รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

การควบคุมกระบวนการผสมด้วยพีแอลซีสำหรับการผลิตสารตั้งต้นผลิตภัณฑ์สี

PLC-Based Mixing Process Control for Paint Raw Material Production

นาย เกรียงศักดิ์ แซ่ลิ้ม

หลักสูตรวิศวกรรมอัตโนมัติ

ภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2562

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงงานสหกิจศึกษา	การควบคุมกระบวนการผสมด้วยพีแอลซีสำหรับการผลิตสารตั้งต้นผลิตภัณฑ์สี
ชื่อ – สกุล นักศึกษา	นายเกรียงศักดิ์ แซ่ลิ้ม **รหัสนักศึกษา** 59010143
หลักสูตร	วิศวกรรมอัตโนมัติ
คณะ	วิศวกรรมศาสตร์
ชื่อ – สกุล อาจารย์นิเทศ	รศ.ดร.ธีรวัฒน์ เทพมณี
	รศ.ดร.ไสว พงศ์สวัสดิ์
ชื่อ – สกุล ผู้นิเทศงาน	คุณภานุพงศ์ ขุนน้อย
ชื่อสถานประกอบการณ์	บริษัท อัซบิล (ประเทศไทย) จำกัด

บทคัดย่อ

โครงงานนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอเทคนิคการสร้างการควบคุมแบบแบตช์โดยใช้พีแอลซีรุ่น Q3UDECPU ซึ่งถูกควบคุมลำดับการทำงานด้วยดีซีพีรุ่น DCP551A-202DO สำหรับกระบวนการผสมตัวทำละลายของการผลิตสารตั้งต้นผลิตภัณฑ์สี ในช่วงเริ่มต้นของแต่ละแบตช์ ใช้พีแอลซีในการควบคุมการนำเข้าตัวทำละลาย และในระหว่างกระบวนการผสม ใช้พีแอลซีในการกำหนดค่าเป้าหมายการควบคุมให้แก่ตัวควบคุมพีไอดีแบบลูปเดียวเพื่อควบคุมพารามิเตอร์สำคัญ เช่น อุณหภูมิ และความดัน นอกจากนี้ยังมีการสร้างส่วนแสดงผลสำหรับหน้าจอสัมผัสรุ่น Mitsubishi GOT2000 เพื่อควบคุมและเฝ้าระวังกระบวนการที่สนใจ ไม่เพียงแค่ ผลการทดสอบด้วยการจำลองการเชื่อมต่ออินพุตและเอาต์พุตของพีแอลซี แต่ก็ยังมีผลการทดสอบฟังก์ชันการทำงานของโปรแกรมที่สร้างขึ้นอีกด้วย ที่แสดงให้เห็นว่า การควบคุมกระบวนการผสมที่นำเสนอนั้นสามารถทำงานได้อย่างถูกต้อง

คำสำคัญ: การควบคุมแบบแบตช์, ดีซีพี, กระบวนการผสม, การผลิตสารตั้งต้นผลิตภัณฑ์สี, พีแอลซี, ตัวทำละลาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Cooperation Project Tittle	PLC-Based Mixing Process Control for Paint Raw Material Production
Student	Mr. Kriengsak Sae-Lim **Student ID** 59010143
Program	Automation Engineering
Faculty	Engineering
Advisors	Assoc.Prof.Dr. Teerawat Thepmanee
	Assoc.Prof.Dr. Sawai Pongswatd
Mentor	Mr. Panupong Khunnoi
Company	Azbil (Thailand) Company Limited

ABSTRACT

This project aims at presenting a technique to implement the batch control using programmable logic controller (PLC) modeled Q3UDECPU, which is sequentially controlled by digital control programmer (DCP) modeled DCP551A-202DO, for solvent mixing process of paint raw material production. At initial stage of each batch, the solvent loading is controlled by the PLC. During mixing process, the key parameters like temperature and pressure are controlled by the single-loop proportional-integral-derivative (PID) controllers, and their setpoint values are set by the PLC. In addition, the operator graphics running on the touch screen modeled Mitsubishi GOT2000 are also created for controlling and monitoring the interested loops. Simulation results for testing not only the connections of PLC inputs and outputs but also the functions of created programs show that the proposed mixing process control can be performed correctly.

Keywords: Batch Control, DCP, Mixing Process, Paint Raw Material Production, PLC, Solvent

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี เนื่องด้วยความอนุเคราะห์จากบริษัท อัซบิล (ประเทศไทย) จำกัด ที่ให้โอกาสสำหรับโครงการสหกิจศึกษาและได้รับคำแนะนำจากรองศาสตราจารย์ ดร.ธีรวัฒน์ เทพมณี และรองศาสตาจารย์ ดร.ไสว พงศ์สวัสดิ์ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาในการทำโครงงานให้คำปรึกษา คำแนะนำและการแก้ไขข้อบกพร่องตลอดจนตรวจสอบความถูกต้องของรายงานจนทำให้รายงานฉบับนี้มีความสมบูรณ์

การศึกษาค้นคว้าโครงงานรายวิชาสหกิจศึกษาฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความอนุเคราะห์ของบุคคลหลายท่านซึ่งไม่อาจจะนำมากล่าวได้ทั้งหมดขอขอบพระคุณคุณศราวุธ ปรัญญาคุณ และคุณภานุพงศ์ ขุนน้อย ซึ่งเป็นผู้นิเทศงานที่บริษัทและพี่ ๆ พนักงานบริษัททุกท่านที่ให้ความรู้ความช่วยเหลือและประสบการณ์อีกมากมาย

คุณค่าและประโยชน์ทั้งหมดที่ได้รับจากการศึกษาฉบับนี้ผู้จัดทำขอมอบแด่บูรพาจารย์ที่เคยอบรมสั่งสอน และผู้มีพระคุณทุกท่าน

เกรียงศักดิ์ แซ่ลิ้ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย i

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ii

กิตติกรรมประกาศ iii

สารบัญ iv

สารบัญตาราง viii

สารบัญภาพ ix

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความสำคัญของปริญญานิพนธ์ 1

1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์ 2

1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์ 2

1.4 วิธีการดำเนินโครงงาน 2

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3

บทที่ 2 แนวคิดและหลักการที่เกี่ยวข้อง 4

2.1 กล่าวนำ 4

2.2 หลักการกระบวนการผลิตสารตั้งต้นของผลิตภัณฑ์สี 4

2.2.1 กระบวนการผลิตสีโดยทั่วไป 4

2.2.2 กระบวนการผลิตสารตั้งต้นของผลิตภัณฑ์สีโดยทั่วไป 5

2.2.3 กระบวนการผลิตสารตั้งต้นของผลิตภัณฑ์สีในส่วนที่ควบคุม 5

2.3 ดีซีพี 9

2.3.1 ข้อมูลโดยทั่วไป 9

2.3.2 ซอฟต์แวร์ที่เกี่ยวข้องกับอุปกรณ์ดีซีพี 12

2.4 พีแอลซี 15

2.4.1 ข้อมูลโดยทั่วไป 15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

2.4.2 องค์ประกอบทางฮาร์ดแวร์พีแอลซีที่ใช้ในโครงงาน 17
2.4.3 โปรแกรม GX Work 2 19
2.5 GOT2000 (Graphic Operation Terminal) 20
2.5.1 ข้อมูลโดยทั่วไป 20
2.5.2 โปรแกรม GT Designer3 20

บทที่ 3 การควบคุมกระบวนการผสมสำหรับการผลิตสารตั้งต้นผลิตภัณฑ์สีที่นำเสนอ 21
3.1 กล่าวนำ 21
3.2 หลักการควบคุมกระบวนการผสม 21
3.2.1 อุปกรณ์ในระบบและความสัมพันธ์กับกระบวนการ 21
3.2.2 ตัวแปรสำคัญในกระบวนการผสม 22
3.2.3 ลำดับขั้นตอนการทำงานของกระบวนการผสม 25
3.3 โครงสร้างของระบบทางฮาร์ดแวร์ 27
3.3.1 ศึกษาแนวคิดในการออกแบบตู้ควบคุม 27
3.3.2 ขั้นตอนการดำเนินการเขียนแบบบนโปรแกรม AutoCAD 2019 28
3.4 เงื่อนไขของระบบควบคุมกระบวนการ 31
3.4.1 เงื่อนไขของกระบวนการ Hot Water Control 31
3.4.2 เงื่อนไขของกระบวนการ Cold Water Control 31
3.4.3 เงื่อนไขของกระบวนการ Steam Heating & Air Cooling Control 32
3.4.4 เงื่อนไขของกระบวนการ Upside/Downside Cold Water Control 34
3.4.5 เงื่อนไขของกระบวนการ Dry Process & Dehydrate 34
3.4.6 เงื่อนไขของกระบวนการ Hot Box Temperature Control 35
3.4.7 เงื่อนไขของกระบวนการ Additives Loading for RK-201 36
3.4.8 เงื่อนไขของกระบวนการ Transfer Material 37
3.4.9 เงื่อนไขของกระบวนการ TK-050 Discharge Pump (PR-050) 38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

3.4.10 เงื่อนไขของกระบวนการ RK-201 Discharge 39

3.4.11 เงื่อนไขของกระบวนการ Storage tank feeding pump 40

3.5 ขั้นตอน Configuration อุปกรณ์ในโปรแกรม GX Works 2และ GT Designers 3 40

3.5.1 ขั้นตอนการ Configuration อุปกรณ์ PLC และ PLC Parameter 41

3.5.2 ขั้นตอนการ Configuration AI/AO Module 42

3.5.3 ขั้นตอนการ Configuration ในส่วน Network Parameter 44

3.6 โปรแกรมสำหรับควบคุมกระบวนการในส่วนภาษา Ladder 46

3.6.1 โปรแกรมดำเนินการระหว่างอุปกรณ์ควบคุม 46

3.6.2 โปรแกรมควบคุมอุปกรณ์ 51

3.6.3 โปรแกรมควบคุมกระบวนการ 53

3.7 ปรับแก้กราฟิกสำหรับการผสม 58

บทที่ 4 ผลการทดสอบ 60

4.1 กล่าวนำ 60

4.2 การทดสอบการติดต่อของระบบ 60

4.2.1 วิธีการ 60

4.2.2 ผลการทดสอบการติดต่อของระบบ 60

4.3 การทดสอบระบบและกราฟิก 61

4.3.1 วิธีการ 61

4.3.2 ผลการทดสอบระบบและการแสดงผล 61

บทที่ 5 สรุป ปัญหาและข้อเสนอแนะ 68

5.1 สรุปผลดำเนินงาน 68

5.2 ปัญหาและวิธีการแก้ไข 68

5.2.1 ปัญหา 68

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

5.2.2 วิธีการแก้ไข....68
5.3 ข้อเสนอแนะ....68

เอกสารอ้างอิง....69

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

1.1 แผนการดำเนินงาน....3
2.1 ตารางแสดงการใช้ External Switches กับ BCD system....12
2.2 ตารางแสดงการใช้ External Switches กับ Binary system....12
3.1 ตัวแปรสำคัญในกระบวนการผสม....22
3.2 ถังและวาล์วที่ใช้ในกระบวนการ Additives Loading for RK-201....37
3.3 ถังและวาล์วที่ใช้ในกระบวนการ Transfer Material....38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

2.1 กระบวนการผลิตสีโดยทั่วไป....4

2.2 กระบวนการผลิตสารตั้งต้นของผลิตภัณฑ์สีโดยทั่วไป....5

2.3 ภาพรวมกระบวนการที่หน่วยงานที่รับผิดชอบต้องการ....5

2.4 การเปลี่ยนแปลงกระบวนการระหว่างกระบวนการ Solvent Loading และ Mixing....6

2.5 กระบวนการ Mixing....7

2.6 การเปลี่ยนระหว่างกระบวนการ Mixing และ Buffering....8

2.7 Function Block Diagram ของอุปกรณ์ DCP....9

2.8 รูปแบบของข้อมูลของ DCP....10

2.9 RAMP-X system....11

2.10 Function ของโปรแกรม SLP....13

2.11 โปรแกรม SLP....14

2.12 Program Editing Window....14

2.13 โครงสร้างและส่วนประกอบของพีแอลซี....15

2.14 Control Network Architecture....17

2.15 การติดตั้ง PLC Module....18

2.16 โปรแกรม GX Work 2....19

2.17 ตัวอย่างอุปกรณ์ GOT2000....20

2.18 โปรแกรม GT Designer3....20

3.1 อุปกรณ์ในระบบและความสัมพันธ์กับกระบวนการ....21

3.2 แผนภาพกระบวนการผสม....26

3.3 ความสัมพันธ์ของตู้ควบคุมและอุปกรณ์ในระบบ....27

3.4 การทำงานโดยภาพรวมของ MCP....28

3.5 การติดตั้งอุปกรณ์ในตู้ MCP....28

3.6 การติดตั้งอุปกรณ์ในตู้ LP....29

3.7 ตัวอย่างการวาดแบบการติดตั้ง Module Input/Output....29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

3.8 การวาดแบบการต่ออุปกรณ์ Totalized Counter และอุปกรณ์วัด....30

3.9 การวาดแบบการเชื่อมต่อของอุปกรณ์....30

3.10 สถานะของอุปกรณ์ในเงื่อนไขกระบวนการ Hot Water Control....31

3.11 สถานะของอุปกรณ์ในเงื่อนไขกระบวนการ Steam Heating Control....32

3.12 สถานะของอุปกรณ์ในเงื่อนไขกระบวนการ Emergency Cooling....32

3.13 สถานะของอุปกรณ์ในเงื่อนไขกระบวนการ Steam Heating Control....32

3.14 สถานะของอุปกรณ์ในเงื่อนไขกระบวนการการทำงานของ XV-5A....33

3.15 สถานะของอุปกรณ์ในเงื่อนไขกระบวนการ Air Cooling Control....33

3.16 สถานะของอุปกรณ์ในเงื่อนไขกระบวนการ Upside/Downside Cold Control....34

3.17 การควบคุมแบบ PID ของกระบวนการ Dry Process & Dehydrate....34

3.18 เงื่อนไขกระบวนการ Dry Process & Dehydrate....35

3.19 สถานะของอุปกรณ์ในเงื่อนไขกระบวนการ Hot Box Temperature Control....36

3.20 การควบคุมแบบ PID ของกระบวนการ Hot Box Temperature Control....36

3.21 เงื่อนไขกระบวนการ Additives Loading....37

3.22 เงื่อนไขกระบวนการ TK-050 Discharge Pump (PR-050)....38

3.23 เงื่อนไขกระบวนการ RK-201 Discharge....39

3.24 เงื่อนไขกระบวนการ Storage tank feeding pump....40

3.25 การตั้งค่าเริ่มต้นโปรเจคในโปรแกรม GX Works 2....41

3.26 การตั้งค่า I/O Assignment....41

3.27 การตั้งค่า Built-in Ethernet Port....42

3.28 การเพิ่มอุปกรณ์ในเมนู Intelligent Function Module....42

3.29 เมนูการตั้งค่าในส่วน Switch Setting....43

3.30 เมนูการตั้งค่าในส่วน Parameter....43

3.31 เมนูการตั้งค่าในส่วน Auto_Refresh....44

3.32 เมนู Ethernet/CC IE/MELSECNET....44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

3.33 เมนู CC IE Field Configuration Setting....45

3.34 เมนู Refresh Parameter....45

3.35 ตัวอย่างโปรแกรม Ladder สำหรับการเลือกโปรแกรม ID บนอุปกรณ์ DCP....46

3.36 ตัวอย่างโปรแกรม Ladder สำหรับโปรแกรมรับค่า SP จากอุปกรณ์ DCP เพื่อนำมาใช้กับระบบควบคุมอัตโนมัติ....47

3.37 ตัวอย่างโปรแกรม Ladder สำหรับโปรแกรมรับค่า Segment จาก DCP เพื่อการควบคุมกระบวนการบน PLC เพื่อใช้กับระบบอัตโนมัติ....48

3.38 ตัวอย่างโปรแกรม Ladder สำหรับโปรแกรมรับค่าจากอุปกรณ์ Remote I/O (CC-Link IE Field Network) 49

3.39 ตัวอย่างโปรแกรมฟังก์ชัน Ladder สำหรับโปรแกรมรับค่าจากอุปกรณ์ Remote I/O (CC-Link IE Field Network) 50

3.40 ตัวอย่างโปรแกรม Ladder สำหรับโปรแกรมควบคุมปั๊ม VR-201, PC-201 และ BS-201....51

3.41 ตัวอย่างโปรแกรม Ladder สำหรับโปรแกรมเครื่องกวน AA-201และ RK-201....52

3.42 ตัวอย่างโปรแกรม Ladder สำหรับโปรแกรมควบคุมโซลินอยวาล์ว....52

3.43 ตัวอย่างโปรแกรมฟังก์ชัน Ladder สำหรับโปรแกรมควบคุมโซลินอยวาล์ว....53

3.44 ตัวอย่างโปรแกรม Ladder สำหรับโปรแกรมควบคุมกระบวนการ Additives Loading for RK-201....54

3.45 ตัวอย่างโปรแกรม Ladder สำหรับโปรแกรมควบคุมกระบวนการ Cold Water/Hot Water Control....55

3.46 ตัวอย่างโปรแกรม Ladder สำหรับโปรแกรมควบคุมกระบวนการ HOLD & Buzzer....55

3.47 ตัวอย่างโปรแกรม Ladder สำหรับโปรแกรมควบคุมกระบวนการ Steam Heating & Air Cooling Control....56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

3.48 ตัวอย่างโปรแกรม Ladder สำหรับโปรแกรมควบคุมกระบวนการ Upside/Downside Cold Water Control....57

3.49 การเพิ่ม Tag เพื่อการ Monitoring....58

3.50 การเพิ่มกราฟิกแสดงการแจ้งเตือน Alarm....58

3.51 ตัวอย่างกราฟิกที่ทำเพิ่มเติม 1....59

3.52 ตัวอย่างกราฟิกที่ทำเพิ่มเติม 2....59

4.1 การใช้ฟังก์ชัน Register to Watch....61

4.2 การทดสอบกระบวนการ Additive Loading for RK-201 (Event 1,2,3,4,9)....62

4.3 การทดสอบกระบวนการ Hot Water Control (Event 5)....62

4.4 การทดสอบกระบวนการ Cold Water Control (Event 6)....63

4.5 การทดสอบกระบวนการ Emergency Cooling....63

4.6 การทดสอบกระบวนการ Steam Heating & Air Cooling Control (Event 7)....64

4.7 การทดสอบกระบวนการ Air Cooling....64

4.8 การทดสอบกระบวนการ Upside/Downside Cold Water Control (Event 10)....65

4.9 การทดสอบกระบวนการ Dry Process & Dehydrate....65

4.10 การเลือกสถานะการ Alarm....66

4.11 โหมด High Alarm, Low Alarm, Normal สำหรับ Manual Mode....66

4.12 กระบวนการ RK-201 Discharge to TM-201 to TM-203....67

4.13 กราฟิกในการเลือก Tank เป้าหมาย....67

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญของปริญญานิพนธ์

อุตสาหกรรมเคมี[1] เป็นอุตสาหกรรมที่ใช้กระบวนการทางเคมีและฟิสิกส์หลากหลายวิธีเพื่อจะเปลี่ยนวัตถุดิบมาเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีประโยชน์ กระบวนการเหล่านี้ช่วยทำให้วัตถุดิบมีประโยชน์ยิ่งขึ้น สำหรับทำผลิตภัณฑ์ทางเคมีและการค้าอุตสาหกรรมเคมีในที่นี้จะครอบคลุมไปถึงอุตสาหกรรมหลายประเภท อุตสาหกรรมเคมีภัณฑ์ขั้นพื้นฐาน อุตสาหกรรมเคมีภัณฑ์ อุตสาหกรรมปิโตรเคมี และอุตสาหกรรมเคมีภัณฑ์อุปโภค เป็นต้น กระบวนการผลิตของอุตสาหกรรมเคมีเริ่มตั้งแต่การนำสินแร่ หรือวัตถุดิบจากธรรมชาติอื่น ๆ มาผ่านกระบวนการเคมีและฟิสิกส์ เพื่อให้เกิดปฏิกิริยาได้สารเคมีหรือเคมีภัณฑ์ตามที่ต้องการ ปฏิกิริยาเคมี[2] คือ กระบวนการที่เกิดจากการที่สารเคมีเกิดการเปลี่ยนแปลงแล้วส่งผลให้เกิดสารใหม่ขึ้นมาซึ่งมีคุณสมบัติเปลี่ยนไปจากเดิม โดยมีสารเริ่มต้นปฏิกิริยาเรียกว่า "ตัวทำปฏิกิริยา" (Reactant) ซึ่งจะมีเพียงตัวเดียวหรือมากกว่า 1 ตัวก็ได้ มาเกิดปฏิกิริยากัน และทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในคุณสมบัติทางเคมี ซึ่งก่อตัวขึ้นมาเป็นสารใหม่ที่เรียกว่า "ผลิตภัณฑ์" (Product) ในที่สุด สารผลิตภัณฑ์บางตัวอาจมีคุณสมบัติทางเคมีที่ต่างจากสารตั้งต้นเพียงเล็กน้อย แต่ในขณะเดียวกันสารผลิตภัณฑ์บางตัวอาจจะแตกต่างจากสารตั้งต้นโดยสิ้นเชิง

เนื่องจากหน่วยงานที่รับผิดชอบดูแลเป็นโรงงานผลิตสารตั้งต้นของสี (Paint Raw Material) ซึ่งเป็นอุตสาหกรรมเคมี ที่ต้องการควบคุมกระบวนการผสมวัตถุดิบ (Mixing Process) โดยมีลักษณะกระบวนการแบบแบตช์ (Batch Process) ซึ่งควบคุมกระบวนการตั้งแต่การนำเข้าวัตถุดิบปรเภทตัวทำละลาย (Solvent) ที่ถังเก็บ (Storage Tank) ไปยังถังผสม (Mixing Tank) เพื่อผสมวัตถุดิบ ทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมีส่งผลให้เกิดอุณหภูมิเพิ่มขึ้นและลดลงสลับกันไปมา เพื่อให้กระบวนการทางเคมีดำเนินไปได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุดจึงได้นำอุปกรณ์วัดและควมคุม (Field Instruments) มาใช้ควบคุมกระบวนโดยรับค่าเป้าหมาย (Set Point) จากผู้ปฏิบัติการ (Operator) ผ่านหน้าจอแสดงผล “เอชเอ็มไอ” (Human Machine Interface : HMI) และค่าตัวแปรกระบวนการ (Process Variable) ที่ได้จากทรานสมิตเตอร์ (Transmitter) ต่าง ๆ ผ่านระบบควบคุมเพื่อสั่งการไปยังอุปกรณ์ควบคุมสุดท้ายอย่างเช่นวาล์วควบคุม (Control Valve), โซลินอยด์วาล์ว (Solenoid Valve) รวมถึงเพื่อสั่งการทำงานของปั๊ม โดยมีกระบวนการที่เกี่ยวข้องได้แก่ การควบคุมอุณหภูมิ (Temperature Control) การควบคุมความดัน (Pressure Control) และ การควบคุมการจ่ายสารตัวทำละลาย (Solvent Loading Control) ดังนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน่วยงานที่รับผิดชอบจึงเลือกใช้ตัวควบคุมหลักคือ “ดีซีพี” (Digital Control Programmer : DCP) และ“พีแอลซี” (Programmable Logic Control : PLC) เพื่อใช้ในการควบคุมอุณหภูมิและความดัน

1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์

นำเสนอการควบคุมกระบวนการผสมด้วยพีแอลซีและดีซีพีสำหรับการผลิตสารตั้งต้นผลิตภัณฑ์สี โดยการเขียนโปรแกรมควบคุมกระบวนการผสม อาทิ การควบคุมการนำเข้าวัตถุดิบ(สารตัวทำละลาย) การควบคุมอุณหภูมิ การควบคุมความดัน ตลอดจนการนำผลิตภัณฑ์ที่ผสมเสร็จแล้วไปจัดเก็บให้เป็นไปตามเงื่อนไขที่หน่วยงานที่รับผิดชอบกำหนด อีกทั้งสร้างส่วนแสดงผลกระบวนการทำงานแบบกราฟิก (Operator Graphic) สำหรับการควบคุมกระบวนการผสมและการป้อนค่าเป้าหมายในการควบคุมอุณหภูมิและความดัน

1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์

1. เขียนแบบ (Drawing Diagram) และจัดเรียงอุปกรณ์จำพวก Controller I/O Module เพื่อติดตั้งในระบบโดยใช้โปรแกรม AutoCAD 2019

2. สามารถควบคุมกระบวนการผสมสารในกระบวนการ Temperature Control, Pressure Control, Solvent loading Control ได้โดยใช้ตัวควบคุม DCP551 ในการส่งลำดับการทำงานไปยังตัวควบคุม PLC Mitsubishi รุ่น Q03UDECPU เพื่อควบคุมกระบวนการควบคุมอุณหภูมิและความดันโดยตัวควบคุม PLC ส่งค่าเป้าหมายให้แก่อุปกรณ์ single-loop proportional-integral-derivative (PID)

3. สร้างส่วนแสดงผลกระบวนการทำงาน (Operator Graphics) โดยการแสดงสถานะการควบคุมและป้อนค่าเป้าหมายผ่านหน้าจอ GOT2000 รุ่น Mitsubishi GT2710-VTBA โดยใช้โปรแกรม GT Designer3 Version 1.22e

1.4 วิธีการดำเนินโครงงาน

1. ศึกษาการทำงานระบบควบคุมการผลิตสารตั้งต้นผลิตภัณฑ์สีของโรงงานที่รับผิดชอบได้แก่ กระบวนการผลิตสีโดยทั่วไป กระบวนการผลิตสารตั้งต้นของผลิตภัณฑ์สี

2. ศึกษาการทำงานของดีซีพีรุ่น DCP551 และพีแอลซี Mitsubishi รุ่น Q03UDECPU ทั้งฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์

3. เตรียมข้อมูลสำหรับการเขียนโปรแกรมควบคุม ได้แก่ เอกสาร I/O List แบบไดอะแกรมการติดตั้งอุปกรณ์และเงื่อนไขการควบคุม

4. เขียนโปรแกรมควบคุมกระบวนการด้วยโปรแกรม GX Works2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. เขียนกราฟิกในส่วนแสดงผลกระบวนการทำงานด้วยโปรแกรม GT Designer3
6. ตรวจสอบการทำงานของโปรแกรมและส่วนแสดงผลด้วยการจำลองค่า
7. ตรวจสอบการทำงานของอุปกรณ์ในส่วนควบคุม อาทิ DCP, PLC module และ Remote I/O
8. จัดทำ/แก้ไข ปริญญานิพนธ์

จากวิธีการทั้งหมดสามารถสรุปแผนดำเนินงานได้ตามตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 แผนการดำเนินงาน

ลำดับ	หัวข้องาน	เดือนที่ 1	เดือนที่ 2	เดือนที่ 3	เดือนที่ 4
1	ศึกษาการทำงานระบบควบคุมการผลิตสารตั้งต้นผลิตภัณฑ์สีของโรงงาน				
2	เรียนรู้ดีซีพีและพีแอลซี ทั้งฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์				
3	เตรียมข้อมูลสำหรับการเขียนโปรแกรมควบคุม				
4	เขียนโปรแกรมควบคุมระบบ				
5	เขียนกราฟิก				
6	ตรวจสอบการทำงานของโปรแกรมและกราฟิก				
7	ตรวจสอบอุปกรณ์ในส่วนควบคุม				
8	จัดทำ/แก้ไข ปริญญานิพนธ์				

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. กราฟิกที่สร้างขึ้นสามารถทำให้ผู้ปฏิบัติการสะดวกต่อการติดตามสถานะการทำงานของอุปกรณ์
2. โรงงานสามารถควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์ได้ง่ายขึ้น
3. ทำให้โรงงานเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิต และลดอัตราการเกิดข้อผิดพลาด จากการแก้ปัญหาเมื่อได้รับการแจ้งเตือนได้อย่างทันท่วงที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
แนวคิดและหลักการที่เกี่ยวข้อง

2.1 กล่าวนำ

ในบทนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับปริญญานิพนธ์ ได้แก่ กระบวนการผลิตสารตั้งต้นของผลิตภัณฑ์สี และ ดีซีพี พีแอลซี อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องรวมไปถึงซอฟต์แวร์ที่เกี่ยวข้อง

2.2 หลักการกระบวนการผลิตสารตั้งต้นของผลิตภัณฑ์สี [3]

2.2.1 กระบวนการผลิตสีโดยทั่วไป

ภาพที่ 2.1 กระบวนการผลิตสีโดยทั่วไป

1. Preassembly & Premix : ขั้นตอนเริ่มต้นในการเตรียมเนื้อสีในการทำสี โดยนำวัตถุดิบที่เป็นของเหลว เช่น เรซิน ตัวทำละลาย น้ำมัน แอลกอฮอล หรือน้ำ ที่จะถูกผสมเกิดเป็นเนื้อสีของการทำสีเพื่อจะรอการผสมสารสีต่อไป

2. Pigment Grinding/Milling : ขั้นตอนในการผลิตสารที่จะเป็นสารสีเพื่อใช้ผสมกับเนื้อสีของสีจากขั้นตอน Premix และจะถูกปั่นผสมจนกว่าสารสีและเนื้อสีจะรวมตัวเป็นเนื้อเดียวกัน

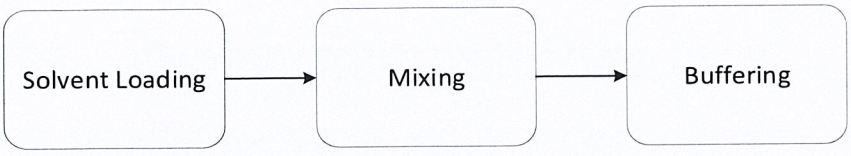
3. Product Finishing/Blending : ขั้นตอนในการผลิตที่จะเก็บตัวอย่างสีที่ได้จากการผลิตมาเปรียบเทียบกับสีต้นแบบ เพื่อทำให้สีจากขั้นตอน Pigment Grinding/Milling ลดหรือเพิ่มปริมาณของตัวทำละลาย(เนื้อสี)หรือสารสี

4. Product Filling/Packaging : ขั้นตอนในการนำสีที่ได้จากกระบวนการทั้งหมดมาเก็บไว้ในถังเก็บหรือบรรจุลงบรรจุภัณฑ์เพื่อนำไปเก็บหรือขายต่อไป

จากกระบวนการทั้งหมดสีในขั้นตอนสุดท้ายที่ผู้ปฏิบัติการต้องการจะต้อง มีเนื้อสีที่ละเอียดเรียบเนียน มีสารสีสม่ำเสมอในเนื้อสีและสามารถแพร่กระจายได้ดีในเนื้อสีของสีอื่น ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 กระบวนการผลิตสารตั้งต้นของผลิตภัณฑ์สีโดยทั่วไป (Preassembly & Premix)



ภาพที่ 2.2 กระบวนการผลิตสารตั้งต้นของผลิตภัณฑ์สีโดยทั่วไป

1. Solvent loading : ลำเลียงสารเคมีซึ่งเป็นวัตถุดิบตั้งต้นมายังหม้อปั่นสาร

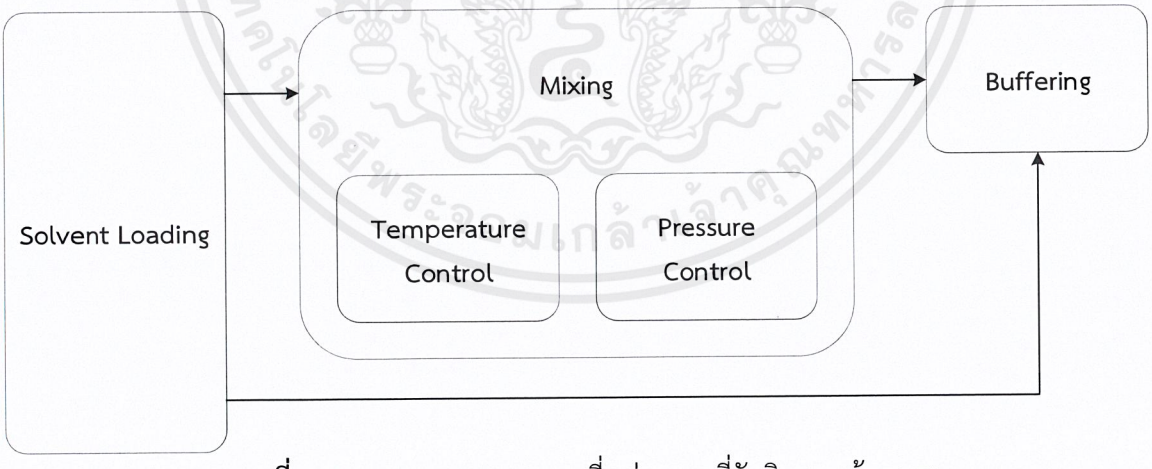
2. Mixing : ปั่นส่วนผสมของสารเคมีเพื่อให้เนื้อสารผสมกัน

3. Buffering : ลำเลียงสารผสมที่ได้รับการปั่นผสมแล้วไปยังถังพักเพื่อรอกระบวนการต่อไป

หลังจากกระบวนการเสร็จเรียบร้อยแล้ว จะได้เนื้อสี ซึ่งสามารถใช้ผลิตผลิตภัณฑ์อื่นได้ตามที่ผู้ผลิตต้องการ

2.2.3 กระบวนการผลิตสารตั้งต้นของผลิตภัณฑ์สีในส่วนที่ควบคุม

เนื่องจากในส่วนที่หน่วยงานที่รับผิดชอบต้องการคือขั้นตอนการผสมสารเคมีที่จะใช้ทำเนื้อสีของผลิตภัณฑ์ประเภทสีจึงต้องผ่านกระบวนการ ลำเลียงวัตถุดิบไปหม้อปั่น ปั่นส่วนผสมให้เข้ากัน ลำเลียงสารไปยังถังพัก

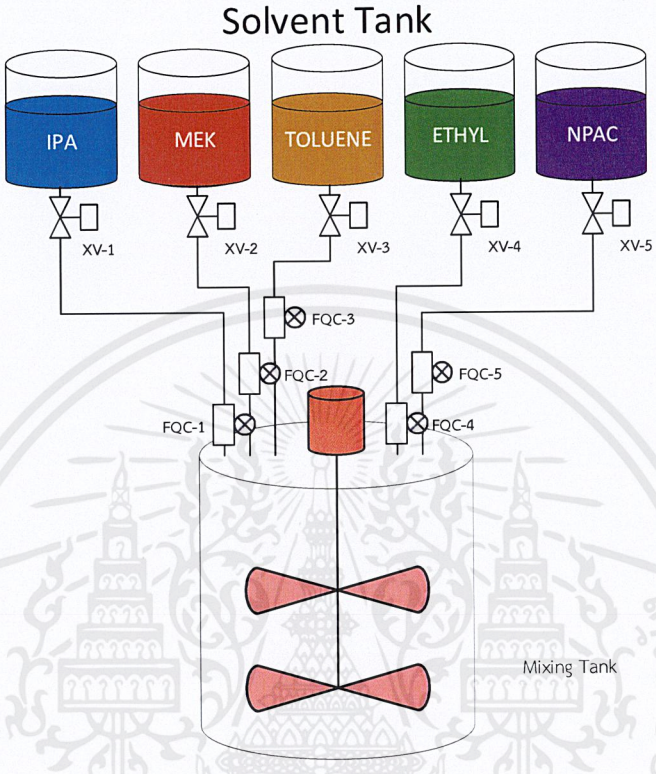


ภาพที่ 2.3 ภาพรวมกระบวนการที่หน่วยงานที่รับผิดชอบต้องการ

กระบวนการผลิตของโครงงานนี้จะแบ่งออกเป็น 3 กระบวนการ ได้แก่ การควบคุมการจ่ายสารตัวทำละลาย (Solvent Loading Control) กระบวนการปั่นผสม (Mixing) และกระบวนการลำเลียงสารไปยังถังพัก (Buffering) ตามลำดับตามภาพที่ 2.3 ซึ่งภายในกระบวนการปั่นผสม (Mixing) จะมีกระบวนการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

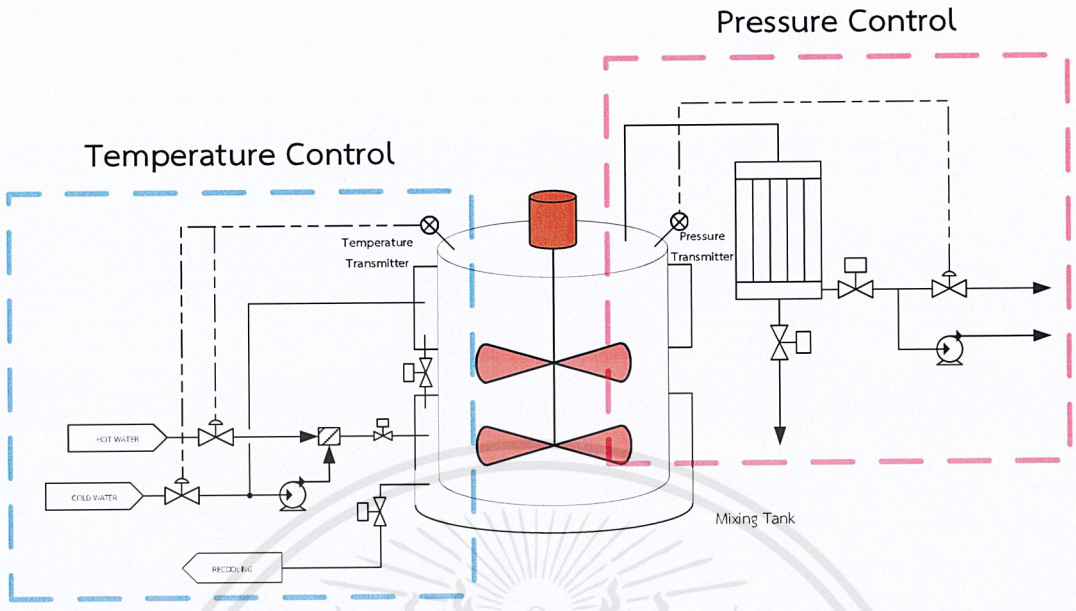
ย่อยได้แก่การควบคุมอุณหภูมิ (Temperature Control) การควบคุมความดัน (Pressure Control) เป็นส่วนหนึ่งอีกด้วย



ภาพที่ 2.4 การเปลี่ยนแปลงกระบวนการระหว่างกระบวนการ Solvent Loading และ Mixing

ในกระบวนการ Solvent Loading จะประกอบด้วยสารวัตถุดิบจำนวน 5 ถัง เมื่อมีผู้ปฏิบัติการเลือกชนิดผลิตภัณฑ์ที่ต้องการแล้ววัตถุดิบที่เป็นส่วนผสมจะถูกย้ายจากถังเก็บวัตถุดิบ(Solvent Tank) ไปยังถังผสม (Mixing Tank) ตามสูตรการผสม ควบคุมโดยวาล์ว XV-1 ถึง XV-5 และอุปกรณ์นับการไหลดิจิตอลเคาน์เตอร์ FQC-1 ถึง FQC-5 ตามผลิตภัณฑ์ที่ถูกเลือกหรือย้ายวัตถุดิบตั้งต้นไปยังถังพัก (Buffering Tank) เพื่อรอการผสมสารสีหรือรอกระบวนการผลิตในรูปแบบอื่น ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



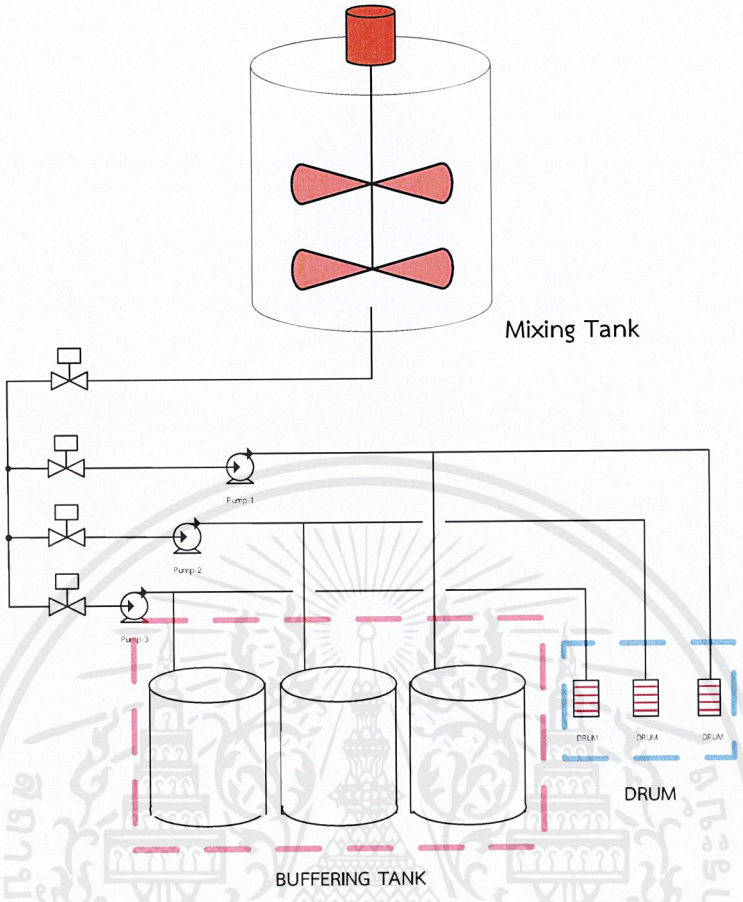
ภาพที่ 2.5 กระบวนการ Mixing

ในกระบวนการ Mixing ซึ่งการผสมสารเคมีจะทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมี ที่ส่งผลให้เกิดอุณหภูมิที่สูงขึ้นหรือลดลงรวมถึงเกิดแรงดันเพิ่มขึ้นหรือลดลงดังนั้นเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพให้กับกระบวน การผสมระหว่างการปั่นผสมนั้นจึงจำเป็นต้องมีกระบวนการควบคุมอุณหภูมิ (Temperature Control) การควบคุมความดัน (Pressure Control) อีกด้วย

- กระบวนการควบคุมอุณหภูมิ (Temperature Control) ถูกแบ่งได้ 2 รูปแบบคือ
    1) Hot/Cold Water โดยใช้น้ำในการควบคุมอุณหภูมิ
    2) Steam Heating & Air Cooling Control โดยใช้อากาศและไอน้ำในการควบคุมอุณหภูมิ
- กระบวนการควบคุมความดัน (Pressure Control) ถูกแบ่งได้ 2 รูปแบบคือ
    1) Pressure Control for Dry Process
    2) Pressure Control for Dehydrate

ซึ่งทั้ง 2 กระบวนการนี้ จะถูกเลือกประเภทย่อยได้โดยผู้ปฏิบัติงาน ซึ่งจะถูกควบคุมด้วยประเภทของผลิตภัณฑ์ที่ถูกเลือกแก่ระบบจากในตอนต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.6 การเปลี่ยนระหว่างกระบวนการ Mixing และ Buffering

ในกระบวนการ Buffering ประกอบด้วยถังบรรจุ 3 ถัง เมื่อผู้ปฏิบัติการต้องการย้ายวัตถุดิบที่ผสมเรียบร้อยแล้วไปพักในถังเก็บสาร ซึ่งกระบวนการ Buffering สามารถเลือกทำได้ 2 วิธีคือ

- นำสารเข้าเก็บยังถังพักเพื่อเป็นเนื้อสีในการทำกระบวนการผลิตอื่นต่อไป
- นำสารเข้าบรรจุยังบรรจุภัณฑ์

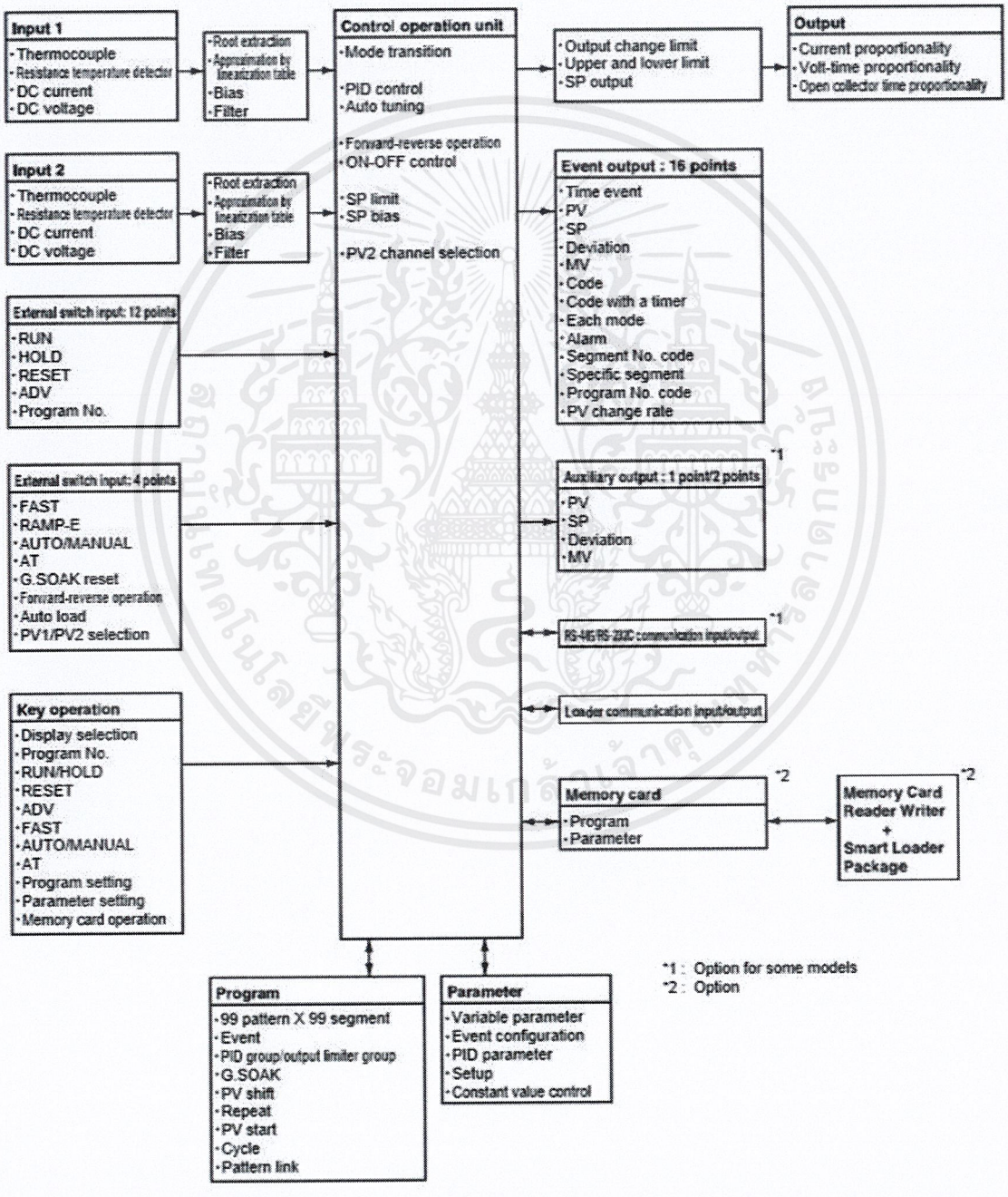
โดยกระบวนการทั้งสองถูกเลือกผ่านผู้ปฏิบัติงานว่าต้องการจะจัดเก็บผลิตภัณฑ์ตั้งต้นอย่างไร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 ดีซีพี

2.3.1 ข้อมูลโดยทั่วไป [4]

ดีซีพีคืออุปกรณ์ที่ใช้สำหรับเขียนโปรแกรมควบคุมให้แก่ Single Loop Controller เพื่อใช้สำหรับการควมคุมอุณหภูมิ ความดัน อัตราการไหล และตัวแปรประเภทอื่น ๆ โปรแกรมสามารถรองรับได้ถึง 99 รูปแบบ (Pattern) และ 99 ส่วน (Segment) โปรแกรมในแต่ละรูปแบบ

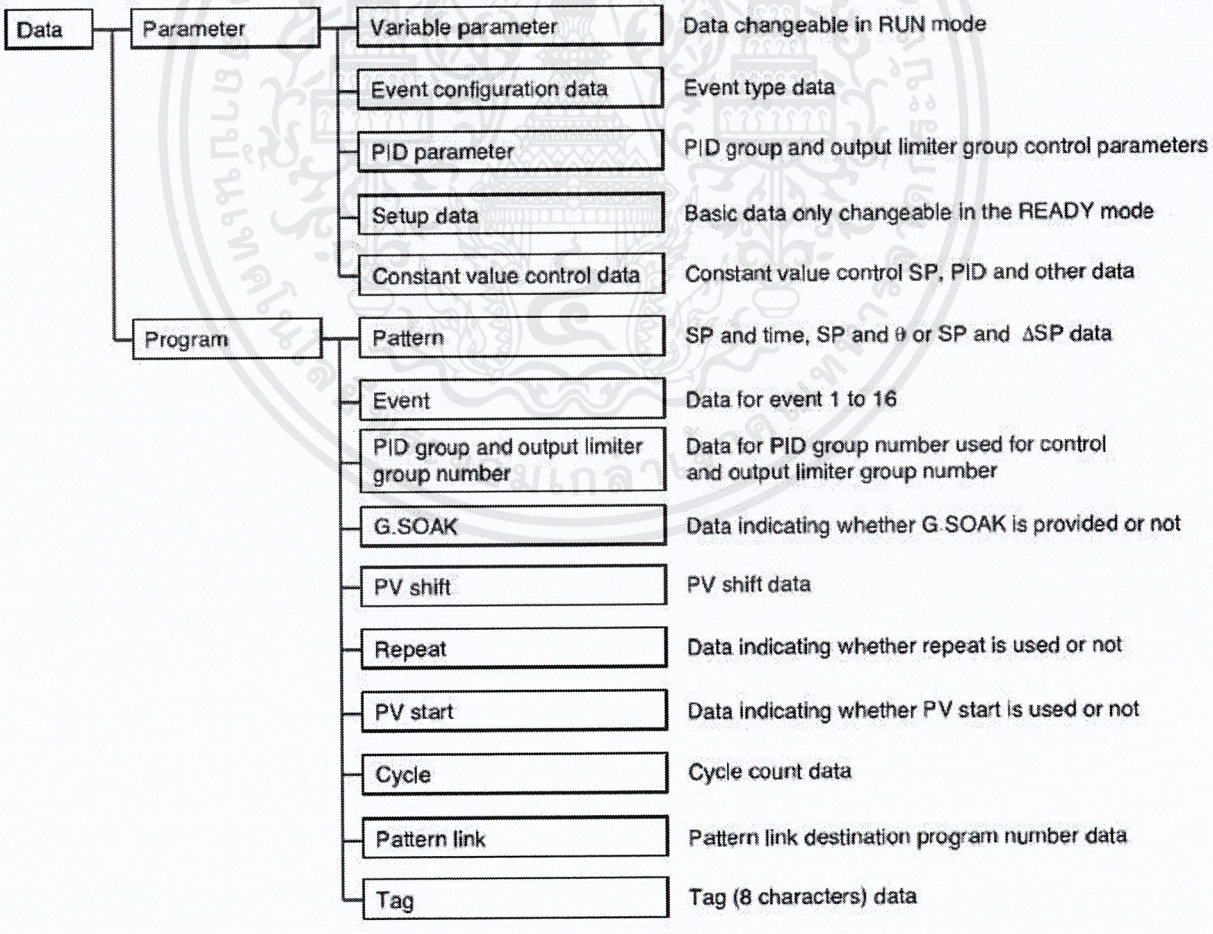


ภาพที่ 2.7 Function Block Diagram ของอุปกรณ์ DCP

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์ดีซีพีสามารถรองรับ Input และ Output ได้หลากหลายรูปแบบ อีกทั้งสามารถใช้การสื่อสารแบบ RS485, RS232 และฟังก์ชันการทำงานดังภาพที่ 2.7

1. **Input**
   1) Thermocouple
   2) Resistance Temperature Detector (RTD) : PT100
   3) DC Current, DC Voltage เช่น 4-20mA, 1-5V
   4) Switch Input 16 point สำหรับพีแอลซี
2. **Output**
   1) Current Proportional
   2) Volt-time Proportional
   3) Open Collector time Proportional
   4) Event Output 16 point สำหรับพีแอลซี
3. **Data Type รูปแบบของข้อมูล**



ภาพที่ 2.8 รูปแบบของข้อมูลของ DCP

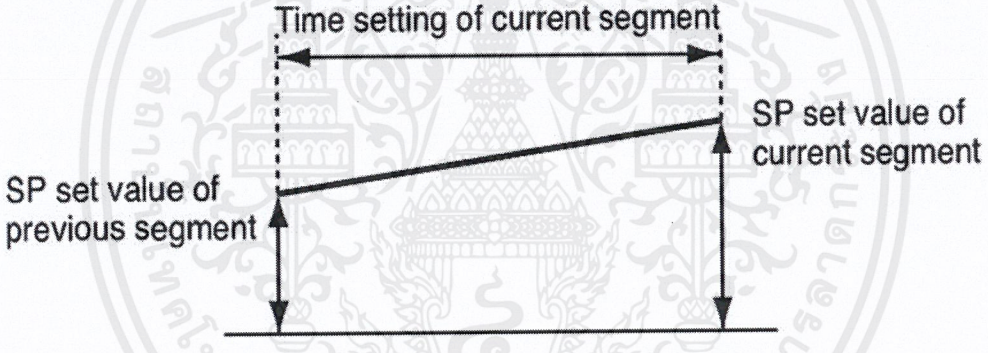
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์ดีซีพีสามารถประมวลผลข้อมูลหลักได้ 2 ประเภทคือข้อมูลประเภทตัวแปร(Parameter) เช่น Variable Parameter, PID Parameter, Event อื่น ๆ และข้อมูลประเภทโปรแกรม (Program) เช่น Pattern, PV shift, Cycle Count Data อื่น ๆ

- **Program Pattern : RAMP-X system**

รูปแบบโปรแกรมของระบบนี้คือการตั้งค่าส่วน (Segment) ของรูปแบบโปรแกรม(Pattern) โดยใช้ตัวแปรของค่าที่ต้องการ (Setpoint : SP) และเวลาของกระบวนการ (Time)

1) Time Setting : สามารถตั้งค่าได้ 0.00 ถึง 500.00 ชั่วโมง 0.00 นาที ถึง 500.00 นาทีหรือ 0.0 ถึง 3000.0 วินาที
2) SP : ค่าที่ต้องการจะถูกแสดงเป็นจุดร่วมกับแกนเวลาบนกราฟ ซึ่งสามารถสั่งให้เกิดการเปลี่ยนแปลงได้ดังคือ Rising RAMP : ค่า SP ก่อนหน้าน้อยกว่าค่า SP ปัจจุบัน, Falling RAMP : ค่าSP ก่อนหน้ามากกว่าค่า SP ปัจจุบัน และ SOAK ค่า SP ก่อนหน้ามีค่าเท่ากับค่า SP ปัจจุบัน



ภาพที่ 2.9 RAMP-X system

- **Selecting Program**

โปรแกรมที่ถูกกำหนดไว้ในอุปกรณ์ดีซีพี จะถูกเลือกผ่าน External Switches เพื่อจะเลือกโปรแกรม จากการกำหนดหมายเลขของโปรแกรมถูกเลือกได้ผ่านการเลือก Switch ได้ 2 ระบบคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) BCD System

ตารางที่ 2.1 การใช้ External Switches กับ BCD system

BCD system (the one digit)		Status									
External switch number	Weight										
SW9	1	OFF	ON	OFF	ON	OFF	ON	OFF	ON	OFF	ON
SW10	2	OFF	OFF	ON	ON	OFF	OFF	ON	ON	OFF	OFF
SW11	4	OFF	OFF	OFF	OFF	ON	ON	ON	ON	OFF	OFF
SW12	8	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	ON	ON
Number selection		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9

BCD system (the ten digit)		Status									
External switch number	Weight										
SW13	10	OFF	ON	OFF	ON	OFF	ON	OFF	ON	OFF	ON
SW14	20	OFF	OFF	ON	ON	OFF	OFF	ON	ON	OFF	OFF
SW15	40	OFF	OFF	OFF	OFF	ON	ON	ON	ON	OFF	OFF
SW16	80	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	ON	ON
Number selection		0	10	20	30	40	50	60	70	80	90

2) Binary System

ตารางที่ 2.2 การใช้ External Switches กับ Binary system

Binary system		Status											
External switch number	Weight												
SW9	1	OFF	ON	OFF	ON	OFF	ON		ON	OFF	ON	OFF	ON
SW10	2	OFF	OFF	ON	ON	OFF	OFF		OFF	ON	ON	OFF	OFF
SW11	4	OFF	OFF	OFF	OFF	ON	ON		ON	ON	ON	OFF	OFF
SW12	8	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF		ON	ON	ON	OFF	OFF
SW13	16	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF		OFF	OFF	OFF	ON	ON
SW14	32	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF		OFF	OFF	OFF	OFF	OFF
SW15	64	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF		OFF	OFF	OFF	OFF	OFF
Number selection		0	1	2	3	4	5	...	13	14	15	16	17

2.3.2 ซอฟต์แวร์ที่เกี่ยวข้องกับอุปกรณ์ดีซีพี

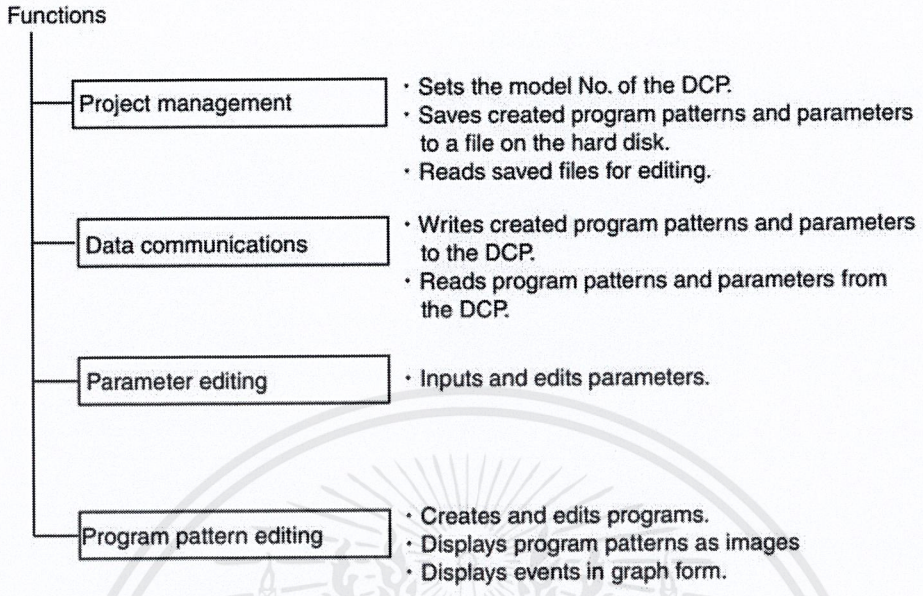
โปรแกรมที่เกี่ยวข้องกับอุปกรณ์ดีซีพีมี 2 โปรแกรมได้แก่ โปรแกรม SLP-P55 (DCP551) ในที่นี้จะถูกเรียกย่อว่า SLP

1. SLP-P55(DCP 551)

โปรแกรม SLP-P55 (DCP551) ใช้สำหรับการทำการ Configuration อุปกรณ์ DCP รุ่น DCP551A-202DO

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) SLP Function



ภาพที่ 2.10 Function ของโปรแกรม SLP

- Project Management

  ใช้สำหรับรุ่นอุปกรณ์ของดีซีพี บันทึก Program Pattern หรือเก็บค่าตัวแปรไว้ในไฟล์ไปยัง Hard disk และใช้สำหรับอ่านค่าไฟล์ข้อมูลหรือโปรแกรม

- Data Communications

  ใช้สื่อกับอุปกรณ์ DCP เพื่อจะอ่านและเขียนข้อมูลโปรแกรม Pattern และสร้างตัวแปรให้อุปกรณ์ DCP

- Parameter Editing

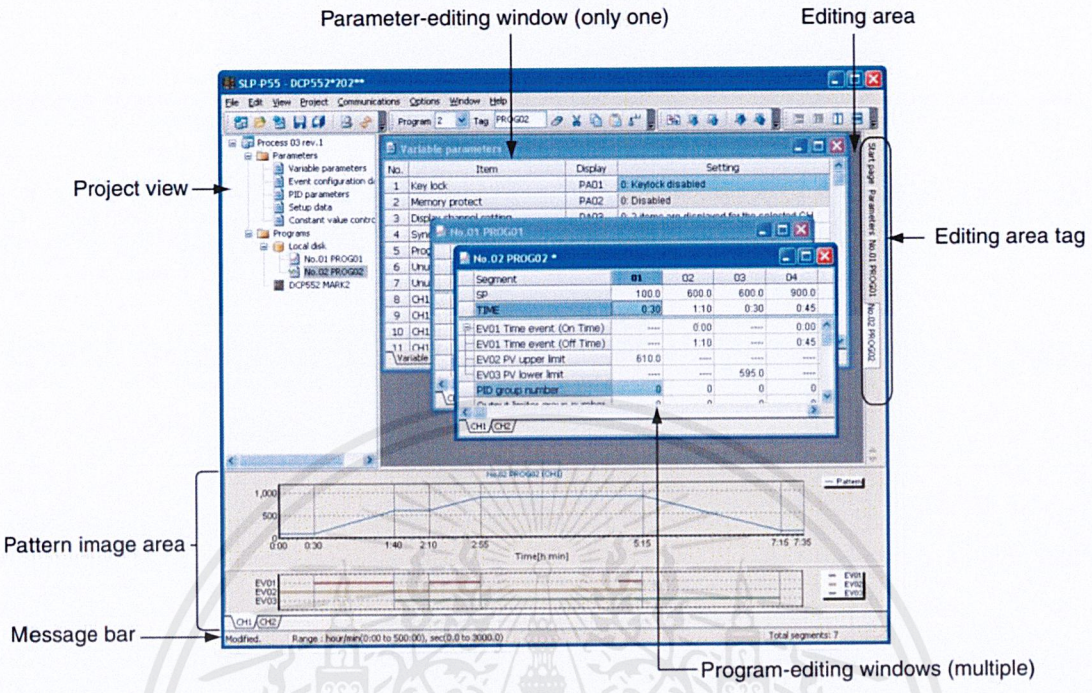
  ใช้สำหรับปรับเปลี่ยน Input และรูปแบบของ Parameter

- Program Pattern Editing

  ใช้สำหรับสร้างปรับเปลี่ยน Program Pattern หรือแสดงผล Program Pattern ในรูปแบบกราฟ หรือในรูปแบบภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

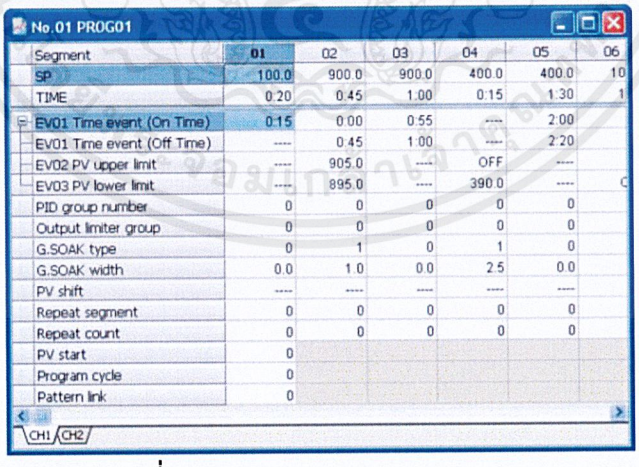
2) SLP Interface



ภาพที่ 2.11 โปรแกรม SLP

หน้าต่างโปรแกรม SLP จะประกอบไปด้วย Project View, Editing Area, Editing Area Tag, Parameter-Editing Window, Pattern Image Area, Program Editing Window และ Message Bar ดังภาพที่ 2.11

- Program Editing Window



ภาพที่ 2.12 Program Editing Window

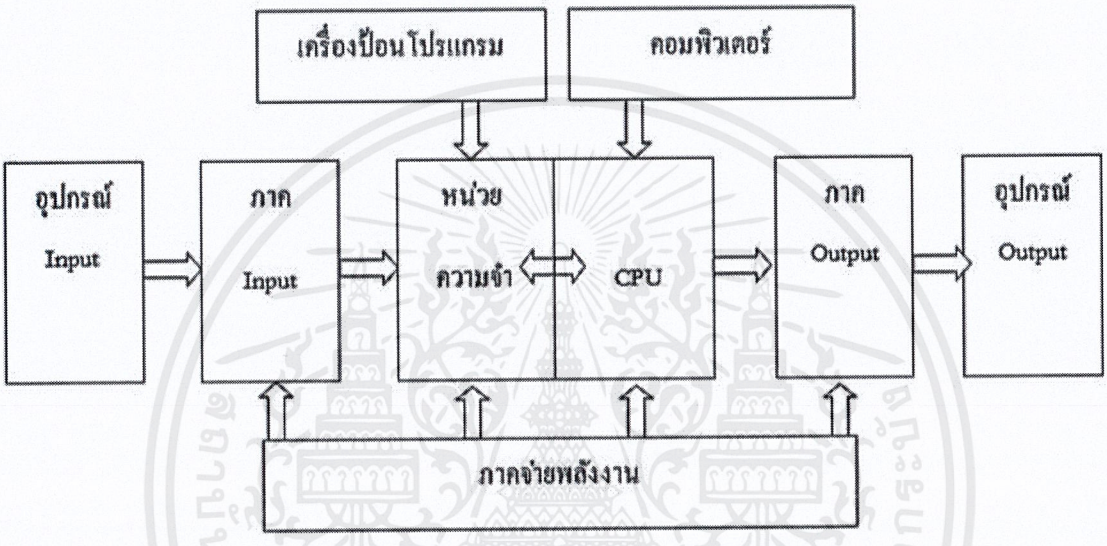
หน้าต่างที่ใช้สำหรับสร้างปรับปรุงแก้ไข Program Pattern ที่ถูกแบ่งออกเป็น Segment เพื่อกำหนด SP และ Time ให้กับสัญญาณที่อุปกรณ์ DCP จะสั่งออกเป็น Output ตาม Event ที่กำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 พีแอลซี

2.4.1 ข้อมูลโดยทั่วไป [5]

โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (Programmable Logic Controller) เรียกย่อว่า PLC หรือปัจจุบันใช้คำว่า PC (ย่อมาจาก “Programmable Controller”) และ SC (ย่อมาจาก “Sequence Controller”) เป็นอุปกรณ์ควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ที่มีหน่วยความจำในการเก็บโปรแกรมสำหรับควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ ประกอบด้วยเครื่องมือพื้นฐานดังนี้



ภาพที่ 2.13 โครงสร้างและส่วนประกอบของพีแอลซี

1. หน่วยประมวลผลกลาง (CPU)

หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) เป็นส่วนสมองของระบบภายใน CPU จะประกอบไปด้วยวงจร Logic Gate หลายชนิดและมี Microprocessor-Based ใช้สำหรับแทนอุปกรณ์จำพวกรีเลย์ (Relay) เคาน์เตอร์ (Counter) ไทเมอร์ (Timer) และซีเควนเซอร์ (Sequencers) เพื่อให้ผู้ใช้ได้ออกแบบใช้วงจรรีเลย์แลดเดอร์ลอจิก (Relay Ladder Logic) เข้าไปได้ CPU จะยอมรับ (Read) อินพุตดาต้า (Input Data) จากอุปกรณ์ให้สัญญาณ (Sensing Device) จากนั้นจะปฏิบัติและเก็บข้อมูลโดยใช้โปรแกรมจากหน่วยความจำและส่งข้อมูลที่เหมาะสมถูกต้องไปยังอุปกรณ์ควบคุม (Control Device) แหล่งของกระแสไฟฟ้าตรง (DC Current) สำหรับใช้สร้างโวลต์ต่ำ (Low Level Voltage) ซึ่งใช้โดยโปรเซสเซอร์ (Processor) และอินพุต/เอาต์พุตโมดูล (I/O Modules) และแหล่งจ่ายไฟนี้เก็บไว้ที่ CPU หรือแยกออกไปติดตั้งที่จุดอื่นก็ได้ขึ้นอยู่กับผู้ผลิตแต่ละราย การประมวลผลของ CPU จากโปรแกรมทำได้โดยรับข้อมูลมาจากหน่วยอินพุตและเอาต์พุตและส่งข้อมูลสุดท้ายที่ได้จากการประมวลผลไปยังหน่วยเอาต์พุตเรียกว่า การสแกน (Scan) ซึ่งใช้เวลาจำนวนหนึ่งเรียกว่า เวลาสแกน (Scan Time) เวลาในการสแกนแต่ละรอบประมาณ 1 ถึง 100 msec. (10msec. = 100 ครั้งต่อวินาที) ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับข้อมูลและ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความยาวของโปรแกรมหรือจำนวนอินพุต/เอาต์พุตหรือจำนวนอุปกรณ์ที่ต่อจาก PLC เช่น เครื่องพิมพ์ จอภาพ เป็นต้น อุปกรณ์เหล่านี้จะทำให้เวลาในการสแกนนานขึ้น การเริ่มต้นการสแกนเริ่มจากรับค่าของสภาวะของอุปกรณ์จากหน่วยอินพุตมาเก็บไว้ในหน่วยความจำ (Memory) เสร็จแล้วจะทำการปฏิบัติการตามโปรแกรมที่เขียนไว้ทีละคำสั่งจากหน่วยความจำนั้นจนสิ้นสุดแล้วส่งไปที่หน่วยเอาต์พุต

2. หน่วยความจำ (Memory Unit)

หน่วยความจำ (Memory Unit) ทำหน้าที่เก็บรักษาโปรแกรมและข้อมูลในการทำงาน ในขณะที่สั่ง PLC ทำงานหน่วยความจำจะนำเอาโปรแกรมและข้อมูลในหน่วยความจำมาประมวลผลการทำงาน โดยขนาดของหน่วยความจำจะถูกแบ่งออกเป็นบิตข้อมูล (Data Bit) ภายในหน่วยความจำ 1 บิตก็จะมีค่าสภาวะทางลอจิก 0 หรือ 1 แตกต่างกันแล้วแต่คำสั่ง หน่วยความจำที่ใช้งานของ PLC จะมีอยู่ 2 แบบคือ หน่วยความจำชนิดชั่วคราว (Random Access Memory: RAM) และหน่วยความจำถาวร (Read Only Memory: ROM)

3. หน่วยอินพุต/เอาต์พุต (Input/Output Unit)

หน่วยอินพุต/เอาต์พุต (Input/Output Unit) ส่วนของอินพุตและเอาต์พุตจะต่อกับชุดควบคุมเพื่อรับสภาวะและสัญญาณ เช่น หน่วยอินพุตรับสัญญาณหรือสภาวะแล้วส่งไปยัง CPU เพื่อประมวลผล

4. หน่วยเชื่อต่อเครือข่าย (Communication Module)

หน่วยเชื่อต่อเครือข่าย (Communication Module) เป็นหน่วยที่ใช้สำหรับการเชื่อมต่อพีแอลซีกับเครือข่ายการคมนาคมของกระบวนการ ตัวอย่างการเชื่อมต่อเช่น Ethernet, Serial Port

5. หน่วยเชื่อมต่อกับระบบเครื่องมือย่อย (Subsystem Interface Module)

หน่วยเชื่อมต่อกับระบบเครื่องมือย่อย (Subsystem Interface Module) เป็นหน่วยเชื่อมต่อระหว่างพีแอลซีกับเครื่องมืออื่น ๆ เช่น อุปกรณ์รับส่งข้อมูลระยะไกล (Remote Input/Output Device)

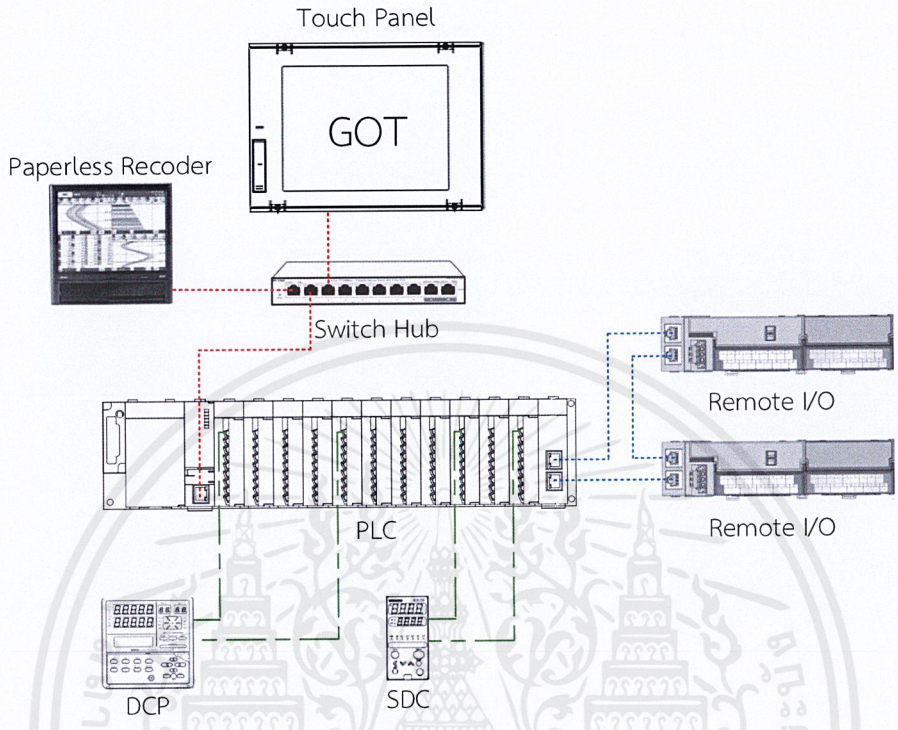
6. หน่วยจ่ายกำลังไฟฟ้า (Power Supply Unit)

หน่วยจ่ายกำลังไฟฟ้า (Power Supply Unit) เป็นหน่วยสำหรับจ่ายกำลังไฟฟ้าให้กับอุปกรณ์ทุกส่วนของพีแอลซี

โดยพีแอลซีที่ทางหน่วยงานที่รับผิดชอบเลือกใช้ในคือ Mitsubishi Q03UDECPU จัดเป็นพีแอลซีประเภท Modular Type คือ พีแอลซีแบบแยกส่วน ฮาร์ดแวร์แต่ละส่วนจะแยกออกจากกัน โดยเรียกแต่ละชิ้นส่วนว่าโมดูล (Module) เช่น Power Supply Module, Input Module, Output Module การใช้งานจะต้องนำโมดูลมาประกอบกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2 องค์ประกอบทางฮาร์ดแวร์พีแอลซีที่ใช้ในโครงงาน



ภาพที่ 2.14 Control Network Architecture

จากภาพที่ 2.14 แสดงการเชื่อมต่ออุปกรณ์ในระดับควบคุมโดยมี Module ที่เกี่ยวข้องดังนี้

1. **Controller Base : Mitsubishi Q312B**

Controller Base คือที่ใช้เชื่อมต่อพีแอลซีประเภท Modular ไว้ด้วยกัน ทั้ง Data Connection และ Power Connection

- คุณสมบัติของ Mitsubishi Q312B
  1) ใช้ได้กับ CPU MELSEC Q Serise
  2) มีตัวยึดแบบ DIN Rail
  3) ใส่ Module ได้ทั้งหมด 12 ช่อง

2. **Power Unit : Mitsubishi Q61P**

Power Unit เป็นส่วนจ่ายพลังงานไฟฟ้าให้กับอุปกรณ์บน Controller Base

3. **CPU Unit : Mitsubishi Q03UDECPU**

หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) เป็นส่วนสมองของระบบภายใน CPU จะประกอบไปด้วยวงจร Logic Gate หลากหลายชนิดและมี Microprocessor-Based ใช้สำหรับแทนอุปกรณ์จำพวกรีเลย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(Relay) เคาน์เตอร์ (Counter) ไทเมอร์ (Timer) และซีเควนเซอร์ (Sequencers) เพื่อให้ผู้ใช้ได้ออกแบบใช้วงจรรีเลย์แลดเดอร์ลอจิก (Relay Ladder Logic)

- คุณสมบัติของ Mitsubishi Q03UDECPU
  1) รองรับ Input/output ทั้งหมด 4096 Points และ Memory ทั้งหมด 8192 points
  2) สามารถเขียนโปรแกรมได้มากถึง 30,000 step
  3) รองรับการเชื่อมต่อ USB
  4) รองรับการเชื่อมต่อแบบ Ethernet
  5) ความเร็วในการประมวลผลสูงสุด 0.02 ไมโครวินาที

4. **Analog Input Unit : Mitsubishi Q68ADI**

   โมดูลรับค่าอินพุตประเภทอนาล็อกอินพุต ทั้งหมด 2 Modules รวม 16 Channel

5. **Analog Output Unit : Mitsubishi Q68DAIN**

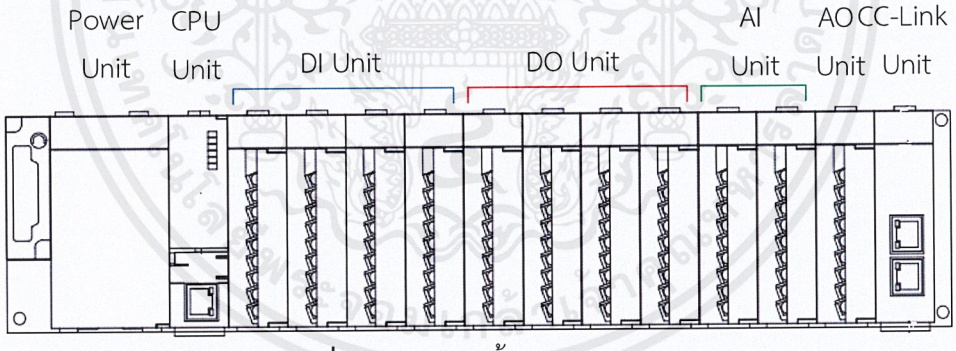
   โมดูลส่งค่าเอาต์พุตประเภทอนาล็อกเอาต์พุต ทั้งหมด 1 Modules รวม 8 Channel

6. **Digital Input Unit : Mitsubishi QX41-S1**

   โมดูลรับค่าอินพุตประเภทดิจิตอลอินพุตทั้งหมด 4 Modules รวม 128 Points

7. **Digital Output Unit : Mitsubishi QY41P**

   โมดูลส่งค่าเอาต์พุตประเภทดิจิตอลเอาต์พุตทั้งหมด 4 Modules รวม 128 Points



ภาพที่ 2.15 การติดตั้ง PLC Module

8. **CC-Link IE COMM Module : Mitsubishi QJ71GF11-T2**

   โมดูลเพื่อรองรับการเชื่อมต่อด้วยโปรโตคอล CC-Link IE เพื่อการขยายการรับสัญญาณอินพุตเอาต์พุตจาก อุปกรณ์รับส่งข้อมูลระยะไกล (Remote Input/output Device)

- CC-Link Remote I/O แบ่งได้ 2 ประเภท
  1) Mitsubishi NZ2GF2B1-16D : รับ Digital Input
  2) Mitsubishi NZ2GF2B1-16T : ส่ง Digital Output

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

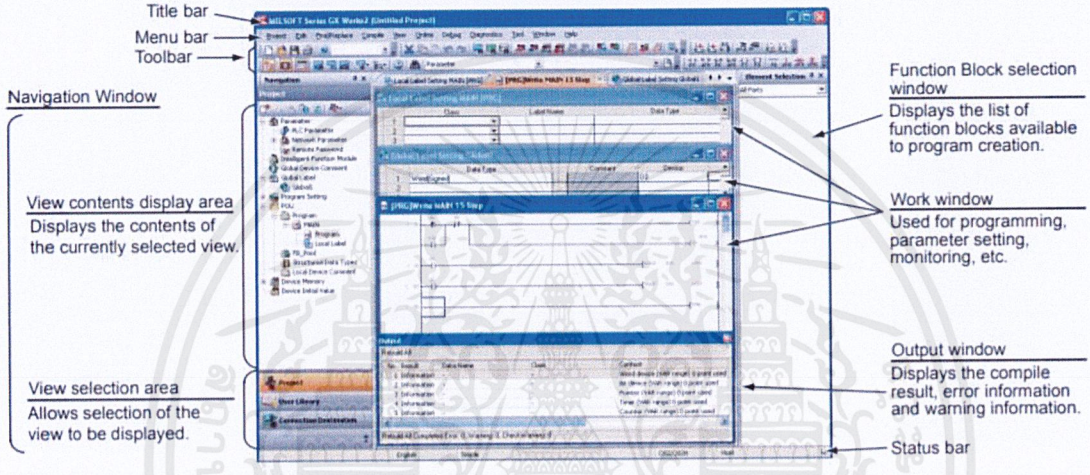
- CC-Link Remote I/O Extension แบ่งได้ 2 ประเภท

1) Mitsubishi NZ2EX2B1-16D : อุปกรณ์ขยายช่องรับ Digital Input

2) Mitsubishi NZ2EX2B1-16T : อุปกรณ์ขยายช่องส่ง Digital Output

2.4.3 โปรแกรม GX Work 2 [6]

โปรแกรม GX Work 2 คือซอฟต์แวร์สำหรับงานด้านวิศวกรรมที่ใช้สำหรับการเริ่มสร้างโปรเจคสำหรับพีแอลซีมิตซูบิชิ โดยสามารถทำการเลือกทำการตั้งค่าอุปกรณ์หน่วยการทำงานของพีแอลซีได้



ภาพที่ 2.16 โปรแกรม GX Work 2

- **ขั้นตอนการเริ่มต้นโปรเจค**

1) Opening a project : โดยการเปิดโปรแกรม GX Work 2 แล้วสร้างหรือเปิดไฟล์โปรเจค

2) Setting parameters : ตั้งค่าตัวแปรโดยการเลือกรุ่นอุปกรณ์

3) Setting labels : ประกาศตัวแปรตัวแปรโกลบอล (Global Variable) และประกาศตัวแปรตัวแปรโลคอล (Local Variable)

4) Editing the program : เขียนโปรแกรมโดยใช้ภาษา Ladder, SFC ฯ

5) Conversion and compiling : คอมไพลโปรแกรม

6) Connecting the programmable controller CPU : เชื่อมต่อ PC เข้ากับพีแอลซี ปรับตั้งการเชื่อมต่อ

7) Writing to the programmable controller : เขียนค่าตัวแปรและโปรแกรมไปยังหน่วยประมวลผลของพีแอลซี

8) Checking operation : ทำการตรวจสอบการทำงานของโปรแกรมและอุปกรณ์

9) Exiting GX Works2 : จบการทำงานโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 GOT2000 (Graphic Operation Terminal)

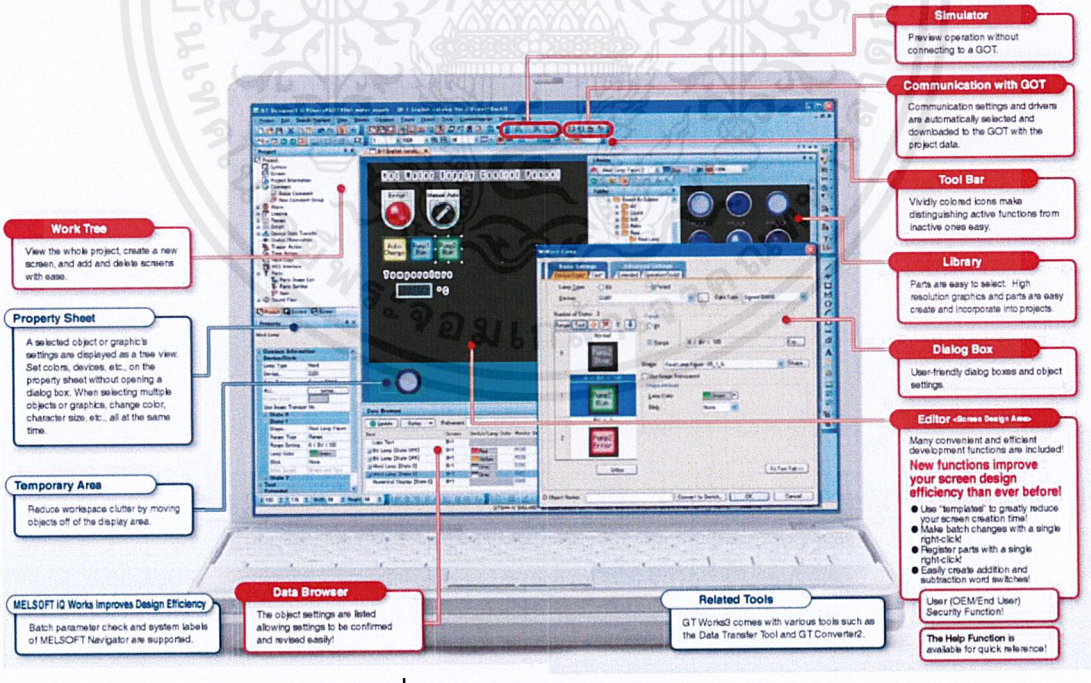
2.5.1 ข้อมูลโดยทั่วไป

อุปกรณ์จีทีโอ 2000 คืออุปกรณ์ต่อพ่วงสำหรับพีแอลซีมิตซูบิชิ MELSEQ สำหรับการทำการแสดงผลและควบคุมการทำงานของกระบวนการ

ภาพที่ 2.17 ตัวอย่างอุปกรณ์ GOT2000

2.5.2 โปรแกรม GT Designer3 [7]

โปรแกรมใช้สำหรับการสร้างกราฟิกแสดงผลเพื่อใช้บนอุปกรณ์ GOT2000



ภาพที่ 2.18 โปรแกรม GT Designer3

จากภาพที่ 2.18 แสดงส่วนประกอบของโปรแกรม GT Designer3 ซึ่งประกอบด้วย Work Tree, Data browser, Toolbar, Library, Dialog Boxes และ Editing Area

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การควบคุมกระบวนการผสมสำหรับการผลิตสารตั้งต้นผลิตภัณฑ์สีที่นำเสนอ

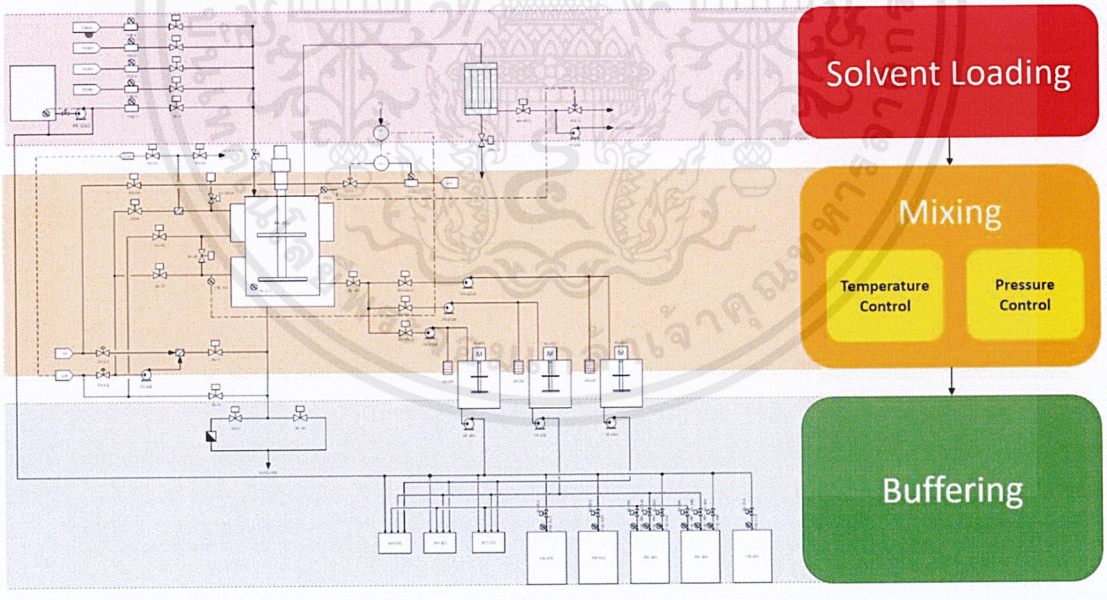
3.1 กล่าวนำ

ในบทนี้จะกล่าวถึง วิธีการดำเนินงาน ตั้งแต่การวาดแบบ การศึกษาเงื่อนไขการทำงาน การสร้างโปรแกรมควบคุม และกราฟิกที่ใช้แสดงผล

3.2 หลักการควบคุมกระบวนการผสม

ในส่วนนี้จะใช้อธิบายหลักการควบคุมกระบวนการผสมโดยประกอบด้วย อุปกรณ์ในระบบและความสัมพันธ์กับกระบวนการ ตัวแปรสำคัญในกระบวนการผสม แผนภาพแสดงลำดับขั้นตอนการทำงานของกระบวนการผสมของโรงงานที่ได้รับมอบหมาย

3.2.1 อุปกรณ์ในระบบและความสัมพันธ์กับกระบวนการ



ภาพที่ 3.1 อุปกรณ์ในระบบและความสัมพันธ์กับกระบวนการ

จากภาพที่ 3.1 แสดงอุปกรณ์ในระบบที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการ Solvent Loading, Mixing และ Buffering โดยใช้พื้นที่สีแดงแสดงอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการ Solvent Loading

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประกอบด้วย Solvent Tank และ On/Off Valve เพื่อควบคุมการจ่ายสารละลาย 5 ตัวไปยังถังผสม ใช้พื้นที่สีเหลืองแสดงอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการ Mixing ประกอบด้วยถังผสม ทรานสมิตเตอร์เพื่อรับค่าอุณหภูมิและความดันในถังกวนมาใช้สำหรับการควบคุม On/Off Valve และ Control Valve ผ่านการควบคุมด้วย PID Control จากอุปกรณ์ SDC ดังรูปที่ 3.4 ตลอดจนการควบคุมเครื่องกวนเพื่อรักษาอุณหภูมิ ความดัน และใช้พื้นที่สีเขียวแสดงอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการ Buffering ประกอบด้วยถังพักผลิตภัณฑ์ On/Off Valve และ Discharge Pump เพื่อนำผลิตภัณฑ์ที่ผสมเสร็จแล้วออกมาพักไว้

3.2.2 ตัวแปรสำคัญในกระบวนการผสม

กระบวนการผสมมีตัวแปรสำคัญทั้งหมดดังต่อไปนี้

ตารางที่ 3.1 ตัวแปรสำคัญในกระบวนการผสม

Tag	Description	Signal	Type
RUN	สถานะเริ่มการทำงานจาก DCP	ON/OFF	DI
HOLD	สถานะพักการทำงานจาก DCP	ON/OFF	
STOP	สถานะหยุดการทำงานจาก DCP	ON/OFF	
DCP EV-1	ตัวแปรรอรับสถานะ Event จากอุปกรณ์ DCP	ON/OFF	
DCP EV-2			
DCP EV-3			
DCP EV-4			
DCP EV-5			
DCP EV-6			
DCP EV-7			
DCP EV-8			
DCP EV-9			
DCP EV-10			
DCP EV-11	ตัวแปรใช้รับลำดับ Segment จากอุปกรณ์ DCP โดยระบบ BCD	ON/OFF	
DCP EV-12			
DCP EV-13			
DCP EV-14			
DCP EV-15			
DCP EV-16			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FQC-1	ตัวแปรรอบรับสถานะจาก Digital Counter Solvent Loading เสร็จสิ้น	ON/OFF	DI
FQC-2			
FQC-3			
FQC-4			
FQC-5			
XV-201AD	สถานะ Limit Switch ที่หัวจ่ายสารไปยัง Drum	ON/OFF	DI
XV-202AD	สถานะ Limit Switch ที่หัวจ่ายสารไปยัง Drum		
XV-203AD	สถานะ Limit Switch ที่หัวจ่ายสารไปยัง Drum		
BCD 1	ตัวแปรใช้ส่งค่า Program ID จาก PLC ไป DCP โดยระบบ BCD	ON/OFF	DO
BCD 2			
BCD 3			
BCD 4			
BCD 5			
BCD 6			
XV-1	วาล์วควบคุมการเติมสาร IPA	ON/OFF	DO
XV-2	วาล์วควบคุมการเติมสาร MEK		
XV-3	วาล์วควบคุมการเติมสาร ACETATE		
XV-4	วาล์วควบคุมการเติมสาร TOLUENE		
XV-5	วาล์วควบคุมการเติมสาร NPAC		
XV-6	วาล์วในกระบวนการ Temperature Control		
XV-7	วาล์วในกระบวนการ Hot Water Control		
XV-8	วาล์วในกระบวนการ Hot Water Control		
XV-9	วาล์วในกระบวนการ Steam Heating Control		
XV-10	วาล์วในกระบวนการ Steam Heating Control		
XV-11	วาล์วในกระบวนการ Dry & Dehydrate Process		
XV-12	วาล์วในกระบวนการ Dry & Dehydrate Process		
XV-13	วาล์วในกระบวนการ Dry & Dehydrate Process		
XV-14	วาล์วในกระบวนการ Temperature Control		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

XV-16	วาล์วในกระบวนการ Upside/Downside Cold Water	ON/OFF	DO
XV-17	วาล์วในกระบวนการ Upside/Downside Cold Water		
XV-18	วาล์วในกระบวนการ Temperature Control		
XV-5A	วาล์วช่วยในกระบวนการ Steam Heating Control		
XV-DROP	วาล์วในกระบวนการ Steam Heating Control		
XV-VR	วาล์วช่วนในกระบวนการ Pressure Control	ON/OFF	DO
XV-SEL-1	วาล์วควบคุมการเติมสารลงถังพัก 1		
XV-SEL-2	วาล์วควบคุมการเติมสารลงถังพัก 2		
XV-SEL-3	วาล์วควบคุมการเติมสารลงถังพัก 3		
XV-EXT	วาล์วควบคุมการปล่อยสารออกจากถังผสม		
PR-201A	ปั๊มควบคุมการเติมสารลงถังพัก 1	Start/Stop	
PR-202A	ปั๊มควบคุมการเติมสารลงถังพัก 2		
PR-203A	ปั๊มควบคุมการเติมสารลงถังพัก 3		
PC-201	ปั๊มในกระบวนการ Temperature Control		
VR-201	ปั๊มในกระบวนการทำสุญญากาศ		
HE-201	ปั๊มในกระบวนการ Electric Heating		
BS-201	พัดลมในกระบวนการ Steam Heating		
PR-010	ปั๊มควบคุมการเติมสาร IPA		
PR-020	ปั๊มควบคุมการเติมสาร MEK		
PR-030	ปั๊มควบคุมการเติมสาร ACETATE		
PR-040	ปั๊มควบคุมการเติมสาร TOLUENE		
PR-050	ปั๊มควบคุมการเติมสาร NPAC		
RK-201 REACTOR TEMP	อุณหภูมิของ Reactor ที่ถังผสม	Numerical	AI
RK-201 JACKET TEMP	อุณหภูมิของ Jacket ที่ถังผสม		
RK-201 PRESSURE	ความดันในถังผสม		
RK-201 LEVEL	ระดับของเหลวในถังผสม		
TM-201 LEVEL	ระดับของเหลวในถังพักสาร 1		
TM-202 LEVEL	ระดับของเหลวในถังพักสาร 2		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TM-203 LEVEL	ระดับของเหลวในถังพักสาร 3	Numerical	AI
RK-201 REACTOR TEMP SP	ค่าเป้าหมายอุณหภูมิของ Reactor ที่ถังผสม		AO
RK-201 JACKET TEMP SP	ค่าเป้าหมายอุณหภูมิของ Jacket ที่ถังผสม		
RK-201 PRESSURE SP	ค่าเป้าหมายความดันที่ถังผสม		
AA-201 INV	ค่าความเร็วของ Agitator ที่ส่งไปยัง Inverter		

3.2.3 ลำดับขั้นตอนการทำงานของกระบวนการผสม

แผนภาพต่อไปนี้จะแสดงการทำงานโดยภาพรวมของการทำงานของกระบวนการผสมสารตั้งต้นของผลิตภัณฑ์สีซึ่งสามารถเรียงลำดับการทำงานได้ดังนี้

1) ผู้ปฏิบัติงานจะต้องป้อนค่าเป้าหมายให้แก่อุปกรณ์ได้แก่ ค่าเป้าหมายอุณหภูมิของ Reactor ที่ถังผสม ค่าเป้าหมายอุณหภูมิของ Jacket ที่ถังผสมและค่าเป้าหมายความดันที่ถังผสม ผ่านหน้าจอแสดงผล

2) เลือกโหมดโปรแกรมการทำงานแล้วกดเริ่มทำงาน

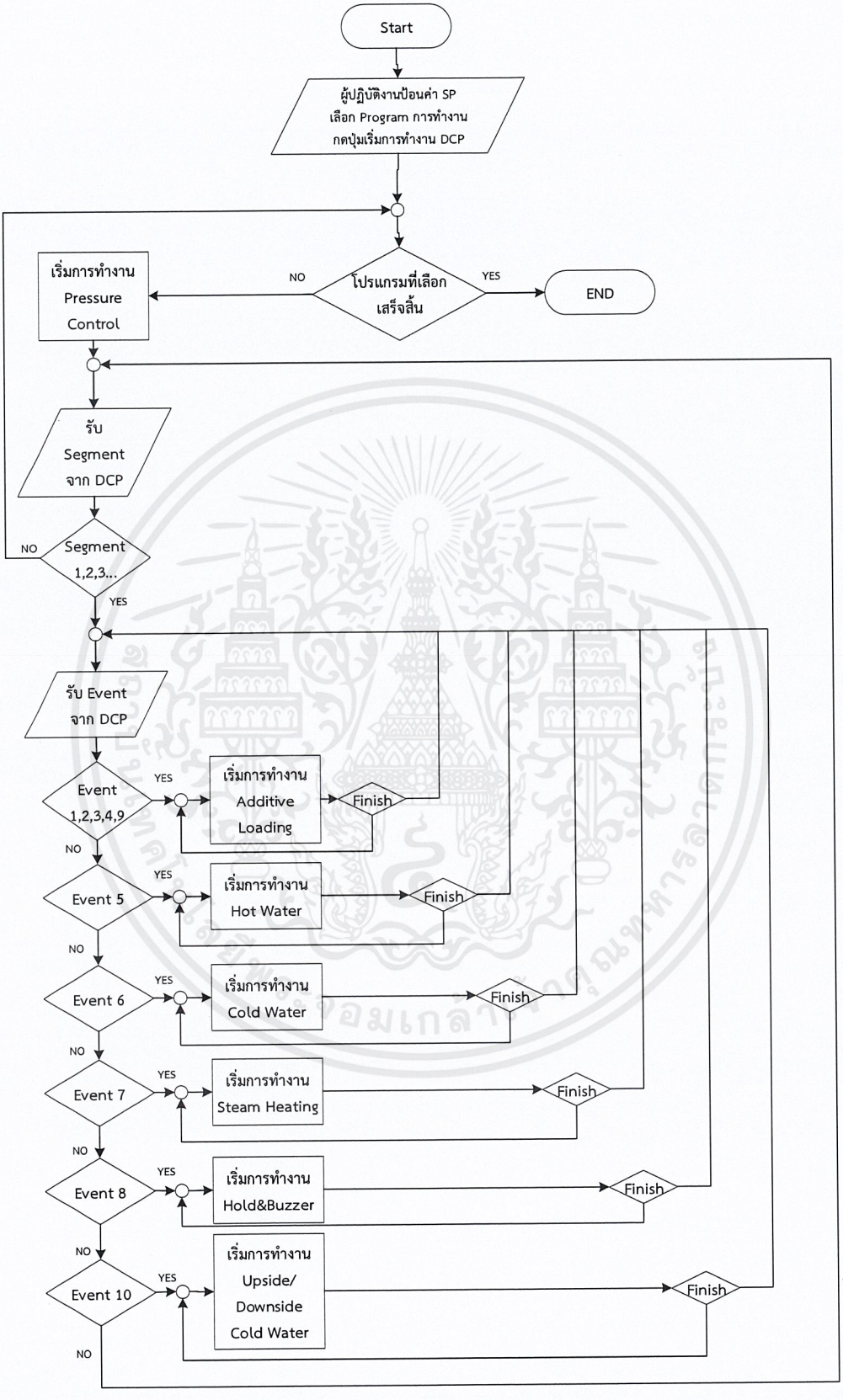
3) อุปกรณ์ PLC จะเริ่มการทำงานของโปรแกรมที่เลือกไว้โดยรับลำดับการทำงาน (Segment) และอีเว้นท์ (Event) จาก DCP

4) เมื่อเงื่อนไขของ Segment และ Event ตรงตามที่กำหนด PLC จะดำเนินกระบวนการในส่วนของโปรแกรมย่อยอาทิเช่น Additive Loading, Hot Water Control, Cold Water Control, Steam Heating Control ซึ่งจะกล่าวต่อไปในหัวข้อที่ 3.4

5) เมื่อกระบวนการตาม Program เสร็จสิ้นจะเป็นหน้าที่ของผู้ปฏิบัติงานในการจัดการกระบวนการ Buffering ต่อไป

กระบวนการที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปเป็นแผนภาพแสดงลำดับขั้นตอนการทำงานของกระบวนการผสมได้ดังภาพที่ 3.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.2 แผนภาพกระบวนการผสม

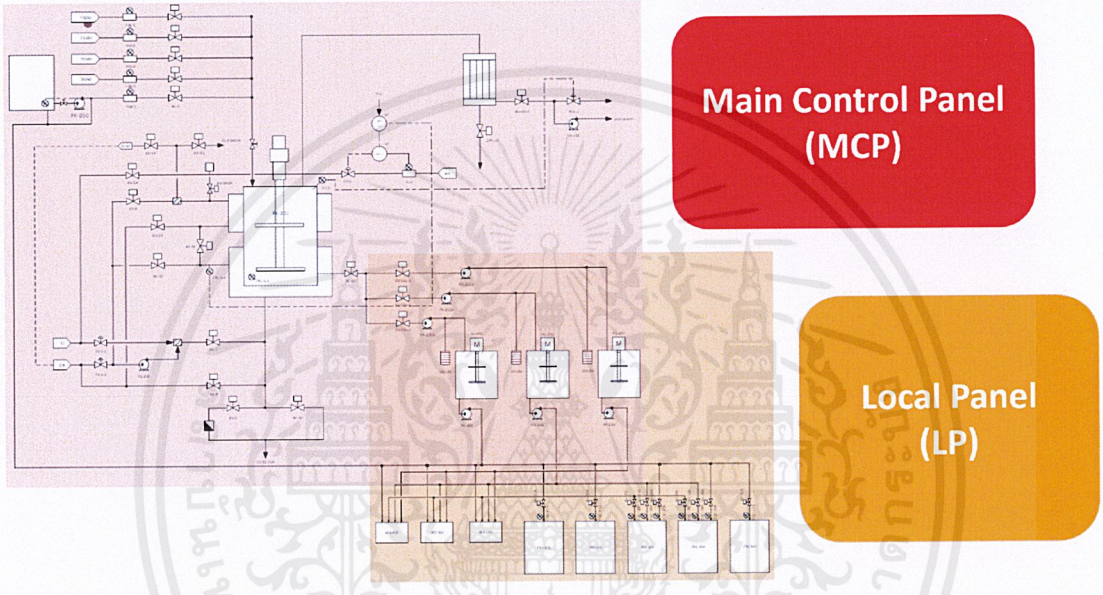
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 โครงสร้างของระบบทางฮาร์ดแวร์

เนื่องจากเป็นการว่างระบบใหม่ทำให้ต้องศึกษาแนวคิดในการออกแบบตู้ควบคุมและจัดเรียงอุปกรณ์ในตู้ควบคุมด้วยโปรแกรม AutoCAD2019

3.3.1 ศึกษาแนวคิดในการออกแบบตู้ควบคุม

ตู้ควบคุมถูกแบ่งเป็น 2 ตู้สำคัญ ได้แก่ ตู้ MCP : Main Control Panel และ LP : Operation Local Panel โดยตู้ทั้งสองถูกแสดงความสัมพันธ์กับอุปกรณ์ในระบบดังภาพที่ 3.3

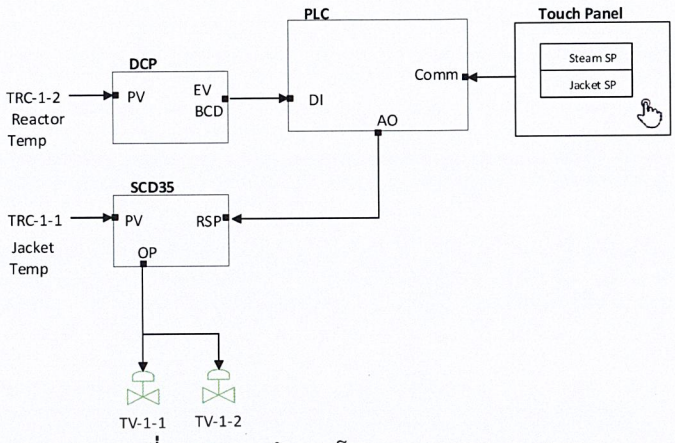


ภาพที่ 3.3 ความสัมพันธ์ของตู้ควบคุมและอุปกรณ์ในระบบ

1. MCP : Main Control Panel

Main Control Panel ประกอบด้วยอุปกรณ์ HMI Mitsubishi GOT2000, PLC 0, DCP, Recorder, Totalized Counter และ SDC35 เพื่อเป็นส่วนควบคุมหลักที่ใช้ควบคุมกระบวนการและอุปกรณ์ทั้งหมดในพื้นที่ส่วนสีแดงในภาพที่ 3.3 ทั้งการสื่อสารกับอุปกรณ์ DCP เพื่อรับค่า Event ในการสั่งการพีแอลซี การป้อนค่าผ่าน HMI เพื่อเปลี่ยนแปลงค่าในกระบวนการ และส่งค่า Output ไปยังอุปกรณ์ ซึ่งจะควบคุมกระบวนการควบคุมอุณหภูมิ กระบวนการควบคุมความดัน ของ Mixing Tank โดยมีรูปแบบการเชื่อมต่อดังรูปที่ 3.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.4 การทำงานโดยภาพรวมของ MCP

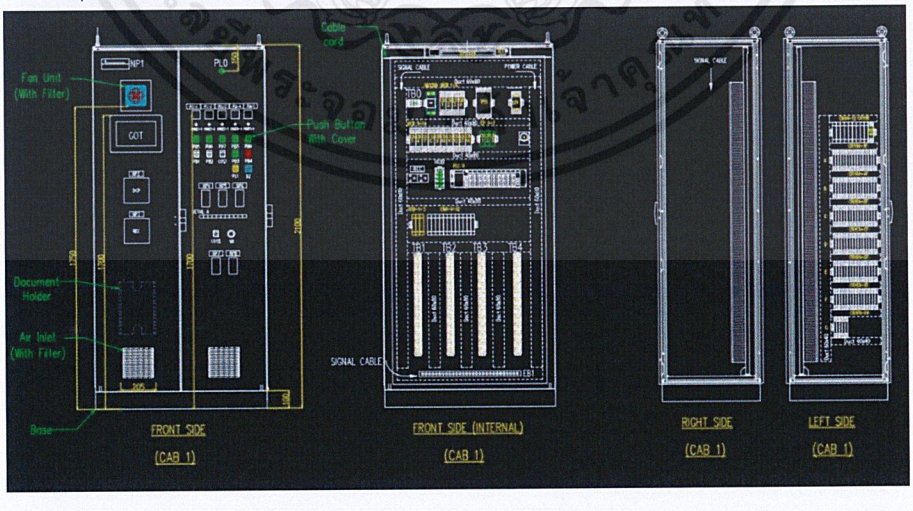
2. LP : Operation Local Panel

Operation Local Panel ประกอบด้วยอุปกรณ์ CC-Link Remote I/O, Totalized Counter เพื่อใช้ในการควบคุมกระบวนการและอุปกรณ์ในขั้นตอน Buffering จาก Mixing Tank ไปยัง Tank Buffering หรือ Drum ถูกแสดงเป็นพื้นที่สีเหลืองในภาพที่ 3.3

นอกจากนี้ อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับ Air Supply จะถูกบรรจุอยู่ในตู้ LP ด้วยเช่นกัน

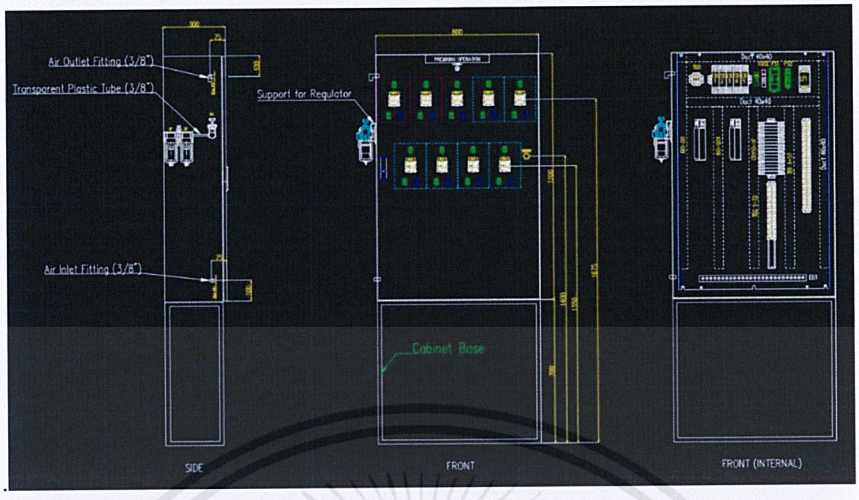
3.3.2 ขั้นตอนการดำเนินการเขียนแบบบนโปรแกรม AutoCAD 2019

หลังจากศึกษาแนวคิดการออกแบบระบบควบคุมของบณิษัท และศึกษา I/O List จากนั้น จะต้องทำการเขียนแบบโครงสร้าง เพื่อให้บริษัทผู้รับเหมาใช้เป็นแบบในการสร้างตู้ แบบที่ใช้ในกระบวนการควบคุมมีดังนี้



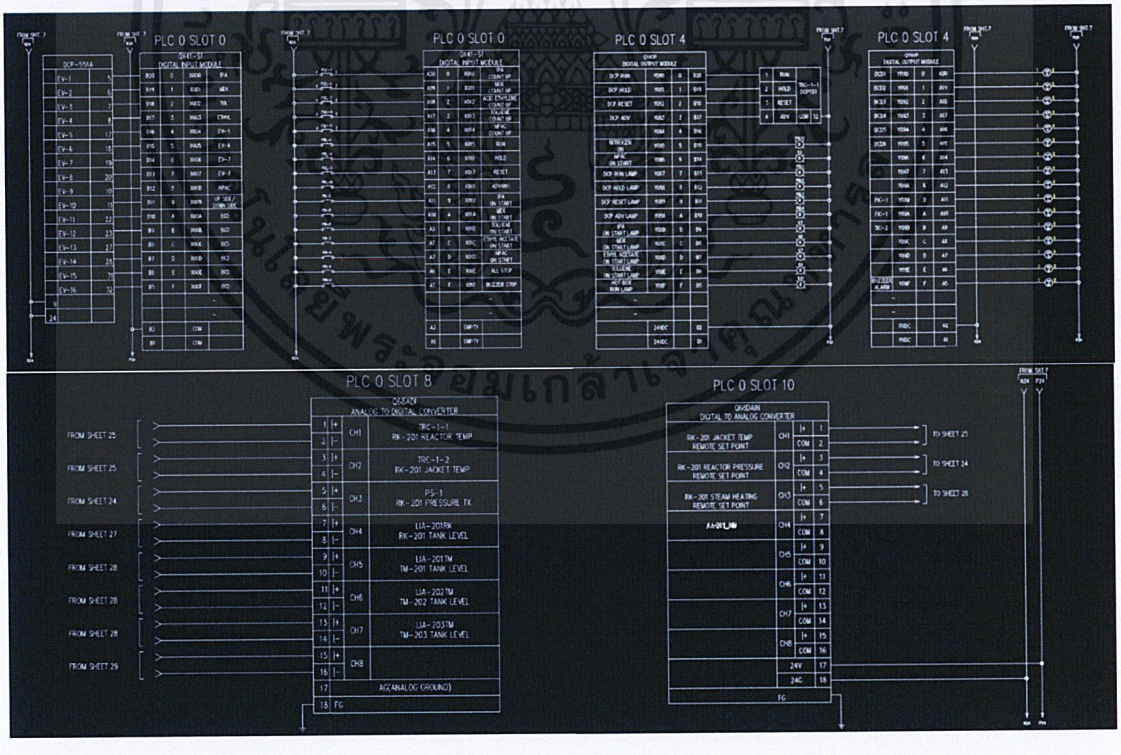
ภาพที่ 3.5 การติดตั้งอุปกรณ์ในตู้ MCP

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.6 การติดตั้งอุปกรณ์ในตู้ LP

เมื่อศึกษาแนวคิดการออกแบบระบบควบคุมแล้ว จึงนำอุปกรณ์ทั้งหมดมาจัดเรียงในตู้ควบคุม หลักตามตัวอย่างในภาพที่ 3.5 และ 3.6 โดยหาขนาดของอุปกรณ์จากเว็บไซต์ของผู้ผลิตอุปกรณ์ หรือจากคู่มือการใช้งานของอุปกรณ์

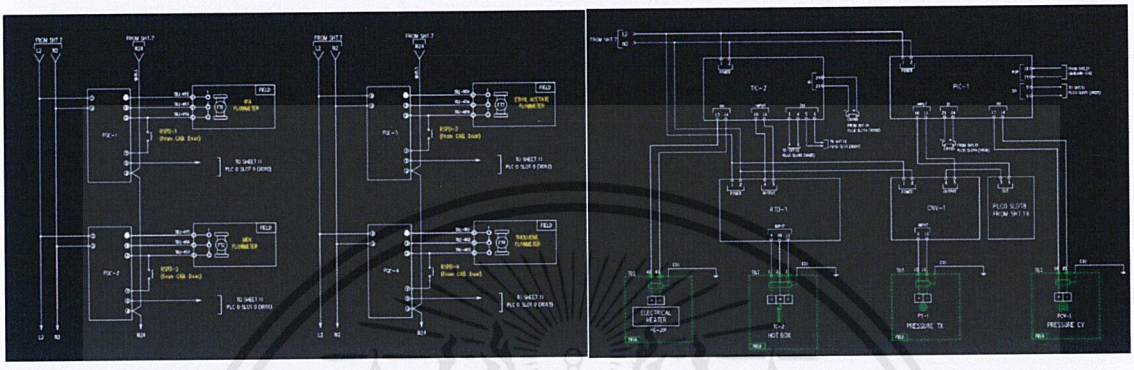


ภาพที่ 3.7 ตัวอย่างการวาดแบบการติดตั้ง Module Input/Output

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

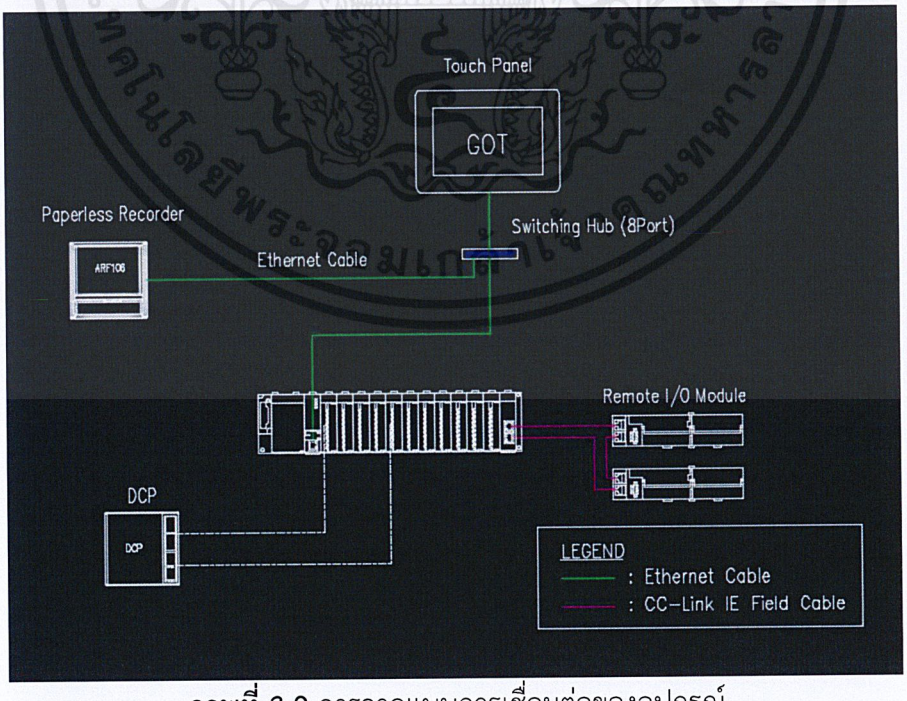
การวาดแบบต่อโมดูล (Internal Connection) ทั้งการต่อ Digital Input, Digital Output, Analog Input และ Analog Output ตามภาพที่ 3.7

ซึ่งแบบ Internal Connection จะเขียนรายละเอียดเกี่ยวกับ Point ของอินพุตและเอาต์พุต การต่อเทอมินอล รวมถึงสีของสายไฟด้วย



ภาพที่ 3.8 การวาดแบบการต่ออุปกรณ์ Totalized Counter และอุปกรณ์วัด

จากภาพที่ 3.8 แสดงการเชื่อมต่อของอุปกรณ์ประเภท Totalized Counter ในตู้ MCP ที่จะแสดงจากตัวอุปกรณ์ Counter ไปยัง Module Digital Input ของ PLC และรูปแสดงการเชื่อมต่ออุปกรณ์วัด เช่น ความดัน อุณหภูมิ และ อัตราการไหล



ภาพที่ 3.9 การวาดแบบการเชื่อมต่อของอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 3.9 รูปแสดงการเชื่อมต่อ แบบ Ethernet ของอุปกรณ์ GOT2000 และอุปกรณ์ PLC ผ่าน Switching Hub การเชื่อมต่อ CC-Link IE ของอุปกรณ์ PLC และ Remote I/O และการเชื่อมต่อของอุปกรณ์ DCP ผ่าน Module Input และ Output ของ PLC

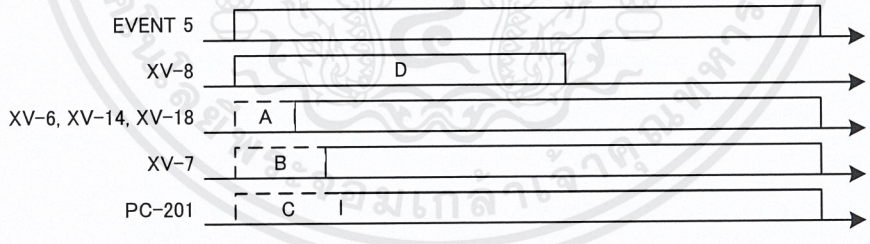
3.4 เงื่อนไขของระบบควบคุมกระบวนการ

ทางบริษัทได้ออกแบบเงื่อนไขการควบคุมกระบวนการผู้จัดทำจึงจำเป็นต้องศึกษาขั้นตอนการควบคุมเพื่อใช้ในการสร้างโปรแกรมในหัวข้อต่อไป

3.4.1 เงื่อนไขของกระบวนการ Hot Water Control

กระบวนการนี้จะเกิดขึ้นเมื่อกระบวนการบนอุปกรณ์ DCP สั่งการเมื่อ EVENT-5 มีสถานะเป็น ON โดย

1) หลังจาก Event-5 = ‘ON’ วาล์ว XV-8 จะถูกเปิด
2) หลังจาก Event-5 = ‘ON’ เป็นเวลา A วินาที วาล์ว XV-6, XV-14, XV-18 จะถูกเปิด
3) หลังจาก Event-5 = ‘ON’ เป็นเวลา B วินาที วาล์ว XV-7 และ PID Control ของวาล์วควบคุม TV-1-1 และ TV-1-2 จะเริ่มทำงาน
4) หลังจาก Event-5 = ‘ON’ เป็นเวลา C วินาที ปั๊ม PC-201 จะเริ่มทำงาน
5) หลังจาก Event-5 = ‘ON’ เป็นเวลา D วินาที วาล์ว XV-8 จะถูกปิด



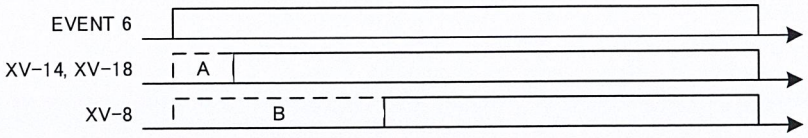
ภาพที่ 3.10 สถานะของอุปกรณ์ในเงื่อนไขกระบวนการ Hot Water Control

3.4.2 เงื่อนไขของกระบวนการ Cold Water Control

กระบวนการนี้จะเกิดขึ้นเมื่อกระบวนการบนอุปกรณ์ DCP สั่งการเมื่อ EVENT-6 มีสถานะเป็น ON โดย

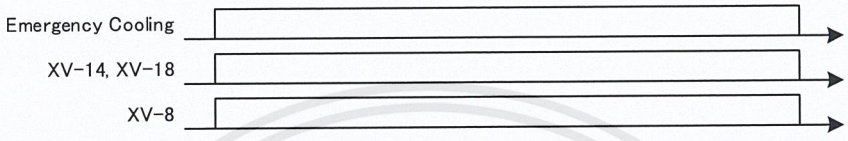
1) หลังจาก Event-6 = ‘ON’ เป็นเวลา A วินาที วาล์ว XV-14 และ XV-18 จะถูกเปิด
2) หลังจาก Event-6 = ‘ON’ เป็นเวลา B วินาที วาล์ว XV-8 จะถูกเปิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.11 สถานะของอุปกรณ์ในเงื่อนไขกระบวนการ Cold Water Control

Emergency Cooling : หลังจากปุ่มบนหน้าจอ HMI ถูกกด วาล์ว XV-14, XV-18 และ XV-8 จะถูกเปิด



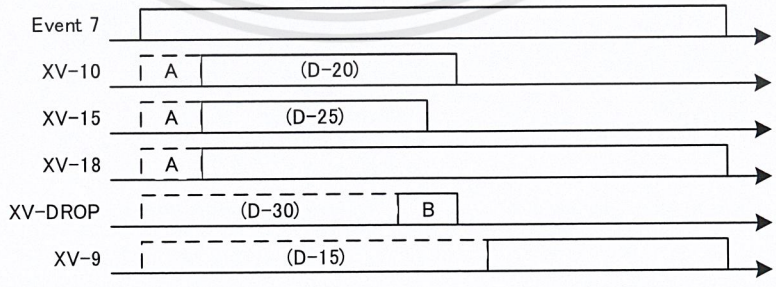
ภาพที่ 3.12 สถานะของอุปกรณ์ในเงื่อนไขกระบวนการ Emergency Cooling

3.4.3 เงื่อนไขของกระบวนการ Steam Heating & Air Cooling Control

- กระบวนการ Steam Heating Control

กระบวนการนี้จะเกิดขึ้นเมื่อกระบวนการบนอุปกรณ์ DCP สั่งการเมื่อ EVENT-7 มีสถานะเป็น ON และ เมื่อ D คือตัวแปรเวลาที่ได้ป้อนเข้ามาผ่าน HMI โดย

1) หลังจาก Event-7 = ‘ON’ เป็นเวลา A วินาที วาล์ว XV-18, XV-10 และ XV-15 จะถูกเปิด
2) หลังจาก Event-7 = ‘ON’ เป็นเวลา D-30 วินาที วาล์ว XV-DROP จะเปิดเป็นเวลา B วินาที
3) หลังจาก Event-7 = ‘ON’ เป็นเวลา D-25 วินาที วาล์ว XV-15 จะถูกปิด
4) หลังจาก Event-7 = ‘ON’ เป็นเวลา D-20 วินาที วาล์ว XV-10 จะถูกปิด
5) หลังจาก Event-7 = ‘ON’ เป็นเวลา D-15 วินาที วาล์ว XV-9 จะถูกเปิด
6) หลังจาก Event-7 = ‘ON’ เป็นเวลา D วินาที วาล์ว XV-5A จะเริ่มดำเนินการ



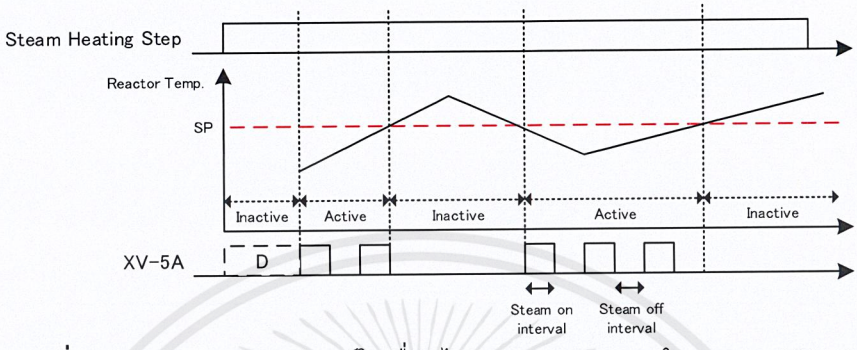
ภาพที่ 3.13 สถานะของอุปกรณ์ในเงื่อนไขกระบวนการ Steam Heating Control

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การทำงานของวาล์ว XV-5A

1) ถ้า Reactor Temp PV น้อยกว่า SP วาล์ว XV-5A จะถูกเปิดปิดตามเวลาเปิดและเวลาปิดที่ถูกป้อนค่าบน HMI

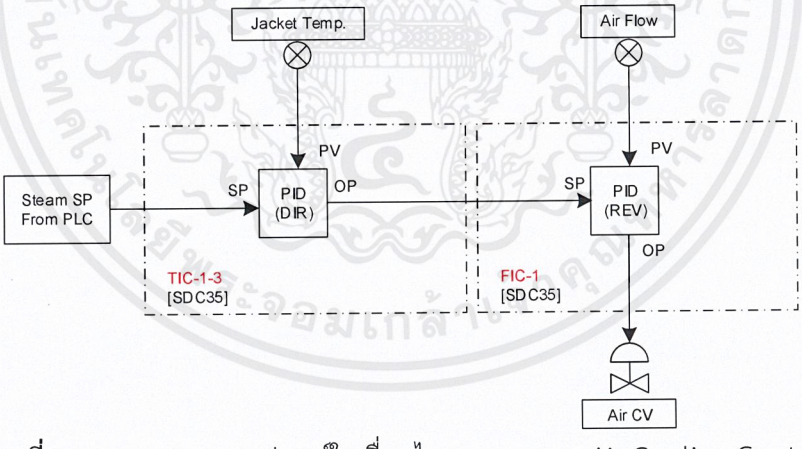
2) ถ้า Reactor Temp PV มากกว่า SP วาล์ว XV-5A จะหยุดทำงาน



ภาพที่ 3.14 สถานะของอุปกรณ์ในเงื่อนไขกระบวนการการทำงานของ XV-5A

- กระบวนการ Air Cooling Control

กระบวนการนี้จะเกิดขึ้นเมื่อ Reactor Temp PV มากกว่า Steam SP และ Jacket Temp PV มากกว่า SDC35 Steam SP



ภาพที่ 3.15 สถานะของอุปกรณ์ในเงื่อนไขกระบวนการ Air Cooling Control

เมื่อ Reactor Temp PV น้อยกว่า Steam SP หรือ Jacket Temp PV น้อยกว่า SDC35 Steam SP การควบคุมแบบ Cascade จะหยุดทำงานและวาล์ว XV-10 จะถูกปิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.4 เงื่อนไขของกระบวนการ Upside/Downside Cold Water Control

กระบวนการ Upside Cold Water Control จะเกิดขึ้นเมื่อกระบวนการบนอุปกรณ์ DCP สั่งการเมื่อ EVENT-10 มีสถานะเป็น ON ถ้า EVENT-10 มีสถานะเป็น OFF จะเกิดกระบวนการ Downside Cold Water Control โดย

1) หลังจาก Event-10 = 'ON' ปั๊ม PC-201 จะเริ่มทำงาน

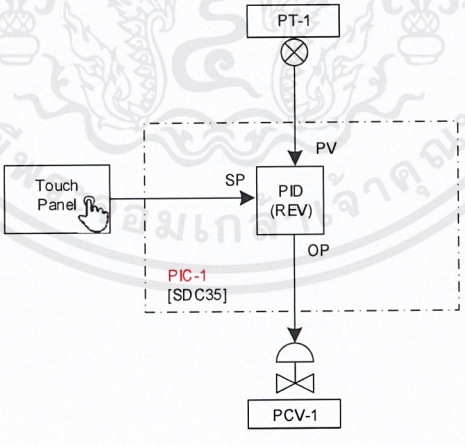
2) หลังจาก Event-10 = 'ON' เป็นเวลา A วินาที วาล์ว XV-17 และ XV-14 จะถูกเปิด

3) หลังจาก Event-10 = 'ON' เป็นเวลา B วินาที วาล์ว XV-16 และ XV-7 จะถูกเปิด

ภาพที่ 3.16 สถานะของอุปกรณ์ในเงื่อนไขกระบวนการ Upside/Downside Cold Control

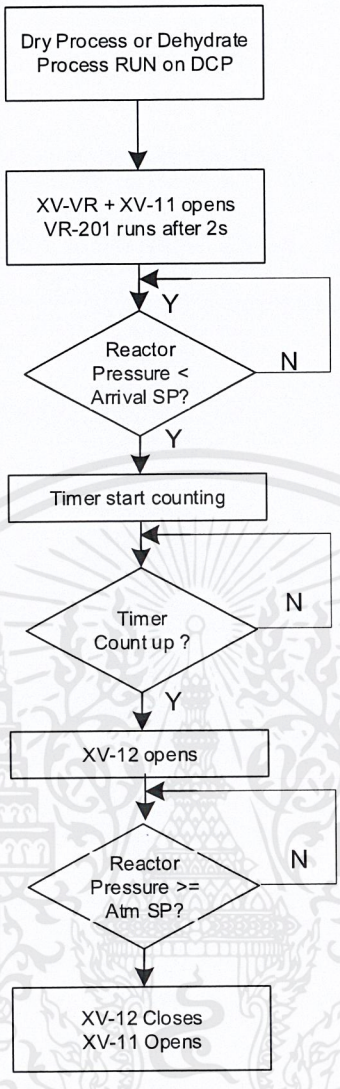
3.4.5 เงื่อนไขของกระบวนการ Dry Process & Dehydrate

กระบวนการนี้จะใช้ควบคุมแรงดันใน Reactor Tank เพื่อใช้ปรับสภาพความดันใน Reactor Tank ให้กลายเป็นสุญญากาศโดย PID Control ดังภาพที่ 3.17 และตามกระบวนการดังภาพที่ 3.18



ภาพที่ 3.17 การควบคุมแบบ PID ของกระบวนการ Dry Process & Dehydrate

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.18 เงื่อนไขกระบวนการ Dry Process & Dehydrate

3.4.6 เงื่อนไขของกระบวนการ Hot Box Temperature Control

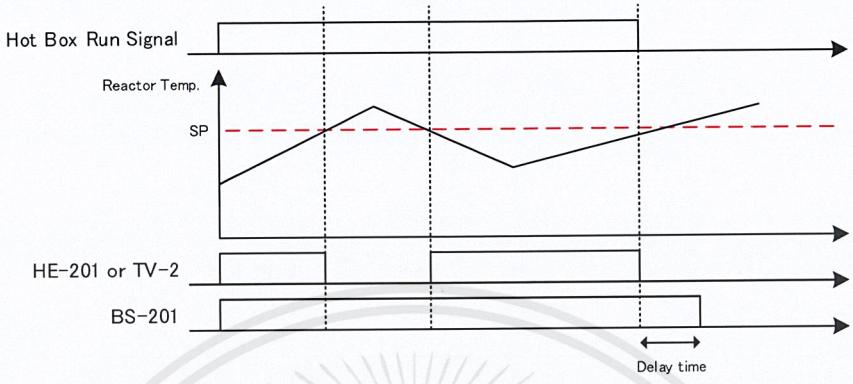
กระบวนการนี้จะถูกเลือกดำเนินการโดยปุ่มหน้าตู้ควบคุม โดยใช้ SDC35 ในการควบคุม PID Control ผ่านการป้อน SP จากผู้ปฏิบัติการโดย

1) ผู้ปฏิบัติการจะต้องเลือกแหล่งกำเนิดความร้อนระหว่าง Electric หรือ Steam

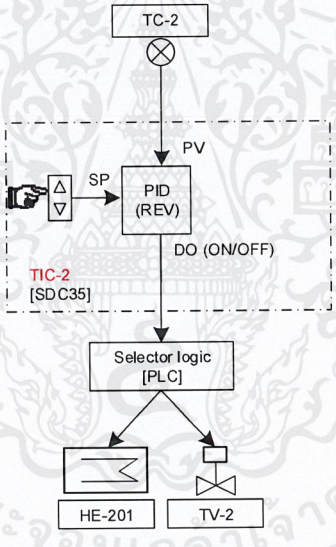
2) ผู้ปฏิบัติการกดปุ่มเริ่มการทำงานหน้าตู้ควบคุม จะทำให้ปั๊ม BS-201 ทำงาน ถ้าผู้ปฏิบัติการเลือก Steam Heater จะทำให้ TV-2 ดำเนินการเปิดปิดตามสัญญาณควบคุม และ Electric Heater หยุดทำงาน หากผู้ปฏิบัติการเลือก Electric Heater วาล์ว TV-2 จะหยุดทำงานปั๊ม HE-201 จะเริ่มทำงานตามสัญญาณควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) เมื่อผู้ปฏิบัติการกดปุ่มหยุดทำงานหน้าตู้ควบคุมการทำงานหยุดลง BS-201 หยุดทำงานหลังจากกด A วินาที (Delay Time)



ภาพที่ 3.19 สถานะของอุปกรณ์ในเงื่อนไขกระบวนการ Hot Box Temperature Control



ภาพที่ 3.20 การควบคุมแบบ PID ของกระบวนการ Hot Box Temperature Control

3.4.7 เงื่อนไขของกระบวนการ Additives Loading for RK-201

- Manual Mode สั่งการด้วยปุ่มหน้าตู้ควบคุม

1) ตั้งปริมาณสารที่ต้องการผ่าน Totalized Counter

2) กดปุ่มเริ่มทำงานโดยเลือกสารที่ต้องการจากหน้าตู้ Control หลังจากนั้นวาล์วควบคุมการไหลของสารจะทำการเปิด

3) เมื่อได้สารตามปริมาณที่ต้องการกระบวนการจะหยุด

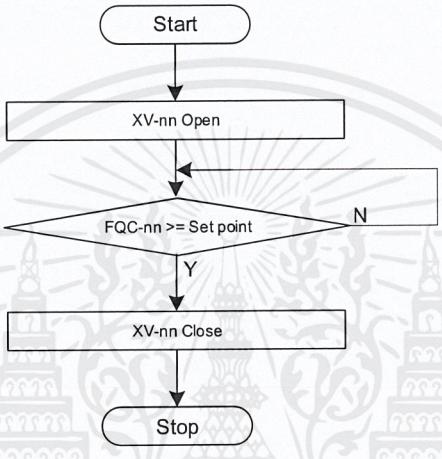
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Automatic Mode โดยอาศัยโปรแกรมจากอุปกรณ์ DCP

1) กระบวนการโหลดสารจะถูกตั้งค่าไว้บนโปรแกรมของอุปกรณ์ DCP

2) เมื่อถึงกระบวนการที่กำหนด วาล์วของสารเป้าหมายจะเริ่มดำเนินการเปิดจนกว่าจะได้ค่าตามเป้าหมาย

หมายเหตุ ในกระบวนการ EA Loading วาล์ว XV-3 จะเปิดก็ต่อเมื่ออุณหภูมิของ Reactor ต่ำกว่าค่าเป้าหมายที่ได้ตั้งค่าไว้



ภาพที่ 3.21 เงื่อนไขกระบวนการ Additives Loading

ตารางที่ 3.2 ถังและวาล์วที่ใช้ในกระบวนการ Additives Loading for RK-201

Source	TANK	FLOW	Valve
IPA	TG-010	FQC-1	XV-1
MEK	TG-020	FQC-2	XV-2
ACETATE	TG-030	FQC-3	XV-3
TOLUENE	TG-040	FQC-4	XV-4
NPAC	TG-050	FQC-5	XV-5

3.4.8 เงื่อนไขของกระบวนการ Transfer Material

กระบวนการนี้จะถูกดำเนินการโดยการควบคุมระยะไกลด้วย Remote I/O ในตู้ LP : Operation Local Panel เพื่อถ่ายโอนสารที่ต้องการไปยัง Tank ที่ต้องการโดยมีเงื่อนไขกระบวนการดังภาพที่ 3.21 และมีต้นทางปลายทางของสารและวาล์วที่ใช้ดังตารางที่ 3.3

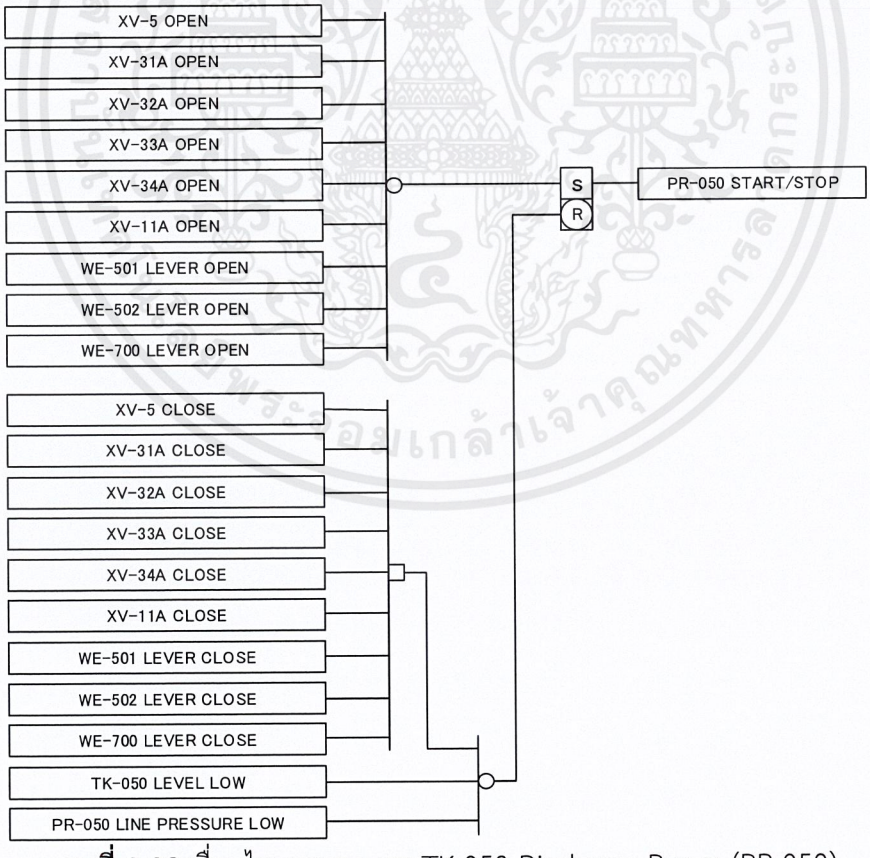
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.3 ถังและวาล์วที่ใช้ในกระบวนการ Transfer Material

Source	Destination	Flow	Valve
TG-050	TM-301	FQC-31A	XV-31A
TG-050	TM-302	FQC-32A	XV-32A
TG-050	TM-303	FQC-33A	XV-33A
TM-202	TM-303	FQC-33B	XV-33B
TM-201	TM-303	FQC-33C	XV-33C
TG-050	TM-304	FQC-34A	XV-34A
TM-202	TM-304	FQC-34B	XV-34B
TM-201	TM-304	FQC-34C	XV-34C
TG-050	TM-101	FQC-11A	XV-11A

3.4.9 เงื่อนไขของกระบวนการ TK-050 Discharge Pump (PR-050)

กระบวนการนี้จะใช้สำหรับควบคุมการทำงานของปั๊ม PR-050 ที่จะลำเลียงสารไปยังส่วนอื่นในโรงงาน โดยมีเงื่อนไขการทำงานดังภาพที่ 3.22



ภาพที่ 3.22 เงื่อนไขกระบวนการ TK-050 Discharge Pump (PR-050)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.10 เงื่อนไขของกระบวนการ RK-201 Discharge

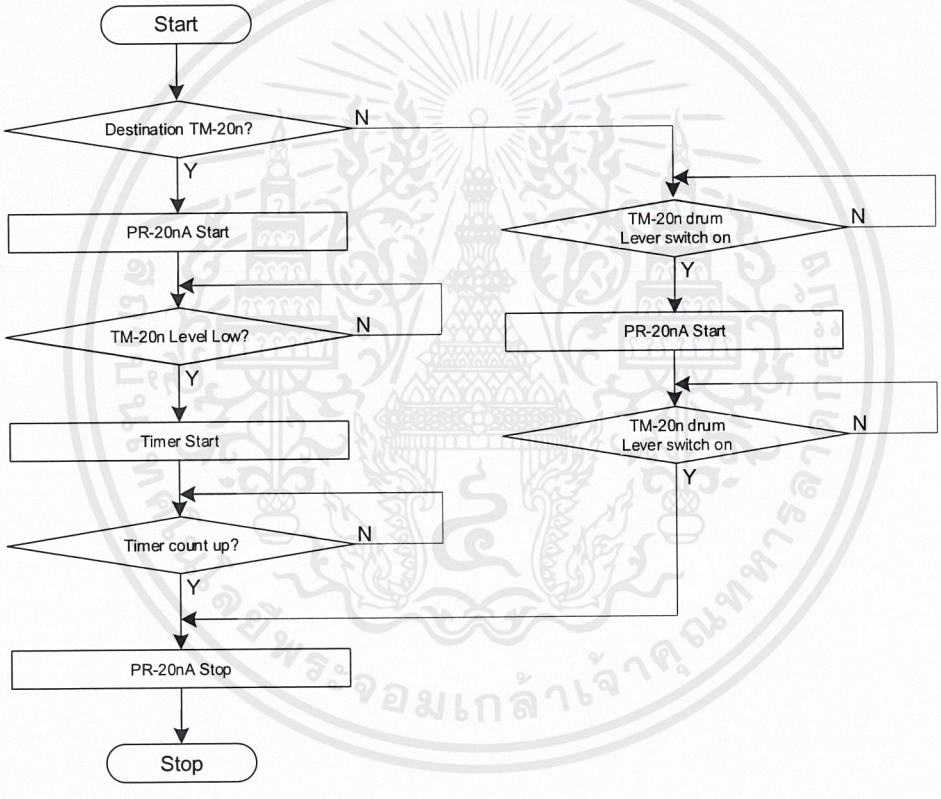
กระบวนการนี้จะใช้ในกระบวนการลำเลียงสารไปยังถัง TM-201,TM-202,TM-203 และ Drum โดยการสั่งการผ่านหน้าจอ HMI โดย

1) ผู้ปฏิบัติการเลือก Tank เป้าหมายบนหน้าจอ HMI

2) โปรแกรมจะทำหน้าที่เปิดวาล์ว

3) ผู้ปฏิบัติการกดปุ่มเริ่มทำงาน โปรแกรมจะทำงานเปิดปั๊มที่ตรงกับเงื่อนไข

เมื่อ n คือ 1,2,3

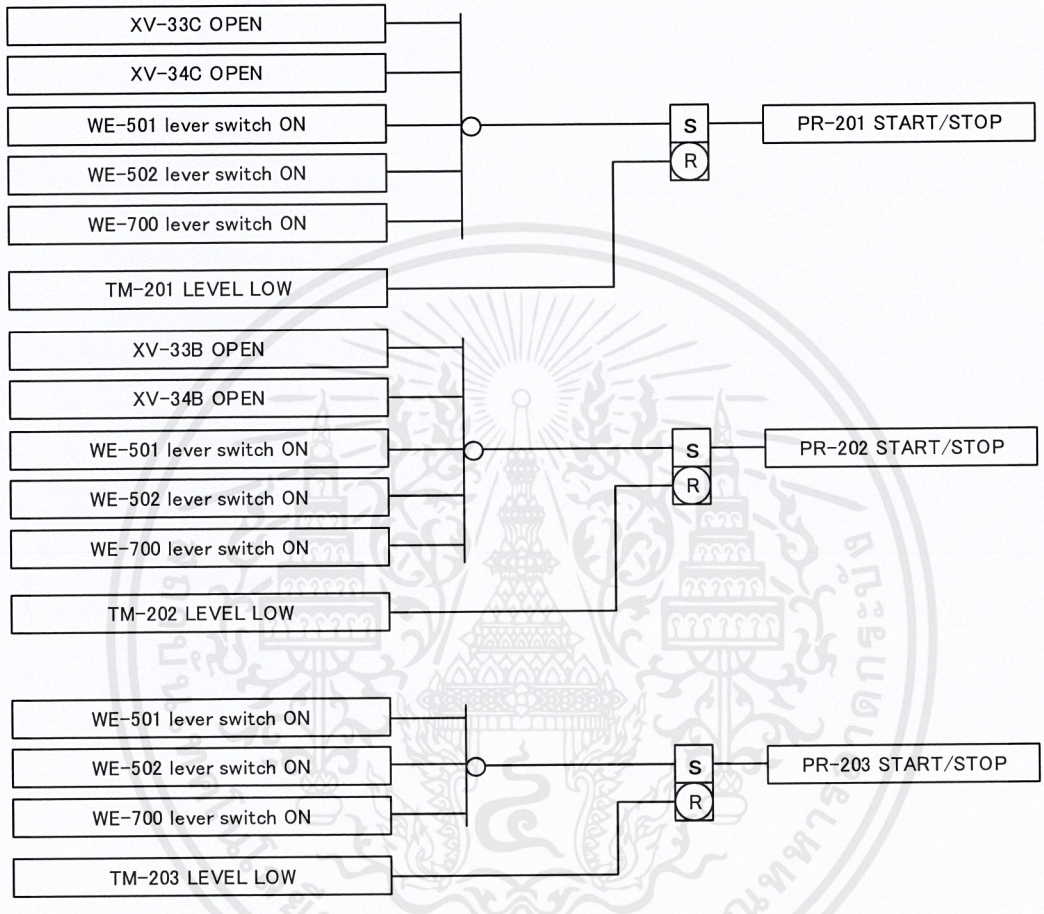


ภาพที่ 3.23 เงื่อนไขกระบวนการ RK-201 Discharge TM-201 to 203 and drum

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.11 เงื่อนไขของกระบวนการ Storage tank feeding pump

กระบวนการนี้จะใช้สำหรับควบคุมการทำงานของปั๊ม PR-201, PR-202 และ PR-203 ที่จะลำเลียงสารไปยังส่วนอื่นในโรงงาน โดยมีเงื่อนไขการทำงานดังภาพที่ 3.24



ภาพที่ 3.24 เงื่อนไขกระบวนการ Storage tank feeding pump (PR-201, 202, 203)

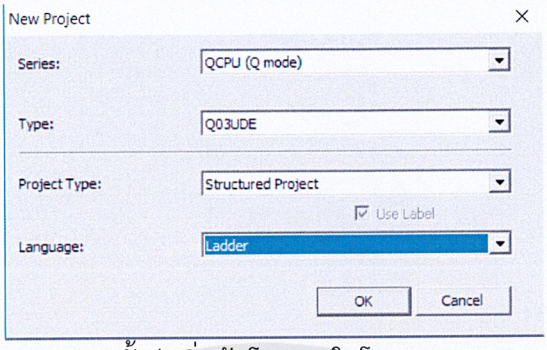
3.5 ขั้นตอน Configuration อุปกรณ์ในโปรแกรม GX Works 2และ GT Designers 3

ในส่วนนี้จะกล่าวถึงการเริ่มต้นตั้งค่าและใช้งานอุปกรณ์และโมดูล Input Output และ Network CC-Link IE Field โดยจะกล่าวถึง DI/DO Module, AI/AO Module, CC-Link IE Module, อุปกรณ์ Intelligent Remote I/O และหน้าจอ HMI GOT2000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.1 ขั้นตอนการ Configuration อุปกรณ์ PLC และ PLC Parameter

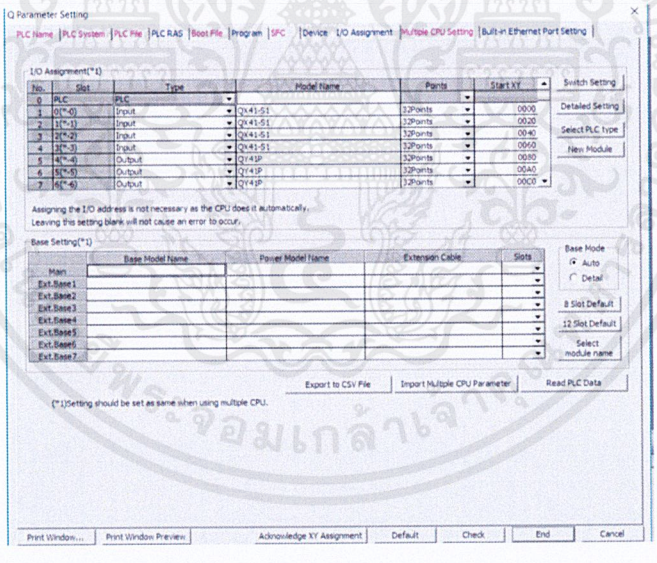
1) ตั้งค่าเริ่มต้นโปรเจค



ภาพที่ 3.25 การตั้งค่าเริ่มต้นโปรเจคในโปรแกรม GX Works 2

จากภาพที่ 3.25 ภาพแสดงการเริ่มต้นโปรเจคในโปรแกรม GX Works 2 โดยเลือกตะกูล CPU เป็น QCPU รุ่น Q3UDE โปรเจครูปแบบ Structure Project โดยใช้ภาษา Ladder

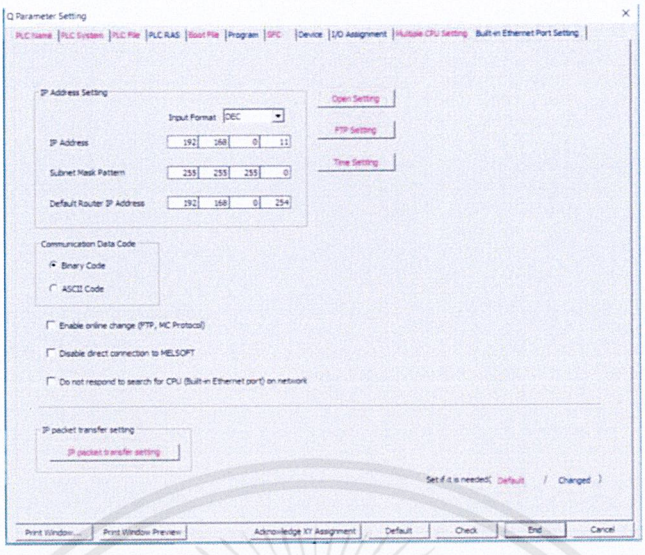
2) ตั้งค่า I/O Assignment และ Built-in Ethernet Port ในเมนู PLC Parameter



ภาพที่ 3.26 การตั้งค่า I/O Assignment

จากภาพที่ 3.26 ภาพแสดงการตั้งค่า I/O Assignment โดยการเพิ่ม Module Slot ตามที่ได้กำหนดไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

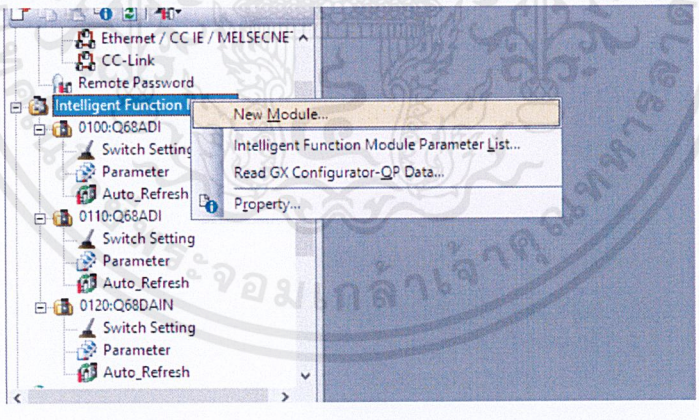


ภาพที่ 3.27 การตั้งค่า Built-in Ethernet Port

จากภาพที่ 3.27 รูปการแสดงการตั้งค่า Built-in Ethernet Port เพื่อตั้งค่า IP Address ในการเชื่อมต่อกับ PLC CPU ผ่านเคลือข่าย Ethernet

3.5.2 ขั้นตอนการ Configuration AI/AO Module

1) เปิดเมนู Intelligent Function Module แล้วทำการเพิ่มอุปกรณ์

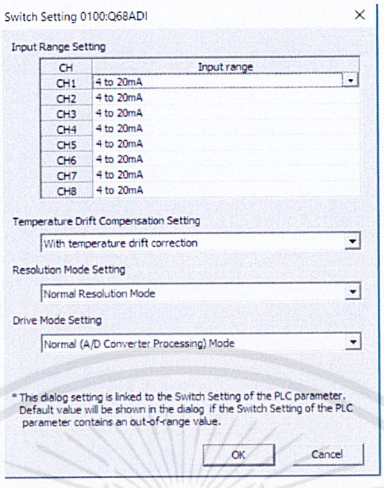


ภาพที่ 3.28 การเพิ่มอุปกรณ์ในเมนู Intelligent Function Module

จากภาพที่ 3.28 ภาพแสดงการเพิ่มอุปกรณ์ สามารถเพิ่มอุปกรณ์ประเภท AI/AO Module เมื่อเพิ่มแล้วจะสามารถตั้งค่าได้ 3 เมนูคือ Switch Setting, Parameter และ Auto_Refresh

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

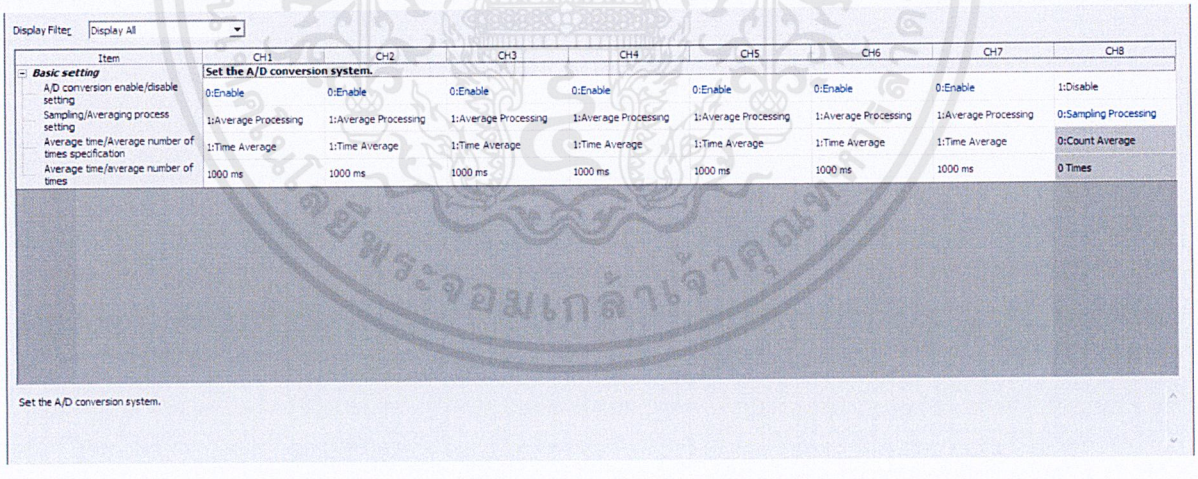
2) ตั้งค่า Switch Setting ของ Intelligent Function Module



ภาพที่ 3.29 เมนูการตั้งค่าในส่วน Switch Setting

จากภาพที่ 3.29 ภาพแสดงเมนูการตั้งค่าในส่วน Switch Setting โดยส่วนนี้จะใช้ในการตั้งค่าการรับรูปแบบสัญญาณจากเซ็นเซอร์ 4-20mA, 0-5V และอื่น ๆ บน AI/AO Module

3) ตั้งค่า Parameter ของ Intelligent Function Module

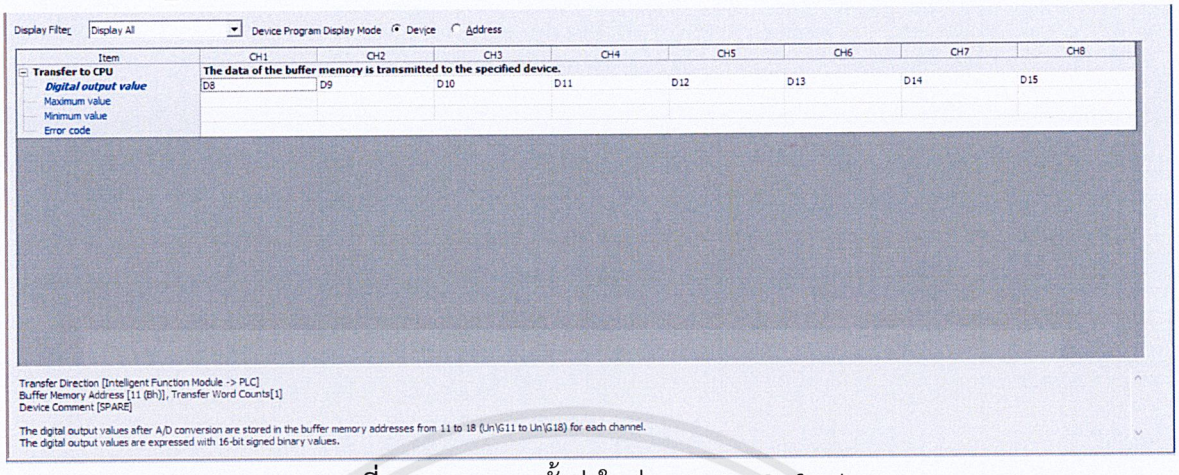


ภาพที่ 3.30 เมนูการตั้งค่าในส่วน Parameter

จากภาพที่ 3.30 ภาพแสดงเมนูการตั้งค่าในส่วน Parameter โดยส่วนนี้จะใช้ในการตั้งค่าการรับรูปแบบความถี่ในการรับสัญญาณของแต่ละช่องสัญญาณบน AI/AO Module

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) ตั้งค่า Auto_Refresh ของ Intelligent Function Module



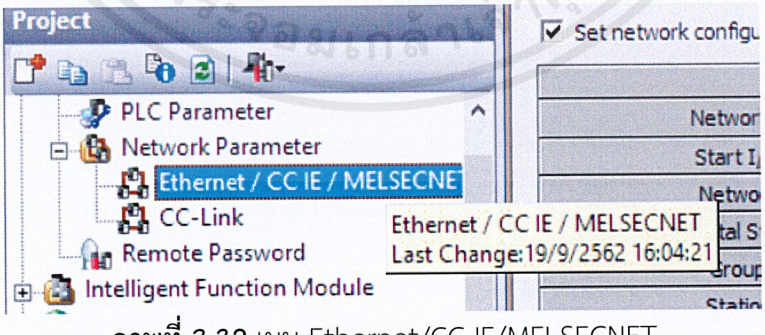
ภาพที่ 3.31 เมนูการตั้งค่าในส่วน Auto_Refresh

จากภาพที่ 3.31 ภาพแสดงเมนูการตั้งค่าในส่วน Auto_Refresh โดยส่วนนี้จะใช้ในการตั้งค่าตัวแปรที่ใช้เก็บข้อมูล โดยสามารถตั้งค่า Maximum Minimum Value ได้

3.5.3 ขั้นตอนการ Configuration ในส่วน Network Parameter

ในส่วนนี้จะใช้สำหรับการตั้งค่า CC-Link IE Field Network โดยมีรูปแบบการสื่อสารแบบ Master/Slave และมีการเชื่อมต่อกันแบบ Ring Topology โดยจะมี Master Station คือ Q71GF11T2 Module และมี Slave Station 2 สถานีคือ Remote I/O รุ่น NZ2GF2B1-32D และ NZ2GF2B1-32T โดยมีขั้นตอนดังนี้

1) เลือกเมนู Ethernet/CC IE/MELSECNET ของ Network Parameter

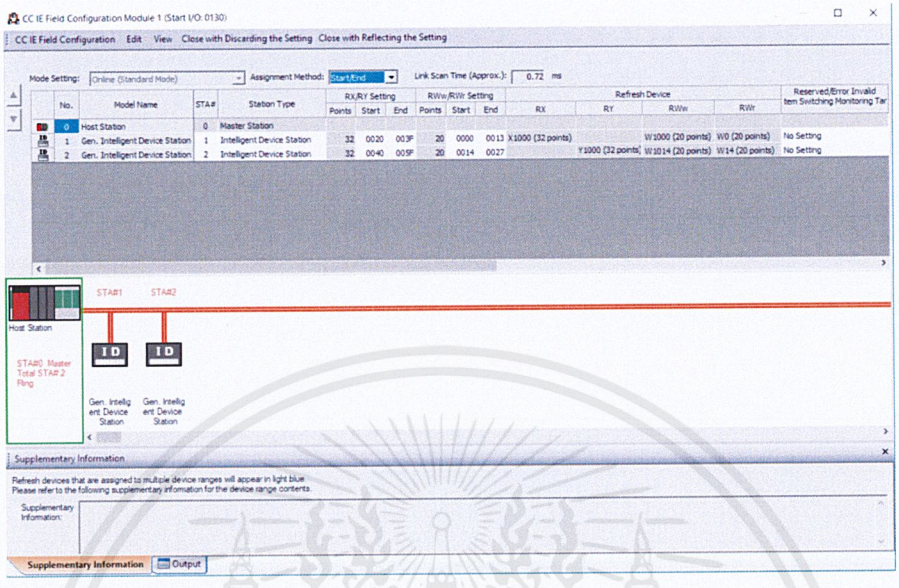


ภาพที่ 3.32 เมนู Ethernet/CC IE/MELSECNET

จากรูปที่ 3.32 ภาพแสดงเมนูการตั้งค่าในส่วนของการกำหนด Master Station รูปแบบของ Master Station และ Start I/O

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

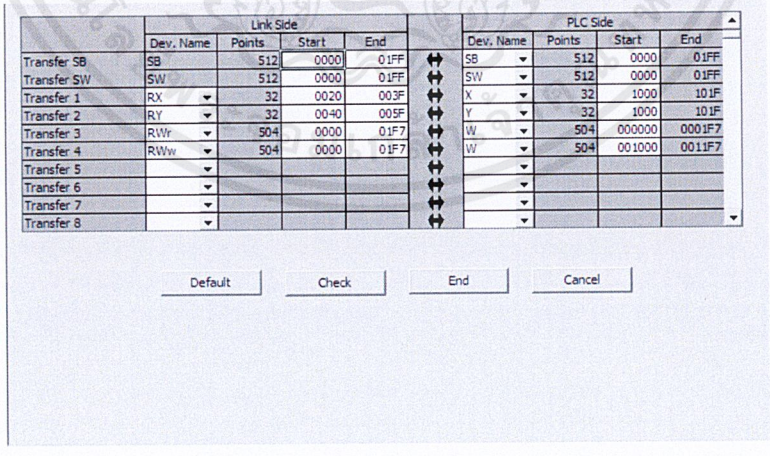
2) ตั้งค่า CC IE Field Configuration Setting



ภาพที่ 3.33 เมนู CC IE Field Configuration Setting

จากภาพที่ 3.33 ภาพแสดงเมนูการตั้งค่าในส่วนของการกำหนดอุปกรณ์ Intelligent Device Station ในที่นี้คือ Remote I/O ซึ่งสามารถตั้งค่าตำแหน่งการเขียนค่าบน CPU Buffer memory (RX/RY/RWw/RWr) ของแต่ละอุปกรณ์ได้

3) ตั้ง Refresh Parameter



ภาพที่ 3.34 เมนู Refresh Parameter

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากภาพที่ 3.34 ภาพแสดงเมนูการตั้งค่าการเขียนค่าจาก CPU Buffer Memory จากการ Link (Link Side) มายังตัวแปรบน PLC (PLC Side)

3.6 โปรแกรมสำหรับควบคุมกระบวนการในส่วนภาษา Ladder

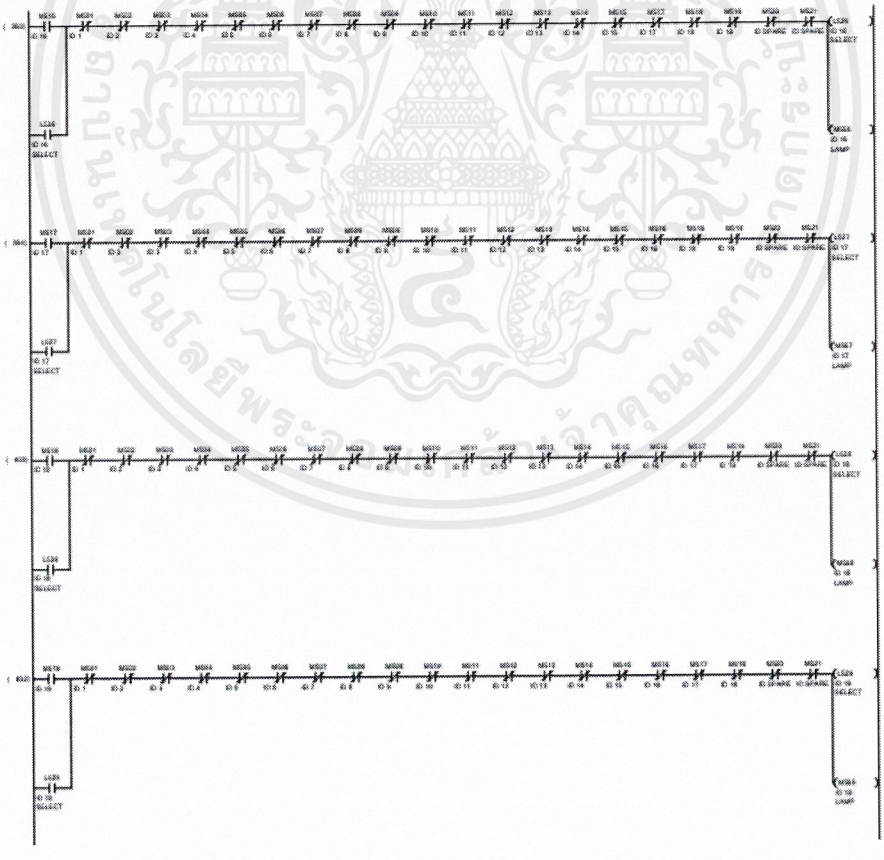
ในส่วนนี้จะกล่าวถึงการเขียนโปรแกรม Ladder พื่อใช้ตอบสนองเงื่อนไขของระบบควบคุมจากหัวข้อที่ 3.3 โดยสามารถแบ่งโปรแกรมควบคุมได้เป็น 3 ประเภท คือโปรแกรมดำเนินการระหว่างอุปกรณ์ควบคุม โปรแกรมควบคุมอุปกรณ์ และ โปรแกรมควบคุมกระบวนการ

3.6.1 โปรแกรมดำเนินการระหว่างอุปกรณ์ควบคุม

โปรแกรมในส่วนนี้จะทำหน้าที่เป็นโปรแกรมในการสั่งดำเนินการระหว่างอุปกรณ์ PLC และอุปกรณ์ DCP, อุปกรณ์ Remote I/O (CC-Link IE Field Network) ดังนี้

1. โปรแกรมควบคุมการสื่อสารระหว่าง PLC และ DCP

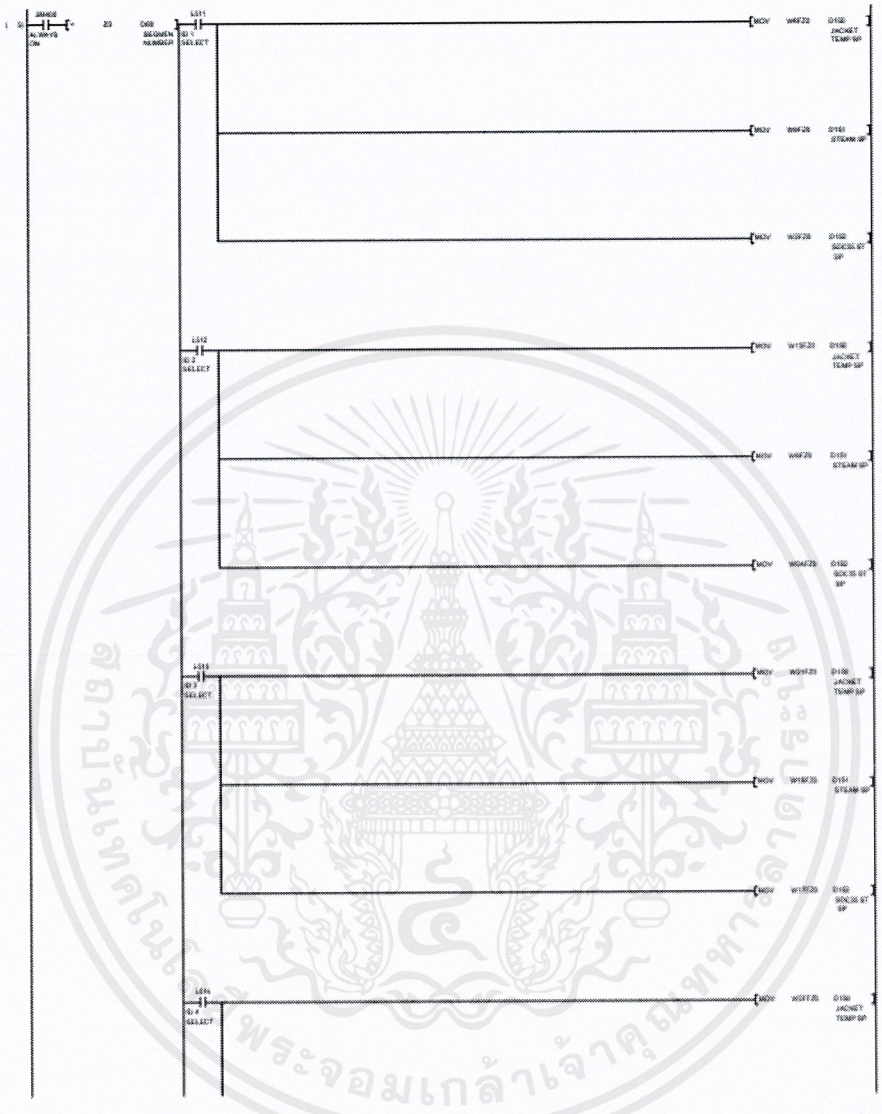
1) โปรแกรมเลือก ID Program บนอุปกรณ์ DCP



ภาพที่ 3.35 ตัวอย่างโปรแกรม Ladder สำหรับการเลือกโปรแกรม ID บนอุปกรณ์ DCP

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

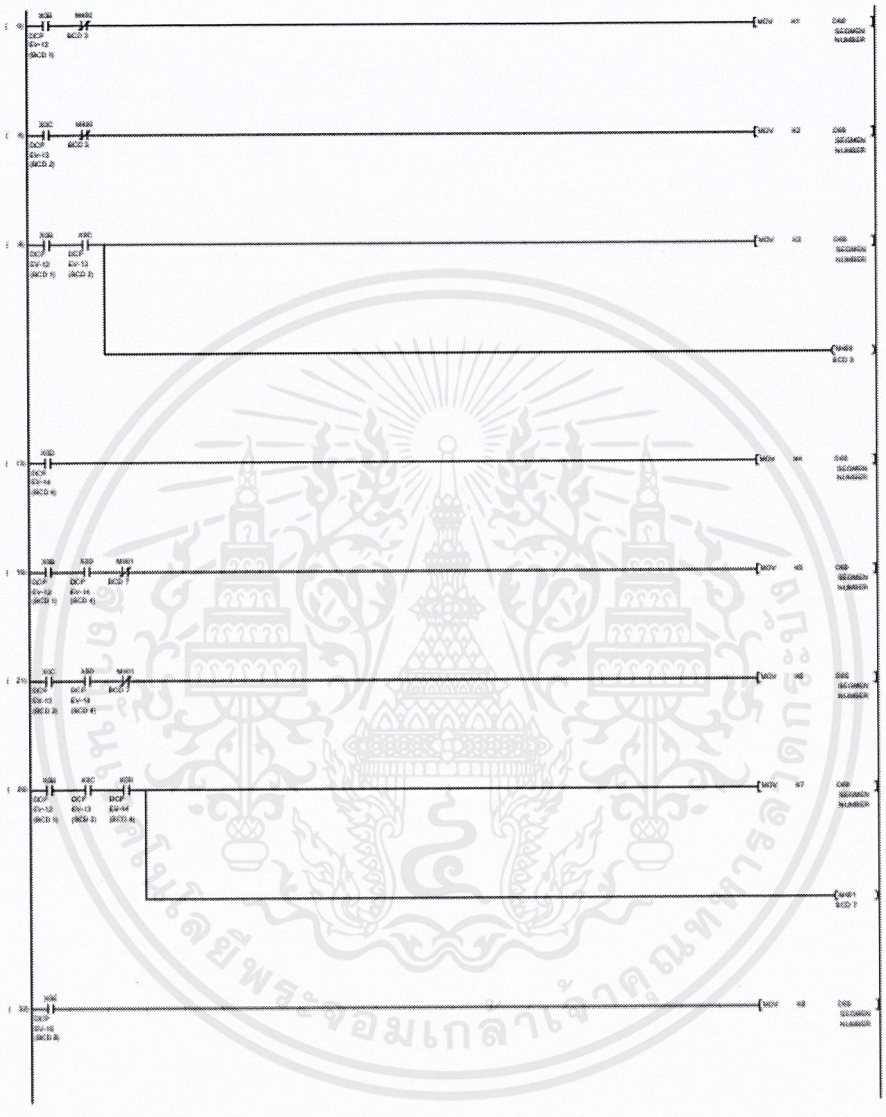
2) โปรแกรมรับค่า SP จากอุปกรณ์ DCP เพื่อนำมาใช้กับระบบควบคุมอัตโนมัติ



ภาพที่ 3.36 ตัวอย่างโปรแกรม Ladder สำหรับโปรแกรมรับค่า SP จากอุปกรณ์ DCP เพื่อนำมาใช้กับระบบควบคุมอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

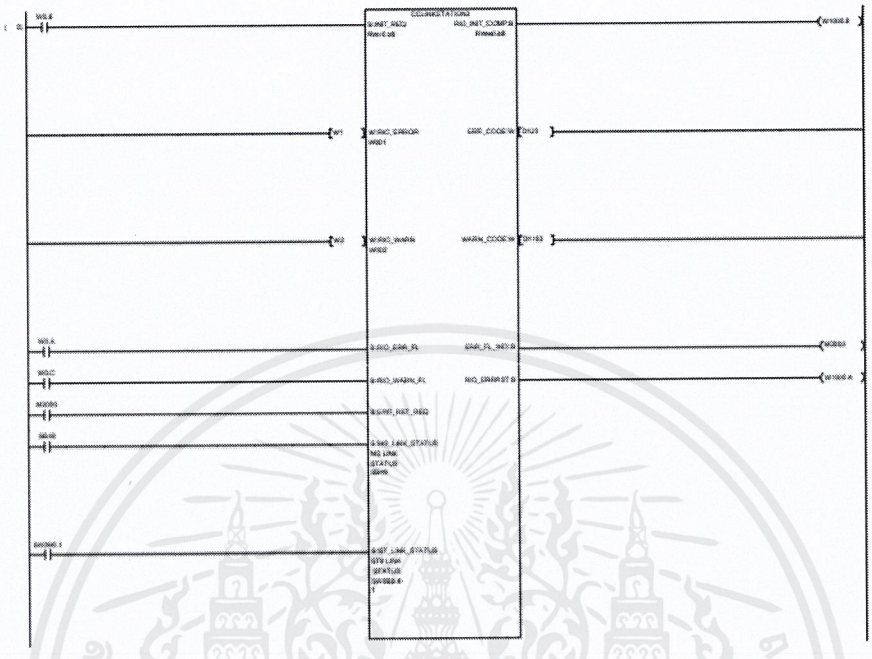
3) โปรแกรมรับค่า Segment จาก DCP เพื่อการควบคุมกระบวนการบน PLC เพื่อใช้กับระบบอัตโนมัติ



ภาพที่ 3.37 ตัวอย่างโปรแกรม Ladder สำหรับโปรแกรมรับค่า Segment จาก DCP เพื่อการควบคุมกระบวนการบน PLC เพื่อใช้กับระบบอัตโนมัติ

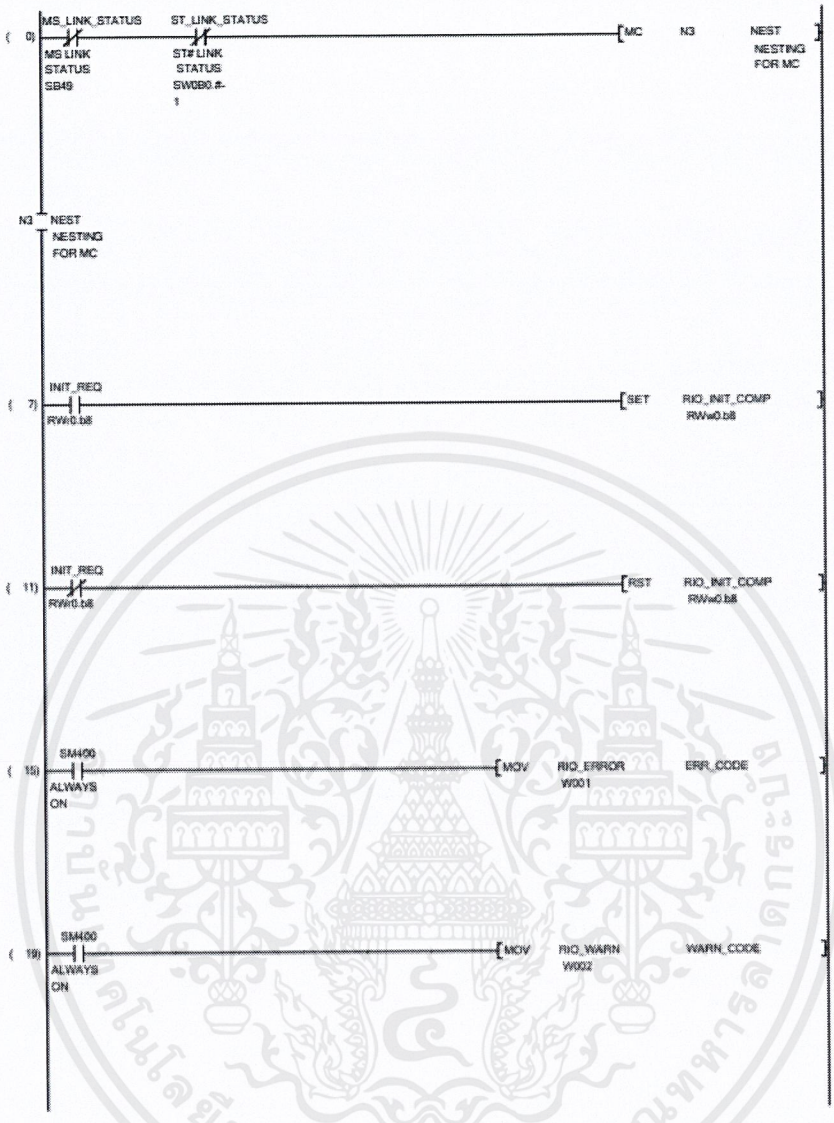
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. โปรแกรมควบคุมอุปกรณ์ Remote I/O (CC-Link IE Field Network)



ภาพที่ 3.38 ตัวอย่างโปรแกรม Ladder สำหรับโปรแกรมรับค่าจากอุปกรณ์ Remote I/O (CC-Link IE Field Network)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



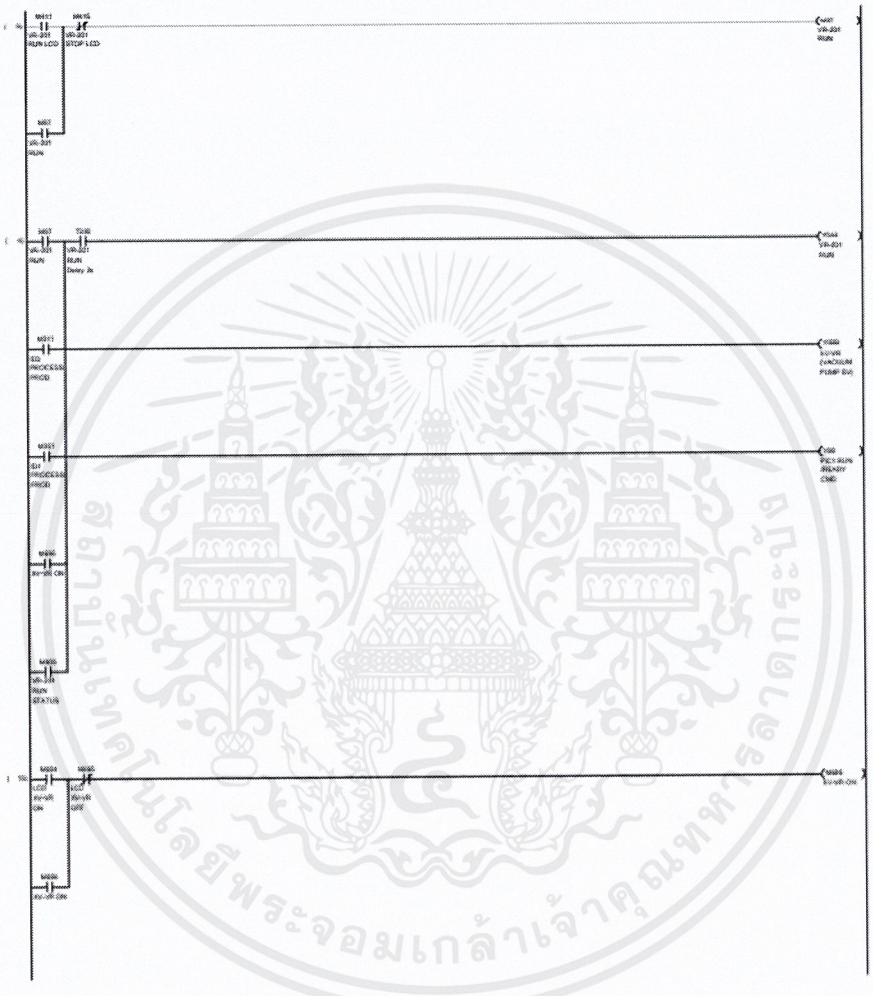
ภาพที่ 3.39 ตัวอย่างโปรแกรมฟังก์ชัน Ladder สำหรับโปรแกรมรับค่าจากอุปกรณ์ Remote I/O (CC-Link IE Field Network)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6.2 โปรแกรมควบคุมอุปกรณ์

อุปกรณ์ที่ใช้ในการสั่งการในงานนี้ มีอยู่ 3 อย่างหลักได้แก่ ปั๊มเครื่องกวนและวาล์ว โดยอุปกรณ์เหล่านี้จะถูกสั่งการทำงานผ่านโปรแกรมควบคุมกระบวนการ

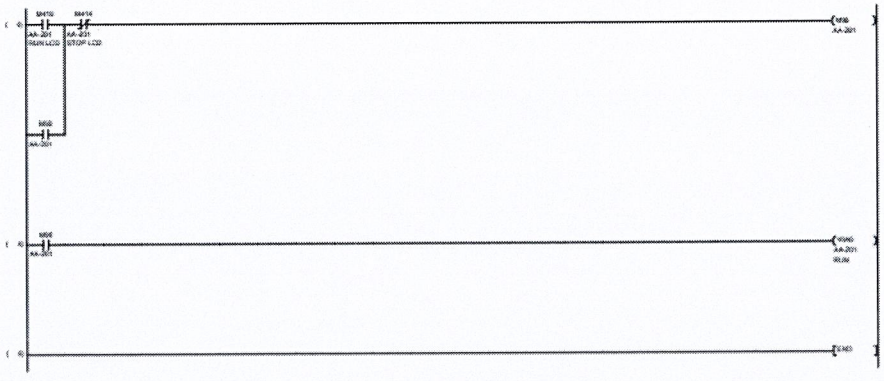
1. โปรแกรมควบคุมปั๊ม VR-201, PC-201 และ BS-201



ภาพที่ 3.40 ตัวอย่างโปรแกรม Ladder สำหรับโปรแกรมควบคุมปั๊ม VR-201, PC-201 และ BS-201

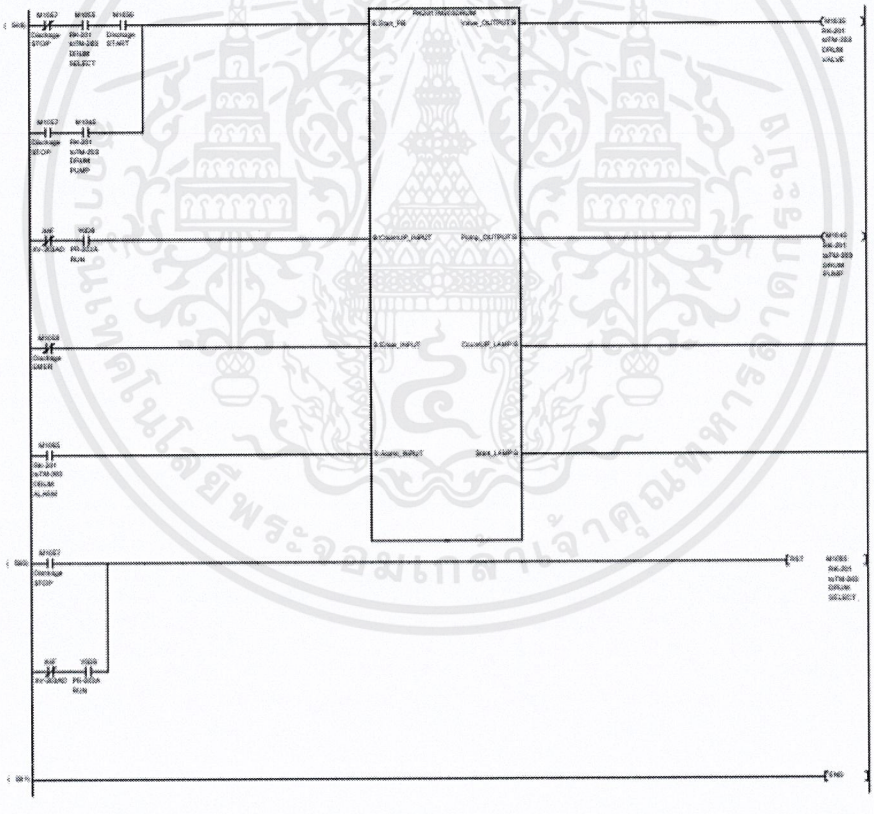
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. โปรแกรมควบคุมเครื่องกวน AA-201 และ RK-201



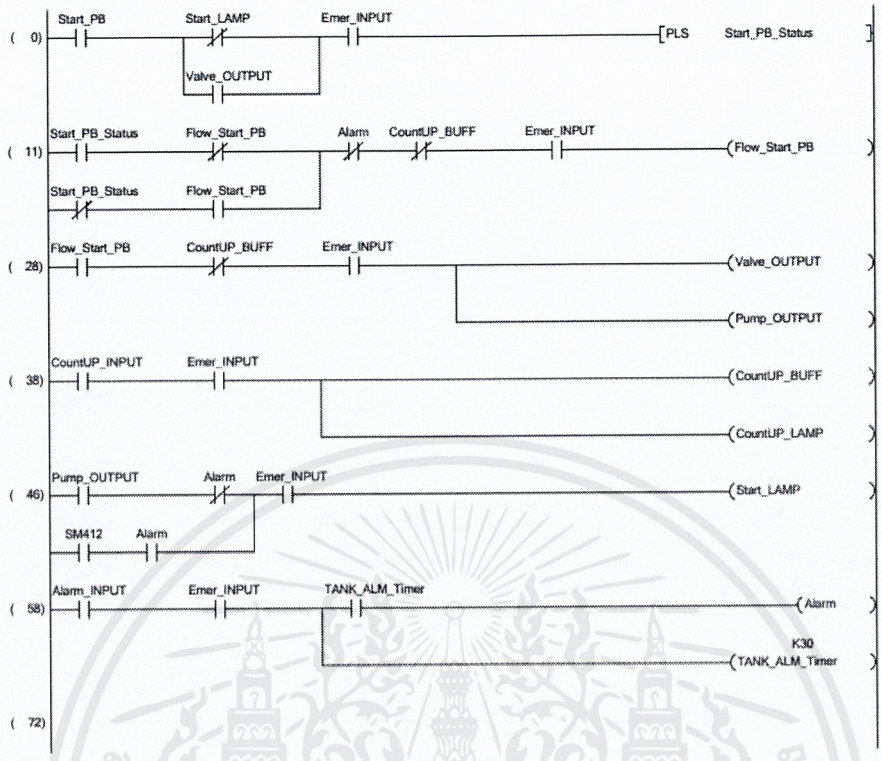
ภาพที่ 3.41 ตัวอย่างโปรแกรม Ladder สำหรับโปรแกรมเครื่องกวน AA-201และRK-201

3. โปรแกรมควบคุมโซลินอยวาล์ว



ภาพที่ 3.42 ตัวอย่างโปรแกรม Ladder สำหรับโปรแกรมควบคุมโซลินอยวาล์ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.43 ตัวอย่างโปรแกรมฟังก์ชัน Ladder สำหรับโปรแกรมควบคุมโซลินอยวาล์ว

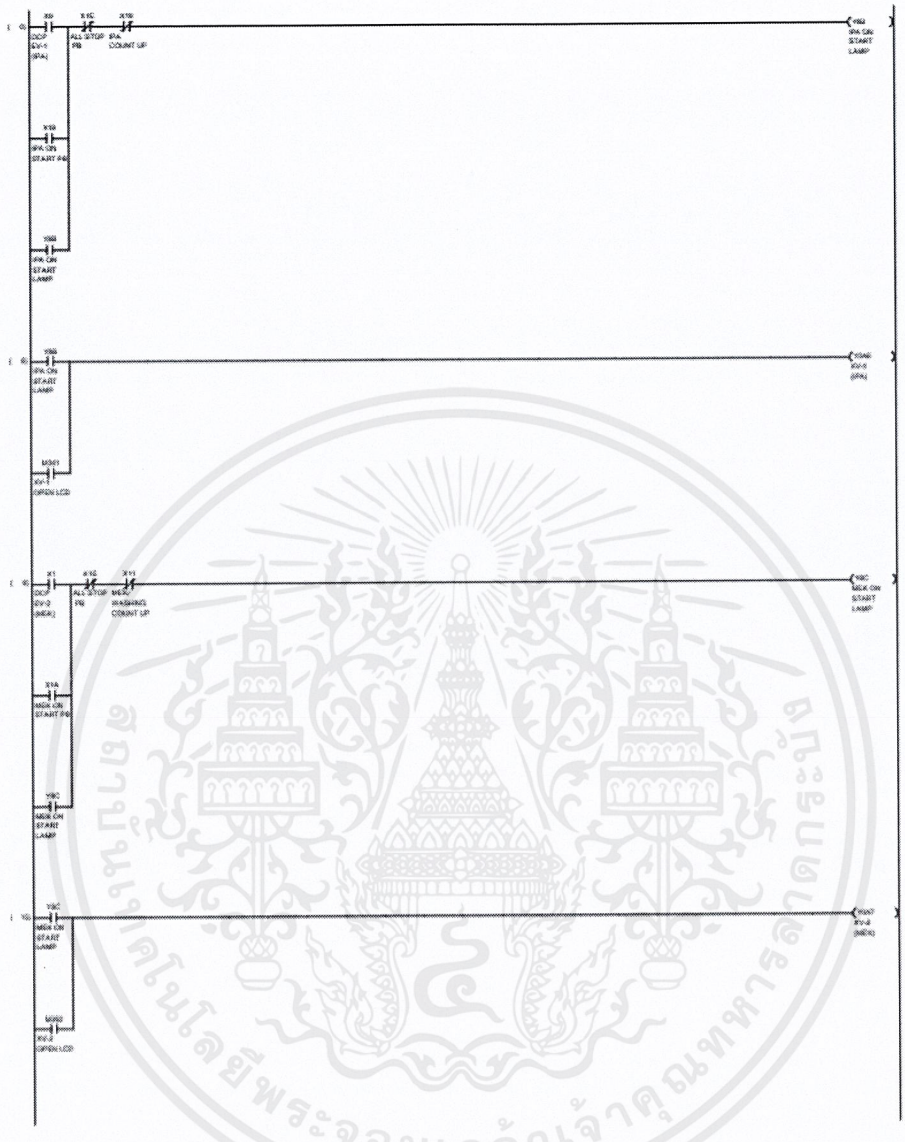
3.6.3 โปรแกรมควบคุมกระบวนการ

กระบวนการจะถูกแบ่งเป็นสองส่วนหลัก คือ กระบวนการแบบอัตโนมัติทำงานร่วมกับอุปกรณ์ DCP และกระบวนการแบบสั่งการด้วยตัวผู้ปฏิบัติการ

โดยโปรแกรมควบคุมกระบวนการแบบอัตโนมัติถูกแบ่งตามสัญญาณ EVENT อุปกรณ์ DCP จากโปรแกรม ID ที่กำหนดไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

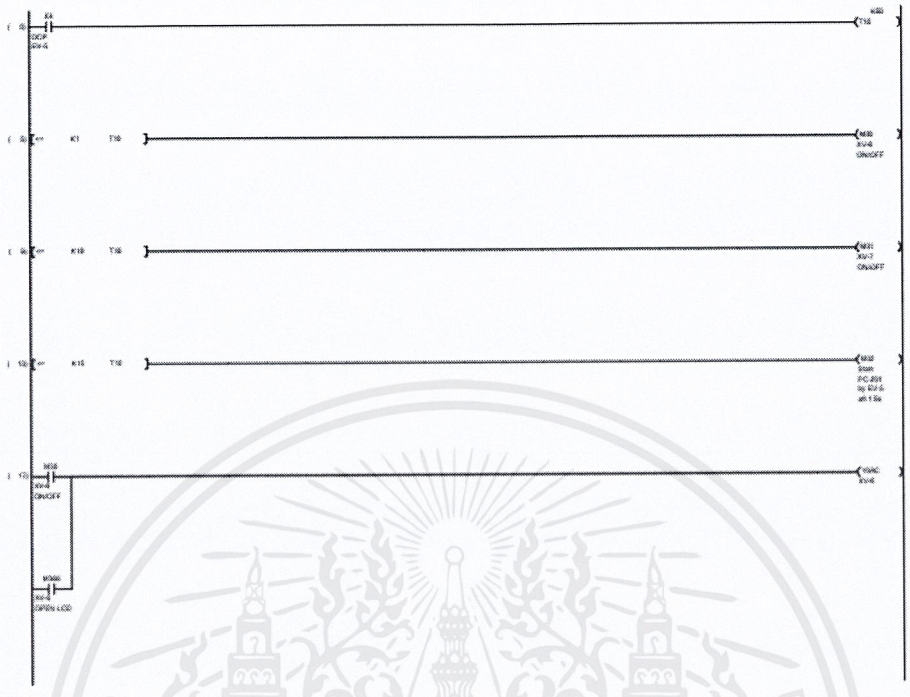
1. Event 1,2,3,4,9 ใช้ควบคุมกระบวนการ Additives Loading for RK-201



ภาพที่ 3.44 ตัวอย่างโปรแกรม Ladder สำหรับโปรแกรมควบคุมกระบวนการ Additives Loading for RK-201

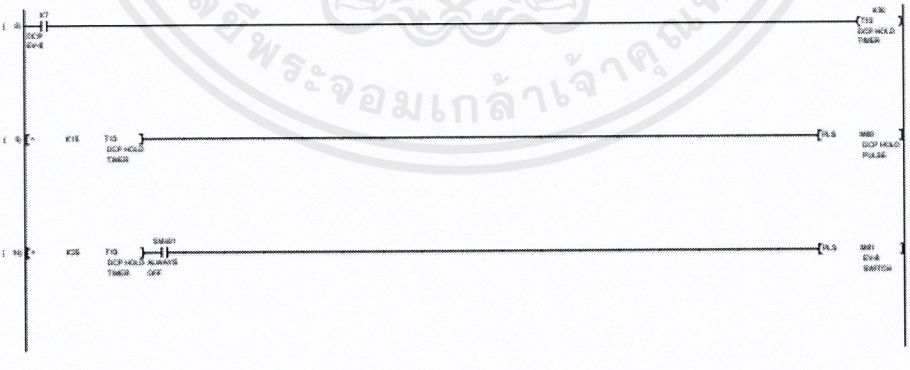
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. Event 5,6 ใช้ควบคุมกระบวนการ Cold Water/Hot Water Control



ภาพที่ 3.45 ตัวอย่างโปรแกรม Ladder สำหรับโปรแกรมควบคุมกระบวนการ Cold Water/Hot Water Control

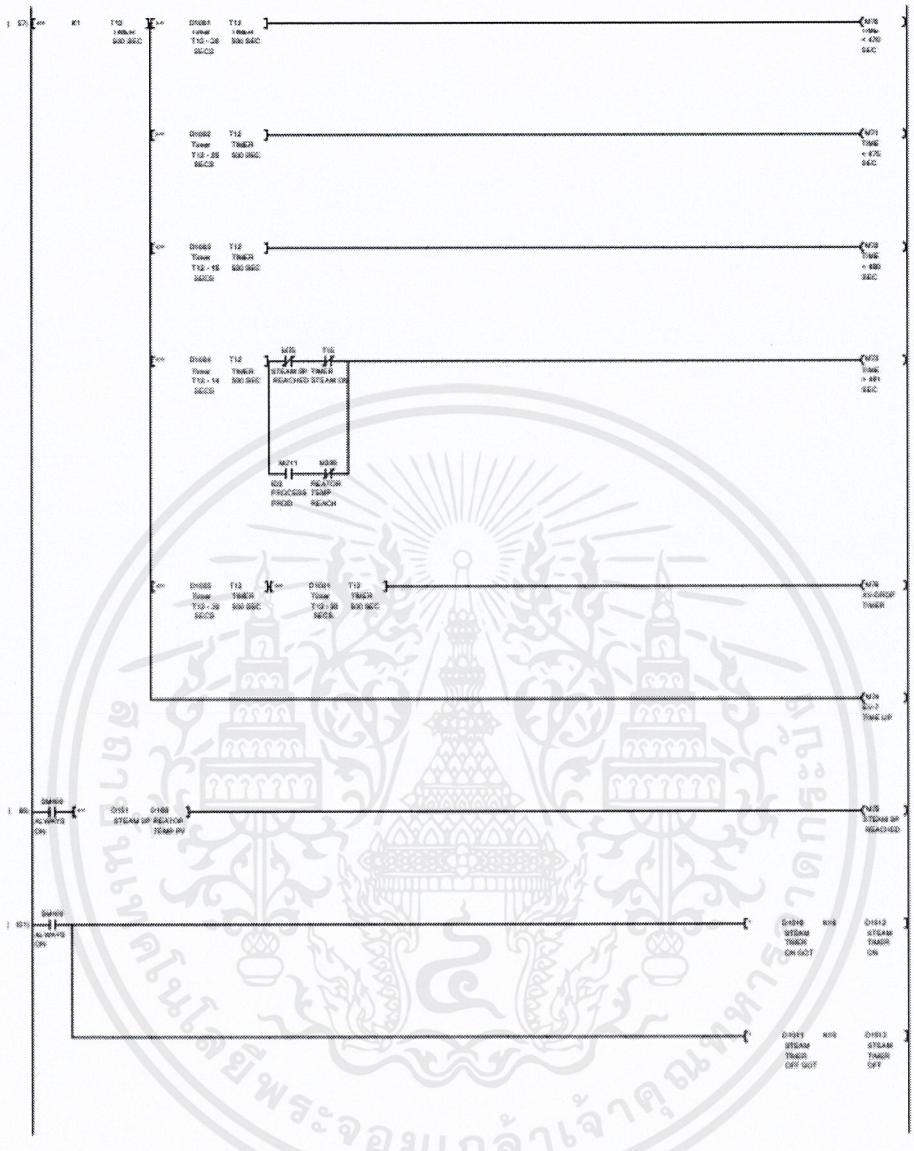
3. Event 8 ใช้ควบคุมกระบวนการ HOLD & Buzzer



ภาพที่ 3.46 ตัวอย่างโปรแกรม Ladder สำหรับโปรแกรมควบคุมกระบวนการ HOLD & Buzzer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

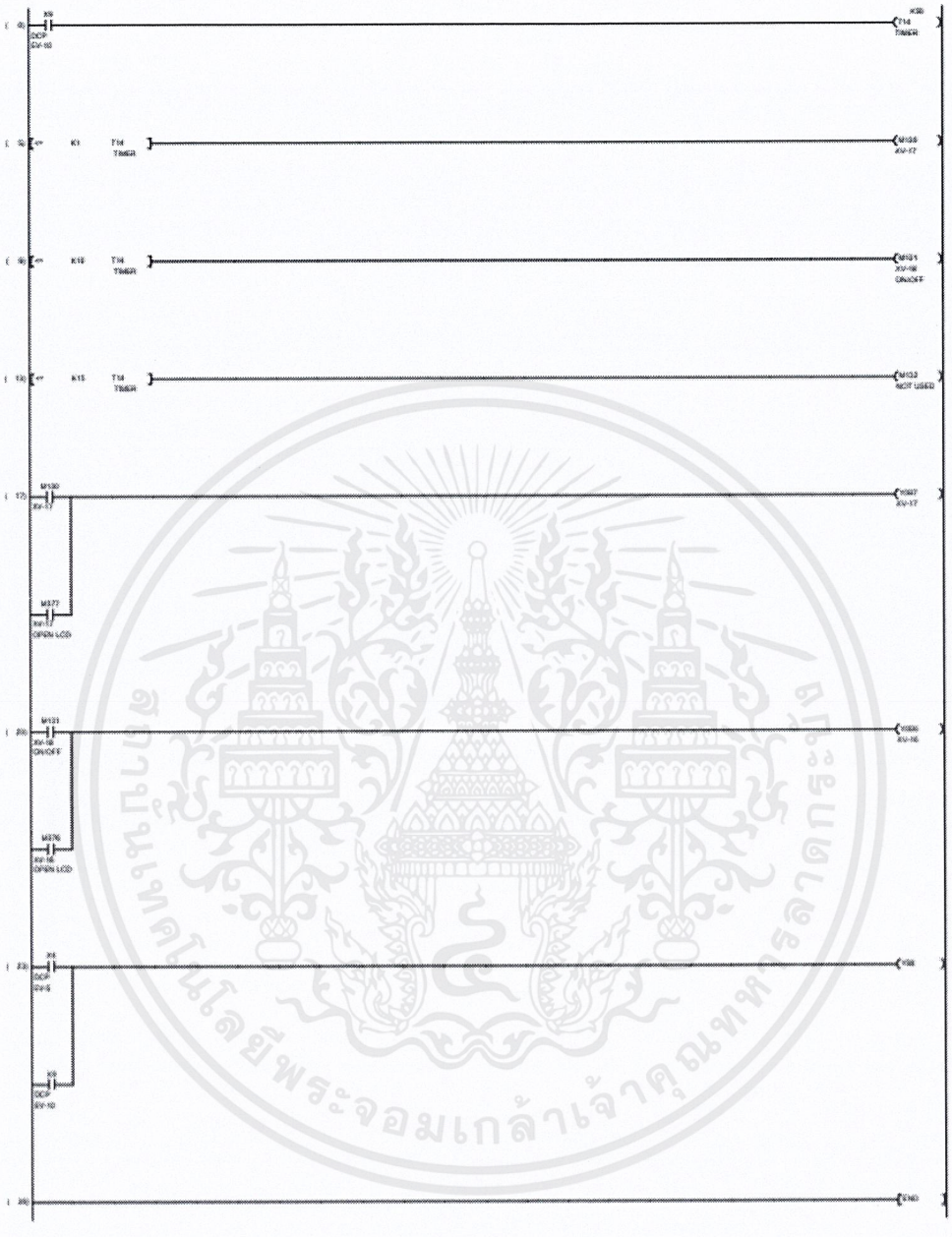
4. Event 7 ใช้ควบคุมกระบวนการ Steam Heating & Air Cooling Control



ภาพที่ 3.47 ตัวอย่างโปรแกรม Ladder สำหรับโปรแกรมควบคุมกระบวนการ Steam Heating & Air Cooling Control

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. Event 10 ใช้ควบคุมกระบวนการ Upside/Downside Cold Water Control

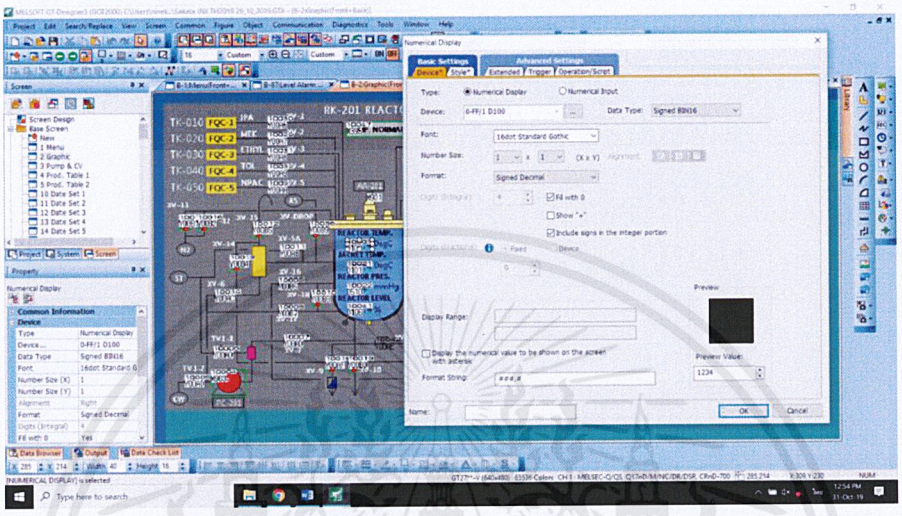


ภาพที่ 3.48 ตัวอย่างโปรแกรม Ladder สำหรับโปรแกรมควบคุมกระบวนการ Upside/Downside Cold Water Control

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

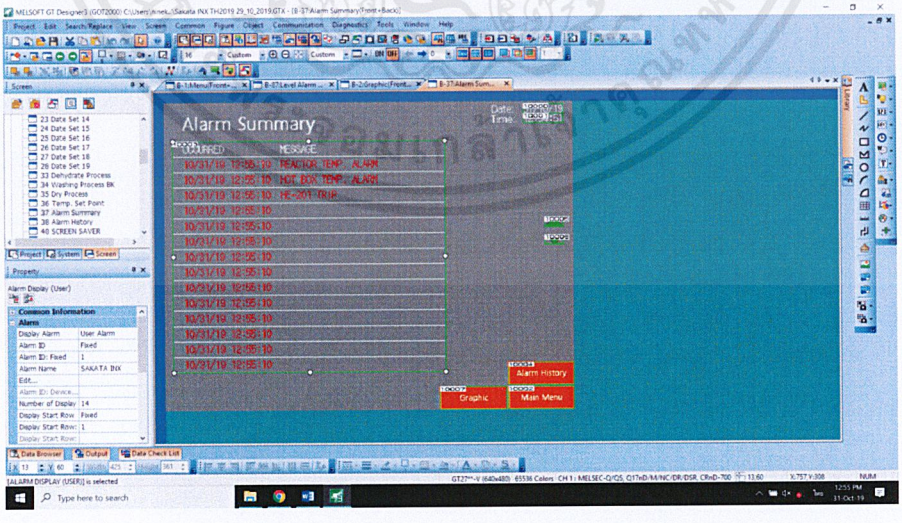
3.7 ปรับแก้กราฟิกสำหรับการผสม

การทำกราฟิกจะใช้โปรแกรม GT Designers 3 ในการสร้าง เนื่องจากบริษัทได้ออกแบบหน้าจอแสดงผลบางหน้าเรียบร้อยแล้ว ขั้นตอนนี้คือการ Tag ชื่ออุปกรณ์และเพิ่มกราฟิกบ้างหน้าที่ยังขาดหายให้สามารถแสดงผลได้ตามที่ต้องการ



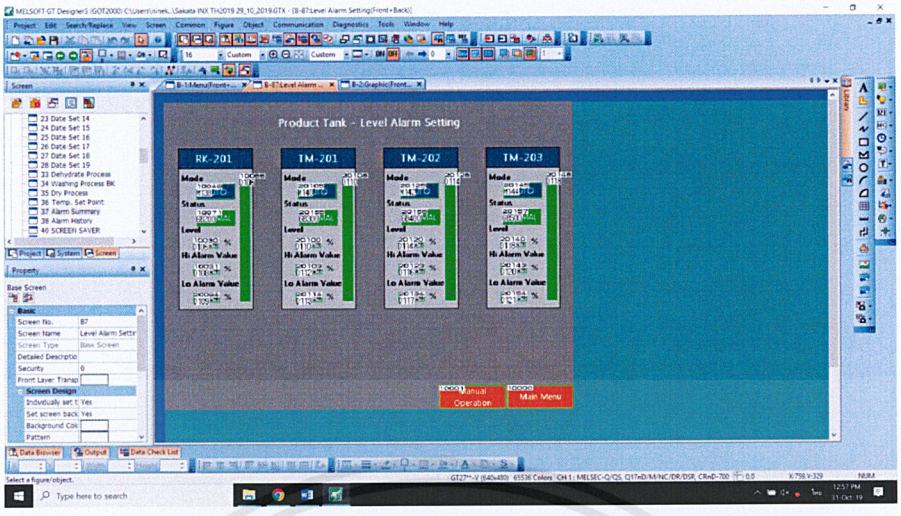
ภาพที่ 3.49 การเพิ่ม Tag เพื่อการ Monitoring

นอกจากนี้ยังมีการแก้ไข Tag ที่ใช้ในการแสดงสถานะ Alarm ในกราฟิก Alarm Summary โดยการแก้ Tag Device และเพิ่ม Message Device Comment เพื่อบอกรายละเอียดการ Alarm ดังภาพที่ 3.49 และการเพิ่มกราฟิกการ Alarm ดังภาพที่ 3.50

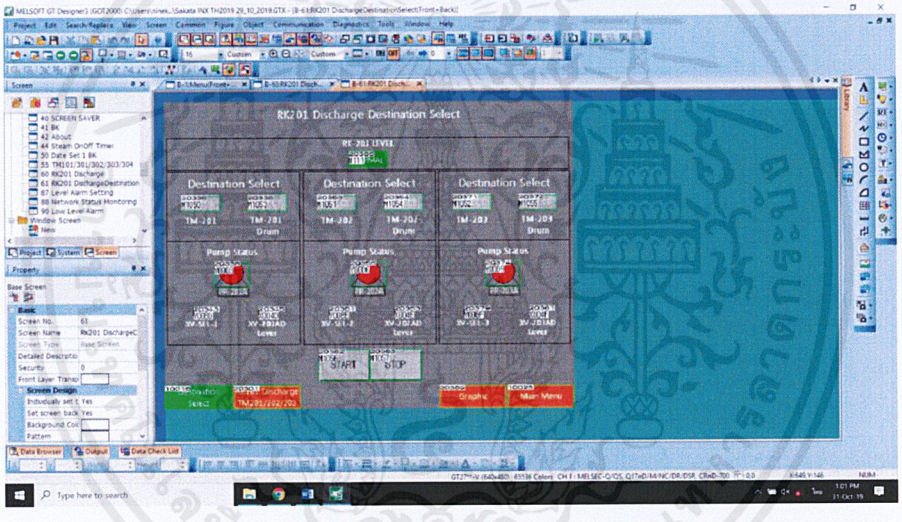


ภาพที่ 3.50 การเพิ่มกราฟิกแสดงการแจ้งเตือน Alarm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.51 ตัวอย่างกราฟิกที่ทำเพิ่มเติม 1



ภาพที่ 3.52 ตัวอย่างกราฟิกที่ทำเพิ่มเติม 2

รูปแสดงการเพิ่มกราฟิกในส่วนการควบคุมกระบวนการ RK-201 Discharge to TM-201 to 203 and drum แสดง Level Indicator High/Low Alarm และโหมดของการ Alarm ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการทดสอบ

4.1 กล่าวนำ

ในบทที่ 4 ได้กล่าวถึงการดำเนินงานในขั้นตอนในการหาผลทดสอบชองระบบซึ่งในบทนี้จะกล่าวถึงผลการดำเนินงานโดยจะแบ่งดังนี้

1. การทดสอบการติดต่อของระบบ
2. ผลการทดสอบระบบ

4.2 การทดสอบการติดต่อของระบบ

4.2.1 วิธีการ

การทดสอบนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อทดสอบอุปกรณ์ควบคุมส่วน ในส่วนโมดูล ทดสอบการ Configuration โดยถูกแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ Local I/O Module และ Remote I/O Module โดยการเชื่อมต่อด้วย CC Link IE โดยใช้โปรแกรม GX Work 2 โดยใช้ฟังก์ชัน Diagnostics

1. PLC Diagnostics : ใช้สำหรับขั้นตอนการตรวจสอบการ Configuration ค่า Parameter ของ Local I/O Module การติดตั้งของตัวอุปกรณ์ว่ามีความถูกต้อง โปรแกรม Ladder มีการทำงานถูกต้องหรือไม่

2. CC IE Field Diagnostics : ใช้สำหรับขั้นตอนการตรวจสอบการ Configuration ค่า Parameter ของ Remote I/O Module และการติดต่อสื่อสารของ Remote I/O Module ผ่านเครือข่าย CC Link IE

4.2.2 ผลการทดสอบการติดต่อของระบบ

จากการทดสอบผ่านฟังก์ชัน PLC Diagnostics เพื่อทดสอบการทำงานของ Local Module ปรากฏว่าไม่มีข้อผิดพลาดจากการ Configuration และระบบสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ต่อมาผลการทดสอบ CC Link IE Network ผ่านฟังก์ชัน CC IE Field Diagnostics เพื่อทดสอบการทำงานของ Remote Module ปรากฏว่าไม่มีข้อผิดพลาดจากการ Configuration และระบบสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

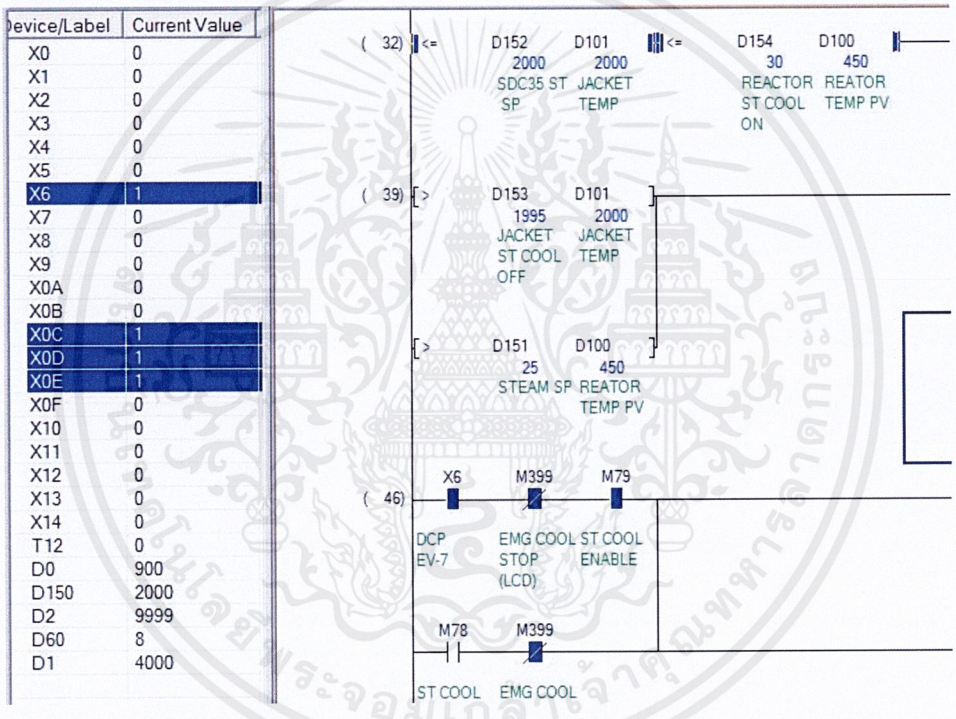
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 การทดสอบระบบและกราฟิก

4.3.1 วิธีการ

การทดสอบนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อทดสอบระบบควบคุมและหน้าจอ HMI เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ตามเป้าหมายที่หน่วยงานที่รับผิดชอบกำหนด

การทดสอบระบบจะใช้วิธีการจำลองค่า (Simulation) โดยป้อนอินพุตทั้งดิจิทัลและ แอนะล็อกด้วยโปรแกรม โดยการใช้ฟังก์ชัน Register to Watch เพื่อเพิ่ม Device ที่ต้องการ Monitor และ Control ในโปรแกรม GX Work 2 สำหรับจำลองข้อมูล และสังเกตุผลการทำงานของจอแสดงผล HMI ผ่านโปรแกรม GT Simulation



ภาพที่ 4.1 การใช้ฟังก์ชัน Register to Watch

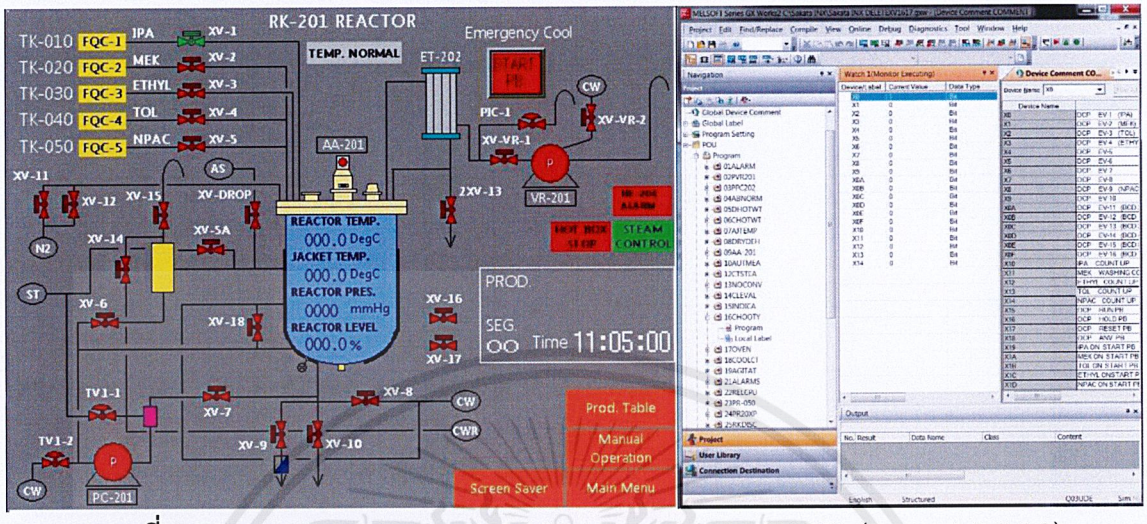
4.3.2 ผลการทดสอบระบบและการแสดงผล

การทดสอบระบบจะแบ่งการทดสอบ ตามเงื่อนไขการทำงานในหัวข้อที่ 3.3 ซึ่งได้แก่เงื่อนไขกระบวนการ Hot Water Control (Event 5) เงื่อนไขกระบวนการ Cold Water Control (Event 6) เงื่อนไขกระบวนการ Steam Heating & Air Cooling Control (Event 7) เงื่อนไขกระบวนการ Upside/Downside Cold Water Control (Event 10) เงื่อนไขกระบวนการ Dry Process & Dehydrate เงื่อนไขของกระบวนการ Additive Loading for RK-201 (Event 1,2,3,4,9) และเงื่อนไขกระบวนการ RK-201 Discharge to TM-201 to TM-203 and Drum

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ผลการทดสอบเงื่อนไขกระบวนการ Additive Loading for RK-201 (Event 1,2,3,4,9)

ผลสามารถทำงานได้ตามเงื่อนไขที่กำหนดดังภาพ

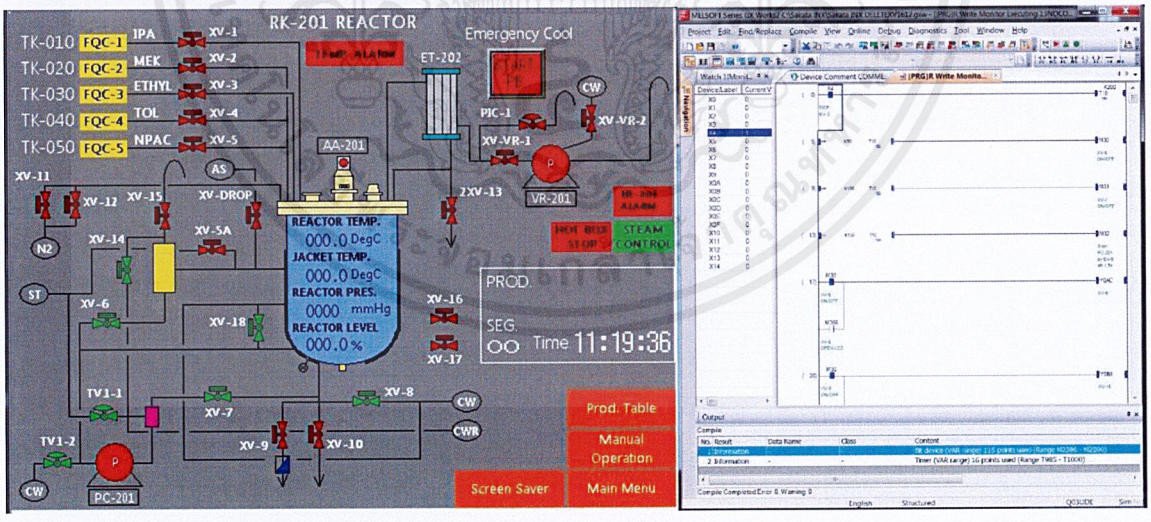


ภาพที่ 4.2 การทดสอบกระบวนการ Additive Loading for RK-201 (Event 1,2,3,4,9)

จากภาพที่ 4.2 แสดงการทำงานกระบวนการ Additive Loading โดยรับคำสั่งผ่าน Event 1,2,3,4 และ 9 โดยส่งผลต่อวาล์ว XV-1 to XV-5

2. ผลการทดสอบเงื่อนไขกระบวนการ Hot Water Control (Event 5)

ผลสามารถทำงานได้ตามเงื่อนไขที่กำหนดดังภาพ

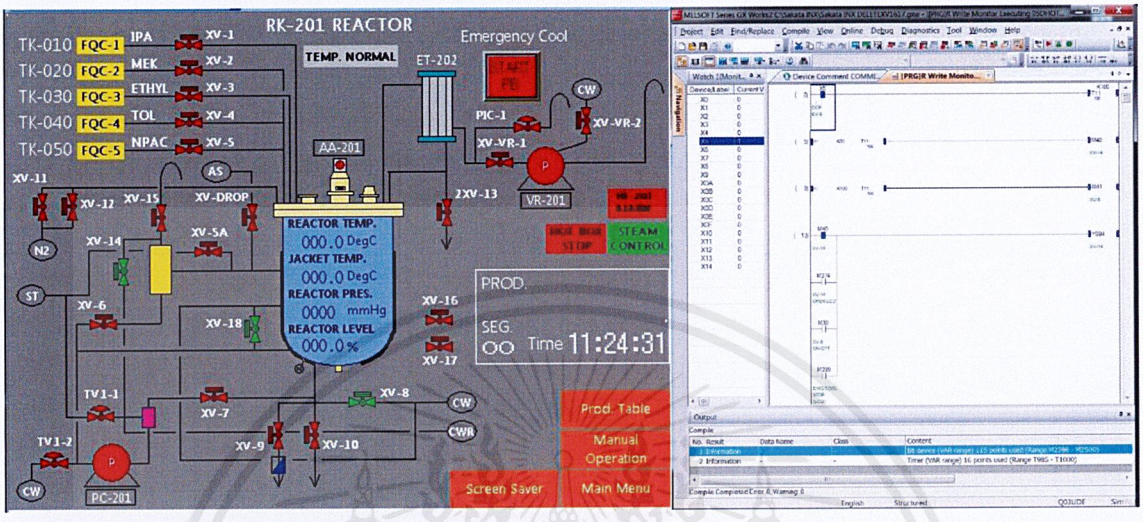


ภาพที่ 4.3 การทดสอบกระบวนการ Hot Water Control (Event 5)

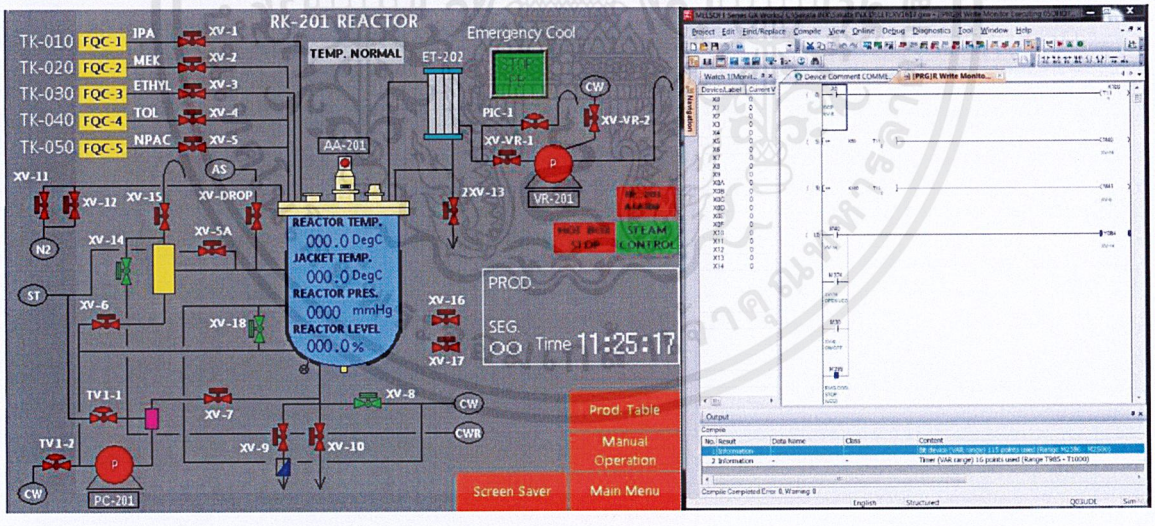
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ผลการทดสอบเงื่อนไขกระบวนการ Cold Water Control (Event 6)

ผลสามารถทำงานได้ตามเงื่อนไขที่กำหนดดังภาพ โดยแบ่งเป็น สถานการณ์ตาม Event 6 ดังภาพที่ 4.4 และ Emergency Cooling ดังภาพที่ 4.5



ภาพที่ 4.4 การทดสอบกระบวนการ Cold Water Control (Event 6)



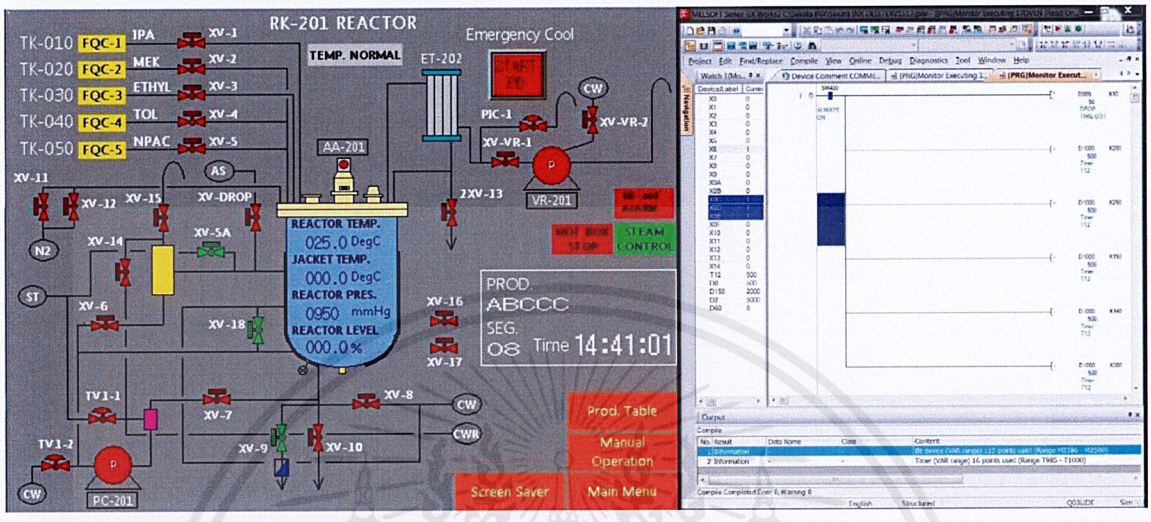
ภาพที่ 4.5 การทดสอบกระบวนการ Emergency Cooling

จากภาพที่ 4.5 แสดงการทำงานของปั๊มและวาล์วในขณะเกิด Emergency Cooling ในโดยเป็นการสั่งการด้วยตัวผู้ปฏิบัติการโดยการป้อนค่าผ่านกราฟิก

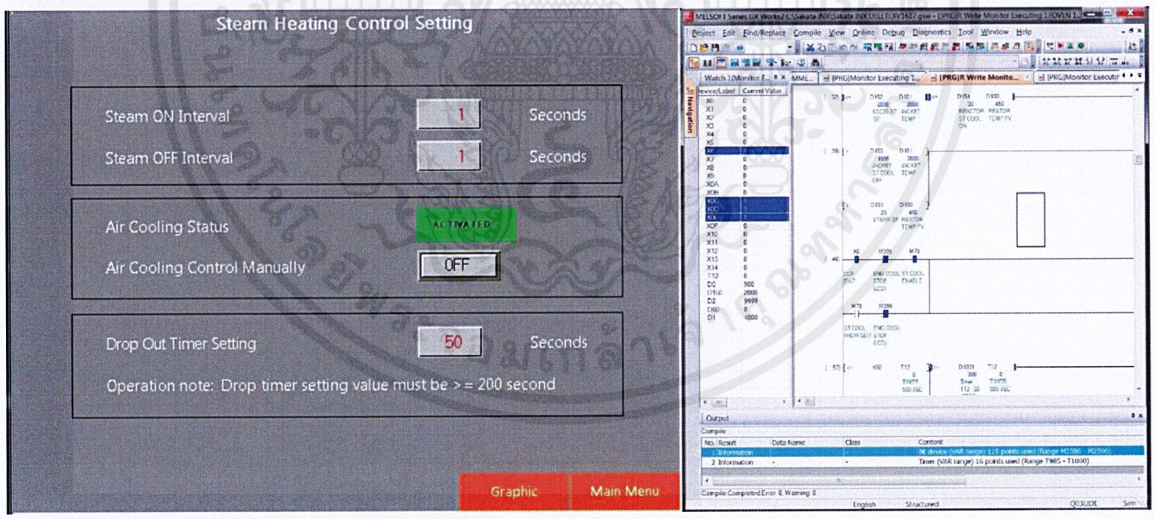
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ผลการทดสอบเงื่อนไขกระบวนการ Steam Heating & Air Cooling Control (Event 7)

ผลสามารถทำงานได้ตามเงื่อนไขที่กำหนดดังภาพ โดยแบ่งเป็น สถานการณ์ตาม Event 7 ดังภาพที่ 4.6 และกระบวนการ Air Cooling ดังภาพที่ 4.7



ภาพที่ 4.6 การทดสอบกระบวนการ Steam Heating & Air Cooling Control (Event 7)



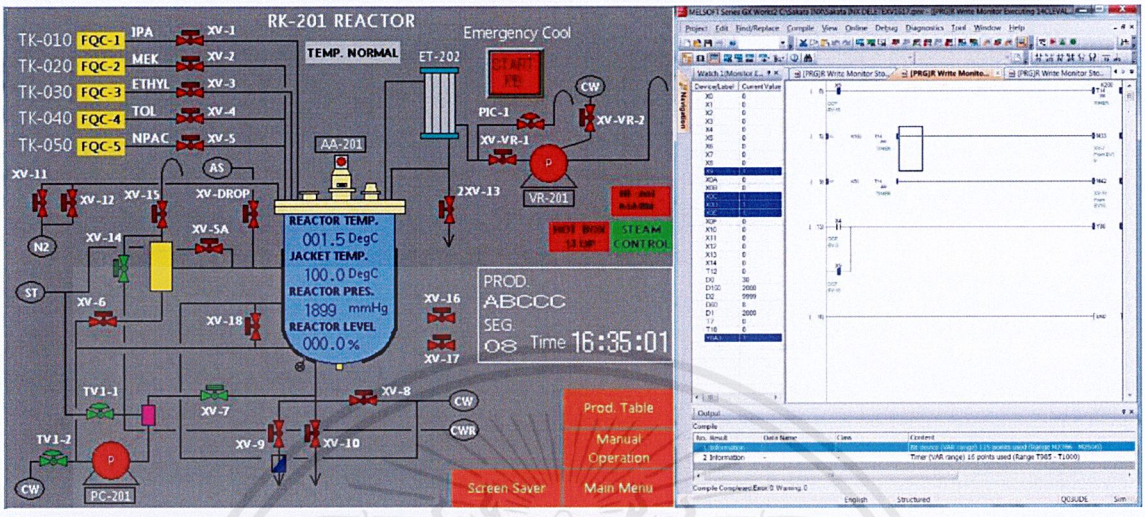
ภาพที่ 4.7 การทดสอบกระบวนการ Air Cooling

จากภาพที่ 4.7 แสดงการทำงานของการสั่งการ Air Cooling โดยการป้อนคำสั่งเปิดการทำงาน Air Cooling Active และดูการสถานะของ Air Cooling

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ผลการทดสอบเงื่อนไขกระบวนการ Upside/Downside Cold Water Control (Event 10)

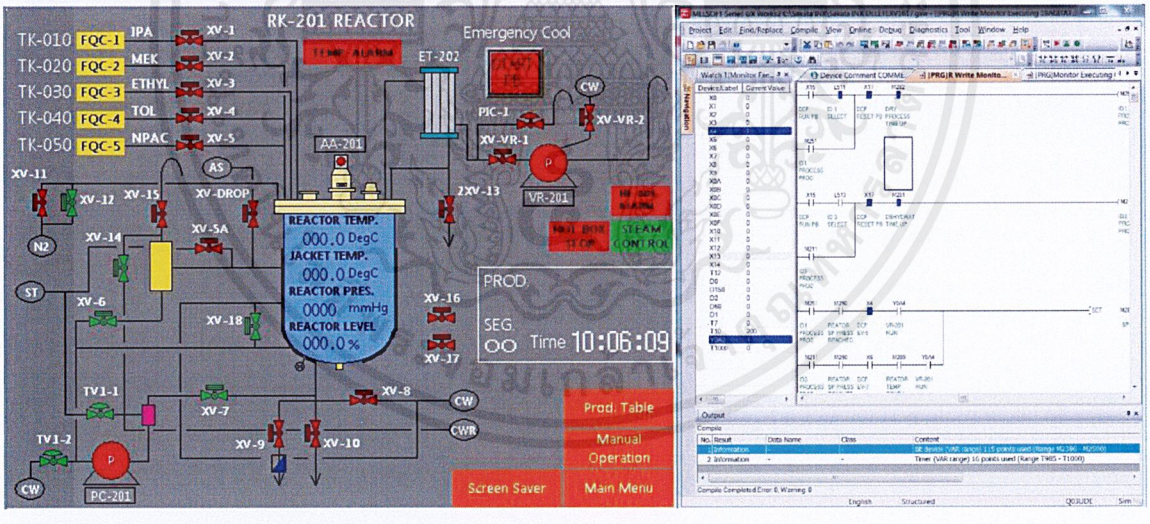
ผลสามารถทำงานได้ตามเงื่อนไขที่กำหนดดังภาพ



ภาพที่ 4.8 การทดสอบกระบวนการ Upside/Downside Cold Water Control (Event 10)

6. ผลการทดสอบเงื่อนไขกระบวนการ Dry Process & Dehydrate

ผลสามารถทำงานได้ตามเงื่อนไขที่กำหนดดังภาพ

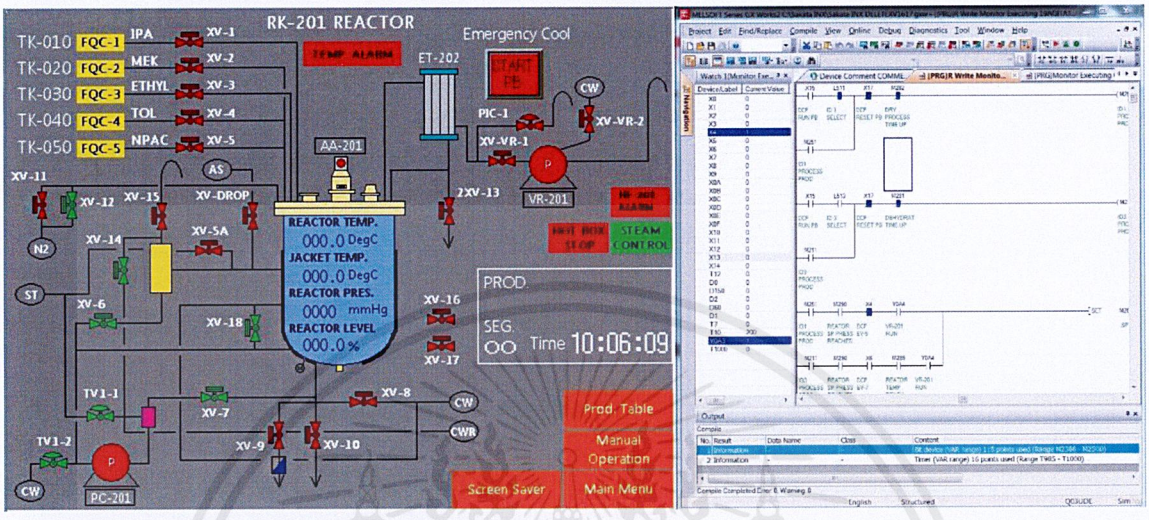


ภาพที่ 4.9 การทดสอบกระบวนการ Dry Process & Dehydrate

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

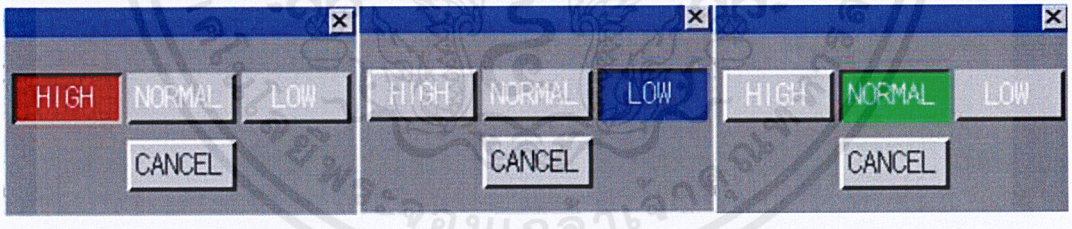
7. ผลการทดสอบเงื่อนไขกระบวนการ RK-201 Discharge to TM-201 - TM-203 and Drum

โดยการทดสอบร่วมกับกราฟิกสำหรับป้อนค่า Tank Alarm Setting สำหรับ Tank RK-201 และ TM-201 to 203 ได้ผลดังภาพ



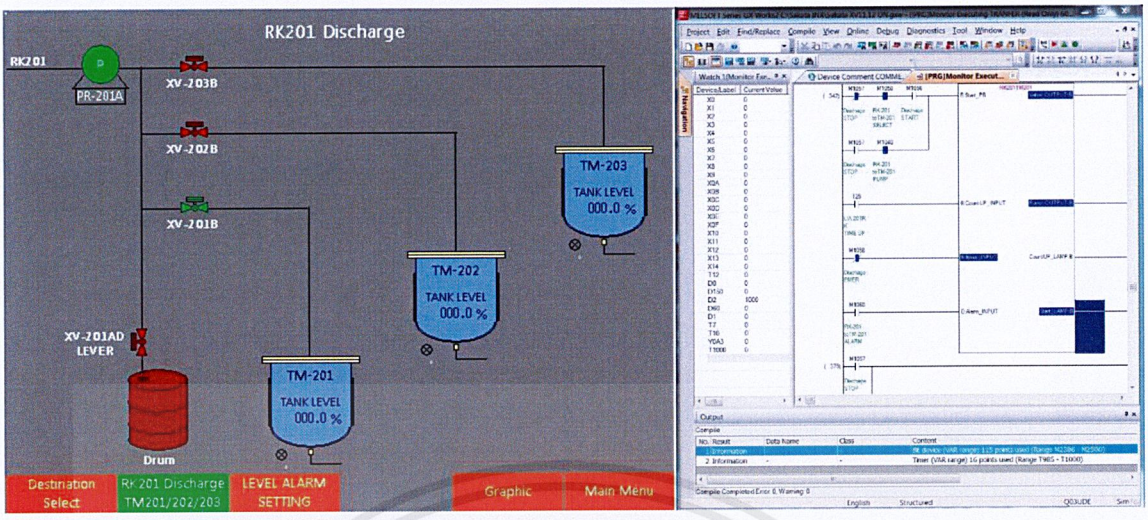
ภาพที่ 4.10 การเลือกสถานะการ Alarm

ภาพที่ 4.10 แสดงกราฟิกในการเลือกโหมดของการแจ้งเตือนโดยสามารถเลือกได้ 2 แบบคือ AUTO และ MAN โดย Manual สามารถเลือกระดับได้ High Alarm , Low Alarm และ Normal ดังภาพที่ 4.11



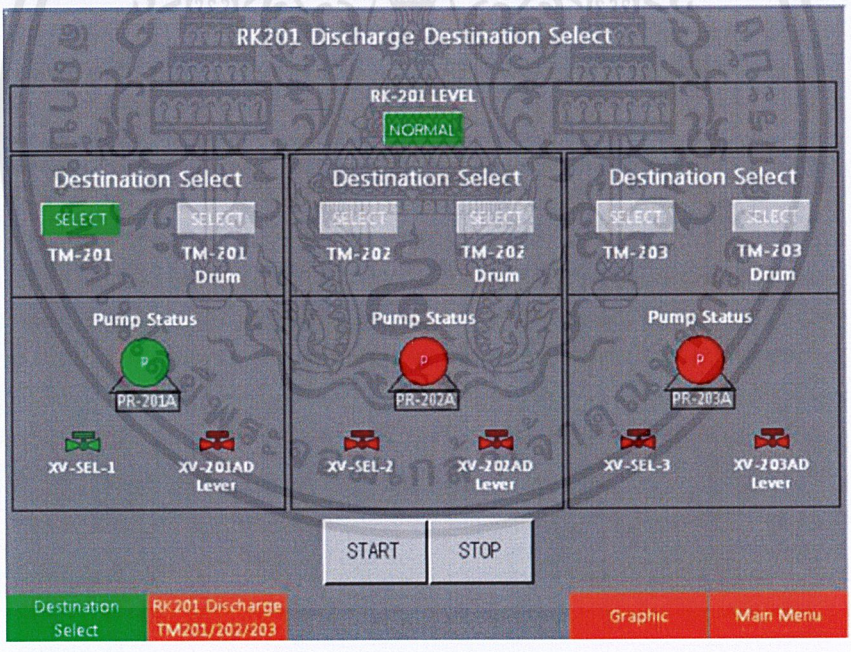
ภาพที่ 4.11 โหมด High Alarm, Low Alarm, Normal สำหรับ Manual Mode

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.12 กระบวนการ RK-201 Discharge to TM-201 - TM-203

ภาพที่ 4.12 ภาพแสดงการกราฟิกการทำงานของปั๊ม PR-201A to PR-203A และ วาล์ว XV-201B to XV-203B ตามการเลือก Tank เป้าหมายจาก HMI ดังภาพที่ 4.13



ภาพที่ 4.13 กราฟิกในการเลือก Tank เป้าหมาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุป ปัญหาและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลดำเนินงาน

จากการดำเนินงานสร้างระบบควบคุมการผลิตสารตั้งต้นของผลิตภัณฑ์สี มีการสร้างกระบวนการผสมขึ้นใหม่และกระบวนการเป็นแบบแบตช์ซึ่งประกอบด้วยการนำเข้าสารตัวทำละลาย การควบคุมอุณหภูมิและความดันในกระบวนการผสมซึ่งถูกควบคุมการทำงานด้วยระบบ PLC โดยทำงานตามลำดับการทำงานที่ได้รับจากตัวควบคุม DCP อีกทั้งแสดงผลผ่านกราฟิกที่ง่ายต่อการเข้าใจของผู้ปฏิบัติงานสามารถเฝ้าระวังและควบคุมกระบวนการ สถานะการทำงานได้จากหน้าจอสัมผัส GOT2000 ระบบนี้ถูกสร้างขึ้นตามเงื่อนไขและความต้องการของหน่วยงานที่รับผิดชอบ ได้มีการทดสอบระบบการสั่งการและการแสดงผลผ่านโปรแกรมจำลอง ซึ่งสามารถทำงานได้อย่างถูกต้องตามเป้าหมายและในระยะเวลาที่กำหนด พร้อมที่จะทดสอบและปรับแก้กับระบบจริง

5.2 ปัญหาและวิธีการแก้ไข

5.2.1 ปัญหา

เนื่องจากระหว่างดำเนินงานเป็นการสร้างและวางระบบใหม่ของหน่วยงานที่รับผิดชอบทำให้มีการเปลี่ยนแปลงเงื่อนไขการทำงาน และจำนวนตัวแปรอยู่บ่อยครั้ง จึงต้องมีการแก้ไขตามความต้องการของหน่วยงานที่รับผิดชอบอยู่เสมอ

5.2.2 วิธีการแก้ไข

ติดตามการเปลี่ยนแปลงอยู่สม่ำเสมอ

5.3 ข้อเสนอแนะ

การจัดเรียงและสร้างรูปแบบการเขียนโปรแกรม เป็นสิ่งสำคัญที่จะช่วยให้สะดวกต่อการแก้ไข และเข้าใจได้ง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] อุตสาหกรรมเคมี แหล่งที่มา : http://ftiweb.off.fti.or.th/demo/6101/sitedata/site16/articles/อุตสาหกรรมเคมี.docx

[2] ปฏิกิริยาเคมี แหล่งที่มา : https://th.wikipedia.org/wiki/ปฏิกิริยาเคมี

[3] หลักการกระบวนการผลิตสารตั้งต้นของสี แหล่งที่มา : Control of VOC Emissions from Ink and Paint Manufacturing Process .PDF

[4] ข้อมูลทั่วไปของดีซีพี แหล่งที่มา : DCP551 Mark II DIGITRONIK Digital Control Programmer User's Manual .PDF

[5] ข้อมูลทั่วไปของพีแอลซี แหล่งที่มา : Programmable Logic Controller and Control 3120-210 Rev.0 .PDF

[6] โปรแกรม GX Works 2 แหล่งที่มา : GX Works 2 Beginner's Manual (Simple Project) .PDF

[7] โปรแกรม GT Designer 3 แหล่งที่มา : Graphic Operation Terminal GOT2000 Series User,s Manual .PDF

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้