การสับเปลี่ยนอุปกรณ์ฟาวน์เดชันฟิลด์บัส: กรณีศึกษาการสับเปลี่ยนทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิด้วยอุปกรณ์ที่เหมือนและต่างกัน

FOUNDATION FIELDBUS DEVICE REPLACEMENT: A CASE STUDY OF REPLACING TEMPERATURE TRANSMITTER BY IDENTICAL AND DISPARATE DEVICES

วรทัศน์ สาสนัส
VORATUT SASANUS

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอัตโนมัติ
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2558

KMITL-2015-EN-M-257-073

FOUNDATION FIELDBUS DEVICE REPLACEMENT: A CASE STUDY OF REPLACING TEMPERATURE TRANSMITTER BY IDENTICAL AND DISPARATE DEVICES

VORATUT SASANUS

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-257-073

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การสับเปลี่ยนอุปกรณ์ฟาวน์เดชันฟิลด์บัส: กรณีศึกษาการสับเปลี่ยนทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิด้วยอุปกรณ์ที่เหมือนและต่างกัน
นักศึกษา	นายวรทัศน์ สาสนัส
รหัสนักศึกษา	53613515
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมอัตโนมัติ
พ.ศ.	2558
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	รศ.ประสิทธิ์ จุลเสรีวงศ์

บทคัดย่อ

วิทยานิพนธ์นี้นำเสนอแนวทางการประยุกต์สำหรับการสับเปลี่ยนอุปกรณ์ฟาวน์เดชันฟิลด์บัสด้วยอุปกรณ์ที่เหมือนและต่างกัน โดยมีการทดสอบวิธีการสับเปลี่ยนทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิในส่วนบล็อกแอนะล็อกอินพุตที่ถูกติดตั้งในพลานต์โมเดลการควบคุมอุณหภูมิในระดับฟิลด์เป็นกรณีศึกษา การสับเปลี่ยนอุปกรณ์ที่นำเสนอมี 4 กรณีด้วยกันโดยใช้ระบบโฮสต์แบบดีซีเอส 2 ระบบที่แตกต่างกัน คือ DeltaV และ Harmonas-DEO โดย 2 กรณีแรกเป็นการสับเปลี่ยนอุปกรณ์ที่เหมือนกันในระบบที่กำลังทำงานอยู่โดยไม่มีการเปลี่ยนวิธีการตั้งค่าของโฮสต์ ส่วนอีก 2 กรณีที่เหลือเป็นการสับเปลี่ยนของอุปกรณ์ที่ต่างกัน ซึ่งต้องมีการปรับเปลี่ยนวิธีการตั้งค่าอุปกรณ์และการควบคุมใหม่

Thesis Title	Foundation Fieldbus Device Replacement: A Case Study of Replacing Temperature Transmitter by Identical and Disparate Devices
Student	Mr. Voratut Sasanus
Student ID.	53613515
Degree	Master of Engineering
Program	Automation Engineering
Year	2015
Thesis Advisor	Assoc. Prof. Prasit Julsereewong

ABSTRACT

This thesis presents an application guideline for FOUNDATION™ Fieldbus device replacement of identical and disparate devices. Replacing a temperature transmitter with analog input block installed in a field-based temperature control plant model is examined as an illustrative case study. Four cases of device replacement by using two different integrated distributed-control-system (DCS) hosts, DeltaV and Harmonas-DEO, are described. The first two cases are replacements of identical devices in a running system without changing the host configurations. The other cases are replacements of disparate devices with re-engineering the device and control configurations.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยคำแนะนำและคำปรึกษาจาก รศ.ประสิทธิ์ จุลเสรีวงศ์ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ข้าพเจ้ารู้สึกซาบซึ้งและขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงในความอนุเคราะห์ที่ให้คำแนะนำและช่วยเหลือข้าพเจ้าในการใช้ชีวิตในสถาบันศึกษาและชีวิตประจำวัน นอกเหนือไปการให้คำปรึกษาในเรื่องงานวิจัย ข้าพเจ้าจะนำคำสั่งสอนและคำแนะนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์มากที่สุด

ขอขอบพระคุณ รศ.ดร.พิทยา ปานนิล และ รศ.ดร.อัมพวัน จุลเสรีวงศ์ ที่ให้การสนับสนุนและทุ่มเท ตลอดจนให้คำปรึกษาในทุก ๆ ด้านในการทำงานวิจัยครั้งนี้

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อและคุณแม่ ที่ได้ให้คำสั่งสอนและอบรมให้ลูกเป็นคนดีคอยสนับสนุนการเรียนของลูกทั้งหมดที่ผ่านมา

คุณค่าประโยชน์อันพึงมีจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอมอบคุณค่าความดีงามทั้งหลายเหล่านี้แด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน ข้าพเจ้าหวังเป็นอย่างยิ่งว่าวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะเป็นประโยชน์แก่ผู้ที่ได้ทำการศึกษาการประยุกต์ใช้งานเทคโนโลยีฟาวน์เดชันฟิลด์บัสในระบบอุตสาหกรรมได้

วรทัศน์ สาสนัส

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.....2
1.3 ทฤษฎีหรือแนวความคิดที่ใช้ในการวิจัย.....2
1.4 ขอบเขตวิทยานิพนธ์.....5
1.5 รายละเอียดของวิทยานิพนธ์.....5

บทที่ 2 การสับเปลี่ยนอุปกรณ์ฟาวน์เดชันฟิลด์บัส.....7
2.1 กล่าวนำ.....7
2.2 เทคโนโลยีฟาวน์เดชันฟิลด์บัส.....7
2.2.1 Physical Layer.....8
2.2.2 H1 Communication Stack.....12
2.2.3 User Layer.....19
2.3 เซกเมนต์ของฟาวน์เดชันฟิลด์บัส H1.....22
2.3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในเซกเมนต์.....22
2.3.2 เซกเมนต์ทอพอโลยี (Topology Segment).....27
2.4 ลูปควบคุมพีไอดีที่ใช้ฟาวน์เดชันฟิลด์บัส H1.....29
2.4.1 ฟังก์ชันบล็อกที่ใช้ในลูปควบคุม PID.....30
2.4.2 การเลือกใช้ฟังก์ชันบล็อก PID ภายในอุปกรณ์ระดับฟิลด์.....36
2.5 การสับเปลี่ยนอุปกรณ์ระดับฟิลด์บัส.....37
2.6 ข้อกำหนดของ Host Profile และ Class.....39

บทที่ 3 การสับเปลี่ยนอุปกรณ์ฟาวน์เดชันฟิลด์บัสที่นำเสนอ.....42
3.1 กล่าวนำ.....42
3.2 พลานต์โมเดลการควบคุมอุณหภูมิที่ใช้ในกรณีศึกษา.....42
3.2.1 ระบบโฮสต์แบบดีซีเอสที่ใช้ในกรณีศึกษา.....45
3.2.2 รายละเอียดอุปกรณ์ระดับฟิลด์ที่ใช้ในกรณีศึกษา.....52
3.3 วิธีการสับเปลี่ยนอุปกรณ์.....61

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

3.3.1 กรณีที่ 1 การสับเปลี่ยนอุปกรณ์ที่เหมือนกันโดยใช้โฮสต์ที่มาจากผู้ผลิตเดียวกันกับอุปกรณ์ที่ต้องการสับเปลี่ยน.. ...61
3.3.2 กรณีที่ 2 การสับเปลี่ยนอุปกรณ์ที่เหมือนกันโดยใช้โฮสต์ที่มาจากผู้ผลิตต่างกันกับอุปกรณ์ที่ต้องการสับเปลี่ยน..75
3.3.3 กรณีที่ 3 การสับเปลี่ยนอุปกรณ์ที่ต่างกันโดยใช้โฮสต์ที่มาจากผู้ผลิตเดียวกันกับอุปกรณ์ที่ต้องการสับเปลี่ยน 97
3.3.4 กรณีที่ 4 การสับเปลี่ยนอุปกรณ์ที่ต่างกันโดยใช้โฮสต์ที่มาจากผู้ผลิตต่างกันกับอุปกรณ์ที่ต้องการสับเปลี่ยน... 115

บทที่ 4 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 123
4.1 สรุปผลการวิจัย......... 123
4.2 ข้อเสนอแนะ 124

เอกสารอ้างอิง 125

ภาคผนวก.. 127

ประวัติผู้เขียน 137

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 ความยาวของสายย่อย (Spur)...11
2.2 ชนิดของสายและความยาวสูงสุด...11
2.3 ช่วงแอดเดรสสำหรับอุปกรณ์แต่ละประเภทบนฟิลด์บัสลิงค์... 14
2.4 การตั้งค่าพารามิเตอร์ในช่วงแอดเดรสที่อ้างอิง... 14
2.5 Function Blocks ตามมาตรฐาน FF-891 ... 21
2.6 ค่าพารามิเตอร์ที่สำคัญในฟังก์ชันบล็อก AI ... 31
2.7 ค่าพารามิเตอร์ที่สำคัญของฟังก์ชันบล็อก PID... 33
2.8 ค่าพารามิเตอร์ที่สำคัญของฟังก์ชันบล็อก AO ... 35
2.9 รูปแบบของการสับเปลี่ยนอุปกรณ์ฟาวน์เดชันฟิลด์บัส H1... 38
3.1 รายละเอียดข้อมูลอุปกรณ์บนพลานต์โมเดลการควบคุมอุณหภูมิ ... 43
3.2 จำนวนบล็อกภายในทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิรุ่น Rosemount: 3144P 54
3.3 จำนวนบล็อกภายในทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิรุ่น Yokogawa: YTA320 ... 58
3.4 จำนวนบล็อกภายในอุปกรณ์แปลงสัญญาณฟิลด์บัสเป็นสัญญาณกระแสรุ่น SMAR: IF302.... ...59
3.5 สรุปคุณสมบัติอุปกรณ์เทคโนโลยีฟาวน์เดชันฟิลด์บัส H1 ที่ใช้ในกรณีศึกษา ... 60
3.6 ช่วงเวลาในการประมวลผลของฟังก์ชันบล็อกต่าง ๆ... 60
3.7 สรุปข้อมูลทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิที่ใช้ในการสับเปลี่ยนอุปกรณ์ระดับฟิลด์สำหรับกรณีศึกษา.. 60
4.1 กรณีศึกษาการสับเปลี่ยนของอุปกรณ์ระดับฟิลด์ในกรณีต่างๆ ... 123

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า
1.1 ช่วงค่าแอดเดรสที่อ้างอิงสำหรับฟาวน์เดชันฟิลด์บัส H1 3
1.2 การตั้งค่า PD-Tag และ Node Address....3
2.1 โมเดลการสื่อสารของฟิลด์บัส H1 เมื่อเทียบโมเดลของ OSI 8
2.2 สัญญาณทางไฟฟ้าใน Physical Layer....8
2.3 การส่งข้อมูลแบบ Manchester Encoding บนบัส H1....9
2.4 รูปสัญญาณต่าง ๆ บนบัส H1....9
2.5 การเชื่อมต่ออุปกรณ์ระดับฟิลด์ต่าง ๆ บนบัส H1 แบบทรีทอพอโลยี 10
2.6 โครงสร้างภายในกล่องต่อสาย (Junction Box) 10
2.7 การเชื่อมต่อเครือข่ายอุปกรณ์บนบัส H1 เข้ากับ HSE.... 12
2.8 ชนิดอุปกรณ์ในชั้น Data Link Layer.... 12
2.9 ขั้นตอนของ Link Master ทำหน้าที่เป็น LAS.... 13
2.10 การตั้งค่า PD-Tag และ Address สำหรับการเพิ่มอุปกรณ์เข้ามาในเซกเมนต์.... 15
2.11 การเคลียร์ค่า PD-Tag และ Address สำหรับการปลดอุปกรณ์ออกจากเซกเมนต์.... 15
2.12 การรับส่งข้อมูลแบบ Scheduled Communication.... 16
2.13 การรับส่งข้อมูลแบบ Unscheduled Communication 17
2.14 รายละเอียดของ VCR แต่ละชนิดโดยย่อ.... 18
2.15 FMS ถูกใช้สำหรับ Communication Services.... 18
2.16 โครงสร้างของ OD (Object Dictionary) 18
2.17 บล็อกต่าง ๆ ในชั้น User Layer.... 19
2.18 โครงสร้างของอุปกรณ์ที่ใช้เป็นมาตรฐานสำหรับอุปกรณ์ฟาวน์เดชันฟิลด์บัส.... 19
2.19 ตัวอย่างตำแหน่งของรีซอร์สบล็อกในอุปกรณ์ฟิลด์บัส H1.... 20
2.20 ตัวอย่างตำแหน่งของทรานสดิวเซอร์บล็อกในอุปกรณ์ฟิลด์บัส H1.... 20
2.21 ตัวอย่างการใช้ฟังก์ชันบล็อกภายในอุปกรณ์เพื่อสร้างลูปควบคุมแบบพีไอดี 22
2.22 เซกเมนต์ฟาวน์เดชันฟิลด์บัส H1 22
2.23 โครงสร้างภายในของ Fieldbus Power Supply.... 23
2.24 อุปกรณ์ Terminator.... 24
2.25 จำนวนอุปกรณ์ Repeater สูงสุดต่อเซกเมนต์.... 25
2.26 ลักษณะการติดตั้งอุปกรณ์ Repeater บนเซกเมนต์.... 25
2.27 ตัวอย่าง Device Coupler 26
2.28 ไดอะแกรมการเชื่อต่อใน Device Coupler 26
2.29 รูปแบบ Topology บนเซกเมนต์ของฟิลด์บัส H1.... 27
2.30 Bus with Spur Topology.... 28
2.31 Daisy Chain Topology.... 28
2.32 Tree Topology.... 29

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
2.33 Mixed Topology	29
2.34 การเชื่อมต่อฟังก์ชันบล็อกไดอะแกรมสำหรับลูปควบคุม PID	30
2.35 ตัวอย่างฟังก์ชันบล็อก AI	30
2.36 ตัวอย่างโครงสร้างภายในฟังก์ชันบล็อก AI	30
2.37 ตัวอย่างฟังก์ชันบล็อก PID	32
2.38 ตัวอย่างโครงสร้างภายในฟังก์ชันบล็อก PID	32
2.39 แหล่งที่มาและการกำหนดขอบเขตของค่า SP	34
2.40 ตัวอย่างฟังก์ชันบล็อก AO	34
2.41 ตัวอย่างโครงสร้างภายในฟังก์ชันบล็อก AO	35
2.42 การใช้ฟังก์ชันบล็อก PID ของอุปกรณ์ที่มีฟังก์ชันบล็อก AI	37
2.43 การใช้ฟังก์ชันบล็อก PID ของอุปกรณ์ที่มีฟังก์ชันบล็อก AO	37
2.44 ระดับของ Host Class	39
3.1 พลานต์โมเดลการควบคุมอุณหภูมิ	42
3.2 แผนภาพพีแอนด์ไอของกระบวนการควบคุมอุณหภูมิที่มีระบบโฮสต์แบบดีซีเอส	43
3.3 แบบการต่อสายในส่วนของอุปกรณ์ฟิลด์บัส H1	43
3.4 แบบการต่อสายในส่วนของอุปกรณ์คงค่ากำลังไฟฟ้า SCR-1A030 และอุปกรณ์แปลงสัญญาณฟิลด์บัสเป็นกระแส (FI) รุ่น FI302	44
3.5 ระบบโฮสต์แบบดีซีเอส DeltaV ที่ผ่านการรับรองโดย Fieldbus Foundation	45
3.6 ระบบโฮสต์แบบดีซีเอส Harmonas-DEO ที่ผ่านการรับรองโดย Fieldbus Foundation	45
3.7 โครงสร้างทางฮาร์ดแวร์ในการเชื่อมต่อของระบบโฮสต์แบบดีซีเอส DeltaV	46
3.8 หน้าต่างของ DeltaV Explorer	46
3.9 หน้าต่าง AMS Device Manager	47
3.10 หน้าต่างของ Control Studio	48
3.11 หน้าต่างของ Control Studio in Configure mode	49
3.12 หน้าต่าง DeltaV Startup	49
3.13 โครงสร้างทางฮาร์ดแวร์ในการเชื่อมต่อระบบโฮสต์แบบดีซีเอส Harmonas-DEO	50
3.14 หน้าต่าง RTC Editor	50
3.15 หน้าต่าง RTC_FB	51
3.16 Harmonas-DEO ทำงานร่วมกับ InTouch Software	51
3.17 การสร้างไฟล์ User JOB และการโหลด DB	52
3.18 ทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิรุ่น Rosemount: 3144P	52
3.19 Transmitter Terminal Block ของ Rosemount: 3144P	53
3.20 ลักษณะการเชื่อมต่อเซนเซอร์ของทรานสมิตเตอร์รุ่น Rosemount: 3144P	53
3.21 การติดตั้งทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิรุ่น Rosemount: 3144P	55

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่ หน้า

3.22 ลักษณะทางกายภาพและจอแสดงผล LCD 55
3.23 ทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิรุ่น Yokogawa: YTA320............ ...56
3.24 หน้าจอแสดงงผล LCD ของ Yokogawa: YTA320............ 56
3.25 ตำแหน่งและการตั้งค่าของแต่ละเทอร์มินอล 57
3.26 ลักษณะการเชื่อมต่อทรานสมิตเตอร์รุ่น Yokogawa: YTA320... 57
3.27 อุปกรณ์แปลงสัญญาณฟิลด์บัสเป็นสัญญาณกระแสรุ่น SMAR: IF302............ ...58
3.28 Terminal Blocks ของอุปกรณ์ SMAR: IF302............ 59
3.29 Integrated Host สำหรับการสับเปลี่ยนทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิในกรณีที่ 1 61
3.30 การเลือกคำสั่ง Replace ที่ชื่อ Tag ของอุปกรณ์ที่ต้องการสับเปลี่ยน 62
3.31 หน้าต่างแสดงขั้นตอนการดำเนินการของคำสั่ง Replace 63
3.32 หน้าต่างแสดงสถานะอัพโหลดฟังก์ชันบล็อกในอุปกรณ์ที่ต้องการสับเปลี่ยน............ ...63
3.33 ชื่อ Tag อุปกรณ์ที่โปรแกรม AMS ค้นพบ 64
3.34 Fieldbus Device Replacement Wizard สำหรับขั้นตอนการเลือกอุปกรณ์ตัวใหม่............ ...64
3.35 หน้ากราฟิกที่ใช้ทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิรุ่น Rosemount: 3144P ในกรณีที่ 1............ ...65
3.36 หน้าต่างแสดงข้อมูลของอุปกรณ์ที่จะทำการ Commissioning 65
3.37 หน้าต่างแสดงการยืนยันให้ดำเนินการ Commissioning อุปกรณ์ใหม่ที่ถูกเลือก............ ...66
3.38 หน้าต่างใช้สำหรับการเริ่มทำ Commissioning new device 66
3.39 หน้าต่างแสดงคำสั่ง Reconcile Device 67
3.40 หน้าต่างแสดงการยืนยันการเสร็จสิ้นการ Commissioning Device 67
3.41 หน้าต่างแสดงการเปลี่ยนสถานะของอุปกรณ์ที่นำมาสับเปลี่ยน 68
3.42 หน้าต่างแสดงการยืนยันการ Download “P02” 68
3.43 การเลือกไฟล์ที่ต้องการดาวน์โหลดไปยังอุปกรณ์ตัวใหม่ 69
3.44 หน้าต่าง Fieldbus Device Replacement Wizard ทำงานเสร็จสมบูรณ์... 69
3.45 ตรวจสอบค่า Configuration ของเซนเซอร์อุณหภูมิที่โปรแกรม AMS Device Manager ..... .70
3.46 พารามิเตอร์ของฟังก์ชันบล็อก AI1 แสดงข้อความ Bad NotConneted และ
Bad SensorFailure............ 70
3.47 การแสดงความผิดปกติของฟังก์ชันบล็อก AI1............ 71
3.48 การแจ้งเตือนตำแหน่งความผิดปกติของเซนเซอร์อุณหภูมิที่ทรานสมิตเตอร์............ 71
3.49 การเลือกชนิดการเชื่อมต่อของเซนเซอร์อุณหภูมิ 72
3.50 สถานะพารามิเตอร์ของฟังก์ชันบล็อก AI1 แสดงข้อความ GoodNonCascade............ 72
3.51 ตรวจสอบการทำงานของฟังก์ชันบล็อก AI1 หลังการตั้งค่าเซนเซอร์อุณหภูมิ............ 73
3.52 หน้าต่างแสดงกราฟิกที่ได้เปลี่ยนโหมดการควบคุมของฟังก์ชันบล็อกพีไอดีเป็น AUTO........ ...73
3.53 แบบตรวจสอบขั้นตอนการสับเปลี่ยนอุปกรณ์ฟาวน์เดชันฟิลด์บัสในกรณีศึกษาที่ 1............ 74
3.54 Integrated Host สำหรับการสับเปลี่ยนทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิในกรณีที่ 2............ .75
3.55 Device Template ของอุปกรณ์ที่ต้องการสับเปลี่ยนบน RTC_FB 76

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่ หน้า

3.56 หน้ากราฟิกที่ใช้ทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิรุ่น Rosemount: 3144P ในกรณีที่ 2 ...76
3.57 ข้อมูลฟังก์ชันบล็อกพีไอดีของ DIY_501 ... 77
3.58 การเลือกคำสั่ง Download Device Parameters บน RTC_FB ... 77
3.59 ข้อมูลจากการดาวน์โหลดพารามิเตอร์ ... 78
3.60 การเปลี่ยนโหมดการทำงานของฟังก์ชันบล็อกพีไอดีเป็นแบบ MAN ... 78
3.61 หน้าจอแสดงสถานะอุปกรณ์ที่อยู่บนเซกเมนต์ ... 79
3.62 การทำงานของฟังก์ชันบล็อกพีไอดีในโหมด MAN ...79
3.63 RTC_FB มีการแจ้งสถานะ TIT_501 เป็น Device not exist ... 80
3.64 RTC_FB มีการแสดงข้อมูลของอุปกรณ์ตัวใหม่ที่ต่อบนเซกเมน่ต์ ... 80
3.65 สถานะเซกเมนต์เมื่อมีอุปกรณ์เชื่อมต่อบนเซกเมนต์ ... 81
3.66 การเลือกคำสั่ง Commissioning & Downloading Segment Configuration ... 81
3.67 RTC_FB- Commissioning & Downloading Segment Configuration ...82
3.68 ข้อความยืนยันการเคลียร์ข้อมูล ...82
3.69 สถานะเซกเมนต์ เมื่อเคลียร์อุปกรณ์ TIT_501 ...83
3.70 ขั้นตอนการคัดลอก Device ID ของอุปกรณ์ตัวใหม่ ... 83
3.71 หน้าต่างแสดง Device Template ... 84
3.72 ข้อความยืนยันการเปลี่ยนแปลงข้อมูล ...84
3.73 การตั้งค่า PD-Tag และ Node Address ของอุปกรณ์ตัวใหม่ ...85
3.74 ข้อมูลหลังจากตั้งค่าใหม่ ... 85
3.75 การเลือกคำสั่ง Commissioning & Downloading Segment Configuration
เพื่อตรวจสอบสถานะอุปกรณ์หลังการสับเปลี่ยน ...85
3.76 TIT_501 ขึ้นสถานะ Download required ...86
3.77 ข้อความยืนยันการดาวน์โหลดข้อมูล ...86
3.78 TIT_501 ถูกตั้งค่าบนเซกเมนต์ ... 87
3.79 การเลือกคำสั่ง Download Block Tag Information ... 87
3.80 Download Block Tag Information แสดงข้อมูลฟังก์ชันบล็อก... ... 88
3.81 การบันทึกข้อมูลที่ได้ตั้งค่าไปยังฟังก์ชันบล็อก ... 88
3.82 สถานะฟังก์ชันบล็อกต่าง ๆ หลังจากการตั้งค่า ...89
3.83 การเลือกคำสั่ง Download Device Parameter เพื่อดาวน์โหลดข้อมูลไปยังอุปกรณ์ ... 89
3.84 ข้อความยืนยันการเริ่มคำสั่ง Download for device replacement ... 90
3.85 ข้อมูลที่ดาวน์โหลดมาสำหรับอุปกรณ์สับเปลี่ยนที่ทำการสับเปลี่ยนแล้ว ...90
3.86 การเข้าไปตรวจสอบพารามิเตอร์ของฟังก์ชันบล็อก AI ...91
3.87 การเปลี่ยนแปลงค่าพารามิเตอร์ของบล็อก AI ... 91
3.88 หน้าต่างแสดงสถานะ OOS ของอุปกรณ์ตัวใหม่ที่ได้สับเปลี่ยน ... 92
3.89 การกำหนดฟังก์ชันบล็อก AI เป็น Active ...92

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่ หน้า

3.90 หน้าต่างแสดงสถานะของ Mode Block และ Block Status ของอุปกรณ์ 93
3.91 หน้าต่างแสดงสถานะ AUTO ของอุปกรณ์ระดับฟิลด์ 93
3.92 การเปลี่ยนการควบคุมของฟังก์ชันบล็อกพีไอดีเป็น AUTO 94
3.93 หน้าต่างแสดงการควบคุมระบบแบบกลุ่ม 94
3.94 หน้ากราฟิกที่ใช้ทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิรุ่น Rosemount: 3144P ที่โฮสต์ Harmonas-DEO 95
3.95 แบบตรวจสอบขั้นตอนการสับเปลี่ยนอุปกรณ์ฟาวน์เดชันฟิลด์บัสในกรณีศึกษาที่ 2 96
3.96 Integrated Host สำหรับการสับเปลี่ยนทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิในกรณีที่ 3 97
3.97 หน้าต่างแสดงคุณสมบัติของ P02 98
3.98 ตารางเวลามาโครไซเคิลที่ได้สำหรับการประมวลผลฟังก์ชันบล็อกใน P02 98
3.99 ลูปควบคุมที่สร้างในโปรแกรม Control Studio ในโหมด Offline 99
3.100 สถานะและข้อมูลพารามิเตอร์ของฟังก์ชันบล็อก AI ในโหมด Offline 99
3.101 หน้าต่าง HMI ที่ใช้แสดงการควบคุม 99
3.102 สถานะและข้อมูลพารามิเตอร์ใน Control Studio ในโหมด Online 100
3.103 ลูปควบคุมที่สร้างในโปรแกรม Control Studio ในโหมด Online 100
3.104 หน้าต่างโปรแกรม DeltaV Explorer 100
3.105 ข้อมูลพารามิเตอร์ของ TIT_501 101
3.106 การเลือกคำสั่ง Decommissioning ที่ TIT_501 101
3.107 การกำหนดสถานะอุปกรณ์ Make Spare 101
3.108 กำหนด Description ของอุปกรณ์ TIT_501 102
3.109 หน้าต่างแสดง TIT_501 ในสถานะ Spare Fieldbus Device 102
3.110 การกำหนดบริษัทผู้ผลิตอุปกรณ์ TIT_501 103
3.111 การกำหนด Device Type ของ TIT_501 103
3.112 การกำหนด Device Revision ของ TIT_501 104
3.113 หน้าต่างแสดงฟังก์ชันบล็อกต่าง ๆ ภายในทรานสมิตเตอร์ YTA320 104
3.114 หน้าต่างแสดงคุณสมบัติ P02 105
3.115 ตารางเวลามาโครไซเคิลที่ได้สำหรับการประมวลผลฟังก์ชันบล็อกใน P02 105
3.116 การกำหนดสถานะอุปกรณ์ Make Spare 105
3.117 การแสดงสถานะของ TIT_501 ให้แสดง Spare Fieldbus Device 106
3.118 การแสดงสถานะของ TIT_501 เป็น Standby Fieldbus Device 106
3.119 หน้าต่างเริ่มการ Commissioning อุปกรณ์ที่อยู่สถานะ Standby 107
3.120 หน้าต่างแสดงคำสั่ง Reconcile Device 107
3.121 หน้าต่างแสดงการยืนยันการเสร็จสิ้นการ Commissioning Device 108
3.122 อุปกรณ์ TIT_501 ที่ถูก Commissioning แล้ว 108
3.123 การแสดงสถานะและพารามิเตอร์ของบล็อกต่าง ๆ ในอุปกรณ์ TIT_501 ตัวใหม่ 109

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่ หน้า

3.124 ขั้นตอนการดำเนินงานของอุปกรณ์ TIT_501 ที่สถานะ Commissioned 109
3.125 การกำหนด Assign I/O to Fieldbus ที่ใช้ในการทดลอง 109
3.126 การเลือกอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อกับบล็อก 110
3.127 ลักษณะการเชื่อมต่อของบล็อกควบคุม เมื่อ Assign ฟังก์ชันบล็อก AI1 110
3.128 หน้าต่างแสดงพารามิเตอร์ของฟังก์ชันบล็อก AI ภายในอุปกรณ์ตัวใหม่ 110
3.129 หน้าต่างการกำหนด Download TEMP_CONTROL_A 111
3.130 หน้าต่างแสดงการ Download เสร็จสิ้น โดยแสดงเป็นขั้นตอน 112
3.131 หน้าต่างแสดงการ Configuration ในโปรแกรม AMS Device Manager 112
3.132 หน้ากราฟิกที่ใช้ทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิรุ่น Yogokawa: YTA320 113
3.133 หน้าต่างแสดงพารามิเตอร์และการเชื่อมต่อบล็อกควบคุม 113
3.134 แบบตรวจสอบขั้นตอนการสับเปลี่ยนอุปกรณ์ฟาวน์เดชันฟิลด์บัสในกรณีศึกษาที่ 3 114
3.135 Integrated Host สำหรับการสับเปลี่ยนทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิในกรณีที่ 4 115
3.136 การสร้าง Device Template บน RTC_FB 116
3.137 Device Template ของ TIT_501 116
3.138 การกำหนดรูปแบบการทำงานของลูปควบคุมแบบพีไอดี 117
3.139 RTC_FB แสดงรายชื่อลูปควบคุมที่สร้างขึ้น 117
3.140 ตารางเวลาการทำงานของเซกเมนต์ 118
3.141 การใช้โปรแกรม RTC Editor สร้างไฟล์ข้อมูลสำหรับตัวควบคุม DOFC 118
3.142 รูปแบบกราฟิกที่ใช้แสดงผลของทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิ Yokogawa: YTA320 119
3.143 การดาวน์โหลดไฟล์ข้อมูลสำหรับตัวควบคุม DOFC 119
3.144 การดาวน์โหลด Segment Schedule สำหรับลูปควบคุมที่มีอุปกรณ์ตัวใหม่ 120
3.145 หน้าต่างแสดง Connection/ScheduleDownload 120
3.146 การกำหนดตั้งค่าพารามิเตอร์ของ TIT_501_AI1 ในอุปกรณ์ใหม่ 121
3.147 หน้าจอ HMI แสดงการควบคุมแบบกลุ่ม (Group Display) 121
3.148 หน้าจอ HMI แสดงกราฟิกการควบคุมอุณหภูมิ โดยใช้ทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิที่เป็น
อุปกรณ์ใหม่ 122

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เทคโนโลยีด้านการควบคุมกระบวนการมีการเปลี่ยนแปลงไปมาก ในอดีตการควบคุมกระบวนการใช้ระบบนิวเมติก (Pneumatic) ซึ่งมีสัญญาณมาตรฐาน 3-15 psi ต่อมาได้พัฒนาเป็นการใช้สัญญาณทางไฟฟ้าในการควบคุมกระบวนการที่มีการสื่อสารแบบแอนะล็อก (Analog) ด้วยสัญญาณกระแสมาตรฐาน 4-20 mA และสัญญาณแรงดันมาตรฐาน 1-5 VDC ซึ่งมีการนำมาใช้งานอย่างแพร่หลาย แต่ในปัจจุบันเทคโนโลยีเครื่องมือวัดในอุตสาหกรรมและกระบวนการผลิตถูกพัฒนาขึ้นให้มีความสามารถในการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ด้วยกันมากขึ้น ดังนั้นการสื่อสารที่ใช้ในระบบเครื่องมือวัดและระบบควบคุมได้ปรับเปลี่ยนจากสัญญาณแอนะล็อกเป็นสัญญาณดิจิตอล (Digital) เพื่อรองรับประสิทธิภาพการทำงานที่เพิ่มขึ้นของเครื่องมือวัดและสร้างความน่าเชื่อถือของระบบควบคุมทั้งทางด้านปริมาณข้อมูลที่เพิ่มขึ้นและความทันสมัยของอุปกรณ์

ฟาวน์เดชันฟิลด์บัส H1 (Foundation™ Fieldbus H1) เป็นเทคโนโลยีการสื่อสารข้อมูลแบบดิจิตอลเทคโนโลยีหนึ่ง ที่สามารถใช้อุปกรณ์ระดับฟิลด์ (Field Device) จากหลากหลายผู้ผลิตมาทำงานร่วมกันได้บนระบบเครือข่ายในระดับฟิลด์ (Field-Level Network) โดยผู้ใช้งานสามารถกำหนดตั้งค่า (Configuration) ตัวอุปกรณ์ระดับฟิลด์ได้จากระบบโฮสต์ (Host System) ในห้องควบคุมกลาง (Central Control Room) โดยไม่จำเป็นต้องไปตั้งค่าอุปกรณ์ที่ฟิลด์หรือภาคสนาม [1] การนำเทคโนโลยีนี้ไปใช้ในกระบวนการผลิตทางอุตสาหกรรมสามารถลดค่าใช้จ่ายทางด้านการจัดซื้ออุปกรณ์ระดับฟิลด์เมื่อเทียบราคากับคุณสมบัติการทำงานตลอดจนสามารถเลือกใช้อุปกรณ์ได้จากผู้ผลิตที่หลากหลายเพื่อให้เหมาะสมตรงตามความต้องการผู้ใช้งาน เนื่องจากระบบเครือข่ายฟิลด์บัสเป็นระบบที่มีความยืดหยุ่นและรองรับกับรูปแบบการติดตั้ง (Installation) ที่หลากหลาย โดยอุปกรณ์ฟาวน์เดชันฟิลด์บัส H1 ที่ใช้ระบบการสื่อสารแบบดิจิตอลฟิลด์บัสจะช่วยลดจำนวนสายไฟที่ใช้ในการเชื่อมต่อระหว่างเครื่องมือวัดและระบบควบคุม เนื่องจากโครงสร้างของเครือข่ายระบบฟิลด์บัส H1 (หรือเซกเมนต์ H1) มีการส่งข้อมูลแบบบิตอนุกรม (Serial Data Transmission) ที่สามารถส่งข้อมูลได้สองทิศทางบนสายไฟแบบ Twisted Pair และมีการเชื่อมต่ออุปกรณ์ระดับฟิลด์ในแบบมัลติดรอป (Multidrop) ตามข้อกำหนดในมาตรฐาน IEC 61158-2 โดยมีการกำหนดระยะสายที่ใช้เชื่อมต่อซึ่งขึ้นอยู่กับจำนวนอุปกรณ์ระดับฟิลด์ที่ติดตั้งบนเซกเมนต์ H1 รวมทั้งค่าตัวแปรที่วัดได้จากจากเครื่องมือวัดสามารถแสดงผลและบันทึกไว้ที่ระบบโฮสต์แบบดีซีเอส (Distributed Control System) เพื่อประโยชน์ในการวิเคราะห์และการวางแผนการซ่อมบำรุงรักษา (Maintenance) เมื่อเกิดปัญหากับกระบวนการก็สามารถดำเนินการแก้ไขได้อย่างมีประสิทธิภาพ [2-4]

นอกจากนี้รูปแบบการเชื่อมต่ออุปกรณ์ระดับฟิลด์บนเซกเมนต์ฟาวน์เดชันฟิลด์บัส H1 หรือที่เรียกว่า "ทอพอโลยี (Topology)" สามารถเชื่อมต่อได้หลายรูปแบบตามมาตรฐาน IEC 61158-2 เช่น บัสทอพอโลยี (Bus Topology) ทรีทอพอโลยี (Tree Topology) หรือ ทรีทอพอโลยีแบบดัดแปลง (Modified Tree Topology) โดยรูปแบบทอพอโลยีเหล่านี้รองรับการปลดอุปกรณ์ออกหรือใส่อุปกรณ์เพิ่มเข้าไปในเซกเมนต์ในระหว่างที่ระบบกำลังทำงานอยู่ (Running System) โดยไม่มี

ผลกระทบต่อการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่เชื่อมต่อบนเซกเมนต์ตลอดจนการสื่อสารข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ต่าง ๆ

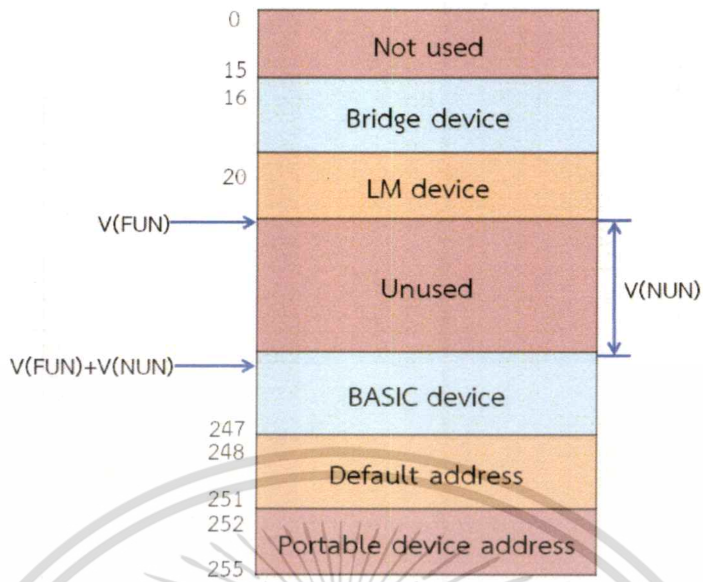
การใช้งานเทคโนโลยีฟาวน์เดชันฟิลด์บัสอย่างมีประสิทธิภาพ จำเป็นต้องอาศัยความรู้และความเข้าใจที่ดีในเรื่องการกำหนดตั้งค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ของตัวอุปกรณ์ การสอบเทียบอุปกรณ์ (Device Calibration) รวมทั้งการซ่อมบำรุงรักษาในกรณีที่มีความผิดพร่อง (Fault) ที่ตัวอุปกรณ์ระดับฟิลด์หรือมีความจำเป็นต้องทำการสับเปลี่ยนอุปกรณ์ (Device Replacement) เนื่องจากเทคโนโลยีดิจิตอลฟิลด์บัสมีความซับซ้อนและขั้นตอนที่เพิ่มมากขึ้นเมื่อเทียบกับระบบแอนะล็อกแบบดั้งเดิม [5]

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา

การเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีที่ใช้ในกระบวนการอัตโนมัติ (Process Automation) ในกลุ่มอุตสาหกรรมน้ำมันและแก๊ส กลุ่มอุตสาหกรรมปิโตรเคมี กลุ่มอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษและกระดาษ กลุ่มอุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่ม รวมทั้งกลุ่มอุตสาหกรรมสาธารณูปโภค ทำให้บุคลากรที่เกี่ยวข้องจำเป็นต้องมีการเรียนรู้เทคโนโลยีใหม่ ๆ เพื่อปรับตัวในการทำงาน เทคโนโลยีฟาวน์เดชันฟิลด์บัสเป็นเทคโนโลยีหนึ่งที่ถูกพัฒนาขึ้นมาเพื่อใช้งานในกระบวนการอัตโนมัติในช่วงทศวรรษ 1990 ที่รองรับกับความต้องการในการเข้าถึงข้อมูลในระดับฟิลด์ เช่น ข้อมูลในกระบวนการผลิตที่ได้จากเครื่องมือวัด (Instrument) หรือวาล์วควบคุม (Control Valve) ข้อมูลการวินิจฉัยสภาพการทำงานตัวอุปกรณ์ (Device Diagnostic) หรือสถานะของค่าตัวแปรในกระบวนการ (Process Parameter Status) แต่ด้วยความซับซ้อนและขั้นตอนการกำหนดตั้งค่าในการใช้งานที่เพิ่มมากขึ้นของเทคโนโลยีดิจิตอลฟิลด์บัส ในวิทยานิพนธ์นี้จึงมุ่งเน้นการนำเสนอเทคนิคในการสับเปลี่ยนอุปกรณ์ฟาวน์เดชันฟิลด์บัสบนเซกเมนต์ H1 เพื่อเป็นแนวทาง (Guideline) สำหรับผู้ใช้งานเทคโนโลยีนี้

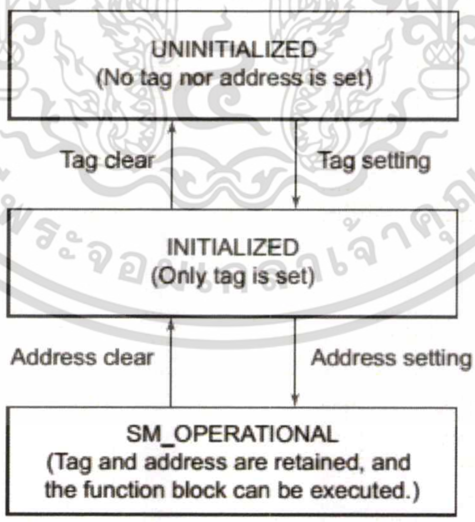
1.3 ทฤษฎีหรือแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย

ในการติดตั้งใช้งานอุปกรณ์ฟาวน์เดชันฟิลด์บัส H1 บนเซกเมนต์ อุปกรณ์ฟาวน์เดชันฟิลด์บัส H1 ที่ต้องการใช้บัสในการสื่อสารรับ-ส่งข้อมูล จำเป็นต้องมีการระบุตัวตน (Device Identification) ด้วยค่าแทคของอุปกรณ์ (Physical Device Tag: PD-Tag) และค่าแอดเดรสของอุปกรณ์ (Device Address/Node Address) [5] โดย PD-Tag และ Node Address ของอุปกรณ์ฟาวน์เดชันฟิลด์บัส H1 ต่าง ๆ ที่ติดตั้งภายในเซกเมนต์เดียวกันจะต้องเป็นค่าที่ไม่ซ้ำกัน โดยที่ผู้ใช้สามารถกำหนด PD-Tag ด้วยตัวอักษร ตัวเลขและสัญลักษณ์บางตัว เช่น ขีดกลาง (-) หรือขีดล่าง (_) ที่มีความยาวสูงสุดถึง 32 ตัวอักษร สำหรับค่าแอดเดรสที่ใช้อ้างอิงในฟาวน์เดชันฟิลด์บัส H1 เป็นตัวเลขฐานสองขนาด 8 บิต หรือ 0-255 ในเลขฐานสิบ ดังแสดงในรูปที่ 1.1 โดยทั่วไปค่าแอดเดรสในช่วง 20-247 เป็นค่าแอดเดรสที่ใช้สำหรับอุปกรณ์ฟิลด์บัส H1 จำพวกเครื่องมือวัดหรือวาล์วควบคุมที่ต้องการใช้บัสในการสื่อสารเพื่อการแสดงผลของค่าที่วัดได้หรือการควบคุมกระบวนการ ส่วนค่าแอดเดรสในช่วง 248-251 จะเป็นค่าแอดเดรสที่ระบบโฮสต์หรือเครื่องมือที่ใช้ในการกำหนดการตั้งค่า (Configuration Tool) เลือกโดยอัตโนมัติ (Default Address) สำหรับการกำหนดตั้งค่าให้อุปกรณ์ฟิลด์บัส H1 อุปกรณ์นั้น ๆ ทำหน้าที่เป็นแค่อะไหล่ (Spare Part) ของระบบ โดยที่อุปกรณ์ฟิลด์บัส H1 ที่ถูกกำหนดให้มีค่าแอดเดรสในช่วง 248-251 จะเป็นอุปกรณ์ที่ไม่สามารถใช้บัสในการสื่อสารรับ-ส่งข้อมูลได้



รูปที่ 1.1 ช่วงค่าแอดเดรสที่อ้างอิงสำหรับฟาวน์เดชันฟิลด์บัส H1

การระบุตัวตนของอุปกรณ์ฟิลด์บัส H1 ในเซกเมนต์ด้วยค่าแทคกับแอดเดรสจึงเป็นขั้นตอนที่สำคัญมากในการทดสอบการทำงานภายหลังการติดตั้งอุปกรณ์หรือที่เรียกว่าการคอมมิชชันนิง (Commissioning) สำหรับการเพิ่มอุปกรณ์ใหม่เข้าไปในระบบเดิมที่มีอยู่แล้วหรือการสตาร์ทอัพ (Start Up) ระบบใหม่ รวมถึงการดีคอมมิชชัน (Decommission) สำหรับการปลดอุปกรณ์ที่ถูกติดตั้งแล้วออกจากเซกเมนต์ โดยขั้นตอนการตั้งค่า PD-Tag กับ Node Address สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 1.2



รูปที่ 1.2 การตั้งค่า PD-Tag และ Node Address

การสับเปลี่ยนอุปกรณ์ฟิลด์บัส H1 ที่ได้นำเสนอในวิทยานิพนธ์นี้เกี่ยวข้องกับการเคลียร์ค่าแทคของอุปกรณ์ (Tag Clear) และการเคลียร์ค่าแอดเดรส (Address Clear) สำหรับการถอดอุปกรณ์ที่มีอยู่แล้วออกจากเซกเมนต์ H1 รวมถึงการกำหนดค่าแทค (Tag Setting) และการกำหนดค่าแอดเดรส (Address Setting) สำหรับการติดตั้งอุปกรณ์ใหม่เพิ่มเข้าไปในเซกเมนต์ H1 โดยอุปกรณ์ H1 แต่ละ

ตัวจะมีการเปลี่ยนแปลงในการตั้งค่า PD-Tag และ Node Address ใน 3 สถานะ คือ UNINITIALIZED, INITIALIZED และ SM_OPERATIONAL [6] นอกจากนี้อุปกรณ์ฟาวน์เดชันฟิลด์บัสที่มีการสื่อสารดิจิตอลด้วยเทคโนโลยีฟาวน์เดชันฟิลด์บัส H1 สามารถติดตั้งหรือถอดอุปกรณ์ฟาวน์เดชันฟิลด์บัสบนเซกเมนต์ H1 ภายใต้กระบวนการที่กำลังทำงานโดยไม่ส่งผลกระทบให้การสื่อสารของเครือข่ายฟิลด์บัสหยุดชะงัก โดยอุปกรณ์ฟาวน์เดชันฟิลด์ทุกตัวต้องมีการกำหนด PD-Tag และ Node Address ให้กับอุปกรณ์เพื่อใช้ในการอ้างอิงรวมทั้งการสื่อสารบนเครือข่ายฟิลด์บัส ซึ่งเป็นการสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ระดับฟิลด์และการสื่อสารระหว่างอุปกรณ์กับระบบโฮสต์ ในการกำหนด Node Address ของอุปกรณ์ ผู้ใช้งานต้องทราบว่าอุปกรณ์อยู่ในคลาสของ Link Master หรือ Basic เพื่อจะกำหนด Node Address ของอุปกรณ์ได้ถูกต้อง ถ้าหากมีการกำหนด Node Address ของอุปกรณ์ผิด อาจทำให้ไม่สามารถใช้งานอุปกรณ์นั้น ๆ ได้อย่างเต็มความสามารถ เช่น ถ้าอุปกรณ์นั้นเป็น Link Master แต่ผู้ใช้กำหนด Node Address ที่ใช้สำหรับอุปกรณ์ในคลาส Basic จะทำให้อุปกรณ์นั้นไม่สามารถทำงานตามฟังก์ชันที่กำหนดไว้สำหรับ Link Master ได้ เนื่องจากเทคโนโลยีฟาวน์เดชันฟิลด์ได้กำหนดช่วงของ Node Address ตามประเภทของอุปกรณ์ ช่วงแอดเดรสที่อ้างอิงสำหรับฟาวน์เดชันฟิลด์บัส H1 ซึ่งกำหนดตั้งแต่ 0x00 ถึง 0xFF (0-255) ผู้ใช้งานสามารถเปลี่ยนค่า Node Address ของอุปกรณ์ได้ เมื่อต้องการติดตั้งใหม่หรือปลดอุปกรณ์ออกจากเซกเมนต์ การเปลี่ยนค่า Node Address ของอุปกรณ์ที่ต้องการสับเปลี่ยนจะเปลี่ยนจากช่วงที่อุปกรณ์สามารถใช้บัสในการสื่อสารได้ไปอยู่ในช่วงของ Default address เรียกขั้นตอนนี้ว่า การเคลียร์แอดเดรส (Address Clear) ทำให้อุปกรณ์ไม่สามารถสื่อสารได้ โดยไม่ส่งผลกระทบต่อการสื่อสารของอุปกรณ์ตัวอื่นบนเครือข่ายฟาวน์เดชันฟิลด์บัส H1 และนำอุปกรณ์ตัวใหม่มาติดตั้งบนเซกเมนต์ H1 โดยระบบโฮสต์หรือ Configuration Tool จะตรวจพบ PD-Tag ในลักษณะของ Device ID ของอุปกรณ์และมี Node Address อยู่ในช่วง Default address โดยที่อุปกรณ์นั้น ๆ จะยังไม่สามารถใช้บัสในการสื่อสารได้ จึงต้องทำการตั้งค่า PD-Tag และ Node Address ใหม่ในขั้นตอนการคอมมิชชันนิง (Commissioning)

Fieldbus Foundation ได้กำหนดรูปแบบการสับเปลี่ยนอุปกรณ์ฟิลด์บัส H1 ในทางปฏิบัติไว้ 4 กรณี [7] คือ การสับเปลี่ยนอุปกรณ์ระดับฟิลด์แบบ Identical, Like, Equivalent และ Disparate ในแต่ละกรณีก็จะมีข้อกำหนดในการสับเปลี่ยนที่แตกต่างกัน ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

- การสับเปลี่ยนอุปกรณ์ระดับฟิลด์แบบ Identical จะมีการทำงานและข้อมูลของฟังก์ชันบล็อกที่อุปกรณ์ Identical เหมือนกับอุปกรณ์ที่ต้องการสับเปลี่ยน (Replaced Device)
- การสับเปลี่ยนอุปกรณ์ระดับฟิลด์แบบ Like โดยที่อุปกรณ์แบบ Like มีลักษณะของแหล่งที่มาและการใช้งานของฟังก์ชันบล็อกตรงกับอุปกรณ์ที่ต้องการสับเปลี่ยนรวมทั้งมีโครงสร้างของ OD (Object Dictionary) ที่เหมือนกับอุปกรณ์ที่ต้องการสับเปลี่ยนได้ โดยอุปกรณ์แบบ Like จะมี MANUFAC_ID และ DEV_TYPE ที่เหมือนกัน แต่จะมี DEV_REV ที่สูงกว่าอุปกรณ์ที่ต้องการสับเปลี่ยนและควรใช้ DD/CF File ในอุปกรณ์ตัวเดิมมาตั้งค่า DEV_REV สำหรับอุปกรณ์แบบ Like
- การสับเปลี่ยนอุปกรณ์ระดับฟิลด์แบบ Equivalent โดยอุปกรณ์แบบ Equivalent มีลักษณะของการทำงานในฟังก์ชันบล็อกตรงกับอุปกรณ์ที่ต้องการสับเปลี่ยน แต่ไม่มีโครงสร้างของ OD (Object Dictionary) ที่แตกต่างจากอุปกรณ์ที่ต้องการสับเปลี่ยน โดยอุปกรณ์แบบ Equivalent ต้องจัดการโครงสร้างของข้อมูลใหม่ นอกจากนั้นจะมี MANUFAC_ID และ DEV_TYPE ที่เหมือนกันแต่จะมี DEV_REV ที่สูงกว่าอุปกรณ์ที่ต้องการสับเปลี่ยนและควรใช้ DD/CFF File ในอุปกรณ์ตัวเดิมมาตั้ง

ค่า DEV_REV สำหรับอุปกรณ์แบบ Equivalent ถึงแม้ว่าระบบโฮสต์จะไม่รับรองในส่วนของ OD index แต่มีการลงรายละเอียดข้อมูลไว้ใน CFF File

- การสับเปลี่ยนอุปกรณ์ระดับฟิลด์แบบ Disparate โดยอุปกรณ์แบบ Disparate เป็นอุปกรณ์ที่แตกต่างกัน และมีการใช้งานฟังก์ชันบล็อกที่ต่างกันเมื่อเทียบกับอุปกรณ์ที่ต้องการสับเปลี่ยนโดยอุปกรณ์แบบ Disparate และอุปกรณ์ที่ต้องการสับเปลี่ยนจะมี MANUFAC_ID และ DEV_TYPE ที่แตกต่างกัน

1.4 ขอบเขตวิทยานิพนธ์

การสับเปลี่ยนอุปกรณ์ฟาวน์เดชันฟิลด์บัส H1 ที่นำเสนอในวิทยานิพนธ์นี้ได้มุ่งเน้นเฉพาะในส่วนการสับเปลี่ยนเครื่องมือวัดเท่านั้น โดยมีการทดสอบวิธีการสับเปลี่ยนทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิที่ติดตั้งในพลานต์โมเดลการควบคุมอุณหภูมิด้วยทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิที่เหมือนและต่างกันเป็นกรณีศึกษา พลานต์โมเดลการควบคุมอุณหภูมิที่ใช้ในกรณีศึกษานี้จะมีการควบคุมแบบ PID (Proportional-Integral-Derivative) ด้วยแนวคิดที่เรียกว่า “Control in the Field” โดยการใช้ฟังก์ชันการควบคุม PID ของตัวอุปกรณ์ระดับฟิลด์ ซึ่งเป็นอีกทางเลือกหนึ่งของผู้ใช้นอกเหนือจากการใช้ฟังก์ชันการควบคุม PID จากตัวควบคุมของระบบโฮสต์ (Host Controller) ดังเช่นระบบดีซีเอสแบบดั้งเดิมโดยทั่วไป

การสับเปลี่ยนทรานสมิตเตอร์ที่ศึกษานี้จะเน้นเฉพาะในกรณีที่มีการใช้งานทรานสมิตเตอร์ในส่วนของการวัดค่าตัวแปรกระบวนการด้วยบล็อกแอนะล็อกอินพุต (Analog Input) เท่านั้น จะไม่รวมถึงในกรณีที่มีการใช้งานฟังก์ชันการควบคุม PID จากตัวทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิ การสับเปลี่ยนอุปกรณ์ที่นำเสนอในวิทยานิพนธ์เล่มนี้มี 4 กรณีด้วยกันคือ

กรณีที่ 1 การสับเปลี่ยนอุปกรณ์ที่เหมือนกันโดยใช้โฮสต์ที่มาจากผู้ผลิตเดียวกันกับอุปกรณ์ที่ต้องการสับเปลี่ยน

กรณีที่ 2 การสับเปลี่ยนอุปกรณ์ที่เหมือนกันโดยใช้โฮสต์ที่มาจากผู้ผลิตต่างกันกับอุปกรณ์ที่ต้องการสับเปลี่ยน

กรณีที่ 3 การสับเปลี่ยนอุปกรณ์ที่ต่างกันโดยใช้โฮสต์ที่มาจากผู้ผลิตเดียวกันกับอุปกรณ์ที่ต้องการสับเปลี่ยน

กรณีที่ 4 การสับเปลี่ยนอุปกรณ์ที่ต่างกันโดยใช้โฮสต์ที่มาจากผู้ผลิตต่างกันกับอุปกรณ์ที่ต้องการสับเปลี่ยน

1.5 รายละเอียดของวิทยานิพนธ์

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้แบ่งเนื้อหาออกเป็น 4 บทด้วยกัน

บทที่ 1 กล่าวถึงความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา ทฤษฎีหรือแนวคิดที่ใช้ในงานวิจัย ขอบเขตวิทยานิพนธ์ และรายละเอียดของวิทยานิพนธ์

บทที่ 2 กล่าวถึงเทคโนโลยีฟาวน์เดชันฟิลด์บัส H1 ช่วงการทำงานของ Node Address และการตั้งค่า PD-Tag รวมทั้ง Node Address ตลอดจน Live List ของอุปกรณ์ฟาวน์เดชันฟิลด์บัสเซกเมนต์ของฟาวน์เดชันฟิลด์บัส H1 รายละเอียดข้อมูลของอุปกรณในเซกเมนต์ รูปแบบการเชื่อมโยงทอพอโลยีแบบต่าง ๆ ลูปควบคุมพีไอดีที่ใช้ในฟาวน์เดชันฟิลด์บัส H1 ฟังก์ชันบล็อกที่ใช้ในลูปควบคุมพีไอดี การเลือกใช้ฟังก์ชันบล็อก PID ภายในอุปกรณ์ระดับฟิลด์ การสับเปลี่ยนอุปกรณ์ระดับฟิลด์

บทที่ 3 กล่าวถึงการสับเปลี่ยนอุปกรณ์ระดับฟิลด์ที่นำเสนอ รายละเอียดพลานต์โมเดลการควบคุมอุณหภูมิ โฮสต์ระบบแบบดีซีเอส อุปกรณ์ฟิลด์บัสที่ใช้ในกรณีศึกษา และขั้นตอนการสับเปลี่ยนทรานสมิตเตอร์ด้วยอุปกรณ์ที่เหมือนและต่างกัน ทั้ง 4 กรณี

บทที่ 4 เป็นบทสรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

ในส่วนสุดท้ายนี้ของวิทยานิพนธ์เป็นส่วนภาคผนวก ก ที่แสดงถึงบทความวิจัยที่ได้รับการตีพิมพ์

บทที่ 2
การสับเปลี่ยนอุปกรณ์ฟาวน์เดชันฟิลด์บัส

2.1 กล่าวนำ

ในบทนี้จะกล่าวถึงหลักการและทฤษฎีต่าง ๆ ตลอดจนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่นำมาใช้เป็นแนวทางในการกำหนดกรณีศึกษาของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ซึ่งประกอบด้วย โมเดลการสื่อสารและรายละเอียดของฟาวน์เดชันฟิลด์บัส H1 เช่น การทำงานของ Physical Layer, Communication Stack, User Layer รายละเอียดอุปกรณ์และการเชื่อมต่อแบบทอพอโลยี (Topology) บนเซกเมนต์ฟิลด์บัส การทำงานของ Function Block ที่สำคัญและการสับเปลี่ยนอุปกรณ์ฟาวน์เดชันฟิลด์บัส และข้อกำหนดของ Host Profile และ Class

2.2 เทคโนโลยีฟาวน์เดชันฟิลด์บัส H1 [8], [9]

โครงสร้างทางกายภาพของฟาวน์เดชันฟิลด์บัสสามารถแบ่งตามอัตราความเร็วในการส่งข้อมูล คือ บัส H1 และ บัส HSE (High Speed Ethernet)

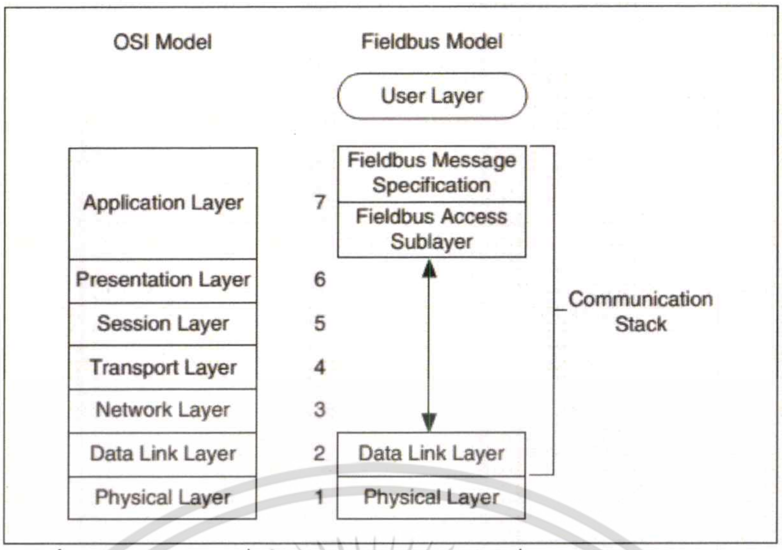
- บัส H1 เป็นการเชื่อมต่ออุปกรณ์ระดับฟิลด์หรืออุปกรณ์ I/O ต่าง ๆ และการเชื่อมต่ออุปกรณ์ระดับฟิลด์เข้ากับระบบโฮสต์
- บัส HSE เป็นการเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ควบคุมในระบบย่อย (Subsystem) โดยผ่านอุปกรณ์เชื่อมต่อ (Linking Device) เครื่องเซิร์ฟเวอร์ (Data Savers) และ Workstation ต่าง ๆ

ฟาวน์เดชันฟิลด์บัส H1 เป็นเทคโนโลยีสำหรับการสื่อสารข้อมูลดิจิตอลที่มีการส่งข้อมูลแบบบิตอนุกรม โดยมีการรับ–ส่งข้อมูลแบบสองทิศทาง และมีการเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่าง ๆ บนเซกเมนต์แบบ Multidrop ฟาวน์เดชันฟิลด์บัสเป็นระบบเปิดสำหรับเครือข่ายทางอุตสาหกรรมอีกรูปแบบหนึ่งที่มีการรับประกันความสามารถในการเชื่อมต่ออุปกรณ์จากหลายแหล่งผู้ผลิตเข้าด้วยกันในระบบเดียวกัน ถ้าอุปกรณ์ต่าง ๆ เหล่านั้นได้รับการรับรองจากองค์กร Fieldbus Foundation

คุณสมบัติที่สำคัญของเทคโนโลยีฟาวน์เดชันฟิลด์บัสคือ

- มีการออกแบบให้ใช้งานในพื้นที่อันตรายได้ โดยมีการป้องกันแบบ Intrinsic Safety
- สามารถจ่ายไฟให้แก่อุปกรณ์ระดับฟิลด์ได้โดยผ่านบัสที่เชื่อมต่อ
- มีการเชื่อมต่อด้วยบัสทอพอโลยีหรือทรีทอพอโลยีเป็นหลัก
- สามารถใช้อุปกรณ์ที่เป็น Master ได้หลายตัว
- สามารถแสดงผลข้อมูลแบบ Dynamic (เช่นเป็นกราฟ หรือ Trend Chart) ได้
- มาตรฐานในการกำหนดรูปแบบ/ข้อกำหนดของบล็อก (Block) ภายในอุปกรณ์ระดับฟิลด์เพื่อให้อุปกรณ์จากต่างผู้ผลิตสามารถทำงานร่วมกันได้
- เป็นระบบเครือข่ายที่ยืดหยุ่นซึ่งมีทางเลือก (Option) ที่หลากหลาย ทั้งที่ขึ้นอยู่กับอุปกรณ์ที่จะนำมาต่อ

เทคโนโลยีฟาวน์เดชันฟิลด์บัส H1 ได้อ้างอิงจากโมเดล OSI (Open System Interconnect) ในระดับชั้น Physical Layer, Datalink Layer และ Application Layer โดยการสื่อสารของเทคโนโลยีฟาวน์เดชันฟิลด์บัสประกอบด้วย Physical Layer, Communication Stack และ User Layer ดังรูปที่ 2.1

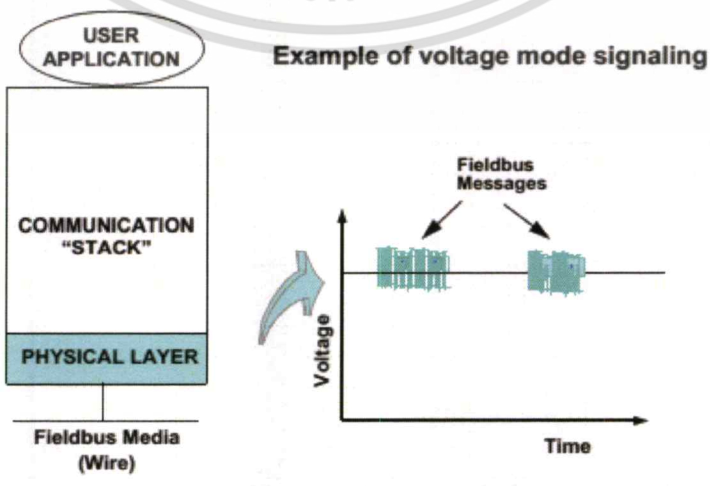


รูปที่ 2.1 โมเดลการสื่อสารของฟิลด์บัส H1 เมื่อเทียบโมเดลของ OSI

จากรูปที่ 2.1 เทคโนโลยีฟาวน์เดชันฟิลด์บัส H1 ไม่มีข้อกำหนดที่เกี่ยวข้องกับการสื่อสารในชั้น Network Layer, Transport Layer, Session Layer, Presentation Layer ของโมเดล OSI โดยชั้นที่ 7 (Application Layer) สามารถแบ่งเป็น 2 ชั้นย่อยคือ Fieldbus Access Sublayer และ Fieldbus Message Specification นอกจากนี้ได้กำหนดชั้น User Layer เพิ่มขึ้นมาซึ่งเป็นชั้นการสื่อสารที่สำคัญสำหรับ Fieldbus Model ของฟิลด์บัส H1

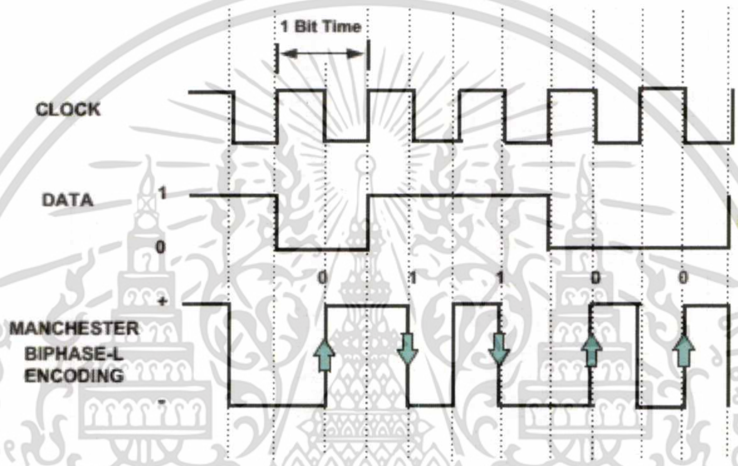
2.2.1 Physical Layer [8], [10]-[11]

Physical Layer เป็นชั้นที่เกี่ยวข้องกับโครงสร้างทางกายภาพของระบบโดยอ้างอิงตามมาตรฐาน IEC/ISA คือ IEC 61158-2 และ ISA S50.02 ในชั้นนี้มีการรับข้อมูลที่ต้องการสื่อสารจาก Communication Stack แล้วเปลี่ยนให้เป็นสัญญาณทางไฟฟ้าดังแสดงในรูปที่ 2.2 โดยมีสัญญาณไฟฟ้า 2 ส่วนคือ ส่วนที่เป็นสัญญาณแรงดันดีซี (DC Voltage) ซึ่งเป็นสัญญาณไฟเลี้ยงสำหรับอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อบนเซกเมนต์ H1 และแรงดันเอซี (AC Voltage) ซึ่งเป็นข้อมูลที่ทำการรับ–ส่งบนเซกเมนต์หรือที่เรียกว่า “Fieldbus Message”



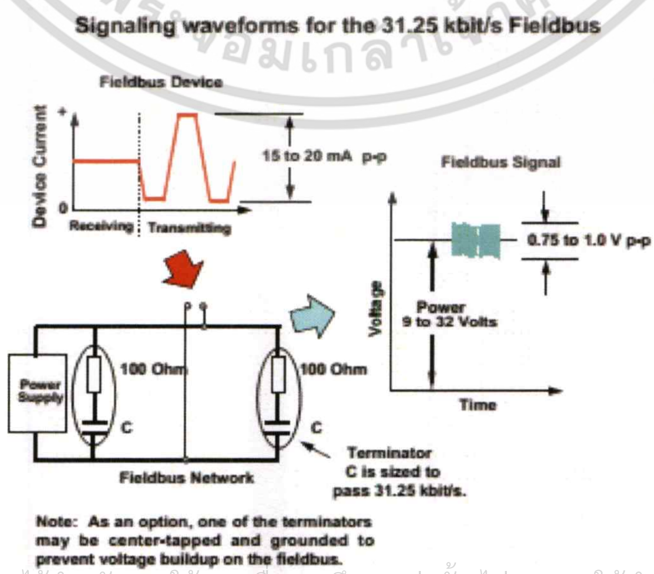
รูปที่ 2.2 สัญญาณทางไฟฟ้าใน Physical Layer

เทคโนโลยีฟาวน์เดชันฟิลด์บัส H1 เป็นการเชื่อมต่ออุปกรณ์ระดับฟิลด์ มีการส่งข้อมูลในลักษณะ Manchester Bus Powered (MBP) ที่มีกระบวนการแปลงหรือเข้ารหัสข้อมูลไบนารีที่เรียกว่า Manchester Encoding ดังแสดงในรูปที่ 2.3 ทำงานที่อัตราการรับ-ส่งข้อมูลเท่ากับ 31.25 kbit/s โดยใช้สายคู่บิดเกลียว (Twisted Pair) เป็นสื่อกลางในการรับ-ส่งข้อมูล ในขณะเดียวกันยังเป็นตัวกลางในการจ่ายกำลังไฟฟ้าไปยังอุปกรณ์ระดับฟิลด์ ค่าแรงดันไฟฟ้าที่ใช้เป็นไฟเลี้ยงอุปกรณ์ระดับฟิลด์ในเซกเมนต์มีค่า 9-32 โวลต์ดีซี นอกจากนี้บัส H1 ถูกออกแบบให้ติดตั้งและใช้งานในพื้นที่อันตราย (Hazardous Area) และพื้นที่การทำงานที่เสี่ยงต่อการเกิดระเบิด (Ex zone 0,1) มีการป้องกันแบบ Intrinsic Safety โดยค่าแรงดันไฟฟ้าที่มาจากแหล่งจ่ายไฟขึ้นอยู่กับพิกัดของอุปกรณ์ป้องกันที่เรียกว่า “Barrier”



รูปที่ 2.3 การส่งข้อมูลแบบ Manchester Encoding บนบัส H1

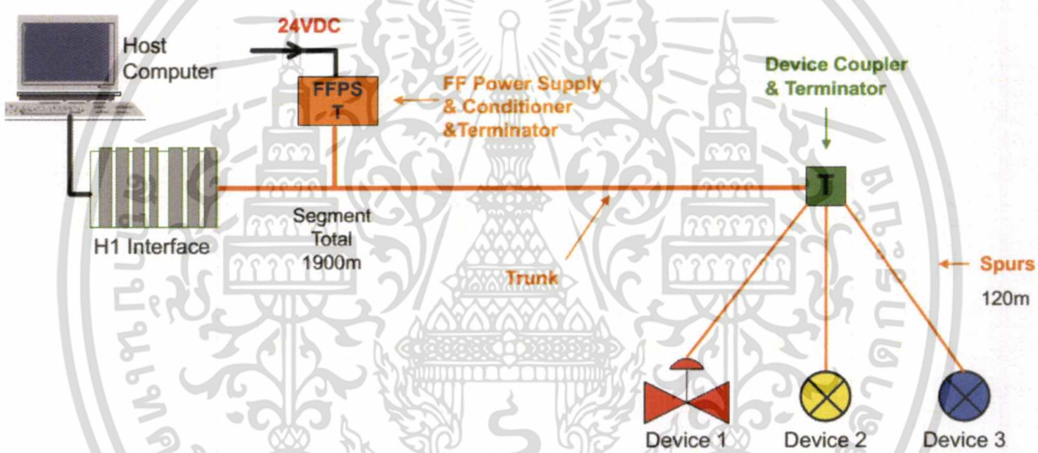
อุปกรณ์ฟิลด์บัสจะส่งกระแสไฟฟ้าขนาด ±10 mA ที่สัญญาณฟิลด์บัสด้วยอัตราการส่งข้อมูล 31.25 kbit/s เข้าไปที่ภาระโหลดมีความต้านทานขนาด 50 Ω เพื่อสร้างแรงดันไฟฟ้า 1.0 V_{p-p} ไปพร้อมกับแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายออกมาจากแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง (DC Supply) ดังแสดงในรูปที่ 2.4



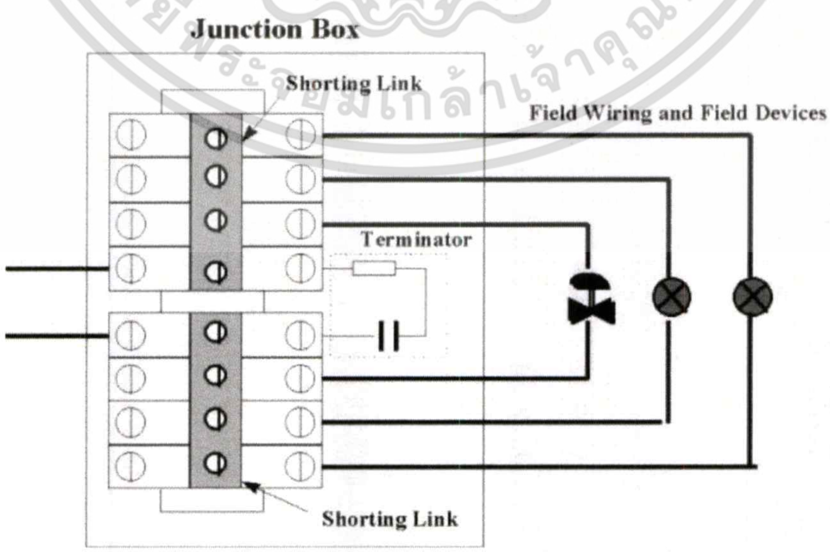
รูปที่ 2.4 รูปสัญญาณต่าง ๆ บนบัส H1

การใช้งานอุปกรณ์ระดับฟิลด์ที่มีการป้องกันแบบ Intrinsic Safety โดยองค์กร Fieldbus Foundation ได้รับรองการออกแบบใช้งานทั้งแบบ Entity Model และ FISCO (Fieldbus Intrinsically Safe Concept) แต่ไม่แนะนำให้ออกแบบใช้งานร่วมกันทั้ง 2 แบบ

การเชื่อมต่ออุปกรณ์ระดับฟิลด์ต่าง ๆ บนบัส H1 โดยทั่วไป รูปแบบการเชื่อมต่อทอพอโลยีจะเป็นแบบบัส (Bus Topology) ที่มีสายเส้นหนึ่งทำหน้าที่เป็นแกนหลักสำหรับการเชื่อมต่ออุปกรณ์ทั้งหมดหรือที่เรียกว่าสายหลัก (Main Run หรือ Trunk) และมีเทอร์มิเนเตอร์ (Terminator) 2 ตัว ต่อเข้าที่ปลายของสายหลักในแต่ละเซกเมนต์ (Segment) โดยเทอร์มิเนเตอร์ตัวหนึ่งจะอยู่ในห้องควบคุม (Control Room) ส่วนอีกตัวหนึ่งจะอยู่ในกล่องต่อสาย (Junction Box หรือ Device Coupler) ในฟิลด์ โดย Junction Box ถูกใช้เป็นอุปกรณ์เชื่อมต่อเพื่อแยกสายต่อย่อยจะได้รูปแบบการเชื่อมต่อแบบทรีทอพอโลยี (Tree Topology) ดังแสดงในรูปที่ 2.5 โดยสายที่ใช้ต่อแยกจาก Junction Box ไปยังตัวอุปกรณ์จะเรียกว่าสายย่อย (Spur) โดยความยาวของ Spur ยิ่งสั้นยิ่งดี ในรูปที่ 2.6 แสดงโครงสร้างภายในกล่องต่อสาย



รูปที่ 2.5 การเชื่อมต่ออุปกรณ์ระดับฟิลด์ต่าง ๆ บนบัส H1 แบบทรีทอพอโลยี



รูปที่ 2.6 โครงสร้างภายในกล่องต่อสาย (Junction Box)

ในตารางที่ 2.1 แสดงถึงความยาวของ Spur ที่สามารถใช้ได้ โดยขึ้นอยู่กับอุปกรณ์ต่อร่วมใน Junction Box เดียวกัน และตารางที่ 2.2 แสดงชนิดของสายและความยาวสูงสุด (ต่อเซกเมนต์โดยไม่ใช้อุปกรณ์ Repeater) โดยความยาวสูงสุดนี้นับรวมกับความยาวของ Spur ทั้งหมดด้วย ตัวอย่างเช่น ถ้าใช้สาย Type A ความยาวของบัส H1 ใน 1 เซกเมนต์ยาวได้ 1900 เมตร ถ้าใช้อุปกรณ์ Repeater จำนวน 4 ตัว จะได้ความยาวสูงสุดของบัส H1 เป็น 5 เท่าของเซกเมนต์ จะเท่ากับมีความยาวทั้งหมด 9500 เมตร

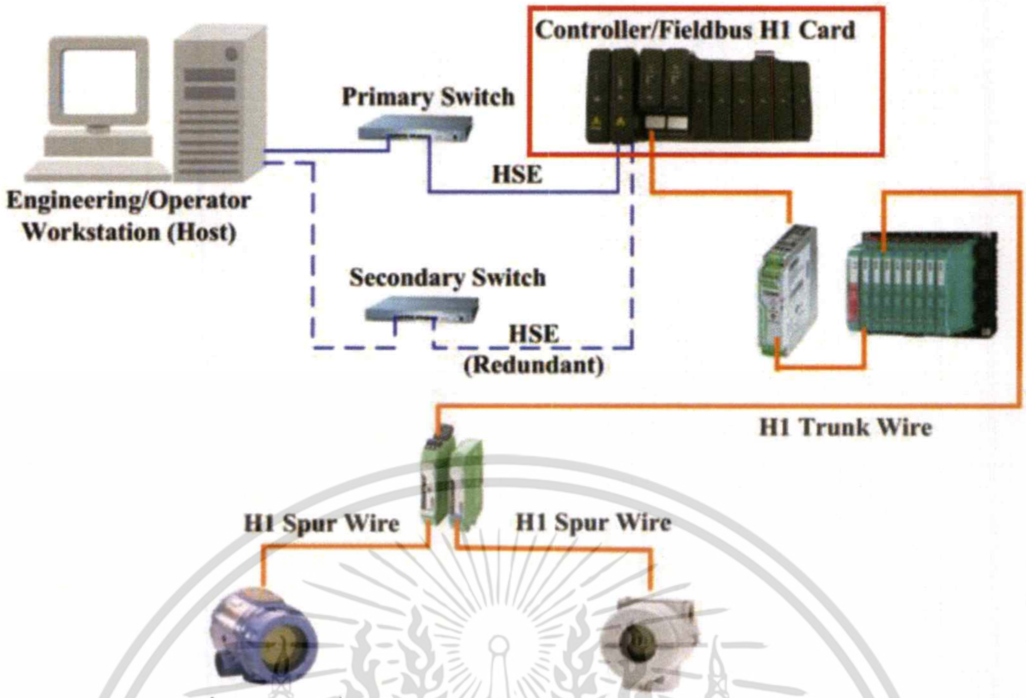
ตารางที่ 2.1 ความยาวของสายย่อย (Spur)

No. of device	1 Device per Spur	2 Device per Spur	3 Device per Spur	4 Device per Spur
25-32	1 m	1 m	1 m	1 m
19-24	30 m	1 m	1 m	1 m
15-18	60 m	30 m	1 m	1 m
13-14	90 m	60 m	30 m	1 m
1-12	120 m	90 m	60 m	30 m

ตารางที่ 2.2 ชนิดของสายและความยาวสูงสุด

	Type A	Type B	Type C	Type D
รายละเอียดของสาย	Shield twisted pair	Single or multi-twisted pair with an overall shield	Multi-twisted pair without shield	Multi-core, without twisted pair, without shield
ขนาด	0.8 mm^2 (AWG 18)	0.32 mm^2 (AWG 22)	0.13 mm^2 (AWG 26)	1.25 mm^2 (AWG 16)
ความยาวสูงสุด (วัดรวม Spur)	1900 m	1200 m	400 m	200 m

การเชื่อมต่อของเทคโนโลยีฟาวน์เดชันฟิลด์บัสอีกแบบหนึ่ง คือ การเชื่อมต่อบนบัส HSE เป็นบัสที่มีอัตราเร็วในการส่งข้อมูลถึง 100 Mb/s เหมาะสำหรับการเชื่อต่ออุปกรณ์ต่าง ๆ บนระดับโฮสต์ (Host) ที่เป็นแกนหลักในการควบคุม ซึ่งมีข้อกำหนดตามมาตรฐาน Ethernet (IEEE 802.3) และถูกออกแบบให้รองรับกับการเชื่อมต่อกับระบบย่อย (Subsystem) เครื่องเซอร์ฟเวอร์ (Data Savers) และ Workstation ต่าง ๆ สำหรับการเชื่อมต่อบัส H1 เข้ากับบัส HSE ซึ่งมีอัตราการส่งข้อมูลที่แตกต่างกัน จะต้องใช้อุปกรณ์การเชื่อมต่อโดยเฉพาะเรียกว่า Linking Device หรือ Fieldbus Interface Module หรือ Fieldbus H1 Card ดังรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.7 การเชื่อมต่อเครือข่ายอุปกรณ์บนบัส H1 เข้ากับ HSE

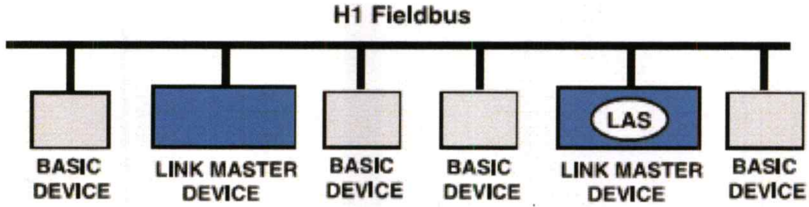
2.2.2 H1 Communication Stack [7], [10]

ในชั้นการสื่อสารของ Communication Stack เป็นส่วนที่ใช้ในการสื่อสารกันระหว่าง Physical Layer และ User Layer ประกอบด้วย 3 ส่วนดังนี้

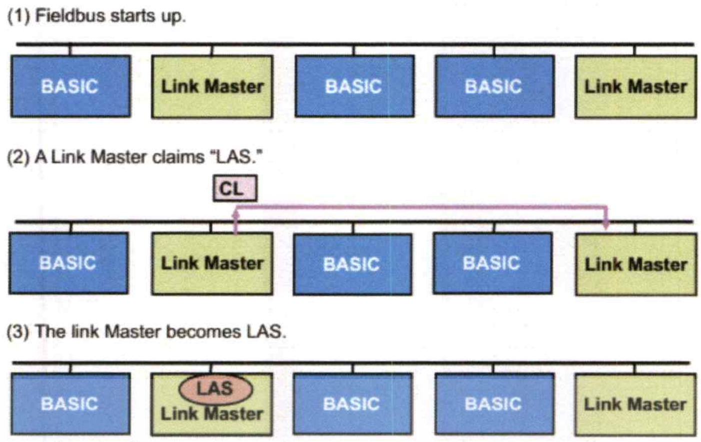
- Data Link Layer (DLL)
- Fieldbus Access Sublayer (FAS)
- Fieldbus Message Specification (FMS)

Data Link Layer เป็นชั้นที่ใช้ในการควบคุมการรับส่งข้อมูลในระบบฟาวน์เดชันฟิลด์บัส โดยใช้อุปกรณ์ที่เรียกว่า LAS (Link Active Scheduler) มาควบคุมตารางเวลาการรับ–ส่งข้อมูลของอุปกรณ์ฟิลด์บัสบนเซกเมนต์ H1 (ที่เรียกว่า Macrocycle) ซึ่งมีการแบ่งอุปกรณ์ฟิลด์บัส H1 เป็น 3 ประเภท (แสดงได้ในรูปที่ 2.8) คือ

- อุปกรณ์ประเภท Link Master (LM) เป็นอุปกรณ์ที่มีคุณสมบัติในการทำหน้าที่เป็น LAS ได้
- อุปกรณ์ประเภท Basic เป็นอุปกรณ์ที่ไม่มีคุณสมบัติในการทำหน้าที่เป็น LAS ได้
- อุปกรณ์ประเภท Bridge (หรือ Linking Device) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ทำหน้าที่เชื่อมโยงเครือข่าย H1 เข้ากับ HSE



รูปที่ 2.8 ชนิดอุปกรณ์ในชั้น Data Link Layer



รูปที่ 2.9 ขั้นตอนของ Link Master ในการทำหน้าที่เป็น LAS

Link Active Scheduler (LAS) จะเป็นตัวควบคุมตารางเวลาสำหรับการสื่อสารข้อมูลในระบบว่าเมื่อใด ข้อมูลใด จะถูกส่งออกไป ในฟิลด์บัสลิงค์หรือเครือข่ายฟิลด์บัส H1 โดยมีอุปกรณ์ประเภท LM ตัวเดียวเท่านั้นที่ทำหน้าที่ LAS โดยอุปกรณ์ LM ตัวอื่นจะมีการสำรอง (Back up) การทำงานของ LAS ในกรณีที่อุปกรณ์ LM ถูกกำหนดให้ทำหน้าที่ LAS ไม่สามารถทำงานได้ขณะนั้น อุปกรณ์ LM ที่มี Node Address น้อยที่สุดทำหน้าที่เป็น LAS แทน ดังแสดงในรูปที่ 2.9 ซึ่งเป็นกรณีที่มีอุปกรณ์ประเภท LM มากกว่า 2 ตัวในเซกเมนต์เดียวกัน

Range of Node Address [6] การเชื่อมต่ออุปกรณ์ฟาวน์เดชันฟิลด์บัส H1 เข้าไปในเซกเมนต์จำเป็นต้องกำหนด PD-Tag และ Node Address ของอุปกรณ์ทุกตัว ยกเว้นอุปกรณ์แบบ Passive เช่น Terminators หรือ Power Supply/Power Conditioner เป็นต้น การกำหนด PD-Tag สำหรับอุปกรณ์เป็นการกำหนดตัวอักษรและตัวเลขไม่เกิน 32 ตัว ให้กับอุปกรณ์ โดยสามารถใช้ขีดล่างคั่นระหว่างตัวอักษรกับตัวเลขได้ เช่น TIT_501 หรือ DIY_501 เป็นต้น ส่วน Node Address เป็นการระบุค่าแอดเดรสให้กับอุปกรณ์เพื่อใช้สำหรับการสื่อสารบนเครือข่ายฟาวน์เดชันฟิลด์บัส H1 เนื่องจาก PD-Tag มีขนาดข้อมูลใหญ่ ระบบโฮสต์จึงใช้ค่าของ Node Address ที่ได้ระบุไว้ที่อุปกรณ์มาใช้ในการสื่อสารแทนการใช้ PD-Tag ซึ่งเทคโนโลยีฟาวน์เดชันฟิลด์บัส H1 มีการกำหนดช่วงแอดเดรสที่ใช้อ้างอิงในการกำหนดค่าแอดเดรสของอุปกรณ์ ดังรูปที่ 1.1 และสรุปในตารางที่ 2.3 โดยแอดเดรสที่ใช้จะเริ่มจาก 0 ถึง 255 ซึ่งสามารถแบ่งช่วงแอดเดรสได้ดังนี้ ช่วงแอดเดรส 0-15 ไม่มีการใช้งานสำหรับระบุแอดเดรสของอุปกรณ์ ช่วงแอดเดรส 16–247 สามารถกำหนดแอดเดรสของอุปกรณ์แบบ Bridge, Link Master และ Basic ช่วงแอดเดรสนี้เป็นแอดเดรสที่อุปกรณ์สามารถใช้เครือข่ายฟิลด์บัส H1 ในการสื่อสารได้ ส่วนค่าแอดเดรสในช่วง 248–251 เรียกว่า Default Address เป็นแอดเดรสที่อุปกรณ์ไม่สามารถใช้เครือข่ายฟิลด์บัส H1 ในการสื่อสารได้ โดยนิยมใช้ในการกำหนดเป็นค่าแอดเดรสของอุปกรณ์สำรองและใช้สำหรับอุปกรณ์ที่ถูก Cleared Address (การย้ายแอดเดรสของอุปกรณ์ที่อยู่ในช่วง 20–247 มาอยู่ในช่วง 248-251) ช่วงแอดเดรสสุดท้ายตั้งแต่ 252-255 เป็นช่วงแอดเดรสสำหรับการเชื่อมต่ออุปกรณ์แบบ Temporary เช่น เครื่องมือที่ใช้ในการกำหนดตั้งค่าแบบใช้มือถือ (Handheld Configuration Tool) หากมีการกำหนดแอดเดรสอุปกรณ์อยู่ในช่วง Unused จะไม่สามารถใช้อุปกรณ์สื่อสารบนเครือข่ายฟิลด์บัสได้ และตารางที่ 2.4 ได้แสดงพารามิเตอร์ V(FUN) และ V(NUN) ที่จะถูกระบุแอดเดรสจาก

ตารางที่ 2.3 ช่วงแอดเดรสสำหรับอุปกรณ์แต่ละประเภทบนฟิลด์บัสลิงค์

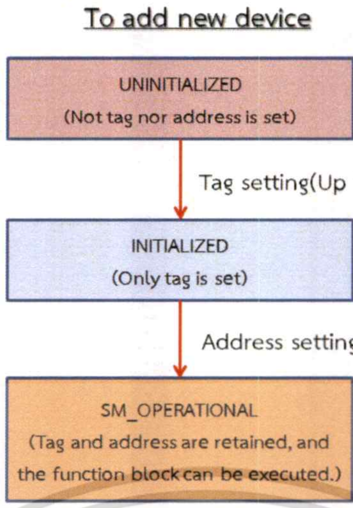
Node address range in fieldbus link	Device class
20 – V(NUN)	ช่วงแอดเดรสสำหรับอุปกรณ์แบบ Link Master
V(FUN)+V(NUN) - 247	ช่วงแอดเดรสสำหรับอุปกรณ์แบบ BASIC
248 – 251	Default Address สำหรับอุปกรณ์ที่ถูก Cleared Address
252 - 255	ช่วงแอดเดรสสำหรับ Temporary Device เช่น Handheld Configuration

ตารางที่ 2.4 การตั้งค่าพารามิเตอร์ในช่วงแอดเดรสที่อ้างอิง

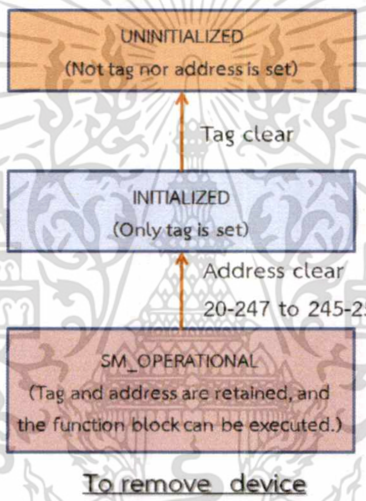
Symbol	Parameters	Description
V(FUN)	First Unpolled Node	พารามิเตอร์ที่ถูกกำหนดขึ้นเพื่อป้องกันไม่ให้ LAS เสียเวลาในการ Polling ใน Node Address ที่ไม่ใช้
V(NUN)	Number of consecutive Unpolled Node	พารามิเตอร์ที่ระบุจำนวน Node Address ที่ไม่ใช้ในแอดเดรสที่ Live List เริ่มตั้งแต่ V(FUN)

บริษัทผู้ผลิตระบบโฮสต์เพื่อให้มีการใช้ช่วงแอดเดรสสำหรับอุปกรณ์ที่ใช้ในการสื่อสารแคบลง ทำให้ LAS สามารถประมวลผลในการอัพสถานะ Live List ได้เร็วมากขึ้น โดยแอดเดรสตั้งแต่ V(FUN) ถึง V(FUN)+V(NUN) ไม่สามารถกำหนดแอดเดรสของอุปกรณ์ที่ใช้ในการสื่อสารบนเครือข่ายฟาวน์เดชันฟิลด์บัส H1

Setting of Tags and Addresses [6] การสับเปลี่ยนอุปกรณ์ฟาวด์เดชันฟิลด์บัสมีขั้นตอนดีคอมมิชชัน (Decommission) และ คอมมิชชัน (Commission) อุปกรณ์ฟาวน์เดชันฟิลด์บัสนั้นต้องมีการตั้งค่าในส่วนของ PD-Tag และ Node Address ของอุปกรณ์ ซึ่งมีสถานะของอุปกรณ์ 3 สถานะ คือ UNINITIALIZED, INITIALIZED และ SM_OPERATIONAL การเพิ่มอุปกรณ์ฟาวน์เดชันฟิลด์บัสสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2.10 โดยที่อุปกรณ์ที่ยังไม่เคยถูกเชื่อมต่อในเซกเมนต์จะมี PD-Tag ซึ่งแสดงในลักษณะของ Device ID ของอุปกรณ์และจะถูกกำหนดค่าแอดเดรสให้อยู่ในช่วง Default Address (248–251) โดยบริษัทผู้ผลิต ซึ่งเป็นช่วงแอดเดรสของอุปกรณ์ที่ไม่สามารถสื่อสารบนเครือข่ายฟิลด์บัสได้ ดังนั้นจึงต้องตั้งค่า PD-Tag และ Address ใหม่ ในสถานะ UNINITIALIZED จะไม่มีการตั้งค่า PD-Tag และ Address ส่วนในสถานะ INITIALIZED อุปกรณ์จะถูกตั้งค่าเฉพาะ PD-Tag นอกจากนี้จะมีการตั้งค่าแอดเดรสในช่วงที่อุปกรณ์สามารถสื่อสารบนเครือข่ายฟาวน์เดชันฟิลด์บัสได้ (20-247) ที่สถานะ SM_OPERATIONAL ทำให้สถานะนี้อุปกรณ์ที่ต่อเพิ่มเข้ามาใหม่ในเซกเมนต์จะมี PD-Tag และ Address ที่ตั้งค่าเรียบร้อยแล้วซึ่งเป็นการสิ้นสุดของการคอมมิชชันนิง โดยอุปกรณ์ตัวใหม่เข้าสู่ Live List ของ LAS ส่วนการปลดอุปกรณ์ฟาวน์เดชันฟิลด์บัส H1 ออกจากเซกเมนต์สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2.11 โดยเริ่มจากอุปกรณ์จะอยู่ในสถานะ SM_OPERATIONAL ที่ถูกตั้งค่า PD-Tag และ Address แล้ว ดังนั้นจะต้องทำการ Cleared Address คือการย้ายแอดเดรสของอุปกรณ์จากช่วงแอดเดรสที่อุปกรณ์ใช้ในการสื่อสาร (20-247) ไปอยู่ในช่วง (248 -251) ทำให้อุปกรณ์ไม่สามารถใช้เครือข่าย H1 ในการสื่อสารได้ซึ่งจัดว่าเป็นอุปกรณ์สำรอง เมื่อย้ายแอดเดรสอุปกรณ์แล้วจะอยู่ใน



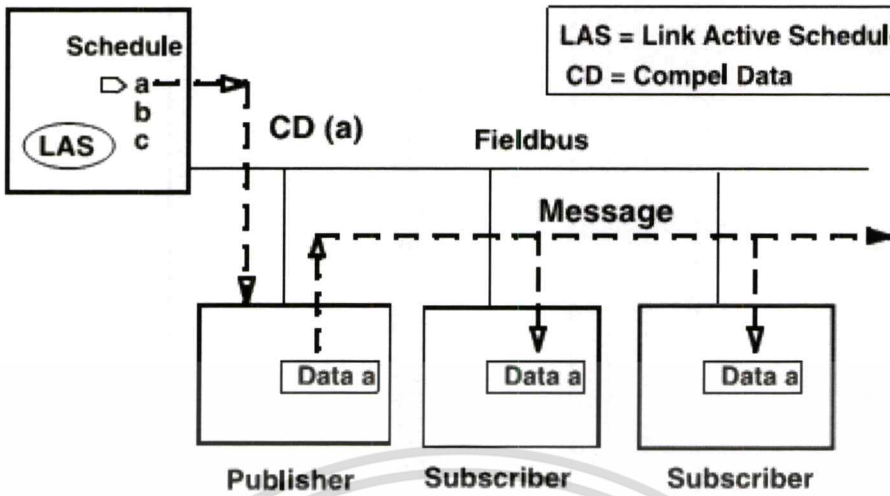
รูปที่ 2.10 การตั้งค่า PD-Tag และ Address สำหรับการเพิ่มอุปกรณ์เข้ามาในเซกเมนต์



รูปที่ 2.11 การเคลียร์ค่า PD-Tag และ Address สำหรับการปลดอุปกรณ์ออกจากเซกเมนต์

สถานะ INITIALIZED แต่ตัวอุปกรณ์ยังมีส่วนของ PD-Tag หลังจากนั้นอุปกรณ์จะถูกเคลียร์ PD-Tag ในสถานะสุดท้าย UNINITIALIZED ทำให้อุปกรณ์แสดง Tag เป็น Device ID ซึ่งเป็นการสิ้นสุดของการดีคอมมิชชัน

Live List Maintenance [10] เป็นการรักษารายการอุปกรณ์ฟิลด์บัส H1 ที่สามารถใช้บัสในการสื่อสารได้ โดย LAS จะทำหน้าที่ในการตรวจสอบ “Live List” ในช่วงแอดเดรส 20–247 ว่ามีการระบุค่าแอดเดรสในช่วงนี้สำหรับอุปกรณ์ฟิลด์บัส H1 หรือไม่ โดย LAS จะส่งข้อมูลคำสั่งที่เรียกว่า “Probe Node (PN)” ไปยังแต่ละแอดเดรส ถ้ามีอุปกรณ์ฟิลด์บัส H1 ใช้ค่าแอดเดรสนั้นในการระบุตัวตน อุปกรณ์นั้นจะมีการส่งข้อมูลที่เรียกว่า “Probe Response (PR)” กลับมายัง LAS ทำให้ LAS ทราบว่าแอดเดรสนั้นถูกระบุใช้งานและอุปกรณ์ถูกนับรวมใน Live List แต่ถ้าแอดเดรสใดไม่มีการส่งคำสั่ง PR กลับมายัง LAS หลังจากที่ LAS ได้ทำการส่งคำสั่ง PT อย่างต่อเนื่องติดกัน 3 ครั้ง ค่าแอดเดรสนั้นจะไม่อยู่ใน Live List จากการทำงานของ LAS ในการตรวจเช็ค Live List นี้เอง ทำให้ผู้ใช้งานสามารถต่ออุปกรณ์ใหม่เพิ่มเข้าไปในเซกเมนต์หรือปลดอุปกรณ์ที่ติดตั้งอยู่แล้วออกจากเซกเมนต์ได้ในขณะที่ระบบกำลังทำงานอยู่ โดยที่ LAS จะมีอัพเดทข้อมูลของ Live List ตลอดเวลา

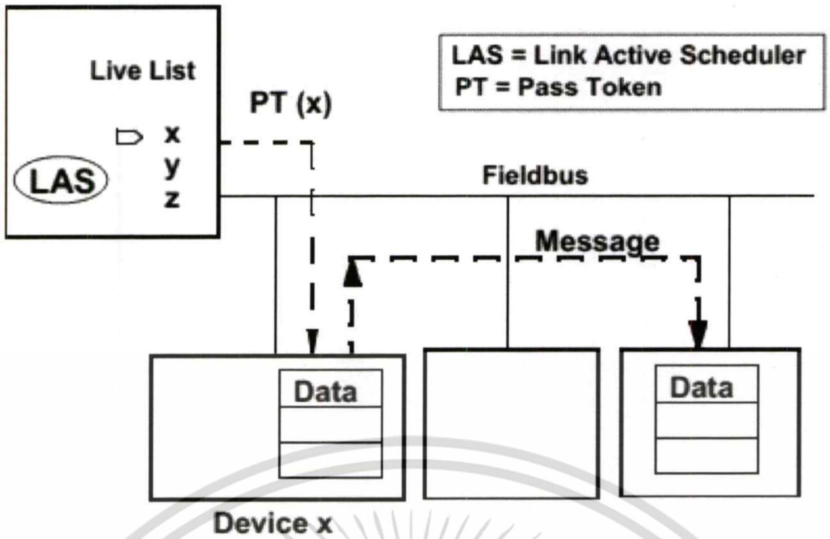


รูปที่ 2.12 การรับส่งข้อมูลแบบ Scheduled Communication

การสื่อสารข้อมูลในเซกเมนต์ H1 จะถูกควบคุมด้วย LAS โดยอุปกรณ์ที่อยู่ใน Live List เท่านั้นที่สามารถทำการรับ-ส่งข้อมูลได้ ถ้าพิจารณาในเรื่องกำหนดการเวลาในการรับ-ส่งข้อมูล สามารถแบ่งประเภทการสื่อสารข้อมูลบนเครือข่ายฟิลด์บัส H1 ได้ 2 ประเภท คือ Scheduled Communication และ Unscheduled Communication ดังแสดงในรูปที่ 2.12 และ 2.13 ตามลำดับ โดยที่

- Scheduled Communication เป็นการสื่อสารข้อมูลที่ถูกกำหนดเวลาไว้แน่นอนว่าจะมีการรับ-ส่งข้อมูลเกิดขึ้นเมื่อใด โดยการสื่อสารประเภทนี้จะใช้สำหรับการรับ-ส่งข้อมูลระหว่างฟังก์ชันบล็อกที่อยู่ต่างอุปกรณ์กัน เช่น ค่าตัวแปรกระบวนการที่ตรวจวัดได้โดยใช้ฟังก์ชันบล็อก Analog Input (AI) ที่อยู่ภายในทรานสมิตเตอร์ถูกส่งไปยังฟังก์ชันบล็อกพีไอดีที่อยู่ภายในตัวควบคุมของระบบโฮสต์ (Host Controller) เป็นต้น ดังนั้นการที่ผู้ใช้งานดำเนินการสร้างลูปควบคุมโดยใช้ฟังก์ชันบล็อกของอุปกรณ์ฟิลด์บัส H1 จะเป็นการกำหนดตารางเวลาในการสื่อสารสำหรับ Scheduled Communication ด้วย นั่นหมายความว่าตารางเวลาในการสื่อสาร (หรือที่เรียกว่า Macrocycle) จะมีความสัมพันธ์กับรูปแบบการควบคุมและการเลือกกำหนดใช้ฟังก์ชันบล็อกจากอุปกรณ์ฟิลด์บัส H1 จากรูปที่ 2.12 เมื่อถึงกำหนดเวลาที่อุปกรณ์ใดต้องมีการรับ-ส่งข้อมูลแบบ Scheduled Communication แล้ว LAS จะส่งข้อมูลคำสั่งที่เรียกว่า “Compel Data (CD)” ไปยังอุปกรณ์ตัวนั้น (เช่น อุปกรณ์ a) จากนั้นอุปกรณ์ที่ได้รับคำสั่ง CD ซึ่งถูกเรียกว่า “Publisher” จะส่งข้อมูลไปยังอุปกรณ์อื่น ๆ ที่ถูกกำหนดไว้ให้รับข้อมูลนี้ โดยอุปกรณ์ที่ได้รับข้อมูลนี้จะถูกเรียกว่า “Subscriber”

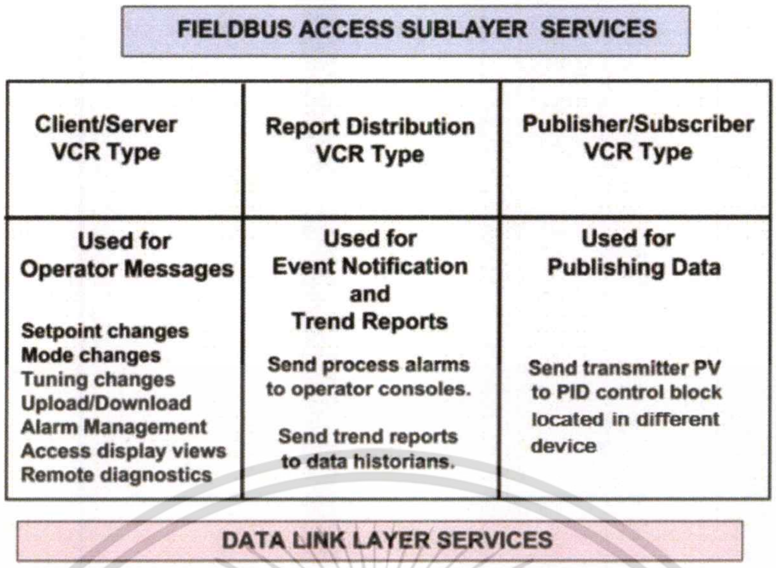
- Unscheduled Communication เป็นการสื่อสารข้อมูลที่ไม่ได้ถูกกำหนดเวลาในการรับ-ส่งข้อมูลที่แน่นอน โดยการสื่อสารประเภทนี้ขึ้นอยู่กับสถานการณ์ เช่น การส่งสัญญาณแจ้งเตือน (Alarm) จากตัวอุปกรณ์ไปยังระบบโฮสต์ หรือ การเปลี่ยนค่าเซตพอยต์ในการควบคุมโดยผู้ใช้งาน (หรือ Operator) เป็นต้น การรับ-ส่งข้อมูลแบบ Unscheduled Communication จะเกิดขึ้นในเวลาที่ไม่มีการรับ-ส่งข้อมูลแบบ Scheduled Communication โดยมี LAS เป็นผู้ควบคุมการสื่อสาร ซึ่งอุปกรณ์ฟิลด์บัส H1 ทุกตัวที่อยู่ใน Live List จะผลัดเปลี่ยนหมุนเวียนกันในการส่งข้อมูล ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับ LAS โดยทั่วไป LAS จะเรียงลำดับอุปกรณ์ต่าง ๆ ใน Live List ตามค่าแอดเดรสที่กำหนดให้แก่อุปกรณ์นั้น ๆ ด้วยการเรียงจากน้อยไปหามาก (ดูรูปที่ 2.13) เช่น LAS จะส่งข้อมูลคำสั่ง



รูปที่ 2.13 การรับส่งข้อมูลแบบ Unscheduled Communication

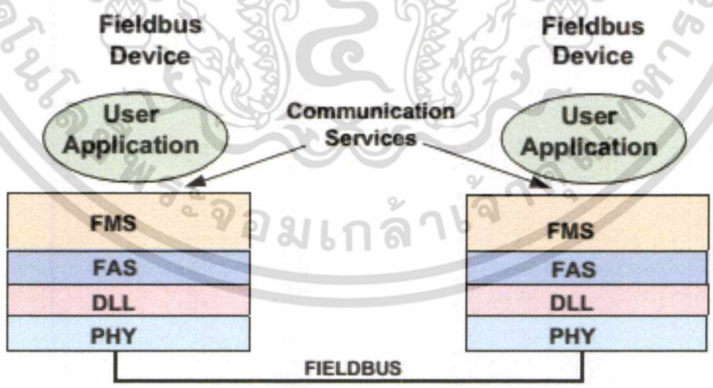
ที่เรียกว่า “Pass Token (PT)” ให้แก่อุปกรณ์ x เมื่ออุปกรณ์ x ได้รับคำสั่ง PT จะทำการส่งข้อมูลไปยังอุปกรณ์อื่น ๆ ที่ต้องการให้รับข้อมูล (ซึ่งอาจเป็นแค่อุปกรณ์ตัวเดียวหรืออุปกรณ์หลายตัวก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับข้อมูลที่ต้องการส่ง) หลังจากที่อุปกรณ์ x เสร็จสิ้นการส่งข้อมูลแล้วจะส่งข้อมูลคำสั่ง “Return Token (RT)” มายัง LAS เมื่อ LAS พิจารณาเห็นว่ายังไม่ถึงกำหนดเวลาที่จะมีการสื่อสารแบบ Scheduled Communication และเหลือเวลามากพอที่จะให้มีการสื่อสารแบบ Unscheduled Communication แล้ว LAS จะส่งคำสั่ง PT ไปยังอุปกรณ์ถัดไปใน Live List เช่น อุปกรณ์ y เป็นต้น

Fieldbus Access Sublayer (FAS) เป็นการกำหนดรูปแบบของ VCR (Virtual Communication Relationship) ให้สอดคล้องกับข้อมูลที่ต้องการส่ง (ที่ระบุไว้ใน Fieldbus Message Specification) และประเภทของการสื่อสาร (ที่กำหนดไว้ใน Data Link Layer ว่าเป็น Scheduled Communication หรือ Unscheduled Communication) โดยรูปแบบของ VCR คล้ายกับรูปแบบของการใช้โทรศัพท์ เช่น การโทรศัพท์ระหว่างบุคคลหรือการโทรศัพท์ประชุม 3 สาย ทางองค์กร Fieldbus Foundation ได้กำหนดรูปแบบของ VCR เป็น 3 ชนิด คือ Client/Server VCR, Report Distribution VCR และ Publisher/Subscriber VCR ดังรายละเอียดที่สรุปโดยย่อแสดงในรูปที่ 2.14

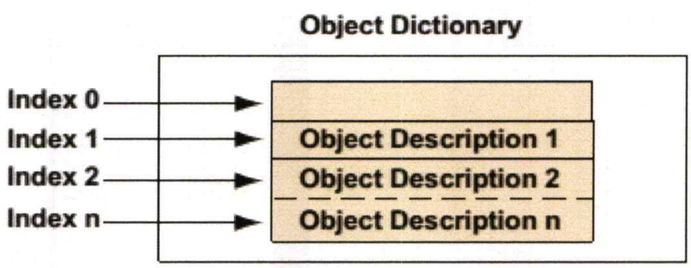


รูปที่ 2.14 รายละเอียดของ VCR แต่ละชนิดโดยย่อ

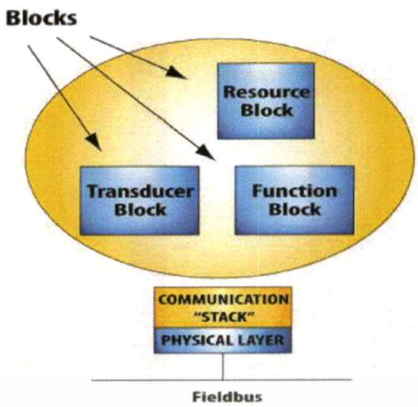
Fieldbus Message Specification (FMS) เป็นตัวที่ใช้ในการกำหนดรายละเอียดของการให้บริการสำหรับการแลกเปลี่ยนข้อมูล (Communication Service) รูปแบบของข้อมูล (Massage Formats) และคุณสมบัติของโปรโตคอลที่ต้องการเพื่อสร้างข้อความสำหรับ User Application แสดงดังรูปที่ 2.15 โดยวิธีการรับ-ส่งข้อมูลบนบัส H1 เป็นวิธีการของโปรโตคอลแบบออปเจค (Object Oriented Protocol) ข้อมูลต่าง ๆ ภายในอุปกรณ์ฟาวน์เดชันฟิลด์บัส H1 จะอยู่ในรูปแบบของออปเจค ที่เรียกว่า Object Description และมีการนำเอา Object Description หลาย ๆ ตัวมารวบรวมเก็บไว้ด้วยกันเรียกโครงสร้างนี้ว่า OD (Object Dictionary) ดังแสดงในรูปที่ 2.16



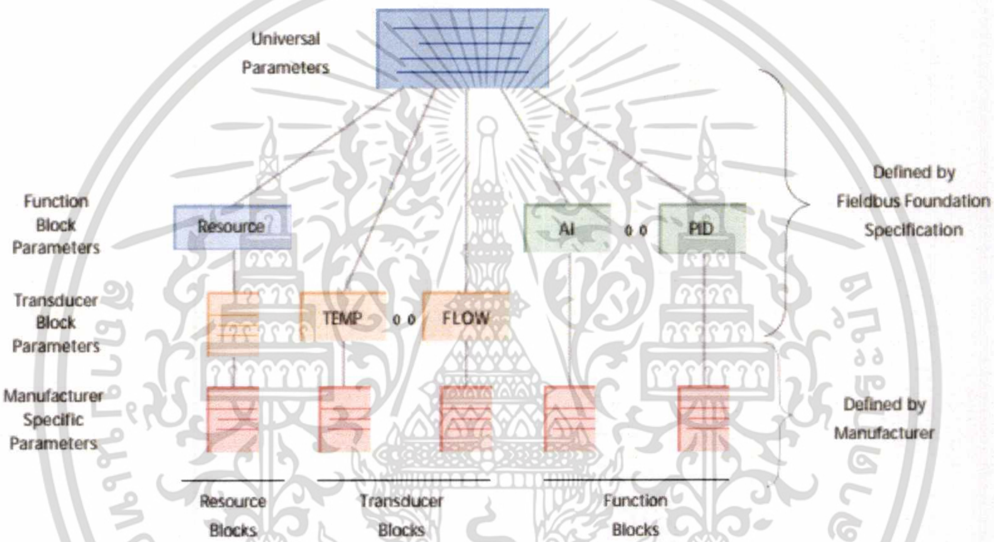
รูปที่ 2.15 FMS ถูกใช้สำหรับ Communication Services



รูปที่ 2.16 โครงสร้างของ OD (Object Dictionary)



รูปที่ 2.17 บล็อกต่าง ๆ ในชั้น User Layer



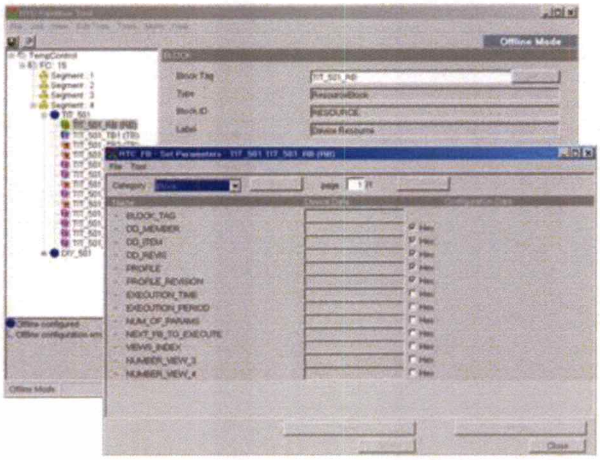
รูปที่ 2.18 โครงสร้างของอุปกรณ์ที่ใช้เป็นมาตรฐานสำหรับอุปกรณ์ฟาวน์เดชันฟิลด์บัส

2.2.3 User Layer [9], [10]

การทำงานของชั้น User Layer ไม่ได้ถูกกำหนดใน OSI Model แต่เทคโนโลยีฟาวน์เดชันฟิลด์บัสกำหนดไว้ใน Fieldbus Model และได้กำหนดการทำงานของบล็อก (Blocks) ไว้ 3 ชนิดด้วยกัน คือ Resource Block, Transducer Block และ Function Block ดังแสดงรูปที่ 2.17 และในรูปที่ 2.18 แสดงโครงสร้างของอุปกรณ์ที่ใช้เป็นมาตรฐานสำหรับอุปกรณ์ฟาวน์เดชันฟิลด์บัส โดยองค์กร Fieldbus Foundation ได้มีข้อกำหนดที่เป็นมาตรฐานเกี่ยวกับโครงสร้าง ชื่อ และชนิดของพารามิเตอร์ของบล็อกต่าง ๆ ภายในอุปกรณ์เพื่อให้บริษัทผู้ผลิตสามารถกำหนดพารามิเตอร์เพิ่มได้เพื่อรองรับฟังก์ชัน เฉพาะของแต่ละบริษัท

- รีซอร์สบล็อก (Resource Block)

รีซอร์สบล็อกเป็นบล็อกที่แสดงคุณสมบัติต่าง ๆ ของอุปกรณ์ระดับฟิลด์ในแต่ละตัว เช่น ชื่ออุปกรณ์ บริษัทผู้ผลิต และหมายเลข (Serial Number) ของอุปกรณ์ระดับฟิลด์ โดยแต่ละอุปกรณ์จะมีรีซอร์สบล็อกเพียงแค่บล็อกเดียวเท่านั้น ดังแสดงในรูปที่ 2.19

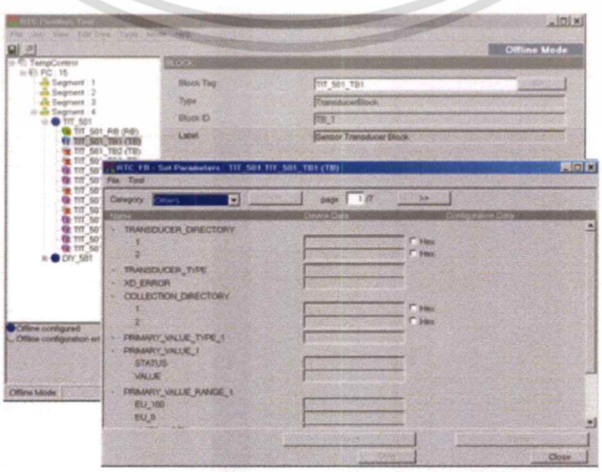


รูปที่ 2.19 ตัวอย่างตำแหน่งของรีซอร์สบล็อกในอุปกรณ์ฟิลด์บัส H1

เพื่อทำให้บล็อกอื่น ๆ ภายในอุปกรณ์ฟาวน์เดชันฟิลด์บัสสามารถทำงานได้จะต้องมีการกำหนดให้รีซอร์สบล็อกมีการทำงานในโหมด AUTO ในกรณีที่อุปกรณ์ฟิลด์บัสเกิดความผิดพลาดไม่สามารถทำงานตามปกติได้ ผู้ใช้งานสามารถเข้าไปตรวจสอบในบล็อกนี้ได้เป็นอันดับแรก เพราะภายในบล็อกนนี้มีข้อมูลเกี่ยวกับความผิดพลาดในการทำงานของอุปกรณ์ (Block Error) ทำให้ผู้ใช้งานอาจทราบถึงสาเหตุของปัญหาได้

- ทรานสดิวเซอร์บล็อก (Transducer Block)

ทรานสดิวเซอร์บล็อกมีรูปแบบการทำงานคล้ายกับรีซอร์สบล็อก โดยทรานสดิวเซอร์บล็อกใช้ในการตั้งค่า (Configuration) เกี่ยวกับเซนเซอร์หรือแอคทูเอเตอร์ (รายละเอียดของค่าอินพุต/เอาต์พุตของอุปกรณ์) โดยมีข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับ วันที่ได้รับการสอบเทียบอุปกรณ์ และชนิดของเซนเซอร์ เป็นต้น การทำงานของทรานสดิวเซอร์บล็อกของเครื่องมือวัดจะทำหน้าที่คล้ายกับการแปลงข้อมูลแบบแอนะล็อกให้เป็นข้อมูลดิจิตอล ส่วนการทำงานของทรานสดิวเซอร์บล็อกของวาล์วควบคุม (แอคทูเอเตอร์) จะทำหน้าที่คล้ายกับการแปลงข้อมูลดิจิตอลให้เป็นข้อมูลแบบแอนะล็อก นอกจากนี้ยังมีการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างทรานสดิวเซอร์บล็อกและฟังก์ชันบล็อกผ่านค่าตัวแปรที่เรียกว่า “Channel” ในรูปที่ 2.20 แสดงตัวอย่างตำแหน่งของทรานสดิวเซอร์บล็อกในอุปกรณ์ฟิลด์บัส H1



รูปที่ 2.20 ตัวอย่างตำแหน่งของทรานสดิวเซอร์บล็อกในอุปกรณ์ฟิลด์บัส H1

ตารางที่ 2.5 Function Blocks ตามมาตรฐาน FF-891

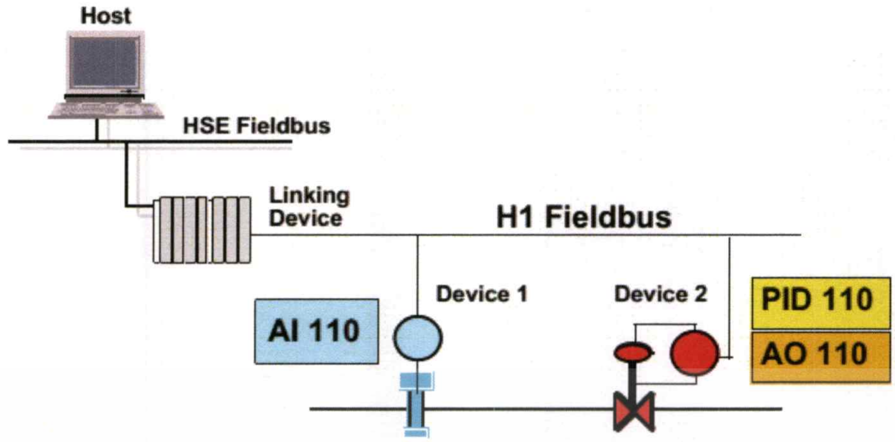
ชื่อของฟังก์ชันบล็อก	**สัญลักษณ์**
Analog Input	AI
Analog Output	AO
Bias/Gain	BG
Control Selector	CS
Discrete Input	DI
Discrete Output	DO
Manual Loader	ML
Proportional/Derivative	PD
Proportional/Integral/Derivative	PID
Ratio	RA

- ฟังก์ชันบล็อก (Function Block)

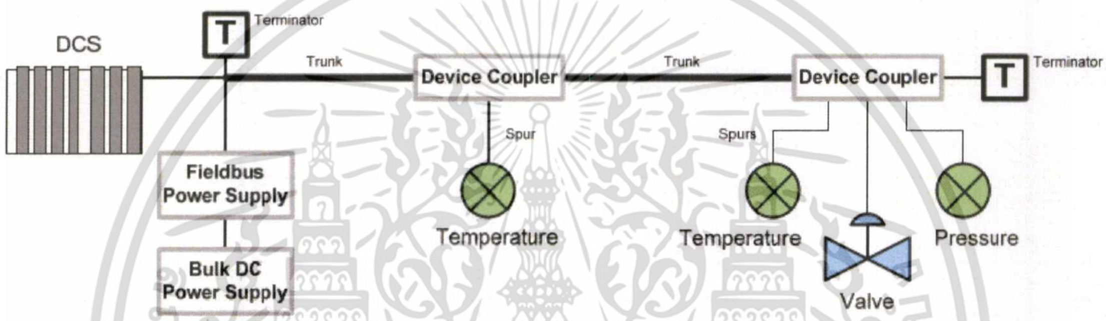
ฟังก์ชันบล็อกกำหนดรูปแบบการทำงาน (Function) ของตัวอุปกรณ์ นั่นหมายความว่าอุปกรณ์ฟิลด์บัส H1 ที่ทำหน้าที่แตกต่างกันจะมีฟังก์ชันบล็อกภายในอุปกรณ์ไม่เหมือนกัน เช่น เครื่องมือวัดจะมีฟังก์ชันบล็อก Analog Input (AI) ส่วนวาล์วควบคุมจะมีฟังก์ชันบล็อก Analog Output (AO) เป็นต้น การนำเอาฟังก์ชันบล็อกต่าง ๆ มาเชื่อมต่อเข้าด้วยกันสำหรับการสร้างลูปควบคุมทำได้โดยมีการแลกเปลี่ยนค่าพารามิเตอร์ของฟังก์ชันบล็อกต่าง ๆ นอกจากนี้การทำงานของฟังก์ชันบล็อกที่ใช้สร้างลูปควบคุมจะถูกกำหนดเวลาในการทำงานที่แน่นอน โดยฟังก์ชันบล็อกที่ใช้ในลูปควบคุมพื้นฐานประกอบด้วย 10 บล็อกมาตรฐาน ดังที่มีการกำหนดในมาตรฐาน FF-891 ดังแสดงในตารางที่ 2.5

นอกจากนี้บริษัทผู้ผลิตอุปกรณ์ฟิลด์บัส H1 สามารถเพิ่มฟังก์ชันบล็อกอื่น ๆ ที่มีการทำงานเฉพาะของอุปกรณ์ โดยฟังก์ชันบล็อกที่เพิ่มขึ้นจะมีข้อมูลของบล็อกและการตั้งค่า (Configuration) ระบุอยู่ใน DD File (Device Description File) การทำงานของฟังก์ชันบล็อกแต่ละแบบจะทำงานแตกต่างกัน โดยอุปกรณ์หนึ่งสามารถบรรจุฟังก์ชันบล็อกได้หลาย ๆ บล็อกภายในตัวอุปกรณ์ โดยที่ฟังก์ชันบล็อกต่าง ๆ จะอยู่ในส่วนของหน่วยความจำ (Memory) ของอุปกรณ์

ในรูปที่ 2.21 แสดงตัวอย่างการใช้ฟังก์ชันบล็อกภายในอุปกรณ์ (Device 1 และ Device 2) เพื่อสร้างลูปควบคุมแบบพีไอดี เช่น มีการใช้บล็อก AI 110 ภายใน Device 1 (เครื่องมือวัด) และใช้บล็อก PID 110 และ AO 110 ภายใน Device 2 (วาล์วควบคุม) เป็นต้น โดยบล็อกต่าง ๆ ที่เลือกใช้เพื่อสร้างลูปควบคุมนี้จะมีการแลกเปลี่ยนข้อมูลซึ่งกันและกัน โดยการเชื่อมต่อพารามิเตอร์อินพุตและเอาต์พุตของแต่ละบล็อก ในการสร้างลูปควบคุมทำได้โดยใช้ Configuration Tool หรือโปรแกรมในระบบโฮสต์



รูปที่ 2.21 ตัวอย่างการใช้ฟังก์ชันบล็อกภายในอุปกรณ์เพื่อสร้างลูปควบคุมแบบพีไอดี



รูปที่ 2.22 เซกเมนต์ฟาวน์เดชันฟิลด์บัส H1

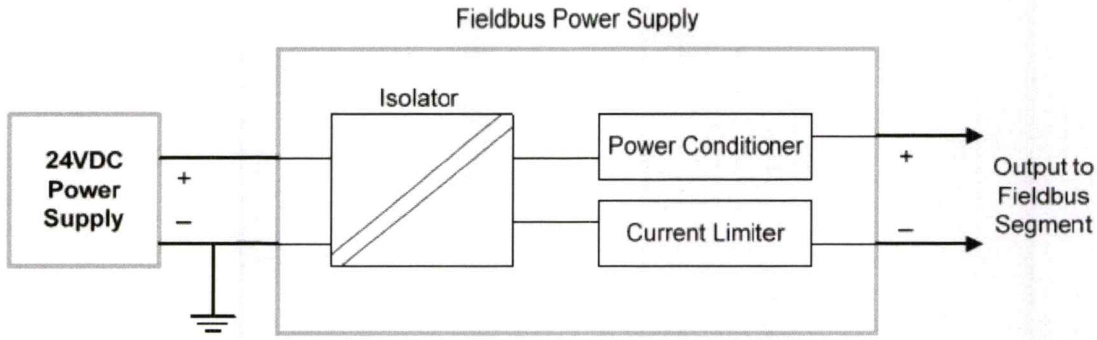
2.3 เซกเมนต์ของฟาวน์เดชันฟิลด์บัส H1 [12]

เซกเมนต์ฟาวน์เดชันฟิลด์บัส H1 เป็นการเชื่อมต่ออุปกรณ์ระดับฟิลด์โดยใช้สายหลัก (Trunk) และสายย่อย (Spur) ดังแสดงในรูปที่ 2.22 ในการรับส่ง-ข้อมูลและเป็นตัวกลางในการจ่ายกำลังไฟฟ้าให้กับอุปกรณ์ ภายในเซกเมนต์อุปกรณ์ฮาร์ดแวร์สำหรับเซกเมนต์ของฟาวน์เดชันฟิลด์บัส H1 สามารถจำแนกได้เป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับ Physical Layer เท่านั้นไม่มีการสื่อสารข้อมูลหรือบางครั้งถูกเรียกว่า “Physical Layer Component” และกลุ่มอุปกรณ์ระดับฟิลด์ที่จำเป็นต้องมีการสื่อสารข้อมูล สำหรับอุปกรณ์ในกลุ่ม Physical Layer Component ได้แก่ แหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้าให้อุปกรณ์บนเซกเมนต์แบบกระตรง (DC Power Supply) และแหล่งจ่ายอุปกรณ์ปรับสภาพทางไฟฟ้า (Power Conditioner) หรือบางครั้งเรียกว่า Fieldbus Power Supply และเทอร์มิเนเตอร์ (Terminator) ใช้ในการต่อปลายของสาย Trunk ทั้งสองด้านและอุปกรณ์ระดับฟิลด์

2.3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในเซกเมนต์ [11]-[13]

อุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ (Hardware) ที่นำมาใช้กับเทคโนโลยีฟาวน์เดชันฟิลด์บัสได้นั้น จะต้องรองรับการสื่อสารข้อมูลแบบ MBP ในส่วนของ Physical Layer ตามมาตรฐาน IEC 61158-2

- Fieldbus Power Supply



รูปที่ 2.23 โครงสร้างภายในของ Fieldbus Power Supply

ในรูปที่ 2.23 แสดงโครงสร้างภายในของ Fieldbus Power Supply ซึ่งประกอบไปด้วย

- Isolator เป็นอุปกรณ์ที่จำเป็นที่ต้องติดตั้งใน Fieldbus Power Supply เพราะเป็นอุปกรณ์ใช้แยกสายดิน (GND) ของ DC Power Supply ไปที่พื้นที่การติดตั้งเซกเมนต์ เพื่อลดปัญหาของสัญญาณรบกวน (Noise) ที่จะเข้าไปในระบบ ทำให้การสื่อสารและการส่งสัญญาณระหว่างอุปกรณ์ระดับฟิลด์มีประสิทธิภาพ

- Power Conditioner หรืออุปกรณ์ปรับสภาพของสัญญาณไฟฟ้า ในเซกเมนต์ของฟาวน์เดชันฟิลด์บัสจำเป็นต้องมี Power Conditioner เนื่องจากรูปแบบของสัญญาณที่ใช้ในการรับ-ส่งข้อมูลมีทั้งส่วนที่เป็นสัญญาณดีซีและเอซี โดยสัญญาณดีซีจะเป็นส่วนของการจ่ายไฟเลี้ยงให้แก่อุปกรณ์ระดับฟิลด์ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 9-32 VDC ส่วนสัญญาณเอซีจะเป็นข้อมูล (Fieldbus Message) ที่สื่อสารระหว่างอุปกรณ์ระดับฟิลด์ในเซกเมนต์

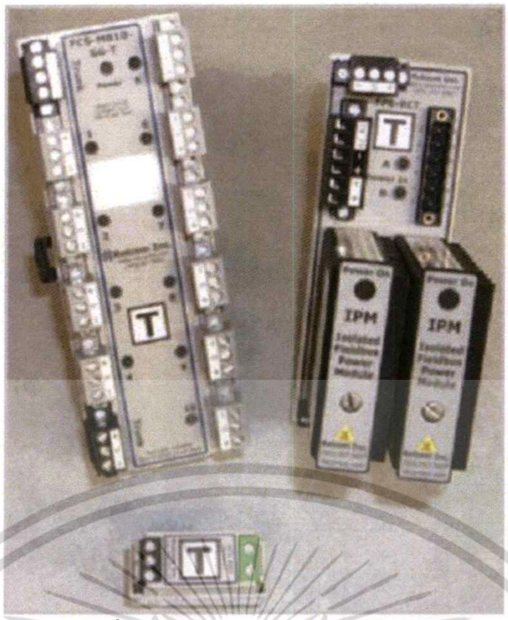
- Current Limiting เป็นอุปกรณ์จำกัดกระแสช่วยป้องกันการเกิดความเสียหายและป้องกันการเกิดสภาวะกระแสเกินที่มาจาก DC Power Supply ให้แก่ Fieldbus Power Supply ในกรณีที่เกิด Short Circuit หรือ Over Load

ในการเลือกใช้อุปกรณ์ Fieldbus Power Supply มีปัจจัยหลายอย่างที่จำเป็นต้องนำมาพิจารณา เช่น

1. Hazardous Area ถ้าเซกเมนต์จำเป็นต้องติดตั้งในพื้นที่เสี่ยงอันตราย ผู้ออกแบบและผู้ใช้งานต้องศึกษาการใช้งานการป้องกันการติดตั้ง Fieldbus Power Supply เป็นอย่างดี Fieldbus Power Supply มีหลายชนิด ซึ่งมีทั้งที่เป็นแบบ Non-Intrinsically Safe และแบบที่สามารถใช้งานติดตั้งในพื้นที่เสี่ยงอันตรายได้ เช่น FISCO หรือ High Power Trunk เป็นต้น

2. Voltage ในการทำงานอุปกรณ์ระดับฟิลด์จะทำงานได้ต้องจ่ายแรงดันไฟฟ้ามีค่าระหว่าง 9-32 VDC ในการติดตั้งเซกเมนต์ฟิลด์บัสที่อยู่ในระยะไกล ๆ จากอุปกรณ์ Fieldbus Power Supply (โดยปกติจะติดตั้งอยู่ในห้องควบคุม) จะเกิด Voltage Drop ในสายฟิลด์บัสจากแหล่งจ่ายไฟไปยังอุปกรณ์ฟิลด์บัส จึงจำเป็นต้องเลือกแหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้าให้เหมาะสมกับการติดตั้งอุปกรณ์ระดับฟิลด์ภายในเซกเมนต์

3. Current โดยทั่วไปอุปกรณ์ระดับฟิลด์จะมีการใช้พลังงานโดยทั่วไปกระแสใช้งานของอุปกรณ์ (Current Consumption) ประมาณ 10-20 mA ดังนั้นแหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้าที่เลือกใช้จะต้องมีความสามารถในการจ่ายกระแสให้เพียงพอกับผลรวมของกระแสใช้งานทั้งหมดในเซกเมนต์



รูปที่ 2.24 อุปกรณ์ Terminator

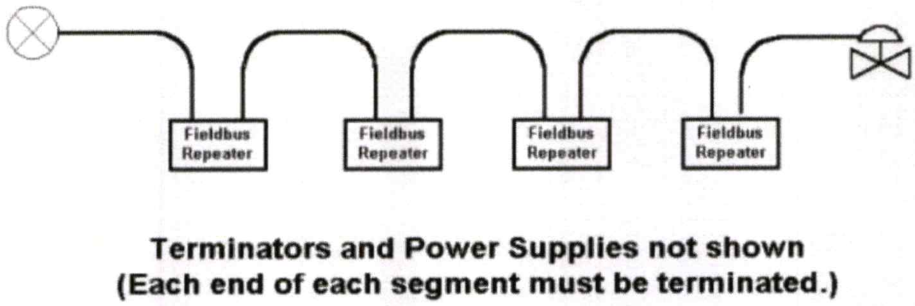
- Fieldbus Terminator

อุปกรณ์ Terminator ดังตัวอย่างในรูปที่ 2.24 เป็นสิ่งที่จำเป็นมากในการติดตั้งส่วนปลายสุดของสายหลักทั้งสองด้าน โดยปกติอุปกรณ์ Terminator ถูกติดตั้งไว้ที่ส่วนปลายของสาย Trunk ในห้องควบคุมอยู่ในส่วนของ Fieldbus Power Supply และอีกด้านหนึ่งของสาย Trunk จะติดตั้ง Terminator ไว้ใน Junction Box ในระดับฟิลด์ โดยการทำงานของ Terminator จะช่วยป้องกันปัญหาการสะท้อนกลับของสัญญาณจากปลายสาย Trunk ทั้งสองด้าน (Line Reflection) ภายในอุปกรณ์ Terminator มีวงจรที่ประกอบด้วยตัวต้านทานและตัวเก็บประจุเป็นหลัก

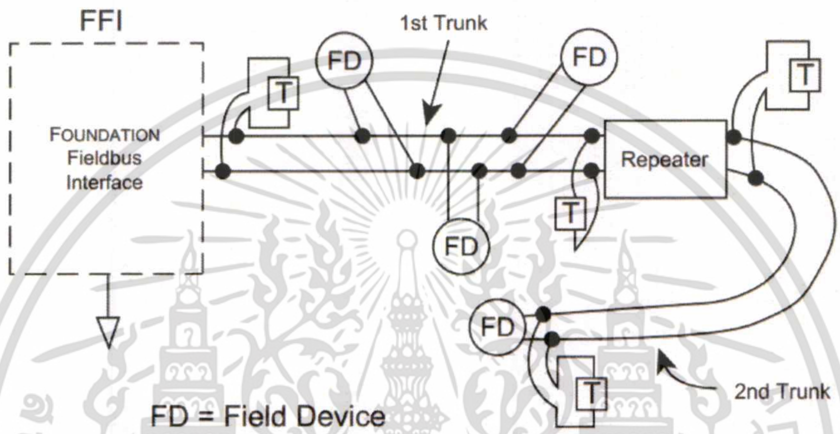
ในกรณีที่เซกเมนต์ของฟาวน์เดชันฟิลด์บัสไม่มีการติดตั้งอุปกรณ์ Terminator ที่ปลายสาย Trunk ทั้งสองด้านจะส่งผลกระทบต่อรูปร่างสัญญาณอาจมีความผิดเพี้ยน (Distortion) เกิดขึ้น ถ้ามีการติดตั้งอุปกรณ์ Terminator เพียงด้านเดียว อุปกรณ์ฟิลด์บัสยังสามารถทำงานตามฟังก์ชันที่กำหนดได้ แต่สัญญาณที่ใช้สื่อสารจะมีค่าแอมปลิจูด (Amplitude) เพิ่มขึ้นและมีค่ามากกว่าค่าแอมปลิจูดในช่วงที่ยอมรับได้ และถ้าหากภายในเซกเมนต์ฟิลด์บัสมีการติดตั้งอุปกรณ์ Terminator ตั้งแต่ 3 ตัวขึ้นไป ทำให้อุปกรณ์ในเซกเมนต์สูญเสียความสามารถในการติดต่อสื่อสาร เนื่องจากสัญญาณสื่อสารถูกลดขนาดลงไปจนไม่สามารถใช้ได้

- Fieldbus Repeater

อุปกรณ์ Repeater เป็นอุปกรณ์ทางเลือก (Option) ที่ใช้ขยายระยะของเซกเมนต์ฟิลด์บัส โดยข้อกำหนดตามมาตรฐาน IEC 61158-2 ได้กำหนดคุณสมบัติพื้นฐานในการใช้หรือติดตั้งอุปกรณ์ Repeater ระหว่างอุปกรณ์ 2 อุปกรณ์บนเครือข่ายฟิลด์บัสสามารถใช้ Repeater ขยายเซกเมนต์ได้สูงสุด 4 ตัว ดังแสดงในรูปที่ 2.25



รูปที่ 2.25 จำนวนอุปกรณ์ Repeater สูงสุดต่อเซกเมนต์



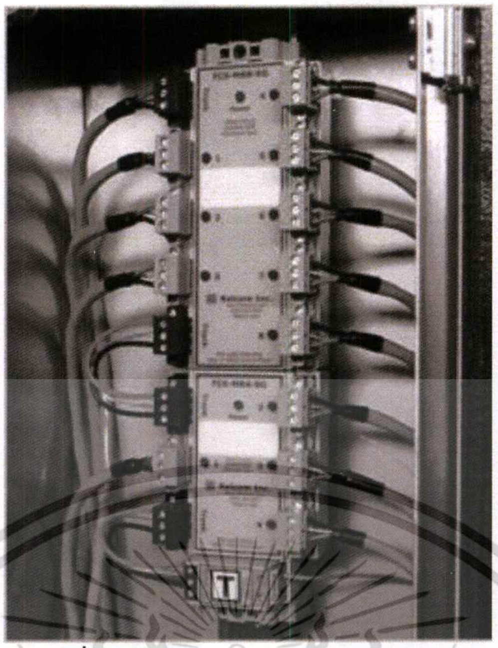
รูปที่ 2.26 ลักษณะการติดตั้งอุปกรณ์ Repeater บนเซกเมนต์

ในรูปที่ 2.26 ได้แสดงถึงการเพิ่มระยะของเซกเมนต์ในส่วนที่ 2nd Trunk เพื่อติดตั้งอุปกรณ์ฟิลด์บัสเพิ่มเติม เนื่องจากไม่สามารถติดตั้งในระยะที่ 1st Trunk ได้เพราะข้อจำกัดของระยะรวมทั้งหมดของเซกเมนต์เกินข้อกำหนด (ระยะสายฟิลด์บัสมากกว่า 1900 เมตร ในกรณีที่ใช้สาย Type A) จำเป็นต้องติดตั้งอุปกรณ์ Repeater เพื่อเพิ่มระยะของสายในการติดตั้งอุปกรณ์ระดับฟิลด์ ข้อควรระวังในการติดตั้งอุปกรณ์ Repeater ต้องติดตั้งอุปกรณ์ Terminator เพิ่มอีก 2 ตัวด้วย

- **Fieldbus Field Device Couplers**

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการเชื่อมต่อหรือการเดินสาย (Wiring) บนเซกเมนต์ที่เรียกว่า Device Coupler หรือ Junction Box การติดตั้งอุปกรณ์ชนิดนี้ในการเชื่อมต่ออุปกรณ์ฟิลด์บัสบนเซกเมนต์เป็นวิธีที่มีมาตรฐานทางอุตสาหกรรมที่ใช้ในโรงงาน นอกจากนี้ Device Coupler สามารถป้องกันการเกิดลัดวงจรเพื่อป้องความเสียหายบนเซกเมนต์หากอุปกรณ์ฟิลด์บัส H1 หรือ Spur เกิดสภาวะลัดวงจร

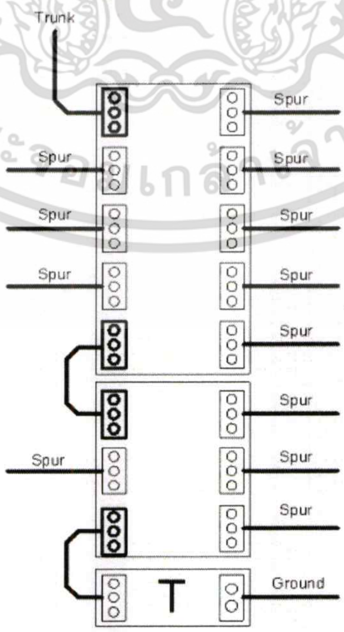
องค์กร Fieldbus Foundation ได้กำหนดมาตรฐานสำหรับการใช้ Device Coupler โดยอ้างอิงจากมาตรฐาน FF-846 การนำส่วนของสาย Trunk และ Spur เชื่อมต่อเข้าด้วยกันสามารถทำได้หลายวิธี เช่น Screw Terminal, Pluggable, Pluggable Screw Terminal และ Pluggable Spring Clamps วิธีที่ได้รับความนิยมมากที่สุดในตอนนี้คือการใช้ Pluggable Screw Terminal สำหรับการเชื่อมต่อ โดยทั่วไป Device Coupler มี 2 ประเภทคือ Non-Isolated และ Isolated โดยที่



รูปที่ 2.27 ตัวอย่าง Device Coupler

- **Non-Isolated** เป็นแบบที่ใช้ในการติดตั้งในระบบฟิลด์บัสค่อนข้างมาก เพราะใช้ในส่วนของ Zone 2 หรือ Non-Hazardous Area แต่ถ้ามีความจำเป็นในการติดตั้งใช้งานใน Zone 1 หรือ 0 (Hazardous Area) จะต้องใช้ Device Coupler แบบ Isolated

ในรูปที่ 2.27 แสดงตัวอย่างการเชื่อมต่อที่ข้อต่อ (Terminal) ของ Device Coupler หรือ Junction Box โดยใช้อุปกรณ์ Coupler แบบ Non-Isolated กับ Terminator มีลักษณะการนำสาย Trunk ที่มี Connector สีดำ เข้ามาที่ Coupler และออกเป็นสาย Spur ไปยังอุปกรณ์ระดับฟิลด์



รูปที่ 2.28 ไดอะแกรมการเชื่อมต่อใน Device Coupler

จากรูปที่ 2.28 แสดงไดอะแกรมการเชื่อมต่อใน Device Coupler โดยการนำสาย Trunk มาต่อเข้าที่ช่องของสายหลัก (Trunk Channel) ทางด้านซ้ายบนสุดของ Device Coupler โดยสามารถแยกเป็นสาย Spur ได้ 8 เส้น และมีการเชื่อมต่อระหว่าง Coupler 8 Spur และ 4 Spur ด้วยสาย Trunk ต่อเข้าด้วยกัน Device Coupler จะต่อด้วยอุปกรณ์ Terminator เพื่อปิดด้านปลายของสาย Trunk และต่อลงสายดินเพื่อลดไฟกระชากที่จะเกิดบนเซกเมนต์

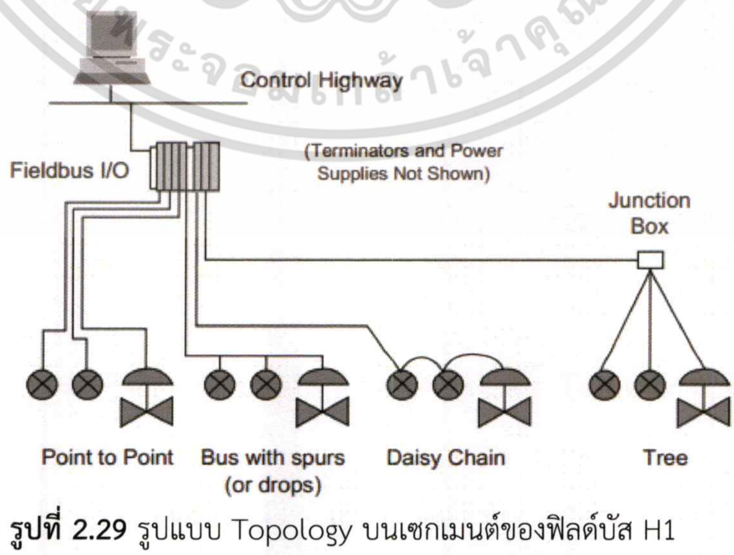
- Isolated เป็นแบบที่ใช้ติดตั้งใน Zone 1, 0 และ Division 1 Hazardous Area ทำให้ Device Coupler แบบนี้มีการแยกของแรงดันและกระแสไฟฟ้าที่สาย Trunk และ Spur ออกจากกัน

- **Fieldbus Cable**

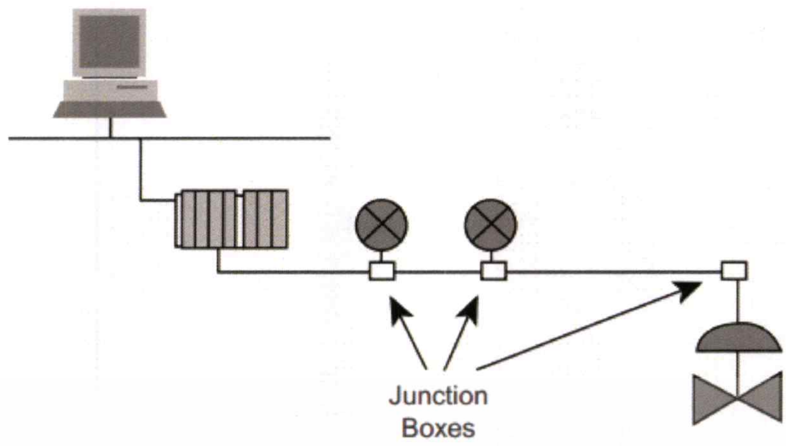
สายเคเบิ้ลที่สามารถใช้ในเทคโนโลยีฟาวน์เดชันฟิลด์บัสมีอยู่หลายประเภท ดังแสดงในตารางที่ 2.2 ซึ่งได้ระบุตามมาตรฐาน IEC 61158-2 โดยสายเคเบิ้ลที่มีข้อกำหนดที่ดีเหมาะสำหรับการใช้งานในการสร้างเซกเมนต์ใหม่ คือ สายฟิลด์บัส Type A นอกจากนี้ สายฟิลด์บัสที่สามารถใช้ในการติดตั้งเซกเมนต์ใหม่หรือมีการขยายระยะของเซกเมนต์ฟิลด์บัสเพื่อติดตั้งอุปกรณ์ฟิลด์บัสเพิ่ม คือ ใช้สายฟิลด์บัสแบบ Multiple Twisted Pair มี Shield หุ้มทั้งสายที่เรียกว่าสายฟิลด์บัส Type B ส่วนสายฟิลด์บัส Type C มีลักษณะเป็นสาย Single หรือ Multiple Twisted Pair โดยไม่มี Shield ห่อหุ้มสายฟิลด์บัส ยังมีอีกประเภทหนึ่งคือ สายฟิลด์บัส Type D เป็นสายแบบ Multiple Conductor เท่านั้น ไม่มีสายแบบ Twisted Pair แต่มี Shield ห่อหุ้มสาย สายประเภท Type C และ Type D จะใช้ในกรณีการเพิ่มระยะของเซกเมนต์หรือเป็นสาย Spur ในการเพิ่มอุปกรณ์ฟิลด์บัส แต่มีข้อจำกัดทางคุณสมบัติเมื่อเปรียบเทียบกับสายฟิลด์บัส Type A และ Type B

2.3.2 เซกเมนต์ทอพอโลยี (Topology Segment) [13]-[14]

การเชื่อมต่อแบบทอพอโลยี (Topology) ระดับฟิลด์สามารถทำได้หลายแบบดังรูปที่ 2.29 แต่ในรูปที่ 2.29 นี้ไม่ได้แสดงอุปกรณ์ Fieldbus Power Supply และ Terminator ทั้งนี้เพื่อง่ายต่อการทำความเข้าใจการเชื่อมโยงเครือข่ายแบบต่าง ๆ บนเซกเมนต์ฟิลด์บัส



รูปที่ 2.29 รูปแบบ Topology บนเซกเมนต์ของฟิลด์บัส H1



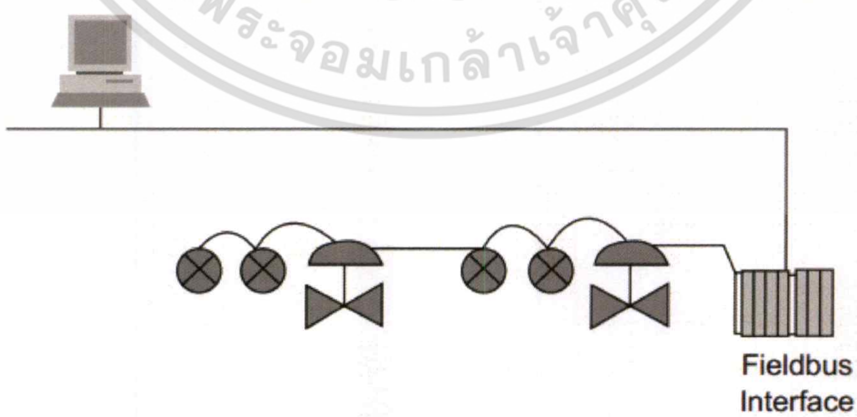
รูปที่ 2.30 Bus with Spur Topology

- Bus with Spur Topology

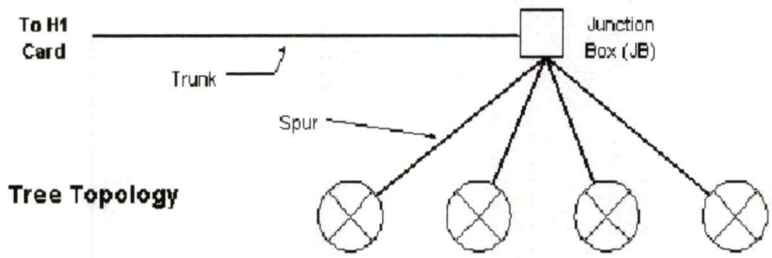
การเชื่อมต่อแบบ Bus with Spur ดังรูปที่ 2.30 จะนำอุปกรณ์ฟิลด์บัสไปต่อเข้ากับบัสเซกเมนต์ (ในส่วนของสาย Trunk) โดยใช้ T-Connector สายที่ต่อระหว่าง T-Connector กับอุปกรณ์ฟิลด์บัส H1 จะเรียกว่า "Spur" โดยที่มีข้อจำกัดในด้านระยะความยาวของ Spur ตามข้อกำหนดสามารถยาวได้แต่แต่ 1 เมตร ถึง 120 เมตร

- Daisy Chain Topology

การเชื่อมต่อทอพอโลยีแบบ Daisy Chain ดังรูปที่ 2.31 เป็นการเดินสายฟิลด์บัสที่เชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ที่ขั้ว (Connector) ของอุปกรณ์โดยตรง ไม่มีการใช้ Device Coupler หรือ Junction Box ข้อควรระวังในการเชื่อมเครือข่ายแบบนี้คือ ควรตรวจสภาพการใช้งานของขั้วที่ใช้งานและสายฟิลด์บัสที่ใช้ในการเชื่อมต่ออุปกรณ์ให้มีสภาพพร้อมใช้และมีคุณสมบัติตามมาตรฐาน แต่ทั้งนี้ทางองค์กร Fieldbus Foundation ไม่แนะนำให้ใช้การเชื่อมต่อทอพอโลยีแบบนี้ เนื่องจากในกรณีที่มีอุปกรณ์ตัวใดมีปัญหาอาจจะส่งผลกระทบการทำงานของอุปกรณ์ตัวอื่นบนเซกเมนต์ได้



รูปที่ 2.31 Daisy Chain Topology



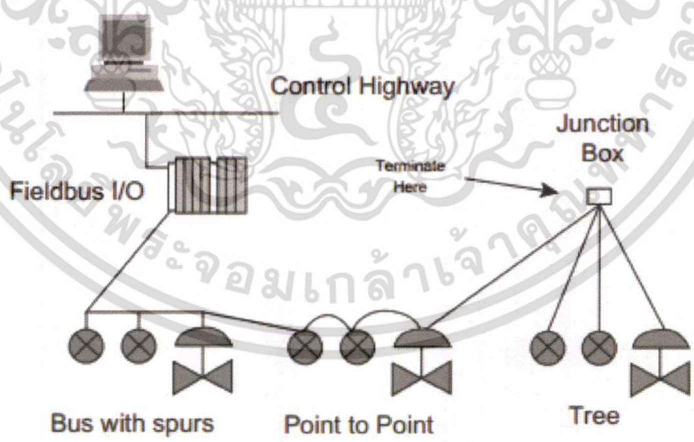
รูปที่ 2.32 Tree Topology

- Tree Topology

การเชื่อมต่อทอพอโลยีแบบ Tree หรือเรียกอีกอย่างแบบ Chicken Foot ดังรูปที่ 2.32 มีลักษณะการนำอุปกรณ์ต่าง ๆ บนเซกเมนต์เชื่อมต่อเข้าด้วยสายฟิลด์บัสแบบ Twisted Pair ไปยัง Junction Box โดยที่การเชื่อมต่อทอพอโลยีแบบ Tree สามารถติดตั้งที่ด้านปลายสาย Trunk บนเซกเมนต์ฟิลด์บัสได้ โดยอุปกรณ์แต่ละตัวจะเชื่อมต่อเข้าที่ Function Box กล่องเดียวกัน ข้อควรระวังในการติดตั้ง Tree Topology ต้องพิจารณาถึงความยาวสูงสุดของ Spur ด้วย (ดูตารางที่ 2.1)

- Mixed Topology/Combination Topology

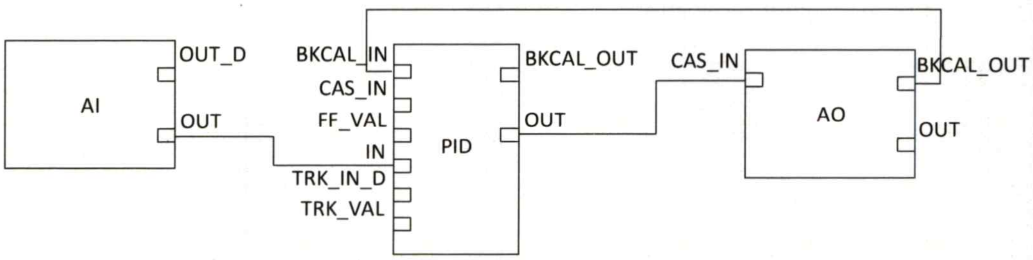
การเชื่อมต่อทอพอโลยีแบบผสม ดังตัวอย่างในรูปที่ 2.33 เป็นการรวมแบบต่าง ๆ เข้าด้วยกัน ซึ่งต้องดำเนินการติดตั้งให้เป็นไปตามข้อกำหนดเช่น ระยะความยาวสูงสุดของเซกเมนต์ฟิลด์บัส การคำนวณระยะของ Spur ที่สามารถใช้ได้



รูปที่ 2.33 Mixed Topology

2.4 ลูปควบคุมพีไอดีที่ใช้ฟาวน์เดชันฟิลด์บัส H1 [15]

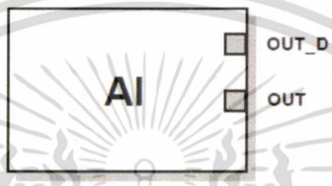
ในกำหนดลูปควบคุมของเทคโนโลยีฟาวน์เดชันฟิลด์บัส ประกอบด้วยการเชื่อมต่อของฟังก์ชันบล็อกหลาย ๆ ฟังก์ชันของอุปกรณ์ระดับฟิลด์จนเป็นลูปการควบคุม ดังตัวอย่างในรูปที่ 2.34 เป็นการเชื่อมต่อของฟังก์ชันบล็อก AI, AO และ PID สำหรับการควบคุมแบบ PID



รูปที่ 2.34 การเชื่อมต่อฟังก์ชันบล็อกไดอะแกรมสำหรับลูปควบคุม PID

2.4.1 ฟังก์ชันบล็อกที่ใช้ในลูปควบคุม PID

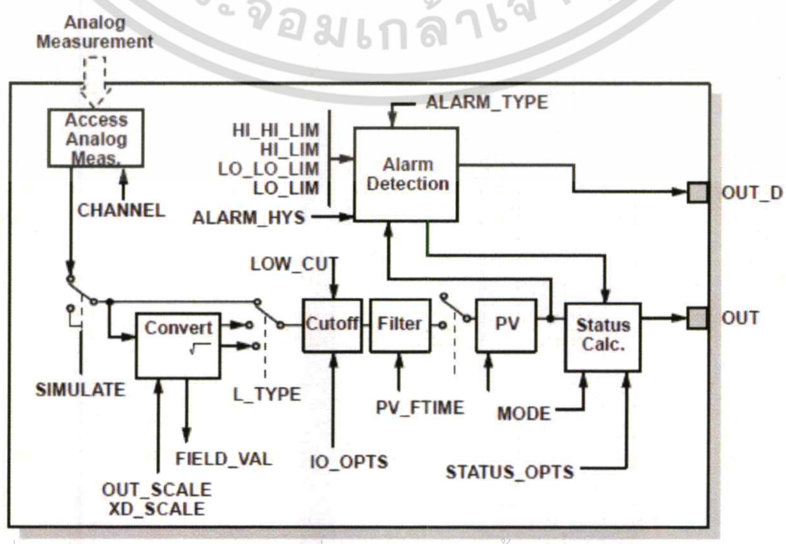
1. **ฟังก์ชันบล็อก AI**



รูปที่ 2.35 ตัวอย่างฟังก์ชันบล็อก AI

ฟังก์ชันบล็อก AI ดังตัวอย่างในรูปที่ 2.35 ทำงานเกี่ยวกับกระบวนการวัด โดยส่วนใหญ่จะอยู่ภายในเครื่องมือวัดค่าเอาต์พุตจากบล็อก AI มีหน่วยทางวิศวกรรมและมีสถานะบ่งบอกถึงคุณภาพในการวัด เครื่องมือวัดอาจจะมีการวัดได้ตัวแปรหลายตัวที่แตกต่างกัน ทั้งนี้ต้องมีการกำหนดหมายเลขของตัวแปร CHANNEL เพื่อให้ได้ค่าตัวแปรกระบวนการ (Process Variable: PV) ตามที่ต้องการ

ฟังก์ชันบล็อก AI รองรับสัญญาณการแจ้งเตือนต่าง ๆ การปรับสัญญาณ การกรองสัญญาณ การคำนวณสภาพของสัญญาณ การจำลองสัญญาณและโหมดในการควบคุม ในโหมดอัตโนมัติ (Auto) ค่าตัวแปร OUT จะได้จากการประมวลผลของบล็อกซึ่งมีความสัมพันธ์กับค่า PV ส่วนในโหมดการควบคุมแบบ Manual ค่าตัวแปร OUT ถูกกำหนดโดยผู้ใช้งาน นอกจากนี้บางเครื่องมือวัดจะมีฟังก์ชันบล็อก AI ที่สร้างค่าเอาต์พุตที่ไม่ต่อเนื่อง (OUT_D) ซึ่งนิยมนำไปใช้ในการสร้างเงื่อนไขการแจ้งเตือน ในรูปที่ 2.36 แสดงตัวอย่างโครงสร้างภายในฟังก์ชันบล็อก



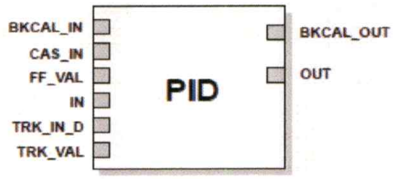
รูปที่ 2.36 ตัวอย่างโครงสร้างภายในฟังก์ชันบล็อก AI

ค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่สำคัญของฟังก์ชันบล็อก AI ที่ต้องมีการกำหนดค่าให้เหมาะสมกับความต้องการในการใช้งานสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 2.6

ตารางที่ 2.6 ค่าพารามิเตอร์ที่สำคัญในฟังก์ชันบล็อก AI

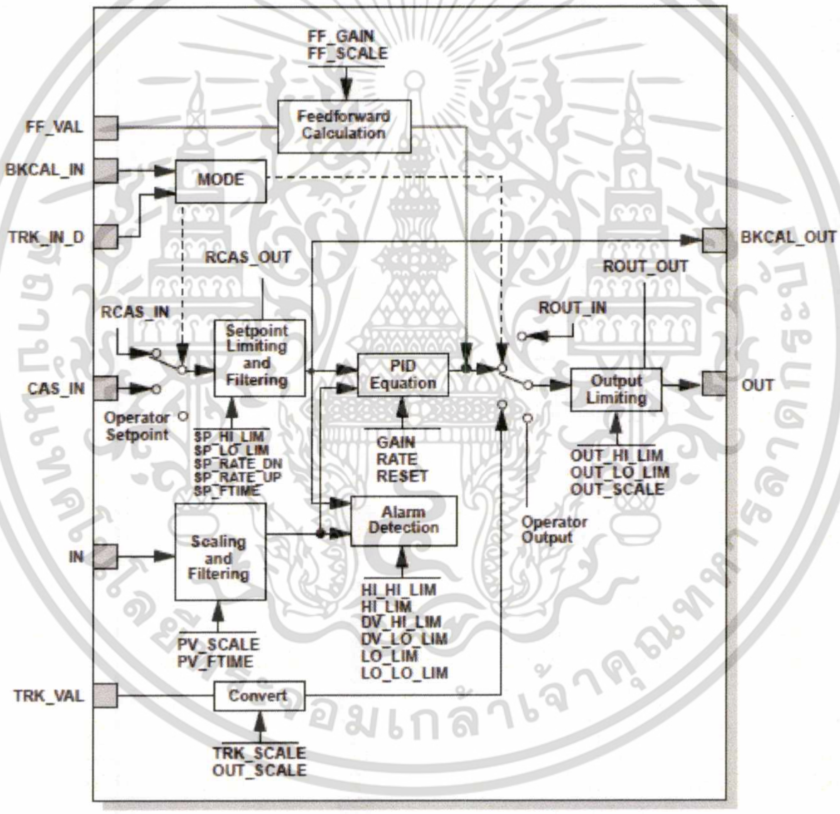
พารามิเตอร์	ค่าที่เลือกได้	ความหมาย
CHANNEL	ควรศึกษาจากคู่มือการใช้งานอุปกรณ์ โดยค่าเริ่มต้นของอุปกรณ์มักจะกำหนดให้เป็น 1	เป็นการเลือกสัญญาณเอาต์พุตของทรานสดิวเซอร์บล็อก ซึ่งมีความสัมพันธ์กับชนิดของเซนเซอร์ที่ใช้ในการตรวจวัดของอุปกรณ์ โดยข้อมูลที่ได้จากการประมวลผลของทรานสดิวเซอร์บล็อกส่งผ่านมายังฟังก์ชันบล็อก AI
XD_SCALE	ควรศึกษาจากคู่มือการใช้งานอุปกรณ์	เป็นช่วงหรือสเกลของสัญญาณเอาต์พุตของทรานสดิวเซอร์บล็อก ซึ่งมีความสัมพันธ์กับค่าพารามิเตอร์ CHANNEL ที่เลือกกำหนด
OUT_SCALE	ตามความต้องการในการใช้งาน	เป็นช่วงหรือสเกลของสัญญาณเอาต์พุตของตัวแปร OUT ของฟังก์ชันบล็อก AI
L_TYPE	Direct	เป็นการกำหนดความสัมพันธ์ในการแปลงค่าจาก XD_SCALE เป็น OUT_SCALE ด้วยหน่วยวิศวกรรม (Engineering Unit: EU) หน่วยเดียวกัน
	Indirect	เป็นการกำหนดความสัมพันธ์ในการแปลงค่าจาก XD_SCALE เป็น OUT_SCALE ด้วยหน่วย EU ที่แตกต่างกัน
	Indirect_SQR	เป็นการกำหนดความสัมพันธ์ในการแปลงค่าจาก XD_SCALE เป็น OUT_SCALE ด้วยหน่วย EU ที่แตกต่างกัน โดยที่ตัวแปรที่ตรวจวัดโดยเซนเซอร์และค่าตัวแปร OUT ของฟังก์ชันบล็อก AI มีความสัมพันธ์กันในรูปของค่ารากกำลังสอง (Square Root)
MODE	OOS (Out of Service)	เป็นการกำหนดให้ฟังก์ชันบล็อกหยุดการทำงาน
	MAN (Manual)	เป็นโหมดการทำงานที่ผู้ใช้สามารถกำหนดค่าตัวแปร OUT ของฟังก์ชันบล็อก AI ได้ โดยไม่มีการประมวลผลของฟังก์ชันบล็อก
	AUTO (Automatic)	เป็นโหมดการทำงานที่ค่าตัวแปร OUT ได้จากการประมวลผลของฟังก์ชันบล็อก

2. ฟังก์ชันบล็อก PID



รูปที่ 2.37 ตัวอย่างฟังก์ชันบล็อก PID

ฟังก์ชันบล็อก PID ดังตัวอย่างในรูปที่ 2.37 ประกอบด้วยตรรกะสำคัญทั้งหมดที่จำเป็นต้องใช้ในการดำเนินการควบคุมแบบ P แบบ PI และแบบ PID โครงสร้างภายในฟังก์ชันบล็อก PID แสดงในรูปที่ 2.38 โดยที่ค่าพารามิเตอร์ที่สำคัญในฟังก์ชันบล็อก PID สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 2.7



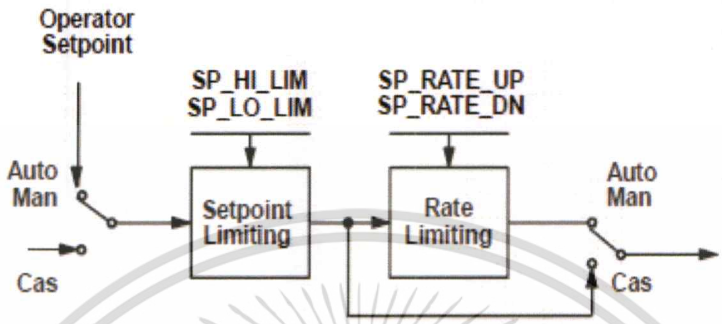
รูปที่ 2.38 ตัวอย่างโครงสร้างภายในฟังก์ชันบล็อก PID

ตารางที่ 2.7 ค่าพารามิเตอร์ที่สำคัญของฟังก์ชันบล็อก PID

พารามิเตอร์	ค่าที่เลือกได้	ความหมาย
PV_SCALE	เลือกให้สัมพันธ์กับ OUT_SCALE ของฟังก์ชันบล็อก AI ที่ใช้งานร่วมกับฟังก์ชันบล็อก PID นี้	เป็นการกำหนดช่วงหรือสเกลของค่า PV โดยค่า PV นี้จะมีความสัมพันธ์กับค่าตัวแปรที่ป้อนเข้าที่พอร์ต IN ของฟังก์ชันบล็อก PID
OUT_SCALE	ตามความต้องการในการใช้งาน	เป็นการกำหนดช่วงหรือสเกลของค่า OUT ของฟังก์ชันบล็อก PID
GAIN	ตามความต้องการในการใช้งานแต่ค่า Gain จะเท่ากับศูนย์ไม่ได้	เป็นค่าสำหรับ Proportional Gain ของสมการ PID
RESET	ตามความต้องการในการใช้งานโดยเลือกกำหนดในหน่วยวินาที	เป็นค่าเวลาคงตัวสำหรับฟังก์ชันอินทิเกรท (Integral Action Time Constant) ของสมการ PID
RATE	ตามความต้องการในการใช้งานโดยเลือกกำหนดในหน่วยวินาที	เป็นค่าเวลาคงตัวฟังก์ชันอนุพันธ์ (Derivation Action Time Constant) ของสมการ PID
MODE	MAN (Manual)	ในโหมดการทำงานนี้ ผู้ใช้สามารถกำหนดค่า OUT ของฟังก์ชันบล็อกได้
	AUTO (Automatic)	ในโหมดการทำงานนี้ค่า OUT ได้จากการประมวลผลของฟังก์ชันบล็อก PID โดยค่าตัวแปร SP ได้จากการกำหนดของผู้ใช้งาน
	CAS (Cascade)	ในโหมดการทำงานนี้ค่า OUT ได้จากการประมวลผลของฟังก์ชันบล็อก โดยค่า SP ได้จากค่าตัวแปรที่ป้อนเข้าที่พอร์ต CAS_IN ของฟังก์ชันบล็อก PID
	RCAS (Remote Cascade)	ในโหมดการทำงานนี้ค่า OUT ได้จากการประมวลผลของฟังก์ชันบล็อก โดยค่า SP ได้จากค่าตัวแปรที่ป้อนเข้าที่พอร์ต RCAS_IN ของฟังก์ชันบล็อก PID
	ROUT (Remote Output)	ในโหมดการทำงานนี้ค่า OUT ได้จากการกำหนดของระบบโฮสต์ผ่านค่าตัวแปรที่ป้อนเข้ามาที่พอร์ต ROUT_IN
	LO (Local Override)	ในโหมดการทำงานนี้มีการทำงานของฟังก์ชันในการติดตามค่า (Track Function) โดยค่า OUT ถูกกำหนดด้วย TRK_VAL และค่า BLOCK_ERR จะแสดงเป็น Local Override
	IMAN (Initialization Manual)	ในโหมดการทำงานนี้การส่งผ่านค่า OUT ของฟังก์ชันบล็อกไปยังฟังก์ชันบล็อกถัดไปมีปัญหา โดยค่า OUT จะมีค่าเท่ากับค่า BKCAL_IN

ตารางที่ 2.7(ต่อ)

พารามิเตอร์	ค่าที่เลือกได้	ความหมาย
MODE	OOS (Out of service)	ในโหมดการทำงานนี้ฟังก์ชันบล็อกจะหยุดทำงานและค่า BLOCK_ERR จะแสดงเป็น Out of Service



รูปที่ 2.39 แหล่งที่มาและการกำหนดขอบเขตของค่า SP

แหล่งที่มาของค่า SP หรือค่าเป้าหมายของฟังก์ชันบล็อก PID ดังแสดงในรูปที่ 2.39 จะมีความสัมพันธ์กับโหมดการทำงานของบล็อก ถ้าโหมดการทำงานของบล็อกเป็นโหมด Auto ค่า SP จะถูกกำหนดโดยผู้ใช้งานโดยตรง แต่ถ้าโหมดการทำงานของบล็อกเป็นโหมด CAS ค่า SP จะถูกกำหนดโดยค่าตัวแปรที่ป้อนเข้ามาที่พอร์ต CAS_IN สำหรับกรณีของโหมดการทำงานแบบ MAN ค่า SP จะไม่มีผลต่อค่า OUT เนื่องจากค่า OUT ของฟังก์ชันบล็อก PID ถูกกำหนดโดยตรงจากผู้ใช้งาน นอกจากนี้ผู้ใช้งานยังสามารถกำหนดขอบเขตของค่า SP ด้วยพารามิเตอร์ SP_HI_LIM และ SP_LO_LIM เพื่อเป็นการป้องกันไม่ให้ค่า SP มีค่าสูงเกินไป/ต่ำเกินไปจากค่าขอบเขต (Limit) ที่กำหนดไว้

คุณลักษณะอื่น ๆ ที่สำคัญของฟังก์ชันบล็อก PID ซึ่งจะต้องมีการกำหนดค่าให้ถูกต้องเหมาะสมเพื่อให้การควบคุมกระบวนการเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ เช่น

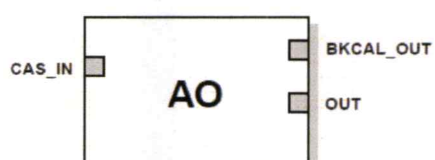
- Bumpless Transfer and Setpoint Tracking

ผู้ใช้สามารถกำหนดการตั้งค่าวิธีการในการ Tracking หรือการติดตามค่า SP โดยการกำหนดค่าตัวเลือกในการควบคุม (CONTROL_OPTS) ดังนี้

- SP-PV Track in MAN ฟังก์ชันนี้จะอนุญาตให้ค่า SP เปลี่ยนแปลงตามค่า PV เมื่อโหมดเป้าหมายของบล็อกถูกกำหนดเป็น Man

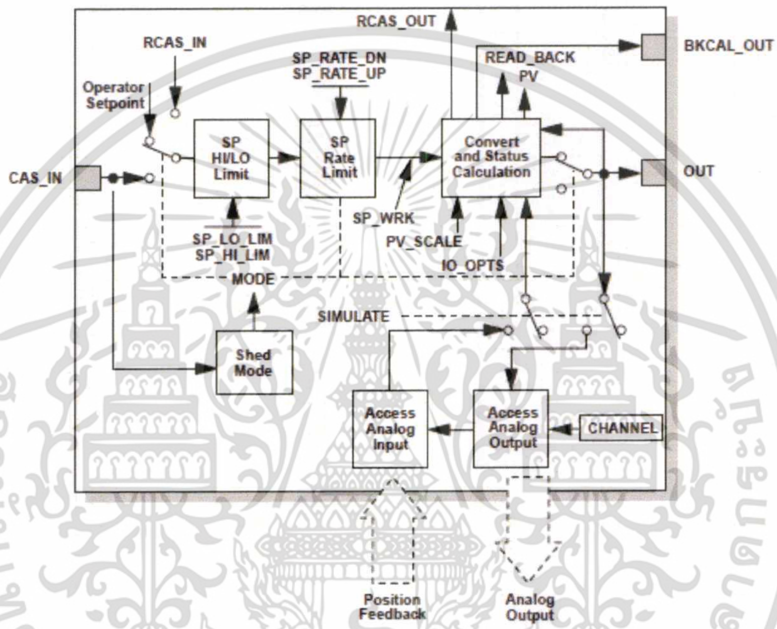
- SP-PV Track in LO or IMAN ฟังก์ชันนี้จะอนุญาตให้ค่า SP เปลี่ยนแปลงตามค่า PV เมื่อโหมดของบล็อกในขณะนั้นคือ Local Override (LO) หรือ Initialization Manual (IMan)

3. ฟังก์ชันบล็อก AO



รูปที่ 2.40 ตัวอย่างฟังก์ชันบล็อก AO

ในรูปที่ 2.40 แสดงตัวอย่างฟังก์ชันบล็อก AO ที่มักจะบรรจุอยู่ในอุปกรณ์ควบคุมสุดท้าย (Final Control Element) จำพวกวาล์วควบคุม (Control Valve) หรืออุปกรณ์แปลงสัญญาณฟิลด์บัสเป็นกระแส (Fieldbus-to-Current Converter) โดยพอร์ต CAS_IN เป็นพอร์ตที่รับค่าตัวแปรที่ใช้กำหนดเป็นค่าเป้าหมายหรือ SP สำหรับการประมวลผลของบล็อก ส่วนพอร์ต OUT เป็นพอร์ตที่ส่งค่าตัวแปรเอาต์พุตของบล็อกไปยังทรานสดิวเซอร์บล็อกของอุปกรณ์ผ่านค่าพารามิเตอร์ที่เรียกว่า "CHANNEL" ส่วนพอร์ต BKCAL_OUT เป็นพอร์ตที่ส่งค่าไปยังพอร์ต BKCAL_IN ของฟังก์ชันบล็อก PID ในรูปที่ 2.41 แสดงตัวอย่างโครงสร้างภายในฟังก์ชันบล็อก AO โดยค่าพารามิเตอร์ที่สำคัญสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 2.8



รูปที่ 2.41 ตัวอย่างโครงสร้างภายในฟังก์ชันบล็อก AO

ตารางที่ 2.8 ค่าพารามิเตอร์ที่สำคัญของฟังก์ชันบล็อก AO

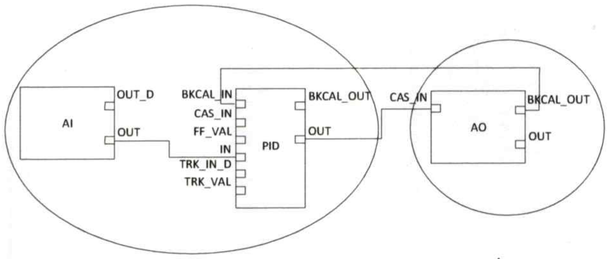
พารามิเตอร์	ค่าที่เลือกได้	ความหมาย
CHANNEL	ควรศึกษาจากคู่มือการใช้งาน โดยทั่วไปจะมีค่าเริ่มต้นเป็น 1	เป็นการกำหนดสัญญาณเอาต์พุตที่ไปสั่งการให้อุปกรณ์ทำงาน
PV_SCALE	ควรศึกษาจากคู่มือการใช้งานของอุปกรณ์	เป็นช่วงหรือสเกลของค่า PV โดยค่า PV ถูกใช้ในการประมวลผลของฟังก์ชันบล็อก AO ซึ่งค่า PV นี้ได้จากการแปลงค่าของพารามิเตอร์ READ_BACK เพื่อแสดงค่าตำแหน่งของตัวแอคทูเอเตอร์
OUT_SCALE	ตามความต้องการในการใช้งาน	ช่วงหรือสเกลของสัญญาณ OUT ของฟังก์ชันบล็อก AO

ตารางที่ 2.8(ต่อ)

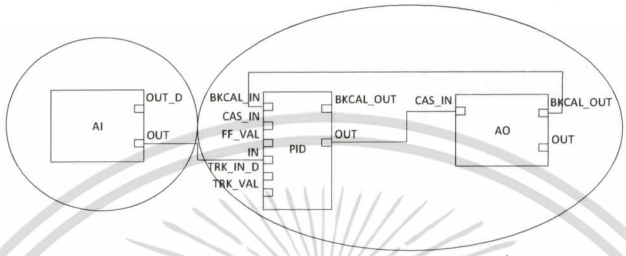
พารามิเตอร์	ค่าที่เลือกได้	ความหมาย
MODE	MAN (Manual)	เป็นโหมดการทำงานที่ผู้ใช้สามารถกำหนดค่าตัวแปร OUT ของฟังก์ชันบล็อก AO ได้ โดยไม่มีการประมวลของบล็อก
	AUTO (Automatic)	เป็นโหมดการทำงานที่ค่าตัวแปร OUT ได้จากการประมวลผลของฟังก์ชันบล็อก โดยมีค่าที่ถูกกำหนดไว้ใน SP เป็นค่าเป้าหมายในการประมวลผล
	CAS (Cascade)	เป็นโหมดการทำงานที่ค่าตัวแปร OUT ได้จากการประมวลผลของฟังก์ชันบล็อก โดยมีค่าตัวแปรที่ป้อนเข้ามาที่พอร์ต CAS_IN เป็นค่าเป้าหมายหรือ SP ของการประมวลผล
	RCAS (Remote Cascade)	เป็นโหมดการทำงานที่ค่าตัวแปร OUT ได้จากการประมวลผลของฟังก์ชันบล็อก โดยมีค่าตัวแปรที่ส่งมาจากโฮสต์ป้อนเข้ามาที่พอร์ต RCAS_IN เป็นค่าเป้าหมายหรือ SP ของการประมวลผล
	OOS (Out of Service)	เป็นการกำหนดให้ฟังก์ชันบล็อกหยุดทำงาน
	IMAN (Initialization Manual)	มีปัญหาในการส่งข้อมูลสำหรับค่า OUT เพื่อสั่งการให้อุปกรณ์ทำงาน โดยค่า OUT จะถูกคงค่าเอาไว้ที่ค่าสุดท้ายก่อนที่จะมีปัญหาเกิดขึ้น
	LO (Local Override)	ค่าเอาต์พุตของบล็อกไม่ตอบสนองตามค่าตัวแปร OUT เนื่องจากโหมดทำงานของรีซอร์สบล็อกเป็นโหมด LO หรืออยู่ในสภาวะที่มีความผิดพร่อง (Fualt State Action)

2.4.2 การเลือกใช้ฟังก์ชันบล็อก PID ภายในอุปกรณ์ระดับฟิลด์

ในการสร้างหรือกำหนดรูปแบบของลูปควบคุมโดยใช้ฟาวน์เดชันฟิลด์บัส จะทำในลักษณะที่เรียกว่าฟังก์ชันบล็อกไดอะแกรม โดยการนำเอาฟังก์ชันบล็อกต่าง ๆ มาเชื่อมต่อกันและมีการเชื่อมโยงข้อมูลระหว่างฟังก์ชันบล็อกในเครื่องมือที่ใช้ในการกำหนดค่า (Configuration Tool) หรือโฮสต์จะมีโปรแกรมที่ใช้ในการสร้างลูปควบคุมนี้โดยเฉพาะในโปรแกรมดังกล่าว ผู้ใช้จะมองเห็นฟังก์ชันบล็อกที่มีพอร์ตต่าง ๆ ทั้งทางด้านซ้ายและด้านขาวของบล็อก โดยที่พอร์ตอินพุตจะอยู่ด้านซ้ายของบล็อกและพอร์ตเอาต์พุตจะอยู่ทางด้านขวาของบล็อก ในรูปที่ 2.42 แสดงฟังก์ชันบล็อกไดอะแกรมสำหรับลูปควบคุมแบบ PID โดยมีการใช้ฟังก์ชันบล็อก 3 บล็อก คือ ฟังก์ชันบล็อก AI, PID และ AO โดยค่า



รูปที่ 2.42 การใช้ฟังก์ชันบล็อก PID ของอุปกรณ์ที่มีฟังก์ชันบล็อก AI



รูปที่ 2.43 การใช้ฟังก์ชันบล็อก PID ของอุปกรณ์ที่มีฟังก์ชันบล็อก AO

OUT ของฟังก์ชันบล็อก AI จะเป็นค่า IN ของฟังก์ชันบล็อก PID เมื่อฟังก์ชันบล็อก PID ประมวลผลจะได้ค่า OUT เพื่อส่งไปยังฟังก์ชันบล็อก AO และการทำงานของฟังก์ชันบล็อก AO จะมีการแจ้งกลับมายังฟังก์ชันบล็อก PID จากการรับ-ส่งข้อมูลระหว่างค่า BKCAL_OUT และ BKCAL_IN ด้วยแนวคิดของการสร้างลูปควบคุมโดยใช้ฟาวน์เดชันฟิลด์บัส ผู้ใช้สามารถเลือกกำหนดการใช้งานฟังก์ชันบล็อก PID โดยสามารถเลือกใช้ฟังก์ชันบล็อก PID ที่บรรจุอยู่ในตัวควบคุมของระบบโฮสต์ (Host Controller) หรือเลือกใช้ฟังก์ชันบล็อก PID ที่บรรจุอยู่ภายในตัวอุปกรณ์ระดับฟิลด์ ในกรณีที่เลือกใช้ฟังก์ชันบล็อกของอุปกรณ์ระดับฟิลด์ที่บางครั้งถูกเรียกว่า "Control in the Field" สำหรับการควบคุมแบบ PID ผู้ใช้สามารถเลือกกำหนดได้ 2 กรณี คือ การใช้ฟังก์ชันบล็อก PID ของอุปกรณ์ที่มีฟังก์ชันบล็อก AI (ดังแสดงในรูปที่ 2.42) และการใช้ฟังก์ชันบล็อก PID ของอุปกรณ์ที่มีฟังก์ชันบล็อก AO (ดังแสดงในรูปที่ 2.43) ตามลำดับ

2.5 การสับเปลี่ยนอุปกรณ์ระดับฟิลด์บัส [7]

ในการทำงานของระบบควบคุมอาจมีความจำเป็นที่ต้องมีการสับเปลี่ยนอุปกรณ์ในรูปแบบต่าง ๆ ตัวอย่างเช่น

- การสับเปลี่ยนอุปกรณ์ระดับฟิลด์ที่มีความเสียหาย โดยใช้อุปกรณ์ฟิลด์บัสแบบ Identical ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่มีคุณลักษณะเหมือนกัน

- การสับเปลี่ยนอุปกรณ์ระดับฟิลด์ โดยใช้อุปกรณ์ที่มีบริษัทผู้ผลิตเดียวกัน การใช้งานประเภทเดียวกัน แต่มีความแตกต่างของ Revision ของอุปกรณ์

- การสับเปลี่ยนอุปกรณ์ระดับฟิลด์ โดยใช้อุปกรณ์ที่มีคุณลักษณะทางฮาร์ดแวร์ตรงกันแต่ต่างที่บริษัทผู้ผลิต

- การสับเปลี่ยนอุปกรณ์ระดับฟิลด์ที่มีคุณลักษณะการทำงานที่แตกต่างกัน เช่น Capability หรือ การตั้งค่ารูปแบบการทำงานของฟังก์ชันบล็อกแตกต่างกัน ในขณะที่ดำเนินการสับเปลี่ยนจำเป็นต้องทำ Re-Engineering ของระบบใหม่

ตารางที่ 2.9 รูปแบบของการสับเปลี่ยนอุปกรณ์ฟาวน์เดชันฟิลด์บัส H1

Replacement Type	Manufacturer ID	Device Type	Device Revision
Identical	Same	Same	Same
Like	Same	Same	Higher/Lower
Equivalent	Same	Same	Higher/Lower*
Disparate	Same	Different	N/A
	Different	Same	N/A

หมายเหตุ * โครงสร้างข้อมูลของบล็อกต่าง ๆ ภายในอุปกรณ์จะมี OD Index ที่แตกต่างกัน

ในการสับเปลี่ยนอุปกรณ์ระดับฟิลด์ที่ใช้เทคโนโลยีฟาวน์เดชันฟิลด์บัส H1 เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบความเหมือนและความต่างกันของอุปกรณ์ที่ต้องการสับเปลี่ยน (Replaced Device) และอุปกรณ์ใหม่ที่ต้องการนำมาแทนที่ (New Device) จากบริษัทผู้ผลิต (Manufacturer ID) ประเภทของอุปกรณ์ (Device Type) และรุ่นการผลิตของอุปกรณ์ (Device Revision) สามารถแบ่งการสับเปลี่ยนอุปกรณ์ได้เป็น 4 รูปแบบ ดังสรุปในตารางที่ 2.9

จากตารางที่ 2.9 การสับเปลี่ยนการสับเปลี่ยนในแต่ละรูปแบบสามารถอธิบายโดยย่อได้ดังนี้

- การสับเปลี่ยนอุปกรณ์ระดับฟิลด์แบบ Identical โดยอุปกรณ์ที่ต้องการสับเปลี่ยนและอุปกรณ์ใหม่มีการทำงานและข้อมูลของฟังก์ชันบล็อกที่เหมือนกัน

- การสับเปลี่ยนอุปกรณ์ระดับฟิลด์แบบ Like เมื่ออุปกรณ์ใหม่แบบ Like มีลักษณะของแหล่งที่มาและการใช้งานของฟังก์ชันบล็อกรวมทั้งโครงสร้าง OD (Object Dictionary) ตรงกับอุปกรณ์ที่ต้องการสับเปลี่ยน โดยอุปกรณ์ใหม่แบบ Like มี MANUFAC_ID และ DEV_TYPE ที่เหมือนกัน แต่จะมี DEV_REV ที่สูงกว่าอุปกรณ์ที่ต้องการสับเปลี่ยน และควรใช้ DD/CF File ในอุปกรณ์ที่ต้องการสับเปลี่ยนมาตั้งค่า DEV_REV ที่อุปกรณ์ใหม่แบบ Like

- การสับเปลี่ยนอุปกรณ์ระดับฟิลด์แบบ Equivalent เมื่ออุปกรณ์ใหม่แบบ Equivalent มีลักษณะของการทำงานในฟังก์ชันบล็อกตรงกับอุปกรณ์ที่ต้องการสับเปลี่ยนแต่โครงสร้างของ OD (Object Dictionary) ของอุปกรณ์ใหม่แบบ Equivalent ต้องจัดการข้อมูลใหม่ โดยมี MANUFAC_ID และ DEV_TYPE ที่เหมือนกันแต่จะมี DEV_REV ที่สูงหรือต่ำกว่าอุปกรณ์ที่ต้องการสับเปลี่ยน และควรใช้ DD/CF File ในอุปกรณ์ที่ต้องการสับเปลี่ยนมาตั้งค่า DEV_REV ที่อุปกรณ์ใหม่แบบ Equivalent ถึงแม้ว่าระบบโฮสต์จะไม่รับรองในส่วนของ OD index แต่มีการลงรายละเอียดข้อมูลไว้ใน CFF File แล้ว

- การสับเปลี่ยนอุปกรณ์ระดับฟิลด์แบบ Disparate เมื่ออุปกรณ์ใหม่แบบ Disparate มีการใช้งานฟังก์ชันบล็อกที่ต่างกันเมื่อเทียบกับอุปกรณ์ที่ต้องการสับเปลี่ยน โดยอุปกรณ์ใหม่แบบ Disparate และอุปกรณ์ที่ต้องการสับเปลี่ยนมี MANUFAC_ID และ DEV_TYPE ที่แตกต่างกัน

จากทั้ง 4 กรณีของการสับเปลี่ยนอุปกรณ์ระดับแบบต่าง ๆ ที่ได้กล่าวมา มีเพียง 2 กรณีที่ไม่ต้องทำการตั้งค่าใหม่ (Reconfiguration) ของอุปกรณ์ คือการสับเปลี่ยนอุปกรณ์ระดับฟิลด์แบบ Identical และแบบ Like ข้อมูลที่ได้กล่าวมานี้สามารถช่วยให้บริษัทผู้ผลิตอุปกรณ์ฟิลด์บัสทำให้การทำงานของอุปกรณ์ระดับฟิลด์และระบบโฮสต์ทำงานร่วมกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ในปัจจุบันการสับเปลี่ยนอุปกรณ์ระดับฟิลด์แบบ Equivalent และแบบ Disparate มีข้อจำกัดในด้านของรายละเอียดข้อมูลของอุปกรณ์ ส่วนการสับเปลี่ยนอุปกรณ์ระดับฟิลด์แบบ Identical

(มี MANUFAC_ID, DEV_REV ที่เหมือนกัน) และการสับเปลี่ยนอุปกรณ์ระดับฟิลด์แบบ Like คือตัวอุปกรณ์มีการอัพเดตข้อมูล (มี MANUFAC_ID, DEV_TYPE ที่เหมือนกันแต่มี DEV_REV ที่สูงหรือต่ำกว่า) ในกรณีนี้ DD/CFF File ของอุปกรณ์ที่ต้องการสับเปลี่ยนต้องสามารถนำไปตั้งค่า DEV_REV ในอุปกรณ์ใหม่ที่มาใช้แทนที่ได้ ในบางกรณีถึงแม้ว่าอุปกรณ์จะมี MANUFAC_ID, DEV_TYPE และ DEV_REV ที่เหมือนกัน แต่อาจจะมีการทำงานของฮาร์ดแวร์ที่ต่างกัน เช่นประเภทของเซนเซอร์หรือขนาดของวาล์วที่แตกต่างกัน

2.6 ข้อกำหนดของ Host Profile และ Class [16]

โฮสต์เป็นส่วนสำคัญที่รองรับข้อความในการสื่อสารของเทคโนโลยีฟาวน์เดชันฟิลด์บัส โดยโฮสต์ประกอบด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการกำหนดค่าของระบบ (Configuration Tools) อุปกรณ์บันทึกเสียง แผงที่แสดงผลการแจ้งเตือนต่างจากระบบหรืออุปกรณ์ (Alarm Display Panels) และ HMI (Human-Machine Interface) หรือการนำฟังก์ชันต่าง ๆ มาทำงานร่วมกันของระบบ จะได้โฮสต์รแบบระบบดีซีเอส (Distributed Control System) อาจจะเป็นอุปกรณ์เดี่ยวหรือการประกอบขึ้นมาจากอุปกรณ์มากมาย โดยที่โฮสต์ไม่จำเป็นต้องมีการทำงานในส่วนของ Function Block (FB) แต่โฮสต์ต้องมีการอินเตอร์เฟซ (Interface) กับ H1, HSE หรือทั้งสองอย่าง โฮสต์มีการรองรับอุปกรณ์แบบเซฟตี้ (Safety Device) อุปกรณ์การควบคุม และการแสดงผลของระบบ ระบบโฮสต์ที่มีการเชื่อมต่อบน H1 ทางองค์กร Fieldbus Foundation ได้บันทึกลงข้อมูลไว้ที่ Communication Stack และมีการอินเตอร์เฟตในชั้นของ Physical Layer ตามข้อกำหนดขององค์กร Fieldbus Foundation ส่วนโฮสต์ที่มีการเชื่อมต่อบน HSE ต้องมีการบันทึกลงข้อมูลไว้ที่ Communication Stack เช่นกัน

รูปที่ 2.44 ระดับของ Host Class

การกำหนด Host Profile อย่างน้อยต้องเป็นไปตามคุณสมบัติที่องค์กร Fieldbus Foundation ได้กำหนดไว้ โดยที่โฮสต์ต้องสามารถดำเนินการได้ตามคุณสมบัติของ Host Classes

ในระดับต่าง ๆ ที่กำหนดไว้ โฮสต์ต้องมีการทำงานร่วมกันของฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ (Sofware) ซึ่งถูกกำหนดขึ้นโดยบริษัทผู้ผลิตของโฮสต์นั้น ๆ ปัจจุบันทางองค์กร Fieldbus Foundation ได้กำหนดระดับของโฮสต์ได้ 4 classes มีดังนี้ แสดงดังรูปที่ 2.44

- Class 61 - Integrated Host: เป็นโฮสต์ที่มีการเชื่อมต่อในรูปแบบดีซีเอส เป็นสิ่งที่สำคัญมากต่อกระบวนการที่มีอยู่ในโหมดออนไลน์หรือ on process โดยโฮสต์มีการจัดการข้อมูล Physical Device Tag ให้กับอุปกรณ์ทุกตัวเช่นเดียวกับการกำหนดการตั้งค่าเครือข่าย สามารถจัดการการสื่อสารข้อมูลและกระจายงานที่ได้กำหนดไว้ประกอบด้วย Link Schedule, Back up Link Schedule, Block Instantiation, Link Object, Macrocycle, VCRs และการแจ้งเตือนต่าง ๆ โฮสต์สามารถเข้าถึงพารามิเตอร์ที่อยู่ใน Resource Block, Transducer Block, และ Function Block จะมีการ Back up/off-line ของข้อมูลไปไว้ที่ Database ด้วย ทำให้กระบวนการควบคุมทางวิศวกรรมใช้ระบบโฮสต์ในการตั้งค่าและวิเคราะห์ระบบมีความน่าเชื่อถือมากขึ้น โดยที่ผู้ดูแล (Operator) สามารถใช้งาน Integrated Host ผ่านโปรแกรมที่ Operator Workstation

- Class 62 - Visitor Host: เป็นโฮสต์ที่ทำงานขณะมีการออนไลน์ระบบ โดยมีพื้นฐานในการ Read/Write ข้อมูลไปยัง Resource Block และ Transducer Block แต่ถ้าเป็นโฮสต์ที่มีการทำงานแบบ Read อย่างเดียวสามารถดำเนินการใน Function Blocks ซึ่ง Visitor Host ไม่มีหน้าที่ดำเนินการในส่วนของ Physical Device Tag และการตั้งค่าเครือข่าย อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เป็น Visitor Host อาจจะมีลักษณะที่สามารพกพาได้ (Handheld Device) หรือ อุปกรณ์ PDA-Like ใช้เชื่อมต่อเข้าไปยังเครือข่ายแบบชั่วคราวเพื่อดำเนินการซ่อมบำรุงรักษาระบบและโฮสต์สามารถติดตั้งไว้ในอุปกรณ์เฉพาะได้ เช่น การวินิจฉัยวาล์วควบคุมแบบออนไลน์

- Class 63 - Bench host: เป็นโฮสต์ที่ใช้สำหรับกำหนดตั้งค่าอุปกรณ์ที่ไม่ได้ดำเนินการคอมมิชชันนิงอุปกรณ์ (Non Commissioned Device) ใช้ในการตั้งค่าระบบเครือข่ายสำหรับกระบวนการแบบออฟไลน์ (off process) และมีการตั้งค่าในส่วนของ Link Schedule, Back up Link Schedule, Block Instantiation, Link Object, Macrocycle, VCRs และการแจ้งเตือนต่าง ๆ โดยที่โฮสต์สามารถเข้าถึงพารามิเตอร์ต่าง ๆ ของ Resource Block, Transducer Block, และ Function Block อาจจะใช้โฮสต์ในกรณีที่ต้องตั้งค่าอุปกรณ์ในระบบก่อนที่จะนำออกจากเครือข่ายหรือตั้งค่าอุปกรณ์ตัวใหม่เพื่อใช้ในการสับเปลี่ยนอุปกรณ์ ถ้ามีการ Reassign อุปกรณ์ใหม่สามารถใช้โฮสต์ Class 63 Bench Host ในการเคลียร์ PD_Tag, H1 Address, VCRs, LAS และ Function Block Schedules ของอุปกรณ์ได้

- Class 64 - Bench Host: เป็นโฮสต์ที่ใช้กับอุปกรณ์ที่ถูกคอมมิชชันนิงแล้ว (Commissioned Device) มีทำงานในลักษณะแบบออฟไลน์ ใช้งานด้วยผู้ดูแลอุปกรณ์เครื่องมือวัดและการบำรุงรักษา Class 64 Bench Host มีความต้องการที่เหมือนกับ Class 62 Standard Visitor Host คือ ไม่มีหน้าที่ในการตั้ง Address ของอุปกรณ์ ส่วนมาก Bench Host แบบนี้จะอยู่ในรูปแบบ Handheld Configuration หรืออุปกรณ์ PDA-type ใช้เชื่อมต่อบนเซกเมนต์แบบออฟไลน์หรืออุปกรณ์ที่มีการทำงานเฉพาะ เช่น อุปกรณ์วินิจฉัยวาล์วแบบออฟไลน์

- Class 71 - SIF Integrated Host: เป็นโฮสต์ที่ใช้สำหรับอุปกรณ์ที่มีฟังก์ชันการทำงานแบบ SIF (Safety Instrumented Function) ในขณะระบบออนไลน์หรือ On Process เป็นโฮสต์ที่ใช้งานแบบเซฟตี้การทำงานของเหมือนกับ Integrated Host โดย Class 71 SIF Host ถูกกำหนด Address ไว้บน H1 มีการทำงานแบบออนไลน์ สามารถตั้งค่าหรือจัดการ Physic Device Tag

อุปกรณ์ที่ตัวในระบบและสามารถตั้งค่าเครือข่ายได้ ฟังก์ชันต่าง ๆ ของโฮสต์แบบ Class 61 Integrated Host จะแตกต่างกันที่ฟังก์ชันเฉพาะของ SIF โดยคุณสมบัติของฟังก์ชันเซฟตี้สามารถเข้าถึงพารามิเตอร์ของ Resource Block และ Function Block ของ SIF ได้นั้นต้องมีการรองรับ SIF Protocol และการตั้งค่า SIF โดยเฉพาะสามารถดำเนินการ Lock/Unlock ของอุปกรณ์ SIF ได้ทุกตัว

ในการดำเนินการระบบ Safety ของโฮสต์ ผู้ใช้งานเป็นคนที่ตั้งค่าและใช้โปรแกรมวิเคราะห์การทำงานทางวิศวกรรม ผู้ดูแลระบบจะทำการ Shutdown การทำงานของระบบผ่านโฮสต์ และผู้ที่หน้าที่รับผิดชอบในการซ่อมบำรุงรักษาระบบ จะเข้าไปยังส่วน SIF Host เพื่อดำเนินงานในส่วนของอุปกรณ์และกระบวนการที่มีระบบ SIF

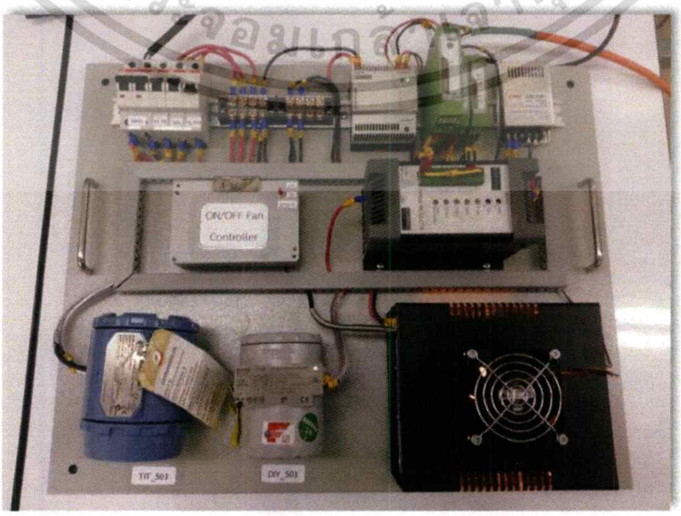
บทที่ 3
การสับเปลี่ยนอุปกรณ์ฟาวน์เดชันฟิลด์บัสที่นำเสนอ

3.1 กล่าวนำ

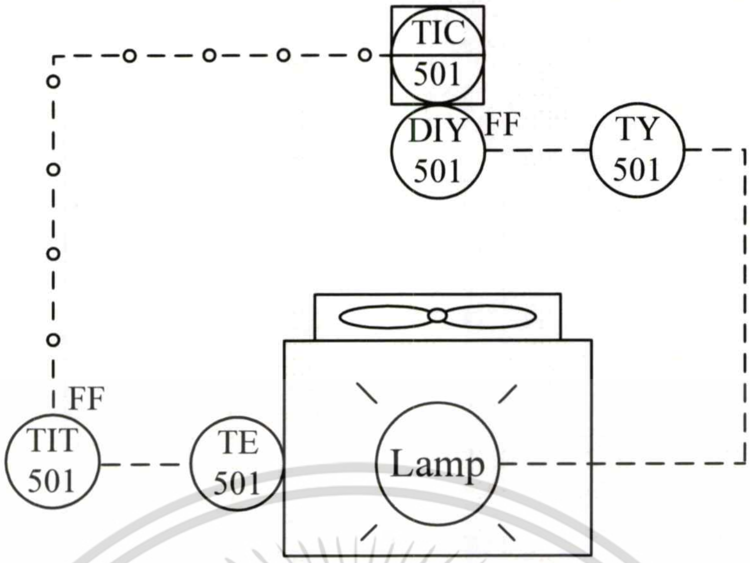
ในบทนี้จะกล่าวถึงรายละเอียดของพลานต์โมเดลการควบคุมอุณหภูมิซึ่งประกอบด้วย ระบบโฮสต์แบบดีซีเอสที่ใช้ในกรณีศึกษา รวมทั้งรายละเอียดของอุปกรณ์ฟิลด์บัสที่ใช้ในกรณีศึกษาและวิธีการสับเปลี่ยนอุปกรณ์ที่นำเสนอในวิทยานิพนธ์นี้ทั้ง 4 กรณี

3.2 พลานต์โมเดลการควบคุมอุณหภูมิที่ใช้ในกรณีศึกษา [17]

รูปที่ 3.1 แสดงพลานต์โมเดลการควบคุมอุณหภูมิที่มีการทำงานร่วมกันของอุปกรณ์ระดับฟิลด์ที่ใช้สัญญาณดิจิตอลฟิลด์บัส H1 ในการสื่อสารข้อมูล ซึ่งเป็นพลานต์โมเดลที่ถูกนำมาใช้เป็นกรณีศึกษาสำหรับการสับเปลี่ยนทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิที่นำเสนอในวิทยานิพนธ์นี้ โดยมีแบบพีแอนด์ไอดี (Piping & Instrumentation Diagram: P&ID) ดังแสดงในรูปที่ 3.2 จากแบบพีแอนด์ไอดี กำหนดให้ TE_501 (Temperature Element) เป็นเซนเซอร์อุณหภูมิชนิดอาร์ทีดีเชื่อมต่อกับ TIT_501 (Temperature Indicator Transmitter) ซึ่งเป็นทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิที่ใช้ในการวัดค่าอุณหภูมิจากกระบวนการที่มีการสื่อสารด้วยเทคโนโลยีฟาวน์เดชันฟิลด์บัสและส่งค่าอุณหภูมิที่วัดได้จากเซนเซอร์อุณหภูมิไปยัง TIC_501 (Temperature Indicator Control) เพื่อแสดงค่าของอุณหภูมิและเป็นส่วนที่ติดต่อกับผู้ใช้งานในการควบคุมอุณหภูมิ โดยการตั้งค่าเป้าหมายของกระบวนการและส่งตัวแปรควบคุมในรูปแบบสัญญาณฟิลด์บัสไปยัง DIY_501 (Fieldbus Indicator Converter) ซึ่งเป็นอุปกรณ์แปลงสัญญาณฟิลด์บัส H1 เป็นสัญญาณกระแสมาตรฐาน 4-20 mA และส่งสัญญาณกระแสไปยังอุปกรณ์ควบคุมตัวสุดท้าย (Final Control Element) คือ TY_501 แทนอุปกรณ์คงค่ากำลังไฟฟ้าในการแปลงค่ากระแสเป็นแรงดันกระแสสลับ 45-220 VAC เพื่อจ่ายแรงดันเอซีให้แก่หลอดไฟในกระบวนการ โดยสรุปรายละเอียดข้อมูลของอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในพลานต์โมเดลการควบคุมอุณหภูมิ สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 3.1



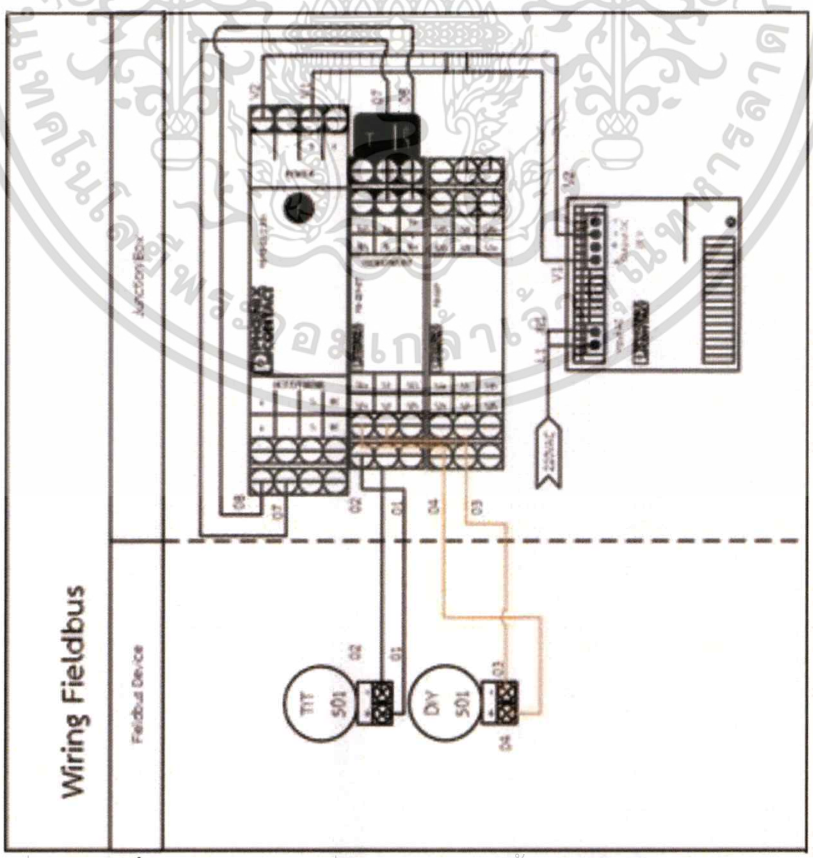
รูปที่ 3.1 พลานต์โมเดลการควบคุมอุณหภูมิ



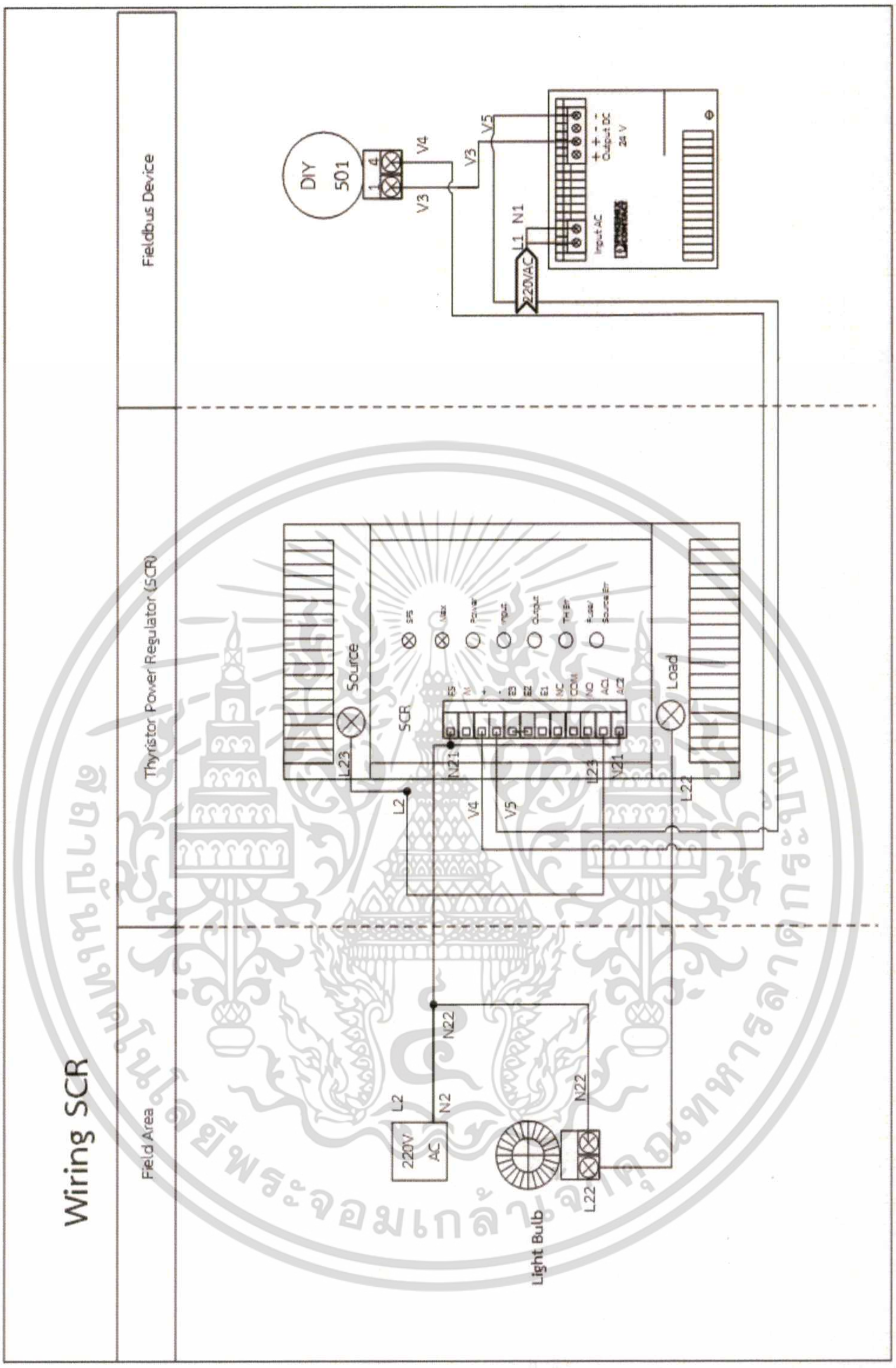
รูปที่ 3.2 แผนภาพพีแอนด์ไอของกระบวนการควบคุมอุณหภูมิที่มีระบบโฮสต์แบบดีซีเอส

ตารางที่ 3.1 รายละเอียดข้อมูลอุปกรณ์บนพลานต์โมเดลการควบคุมอุณหภูมิ

Device Tag	Device Function	Manufacturer	Model
TIT_501	Temperature Transmitter	Rosemount	3144P
DIY_501	Fieldbus to Current Converter	SMAR	FI302
TY_501	Current to voltage Converter	Sangi	SCR-14030



รูปที่ 3.3 แบบการต่อสายในส่วนของอุปกรณ์ฟิลด์บัส H1



รูปที่ 3.4 แบบการต่อสายในส่วนของอุปกรณ์คงค่ากำลังไฟฟ้า SCR-1A030 และอุปกรณ์แปลงสัญญาณฟิลด์บัสเป็นกระแส (FI) รุ่น FI302

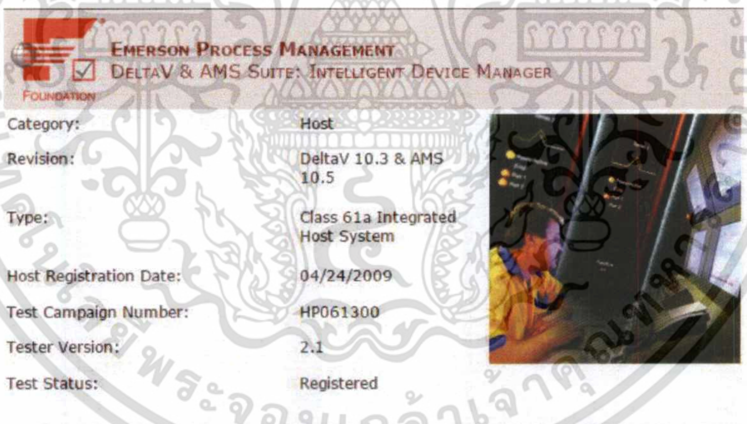
ในการติดตั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ ในพลานต์โมเดลการควบคุมอุณหภูมิ มีการต่อสายหรือเดินสายดังแสดงในรูปแบบการติดตั้งแสดงในแบบการต่อสาย (Wiring Diagram) ในรูปที่ 3.3 และรูปที่ 3.4 โดยในรูปที่ 3.3 แสดงแบบต่อสายในส่วนของอุปกรณ์ฟาวน์เดชันฟิลด์บัส H1 และในรูปที่ 3.4 แสดงแบบต่อสายในส่วนของอุปกรณ์คงค่ากำลังไฟฟ้า SCR-1A030 และอุปกรณ์แปลงสัญญาณฟิลด์บัสเป็นกระแส (FI) รุ่น FI302

3.2.1 ระบบโฮสต์แบบดีซีเอสที่ใช้ในกรณีศึกษา [4]

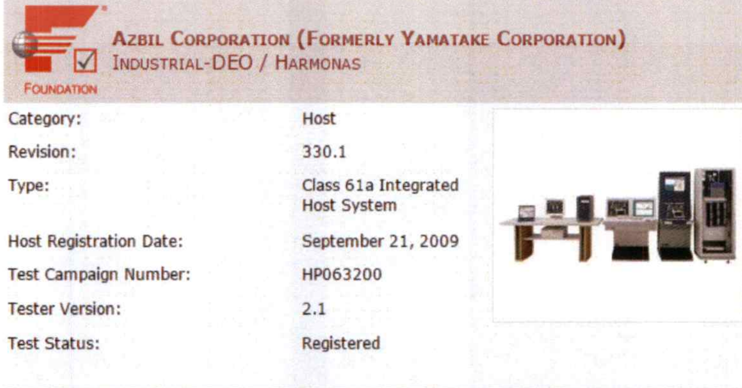
การศึกษาการสับเปลี่ยนอุปกรณ์ที่นำเสนอในวิทยานิพนธ์นี้ ได้ดำเนินการบนระบบโฮสต์แบบดีซีเอสที่ต่างกัน คือ ระบบโฮสต์ของบริษัท Emerson Process Management รุ่น DeltaV และบริษัท Azbil รุ่น Harmonas-DEO โดยระบบโฮสต์แบบดีซีเอสทั้ง 2 รุ่นนี้มี Host Class ที่เหมือนกัน คือ Class 61a Integrated Host System ดังที่ได้อธิบายในหัวข้อที่ 2.6 โดยระบบโฮสต์แบบดีซีเอสรุ่น DeltaV และ Harmonas-DEO ได้ลงทะเบียนและผ่านการรับรองจาก Fieldbus Foundation ดังแสดงในรูปที่ 3.5 และ 3.6 ตามลำดับ โดยผู้ใช้งานสามารถดูข้อมูลเพิ่มเติมได้จากเว็บไซต์ www.fieldbus.org รายละเอียดโดยย่อของระบบโฮสต์ที่ใช้ในกรณีศึกษามีดังนี้

ระบบโฮสต์แบบดีซีเอส DeltaV

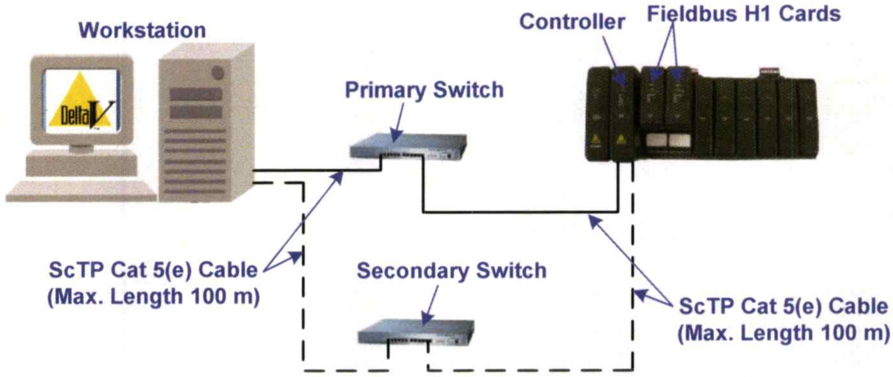
ในรูปที่ 3.7 แสดงโครงสร้างทางฮาร์ดแวร์ที่ใช้ในการเชื่อมต่อระบบโฮสต์แบบดีซีเอส DeltaV ที่ใช้เทคโนโลยีฟาวน์เดชันฟิลด์บัส HSE ซึ่งรองรับการสร้างเครือข่าย Ethernet ตามมาตรฐาน IEEE 802.3u และมีระบบเครือข่ายสำรอง (Network Redundancy) โดยมีการเชื่อมต่อ DeltaV WorkStation เข้ากับ DeltaV Controller ผ่านอุปกรณ์ที่เรียกว่า Hub หรือ Switch ด้วยการกำหนดตั้งค่าหมายเลข IP Address ส่วนอุปกรณ์ Fieldbus H1 Card จะเชื่อมต่อกับ DC Power Supply/Power Conditioner และนำสาย Trunk จากแหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้าเชื่อมต่อไปยัง Junction Box ที่ติดตั้งบนพลานต์โมเดลการควบคุมอุณหภูมิที่ใช้ในกรณีศึกษา (ดูรูปที่ 3.29)



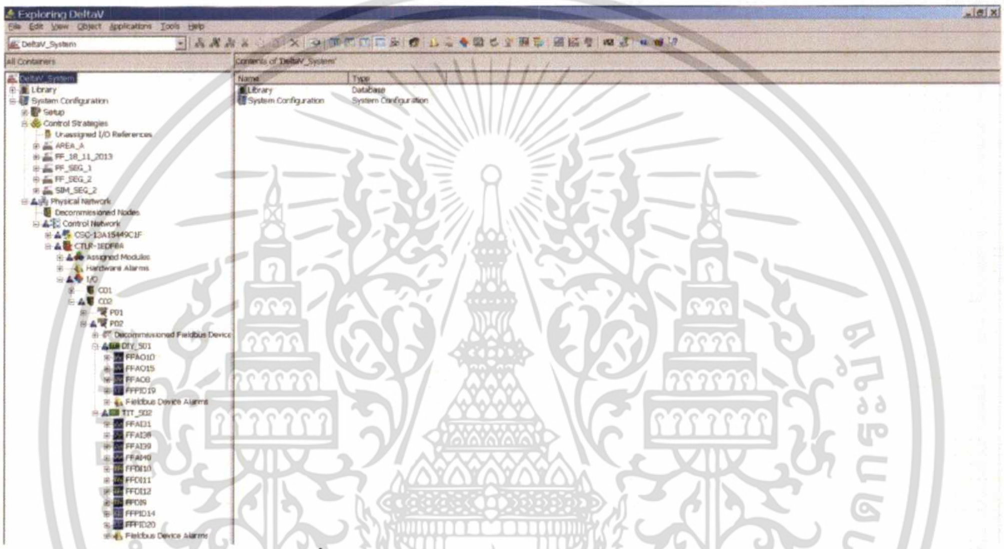
รูปที่ 3.5 ระบบโฮสต์แบบดีซีเอส DeltaV ที่ผ่านการรับรองโดย Fieldbus Foundation



รูปที่ 3.6 ระบบโฮสต์แบบดีซีเอส Harmonas-DEO ที่ผ่านการรับรองโดย Fieldbus Foundation



รูปที่ 3.7 โครงสร้างทางฮาร์ดแวร์ในการเชื่อมต่อของระบบโฮสต์แบบดีซีเอส DeltaV



รูปที่ 3.8 หน้าต่างของ DeltaV Explorer

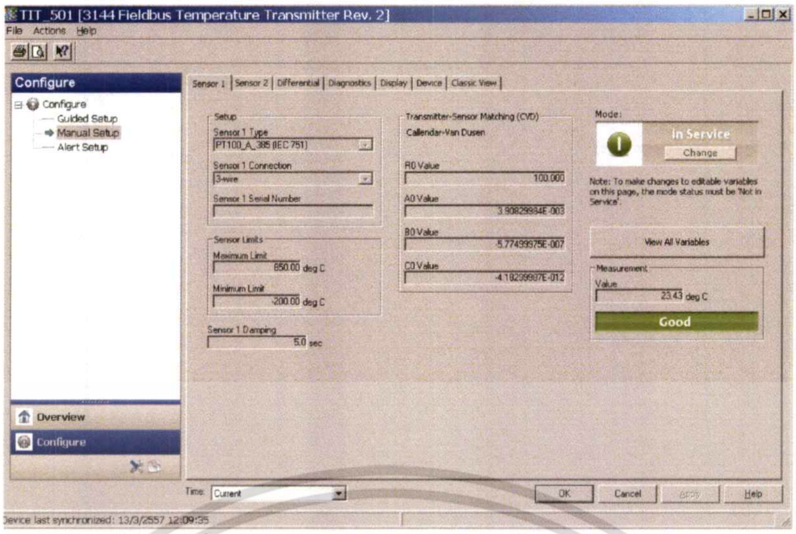
ในการใช้ระบบโฮสต์แบบดีซีเอส DeltaV จะมีการใช้งาน 3 โปรแกรมหลัก คือ DeltaV Explorer, Control Studio และ DeltaV Operate โดยแต่ละโปรแกรมหรือแอพพลิเคชันมีรายละเอียดโดยย่อดังนี้

DeltaV Explorer เป็นแอพพลิเคชัน (Application) ที่แสดงในลักษณะ Windows Explorer ที่ใช้ในการกำหนดคุณลักษณะ (Characters) ของส่วนต่าง ๆ ในระบบ โดยที่ผู้ใช้งานสามารถเห็นภาพของโครงสร้างระบบ (Structure) โดยรวม และโครงงานของระบบ (Layout)

การเปิดใช้งานในส่วนของ DeltaV Explorer สามารถทำได้โดย

- Click Start>>DeltaV>>Engineering>>DeltaV Explorer

ภายในหน้าต่างของ DeltaV Explorer ดังแสดงในรูปที่ 3.8 จะมีอยู่ 2 ส่วนด้วยกัน คือ ด้านซ้ายจะแสดงโครงสร้างของระบบ DeltaV เช่น Library, System Configuration, Control Strategies, Physical Network และ Control Network ส่วนด้านขวาแสดงรายการย่อยของตัวเลือกด้านซ้ายที่ถูกเลือก เช่น ถ้าเลือก DeltaV_System ทางด้านซ้าย รายการย่อยที่มีอยู่ใน DeltaV_System ก็จะแสดงทางด้านขวา คือ Library และ System Configuration ทำให้ผู้ใช้งานสามารถ เพิ่ม ลบ หรือปรับปรุงระบบได้ดังนี้



รูปที่ 3.9 หน้าต่าง AMS Device Manager

- เพิ่ม Workstation และ Controller ในฐานข้อมูล
- เพิ่ม Areas และ Modules ในฐานข้อมูล
- กำหนดรูปแบบและลำดับของการเตือน (Alarm) ในฐานข้อมูล
- เคลื่อนย้ายของวัตถุโดยการลากและวาง (Drag and drop)
- กำหนดตั้งค่าคุณสมบัติของระบบเครือข่าย
- แก้ไขคุณสมบัติของ Controller และ Workstation
- การสร้าง คัดลอก หรือดาวน์โหลด Modules ลงใน Controller
- เชื่อมต่อกับฟังก์ชันการทำงานของ Control Studio หรือฟังก์ชันอื่นในระบบ DeltaV

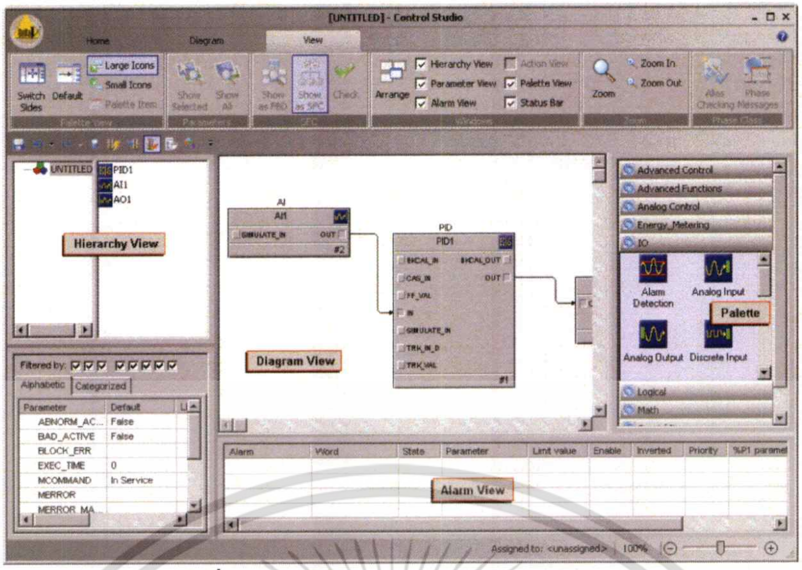
ถ้าหากมีการติดตั้งโปรแกรม AMS Device Manager ในระบบ DeltaV รูปที่ 3.9 ซึ่งเป็นแอพพลิเคชันในการกำหนดตั้งค่าอุปกรณ์ฟิลด์บัส H1 รวมทั้งการจัดการข้อมูลของอุปกรณ์ โดยผู้ใช้งานสามารถใช้คำสั่งผ่าน AMS Device Manager ไปยังอุปกรณ์ฟิลด์บัสได้ดังนี้

- สามารถเรียกการใช้งานฟังก์ชัน AMS Device Manager จากอุปกรณ์ฟิลด์บัส H1 ได้
- เรียกดูข้อมูลสถานะและเงื่อนไขการทำงานของอุปกรณ์
- เรียกดูข้อมูลการกำหนดตั้งค่าการทำงานของอุปกรณ์
- เปรียบเทียบข้อมูลการกำหนดตั้งค่าการทำงานระหว่างอุปกรณ์ได้
- ใช้ค้นหา (Scan) อุปกรณ์บนเครือข่ายฟิลด์บัส H1
- เปิดคู่มือการใช้งานสำหรับอุปกรณ์นั้น ๆ (ถ้าหากบริษัทผู้ผลิตได้กำหนดไว้)

Control Studio ดังแสดงในรูปที่ 3.10 จะใช้ในการออกแบบหรือกำหนดคุณลักษณะต่าง ๆ ของ Modules รวมทั้งการกำหนดรูปแบบการควบคุม ในฟังก์ชันนี้ผู้ใช้งานสามารถ Drag และ Drop ฟังก์ชันบล็อกได้เพื่อกำหนดลูปควบคุมของกระบวนการ

การเปิดใช้งาน Control Studio ทำได้ดังนี้

- Click Star>>DeltaV>>Engineering>>Control Studio
- หรือผู้ใช้งานสามารถเรียกฟังก์ชัน Control Studio จากแถบเมนูของ DeltaV Explorer ได้เช่นกัน



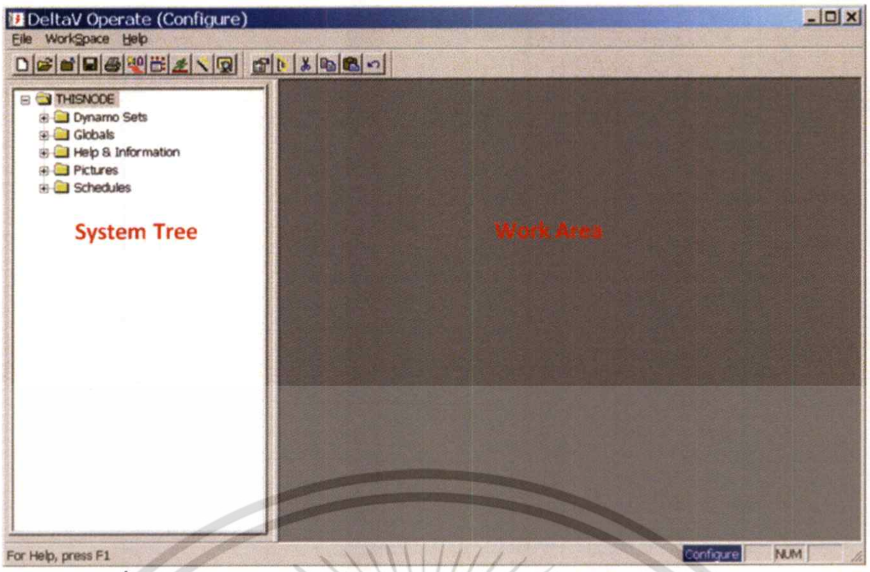
รูปที่ 3.10 หน้าต่างของ Control Studio

ผู้ใช้งานสามารถสร้างลูปการควบคุมของกระบวนการได้จากการใช้ส่วนประกอบต่าง ๆ โดยเริ่มจากการเลือก Module กำหนดชุดคำสั่งและพารามิเตอร์ต่าง ๆ โดยการนำค่าพารามิเตอร์มากำหนดตั้งการแจ้งเตือน (Alarm) การแสดงผล และการเก็บข้อมูลแบบ Trend ของกระบวนการ การใช้งาน Control Studio สามารถสรุปได้ดังนี้

- สร้าง Module ใหม่ได้โดยการนำฟังก์ชันบล็อกต่าง ๆ มาเชื่อมต่อเข้าด้วยกัน เพื่อกำหนดรูปแบบการควบคุม
- แก้ไขชุดคำสั่งสำหรับ Module
- แก้ไขพารามิเตอร์ของ Module
- กำหนดการแจ้งเตือนสำหรับ Module
- กำหนดเงื่อนไขภายในชุดคำสั่งของ Module
- กำหนด Module ไปยัง Node
- ดาวน์โหลด Module

DeltaV Operate เป็นแอพพลิเคชันที่ประกอบไปด้วย 2 โหมดการทำงาน คือ Configure mode ซึ่งเป็นส่วนที่กำหนดรูปแบบกราฟิกของกระบวนการและ Run mode ซึ่งเป็นส่วนที่ติดต่อกับผู้ใช้งานหรือ Operator ที่ดูแลระบบ โดยมีการใช้กราฟิกในการแสดงผลของค่าที่ได้จากการทำงานของกระบวนการ

การใช้งาน DeltaV Operate in Configure Mode ดังแสดงในรูปที่ 3.11 สามารถใช้ออกแบบกราฟิกแสดงการทำงาน การกำหนดข้อความ หรือเสียงของกระบวนการผลิต โดยแบ่งหน้าต่างออกเป็น 2 ส่วน คือ System Tree และ Work Area โดยในส่วนของ System Tree ได้แสดงรูปแบบข้อมูลต่าง ๆ เป็นลำดับชั้น รวมถึงการเชื่อมต่อข้อมูลต่าง ๆ เข้าหากัน ผู้ใช้สามารถเปิดและปิดแฟ้มข้อมูลแต่ละชนิดเหมือนใน Windows Explorer โดยการกดที่เครื่องหมาย (+) และ (–) เพื่อเลือกใช้รูปแบบข้อมูลหรือสัญลักษณ์ต่าง ๆ ในการออกแบบกราฟิกสำหรับกระบวนการผลิตให้เสมือนจริงเพื่อให้ผู้ดูแลระบบเข้าใจภาพรวมการทำงานของกระบวนการ จากนั้นก็ลากมาวาง (Drag and Drop) ลงในส่วนของ Work Area ทางด้านขวามือ



รูปที่ 3.11 หน้าต่างของ Control Studio in Configure mode

การเปิดใช้งาน DeltaV Operate in Configure Mode ทำได้โดย

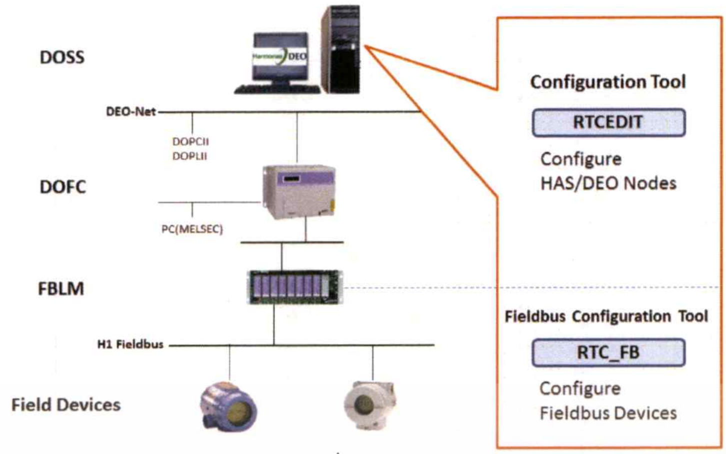
- Click Start>>DeltaV>>Engineering>>DeltaV Operate Configure

การใช้งาน DeltaV Operate in Run Mode ดังแสดงในรูปที่ 3.12 ในส่วนนี้จะแสดงความเกี่ยวข้องกันของกระบวนการทั้งหมด โดยกำหนดตั้งค่า Control Module และอัพโหลดข้อมูลไปที่ตัวควบคุม (Controller) จะมีจำนวนของอุปกรณ์ทั้งหมดที่ได้กำหนดไว้ แต่จะยังไม่สามารถใช้งานได้จริงจนกว่าจะมีสัญญาณอินพุตและเอาต์พุตจากระดับฟิลด์ส่งมายังตัวควบคุม DeltaV Operate ก็สามารถแสดงค่าตัวแปรในกระบวนการได้

การเปิดใช้งาน DeltaV Operate in Run Mode ทำได้ดังนี้

- Click Start>>DeltaV>>Engineering>>DeltaV Operate Run

รูปที่ 3.12 หน้าต่าง DeltaV Startup



รูปที่ 3.13 โครงสร้างทางฮาร์ดแวร์ในการเชื่อมต่อระบบโฮสต์แบบดีซีเอส Harmonas-DEO

ระบบโฮสต์แบบดีซีเอส Harmonas-DEO

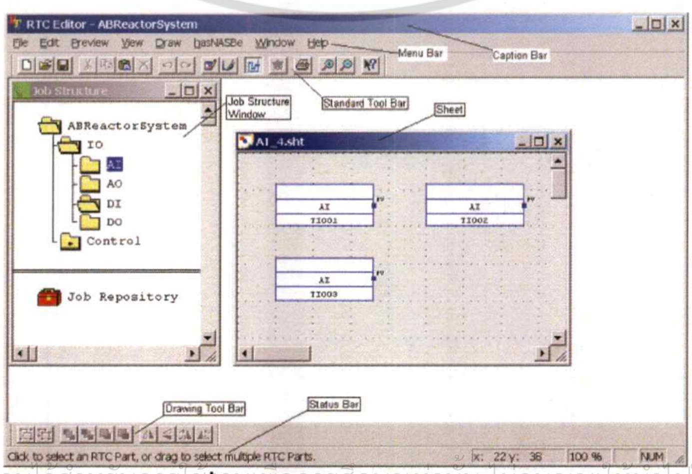
รูปที่ 3.13 แสดงโครงสร้างทางฮาร์ดแวร์ที่ใช้ในการเชื่อมต่อระบบโฮสต์แบบดีซีเอสของ Harmonas-DEO โดยใช้เทคโนโลยี DEO-net ที่รองรับการสร้างเครือข่าย Ethernet ตามมาตรฐาน IEEE 802.3u ในการเชื่อมต่อ DEO-Operation/Engineering Workstation (DOSS) เข้ากับ DEO-Fieldbus Controller (DOFC) ผ่านอุปกรณ์ที่เรียกว่า Hub หรือ Switch ด้วยการกำหนดตั้งค่าหมายเลข IP Address ส่วนอุปกรณ์ Fieldbus Linking Module (FBLM) จะเชื่อมต่อกับ DC Power Supply/Power Conditioner และนำสาย Trunk จากแหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้าเชื่อมต่อไปยัง Junction Box ที่ติดตั้งบนพลานต์โมเดลการควบคุมอุณหภูมิที่ใช้ในกรณีศึกษา (ดูรูปที่ 3.54)

ในการใช้ระบบโฮสต์แบบดีซีเอส Harmonas-DEO จะมีการใช้งาน 4 โปรแกรมหลัก คือ RTC Editor, RTC Fieldbus Tool, InTouch WindowMaker และ InTouch Window Viewer โดยแต่ละโปรแกรมหรือแอพพลิเคชันมีรายละเอียดโดยย่อดังนี้

RTC Editor ดังแสดงในรูป 3.14 เป็นแอพพลิเคชันที่ใช้ในการกำหนด Display Point, Point Data, Controller Box Data และกำหนดตั้งค่าข้อมูลในส่วนต่าง ๆ ของระบบ เช่น DOSS, DOFC, FBLM, History และ Alarm Configuration

การเปิดใช้งาน RTC Editor ทำได้ดังนี้

- Click Start>>Programs>>DEO>>RTC Editor

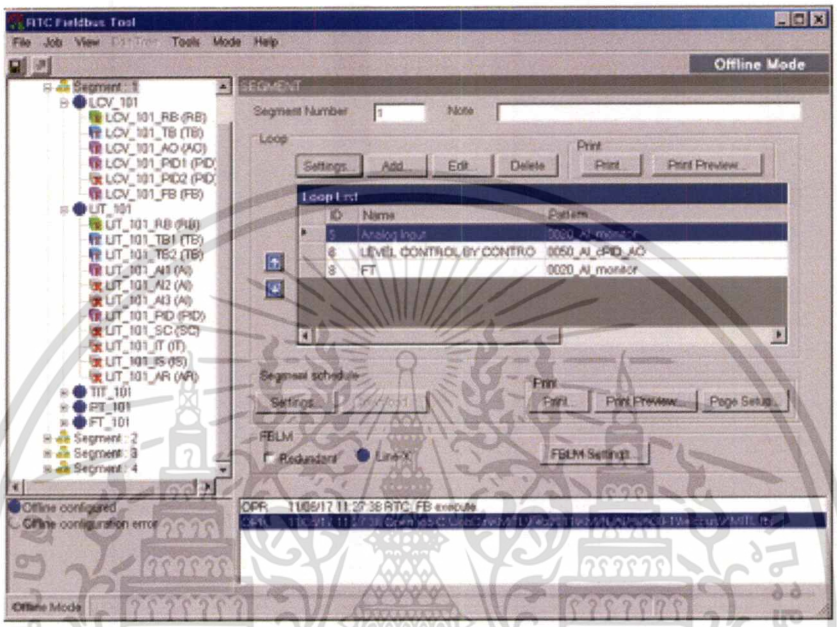


รูปที่ 3.14 หน้าต่าง RTC Editor

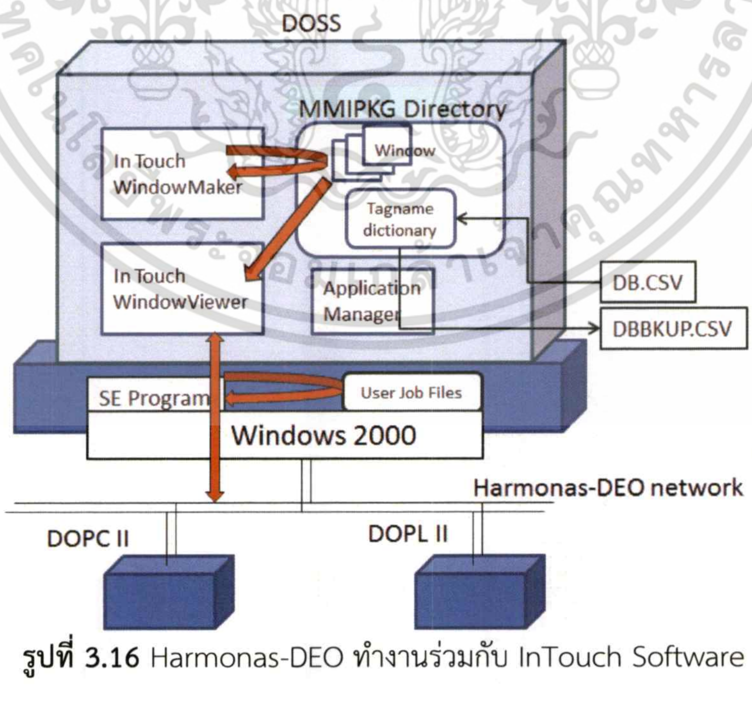
RTC Fieldbus Tool (RTC_FB) ดังแสดงในรูปที่ 3.15 เป็นแอพพลิเคชันที่ใช้ในการเพิ่มหรือลบในส่วนของ Template ข้อมูลของอุปกรณ์ฟิลด์บัส H1 รวมทั้งกำหนดรูปแบบการควบคุมและการคอมมิชชันนิงอุปกรณ์

การเปิดใช้งาน **RTC_FB** ทำได้โดย

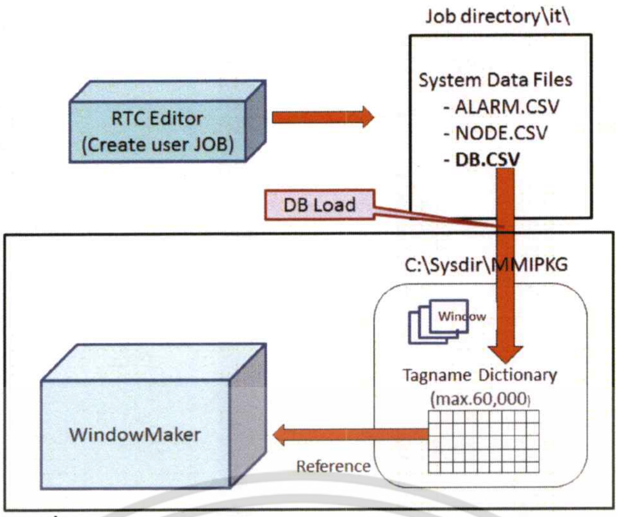
- Click Start>>Programs>>DEO>>RTC_FB



รูปที่ 3.15 หน้าต่าง RTC_FB



รูปที่ 3.16 Harmonas-DEO ทำงานร่วมกับ InTouch Software



รูปที่ 3.17 การสร้างไฟล์ User JOB และการโหลด DB

ระบบโฮสต์แบบดีซีเอส Harmonas-DEO มีการทำงานร่วมกับซอฟต์แวร์ In Touch สำหรับส่วนที่ติดต่อกับผู้ใช้งานหรือ HMI ดังแสดงในรูปที่ 3.16 โดยมีฟังก์ชันการทำงานสำหรับแต่ละแอพพลิเคชัน ดังนี้

- WindowMaker ใช้ในการสร้างหน้าต่างกราฟิกที่แสดงภาพรวมการทำงานของกระบวนการเสมือนจริง เพื่อให้ผู้ใช้งานเข้าใจถึงโครงสร้างและโครงงานของกระบวนการ

- WindowViewer เป็นแอพพลิเคชันที่แสดงข้อมูลต่าง ๆ ของกระบวนการในขณะที่ระบบกำลังทำงาน (Running System)

โดยตัวแปรของกระบวนการทุกตัวต้องถูกระบุด้วย Tagname Dictionary และสามารถเข้าถึงตัวแปรผ่าน Window ได้ ข้อควรระวังในการใช้งานฟังก์ชันของซอฟต์แวร์ In Touch คือ ผู้ใช้งานไม่สามารถเปิดใช้แอพพลิเคชัน WindowMaker และ WindowViewer ในเวลาเดียวกันได้

ก่อนที่ผู้ใช้งานจะสร้าง Window โดยใช้ฟังก์ชัน InTouch WindowMaker จะต้องมีการสร้าง User Job และทำขั้นตอนต่าง ๆ ในส่วนวิศวกรรม (Engineering) พร้อมทั้งทำการโหลด DB ซึ่งมีข้อมูล Tagname ต่าง ๆ ของตัวแปรที่ติดการแสดงผลในส่วน HMI ดังแสดงในรูปที่ 3.17

3.2.2 รายละเอียดอุปกรณ์ระดับฟิลด์ที่ใช้ในกรณีศึกษา

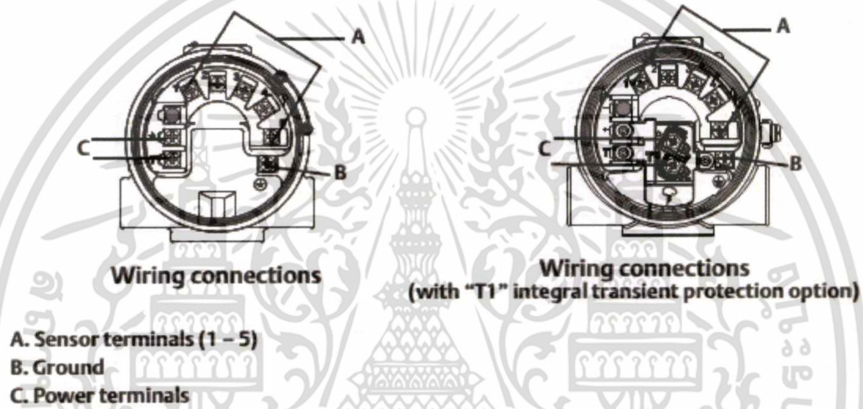
ทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิรุ่น Rosemount: 3144P

ทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิที่ใช้ในกรณีศึกษาเป็นทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิรุ่น Rosemount: 3144P ผลิตโดยบริษัท Emerson Process Management [18] ดังแสดงในรูปที่ 3.18

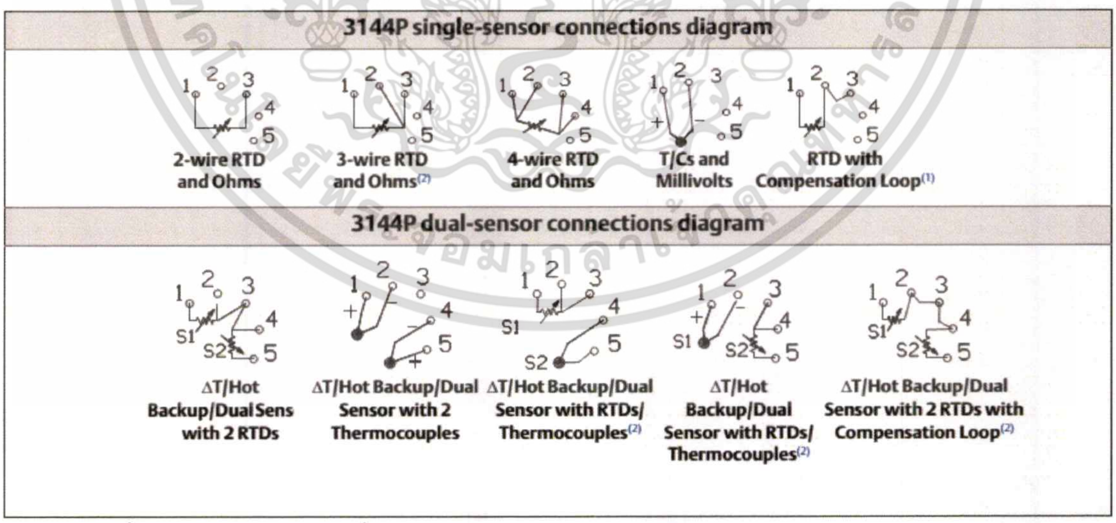
รูปที่ 3.18 ทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิรุ่น Rosemount: 3144P

ทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิรุ่น Rosemount: 3144P ที่มีโปรโตคอลการสื่อสารหลากหลายรูปแบบ รวมทั้งฟาวน์เดชันฟิลด์บัสเพื่อตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ เป็นอุปกรณ์ที่มีความแม่นยำและมีค่าคลาดเคลื่อนในการวัด ±0.10 ℃ รวมทั้งมีการป้องกันน้ำเข้าอุปกรณ์อย่างดีและมีการป้องกันความเสียหายของอุปกรณ์จากการเกิดไฟกระชาก นอกจากนี้ยังสามารถใช้อุปกรณ์ในการวัดอุณหภูมิได้ทั้งแบบเซนเซอร์เดี่ยวและเซนเซอร์คู่และสามารถเลือกใช้เซนเซอร์ได้ทั้งแบบอาร์ทีดี (Resistance Temperature Detector: RTD) หรือเทอร์โมคัปเปิล (Thermocouple: T/C) โดยทรานสมิตเตอร์ได้กำลังไฟฟ้าจาก Fieldbus Power Supply โดยอุปกรณ์จะทำงานที่แรงดันไฟฟ้าในช่วง 9.0 ถึง 32 VDC และใช้กระไฟฟ้าประมาณ 11 mA

จากรูปที่ 3.19 และ 3.20 ได้แสดงการเชื่อมต่อทางกายภาพของทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิรุ่น Rosemount: 3144P โดยสามารถเชื่อมต่อเซนเซอร์ได้ทั้งแบบเซนเซอร์เดี่ยวและเซนเซอร์คู่



รูปที่ 3.19 Transmitter Terminal Block ของ Rosemount: 3144P



รูปที่ 3.20 ลักษณะการเชื่อมต่อเซนเซอร์ของทรานสมิตเตอร์รุ่น Rosemount: 3144P

ตารางที่ 3.2 จำนวนบล็อกภายในทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิรุ่น Rosemount: 3144P

Block	จำนวน Block
Resource Block (RB)	1
Analog Input (AI)	3
Proportional/Integral/Derivative (PID)	2
Input Selector (IS)	1
Signal Characterizer (SC)	1
Arithmetic (AR)	1
Sensor Transducer Block (STB)	1
LCD Transducer Block (LCD TB)	1
Advanced Diagnostics Block (ADB)	1
Output Splitter (OS)	1

ในตารางที่ 3.2 แสดงจำนวนฟังก์ชันบล็อกภายในทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิรุ่น Rosemount: 3144P ซึ่งมีรายละเอียดของแต่ละบล็อกดังนี้

- Resource Block (RB) มีรายละเอียดของข้อมูลการทำงานของทรานสมิตเตอร์ เช่น ฟังก์ชันการวินิจฉัยฮาร์ดแวร์ และข้อมูลทางไฟฟ้าของอุปกรณ์ โดย RB ไม่มีการเชื่อมต่ออินพุตและเอาต์พุตกับบล็อกอื่น

- Analog Input Block (AI) เป็นบล็อกที่มีการประมวลผลค่าที่ได้จากการวัดของเซนเซอร์ และนำค่าที่ได้จากการวัดส่งไปยังฟังก์ชันบล็อกต่าง ๆ โดยนำค่าอุณหภูมิที่วัดได้ในหน่วยวิศวกรรมส่งเอาต์พุตออกมาและแสดงสถานะชี้วัดถึงคุณภาพของการวัดเพื่อนำไปปรับค่าของกระบวนการ

- Proportional/Integral/Derivative (PID) เป็นส่วนที่ใช้ในการคำนวณและประมวลผลของกระบวนการควบคุมต่าง ๆ โดยฟังก์ชันบล็อก PID สามารถรองรับสมการทางคณิตศาสตร์ที่แสดงถึงการควบคุมกระบวนการแบบ PID

- Input Selector (IS) เป็นบล็อกที่สามารถเลือกสัญญาณได้มากกว่า 4 อินพุต โดยเอาต์พุตจะขึ้นอยู่กับการตั้งค่าการกระทำ โดยปกติแล้วบล็อกนี้จะรับอินพุตจากฟังก์ชันบล็อก AI และแสดงข้อมูลในลักษณะ Maximum, Minimum, Middle, Average และการเลือกสัญญาณ “first good”

- Signal Characterizer (SC) เป็นบล็อกที่ใช้ในการประมาณค่าในช่วง (Interpuration) ที่กำหนดความสัมพันธ์ระหว่างสัญญาณอินพุตและเอาต์พุตของบล็อก โดยตั้งค่าข้อมูลชุดหนึ่ง (พิกัด X, Y) ที่อาจได้มาจากการวัดหรือการทดลองให้แก่ฟังก์ชันบล็อก แล้วต้องการทราบค่าอื่นที่ไม่ได้ทำการวัด

- Arithmetic (AR) เป็นบล็อกที่ถูกออกแบบในการใช้งานฟังก์ชันการวัดบนพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ เพื่อความสะดวกของผู้ใช้งาน โดยผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องทราบสมการคณิตศาสตร์ เพียงแค่เลือกฟังก์ชันในการคำนวณที่ต้องการ

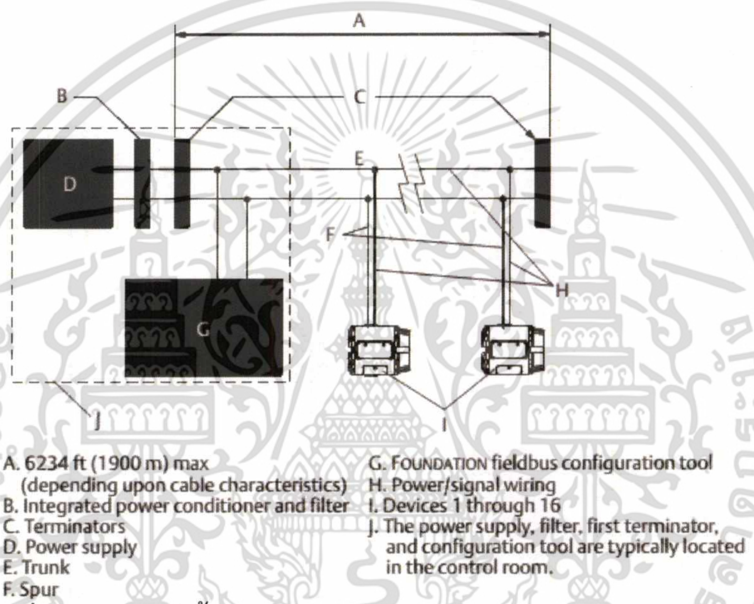
- Sensor Transducer Block (STB) บล็อกที่บรรจุข้อมูลของเซนเซอร์ เช่น ชนิดของเซนเซอร์ หน่วยการวัดทางวิศวกรรม การชดเชยค่าอุณหภูมิ และการวินิจฉัย เป็นต้น ข้อมูลเหล่านี้จะใช้ในการประมวลผลการวัดอุณหภูมิ

- LCD Transducer Block (LCD TB) เป็นบล็อกที่ใช้ในการตั้งค่าการแสดงผลบนจอ LCD

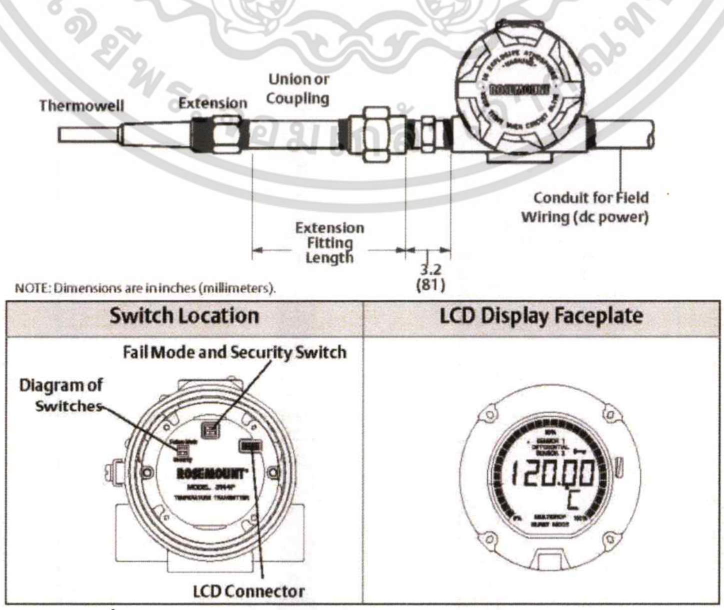
- Advanced Diagnostics Block (ADB) เป็นบล็อกที่สามารถวินิจฉัยสถานการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น ซึ่งมีผลต่อการทำงานของทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิและการแสดงผลที่ผิดพลาด

- Output Splitter (OS) เป็นบล็อกที่สร้างสัญญาณเอาต์พุต 2 สัญญาณ ที่มาจากอินพุตสัญญาณเดียว โดยเอาต์พุตแต่ละสัญญาณจะเป็นฟังก์ชันเชิงเส้นในบางช่วงของสัญญาณอินพุต

รูปที่ 3.21 แสดงการติดตั้ง Rosemount: 3144P บนเครือข่ายฟาวน์เดชันฟิลด์บัส H1 โดยตัวอักษรแต่ละตัวหมายถึงอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ที่ติดตั้งบนเซกเมนต์ H1 ส่วนลักษณะทางกายภาพของอุปกรณ์ Rosemount: 3144P แสดงได้ดังแสดงในรูปที่ 3.22 ในกรณีศึกษานี้จะใช้ทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิที่ใช้เซนเซอร์แบบอาร์ทีดี มีลักษณะการเชื่อมต่อของเซนเซอร์แบบ 3-wire มีย่านการวัดอุณหภูมิอยู่ในช่วง -200 ถึง 800 °C



รูปที่ 3.21 การติดตั้งทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิรุ่น Rosemount: 3144P



รูปที่ 3.22 ลักษณะทางกายภาพและจอแสดงผล LCD

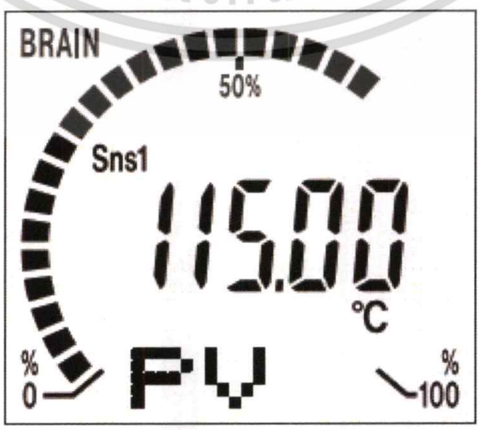
รูปที่ 3.23 ทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิรุ่น Yokogawa: YTA320

ทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิรุ่น Yokogawa: YTA320

ทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิที่ใช้ในกรณีศึกษาเป็นทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิรุ่น Yokogawa: YTA320 ผลิตโดยบริษัท Yokogawa Electric Corporation [19] ดังแสดงในรูปที่ 3.23

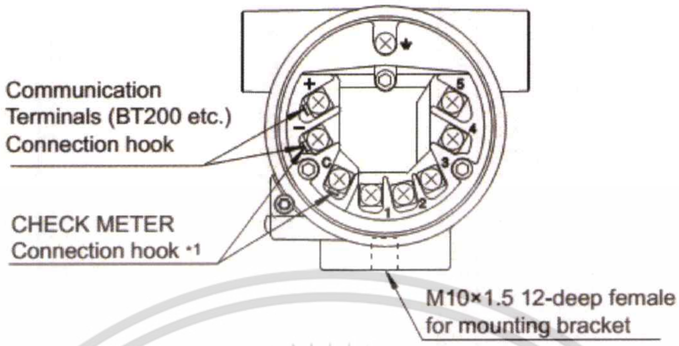
ทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิรุ่น Yokogawa: YTA320 ที่มีการสื่อสารด้วยเทคโนโลยีฟาวน์เดชันฟิลด์บัส เป็นทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิที่มีความแม่นยำและความเที่ยงตรงสูง และมีค่าคลาดเคลื่อนในการวัด ±0.14 °C โดยใช้งานได้กับเซนเซอร์แบบอาร์ทีดีและเซนเซอร์แบบเทอร์โมคัปเปิล นอกจากนี้เซนเซอร์วัดอุณหภูมิที่ใช้เป็นเซนเซอร์คู่ โดยสามารถเลือกการวัดอุณหภูมิแบบ Differential หรือ Average ได้ จุดเด่นอีกอย่างคือ YTA320 ใช้เทคโนโลยีของไมโครโปรเซสเซอร์ (Microprocessor) ในการประมวลผล ทำให้เพิ่มความมั่นใจในค่าอุณหภูมิที่วัดได้ และมีฟังก์ชันในการวินิจฉัยภายในอุปกรณ์ ทำให้ระยะเวลาการใช้งานอุปกรณ์เพิ่มขึ้นและลดค่าใช้จ่ายในการดูแลรักษาอุปกรณ์ ส่วนของหน้าจอแสดงผลจะเป็นแบบ LCD สามารถแสดงได้ 2 ลักษณะคือ แบบตัวอักษรหรือตัวเลข (Digital Readout) และแบบแถบระดับเปอร์เซ็นต์ (Percent Bar graph) ดังแสดงในรูปที่ 3.24

ภายในทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิรุ่น Yokogawa: YTA320 จะมีช่องไว้สำหรับการเดินสายไฟเพื่อเชื่อมต่อให้ทรานสมิตเตอร์ทำงานที่เรียกว่า เทอร์มินอล (Terminal) ดังแสดงในรูปที่ 3.25 ถ้าดูจากสัญลักษณ์จะพบว่ามีเทอร์มินอลที่รับกำลังไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายไฟและในขณะเดียวกันก็เป็นเอาต์พุต



รูปที่ 3.24 หน้าจอแสดงงผล LCD ของ Yokogawa: YTA320

ของอุปกรณ์ และมีช่องต่อสาย GND ส่วนเทอร์มินอลที่เหลือที่ได้ระบุหมายเลข 1-5 นั้นสามารถนำไปใช้อ้างอิงตำแหน่งสำหรับการเชื่อมต่อสายเซนเซอร์ชนิดต่าง ๆ ทั้งแบบเซนเซอร์เดี่ยวและเซนเซอร์คู่ ดังแสดงในรูปที่ 3.26

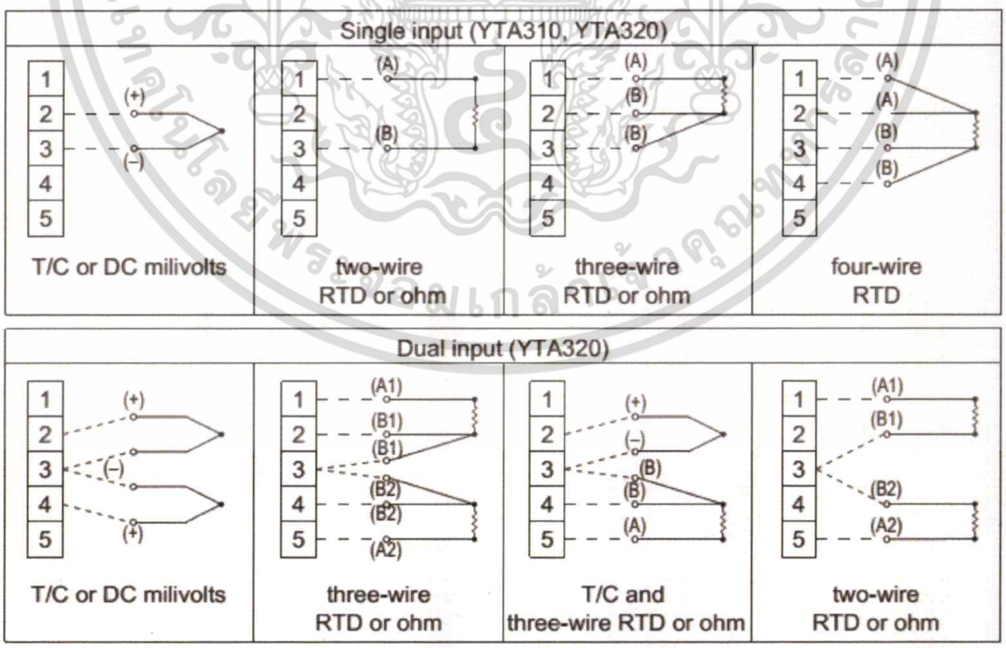


Terminal Configuration

+ −	Power Supply and output terminal
− C	External Indicator (ammeter) terminal *1
⏚	Ground terminal

*1: When using an external indicator or check meter, the internal resistance must be 10Ω or less.
This hook is not available for Fieldbus communication type(output signal code F).

รูปที่ 3.25 ตำแหน่งและการตั้งค่าของแต่ละเทอร์มินอล



รูปที่ 3.26 ลักษณะการเชื่อมต่อทรานสมิตเตอร์รุ่น Yokogawa: YTA320

ตารางที่ 3.3 จำนวนบล็อกภายในทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิรุ่น Yokogawa: YTA320

Block	จำนวน Block
Resource Block (RB)	1
Analog Input (AI)	4
Digital Input (AI)	4
Proportional/Integral/Derivative (PID)	2

ในตารางที่ 3.3 แสดงจำนวนฟังก์ชันบล็อกภายในทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิรุ่น Yokogawa: YTA320 ซึ่งมีรายละเอียดของแต่ละบล็อกดังนี้

- Resource Block (RB) มีรายละเอียดของข้อมูลการทำงานของทรานสมิตเตอร์ เช่น ฟังก์ชันการวินิจฉัยฮาร์ดแวร์ และข้อมูลของอุปกรณ์ โดย RB ไม่มีการเชื่อมต่ออินพุตและเอาต์พุตกับบล็อกอื่น

- Analog Input (AI) เป็นบล็อกที่มีการประมวลค่าที่ได้จากการวัดของเซนเซอร์และนำค่าที่ได้จากการวัดส่งไปยังฟังก์ชันบล็อกต่าง ๆ โดยนำค่าอุณหภูมิที่วัดได้ในหน่วยวิศวกรรมส่งเอาต์พุตออกมาในรูปของสัญญาณแอนะล็อก (ที่มีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา) และแสดงสถานะชี้วัดถึงคุณภาพของการวัด

- Digital Input (DI) บล็อกที่มีการสร้างสัญญาณเอาต์พุตเป็นสัญญาณดิสครีต

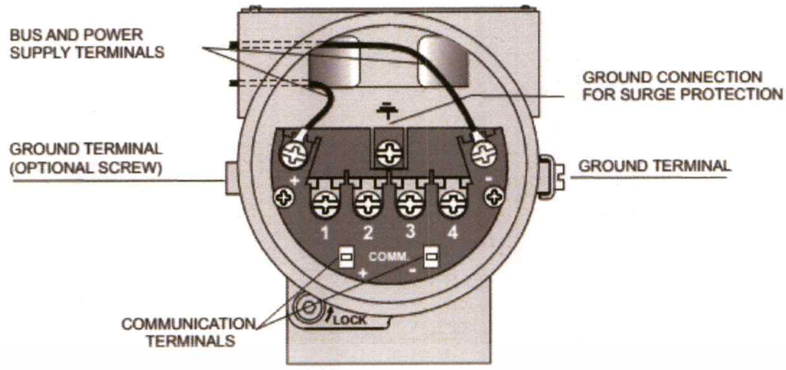
- Proportional/Integral/Derivative (PID) เป็นส่วนที่ใช้ในการประมวลผลกระบวนการควบคุมต่าง ๆ โดยฟังก์ชันบล็อก PID สามารถรองรับสมการทางคณิตศาสตร์ที่แสดงถึงการควบคุมกระบวนการแบบ PID

อุปกรณ์แปลงสัญญาณฟิลด์บัสเป็นสัญญาณกระแส IF302

อุปกรณ์แปลงสัญญาณฟิลด์บัสเป็นสัญญาณกระแสรุ่น SMAR: IF302 ดังแสดงในรูปที่ 3.27 เป็นอุปกรณ์ที่มีสัญญาณเอาต์พุตในรูปของสัญญาณกระแสไฟฟ้ามาตรฐาน 4-20 mA [20]

อุปกรณ์แปลงสัญญาณฟิลด์บัสเป็นสัญญาณกระแสรุ่น SMAR: IF302 เป็นอุปกรณ์ที่ใช้การเชื่อมต่อการทำงานบนเครือข่ายฟิลด์บัส H1 ในขณะที่ใช้งานผู้ใช้ควรใช้งานด้วยความระมัดระวังไม่สัมผัสที่ขั้วต่อสายสัญญาณ ในรูปที่ 3.28 เป็นการแสดงตำแหน่งและขั้วต่อของเทอร์มินอลต่าง ๆ เช่น ขั้วต่อการสื่อสาร ขั้วต่อสายดินหรือกราวนด์ (Ground)

รูปที่ 3.27 อุปกรณ์แปลงสัญญาณฟิลด์บัสเป็นสัญญาณกระแสรุ่น SMAR: IF302



รูปที่ 3.28 Terminal Blocks ของอุปกรณ์ SMAR: IF302

ตารางที่ 3.4 จำนวนบล็อกภายในอุปกรณ์แปลงสัญญาณฟิลด์บัสเป็นสัญญาณกระแสรุ่น SMAR: IF302

Block	จำนวน Block
Resource Block (RB)	1
Diagnostics Transducer (DIAG)	3
Display Transducer (DSP)	2
PID Control (PID)	1
Enhanced PID Control (EPID)	1
Arithmetic (AR)	1
Sensor Transducer Block (STB)	1
LCD Transducer Block (LCD TB)	1
Advanced Diagnostics Block (ADB)	1
Output Splitter (OS)	1

ในตารางที่ 3.4 แสดงจำนวนฟังก์ชันบล็อกอุปกรณ์แปลงสัญญาณฟิลด์บัสเป็นสัญญาณกระแส รุ่น SMAR: IF302 ซึ่งมีรายละเอียดของแต่ละบล็อกดังนี้

- Resource Block (RB) มีรายละเอียดของข้อมูลการทำงานของทรานสมิตเตอร์ เช่น ฟังก์ชันการวินิจฉัยฮาร์ดแวร์ และข้อมูลของอุปกรณ์ โดย RB ไม่มีการเชื่อมต่ออินพุตและเอาต์พุตกับบล็อกอื่น

- Transducer Block (TB) คือบล็อกที่ใช้ในการส่งสัญญาณจาก AO Block ให้เป็นสัญญาณมาตรฐาน 4-20 mA

- Display Transducer (DSP) ใช้ในการแสดงผลบน LCD ที่เป็นสถานะต่าง ๆ ของอุปกรณ์แปลงสัญญาณฟิลด์บัสเป็นกระแส (FI)

- Diagnostic Transducer Block (DIAG) ใช้ในการตรวจสอบการเชื่อมต่อระหว่างบล็อกต่าง ๆ ที่ทำการออนไลน์อยู่

- Proportional/Integral/Derivative (PID) เป็นบล็อกที่ใช้ในการประมวลผลสำหรับการควบคุมต่าง ๆ โดยฟังก์ชันบล็อก PID สามารถรองรับสมการทางคณิตศาสตร์ที่แสดงถึงการควบคุมกระบวนการแบบ PID

- Analog Output (AO) คือบล็อกที่ส่งสัญญาณที่ได้รับจากฟังก์ชันบล็อกการควบคุม เช่น บล็อก PID ไปยัง Transducer Block

- Arithmetic (ARTH) คือบล็อกการคำนวณของสมการ เช่น การชดเชยอัตราการไหล, HTG และ Ratio Control

อุปกรณ์เทคโนโลยีฟาวน์เดชันฟิลด์บัสที่ใช้ในกรณีศึกษาสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 3.5-3.7

ตารางที่ 3.5 สรุปคุณสมบัติอุปกรณ์เทคโนโลยีฟาวน์เดชันฟิลด์บัส H1 ที่ใช้ในกรณีศึกษา

Vendor	Model	Device Function	Device Rev.	DD Rev.
Rosemount	3144P	Temperature Transmitter	2	1
Yokogawa	YTA320	Temperature Transmitter	2	1
SMAR	FI 302	Fieldbus to Current Converter	4	0005

ตารางที่ 3.6 ช่วงเวลาในการประมวลผลของฟังก์ชันบล็อกต่าง ๆ

Manufacturer & Model	Execution Time		
	AI Block	PID Block	AO Block
Rosemount : 3144P	60 ms	60 ms	-
Yokogawa : YTA320	50 ms	50 ms	-
SMAR FI302	-	-	50 ms

ตารางที่ 3.7 สรุปข้อมูลทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิที่ใช้ในการสับเปลี่ยนอุปกรณ์ระดับฟิลด์สำหรับกรณีศึกษา

Replaced Device	
Manufacturer ID	001151 (Rosemount, EPM)
Model	3144P
Device Type	3144
Device Revision	02
Capability Level	01
Device ID	0011513144-EPM-TEMP-0x2476200B
New (Identical) Device	
Manufacturer ID	001151 (Rosemount, EPM)
Model	3144P
Device Type	3144
Device Revision	02
Capability Level	01
Device ID	0011513144-TEM-0x235C6C33

ตารางที่ 3.7(ต่อ)

New (Disparate) Device	
Manufacturer ID	594543 (Yokogawa)
Model	YTA320
Device Type	0005
Device Revision	04
Capability Level	03
Device ID	5945430005S1009066

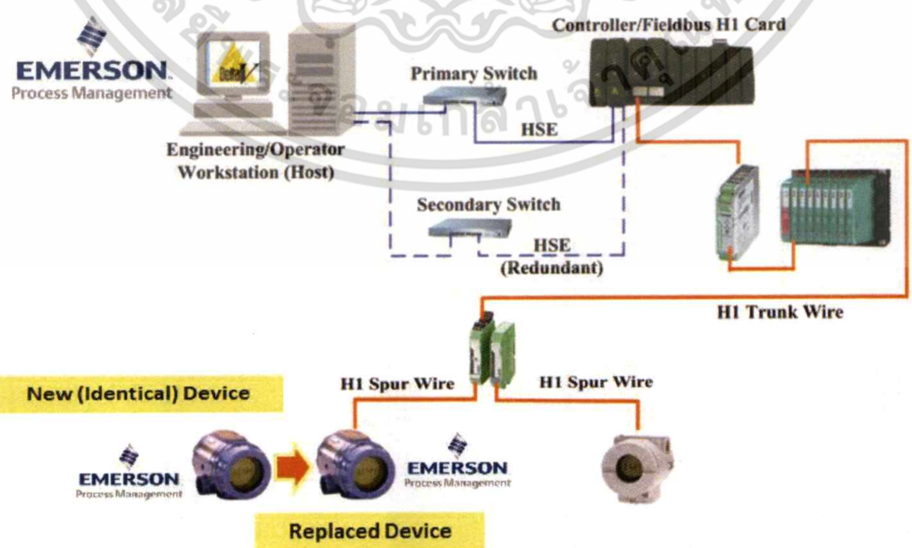
3.3 วิธีการสับเปลี่ยนอุปกรณ์

ในหัวข้อนี้เป็นการกล่าวถึงขั้นตอนการดำเนินงานการสับเปลี่ยนทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิในกรณีศึกษาโดยใช้โฮสต์แบบระบบดีซี โดยมีการอธิบายถึงลำดับขั้นตอนในการสับเปลี่ยนของทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิทั้ง 4 กรณี ดังนี้

3.3.1 กรณีที่ 1 การสับเปลี่ยนอุปกรณ์ที่เหมือนกันโดยใช้โฮสต์ที่มาจากผู้ผลิตเดียวกันกับอุปกรณ์ที่ต้องการสับเปลี่ยน

ในกรณีนี้กำหนดให้อุปกรณ์ตัวใหม่เป็นอุปกรณ์ที่เหมือนกันกับอุปกรณ์ที่ต้องการสับเปลี่ยนโดยใช้ระบบโฮสต์แบบดีซีเอส DeltaV ที่มาจากผู้ผลิตเดียวกันกับอุปกรณ์ที่ต้องการสับเปลี่ยนดังแสดงในรูปที่ 3.29

กรณีแรกเป็นการสับเปลี่ยนทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิด้วยอุปกรณ์แบบ Identical ในขณะที่ระบบกำลังดำเนินอยู่โดยใช้ Fieldbus Device Replacement Wizard ซึ่งเป็นฟังก์ชันของโฮสต์ DeltaV ซึ่งมีขั้นตอนหลัก ๆ ของการสับเปลี่ยนทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิเหมือนกัน (Identical) ในโหมดออนไลน์ (Online Mode) โดยใช้ Wizard ดังนี้



รูปที่ 3.29 Integrated Host สำหรับการสับเปลี่ยนทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิในกรณีที่ 1

- กำหนดโหมดการควบคุมของฟังก์ชันบล็อกพีไอดีเป็นแบบ MAN ที่ HMI ในโปรแกรม DeltaV Operate

- เปิดโปรแกรม DeltaV Explorer เลือกคำว่า Replace จากคำสั่ง Menu เพื่อเปิดฟังก์ชัน Fieldbus Device Replacement Wizard

- โดย Wizard จะมีการแนะนำขั้นตอนแต่ละขั้นตอนในการดำเนินการสับเปลี่ยนของอุปกรณ์ให้กับผู้ใช้งาน

- Wizard ตรวจสอบการเปลี่ยนของค่า Configuration จากการดาวน์โหลดครั้งล่าสุด

- Wizard ทำการอัพโหลดค่าพารามิเตอร์ในฟังก์ชันบล็อกที่มีการเปลี่ยนแปลงจากการสับเปลี่ยนของอุปกรณ์ระดับฟิลด์

- Wizard ทำการอัพโหลดข้อมูลการ Configuration ในอุปกรณ์ที่ต้องการสับเปลี่ยนอุปกรณ์ระดับฟิลด์

- เพื่อให้มั่นใจว่าลูปการควบคุมในส่วนฟังก์ชันบล็อกของพีไอดีอยู่ในโหมด Manual (MAN) สามารถตรวจสอบได้จากกราฟิกแสดงผล

- ในการสับเปลี่ยนของอุปกรณ์ระดับฟิลด์ต้องปลดสายสัญญาณของอุปกรณ์ที่ต้องการสับเปลี่ยนออกก่อนที่จะต่อสายสัญญาณของอุปกรณ์ตัวใหม่

- Wizard ดำเนินการ Commission และดาวน์โหลดอุปกรณ์ตัวใหม่

- หลังจากที่อุปกรณ์ตัวใหม่ได้ทำการสับเปลี่ยนเรียบร้อยแล้ว ต้องมีการตรวจสอบค่าพารามิเตอร์ในฟังก์ชันบล็อก AI ว่าอยู่ในช่วงที่กำหนดหรือไม่

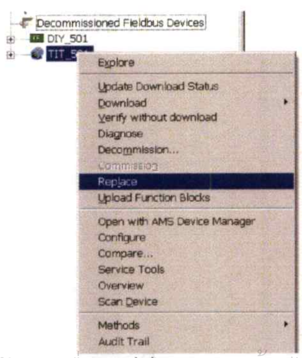
- เปลี่ยนโหมดการทำงานของฟังก์ชันบล็อกพีไอดีจากโหมด MAN กลับมาเป็นการทำงานในโหมดอัตโนมัติ (AUTO)

ขั้นตอนในกรณีที่ 1 การสับเปลี่ยนของทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิแบบ Identical ในระบบโฮสต์ DeltaV เพื่อดำเนินการสับเปลี่ยนอุปกรณ์ด้วยโปรแกรม DeltaV Explorer และ Device Replacement Wizard

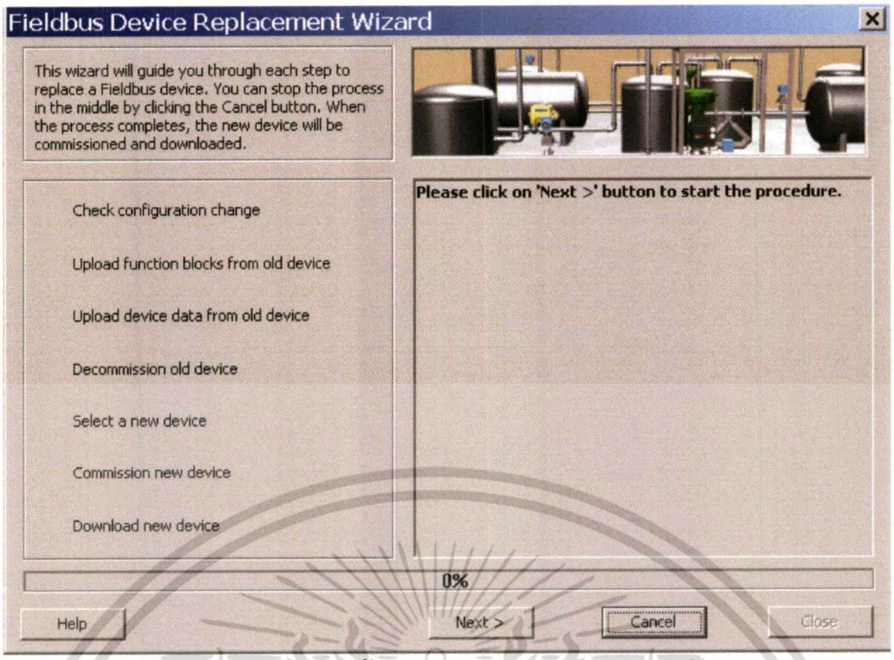
- กำหนดโหมดการควบคุมของฟังก์ชันบล็อกพีไอดีเป็นแบบ MAN ที่ HMI ในโปรแกรม DeltaV Operate (ดูรูปที่ 3.35)

- เปิดโปรแกรม DeltaV Explorer

- คลิกขวาที่ชื่อ Tag ของอุปกรณ์ที่ต้องการสับเปลี่ยนแล้วเลือกคำสั่ง Replace จากแถบเมนู เพื่อเปิดหน้าต่างการทำงานของโปรแกรม Fieldbus Device Replacement Wizard ดังแสดงในรูปที่ 3.30



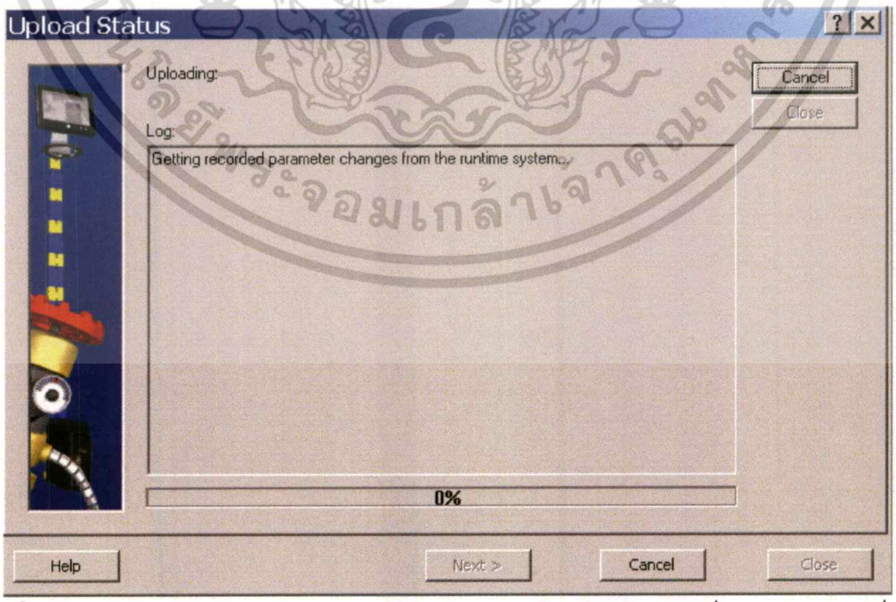
รูปที่ 3.30 การเลือกคำสั่ง Replace ที่ชื่อ Tag ของอุปกรณ์ที่ต้องการสับเปลี่ยน



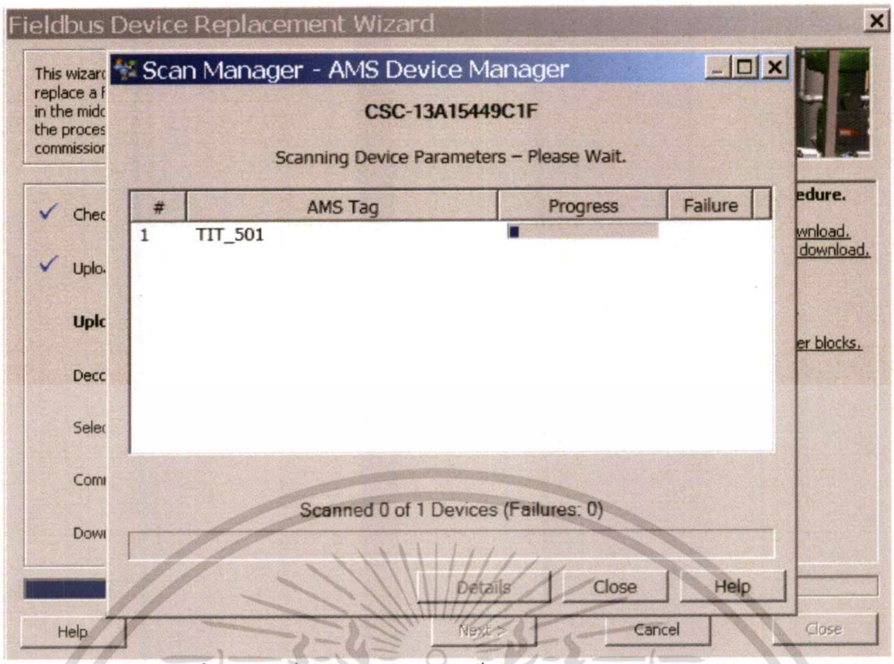
รูปที่ 3.31 หน้าต่างแสดงขั้นตอนการดำเนินการของคำสั่ง Replace

- เมื่อหน้าต่าง Fieldbus Device Replacement Wizard ปรากฏดังตัวอย่างในรูปที่ 3.31 ให้กดปุ่ม Next> เพื่อให้โปรแกรมทำขั้นตอนถัดไปจนครบทุกขั้นตอนที่แสดงใน Fieldbus Device Replacement Wizard

- ตรวจสอบค่าเปลี่ยนแปลงของการ Configuration ตั้งแต่การดาวน์โหลดครั้งล่าสุด และทำการอัพโหลดฟังก์ชันบล็อกในอุปกรณ์ที่ต้องการสับเปลี่ยน หลังจากนั้นรอจนกว่าสถานะอัพโหลดเสร็จสมบูรณ์ ดังแสดงในรูปที่ 3.32



รูปที่ 3.32 หน้าต่างแสดงสถานะอัพโหลดฟังก์ชันบล็อกในอุปกรณ์ที่ต้องการสับเปลี่ยน

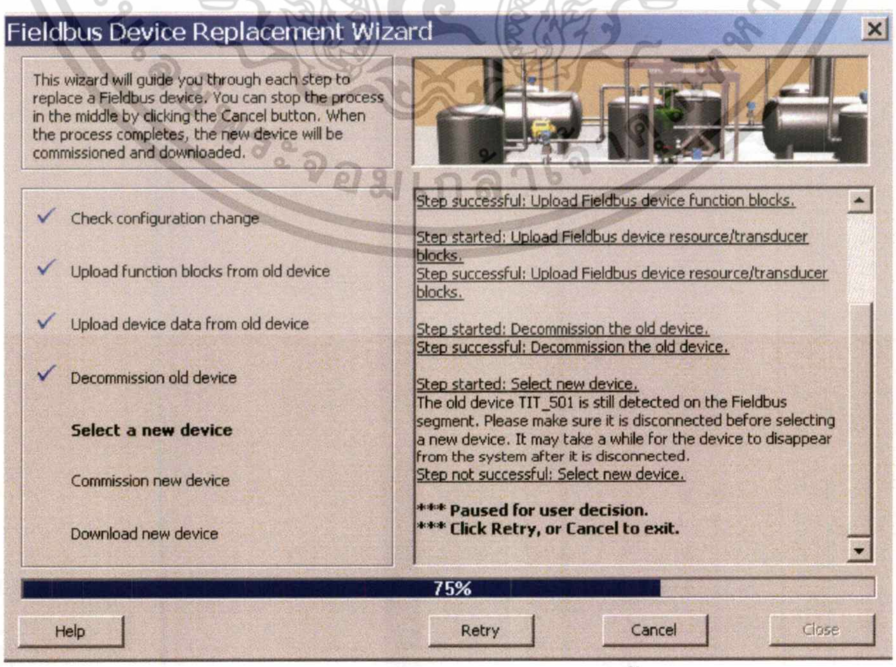


รูปที่ 3.33 ชื่อ Tag อุปกรณ์ที่โปรแกรม AMS ค้นพบ

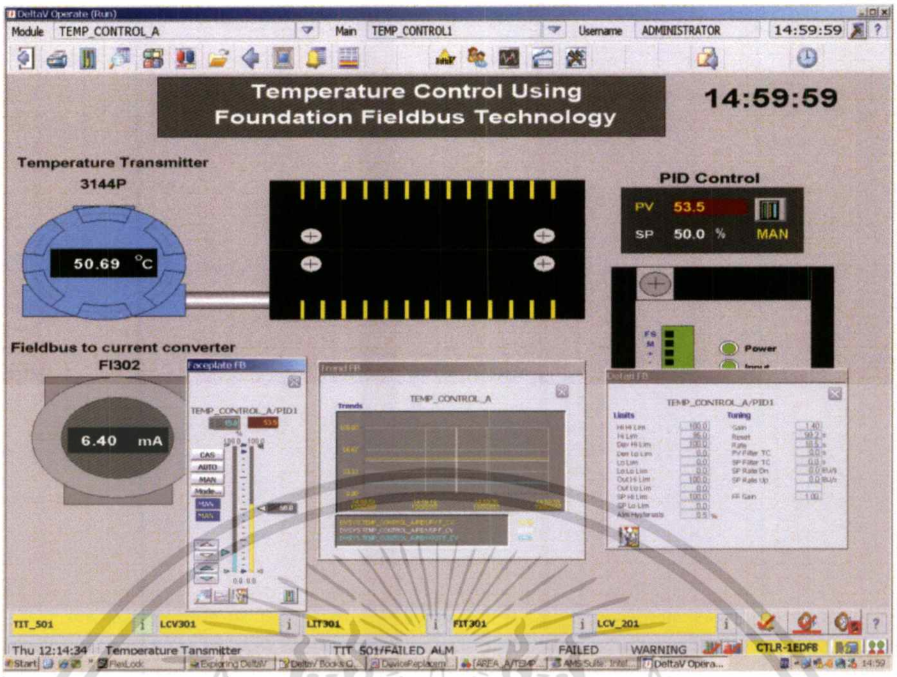
- แสดงข้อมูลการอัพโหลดจากอุปกรณ์ที่ที่ต้องการสับเปลี่ยนโดยใช้โปรแกรม AMS Device Manager กดปุ่ม Close เมื่อการค้นหาพารามิเตอร์ของอุปกรณ์ที่ต้องการสับเปลี่ยนเสร็จสมบูรณ์ ดังแสดงในรูปที่ 3.33

- ขั้นตอนดำเนินการ Decommission อุปกรณ์ที่ต้องการสับเปลี่ยน ดังแสดงในรูปที่ 3.34

- เลือกอุปกรณ์ตัวใหม่ที่จะมาสับเปลี่ยนโดยทำการปลดสายสัญญาณอุปกรณ์ที่ต้องการสับเปลี่ยนออกและทำการต่อสายสัญญาณของอุปกรณ์ตัวใหม่บนเซกเมนต์ H1 (ต้องตรวจสอบก่อนว่าอุปกรณ์ตัวเดิมไม่มีการสื่อสารบนบัสแล้วจึงเลือกอุปกรณ์ตัวใหม่)

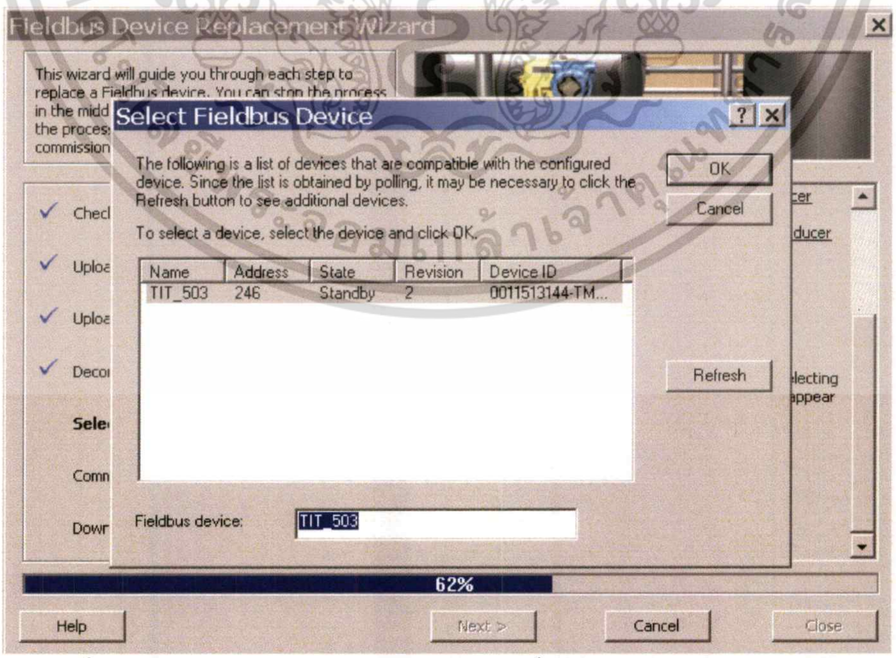


รูปที่ 3.34 Fieldbus Device Replacement Wizard สำหรับขั้นตอนการเลือกอุปกรณ์ตัวใหม่

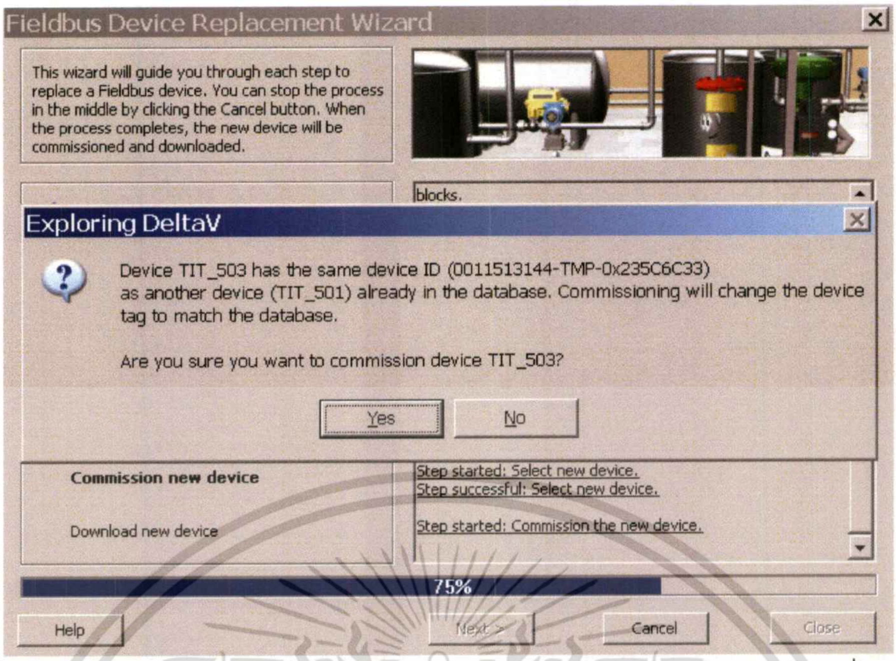


รูปที่ 3.35 หน้ากราฟิกที่ใช้ทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิรุ่น Rosemount: 3144P ในกรณีที่ 1

- เปิดโปรแกรม DeltaV Operate เพื่อตรวจสอบโหมดการทำงานของฟังก์ชันบล็อกพีไอดีให้อยู่ในโหมด MAN ดังแสดงในรูปที่ 3.35
- เลือกคำสั่ง Retry ในโปรแกรม Fieldbus Device Replacement Wizard แล้วจึงเลือกอุปกรณ์ที่นำมาสับเปลี่ยน (อุปกรณ์ตัวใหม่ที่ติดตั้งบนเซกเมนต์ H1) จะแสดงชื่อ Tag ของอุปกรณ์และข้อมูลอื่น ๆ บนหน้าต่างของ Select Fieldbus Device และกดปุ่ม OK ดังแสดงในรูปที่ 3.36

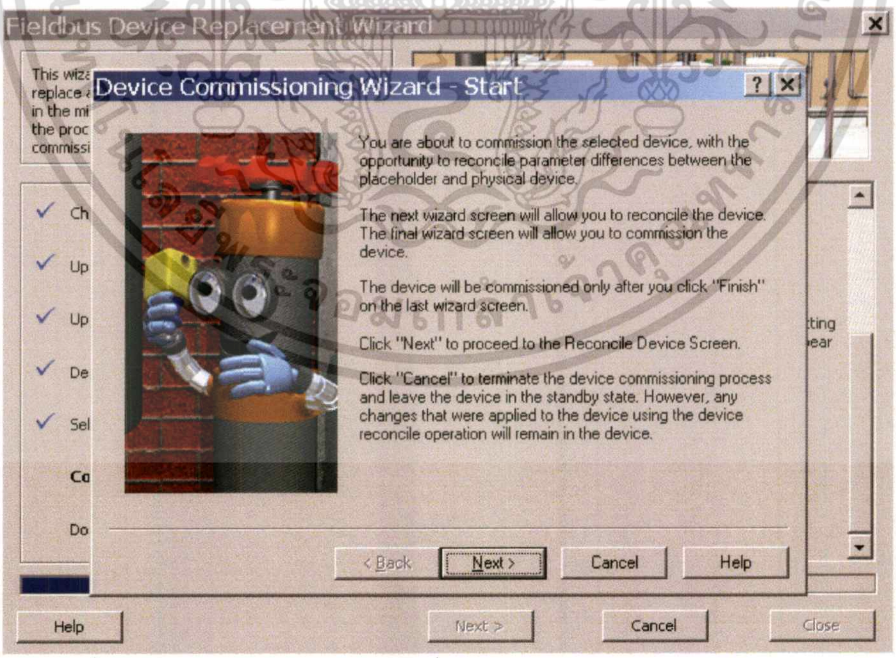


รูปที่ 3.36 หน้าต่างแสดงข้อมูลของอุปกรณ์ที่จะทำการ Commissioning

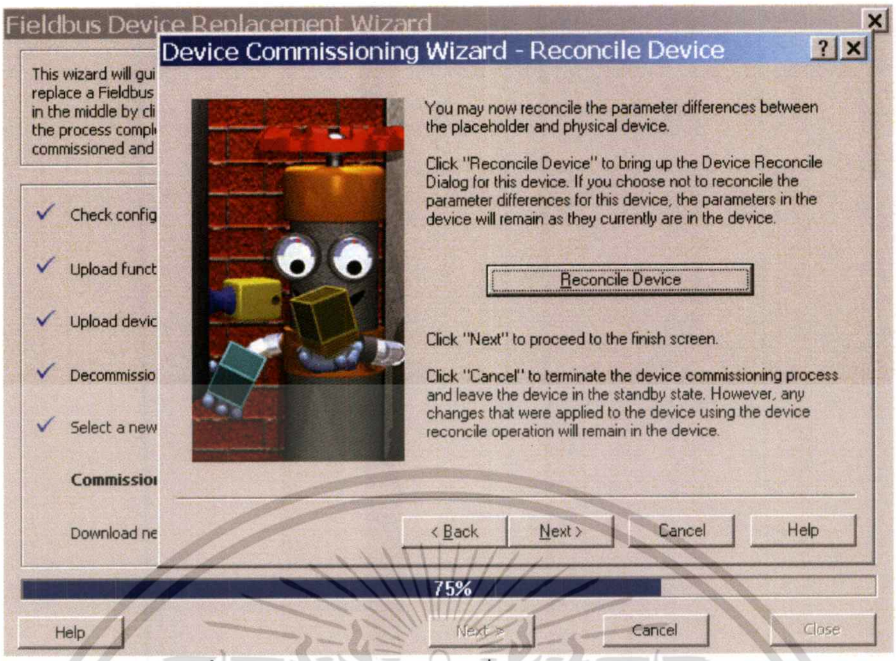


รูปที่ 3.37 หน้าต่างแสดงการยืนยันให้ดำเนินการ Commissioning อุปกรณ์ใหม่ที่ถูกเลือก

- เลือกคำสั่ง YES สำหรับการ Commissioning อุปกรณ์ตัวใหม่ เพื่อให้ระบบโฮสต์ DeltaV สามารถสื่อสารกับอุปกรณ์ตัวใหม่บนบัสได้ ดังแสดงในรูปที่ 3.37
- แสดงหน้าต่าง Device Commissioning Wizard-Start แล้วกดปุ่ม Next> ดังแสดงในรูปที่ 3.38 เพื่อเริ่มดำเนินการ Commissioning อุปกรณ์

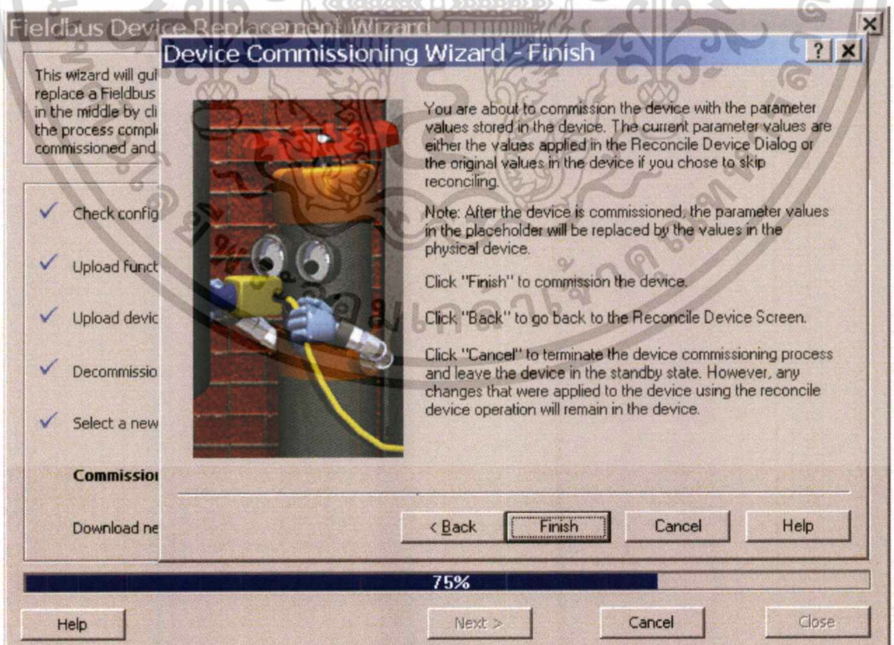


รูปที่ 3.38 หน้าต่างใช้สำหรับการเริ่มทำ Commissioning new device

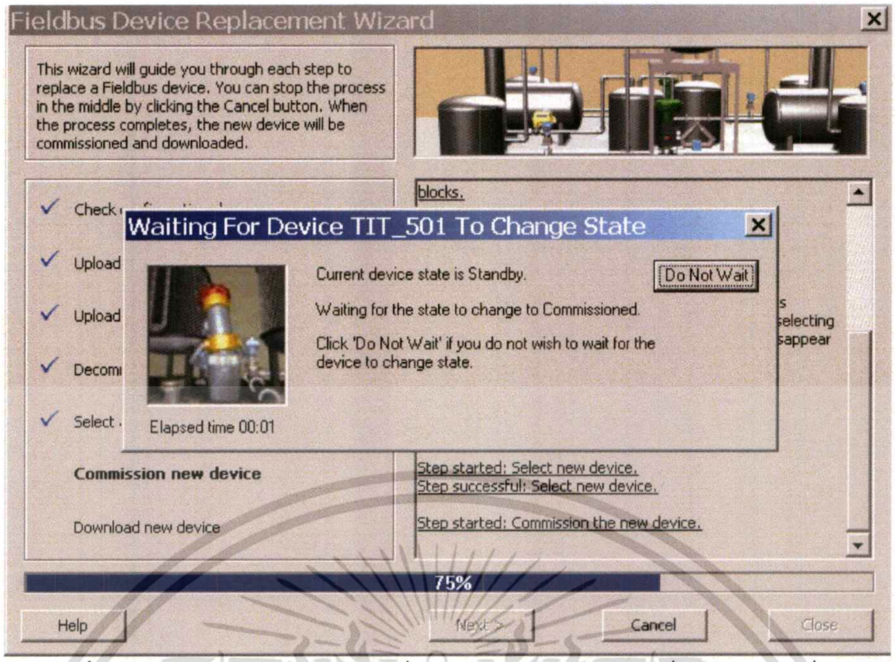


รูปที่ 3.39 หน้าต่างแสดงคำสั่ง Reconcile Device

- กดปุ่ม Next> ที่หน้าต่าง Device Commissioning Wizard – Reconcile Device ดังแสดงในรูปที่ 3.39
- เมื่อดำเนินการของโปรแกรม Device Commissioning Wizard เสร็จจึงกดปุ่ม Finish ดังแสดงในรูปที่ 3.40

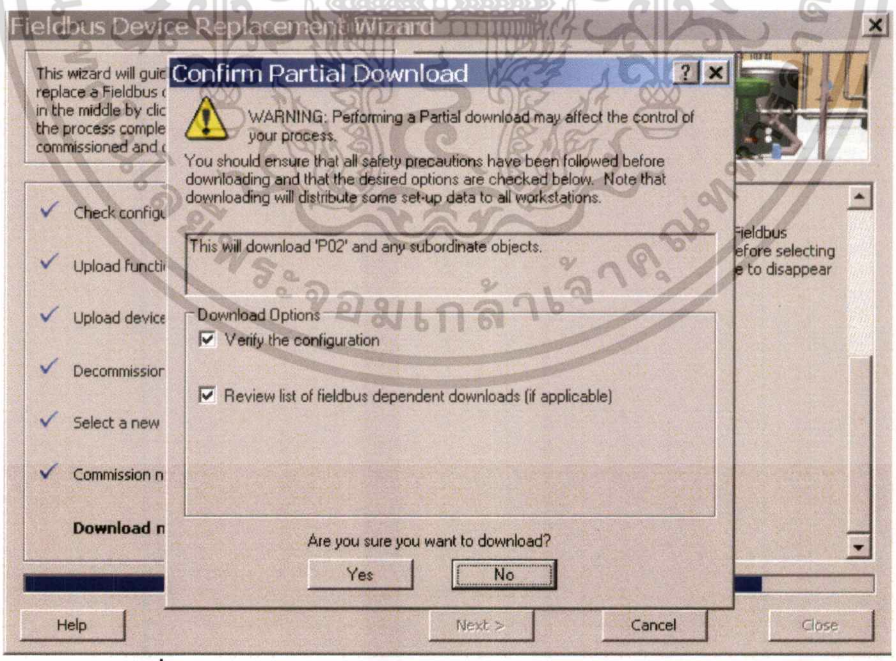


รูปที่ 3.40 หน้าต่างแสดงการยืนยันการเสร็จสิ้นการ Commissioning Device

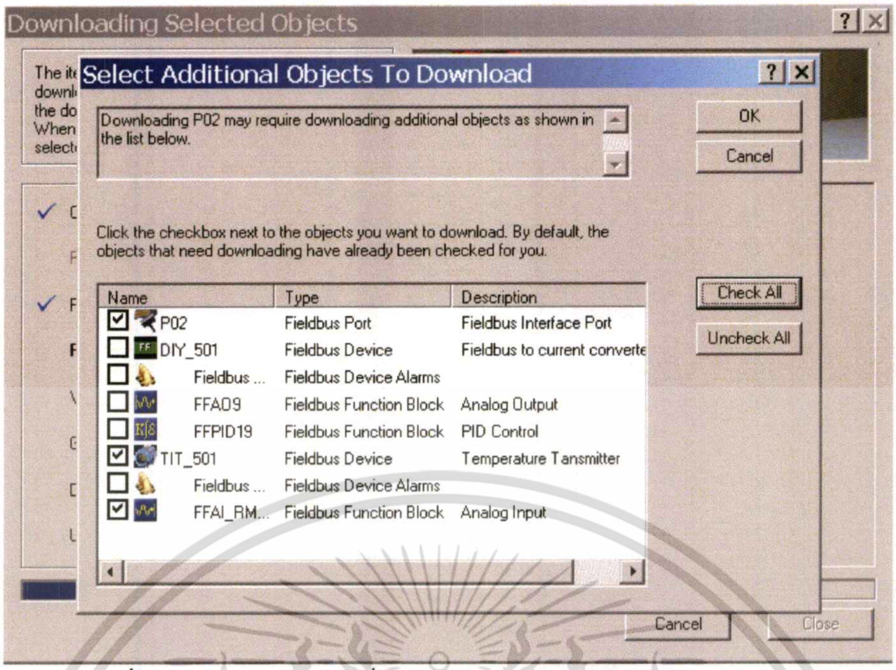


รูปที่ 3.41 หน้าต่างแสดงการเปลี่ยนสถานะของอุปกรณ์ที่นำมาสับเปลี่ยน

- รอให้ขั้นตอนเปลี่ยนสถานะอุปกรณ์ให้อยู่ในสถานะที่อุปกรณ์ตัวใหม่สามารถสื่อสารบนบัสได้ ดังแสดงในรูปที่ 3.41
- หลังจากนั้นจะขึ้นหน้าต่างของ Confirm Partial Download เลือกคำสั่ง Verify the configuration และ Review list แล้วกดปุ่ม YES ดังแสดงในรูปที่ 3.42



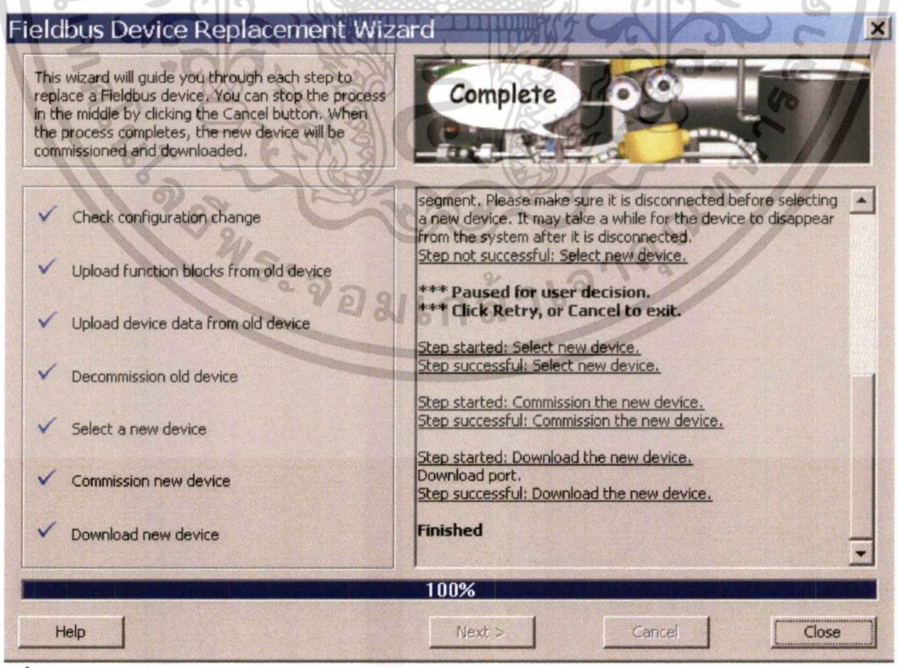
รูปที่ 3.42 หน้าต่างแสดงการยืนยันการ Download “P02”



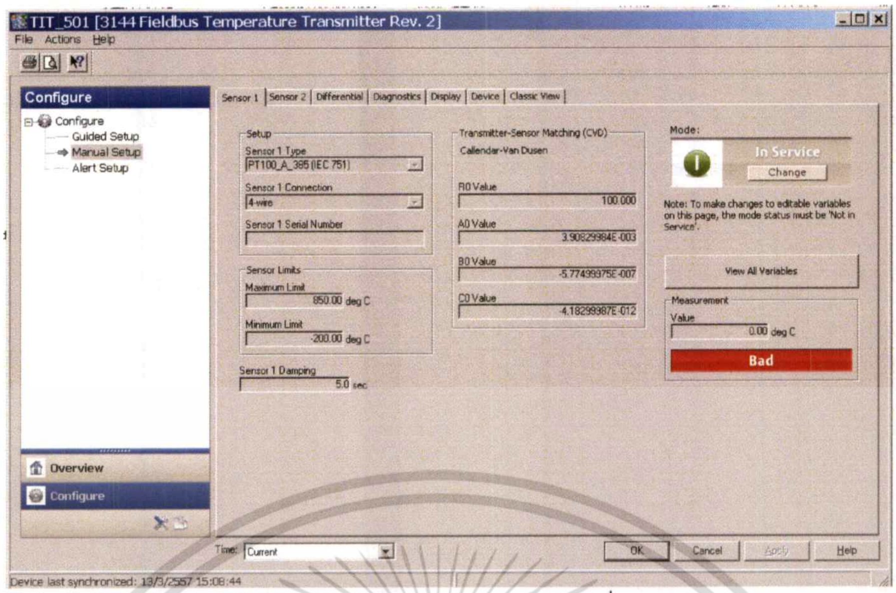
รูปที่ 3.43 การเลือกไฟล์ที่ต้องการดาวน์โหลดไปยังอุปกรณ์ตัวใหม่

- เลือก Additional Objects เพื่อที่จำกัดจำนวนข้อมูลในการดาวน์โหลด โดยเลือกข้อมูลที่จะมาสับเปลี่ยนในอุปกรณ์เท่านั้น แล้วกดปุ่ม OK ดังแสดงในรูปที่ 3.43

- เมื่อการทำงานของโปรแกรม Fieldbus Device Replacement Wizard เสร็จสมบูรณ์ กดปุ่ม Close เพื่อปิดหน้าต่าง Fieldbus Device Replacement Wizard ดังแสดงในรูปที่ 3.44



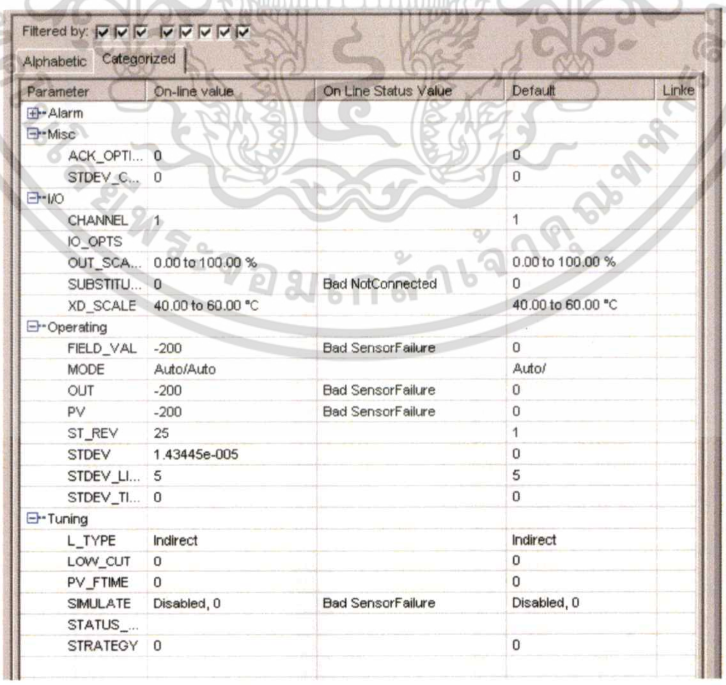
รูปที่ 3.44 หน้าต่าง Fieldbus Device Replacement Wizard ทำงานเสร็จสมบูรณ์



รูปที่ 3.45 ตรวจสอบค่า Configuration ของเซนเซอร์อุณหภูมิที่โปรแกรม AMS Device Manager

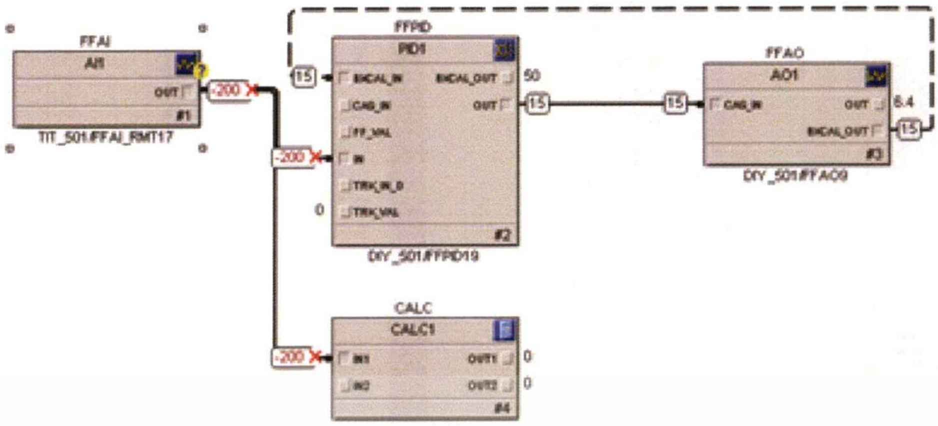
- ถ้าอุปกรณ์ตัวใหม่ไม่สามารถทำงานบนได้บัสฟิลด์บัส H1 ได้ สามารถตรวจสอบข้อมูลการ Configuration ของอุปกรณ์ตัวใหม่ที่ได้นำมาสับเปลี่ยนได้จากโปรแกรม AMS Device Manager ดังแสดงในรูปที่ 3.45

- เมื่อดำเนินการตรวจสอบพารามิเตอร์ในฟังก์ชันบล็อก AI1 พบว่าพารามิเตอร์แสดงข้อความ BAD คือ ไม่มีการเชื่อมต่อของอุปกรณ์หรืออาจจะเกิดจากการติดตั้งเซนเซอร์อุณหภูมิไม่สามารถทำงานได้ ดังแสดงในรูปที่ 3.46 และ 3.47



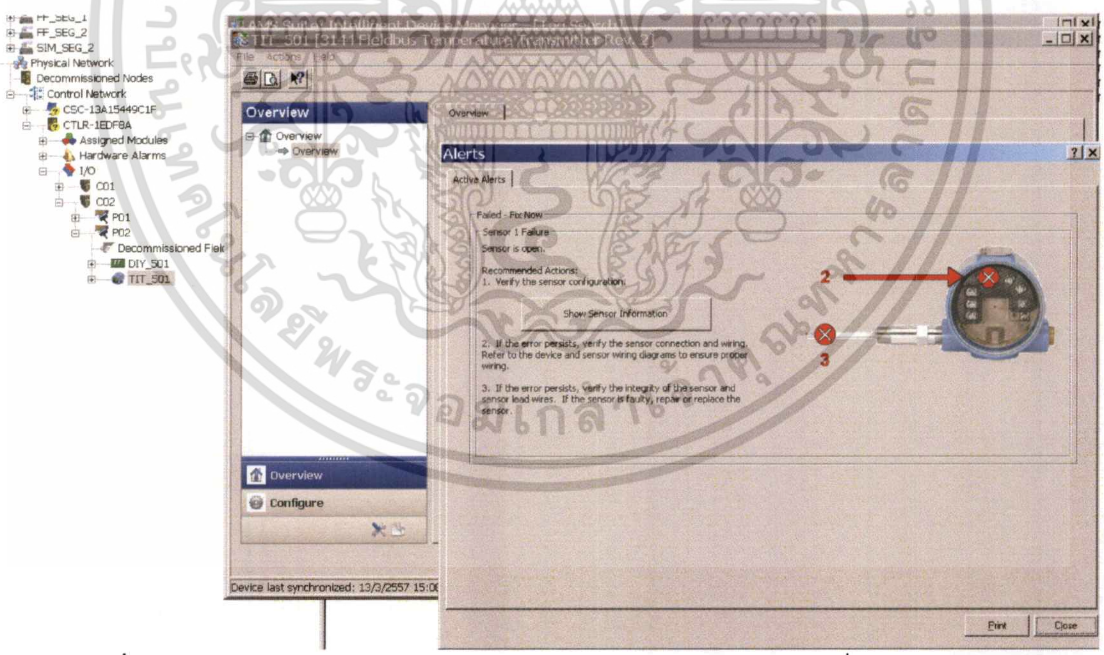
Parameter	On-line value	On Line Status Value	Default	Linke
Alarm				
Misc				
ACK_OPTI...	0		0	
STDEV_C...	0		0	
I/O				
CHANNEL	1		1	
IO_OPTS				
OUT_SCA...	0.00 to 100.00 %		0.00 to 100.00 %	
SUBSTITU...	0	Bad NotConnected	0	
XD_SCALE	40.00 to 60.00 °C		40.00 to 60.00 °C	
Operating				
FIELD_VAL	-200	Bad SensorFailure	0	
MODE	Auto/Auto		Auto/	
OUT	-200	Bad SensorFailure	0	
PV	-200	Bad SensorFailure	0	
ST_REV	25		1	
STDEV	1.43445e-005		0	
STDEV_LI...	5		5	
STDEV_TI...	0		0	
Tuning				
L_TYPE	Indirect		Indirect	
LOW_CUT	0		0	
PV_FTIME	0		0	
SIMULATE	Disabled, 0	Bad SensorFailure	Disabled, 0	
STATUS_...				
STRATEGY	0		0	

รูปที่ 3.46 พารามิเตอร์ของฟังก์ชันบล็อก AI1 แสดงข้อความ Bad NotConneted และ Bad SensorFailure

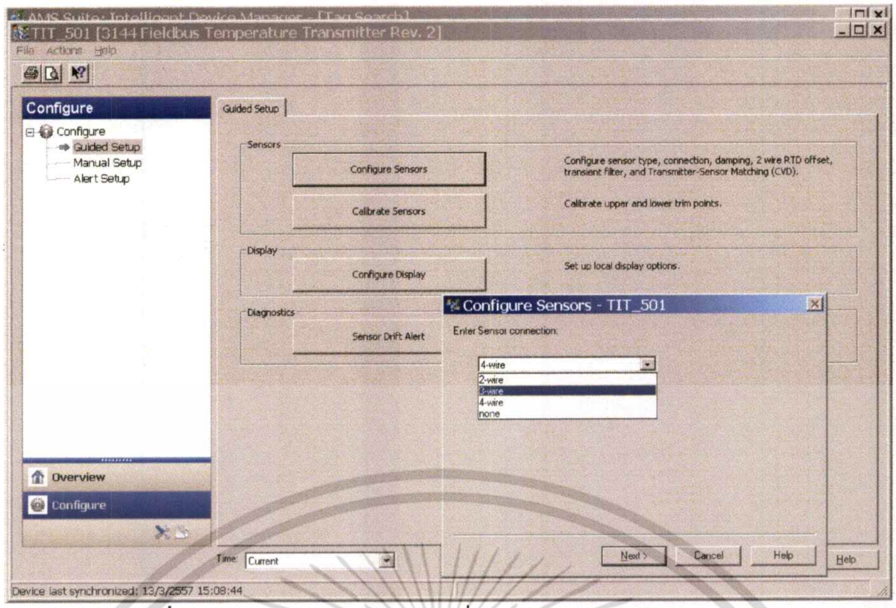


รูปที่ 3.47 การแสดงความผิดปกติของฟังก์ชันบล็อก AI1

- โปรแกรม AMS แจ้งเตือนที่เทอร์มินอลทรานสมิตเตอร์แสดงข้อความ sensor 1 คือ มีความผิดปกติที่อุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิ ดังแสดงในรูปที่ 3.48
- กำหนดค่าพารามิเตอร์ของเซนเซอร์ที่ใช้สำหรับอุปกรณ์ตัวใหม่ ในกรณีศึกษาอุปกรณ์ตัวเดิมได้ใช้ RTD แบบ 3 สาย (3-wire) โดยที่
- เลือก 3-wire และกดปุ่ม Next> ดังแสดงในรูปที่ 3.49



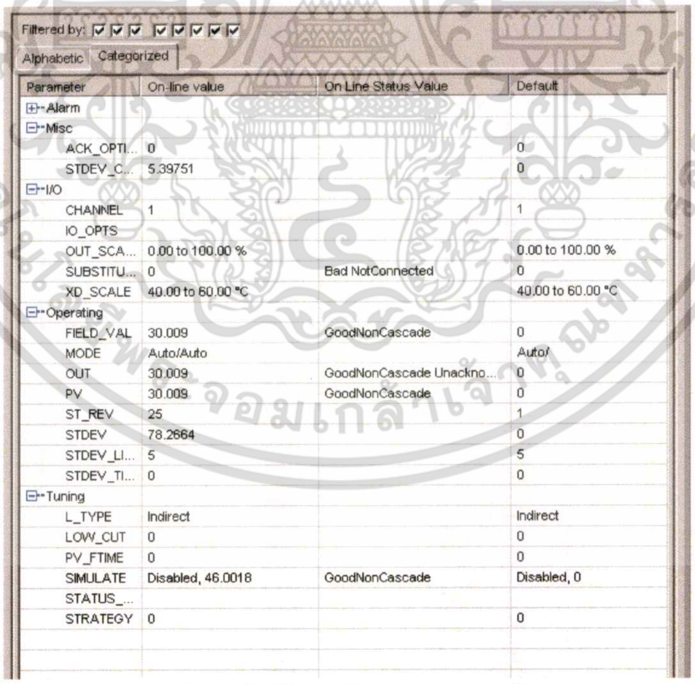
รูปที่ 3.48 การแจ้งเตือนตำแหน่งความผิดปกติของเซนเซอร์อุณหภูมิที่ทรานสมิตเตอร์



รูปที่ 3.49 การเลือกชนิดการเชื่อมต่อของเซนเซอร์อุณหภูมิ

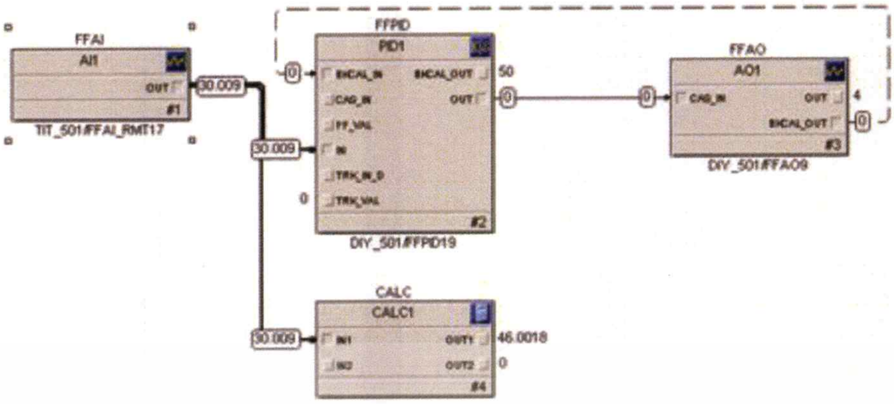
- พารามิเตอร์ของ Operating แสดงข้อความ GoodNonCascade หลังจากการตั้งค่าการเชื่อมต่อของเซนเซอร์ ดังแสดงในรูปที่ 3.50

- Block AI1 สามารถใช้งานได้ ดังแสดงในรูปที่ 3.51

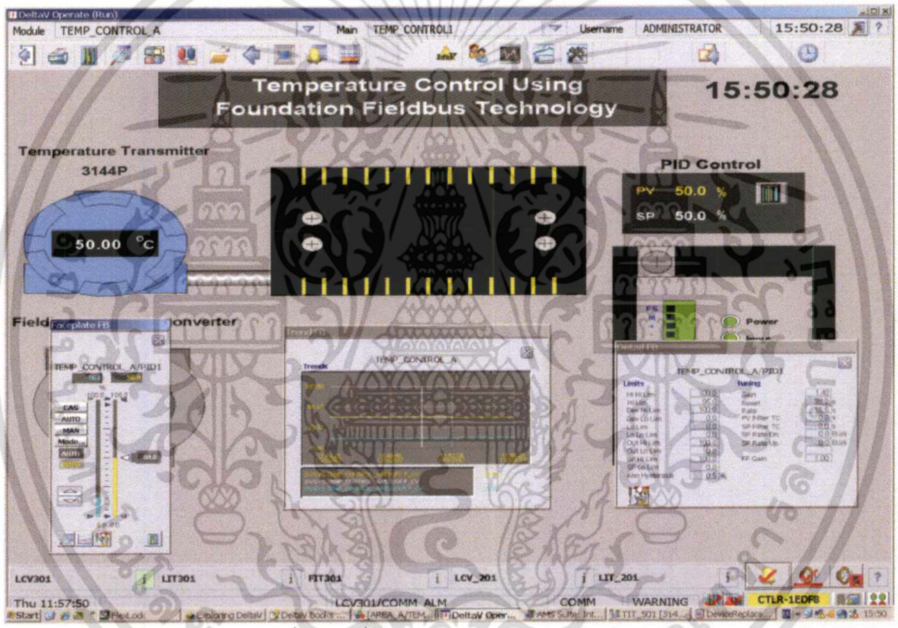

Filtered by:
Alphabetic | Categorized

Parameter	On-line value	On Line Status Value	Default
⊞ Alarm			
⊟ Misc			
ACK_OPTI...	0		0
STDEV_C...	5.39751		0
⊟ I/O			
CHANNEL	1		1
IO_OPTS			
OUT_SCA...	0.00 to 100.00 %		0.00 to 100.00 %
SUBSTITU...	0	Bad NotConnected	0
XD_SCALE	40.00 to 60.00 °C		40.00 to 60.00 °C
⊟ Operating			
FIELD_VAL	30.009	GoodNonCascade	0
MODE	Auto/Auto		Auto/
OUT	30.009	GoodNonCascade Unackno...	0
PV	30.009	GoodNonCascade	0
ST_REV	25		1
STDEV	78.2664		0
STDEV_LI...	5		5
STDEV_TI...	0		0
⊟ Tuning			
L_TYPE	Indirect		Indirect
LOW_CUT	0		0
PV_FTIME	0		0
SIMULATE	Disabled, 46.0018	GoodNonCascade	Disabled, 0
STATUS_...			
STRATEGY	0		0

รูปที่ 3.50 สถานะพารามิเตอร์ของฟังก์ชันบล็อก AI1 แสดงข้อความ GoodNonCascade



รูปที่ 3.51 ตรวจสอบการทำงานของฟังก์ชันบล็อก AI1 หลังการตั้งค่าเซนเซอร์อุณหภูมิ



รูปที่ 3.52 หน้าต่างแสดงกราฟิกที่ได้เปลี่ยนโหมดการควบคุมของฟังก์ชันบล็อกพีไอดีเป็น AUTO

- เปลี่ยนสถานะโหมดการทำงานของฟังก์ชันบล็อกพีไอดี ให้อยู่ในโหมด AUTO ในส่วนของโปรแกรม DeltaV Operate ดังแสดงในรูปที่ 3.52

- ได้ดำเนินการสับเปลี่ยนของอุปกรณ์ Identical เสร็จสมบูรณ์ กระบวนการสามารถทำการวัดและควบคุมได้ปกติ

การสับเปลี่ยนอุปกรณ์ฟาวน์เดชันฟิลด์บัส มีขั้นตอนที่ซับซ้อนสำหรับการตั้งค่าการควบคุมและพารามิเตอร์ของอุปกรณ์ ดังนั้นก่อนดำเนินการสับเปลี่ยนผู้ใช้งานต้องศึกษาถึงโครงสร้างอุปกรณ์และระบบโฮสต์แบบดีซีเอสแต่ละผู้ผลิตและนำแบบตรวจสอบ (Check List) มาประกอบกับการปฏิบัติเพื่อใช้ในการตรวจสอบและปฏิบัติตามขั้นตอนได้ถูกต้อง ในรูปที่ 3.53 แสดงตัวอย่างแบบตรวจสอบขั้นตอนหรือ Check List สำหรับกรณีศึกษาที่ 1 การสับเปลี่ยนอุปกรณ์ที่เหมือนกัน โดยใช้ระบบโฮสต์ที่มาจากผู้เดียวกันกับอุปกรณ์ที่ต้องการสับเปลี่ยน

แบบตรวจสอบ

ขั้นตอนการสับเปลี่ยนอุปกรณ์ฟาวน์เดชันฟิลด์บัส

ในกรณีที่ 1 การสับเปลี่ยนอุปกรณ์ที่เหมือนกัน โดยใช้โฮสต์ที่มาจากผู้ผลิตเดียวกันกับอุปกรณ์ที่ต้องการสับเปลี่ยน

..........1. เปลี่ยนโหมดการทำงานของฟังก์ชันบล็อกพีไอดีจาก AUTO เป็นโหมด MAN ที่ DeltaV operate โดยมีผู้ดูแลระบบเป็นผู้ควบคุมกระบวนการขณะดำเนินการสับเปลี่ยนอุปกรณ์ ดังแสดงในรูปที่ 3.35

..........2. เปิดโปรแกรม DeltaV Explorer คลิกขวาที่อุปกรณ์ TIT_501 เพื่อเลือกคำสั่ง Replace เพื่อดำเนินการสับเปลี่ยนอุปกรณ์ ดังแสดงในรูปที่ 3.30

..........3. แสดงหน้าต่างของ Fieldbus Device Replacement Wizard ที่แสดงถึงขั้นตอนการสับเปลี่ยนอุปกรณ์ให้กับผู้ใช้งาน กดคำสั่ง Next> เพื่อเริ่มการสับเปลี่ยนอุปกรณ์ ดังแสดงในรูปที่ 3.31

..........4. Fieldbus Device Replacement Wizard ตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงการ Configuration จากการดาวน์โหลดครั้งล่าสุด ดังแสดงในรูปที่ 3.32

..........5. Fieldbus Device Replacement Wizard ทำการอัพโหลดข้อมูลของพารามิเตอร์ของอุปกรณ์ที่ต้องการสับเปลี่ยนไปยังระบบโฮสต์ โดยใช้โปรแกรม Scan Manager-AMS Device Manager ในการสแกนพารามิเตอร์ของอุปกรณ์ ดังแสดงในรูปที่ 3.33

..........6. หลังขั้นตอนการ Decommissions ผู้ใช้งานต้องทำการปลดอุปกรณ์ที่ต้องการสับเปลี่ยนและติดตั้งอุปกรณ์ตัวใหม่บนเซกเมนต์ H1 (ข้อแนะนำผู้ใช้งานควรศึกษาวิธีการติดตั้งอุปกรณ์จากคู่มือของอุปกรณ์ก่อนดำเนินการ) กดคำสั่ง Retry เพื่อให้ Wizard ดำเนินการต่อไป ดังแสดงในรูปที่ 3.34

..........7. เลือกอุปกรณ์ตัวใหม่ที่ได้ติดตั้งเพื่อนำมาสับเปลี่ยนและกด OK ดังรูปที่ 3.36 และเลือกคำสั่ง Yes เพื่อดำเนินการ Commission อุปกรณ์ตัวใหม่ ดังแสดงในรูปที่ 3.37

..........8. แสดงหน้าต่าง Device Commissioning Wizard-Start และกดคำสั่ง Next> เพื่อให้ Wizard ทำการ Commissioning อุปกรณ์ ดังแสดงในรูปที่ 3.38

..........9. แสดงหน้าต่าง Device Commissioning Reconcile Device และกดคำสั่ง Next> ดังแสดงในรูปที่ 3.25 และคำสั่ง Finish ดังแสดงในรูปที่ 3.39

..........10. แสดงหน้าต่าง Confirm Partial Download เลือก Verify the configuration และ Review list of fieldbus dependent downloads ในส่วนของ Download Options และกดคำสั่ง Yes ดังแสดงใน รูปที่ 3.42

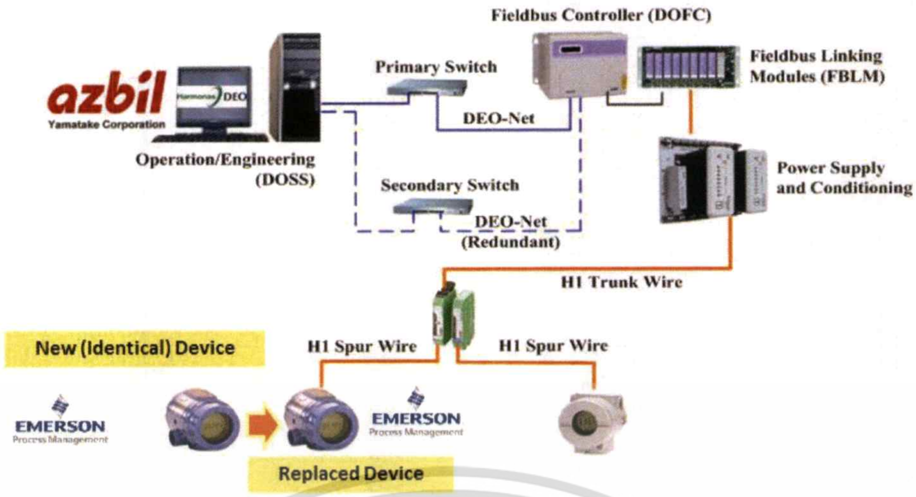
..........11. แสดงหน้าต่าง Select Additional Object To Download เลือกข้อมูลที่ใช้ในการสับเปลี่ยนเท่านั้นและกดคำสั่ง OK ดังแสดงในรูปที่ 3.43 และกดคำสั่ง Close เมื่อการทำงานของ Fieldbus Device Replacement Wizard เสร็จสมบูรณ์ ดังแสดงในรูปที่ 3.44

..........12. ตรวจสอบการตั้งค่าการใช้งานเซนเซอร์ ดังแสดงในรูปที่ 3.45

..........13. ตรวจสอบการตั้งค่าการลูปควบคุมพีไอดีและพารามิเตอร์ในฟังก์ชันบล็อก AI ในโปรแกรม Control Studio ให้มีข้อมูลที่เหมือนกับอุปกรณ์ตัวเดิม ดังแสดงในรูปที่ 3.50 และ 3.51

..........14. เปลี่ยนโหมดการทำงานของฟังก์ชันบล็อกพีไอดีเป็น AUTO ในส่วนของ DeltaV Operate กระบวนการสามารถทำงานได้ในสภาวะการทำงานปกติ ดังแสดงในรูปที่ 3.52

รูปที่ 3.53 แบบตรวจสอบขั้นตอนการสับเปลี่ยนอุปกรณ์ฟาวน์เดชันฟิลด์บัสในกรณีศึกษาที่ 1



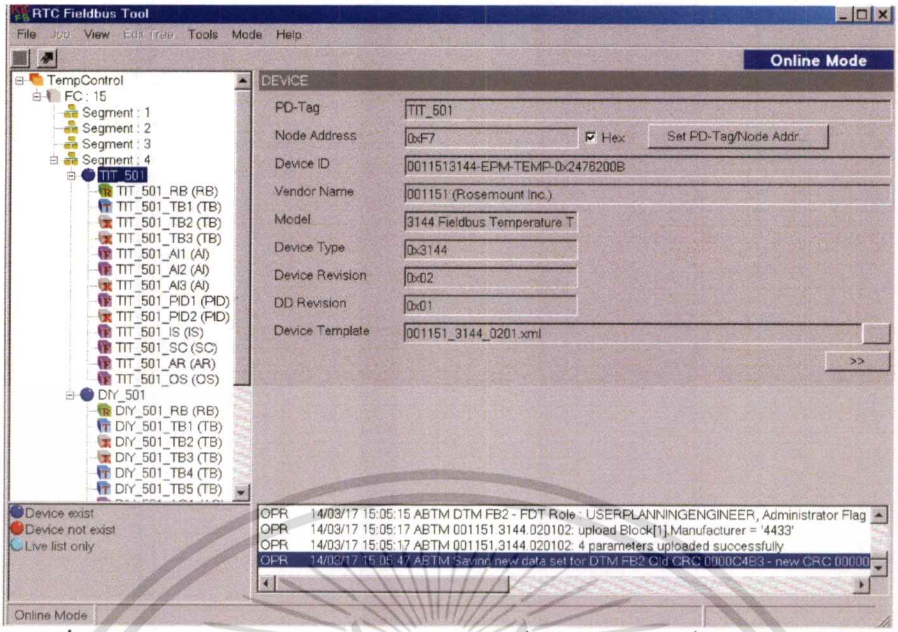
รูปที่ 3.54 Integrated Host สำหรับการสับเปลี่ยนทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิในกรณีที่ 2

3.3.2 กรณีที่ 2 การสับเปลี่ยนอุปกรณ์ที่เหมือนกันโดยใช้ระบบโฮสต์ที่มาจากผู้ผลิตต่างกันกับอุปกรณ์ที่ต้องการสับเปลี่ยน

ในกรณีนี้กำหนดให้อุปกรณ์ตัวใหม่เป็นอุปกรณ์ที่เหมือนกันกับอุปกรณ์ที่ต้องการสับเปลี่ยน โดยใช้ระบบโฮสต์แบบดีซีเอส Harmonas-DEO ที่มาจากผู้ผลิตต่างกันกับอุปกรณ์ระดับฟิลด์ ดังแสดงในรูปที่ 3.54

ในกรณีที่ 2 เป็นการสับเปลี่ยนทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิด้วยอุปกรณ์แบบ Identical ในขณะที่ระบบกำลังดำเนินอยู่โดยใช้โปรแกรม RTC Fieldbus Tool (RTC_FB) ซึ่งเป็นแอพพลิเคชันของโฮสต์ Harmonas-DEO ซึ่งมีขั้นตอนหลัก ๆ ของการสับเปลี่ยนทรานสมิตเตอร์อุณภูมิที่เหมือนกันในโหมดการทำงานออนไลน์ ดังนี้

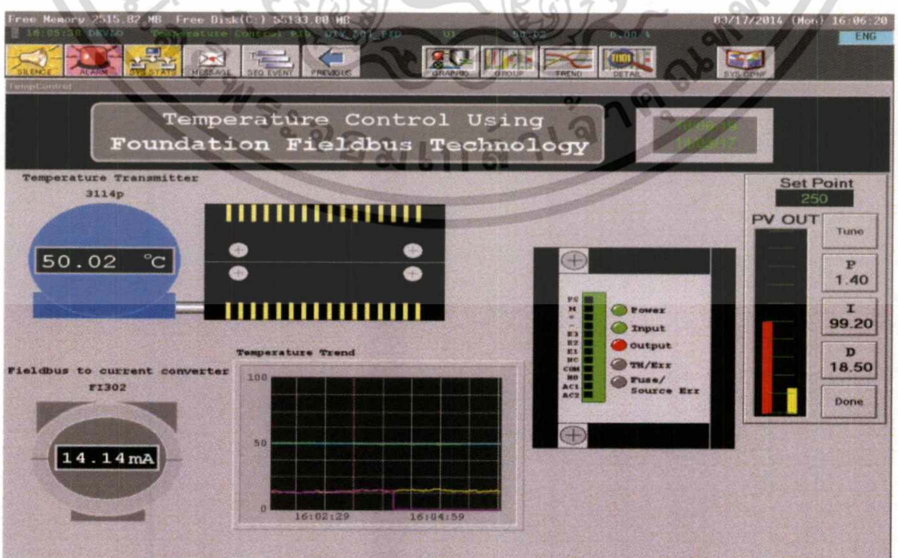
- บันทึกการตั้งค่าของข้อมูลและพารามิเตอร์ต่าง ๆ ของอุปกรณ์ที่ต้องการสับเปลี่ยน
- กำหนดโหมดการควบคุมของฟังก์ชันบล็อกพีไอดีให้มีการทำงานในโหมด MAN
- ปลดสายสัญญาณอุปกรณ์ที่ต้องการสับเปลี่ยนออกและต่อสายสัญญาณของอุปกรณ์ที่เหมือนกันมาติดตั้งบนเซกเมนต์ H1
- ระบบจะนำข้อมูลของอุปกรณ์ที่ต้องการสับเปลี่ยนออกจากฐานข้อมูล (Database) ในส่วนของตัวควบคุมที่เรียกว่า DOFC (DEO Fieldbus Controller)
- คัดลอก DEVCE_ID ของอุปกรณ์ใหม่ที่นำมาสับเปลี่ยนอุปกรณ์ โดยนำ DEVCE_ID ไปใส่แทน DEVCE_ID ตัวเดิมโดยใช้โปรแกรม RTC_FB
- ดำเนินการกำหนดตั้งค่า PD Tag และ Node Address ของอุปกรณ์ตัวใหม่ให้เหมือนกับอุปกรณ์ที่ต้องการสับเปลี่ยน
- ข้อมูลของอุปกรณ์ตัวใหม่ถูกบันทึกไว้ใน DOFC
- ดำเนินการดาวน์โหลดทุกพารามิเตอร์ไปยังอุปกรณ์ใหม่ที่ได้นำมาสับเปลี่ยนในเซกเมนต์ H1 โดยใช้โปรแกรม RTC_FB
- กำหนดตั้งค่าของอุปกรณ์ใหม่ที่นำมาสับเปลี่ยนให้อยู่ในสถานะ Active และตรวจสอบค่าพารามิเตอร์ในฟังก์ชันบล็อก AI
- กำหนดโหมดการควบคุมของฟังก์ชันบล็อกพีไอดีให้มีการทำงานในโหมด AUTO



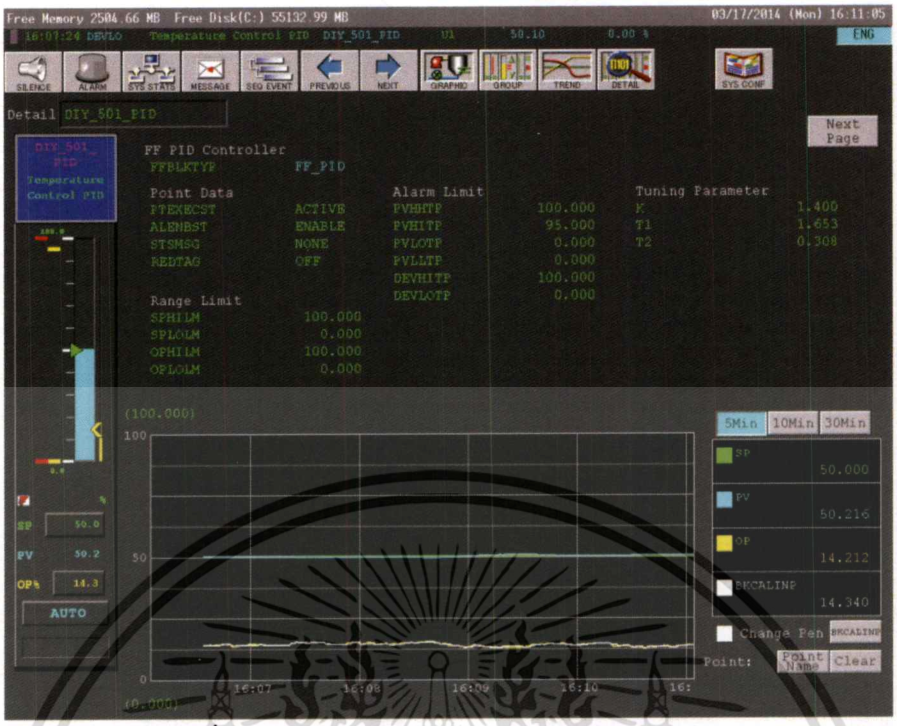
รูปที่ 3.55 Device Template ของอุปกรณ์ที่ต้องการสับเปลี่ยนบน RTC_FB

ขั้นตอนในกรณีที่ 2 การสับเปลี่ยนทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิด้วยอุปกรณ์แบบ Identical ในโฮสต์แบบ Harmonas-DEO โดยใช้โปรแกรม RTC_FB ในการดำเนินการสับเปลี่ยน

- เปิดโปรแกรม RTC_Fieldbus Tool (RTC_FB)
- เลือกอุปกรณ์ที่ต้องการสับเปลี่ยน คือ ทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิรุ่น Rosemount: 3144P เพื่อตรวจสอบข้อมูลและค่า Configuration ของอุปกรณ์ตัวเดิมก่อนที่ทำการสับเปลี่ยนอุปกรณ์แบบ Identical ดังแสดงในรูปที่ 3.55
- แสดงกราฟิกของระบบควบคุมที่มีทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิรุ่น Rosemount: 3144P ดังแสดงในรูปที่ 3.56

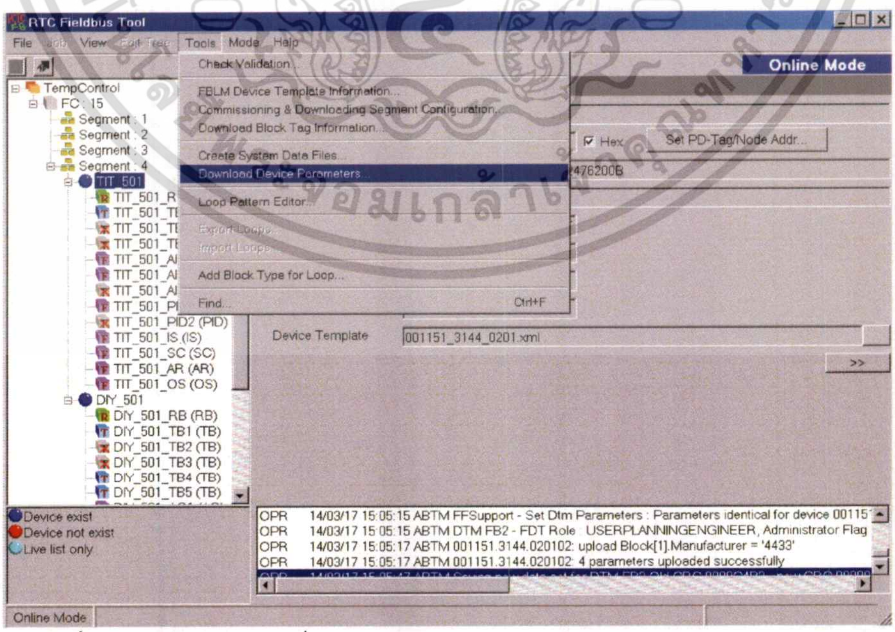


รูปที่ 3.56 หน้ากราฟิกที่ใช้ทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิรุ่น Rosemount: 3144P ในกรณีที่ 2

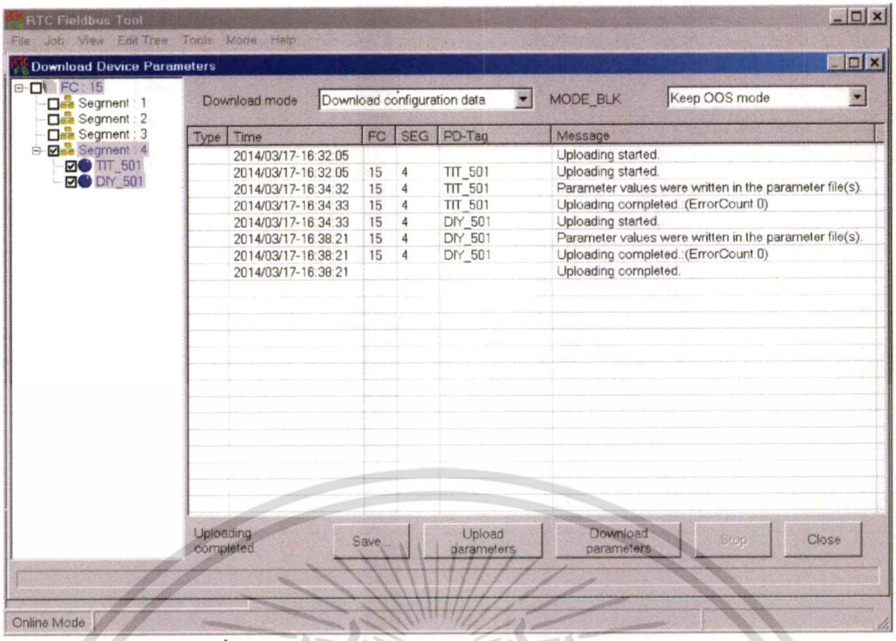


รูปที่ 3.57 ข้อมูลฟังก์ชันบล็อกพีไอดีของ DIY_501

- รูปที่ 3.57 แสดงรายละเอียดการควบคุมของฟังก์ชันบล็อกพีไอดีที่มีการทำงานในโหมด AUTO ใน DIY_501_PID
- เปิดโปรแกรม RTC_FB เพื่ออัพโหลดพารามิเตอร์ทั้งหมดของอุปกรณ์ที่ต้องการสับเปลี่ยนไปเก็บไว้ที่ระบบโฮสต์
- การเลือกคำสั่ง Download Device Parameters จากแถบคำสั่ง Tools ดังแสดงในรูปที่ 3.58

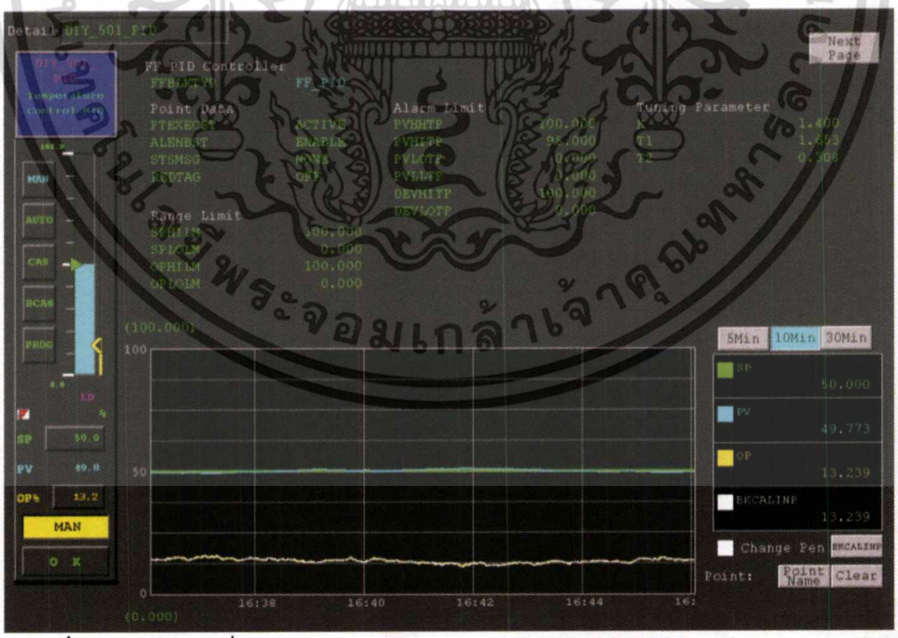


รูปที่ 3.58 การเลือกคำสั่ง Download Device Parameters บน RTC_FB



รูปที่ 3.59 ข้อมูลจากการดาวน์โหลดพารามิเตอร์

- ปรากฏหน้าต่าง Download Device Parameters แล้วเลือกคำสั่ง Upload Parameters รอจนกว่าโปแกรมจะดำเนินการเสร็จ จะขึ้นว่า Uploading completed ดังแสดงในรูปที่ 3.59
- เข้าไปในฟังก์ชันบล็อกพีไอดีของ DIY_501_PID เพื่อเปลี่ยนโหมดการทำงานของฟังก์ชันบล็อกพีไอดีจากโหมด AUTO เป็น MAN ดังแสดงในรูปที่ 3.60



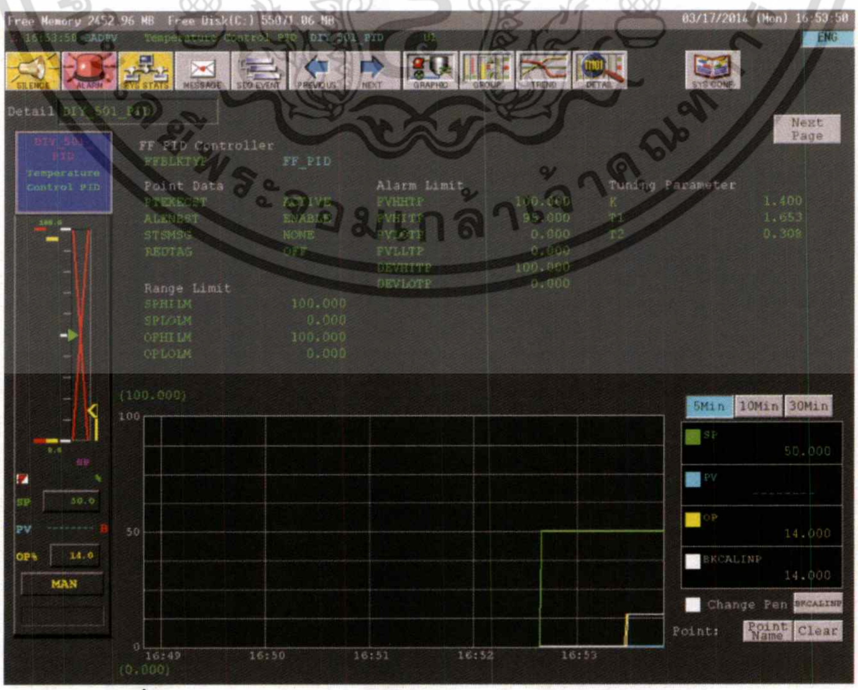
รูปที่ 3.60 การเปลี่ยนโหมดการทำงานของฟังก์ชันบล็อกพีไอดีเป็นแบบ MAN

รูปที่ 3.61 หน้าจอแสดงสถานะอุปกรณ์ที่อยู่บนเซกเมนต์

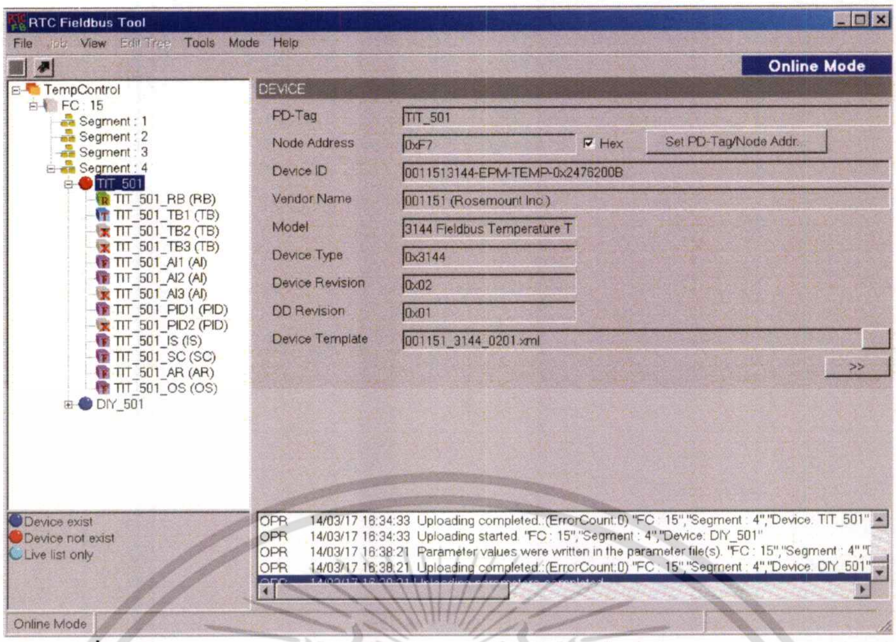
- เมื่อเปลี่ยนโหมดการทำงานของฟังก์ชันบล็อกพีไอดีเป็นโหมด MAN ดำเนินการปลดสายสัญญาณของอุปกรณ์ที่ต้องการสับเปลี่ยน ก็คือทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิออกจากเซกเมนต์

- ตรวจสอบสถานะของทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิ (TIT_501) จะมีคำว่า NG แสดงที่ Connection status เพื่อเป็นการยืนยันว่าอุปกรณ์ TIT_501 ไม่มีการเชื่อมต่อหรือสื่อสารอยู่บนเซกเมนต์ดังแสดงในรูปที่ 3.61

- การทำงานของระบบยังอยู่ในสถานะ Online mode ดังแสดงในรูปที่ 3.62

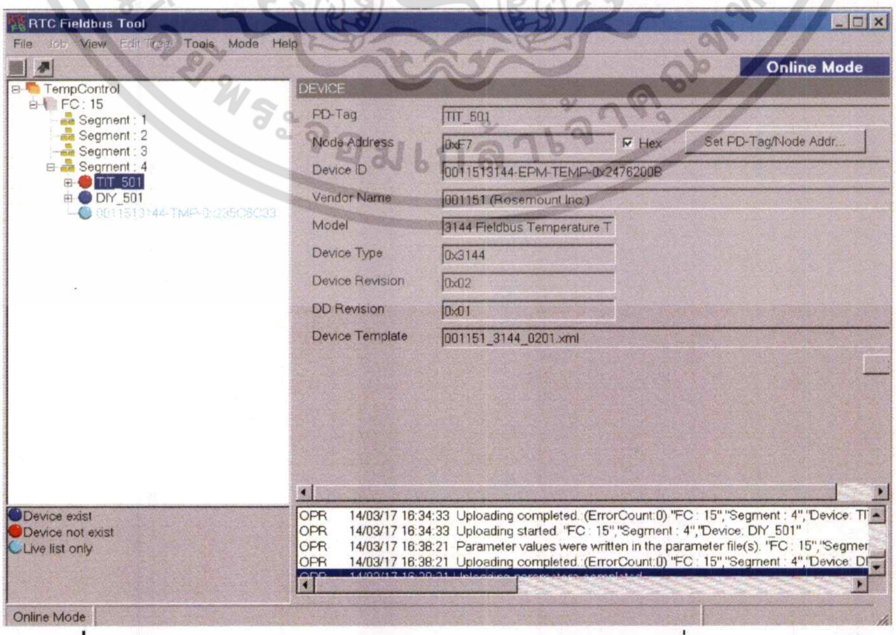


รูปที่ 3.62 การทำงานของฟังก์ชันบล็อกพีไอดีในโหมด MAN

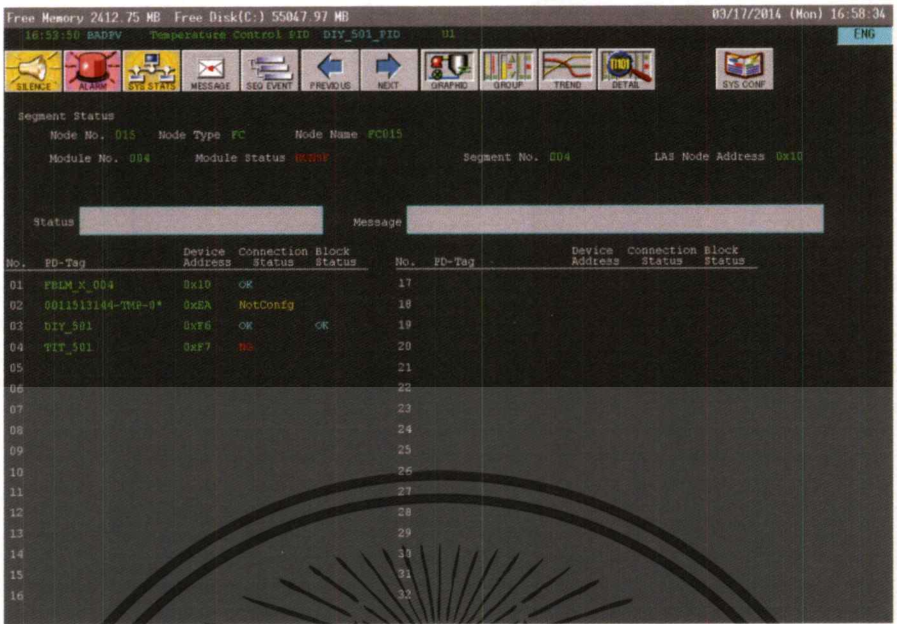


รูปที่ 3.63 RTC_FB มีการแจ้งสถานะ TIT_501 เป็น Device not exist

- โปรแกรม RTC_FB จะแสดงสถานะของอุปกรณ์ TIT_501 ที่ถูกปลดออกจากเซกเมนต์จะขึ้นสถานะเป็นสัญลักษณ์วงกลมสีแดง หมายถึงไม่มีอุปกรณ์เชื่อมต่ออยู่ในระบบ (Device not exist) ดังแสดงในรูปที่ 3.63
- ดำเนินการเชื่อมต่อสายสัญญาณของทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิรุ่น Rosemount: 3144P ซึ่งเป็นอุปกรณ์ตัวใหม่ที่เหมือนกับอุปกรณ์ที่ถูกปลดออก
- โปรแกรม RTC_FB แสดงสถานะอุปกรณ์ตัวใหม่ที่อยู่ในระบบแต่ไม่มีการกำหนดตั้งค่าการใช้งานอุปกรณ์ ซึ่งแสดงเป็นสัญลักษณ์สีฟ้าที่มีสถานะ Live List Only และมี PD-Tag เป็นชื่อของ Device ID ของอุปกรณ์ ดังแสดงในรูปที่ 3.64

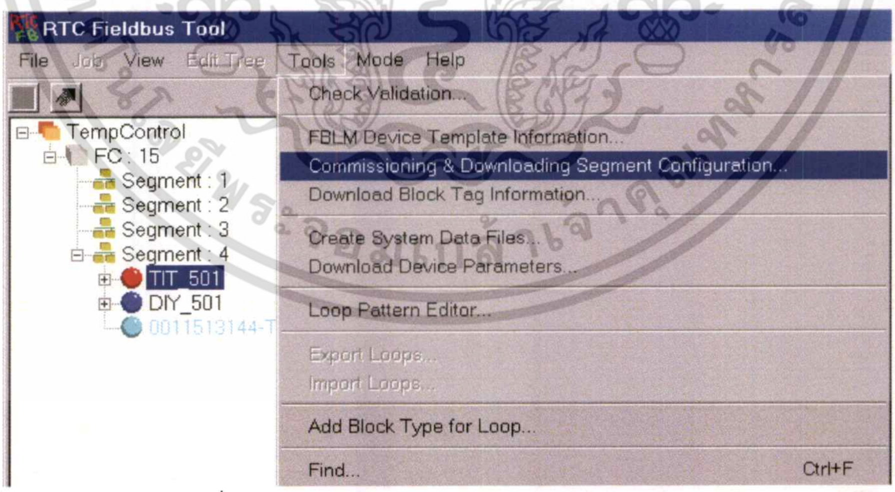


รูปที่ 3.64 RTC_FB มีการแสดงข้อมูลของอุปกรณ์ตัวใหม่ที่ต่อบนเซกเมนต์

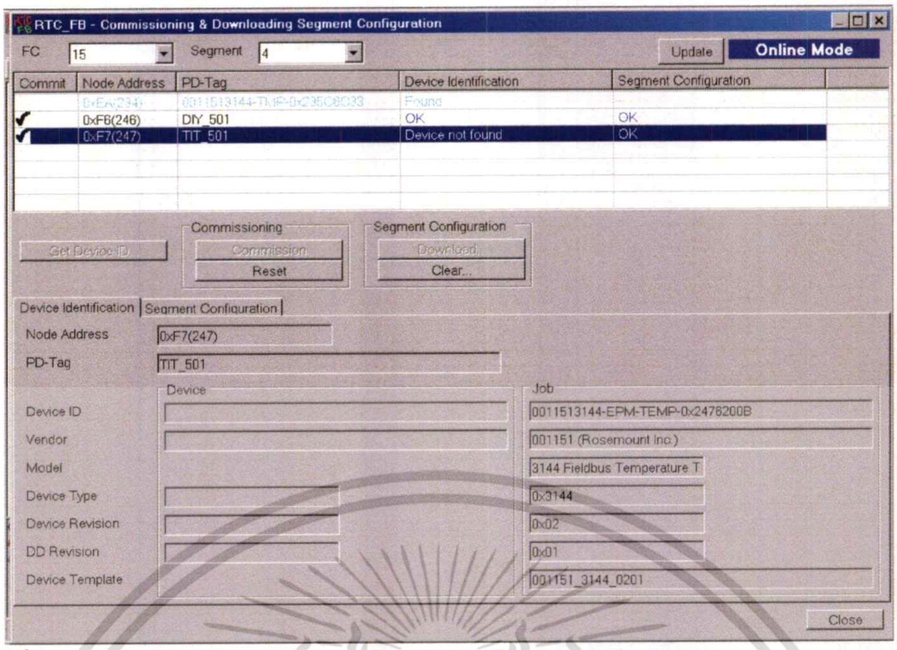


รูปที่ 3.65 สถานะเซกเมนต์เมื่อมีอุปกรณ์เชื่อมต่อบนเซกเมนต์

- ตรวจสอบสถานะของการเชื่อมต่อของอุปกรณ์ตัวใหม่ในส่วนของ Connection status พบว่าอุปกรณ์ตัวใหม่ที่ได้เชื่อมต่อเข้าเซกเมนต์จะขึ้นสถานะว่า NotConfig ดังแสดงในรูปที่ 3.65
- ดำเนินการติดตั้งและกำหนดการตั้งค่าทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิบนเซกเมนต์ โดยใช้โปรแกรม RTC_FB
- เลือกคำสั่ง Commissioning & Downloading Segment Configuration จากแถบคำสั่ง Tools ดังแสดงในรูปที่ 3.66

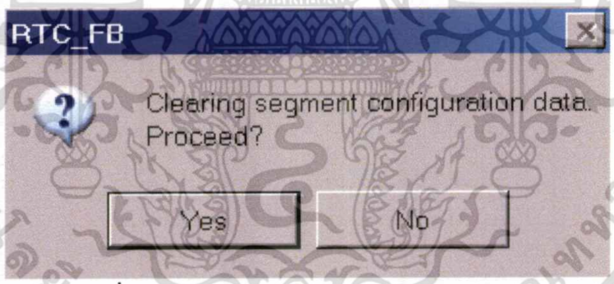


รูปที่ 3.66 การเลือกคำสั่ง Commissioning & Downloading Segment Configuration

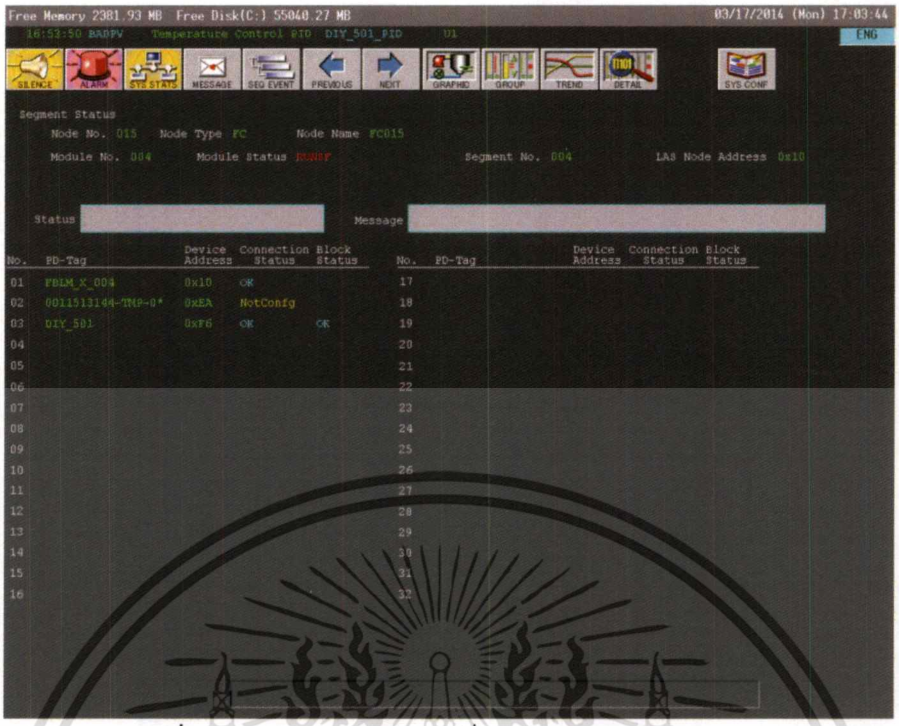


รูปที่ 3.67 RTC_FB- Commissioning & Downloading Segment Configuration

- เลือก TIT_501 เพื่อดำเนินการลบข้อมูลของอุปกรณ์ที่ต้องการสับเปลี่ยนออกจากฐานข้อมูลของ DOFC โดยการกดปุ่ม Clear ดังแสดงในรูปที่ 3.67
- เลือกคำสั่ง Yes เพื่อยืนยันคำสั่งการเคลียร์ข้อมูลของ TIT_501 ดังแสดงในรูปที่ 3.68

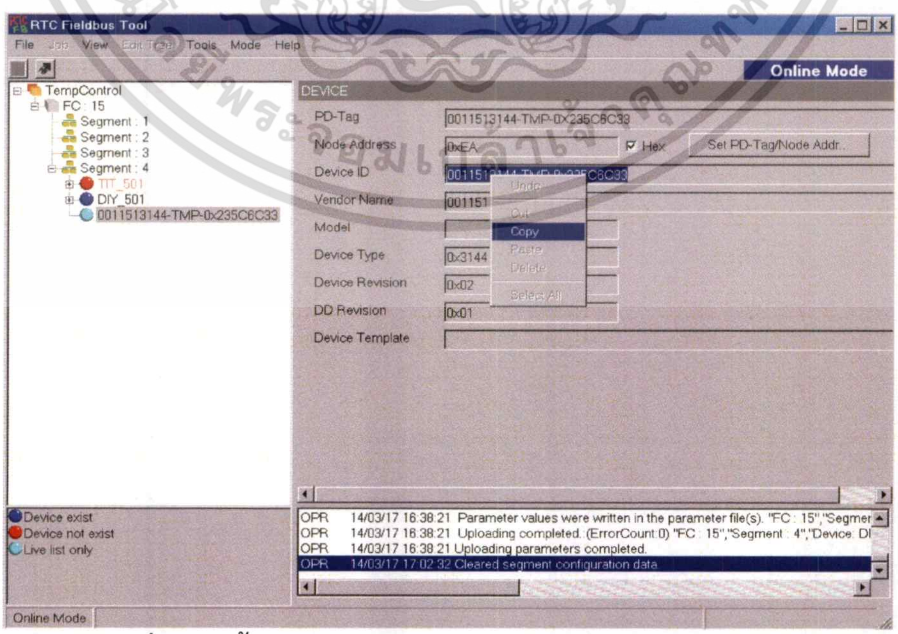


รูปที่ 3.68 ข้อความยืนยันการเคลียร์ข้อมูล

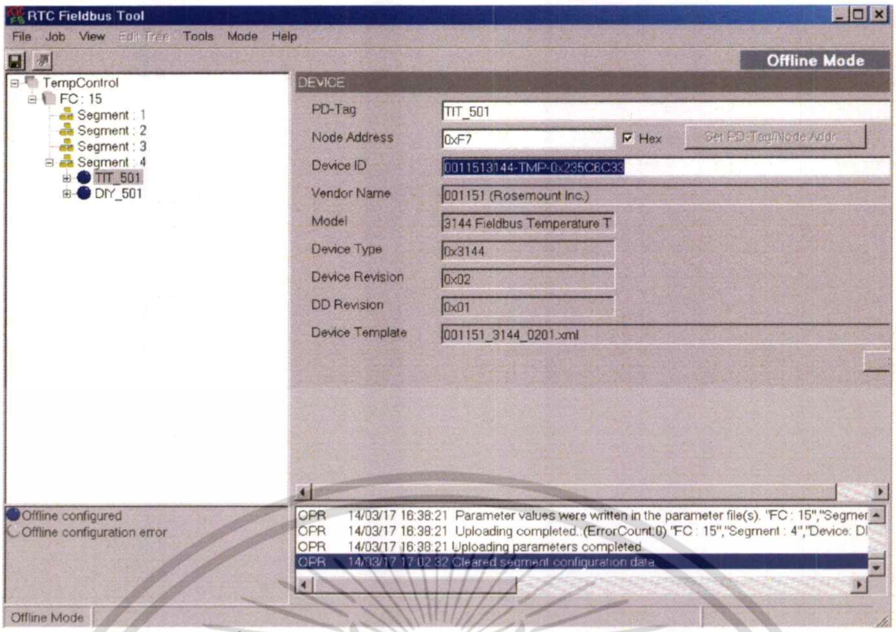


รูปที่ 3.69 สถานะเซกเมนต์ เมื่อเคลียร์อุปกรณ์ TIT_501

- หลังจากทำการเคลียร์ข้อมูลของ TIT_501 พบว่าไม่มี PD-Tag ของ TIT_501 อยู่บนเซกเมนต์ โดยที่มีทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิจะขึ้นสถานะ NotConfig ดังแสดงในรูปที่ 3.69
- คัดลอก (Copy) Device ID ของอุปกรณ์ตัวใหม่ในสถานะ Online Mode ที่โปรแกรม RTC_FB ดังแสดงในรูปที่ 3.70
- ดำเนินการเปลี่ยนโหมดการ Configuration จาก Online Configure ให้มีสถานะในโหมด Offline Configured

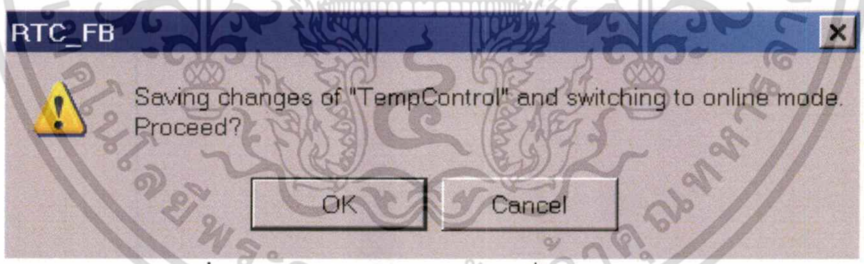


รูปที่ 3.70 ขั้นตอนการคัดลอก Device ID ของอุปกรณ์ตัวใหม่



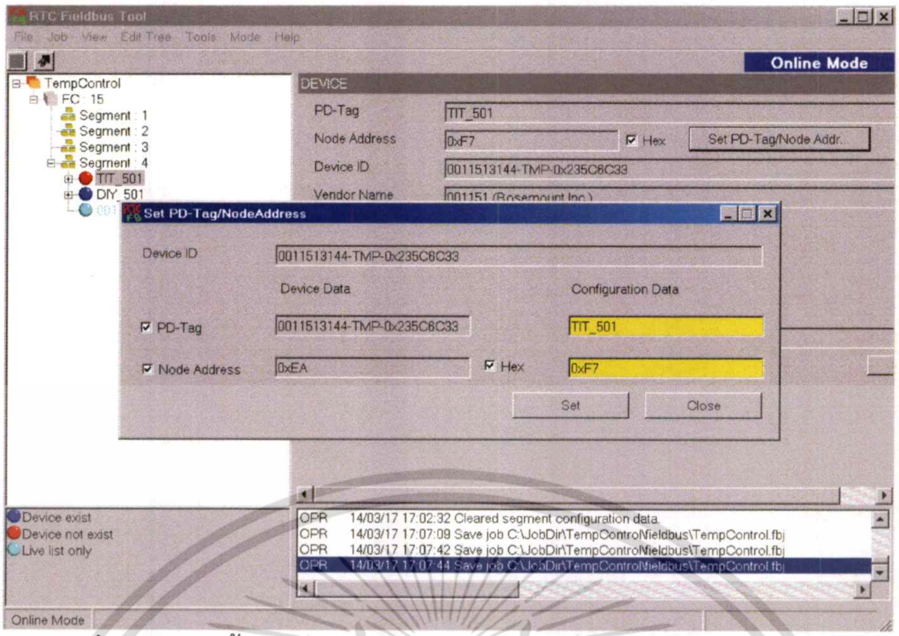
รูปที่ 3.71 หน้าต่างแสดง Device Template

- การกำหนดตั้งค่าอุปกรณ์ในระบบมีสถานะ Offline Configured
- ดำเนินการลบ (delete) Device ID ของอุปกรณ์ TIT_501 แล้วระบุใน (Paste) Device ID ของอุปกรณ์ตัวใหม่ที่นำมาสับเปลี่ยนแทน Device ID ที่ TIT_501 ดังแสดงในรูปที่ 3.71
- เลือกคำสั่ง OK เพื่อยืนยันการเปลี่ยนแปลง Device ID ของ TIT_501 และกลับเข้าสู่โหมดการ Configuration แบบ Online Mode ดังแสดงในรูปที่ 3.72



รูปที่ 3.72 ข้อความยืนยันการเปลี่ยนแปลงข้อมูล

- เลือกคำสั่ง Set PD-Tag/NodeAddress บน RTC_FB เพื่อดำเนินการตั้งค่า PD-Tag: TIT_501 และ Node Address: 0xF7 ของอุปกรณ์ตัวใหม่ให้ตรงกับอุปกรณ์ระดับฟิลด์ที่ถูกสับเปลี่ยน
- เมื่อระบุ PD-Tag และ Node Address อุปกรณ์ตัวใหม่ให้เหมือนกับอุปกรณ์ที่ต้องการสับเปลี่ยนแล้วกดปุ่ม Set เพื่อการกำหนดตั้งค่าอุปกรณ์ ดังรูปที่ 3.73

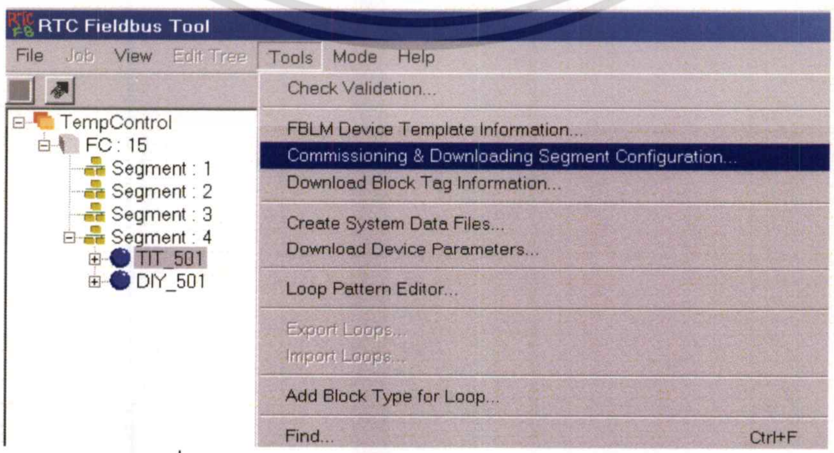


รูปที่ 3.73 การตั้งค่า PD-Tag และ Node Address ของอุปกรณ์ตัวใหม่

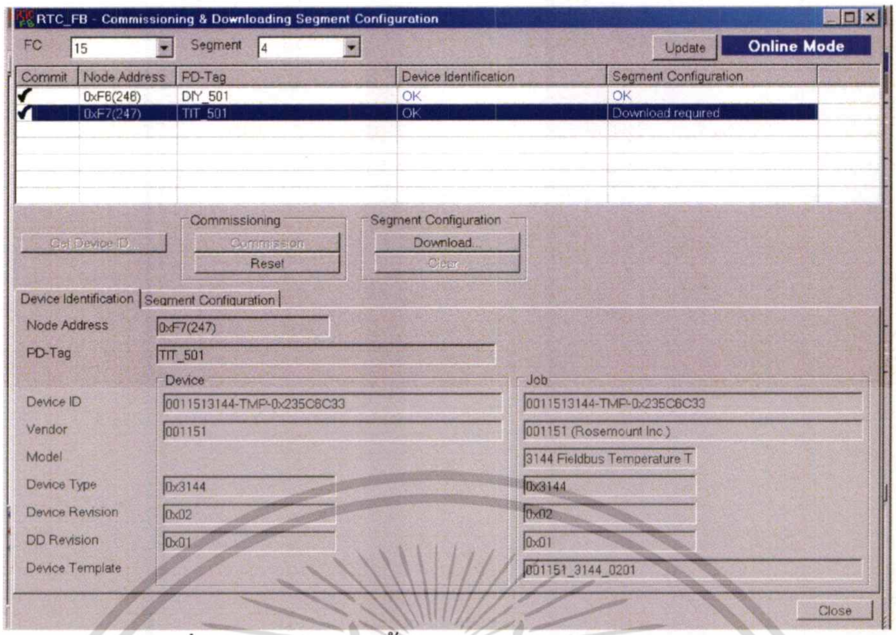
- ในขั้นตอนนี้ทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิแบบ Identical ที่นำมาสับเปลี่ยนมี PD-Tag และ Node Address ตรงกับทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิที่ถูกปลดออกจากเซกเมนต์ ดังแสดงในรูปที่ 3.74

รูปที่ 3.74 ข้อมูลหลังจากตั้งค่าใหม่

- เลือกคำสั่ง Commissioning & Downloading Segment Configuration ในแถบคำสั่ง Tools เพื่อตรวจสอบสถานะอุปกรณ์หลังการสับเปลี่ยน ดังแสดงในรูปที่ 3.75

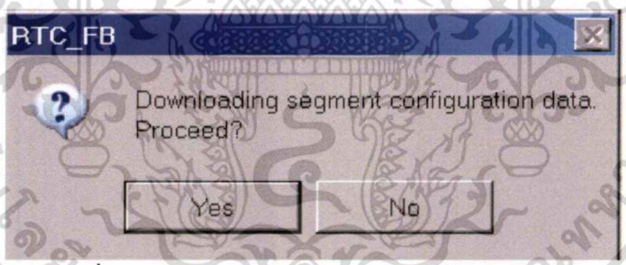


รูปที่ 3.75 การเลือกคำสั่ง Commissioning & Downloading Segment Configuration เพื่อตรวจสอบสถานะอุปกรณ์หลังการสับเปลี่ยน



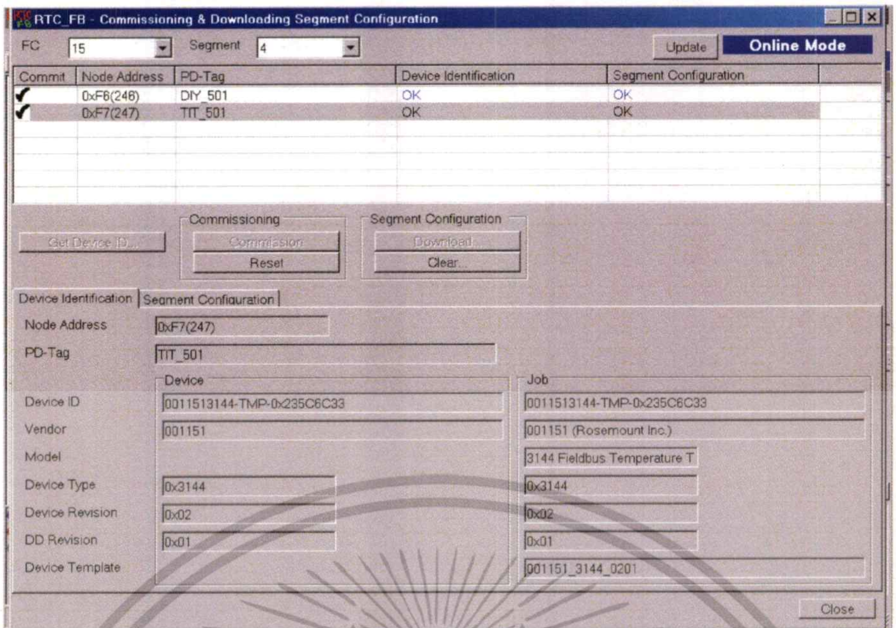
รูปที่ 3.76 TIT_501 ขึ้นสถานะ Download required

- จากหน้าต่างของ Commissioning & Downloading Segment Configuration TIT_501 ขึ้นสถานะ Download required ในส่วนของ Segment Configuration และกดปุ่ม Download เพื่อดาวน์โหลดข้อมูลจากระบบโฮสต์ไปยังอุปกรณ์ TIT-501 ดังแสดงในรูปที่ 3.76
- เลือกคำสั่ง Yes เพื่อยืนยันการดาวน์โหลด ดังแสดงในรูปที่ 3.77



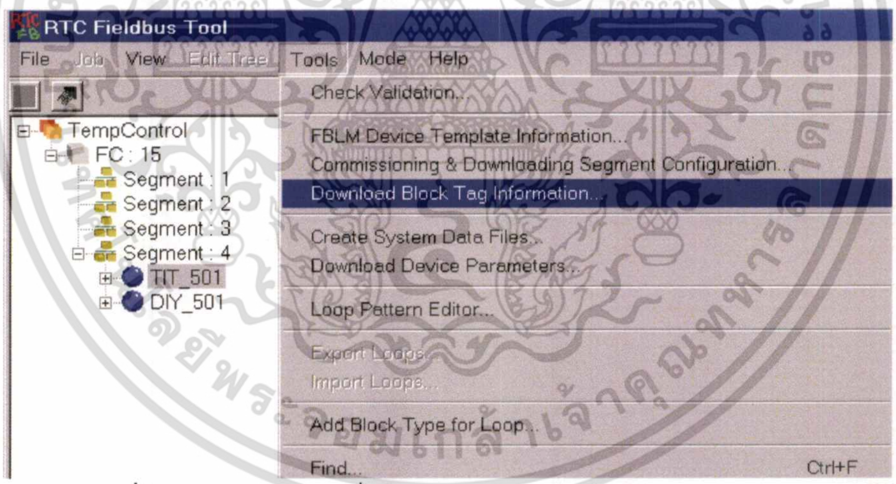
รูปที่ 3.77 ข้อความยืนยันการดาวน์โหลดข้อมูล

- หลังจากดาวน์โหลดการกำหนดตั้งค่าของอุปกรณ์ TIT_501 เรียบร้อยแล้วจะขึ้นสถานะ OK ที่ Segment Configuration ดังแสดงในรูปที่ 3.78



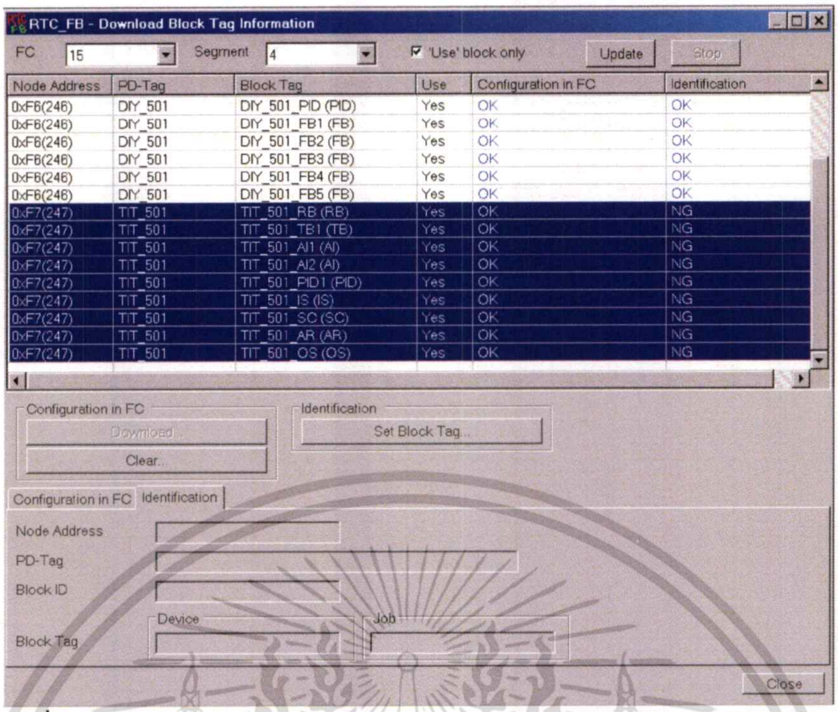
รูปที่ 3.78 TIT_501 ถูกตั้งค่าบนเซกเมนต์

- เลือกคำสั่ง Download Block Tag Information จากแถบคำสั่ง Tools ดังแสดงในรูปที่ 3.79



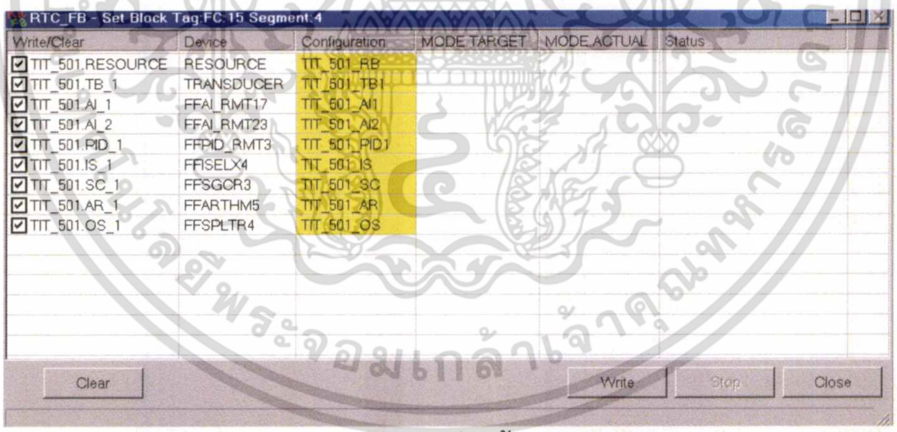
รูปที่ 3.79 การเลือกคำสั่ง Download Block Tag Information

- ฟังก์ชันบล็อกของอุปกรณ์ TIT_501 ขึ้นสถานะ NG จะต้องกำหนด Identification โดยการ Write ข้อมูลใหม่
- เลือกฟังก์ชันบล็อกทุกบล็อกที่ขึ้น NG
- เลือกคำสั่ง Set Block Tag ดังแสดงในรูปที่ 3.80



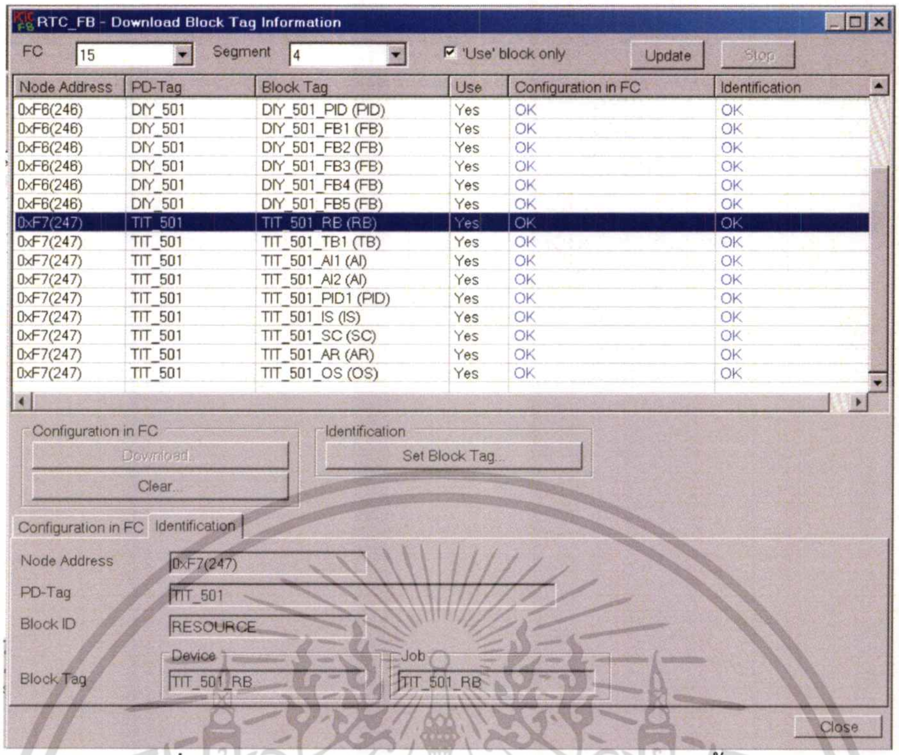
รูปที่ 3.80 Download Block Tag Information แสดงข้อมูลฟังก์ชันบล็อก

- กำหนดข้อมูลให้กับบล็อกต่าง ๆ ที่ขึ้นสถานะ NG
- เลือกคำสั่ง Write เพื่อบันทึกข้อมูลของแต่ละบล็อก ดังแสดงในรูปที่ 3.81



รูปที่ 3.81 การบันทึกข้อมูลที่ได้ตั้งค่าไปยังฟังก์ชันบล็อก

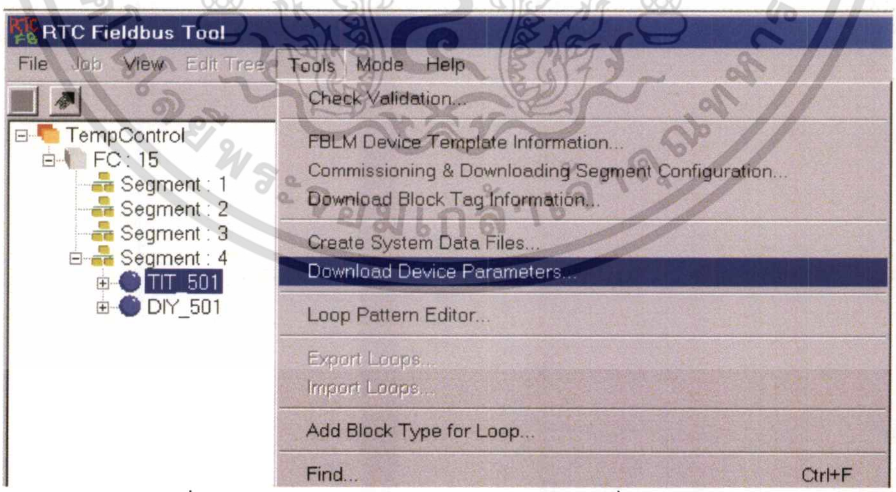
- Identification ของบล็อกต่าง ๆ ที่อุปกรณ์ TIT_501 ได้เปลี่ยนสถานะจาก NG เป็น OK ดังแสดงในรูปที่ 3.82



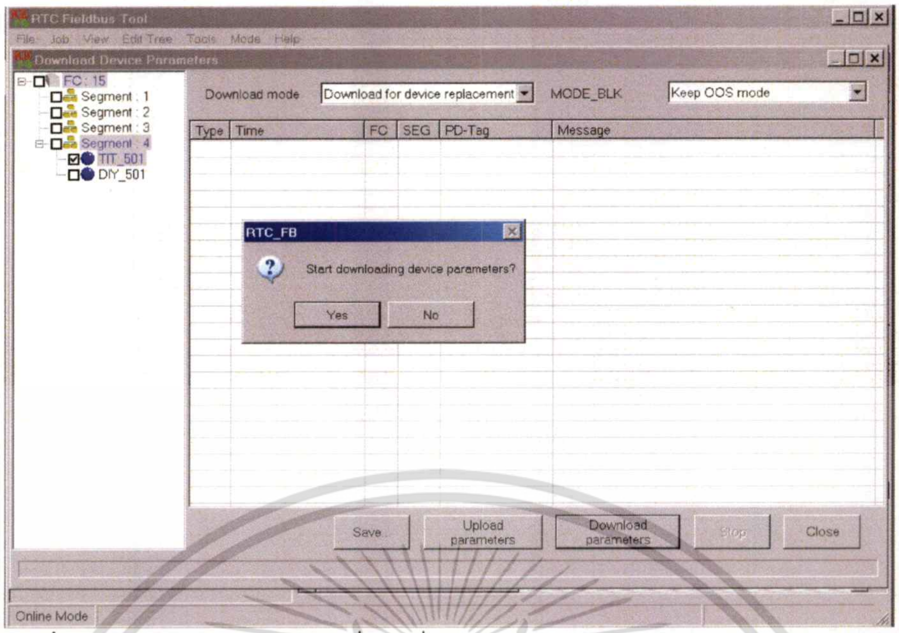
รูปที่ 3.82 สถานะฟังก์ชันบล็อกต่าง ๆ หลังจากการตั้งค่า

- เข้าไปที่โปรแกรม RTC_FB

- เลือกคำสั่ง Download Device Parameter ที่แถบคำสั่ง Tool เพื่อทำการดาวน์โหลดพารามิเตอร์ของอุปกรณ์ที่ต้องการสับเปลี่ยนจากระบบมาบันทึกไว้ในอุปกรณ์ตัวใหม่ ดังแสดงในรูปที่ 3.83

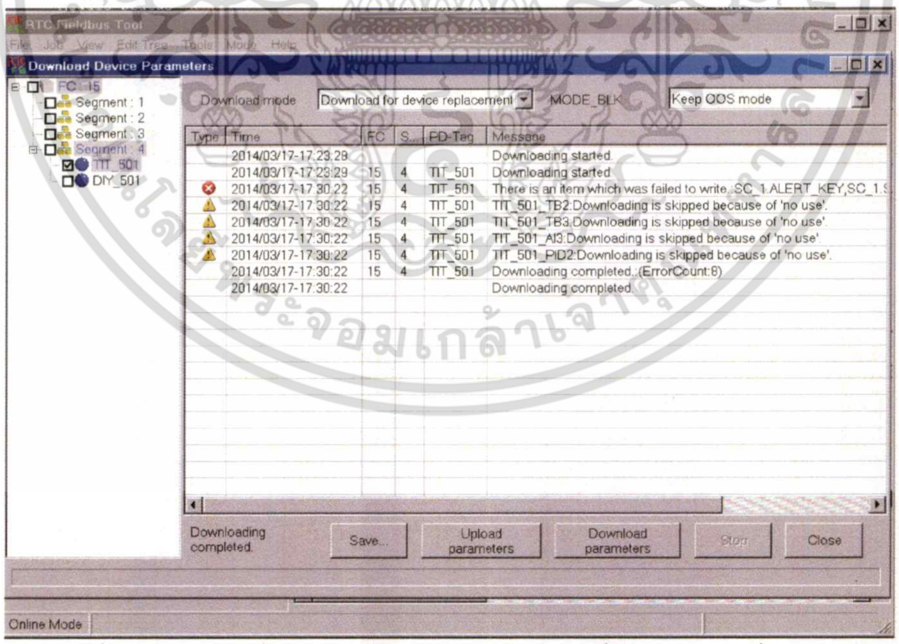


รูปที่ 3.83 การเลือกคำสั่ง Download Device Parameter เพื่อดาวน์โหลดข้อมูลไปยังอุปกรณ์

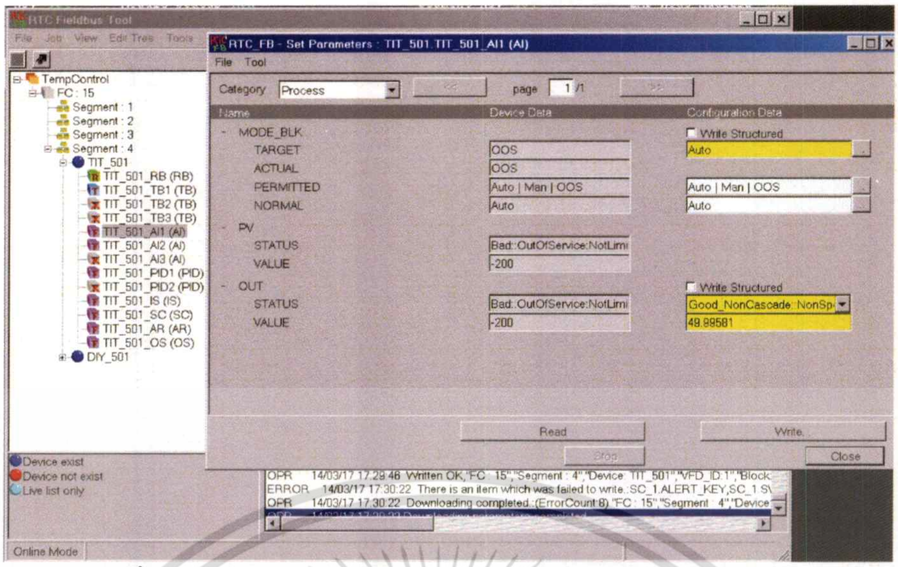


รูปที่ 3.84 ข้อความยืนยันการเริ่มคำสั่ง Download for device replacement

- เลือกสถานะ Download mode เป็น Download for device replacement
- เลือกคำสั่ง Yes เพื่อเริ่มการดาวน์โหลดพารามิเตอร์ ดังแสดงในรูปที่ 3.84
- RTC_FB ดาวน์โหลดพารามิเตอร์เรียบร้อยแล้ว จะแสดงข้อความว่า Downloading Complete ดังแสดงในรูปที่ 3.85

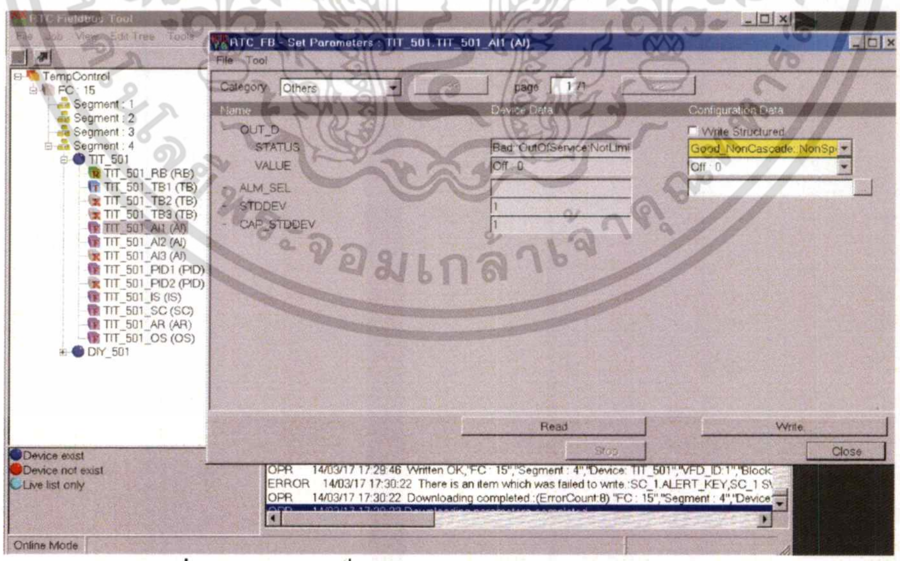


รูปที่ 3.85 ข้อมูลที่ดาวน์โหลดมาสำหรับอุปกรณ์ที่ทำการสับเปลี่ยนแล้ว



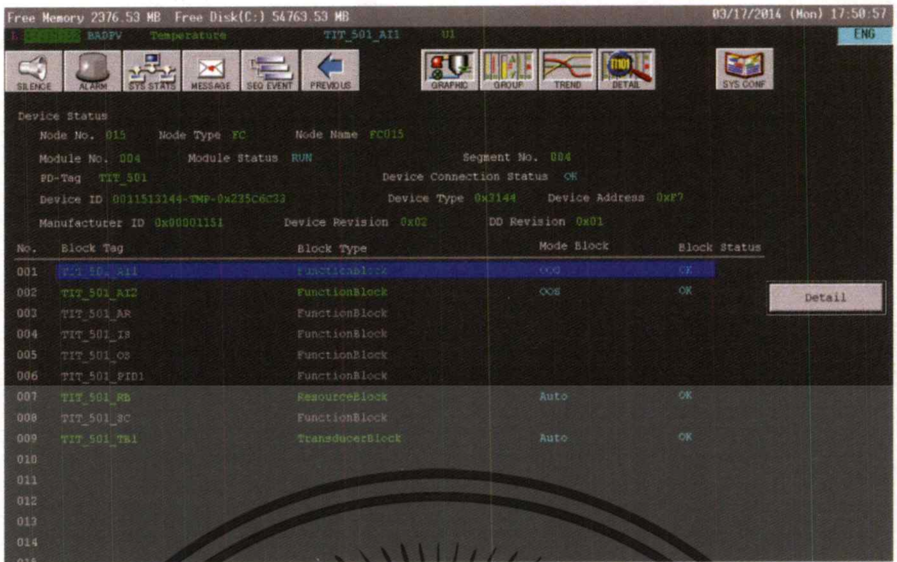
รูปที่ 3.86 การเข้าไปตรวจสอบพารามิเตอร์ของฟังก์ชันบล็อก AI

- เลือกคำสั่ง Set Parameters เพื่อตรวจสอบพารามิเตอร์ของแต่ละฟังก์ชันบล็อกจากฟังก์ชันบล็อกทางช่องซ้ายมือของโปรแกรม RTC_FB
- ในฟังก์ชันบล็อก AI1 เนื่องจากพารามิเตอร์ที่อุปกรณ์บางค่ายังไม่ได้ทำการกำหนดตั้งค่า ผู้ใช้สามารถตั้งค่าในส่วนของ Configuration Data ได้เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลจะขึ้นแถบสีเหลือง แล้ว เลือกคำสั่ง Write เพื่อบันทึกข้อมูลที่มีการเปลี่ยนแปลง ดังแสดงในรูปที่ 3.86
- ตรวจสอบพารามิเตอร์ฟังก์ชันบล็อกทุกบล็อกที่มีการใช้งาน ถ้ามีการกำหนดพารามิเตอร์ใหม่ แล้วเลือกคำสั่ง Write เพื่อบันทึกข้อมูล ดังแสดงในรูปที่ 3.87



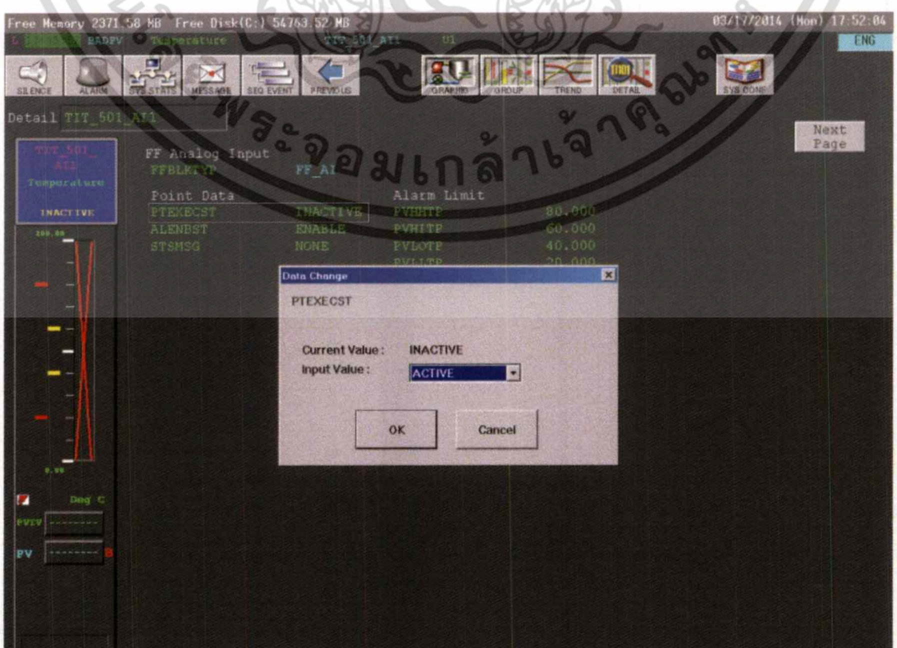
รูปที่ 3.87 การเปลี่ยนแปลงค่าพารามิเตอร์ของบล็อก AI

- เมื่อดาวน์โหลดและตรวจสอบตั้งค่าฟังก์ชันบล็อกเรียบร้อยแล้ว

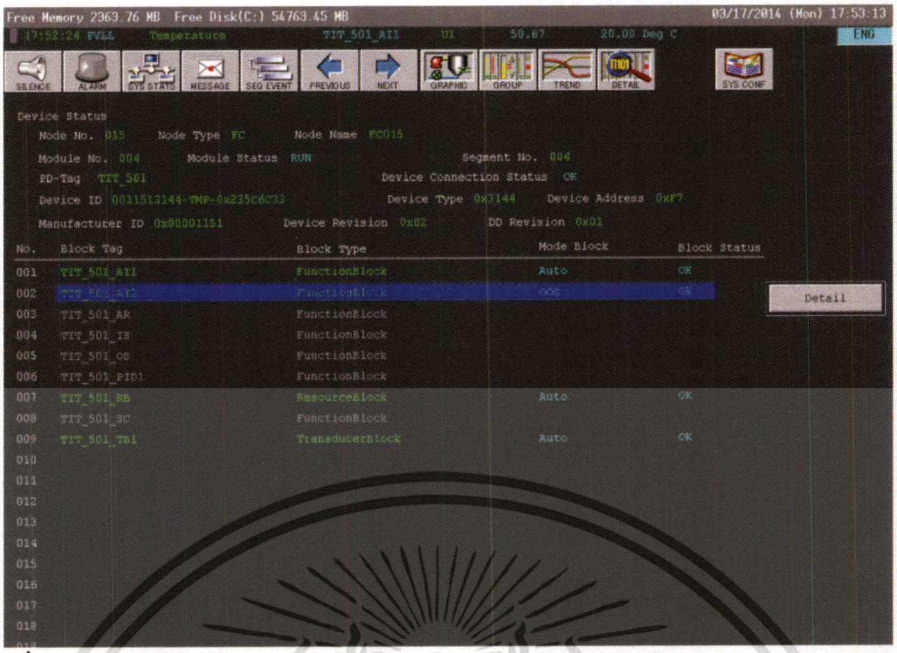


รูปที่ 3.88 หน้าต่างแสดงสถานะ OOS ของอุปกรณ์ตัวใหม่ที่ได้สับเปลี่ยน

- เปิดหน้าต่าง Device Status ที่โปรแกรม Harmonas–DEO พบว่า Block Status ของฟังก์ชันบล็อกขึ้นสถานะ OK แต่ Mode Block ของบล็อก AI1 และ AI2 จะขึ้นสถานะ OOS: Out of Service แสดงว่าบล็อก AI1 และ AI2 มีสถานะ Inactive ผู้ใช้งานต้องทำการ Active การทำงานของฟังก์ชันบล็อกนั้น ๆ ดังแสดงในรูปที่ 3.88
- เข้าไปกำหนดตั้งค่าในบล็อกใน TIT_501_AI1 และ TIT_501_AI2 โดยการกด Detail เพื่อเข้าไปเลือกคำสั่ง Active ที่ฟังก์ชันบล็อก AI1 และ AI2
- เนื่องจากพารามิเตอร์ PTEXECST ใน TIT_501_AI1 มีสถานะเป็น INACTIVE ทำให้ไม่มีการทำงานของฟังก์ชันบล็อก AI ดังนั้นสถานะของ Mode Block ที่อุปกรณ์ตัวใหม่จะแสดงสถานะ OOS
- กำหนดค่า Input Value ให้เป็น ACTIVE ดังแสดงในรูปที่ 3.89

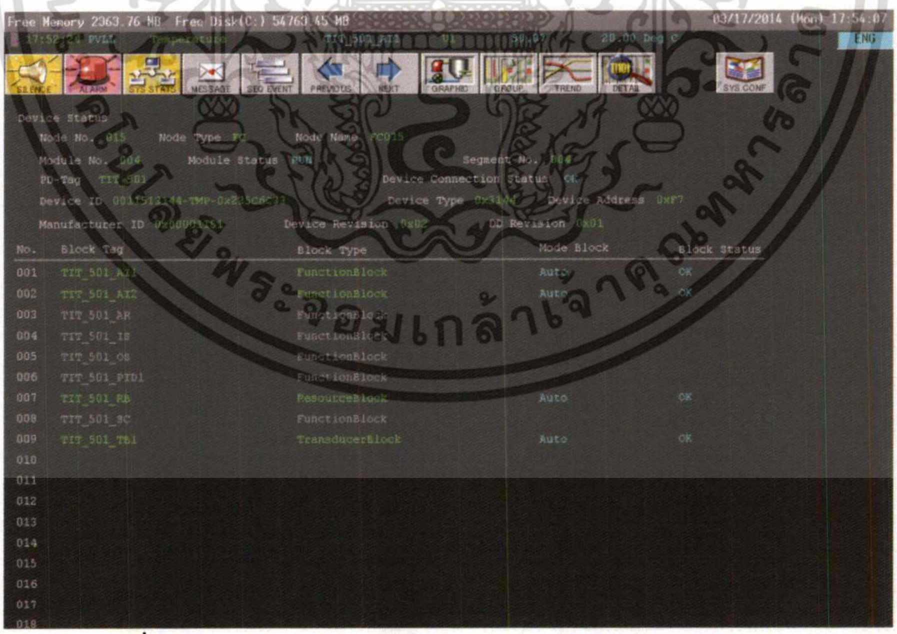


รูปที่ 3.89 การกำหนดฟังก์ชันบล็อก AI เป็น Active

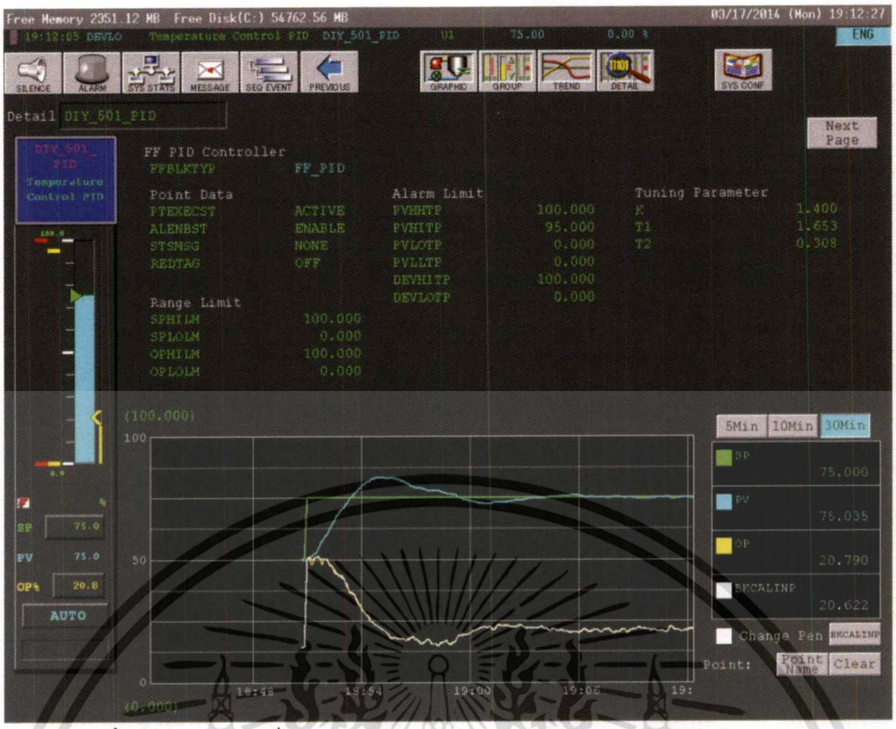


รูปที่ 3.90 หน้าต่างแสดงสถานะของ Mode Block และ Block Status ของอุปกรณ์

- เมื่อกำหนดให้ฟังก์ชันบล็อก AI1 เป็น ACTIVE เรียบร้อยแล้ว Mode Block จะขึ้นสถานะเป็น AUTO ดังแสดงในรูปที่ 3.90
- ดำเนินการ ACTIVE ใน TIT_501_AI2 โดยวิธีขั้นตอนเหมือนกับการตั้งค่าใน TIT_501_AI1
- สถานะของบล็อกต่าง ๆ ในอุปกรณ์พร้อมที่ทำงาน ดังแสดงในรูปที่ 3.91

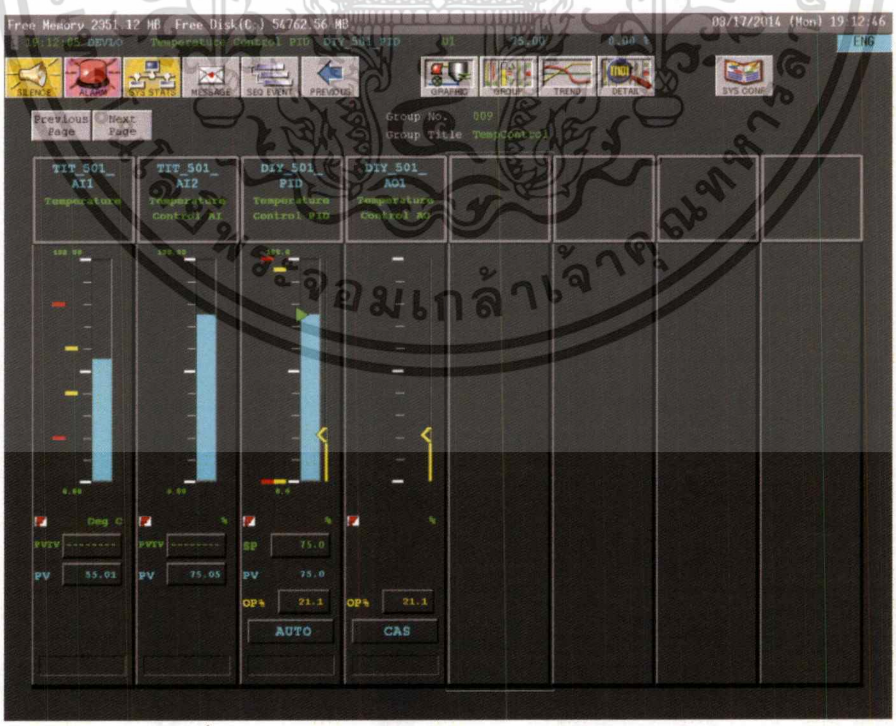


รูปที่ 3.91 หน้าต่างแสดงสถานะ AUTO ของอุปกรณ์ระดับฟิลด์

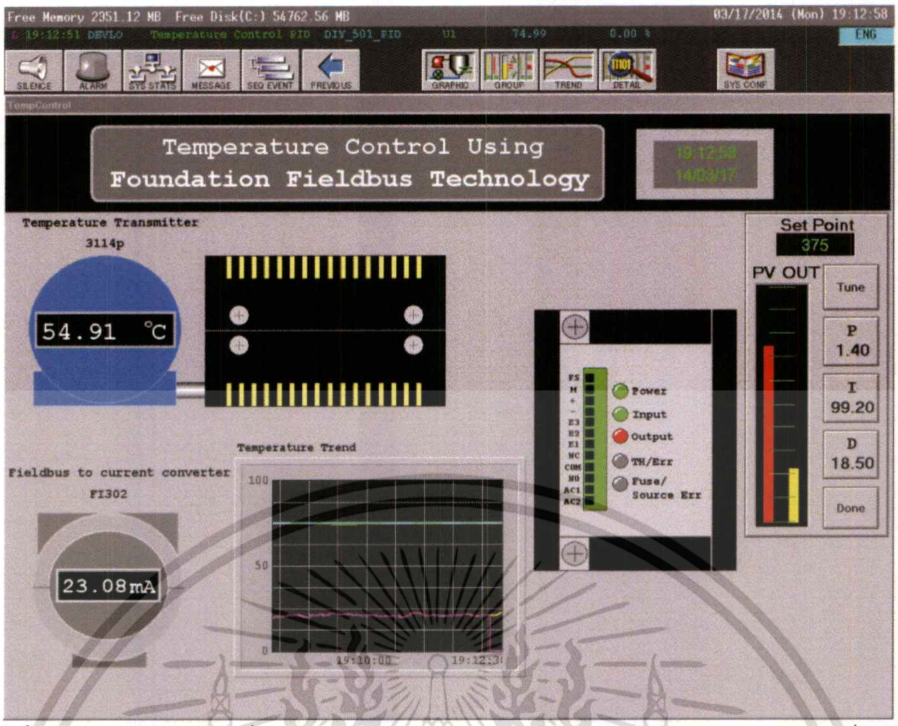


รูปที่ 3.92 การเปลี่ยนการควบคุมของฟังก์ชันบล็อกพีไอดีเป็น AUTO

- เข้ามาในโหมดการทำงานของฟังก์ชันบล็อกพีไอดีเพื่อเปลี่ยนโหมดควบคุมจาก MAN เป็น AUTO ดังรูปที่ 3.92
- ตำแหน่งของฟังก์ชันบล็อกพีไอดีอยู่โหมดการควบคุมแบบ AUTO ดังแสดงในรูปที่ 3.93



รูปที่ 3.93 หน้าต่างแสดงการควบคุมระบบแบบกลุ่ม



รูปที่ 3.94 หน้ากราฟิกที่ใช้ทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิรุ่น Rosemount: 3144P ที่โฮสต์ Harmonas-DEO

- การสับเปลี่ยนอุปกรณ์ระดับฟิลด์แบบ Identical ด้วยทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิรุ่น Rosemount: 3144P ใช้ระบบโฮสต์แบบดีซีเอส Harmonas-DEO ได้ดำเนินการเสร็จสมบูรณ์ สามารถควบคุมกระบวนการได้ปกติ ดังแสดงในรูปที่ 3.94

เนื่องจากการสับเปลี่ยนอุปกรณ์ฟาวน์เดชันฟิลด์บัส มีขั้นตอนที่ซับซ้อนสำหรับการตั้งค่าการควบคุมและพารามิเตอร์ของอุปกรณ์ ดังนั้นก่อนดำเนินการสับเปลี่ยนผู้ใช้งานต้องศึกษาถึงโครงสร้างอุปกรณ์และระบบโฮสต์แบบดีซีเอสแต่ละผู้ผลิต และนำแบบตรวจสอบ (Check List) มาประกอบกับการปฏิบัติ เพื่อใช้ในการตรวจสอบและปฏิบัติตามขั้นตอนได้ถูกต้อง ในรูปที่ 3.95 แสดงถึงรูปแบบ Check List สำหรับกรณีศึกษาที่ 2 การสับเปลี่ยนอุปกรณ์ที่เหมือนกัน โดยใช้โฮสต์ที่มาจากผู้ผลิตต่างกันกับอุปกรณ์ที่ต้องการสับเปลี่ยน

แบบตรวจสอบ

ขั้นตอนการสับเปลี่ยนอุปกรณ์ฟาวน์เดชันฟิลด์บัส

ในกรณีที่ 2 การสับเปลี่ยนอุปกรณ์ที่เหมือนกัน โดยใช้โฮสต์ที่มาจากผู้ผลิตต่างกันกับอุปกรณ์ที่ต้องการสับเปลี่ยน

..........1. เปิดโปรแกรม RTC Fieldbus Tool เลือกอุปกรณ์ที่ต้องการสับเปลี่ยนเพื่อแสดง Template ของอุปกรณ์และเลือกคำสั่ง Download Device Parameters บนแถบคำสั่ง Tools ดังแสดงในรูปที่ 3.58

..........2. เลือกคำสั่ง Download configuration data ที่หัวข้อ Download mode บนหน้าต่าง Download Device Parameters และเลือกคำสั่ง Upload parameters เพื่ออัพโหลดข้อมูลของอุปกรณ์ไปยังระบบโฮสต์แบบดีซีเอส Harmonas-DEO ดังแสดงในรูปที่ 3.59

..........3. เปิดโปรแกรม HMI ของ Harmonas-DEO เพื่อเข้าไปเปลี่ยนโหมดการทำงานของฟังก์ชันบล็อกพีไอดีจาก AUTO เป็น MAN ในฟังก์ชันบล็อกพีไอดี (DIY_501_PID) ดังแสดงในรูปที่ 3.60

..........4. ปลดอุปกรณ์ที่ต้องการสับเปลี่ยนบนเซกเมนต์ H1 และตรวจสอบสถานะ Connection status ที่โปรแกรม HMI ต้องแสดงสถานะ NG เพื่อยืนยันว่าอุปกรณ์ถูกปลดออกเรียบร้อยแล้วและขึ้นสถานะ Device not exist ที่โปรแกรม RTC Fieldbus Tool ดังแสดงในรูปที่ 3.61 และ 3.63 ตามลำดับ

..........5. ติดตั้งอุปกรณ์ตัวใหม่ที่เป็นแบบ Identical บนเซกเมนต์ H1 โดยโปรแกรม RTC Fieldbus Tool แสดงสถานะอุปกรณ์ตัวใหม่เป็น Live list only และตรวจสอบสถานะ Connection status ที่โปรแกรม HMI ต้องแสดงสถานะ NotConfig ดังแสดงในรูปที่ 3.64 และ 3.65 ตามลำดับ

..........6. เลือกคำสั่ง Commissioning & Downloading Segment Configuration บนแถบ Tools เลือกอุปกรณ์ที่ต้องการสับเปลี่ยน เพื่อลบข้อมูลของอุปกรณ์บน DOFC และเลือกคำสั่ง Clear ในการเคลียร์ข้อมูลการตั้งค่าต่าง ๆ ของอุปกรณ์ ดังแสดงในรูปที่ 3.66 และ 3.67 ตามลำดับ

..........7. เปิดโปแกรม RTC Fieldbus Tool เพื่อคัดลอก Device ID ที่อุปกรณ์ตัวใหม่ (Online Mode) และกำหนดเป็น Offline Configuration เพื่อลบ Device ID ของอุปกรณ์ที่ต้องการสับเปลี่ยน (TIT_501) แทนด้วย Device ID ของอุปกรณ์ตัวใหม่ที่ TIT_501 และเปลี่ยนโหมดการตั้งค่าเป็น Online Mode ดังแสดงในรูปที่ 3.70, 3.71 และ 3.72

..........8. เลือกคำสั่ง Set PD-Tag/NodeAddress ที่หน้า Device Template ของอุปกรณ์ตัวใหม่ เพื่อกำหนด PD-Tag และ Address ของอุปกรณ์ตัวใหม่ให้เหมือนกับอุปกรณ์ที่ต้องการสับเปลี่ยนที่โปรแกรม RTC Fieldbus Tool ดังแสดงในรูปที่ 3.73

..........9. เลือกคำสั่ง Commissioning & Downloading Segment Configuration บนแถบ Tools โดยเลือกอุปกรณ์ TIT_501 ที่แสดงสถานะ Download required ในส่วนของ Segment Configuration และเลือกคำสั่ง Download เพื่อดาวน์โหลดข้อมูลอุปกรณ์ที่ต้องการสับเปลี่ยนมายังอุปกรณ์ตัวใหม่ ดังแสดงในรูปที่ 3.75, 3.76 และ 3.77

..........10. เลือกคำสั่ง Download Block Tag Information บนแถบ Tools โดยเลือกเฉพาะฟังก์ชันบล็อกของอุปกรณ์ TIT_501 ที่แสดงสถานะ NG เลือกคำสั่ง Set Block Tag และกด Write เพื่อบันทึกข้อมูลของฟังก์ชันบล็อก ดังแสดงในรูปที่ 3.79, 3.80 และ 3.81

..........11. เลือกคำสั่ง Download Device Parameters กำหนดหัวข้อ Download mode เป็น Download Device for Replacement และยืนยันการดาวน์โหลด รอจนกว่าโปรแกรมแจ้งว่า Downloading completed ดังแสดงในรูปที่ 3.83, 3.84 และ 3.85

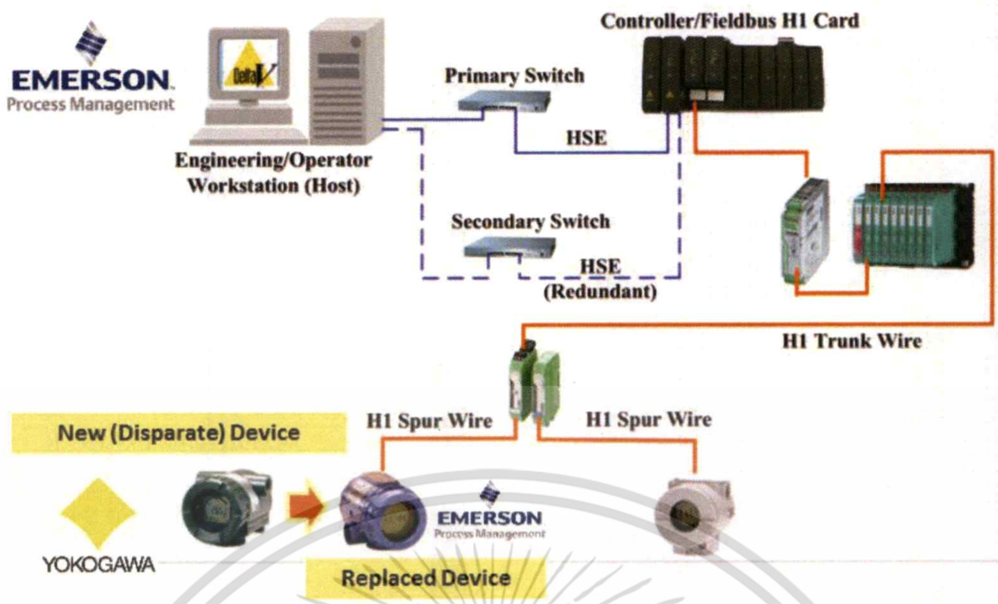
..........12. เลือกคำสั่ง Set Parameters เพื่อกำหนดค่าพารามิเตอร์ของฟังก์ชันบล็อก AI และกด write ในการบันทึกข้อมูล ดังแสดงในรูปที่ 3.86

..........13. เนื่องจาก Mode Block แสดงข้อความของฟังก์ชันบล็อก AI ว่า OOS ผู้ใช้งานต้องเข้าไปกำหนดใน TIT_501_AI1 และ TIT_501_AI2 เพื่อเลือกคำสั่ง Active ที่พารามิเตอร์ PTEXECST และกดยืนยันดังแสดงในรูปที่ 3.88 และ 3.89

..........14. ตรวจสอบ Mode Block ของ TIT_501_AI1 และ TIT_501_AI2 ต้องแสดงสถานะ AUTO ดังแสดงในรูปที่ 3.91

..........15. เข้า HMI ของ Harmonas–DEO เพื่อเข้าไปเปลี่ยนโหมดควบคุมฟังก์ชันบล็อกพีไอดีเป็น AUTO ดังแสดงในรูปที่ 3.92

รูปที่ 3.95 แบบตรวจสอบขั้นตอนการสับเปลี่ยนอุปกรณ์ฟาวน์เดชันฟิลด์บัสในกรณีศึกษาที่ 2



รูปที่ 3.96 Integrated Host สำหรับการสับเปลี่ยนทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิในกรณีที่ 3

3.3.3 กรณีที่ 3 การสับเปลี่ยนอุปกรณ์ที่ต่างกันโดยใช้โฮสต์ที่มาจากผู้ผลิตเดียวกันกับอุปกรณ์ที่ต้องการสับเปลี่ยน

ในกรณีนี้กำหนดให้อุปกรณ์ตัวใหม่เป็นอุปกรณ์ที่มีลักษณะการใช้งานที่เหมือนกับอุปกรณ์ที่ต้องการสับเปลี่ยนแต่มีบริษัทผู้ผลิตแตกต่างกัน โดยใช้ระบบโฮสต์แบบดีซีเอส DeltaV ซึ่งเป็นระบบโฮสต์ที่มีบริษัทผู้ผลิตเดียวกันกับอุปกรณ์ที่ต้องการสับเปลี่ยน ดังแสดงในรูปที่ 3.96

ในกรณีที่ 3 เป็นการสับเปลี่ยนทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิด้วยอุปกรณ์ที่ต่างกัน (Disparate Device) ในขณะที่ระบบกำลังดำเนินงานอยู่ โดยใช้โปรแกรม DeltaV Explorer และ Control Studio ในระบบโฮสต์แบบดีซีเอสของ DeltaV ซึ่งขั้นตอนหลัก ๆ ของการสับเปลี่ยนอุปกรณ์ที่แตกต่างกันในโหมดออนไลน์มีดังนี้

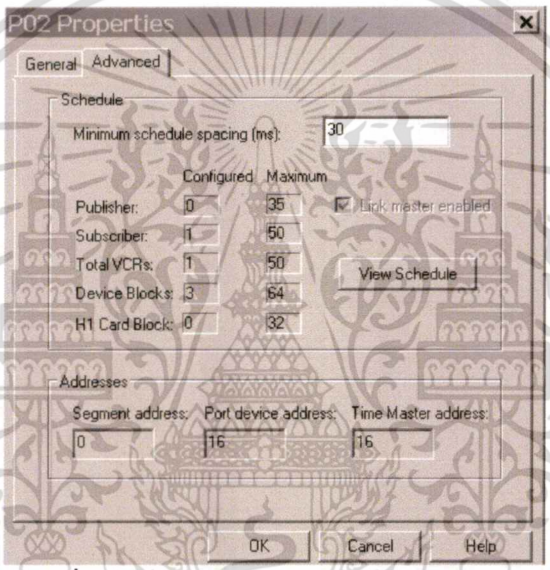
- คัดลอกข้อมูลการ Configuration และพารามิเตอร์ทุกตัวของอุปกรณ์ที่ต้องการสับเปลี่ยน
- กำหนดโหมดการควบคุมของฟังก์ชันบล็อกพีไอดีเป็นแบบ MAN
- ปลดอุปกรณ์ที่ต้องการสับเปลี่ยนโดยใช้โปรแกรม DeltaV Explorer ทำการ Decommission อุปกรณ์ให้อยู่ในสถานะ Spare Part และปลดสายสัญญาณของอุปกรณ์ที่ต้องการสับเปลี่ยนออก
- แก้ไข Fieldbus Device Properties สำหรับรายละเอียดอุปกรณ์ตัวใหม่เพื่อเป็นการกำหนดรายละเอียด Template ของอุปกรณ์ตัวใหม่
- ทำการเชื่อมต่อสายสัญญาณของอุปกรณ์ตัวใหม่และดำเนินการ Commissioning เพื่อให้อุปกรณ์สามารถทำงานหรือสื่อสารในระบบได้
- กำหนดฟังก์ชันบล็อก AI ของอุปกรณ์ตัวใหม่ โดยใช้โปรแกรม Control Studio เป็นตัวกำหนดค่า Configuration ฟังก์ชันบล็อก AI
- กำหนดตั้งค่าการทำงานของฟังก์ชันบล็อก AI สำหรับใช้ในลูปควบคุมและดาวน์โหลดข้อมูลไปยังอุปกรณ์ตัวใหม่
- หลังจากที่อุปกรณ์ได้ดำเนินการสับเปลี่ยนแล้ว จะต้องตรวจสอบค่าพารามิเตอร์ในฟังก์ชันบล็อก AI ให้ตรงกับอุปกรณ์ที่ต้องการสับเปลี่ยน

- แก้ไขรูปแสดงการทำงานสำหรับระบบที่ดำเนินงานกับอุปกรณ์ตัวใหม่ในส่วน HMI (ถ้าจำเป็น) และเปลี่ยนโหมดควบคุมของฟังก์ชันบล็อกพีไอดีไปเป็นโหมด AUTO เพื่อให้กระบวนการสามารถทำงานได้ปกติ

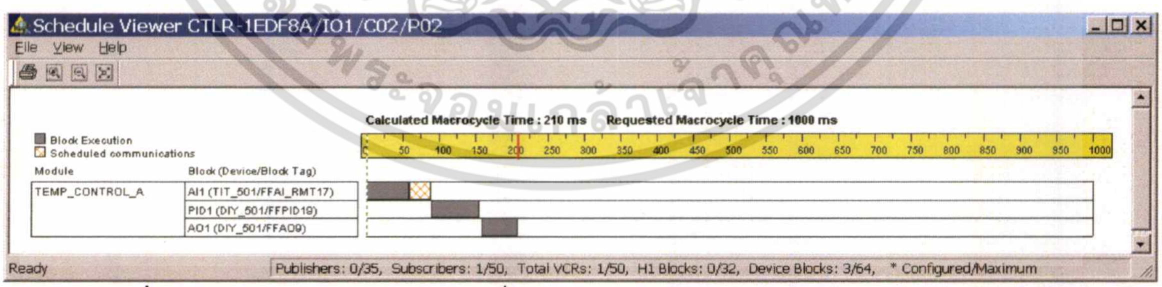
ขั้นตอนกรณี 3 การสับเปลี่ยนทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิด้วยอุปกรณ์แบบ Disparate โดยใช้ระบบโฮสต์ DeltaV เพื่อดำเนินการสับเปลี่ยนโดยโปรแกรม DeltaV Explorer

- เปิดโปรแกรม DeltaV Exporer

- ที่หมายเลขพอร์ตของ Fieldbus H1 Card (เช่น P02) สามารถทำการตรวจสอบตารางเวลามาโครไซเคิล (Macrocycle) ของการสื่อสารบนเซกเมนต์และประมวลผลฟังก์ชันบล็อกที่มีอุปกรณ์ที่ต้องการสับเปลี่ยนติดตั้งอยู่ก่อนการทำการสับเปลี่ยนดังแสดงในรูปที่ 3.97 และ 3.98 ตามลำดับ

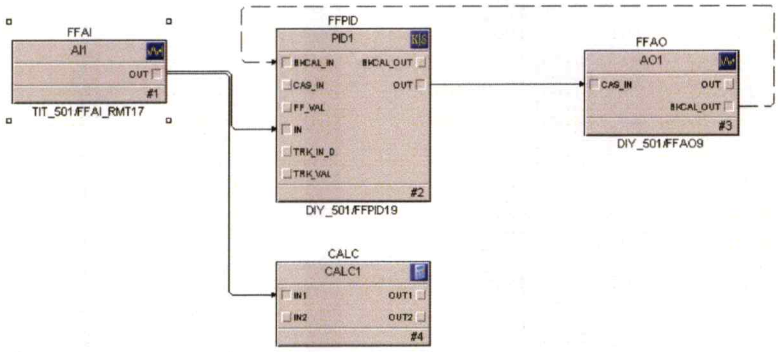


รูปที่ 3.97 หน้าต่างแสดงคุณสมบัติของ P02

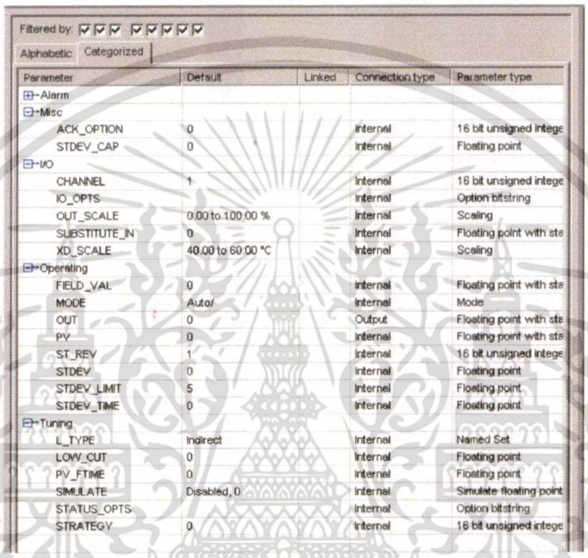


รูปที่ 3.98 ตารางเวลามาโครไซเคิลที่ได้สำหรับการประมวลผลฟังก์ชันบล็อกใน P02

- ตรวจสอบการเชื่อมต่อของบล็อกในลูปควบคุมและค่าพารามิเตอร์ของฟังก์ชันบล็อก AI ของอุปกรณ์ที่ต้องการสับเปลี่ยนในโปรแกรม Control Studio ในโหมด Offline ดังแสดงในรูปที่ 3.99 และ 3.100 ตามลำดับ



รูปที่ 3.99 ลูปควบคุมที่สร้างในโปรแกรม Control Studio ในโหมด Offline



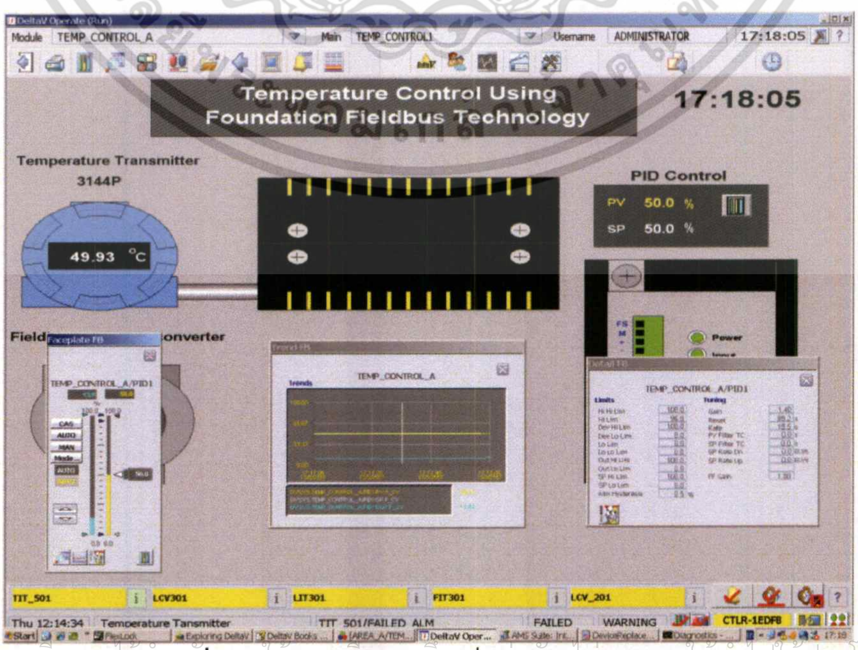
Filtered by:

Alphabetic | Categorized

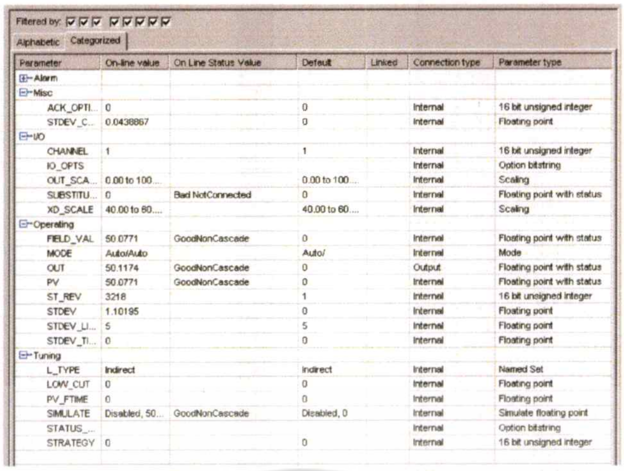
Parameter	Default	Linked	Connection type	Parameter type
⊞-Alarm				
⊟-Misc				
ACK_OPTION	0		Internal	16 bit unsigned intege
STDEV_CAP	0		Internal	Floating point
⊟-I/O				
CHANNEL	1		Internal	16 bit unsigned intege
IO_OPTS			Internal	Option bitstring
OUT_SCALE	0.00 to 100.00 %		Internal	Scaling
SUBSTITUTE_IN	0		Internal	Floating point with sta
XD_SCALE	40.00 to 60.00 °C		Internal	Scaling
⊟-Operating				
FIELD_VAL	0		Internal	Floating point with sta
MODE	Auto/		Internal	Mode
OUT	0		Output	Floating point with sta
PV	0		Internal	Floating point with sta
ST_REV	1		Internal	16 bit unsigned intege
STDEV	0		Internal	Floating point
STDEV_LIMIT	5		Internal	Floating point
STDEV_TIME	0		Internal	Floating point
⊟-Tuning				
L_TYPE	Indirect		Internal	Named Set
LOW_CUT	0		Internal	Floating point
PV_FTIME	0		Internal	Floating point
SIMULATE	Disabled, 0		Internal	Simulate floating point
STATUS_OPTS			Internal	Option bitstring
STRATEGY	0		Internal	16 bit unsigned intege

รูปที่ 3.100 สถานะและข้อมูลพารามิเตอร์ของฟังก์ชันบล็อก AI ในโหมด Offline

- ในส่วน HMI สำหรับกระบวนการควบคุมอุณหภูมิที่มีการแสดงข้อมูลของทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิของ Rosemount รุ่น 3144P แสดงได้ดังรูปที่ 3.101



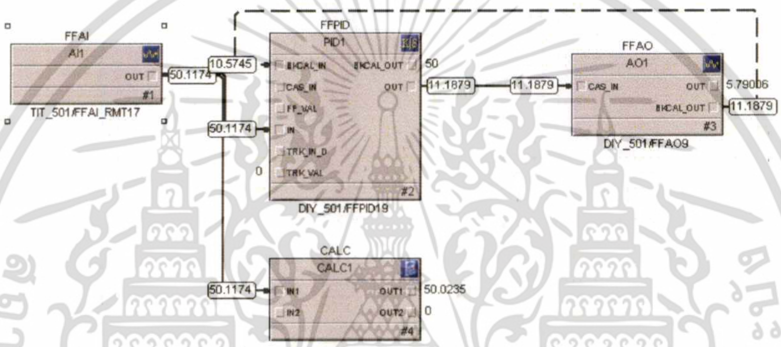
รูปที่ 3.101 หน้าต่าง HMI ที่ใช้แสดงการควบคุม



Filtered by: Alphabetic | Categorized

Parameter	On-line value	On Line Status Value	Default	Linked	Connection type	Parameter type
⊞-Alarm						
⊟-Misc						
ACK_OPTI...	0		0		Internal	16 bit unsigned integer
STDEV_C...	0.0438867		0		Internal	Floating point
⊟-I/O						
CHANNEL	1		1		Internal	16 bit unsigned integer
IO_OPTS					Internal	Option bitstring
OUT_SCA...	0.00 to 100....		0.00 to 100....		Internal	Scaling
SUBSTITU...	0	Bad NotConnected	0		Internal	Floating point with status
XD_SCALE	40.00 to 60....		40.00 to 60....		Internal	Scaling
⊟-Operating						
FIELD_VAL	50.0771	GoodNonCascade	0		Internal	Floating point with status
MODE	Auto/Auto		Auto/		Internal	Mode
OUT	50.1174	GoodNonCascade	0		Output	Floating point with status
PV	50.0771	GoodNonCascade	0		Internal	Floating point with status
ST_REV	3218		1		Internal	16 bit unsigned integer
STDEV	1.10195		0		Internal	Floating point
STDEV_LI...	5		5		Internal	Floating point
STDEV_TI...	0		0		Internal	Floating point
⊟-Tuning						
L_TYPE	Indirect		Indirect		Internal	Named Set
LOW_CUT	0		0		Internal	Floating point
PV_FTIME	0		0		Internal	Floating point
SIMULATE	Disabled, 50...	GoodNonCascade	Disabled, 0		Internal	Simulate floating point
STATUS_...					Internal	Option bitstring
STRATEGY	0		0		Internal	16 bit unsigned integer

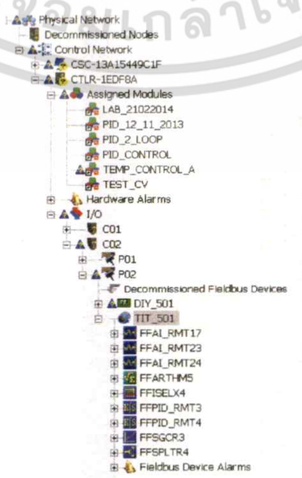
รูปที่ 3.102 สถานะและข้อมูลพารามิเตอร์ใน Control Studio ในโหมด Online



รูปที่ 3.103 ลูปควบคุมที่สร้างในโปรแกรม Control Studio ในโหมด Online

- ลูปควบคุมและค่าพารามิเตอร์ของฟังก์ชันบล็อก AI ภายในทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิในโปรแกรม Control Studio ในโหมด Online ดังรูปที่ 3.102 และ 3.103

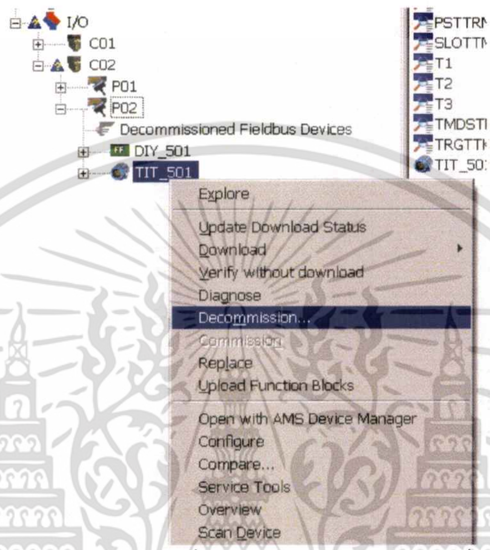
- ทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิรุ่น 3144P (TIT_501) ถูกดำเนินการสับเปลี่ยนโดยทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิรุ่น YTA 320 ซึ่งเป็นแบบ Disparate โดยอยู่ในส่วนของโปรแกรม Explorering DeltaV ดังแสดงในรูปที่ 3.104 และ 3.105



รูปที่ 3.104 หน้าต่างโปรแกรม DeltaV Explorer

RESOURCE	Fieldbus Resource				1000		ADMINISTRATOR	13 Ma
TRANSDUCER1100	Fieldbus Transducer	TRANSDUCER			1100		ADMINISTRATOR	13 Ma
TRANSDUCER1200	Fieldbus Transducer	TRANSDUCER			1200		ADMINISTRATOR	13 Ma
TRANSDUCER1300	Fieldbus Transducer	TRANSDUCER			1300		ADMINISTRATOR	13 Ma
FFAI_RMT17	Fieldbus Function Block	Analog Input	TEMP_CONTROL_A	60 ms	1400	FFAI_RMT	ADMINISTRATOR	06 Ap
FFAI_RMT23	Fieldbus Function Block	Analog Input		60 ms	1500	FFAI_RMT	ADMINISTRATOR	06 Ap
FFAI_RMT24	Fieldbus Function Block	Analog Input		60 ms	1600	FFAI_RMT	ADMINISTRATOR	06 Ap
FFARTHM5	Fieldbus Function Block	Arithmetic		60 ms	2100	FFARTHM	ADMINISTRATOR	13 Ma
FFISELX4	Fieldbus Function Block	Input Selector Extended		65 ms	1900	FFISELX	ADMINISTRATOR	13 Ma
FFPID_RMT3	Fieldbus Function Block	PID Control		90 ms	1700	FFPID_RMT	ADMINISTRATOR	06 Ap
FFPID_RMT4	Fieldbus Function Block	PID Control		90 ms	1800	FFPID_RMT	ADMINISTRATOR	06 Ap
FFSGCR3	Fieldbus Function Block	Signal Characterizer		60 ms	2000	FFSGCR	ADMINISTRATOR	13 Ma
FFSPLTR4	Fieldbus Function Block	Output Splitter		60 ms	2200	FFSPLTR	ADMINISTRATOR	13 Ma
Fieldbus Device Alarms	Fieldbus Device Alarms						ADMINISTRATOR	13 Ma

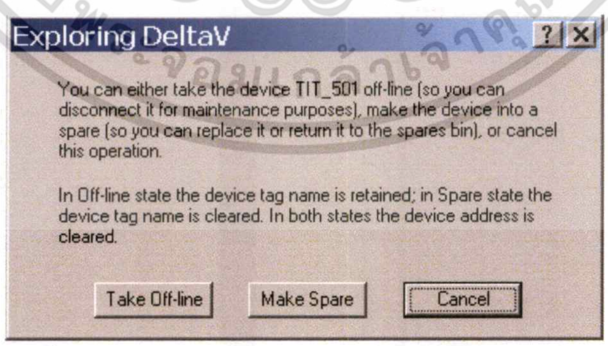
รูปที่ 3.105 ข้อมูลพารามิเตอร์ของ TIT_501



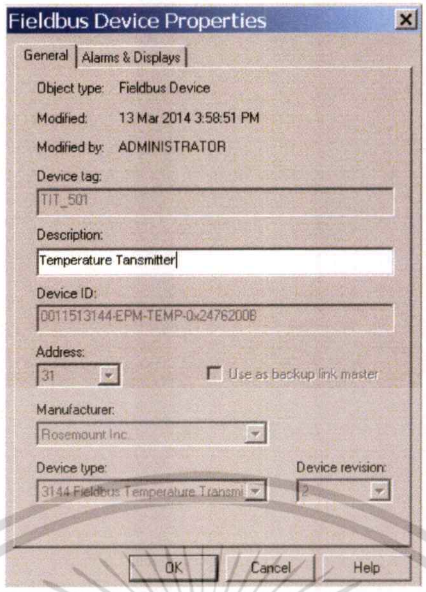
รูปที่ 3.106 การเลือกคำสั่ง Decommissioning ที่ TIT_501

- คลิกขวาที่อุปกรณ์ TIT_501 และเลือกคำสั่ง Decommission เพื่อปลดอุปกรณ์ไม่ให้สามารถสื่อสารบนบัสได้ ดังแสดงในรูปที่ 3.106

- เลือกคำสั่ง Make Spare เพื่อกำหนดสถานะของทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิ Rosemount 3144P ให้เป็นอุปกรณ์ฟิลด์บัสสำรอง ดังแสดงในรูปที่ 3.107

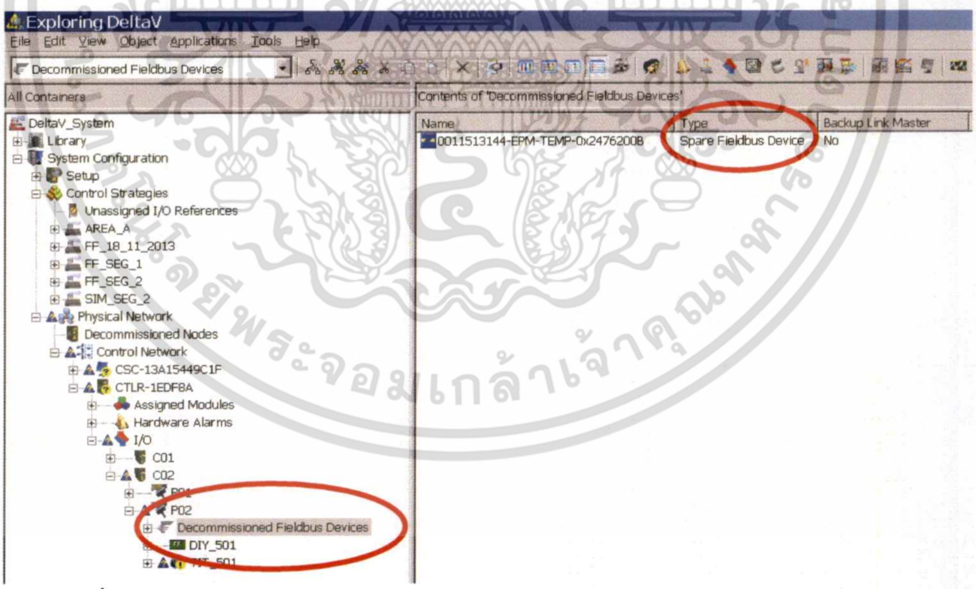


รูปที่ 3.107 การกำหนดสถานะอุปกรณ์ Make Spare

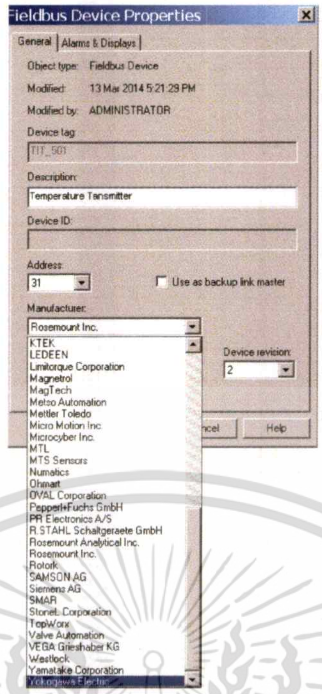


รูปที่ 3.108 กำหนด Description ของอุปกรณ์ TIT_501

- กำหนดคำอธิบายอุปกรณ์เป็น Temperature Transmitter สำหรับอุปกรณ์ Rosemount 3144P ในช่อง Description ดังแสดงในรูปที่ 3.108
- ทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิ Rosemount 3144P ได้ตั้งค่าเป็นอุปกรณ์ฟิลด์บัสสำรอง (Spare Fieldbus Device) ดังแสดงในรูปที่ 3.109

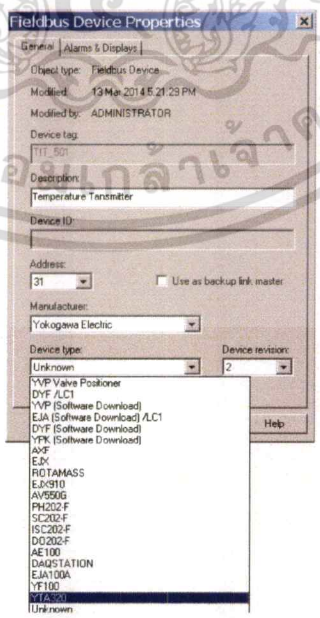


รูปที่ 3.109 หน้าต่างแสดง TIT_501 ในสถานะ Spare Fieldbus Device

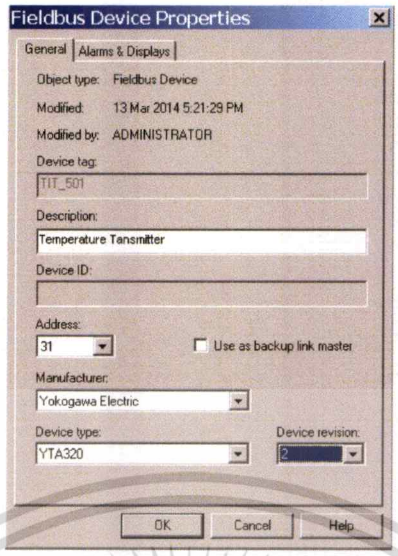


รูปที่ 3.110 การกำหนดบริษัทผู้ผลิตอุปกรณ์ TIT_501

- ดำเนินการตั้งค่าอุปกรณ์ในหน้าต่างของ Fieldbus Device Properties โดยการเพิ่มคำอธิบายอุปกรณ์ตัวใหม่ว่า Temperature Transmitter และกำหนด Address ของอุปกรณ์ตัวใหม่ที่ Address 31 และเลือกบริษัทผู้ผลิตทรานสมิเตอร์อุณหภูมิตัวใหม่ (ในกรณีนี้ดำเนินการแทนที่ทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิจากบริษัท Rosemount Inc. ไปเป็นบริษัท Yokogawa Electric) ดังแสดงในรูปที่ 3.110
- เลือกชนิดอุปกรณ์ที่ใช้ในการสับเปลี่ยนอุปกรณ์ตัวเดิม (Device Type) ในกรณีนี้ได้กำหนดทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิตัวใหม่เป็นรุ่น YTA320 ดังแสดงในรูปที่ 3.111

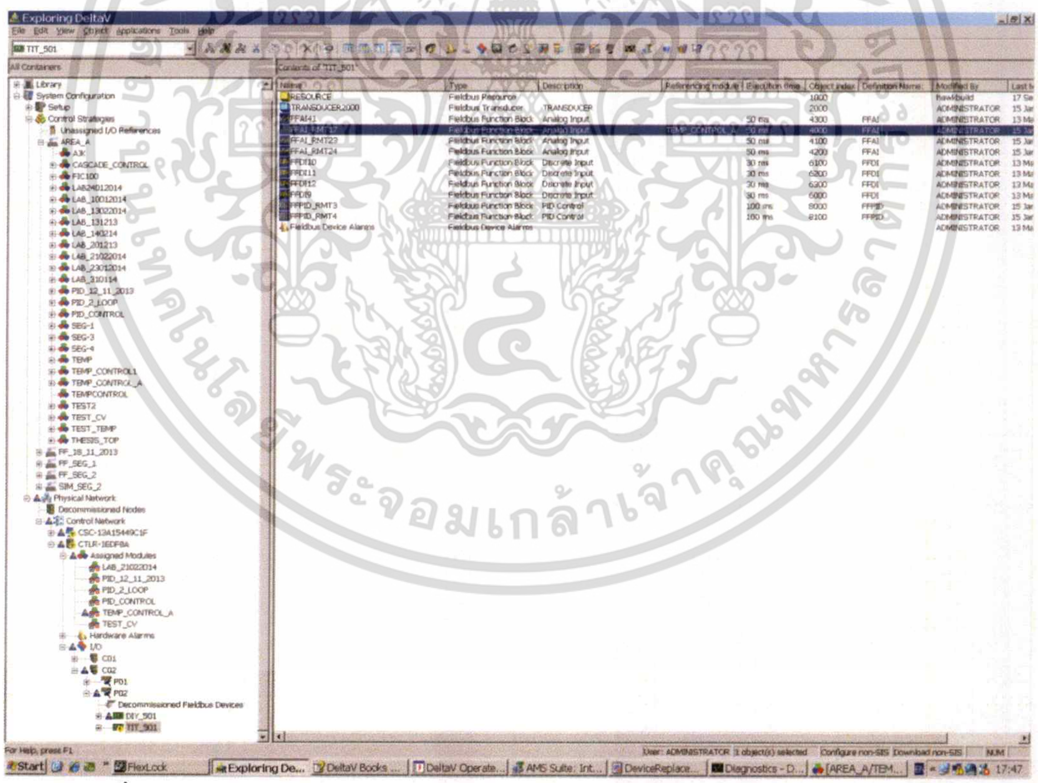


รูปที่ 3.111 การกำหนด Device Type ของ TIT_501

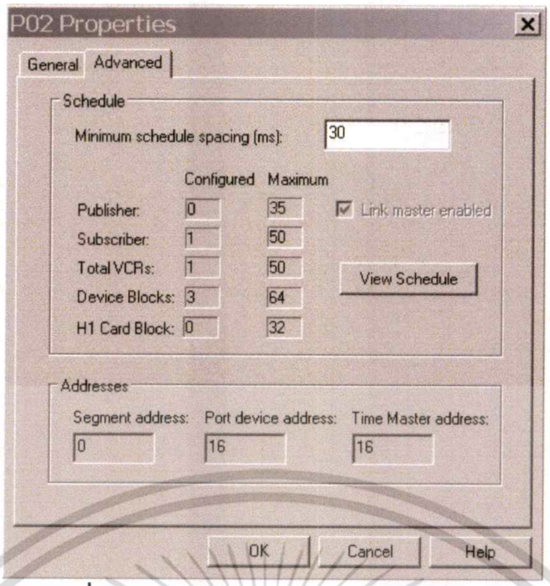


รูปที่ 3.112 การกำหนด Device Revision ของ TIT_501

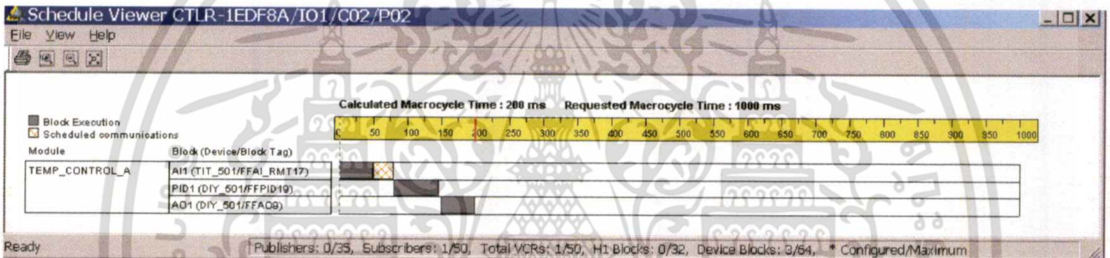
- เลือก Device Revision (สามารถตรวจสอบได้จากไฟล์ CFF ของอุปกรณ์) สำหรับทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิตัวใหม่ที่นำมาใช้สับเปลี่ยนดังแสดงในรูปที่ 3.112 แล้วกดปุ่ม OK
- ฟังก์ชันบล็อกในทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิของ YTA320 แสดงได้ดังรูปที่ 3.113



รูปที่ 3.113 หน้าต่างแสดงฟังก์ชันบล็อกต่าง ๆ ภายในทรานสมิตเตอร์ YTA320

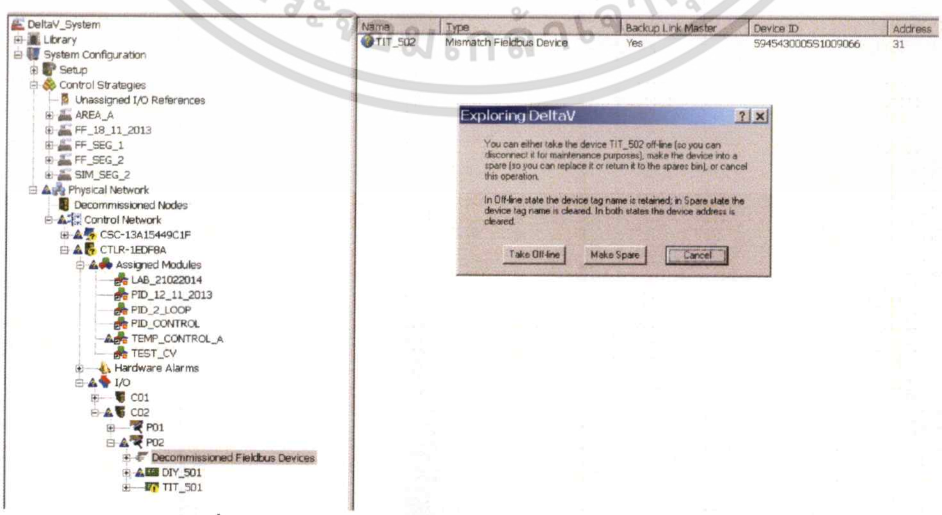


รูปที่ 3.114 หน้าต่างแสดงคุณสมบัติ P02

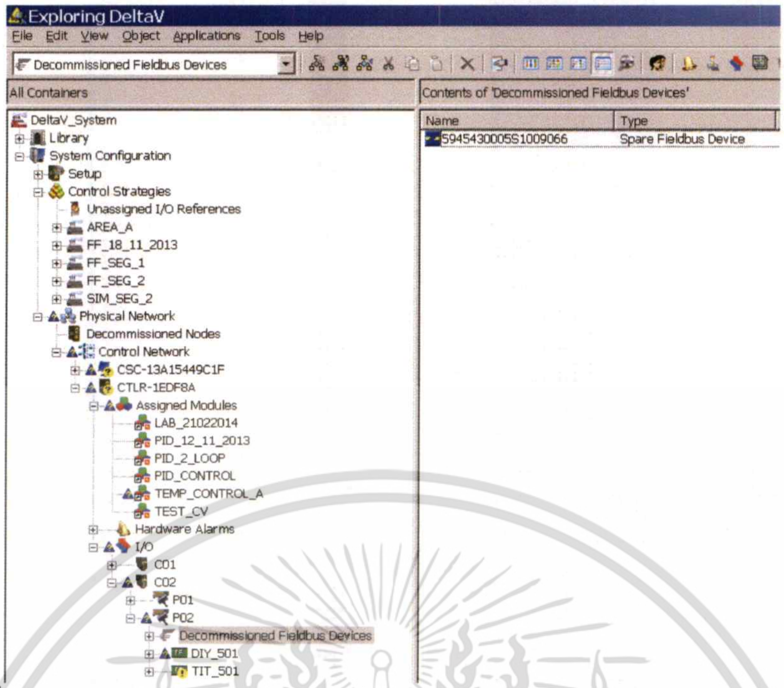


รูปที่ 3.115 ตารางเวลามาโครไซเคิลที่ได้สำหรับการประมวลผลฟังก์ชันบล็อกใน P02

- ตรวจสอบ Macrocycle ของการสื่อสารบนเซกเมนต์และการประมวลผลของฟังก์ชันบล็อกที่มีอุปกรณ์ตัวใหม่ ดังแสดงในรูปที่ 3.114 และ 3.115
- คลิกขวาเลือกคำสั่ง Decommissioned Fieldbus Device ทางช่องด้านซ้ายของโปรแกรม และกดปุ่ม Make Spare จากโปรแกรม Exploring DeltaV ดังแสดงในรูปที่ 3.116

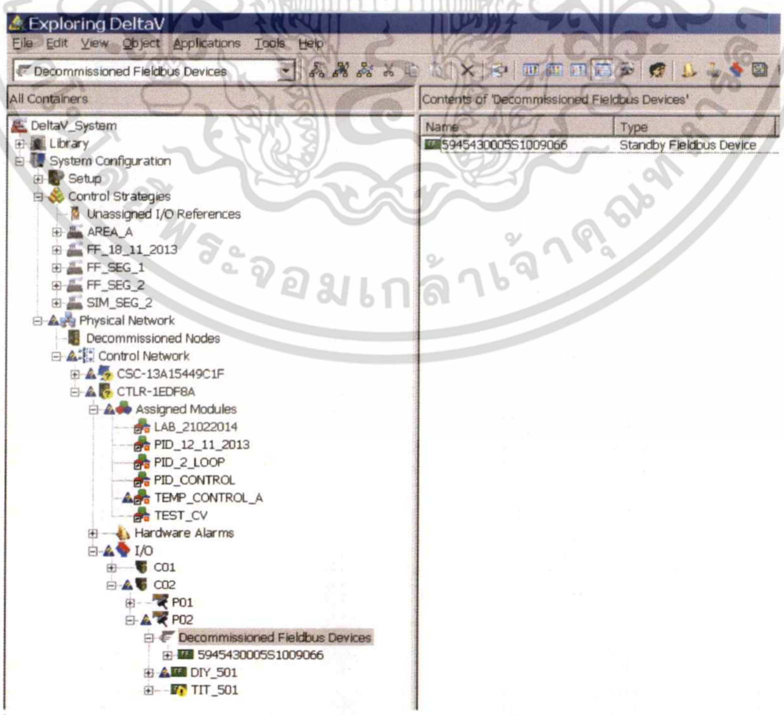


รูปที่ 3.116 การกำหนดสถานะอุปกรณ์ Make Spare

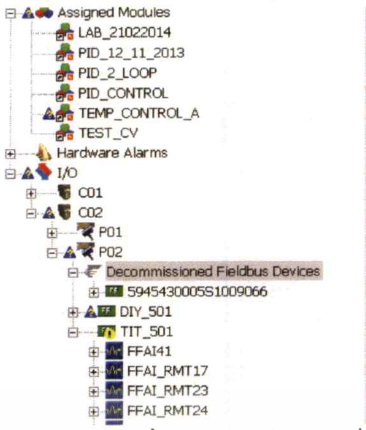


รูปที่ 3.117 การแสดงสถานะของ TIT_501 ให้แสดง Spare Fieldbus Device

- ตอนนี้ทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิที่ชื่อว่า TIT_501 ได้เป็นอุปกรณ์ฟิลด์บัสสำรองแล้ว (Spare Fieldbus Device) ดังแสดงในรูปที่ 3.117
- เปลี่ยนสถานะอุปกรณ์จาก Spare Fieldbus device ไปเป็น Standby Fieldbus Device ดังแสดงในรูปที่ 3.118



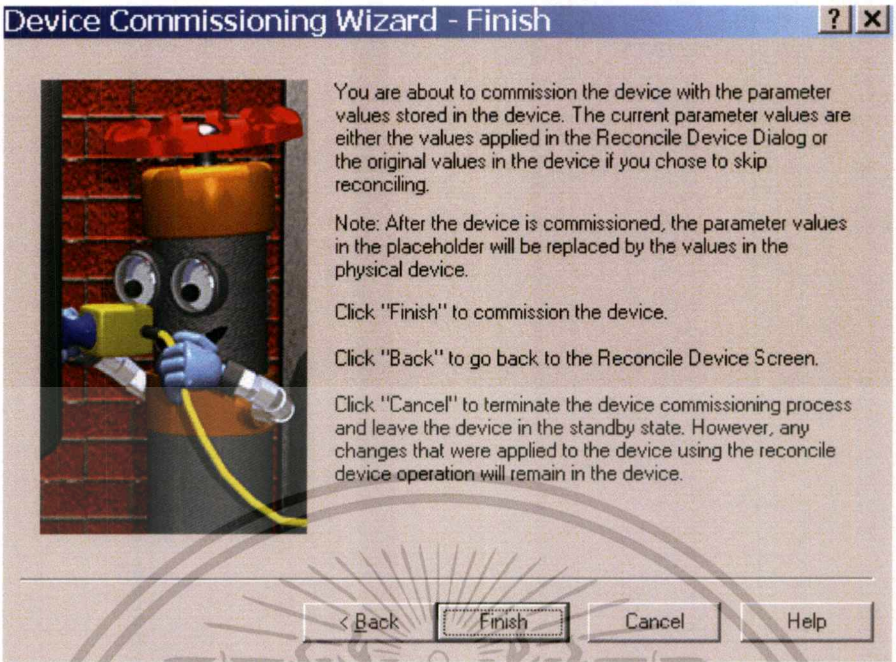
รูปที่ 3.118 การแสดงสถานะของ TIT_501 เป็น Standby Fieldbus Device



รูปที่ 3.119 หน้าต่างเริ่มการ Commissioning อุปกรณ์ที่อยู่สถานะ Standby

- คลิกขวาที่ชื่อทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิ TIT_501 ที่ช่องแถบด้านซ้ายและเลือกคำสั่ง Commission ดังแสดงในรูปที่ 3.119 แล้วกดปุ่ม Next>
- กดปุ่ม Next> เพื่อดำเนินขั้นตอนต่อไป ดังแสดงในรูปที่ 3.120

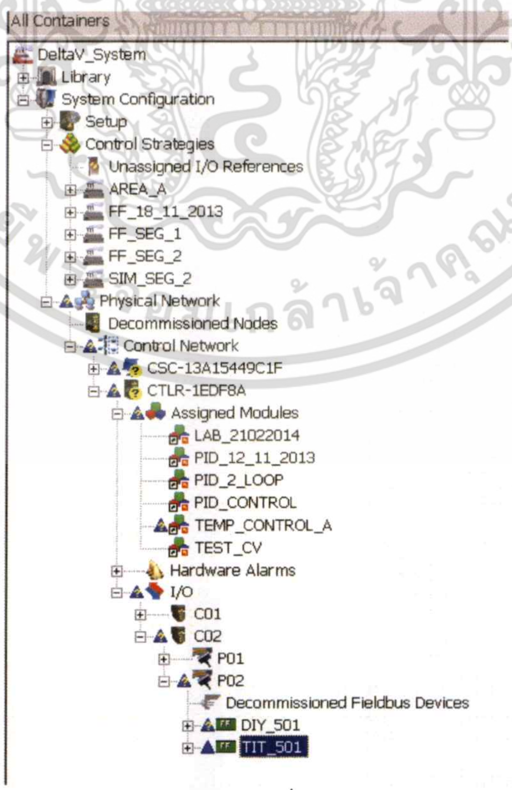
รูปที่ 3.120 หน้าต่างแสดงคำสั่ง Reconcile Device



รูปที่ 3.121 หน้าต่างแสดงการยืนยันการเสร็จสิ้นการ Commissioning Device

- การ Commissioning อุปกรณ์ที่นำมาสับเปลี่ยนดำเนินการเสร็จแล้วจึงกดปุ่ม Finish ดังแสดงในรูปที่ 3.121

- TIT_501 ถูกดำเนินการ Commissioning เรียบร้อยแล้ว ดังแสดงในรูปที่ 3.122 และฟังก์ชันบล็อกต่าง ๆ ภายในอุปกรณ์ตัวใหม่แสดงได้ดังรูปที่ 3.123

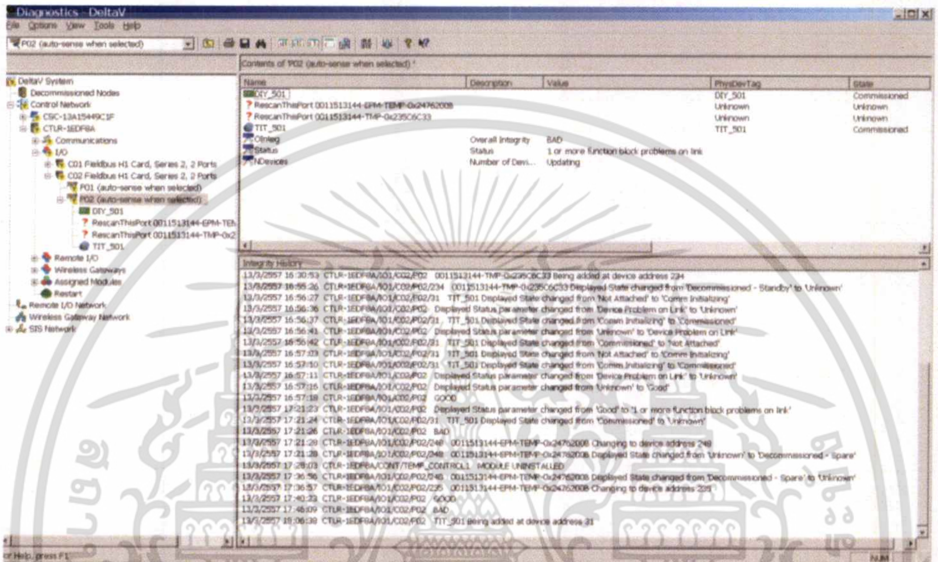


รูปที่ 3.122 อุปกรณ์ TIT_501 ที่ถูก Commissioning แล้ว

Contents of 'TIT_501'

Name	Type	Description	Referencing module	Execution time	Object index	Definition Name:	Modified By	Last Modified
Fieldbus Device Alarms	Fieldbus Device Alarms						ADMINISTRATOR	13 Mar 2014 5
FFAI41	Fieldbus Function Block	Analog Input		50 ms	4300	FFAI	ADMINISTRATOR	13 Mar 2014 5
FFAI_RMT17	Fieldbus Function Block	Analog Input	TEMP_CONTROL_A	50 ms	4000	FFAI	ADMINISTRATOR	15 Jan 2012 8:
FFAI_RMT23	Fieldbus Function Block	Analog Input		50 ms	4100	FFAI	ADMINISTRATOR	15 Jan 2012 8:
FFAI_RMT24	Fieldbus Function Block	Analog Input		50 ms	4200	FFAI	ADMINISTRATOR	15 Jan 2012 8:
FFDI10	Fieldbus Function Block	Discrete Input		30 ms	6100	FFDI	ADMINISTRATOR	13 Mar 2014 5
FFDI11	Fieldbus Function Block	Discrete Input		30 ms	6200	FFDI	ADMINISTRATOR	13 Mar 2014 5
FFDI12	Fieldbus Function Block	Discrete Input		30 ms	6300	FFDI	ADMINISTRATOR	13 Mar 2014 5
FFDI9	Fieldbus Function Block	Discrete Input		30 ms	6000	FFDI	ADMINISTRATOR	13 Mar 2014 5
FFPID_RMT3	Fieldbus Function Block	PID Control		100 ms	8000	FFPID	ADMINISTRATOR	15 Jan 2012 8:
FFPID_RMT4	Fieldbus Function Block	PID Control		100 ms	8100	FFPID	ADMINISTRATOR	15 Jan 2012 8:
RESOURCE	Fieldbus Resource				1000		hawkbuild	17 Sep 2009 1
TRANSDUCER2000	Fieldbus Transducer	TRANSDUCER			2000		ADMINISTRATOR	15 Jan 2012 8:

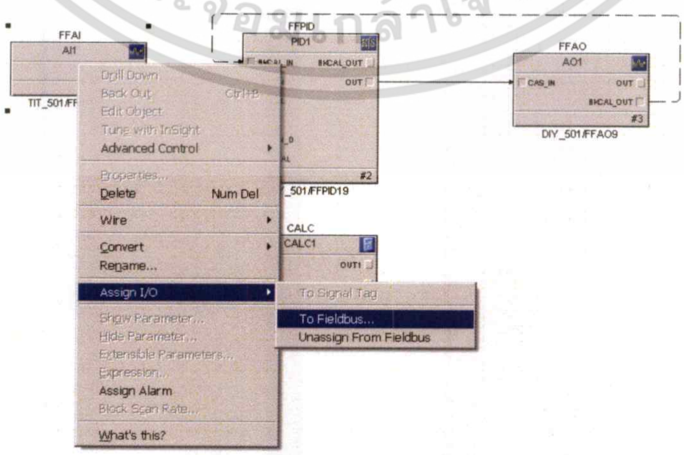
รูปที่ 3.123 การแสดงสถานะและพารามิเตอร์ของบล็อกต่าง ๆ ในอุปกรณ์ TIT_501 ตัวใหม่



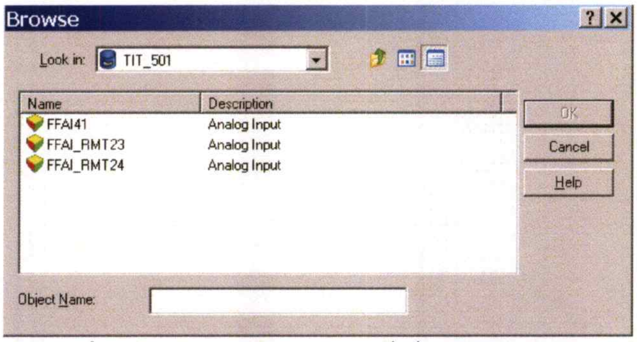
รูปที่ 3.124 ขั้นตอนการดำเนินงานของอุปกรณ์ TIT_501 ที่สถานะ Commissioned

- ในการตรวจสอบสถานะของอุปกรณ์ TIT_501 ต้องแสดง Commissioned ดังแสดงในรูปที่ 3.124

- เปิดโปรแกรม Control Studio คลิกขวาที่ฟังก์ชันบล็อก AI1 สำหรับ Assign I/O แล้วเลือกคำสั่ง To Fieldbus เพื่อกำหนดการใช้งานฟังก์ชันบล็อก AI ดังแสดงในรูปที่ 3.125



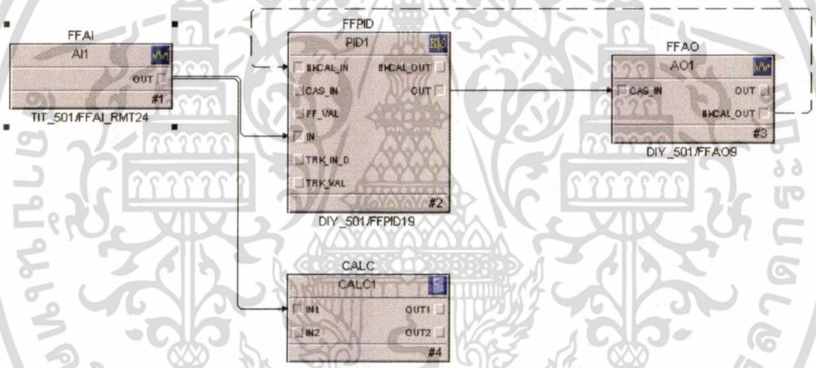
รูปที่ 3.125 การกำหนด Assign I/O to Fieldbus ที่ใช้ในการทดลอง



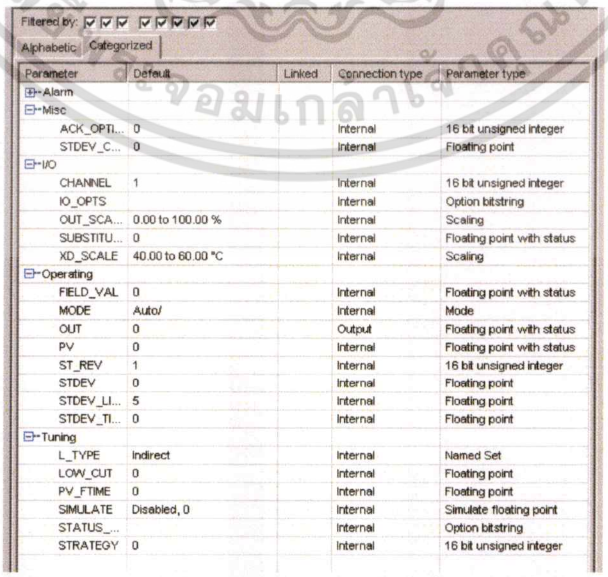
รูปที่ 3.126 การเลือกอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อกับบล็อก

- เลือกไฟล์ FFAI_RMT 24 แล้วกดปุ่ม OK (เพื่อดำเนินการ Assign Block AI1) ดังแสดงในรูปที่ 3.126

- แสดงภาพของ Function Blocks Diagram ของลูปควบคุมหลังจากที่ Assign บล็อก AI ใหม่ ดังแสดงในรูปที่ 3.127 และในรูปที่ 3.128 แสดงค่าพารามิเตอร์ของฟังก์ชันบล็อก AI ภายในอุปกรณ์ตัวใหม่ โดยทำการเลือกกำหนดตั้งค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่จำเป็น



รูปที่ 3.127 ลักษณะการเชื่อมต่อของบล็อกควบคุม เมื่อ Assign ฟังก์ชันบล็อก AI1

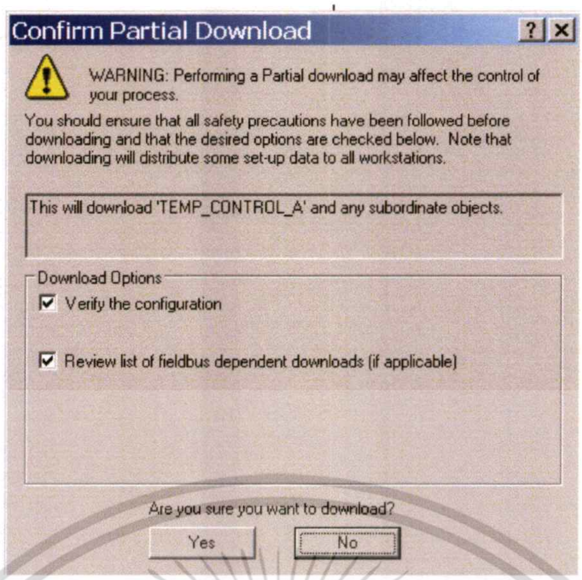


Filtered by:

Alphabetic | Categorized

Parameter	Default	Linked	Connection type	Parameter type
⊞-Alarm				
⊟-Misc				
ACK_OPTI...	0		Internal	16 bit unsigned integer
STDEV_C...	0		Internal	Floating point
⊟-I/O				
CHANNEL	1		Internal	16 bit unsigned integer
IO_OPTS			Internal	Option bitstring
OUT_SCA...	0.00 to 100.00 %		Internal	Scaling
SUBSTITU...	0		Internal	Floating point with status
XD_SCALE	40.00 to 60.00 °C		Internal	Scaling
⊟-Operating				
FIELD_VAL	0		Internal	Floating point with status
MODE	Auto/		Internal	Mode
OUT	0		Output	Floating point with status
PV	0		Internal	Floating point with status
ST_REV	1		Internal	16 bit unsigned integer
STDEV	0		Internal	Floating point
STDEV_LI...	5		Internal	Floating point
STDEV_TI...	0		Internal	Floating point
⊟-Tuning				
L_TYPE	Indirect		Internal	Named Set
LOW_CUT	0		Internal	Floating point
PV_FTIME	0		Internal	Floating point
SIMULATE	Disabled, 0		Internal	Simulate floating point
STATUS_...			Internal	Option bitstring
STRATEGY	0		Internal	16 bit unsigned integer

รูปที่ 3.128 หน้าต่างแสดงพารามิเตอร์ของฟังก์ชันบล็อก AI ภายในอุปกรณ์ตัวใหม่



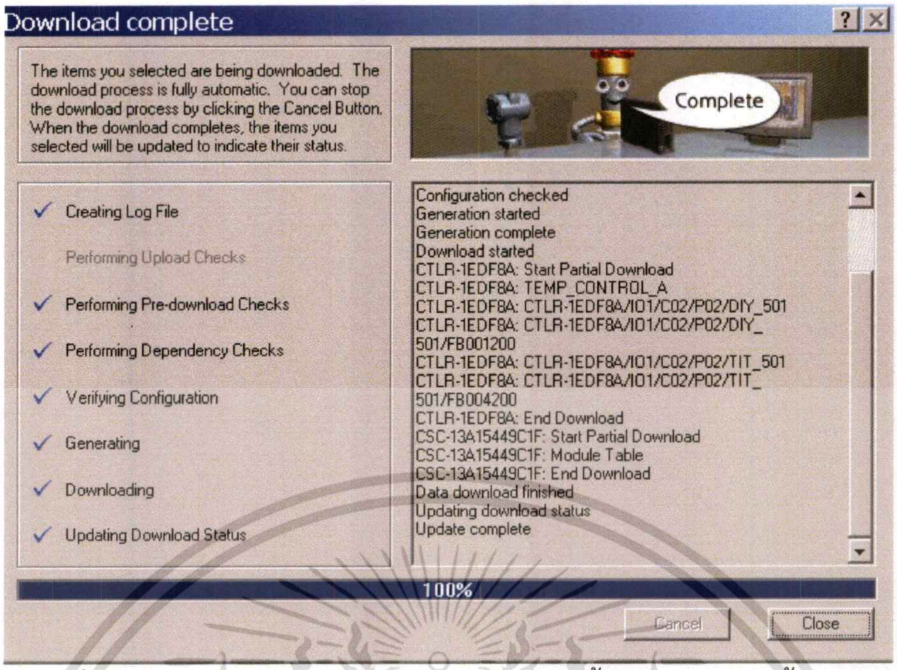
รูปที่ 3.129 หน้าต่างการกำหนด Download TEMP_CONTROL_A

- กดปุ่ม Download ที่แสดงบนแถบ Toolbar

- เลือกคำสั่ง Verify the configuration และ Review list of fieldbus dependent download ใน Download Option แล้วกด Yes เพื่อดำเนินการ ดังแสดงในรูปที่ 3.129

- การ Download ประกอบด้วย 7 ขั้นตอนดังนี้

1) Creating Log File
2) Performing Pre-download checks
3) Performing Dependency checks
4) Verify Configuration
5) Generating
6) Downloading
7) Updating Download Status

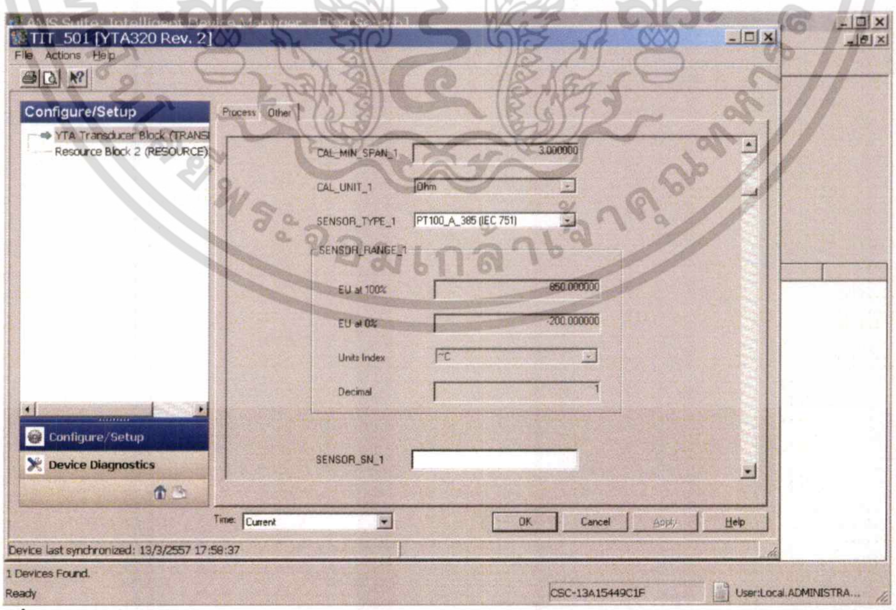


รูปที่ 3.130 หน้าต่างแสดงการ Download เสร็จสิ้น โดยแสดงเป็นขั้นตอน

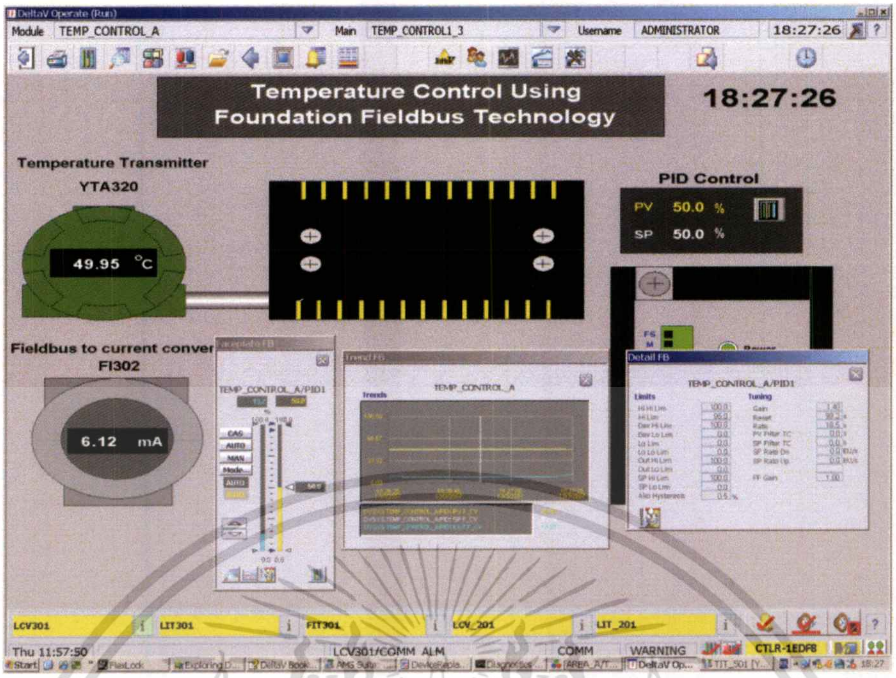
- เมื่อเสร็จสิ้นการดาวน์โหลดแล้วกดปุ่ม Close ดังแสดงในรูปที่ 3.130

- ใช้โปรแกรม AMS Device Manger เพื่อตรวจสอบค่า Configuration ของทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิ TIT_501 (ทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิ YTA320)

- เลือกชนิดของเซนเซอร์ เป็น PT100_A_385 (IEC 751) ที่ช่อง SENSOR_TYPE_1 แล้วกดปุ่ม OK เพื่อจบขั้นตอนการตั้งค่าเซนเซอร์ของทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิ ดังแสดงในรูปที่ 3.131

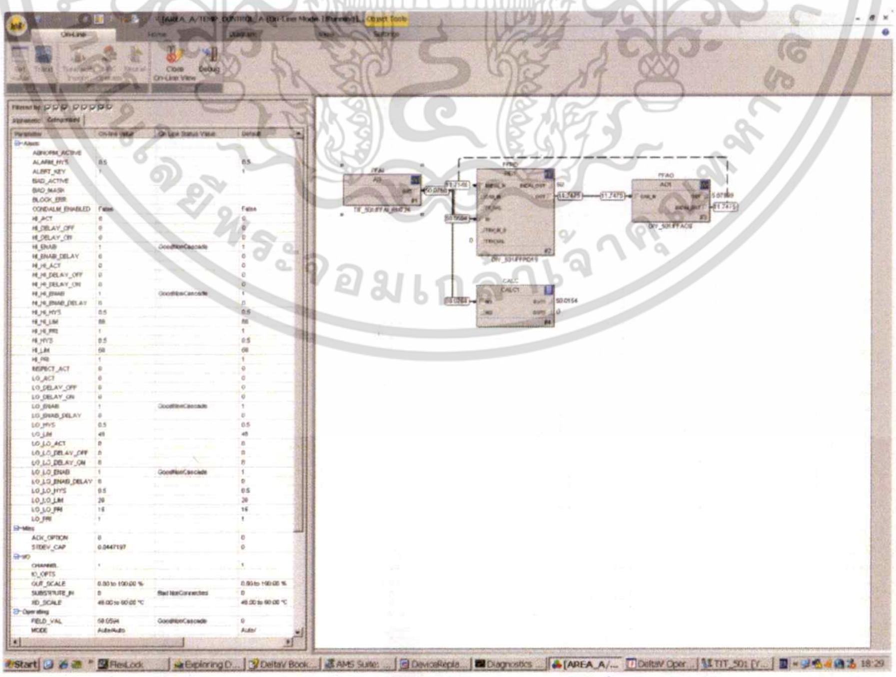


รูปที่ 3.131 หน้าต่างแสดงการ Configuration ในโปรแกรม AMS Device Manager



รูปที่ 3.132 หน้ากราฟิกที่ใช้ทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิรุ่น Yogokawa: YTA320

- แสดงหน้ากราฟิก HMI สำหรับทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิของ Yokogawa YTA320 ในโปรแกรม DeltaV Operate ดังแสดงในรูปที่ 3.132
- แสดงฟังก์ชันบล็อกการควบคุมการทำงานร่วมกันกับ HMI ในส่วนของโปรแกรม DeltaV Operate ดังรูปที่ 3.133



รูปที่ 3.133 หน้าต่างแสดงพารามิเตอร์และการเชื่อมต่อบล็อกควบคุม

การสับเปลี่ยนอุปกรณ์ฟาวน์เดชันฟิลด์บัส มีขั้นตอนที่ซับซ้อนสำหรับการตั้งค่าการควบคุมและพารามิเตอร์ของอุปกรณ์ ดังนั้นก่อนดำเนินการสับเปลี่ยนผู้ใช้งานต้องศึกษาถึงโครงสร้างอุปกรณ์และระบบโฮสต์แบบดีซีเอสแต่ละผู้ผลิต และนำแบบตรวจสอบ (Check List) มาประกอบกับการปฏิบัติเพื่อใช้ในการตรวจสอบและปฏิบัติตามขั้นตอนได้ถูกต้อง ในรูปที่ 3.134 แสดงแบบ Check List สำหรับกรณีศึกษาที่ 3 การสับเปลี่ยนอุปกรณ์ที่ต่างกัน โดยใช้โฮสต์ที่มาจากผู้ผลิตเดียวกันกับอุปกรณ์ที่ต้องการสับเปลี่ยน

แบบตรวจสอบ

ขั้นตอนการสับเปลี่ยนอุปกรณ์ฟาวน์เดชันฟิลด์บัส

ในกรณีที่ 3 การสับเปลี่ยนอุปกรณ์ที่ต่างกัน โดยใช้โฮสต์ที่มาจากผู้ผลิตเดียวกันกับอุปกรณ์ที่ต้องการสับเปลี่ยน

..........1. คัดลอกข้อมูลลูปควบคุมพีไอดีและพารามิเตอร์ของฟังก์ชันบล็อก AI ที่อุปกรณ์ที่ต้องการสับเปลี่ยนในโปรแกรม Control Studio ดังแสดงในรูปที่ 3.99 และ 3.100

..........2. กำหนดโหมดการทำงานของฟังก์ชันบล็อกพีไอดีจาก AUTO เป็น MAN ในส่วนของ HMI ที่ใช้ติดต่อกับผู้ใช้งานในโปรแกรม DeltaV Operate ดังแสดงในรูปที่ 3.101

..........3. เปิดโปรแกรม DeltaV Explorer เพื่อทำการ Decommissioning อุปกรณ์ที่ต้องการสับเปลี่ยน (TIT_501) และกำหนดอุปกรณ์ให้อยู่ในสถานะ Make Spare ดังแสดงในรูปที่ 3.106 และ 3.107

..........4. กำหนดตั้งค่าอุปกรณ์ตัวใหม่ที่ Fieldbus Device Properties โดยการกำหนด Description, Address, Manufacturer, Device Type และ Device Revision คือการกำหนด Device Template ของอุปกรณ์ตัวใหม่ ดังแสดงในรูปที่ 3.110, 3.111 และ 3.112

..........5. เปลี่ยนสถานะอุปกรณ์ตัวใหม่จากสถานะ Spare Part เป็น Standby Fieldbus Device ดังแสดงในรูปที่ 3.117 และ 3.118

..........6. ระบุอุปกรณ์ TIT_501 และเลือกคำสั่ง Commissioning อุปกรณ์ตัวใหม่ จะขึ้นหน้าต่าง Device Commissioning Wizard กดปุ่ม Next> เพื่อดำเนินการตามขั้นตอน Commissioning จนกว่าถึงขั้นตอน Finish ดังแสดงในรูปที่ 3.119, 3.120 และ 3.121

..........7. ตรวจสอบสถานะและพารามิเตอร์ต่าง ๆ ของอุปกรณ์ TIT_501 หลังจาก Commission อุปกรณ์เรียบร้อยแล้ว ดังแสดงในรูปที่ 3.123 และ 3.124

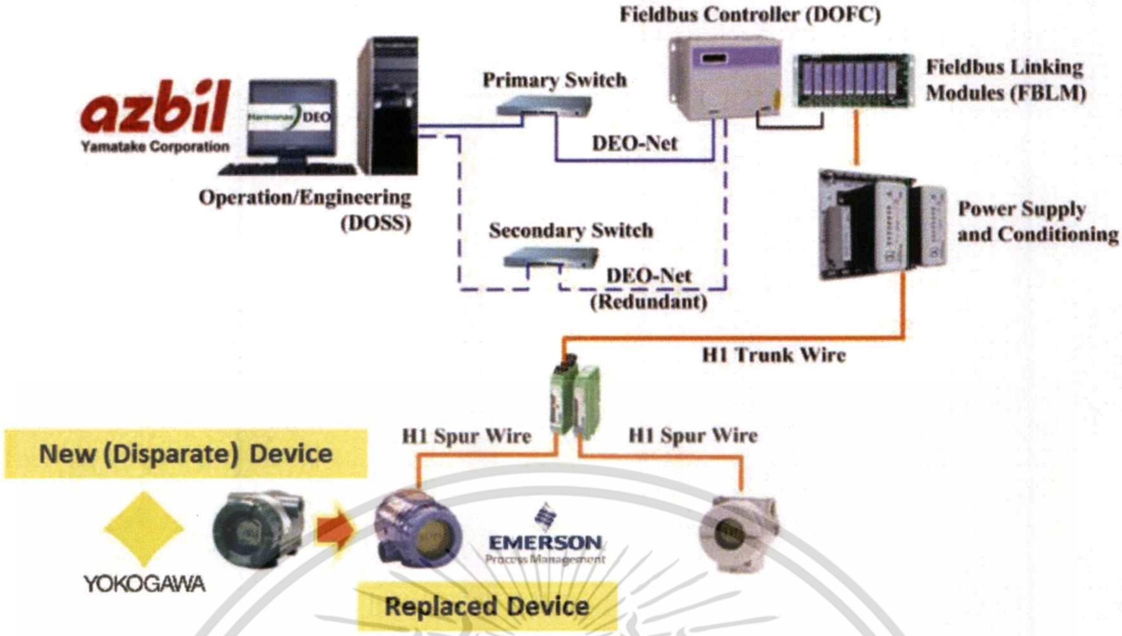
..........8. กำหนดการใช้งานของฟังก์ชันบล็อก AI1 คลิกขวาที่ฟังก์ชันบล็อก AI1 เลือกคำสั่ง Assign I/O และ To Fieldbus เลือกไฟล์ที่ต้องการ Assign และกดคำสั่ง Download ในโปแกรม Control Studio กำหนดการ Download เป็น Verify the configuration และ Review list of fieldbus dependent download (if application) ดังแสดงในรูปที่ 3.125, 3.126 และ 3.129

..........9. แสดงสถานการณ์ Download ประกอบด้วย 7 ขั้นตอน รอการดาวน์โหลดเสร็จจะแสดงคำว่า Download complete กด Close เพื่อปิดหน้าต่างการดาวน์โหลด ดังแสดงในรูปที่ 3.130

..........10. เปิดโปรแกรม AMS Device manager เพื่อตรวจสอบการตั้งค่าของอุปกรณ์เซนเซอร์ที่ทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิ TIT_501 เมื่อเสร็จสิ้นการตั้งค่า กด OK ดังแสดงในรูปที่ 3.131

..........11. เปิด HMI ของ DeltaV Operate เพื่อเปลี่ยนโหมดควบคุมฟังก์ชันบล็อกพีไอดีเป็น AUTO ดังแสดงในรูปที่ 3.132

รูปที่ 3.134 แบบตรวจสอบขั้นตอนการสับเปลี่ยนอุปกรณ์ฟาวน์เดชันฟิลด์บัสในกรณีศึกษาที่ 3



รูปที่ 3.135 Integrated Host สำหรับการสับเปลี่ยนทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิในกรณีที่ 4

3.3.4 กรณีที่ 4 การสับเปลี่ยนอุปกรณ์ที่ต่างกันโดยใช้โฮสต์ที่มาจากผู้ผลิตแตกต่างกันกับอุปกรณ์ที่ต้องการสับเปลี่ยน

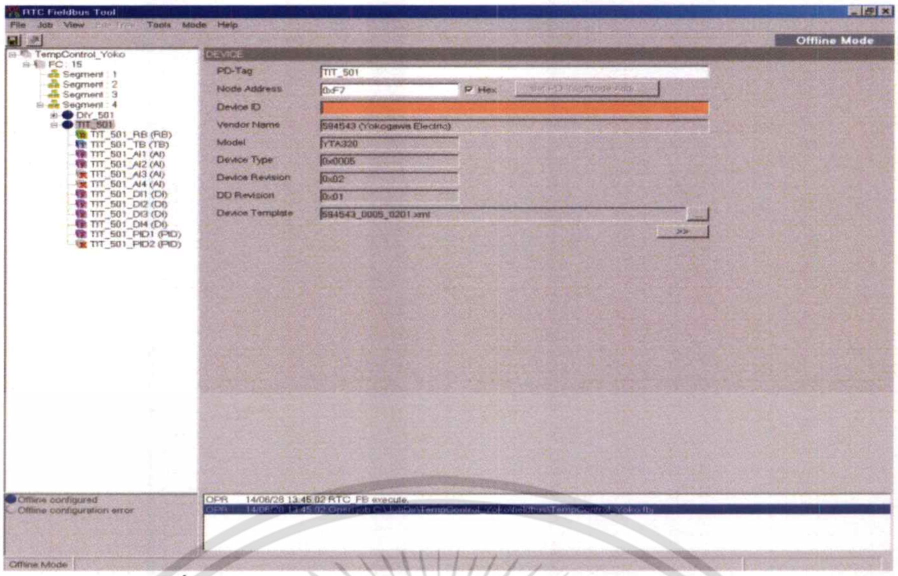
กำหนดให้อุปกรณ์ตัวใหม่จัดให้เป็นอุปกรณ์ที่มีลักษณะการใช้งานที่เหมือนกับอุปกรณ์ที่ต้องการสับเปลี่ยนแต่มาจากบริษัทผู้ผลิตแตกต่างกัน โดยใช้โฮสต์แบบระบบดีซีเอส Harmonas-DEO ที่มาจากบริษัทผู้ผลิตแตกต่างกันกันกับอุปกรณ์ที่มานำมาสับเปลี่ยน ดังแสดงในรูปที่ 3.135

ในกรณีที่ 4 เป็นการสับเปลี่ยนอุปกรณ์ระดับฟิลด์แบบ Disparate โดยใช้โปรแกรม RTC Editor และ RTC Fieldbus Tool (RTC_FB) ในระบบโฮสต์ของ Harmonas-DEO โดยกรณีนี้การกำหนดตั้งค่าจำเป็นต้องทำใหม่ทั้งหมด (Re-Engineering) โดยขั้นตอนหลัก ๆ ที่ใช้ในการสับเปลี่ยนอุปกรณ์แบบ Disparate ที่ต้องมีการกำหนดตั้งค่าตัวอุปกรณ์และรูปแบบการควบคุมใหม่แบบ Offline Configuration มีดังนี้

- สร้าง New Job และดำเนินการกำหนดการตั้งค่าระบบ
- สร้าง Template ของอุปกรณ์ตัวใหม่ที่จะนำมาสับเปลี่ยนบนเซกเมนต์ H1 ใหม่
- กำหนดลักษณะการควบคุมให้เป็นไปตามที่ผู้ใช้ต้องการ โดยการสร้างลูปควบคุมพีไอดีใหม่
- สร้าง RTC System และไฟล์ข้อมูลสำหรับตัวควบคุม
- สร้างกราฟิกสำหรับระบบควบคุมและการแสดงผลของกระบวนการใหม่ (ถ้าจำเป็น)
- ดำเนินการติดตั้งอุปกรณ์ระดับฟิลด์บนเซกเมนต์ H1
- ดำเนินการใช้ HMI แสดงเป็นกราฟิกสำหรับการควบคุมเซกเมนต์ H1

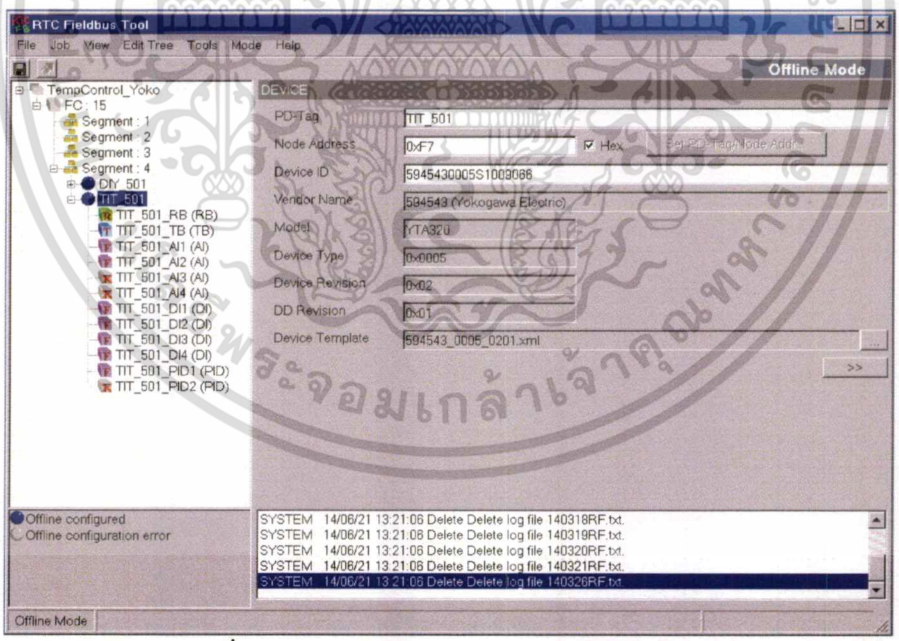
ขั้นตอนกรณี 4 การสับเปลี่ยนทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิด้วยอุปกรณ์แบบ Disparate โดยใช้ระบบโฮสต์ Harmonas-DEO โดยใช้โปรแกรม RTC Editor และ RTC_FB ในการสับเปลี่ยนอุปกรณ์โดย Re-Engineering

- เปิดโปรแกรม RTC Fieldbus Tool (RTC_FB)
- ดำเนินการให้การทำงานอยู่ในโหมด Offline (Offline Configuration)

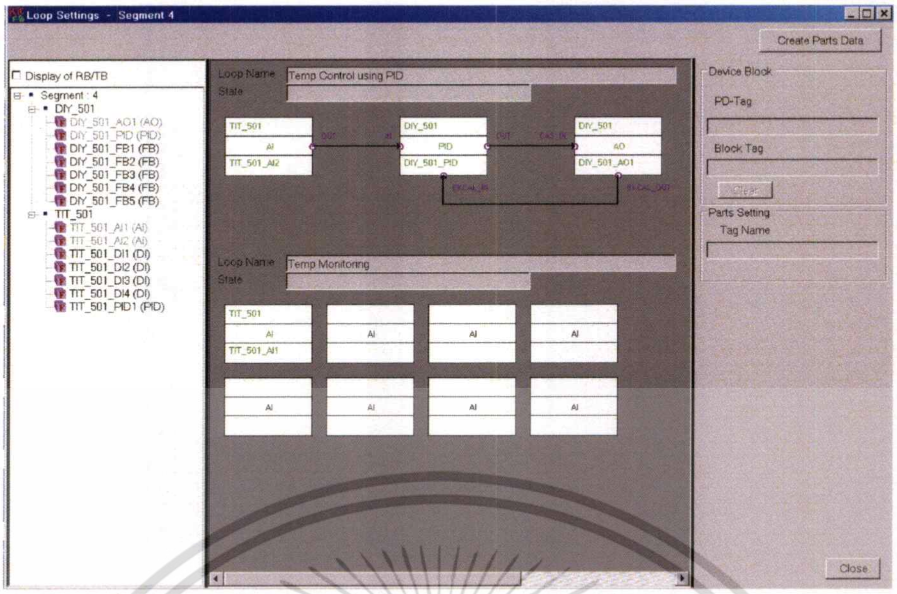


รูปที่ 3.136 การสร้าง Device Template บน RTC_FB

- สร้าง Device Templates ของทรานสมิตเตอร์ตัวใหม่ ที่จะนำมาสับเปลี่ยนอุปกรณ์ระดับฟิลด์แบบ Disparate เป็นทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิรุ่น Yokogawa: YTA320 ซึ่งจะนำมาสับเปลี่ยนแทน Rosemount: 3144P ดังแสดงในรูปที่ 3.136
- Device Template ของอุปกรณ์ Yokogawa: YTA320 ดังแสดงในรูปที่ 3.137

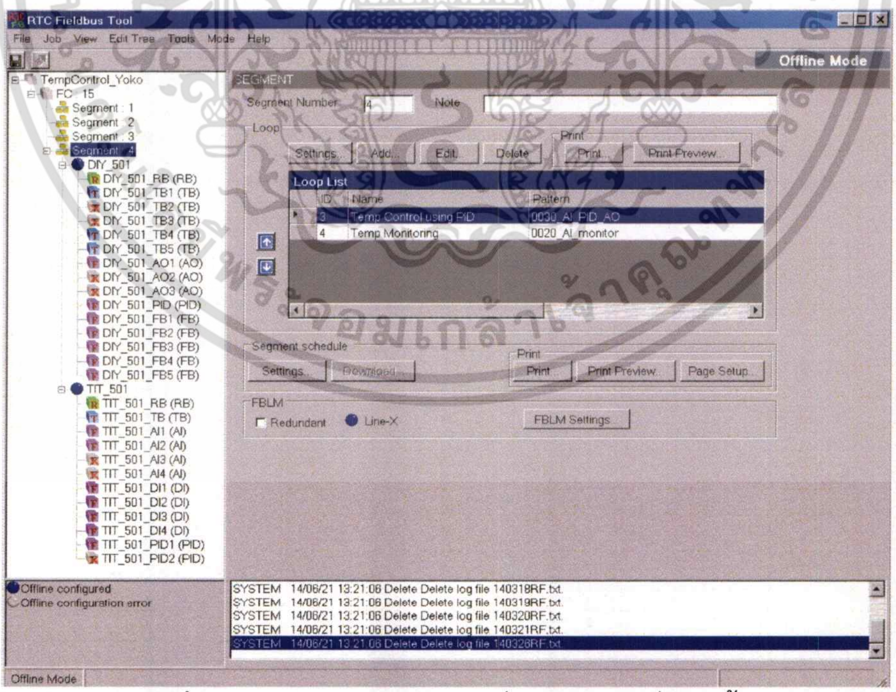


รูปที่ 3.137 Device Template ของ TIT_501

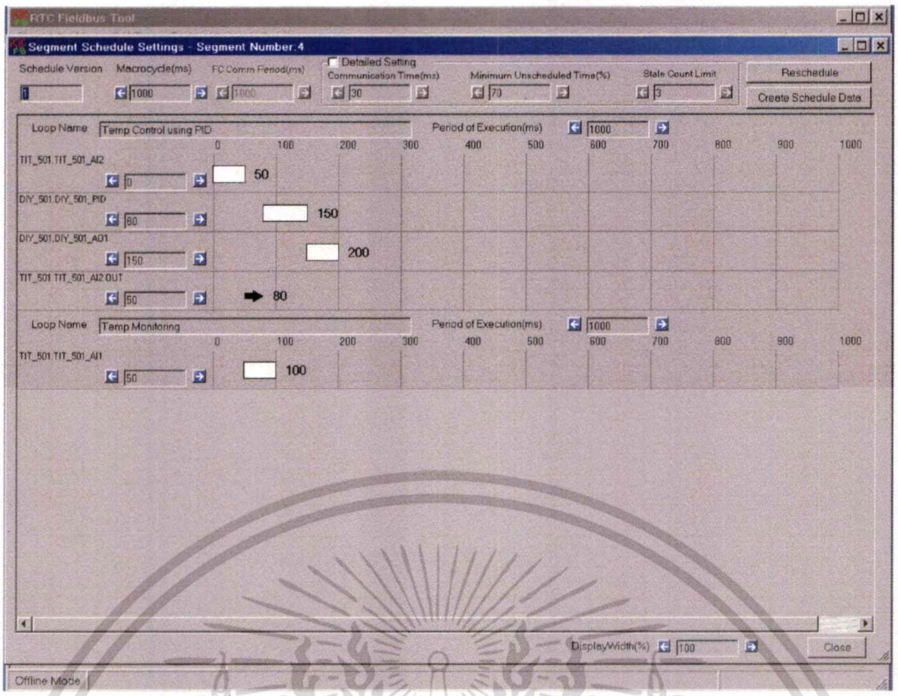


รูปที่ 3.138 การกำหนดรูปแบบการทำงานของลูปควบคุมแบบพีไอดี

- กำหนดรูปแบบการควบคุมเป็นลูปควบคุมแบบพีไอดี ซึ่งมีลักษณะการเชื่อมต่อฟังก์ชันบล็อก AI ของอุปกรณ์ TIT_501 ไปยังกับฟังก์ชันบล็อกพีไอดีและฟังก์ชันบล็อก AO ของอุปกรณ์ DIY_501 ดังรูปที่ 3.138
- เมื่อกำหนดลูปการควบคุมแบบพีไอดีเรียบร้อยแล้ว ได้บันทึกชื่อของลูปควบคุมเป็น Temp Control using PID ดังแสดงในรูปที่ 3.139

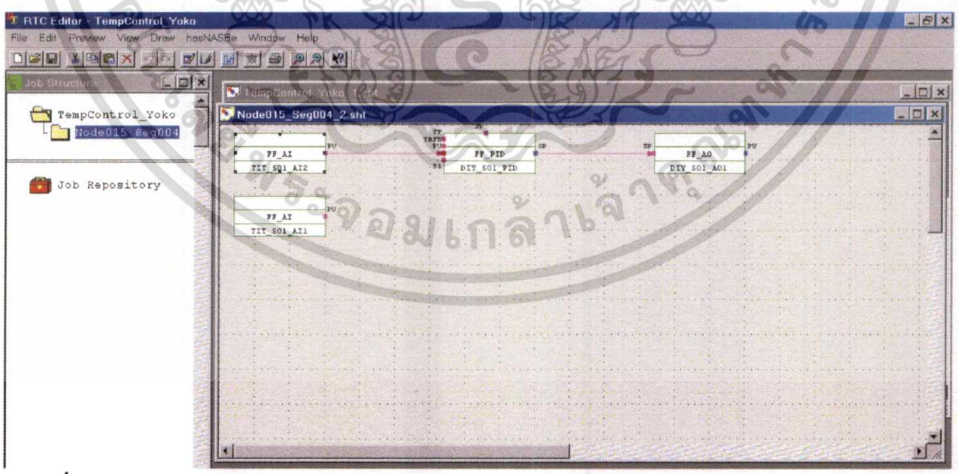


รูปที่ 3.139 RTC_FB แสดงรายชื่อลูปควบคุมที่สร้างขึ้น

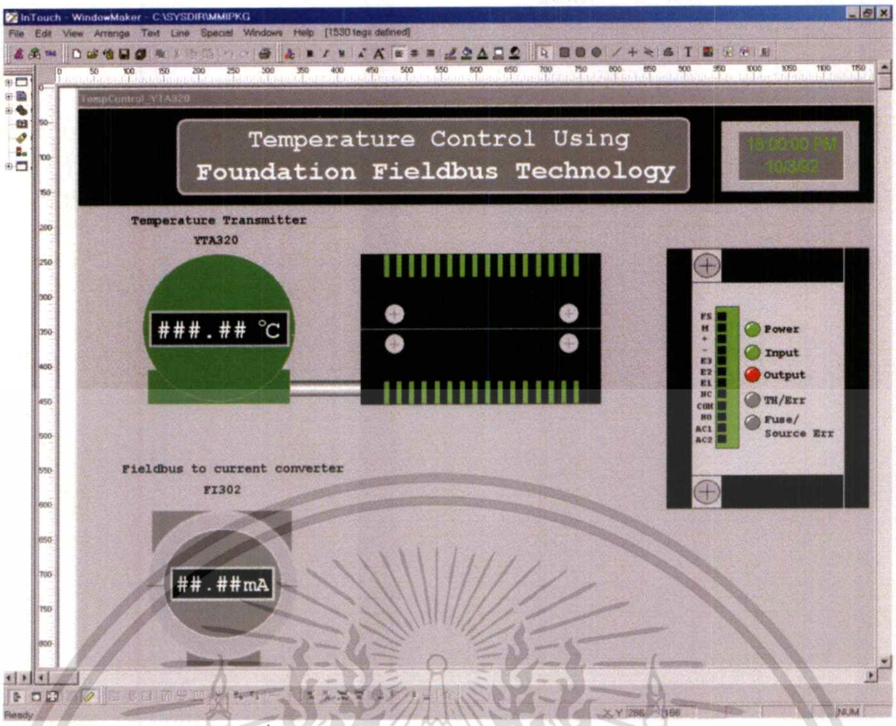


รูปที่ 3.140 ตารางเวลาการทำงานของเซกเมนต์

- เปิดหน้าต่าง Segment Schedule Setting จากโปรแกรม RTC_FB เพื่อตรวจสอบตารางเวลาในการทำงานร่วมกันของฟังก์ชันบล็อกต่าง ๆ โดยมีค่า Macrocycle 1000 ms ดังแสดงในรูปที่ 3.140
- เปิดโปรแกรม RTC Editor เพื่อสร้างระบบและไฟล์ข้อมูลสำหรับตัวควบคุม DOFC แบบจุด (Point Data) ดังแสดงในรูปที่ 3.141

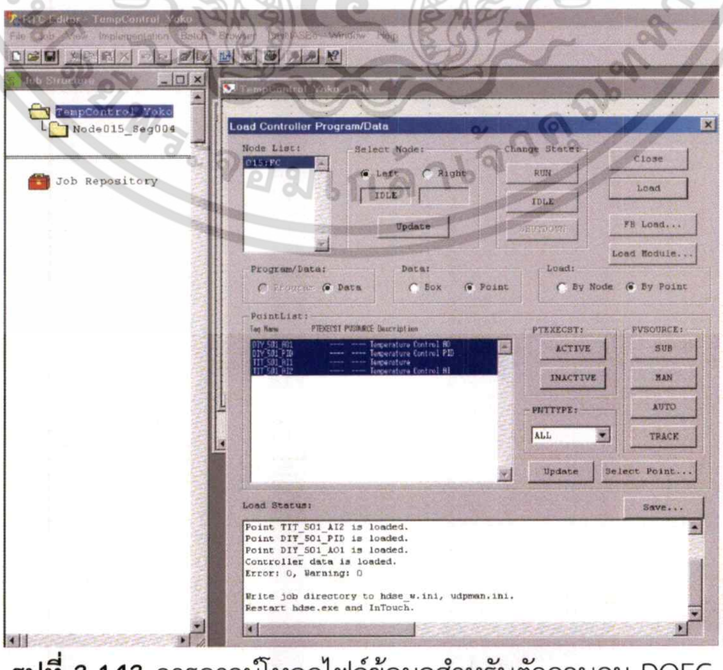


รูปที่ 3.141 การใช้โปรแกรม RTC Editor สร้างไฟล์ข้อมูลสำหรับตัวควบคุม DOFC

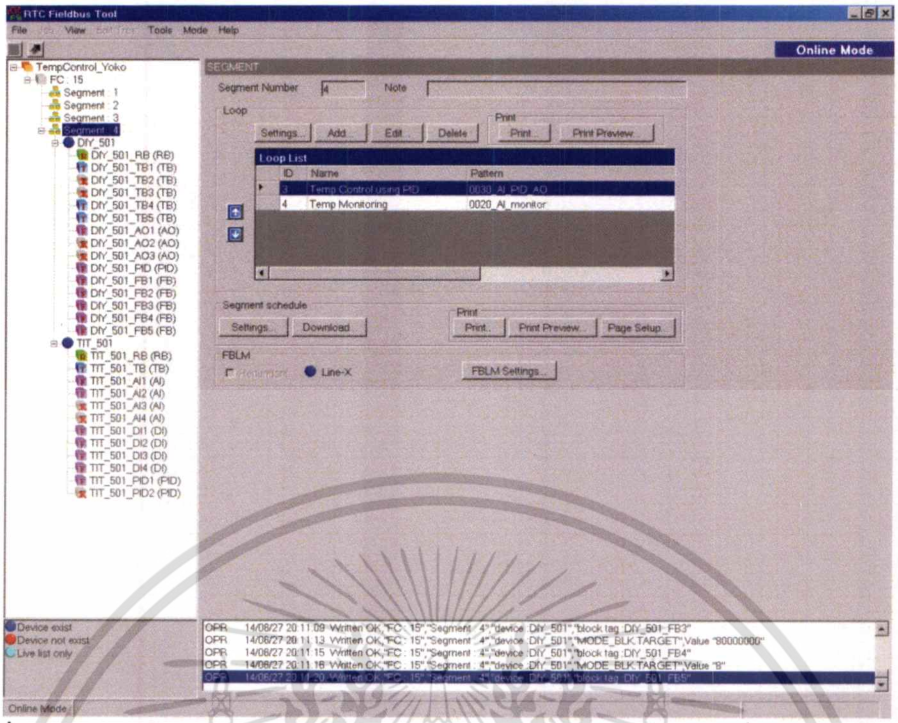


รูปที่ 3.142 รูปแบบกราฟิกที่ใช้แสดงผลของทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิ Yokogawa: YTA320

- สร้างหน้าต่างกราฟิกของการควบคุมอุณหภูมิ ที่มีการใช้ทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิรุ่น Yokogawa: YTA320 ดังแสดงในรูปที่ 3.142
- ดำเนินการต่ออุปกรณ์ใหม่ในเซกเมนต์ H1 แล้วทำการ Commission อุปกรณ์ทั้งเซกเมนต์ใหม่
- เปิดโปรแกรม RTC Editor เพื่อดาวน์โหลดไฟล์ข้อมูลสำหรับตัวควบคุม DOFC ดังแสดงในรูปที่ 3.143

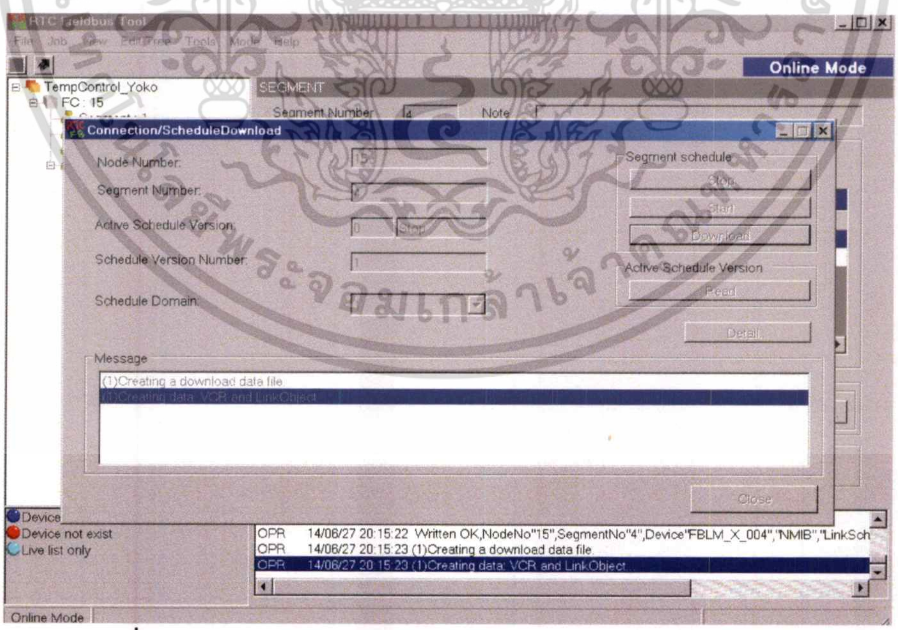


รูปที่ 3.143 การดาวน์โหลดไฟล์ข้อมูลสำหรับตัวควบคุม DOFC

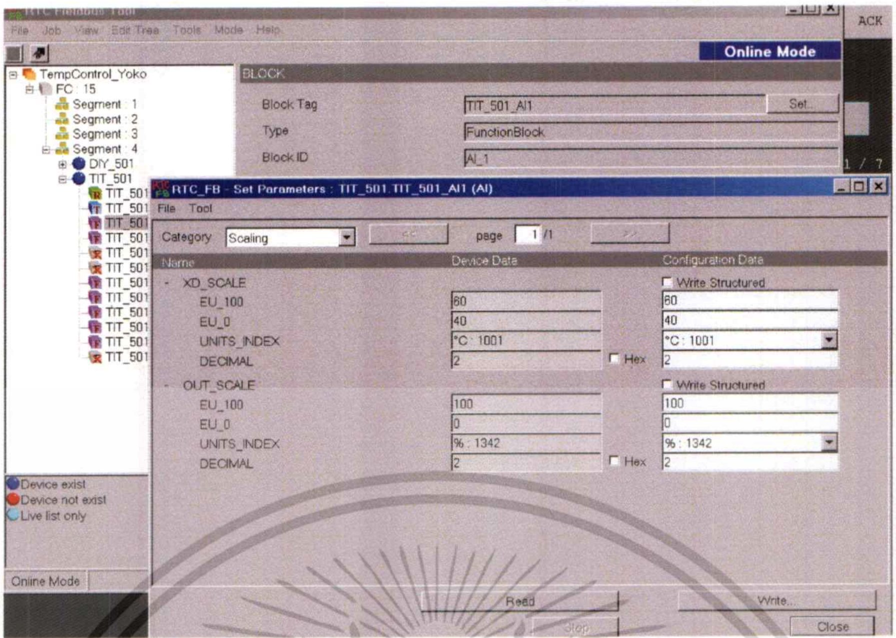


รูปที่ 3.144 การดาวน์โหลด Segment Schedule สำหรับลูปควบคุมที่มีอุปกรณ์ตัวใหม่

- เปิดโปรแกรม RTC_FB ดำเนินการดาวน์โหลด Segment Schedule ดังแสดงในรูปที่ 3.144
- แสดงหน้าต่าง Connection/ScheduleDownload ของโปรแกรม RTC_FB มีการสร้างไฟล์ข้อมูล VCR และ LinkObject ดังแสดงในรูปที่ 3.145



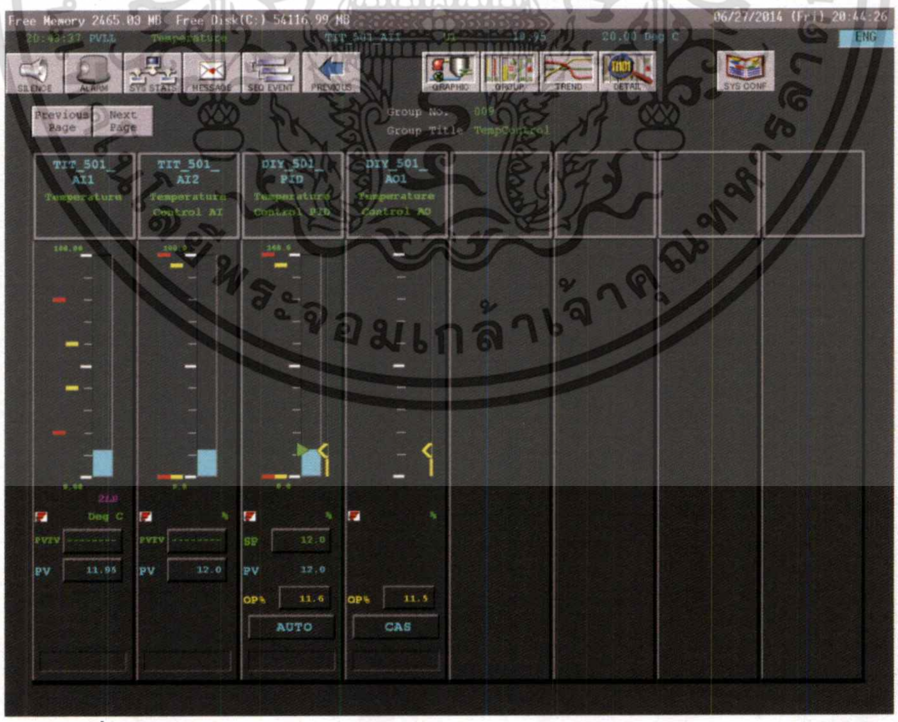
รูปที่ 3.145 หน้าต่างแสดง Connection/ScheduleDownload



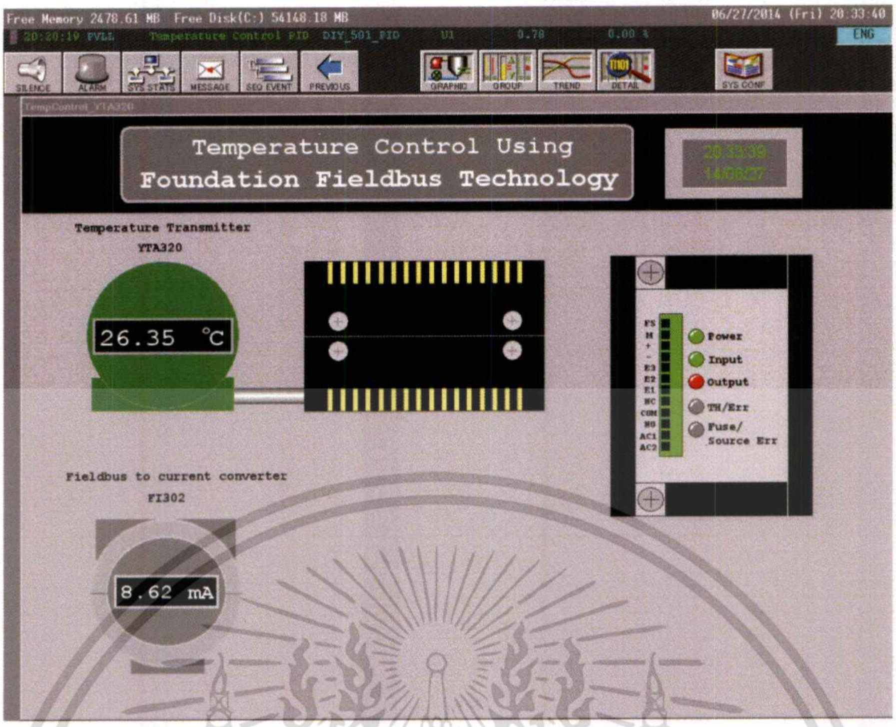
รูปที่ 3.146 การกำหนดตั้งค่าพารามิเตอร์ของ TIT_501_AI1 ในอุปกรณ์ใหม่

- เลือกคำสั่ง Set Parameters จาก RTC_FB เพื่อตรวจสอบและกำหนดพารามิเตอร์ต่าง ๆ ในอุปกรณ์ใหม่ TIT_501 ดังแสดงในรูปที่ 3.146

- หน้าจอ HMI แสดงการควบคุมการทำงานบนเซกเมนต์ H1 (Group Display) ลูปการควบคุมในส่วนฟังก์ชันบล็อกของพีไอดีมีการกำหนดการควบคุมในโหมด AUTO ดังแสดงในรูปที่ 3.147



รูปที่ 3.147 หน้าจอ HMI แสดงการควบคุมแบบกลุ่ม (Group Display)



รูปที่ 3.148 หน้าจอ HMI แสดงกราฟิกการควบคุมอุณหภูมิ โดยใช้ทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิที่เป็นอุปกรณ์ใหม่

- หน้าจอ HMI แสดงการควบคุมการทำงานบนเซกเมนต์ H1 (Graphic Display) โดยใช้ทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิของ Yokogawa: YTA320 ดังแสดงในรูปที่ 3.148

บทที่ 4
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

4.1 สรุปผลการวิจัย

วิทยานิพนธ์นี้นำเสนอแนวทางประยุกต์ใช้การสับเปลี่ยนทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิด้วยอุปกรณ์เหมือนและต่างกันโดยใช้เทคโนโลยีฟาวน์เดชันฟิลด์บัส ซึ่งเป็นการสับเปลี่ยนของอุปกรณ์ทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิได้ทำการศึกษาทั้งหมด 4 กรณี พบว่าขั้นตอนสำหรับการสับเปลี่ยนทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิโดยอุปกรณ์ที่เหมือนกัน (Identical) รุ่น 3144P สามารถดำเนินการได้ในขณะที่ระบบกำลังทำงานโดยไม่มีการเปลี่ยนการตั้งค่าของโฮสต์ระบบแบบดีซีเอส ในขณะที่ขั้นตอนของการสับเปลี่ยนทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิโดยอุปกณ์ที่ต่างกัน (Disparate) รุ่น YTA320 มีความเป็นที่ต้องทำการ Re-Engineering อุปกรณ์และต้องตั้งค่าของการควบคุมใหม่ ซึ่งสามารถสรุปตามตารางที่ 4.1 ได้ดังนี้

ตารางที่ 4.1 กรณีศึกษาของการสับเปลี่ยนของอุปกรณ์ระดับฟิลด์ในกรณีต่าง ๆ

Case	Re-engineering	Running System	Configuration
1	No	Yes	Online
2	No	Yes	Online
3	Yes	Yes	Online
4	Yes	No	Offline

กรณีที่ 1 การสับเปลี่ยนของอุปกรณ์ระดับฟิลด์ในการดำเนินงานโดยระบบ DeltaV สามารถทำได้โดยไม่ยุ่งยาก โดยใช้ฟังก์ชัน Fieldbus Device Replacement Wizard จะไม่ทำให้ระบบการทำงานเกิดความผิดพลาด

กรณีที่ 2 การสับเปลี่ยนของอุปกรณ์ระดับฟิลด์ในการดำเนินงานของระบบ Harmonas-DEO สามารถดำเนินงานในรูปแบบ Step by Step ที่ละขั้นตอนตามที่ได้เสนอในบทที่ 3

กรณีที่ 3 การสับเปลี่ยนของอุปกรณ์ระดับฟิลด์ในระบบ DeltaV มีความจำเป็นที่ต้องทำ Re-Engineering ของอุปกรณ์และการตั้งค่า Configuration ของการควบคุมซึ่งสามารถดำเนินการในโหมดออนไลน์ได้

กรณีที่ 4 การสับเปลี่ยนของอุปกรณ์ระดับฟิลด์ในระบบ Harmonas-DEO โดยต้องทำการ Re-Engineering ของอุปกรณ์และตั้งค่า Configuration ของการควบคุมใหม่แต่จะต้องทำขณะระบบอยู่ในโหมดออฟไลน์เท่านั้น

การสับเปลี่ยนอุปกรณ์ระดับฟิลด์ในเทคโนโลยีฟาวน์เดชันฟิลด์บัส H1 ที่นำเสนอในวิทยานิพนธ์นี้ เป็นการสับเปลี่ยนอุปกรณ์ระดับฟิลด์ในส่วนของเครื่องมือวัด โดยมีการสับเปลี่ยนทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิที่ติดตั้งในพลานต์โมเดลการควบคุมอุณหภูมิแบบ PID เป็นกรณีศึกษา โดยใช้ระบบโฮสต์แบบดีซีเอสของ DeltaV และ Harmonas-DEO การสับเปลี่ยนทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิที่นำเสนอมี 4 กรณีด้วยกัน ใน 2 กรณีแรกเป็นการสับเปลี่ยนอุปกรณ์ที่เหมือนกัน ส่วนอีก 2 กรณีที่เหลือเป็นการสับเปลี่ยนอุปกรณ์ที่ต่างกัน

4.2 ข้อเสนอแนะ

ในการดำเนินการสับเปลี่ยนของอุปกรณ์ระดับฟิลด์ในเทคโนโลยีฟาวน์เดชันฟิลด์บัส ผู้ใช้งานควรมีการสังเกตข้อมูลหรือค่าพารามิเตอร์ที่สำคัญ ๆ ในลูปการควบคุม และผู้ใช้งานควรจะใช้ Hand-Held Configuration Tool ในการกำหนดการตั้งค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ หรือทำ Pre-configure เพื่อตรวจสอบข้อมูลของเซนเซอร์ที่ใช้ในการตรวจวัด ข้อมูลการสอบเทียบของอุปกรณ์ตัวใหม่ก่อนที่จะดำเนินการสับเปลี่ยนในระบบ เพื่อลดและป้องกันความผิดพลาดในการทำงานของอุปกรณ์ใหม่ที่นำมาสับเปลี่ยนแทนที่อุปกรณ์ตัวเดิม รวมทั้งทำให้ขั้นตอนในการสับเปลี่ยนอุปกรณ์มีความถูกต้องและสามารถควบคุมกระบวนการต่าง ๆ ในระบบได้อย่างประสิทธิภาพ

เอกสารอ้างอิง

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

[2] T. Thepmanee, A. Julsereewong, P. Julsereewong, and C .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] S. Kummool, A. Julsereewong, P. Julsereewong, and N. Mekkrajai, **"Using Fieldbus Physical Layer Diagnostics in Maintenance Practice"**, ICIC Express Letter, Vol. 7, No.4, pp. 1215-1220, 2013.

[4] Fieldbus Foundation, **"http://www.fieldbus.org"**

[5] I. Verhappen and A. Pereira, **Foundation Fieldbus**, ISA, 2009.

[6] Yokogawa Electric Corporation 2-9-32 Nakacho, Musashino-shi, **FOUNDATION™ fieldbus Book- A Tutorial**, TI 38K02A01-01E, Tokyo 180-8750, JAPAN

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

[8] Fieldbus Foundation, **FOUNDATIONTM Application Note: Device Replacement**, 2009.

[9] Fieldbus, **Foundation Fieldbus Overview**, Nation, 370729C-01, August 2011

[10] Fieldbus Foundation, **FOUNDATIONTM Fieldbus Technical Overview**, Austin, USA, 2003, FD-043 Revision 3.0.

[11] Georg Süss, **GUIDE TO IMPLEMENTING FOUNDATION™ H1 FIELD DEVICES**, 2014

[12] Relcom Inc., **Fieldbus Wiring Guide**, 4th Edition, Doc. No.: 501-123 Rev.: E.0

[13] Pepperl+Fuchs, **Wiring and Installation Guide for FOUNDATION Fieldbus**, 2003

[14] Fieldbus Foundation, **System Engineering Guideline**, Austin, USA, 2010

[15] Rosemount Inc., **Foundation™ Fieldbus Blocks**, 00809-0100-4783 English Rev. BA

[16] Fieldbus Foundation, **UNDERSTANDING HOST PROFILE TESTING & REGISTRATION**

[17] นายปรเมธ เตชุปกรณ์ นางสาวภัคจิรา อิ่มพริ้ง นายภัทรชนน มะลิแก้ว, **Temperature Control Plant Model Using Foundation Fieldbus Technology**, คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง สาขาวิศวกรรมอัตโนมัติ ปี พ.ศ. 2556

[18] Rosemount Inc., **Rosemount 3144P Temperature Transmitter**, 00809-0100-4021, Rev GC, July 2014

[19] Yokogawa Electric Corporation, **YTA310 and YTA320 Temperature Transmitter**, GS 01C50B02-00EN©Copyright June 1998 23rd Edition Oct. 2014

[20] Smar, **Operation and Maintenance Instruction Manual FI302**, version 3 Aug. 2014

ภาคผนวก

ภาคผนวก
บทความวิจัยที่ได้รับการตีพิมพ์

บทความวิจัยที่ได้รับการนำเสนอในการประชุมวิชาการระดับนานาชาติในวิทยานิพนธ์นี้มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

[1] Voratut Sasanus, Amphawan Julsereewong, Pittaya Pannil and Prasit Julsereewong, “FOUNDATION Fieldbus Device Replacement: A Case Study of Replacing Temperature Transmitter by Identical and Disparate Devices”, **SICE Annual Conference 2014,** September 9-12, 2014, Hokkaido University, Sapporo, Japan, pp. 679-684.


since 1961
SICE
SICE ANNUAL CONFERENCE 2014
Final Program & Abstracts
SICE 2014
International Conference on Instrumentation, Control, Information Technology and System Integration
SICE Annual Conference 2014
September 9 - 12, 2014
Hokkaido University, Sapporo, Japan
SICE
IEEE
北海道大学
JEMIMA

16:00-16:15 WeCT4.5

Depth Map Analysis Method and Its Applications to Objective Detection

Shieh, Ming-Yuan — Southern Taiwan Univ. of Science and Tech.
Hsieh, Tsung-Min — Southern Taiwan Univ. of Science and Tech.

16:15-16:30 WeCT4.6

Method to Detect Face Area from Sequential Thermal Image

Takahashi, Tsuyoshi — Akita Univ.
Wu, Bo — Akita Univ.
Kageyama, Yoichi — Akita Univ.
Ishii, Masaki — Akita Prefectural Univ.
Nishida, Makoto — Akita Univ.

WeCT7 C212

Robust Control (III) (Regular Session)

Chair: Fujisaki, Yasumasa — Osaka Univ.
Co-Chair: Hagiwara, Tomomichi — Kyoto Univ.

15:00-15:15 WeCT7.1

H-Infinity Control for Sampled-Data Systems with Variable Sampling Rate

Lee, Hojin — Osaka Univ.
Fujisaki, Yasumasa — Osaka Univ.

15:15-15:30 WeCT7.2

Guaranteed Cost Control of the Networked Control System

Takahashi, Nobuya — Univ. of Miyazaki
Yokomichi, Masahiro — Univ. of Miyazaki
Sato, Osamu — Univ. of Miyazaki

15:30-15:45 WeCT7.3

The Circle Criterion Is Still Satisfied by Output Feedback Control of Assuming Output Observation Noise and Evaluating Only the State

Saito, Mitsuyuki — Hiroshima City Univ.
Kirita, Hiroto — Hiroshima City Univ.
Kobayashi, Yasuhide — Hiroshima City Univ.
Ono, Takahiko — Hiroshima City Univ.

15:45-16:00 WeCT7.4

Characterization of the Induced Norms from L2 to L∞ and from l2 to l∞ and Their Computations

Kim, Jung Hoon — Kyoto Univ.
Hagiwara, Tomomichi — Kyoto Univ.

Takahashi, Nobuya — Univ. of Miyazaki

WeCT8 C213

Mechanical Systems Control (II) (Regular Session)

Chair: Sekiguchi, Kazuma — Tokyo City Univ.
Co-Chair: Sugie, Hiroshi — Mitsubishi Electric Corp.

15:00-15:15 WeCT8.1

Point-To-Point Positioning Control with Maximum Torque Using Timescale Transform

Saito, Akio — Mitsubishi Electric Corp.
Ikeda, Hidetoshi — Mitsubishi Electric Corp.
Sugie, Hiroshi — Mitsubishi Electric Corp.

15:15-15:30 WeCT8.2

Model Predictive Steering Control for Coaxial Steering Mechanisms under Constraints

Hagimori, Yuki — Tokyo City Univ.
Nonaka, Kenichiro — Tokyo City Univ.
Sekiguchi, Kazuma — Tokyo City Univ.

15:30-15:45 WeCT8.3

Implementation of a Two-Axis Solar Tracking System with Wireless Monitoring/Control System

Zhan, Tung-Sheng — Kao-Yuan Univ.
Lin, Chia-Hung — Kao-Yuan Univ.
Niu, Bo-Ru — Kao-Yuan Univ.

15:45-16:00 WeCT8.4

Enhancement of Low-Frequency Gain in Bilateral Teleoperators under Transmission Delays

Hayashi, Shohei — Hokkaido Univ.
Yamashita, Yuh — Hokkaido Univ.

WeCT9 C214

Vehicle Control (Regular Session)

Chair: Hu, Jia-Sheng — National Univ. of Tainan
Co-Chair: Oka, Koichi — Kochi Univ. of Tech.

15:00-15:15 WeCT9.1

Three Look-Ahead Distance Scheme for Lateral Control of Vision-Based Vehicles

Hasegawa, Katsumi — Meijo Univ.
Konaka, Eiji — Meijo Univ.

15:15-15:30 WeCT9.2

Cruise Control of a Two-Wheeled Vehicle Based on MPC to Predict the Trajectory of a Preceding Vehicle

Maeda, Kensuke — Meijo Univ.
Konaka, Eiji — Meijo Univ.

15:30-15:45 WeCT9.3

A Comparison of Travel Time between Signal Control Methods

Shimizu, Hikaru — Fukuyama Univ.
Masuda, Haruko — Yuge National Coll. of Maritime Tech.
Kobayashi, Masa-aki — Fukuyama Univ.

15:45-16:00 WeCT9.4

FOUNDATION Fieldbus Device Replacement: A Case Study of Replacing Temperature Transmitter by Identical and Disparate Devices

Sasanus, Voratus — King Mongkut's Inst. of Tech. Ladkrabang
Julsereewong, Amphawan — King Mongkut's Inst. of Tech. Ladkrabang
Pannil, Pittaya — King Mongkut's Inst. of Tech. Ladkrabang
Julsereewong, Prasit — King Mongkut's Inst. of Tech. Ladkrabang

16:00-16:15 WeCT9.5

Design and Analysis of a Magnetically Levitated Conveyor Powered by a Non-Contact Energy Transfer Method

Annasiwaththa, Annasi Waththege Buddhika Imantha — Kochi Univ. of Tech.
Oka, Koichi — Kochi Univ. of Tech.

WeCT10 C309

Medical and Welfare Systems (II) (Regular Session)

Chair: Tsumugiwa, Toru — Doshisha Univ.
Co-Chair: Ishizawa, Hiroaki — Shinshu Univ.

15:00-15:15 WeCT10.1

Can a Powered Transport Wheelchair Reduce Fatigue of Caregivers? – a Pilot Study

Hsiao, YuTing — National Yang Ming Univ.
Chi, Wei-Kang — National Yang-Ming Univ.
Yu, Chung-Huang — National Yang-Ming Univ.

SICE Annual Conference 2014
September 9-12, 2014, Hokkaido University, Sapporo, Japan

FOUNDATION Fieldbus Device Replacement: A Case Study of Replacing Temperature Transmitter by Identical and Disparate Devices

Voratut Sasanus, Amphawan Julsereewong†, Pittaya Pannil and Prasit Julsereewong

Faculty of Engineering, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang,
Ladkrabang, Bangkok, Thailand, 10520
(Tel : +66-2-329-8348; E-mail: kcamphaw@kmitl.ac.th)

Abstract: This paper presents an application guideline for FOUNDATION™ Fieldbus device replacement of identical and disparate devices. Replacing a temperature transmitter with analog input block installed in a field-based temperature control plant model is examined as an illustrative case study. Four cases of device replacement by using two different integrated distributed control system (DCS) hosts, DeltaV and Harmonas-DEO, are described. The first two cases are replacements of identical devices in a running system without changing the host configurations. The other cases are replacements of disparate devices with re-engineering the device and control configurations.

Keywords: FOUNDATION™ Fieldbus, device replacement, identical device, disparate device.

1. INTRODUCTION

Nowadays, modern digital fieldbuses are replacing the traditional 4-20 mA analog platform for automation infrastructure to achieve operational excellence in process industry. Numerous benefits of digital communications are provided such as initial and long-term savings, new types of information available for operations, and remote configuration of devices [1]. The initial savings include lower costs of purchase, engineering, and installation [2]. The long-term savings include lower costs for maintenance and operation [3]. With fieldbus system architecture, many field devices can be multidropped on a single pair of wires to share a common media. The amount of cable reduction depends on the wiring scheme, the number of devices installed on each network, the distances, and whether or not the installation is in a hazardous area. At field level, FOUNDATION™ Fieldbus H1 following IEC 61158-2 standard is one of dominant technologies for process instruments [4]. This technology was specially designed for bus-powered field instruments with predefined parameters and commands for asset management information like identification, diagnostics, materials of construction, and functions for calibration and commissioning. For brevity, 'FOUNDATION™ Fieldbus' will be abbreviated as FF through the rest of this paper. The FF H1 field-level network can be laid out in two basic topologies, bus topology and tree topology. The tree or modified tree configuration is widely accepted and used for several reasons [5]. The most obvious purpose is that devices can be installed and removed under power without network interruption for example for device replacement or expansion.

The aim of this paper, therefore, is to propose a technical guidance to make it easier for users for replacing an existing field device with a new or different instrument. Replacing a FF transmitter with analog input (AI) block of proportional-integral-derivative (PID) loop based on control in the field with PID block in analog output (AO) device is described. In this paper, the 'replaced device' is the device that was disconnected from the H1 segment of the plant model used in our experiments and it is substituted by another device, while the 'new device' is the device that is newly connected to the plant model. The new device substitutes another device that is no longer connected in the plant model. Four studied cases are as follows.

- Device replacement of identical device. The new device provides the same resources as the replaced device. An integrated host developed by the same vendor is used.
- Device replacement of identical device. The new device provides the same resources as the replaced device. An integrated host developed by the different vendor is used.
- Device replacement of disparate device. The new device provides the same hardware features, but is manufactured by a different vendor. An integrated host developed by the same vendor is used.
- Device replacement of disparate device. The new device provides the same hardware features, but is manufactured by a different vendor. An integrated host developed by the different vendor is used.

2. FF-BASED CONTROL PLANT MODEL

Fig. 1 shows a piping and instrumentation diagram (P&ID) of a FF-based temperature control plant model. A temperature generated by a 100 W lamp in the range of 40-60 °C is specified as a controlled variable. The temperature transmitter (TIT_501) is used to measure a process variable. The FI302 converter (DIY_501) is connected to convert a FF H1 signal into 4-20 mA current. An output of the FI302 converter is sent to the SCR-1A030 power regulator (TY_501) operated as a final control element. A control loop based on the FF technology is a group of function blocks that execute at a specified rate within H1 instruments or distributed across the FF network. A function block diagram for control in the field with PID block in AO device is shown in Fig. 2. This control loop is configured from three standard function blocks: AI, PID, and AO. These blocks are executed according to a macrocycle timing schedule prepared by the configuration tool.

† Amphawan Julsereewong is the presenter of this paper.

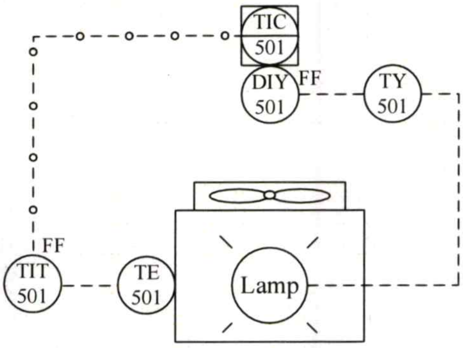


Fig.1 P&ID of a temperature control plant model.

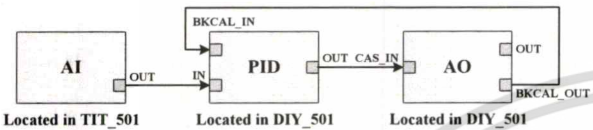


Fig.2 Function block diagram for PID loop of Fig. 1.

The PID control loop of Fig. 2 would start with the execution of the AI block in TIT_501 followed by the communication of the external link from the AI block output to the input of the PID block in DIY_501. The PID would then be executed, followed by the AO block in the same device.

3. STUDIED FF DEVICE REPLACEMENT

The scope of this paper is limited to the device replacement of an identical device and the replacement of a disparate device. Table 1 summarizes details of three temperature transmitters used in our experiments. The device is referred to as 'identical device' if the Manufacturer ID, Device Type, Device Revision, and Capability Level do not change when two devices are compared. Otherwise, the device with complete different features is referred to as 'disparate device'.

Table 1 Details of three temperature transmitters used.

Replaced Device	
Manufacturer ID	001151 (Rosemount, EPM)
Model	3144P
Device Type	3144
Device Revision	02
Capability Level	01
Device ID	0011513144-EPM-TEMP-0x2476200B
New (Identical) Device	
Manufacturer ID	001151 (Rosemount, EPM)
Model	3144P
Device Type	3144
Device Revision	02
Capability Level	01
Device ID	0011513144-TEM-0x235C6C33
New (Disparate) Device	
Manufacturer ID	594543 (Yokogawa)
Model	YTA320
Device Type	0005
Device Revision	04
Capability Level	03
Device ID	5945430005S1009066

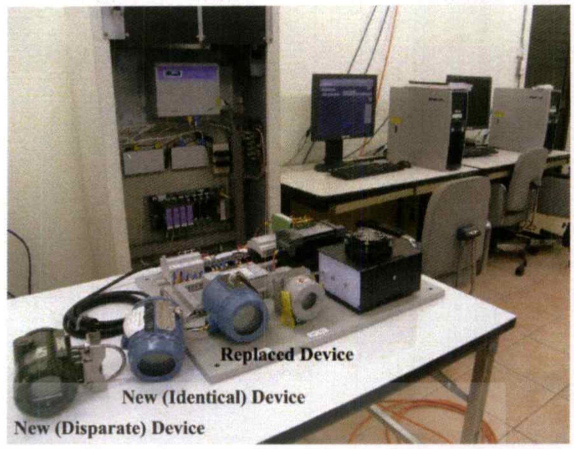


Fig.3 System for studied FF device replacement.

Table 2 Four cases of the studied device replacement.

Case	Replacement Type	New Device	Integrated Host Used
1	Identical	3144P	DeltaV
2	Identical	3144P	Harmonas-DEO
3	Disparate	YTA320	DeltaV
4	Disparate	YTA320	Harmonas-DEO

Fig. 3 shows the system used for replacing the TIT_501 temperature transmitter with AI block installed in the plant model of Fig. 1. Table 2 gives four cases of the studied FF device replacement by using two integrated DCS hosts, DeltaV from Emerson Process Management (EPM) and Harmonas-DEO from Azbil. The first two cases are replacements of identical devices without changing the host configurations. The other cases are replacements of disparate devices with re-engineered configurations.

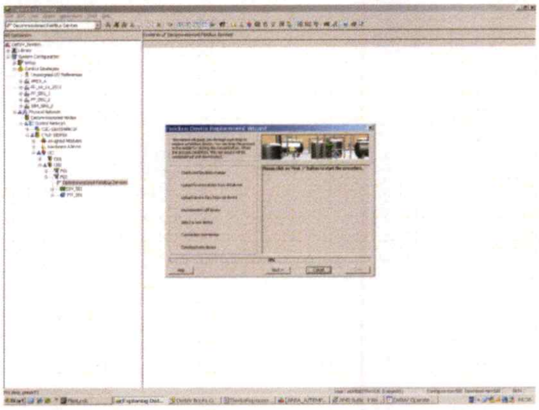
4. EXPERIMENTAL RESULTS

4.1 Case 1

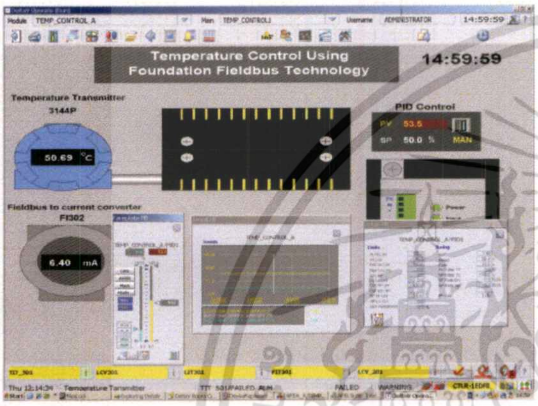
In Case 1, the replacement of identical device was performed in running system using the Fieldbus Device Replacement Wizard in the DeltaV integrated host. The DeltaV system provided instructions on the Wizard to proceed.

Major steps to replace the identical device of Case 1 in online mode using the Wizard are as follows.

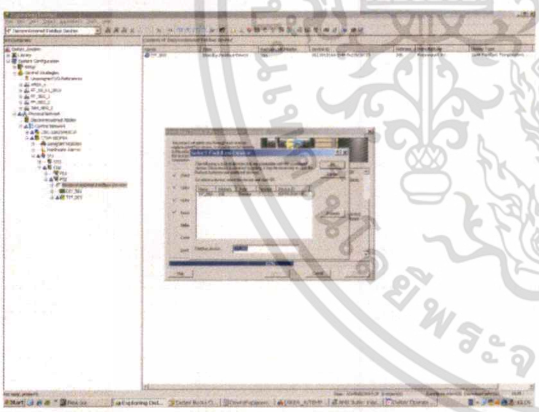
- In DeltaV Explorer, select Replace from the device's context menu to open the Fieldbus Device Replacement Wizard.
- The Wizard will guide users through each step to replace the field device as shown in Fig. 4(a).
- The Wizard checks for configuration changes since the last download.
- The Wizard uploads function block parameter changes from the replaced device if it is still on the segment.
- The Wizard uploads configuration data in the replaced device.
- The Wizard decommissions the replaced device.
- Ensure that the control loop (PID function block) is in manual (MAN) mode as shown in Fig. 4(b).



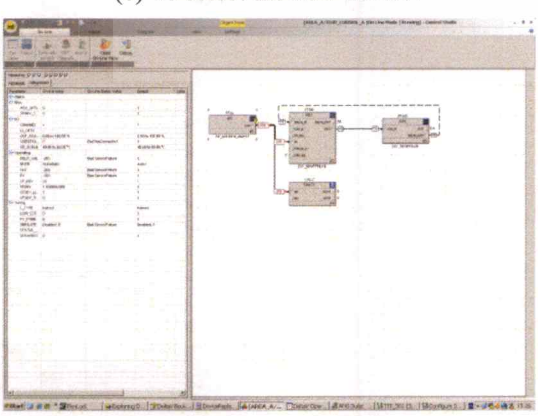
(a) Instruction on the Wizard for each step.



(b) To place the control loop in MAN mode.



(c) To select the new device.



(d) To check the control's input values.

Fig.4 Screenshots of the DeltaV system for Case 1.

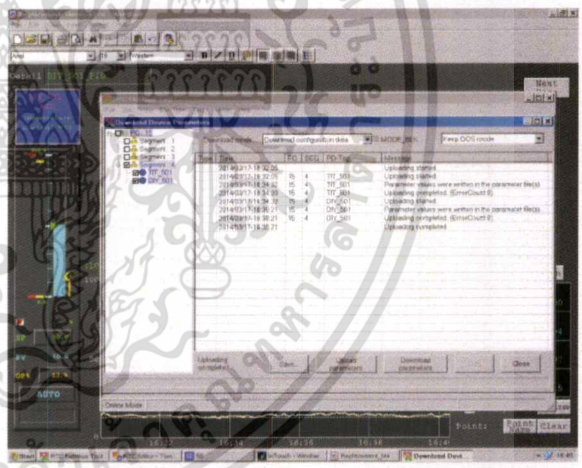
- The replaced device must be disconnected before the new device is selected to replace it as shown in Fig. 4(c).
- The Wizard commissions and downloads the new device.
- After the new device is successfully replaced, check that the control's input values are in the expected nominal range as displayed in Fig. 4(d).
- Return the PID function block to its normal operating automatic (AUTO) mode.

4.2 Case 2

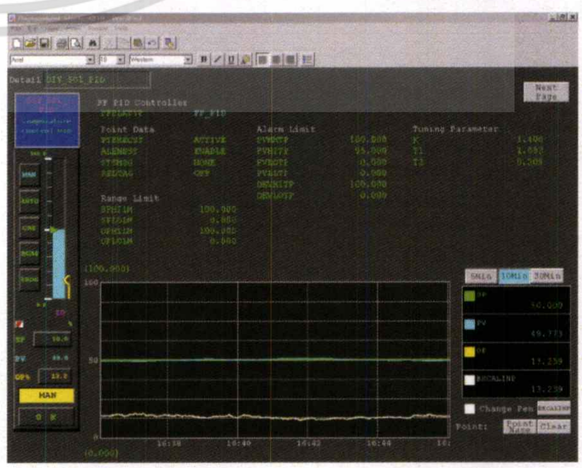
In Case 2, the replacement of identical device was performed in running system using the RTC FieldBus Tool (RTC_FB) in the Harmonas-DEO host.

Major steps to replace the identical device of Case 2 in online mode are as follows.

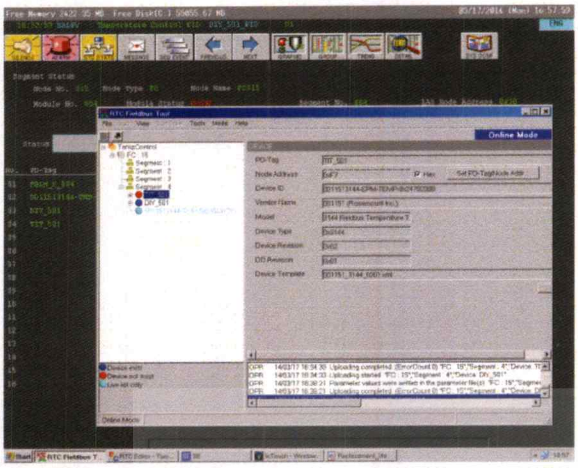
- Save all configuration data and parameters of the field devices as shown in Fig. 5(a).
- Place the PID function block in MAN mode as shown in Fig. 5(b).
- The replaced device must be disconnected and then the new device is attached as illustrated in Fig. 5(c).
- The system removes the database of the replaced device from the DEO fieldbus controller (DOFC).
- Write the Device ID of the new device to the replaced device in RTC_FB database.



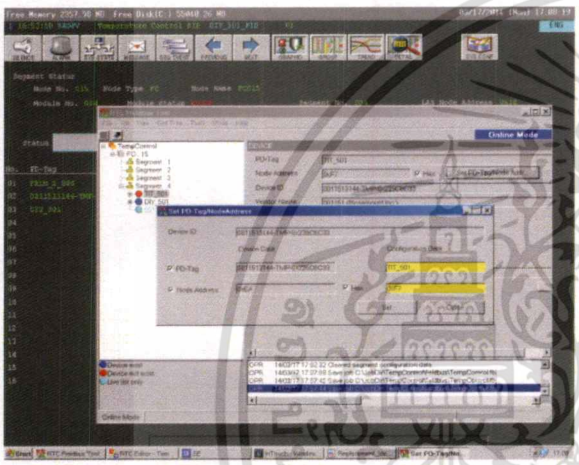
(a) To save all configuration data and parameters.



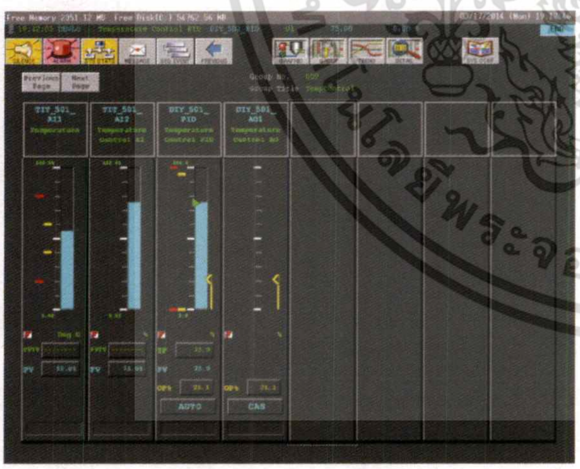
(b) To place the PID function block in MAN mode.



(c) To check the new device attached in the H1 segment.



(d) To set the tag and address to the new device.



(e) To place the PID function block in AUTO mode.

Fig.5 Screenshots of the Harmonas-DEO for Case 2.

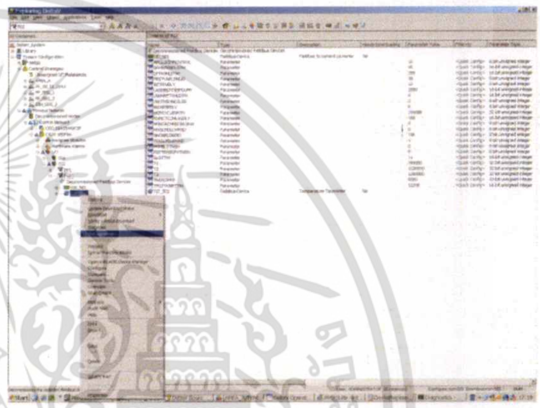
- Set the 'PD Tag' and 'Node Address' to the new device as shown in Fig. 5(d).
- Renew the new device information in the DOFC database.
- Download all parameters of the new device in RTC_FB.
- Activate the new device and check that the control's input values are in the expected nominal range.
- Return the PID function block to its normal operating AUTO mode as shown in Fig. 5(e).

4.3 Case 3

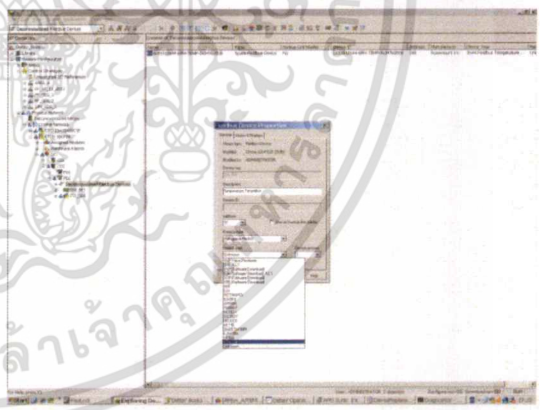
In Case 3, the replacement of disparate device was performed in running system using the DeltaV Explorer and Control Studio in the DeltaV host.

Major steps to replace the disparate device of Case 3 in online mode are as follows.

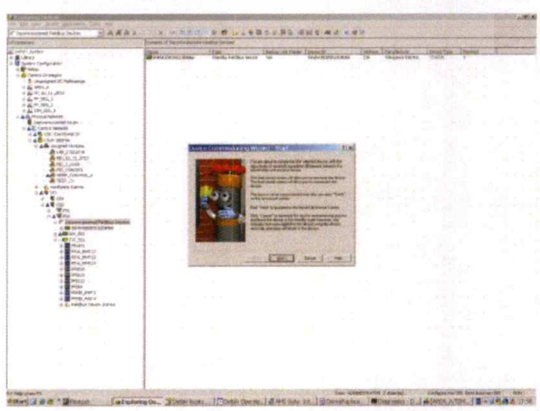
- Copy all configuration data and parameters of the replaced device.
- Set the control loop in MAN mode.
- Decommission the replaced device using the DeltaV Explorer as shown in Fig. 6(a) and make it into a spare.
- Edit the Fieldbus Device Properties for details of the new device as displayed in Fig. 6(b).



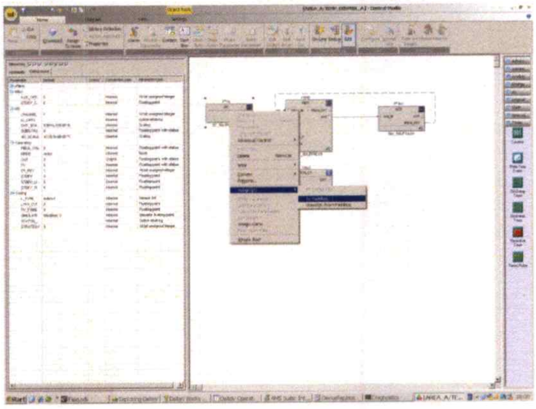
(a) To decommission the replaced device.



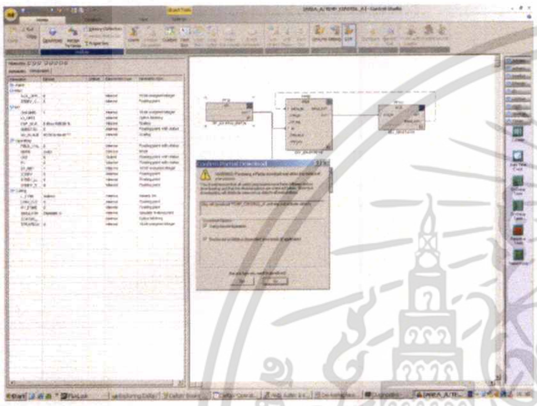
(b) To edit the Fieldbus Device Properties.



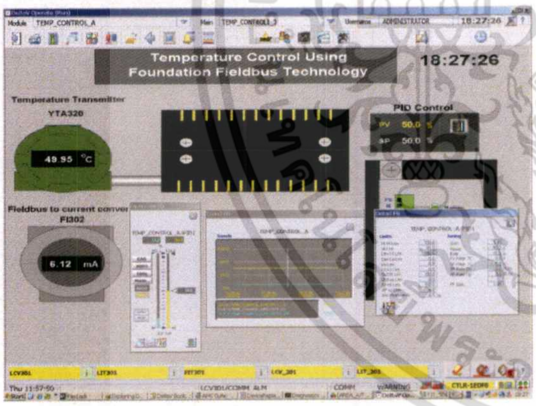
(c) To commission the new device.



(d) To assign the AI block of the new device.



(e) To download the AI block of the new device.



(f) To return the control loop to AUTO mode.

Fig.6 Screenshots of the DeltaV host for Case 3.

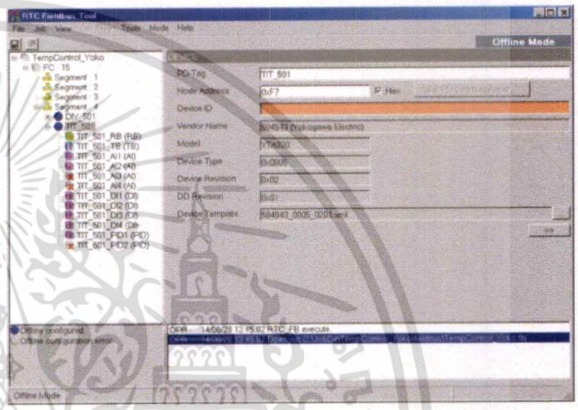
- Connect the new device in the H1 segment and to commission for making the device available to the system as shown in Fig. 6(c).
- Assign the AI function block to the new device using the Control Studio as shown in Fig. 6(d).
- Configure the AI block for use in the control loop and then download to the system as shown in Fig. 6(e).
- After the device is replaced, check that the control's input values are in the expected nominal range.
- Edit the operator picture for operating system with the new device (if necessary) and return the control loop to its normal operating mode as shown in Fig. 6(f).

4.4 Case 4

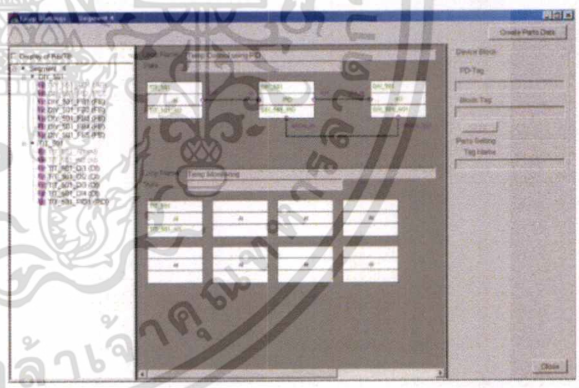
In Case 4, the replacement of disparate device was performed by using the RTC Editor and RTC_FB in the Harmonas-DEO host system. The device and control configurations required to be re-engineered.

Major steps to replace the disparate device of Case 4 in offline mode are as follows.

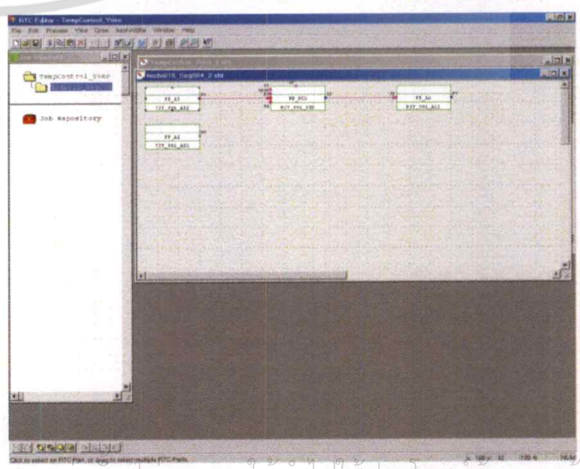
- Create the new job and configure the system definition.
- Create the device templates of field devices for the new H1 segment as shown in Fig. 7(a).
- Configure the control strategy by building the PID control loop as shown in Fig. 7(b).
- Create the RTC system and controller data files as displayed in Fig. 7(c).
- Create the operator picture for operating system with the new device (if necessary).



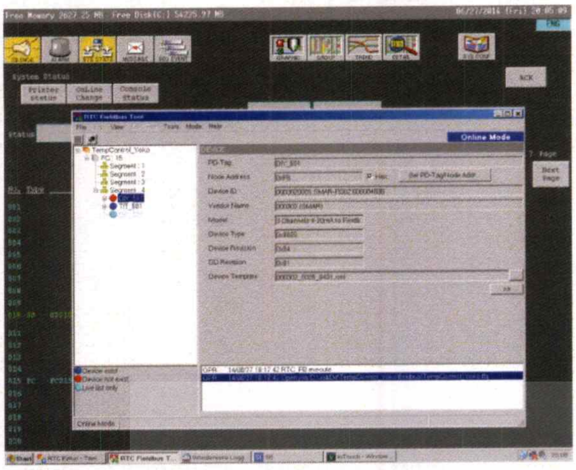
(a) To create the device templates.



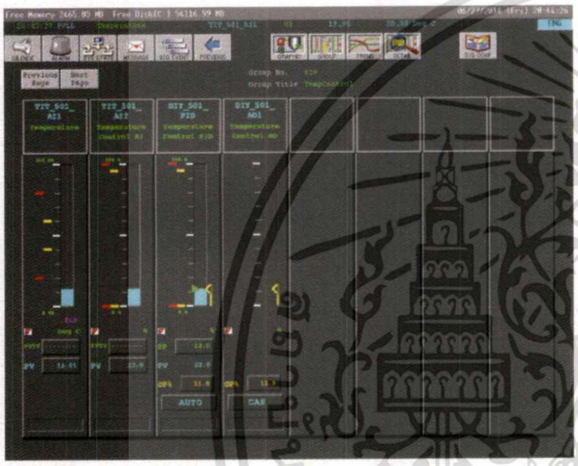
(b) To configure the control strategy.



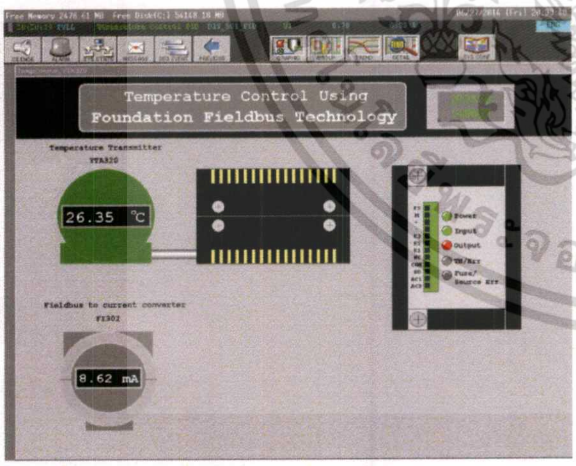
(c) To create the RTC system and controller data files.



(d) To commission the H1 field devices.



(e) To operate the H1 segment (group display).



(f) To operate the H1 segment (graphic display).

Fig.7 Screenshots of the Harmonas-DEO for Case 4.

- Commission field instruments installed in the H1 segment as shown in Fig. 7(d).
- Operate the H1 segment from the HMI station with group display and graphic display as illustrated in Figs. 7(e) and 7(f), respectively.

5. GUIDELINE FROM STUDIED CASES

From experiments, we found that the procedures for

Table 3 Device replacement processes of studied cases.

Case	Re-engineering	Running System	Configuration
1	No	Yes	Online
2	No	Yes	Online
3	Yes	Yes	Online
4	Yes	No	Offline

replacing the temperature transmitter by identical 3144P model can be performed in running system without changing the host configurations, while the procedures for replacing the temperature transmitter by disparate YTA320 model can be achieved with re-engineering device and control configurations as summarized in Table 3. The device replacement of Case 1 in the DeltaV running system can be easily performed by using Fieldbus Device Replacement Wizard without network interruption. The device replacement of Case 2 in the Harmonas-DEO running system can be processed without disturbing the network by step-by-step procedures according to the system manual. The device replacement of Case 3 in the DeltaV system requires re-engineering device and control configurations in online mode. The device replacement of Case 4 in the Harmonas-DEO system requires re-engineering device and control configurations in offline mode.

It should be noted that for performing critical control loop, users should use a hand-held configurator or the host system to pre-configure and check the new device for sensor information, calibration, and so on before replacing field instrument.

6. CONCLUSION

The FOUNDATION™ Fieldbus device replacement of measuring device with AI block has been presented in this paper. Replacing the temperature transmitter installed in the PID control in the field has been described as the practical guideline. Four cases of device replacement of identical and disparate devices have been experimentally tested by using two integrated host systems.

REFERENCES

[1] J. Berge, *Fieldbuses for Process Control: Engineering, Operation and Maintenance*, ISA, 2004.
[2] T. Thepmanee, A. Julsereewong, P. Julsereewong, and C. 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] S. Kummool, A. Julsereewong, P. Julsereewong, and N. Mekkrajai, "Using Fieldbus Physical Layer Diagnostics in Maintenance Practice", *ICIC Express Letter*, Vol. 7, No. 4, pp. 1215-1220, 2013.
[4] Fieldbus Foundation, "http://www.fieldbus.org"
[5] I. Verhappen and A. Pereira, *Foundation Fieldbus*, ISA, 2009.
[6] Fieldbus Foundation, *FOUNDATION™ Application Note: Device Replacement*, 2009.

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	นายวรทัศน์ สาสนัส
วัน-เดือน-ปีเกิด	วันที่ 27 กุมภาพันธ์ 2531
ที่อยู่	14/2 หมู่ 4 ตำบลบางใบไม้ อำเภอเมืองฯ จังหวัดสุราษฎร์ธานี 84000 โทร. 062-529-5145
ประวัติการศึกษา	สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีหลักสูตรวิศวกรรมศาตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมการวัดคุม จากภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ในปีการศึกษา 2552 และในปีการศึกษา 2554 ได้เข้าศึกษาต่อระดับปริญญาโท หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอัตโนมัติ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ประวัติการทำงาน	มิถุนายน 2553 ถึง กรกฎาคม 2556 : แผนก Repairing ตำแหน่ง Service Engineer บริษัทเอ็นเทค แอสโซซิเอท จำกัด