโลยีฟาวน์เดชันฟิลด์บัสและพีแอลซี Siemens S7-300เพื่อวัดคุมกระบวนการทางอุตสาหกรรมซึ่งอุปกรณ์ทั้งสองนี้มีการสื่อสารข้อมูลและโครงสร้างการเข้าถึงข้อมูลที่แตกต่างกัน แต่ด้วยเทคนิคการประยุกต์ใช้ซอฟต์แวร์ OPC สามารถผสานระบบที่มีเครือข่ายอีเทอร์เน็ตทางอุตสาหกรรมต่างกันให้สามารถสื่อสาร แลกเปลี่ยนข้อมูล เพื่อการวัดและควบคุมสำหรับกระบวนการได้ ในวิทยานิพนธ์ได้แสดงให้เห็นถึงการกำหนดค่า OPC และการเข้าถึงข้อมูลอุปกรณ์ฟิลด์บัสที่ Function Block ให้เชื่อมโยง Tag กับตัวควบคุม PID ที่พีแอลซี และการส่งข้อมูลจาก Tag ต่างๆ ไปยังส่วน HMI

ในส่วนของการวัดคุม ผลจากการทดลองแสดงให้เห็นถึงการทำงานของระบบวัดคุมและการผสานข้อมูลระหว่าง OPC ต่างๆ สามารถทำได้เป็นอย่างดีและสามารถควบคุมการทำงานของกระบวนการเป็นไปตามที่กำหนดแต่สำหรับในส่วนของ HMI ที่ออกแบบไว้แสดงเป็นกราฟ ค่าตัวเลขและเก็บข้อมูล และมีการเชื่อมต่อกับพีแอลซีและ Block ของอุปกรณ์ฟาวน์เดชันฟิลด์บัส โดยใช้ OPC Server 2 ตัวเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลกับ OPC ของส่วน HMI จึงทำให้ระยะเวลาในการส่งข้อมูลเกิดความแตกต่างกันหรือเกิดการหน่วงเวลา

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นแนวทางสำหรับผู้ที่จะสื่อสารระหว่างฟาวน์เดชันฟิลด์บัสกับพีแอลซี โดยจะทำให้มีวิธีการแลกเปลี่ยนข้อมูลที่มีความหลากหลายมากขึ้นเพียงแค่อุปกรณ์นั้นมีซอร์ฟแวร์ OPC ซึ่งในอนาคตอุปกรณ์ฟาวน์เดชันฟิลด์บัส จะถูกนำมาใช้แทนที่อุปกรณ์อนาล็อกทั้งการแทนที่เป็นบางส่วนในกระบวนการหรือทั้งหมดเพราะอุปกรณ์ฟาวน์เดชันฟิลด์บัสเป็นการสื่อสารแบบดิจิตอลที่ลดต้นทุนในการดำเนินการและการดำเนินการนอกจากนี้ข้อมูลในการสื่อสารฟิลด์บัสยังให้ข้อมูลเกี่ยวกับการวิเคราะห์สภาวะของอุปกรณ์และการทำฐานข้อมูลเพื่อการซ่อมบำรุง

5.2 ข้อเสนอแนะและแนวทางการทำวิจัยต่อ

OPC เป็นอีกเครื่องมือหนึ่งซึ่งใช้กับการสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ฟาวน์เดชันฟิลด์บัสซึ่งเป็นเครื่องมือวัดที่มีการสื่อสารแบบดิจิตอล ซึ่งสามารถให้ข้อมูลของค่าที่ได้จากการวัดในกระบวนการ การแจ้งเตือน (Alarm) และฐานข้อมูลต่าง ๆ ของเครื่องมือวัด ซึ่งในการเชื่อมต่ออุปกรณ์ฟาวน์เดชันฟิลด์บัสพีแอลซี หรืออุปกรณ์อื่นๆ ก็สามารถประยุกต์ใช้ ซอร์ฟแวร์ OPC ตามหลักการที่นำเสนอได้เช่นเดียวกัน ซึ่งแนวทางในการทำวิจัยเพื่อการนำข้อมูล ส่งต่อไปเพื่อส่วนงานบริหารและจัดการ ก็สามารถทำได้เช่นกัน อีกทั้งในปัจจุบันเทคโนโลยีทางด้านเครือข่ายคอมพิวเตอร์ และคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล (PC) ได้มีความกว้างหน้าอย่างรวดเร็ว ซึ่งจะเป็นแนวทางที่เรา สามารถนำ เทคโนโลยีใหม่ หรือคอมพิวเตอร์แบบ Embedded มาใช้งานแทน คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลในการโปรแกรม สั่งงาน หรือแสดงผลการทำงาน ตลอดจนการบริหารจัดการเพื่อให้ระบบมีขนาดเล็กลงและมีความยืดหยุ่นมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

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

[2] Teerawat Thepmanee, Amphawan Julsereewong, Prasit Julsereewong, and Chaiwat Jetanacheawchankij: **"Replacement of Existing Analog With Digital Fieldbus: A Case Study Of Raw Cane Sugar Production"**, ICIC Express Letter, Vol. 7 No. 3(B), pp 1157-1162, 2013

[3] Fieldbus Foundation. **“Foundation Fieldbus.”[**Online].Available :http://www.fieldbus.org. 2015.

[4] รองศาสตราจารย์อนุชา หิรัญวัฒน์, นฤพนธ์ พนากุลชัยวิทย์, สมชัย ตรีรัตน**จารุ การควบคุมอัตโนมัติและการประยุกต์ใช้พีแอลซี(ชั้นกลาง)**.กรุงเทพฯ :ห้างหุ้นส่วนจำกัด ธนินชัด. 2551.

[5] OPC Foundation. **“OPC Technology”**[Online].Available : https://opcfoundation.org/. 2015.

[6] ICONICS . **“OPC Technology”**[Online].Available : http://www.iconics.com/. 2015.

[7] Schneider Electric . **“Wonderware InTouch”**[Online].Available : http://software.schneider-electric.com/wonderware. 2015.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.

ผลงานวิจัยที่ได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่

1. Sawai Pongswatd, Teerawat Thepmanee, Sarawut Phaerueang **“Design of Foundation Fieldbus Control System Based on STEP7 AND RSFIELDBUS CONFIGURATION TOOL”** ,ICIC Express Letters, volume.5, Number 1 ISSN 2185-2766 หน้า 37-43 กุมภาพันธ์ 2557

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Volume 5, Number 1, February 2014 ISSN 2185-2766

ICIC International

ICIC Express Letters, Part B: Applications

An International Journal of Research and Surveys

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

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

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

ICIC EXPRESS LETTERS, Part B: Applications

Volume 5, Number 1, February 2014

CONTENTS

Collaborative System Design in Express Delivery Services: Formulation and Solution Heuristic 1
Friska Natalia Ferdinand, Ki Ho Chung, Eun Gyeong Lee and Chang Seong Ko

Routings of Reverse Logistics by Applying Genetic Algorithm 9
Hyunsoo Kim and Wonsob Kim

An Efficient Iterative Auction Method for Train-Path Allocation 15
Bum Hwan Park and Soon-Heum Hong

Development of a Six-Joint Robot Arm 23
Jr-Hung Guo

Implement of the Auto-Docking Processing for Mobile Robots 31
Kuo-Lan Su, Yi-Lin Liao, Jr-Hung Guo and Cheng-Yun Chung

S7 PLC-Based Foundation Fieldbus Control System Using STEP7 and RSFieldbus Configuration Tools 37
Teerawat Thepmanee, Sawai Pongswatd and Sarawut Phaerueang

SIL Assessment and Implementation Case Study: A Safety Instrumented Function for Overpressure Protection in a Two-Phase Gas-Liquid Separator 45
Teerawat Thepmanee and Pornpatchara Khamkoon

A Novel Pairwise Learning to Rank Algorithm in Key Phrase Extraction 51
Sujian Li, Chen Wang and Jiawei Gu

Research on Feature Acquisition and Key Expression Technology of Knowledge-Intensive Text 57
Yao Liu, Deju Zheng and Zhijun Guo

Research and Practice of Information Architecture (IA) in China in Recent 10 Years 65
Xiaoying Zhou and Xiumei Zhang

A Knowledge System Based on Handle System and China DOIs 73
Ying Li and Haiyan Bai

Improving the Performance of Detection of Simultaneous Double Faults on Immunity-Based System Diagnosis 83
Koji Wada, Takashi Toriu and Hiromitsu Hama

A Color Design Learning System Using Computer Image Processing 89
Hiroshi Kamada

A Novel Algorithm for Real-Time Hand Tracking 95
Yea-Shuan Huang, Yu-Chung Chen and Fang-Hsuan Cheng

CPG-Based Locomotion Learning of Four-Legged Robot by Multi-Objective GA 103
Ryota Hagiwara, Koji Ishihara and Tadashi Horiuchi

(Continued)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

©2014 ICIC International **ISSN 2185-2766** **Printed in Japan**

ICIC Express Letters
Part B: Applications
Volume 5, Number 1, February 2014

ICIC International ©2014 ISSN 2185-2766
pp. 37–43

S7 PLC-BASED FOUNDATION FIELDBUS CONTROL SYSTEM USING STEP7 AND RSFIELDBUS CONFIGURATION TOOLS

TEERAWAT THEPMANEE, SAWAI PONGSWATD AND SARAWUT PHAERUEANG

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

Received March 2013; accepted June 2013

ABSTRACT. *This paper presents a technique to configure Foundation Fieldbus devices for process control. The technique applies Foundation Fieldbus (FF) function blocks to cooperate with User-blocks of Siemens PLC. Function Block (FB), Function Call (FC), Data Block (DB) of PLC and FF function blocks are applied to create the assigned control program. In addition, S7 hardware, STEP7 Software, HMI, and OPC are described for hardware configuration, monitoring, diagnostics, and network configuration. The experiment indicates that proposed technique can implement the monitoring and controlling of Foundation Fieldbus Control System (FFCS) with S7 PLC. Moreover, the technique will support end-user to confirm the interoperability concept which avails for low maintenance cost and enhance data available from the field devices.*

Keywords: FFCS, Foundation fieldbus, Fieldbus function block, Function call, Data block, PLC, HMI, OPC

1. **Introduction.** In analog control system, instruments produce a 4-20 mA output signal that travels from process unit to control room and marshaling rack over twisted pair cables. Hundreds or thousands of cables are assigned in the analog process [1,2]. Recently, the structure of processes automation has been changed from traditional 4-20 mA current loop into fieldbus that avails of low cost, and powerful processors for digital communication enhance data available from the plant [3]. However, Fieldbus in the industries has various kinds of Fieldbuses based on IEC 61158 such as Foundation Fieldbus (FF), PROFIBUS. FF is one of the fieldbuses with great potentialities at present in the petrochemical industry. FF proposed by Fieldbus Foundation is one of modern technologies commonly used that can be a digital automation infrastructure enabling significant plant performance and economic improvements. In the other hand, the PROFIBUS is promoted by national German (DIN 19245) and an European (EN 50170) standard, has become the most widely accepted modern fieldbus technology in manufacturer [4]. The PROFIBUS PA is used for process control based Siemens PLCs, but the PROFIBUS PA does not support control in the field technique, interoperability and interchangeable of fieldbus function [5]. The paper designs the Foundation Fieldbus Control System (FFCS) that presents the design and technique for configuring FF devices to cooperate with STEP7 software, S7 PLC, and HMI. The monitoring and configuration from the proposed technique is a role of the command center in the system, it can support End-user to confirm the interoperability concept and enhance data available from the field devices.

2. **Theoretical.**

2.1. **FF and PROFIBUS.** FF and PROFIBUS communication technology can be described by Open Systems Interconnect (OSI) layered. FF and PROFIBUS Models referenced with OSI Model can be shown by Figure 1.

FF H1 technology consists of the Physical Layer, the Communication "Stack", and the User Application Layer. The Physical Layer is OSI layer 1. The Data Link Layer (DLL)

เอกสารนี้ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของผลงาน

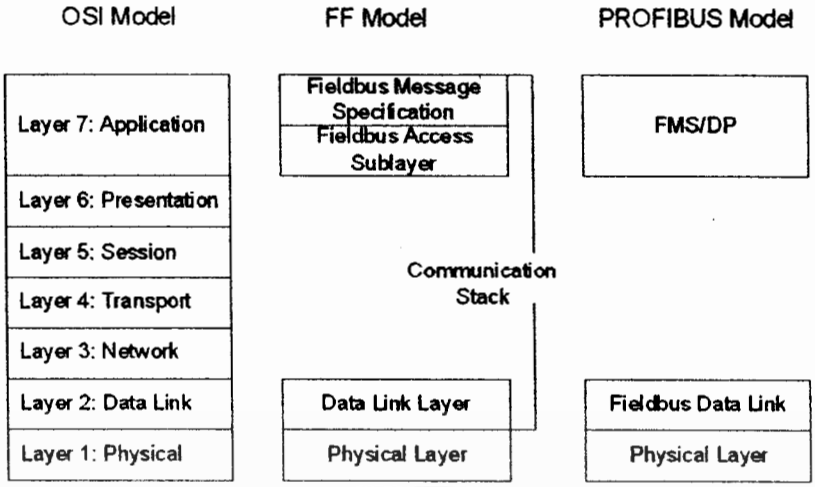


FIGURE 1. FF and PROFIBUS models referenced with OSI model

is OSI layer 2. The communication stack is comprised of layers 2 and 7 in the OSI model. The layer 7 of FF model applies Fieldbus Access Sub layer (FAS) maps the FMS onto the DLL. Layers in the model are responsibility for a portion of the message that is transmitted on the fieldbus. The PROFIBUS model has three separate layers. PROFIBUS application layer has multiple versions of PROFIBUS that handle different types of messaging at the application layer. Some types of PROFIBUS messaging supports include cyclic and acyclic data exchange, diagnosis, alarm-handling, and isochronous messaging. PROFIBUS does not define layers three through six as same as FF. It defines the data link and physical layers as layers two and one, respectively. The data link layer is completed through a Fieldbus Data Link, or FDL. The FDL system combines two common schemes, master-slave methodology and token passing.

The FF has a standard user application Layer based on blocks. The 3 types of block are used in a user application resource block, transducer block, and function blocks (FBs). The resource block describes characteristics of the fieldbus device such as the device name, manufacturer, and serial number. There is only one resource block in a device. Transducer blocks are used to configure devices, decouple FBs from the local input/output function required to read sensors and command output hardware. They contain information such as calibration date and sensor type. FBs provide the control system behavior. The input and output parameters of FBs can be linked over the fieldbus. The execution of each FB is precisely scheduled. There can be many function blocks in a single user application. Physical layer of FF and PROFIBUS are implemented based on IEC 61158.

2.2. **STEP7 software.** Siemens PLC is promoted in the manufacturer process such as discrete and batch process. Software configuration (S7 series Siemens PLC) can be configured by various blocks such as OB, FB, FC, DB, SFB and SFC. For process control and its application, engineers apply blocks to create assigned program or functions. In additional, STEP7 is comprised of many components that make it the basis for development, management, and maintenance for process automation systems. These systems include PLCs, HMIs, numerical controllers, electric drives, networks and others. Furthermore, STEP7 provides many standard and optional tools including program development languages, utility for program conversion, monitoring and diagnostics, hardware configuration, network configuration, remote access service, and many other operations. STEP7 programming environment provides three categories of blocks from which the user program may be developed. User-blocks are S7 resources that engineers are able to create and insert program and data; system blocks are integrated as part of the S7 PLC operating system. Standard blocks support applications such as PID control and communications

drivers. Several groups of standard blocks are supplied as libraries with STEP7. The user-blocks are FBs, FCs, DBs which can be shown by Figure 2.

From Figure 2, FBs are intended for creating logic routines or algorithms where data that are either generated by or required by the block must be available from one call of the block to the next. To handle this memory requirement, you can assign a data block (DB) to each FB. The DB is opened for read/write access on each instance the FB is called, and is therefore called an instance DB. In Function (FC), you may write part of your program. The FC does not require an assigned DB as memory. However, an FC can access a global data block for reading or writing data that other blocks may access.

2.3. **Network architecture.** A fieldbus segment, either FF H1 or PROFIBUS PA is a single twisted pair wire carrying both a digital signal and DC power that connects up

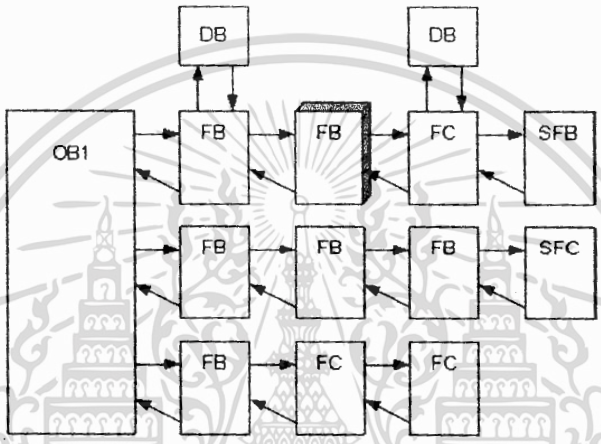
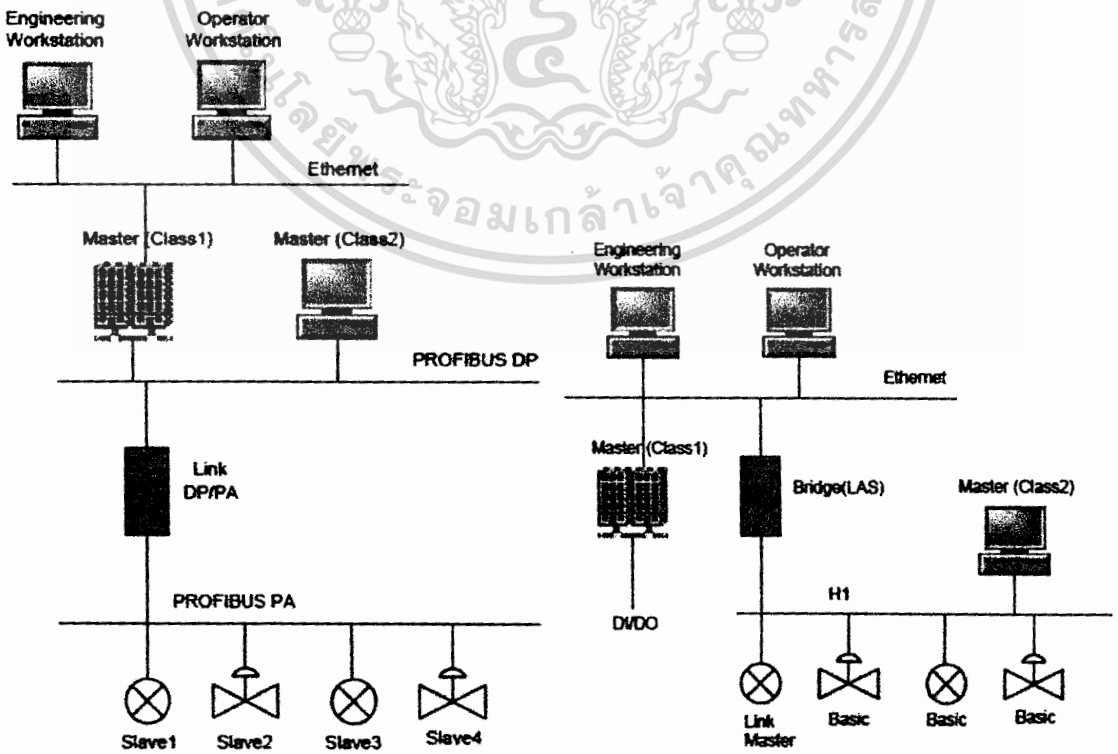


FIGURE 2. Siemens block concept



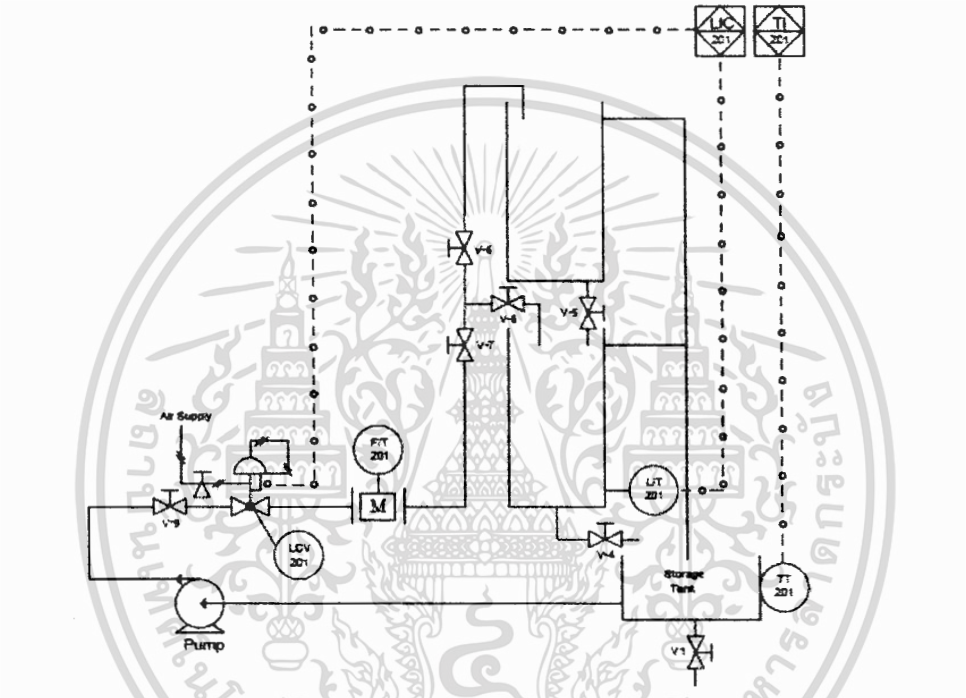
(a) PROFIBUS PA system (b) FF system

FIGURE 3. System architecture by using PLC controller as master (Class 1)

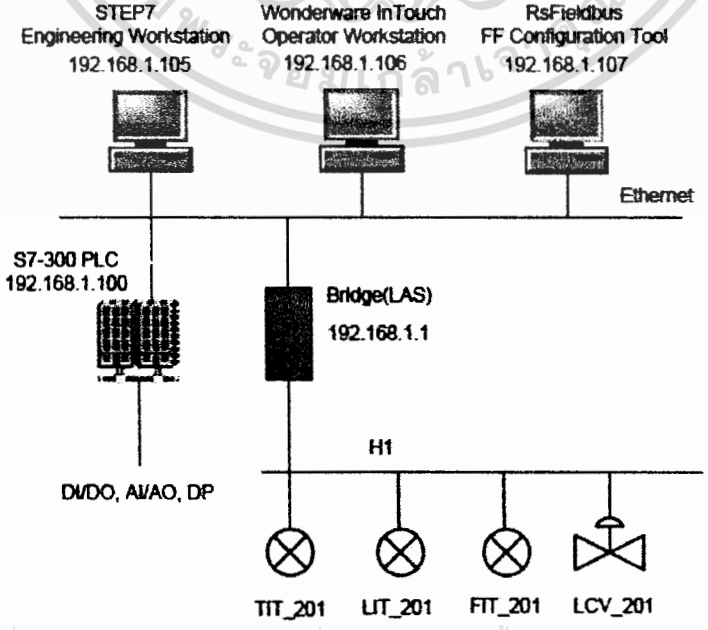
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

to 32 fieldbus devices (temperature, flow, level and pressure transmitters, smart valves, actuators, etc.) to PLCs or DCS system. System architecture can be shown by Figure 3. Fieldbus segment begins at an interface device at the control system. On a FF-H1 system, the interface is Bridge (Linking Device) to combine individual FF device and convert H1 to High Speed Ethernet (HSE); on a PA system, it is a PROFIBUS DP/PA segment couple. In terms of signal wiring and power requirements for the segment, FF and PA are identical.

3. **System Design.** System designs to apply the Siemens PLC cooperate with FF system via Ethernet. System architecture and P&I diagram are shown by Figure 4.



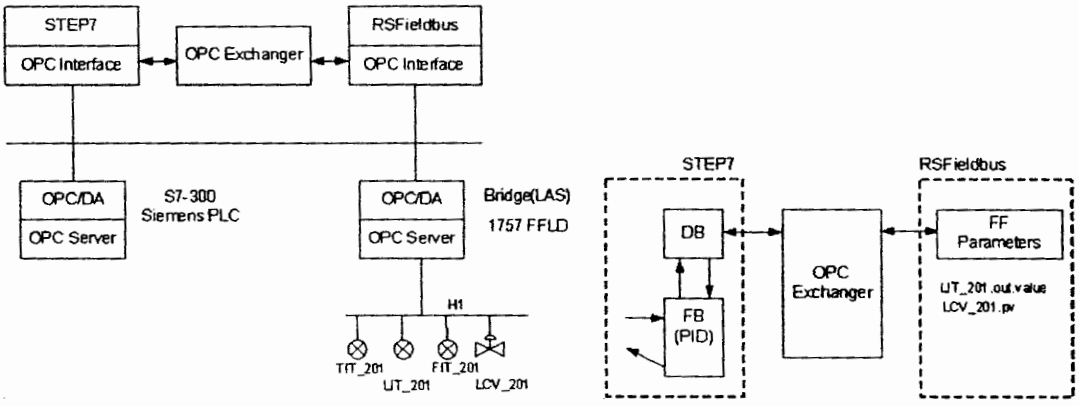
(a) P&I diagram of plant model



(b) Proposed system architecture

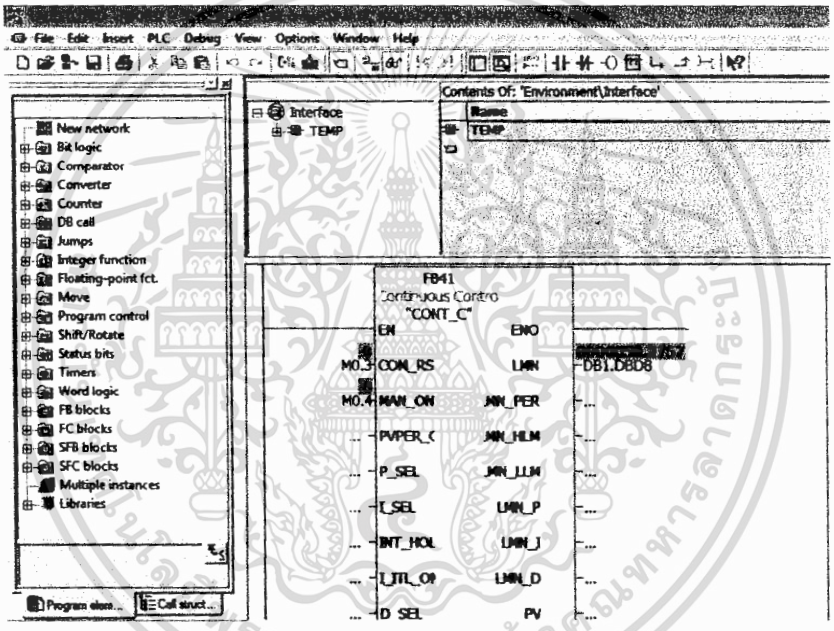
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FIGURE 4. P&I diagram and architecture for proposed system

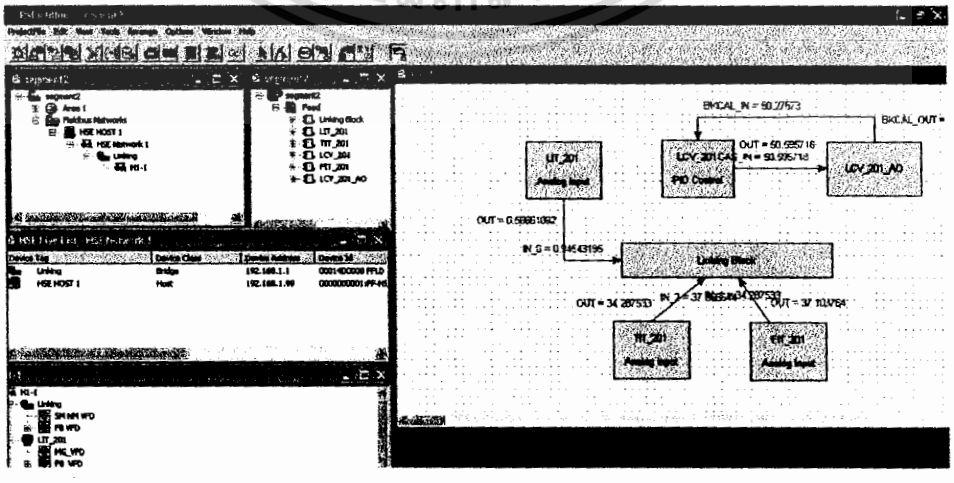


(a) Between STEP7 and RSFieldbus (b) Between DB and FF parameters

FIGURE 5. OPC exchanger configuration



(a) FB41-PID on STEP7 online



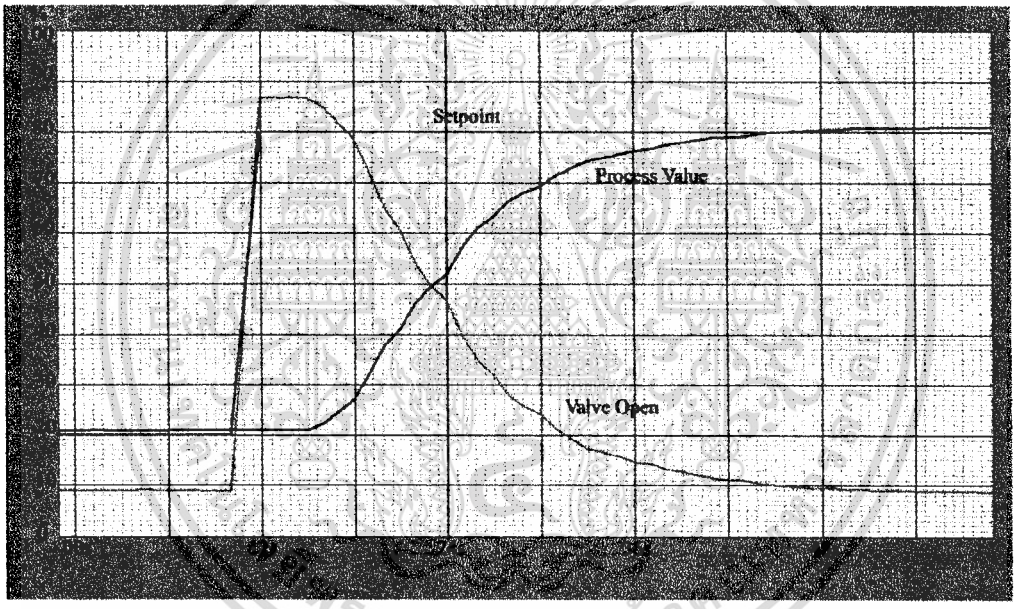
(b) RSFieldbus online

FIGURE 6. Online program of STEP7 and RSFieldbus

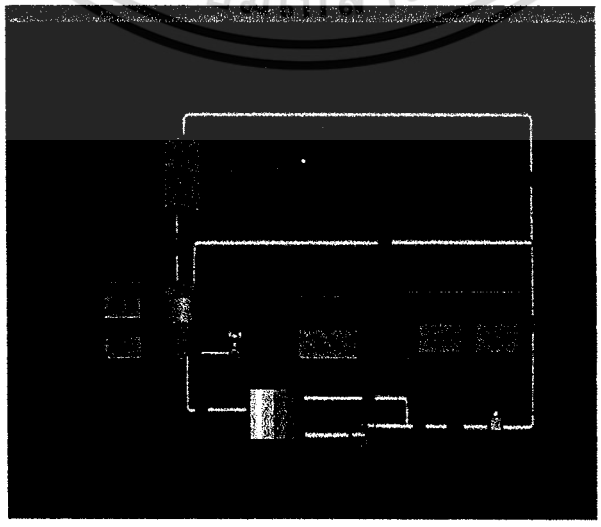
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Figure 4(a) shows P&I diagram of level process that consists of control valve (LCV_201) and D/P transmitter (LIT_201) for flow control and level measurement, respectively. FF devices communicate with S7-300 PLC via Ethernet by using Bridge (LAS). RSFieldbus is a configuration tool that is used to configure FF devices and fieldbus segment parameters such as tag name, type of device, device address, macro cycle, function block, and transducer block. The control function and HMI had been completed by STEP7 and Wonderware InTouch. The configuration between STEP7 and RSFieldbus can be illustrated as Figure 5.

From Figure 5, OPC exchanger is applied to support the data exchange between STEP7 and RSFieldbus software. From Figure 5(b), assigned FF parameters (LIT_201.ou t.value, LCV_201.pv) for measurement and control from level transmitter and control valve exchange data with DB and FB (PID), respectively. Process variable LIT_201.out.value is compared with set point of process, then PID function in FB executes manipulate value depending on error between them before sending back to DB and LCV_201.pv. Other functions and sequence of process control have been designed based on IEC 61131-3.



(a) Process response



(b) Process monitoring

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของลิขสิทธิ์ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FIGURE 7. Process response and monitoring with Wonderware InTouch

4. **Experimental Testing.** Experiment performed with plant model from Figure 4, which assigns FB41 as a PID controller for level control. The process value (level) is measured by LIT_201, then its value is sent to DB1 and FB41-PID, respectively. After PID function executed, the manipulate value from FB41-PID is sent to DB1 and LCV_201_AO FF function block, respectively. Online program of STEP7 and RSFieldbus can be shown by Figure 6. Figure 6(a) shows the FB41-PID on STEP7 and Figure 6(b) shows segment configuration, FF function blocks, and control strategy on RSFieldbus.

Figure 7(a) shows the process response of process value, valve open, and setpoint in percentage. The proposed design can satisfy to control the fieldbus devices in FFCS. The process monitoring from Figure 7(b) can show mimic process and process variable for process automation and SCADA system.

5. **Conclusion.** In this paper, design of FFCS based on STEP7 has been presented. The paper applied FF devices which cooperate with Siemens PLC. DB has been assigned an agent to exchange the data between STEP7 user block and FF function block. The proposed technique will usefully cut FF roadblock and support the End-users to know in deep the FF technology. Moreover, the cost of PLC I/O is low so that End-users can save the maintenance cost in the future.

Acknowledgements. We would like to thank the staffs of Fieldbus Foundation Thai Association and FCTP Thailand, that strong support the knowledge and FF devices for experiments.

REFERENCES

[1] S. Kummool, S. Pongswatd and J. Jareonwatthanayothin, Simple control valve diagnostic tool for foundation fieldbus technology, *SICE Annual Conference*, 2012.

[2] T. Thepmanee, S. Pongswatd, A. Julsereewong and P. Julsereewong, Design and implementation of the laboratory for foundation fieldbus-based industrial automation, *ICIC Express Letters*, vol.6, no.5, pp.1353-1358, 2012.

[3] H. Pang, L. Wang and J. Ma, Research of monitoring and configuration platform in foundation fieldbus control system, *Proc. of the 2007 IEEE International Conference on Integration Technology*, 2007.

[4] H. Kleines, K. Zwoll, M. Drochner and J. Sarkadi, Integration of industrial automation equipment in experiment control systems via PROFIBUS – Developments and experiences at Forschungszentrum Jiilich, *IEEE Trans. on Nuclear Science*, vol.47, no.2, 2000.

[5] Y. Lv, H. Yu, T. Wang and Z. Yang, Fieldbus interoperation technologies, *Proc. of the 5th World Congress on Intelligent Control and Automation*, 2004.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้ขียน

ชื่อ-นามสกุล	นายสราวุฒิ แพเรือง
วัน-เดือน-ปีเกิด	29 เมษายน พ.ศ. 2524
ที่อยู่	19 ม.5 ต.คลองสระ อ.กาญจนดิษฐ์ จ.สุราษฎร์ธานี 84160 โทร. 081-8953-009
ประวัติการศึกษา	สำเร็จการศึกษาปริญญาตรีวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้ากำลัง จากภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาลัยเทคโนโลยีมหานคร ในปีการศึกษา 2547 และเข้าศึกษาต่อในระดับ ปริญญาโท หลักสูตรวิศวกรรมศาสตร มหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอัตโนมัติ ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง ในปีการศึกษา 2554

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้