รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

การควบคุมการทำงานของชิลเลอร์ที่มีการสารองโดยใช้พีแอลซีและฟิลด์เซิร์ฟเวอร์

Control of Redundant Chiller Operations Using PLC and Field Server

ศุภณัฐ ไชยนอก

หลักสูตรวิศวกรรมอัตโนมัติ
ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2560

รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

การควบคุมการทำงานของชิลเลอร์ที่มีการสำรองโดยใช้พีแอลซีและฟิลด์เซิร์ฟเวอร์

Control of Redundant Chiller Operations Using PLC and Field Server

ศุภณัฐ ไชยนอก

หลักสูตรวิศวกรรมอัตโนมัติ

ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2560

ชื่อโครงงานสหกิจศึกษา	การควบคุมการทำงานของชิลเลอร์ที่มีการสำรองโดยใช้พีแอลซีและฟิลด์เซิร์ฟเวอร์ Control of Redundant Chiller Operations Using PLC and Field Server
ชื่อ-สกุล นักศึกษา	นายศุภณัฐ ไชยนอก รหัสนักศึกษา 57011264
หลักสูตร	วิศวกรรมอัตโนมัติ
คณะ	วิศวกรรมศาสตร์
ชื่อ-สกุล อาจารย์นิเทศ	ผศ.ดร.ธีรวัฒน์ เทพมณี รศ.ดร. อัมพวัน จุลเสรีวงศ์
ชื่อ-สกุล ผู้นิเทศ	นายจีระศักดิ์ จุลเกาะ
ชื่อสถานประกอบการ	บริษัท พี.เอ.เอ็ม. เอ็นจิเนียริ่ง แอนด์ ออโตเมชั่น จำกัด
ปีการศึกษา	2560

บทคัดย่อ

กระบวนการผลิตน้ำเย็นที่พร้อมใช้งานจำเป็นอย่างมากต่อกระบวนการลดอุณหภูมิในการผลิตสุรา เพื่อที่จะเพิ่มความพร้อมในการใช้งานของกระบวนการผลิตน้ำเย็น ทางโรงงานสุราที่ศึกษาจึงต้องการสร้างกระบวนการผลิตน้ำเย็นด้วยชิลเลอร์ และเครื่องสูบน้ำที่มีการสำรอง โดยวัตถุประสงค์ของโครงงานคือสามารถควบคุมการทำงานของชิลเลอร์ และเครื่องสูบน้ำที่มีการสำรอง ด้วยการใช้พีแอลซีรุ่น CPU 315-2 PN/DP ของ SIEMENS และฟิลด์เซิร์ฟเวอร์รุ่น Serial-Ethernet QuickServer ของ Prosoft Technology ส่วนการเลือกชิลเลอร์ 1 ตัวจากชิลเลอร์ 2 ตัวให้ทำงานจะต้องคำนึงถึงระยะเวลาทำงานสะสมของชิลเลอร์แต่ละตัว โดยมีรูปแบบการควบคุมอยู่ 3 รูปแบบ ได้แก่ ‘Manual’ ‘Schedule-Auto’ และ ‘24Hour-Auto’ ในโหมด ‘Manual’ ผู้ปฏิบัติงานจะสามารถเลือกควบคุมชิลเลอร์ได้ตามความต้องการ ส่วนโหมด ‘Schedule-Auto’ ชิลเลอร์ที่มีระยะเวลาทำงานสะสมน้อยที่สุดจะถูกเรียกใช้งานโดยอัตโนมัติเมื่อถึงเวลาที่ได้ตั้งไว้ และโหมด ‘24Hour-Auto’ ทุก ๆ 24 ชั่วโมงตามเวลาที่ได้ตั้งไว้ จะมีการคำนวณระยะเวลาทำงานสะสมของชิลเลอร์แต่ละตัวอีกครั้ง พร้อมกับชิลเลอร์ที่มีระยะเวลาทำงานจะถูกเรียกใช้งานโดยอัตโนมัติ ในขณะที่ทั้งโหมด ‘Schedule-Auto’ และ ‘24Hour-Auto’ ถ้าหากชิลเลอร์ที่ทำงานอยู่เกิดความผิดปกติ ชิลเลอร์ที่ทำงานอยู่จะหยุดการทำงานและชิลเลอร์ที่ไม่ทำงานจะถูกเรียกใช้งานแทนที นอกจากนี้ถ้าหากอุณหภูมิของน้ำเย็นที่ผลิตได้สูงกว่าค่าที่ตั้งไว้ ชิลเลอร์ที่ไม่ทำงานจะถูกเรียกใช้งานเพื่อทำงานร่วมกับชิลเลอร์ที่ทำงานอยู่

ในทำนองเดียวกันรูปแบบการควบคุมของเครื่องสูบน้ำที่มีการสำรองเหมือนกับรูปแบบการควบคุมของชิลเลอร์ที่มีการสำรอง โดยผลการทำงานของระบบควบคุมจะถูกยืนยันด้วยผลที่ได้จากการทดสอบ

คำสำคัญ: กระบวนการผลิตน้ำเย็น, พีแอลซี, ฟิลด์เซิร์ฟเวอร์, การสำรอง, ชิลเลอร์, ระยะเวลาทำงานสะสม

Title	Control of Redundant Chiller Operations Using PLC and Field Server
Student	Mr. Supanat Chainok
Program	Automation Engineering
Faculty	Engineering
Advisor	Asst.Prof.Dr.Teerawat Thepmanee
	Assoc.Prof.Dr. Amphawan Julsereewong
Mentor	Mr.Jeerasak Julkol
Company	P.A.M. Engineering & Automation Co, Ltd

ABSTRACT

An availability of cool water generation is highly important for cooling process in liquor production. In order to increase the system availability, a studied liquor manufacturer requires to build the cool water generation process using redundant chillers and pumps. This project aims at controlling the operations of the redundant chillers and pump by using a programmable logic controller (PLC) modeled SIEMENS CPU 315-2 PN/DP and a field server modeled Prosoft Technology Serial-Ethernet QuickServer. To specify one of two redundant chillers to operate, the accumulated operating time of each chiller is considered. There are three control mode: Manual, Schedule-Auto, and 24Hour-Auto. In 'Manual' mode, an operator controls the desired chiller, while the chiller with lower accumulated operating time will be automatically operated at the pre-scheduled time in 'Schedule-Auto' mode. For '24Hour-Auto', the accumulated operating time of each chiller is recalculated for every 24 hours according to setting. The chiller with lower accumulated operating time will be automatically run. For both 'Schedule-Auto' and '24Hour-Auto' modes, if the running chiller is in the event of abnormal condition. The running chiller will be stopped, and the standby will be run. In addition, if the actual temperature of produced cool water is higher than the setpoint, then the standby will be also operated in combination with the running chiller. In same way, the control mode of the redundant pumps are similar

to those of the chillers. The effectiveness of the proposed control is confirmed through test results.

Keyword: Cool water generation process, PLC, Field Server, Redundant, Chiller, Accumulated operating time

กิตติกรรมประกาศ

ที่โครงงานนี้สำเร็จลุล่วงได้ เนื่องจากได้รับการสนับสนุนจากบุคลากรในบริษัทที่คอยให้คำแนะนำ และคำปรึกษาเป็นอย่างดี โดยเฉพาะคุณจีระศักดิ์ จุลเกาะซึ่งเป็นผู้ที่ควบคุมดูแลโครงงาน รวมถึงบุคลากรท่านอื่น ๆ ภายในสถานประกอยการที่ไม่ได้กล่าวนามทุกท่าน พร้อมทั้งบุคลากรหน้างานที่ไม่ได้กล่าวนามทุกท่านที่ค่อยช่วย อำนวยความสะดวกในการทดสอบต่างๆ

ขอขอบคุณ รศ.ดรไสว พงศ์สวัสดิ์ ผศ.ดร.ธีรวัฒน์ เทพมณี และบุคลากรที่รับผิดโครงการสหกิจทุกท่าน ที่ให้ความเมตตา และคำแนะนำแก้ผู่จัดทำโครงงานตลอดมา และขอขอบคุณ คณะอาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมอัตโนมัติทุกท่านที่ให้ความรู้ ทำให้โครงงานนี้สามารถดำเนินไปได้

ศุภณัฐ ไชยนอก

สารบัญ

เนื้อหา หน้าที่

บทคัดย่อภาษาไทย I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ IIII

กิตติกรรมประกาศ V

สารบัญ VII

สารบัญตาราง IXX

สารบัญรูป XI

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ 1

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน 2

1.3 ขอบเขตของโครงงาน 2

1.4 วิธีดำเนินการโครงงาน 3

บทที่ 2 ส่วนประกอบสำคัญของโครงงาน 5

2.1 ชิลเลอร์ (Chiller) 5

2.1.1 องค์ประกอบของชิลเลอร์ 5

2.1.2 หลักการทำงานของชิลเลอร์ 5

2.2 พีแอลซี (Programmable Logic Controller: PLC) 7

2.2.1 CPU 315-2 PN/DP 7

2.2.2 Input/Output Module 7

2.2.3 Communication Module 7

2.2.4 ภาษาที่ใช้ในการโปรแกรมพีแอลซี 7

2.3 ฟิลด์เซิร์ฟเวอร์ (Field Server) 9

สารบัญ(ต่อ)

เนื้อหา หน้าที่

บทที่ 3 การควบคุมกระบวนการผลิตน้ำเย็นด้วยซิลเลอร์ที่มีการสำรอง 11

3.1 กล่าวนำ 11

3.2 กระบวนการผลิตน้ำเย็นด้วยซิลเลอร์ 11

3.2.1 โครงสร้างของกระบวนการผลิตน้ำเย็น 11

3.2.2 ขั้นตอนการควบคุมอุปกณ์ในกระบวนการผลิตน้ำเย็นด้วยซิลเลอร์ 13

3.3 การสร้างเครือข่ายการสื่อสารโดยการใช้ฟิลด์เซิร์ฟเวอร์เป็นตัวกลางในเชื่อมต่อ 22

3.3.1 ศึกษา และทดลองใช้งานฟิลด์เซิร์ฟเวอร์ กับพีแอลซีในการสื่อสาร 22

3.3.2 สร้างโครงสร้างเน็ตเวิร์คภายในกระบวนการ 46

3.4 การสร้างระบบควบคุม 47

3.4.1 ดำเนินการเขียน และทดสอบโปรแกรมพีแอลซี 47

3.4.2 ตัวอย่างโปรแกรมของพีแอลซี 48

3.5 การสร้างระบบแสดงผล 54

3.5.1 ขั้นตอนการดำเนินงานพัฒนา 54

3.5.2 จัดทำเอกสารคู่มือใช้งานระบบแสดงผล 59

บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน 60

4.1 กล่าวนำ 60

4.2 ขั้นตอนการทดสอบ 60

4.2.1 ทดสอบการใช้งานสัญญาณ Input และ Output ของพีแอลซี 60

4.2.2 ทดสอบการสื่อสารภายในกระบวนการ 64

4.2.3 ทดสอบการทำงานของระบบควบคุมในด้านการควบคุม และการแสดงผล 66

4.3 ผลของการทดสอบ 68

สารบัญ(ต่อ)

เนื้อหา หน้าที่

บทที่ 5 สรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ 70

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน 70

5.2 ปัญหาและอุปสรรค 70

5.3 ข้อเสนอแนะ 70

เอกสารอ้างอิง 71

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้าที่**

1.1 แผนการดำเนินงาน....3

3.1 ตัวอย่างข้อมูลบ้างส่วนที่ใช้ในการควบคุม และแสดงผล....23

3.2 การตั้งค่า Connections Port ภายในฟิลด์เซิร์ฟเวอร์ในการทดลองครั้งที่ 1....24

3.3 การตั้งค่า Node Descriptors ภายในฟิลด์เซิร์ฟเวอร์ในการทดลองครั้งที่ 1....24

3.4 การตั้งค่า Map Descriptors ภายในฟิลด์เซิร์ฟเวอร์ในการทดลองครั้งที่ 1....25

3.5 ผลการทดลองครั้งที่ 1....27

3.6 การตั้งค่า Connections Port ภายในฟิลด์เซิร์ฟเวอร์ในการทดลองครั้งที่ 2....29

3.7 การตั้งค่า Node Descriptors ภายในฟิลด์เซิร์ฟเวอร์ในการทดลองครั้งที่ 2....29

3.8 การตั้งค่า Map Descriptors ภายในฟิลด์เซิร์ฟเวอร์ในการทดลองครั้งที่ 2....30

3.9 พารามิเตอร์ของ BLOCK S_SEND....32

3.10 ลำดับการทำงานประกอบกับ Frame ข้อมูลที่จะใช้ในการส่งจากพีแอลซีไปสู่ฟิลด์เซิร์ฟเวอร์..34

3.11 พารามิเตอร์ของ BLOCK S_RCV....35

3.12 ลำดับการทำงานประกอบกับพารามิเตอร์ของ BLOCK S_RCV....36

3.13 การตั้งค่าฟิลด์เซิร์ฟเวอร์เพื่อทำการแยกข้อมูลประเภททศนิยมออกเป็น 2 Word....37

3.14 การเปลี่ยนแปลงการตั้งค่า Map ของฟิลด์เซิร์ฟเวอร์....38

3.15 ผลการทดลองครั้งที่ 2....39

3.16 การแก้ไขการตั้งค่า Map Descriptor จากการทดลองครั้งที่ 2 เพื่อการทดลองครั้งที่ 3....41

3.17 การตั้งค่าคำสั่งภายใน Move เพื่อการรวม Data Arrays ที่ไม่ต้องทำการแก้ไขผ่านพีแอลซี....42

3.18 การตั้งค่าคำสั่งภายใน Move เพื่อการแก้ไขข้อมูลของอุปกรณ์ Chiller 01....42

3.19 การตั้งค่าคำสั่งภายใน Move เพื่อการแก้ไขข้อมูลของอุปกรณ์ Chiller 02....43

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่ **หน้าที่**

3.20 การตั้งค่าคำสั่งภายใน Move เพื่อการแก้ไขข้อมูลของอุปกรณ์ SCWP (BP).....43

3.21 ลำดับการทำงานประกอบกับ Frame ข้อมูล.....44

3.22 ผลการทดลองครั้งที่ 3.....46

3.23 ตัวอย่างพารามิเตอร์ที่ใช้การมอนิเตอร์แบบเรียลไทม์บนเอชเอ็มไอ.....56

3.24 ตัวอย่างพารามิเตอร์ที่ใช้การมอนิเตอร์แบบเทรนด์บนเอชเอ็มไอ.....57

3.25 ตัวอย่างสถานะความผิดปกติที่จะถูกแจ้งเตือนบนเอชเอ็มไอ.....58

4.1 I/O List ที่ใช้ในการทดสอบสัญญาณ Analog.....60

4.2 I/O List ที่ใช้ในการทดสอบสัญญาณ Digital Input.....62

4.3 I/O List ที่ใช้ในการทดสอบสัญญาณ Digital Output.....63

4.4 ผลการทดสอบ Analog Input.....68

4.5 ผลการทดสอบ Digital Input / Output.....68

4.6 ผลการทดสอบระบบแมนนวลผ่านการสั่งด้วยหน้าจอเอชเอ็มไอ.....69

4.7 ผลการทดสอบระบบอัตโนมัติ.....69

4.8 ผลการทดสอบระบบการแสดงผล และแจ้งเตือนของเอชเอ็มไอ.....69

สารบัญรูป

รูปที่ **หน้าที่**

2.1 วัฏจักรของสารทำความเย็น และวงจรการทำงานของสารทำความเย็น.....6

2.2 CPU 315-2 PN/DP.....7

2.3 FieldServer Serial-Ethernet QuickServer.....9

2.4 Internal Architecture เบื้องต้น.....9

3.1 กระบวนการผลิตน้ำเย็นแบบระบายความร้อนด้วยน้ำ.....11

3.2 โครงสร้างเน็ตเวิร์คของกระบวนการ.....12

3.3 ผังการทำงานในส่วนภาพรวมของระบบควบคุม.....14

3.4 ผังการทำงานในส่วนการควบคุมระบบเครื่องสูบน้ำเย็นย่อย.....15

3.5 ผังการทำงานในส่วนการเริ่มต้นเดินเครื่องชิลเลอร์เครื่องแรก.....16

3.6 ผังการทำงานในการตัดสินใจเพิ่มเติมชิลเลอร์.....17

3.7 ผังการทำงานในการตัดสินใจลดชิลเลอร์.....18

3.8 ผังการทำงานในส่วนของการเดินเครื่องชิลเลอร์เพิ่มเติม.....19

3.9 ผังการทำงานในส่วนของการลดจำนวนการทำงานชิลเลอร์.....20

3.10 ผังการทำงานในส่วนของการสลับเปลี่ยนอุปกรณ์ที่ทำงานเนื่องจากระยะเวลาการทำงาน.....21

3.11 ผังการทำงานในส่วนของการสลับเปลี่ยนอุปกรณ์ที่ทำงานเนื่องจากความผิดพลาด.....21

3.12 โครงสร้างเน็ตเวิร์คของการทดลองฟิลด์เซิร์ฟเวอร์ครั้งที่ 1.....22

3.13 โครงสร้างโปรแกรมของฟิลด์เซิร์ฟเวอร์ที่ใช้ในการทดลองครั้งที่ 1.....24

3.14 หน้าต่าง GUI ของฟิลด์เซิร์ฟเวอร์ที่ใช้ในการอัพโหลด และดาวน์โหลดการตั้งค่า.....26

3.15 หน้าต่าง GUI ของฟิลด์เซิร์ฟเวอร์ที่ใช้ในการตรวจสอบผลการทดลอง.....26

3.16 ลักษณะการสื่อสารระหว่างพีแอลซี และฟิลด์เซิร์ฟเวอร์.....28

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่ หน้าที่

3.17 โครงสร้างโปรแกรมของฟิลด์เซิร์ฟเวอร์ที่ใช้ในการทดลองครั้งที่ 2....29

3.18 ตัวอย่างการเพิ่มโมดูล ET 200S IM 151-1....31

3.19 ตัวอย่างการตั้งค่าโมดูล ET 200S 1SI ภายใน TIA....31

3.20 ตัวอย่างการตั้งค่าโมดูล ET 200S 1SI ภายใน TIA....31

3.21 Modbus frame....32

3.22 ผังการทำงานในส่วนโปรแกรมการสื่อสารของพีแอลซี....33

3.23 ตัวอย่างของ Frame ภายใน Data Block....34

3.24 โครงสร้างเน็ตเวิร์คของการทดลองฟิลด์เซิร์ฟเวอร์ครั้งที่ 2....36

3.25 ตัวแปร Float ตามมาตรฐาน IEEE 754....38

3.26 ตัวอย่างการใช้งานคำสั่ง DWORD_TO_REAL....38

3.27 โครงสร้างโปรแกรมของฟิลด์เซิร์ฟเวอร์ที่ใช้ในการทดลองครั้งที่ 3....40

3.28 ผังการทำงานในส่วนโปรแกรมการสื่อสารของพีแอลซีปรับปรุงครั้งที่ 1....45

3.29 โครงสร้างเน็ตเวิร์คที่ได้จากการสรุปผลการทดลอง....47

3.30 ตัวอย่างการจำลองการทำงานของพีแอลซีด้วย TIA V14 SP1....48

3.31 ตัวอย่างภาษา Ladder ที่ทำหน้าที่ในการควบคุมลำดับการปิด-เปิดของอุปกรณ์....49

3.32 ตัวอย่างภาษา Ladder ที่ทำหน้าที่ในการควบคุมการปิด-เปิดของอุปกรณ์....49

3.33 ตัวอย่างภาษา Ladder ที่ทำหน้าที่ในแปลงสัญญาณที่ได้รับมาจากเครื่องมือวัด....50

3.34 ตัวอย่างภาษา Ladder ที่ทำหน้าที่ในการวนการทำงานเพื่อการสื่อสาร....50

3.35 ตัวอย่างภาษา SCL ที่ทำหน้าที่ในการเลือกอุปกรณ์ที่จะต้องทำงาน-หยุดทำงาน....51

3.36 ตัวอย่างภาษา SCL ที่ทำหน้าที่ในการจัดเรียงข้อมูลที่ได้รับจากน้อยไปหามาก....51

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่ **หน้าที่**

3.37 ตัวอย่างภาษา SCL ที่ทำหน้าที่ในการนับเวลาการทำงาน....52

3.38 ตัวอย่างภาษา SCL ที่ทำหน้าที่ในการแปลงข้อมูล....52

3.39 ตัวอย่างภาษา STL ที่ทำหน้าที่ในการตั้งค่าพารามิเตอร์ เมื่อเริ่มต้นเปิดพีแอลซี....53

3.40 ตัวอย่างภาษา STL ที่ทำหน้าที่ในการตั้งค่าพารามิเตอร์ เมื่อเริ่มต้นเปิดพีแอลซี....53

3.41 ตัวอย่าง Animation ภายในเอชเอ็มไอ....54

3.42 ตัวอย่างโปรแกรม Animation ภายในพีแอลซี....55

3.43 ตัวอย่างการอ่านเวลาของ PLC....55

3.44 ตัวอย่างการเชื่อมโยงเวลาระหว่างพีแอลซีและเอชเอ็มไอ....56

3.45 ตัวอย่างของ HMI manual 1....59

3.46 ตัวอย่างของ HMI manual 2....59

4.1 คู่มือในการเข้าสายเพื่อวัดกระแส....61

4.2 คู่มือในการเข้าสายเพื่อวัดค่าความต้านทาน....61

4.3 ตัวอย่าง Watch Tables....63

4.4 โครงสร้างโปรแกรมของฟิลด์เซิร์ฟเวอร์ที่ใช้ในการทดสอบการสื่อสาร....64

4.5 Network topology แบบ Multi point ของ RS – 485....65

4.6 หน้าต่าง GUI ของฟิลด์เซิร์ฟเวอร์ ที่ใช้ในการดูผลของการสื่อสารเบื้องต้น....65

4.7 ตัวอย่างหน้าจอเอชเอ็มไอหน้า Chiller zone....67

4.8 ตัวอย่างหน้าจอเอชเอ็มไอหน้า Cool water tank zone....67

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

ชิลเลอร์ (Chiller) โดยทั่วไปถูกใช้ในกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการทำความเย็น เช่น กระบวนการปรับอากาศ และกระบวนการผลิตน้ำเย็น เป็นต้น แต่ในโครงงานนี้ได้ทำการศึกษาเฉพาะในกระบวนการผลิตน้ำเย็นด้วยชิลเลอร์ (Water-Cooled Chiller System) โดยกระบวนการผลิตสุราที่โรงงานแห่งหนึ่งได้นำเอากระบวนการผลิตน้ำเย็นที่ศึกษาไปควบคุมอุณหภูมิของน้ำที่จะนำไปใช้ในการแลกเปลี่ยนความร้อนกับสุราในขั้นตอนของการหมักสุรา เนื่องจากสุราจะถูกหมักในถังขนาดใหญ่ จึงทำให้เกิดความต้องการใช้น้ำเย็นเป็นปริมาณมาก ดังนั้นกระบวนการผลิตน้ำเย็นควรเป็นระบบที่มีความพร้อมในการทำงานสูง (High Availability) เพื่อลดโอกาสการหยุดชะงักในการจ่ายน้ำเย็น ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อกระบวนการผลิตสุรา อาจทำให้เกิดความเสียหายต่อสุราที่ต้องการผลิต เพื่อเป็นการเพิ่มความพร้อมในการทำงานของกระบวนการผลิตน้ำเย็นด้วยชิลเลอร์ โรงงานแห่งนี้จึงมีความต้องการที่จะใช้ชิลเลอร์ และเครื่องสูบน้ำที่มีการสำรองการทำงาน (Redundant) ในกระบวนการผลิตน้ำเย็นด้วยชิลเลอร์

โครงงานจึงได้นำเสนอการควบคุมการทำงานของชิลเลอร์ที่มีการสำรอง โดยมีแนวคิดในการจัดการการสำรองในการทำงานของชิลเลอร์ ที่คำนึงถึงอายุการใช้งาน และความสามารถในการผลิตน้ำเย็นอย่างต่อเนื่อง นอกจากนี้ยังมีการใช้เครื่องสูบน้ำที่มีการสำรองเช่นเดียวกัน เพื่อเพิ่มความพร้อมในการผลิตน้ำเย็น ซึ่งระบบควบคุมที่สร้างขึ้นจะประกอบด้วยพีแอลซี (Programmable Logic Controller : PLC) เอชเอ็มไอ (Human Machine Interface : HMI) และฟิลด์เซิร์ฟเวอร์ (Field Server) โดยพีแอลซีใช้ในการสั่งการเปิด-ปิดอุปกรณ์ที่ไม่มีตัวควบคุม (Controller) ได้แก่ เครื่องสูบน้ำหลัก และวาล์วในกระบวนการผลิตน้ำเย็นที่ศึกษา และใช้พีแอลซีทำงานร่วมกับฟิลด์เซิร์ฟเวอร์เพื่อกำหนดสถานะการทำงานของชิลเลอร์ และอุปกรณ์ที่มีตัวควบคุมในกระบวนการผลิตน้ำเย็นด้วยชิลเลอร์ ส่วนเอชเอ็มไอที่เป็นหน้าจอแบบสัมผัส (Touch Screen) ใช้ในการแสดงผลแบบกราฟิก (Graphical Display) เพื่อการเฝ้าระวัง (Monitoring) และติดตามการทำงานของกระบวนการผลิตน้ำเย็นที่ถูกควบคุมให้กับผู้ปฏิบัติงาน (Operator) ที่หน้างาน

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1. สร้างระบบควบคุมที่ใช้พีแอลซีทำงานร่วมกับฟิลด์เซิร์ฟเวอร์โดยการเขียนโปรแกรมด้วย TIA V14 SP1 และ Excel ตามลำดับ โดยที่จะใช้พีแอลซีในการสั่งการเปิด-ปิดเครื่องสูบน้ำหลัก กับวาล์ว และใช้พีแอลซีทำงานร่วมกับฟิลด์เซิร์ฟเวอร์เพื่อกำหนดสถานะการทำงานของชิลเลอร์ และเครื่องสูบน้ำย่อยในกระบวนการผลิตน้ำเย็นด้วยชิลเลอร์

2. สร้างเอชเอ็มไอของระบบควบคุมด้วยโปรแกรม TIA V14 SP1 ที่สามารถเฝ้าระวังสถานะการทำงานของชิลเลอร์ และอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในกระบวนการผลิตน้ำเย็นที่ควบคุมพร้อมกับมีการแสดงพารามิเตอร์ที่สำคัญของกระบวนการที่ควบคุมในรูปแบบกราฟิก

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

1. ระบบควบคุมที่สร้างขึ้นประกอบด้วย พีแอลซีรุ่น CPU 315-2 PN/DP ของ Siemens หน้าจอแบบสัมผัสรุ่น HMI TP1500 Comfort ของ Siemens และฟิลด์เซิร์ฟเวอร์รุ่น Serial-Ethernet QuickServer ของ Prosoft Technology

2. ระบบควบคุมที่สร้างขึ้น มีการใช้พีแอลซีในการสั่งการเปิด-ปิดอุปกรณ์ ได้แก่ เครื่องสูบน้ำหลักที่จ่ายน้ำเย็นหลังผ่านการแลกเปลี่ยนความร้อนกับสุราให้กับชิลเลอร์ 2 เครื่อง และวาล์วที่ไว้ป้องกันชิลเลอร์ 4 ตัว นอกจากนี้ยังใช้พีแอลซีทำงานร่วมกับฟิลด์เซิร์ฟเวอร์เพื่อกำหนดสถานะการทำงานของชิลเลอร์ และอุปกรณ์ที่มีตัวควบคุม ได้แก่ เครื่องสูบน้ำย่อยที่จ่ายน้ำเย็นให้กับกระบวนการหมักสุราจำนวน 1 เครื่อง และชิลเลอร์ 2 เครื่อง

3. ระบบควบคุมที่สร้างขึ้นสามารถกำหนดรูปแบบการทำงานของชิลเลอร์ และเครื่องสูบน้ำหลักอย่างละ 2 เครื่องที่ใช้ในการสำรองทำงานซึ่งกันและกัน โดยคำนึงถึงอายุการใช้งานที่สัมพันธ์กับการรักษาสมดุลเวลาทำงานสะสมของอุปกรณ์ และความสามารถในการผลิตน้ำเย็นอย่างต่อเนื่องที่เกี่ยวข้องกับการตอบสนองต่อความผิดปกติของอุปกรณ์ และอุณหภูมิของน้ำเย็นในกระบวนการผลิตน้ำเย็น โดยในโปรแกรมกำหนดให้มี 3 โหมดการทำงานได้แก่ ‘Manual’ คือโหมดที่ผู้ปฏิบัติงานสามารถเลือกกำหนดการทำงานของชิลเลอร์ และอุปกรณ์อื่น ๆ ในกระบวนการผลิตน้ำเย็นได้เอง ส่วนโหมดการทำงานแบบอัตโนมัติ ที่กำหนดเวลาทำงานของชิลเลอร์และอุปกรณ์ได้ล่วงหน้าโดยคำนึงถึงเวลาทำงานสะสมของอุปกรณ์คือ ‘Schedule-Auto’ และ ‘24 Hour-Auto’ คือโหมดที่จะทำการสลับการทำงานของชิลเลอร์และอุปกรณ์ตามเวลาทำงานสะสมของอุปกรณ์ทุก ๆ 24 ชั่วโมง

4. เอชเอ็มไอที่สร้างขึ้นมีการแสดงผล ตั้งค่า บันทึกค่า และแจ้งเตือนสำหรับพารามิเตอร์ที่สำคัญในกระบวนการที่ควบคุม ซึ่งพารามิเตอร์ที่มีการแสดงผลแบบเวลาจริง (Real Time) ได้แก่ สถานะของชิลเลอร์และอุปกรณ์ อุณหภูมิ ความชื้น อัตราการไหล และพลังงานไฟฟ้าของกระบวนการ

ที่ควบคุม ส่วนพารามิเตอร์ที่มีการแสดงผลแบบกราฟ (Trend) ได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้น อัตราการไหล และพลังงานไฟฟ้าของกระบวนการที่ควบคุม

1.4 วิธีดำเนินการโครงงาน

1. จัดทำเอกสารแสดงลำดับการทำงานของกระบวนการย่อยและอุปกรณ์ต่าง ๆ ในกระบวนการผลิตน้ำเย็นที่ศึกษา จากการอ่านเอกสาร การค้นหาข้อมูล การรับฟังคำชี้แจงข้อกำหนดงานของโรงงาน และการปรึกษาผู้นิเทศ

2. วางโครงสร้างระบบการสื่อสารในกระบวนการผลิตน้ำเย็นที่ศึกษา จากผลการทดลองในการใช้งานฟิลด์เซิร์ฟเวอร์

3. เขียนโปรแกรมของพีแอลซี พร้อมทดสอบการทำงานผ่านการจำลอง

4. สร้างส่วนเอชเอ็มไอสำหรับการแสดงผล และควบคุมกระบวนการผลิตน้ำเย็นที่ศึกษา และทดสอบการทำงานผ่านการจำลอง

5. ทดสอบการใช้งานสัญญาณอินพุต และเอาต์พุตของพีแอลซี

6. ทดสอบการสื่อสารของระบบควบคุมที่สร้างขึ้นในกระบวนการผลิตน้ำเย็นที่ศึกษา

7. ทดสอบการทำงานของระบบควบคุมที่ได้จัดทำขึ้นทั้งในด้านการควบคุมและการแสดงผล

8. จัดทำคู่มือแสดงถึงการใช้งานระบบที่สร้างให้กับผู้ปฏิบัติงาน

ตารางที่ 1.1 แผนการดำเนินงาน

ลำดับ	หัวข้องาน	เดือนที่ 1				เดือนที่ 2				เดือนที่ 3				เดือนที่ 4			
1	ศึกษาเกี่ยวกับกระบวนการผลิตน้ำเย็นด้วยการระบายความร้อนด้วยน้ำ																
2	จัดทำเอกสารผังการทำงานของกระบวนการ																
3	ศึกษาการใช้งานฟิลด์เซิร์ฟเวอร์ ในการสื่อสารผ่าน BACnet																
4	ทดสอบการใช้งานฟิลด์เซิร์ฟเวอร์ ในการสื่อสารผ่าน BACnet																
5	เขียนโปรแกรมของพีแอลซีตามเอกสารผังการทำงานที่ได้จัดทำขึ้น																

ตารางที่ 1.1 (ต่อ) แผนการดำเนินงาน

ลำดับ	หัวข้องาน	เดือนที่ 1	เดือนที่ 2	เดือนที่ 3	เดือนที่ 4
6	ทดสอบการทำงานของพีแอลซี ผ่านการจำลอง				
7	ศึกษาการใช้งานฟิลด์เซิร์ฟเวอร์ ในการสื่อสารกับพีแอลซี				
8	ทดสอบการใช้งานฟิลด์เซิร์ฟเวอร์ ในการสื่อสารกับพีแอลซี				
9	วางแผนและ ออกแบบการสื่อสารภายในระบบควบคุม				
10	ออกแบบ และวาดหน้าจอต่าง ๆ ของเอชเอ็มไอ				
11	ทดสอบการทำงานของเอชเอ็มไอผ่านการจำลอง				
12	ทดสอบการใช้งานสัญญาณอินพุต และเอาต์พุตพีแอลซี				
13	ทดสอบการสื่อสารของระบบที่สร้าง				
14	ทดสอบการทำงานของระบบที่สร้างในโหมดแมนนวล				
15	ทดสอบการทำงานของระบบที่สร้างในโหมดอัตโนมัติ				
16	จัดทำคู่มือการใช้งานของระบบที่สร้าง				

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ระบบควบคุมที่สร้างขึ้น เพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของกระบวนการผลิตน้ำเย็นด้วยชิลเลอร์ได้ในด้านความพร้อมในการทำงาน และการรักษาอายุของอุปกรณ์ โดยอาศัยการทำงานของพีแอลซีควบคู่กับฟิลด์เซิร์ฟเวอร์

2. มีการแสดง บันทึกค่า และควบคุมการทำงานของกระบวนการผลิตน้ำเย็นด้วยชิลเลอร์ผ่านเอชเอ็มไอได้

บทที่ 2
ส่วนประกอบสำคัญของโครงงาน

ภายในบทที่ 2 นี้จะกล่าวถึง ชิลเลอร์ พีแอลซี และฟิลด์เซิร์ฟเวอร์

2.1 ชิลเลอร์ (Chiller)

2.1.1 องค์ประกอบของชิลเลอร์

ชิลเลอร์ คือ เครื่องทำความเย็น หรือ เครื่องทำน้ำเย็น มีทั้งขนาดใหญ่และเล็กที่มีหน้าที่ในการผลิตความเย็น ปรับลดอุณหภูมิ โดยใช้น้ำเป็นตัวหลักในการแลกเปลี่ยน หรือถ่ายเทความเย็นจากตัวเครื่องชิลเลอร์ โดยชุดแลกเปลี่ยนความเย็นในระบบชิลเลอร์ เรียกว่าอีเวปโปเรเตอร์เพื่อนำไปใช้กับโหลดที่ต้องการ เช่น เครื่องปรับอากาศแบบใช้น้ำเย็นจากเครื่องชิลเลอร์ (ส่วนมากใช้ตามอาคารห้างสรรพสินค้า โรงพยาบาล และ โรงงานที่มีเครื่องปรับอากาศจำนวนมาก) ห้องต่างๆ ของอาคาร การระบายความร้อนของเครื่องจักร อุปกรณ์หลักๆที่สำคัญของเครื่องชิลเลอร์ มีดังนี้

1. คอมเพรสเซอร์ (Compressor)
2. ชุดคอนเดนเซอร์ (Condenser)
3. อุปกรณ์ลดแรงดัน (Expansion Valve)
4. ชุดอีเวปโปเรเตอร์ (Evaporator)

2.1.2 หลักการทำงานของชิลเลอร์

1. จ่ายพลังงานไฟฟ้าเข้าไปคอมเพรสเซอร์ทำงานเพื่อเริ่มต้นระบบดูดและจ่ายสารทำความเย็นและเพิ่มแรงดันกับความร้อนให้กับสารทำความเย็น

2. สารทำความเย็นถูกส่งมาจากคอมเพรสเซอร์ เข้าไปยังคอนเดนเซอร์เพื่อควบแน่นและนำความร้อนออก

3. ชุดคอนเดนเซอร์ ระบายความร้อนของสารทำความเย็นออกและควบแน่นสารทำความเย็นให้เปลี่ยนสถานะจากไอ (Vapor) กลายเป็นของเหลว (Liquid) โดยจุดที่เปลี่ยนสถานะจากไอกลายไปเป็นของเหลวที่ไม่มีไอปะปนนั้นเราเรียกว่าซับคูล (Subcool) แต่ยังมีแรงดันยังสูงอยู่ ก่อนถูกส่งไปลดแรงดันต่อไป

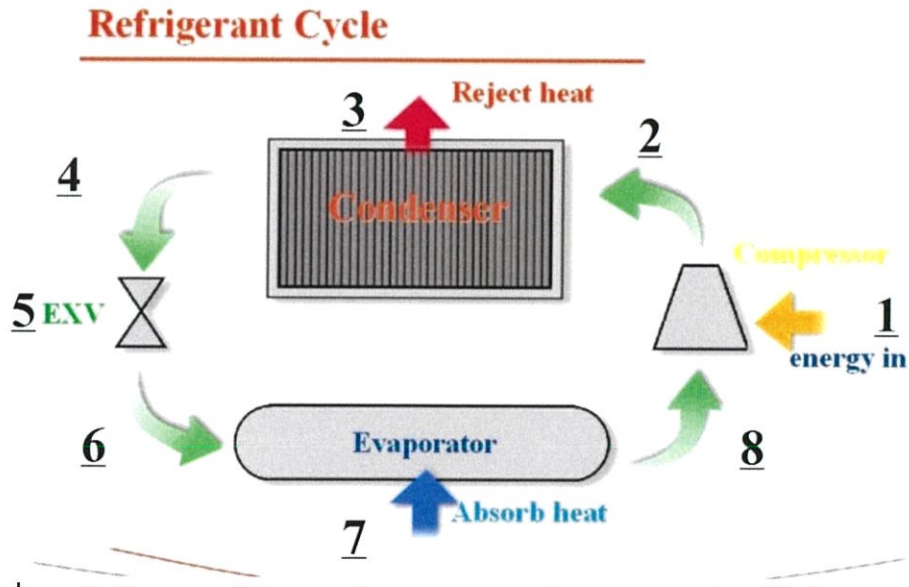
4. สารทำความเย็นที่ผ่านชุดคอนเดนเซอร์ ระบายความร้อนและควบแน่น แล้วถูกส่งมายังอุปกรณ์ลดแรงดัน โดยจุดนี้สารทำความเย็นอยู่ในสถานะเป็นของเหลวโดยหากในระบบมีติดตั้ง Side glass ก็จะมองเห็นสารทำความเย็นที่อยู่ในสถานะของเหลวอย่างชัดเจน แต่จุดนี้แรงดันยังสูงอยู่

5. สารทำความเย็นที่มีสภานะเป็นของเหลว ถูกลดแรงดันโดยอุปกรณ์ลดแรงดัน เพื่อให้เปลี่ยนสถานะจากของเหลว แรงดันสูงเป็นของเหลวแรงดันต่ำ การเปลี่ยนสถานะตรงนี้ทำให้เกิดความเย็นขึ้นเราจึงนำความเย็นที่ได้จากจุดนี้เริ่มเอาไปใช้งาน

6. สารทำความเย็นในสถานะของเหลวแรงดันต่ำ ถูกส่งเขาไปถ่ายเทความเย็นออกในชุดอีเวปโปเรเตอร์

7. ชุดอีเวปโปเรเตอร์ ถ่ายเทความเย็นของสารทำความเย็นออกและเปลี่ยนสถานะสารทำความเย็นให้เป็นไออีกครั้ง โดยการนำความร้อนจากภายนอกมาแลกเปลี่ยนยังชุดอีเวปโปเรเตอร์ โดยจุดที่สารทำความเย็นถูกแลกเปลี่ยนจากความร้อนภายนอก เมื่อมีความร้อนจากภายนอกเข้ามาถ่ายเทความเย็นกับสารทำความเย็นทำให้เปลี่ยนสถานะจากของเหลว กลายไปเป็นไอเราเรียกว่าจุดความร้อนยิ่งยวด (Superheat) และเมื่อสารทำความเย็นถูกถ่ายเทความเย็นออกหมดจนกลายไปเป็นไอ ก็จะถูกจะส่งไปยังคอมเพรสเซอร์

8. สารทำความเย็นที่กลายเป็นไอ ถูกส่งไปยังคอมเพรสเซอร์เพื่อเริ่มกระบวนการอีกครั้ง

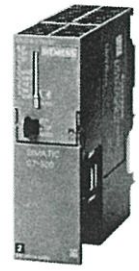


รูปที่ 2.1 วัฏจักรของสารทำความเย็น และวงจรการทำงานของสารทำความเย็น

2.2 พีแอลซี (Programmable Logic Controller: PLC)

เป็นเครื่องควบคุมอัตโนมัติในโรงงานอุตสาหกรรม ที่สามารถจะโปรแกรมได้ ถูกสร้างและพัฒนาขึ้นมาเพื่อทดแทนวงจรรีเลย์ อันเนื่องมาจากความต้องการที่อยากจะได้เครื่องควบ คุมที่มีราคาถูกสามารถใช้งานได้อย่างเอนกประสงค์ และสามารถเรียนรู้การใช้งานได้ง่าย

2.2.1 CPU 315-2 PN/DP



รูปที่ 2.2 CPU 315-2 PN/DP

จากรูปที่ 2.2 จะเป็น CPU ที่ใช้ภายในโครงงานนี้โดยจะสามารถสื่อสารได้ทั้ง Profinet และ Profibus ใช้ไฟ 24VDC ในการทำงาน

2.2.2 Input/Output Module

คือโมดูลที่ทำหน้าที่ในการแปลงสัญญาณอนาล็อก หรือดิจิตอลให้เป็นสัญญาณที่ใช้สื่อสารกันในพีแอลซีเพื่อการรับข้อมูล (Input) นอกจากนี้ยังสามารถแปลงสัญญาณที่ใช้สื่อสารกันในพีแอลซีให้เป็นสัญญาณอนาล็อก หรือดิจิตอลเพื่อใช้ในการส่งข้อมูล (Output) ได้อีกด้วย

2.2.3 Communication Module

คือโมดูลที่ทำการแปลงโปรโตคอลของการสื่อสารที่นอกเหนือจาก ปรโตคอลของพีแอลซี ให้กลายเป็นการสื่อสารที่เป็นโปรโตคอลของพีแอลซี หรือในการกลับกันเพื่อการสื่อสารกับอุปกรณ์อื่น ๆ ที่ทำงานร่วมกัน โดยในโครงงานนี้จะใช้ ET 200S 1SI ทำงานร่วมกับ ET 200S IM 151-1 เพื่อแปลงการสื่อสารจาก Profibus ให้กลายเป็น Modbus RTU

2.2.4 ภาษาที่ใช้ในการโปรแกรมพีแอลซี

ในการโปแกรมพีแอลซีนั้นจะอาศัยภาษาทั้งหมด 3 ภาษาด้วยอันอันได้แก่ 1. LAD (Ladder) 2. SCL (Structured Control Language) และ 3. STL (Statement List) โดยภาษาทั้งสามจะถูกนำมาใช้ตามความสามารถในการทำงานผ่านการตัดสินใจของผู้จัดทำเอง โดยจะสามารถเรียนรู้ได้จาก [1] ในเอกสารอ้างอิง

(1) LAD (Ladder)

ภาษา Ladder นั้นจะถูกนำมาใช้ในโปรแกรมที่ต้องการ การทำงานในรูปแบบที่เป็นขั้นเป็นตอน ไม่มีความซับซ้อนมากมายโดยภายในโครงงานนี้ภาษา Ladder จะถูกนำมาใช้ในการควบคุมการปิด-เปิดของอุปกรณ์ต่างๆ การเปิด-ปิดโหมดการทำงาน การแปลงสัญญาณที่ได้จากอุปกร์วัดและการวนการทำงานเพื่อควบคุมพารามิเตอร์ที่ใช้ในการสื่อสาร ซึ่งภายในการทำงานหลายๆส่วนจะต้องทำงานควบคู่กับภาษาอีกสองภาษาที่หลืออยู่

(2) SCL (Structured Control Language)

ภาษา SCL นั้นจะถือได้ว่าเป็นภาษาที่ใกล้เคียงกับภาษาคอมพิวเตอร์มากที่สุด (ภายในโปรแกรม TIA) จึงถือได้ว่าเป็นภาษาที่มีความซับซ้อนในการใช้งานอย่างมาก แต่เป็นภาษาที่สามารถทำงานที่ซับซ้อน หรือต้องการการตัดสินใจ วนการทำงาน และการทำงานเฉพาะได้ ผู้จัดทำจึงได้นำภาษาดังกล่าวมาใช้ใน การตัดสินใจเลือกอุปกรณ์ชนิดเดียวกันมาใช้ทำงาน การจัดเรียงอุปกรณ์ชนิดเดียวกันตามระยะเวลาทำงาน และสถานะของอุปกรณ์ การแปลงชนิดข้อมูล

(3) STL (Statement List)

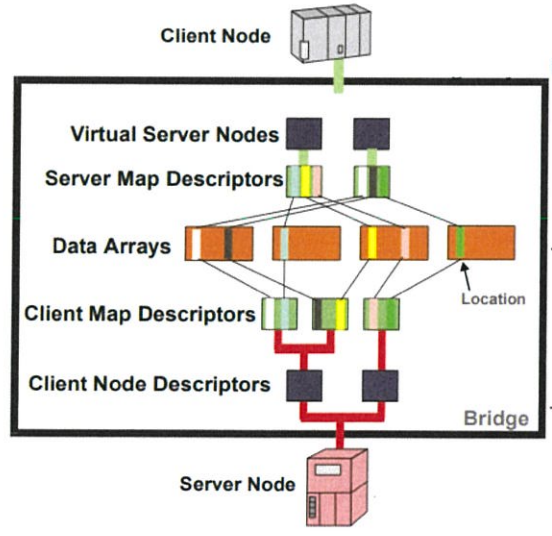
โดย STL นั้นจะเป็นภาษาที่มีความสามารถคล้ายคลึงกับภาษา Ladder แต่จะมีข้อแตกต่างในการใช้งานความจำ การเก็บผลลัพธ์ ซึ่งผู้จัดทำได้ใช้ภาษาดังกล่าวในการตั้งค่าพารามิเตอร์ การเรียกใช้การทำงานบ้างอย่างเมื่อเริ่มต้นเปิดพีแอลซี รวมทั้งการจัดการการเก็บผลการสื่อสาร

2.3 ฟิลด์เซิร์ฟเวอร์ (Field Server)

ฟิลด์เซิร์ฟเวอร์คืออุปกรณ์ที่ถูกสร้างขึ้นให้ใช้งานในการสื่อสารระดับล่าง (หน้างาน) เพื่อเพิ่มความเร็วในการสื่อสาร และความพร้อมใช้งานของการสื่อสารได้ โดยในโครงงานจะใช้อุปกรณ์ตามรูปที่ 2.3

รูปที่ 2.3 FieldServer Serial-Ethernet QuickServer

ในการโปรแกรมฟิลด์เซิร์ฟเวอร์ทำได้โดยการใช้โปรแกรมที่สามารถอ่านไฟล์ CSV ได้ เช่น notepad และMicrosoft Excel เป็นต้น โดยหลักการ และฟังก์ชั้นในการเขียนโปรแกรมเบื้องต้นจะมีดังนี้



รูปที่ 2.4 Internal Architecture เบื้องต้น

จากรูปที่ 2.4 จะเห็นได้ว่าในการโปรแกรมตัว Field server นั้นจะประกอบไปด้วยองค์ประกอบ3อย่างคือ Node ,Map และ Data Arrays

(1) Node จะทำหน้าที่เหมือนการจำลองอุปกรณ์ขึ้นมาโดยจะมีองค์ประกอบพื้นฐาน ในการสื่อสารอาทิเช่น Address ,Protocol และ Baud rate ทั้งยังสามารถทำการกำหนดการทำงานได้ว่าจะเป็น Node ประเภท Active หรือ Passive

(2) Map จะเหมือนกับตัวกลางในการเชื่อมต่อระหว่าง Node กับ Data Arrays ซึ่งสามารถกำหนดฟังก์ชั้นในการทำงานว่ามีหน้าที่ในการ อ่าน อ่านอย่างต่อเนื่อง เขียน เขียนอย่างต่อเหนื่อง หรือทั้งเขียนและอ่าน เป็นต้น

(3) Data Arrays จะเป็นแหล่งจัดเก็บข้อมูลที่ได้รับมาจากการ Node ผ่าน Map หรือข้อมูลที่จะใช้ในการส่งไปสู่ Node ผ่าน Map

นอกเหนือจากองค์ประกอบข้างต้นแล้ว Field server ยังสามารถทำการคำนวณ หรือส่งข้อมูลภายในได้อีกด้วยโดยสามารถศึกษาการใช้งานเพิ่มเติมได้จาก [2] ในเอกสารอ้างอิง

บทที่ 3
การควบคุมกระบวนการผลิตน้ำเย็นด้วยชิลเลอร์ที่มีการสำรอง

3.1 กล่าวนำ

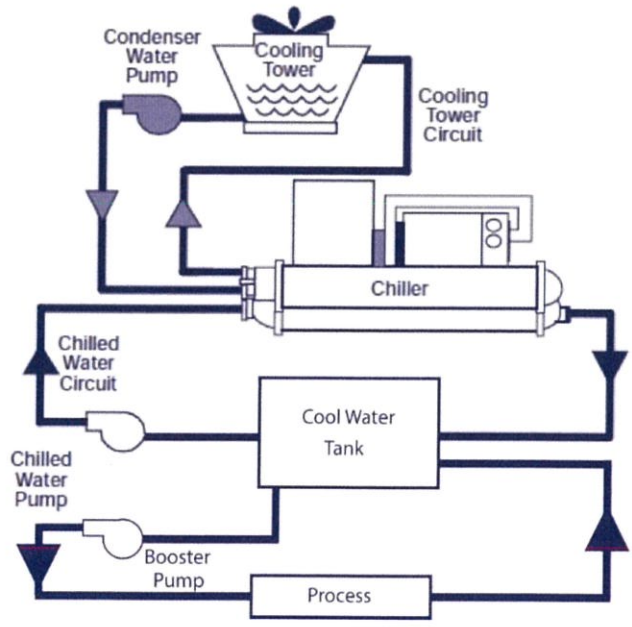
ภายในบทที่ 3 นี้จะเกี่ยวกับการออกแบบ และสร้างระบบควบคุมกระบวนการผลิตน้ำเย็นด้วยชิลเลอร์ที่มีการสำรอง (Water-Cooled Redundant Chiller System) ที่สามารถแบ่งการพัฒนาระบบออกได้เป็น 4 ส่วนได้แก่ ส่วนกระบวนการผลิตน้ำเย็นด้วยชิลเลอร์ ส่วนการสร้างเครือข่ายการสื่อสารโดยการใช้ฟิลด์เซิร์ฟเวอร์เป็นตัวกลางในการเชื่อมต่อ ส่วนการสร้างระบบควบคุม และส่วนการสร้างระบบแสดงผล

3.2 กระบวนการผลิตน้ำเย็นด้วยชิลเลอร์

3.2.1 โครงสร้างของกระบวนการผลิตน้ำเย็น

เนื่องจากผู้จัดทำโครงงานไม่สามารถนำเอกสาร P&ID มาให้ดูเพื่อเป็นตัวอย่างในการอธิบายได้จึงได้นำเอารูปที่ 3.1 และ3.2 มาใช้ในการอธิบายหลักการทำงานแทนเอกสาร P&ID

จากรูปที่ 3.1 จะสามารถแบ่งตามวงจรในการไหลของน้ำได้ทั้งหมดอยู่ 3 วงจร ได้แก่ วงจรน้ำระบายความร้อน วงจรน้ำเย็น และวงจรน้ำจ่ายน้ำเย็นให้ผลิตภัณฑ์



รูปที่ 3.1 กระบวนการผลิตน้ำเย็นแบบระบายความร้อนด้วยน้ำ

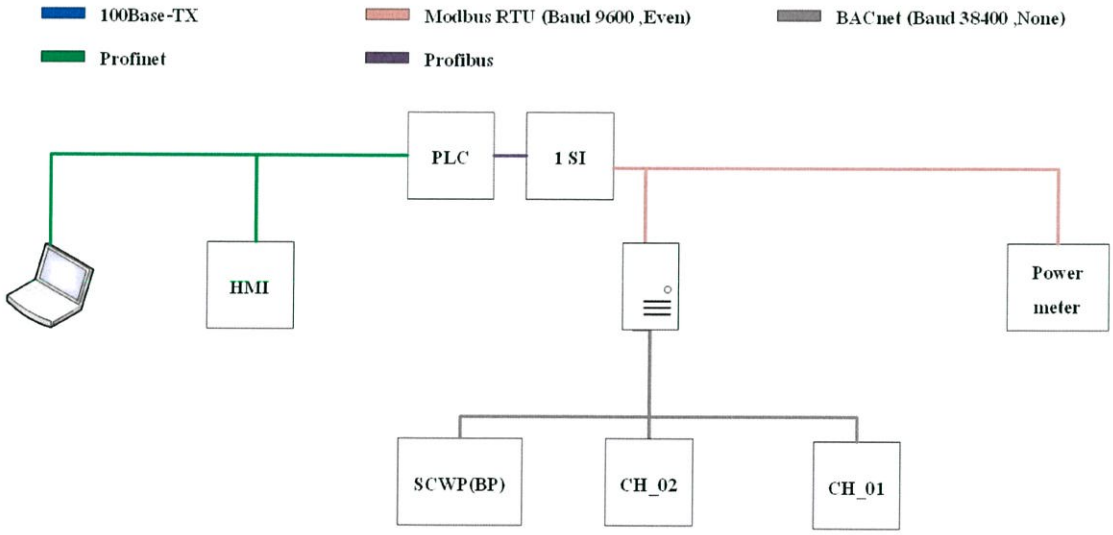
1. วงจรน้ำระบายความร้อน ภายในวงจรน้ำดังกล่าวจะมีหน้าที่ในการระบายความร้อนของน้ำที่ผ่านการรับความร้อนมาจากคอยล์ร้อน ซึ่งจะประกอบด้วย หอระบายความร้อน (Cooling Tower) เครื่องสูบน้ำหล่อเย็น (Condenser water pump) ชิลเลอร์ (Chiller) ส่วนคอยล์ร้อน และวาล์วที่ทางเข้าของหอระบายความร้อนและชิลเลอร์ส่วนคอยล์ร้อน

2. วงจรน้ำเย็น จะทำหน้าที่ในการควบคุมอุณภูมิของน้ำภายในถังน้ำเย็นผ่านการลดอุณหภูมิที่คอยล์เย็น ซึ่งจะมีอุปกรณ์หลักอยู่ทั้งหมด 3 ตัว ได้แก่ เครื่องสูบน้ำเย็นหลัก (Primary Chill water pump) ชิลเลอร์ส่วนคอยล์เย็น และวาล์วที่ทางเข้าของชิลเลอร์ส่วนคอยล์เย็น

3. วงจรน้ำจ่ายน้ำเย็นให้ผลิตภัณฑ์ มีหน้าที่ในการนำน้ำเย็นภายในถังน้ำเย็นไปใช้ในการควบคุมอุณหภูมิของผลิตภัณฑ์ด้วยการใช้ เครื่องสูบน้ำเย็นย่อยหรือเครื่องสูบความดัน (Secondary Chill water pump or Booster Pump)

โดยในโครงงานนี้จะสนใจเพียง วงจรน้ำเย็น และวงจรน้ำจ่ายน้ำเย็นให้ผลิตภัณฑ์เท่านั้น

ในส่วนของการสื่อสารของระบบมีการใช้งาน ET 200S 1SI ร่วมกับ ET 200S IM 151-1 เพื่อแปลงการสื่อสารจาก Profibus ให้กลายเป็น Modbus RTU ส่งผลให้พีแอลซีสามารถสื่อสารกับฟิลด์เซิร์ฟเวอร์เพื่อการทำงานร่วมกันในการรับรู้ และแก้ไขพารามิเตอร์ของอุปกรณ์ที่มีตัวควบคุมในกระบวนการผลิตน้ำเย็นได้ โดยจะแสดงด้วยรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 โครงสร้างเน็ตเวิร์คของกระบวนการ

จากรูปที่ 3.2 จะเห็นได้ว่าอุปกรณ์ที่มีตัวควบคุมจะประกอบไปด้วย เครื่องสูบน้ำย่อยที่จ่ายน้ำเย็นให้กับกระบวนการหมักสุราจำนวน 1 เครื่อง และชิลเลอร์ 2 เครื่อง

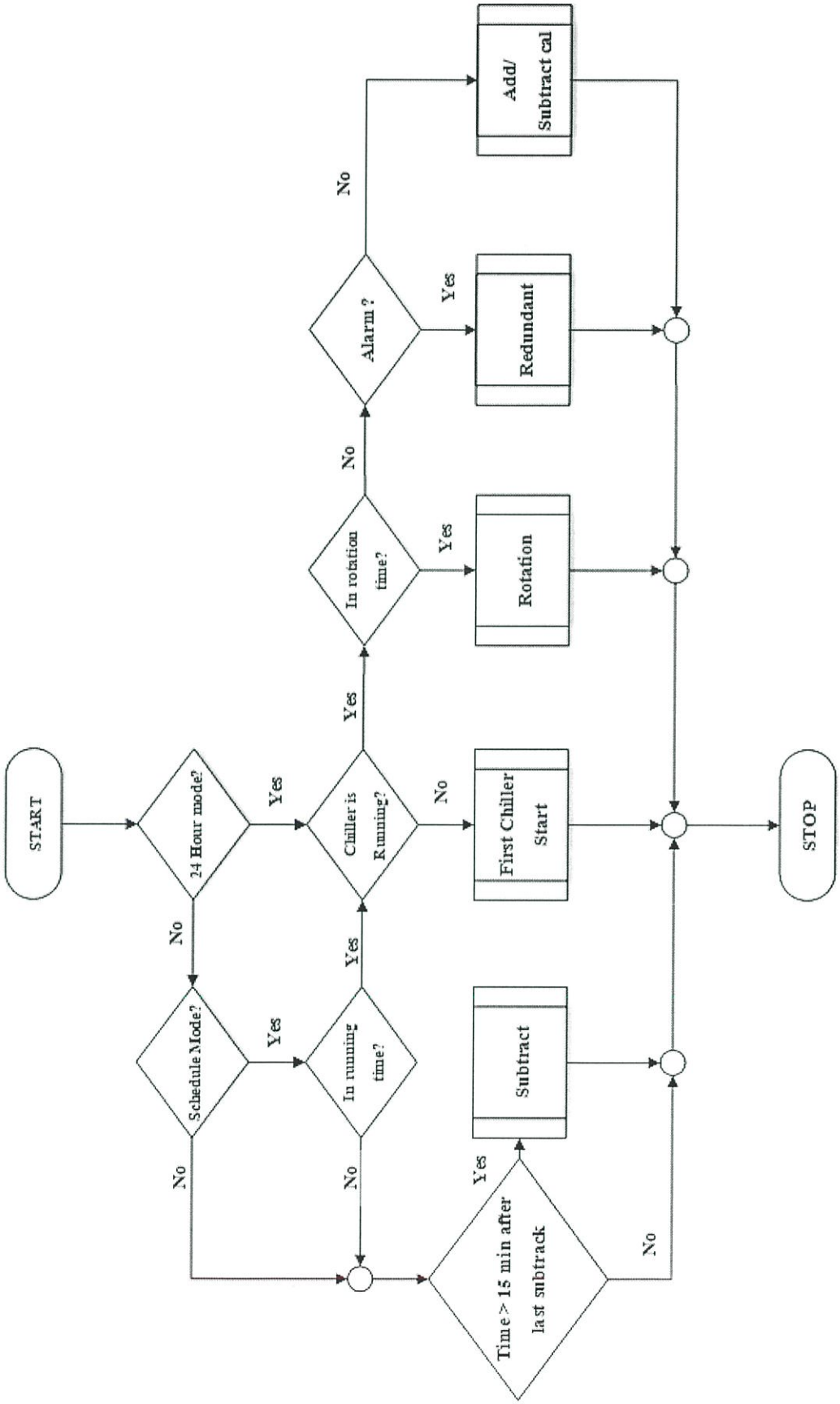
3.2.2 ขั้นตอนการควบคุมอุปกรณ์ในกระบวนการผลิตน้ำเย็นด้วยซิลเลอร์

ทำการศึกษาจากการปรึกษากับผู้นิเทศ การรับฟังคำชี้แจงข้อกำหนดของโรงงาน และเอกสารต่อไปนี้ เพื่อนำมาใช้ในการตัดสินใจจัดทำเอกสารแสดงผังการทำงาน (Flow Chart) ที่จะถูกนำมาใช้ประกอบการโปรแกรมพีแอลซีให้สามารถควบคุมการทำงานของซิลเลอร์ที่มีการสำรองได้

- P&ID เป็นเอกสารที่แสดงลักษณะการทำงานของกระบวนการทั้งในด้านกายภาพ และสัญญาณที่ใช้จึงถูกนำมาใช้ในการจัดเรียงลำดับการทำงานของอุปกรณ์ในส่วนต่างๆ และการ Interlock อุปกรณ์ต่างๆ
- I/O List ในเอกสารนี้จะระบุถึง Address ของ I/O ที่จะถูกใช้พร้อมทั้งคำอธิบาย และลักษณะของสัญญาณจะเป็นเอกสารหลักในการตรวจสอบการทำ Interlock ต่างๆ
- TOR เป็นเอกสารหลักที่จะแสดงถึงความต้องการในการควบคุมอุปกรณ์แต่ละชนิดว่า จะต้องสามารถทำอะไรได้บ้าง จึงเป็นเอกสารหลักที่จะถูกใช้ในการเพิ่มโหมดการทำงานต่างๆ

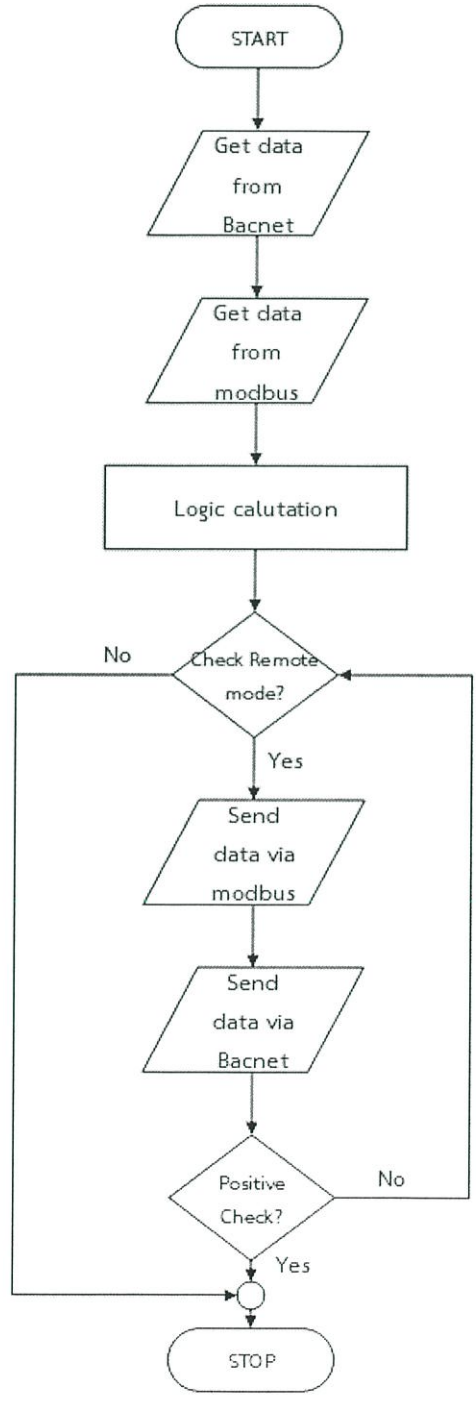
นำผลที่ได้จากการศึกษา และการรับฟังคำชี้แจงจากขั้นตอนก่อนหน้ามาเรียบเรียง จัดทำขึ้นในรูปแบบของผังการทำงาน (Flow chart) โดยจะสามารถแบ่งการทำงานได้ทั้งหมดอยู่ 11 การทำงานอันได้แก่

1. ผังการทำงานในส่วนภาพรวมของระบบควบคุม ผังการทำงานในส่วนนี้จะแสดงถึง การเรียกใช้งานการทำงานส่วนย่อยๆ ภายในโหมด 24 Hour-Auto และ Schedule-Auto ที่จะมีหน้าที่ในการเปิด-ปิดการทำงาน หรือสลับการทำงานของอุปกรณ์ โดยจะขึ้นอยู่กับเวลาทำงานสะสมของอุปกรณ์ สถานะการทำงาน และโหมดที่ถูกเรียกใช้งานอยู่ตามรูปที่ 3.3



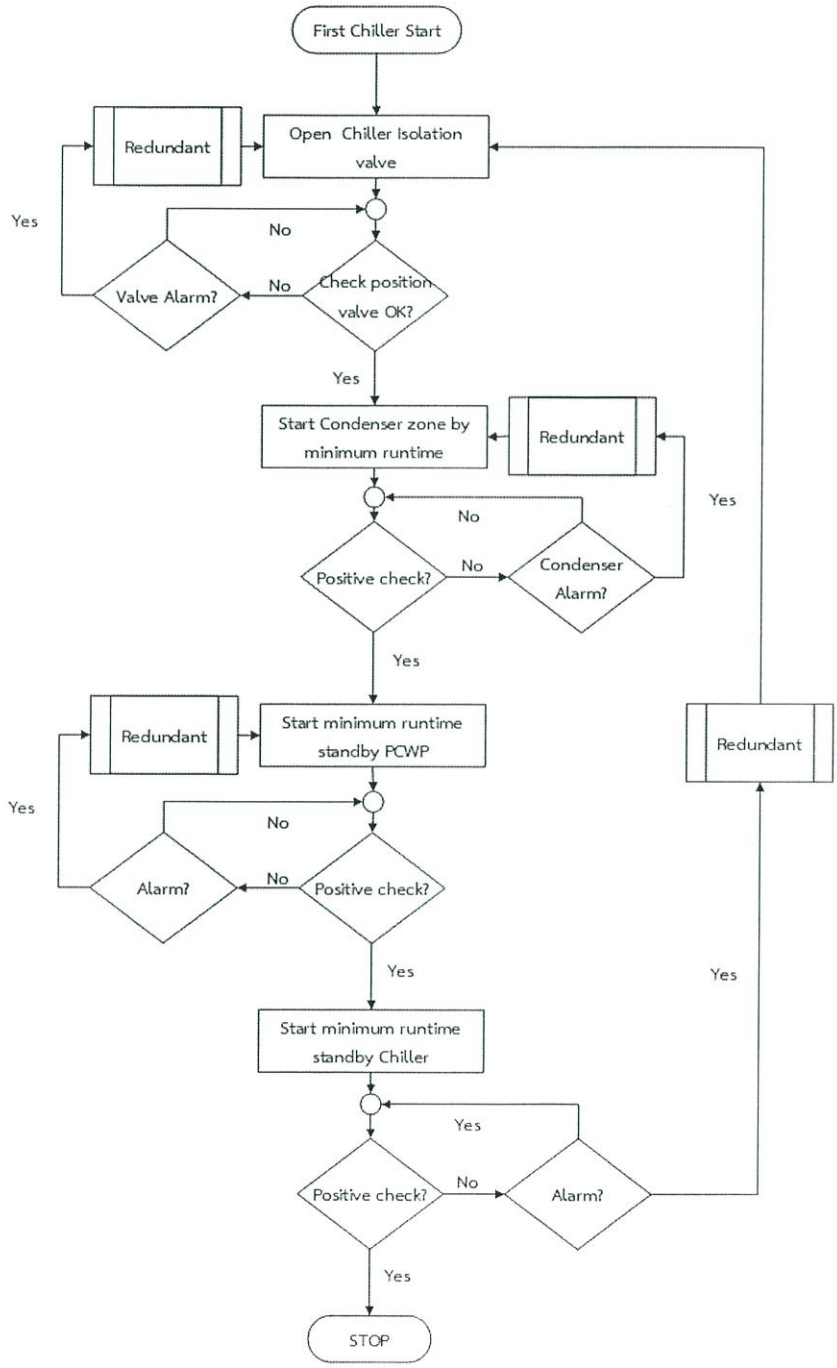
ตัวอย่าง 3.3 ผังการทำงานในแต่ละส่วนการทำงานของระบบควบคุม

2. ผังการทำงานในส่วนการควบคุมระบบเครื่องสูบน้ำเย็นย่อย จะอธิบายถึงลำดับในการควบคุมระบบเครื่องสูบน้ำเย็นย่อย (SCWP) ซึ่งจะเป็นระบบที่ต้องรอคำสั่งจากกระบวนการผลิตหลักให้เริ่มต้นการจ่ายน้ำ โดยภายในระบบดังกล่าวจะมีการสำรองการทำงานอยู่แล้ว ระบบควบคุมที่สร้างขึ้นจึงทำหน้าที่เพียง เปลี่ยนค่าพารามิเตอร์ตามการตั้งค่าของผู้ปฏิบัติงานเท่านั้น ตามรูปที่ 3.4



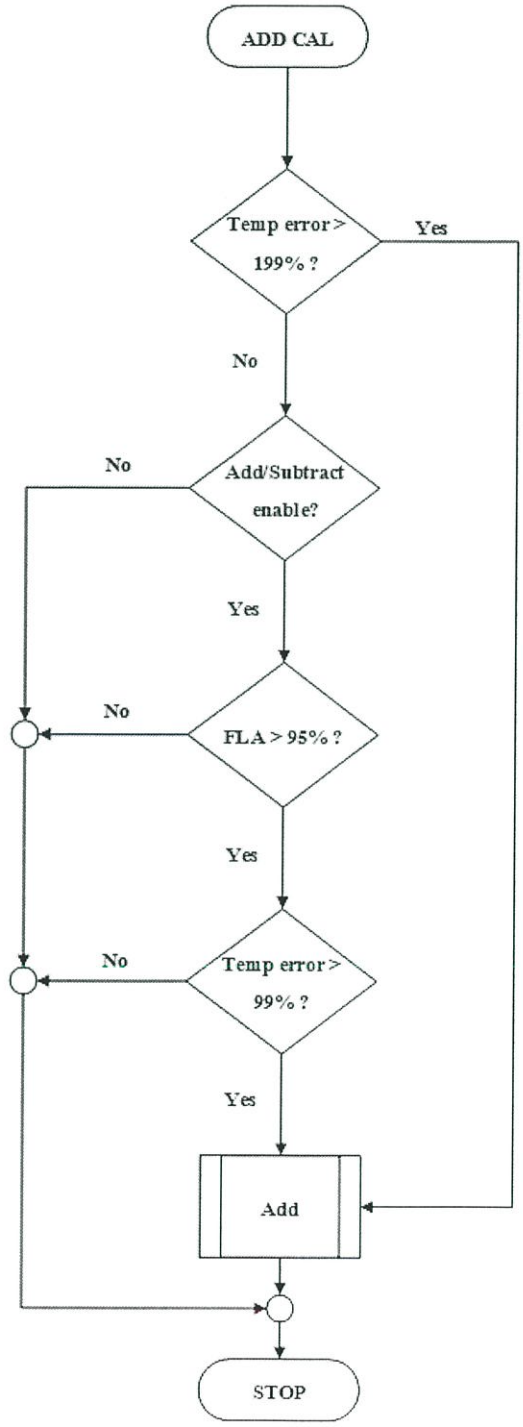
รูปที่ 3.4 ผังการทำงานในส่วนการควบคุมระบบเครื่องสูบน้ำเย็นย่อย

3. ผังการทำงานในส่วนการเริ่มต้นเดินเครื่องชิลเลอร์เครื่องแรก ตามรูปที่ 3.5 จะแสดงถึงลำดับในการเริ่มเดินเครื่องของชิลเลอร์ และอุปกรณ์ต่าง ๆ เมื่อเป็นการเดินเครื่องชิลเลอร์เครื่องแรกของกระบวนการ โดยจะมีการคำนึงถึงเวลาสะสมของชิลเลอร์ และเครื่องสูบน้ำ ในการเลือกเดินเครื่อง นอกจากนี้จะมีการตอบสนองหากความผิดปกติที่เกิดขึ้นระหว่างการเดินเครื่องด้วยการเรียกใช้การสำรองการทำงานอีกด้วย



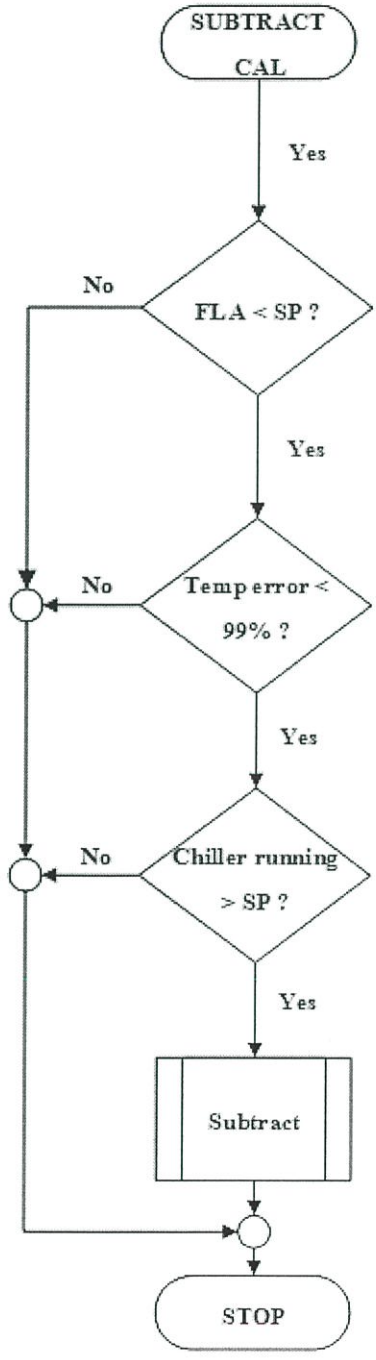
รูปที่ 3.5 ผังการทำงานในส่วนการเริ่มต้นเดินชิลเลอร์เครื่องแรก

4. ผังการทำงานในการตัดสินใจเพิ่มเติมชิลเลอร์ ตามรูปที่ 3.6 แสดงถึงเหตุการณ์ผิดปกติที่ถูกนำมาเป็นปัจจัยในการตัดสินใจเพิ่มจำนวนการทำงานของชิลเลอร์ได้แก่ การตั้งค่าที่ใช้ในการควบคุม การใช้พลังงาน และอุณหภูมิของน้ำที่ได้จากการผลิต เพื่อให้เกิดความต่อเนื่องในการผลิตน้ำเย็น



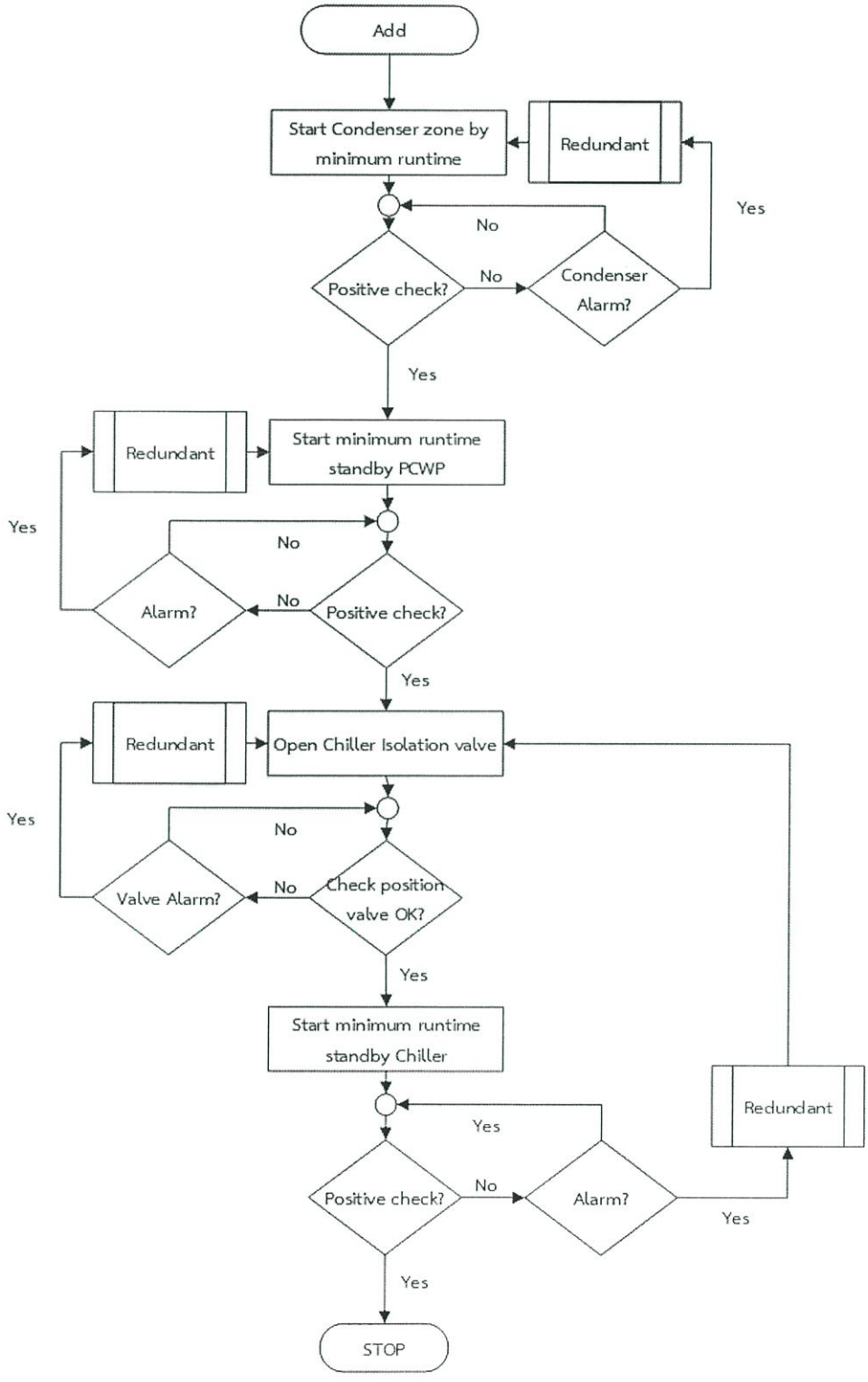
รูปที่ 3.6 ผังการทำงานในการตัดสินใจเพิ่มเติมชิลเลอร์

5. ผังการทำงานในการตัดสินใจลดชิลเลอร์ จะเป็นผังการทำงานที่ตัดสิดว่า มีการเปลี่ยนจากเหตุการณ์ผิดปกติ เป็นเหตุการณ์ปกติแล้วให้ทำการลดจำนวนของชิลเลอร์ และอุปกรณ์ลง ตามรูปที่ 3.7



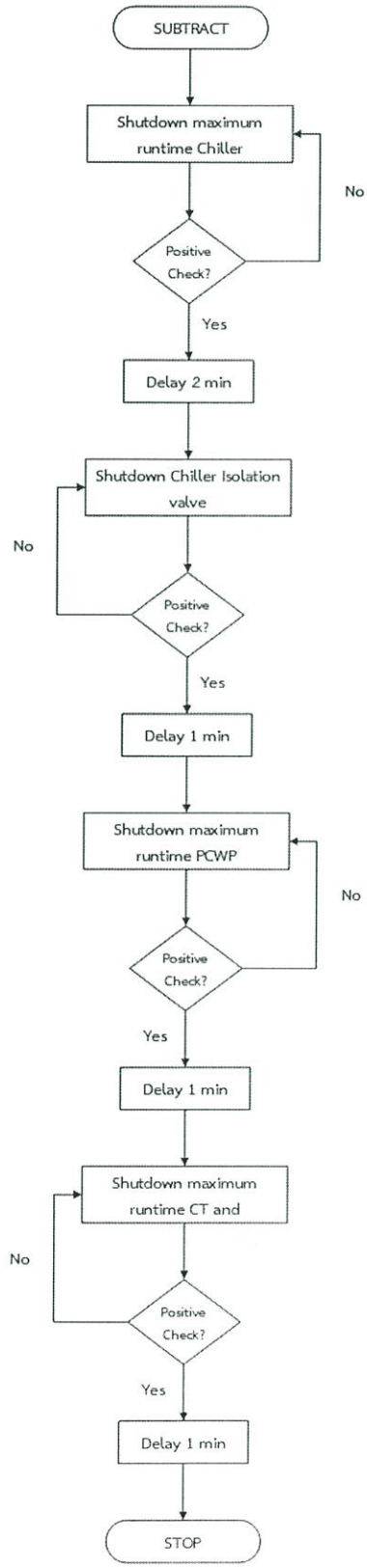
รูปที่ 3.7 ผังการทำงานในการตัดสินใจลดชิลเลอร์

6. ผังการทำงานในส่วนของการเดินเครื่องชิลเลอร์เพิ่มเติม เสนอถึงวิธีการเดินเครื่องอุปกรณ์เพิ่มจากเดิม (ขั้นต่ำมีการทำงานของชิลเลอร์ 1 เครื่อง) โดยจะคำนึงถึง และตอบสนองเหมือนกัน แต่จะมีการเรียงลำดับในการเปิดเครื่องที่ต่างกัน ตามรูปที่ 3.8



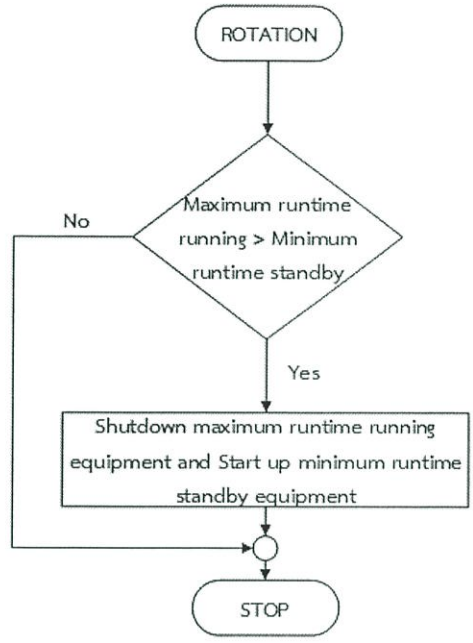
รูปที่ 3.8 ผังการทำงานในส่วนของการเดินเครื่องชิลเลอร์เพิ่มเติม

7. ผังการทำงานในส่วนของการลดจำนวนการทำงานชิลเลอร์ จะแสดงถึงลำดับในการหยุดการทำงานของอุปกรณ์ต่างภายในกระบวนการ



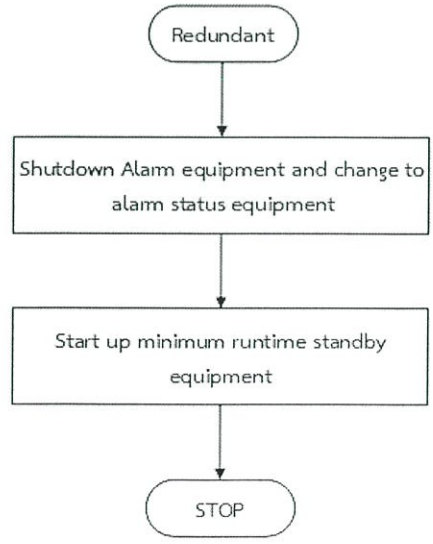
รูปที่ 3.9 ผังการทำงานในส่วนของการลดจำนวนการทำงานชิลเลอร์

8. ผังการทำงานในส่วนของการสลับเปลี่ยนอุปกรณ์ที่ทำงานเนื่องจากระยะเวลาการทำงาน จะเป็นการตรวจเช็คเวลาการทำงานสะสมทุกๆ 24 ชั่วโมงตามเวลาที่ตั้งค่าไว้ และทำการเปลี่ยนเทียบเวลาการทำงานสะสมของเครื่องที่ทำงานอยู่ กับเครื่องที่หยุดการทำงาน เพื่อทำการตัดสินใจในการสลับการเดินเครื่องต่อไป โดยการทำงานนี้นั้นจะถูกเรียกใช้ภายในโหมดการทำงานแบบ 24 Hour เท่านั้น



รูปที่ 3.10 ผังการทำงานในส่วนของการสลับเปลี่ยนอุปกรณ์ที่ทำงานเนื่องจากระยะเวลาการทำงาน

9. ผังการทำงานในส่วนของการสลับเปลี่ยนอุปกรณ์ที่ทำงานเนื่องจากความผิดพลาดที่ตรวจจับได้



รูปที่ 3.11 ผังการทำงานในส่วนของการสลับเปลี่ยนอุปกรณ์ที่ทำงานเนื่องจากความผิดพลาด

3.3 การสร้างเครือข่ายการสื่อสารโดยการใช้ฟิลด์เซิร์ฟเวอร์เป็นตัวกลางในเชื่อมต่อ

3.3.1 ศึกษา และทดลองใช้งานฟิลด์เซิร์ฟเวอร์ กับพีแอลซีในการสื่อสาร

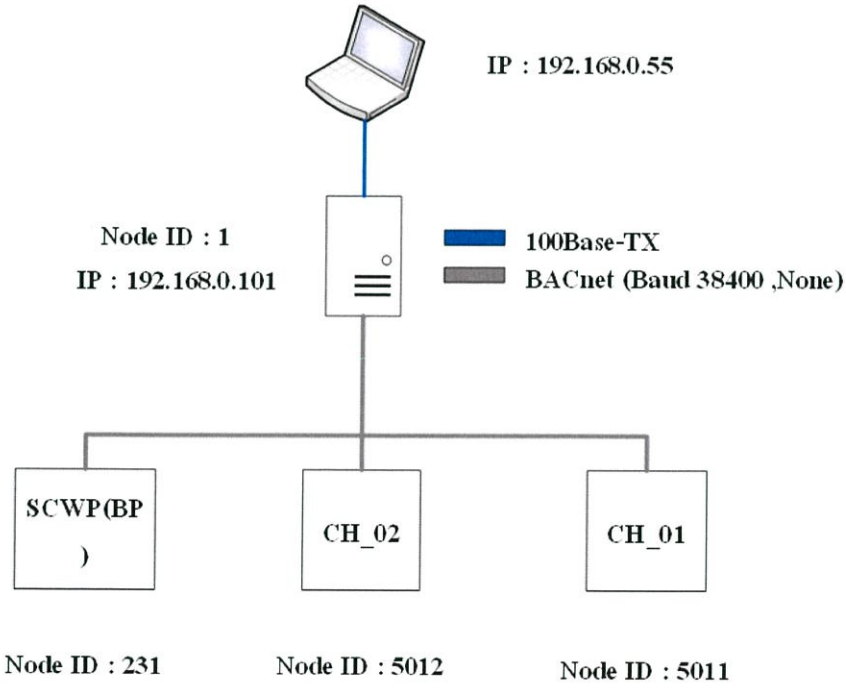
ทำการศึกษาการใช้งานฟิลด์เซิร์ฟเวอร์โดยสามารถดูรายละเอียดเพิ่มเติมได้จากบทที่ 2 และเอกสาร [2] ที่จะให้ไว้ภายในเอกสารอ้างอิง

หลังจากการศึกษาได้มีการทดลองใช้งาน กับอุปกรณ์ภายในกระบวนการโดยจะสามารถแบ่งการทดลองได้เป็น 3 ครั้งได้แก่ การทดลองใช้งานฟิลด์เซิร์ฟเวอร์ในการสื่อสารผ่าน BACnet การทดลองการส่งข้อมูลจากฟิลด์เซิร์ฟเวอร์สู่พีแอลซีผ่าน Modbus RTU และการทดลองการแก้ไขข้อมูลของฟิลด์เซิร์ฟเวอร์ด้วยพีแอลซีผ่าน Modbus RTU

- **ขั้นตอนการทดลองครั้งที่ 1 การใช้งานฟิลด์เซิร์ฟเวอร์ในการสื่อสารผ่าน BACnet**

(1) วางแผน และเตรียมตัวก่อนทำการทดลอง

โดยในการทดลองนี้นั้นจะทำการเชื่องโยงข้อมูลที่จะถูกใช้งานในการแสดงผล และควบคุมของอุปกรณ์ภายในกระบวนการผ่านการสื่อสารแบบ BACnet Protocol ซึ่งโครงสร้างของเน็ตเวิร์คจะแสดงตามรูปที่ 3.12 ต่อไปนี้



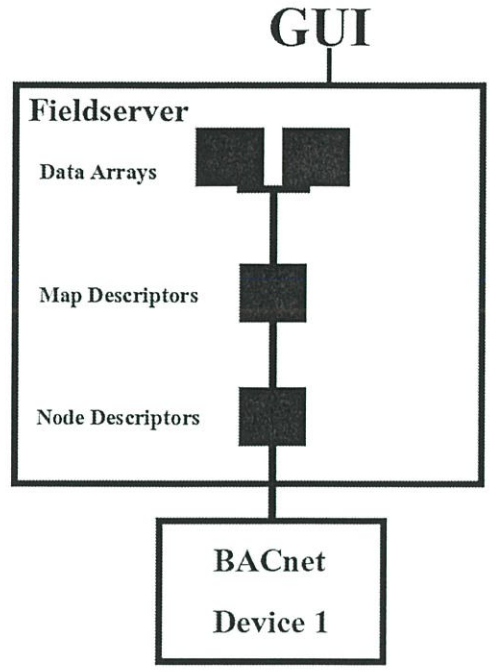
รูปที่ 3.12 โครงสร้างเน็ตเวิร์คของการทดลองฟิลด์เซิร์ฟเวอร์ครั้งที่ 1

จากรูปที่ 3.12 ดังกล่าวจะแสดงให้เห็นว่ามีการใช้ฟิลด์เซิร์ฟเวอร์ ในการดึงและจัดเก็บข้อมูลของอุปกรณ์ถึง 3 ตัวซึ่งจะมีข้อมูลที่ใช้ในการแสดงผล และควบคุมทั้งหมดมากกว่า 200 ข้อมูลจึงสามารถแสดงได้เพียงตัวอย่างข้อมูลบ้างส่วนเท่านั้น

ตารางที่ 3.1 ตัวอย่างข้อมูลบ้างส่วนที่ใช้ในการควบคุม และแสดงผล

Device name	Data Type	Data offset	Description
Chiller 01	BV	1	Start/Stop command
	MV	1	Sys.1 Operate code
	AV	1	Actual Setpoint
Chiller 02	BV	5	Chiller run status
	MV	2	Sys.1 Fault code
	AV	36	Remote set setpoint
SCWP (BP)	BI	0	Control source status
	BO	0	Set control source
	MI	0	Actual control mode
	MO	0	Set control mode
	AI	46	Subpump 3 runtime
	AO	0	Set setpoint

จากตารางที่ 3.1 จะเห็นได้ว่าอุปกรณ์บางส่วนมีการแบ่งชนิดข้อมูลที่แตกต่างกัน โดยชิลเลอร์ทั้งสองเครื่อง (Chiller 01 & Chiller 02) จะแบ่งเป็น BV (Binary value), MV (Multistate value) และ AV (Analog value) แต่ในส่วนของเครื่องสูบน้ำเย็นย่อย (SCWP) จะแบ่งประเภทข้อมูลเพิ่มเติมเป็น I (Input) และ O (Output)



รูปที่ 3.13 โครงสร้างโปรแกรมของฟิลด์เซิร์ฟเวอร์ที่ใช้ในการทดลองครั้งที่ 1

จากรูปที่ 3.13 จะอธิบายถึงโครงสร้างที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมฟิลด์เซิร์ฟเวอร์ผ่านการใช้โปรแกรม Microsoft Excel โดยจะต้องทำการเชื่อมต่อ Node ของอุปกรณ์ภายในกระบวนการเข้ากับ Node ของฟิลด์เซิร์ฟเวอร์ที่ถูกสร้างขึ้นมาโดยอาศัยการตั้งค่าการจำลองในฟิลด์เซิร์ฟเวอร์ในอัตรา 1 ต่อ 1 พร้อมทั้งใช้การตั้งค่า Map ในการดึงข้อมูลจาก Node มาเก็บไว้ที่ Data Array ด้วยฟังก์ชั่น Rdbc (Read Block Continuous) ที่จะทำหน้าที่ในการอ่านข้อมูลจาก Node อย่างต่อเนื่อง โดยจะแบ่ง Data Array ตามประเภทและแหล่งที่มาของข้อมูล โดยจะแสดงไว้ในตารางที่ 3.2 ถึงตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.2 การตั้งค่า Connections Port ภายในฟิลด์เซิร์ฟเวอร์ในการทดลองครั้งที่ 1

Port	Baud	Protocol	Connections Type	Mac ADD	Parity	Data Bits	Stop Bits
R1	38400	BACnet_MSTP	MSTP_Master_Mode	1	None	8	1

ตารางที่ 3.3 การตั้งค่า Node Descriptors ภายในฟิลด์เซิร์ฟเวอร์ในการทดลองครั้งที่ 1

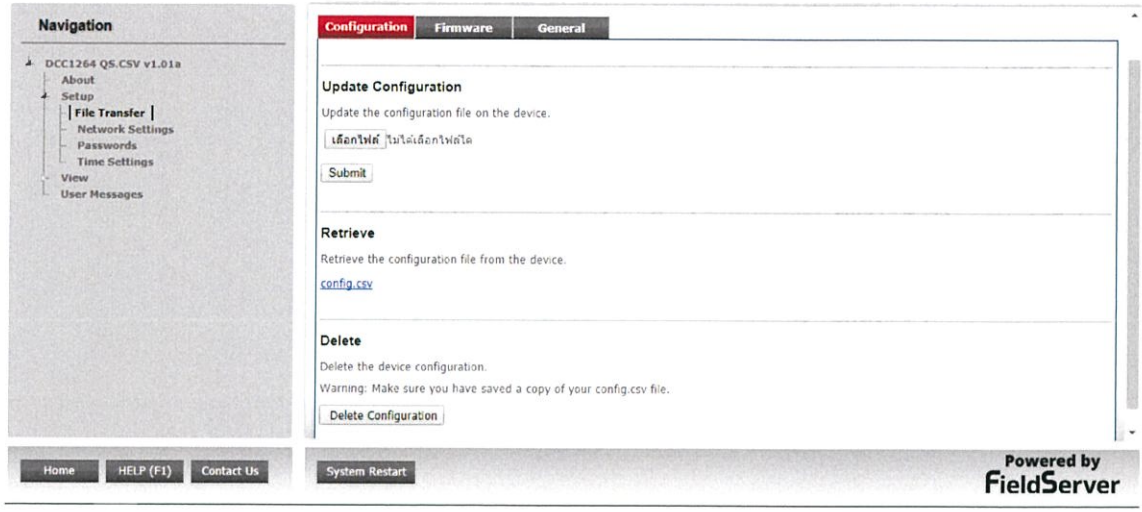
Node Name	Node ID	Protocol	Node Option	Port	Retries
CH_01	5011	BACnet_MSTP	COV_Enable	R1	2
CH_02	5012				
BP_01	231				

ตารางที่ 3.4 การตั้งค่า Map Descriptors ภายในฟิลด์เซิร์ฟเวอร์ในการทดลองครั้งที่ 1

Map Descriptors Name	Node Name	Data Array Name	Data Array offset	Function	Data Type	Object Instance
Chiller_01	CH_01	CH01_AV	0 – 39	Rdbc	AV	1 - 42 (ยกเว้น 3,10)
		CH01_BV	0 – 25		BV	1 - 26
		CH01_MV	0 – 4		MV	1 - 4, 9
Chiller_02	CH_02	CH02_AV	0 – 39		AV	1 - 42 (ยกเว้น 3,10)
		CH02_BV	0 – 25		BV	1 - 26
		CH02_MV	0 – 4		MV	1 - 4, 9
Booster_01	BP_01	BP01_BI	0 – 5		BI	0,2,5,32-34
		BP01_BO	0 – 1		BO	0,4
		BP01_MI	0 – 6		MI	0,1,4-6
		BP01_MO	0 – 4		MO	0,1,3-5
		BP01_AI	0 – 22		AI	0,1,9,13,16, 27,30,37, 39-47
		BP01_AO	0		AO	0

(2) อัพโหลด และดาวน์โหลดไฟล์การตั้งค่าที่ได้จากขั้นตอนที่ (1)

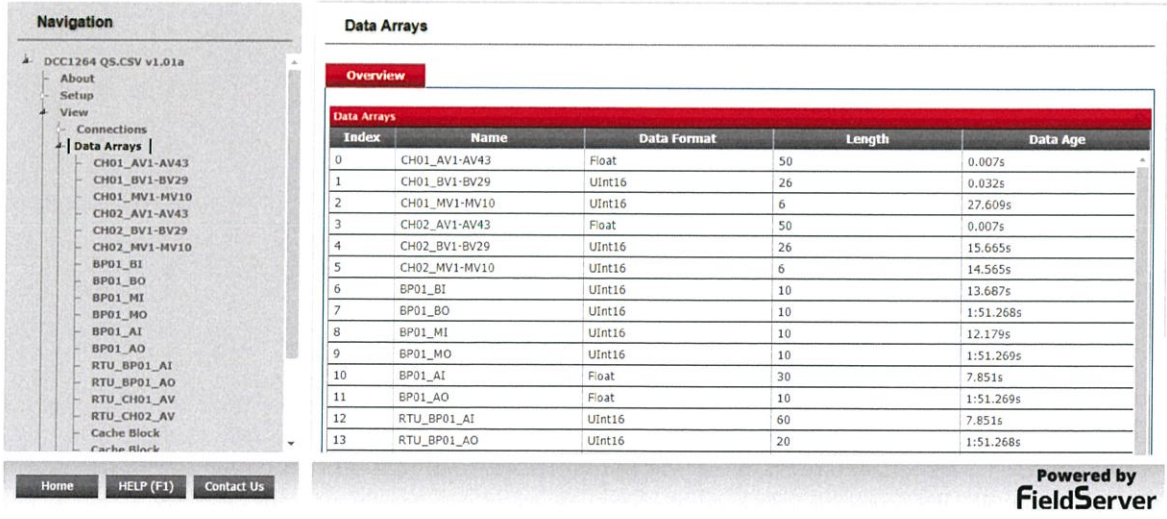
โดยในการตั้งค่าฟิลด์เซิร์ฟเวอร์จะอาศัยการอัพโหลดไฟล์ตั้งค่าจาก GUI ของฟิลด์เซิร์ฟเวอร์ โดยการใช้ตัวนำทาง File Transfer ผ่านการใช้งาน Web browser แล้วทำการแก้ไขตามตารางที่ 3.2 ถึงตารางที่ 3.4 และดาวน์โหลดลงสู่ฟิลด์เซิร์ฟเวอร์ พร้อมทั้งรีสตาร์ทการทำงานเพื่อใช้งานไฟล์ที่ได้ตั้งค่าไว้



รูปที่ 3.14 หน้าต่าง GUI ของฟิลด์เซิร์ฟเวอร์ที่ใช้ในการอัพโหลด และดาวน์โหลดการตั้งค่า

(3) ตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่ได้จากการสื่อสาร

หลังจากได้ทำการตั้งค่าฟิลด์เซิร์ฟเวอร์ และเชื่อมต่อเน็ตเวิร์คเสร็จตามรูปที่ 3.12 แล้วให้ทำการใช้คำสั่ง View และเลือกที่ Data arrays เพื่อทำการดูข้อมูลที่ได้ผ่าน GUI พร้อมทั้งทำการตรวจสอบข้อมูลที่ได้กับปลายทางว่าได้ข้อมูลตรงตามที่ต้องการหรือไม่ โดยอาศัยการใช้งานระบบ GUI ของอุปกรณ์ดังกล่าว



รูปที่ 3.15 หน้าต่าง GUI ของฟิลด์เซิร์ฟเวอร์ที่ใช้ในการตรวจสอบผลการทดลอง

(4) ทำการแก้ไขข้อมูลผ่านการใช้งาน GUI และตรวจสอบความถูกต้อง

หลังจากได้ข้อมูลที่ถูกต้อง และตรงตำแหน่งตามต้องการแล้วให้ทำการเก็บไฟล์ตั้งค่าที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ไว้ แล้วทดสอบการแก้ไขข้อมูลผ่านการใช้งาน GUI ผ่านการคำสั่ง Enable Data Editing เพื่อเปิดการใช้งานฟังก์ชั่นในการแก้ไขข้อมูลโดยเลือกที่ข้อมูลที่ต้องการที่จะแก้ไข แล้วทำการแก้ไข (ต้องเป็นข้อมูลประเภทที่ตรวจสอบได้ และไม่มีผลต่อการใช้งานของอุปกรณ์)

(5) แก้ไข และบันทึกผลการทดลอง

โดยความผิดพลาดที่เกิดขึ้นนั้น เกิดขึ้นมาจากความไม่ถูกต้องของเอกสารที่ระบุตำแหน่งของข้อมูลผิดพลาดอันเนื่องมาจากมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้น จึงได้ทำการแก้ไขตามข้อมูลใหม่

(✓ คือผ่าน ✕ คือไม่ผ่าน และ – ไม่มีการทดสอบ)

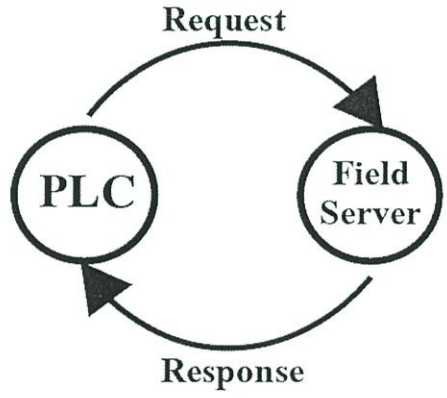
ตารางที่ 3.5 ผลการทดลองครั้งที่ 1

อุปกรณ์	ชนิดของข้อมูล	ผลการ Monitor ครั้งที่ 1	ผลการ Monitor ครั้งที่ 2	ผลการแก้ไขข้อมูลครั้งที่ 1
Chiller 01	BV	✓	–	✓
	MV	✕	✓	✓
	AV	✓	–	✓
Chiller 02	BV	✓	–	✓
	MV	✕	✓	✓
	AV	✓	–	✓
SCWP (BP)	BI	✓	–	✓
	BO	✓	–	✓
	MI	✓	–	✓
	MO	✓	–	✓
	AI	✕	✓	✓
	AO	✓	–	✓

- **ขั้นตอนการทดลองครั้งที่ 2 การทดลองการส่งข้อมูลจากฟิลด์เซิร์ฟเวอร์สู่พีแอลซีผ่าน** Modbus RTU

(1) วางแผน และเตรียมตัวก่อนทำการทดลอง

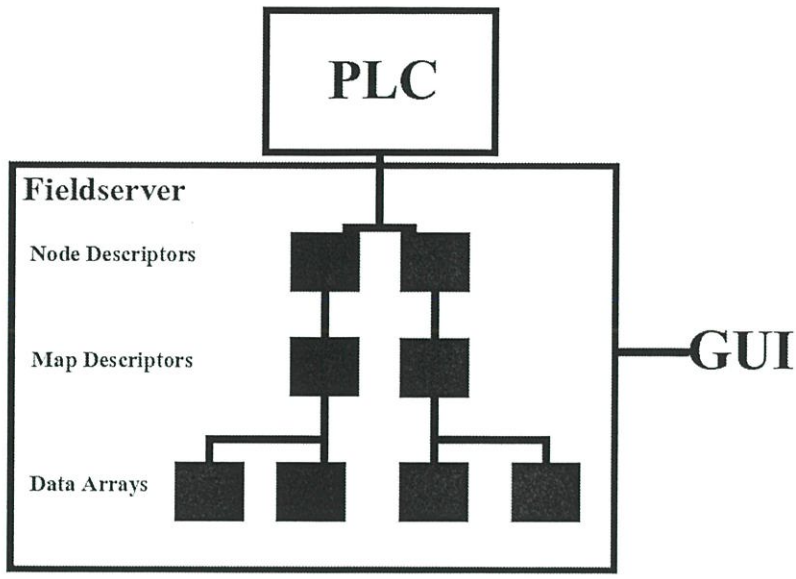
หลังจากการทดลองครั้งที่ 1 ผลออกมาว่าฟิลด์เซิร์ฟเวอร์สามารถใช้งานในการสื่อสารกับอุปกรณ์ภายในกระบวนได้แล้ว จึงต้องทำการทดลองในการใช้งานควบคู่กับ Modbus RTU ซึ่งภายในครั้งนี้การจัดการการรับ-ส่งข้อมูลจะอาศัยหลักการ Master & Salve โดยให้พีแอลซีเป็น Master และส่งคำสั่งให้ฟิลด์เซิร์ฟเวอร์ที่เป็น Salve และให้ฟิลด์เซิร์ฟเวอร์ส่งข้อมูลตามคำสั่งที่ได้รับมาจากพีแอลซี ซึ่งจะเห็นได้ว่ามีการกระทำเกิดขึ้นทั้งสองฝั่งจึงต้องทำการโปรแกรม และตั้งค่าทั้งพีแอลซี และฟิลด์เซิร์ฟเวอร์เพื่อการทำงานที่สอดคล้องกันโดยจะทำการแสดงถึงวิธีโปรแกรมของฟิลด์เซิร์ฟเวอร์ และพีแอลซีตามลำดับ



รูปที่ 3.16 ลักษณะการสื่อสารระหว่างพีแอลซี และฟิลด์เซิร์ฟเวอร์

(1.1) การโปรแกรมฟิลด์เซิร์ฟเวอร์ในการทดลองที่ 2

โดยในการโปรแกรม และตั้งค่าครั้งนี้จะใช้หลักการตามรูปที่ 3.17 คือสร้าง Node ตามประเภทของแหล่งที่มาของข้อมูล และใช้การ Map ด้วยฟังก์ชั่น Passive ที่จะทำให้การรับ-ส่งข้อมูลขึ้นอยู่กับคำสั่งที่จะได้รับผ่าน ในรูปแบบ 1 Node ต่อหลาย Data Arrays เพื่อสมมุติรูปแบบ Data Array ตามการทดลองครั้งที่ 1 ที่ทำการดึงข้อมูลจากอุปกรณ์และเชื่อมโยงกับ Data Arrays ตามประเภท และที่มาของข้อมูล



รูปที่ 3.17 โครงสร้างโปรแกรมของฟิลด์เซิร์ฟเวอร์ที่ใช้ในการทดลองครั้งที่ 2

การตั้งค่า Data arrays นั้นต้องตั้งค่า Data Format ตามชนิดของข้อมูลที่จะทำการจัดเก็บ พร้อมกับการระบุความยาวของ Data arrays ซึ่งสามารถดูได้จากเอกสารที่อยู่ภายในเอกสารอ้างอิง (FieldServer Configuration Manual) โดยการตั้งค่าต่างอย่างอื่น จะแสดงตามตารางที่ 3.6 ถึง 3.8

ตารางที่ 3.6 การตั้งค่า Connections Port ภายในฟิลด์เซิร์ฟเวอร์ในการทดลองครั้งที่ 2

Port	Baud	Protocol	Parity	Data Bits	Stop Bits	Poll Delay
R2	9600	Modbus_RTU	Even	8	1	0.050s

ตารางที่ 3.7 การตั้งค่า Node Descriptors ภายในฟิลด์เซิร์ฟเวอร์ในการทดลองครั้งที่ 2

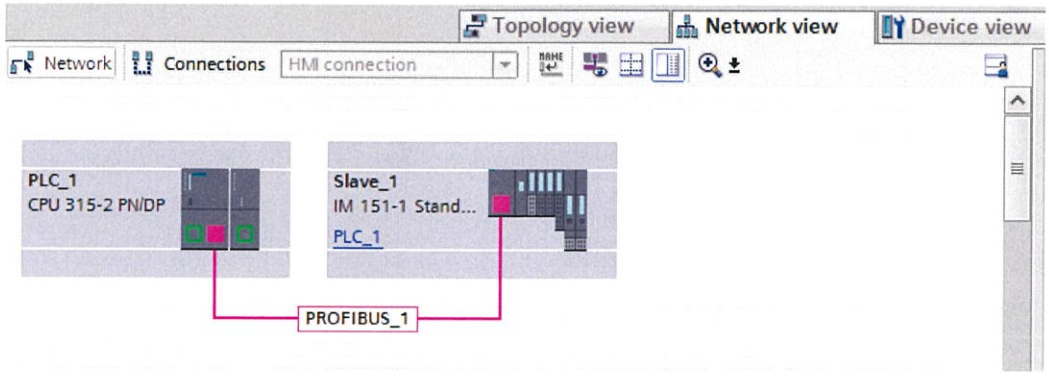
Node Name	Node ID	Protocol	Port	Retries
PLC_CH01	4	Modbus_RTU	R2	1
PLC_CH02	5			
PLC_BP01	6			

ตารางที่ 3.8 การตั้งค่า Map Descriptors ภายในฟิลด์เซิร์ฟเวอร์ในการทดลองครั้งที่ 2

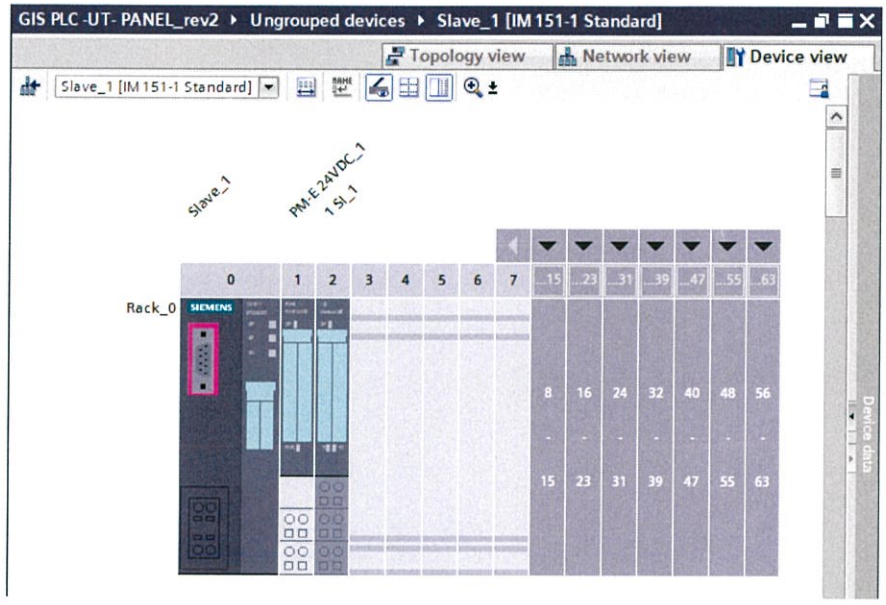
Map Descriptors Name	Node Name	Data Array Name	Data Array Offset	Function	Address	length
BP01_TO_PLC	PLC_BP01	BP01_AI	0	Passive	40001	50
		BP01_AO			40050	10
		BP01_BI			40060	
		BP01_BO			40070	
		BP01_MI			40080	
		BP01_MO			40090	
CH01_TO_PLC	PLC_CH01	CH01_AV			40001	80
		CH01_BV			40080	26
		CH01_MV			40105	6
CH02_TO_PLC	PLC_CH02	CH02_AV			40001	80
		CH02_BV			40080	26
		CH02_MV			40105	6

(1.2) การโปรแกรมพีแอลซีในการทดลองที่ 2

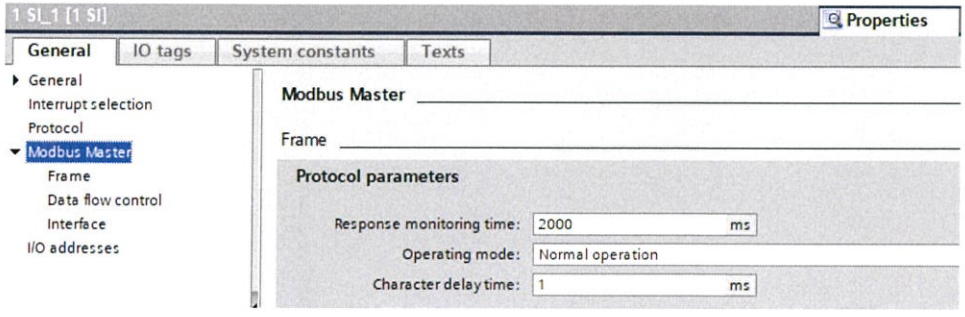
หลังจากโปรแกรมส่วนฟิลด์เซิร์ฟเวอร์ตามตารางเสร็จแล้ว ก็ถึงส่วนการโปรแกรมพีแอลซีโดยการสื่อสารของพีแอลซี CPU 315-2 PN/DP นั้นจะต้องอาศัยโมดูลเสริม ET 200S IM 151-1 และ ET 200S 1SI ที่จะทำหน้าที่ในการสื่อสารผ่าน Modbus RTU โดย ET 200S 1SI จะเป็น Communication card ของ ET 200S IM 151-1 และพีแอลซีจะสื่อสารกับ ET 200S IM 151-1 ผ่าน Profibus เพื่อส่งคำสั่งให้กับ ET 200S 1SI ที่จะทำการส่งข้อมูลดังกล่าวให้กับฟิลด์เซิร์ฟเวอร์ผ่าน Modbus RTU โดยจะต้องมีการตั้งค่าโมดูลเสริมทั้งสองตัวผ่านการใช้งานตัวนำทาง Device & Networks เพื่อเข้าสู่หน้าต่าง Device & Networks และเพื่อ ET 200S IM 151-1 โดยการเรียกผ่าน Hardware catalog และเข้าสู่ ET 200S IM 151-1 เพื่อทำการเพิ่ม ET 200S 1SI และตั้งค่าการสื่อสารผ่าน Modbus ของ ET 200S 1SI ให้เหมือนกับฟิลด์เซิร์ฟเวอร์ซึ่งดูได้จากตารางที่ 3.6



รูปที่ 3.18 ตัวอย่างการเพิ่มโมดูล ET 200S IM 151-1



รูปที่ 3.19 ตัวอย่างการเพิ่มโมดูล ET 200S 1SI ภายใน TIA



รูปที่ 3.20 ตัวอย่างการตั้งค่าโมดูล ET 200S 1SI ภายใน TIA

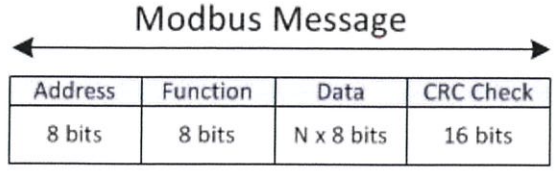
หลังจากทำการเพิ่มโมดูลดังกล่าวเสร็จแล้วก็จะถึงเวลาการใช้งาน โดยสามารถใช้งานโมดูล ET 200S 1SI ได้ด้วย Block S_RCV และ S_SEND ที่ใช้ในการรับ และส่งข้อมูลตามลำดับซึ่งภายในจะประกอบด้วยพารามิเตอร์ต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการสื่อสาร โดยการใช้งานเพิ่มเติมสามารถดูได้จาก

Siemens SIMATIC Step 7 Programmer's Handbook ที่อยู่ภายในเอกสารอ้างอิง และการใช้งานคำสั่ง Help

ตารางที่ 3.9 พารามิเตอร์ของ BLOCK S_SEND

Parameters	Data type	Description	Default value
REQ	BOOL (INPUT)	คำสั่งให้ทำ JOB	False
R	BOOL (INPUT)	คำสั่งให้ยกเลิก JOB	False
LADDR	INT (INPUT)	ตำแหน่งเริ่มต้นของโมดูล ET 200S 1SI	600
DB_NO	INT (INPUT)	เลข Data block ที่ต้องการส่ง	102
DBB_NO	INT (INPUT)	ตำแหน่งเริ่มต้นของข้อมูลที่ต้องการ	0
LEN	INT (INPUT)	ความยาวของข้อมูลที่ต้องการส่ง (Byte)	6
DONE	BOOL (OUTPUT)	JOB สำเร็จ	False
ERROR	BOOL (OUTPUT)	JOB ไม่สำเร็จ	False
STATUS	WORD (OUTPUT)	รหัสของสถานะในรูปแบบเลขฐาน 16	16#00
COM_RST	BOOL (IN & OUT PUT)	Restart การทำงานของ Block	False

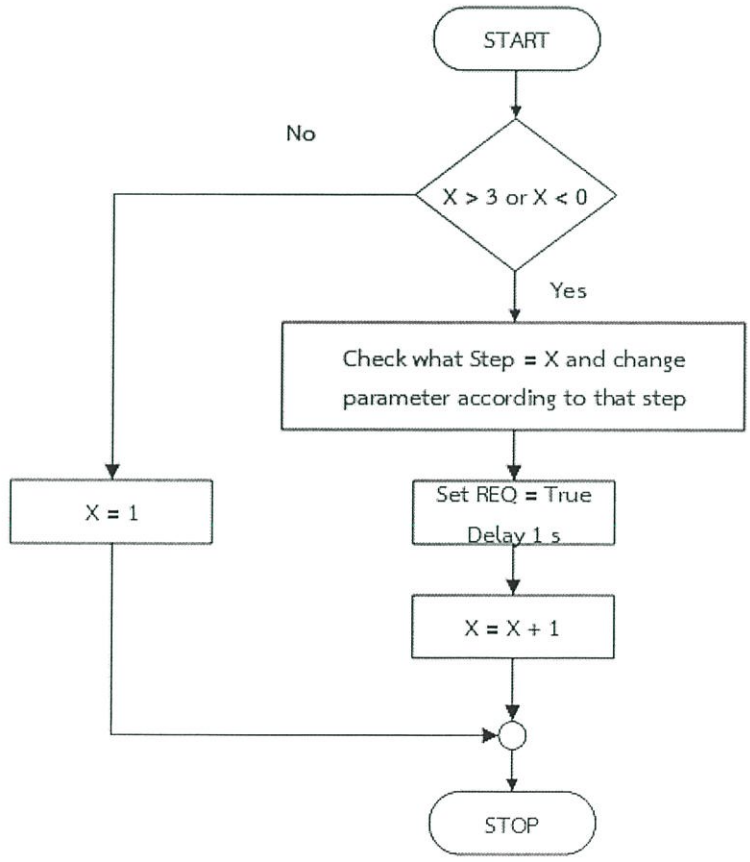
โดยในการตั้งค่าพารามิเตอร์ LADDR สามารถตั้งค่าได้โดยการดูที่ I/O Address ของโมดูล ET 200S 1SI, DB_NO สามารถดูได้ที่เลขของ Data block ซึ่งจะอยู่ตามหลังชื่อ LEN จะต้องกำหนดตามขนาด Frame ข้อมูลของฟิลด์เซิร์ฟเวอร์โดยในที่นี้จะอยู่ที่ 6 Byte โดยจะไม่นับ CRC Check ตามรูปที่ 3.21



รูปที่ 3.21 Modbus frame

Address จะใช้ระบุตำแหน่ง Modbus โดยจะเป็น Node ID ของฟิลด์เซิร์ฟเวอร์สามารถดูได้จากตารางที่ 3.7 ประกอบในการใช้งาน Function จะเป็นรหัสของคำสั่งการทำงาน โดยในการร้องขอข้อมูลนั้นจะใช้รหัส 16#03 Data จะประกอบด้วยทั้งหมด 32 bit โดยจะแบ่งเป็น 16 bits แรกใช้สำหรับระบุตำแหน่งเริ่มต้นของข้อมูลภายในตำแหน่งของ Modbus โดยสามารถดูได้จากตารางที่ 3.8 ประกอบในการใช้งาน และ 16 bits ที่เหลือจะใช้ในการระบุตำแหน่งสุดท้ายของข้อมูลที่ต้องการ (โดยในการระบุตำแหน่งของข้อมูลนั้น จะเริ่มต้นที่ 40001 เท่ากับ 0)

ตามตารางที่ 3.7 จะสังเกตได้ว่าจะมี Node ของข้อมูลอยู่ 3 Node ซึ่งได้แก่ PLC_BP01, PLC_CH01 และ PLC_CH02 ที่เก็บข้อมูลของ SCWP (BP), Chiller 01 และ Chiller 02 ตามลำดับ ส่งผลให้การทำงานในการรับ-ส่งข้อมูลอยู่ในรูปแบบการทำงานแบบลำดับ เพื่อความสะดวกในการเปลี่ยนแปลงข้อมูลภายใน Frame โดยจะแสดงลำดับ และการทำงานดังกล่าวตามตารางที่ 3.10 และรูปที่ 3.22



รูปที่ 3.22 ผังการทำงานในส่วนโปรแกรมการสื่อสารของพีแอลซี

จากรูปข้างต้น X คือตัวแปรที่ทำการเก็บค่าลำดับในการทำงานเพื่อนับไปใช้ในการเปรียบเทียบ REQ คือค่าพารามิเตอร์ของ BLOCK S_SEND ซึ่งสามารถดูรายละเอียดได้ในตารางที่ 3.9

ตารางที่ 3.10 ลำดับการทำงานประกอบกับ Frame ข้อมูลที่จะใช้ในการส่งจากพีแอลซีไปสู่ฟิลด์เซิร์ฟเวอร์

การทำงานลำดับที่	ตำแหน่งปลายทาง (Node name)	Address	Function	Start bit	End bit
X = 1	PLC_CH01	4	16#03	16#00	16#70
X = 2	PLC_CH02	5			
X = 3	PLC_BP01	6			16#64

SEND_SRC_DB_SI_0

	Name	Data type	Offset
1	Static		
2	slave_address	Byte	0.0
3	function_code	Byte	1.0
4	bit_start_adr	Word	2.0
5	bit_end_adr	Word	4.0

รูปที่ 3.23 ตัวอย่างของ Frame ภายใน Data Block

เมื่อทำการเขียนโปรแกรมในส่วนของการส่งคำร้องขอข้อมูลเสร็จแล้ว ก็จะต้องเขียนโปรแกรมในส่วนของการรอรับข้อมูลซึ่งจะใช้ Block S_RCV เป็นหลักโดยความหมายของพารามิเตอร์และการตั้งค่าภายในโครงงานนี้จะแสดงไว้ในตารางที่ 3.22

ตารางที่ 3.11 พารามิเตอร์ของ BLOCK S_RCV

Parameters	Data type	Description	Default value
EN_R	BOOL (INPUT)	คำสั่งเปิดใช้งานการอ่านข้อมูล	True
R	BOOL (INPUT)	คำสั่งให้ยกเลิกใช้งานการอ่านข้อมูล	False
LADDR	INT (INPUT)	ตำแหน่งเริ่มต้นของโมดูล ET 200S 1SI	600
DB_NO	INT (INPUT)	เลข Data block ที่ต้องการเก็บข้อมูล	0
DBB_NO	INT (INPUT)	ตำแหน่งเริ่มต้น ที่ต้องการจัดเก็บข้อมูลลง	0
NDR	BOOL (OUTPUT)	รับข้อมูลสำเร็จ	False
ERROR	BOOL (OUTPUT)	รับข้อมูลไม่สำเร็จ	False
LEN	INT (INPUT)	ความยาวของข้อมูลที่ต้องการรับ (Byte)	0
STATUS	WORD (OUTPUT)	รหัสของสถานะในรูปแบบเลขฐาน 16	16#00
COM_RST	BOOL (IN & OUT PUT)	Restart การทำงานของ Block	False

จากตารางที่ 3.11 จะสังเกตได้ว่าจะมีการเปิดใช้งานการรับข้อมูลตลอดเวลา เนื่องเป็นการลดความซับซ้อนในการเขียนโปรแกรมลง โดยในการรับข้อมูลนั้นจะมีพารามิเตอร์ที่ต้องเปลี่ยนตามลำดับการทำงานคือ DB_NO และ LEN เพื่อใช้ในการควบคุมการจัดเก็บข้อมูลไว้คนละ Data Block และใช้ในการระบุขนาดความยาวของข้อมูลที่ต้องการรับโดยขนาดของ Data Block จะต้องเท่ากับหรือใหญ่กว่าขนาดของข้อมูลทั้งหมด ซึ่งการเปลี่ยนแปลงจะสอดคล้องกับลำดับการทำงานต่อไปนี้ โดยลำดับการทำงานดังกล่าวจะใช้ร่วมกับการส่งข้อมูล

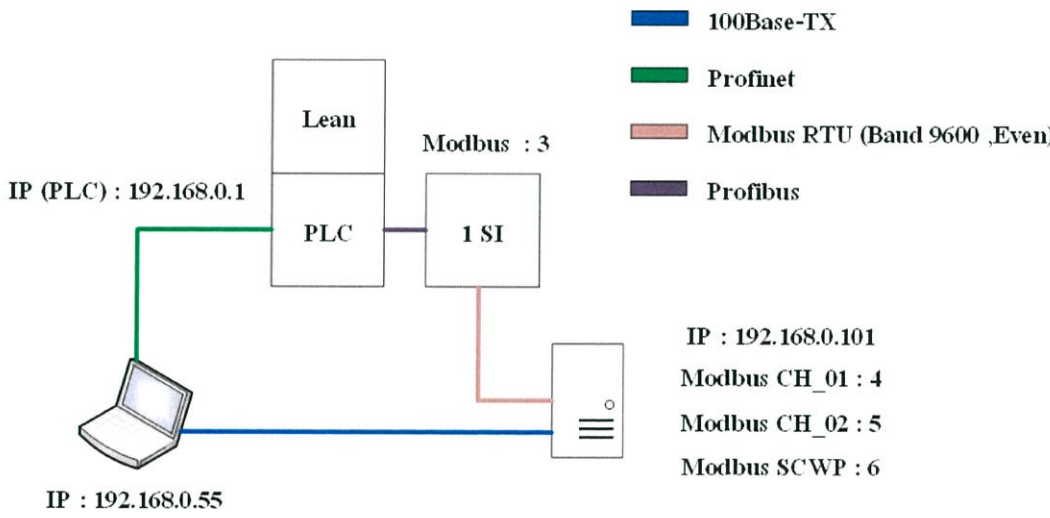
ตารางที่ 3.12 ลำดับการทำงานประกอบกับพารามิเตอร์ของ BLOCK S_RCV

การทำงานลำดับที่	ตำแหน่งต้นทาง (Node name)	DB_NO	LEN

X = 1	PLC_CH01	41	112
X = 2	PLC_CH02	50	112
X = 3	PLC_BP01	32	100

(2) ออกแบบ และเชื่อมโยงเน็ตเวิร์คเพื่อใช้ในการทดลองครั้งที่ 2

เมื่อเขียนโปรแกรมของการรับ-ส่งข้อมูลภายในพีแอลซีสำเร็จแล้ว ทำการเชื่อมต่ออุปกรณ์ตามโครงสร้างเน็ตเวิร์คเพื่อทำการทดลองต่อไป



รูปที่ 3.24 โครงสร้างเน็ตเวิร์คของการทดลองฟิลด์เซิร์ฟเวอร์ครั้งที่ 2

โดยข้อสำคัญที่ใช้ในการออกแบบโครงสร้างเน็ตเวิร์คครั้งนี้นั้น คือผู้จัดทำโครงงานต้องสร้างใช้งานการ Monitor พีแอลซีและเข้าถึง GUI ของฟิลด์เซิร์ฟเวอร์ได้ในขณะเดียวกันเพื่อความสะดวกในการดำเนินการทดลองขั้นตอนถัดไป

(3) ตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลภายใน Data Block ของพีแอลซีเปรียบเทียบกับข้อมูลภายใน Data Arrays ของฟิลด์เซิร์ฟเวอร์

หลังจากได้เน็ตเวิร์คตามรูปที่ 3.24 ให้ทำการ Monitor ข้อมูลของพีแอลซี และฟิลด์เซิร์ฟเวอร์ด้วย TIA และ GUI ตามลำดับ และทำการแก้ไขข้อมูลภายใน Data Arrays ของฟิลด์เซิร์ฟเวอร์ และทำการเปรียบเทียบกับข้อมูลภายใน Data Block ของพีแอลซี

(4) ทำการแก้ไข และบันทึกผล

ในขั้นตอนนี้นั้นได้มีการแก้ไขเกิดขึ้น 2 ครั้งอันเนื่องมาจาก ขนาดของข้อมูลที่ส่งและการเข้ารหัสข้อมูลที่ได้รับ

(4.1) การแก้ไขครั้งที่ 1

หลังจากทำการตรวจสอบข้อมูลที่ได้แล้วพบว่าข้อมูลประเภททศนิยมมีปัญหาคือ ไม่สามารถแสดงค่าส่วนทศนิยมได้กล่าวคือถ้าหากข้อมูลภายใน Data Arrays ของฟิลด์เซิร์ฟเวอร์มีค่าเท่ากับ 14.5 ข้อมูลภายใน Data Block ของพีแอลซีจะมีค่าเท่ากับ 14 จึงได้ทำการศึกษาการใช้งานฟิลด์เซิร์ฟเวอร์เพิ่มเติม และพบว่ามีคำสั่งที่ใช้ในการแยกข้อมูลประเภทเลขทศนิยมออกเป็น 2 Word เพื่อการส่งข้อมูลผ่าน Modbus ทีละ 1 Word โดยการเรียกใช้งานคำสั่ง Move และตั้งค่าต่อไปนี้

ตารางที่ 3.13 การตั้งค่าฟิลด์เซิร์ฟเวอร์เพื่อทำการแยกข้อมูลประเภททศนิยมออกเป็น 2 Word

Function	Source Data Array	Source offset	Target Data Array	Target offset	Length
Split_Float	BP01_AI	0 – 22	RTU_BP01_AI	0 – 44	1
	BP01_AO	0	RTU_BP01_AO	0	
	CH01_AV	0 – 39	RTU_CH01_AV	0 – 78	
	CH02_AV	0 – 39	RTU_CH02_AV	0 – 78	

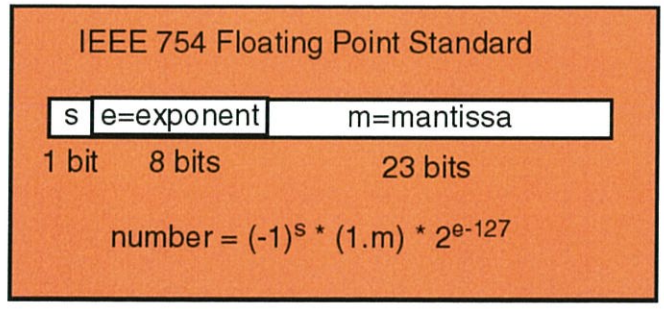
โดยในการใช้งานคำสั่งดังกล่าวจำเป็นที่จะต้อง สร้าง Data Arrays ขึ้นมาเก็บข้อมูลที่ถูกแยกออกซะก่อน โดย Data Arrays ที่จะนำมาเก็บข้อมูลจะต้องอยู่ในชนิดของ UInt16 และมีขนาดมากกว่า 2 เท่าจาก Data Arrays เดิมที่เป็นประเภท Float เนื่องจาก Float มีขนาด 32 bits แต่ UInt16 มีขนาด 16 bits โดยจากตารางที่ 3.13 Data Arrays ที่ถูกสร้างเพิ่มเติมคือ RTU_BP01_AI, RTU_BP01_AO, RTU_CH01_AV และ RTU_CH02_AV พร้อมทั้งการเปลี่ยนแปลง Data Arrays ทำให้ต้องมีการ Map ใหม่เกิดขึ้นโดยตารางที่ 3.14 จะเปรียบเทียบการตั้งค่าเก่า กับการตั้งค่าใหม่

ตารางที่ 3.14 การเปลี่ยนแปลงการตั้งค่า Map ของฟิลด์เซิร์ฟเวอร์เพื่อทำการแยกข้อมูลประเภททศนิยมออกเป็น 2 Word

Map Descriptors Name	Old Data Array Name	New Data Array Name
BP01_TO_PLC	BP01_AI	RTU_BP01_AI
	BP01_AO	RTU_BP01_AO
CH01_TO_PLC	CH01_AV	RTU_CH01_AV
CH02_TO_PLC	CH02_AV	RTU_CH02_AV

(4.2) การแก้ไขครั้งที่ 2

หลังจากทำการแก้ไขครั้งที่ 1 สำเร็จแล้วจึงทำการทดลองในขั้นตอนที่ (3) ซ้ำอีกครั้งผลที่ออกที่ได้คือไม่สำเร็จ โดยข้อมูลที่ออกมาจะอยู่ในเลขฐาน 16 จึงได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับชนิดของตัวแปรภายในการสื่อสาร Modbus จึงได้ข้อสรุปว่าต้องใช้การเข้ารหัสข้อมูลตามมาตรฐาน IEEE 754 ในการแปลงข้อมูลจากเลขฐาน 16 เป็นเลขทศนิยม จึงได้นำข้อมูลดังกล่าวมาใช้ในการหาวิธีการแก้รหัสข้อมูลภายในพีแอลซี ซึ่งหาได้ว่าสมารถใช้คำสั่ง DWORD_TO_REAL ที่อยู่ภายในภาษา SCL (Structured Control Language) ได้โดยสามารถดูการใช้งานเพิ่มเติมได้จากเอกสารอ้างอิง



รูปที่ 3.25 ตัวแปร Float ตามมาตรฐาน IEEE 754

```
FOR #I3 := 1 TO 5 BY 1 DO
    #SCWP_AO_Array_Real[#I3] := DWORD_TO_REAL(#SCWP_AO_Array_Dword[#I3]);

END_FOR;
```

รูปที่ 3.26 ตัวอย่างการใช้งานคำสั่ง DWORD_TO_REAL

(✓ คือผ่าน ✗ คือไม่ผ่าน และ – ไม่มีการทดสอบ)

ตารางที่ 3.15 ผลการทดลองครั้งที่ 2

อุปกรณ์	ชนิดของข้อมูล	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
Chiller 01	BV	✓	–	–
	MV	✓	–	–
	AV	×	×	✓
Chiller 02	BV	✓	–	–
	MV	✓	–	–
	AV	×	×	✓
SCWP (BP)	BI	✓	–	–
	BO	✓	–	–
	MI	✓	–	–
	MO	✓	–	–
	AI	×	×	✓
	AO	×	×	✓

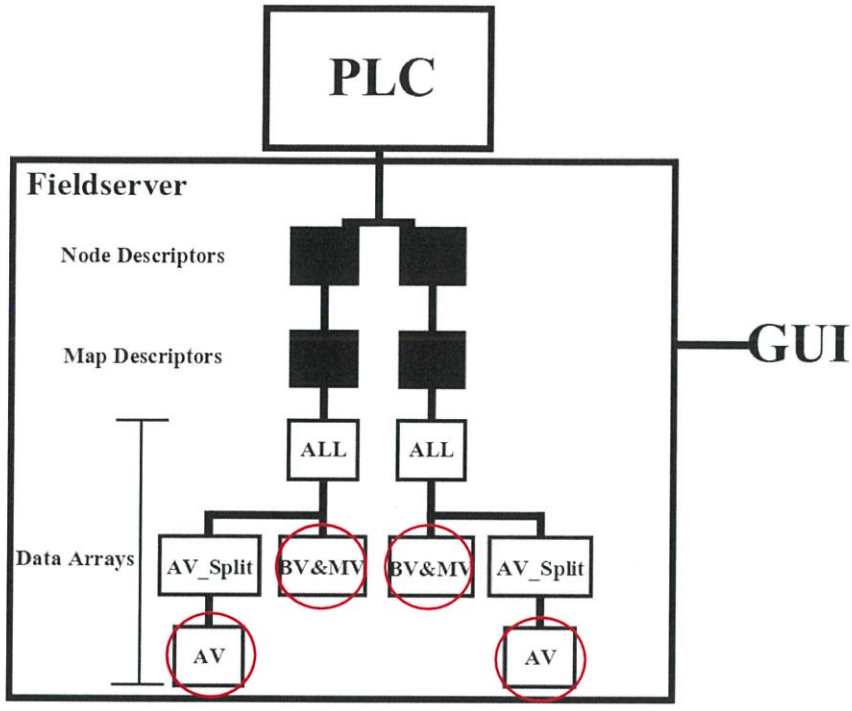
- **ขั้นตอนการทดลองครั้งที่ 3 การทดลองการแก้ไขข้อมูลภายในฟิลด์เซิร์ฟเวอร์ด้วยพีแอลซีผ่าน Modbus RTU**

(1) วางแผน และเตรียมตัวก่อนทำการทดลอง

ในการทดลองครั้งนี้นั้นจะใช้การตั้งค่า และผลที่ได้จากการทดลองครั้งที่แล้วมาทำการแก้ไขและเพิ่มเติม การทำงานบ้างส่วนเพื่อให้พีแอลซีสามารถแก้ไขข้อมูลภายในฟิลด์เซิร์ฟเวอร์ผ่านการสื่อสารแบบ Modbus RTU โดยส่วนของโครงสร้างเน็ตเวิร์ค และรูปแบบการสื่อสารจะคงแบบเดิมไว้ ซึ่งในการแก้ไข และเพิ่มเติมโปรแกรมนั้นสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วนคือ ส่วนฟิลด์เซิร์ฟเวอร์ และส่วนของพีแอลซี

(1.1) การแก้ไข และเพิ่มเติมโปรแกรมของฟิลด์เซิร์ฟเวอร์

ทำการออกแบบโครงสร้างโปรแกรมของฟิลด์เซิร์ฟเวอร์ โดยอ้างอิงจากการเอกสาร FieldServer Configuration Manual ที่จะอยู่ภายในเอกสารอ้างอิง



รูปที่ 3.27 โครงสร้างโปรแกรมของฟิลด์เซิร์ฟเวอร์ที่ใช้ในการทดลองครั้งที่ 3

Data Arrays ที่อยู่ภายในวงกลมคือ Data Arrays ที่ถูกจำลองให้เป็น Data Arrays ที่ใช้จัดเก็บข้อมูลจากการสื่อสารผ่าน BACnet จะมีทั้งหมด 3 ประเภทซึ่งจะใช้ชื่อตามการทดลองครั้งที่ 1 เพื่อจะสามารถนำผลจากการทดลองครั้งนี้รวมเข้ากับผลการทดลองก่อนหน้าได้

1.ข้อมูลชนิด AV คือ BP01_AI, BP01_AO, CH01_AV และ CH02_AV

2.ข้อมูลชนิด BV คือ BP01_BI, BP01_BO, CH01_BV และ CH02_BV

3.ข้อมูลชนิด MV คือ BP01_MI, BP01_MO, CH01_MV และ CH01_MV

AV_Split คือ Data Arrays ที่ถูกสร้างขึ้นมาตามแก้ไขในการทดลองครั้งที่ 2 ซึ่งจะมีทั้งหมด 4 ตัวอันได้แก่ RTU_BP01_AI, RTU_BP01_AO, RTU_CH01_AV และ RTU_CH02_AV

โดย Data Arrays : ALL จะทำการรวม Data Arrays : BV, MV และ AV_Split เข้าด้วยกัน อันเนื่องมาจากการแนะนำการใช้งานจากเอกสาร FieldServer Configuration Manual เพื่อการเพิ่มความน่าเชื่อถือ และความพร้อมในการใช้งานของตัวฟิลด์เซิร์ฟเวอร์เองทั้งยังเป็นโครงสร้างโปรแกรมที่ผู้จัดทำโครงการออกแบบมา เพื่อให้สามารถตรวจสอบข้อมูลที่ทำการแก้ไขด้วยพีแอลซีได้ด้วยการย้ายข้อมูลจาก Data Arrays : BV, MV และ AV_Split ไปสู่ Data Arrays : ALL เฉพาะข้อมูลที่ไม่ต้องทำการแก้ไข และย้ายข้อมูลจาก Data Arrays : ALL ไปสู่ Data Arrays : BV, MV และ AV_Split ซึ่งเมื่อพีแอลซีทำการร้องข้อมูลมา จะได้รับข้อมูลในส่วนที่ทำการแก้ไขไปด้วย เพื่อนำไปใช้ในการตรวจสอบการสื่อสารภายในพีแอลซีต่อไป

ในส่วนของการตั้งค่านั้นจะต้องทำการประกาศตัวแปรที่มีขนาดมากกว่า Data Arrays ของอุปกรณ์โดยทำการเปรียบเทียบทีละตัว และทำการแก้ไขส่วน Map Descriptor และเพิ่มเติมการทำงานในส่วนการย้าย Data Arrays โดยในส่วนของการใช้คำสั่ง Split_Float นั้นให้ทำการตรวจสอบว่ามี Data Arrays ตัวใดบ้างที่ต้องทำการแก้ไขด้วยพีแอลซีให้ทำการลบการ Split_Float ของ Data Arrays นั้นออกไปเพื่อไม่ให้เกิดการส่งข้อมูลแบบวนลูปขึ้น หลังจากลบเสร็จแล้วให้ทำการแก้ไขและเพิ่มเติมโปรแกรม เพื่อให้สามารถแก้ไขข้อมูลด้วยพีแอลซีได้ ด้วยการใช้คำสั่ง Move_Only และ Join_Float ด้วยการเรียกใช้งานผ่าน Move ตามตารางที่ 3.16 ถึง 3.20

ตารางที่ 3.16 การแก้ไขการตั้งค่า Map Descriptor จากการทดลองครั้งที่ 2 เพื่อการทดลองครั้งที่ 3

Map Descriptors Name	Old Data Array Name	New Data Array Name	Old Address	New Address	Old length	New length
BP01_TO_PLC	BP01_AI	BP01_All	40001	40001	50	100
	BP01_AO		40050		10	
	BP01_BI		40060			
	BP01_BO		40070			
	BP01_MI		40080			
	BP01_MO		40090			
CH01_TO_PLC	CH01_AV	CH01_All	40001		80	112
	CH01_BV		40080		26	
	CH01_MV		40105		6	
CH02_TO_PLC	CH02_AV	CH02_All	40001		80	
	CH02_BV		40080		26	
	CH02_MV		40105		6	

ตารางที่ 3.17 การตั้งค่าคำสั่งภายใน Move เพื่อการรวม Data Arrays ที่ไม่ต้องทำการแก้ไขผ่านพีแอลซี

Device	Function	Source Data Array	Source Offset	Target Data Array	Target Offset	Length
SCWP (BP)	Move_Only	RTU_BP01_AI	0	RTU_BP01_All	0	50
		RTU_BP01_AO	2		52	8
		BP01_BI	0		60	10
		BP01_BO	1		71	9
		BP01_MI	0		80	10
		BP01_MO	2		92	8
Chiller 01		RTU_CH01_AV	2	RTU_CH01_All	2	78
		CH01_BV	1		81	25
		CH01_MV	0		106	6
Chiller 02		RTU_CH02_AV	2	RTU_CH02_All	2	78
		CH02_BV	1		81	25
		CH02_MV	0		106	6

ตารางที่ 3.18 การตั้งค่าคำสั่งภายใน Move เพื่อการแก้ไขข้อมูลของอุปกรณ์ Chiller 01

Description	Function	Source Data Array	Source Offset	Target Data Array	Target Offset	Length
Setpoint	Move_Only	RTU_CH01_All	0	RTU_CH01_AV	0	2
	Join_Float	RTU_CH01_AV	0	CH01_AV	0	2
Start CMD	Move_Only	RTU_CH01_All	80	CH01_BV	0	1

ตารางที่ 3.19 การตั้งค่าคำสั่งภายใน Move เพื่อการแก้ไขข้อมูลของอุปกรณ์ Chiller 02

Description	Function	Source Data Array	Source Offset	Target Data Array	Target Offset	Length
Setpoint	Move_Only	RTU_CH02_All	0	RTU_CH02_AV	0	2
	Join_Float	RTU_CH02_AV	0	CH02_AV	0	2
Start CMD	Move_Only	RTU_CH02_All	80	CH02_BV	0	1

ตารางที่ 3.20 การตั้งค่าคำสั่งภายใน Move เพื่อการแก้ไขข้อมูลของอุปกรณ์ SCWP (BP)

Description	Function	Source Data Array	Source Offset	Target Data Array	Target Offset	Length
Setpoint	Move_Only	RTU_BP01_All	50	RTU_BP01_AO	0	2
	Join_Float	RTU_BP01_AO	0	BP01_AO	0	2
Set control source	Move_Only	RTU_BP01_All	70	CH02_BV	0	1
Set control mode	Move_Only		90	BP01_BO	0	1
Set operating mode	Move_Only		91	BP01_MO	1	1

(1.2) การแก้ไข และเพิ่มเติมโปรแกรมของพีแอลซี

โดยหลังจากทำการแก้ไขในส่วนแรกสำเร็จแล้ว ก็ถึงการแก้ไขในส่วนของพีแอลซีโดยในการสื่อสารจะใช้เพียง BLOCK S_SEND เท่านั้น เพียงแต่ในทุกการทำงานของกการแก้ไขข้อมูล จะต้องทำการตั้งค่าพารามิเตอร์ DB_NO ของ BLOCK S_RCV ให้เท่ากับเลขประจำตัวของ Data Blocks ที่สร้างขึ้นมาเพื่อรองรับข้อความตอบกลับการแก้ไขจากฟิลด์เซิร์ฟเวอร์ พร้อมทั้งหลักการทำงานจะอาศัยการทำงานตามลำดับแบบเดิม

ในการสร้าง Frame ข้อมูลนั้นจะใช้แบบเดิมกับการทดลองครั้งที่ 2 แต่จะมีการเปลี่ยนความหมายของ Data bit เนื่องจากมีการเปลี่ยนการใช้งาน Function แต่จะทำการเชื่อมต่อส่วน Modified (End bit) เข้ากับข้อมูลที่ต้องการแก้ไข และต้องตรงกับตำแหน่งของข้อมูลดังกล่าว

ตารางที่ 3.21 ลำดับการทำงานประกอบกับ Frame ข้อมูลที่จะใช้ในการแก้ไขข้อมูลภายในฟิลด์เซิร์ฟเวอร์ด้วยพีแอลซี

การทำงานลำดับที่	ตำแหน่งปลายทาง (Node name)	Address	Function	Word Add. (Start bit)	Modified (End bit)
X = 4	PLC_CH01	4	16#06	16#00	%DB13.DBW22
X = 5	PLC_CH01			16#01	%DB13.DBW24
X = 6	PLC_CH01			16#50	%DB13.DBW16
X = 7	PLC_CH02	5		16#00	%DB13.DBW32
X = 8	PLC_CH02			16#01	%DB13.DBW34
X = 9	PLC_CH02			16#50	%DB13.DBW26
X = 10	PLC_BP01	6		16#46	%DB13.DBW4
X = 11	PLC_BP01			16#5A	%DB13.DBW0
X = 12	PLC_BP01			16#32	%DB13.DBW12
X = 13	PLC_BP01			16#33	%DB13.DBW14
X = 14	PLC_BP01			16#5B	%DB13.DBW2

(2) เชื่อมโยงเน็ตเวิร์คเพื่อใช้ในการทดลองครั้งที่ 3

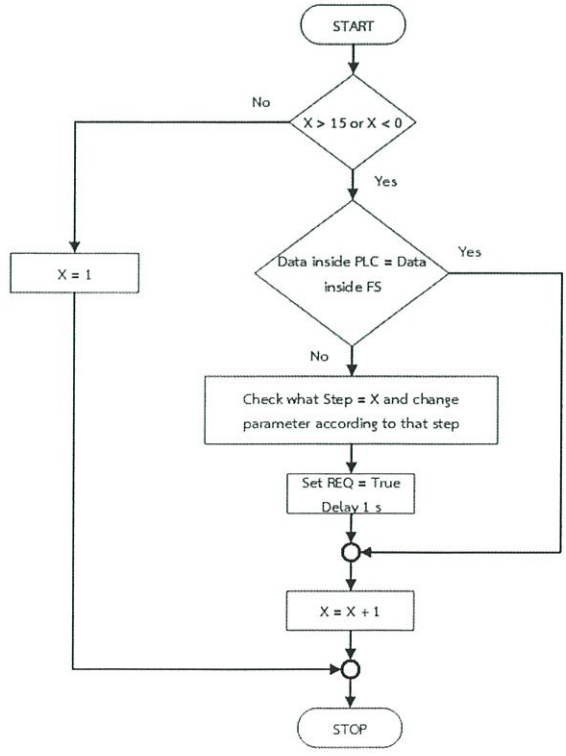
ทำการเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่างๆตามรูปที่ 3.24 ให้เหมือนกับการทดลองครั้งที่ 2 เพื่อให้พร้อมต่อการทดลอง

(3) เริ่มต้นทำการทดลอง และตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่ทำการแก้ไขข้อมูล

หลังจากได้เน็ตเวิร์คตามรูปที่ 3.24 ให้ทำการ Monitor ข้อมูลของพีแอลซี และฟิลด์เซิร์ฟเวอร์ด้วย TIA และ GUI ตามลำดับ และทำการแก้ไขข้อมูลภายใน Data Block ของพีแอลซี และทำการเปรียบเทียบกับข้อมูลภายใน Data Arrays ของฟิลด์เซิร์ฟเวอร์เพื่อทำการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล และตำแหน่ง พร้อมทั้งทำการตรวจสอบความเร็ว

(4) ทำการแก้ไข และบันทึกผล

โดยหลังจากทำการทดลอง ผลที่ได้ถือว่าไม่ได้อยู่ในความคาดหวังเนื่องจากเวลาในการวนรอบการสื่อสารนานเกินไปโดยจะมีทั้งหมด 15 ขั้นตอนขั้นตอนละ 1 วินาทีทำให้ใช้เวลาทั้งหมด 15 วินาทีในการกลับมาทำขั้นตอนเดิม ทั้งยังมีความไม่จำเป็นภายในขั้นตอนเกิดขึ้นคือ เมื่อข้อมูลที่ต้องทำการแก้ไขภายในฟิลด์เซิร์ฟเวอร์ ตรงกับภายในพีแอลซีแล้วจะยังคงต้องทำการส่งข้อมูลอยู่จึงได้ทำการปรับปรุงให้เกิดการข้ามขั้นตอนขึ้นเมื่อเหตุการณ์ดังกล่าวเกิดขึ้น



รูปที่ 3.28 ผังการทำงานในส่วนโปรแกรมการสื่อสารของพีแอลซีปรับปรุงครั้งที่ 1

(✓ คือผ่าน, ✕ คือไม่ผ่าน และ – ไม่มีการทดสอบ)

ตารางที่ 3.22 ผลการทดลองครั้งที่ 3

อุปกรณ์	ชนิดของข้อมูล	คำอธิบาย	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2
Chiller 01	BV	คำสั่งเริ่มต้นการทำงาน	✗	✓
	AV	ค่าอุณหภูมิที่ต้องการ	✗	✓
Chiller 02	BV	คำสั่งเริ่มต้นการทำงาน	✗	✓
	AV	ค่าอุณหภูมิที่ต้องการ	✗	✓
SCWP (BP)	BO	คำสั่งเปลี่ยนการควบคุมมาเป็น Remote	✗	✓
	MO	รูปแบบการควบคุม	✗	✓
	MO	สถานะการทำงาน	✗	✓
	AO	Setpoint โดยจะขึ้นอยู่กับรูปแบบการควบคุม	✗	✓

3.3.2 สร้างโครงสร้างเน็ตเวิร์คภายในกระบวนการ

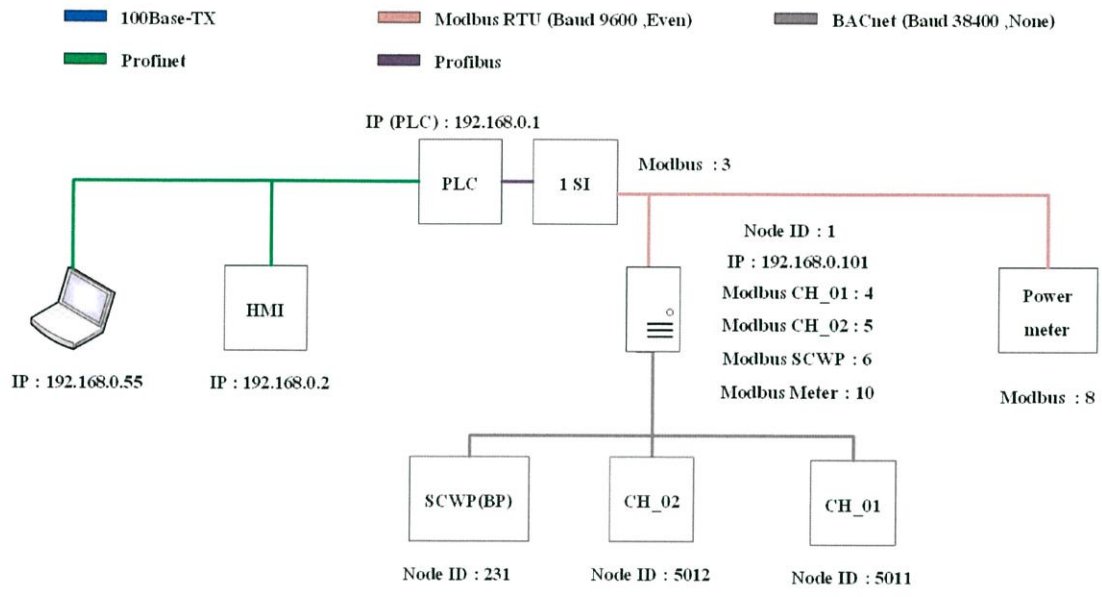
โครงสร้างการสื่อสารต่อไปนี้จะเป็นโครงสร้างที่เขียนขึ้นเพื่อใช้ในการระบุ Address ของอุปกรณ์ภายในกระบวนการเพื่อที่จะนำไปใช้ในการแก้ไข หรือทอสอบการสื่อสารภายในกระบวนการต่อไปโดยทำการอ้างอิงจากผลการทดลอง และเอกสารที่แสดง Address ของอุปกรณ์ภายในกระบวนการ

โดยโครงสร้างการสื่อสารภายในกระบวนการดังกล่าวจะสามารถแบ่งตามการทำงานได้ทั้งหมด 3 ส่วนคือ 1. ส่วนของระบบควบคุม 2. ส่วนของอุปกรณ์ที่ระบบควบคุมทำการควบคุม และ 3. ส่วนของอุปกรณ์ที่ระบบควบคุมนำไปแสดงผลเท่านั้น

1. ส่วนของระบบควบคุม คือส่วนที่ทำหน้าที่ในการควบคุมลำดับการทำงานของอุปกรณ์ในกระบวนการ แสดงผลการทำงานของอุปกรณ์ และกระบวนการ พร้อมทั้งทำหน้าที่ในการแจ้งเตือนและตอบสนองต่อความผิดพลาดที่เกิดขึ้น โดยส่วนดังกล่าวจะเป็นส่วนที่ผู้จัดทำรับผิดชอบ อันได้แก่ พีแอลซี ฟิลด์เซิร์ฟเวอร์ และเอชเอ็มไอ

2. ส่วนของอุปกรณ์ที่ระบบควบคุมทำการควบคุม คืออุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ในการควบคุมพารามิเตอร์ต่างๆ ผ่านการทำงานภายในของอุปกรณ์ดังกล่าวซึ่งระบบควบคุมจะทำหน้าที่ ในการจัดสรรหน้าที่การทำงาน และแก้ไขค่าพารามิเตอร์เพื่อให้อุปกรณ์ทำหน้าที่ตามได้ตามต้องการ พร้อมทั้งระบบควบคุมจะนำค่าพารามิเตอร์บ้างส่วนที่เป็นปัจจัยใน การประเมินคุณภาพ หรือการซ่อมบำรุงไปแสดงผลอีกด้วยอันได้แก่ ชิลเลอร์ 2 เครื่อง และเครื่องสูบน้ำเย็นย่อย 1 เครื่อง

3. ส่วนของอุปกรณ์ที่ระบบควบคุมนำไปแสดงผลเท่านั้น คืออุปกรณ์ที่ทำการวัดพารามิเตอร์บ้างอย่าง และจำเป็นต่อการจัดการข้อมูลภายในกระบวนการผลิต หรือจำเป็นต่อการแสดงผล ได้แก่ เพาเวอร์มิเตอร์



รูปที่ 3.29 โครงสร้างเน็ตเวิร์คที่ได้จากการสรุปผลการทดลอง

โดยโครงสร้างเน็ตเวิร์คจากรูปที่ 3.29 จะเป็นโครงสร้างที่แสดงถึงอุปกรณ์ทั้งหมด ณ ตอนที่ผู้จัดทำโครงงานดำเนินการพัฒนาระบบควบคุมอยู่

3.4 การสร้างระบบควบคุม

3.4.1 ดำเนินการเขียน และทดสอบโปรแกรมพีแอลซี

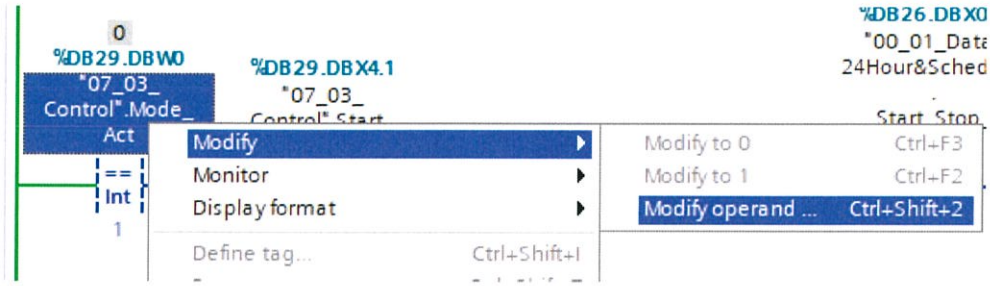
ในการดำเนินการพัฒนาส่วนของพีแอลซีนั้นจะต้องคำนึงถึงความปลอดภัย และความถูกต้องของการทำงานมาเป็นหลักจึงจำเป็น ต้องมีการจำลองพีแอลซีเพื่อทดสอบการทำงานของโปรแกรมก่อนนำไปใช้งานจริงโดยขั้นตอนในการเขียนโปรแกรมจะแบ่งได้ทั้งหมด 5 ขั้นตอนอันได้แก่

(1) ทำการสร้าง Project และเพิ่ม CPU ตามรุ่นที่ทำการใช้งานโดยภายในโครงงานนี้จะใช้งานรุ่น CPU 315-2 PN/DP

(2) เพิ่มโมดูลที่ใช้ในโครงงานทั้ง Local และ Remote โดยภายในโครงงานนี้จะใช้ทั้ง Local และ Remote อันได้แก่ Local: CP 343-1, AI 8x13bit, DI 32x24VDC, DO 32x24VDC

(3) ทำการเขียนโปแกรมตามผังการทำงานที่ได้วางแผนไว้ในหัวข้อที่ 3.2 ด้วยการใช้งานภาษา Ladder, SCL และ STL ตามความเหมาะสม

(4) ทำการทดสอบการทำงานของโปรแกรมภายในพีแอลซีด้วยการจำลอง ก้วยการใช้งานคำสั่ง Start simulation ทำการตั้งค่า PG/PC Interface และดาวน์โหลดโปรแกรมลงสู่พีแอลซีจำลอง

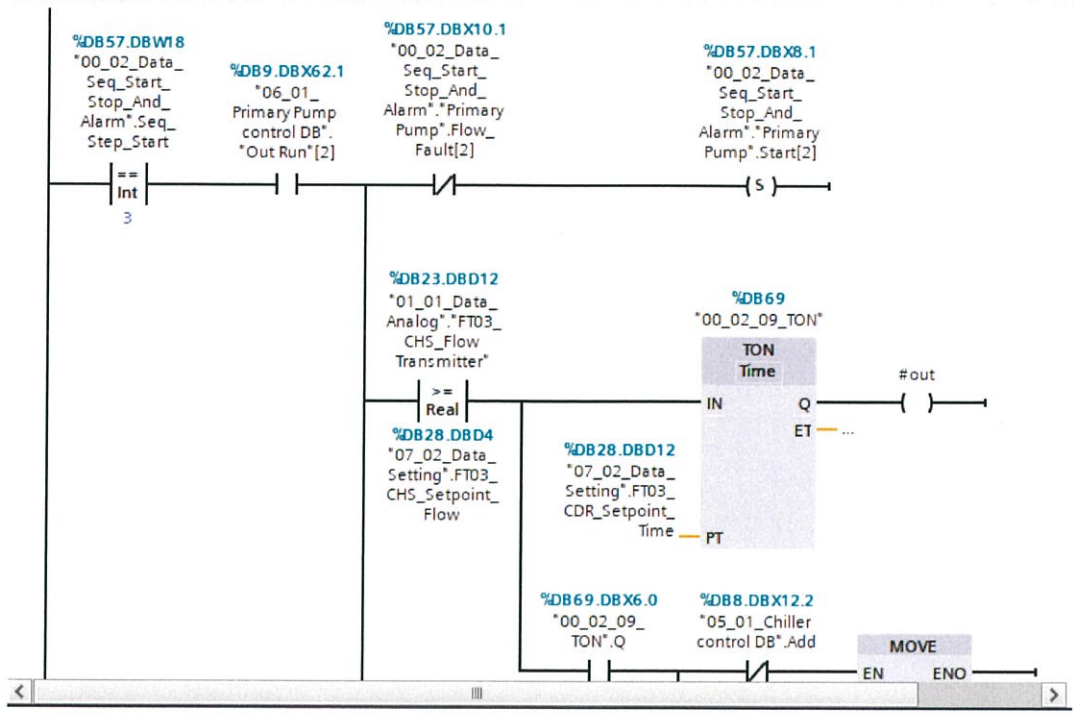


รูปที่ 3.30 ตัวอย่างการจำลองการทำงานของพีแอลซีด้วย TIA V14 SP1

(5) ตรวจสอบการทำงานที่ได้จากการจำลอง ทำการแก้ไขโดยสามารถใช้งานตัวนำทางอย่าง Cross-reference, Assignment list และ Call Structure มาช่วยในการแก้ไขโดยตัวนำทางดังกล่าวจะบอกถึง ตำแหน่งของหน่วยความจำที่ถูกเรียกใช้งาน จำนวนของหน่วยความจำที่ถูกเรียกใช้งานและโครงสร้างของโปรแกรม ตามลำดับ

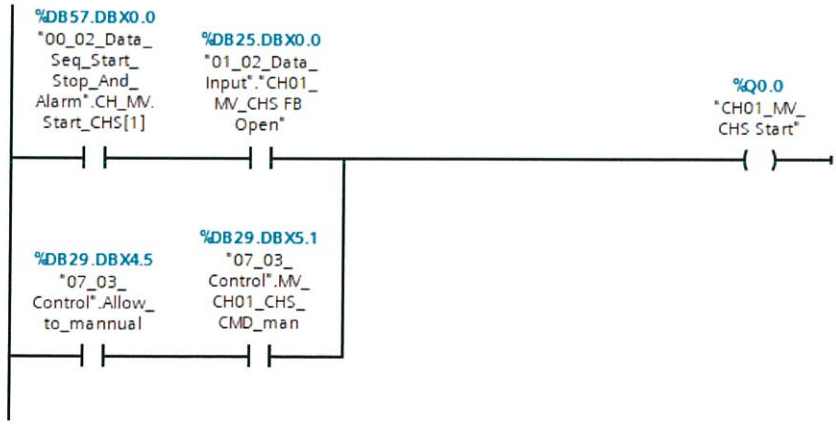
3.4.2 ตัวอย่างโปรแกรมของพีแอลซี

(1) LAD (Ladder)



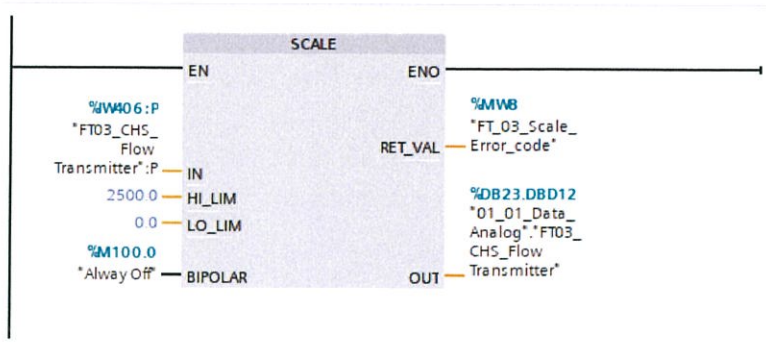
รูปที่ 3.31 ตัวอย่างภาษา Ladder ที่ทำหน้าที่ในการควบคุมลำดับการปิด-เปิดของอุปกรณ์

จากรูปที่ 3.31 จะแสดงถึงโปรแกรมที่ใช้ในการควบคุมลำดับการปิด-เปิดของอุปกรณ์ โดยจะนำผลที่ได้จาก โปรแกรมที่มีหน้าที่ในการตัดสินใจอุปกรณ์ที่จะถูกใช้งานจากคำสั่ง สถานะของอุปกรณ์ และเวลาในการทำงาน มาทำการเปิด-ปิดตามขั้นตอนอีกทีและเก็บผลที่ได้ไว้ใน Data Block เพื่อให้โปรแกรมอื่นที่ทำหน้าที่เปิด-ปิดต่อไป



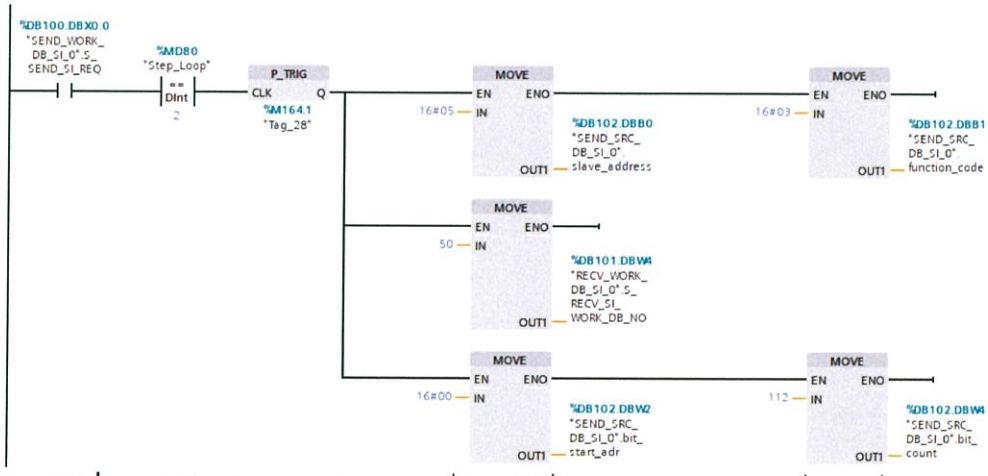
รูปที่ 3.32 ตัวอย่างภาษา Ladder ที่ทำหน้าที่ในการควบคุมการปิด-เปิดของอุปกรณ์

โปรแกรมของรูปที่ 3.32 จะทำการรับคำสั่ง หรือผลการทำงานจากโปรแกรมอื่นๆ มาใช้ในการเปิด-ปิดอุปกรณ์ ผ่านการใช้งานโมดูล Digital Output ต่อไป



รูปที่ 3.33 ตัวอย่างภาษา Ladder ที่ทำหน้าที่ในแปลงสัญญาณที่ได้รับมาจากเครื่องมือวัด

โปรแกรมของรูปที่ 3.33 จะนำสัญญาณที่ได้รับมาจากเครื่องมือวัด มาทำการแปลงค่าเพื่อให้ได้ค่าตรงกับค่าพารามิเตอร์จริงผ่านการใช้งาน Block SCALE และทำการเก็บไว้ใน Data Block เพื่อให้โปรแกรมอื่นสามารถนำไปใช้ได้อย่างสะดวก



รูปที่ 3.34 ตัวอย่างภาษา Ladder ที่ทำหน้าที่ในการวนการทำงานเพื่อการสื่อสาร

โดยในรูปที่ 3.34 จะแสดงถึงโปรแกรมที่มีหน้าที่ในการวนการทำงานตามลำดับเพื่อทำการเปลี่ยนแปลงพารามิเตอร์ที่ใช้ในการสื่อสารให้ตรงกับสิ่งที่ต้องการ เพื่อความถูกต้อง และความสดใหม่ของข้อมูล โดยที่มา และลายละเอียดเพิ่มเติมสามารถหาได้จากหัวข้อที่ 3.3

(2) SCL (Structured Control Language)

```
155 //--------------------------
156 //Start or Stop
157 //--------------------------
158 IF #Start_Trig OR #Stop_Trig OR #Stop_Trig_time OR #Redundance_Trig OR #Add_Trig OR #Reduce_Trig
159     OR #Rotate_Stop_Trig OR #Rotate_Start_Trig OR #Outside_Sig_Trig THEN
160     FOR #loop := 1 TO 2 DO
161         FOR #Index := 1 TO #"Total Use" BY 1 DO
162             IF #"Use in Running" >= 1 AND
163                 #"Buffer_Sorting Min to Max For Total"[1] = #"Runtime Total"[#Index] AND
164                 #Fault[#Index] = FALSE AND
165                 #"Out Run"[#Index] = FALSE AND
166                 #Remote[#Index] = TRUE AND
167                 #"No.Rotate" <> #Index AND
168                 #"Count Running" < 1
169             THEN
170                 #"Out Run"[#Index] := TRUE;
171             ELSIF
172                 #"Total Use" >= 1 AND
173                 #"Buffer_Sorting Min to Max For Total"[1] = #"Runtime Total"[#Index] AND
174                 (#Fault[#Index] = TRUE OR ((#Remote[#Index] = FALSE) AND (#"Out Run"[#Index] = FALSE)) OR
175                 #"No.Rotate" = #Index )
176             THEN
177                 #"Out Run"[#Index] := FALSE;
178
179                 #"Runtime Total"[#Index] := #"Runtime Actual"[#Index];
180                 #"Buffer_Sorting Min to Max For Total"[1] := #"Buffer_Sorting Min to Max For Total"[2];
181                 #"Buffer_Sorting Min to Max For Total"[2] := #"Buffer_Sorting Min to Max For Total"[3];
182                 #"Buffer_Sorting Min to Max For Total"[3] := #"Buffer_Sorting Min to Max For Total"[4];
```

รูปที่ 3.35 ตัวอย่างภาษา SCL ที่ทำหน้าที่ในการเลือกอุปกรณ์ที่จะต้องทำงาน-หยุดทำงาน

โดยโปรแกรมภาษา SCL ข้างต้นถูกเขียนขึ้นมาเพื่อทำการตัดสินใจในการเลือกอุปกรณ์ที่จะต้องเริ่มต้นการทำงาน หรือหยุดการทำงาน ตามข้อมูลหรือคำสั่งที่ได้มา โดยโปรแกรมดังกล่าวจะถูกเขียนขึ้นเพื่อให้สามารถนำไปใช้ได้กับอุปกรณ์ได้ทุกชนิด

```
1  IF #Enable THEN
2      REPEAT
3          #swap := FALSE;
4          FOR #Index := #Num_end TO #Num_start+1 BY -1 DO
5              IF #Sorting[#Index - 1] > #Sorting[#Index]
6              THEN
7                  #Temp := #Sorting[#Index];
8                  #Sorting[#Index] := #Sorting[#Index - 1];
9                  #Sorting[#Index - 1] := #Temp;
10                 #swap := TRUE;
11             END_IF;
12         END_FOR;
13     UNTIL NOT #swap
14     END_REPEAT;
15 END_IF;
```

รูปที่ 3.36 ตัวอย่างภาษา SCL ที่ทำหน้าที่ในการจัดเรียงข้อมูลที่ได้รับจากน้อยไปหามาก

โดยโปรแกรมภาษา SCL ข้างต้นจะทำหน้าที่ในการจัดเรียงข้อมูลตามมูลค่าของข้อมูลจากน้อยไปหามากโดยจะสามารถกำหนดข้อมูลที่มาใส่ได้ และยังสามารถกำหนดจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดของข้อมูลที่ต้องการเรียงได้อีกด้วยโดยจะทำการเขียนทับลงข้อมูลที่ได้รับมา

```
"P_Trig"(IN:=#"Clock 1s",
         Q=>#"Clock 1s_Trig",
         Mem:=#Trig);

 #sec := #sec + BOOL_TO_INT(#"Clock 1s_Trig" AND #Running);

IF #sec > 59 THEN
    #min := #min + 1;
    #sec := 0;
END_IF;

IF #min > 59 THEN
    #hour := #hour + 1;
    #min := 0;
END_IF;

IF #Reset THEN
    #sec := 0;
    #min := 0;
    #hour := 0;
    END_IF;
```

รูปที่ 3.37 ตัวอย่างภาษา SCL ที่ทำหน้าที่ในการนับเวลาการทำงาน

จากรูปที่ 3.37 นั้นจะเป็นโปรแกรมที่นับเวลาติดของสัญญาณที่ได้รับมา และเก็บเวลดังกล่าวไว้ใน Data Block พร้อมทั้งสามารถรีเซตเวลาดังกล่าวได้

```
 // Loop Convert
FOR #I2 := 1 TO 25 BY 1 DO
    #SCWP_AI_Array_Real[#I2] := DWORD_TO_REAL(#SCWP_AI_Array_Dword[#I2]);

END_FOR;

 // Loop Convert
FOR #I3 := 1 TO 5 BY 1 DO
    #SCWP_AO_Array_Real[#I3] := DWORD_TO_REAL(#SCWP_AO_Array_Dword[#I3]);

END_FOR;

 // Loop Convert
FOR #I4 := 1 TO 26 BY 1 DO
    "08_Data_Modbus_Real".Data_Real[#I4] := DWORD_TO_REAL("08_Data_Modbus_Dword".a[#I4]);

END_FOR;
"08_Data_Modbus_Real".Data_Real[28] := (DINT_TO_REAL( DWORD_TO_DINT ("08_Data_Modbus_Dword".a[28]))/ 1000000)
+((DINT_TO_REAL(BOOL_TO_DINT(%DB2.DBX108.7))/1000000)*65536*65536)
+((DINT_TO_REAL(DWORD_TO_DINT("08_Data_Modbus_Dword".a[27]))/ 1000000)*65536*65536);

"Sent Data_bacnet".BP01.AO_0_Dword := REAL_TO_DWORD("Sent Data_bacnet".BP01.AO_0_REAL);
"Sent Data_bacnet".CH01.Setpoint_dword := REAL_TO_DWORD("Sent Data_bacnet".CH01.Setpoint_Real);
"Sent Data_bacnet".CH02.Setpoint_dword := REAL_TO_DWORD("Sent Data_bacnet".CH02.Setpoint_Real);
```

รูปที่ 3.38 ตัวอย่างภาษา SCL ที่ทำหน้าที่ในการแปลงข้อมูล

โดยภายในรูปที่ 3.38 นั้นจะเป็นการแปลงชนิดข้อมูล หลายหลายชนิดเช่น จาก Double word ให้เป็น Real, Real ให้เป็น Double word หรือ จาก long word ให้เป็น Double word เป็นต้น

(3) STL (Statement List)

```
      L     600                 //logical address
      T     "SEND_WORK_DB_SI_0".S_SEND_SI_WORK_LADDR//for SEND
      T     "RECV_WORK_DB_SI_0".S_RECV_SI_WORK_LADDR//and RECV

      L     102                 //DB_NO
      T     "SEND_WORK_DB_SI_0".S_SEND_SI_WORK_DB_NO//for SEND
      L     103                 //DB_NO
      T     "RECV_WORK_DB_SI_0".S_RECV_SI_WORK_DB_NO//and RECV

      L     40001               //DBB_NO 40001


      T     "SEND_WORK_DB_SI_0".S_SEND_SI_WORK_DBB_NO//for SEND
      T     "RECV_WORK_DB_SI_0".S_RECV_SI_WORK_DBB_NO//and RECV

      UC    "Initiation"
      AN    "Tag_8"
      S     "Tag_8"
      A     "Tag_9"
      R     "Tag_9"
//Call of FC for Initiation

      L     T#500ms
      T     "Time_SW"
```

รูปที่ 3.39 ตัวอย่างภาษา STL ที่ทำหน้าที่ในการตั้งค่าพารามิเตอร์ เมื่อเริ่มต้นเปิดพีแอลซี

ตัวอย่างโปรแกรมข้างต้นจะแสดงถึงการตั้งค่าต่างๆ พร้อมทั้งการเรียกใช้งานการทำงานบ้างอย่างเมื่อพีแอลซีเริ่มต้นโดยโปรแกรมดังกล่าวจะอยู่ภายใน OB100 ซึ่งพีแอลซีจะเรียกใช้งานเมื่อเริ่มต้นทำงาน

```
// ------------------------------
// Check "Receive without error"
// ------------------------------
      A     "RECV_WORK_DB_SI_0".S_RECV_SI_NDR//NDR ?
      JCN   CON1                //if NO

      L     "RECV_WORK_DB_SI_0".S_RECV_SI_WORK_CNT_OK//"Receive without error"
      +     1                   //increment counter
      T     "RECV_WORK_DB_SI_0".S_RECV_SI_WORK_CNT_OK

      L     "RECV_WORK_DB_SI_0".S_RECV_SI_WORK_LEN//save RECEIVE-Length
      T     "RECV_WORK_DB_SI_0".S_RECV_SI_WORK_LEN_SAV

      JU    LEAV

// ------------------------------
// Check "Receive with error"
// ------------------------------
CON1: A     "RECV_WORK_DB_SI_0".S_RECV_SI_ERROR//ERROR ?
      JCN   CON2                //if NO

      L     "RECV_WORK_DB_SI_0".S_RECV_SI_WORK_CNT_ERR//"Receive with error"
      +     1                   //increment counter
      T     "RECV_WORK_DB_SI_0".S_RECV_SI_WORK_CNT_ERR

      L     0
      L     "RECV_WORK_DB_SI_0".S_RECV_SI_WORK_STAT//if STATUS <> 0
```

รูปที่ 3.40 ตัวอย่างภาษา STL ที่ทำหน้าที่ในการตั้งค่าพารามิเตอร์ เมื่อเริ่มต้นเปิดพีแอลซี

ตัวอย่างโปรแกรมภาษา STL จะแสดงถึงวิธีการจัดการการเก็บผลที่ได้หลังจากการรับ-ส่งเพื่อการประเมินผลการสื่อสารภายในกระบวนการ

3.5 การสร้างระบบแสดงผล

ในงานนี้นั้นส่วนแสดงผล จะใช้เอชเอ็มไอรุ่น TP1500 comfort ในการแสดงผล ซึ่งในการแสดงผลนั้นหน้าจอจะต้องแสดงถึงสถานะของ อุปกรณ์ต่างๆที่มีการส่งสัญญาณมาเช่น ตำแหน่ง Valve พารามิเตอร์ต่างๆของชิลเลอร์และ Alarm ของอุปกรณ์ เป็นต้น รวมทั้งการแสดงถึง สถานะ และ พารามิเตอร์ของโปรแกรมเช่น Setpoint อุณหภูมิของน้ำ ช่วงเวลาที่ต้องการ Rotate และ Setpoint Alarm โดยในการพัฒนา ส่วนแสดงผลนั้นจะต้องคำนึงถึง ผู้ปฏิบัติงานเป็นหลัก การใช้หน่วยที่ผู้ปฏิบัติงานเข้าใจ ขนาดตัวอักษร ขนาดรูปภาพ การแสดง Animation TOR และขนาดของหน้าจอ

3.5.1 ขั้นตอนการดำเนินงานพัฒนา

(1) ศึกษาสัญลักษณ์ ของ P&ID พร้อมทั้งปรึกษาผู้รู้

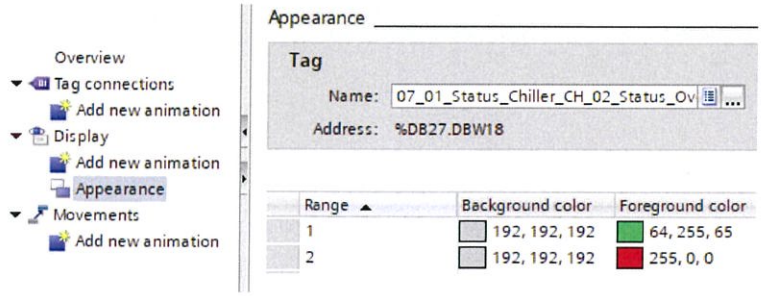
(2) ทำการวาด Graphics ของกระบวนการ

(2.1) ทำการเพิ่ม HMI TP1500 comfort PN ใน Project

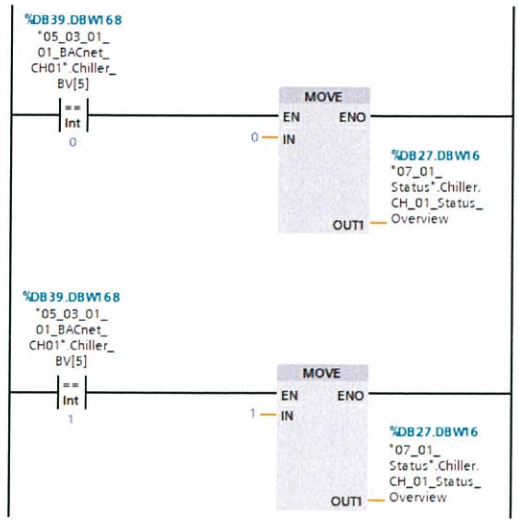
(2.2) เพิ่มหน้าจอในเอชเอ็มไอซึ่งจะประกอบไปด้วยHome ,Info ,Overview ,Chiller zone ,Cool water tank zone ,Power meter ,Setting ,Run hour ,Trend และ Alarm โดยการใช้คำสั่ง Add screen

(2.3) เขียน Graphics โดยการใช้เครื่องมือ Elements และBasic objects ในการสร้างรูปเครื่องจักร เครื่องมือวัด และท่อต่างๆ พร้อมทั้งเพิ่ม I/O Field เพื่อมาใช้ในมอนิเตอร์แบบเรียลไทม์ อ้างอิงจากตารางที่ 2.23

(2.4) เพิ่ม Animation ของอุปกรณ์ต่างๆอาทิเช่น เมื่อไม่ทำงานมีเทา เมื่อทำงานมีสีเขียว และเมื่ออยู่ในสภาวะผิดปกติมีสีแดงเป็นต้นผ่านการใช้คำสั่ง Animation โดยภายในขั้นตอนนี้นั้นจะต้องทำงานควบคู่กับการโปรแกรมพีแอลซีที่จะต้องทำการตรวจสอบสถานะและส่งค่าให้กับเอชเอ็มไอ



รูปที่ 3.41 ตัวอย่าง Animation ภายในเอชเอ็มไอ



รูปที่ 3.42 ตัวอย่างโปรแกรม Animation ภายในพีแอลซี

(2.5) เพิ่มหน้าต่าง Trend และ Alarm โดยในการทำหน้าต่าง Trend นั้นจะต้องทำการเรียกใช้ผ่านเครื่องมือ Trend view ซึ่งจะอยู่ภายใน Toolbox พร้อมกับต้องทำการเชื่อมต่อ Tag ที่ต้องการเข้ากับหน้าต่าง Trend ส่วนการสร้าง Alarm ต้องสร้าง Tag ขึ้นมาเพื่อทำการเพิ่มภายใน HMI Alarm เมื่อทำการสร้าง Alarm สำเร็จและครบถ้วนหมดแล้ว ให้ทำการเรียกหน้าต่าง Alarm ด้วยเครื่องมือ Alarm view และทำการตั้งค่าในการแสดงผลกลุ่มของ Alarm ให้ถูกต้องโดยอ้างอิงตามตารางที่ 3.24 และ 3.25

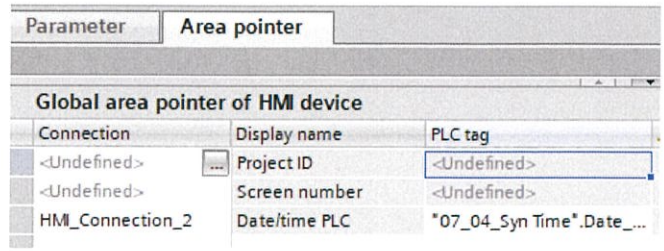
(2.6) เพิ่มหน้าต่าง Popup เพื่อมาช่วยในการซ่อนและแสดงหน้าต่างเพิ่มเติม การใช้คำสั่ง Add new pop-up screen ทำการเขียนหน้าต่าง Popup ตามที่ต้องการโดยใช้หลักการเดียวกับหารเขียน Screen เมื่อต้องการเรียกใช้งานคำสั่ง ShowPopupScreen ซึ่งจะอยู่ภายใน Events (จะพบได้ในปุ่ม)

(2.7) ทำการเชื่อมโยง Tag และเวลากับพีแอลซีโดยการใช้ Connection และ HMI Tag ซึ่งภายในโครงงานนี้นั้นจะต้องมีการเชื่อมโยงเวลาระหว่างพีแอลซีและเอชเอ็มไออีกด้วย

ซึ่งการเชื่องโยงดังกล่าวนั้นจะต้องใช้งานฟังก์ชั่น RD_SYS_T และเก็บไวที่ตัวแปรประเภท Date and Time เพื่อทำการอ่านเวลาของพีแอลซีและทำการเชื่อมต่อตัวแปรดังกล่าวที่ Area pointer

```
1  //Get Date and Time
2  #Error := RD_SYS_T("07_04_Syn Time".Date_Time_PLC);
```

รูปที่ 3.43 ตัวอย่างการอ่านเวลาของพีแอลซี



รูปที่ 3.44 ตัวอย่างการเชื่อมโยงเวลาระหว่างพีแอลซีและเอชเอ็มไอ

ตารางที่ 2.23 ตัวอย่างพารามิเตอร์ที่ใช้การมอนิเตอร์แบบเรียลไทม์บนเอชเอ็มไอ

อุปกรณ์	พารามิเตอร์	ช่วงของค่าพารามิเตอร์
PT01	ความดัน	0 – 6
FT01	อัตราการไหล	0 – 2500
FT02	อัตราการไหล	0 - 2000
FT03	อัตราการไหล	0 – 2500
TE01	อุณหภูมิ	0 – 100
TE02	อุณหภูมิ	0 – 100
TE03	อุณหภูมิ	0 – 100
TE04	อุณหภูมิ	0 – 100
TE05	อุณหภูมิ	0 – 100
TE06	อุณหภูมิ	0 – 100
TT01	อุณหภูมิ	0 – 50
HT01	ความชื้น	0 – 100
V01	สถานะวาล์ว (เปิด-ปิด)	ON – OFF
	โหมดการควบคุม	Local – Remote
V02	สถานะวาล์ว (เปิด-ปิด)	ON – OFF
	โหมดการควบคุม	Local – Remote
V03	สถานะวาล์ว (เปิด-ปิด)	ON – OFF
	โหมดการควบคุม	Local – Remote
V04	สถานะวาล์ว (เปิด-ปิด)	ON – OFF
	โหมดการควบคุม	Local – Remote
PCWP01	สถานะปั๊ม (เปิด-ปิด)	ON – OFF
	โหมดการควบคุม	Local – Remote
	สวิตช์ความดัน	ON – OFF

อุปกรณ์	พารามิเตอร์	ช่วงของค่าพารามิเตอร์
PCWP02	สถานะปั้ม (เปิด-ปิด	ON – OFF
	โหมดการควบคุม	Local – Remote
	สวิตซ์ความดัน	ON – OFF
Chiller 01	อุณหภูมิของเหลวขาเข้า	0 – 50
	อุณหภูมิของเหลวขาออก	0 – 50
	Set point	0 – 20
	โหมดการควบคุม	Local – Remote
Chiller 02	ความดันน้ำมัน	0 – 100
	ความดันฝั่ง Eva	0 – 10
	ความดันฝั่ง Conden	0 – 10
	ระยะเวลาทำงาน	0 – 36000
SCWP (BP)	โหมดการควบคุม	Local – Remote
	ระยะเวลทำงานปั้มตัวที่ 1	0 – 36000
	ความเร็วปั้มตัวที่ 1	0 – 100
	โหมดของปั้มตัวที่ 1	Manual – Auto
Power Meter	ความถี่	0 – 60
	กระแสเฟส A	0 – 150
	ความต่างศักย์เฟส A	0 – 1000
	VAR เฟส A	0 – 1000

ตารางที่ 2.24 ตัวอย่างพารามิเตอร์ที่ใช้การมอนิเตอร์แบบเทรนด์บนเอชเอ็มไอ

อุปกรณ์	พารามิเตอร์	ช่วงของค่าพารามิเตอร์
PT01	ความดัน	0 – 6
FT01	อัตราการไหล	0 – 2500
FT02	อัตราการไหล	0 – 2500
FT03	อัตราการไหล	0 – 2500
TE01	อุณหภูมิ	0 – 100
TE02	อุณหภูมิ	0 – 100
TE03	อุณหภูมิ	0 – 100
อุปกรณ์	พารามิเตอร์	ช่วงของค่าพารามิเตอร์

TE04	อุณหภูมิ	0 – 100
TE05	อุณหภูมิ	0 – 100
TE06	อุณหภูมิ	0 – 100
TT01	อุณหภูมิ	0 – 100
HT01	ความชื้น	0 – 100
Chiller 01	พลังงานไฟฟ้า	0 – 100
Chiller 02	พลังงานไฟฟ้า	0 – 100

ตารางที่ 2.25 ตัวอย่างสถานะความผิดปกติที่จะถูกแจ้งเตือนบนเอชเอ็มไอ

อุปกรณ์	ข้อความแจ้งเตือน
Chiller 01	CODE 53 - Oil Level Low
	CODE 44 - IGBT Gate Driver Fault
	CODE 34 - Sensor Failure
Chiller 02	CODE 35 - Low Motor Current
	CODE 18 - CT Plug Fault
	CODE 19 - High Leaving Condenser Liquid Temp
SCWP (BP)	CODE 144 - Motor temperature 3
	CODE 155 - Inrush fault
	CODE 161 - GSM modem, SIM card fault
PCWP	TRIP PRIMARY CHILLED WATER PUMP No. 1
	PRIMARY CHILLED WATER PUMP No. 1 RUN DRY
PCWP	TRIP PRIMARY CHILLED WATER PUMP No. 2
	PRIMARY CHILLED WATER PUMP No. 2 RUN DRY
V01	CHS MOTORIZED VALVE (CHILLER - 01) Fault
V02	CDR MOTORIZED VALVE (CHILLER - 01) Fault
V03	CHS MOTORIZED VALVE (CHILLER - 02) Fault
V04	CDR MOTORIZED VALVE (CHILLER - 02) Fault

(3) ทดสอบการใช้งานเอชเอ็มไอด้วยการจำลอง

(3.1) ทำการจำลองการทำงานของพีแอลซี และเอชเอ็มไอด้วยคำสั่งเดียวกับพีแอลซีเพียงแต่ต้องเลือกมาที่หน้าต่างของเอชเอ็มไอ

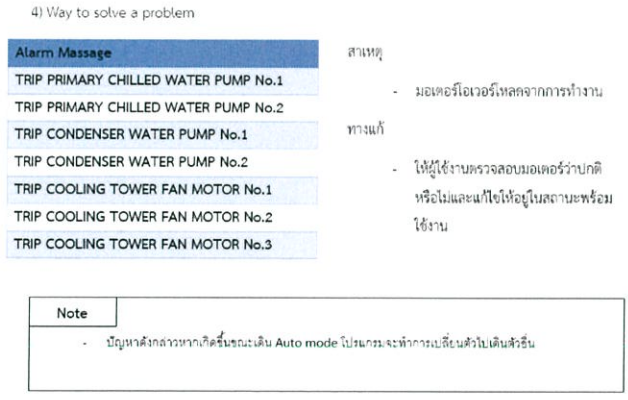
(3.2) ตรวจสอบการทำงานของ Animation และการส่งค่าต่างๆ

(3.3) ทำการแก้ไขข้อผิดพลาด และทดสอบอีกครั้ง

3.5.2 จัดทำเอกสารคู่มือใช้งานระบบแสดงผล

โดยเอกสารดังกล่าวจะต้องแสดงถึงการทำงานของเอชเอ็มไอที่สร้างขึ้นพร้อมทั้งวิธีการปฏิบัติเบื้องต้นหากมี การแจ้งเตือนความผิดพลาดขึ้น โดยในการเอกสารดังกล่าวนั้นจะต้องทำการจำลองและนำภาพหน้าจอมาใช้ในการอธิบายเพื่อให้ผู้อ่านเข้าใจได้ง่ายยิ่งขึ้น

รูปที่ 3.45 ตัวอย่างของ HMI manual 1



รูปที่ 3.46 ตัวอย่างของ HMI manual 2

บทที่ 4
ผลการดำเนินงาน

4.1 กล่าวนำ

บทนี้นั้นจะกล่าวถึงขั้นตอน และผลที่ได้จากการทำการทดสอบต่อหน้าลูกค้า ซึ่งจะประกอบไปด้วยทดสอบการใช้งานสัญญาณ Digitalและ Analog ของพีแอลซี ทดสอบการสื่อสารภายในกระบวนการ และสุดท้ายทดสอบการทำงานของระบบควบคุมที่ได้จัดทำขึ้นทั้งในด้านการควบคุมและการแสดงผล

4.2 ขั้นตอนการทดสอบ

4.2.1 ทดสอบการใช้งานสัญญาณ Input และ Output ของพีแอลซี

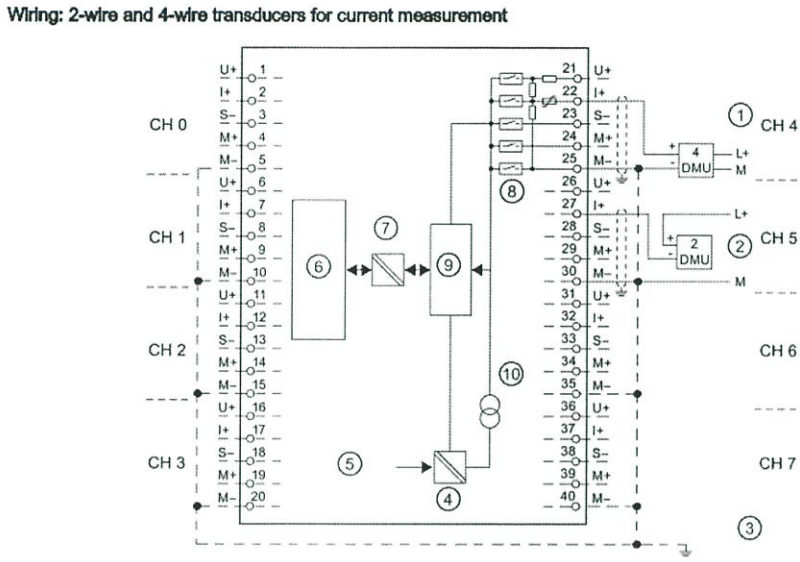
(1) การทดสอบสัญญาณ Analog

ในการเริ่มต้นทดสอบสัญญาณ Analog นั้นจะมีการสร้างตารางที่ 4.1 เพื่อมาใช้ควบคู่กับการตั้งค่า และการทดสอบอีกด้วย พร้อมทั้งจะกล่าวถึงขั้นตอนที่ใช้ในการทดสอบ

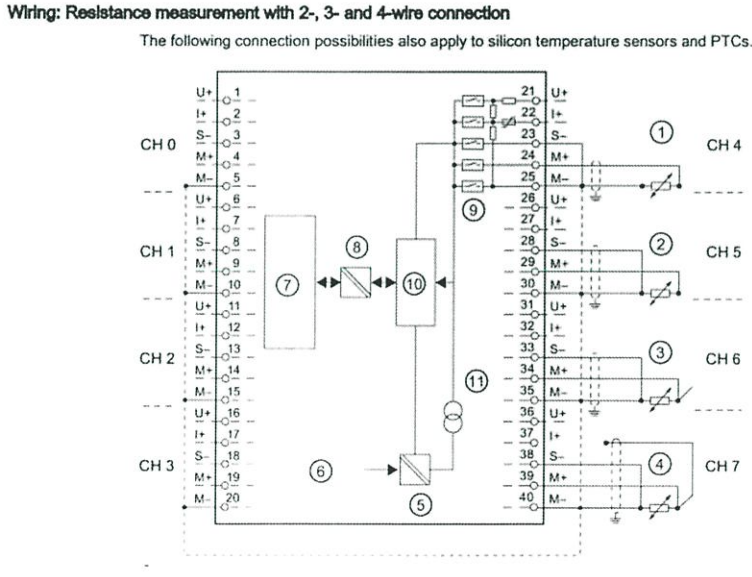
ตารางที่ 4.1 I/O List ที่ใช้ในการทดสอบสัญญาณ Analog

Device Tag	PLC Slot	Module Channel	PLC Address	Description
PT01	5	1	PIW 400	Pressure Transmitter
FT01		2	PIW 402	Flow Transmitter
FT02		3	PIW 404	
FT03		4	PIW 406	
TE01		5	PIW 408	RTD Si 1000
TE02		6	PIW 410	
TE03	6	1	PIW 500	
TE04		2	PIW 502	
TE05		3	PIW 504	
TE06		4	PIW 506	
TT01		5	PIW 508	
HT01		6	PIW 510	Humidity Transmitter

(1.1) เข้าสายเครื่องมือวัดกับโมดูลตามแบบไฟฟ้าที่ได้รับมา ควบคู่กับการใช้งาน I/O List และตรวจสอบด้วยคู่มือของโมดูล Analog [5] กับเครื่องมือวัด โดยภายในโครงงานนี้นั้นจะใช้เครื่องมือวัดอยู่ 3 แบบ ได้แก่ เครื่องมือวัด 4-20 mA แบบ 2-wireเครื่องมือวัด 4-20 mA แบบ 4-wire และ RTD แบบ 2-wire



รูปที่ 4.1 คู่มือในการเข้าสายเพื่อวัดกระแส



รูปที่ 4.2 คู่มือในการเข้าสายเพื่อวัดค่าความต้านทาน

(1.2) ทำการตั้งค่าโมดูล Analog ของพีแอลซีภายในโปรแกรม ให้ตรงกับประเภทของเครื่องมือวัดด้วยการใช้งานตัวนำทาง Device configuration เพื่อเข้าสู่หน้าต่างที่ใช้ในการตั้งค่า

(1.3) ทำการทดสอบการใช้งานด้วยการดูค่าที่ได้ผ่านเอชเอ็มไอและทำการสอบเทียบ

เครื่องมือวัดโดยการปรับค่าการสเกล สัญญาณจากเครื่องมือวัดภายในโปรแกรม

(1.4) ทำการทดสอบ และสอบเทียบอีกครั้งจนกว่าจำได้ค่าที่ถูกต้อง พร้อมบันทึกผล

(2) การทดสอบสัญญาณ Digital

ซึ่งภายในการทดสอบสัญญาณ Digital ก็เช่นกันจะมีเอกสาร I/O list ที่จะนำมาใช้ในการทดสอบครั้งนี้โดยจะแสดงอยู่ภายในตารางที่ 4.2 และ 4.3 และจะกล่าวถึงขั้นตอนที่ใช้ในการทดสอบ

ตารางที่ 4.2 I/O List ที่ใช้ในการทดสอบสัญญาณ Digital Input

Device Tag	PLC Slot	Module Channel	PLC Address	Description
V01	7	1	I 0.0	Feedback Status
		2	I 0.1	Control mode
V02		3	I 0.2	Feedback Status
		4	I 0.3	Control mode
V03		5	I 0.4	Feedback Status
		6	I 0.5	Control mode
V04		7	I 0.6	Feedback Status
		8	I 0.7	Control mode
PCWP01		9	I 1.0	Feedback Status
		10	I 1.1	Pump Overload
		11	I 1.2	Control mode
		12	I 1.3	Feedback DPST
PCWP02		13	I 1.4	Feedback Status
		14	I 1.5	Pump Overload
		15	I 1.6	Control mode
		16	I 1.7	Feedback DPST

ตารางที่ 4.3 I/O List ที่ใช้ในการทดสอบสัญญาณ Digital Output

Device Tag	PLC Slot	Module Channel	PLC Address	Description
V01	9	1	Q 0.0	Open Valve
V02		2	Q 0.1	Open Valve
V03		3	Q 0.2	Open Valve
V04		4	Q 0.3	Open Valve
PCWP01		5	Q 0.4	Start Pump
PCWP02		6	Q 0.5	Start Pump

(2.1) เตรียมตัวในการทดสอบสัญญาณ Digital ผ่านการเพิ่ม Address ของสัญญาณภายในฟังชั่น Watch and force tables โดยในการใช้งานนั้น Watch table จะใช้ได้เฉพาะการอ่านค่าแต่ Force table จะสามารถใช้งานการแก้ไขค่าได้ด้วย (ไม่สามารถอ่านค่า Output ได้) โดยภายในโครงงานนี้นั้นจะมีการทดสอบสัญญาณ Digital ตามตารางที่ 4.3

(2.2) ทำการทดสอบสัญญาณ Digital ทั้ง Input และ Output โดยตรวจสอบผ่าน Watch and force tables และอุปกรณ์ที่ส่งสัญญาณเข้ามาให้ตรงกับตารางที่ 4.2 และ 4.3

(2.3) ทำการแก้ไข และบันทึกผล

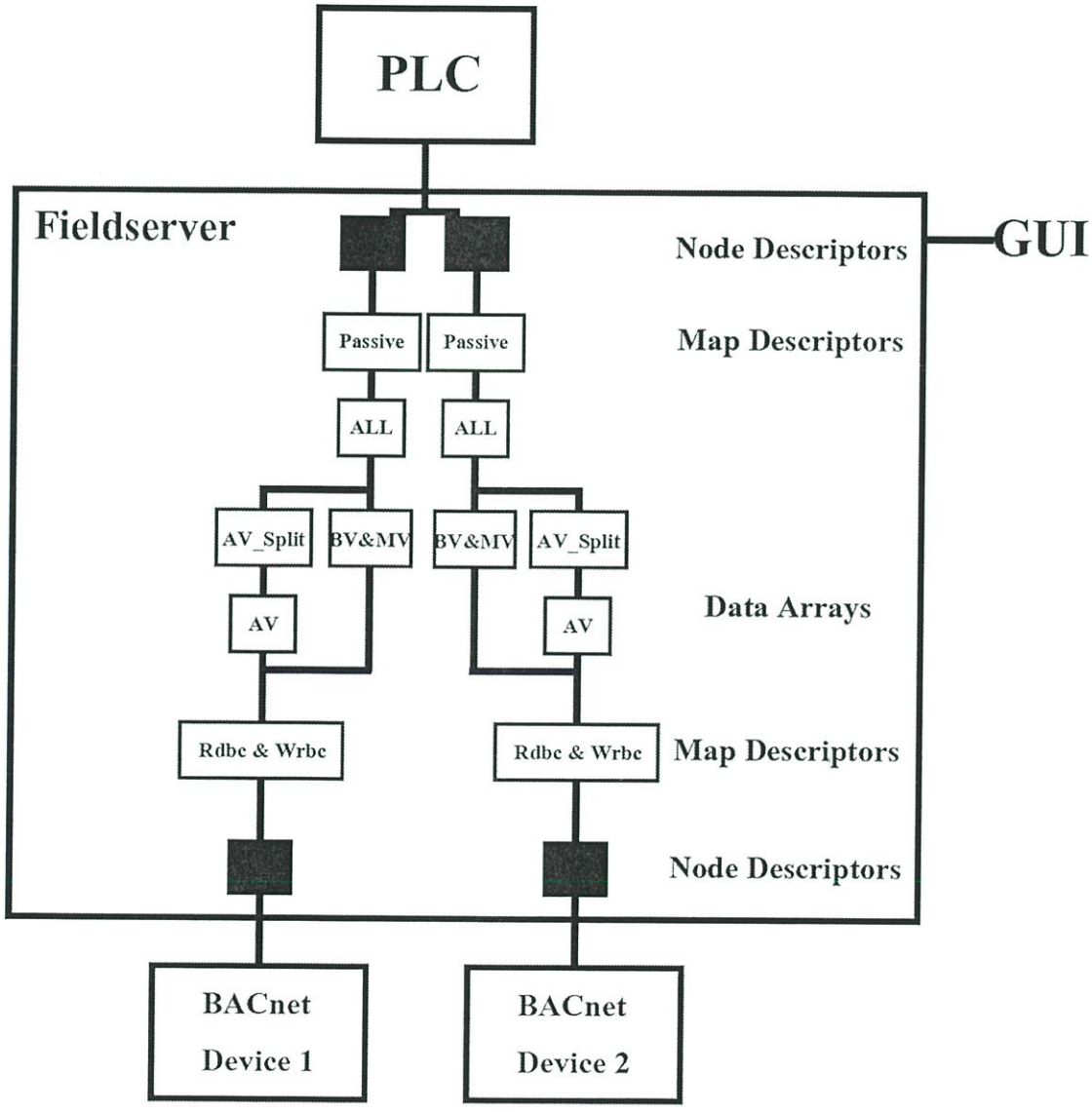
	i	Name	Address	Display format
1		"CH01_MV_CHS FB Open"	%I0.0	Bool
2		"CH01_MV_CHS M_Auto"	%I0.1	Bool
3		"CH02_MV_CHS FB Open"	%I0.2	Bool
4		"CH02_MV_CHS M_Auto"	%I0.3	Bool
5		"CH01_MV_CDR FB Open"	%I0.4	Bool
6		"CH01_MV_CDR M_Auto"	%I0.5	Bool
7		"CH02_MV_CDR FB Open"	%I0.6	Bool
8		"CH02_MV_CDR M_Auto"	%I0.7	Bool
9		"CHWP-01_Status"	%I1.0	Bool
10		"CHWP-01_OL_Alarm"	%I1.1	Bool
11		"CHWP-01_ M_Auto"	%I1.2	Bool
12		"CHWP-02_Status"	%I1.3	Bool
13		"CHWP-02_OL_Alarm"	%I1.4	Bool
14		"CHWP-02_ M_Auto"	%I1.5	Bool
15		"CHWP-01_ DPT_SW"	%I1.6	Bool
16		"CHWP-02_ DPT_SW"	%I1.7	Bool

รูปที่ 4.3 ตัวอย่าง Watch Tables

4.2.2 ทดสอบการสื่อสารภายในกระบวนการ

(1) ทำการเตรียมตัวก่อนการทดสอบด้วยการเตรียมโปรแกรมภายในฟิลด์เซิร์ฟเวอร์

ภายในขั้นตอนนี้นั้นจะกล่าวถึงการเตรียมโปรแกรมภายในส่วนของฟิลด์เซิร์ฟเวอร์ โดยจะนำผลที่ได้จากหัวข้อ 3.3 ในการทดลองครั้งที่ 1 และครั้งที่ 3 มาประกอบการทำโปรแกรมโดยจะสามารถสรุปโครงสร้างของโปรแกรมภายในฟิลด์เซิร์ฟเวอร์ได้ดังรูปที่ 4.4

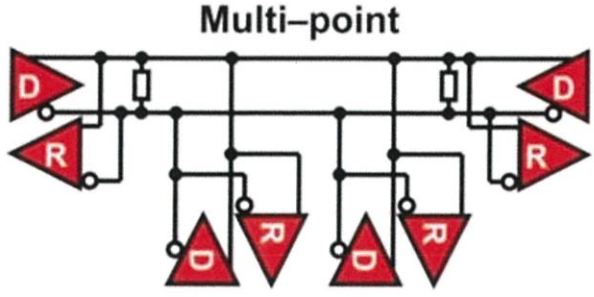


รูปที่ 4.4 โครงสร้างโปรแกรมของฟิลด์เซิร์ฟเวอร์ที่ใช้ในการทดสอบการสื่อสาร

โดยภายในรูปที่ 4.4 สิ่งได้ทำการเพิ่มเติมจากหัวข้อ 3.3 ขึ้นมาคือการใช้งานฟังชั่น Wrbc ที่ทำหน้าที่ในการเขียนข้อมูลจาก Data Array ลงสู่ Node อย่างต่อเนื่องซึ่งแหล่งที่มาของโครงสร้างและการใช้งานฟังชั่นอื่นๆ สามารถดูได้ในหัวข้อ 3.3 ถ้าหากต้องการศึกษาการใช้งานฟิลด์เซิร์ฟเวอร์เพิ่มเติมสามารถดูได้ที่ FieldServer Configuration Manual ภายในเอกสารอ้างอิง

(2) ทำการเชื่อมต่อตามโครงสร้างเน็ตเวิร์คที่ได้ออกแบบไว้

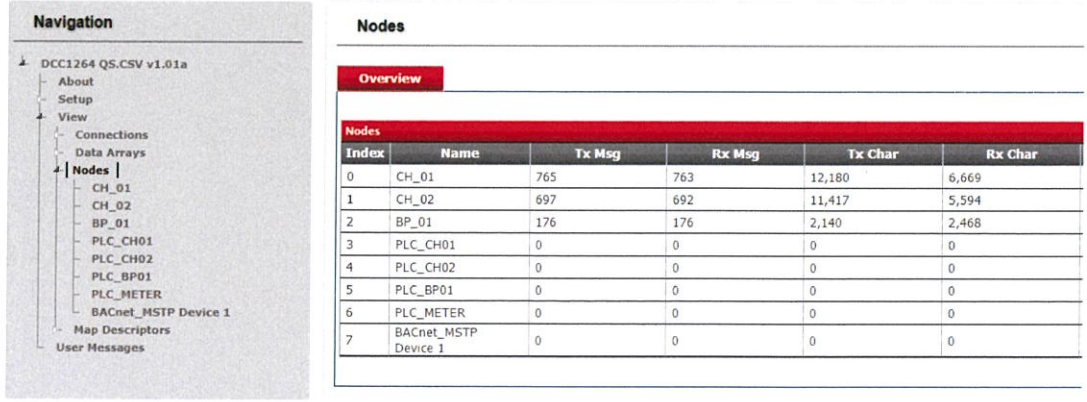
ในขั้นตอนนี้นั้นจะทำการอ้างอิงโครงสร้างเน็ตเวิร์คตามรูปที่ 3.29 ซึ่งเกิดจากการสรุปผลการทดลอง และเอกสารของโครงงาน และอันเนื่องมาจากทั้งการสื่อสารในแบบ BACnet และ Modbus RTU จะใช้มาตรฐานของ RS – 485 และอุปกรณ์ที่ใช้ในการสื่อสารสามารถทำได้ทั้ง รับ-ส่งข้อมูลจึงทำการต่อเน็ตเวิร์คแบบ Multi point ตามรูปที่ 4.5



รูปที่ 4.5 Network topology แบบ Multi point ของ RS – 485

(3) ทดสอบการรับ-ส่งข้อมูลระหว่างพีแอลซี กับอุปกรณ์ภายในกระบวนการผ่านการใช้งานฟิลด์เซิร์ฟเวอร์

ในขั้นตอนนี้จะเริ่มต้นด้วยการดาวน์โหลดการตั้งค่า และโปรแกรมลงทั้งฟิลด์เซิร์ฟเวอร์ และพีแอลซี และเริ่มต้นการทดสอบด้วยการรับข้อมูลก่อน หลังจากทดสอบการรับข้อมูลเสร็จแล้วให้ทดสอบการส่งข้อมูล โดยดูความถูกต้องของข้อมูลของพีแอลซี ฟิลด์เซิร์ฟเวอร์ และอุปกรณ์ภายในกระบวนการ



รูปที่ 4.6 หน้าต่าง GUI ของฟิลด์เซิร์ฟเวอร์ ที่ใช้ในการดูผลของการสื่อสารเบื้องต้น

(4) แก้ไข และบันทึกผลของการทดสอบ

4.2.3 ทดสอบการทำงานของระบบควบคุมในด้านการควบคุม และการแสดงผล

ในการทดสอบครั้งนี้นั้นจะแบ่งการทดสอบได้เป็น การทดสอบความถูกต้องในการควบคุมแบบแมนนวล การทดสอบความถูกต้องในการควบคุมแบบอัตโนมัติ และการตรวจสอบความถูกต้องและครบถ้วนของหน้าจอเอชเอ็มไอ

(1) การทดสอบความถูกต้องในการควบคุมแบบแมนนวล

ในการทดสอบนี้นั้นจะเป็นการทดสอบ การสั่งการเปิด-ปิดอุปกรณ์ภายในกระบวนการด้วยการใช้งานระบบควบคุม ซึ่งผู้ทดสอบจะต้องทำการสั่งการผ่านหน้าจอภายในเอชเอ็มไอโดยจะทดสอบการสั่งการอุปกรณ์ดังนี้ วาล์วตัวที่ 1-4 เครื่องสูบน้ำหลักตัวที่ 1-2 ระบบเครื่องสูบน้ำย่อย และเครื่องจักรทำความเย็นขนาดใหญ่ตัวที่ 1-2 และดูผลการทำงานของอุปกรณ์ว่าตรงตามที่สั่งการหรือไม่พร้อมบันทึกผล

(2) การทดสอบความถูกต้องในการควบคุมแบบอัตโนมัติ

ในการทดสอบนี้นั้นจะเป็นการทดสอบเพื่อดูความถูกต้อง และความรวดเร็วในการตอบสนองต่อเหตุการณ์ของกระบวนการภายใต้การควบคุมของระบบ โดยจะสามารถแบ่งขั้นตอนในการทดสอบได้เป็นดังนี้

(2.1) เตรียมสถานที่

อันเนื่องมาจากกระบวนการผลิตน้ำเย็นแบบระบายความร้อนด้วยน้ำนั้นเป็นเพียงแค่ส่วนหนึ่งของกระบวนการหมักในการผลิตสุรา เพื่อให้การทำงานของกระบวนการใกล้เคียงความเป็นจริงและเพื่อให้กระบวนการอื่นสามารถทดสอบได้ จึงได้มีการทดสอบพร้อมกันภายในกระบวนการหมักสุรา

(2.2) เริ่มต้นการทำงานของกระบวนการ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของการทำงานในสภาวะปกติ

โดยขั้นตอนจะเป็นการตรวจสอบการทำงานในสภาวะปกติอันได้แก่ Chiller System SCWP System และ First Chiller Start

(2.2) จำลองสภาวะผิดปกติ เพื่อการตรวจสอบความถูกต้องของการทำงานในสภาวะผิดปกติ

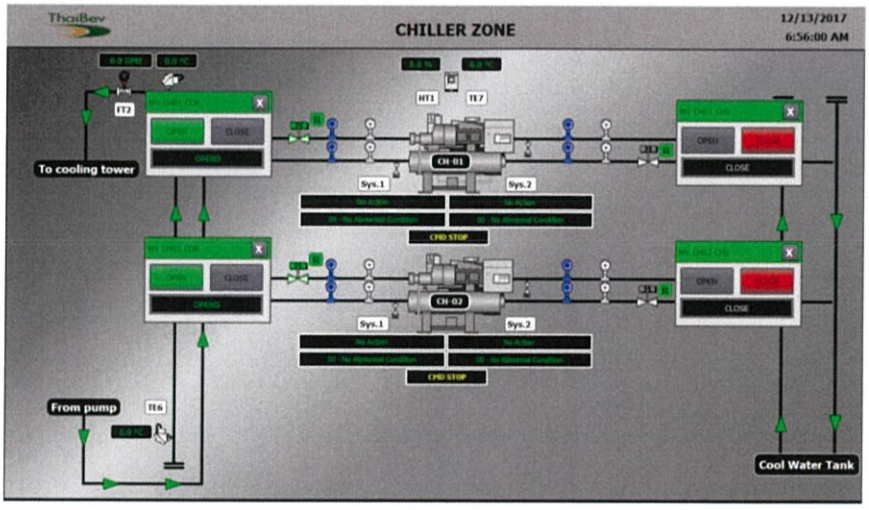
ในการจำลองสภาวะผิดปกตินั้น จะต้องทำการสื่อสารกับผู้รับผิดชองของกระบวนการอื่นที่ทำการทดสอบคู่กันก่อนที่จะทำการทดสอบ โดยฟังชั่นที่ทำงานภายในสภาวะผิดปกติจะได้แก่ Add/Subtract Cal, Add, Subtract และ Redundant

(2.3) แก้ไข บันทึก และสรุปผล

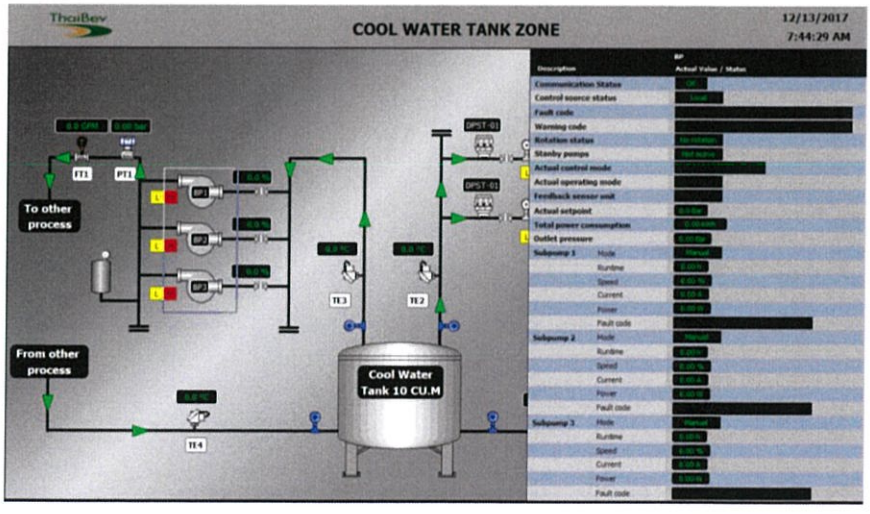
โดยในการทดสอบครั้งนี้นั้นมีฟังชั่นบ้างอย่างที่ไม่ได้ทำการทดสอบได้แก่ Rotation และ Schedule ในระหว่างที่ทำการทดสอบอยู่นั้นได้มีปัญหาเกิดขึ้นในบ้างครั้งซึ่งผลที่ได้สามารถดูได้ที่ 4.2

(3) การตรวจสอบความถูกต้อง และครบถ้วนของหน้าจอเอชเอ็มไอ

ในการตรวจสอบนั้นจะใช้การจำลองผ่านโปรแกรม TIA ประกอบกับการเหตุการณ์จริงในการตรวจสอบ การบันทึกค่าพารามิเตอร์ การแสดงค่าพารามิเตอร์ในรูปแบบของ animation การแสดง Trend และการแสดงสภาวะผิดปกติ ผ่านหน้าจอของเอชเอ็มไอโดยจะให้ลูกค้าเป็นคนประเมิน



รูปที่ 4.7 ตัวอย่างหน้าจอเอชเอ็มไอหน้า Chiller zone



รูปที่ 4.8 ตัวอย่างหน้าจอเอชเอ็มไอหน้า Cool water tank zone

4.3 ผลของการทดสอบ

✓ คือผ่าน ✕ คือไม่ผ่าน และ – ไม่มีการทดสอบคือความหมายของสัญลักษณ์ที่ใช้กับตารางที่ 4.4 ถึง 4.8

ตารางที่ 4.4 ผลการทดสอบ Analog Input

เครื่องมือวัด	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4
TE1	✕	✓	✓	✓
TE2	✕	✓	✓	✓
TE3	✕	✓	✓	✓
TE4	✕	✓	✓	✓
TE5	✕	✓	✓	✓
TE6	✕	✓	✓	✓
TT1	✕	–	✓	✓
HT1	✕	–	✓	✓
FT1	✕	–	–	✓
FT2	✕	–	–	✓
FT3	✕	–	–	✓

ตารางที่ 4.5 ผลการทดสอบ Digital Input / Output

ชนิดอุปกรณ์	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
Valve Input	✕	✓	✓
Valve Output	✕	✕	✓
PCWP Input	✕	–	✓
PCWP Output	✕	–	✓

ตารางที่ 4.6 ผลการทดสอบระบบแมนนวลผ่านการสั่งด้วยหน้าจอเอชเอ็มไอ

ชนิดอุปกรณ์	ครั้งที่ 1
Valve 01	✓
Valve 02	✓
Valve 03	✓
Valve 04	✓
Chiller 01	✓
Chiller 02	✓
PCWP 01	✓
PCWP 02	✓
SCWP	✓

ตารางที่ 4.7 ผลการทดสอบระบบอัตโนมัติ

เหตุการณ์	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
Function : Start	✓	✓	✓
Function : Add	✓	✓	✓
Function : Subtract	✗	✓	✓
Function : Redundant	✗	✗	✓
Function : Rotation	–	–	–
Function : Schedule	–	–	–

ตารางที่ 4.8 ผลการทดสอบระบบการแสดงผล และแจ้งเตือนของเอชเอ็มไอ

การทำงาน	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2
การจำลองการทำงานของกระบวนการ	✓	✓
การแสดงผลของค่าพารามิเตอร์ผ่านเรียลไทม์	✓	✓
การแสดงผลของค่าพารามิเตอร์ผ่าน Trend	✗	✓
การแสดงผล และบันทึกการแจ้งตือนความผิดปกติ	✗	✓

บทที่ 5
สรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน

การจากดำเนินโครงงานนี้ ในเรื่องการจัดทำระบบควมคุมกระบวนการทำน้ำเย็นด้วยการระบายความร้อนด้วยน้ำ ได้จัดการวางแผนการเขียนโปรแกรมพีแอลซีด้วยการใช้ผังการทำงานซึ่งคำนึงถึงลำดับการทำงาน การบาลานซ์โหลด การสำรองอุปกรณ์และการตั้งเวลาการทำงาน วางแผนการการจัดการข้อมูลและการเชื่อมต่อด้วยการวางโครงสร้างเน็ตเวิร์คที่ประกอบไปด้วยพีแอลซี ฟิลด์เซิร์ฟเวอร์ เอชเอ็มไอ เครื่องสูบน้ำเย็นย่อย ชิลเลอร์ เขียนโปรแกรมพีแอลซีด้วยการอ้างอิงจากผังการทำงานที่ได้วางแผนไว้ ออกแบบกราฟฟิกและอนิเมชั่นของหน้าจอเอชเอ็มไอให้ตรงตามความต้องการของผู้ปฏิบัติงาน ประกอบกับเอกสารการใช้งานหน้าจอเอชเอ็มไอแล้วนำผลที่ได้จากการดำเนินงานมาทำการทดสอบ ณ หน้างานโดยมีลูกค้าเป็นผู้ประเมินการสื่อสาร การแสดงผล และการทำงารนของกระบวนการ ทำการแก้ไขให้ได้ตามความต้องการและบันทึกผล

5.2 ปัญหาและอุปสรรค

เนื่องมาจากอุปกรณ์ที่ใช้ในการสื่อสารระหว่างพีแอลซีกับ อุปกรณ์ประเภท BACnet ของผู้จัดจำหน่ายพีแอลซีมีราคาสูง และใช้เวลานาน ทำให้เจ้าของโครงงานที่สถานประกอบการมีการนำเอาฟิลด์เซิร์ฟเวอร์ มาใช้แทนอุปกรณ์ดังกล่าวจึงถือว่าเป็นอุปกรณ์ Third party ทั้งยังไม่มีบุคลากรในสถานประกอบการคนไหน ใช้งานฟิลด์เซิร์ฟเวอร์ดังกล่าวมาก่อน ประกอบกับผู้จัดทำโครงงานก็ไม่เคยใช้งานมาก่อนเช่นกัน

สำหรับในการทดสอบนั้นก็มีปัญหาต่างๆอาทิเช่น เข้าสายผิด อุปกรณ์ไม่ตรงกับแบบไฟฟ้า ค่าพารามิเตอร์ไม่ตรงกับเอกสาร และการดำเนินงานด้วยกันหลายส่วนภายในโครงงานนี้ส่งผลให้ เกิดการล่าช้าในด้านหน้างาน ทั้งยังส่งผลต่อการสื่อสารของอุปกรณ์ภายในกระบวนการที่มีหลากหลายอีกด้วย

5.3 ข้อเสนอแนะ

ในการศึกษาหรือหาข้อมูลเพื่อนำมาใช้ในการประกอบการดำเนินโครงงาน จำเป็นที่จะต้องใช้ภาษาอังกฤษอย่างมากจึงจะสามารถเข้าใจการใช้งานอุปกรณ์ต่างๆได้ และในการเขียนโปรแกรมนั้นจำเป็นที่จะต้องเข้าใจถึงกระบวนการ เพื่อที่จะสามารถเขียนเงื่อนไขต่างๆได้อย่างถูกต้อง จึงจำเป็นที่จะต้องทำการปรึกษากับผู้มีประสบการณ์ที่จะสามารถให้คำแนะนำเราได้

เอกสารอ้างอิง

[1] Siemens SIMATIC Step 7 Programmer's Handbook, เข้าถึงเมื่อวันที่ 11 ธันวาคม 2560, http://www.plcdev.com/siemens_simatic_step_7_programmers_handbook

[2] FieldServer Configuration Manual, เข้าถึงเมื่อวันที่ 11 ธันวาคม 2560, http://www.sierramonitor.com/assets/blt8880d9ee54c56026/FieldServer_Configuration_Manual.pdf

[3] ระบบปรับอากาศ (Air Conditioning), เข้าถึงเมื่อวันที่ 11 ธันวาคม 2560, http://www2.dede.go.th/bhrd/old/web_display/websemple/Commercial(PDF)/Bay39%20Air%20Conditioning_Rev1.pdf

[4] Modbus Protocol, เข้าถึงเมื่อวันที่ 11 ธันวาคม 2560, https://riverplusblog.com/2011/08/18/plc-protocol-%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B8%AA%E0%B8%B7%E0%B9%88%E0%B8%AD%E0%B8%AA%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B9%81%E0%B8%9A%E0%B8%9A-modbus-protocol/

[5] SIMATIC S7-300 Module data Manual, เข้าถึงเมื่อวันที่ 11 ธันวาคม 2560, https://cache.industry.siemens.com/dl/files/629/8859629/att_55794/v1/s7300_module_data_manual_en-US_en-US.pdf