รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

ระบบช่วยเคี่ยวหม้อเคี่ยวตั้งน้ำตาลทรายขาว
Control system of White Sugar Vertical Vacuum Pan

นายจักรกฤษ ศรีสุกิจจา

ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2561

รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

ระบบช่วยเคี่ยวหม้อเคี่ยวตั้งน้ำตาลทรายขาว

Control system of White Sugar Vertical Vacuum Pan

นายจักรกฤษ ศรีสุกิจจา

ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงงานสหกิจศึกษา ระบบช่วยเคี่ยวหม้อเคี่ยวตั้งน้ำตาลทรายขาว

ชื่อ-สกุล นักศึกษา นายจักรกฤษ ศรีสุกิจจา

คณะ วิศวกรรมศาสตร์ **ภาควิชา** วิศวกรรมการวัดและควบคุม

ชื่อ - สกุล อาจารย์นิเทศ รศ.ทรงชัย วีระทวีมาศ

ชื่อ - สกุล ผู้นิเทศงาน นายพงศธร กุลโลหะมงคล

สถานประกอบการ บริษัท อินสไปร์เทค จำกัด

บทคัดย่อ

รายงานสหกิจศึกษาฉบับนี้อธิบายถึงระบบช่วยเคี่ยวหม้อเคี่ยวตั้งน้ำตาลทรายขาวหรือหม้อเคี่ยวตั้งน้ำตาลทรายขาวระบบอัตโนมัติ ซึ่งอยู่ในส่วนของกระบวนการเคี่ยวน้ำตาลในกระบวนการผลิตน้ำตาลทรายขาว โดยใช้ PLC (Programmable Logic Controller) ในการควบคุมกระบวนการ ซึ่งระบบช่วยเคี่ยวหม้อเคี่ยวตั้งน้ำตาลทรายขาวนี้สามารถสั่งงานและแสดงผลผ่านระบบ SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) ที่หน้าจอคอมพิวเตอร์โดยใช้ซอฟต์แวร์ SIMATIC WinCC ใช้ Protocol ชนิด TCP/IP ในสื่อสารกันระหว่าง PLC กับ SCADA และเพิ่มโปรแกรมสั่งงานผ่านทางซีเล็คเตอร์สวิตช์ที่หน้าตู้ควบคุม โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อใช้ควบคุมกระบวนการเคี่ยวน้ำตาลทรายขาวของหม้อเคี่ยวตั้งให้เป็นแบบอัตโนมัติซึ่งก่อนหน้านี้หม้อเคี่ยวตั้งที่ 2 และ 4 นั้นใช้การควบคุมด้วยมือในแต่ละลำดับขั้นตอนในกระบวนการเคี่ยวน้ำตาล ซึ่งการเปลี่ยนเป็นระบบช่วยเคี่ยวหม้อเคี่ยวตั้งน้ำตาลทรายขาวจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการเคี่ยวน้ำตาลในกระบวนการผลิตน้ำตาลและลดความเหนื่อยล้าของพนักงานที่ปฏิบัติงานในแผนกหม้อเคี่ยวตั้งน้ำตาลทรายขาว

คำสำคัญ : PLC , SCADA , TCP/IP

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Cooperative Title: Control system of White sugar Vertical Vacuum Pan

Student intern name: Jakkrit Srisukijja

Faculty: Engineering **Department:** Instrumentation and Control Engineering

Advisor name: Songchai Weerathaweemas

Mentor name: Pongsatorn Kullohamongkol

Company: Inspire Tech Co.,Ltd.

Abstract

This cooperative report describes control system of the White Sugar Vertical Vacuum Pan or the automatic control of the White Sugar Vertical Vacuum Pan. It is part of crystallization process in the process of producing white sugar by using PLC (Programmable Logic Controller) control the process. It can be command and displayed via SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) at the computer screen with the software SIMATIC WinCC. Use TCP / IP protocol to communicate between PLC and SCADA and add program to order via selector switches in front of the control cabinet. The purpose is to automatic control the White Sugar Vertical Vacuum Pan of crystallization process, which previously White Sugar Vertical Vacuum Pan Number 2 and 4 used manual control in each step in the crystallization process. Which is changed to automatic control of the White Sugar Vertical Vacuum Pan will increases the efficiency of crystallization process of producing white sugar and reduce fatigue of employees working in the White Sugar Vertical Vacuum Pan department.

Keyword: PLC, SCADA, TCP/IP

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์นี้ สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เพราะได้รับความอนุเคราะห์ของบุคคลหลายท่าน ก่อนอื่นต้องขอขอบพระคุณ บริษัท อินสไปร์เทค จำกัด ที่ให้โอกาสข้าพเจ้าได้เข้าไปฝึกปฏิบัติงานในโครงการสหกิจศึกษาตลอดระยะเวลาหนึ่งภาคการศึกษา ทำให้ข้าพเจ้าได้รับความรู้และประสบการณ์ในการทำงานด้านระบบควบคุมและระบบอัตโนมัติ ข้าพเจ้าต้องขอขอบพระคุณ นายพงศธร กุลโลหะมงคล ผู้นิเทศงานที่คอยให้คำปรึกษาต่าง ๆ เกี่ยวกับโครงงานที่ได้รับมอบหมายจนทำให้โครงงานสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ทั้งนี้ขอขอบพระคุณ รศ.ทรงชัย วีระทวีมาศ และคณาจารย์ทุกท่านที่ได้ให้คำแนะนำ และให้ข้อคิดเห็นต่าง ๆ อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งแก่ข้าพเจ้าตลอดมา

จักรกฤษ ศรีสุกิจจา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

บทคัดย่อภาษาไทย I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II

กิตติกรรมประกาศ III

สารบัญ IV

สารบัญรูป VIII

สารบัญตาราง XII

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ 1

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน 2

1.3 ขอบเขตของโครงงาน 2

1.4 วิธีการดำเนินงาน 2

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3

บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้องของระบบช่วยเคี่ยวหม้อเคี่ยวตั้งน้ำตาลทรายขาว 4

2.1 บทนำ 4

2.2 กระบวนผลิตน้ำตาลทราย 4

2.2.1 กระบวนกำรผลิตน้ำตาลทรายดิบ 4

2.2.2 กระบวนการผลิตน้ำตาลทรายขาว 6

2.3 การทำงานของระบบช่วยเคี่ยวหม้อเคี่ยวตั้งน้ำตาลทรายขาว 7

2.4 PLC 10

2.4.1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับ PLC 10

2.4.2 โครงสร้างของ PLC 10

2.4.3 ขั้นตอนการทำงานของหน่วยประมวลผลกลาง 16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.4 ภาษาที่ใช้ในการเขียนโปรแกรม 16
2.5 SCADA 19
2.5.1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับระบบ SCADA 19
2.5.2 องค์ประกอบของ SCADA 21
2.5.3 ส่วนประกอบของ SCADA 22
2.6 TCP/IP 23
2.6.1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับ TCP/IP 23
2.6.2 จุดประสงค์ของการสื่อสารตามมาตรฐานของ TCP/IP 23
2.7 อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง 24
2.7.1 วาล์ว (Valve) 24
2.7.2 Brix and Concentration measurement 25
2.7.3 Pressure Transmitter 26
2.7.4 Level Transmitter 26
2.7.5 ใบกวน (Agitator) 27
2.7.6 สวิตช์ (Switch) 27
2.7.7 หลอดไฟแสดงสถานะ (Pilot Lamp) 28
2.8 ซอฟต์แวร์ที่เกี่ยวข้อง 28
2.8.1 SIMATIC STEP 7 28
2.8.2 SIMATIC S7-PLCSIM 29
2.8.3 SIMATIC WinCC 30
บทที่ 3 ขั้นตอนการดำเนินงาน 31
3.1 บทนำ 31
3.2 การเขียนโปรแกรมการทำงานแบบลำดับของระบบช่วยเคี่ยวหม้อเคี่ยวตั้ง 31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.1 ตรวจสอบ Referent Data 31
3.2.2 การเขียนลอจิก 32
3.2.3 การระบุ Address และ Symbol 33
3.2.4 ตัวอย่างโปรแกรมของระบบช่วยเคี่ยวหม้อเคี่ยวตั้ง 35
3.2.5 การเรียกใช้งาน Function ที่สร้างขึ้นใหม่ 40
3.3 การเขียนกราฟฟิคแสดงผลของระบบช่วยเคี่ยวหม้อเคี่ยวตั้ง 40
3.2.1 การเขียนกราฟฟิค 40
3.2.2 การสร้าง Tag ในซอฟต์แวร์ WinCC 41
3.3.3 การใส่ Tag ลงในกราฟฟิคที่วาดขึ้นใหม่ 42
3.3.4 การเพิ่ม Alarm Logging 43
3.3.5 ตัวอย่างหน้าตาระบบ SCADA ของระบบช่วยเคี่ยวหม้อเคี่ยวตั้ง 44
3.4 ทดสอบการทำงานด้วยการใช้ซอฟต์แวร์จำลอง 48
3.4.1 การทดสอบโหมดควบคุมด้วยมือ (Manual Mode) 48
3.4.2 การทดสอบโหมดอัตโนมัติ (Automatic Mode) 49
3.5 Hardware Config 54
3.5.1 Config IP Address 54
3.5.2 Config ซอฟต์แวร์WinCC ให้เชื่อมต่อกับ PLC 56
3.6 การติดตั้ง (Installation) 56
3.6.1 การ Wiring 57
3.6.2 การดาวน์โหลดโปรแกรม 58
3.7 ทดสอบการทำงานแบบ Manual กับอุปกรณ์จริง 59
3.7.1 ทดสอบอุปกรณ์ที่เป็นดิจิตอล 59

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.7.2 ทดสอบอุปกรณ์ที่เป็นอนาล็อก 59
บทที่ 4 ผลการดำเนินงานและการทดสอบการทำงาน 60
4.1 บทนำ 60
4.2 ผลทดสอบการทำงานด้วยการใช้ซอฟต์แวร์จำลอง 60
4.3 ผลทดสอบการทำงานแบบ Manual กับอุปกรณ์จริงที่เป็นดิจิตอล 61
4.4 ผลการทดสอบแบบ Manual กับอุปกรณ์จริงที่เป็นอนาล็อก 62
4.4.1 ตัวอย่างการทดสอบอุปกรณ์ที่เป็นอนาล็อก 62
4.4.2 ผลการทดสอบอุปกรณ์ที่เป็นอนาล็อก 64
4.5 ผลการทดสอบแบบอัตโนมัติ Automatic Mode 64
บทที่ 5 สรุปผลการดำเนินงาน 65
5.1 สรุปผลการดำเนินงาน 65
5.2 ปัญหาที่พบ 65
5.3 แนวทางการแก้ไขปัญหา 65
5.4 ข้อเสนอแนะ 66
เอกสารอ้างอิง 67
ภาคผนวก ก 68
ประวัติผู้เขียน 83

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ 2.1 กระบวนการผลิตน้ำตาลทรายดิบ 5
รูปที่ 2.2 กระบวนการผลิตน้ำตาลทรายขาว 7
รูปที่ 2.3 ผังงานแสดงขั้นตอนการทำงานของระบบช่วยเคี่ยวหม้อเคี่ยวตั้ง 9
รูปที่ 2.4 รูปเปรียบเทียบระบบเดิมกับระบบอัตโนมัติของหม้อเคี่ยวตั้ง 9
รูปที่ 2.5 ไดอะแกรมแสดงการใช้งานของระบบ PLC 10
รูปที่ 2.6 ส่วนประกอบสำคัญของ PLC 11
รูปที่ 2.7 อุปกรณ์อินพุตแบบต่าง ๆ 13
รูปที่ 2.8 สัญญาณที่ส่งให้ดิจิตอลอินพุต 13
รูปที่ 2.9 สัญญาณแบบต่าง ๆ ที่ส่งให้อนาล็อกอินพุต 14
รูปที่ 2.10 อุปกรณ์เอาต์พุตแบบต่าง ๆ 15
รูปที่ 2.11 ขั้นตอนการทำงานของหน่วยประมวลผลกลาง 16
รูปที่ 2.12 ตัวอย่างการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาแลดเดอร์ 17
รูปที่ 2.13 ตัวอย่างการเขียนโปรแกรมด้วยภาษา FBD 17
รูปที่ 2.14 ตัวอย่างการเขียนโปรแกรมด้วยภาษา IL 18
รูปที่ 2.15 ตัวอย่างการเขียนโปรแกรมด้วยภาษา ST 18
รูปที่ 2.16 ตัวอย่างการเขียนโปรแกรมด้วยภาษา SFC 19
รูปที่ 2.17 Point-to-Point Configuration 20
รูปที่ 2.18 Point-to-Multipoint Configuration 21
รูปที่ 2.19 องค์ประกอบของ SCADA 21
รูปที่ 2.20 โซลินอยด์วาล์ว (Solenoid Valve) 24
รูปที่ 2.21 วาล์วควบคุม (Control Valve) 25
รูปที่ 2.22 Brix and Concentration measurement 25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.23 Pressure Transmitter 26
รูปที่ 2.24 Level Transmitter ชนิดความดันแตกต่าง 27
รูปที่ 2.25 ใบกวน (Agitator) 27
รูปที่ 2.26 ซอฟต์แวร์ SIMATIC STEP 7 29
รูปที่ 2.27 ซอฟต์แวร์ SIMATIC S7-PLCSIM 29
รูปที่ 2.28 ซอฟต์แวร์ SIMATIC WinCC V7 30
รูปที่ 3.1 การตรวจตำแหน่งของอินพุต เอาต์พุต หน่วยความจำภายใน Timer และ Counters 32
รูปที่ 3.2 เครื่องมือในการสร้างลอจิกแลดเดอร์ 33
รูปที่ 3.3 การเพิ่ม Symbols ของหน่วยความจำต่าง ๆ วิธีที่ 1 33
รูปที่ 3.4 การเพิ่ม Symbols ของหน่วยความจำต่าง ๆ วิธีที่ 2 34
รูปที่ 3.5 ตัวอย่างลอจิกที่ทำการระบุ Address และ Symbols แล้ว 34
รูปที่ 3.6 ตัวอย่าง Function Block ที่ใช้สั่งเปิดปิดวาล์ว 35
รูปที่ 3.7 ตัวอย่างลอจิกภายในของ Function Block ที่ใช้สั่งเปิดปิดวาล์ว 36
รูปที่ 3.8 ตัวอย่างโปรแกรมสั่งงานเริ่มการทำงานของใบกวน 36
รูปที่ 3.9 ตัวอย่างโปรแกรมที่ใช้ตรวจสอบเงื่อนไขระดับน้ำเชื่อมและความเข้มข้น 37
รูปที่ 3.10 ตัวอย่างโปรแกรมที่ใช้เปลี่ยนค่าเป้าหมายระดับน้ำเชื่อมและความเข้มข้น 37
รูปที่ 3.11 ตัวอย่างโปรแกรมเลือกโหมด Manual ผ่านซีเล็คเตอร์สวิตช์ Auto/Manual 38
รูปที่ 3.12 ตัวอย่างโปรแกรมเมื่อสั่งหยุดกระบวนการผ่านซีเล็คเตอร์สวิตช์ Start/Stop 39
รูปที่ 3.13 หน้าตาโปรแกรม SIMATIC WinCC ในส่วน Graphic Designer 40
รูปที่ 3.14 ตัวอย่างการเรียกใช้รูปกราฟฟิคจาก Library 41
รูปที่ 3.15 ตัวอย่าง Tag ในซอฟต์แวร์ WinCC ที่สร้างขึ้น 41
รูปที่ 3.16 การใส่ Tag เพื่อแสดงสีตามสถานะของอุปกรณ์ 42
รูปที่ 3.17 การใส่ Tag เพื่อแสดงสีตามสถานะของอุปกรณ์(ต่อ) 43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.18 ตัวอย่าง Alarm logging เมื่อเกิด Alarm ขึ้น 43
รูปที่ 3.19 หน้าจอ SCADA ในส่วนของหน้ารวม 44
รูปที่ 3.20 หน้าจอ SCADA ในส่วนของหน้าหม้อเคี่ยว 45
รูปที่ 3.21 หน้าจอ SCADA ในส่วนของหน้าเซตค่า 1 45
รูปที่ 3.22 หน้าจอ SCADA ในส่วนของหน้าเซตค่า 2 46
รูปที่ 3.23 หน้าจอSCADAในส่วนของหน้าเซตค่า PID 46
รูปที่ 3.24 หน้าจอSCADAในส่วนของหน้ากราฟ 47
รูปที่ 3.25 หน้าจอSCADAในส่วนของหน้าเซตค่า 3 47
รูปที่ 3.26 การจำลองซีเล็คเตอร์สวิตช์เลือกโหมดอัตโนมัติ 49
รูปที่ 3.27 จำลองความดันในหม้อเคี่ยวให้มากกว่า 23 inHg 50
รูปที่ 3.28 จำลองค่าระดับน้ำเชื่อมเพื่อสั่งใบกวนเริ่มทำงาน 50
รูปที่ 3.29 จำลองค่าระดับน้ำเชื่อมระดับของน้ำเชื่อมมากกว่า 51% 51
รูปที่ 3.30 การจำลองขั้นตอนดูดเชื้อเข้าไปในหม้อเคี่ยว 51
รูปที่ 3.31 การจำลองขั้นตอนสร้างเม็ดน้ำตาล 52
รูปที่ 3.32 การจำลองขั้นตอนล้างเม็ดน้ำตาล 52
รูปที่ 3.33 การจำลองขั้นตอนการเคี่ยว 12 จุดเคี่ยว 53
รูปที่ 3.34 การจำลองขั้นตอนปล่อยน้ำตาล 53
รูปที่ 3.35 การจำลองเมื่อสิ้นสุดกระบวนการเคี่ยว 54
รูปที่ 3.36 Config IP Address ของอุปกรณ์ PLC 55
รูปที่ 3.37 Config IP Address ของคอมพิวเตอร์ 55
รูปที่ 3.38 Config ซอฟต์แวร์WinCC ให้เชื่อมต่อกับ PLC 56
รูปที่ 3.39 บริษัท ไทยรุ่งเรืองอุตสาหกรรม จำกัด 57
รูปที่ 3.40 Wiring สายสัญญานของอุปกรณ์เข้าเทอมินอล PLC 57

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.41 ดาวน์โหลดโปรแกรมลงPLCและหน้าจอกราฟฟิคลงในคอมพิวเตอร์ 58
รูปที่ 4.1 ทดสอบสั่งเปิดวาล์วแบบ Manual ที่ตำแหน่ง 25% 62
รูปที่ 4.2 ทดสอบสั่งเปิดวาล์วแบบ Manual ที่ตำแหน่ง 50% 63
รูปที่ 4.3 ทดสอบสั่งเปิดวาล์วแบบ Manual ที่ตำแหน่ง 750% 63
รูปที่ 4.4 ทดสอบสั่งเปิดวาล์วแบบ Manual ที่ตำแหน่ง 100% 63

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ 4.1 ผลการทดสอบการทำงานแบบ Manual Mode กับอุปกรณ์จริงที่เป็นดิจิตอล..... 61

ตารางที่ 4.2 ผลการทดสอบการส่งสัญญานเอาต์พุตและการรับสัญญานอินพุตของวาล์วน้ำร้อน 62

ตารางที่ 4.3 ผลการทดสอบการทำงานแบบ Manual กับอุปกรณ์จริงที่เป็นอนาล็อก..... 64

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

บริษัท อินสไปร์เทค จำกัด ให้บริการเกี่ยวกับระบบอัตโนมัติ (Automation) ในอุตสาหกรรมและทุกกระบวนการที่ต้องอาศัยความเชี่ยวชาญและน่าเชื่อถือ ตั้งแต่การออกแบบ (Design) เขียนโปรแกรม (Programming) การทดสอบการทำงานทั้งระบบ (Commissioning) การให้บริการหลังการขาย (After-Sale Services) การซ่อมบำรุง (Maintenance) จนถึงการปรับเปลี่ยนระบบ (Modify the system) ซึ่งในปัจจุบันระบบอัตโนมัติ (Automation) นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรมต่าง ๆ รวมไปถึงอุตสาหกรรมน้ำตาล ซึ่งบริษัท อินสไปร์เทค จำกัด เป็นบริษัทที่นักศึกษาได้มีโอกาสร่วมงานในโครงการสหกิจศึกษา

ทางบริษัท อินสไปร์เทค จำกัด ได้รับงานติดตั้งจากจากกลุ่มบริษัทน้ำตาลไทยรุ่งเรือง ผู้ผลิตน้ำตาลทราย ตราลิน ให้ติดตั้งระบบช่วยเคี่ยวหม้อเคี่ยวตั้งน้ำตาลทรายขาวหรือหม้อเคี่ยวตั้งน้ำตาลทรายขาวระบบอัตโนมัติในส่วนของหม้อเคี่ยวตั้งที่ 2 และ 4 ซึ่งอยู่ในส่วนของกระบวนการเคี่ยวน้ำตาลในกระบวนการผลิตน้ำตาลทรายขาว ซึ่งเดิมหม้อเคี่ยวตั้งที่ 2 และ 4 ใช้การควบคุมด้วยมือในแต่ละลำดับขั้นตอนในกระบวนการเคี่ยวน้ำตาล โดยนำ PLC (Programmable Logic Controller) มาใช้ในการควบคุมกระบวนการให้เป็นระบบอัตโนมัติในแต่ละลำดับขั้นตอน สามารถสั่งงานและแสดงผลผ่านระบบ SCADA ที่หน้าจอคอมพิวเตอร์ ด้วยซอฟต์แวร์ SIMATIC WinCC ใช้ Protocol ชนิด TCP/IP ในสื่อสารกันระหว่าง PLC กับ SCADA และเพิ่มการสั่งงานผ่านสวิตช์ปุ่มกดสั่งงานที่ตู้ควบคุมที่บริเวณหน้าหม้อเคี่ยวน้ำตาล หม้อเคี่ยวตั้งที่ 1 ,2 ,3 ,4 และ หม้อเคี่ยวตั้งที่ 28

ระบบช่วยเคี่ยวหม้อเคี่ยวตั้งเป็นส่วนหนึ่งในกระบวนการผลิตน้ำตาลทรายขาวในส่วนของกระบวนการเคี่ยว (Crystallization process) ในส่วนของการเคี่ยวเริ่มจากน้ำเชื่อมที่ทำความสะอาดและฟอกสีแล้วจะถูกนำเข้าหม้อเคี่ยวเพื่อระเหยน้ำออกจนน้ำเชื่อมถึงจุดอิ่มตัวที่จุดนี้ผลึกน้ำตาลจะเกิดขึ้นมาโดยที่ผลึกน้ำตาลและกากน้ำตาลที่ได้จากการเคี่ยวนี้รวมเรียกว่า แมสิควิท (Massecuite) จากนั้นเข้าสู่กระบวนการปั่นแยกผลึกน้ำตาลออกจากกากน้ำตาล และการอบไล่ความชื้น แล้วจึงบรรจุผลิตภัณฑ์เพื่อจัดจำหน่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1.2.1 เพื่อใช้ระบบเคี่ยวหม้อเคี่ยวตั้งอัตโนมัติแทนการควบคุมด้วยมือ

1.2.2 เพื่อศึกษาระบบควบคุมอัตโนมัติของระบบช่วยเคี่ยวหม้อเคี่ยวตั้ง

1.2.3 เพื่อศึกษาการเขียนลอจิกควบคุมกระบวนการด้วยซอฟต์แวร์ SIMTIC STEP7

1.2.4 เพื่อศึกษาการเขียนกราฟฟิคและการใช้งาน SCADA ด้วยซอฟต์แวร์ SIMATIC WinCC

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

เขียนโปรแกรมควบคุมระบบช่วยเคี่ยวหม้อเคี่ยวตั้งด้วยซอฟต์แวร์ SIMATIC STEP7 โดยสามารถสั่งงานและแสดงผลผ่านระบบ SCADA ที่หน้าจอคอมพิวเตอร์ด้วยซอฟต์แวร์ SIMATIC WinCC และเพิ่มโปรแกรมสั่งงานผ่านสวิตช์ปุ่มกดสั่งงานที่ตู้ควบคุมที่บริเวณหน้าหม้อเคี่ยวน้ำตาล หม้อเคี่ยวตั้งที่ 1 ,2 ,3 ,4 และ 28 รวมถึงทดสอบการทำงานของระบบช่วยเคี่ยวหลังทำการติดตั้งระบบควบคุมกับอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องของหม้อเคี่ยวตั้งที่โรงงานน้ำตาลของ บริษัทไทยรุ่งเรืองอุตสาหกรรม จำกัด ที่จังหวัดเพชรบูรณ์

1.4 วิธีการดำเนินงาน

1.4.1 ศึกษาลำดับขั้นตอนของกระบวนการทำงานของหม้อเคี่ยวตั้งจากเอกสารคู่มือและโปรแกรมของหม้อเคี่ยวตั้งที่ 1 ที่ใช้การควบคุมแบบอัตโนมัติอยู่แล้ว

1.4.2 ศึกษาการใช้งานซอฟต์แวร์ที่ใช้เขียนลอจิก PLC และหน้าจอแสดงผล

1.4.3 เขียนโปรแกรมลอจิกควบคุม PLC ของระบบช่วยเคี่ยวหม้อเคี่ยวตั้งที่ 2 และ 4

1.4.4 เขียนกราฟฟิกหน้าจอแสดงผลเพื่อใช้สั่งงานและแสดงผลลำดับการทำงานระบบช่วยเคี่ยวหม้อเคี่ยวตั้ง

1.4.5 ทดสอบการทำงานด้วยซอฟต์แวร์ SIMATIC S7-PLCSIM เป็นการจำลองสัญญานอินพุตให้เข้าเงื่อนไข เพื่อทดสอบการทำงานของระบบช่วยเคี่ยวของหม้อเคี่ยวตั้ง

1.4.6 ติดตั้งระบบควบคุม ณ โรงงานผลิตน้ำตาล และทำการทดสอบการทำงานกับอุปกรณ์จริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 ได้ความรู้เกี่ยวกับ PLC ในส่วนของ ฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์

1.5.2 ได้ความรู้เกี่ยวกับ SCADA การเขียนกราฟฟิคและการเชื่อมต่อสื่อสารกับ PLC

1.5.3 ได้ความรู้เกี่ยวกับกระบวนการผลิตน้ำตาลทรายขาว

1.5.4 ได้ประสบการณ์การปฏิบัติงานจริงในสถานประกอบการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่2

ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้องของระบบช่วยเคี่ยวหม้อเคี่ยวตั้งน้ำตาลทรายขาว

2.1 บทนำ

ระบบช่วยเคี่ยวหม้อเคี่ยวตั้งน้ำตาลทรายขาวหรือหม้อเคี่ยวตั้งน้ำตาลทรายขาวระบบอัตโนมัติ ซึ่งเป็นส่วนของซึ่งอยู่ในส่วนของกระบวนการเคี่ยวน้ำตาลซึ่งใช้ PLC เป็นตัวควบคุมกระบวนการ เพื่อที่จะเข้าใจระบบช่วยเคี่ยวหม้อเคี่ยวตั้งจำเป็นต้องทราบถึงการขั้นตอนทำงานของระบบช่วยเคี่ยวหม้อเคี่ยวตั้ง และต้องมีความรู้เกี่ยวกับ PLC ที่ใช้เป็นตัวควบคุมกระบวนการภาษาที่ใช้เขียนและระบบ SCADA ที่ใช้เป็นส่วนสั่งงานและแสดงผลผ่าน Protocol ชนิด TCP/IP รวมถึงอุปกรณ์และซอฟต์แวร์ที่เกี่ยวข้องกับระบบช่วยเคี่ยวหม้อเคี่ยวตั้งน้ำตาลทรายขาว

2.2 กระบวนผลิตน้ำตาลทราย

ในกระบวนการผลิตน้ำตาลจะมี 2 ช่วง โดยช่วงแรกจะผลิตเป็นน้ำตาลทรายดิบก่อนแล้วจึงผลิตเป็นน้ำตาลทรายขาว

2.2.1 กระบวนการผลิตน้ำตาลทรายดิบ

การผลิตน้ำตาลทรายดิบจะมี 5 ขั้นตอนหลัก ๆ ดังรูปที่ 2.1 โดยแต่ละขั้นตอนมีดังนี้

1. กระบวนการสกัดน้ำอ้อย (Juice Extraction)

ทำการสกัดน้ำอ้อยโดยผ่านอ้อยเข้าไปในชุดลูกหีบและกากอ้อยที่ผ่านการสกัดน้ำอ้อยจากลูกหีบชุดสุดท้ายจะถูกนำไปเป็นเชื้อเพลิงเผาไหม้ภายในเตาหม้อไอน้ำเพื่อผลิตไอน้ำมาใช้ในกระบวนการผลิต และน้ำตาลทราย

2. การทำความสะอาด หรือทำใสน้ำอ้อย (Juice Purification)

น้ำอ้อยที่สกัดได้ทั้งหมดจะเข้าสู่กระบวนการทำใส เนื่องจากน้ำอ้อยมีสิ่งสกปรกต่าง ๆ จึงต้องแยกเอาส่วนเหล่านี้ออกโดยผ่านวิธีทางกล เช่น ผ่านเครื่องกรองต่าง ๆ และวิธีทางเคมี เช่น โดยให้ความร้อน และผสมปูนขาว

3. การต้ม (Evaporation)

น้ำอ้อยที่ผ่านการทำใสแล้วจะถูกนำเข้าสู่ชุดหม้อต้ม (Multiple Evaporator) เพื่อระเหยเอาน้ำออก (ประมาณ 70 %) โดยน้ำอ้อยข้นที่ออกมาจากหม้อต้มลูกสุดท้าย เรียกว่า น้ำเชื่อม (Syrup)

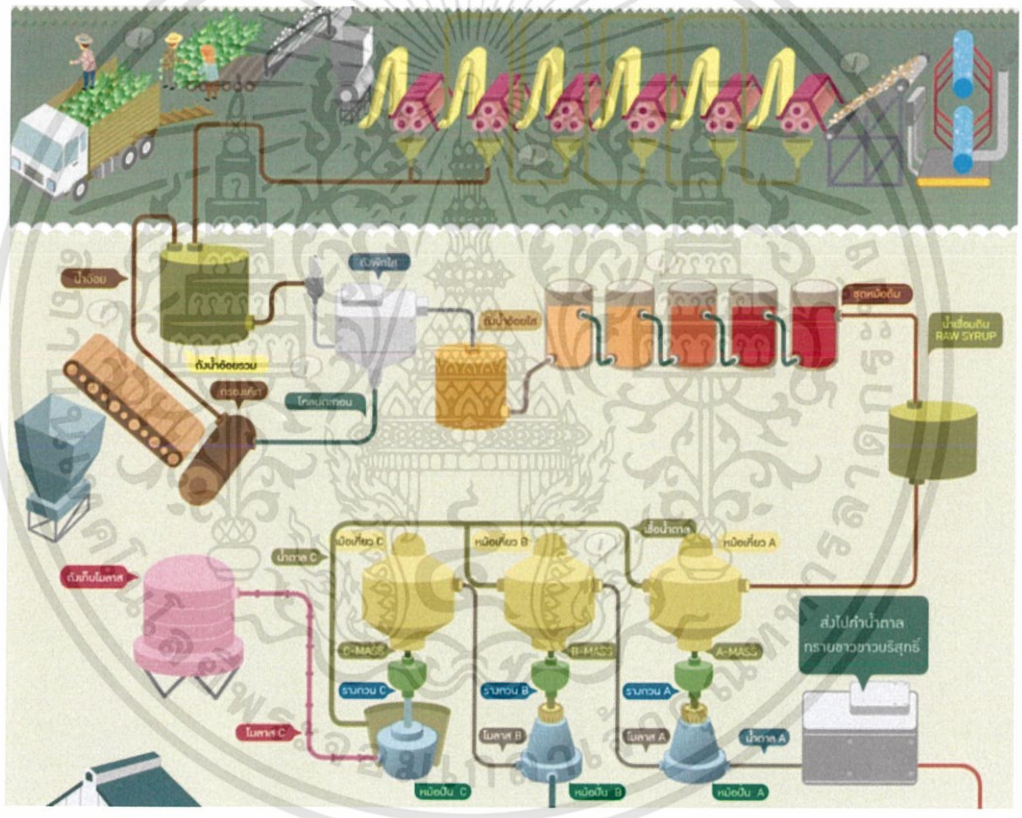
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. การเคี่ยว (Crystallization) :

น้ำเชื่อมที่ได้จากการต้มจะถูกนำเข้าหม้อเคี่ยวระบบสุญญากาศ (Vacuum Pan) เพื่อระเหยน้ำออกจนน้ำออกจนน้ำเชื่อมถึงจุดอิ่มตัว ที่จุดนี้ผลึกน้ำตาลจะเกิดขึ้นมา โดยที่ผลึกน้ำตาล และกากน้ำตาลที่ได้จากการเคี่ยวนี้รวมเรียกว่า แมสิควิท (Massecuite)

5. การปั่นแยกผลึกน้ำตาล (Centrifugaling)

แมสิควิทที่ได้จากการเคี่ยวจะถูกนำไปปั่นแยกผลึกน้ำตาลออกจากกากน้ำตาลโดยใช้เครื่องปั่น (Centrifugals) ผลึกน้ำตาลที่ได้นี้จะเป็นน้ำตาลดิบ



รูปที่ 2.1 กระบวนการผลิตน้ำตาลทรายดิบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 กระบวนการผลิตน้ำตาลทรายขาว

การผลิตน้ำตาลทรายขาวจะมี 5 ขั้นตอนหลัก ๆ ดังรูปที่ 2.2 โดยแต่ละขั้นตอนมีดังนี้

1. การปั่นละลาย (Melter)

นำน้ำตาลดิบมาผสมกับน้ำร้อนหรือน้ำเหลืองจากการปั่นละลาย (Green Molasses) น้ำตาลดิบที่ผสมนี้เรียกว่า แมกมา และแมกมานี้จะถูกนำไปปั่นละลายเพื่อล้างคราบน้ำเหลืองหรือกากน้ำตาลออก

2. การทำความสะอาด และฟอกสี (Clarification)

น้ำเชื่อมที่ได้จากหม้อปั่นละลาย จะถูกนำไปละลายอีกครั้งเพื่อละลายผลึกน้ำตาลบางส่วนที่ยังละลายไม่หมดจากการปั่น และผ่านตะแกรงกรองเข้าผสมกับปูนขาว เข้าฟอกสีโดยผ่านเข้าไปในหม้อฟอก(ปัจจุบันนิยมใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นตัวฟอก) จากนั้นจะผ่านเข้าสู่การกรองโดยหม้อกรองแบบใช้แรงดัน (Pressure Filter) เพื่อแยกตะกอนออก และน้ำเชื่อมที่ได้จะผ่านไปฟอกเป็นครั้งสุดท้ายโดยกระบวนการแลกเปลี่ยนประจุ (Ion Exchange Resin) จะได้นำเชื่อมรีไฟน์ (Fine Liquor)

3. การเคี่ยว (Crystallization)

น้ำเชื่อมรีไฟน์ที่ได้จะถูกนำเข้าหม้อเคี่ยวระบบสุญญากาศ (Vacuum Pan) เพื่อระเหยน้ำออกจนน้ำเชื่อมถึงจุดอิ่มตัว ที่จุดนี้ผลึกน้ำตาลจะเกิดขึ้นมา โดยที่ผลึกน้ำตาล และกากน้ำตาลที่ได้จากการเคี่ยวนี้รวมเรียกว่า แมสิควิท (Massecuite)

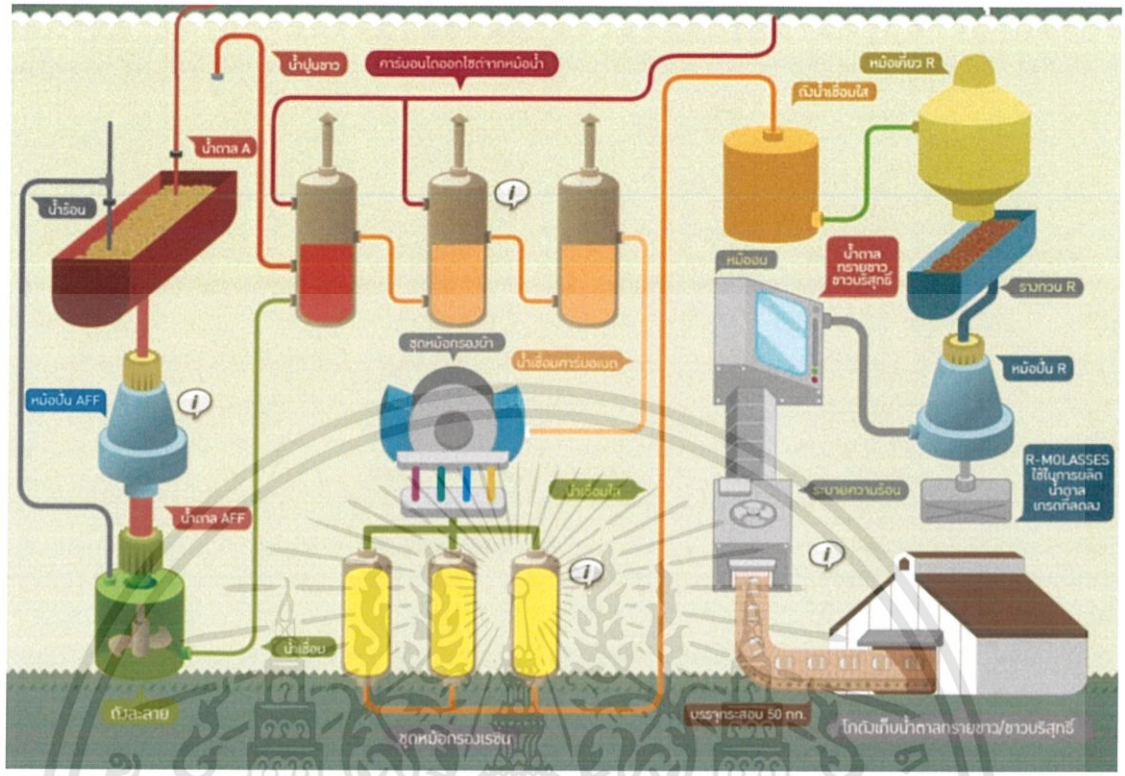
4. การปั่นแยกผลึกน้ำตาล (Centrifugaling)

แมสิควิทที่ได้จากการเคี่ยวจะถูกนำไปปั่นแยกผลึกน้ำตาลออกจากกากน้ำตาลโดยใช้เครื่องปั่น (Centrifugals) ผลึกน้ำตาลที่ได้นี้จะเป็น น้ำตาลรีไฟน์ และน้ำตาลทรายขาว

5. การอบ (Drying)

ผลึกน้ำตาลรีไฟน์และน้ำตาลทรายขาวที่ได้จากการปั่นก็จะเข้าหม้ออบ (Dryer) เพื่อไล่ความชื้นออก แล้วบรรจุกระสอบเพื่อจำหน่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 กระบวนการผลิตน้ำตาลทรายขาว

2.3 การทำงานของระบบช่วยเคี่ยวหม้อเคี่ยวตั้งน้ำตาลทรายขาว

ระบบช่วยเคี่ยวหม้อเคี่ยวตั้งน้ำตาลทรายขาวจะเป็นการเอาระบบควบคุมอัตโนมัติมาช่วยในกระบวนการเคี่ยวของหม้อเคี่ยวตั้งน้ำตาลทรายขาว โดยหม้อเคี่ยวเป็นหม้อเคี่ยวชนิดสุญญากาศ (Vacuum Pan) และเป็นหม้อเคี่ยวแบบตั้ง (Vertical) ลำดับขั้นตอนการทำงานของระบบช่วยเคี่ยวหม้อเคี่ยวตั้งแบบอัตโนมัติ (Automatic Mode) ที่จะกล่าวต่อไปนี้เป็นการศึกษาขั้นตอนรายละเอียดย่อยการทำงานของระบบด้วยตัวเองจากการศึกษาลอจิกโปรแกรมของระบบหม้อเคี่ยวตั้งเดิมโดยในตอนแรกก่อนเริ่มกระบวนการต้องเปิดวาล์วไอเพื่อน้ำไอร้อนเข้าสู่หม้อเคี่ยวตั้งและเปิดตัววาล์วแวคคั่มของตัว Condenser เพื่อควบคุมความดันแบบ PID ของหม้อเคี่ยวตั้งให้ได้ระดับที่ตั้งค่าไว้ โดยจะมีลำดับการทำงานมีลำดับขั้นตอนดังนี้

1. ตรวจสอบความพร้อม

   เมื่อเลือกโหมดอัตโนมัติ (Automatic Mode) แล้วจะยังไม่สามารถกดเริ่มกระบวนการได้โดยมีเงื่อนไขคือ สถานะของวาล์วปล่อยน้ำเชื่อมต้องปิดอยู่และปุ่ม Emergency Stop หน้าตู้ควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต้องไม่ถูกกด เมื่อได้เงื่อนไขทั้ง 2 แล้วจะแสดงสถานะพร้อมสีฟ้าที่หน้าจอ SCADA ถึงจะสามารถกดปุ่มเริ่มกระบวนการ

2. ขั้นตอนการดูดน้ำเชื่อม

   หลังจากกดปุ่มเริ่มกระบวนการน้ำเชื่อมจะยังไม่ถูกดูดเข้าหม้อเคี่ยวเนื่องจากวาล์วหลักและวาล์วน้ำเชื่อม ยังปิดอยู่ จนกระทั่งเมื่อความดันแวคคั่มมากกว่าระดับที่ตั้งไว้ (Set Point) จะเข้าสู่ขั้นตอนดูดน้ำเชื่อม โดยวาล์วหลักและวาล์วน้ำเชื่อมจะเปิด ซึ่งน้ำเชื่อมจะถูกดูดเข้าหม้อเคี่ยวโดยหลักการสุญญากาศ โดยเลือกได้ว่าเป็นวาล์วน้ำเชื่อม,วาล์วน้ำเหลือง R1 และ วาล์วน้ำเหลือง R2 ตัวใดตัวหนึ่ง

3. ขั้นตอนต้มน้ำเชื่อมและเปิดใบกวน

   เมื่อระดับน้ำเชื่อมถึงระดับเป้าหมายที่ตั้งไว้ (Set Point) จะทำการสั่งเปิดใบกวนของหม้อเคี่ยวเพื่อทำการเคี่ยวน้ำเชื่อมในหม้อเคี่ยว

4. ขั้นตอนดูดเชื้อ

   เมื่อระดับความเข้มข้นของน้ำเชื่อมถึงระดับที่ตั้งไว้ จะเปิดวาล์วดูดเชื้อเป็นเวลา 10 วินาที เพื่อใส่หัวเชื้อเพื่อให้น้ำตาลเกิดผลึกเร็วขึ้น

5. ขั้นตอนสร้างเม็ด

   จะมีการหน่วงเวลา 30 วินาทีก่อนเข้าสู่ขั้นตอนล้างน้ำร้อน

6. ขั้นตอนล้างเม็ด

   จะทำการเปิดวาล์วน้ำร้อน 5 นาที เพื่อทำการล้างเม็ดน้ำตาลและเข้าสู่ขั้นตอนการเคี่ยว

7. ขั้นตอนการเคี่ยว

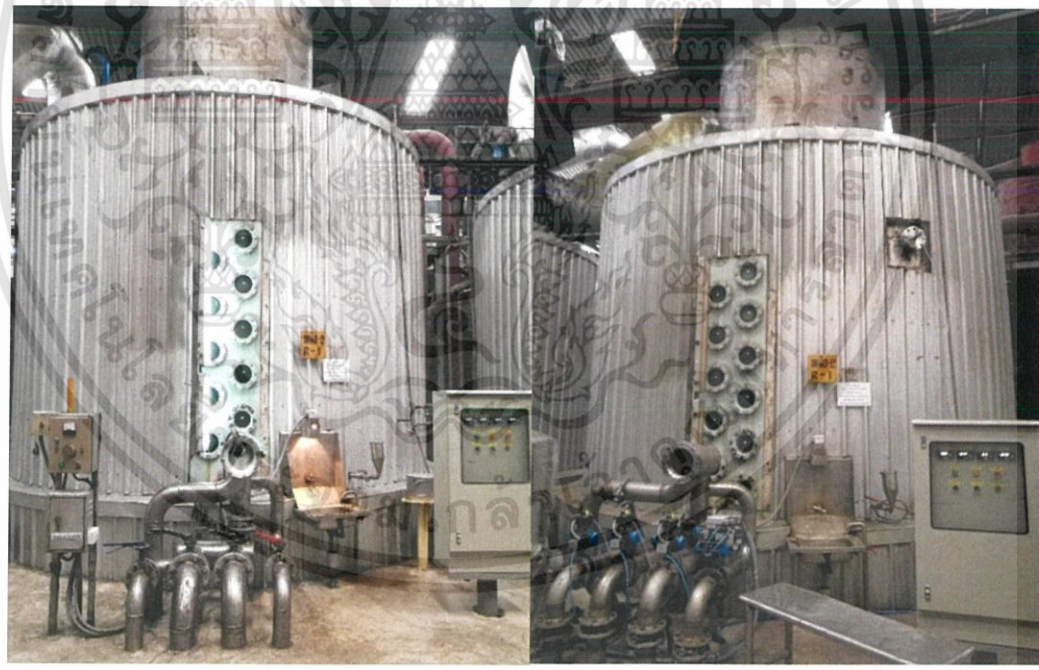
   ขั้นตอนการเคี่ยวจะมีทั้งหมด 12 จุดเคี่ยว โดยในแต่ละจุดเคี่ยวจะมีค่าเป้าหมาย (Set point) ของระดับน้ำเชื่อมและระดับความเข้มข้นต่างกัน โดยจะตรวจสอบเงื่อนไขระดับความเข้มข้นน้ำตาลก่อนแล้วจึงตรวจสอบระดับน้ำเชื่อมเมื่อเข้าเงื่อนไขทั้งสองระบบจะทำการเปลี่ยนจุดเคี่ยวซึ่งจะทำการเปลี่ยนค่าเป้าหมาย (Set point) ของระดับน้ำเชื่อมและระดับความเข้มข้นใหม่ โดยสามารถเลือก วาล์วน้ำเชื่อม,วาล์วน้ำเหลือง R1 และ วาล์วน้ำเหลือง R2 วาล์วใดก็ได้แต่แต่ละจุดเคี่ยวขึ้นอยู่กับสูตรในการผลิตน้ำตาล เมื่อระดับน้ำเชื่อมและระดับความเข้มข้นถึงค่าที่ตั้งไว้ในจุดเคี่ยวสุดท้าย จึงจะสิ้นสุดขั้นตอนการเคี่ยวโดยจะทำการปิดวาล์วน้ำเชื่อมและใบกวน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. หลังจากเคี่ยวน้ำตาลเสร็จสิ้นจะเป็นขั้นตอนปล่อยน้ำตาล เพื่อนำไปปั่นแยกน้ำตาลในกระบวนการถัดไปซึ่งวาล์วปล่อยน้ำตาลจะสามารถเปิดหรือปิดด้วยการควบคุมด้วยมือเท่านั้น

รูปที่ 2.3 ผังงานแสดงขั้นตอนการทำงานของระบบช่วยเคี่ยวหม้อเคี่ยวตั้ง

รูปที่ 2.4 จะแสดงการเปรียบเทียบโดยรูปด้านซ้ายจะเป็นหม้อเคี่ยวที่ใช้ระบบเดิมแบบควบคุมด้วยมือที่ยังใช้วาล์วแบบควบคุมด้วยมือส่วนรูปด้านขวาหม้อเคี่ยวที่ใช้ระบบช่วยเคี่ยวหม้อเคี่ยวตั้งใช้โซลินอยด์วาล์วแบบเปิด-ปิด (On-Off Valve) และวาล์วควบคุม (Control Valve) แทนวาล์วแบบควบคุมด้วยมือ



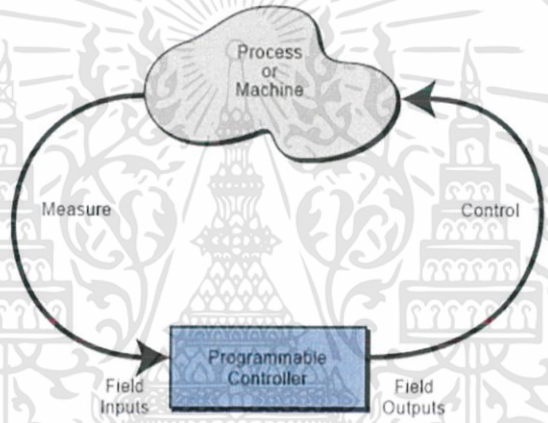
รูปที่ 2.4 รูปเปรียบเทียบระบบเดิมกับระบบอัตโนมัติของหม้อเคี่ยวตั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 PLC

2.4.1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับ PLC

โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ (Programmable logic controller) หรือ PLC ก็คืออุปกรณ์ประเภทโซลิดสเตท ซึ่งเป็นตระกูลหนึ่งของคอมพิวเตอร์ โดยการนำวงจรรวม (Integrated Circuit :IC) มาประยุกต์ใช้เป็นอุปกรณ์ควบคุมแทนที่อุปกรณ์จำพวกรีเลย์ หรือพวกแมกเนติกคอนแทรกเตอร์ PLC มีชุดคำสั่งต่าง ๆเช่น คำสั่งเกี่ยวกับระบบตามลำดับ คำสั่งการหน่วงเวลา คำสั่งการนับ คำสั่งทางคณิตศาสตร์ คำสั่งการจัดการข้อมูล รวมถึงคำสั่งที่ใช้ในระบบสื่อสารต่าง ๆ เพื่อใช้ในการควบคุมทางอุตสาหกรรมและกระบวนการผลิต รูปที่ 2.5 ไดอะแกรมแสดงการใช้งานของระบบ PLC



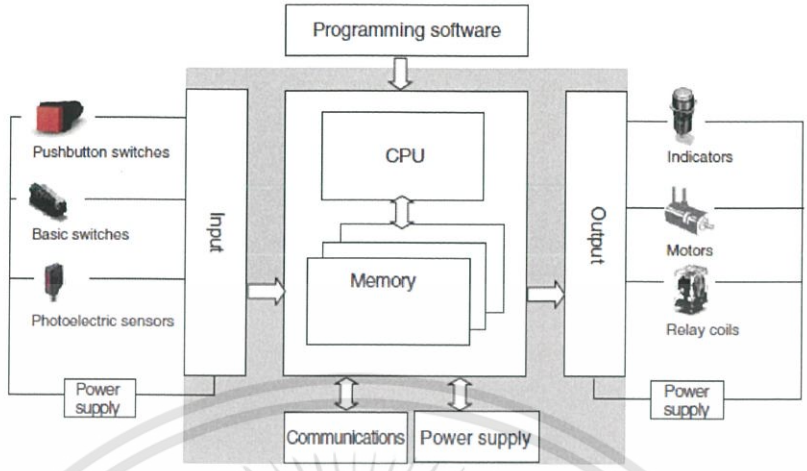
รูปที่ 2.5 ไดอะแกรมแสดงการใช้งานของระบบ PLC

2.4.2 โครงสร้างของ PLC

PLC จะมีส่วนประกอบสำคัญด้วยกันทั้งหมด 5 ส่วนดังรูปที่ 2.6 แต่ละส่วนมีดังนี้

1. หน่วยประมวลผลกลาง (CPU; Central Processing Unit)
2. หน่วยความจำ (Memory Unit)
3. ภาคอินพุต (Input Unit)
4. ภาคเอาต์พุต (Output Unit)
5. ภาคแหล่งจ่ายพลังงาน (Power Supply Unit)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.6 ส่วนประกอบสำคัญของ PLC

โดยแต่ละส่วนมีคุณสมบัติดังนี้

1. หน่วยประมวลผลกลาง (CPU; Central Processing Unit)

หน่วยประมวลผลกลางหรือซีพียู ทำหน้าที่ประมวลผลการทำงานตามคำสั่งของส่วนต่าง ๆ ตามที่ได้รับมา เช่น การคำนวณทางคณิตศาสตร์ การเรียงลำดับ เป็นต้น การประมวลผลจะถูกส่งออกไปยังส่วนต่าง ๆ ตามคำสั่งที่ระบุไว้ โดยความเร็วในการประมวลผลขึ้นอยู่กับขนาดของซีพียู และขนาดของโปรแกรม ซีพียูแต่ละตัวก็จะมีคุณสมบัติที่ต่างกันขึ้นอยู่กับขนาดของ ไมโครโปรเซสเซอร์ ทำให้ PLC แต่ละรุ่นมีความเร็ว ในการประมวลผลที่แตกต่างกัน

2. หน่วยความจำ (Memory Unit)

หน่วยความจำ คืออุปกรณ์ที่ใช้เก็บโปรแกรมและข้อมูลต่าง ๆ ของ PLC เมื่อ PLC ทำงานจะนำเอาโปรแกรมและข้อมูลในหน่วยความจำมาประมวลผล หน่วยความจำที่ใช้งานอยู่ใน PLC มีด้วยกัน 2 แบบ คือ

2.1 หน่วยความจำชั่วคราว (RAM: Random Access Memory)

ใช้เก็บโปรแกรมและข้อมูลที่ทำงานจากการสั่ง RUN/STOP PLC โปรแกรมและข้อมูลที่สร้างขึ้นโดยผู้ใช้ก็ถูกเก็บในส่วนนี้ด้วย คุณสมบัติของ RAM เมื่อไม่มีไฟเลี้ยงจะทำให้โปรแกรมและข้อมูลหายไป ทันที ดังนั้นภายใน PLC จึงมีแบตเตอรี่สำรองข้อมูล (Backup Battery) เพื่อใช้สำรองข้อมูล (Backup Data) กรณีที่ไฟหลัก (Main Power Supply) ไม่จ่ายไฟให้กับ PLC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 หน่วยความจำถาวร (ROM: Read Only Memory)

เป็นส่วนที่ใช้สำรองโปรแกรมและข้อมูล (Backup Program and Data) เพื่อใช้ในกรณีที่โปรแกรมและข้อมูลใน RAM หายไป ROM ไม่จำเป็นต้องมีแบตเตอรี่สำรองข้อมูล มีข้อเสียคือเวลาในการเข้าถึงข้อมูล (Time Access) ที่ช้ากว่า RAM ดังนั้น PLC จึงมีหน่วยความจำใช้งานทั้ง RAM และ ROM ร่วมกันอยู่

ROM ยังแบ่งออกเป็น 3 ชนิด ดังนี้

1. PROM (Programmable ROM) จัดเป็น ROM รุ่นแรก เขียนข้อมูลลงชิพได้เพียงครั้งเดียวถ้าเขียนข้อมูลไม่สมบูรณ์ชิพก็จะเสียทันทีไม่สามารถนำกลับมาเขียนใหม่ได้อีก

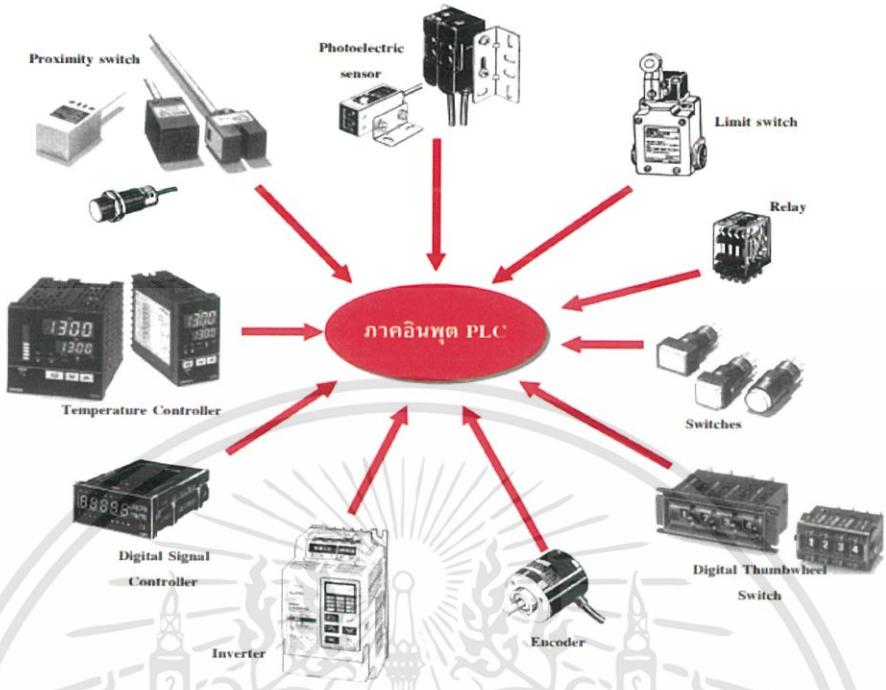
2. EPROM (Erasable Programmable ROM) พัฒนามาจาก PROM หน่วยความจำชนิด EPROM นี้จะต้องใช้เครื่องมือพิเศษในการเขียนโปรแกรม การลบโปรแกรมทำได้โดยใช้แสงอัลตราไวโอเลตหรือตากแดดร้อนๆ นาน ๆ มีข้อดีตรงที่โปรแกรมจะไม่สูญหายแม้ไฟดับ จึงเหมาะกับการใช้งานที่ไม่ต้องเปลี่ยนโปรแกรม

3. EEPROM (Electrical Erasable Programmable Read Only Memory) หน่วยความจำชนิดนี้ไม่ต้องใช้เครื่องมือพิเศษในการเขียนและลบโปรแกรม โดยใช้วิธีการทางไฟฟ้าเหมือน กับ RAM นอกจากนั้นไม่จำเป็นต้องมีแบตเตอรี่สำรองไฟเมื่อไฟดับ ราคาจะแพงกว่า แต่จะรวมคุณสมบัติที่ดีของทั้ง RAM และ EPROM เอาไว้ด้วยกัน

3. ภาคอินพุต (Input Unit)

ภาคอินพุตของ PLC ทำหน้าที่รับสัญญาณจากอุปกรณ์ภายนอกแล้วส่งให้หน่วยประมวลผล อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่นำมาต่อกับภาคอินพุตได้นั้น จัดออกเป็นกลุ่มๆ ตัวอย่างอุปกรณ์อินพุต เช่น รีเลย์ สวิตช์ลิมิตสวิตช์ อินเวอร์เตอร์ โฟโตอิเล็กทริกเซ็นเซอร์ เป็นต้น แสดงดังรูปที่ 2.7

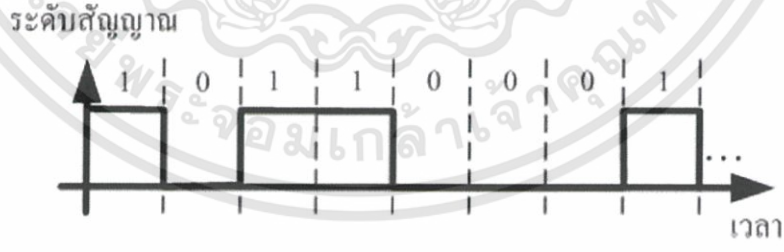
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.7 อุปกรณ์อินพุตแบบต่าง ๆ

สัญญาณจากอุปกรณ์อินพุตสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ

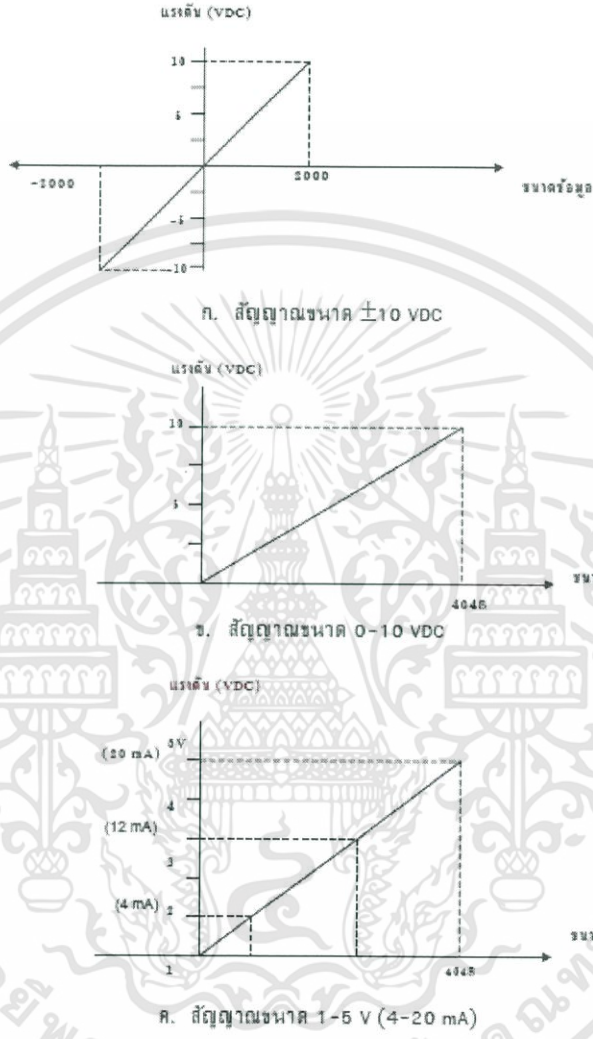
3.1 ดิจิตอลอินพุต (Digital Input) หมายถึง อินพุตที่รับรู้สัญญาณได้เพียงแค่ “ON” หรือ “OFF” เท่านั้น สามารถแสดงให้เห็นดังรูปที่ 2.8



รูปที่ 2.8 สัญญาณที่ส่งให้ดิจิตอลอินพุต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 อนาล็อกอินพุต (Analog Input) จัดเป็นอินพุตที่สามารถรับสัญญาณที่บอกเป็นปริมาณที่เปลี่ยนแปลงค่าได้เช่น 0-10 VDC, ±10 VDC และ 1-5 V (4-20 mA) ดังรูปที่ 2.9

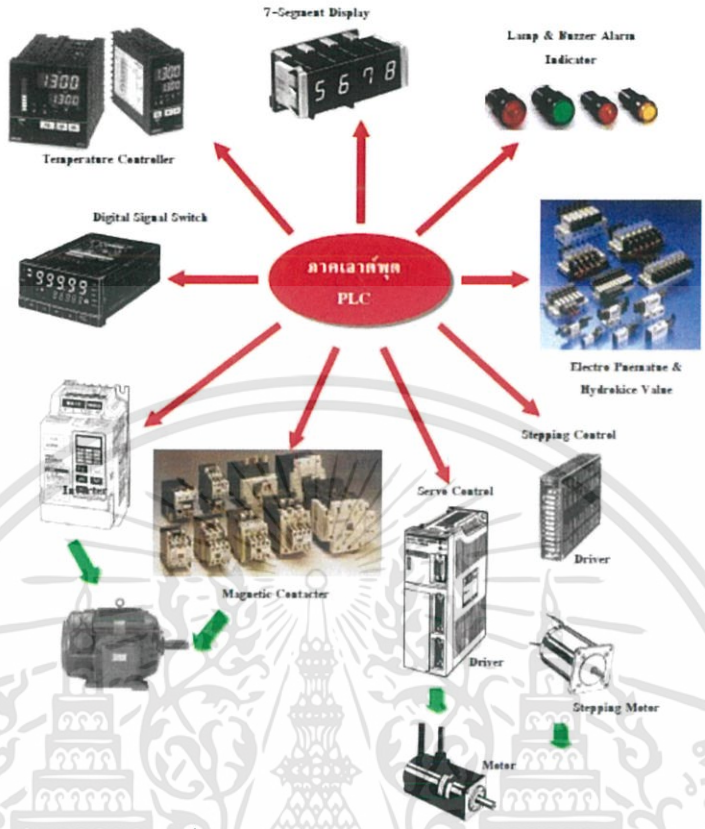


รูปที่ 2.9 สัญญาณแบบต่าง ๆ ที่ส่งให้อนาล็อกอินพุต

4. ภาคเอาต์พุต (Output Unit)

ภาคเอาต์พุตของ PLC ทำหน้าที่ส่งสัญญาณออกไปควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าหรือเครื่องจักรตามเงื่อนไขที่ถูกเขียนโปรแกรมไว้ใน PLC ตัวอย่างอุปกรณ์เอาต์พุต เช่น อุปกรณ์สตาร์ทมอเตอร์ โซลินอยด์วาล์ว หลอดไฟฟ้า กริ่งไฟฟ้า เป็นต้น แสดงดังรูปที่ 2.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.10 อุปกรณ์เอาต์พุตแบบต่าง ๆ

ชนิดของเอาต์พุตของ PLC จะมีให้เลือกใช้อยู่ 2 ลักษณะเช่นเดียวกับภาคอินพุตคือ

4.1 ดิจิตอลเอาต์พุต (Digital Output) หมายถึงเอาต์พุตที่สั่งการทำงานได้เพียงแค่ “ON” หรือ “OFF” เท่านั้น

4.2 อนาล็อกอินเอาต์พุต (Analog Output) เป็นเอาต์พุตที่สามารถส่งสัญญาณที่ควบคุมเป็นปริมาณได้ ค่าที่จะส่งออกก็จัดเป็นค่าสัญญาณมาตรฐานเหมือนภาคอินพุตแบบ อนาล็อกคือ สัญญาณ 0-10 VDC, ±10 VDC และ 1-5 V (4-20 mA) ลักษณะกราฟ ภาคเอาต์พุตที่จะส่งสัญญาณออกไปเหมือนกับกราฟอนาล็อกอินพุตดังรูปที่ 2.9

5. ภาคแหล่งจ่ายพลังงาน (Power Supply Unit)

ภาคแหล่งจ่ายพลังงาน จะทำหน้าที่จ่ายพลังงานให้กับอุปกรณ์ภายใน PLC และจ่ายพลังงานเลี้ยงวงจรที่จะนำมาต่อกับ PLC ทั้งภาคอินพุตและเอาต์พุตด้วย ซึ่งแหล่งจ่ายพลังงานของ PLC จะแบ่งออกเป็น 2 ชุด ชุดหนึ่งสำหรับอุปกรณ์และวงจรภายในแต่ละโมดูลต่างๆ ของ PLC อีกชุดหนึ่งเป็นตัวจ่ายพลังงาน 24 VDC (Service Unit 24 VDC) สำหรับการต่อวงจรภาคอินพุตหรือเอาต์พุต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

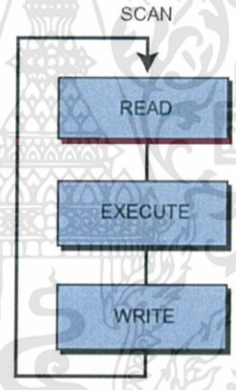
2.4.3 ขั้นตอนการทำงานของหน่วยประมวลผลกลาง

ระหว่างการดำเนินการ หน่วยประมวลผลกลางจะทำงาน 3 ขั้นตอนดังรูปที่ 2.11 มีขั้นตอนดังนี้

1. READS หรือ Accept คือ กระบวนการรับสัญญาณอินพุตจากอุปกรณ์ผ่านทางอินพุตอินเตอร์เฟส

2. Executes หรือ Perform คือ กระบวนการที่โปรแกรมควบคุมเก็บเข้าไปในหน่วยความจำและดำเนินการตามโปรแกรมที่อยู่ในหน่วยความจำ

3. WRITES หรือ Update เป็นกระบวนการที่เกี่ยวกับอุปกรณ์ทางเอาต์พุตกับอินเตอร์เฟสทางเอาต์พุตว่าจะให้เอาต์พุตมีสถานะเช่นใด โดยจะมีการอัพเดท (Update) เอาต์พุตซึ่งรู้จักกันว่าสแกนไทม์ (Scan Time) ซึ่งเป็นกระบวนการต่อจาก 2 กระบวนการที่แล้วคือ 1. อ่านอินพุต 2. ดำเนินการตามโปรแกรมที่อยู่ในหน่วยความจำ



รูปที่ 2.11 ขั้นตอนการทำงานของหน่วยประมวลผลกลาง

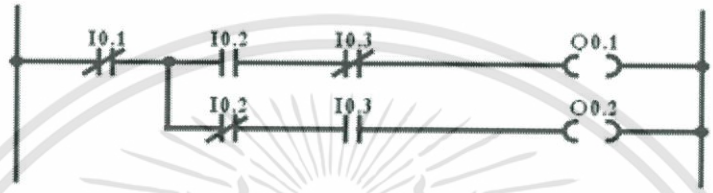
2.4.4 ภาษาที่ใช้ในการเขียนโปรแกรม

ภาษาที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมตามมาตรฐาน IEC 1131-3 กำหนดไว้ 5 ภาษาคือ LD (Ladder diagram), FBD (Function block diagram), IL (Instruction list), ST (Structure text) และ SFC (Sequential function chart) ถึงแม้ว่าลักษณะโครงสร้างของ แต่ละภาษาจะมีความแตกต่างกัน แต่ในแต่ละภาษาจะมีส่วนประกอบต่าง ๆ ในโปรแกรมมีลักษณะเดียวกันตาม มาตรฐาน IEC 1131-3 เช่น ลักษณะการประกาศตัวแปร ฟังก์ชัน และฟังก์ชันบล็อก เป็นต้น แต่อย่างไรก็ตาม เราสามารถที่จะเขียนโปรแกรมโดยนำรูปแบบการเขียนในภาษาต่าง ๆ มารวมกันได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. LD (Ladder diagram)

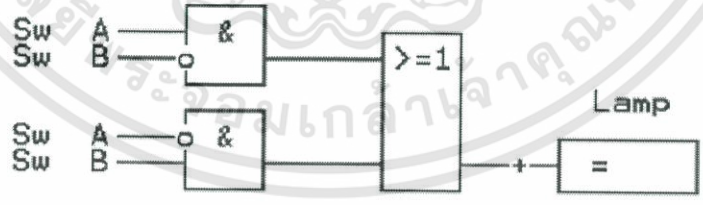
แลดเดอร์ไดอะแกรม (Ladder diagram) จะเป็นภาษาที่เขียนอยู่ในรูปของกราฟฟิค ซึ่งมีพื้นฐานมาจากวงจรควบคุมแบบรีเลย์ และวงจรไฟฟ้า ซึ่งแลดเดอร์ไดอะแกรมจะประกอบด้วย ราง (Rail) ทั้งซ้ายและขวาของไดอะแกรมดังรูปที่ 2.12 เพื่อใช้สำหรับเชื่อมต่ออุปกรณ์ที่เป็นสวิตช์หน้าสัมผัส เพื่อเป็นทางผ่านของกระแส และมีขดลวด หรือ คอยล์ เป็นเอาต์พุต



รูปที่ 2.12 ตัวอย่างการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาแลดเดอร์

2. FBD (Function block diagram)

เป็นภาษาที่แสดงฟังก์ชัน การทำงานในรูปของกราฟฟิคเช่นเดียวกัน และเชื่อมต่อกันเป็นโครงข่ายดังรูปที่ 2.13 โดยการเขียนโปรแกรมในรูปของ ฟังก์ชันบล็อคไดอะแกรม จะมีพื้นฐานมาจาก ลอจิกไดอะแกรม



รูปที่ 2.13 ตัวอย่างการเขียนโปรแกรมด้วยภาษา FBD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. IL (Instruction list)

IL จะเป็นภาษาที่เขียนอยู่ในรูปของข้อความ และมีลักษณะคล้ายกับภาษาแอสเซมบลี้ (Assembly) และภาษาเครื่อง (Machine code) ซึ่งภายในหนึ่งคำสั่งควบคุมจะประกอบด้วยส่วนปฏิบัติการ (Operator) และส่วนที่ถูกดำเนินการ (Operand) ดังรูปที่ 2.14

```
:A    -Sw. A
:AN   -Sw. B
:O
:AN   -Sw. A
:A    -Sw. B
:=    -Lamp
```

รูปที่ 2.14 ตัวอย่างการเขียนโปรแกรมด้วยภาษา IL

4. ST (Structure text)

ST จะเป็นภาษาในระดับสูง โดยมีพื้นฐานมาจากภาษา Pascal ซึ่งจะประกอบไปด้วยนิพจน์ และคำสั่ง โดยคำสั่งทั่วไปจะอยู่ในรูปของคำสั่งเกี่ยวกับการเลือกทำงาน เช่น IF, THEN และ ELSE เป็นต้น คำสั่งเกี่ยวกับการทำงานซ้ำ เช่น FOR, WHILE เป็นต้น ดังรูปที่ 2.15

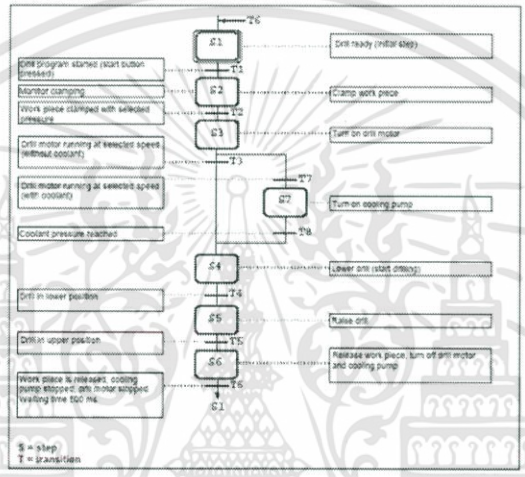
```
FUNCTION SQUARE : INT
(*********************************************************
This function returns as its function value the square of the
input value or if there is overflow, the maximum value that
can be represented as an integer.
*********************************************************)
VAR_INPUT
    value : INT;
END_VAR
BEGIN
IF value <= 181 THEN
    SQUARE   := value * value; //Calculation of function
value
ELSE
    SQUARE   := 32_767; // If overflow, set maximum value
END_IF;
END_FUNCTION
```

รูปที่ 2.15 ตัวอย่างการเขียนโปรแกรมด้วยภาษา ST

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. SFC (Sequential function chart)

SFC จะเป็นภาษาที่รองรับการเขียนโปรแกรมที่มีโครงสร้างการทำงานเป็นแบบซีเควนซ์ ซึ่งส่วน ประกอบของ SFC จะประกอบด้วย Step (คำสั่งในการปฏิบัติการในแต่ละขั้นตอน) และ Transition (เงื่อนไขที่กำหนดให้กระทำคำสั่งในแต่ละ Step) นอกจากนี้ยังสามารถกำหนดลักษณะการทำงาน เช่น Alternative step sequence และ Parallel step sequence เป็นต้น ดังรูปที่ 2.16



รูปที่ 2.16 ตัวอย่างการเขียนโปรแกรมด้วยภาษา SFC

2.5 SCADA

2.5.1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับระบบ SCADA

SCADA นั้นย่อมาจากคำว่า Supervisory Control And Data Acquisition เป็นระบบตรวจสอบและวิเคราะห์ข้อมูลแบบ Real-time ใช้ในการตรวจสอบสถานะตลอดจนถึงควบคุมการทำงานของระบบควบคุมในอุตสาหกรรมและงานวิศวกรรมต่าง ๆ เช่น งานด้านโทรคมนาคมสื่อสาร การประปา การบำบัดน้ำเสีย การจัดการด้านพลังงาน อุตสาหกรรมการกลั่นน้ำมันและก๊าซ อุตสาหกรรมเคมี อุตสาหกรรมประกอบรถยนต์ อุตสาหกรรมน้ำตาล การขนส่ง กระบวนการนิวเคลียร์ในโรงไฟฟ้าเป็นต้น ตัวอย่างการใช้งานเช่นใช้ SCADA ตรวจสอบข้อมูลเช่นการรั่วไหลของของเหลวที่เกิดขึ้นในท่อขนส่งจากตัวตรวจจับแล้วส่งสัญญาณแจ้งเตือนให้พนักงานทราบ โดยส่งข้อมูลสู่ส่วนกลางของระบบ SCADA เป็นต้น นอกจากนั้น SCADA อาจทำหน้าที่คำนวนและประมวลผลข้อมูลที่ได้จากฮาร์ดแวร์ต่าง ๆ เช่น PLC, Controller, DCS,

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

RTU แล้วแสดงข้อมูลทางหน้าจอ หรือส่งสัญญาณควบคุมฮาร์ดแวร์ดังกล่าว เช่นหากอุณหภูมิของอุปกรณ์สูงเกินพิกัด ให้ทำการปิดอุปกรณ์นั้นเป็นต้น โดยสั่งงานผ่าน PLC หรือ Controller ที่ติดต่ออยู่ ทั้งนี้ SCADA สามารถเก็บรวบรวมข้อมูลที่ได้จากระบบควบคุมทั้งหมดไว้ในฐานข้อมูลเพื่อให้พนักงานหรือโปรแกรมอื่น ๆ สามารถนำไปใช้งานได้ SCADA นั้นเข้าไปมีส่วนในงานควบคุมทั้งเล็กและใหญ่ที่ต้องการแสดงผล แลกเปลี่ยนข้อมูล หรือควบคุมระบบต่าง ๆ จากส่วนกลาง เพื่อการทำงานของระบบรวมที่สัมพันธ์กัน มองเห็นภาพรวมได้อย่างชัดเจนและมีความรวดเร็วต่อเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น ระบบ SCADA ในปัจจุบันมีความสามารถในการสื่อสาร ควบคุม และประมวลผลข้อมูลจาก I/O ของอุปกรณ์เช่น PLC, DCS, RTU ได้ถึงระดับที่เกินหนึ่งแสน I/O แล้ว และได้รับการพัฒนาให้มีความสามารถรองรับความต้องการใหม่ ๆ ของผู้ใช้งานอย่างต่อเนื่องตลอดมา

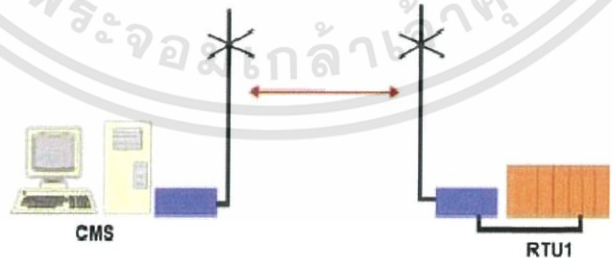
ระบบ SCADA เป็นการรวมขบวนการ 2 ขบวนการเข้าด้วยกัน คือ

1. Telemetry System เป็นเทคนิคที่ใช้ในการส่งและรับข้อมูลผ่านสื่อกลาง โดยข้อมูลนั้นสามารถวัดได้ ข้อมูลเหล่านี้จะถูกส่งไปอีกสถานที่หนึ่งโดยผ่านสื่อกลางต่าง ๆ เช่น เคเบิล สายโทรศัพท์ หรือคลื่นวิทยุ

2. Data Acquisition เป็นวิธีการเข้าถึงและควบคุมข้อมูลจากอุปกรณ์ที่ถูกควบคุม หรือถูกตรวจสอบอยู่ โดยที่ข้อมูลที่ได้จะถูกส่งไปให้ระบบ Telemetry System เพื่อทำการส่งต่อไป

SCADA แบ่งออกเป็นสองรูปแบบ คือ

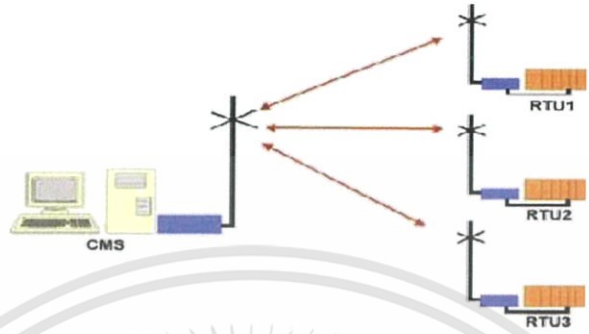
1. Point-to-Point Configuration เป็นการควบคุมที่ใช้หน่วยควบคุมในการการควบคุมกระบวนการผลิตเพียงกระบวนการเดียว ดังรูปที่ 2.17



รูปที่ 2.17 Point-to-Point Configuration

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. Point-to-Multipoint Configuration เป็นการควบคุมใช้หน่วยควบคุมเดียวในการควบคุมกระบวนผลิตการหลายกระบวนการ ดังรูปที่ 2.18



รูปที่ 2.18 Point-to-Multipoint Configuration

2.5.2 องค์ประกอบของ SCADA มีองค์ประกอบดังนี้

1. หน่วยติดต่อและปฏิบัติการของผู้ใช้ระดับบน
2. หน่วยควบคุมระยะไกล
3. หน่วยติดต่อระยะไกล

องค์ประกอบของ SCADA แสดงในรูปที่ 2.19

รูปที่ 2.19 องค์ประกอบของ SCADA

ผู้ใช้สามารถตรวจสอบและควบคุมกระบวนการผลิตภายในโรงงานอุตสาหกรรมเป็นระยะทางไกลได้โดย หน่วยติดต่อและปฏิบัติการของผู้ใช้ระดับบนเป็นเครื่องมือปฏิบัติการของผู้ใช้สำหรับตรวจสอบและควบคุม กระบวนการผลิตเชื่อมต่อกับหน่วยควบคุมระยะไกล หน่วยควบคุมระยะไกลติดต่อกับหน่วยติดต่อระยะไกลโดยการสื่อสารข้อมูลแบบดิจิตอลทางระบบเครือข่ายคมนาคม และหน่วยติดต่อระยะไกล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นเครื่องมือเชื่อมต่อกับกระบวนการผลิต ประกอบด้วย หน่วยรับสัญญาณ และส่งสัญญาณของสัญญาณชนิดแอนะล็อก และสัญญาณชนิดดิจิตอล

2.5.3 ส่วนประกอบของ SCADA

1. Field Instrumentation เป็นส่วนของเครื่องมือหรือเซนเซอร์ที่เชื่อมต่อกับเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ที่ถูกควบคุมหรือตรวจสอบ โดยจะเปลี่ยนค่าปริมาณทางฟิสิกส์ ให้เป็นปริมาณทางไฟฟ้า ซึ่งอาจจะอยู่ในรูปของแอนะล็อกหรือดิจิตอล

2. Remote Station เป็นส่วนที่ทำการรวบรวมข้อมูลจากเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ และส่งไปยังศูนย์กลางระบบ SCADA

3. Communication Network เป็นการส่งข้อมูลดิจิตอลระหว่างสถานที่หนึ่งไปยังสถานที่หนึ่งโดยผ่านตัวกลางในการติดต่อสื่อสาร เช่น สายเคเบิล คลื่นวิทยุ

4. Central Monitoring Station (CMS) เป็นศูนย์กลางระบบ SCADA โดยรับข้อมูลมาประมวลผลและทำการแสดงกระบวนการบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ ประกอบด้วยซอฟต์แวร์ และฮาร์ดแวร์

2.5.4 ฐานข้อมูลของ SCADA

1. Real-time Database Servers เป็นระบบฐานข้อมูลที่ใช้จัดการและเก็บค่าของกระบวนการ ณ เวลาปัจจุบันในขณะใด ๆ ค่า Real-time จะเปลี่ยนแปลงไปตามสภาพของกระบวนการที่เปลี่ยนแปลงไปตามเวลา

2. Historical Database Servers เป็นระบบฐานข้อมูลที่ใช้จัดการและจัดเก็บค่า Historical Data ของกระบวนการเพื่อใช้ในการ Trending ,Logging ,Statistic และ Report

2.5.5 มาตรฐานโปรโตคอลที่ใช้กันในปัจจุบัน

1. ASCII (American Standard Code for Information Interchange) เป็นโปรโตคอลที่ใช้ในการสื่อสารของคอมพิวเตอร์ที่รู้จักกันอย่างแพร่หลายและเป็นสากล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. CAP (Compressed ASCII Protocol) เป็น RTU Protocol ที่ดีที่สุด เป็นภาษาที่คนสามารถเข้าใจได้ มีความน่าเชื่อถือ เร็ว และมีความปลอดภัยสูง

3. Modbus เป็น point-to-point PLC protocol ที่ใช้กันทุกแห่งทุกหน แต่มีข้อเสียคือ เป็นภาษาที่คนไม่สามารถอ่านเข้าใจได้

4. Modbus X พัฒนามาจาก Modbus ทำให้สามารถอ่านและสามารถสร้างจำนวนบวกและลบได้

5. IEEE 32 bits Signal Format Floating Point เป็นมาตรฐานของโรงงานอุตสาหกรรม สำหรับส่งตัวเลข 32 บิต ด้วยความถูกต้อง

2.6 TCP/IP

2.6.1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับ TCP/IP

TCP/IP (Transmitssion Control Protocol/Internet Protocol) เป็นชุดของโปรโตคอลที่ถูกใช้ในการสื่อสารผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้สามารถใช้สื่อสารจากต้นทางข้ามเครือข่ายไปยังปลายทางได้ และสามารถหาเส้นทางที่จะส่งข้อมูลไปได้เองโดยอัตโนมัติ ถึงแม้ว่าในระหว่างทางอาจจะผ่านเครือข่ายที่มีปัญหา โปรโตคอลก็ยังคงหาเส้นทางอื่นในการส่งผ่านข้อมูลไปให้ถึงปลายทางได้

ชุดโปรโตคอลนี้ได้รับการพัฒนามาตั้งแต่ปี 1960 ซึ่งถูกใช้เป็นครั้งแรกในเครือข่าย ARPANET ซึ่งต่อมาได้ขยายการเชื่อมต่อไปทั่วโลกเป็นเครือข่ายอินเตอร์เน็ต ทำให้ TCP/IP เป็นที่ยอมรับอย่างกว้างขวางจนถึงปัจจุบัน

2.6.2 จุดประสงค์ของการสื่อสารตามมาตรฐานของ TCP/IP

1. เพื่อใช้ติดต่อสื่อสารระหว่างระบบที่มีความแตกต่างกัน

2. ความสามารถในการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในระบบเครือข่าย เช่นในกรณีที่ผู้ส่งและผู้รับยังคงมีการติดต่อกันอยู่ แต่โหนดกลางที่ใช้เป็นผู้ช่วยรับ-ส่งเกิดเสียหายใช้การไม่ได้ หรือสายสื่อสารบางช่วงถูกตัดขาด กฎการสื่อสารนี้จะต้องสามารถจัดหาทางเลือกอื่นเพื่อทำให้การสื่อสารดำเนินต่อไปได้โดยอัตโนมัติ

3. มีความคล่องตัวต่อการสื่อสารข้อมูลได้หลายชนิดทั้งแบบที่ไม่มีความเร่งด่วน เช่น การจัดส่งแฟ้มข้อมูล และแบบที่ต้องการรับประกันความเร่งด่วนของข้อมูล เช่น การสื่อสารแบบ real-time และทั้งการสื่อสารแบบเสียง (Voice) และข้อมูล (data)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง

2.7.1 วาล์ว (Valve)

1. โซลินอยด์วาล์ว (Solenoid Valve)

เป็นอุปกรณ์แม่เหล็กไฟฟ้าชนิดหนึ่งที่มีหลักการทำงานคล้ายกับรีเลย์ (Relay) ภายในโครงสร้างของโซลินอยด์ จะประกอบไปด้วยขดลวดที่พันอยู่รอบแท่งเหล็กที่ภายใน ประกอบด้วยแม่เหล็กชุดบนกับชุดล่าง เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวดที่พันอยู่รอบแท่งเหล็ก จะส่งผลให้แท่งเหล็กชุดล่างมีอำนาจแม่เหล็กดึงแท่งเหล็กชุดบนลงมาสัมผัสกันทำ ให้ครบวงจรทำงาน เมื่อวงจรถูกตัดกระแสไฟฟ้าทำให้แม่เหล็กส่วนล่างหมดอำนาจแม่เหล็กสปริงก็จะดันแท่งเหล็กส่วนบนกลับสู่ตำแหน่งปกติ จากหลักการดังกล่าวของโซลินอยด์ก็จะนำมาใช้ในการเลื่อนลิ้นวาล์วของระบบนิวเมติกส์ การปิด-เปิดวาล์วจ่ายน้ำ หรือของเหลวอื่นๆ โครงสร้างของโซลินอยด์โดยทั่วไปแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ เลื่อนวาล์วด้วยโซลินอยด์วาล์วกลับด้วยสปริง (Single Solenoid Valve) และเลื่อนวาล์วด้วยโซลินอยด์วาล์วกลับด้วยโซลินอยด์วาล์ว (Double Solenoid Valve) เป็นวาล์วชนิดสถานะคือเปิดสุดกับปิดสุด ดังรูปที่ 2.20

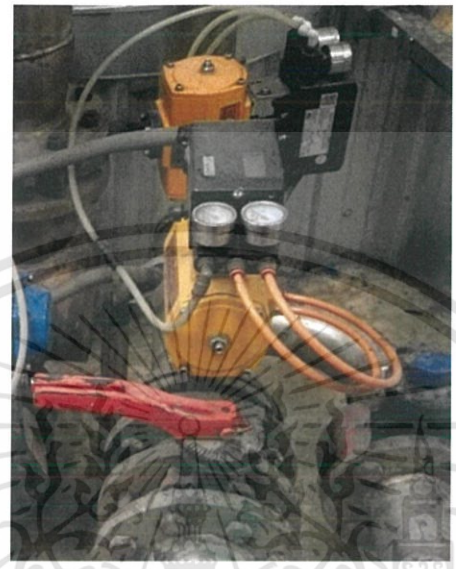
รูปที่ 2.20 โซลินอยด์วาล์ว (Solenoid Valve)

2. วาล์วควบคุม (Control Valve)

Pneumatic Valve Positioner เป็นอุปกรณ์ประเภทหนึ่งที่ใช้กันมากในภาคออุตสาหกรรม ซึ่งมีหน้าที่ในการควบคุมการไหลของของไหล เช่น แก๊ส ไอน้ำ น้ำ และสารเคมีต่าง ๆ เป็นต้น เพราะ Reliability ที่สูงและการซ่อมบำรุงรักษาที่ทำได้ง่าย โดย Pneumatic Valve Positioner จะรับสัญญาณโดยตรงมาจาก Pneumatic Controller หรือสัญญาณ 4 – 20 mA จาก DCS (Distributed Control

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

System) และผ่านตัวแปลงสัญญาณไฟฟ้าเป็นลม Electric-Pneumatic Converter ประกอบด้วยสองส่วนหลักคือ ตัววาล์ว (Valve Body) และ หัวขับ (Actuator) ดังรูปที่ 2.21



รูปที่ 2.21 วาล์วควบคุม (Control Valve)

2.7.2 Brix and Concentration measurement

การวัดค่าบริกซ์ (Brix) เป็นการใช้งานที่รู้จักกันอย่างดีในอุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่มกล่าวให้ชัดเจนก็คือการวัดค่าบริกซ์คือการวัดปริมาณซูโครสบริสุทธิ์ในน้ำ (บริกซ์ 1 องศา = ซูโครส 1 ก. ในสารละลาย 100 ก.) การวัดค่าบริกซ์สามารถดำเนินการได้ด้วยดัชนีหักเห ตลอดจนถึงความหนาแน่น เมื่อวัดค่าปริมาณซูโครสบริสุทธิ์ในน้ำ โดยใช้เครื่องมือวัดค่าบริกซ์ (Brix) ชนิด Microwave Analyzer ดังรูปที่ 2.22

รูปที่ 2.22 Brix and Concentration measurement

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.3 Pressure Transmitter

คือ อุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดความดันและแปลงสัญญาณออกมาเป็นสัญญาณมาตรฐานที่มีทั้งสัญญาณ Analog 4-20mA, 0-10VDC เพื่อนำไปควบคุมขบวนการทำงานต่าง ๆ ในอุตสาหกรรม Pressure Transmitter นั้นสามารถวัดได้ทั้งของของเหลว เช่น ก๊าซ น้ำ แสดงดังรูปที่ 2.23

รูปที่ 2.23 Pressure Transmitter

2.7.4 Level Transmitter

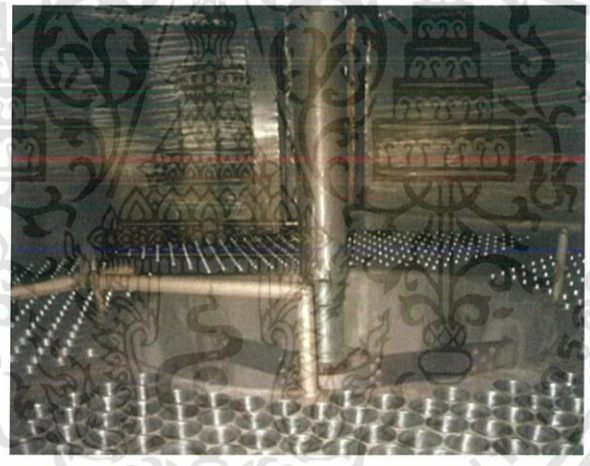
อุปกรณ์ทางไฟฟ้าที่ใช้ในการรับสัญญาณระดับของเหลว ส่วนใหญ่การวัดระดับโดยทั่วไปการใช้ความดันแตกต่างจะเป็นที่นิยมใช้งานอย่างกว้างขวาง ดังรูปที่ 2.24 โดยจะอ่านค่าได้จากความสูงของเหลวที่ทำการวัด โดยทั่วไปด้าน HP (High Pressure) ของอุปกรณ์จะถูกต่ออยู่กับจุดต่อด้านต่ำสุดของถัง (Lower Nozzle) และด้าน LP (Low Pressure) หรือด้านที่มีความดันคงที่ จะถูกต่ออยู่กับจุดต่อด้านสูงสุดของถัง (Upper Nozzle) โดยด้าน LP จะใช้เป็นจุดอ้างอิงเมื่อได้ค่าของระดับความสูงจะทำการแปลงสัญญาณออกมาเป็นสัญญาณมาตรฐานเพื่อนำไปควบคุมกระบวนการต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.24 Level Transmitter ชนิดความดันแตกต่าง

2.7.5 ใบกวน (Agitator)

เป็นอุปกรณ์ลักษณะเป็นใบพัดหมุนใช้สำหรับกวนน้ำเชื่อมในหม้อเคี่ยวชนิดตั้งเพื่อให้ความร้อนกระจายไปทั่ว ๆภายในหม้อเคี่ยวและทำให้น้ำเชื่อมเหนียวและตกผลึกเร็วขึ้นแสดงดังรูปที่ 2.25



รูปที่ 2.25 ใบกวน (Agitator)

2.7.6 สวิตช์ (Switch)

สวิตช์ (Switch) เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าอีกชนิดหนึ่ง ถือว่าเป็นอุปกรณ์พื้นฐานที่พบการใช้งานได้บ่อย หน้าที่ของสวิตช์ คือใช้ตัดต่อวงจรไฟฟ้าเพื่อให้มีการจ่ายแรงดันเข้าวงจรหรืองดจ่ายแรงดันเข้าวงจร จะมีแรงดันจ่ายเข้าวงจรเมื่อสวิตช์ต่อวงจร (Close Circuit) และไม่มีแรงดันจ่ายเข้าวงจรเมื่อสวิตช์ตัดวงจร (Open Circuits)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. สวิตช์แบบกด (Push Button Switch)

เป็นสวิตช์ที่เวลาใช้งานต้องกดปุ่มสวิตช์ลงไป การควบคุมตัดต่อสวิตช์ ต้องกดปุ่มที่อยู่ส่วนกลางสวิตช์ กดปุ่มสวิตช์หนึ่งครั้งสวิตช์ต่อ (ON) และเมื่อกดปุ่มสวิตช์อีกหนึ่งครั้งสวิตช์ตัด (OFF) การทำงานเป็นเช่นนี้ตลอดเวลา แต่สวิตช์แบบ กดบางแบบอาจเป็นชนิดกดติดปล่อยดับ (Momentary) คือขณะกดปุ่มสวิตช์เป็นการต่อ (ON) เมื่อปล่อยมือออกจากปุ่มสวิตช์เป็นการตัด (OFF) ทันที

2. สวิตช์แบบหมุน (Rotary Switch)

สวิตช์แบบหมุน (Rotary Switch) หรือ สวิตช์แบบเลือกค่า (Selector Switch) เป็นสวิตช์ที่ต้องหมุนก้านสวิตช์ไปโดยรอบ ๆ เป็นวงกลม และสามารถเลือกตำแหน่งการตัดต่อได้หลายตำแหน่ง และมีหน้าสัมผัสสวิตช์ให้เลือกต่อมากหลายตำแหน่งเช่น 2, 3, 4, 5 หรือ 6 ตำแหน่ง เป็นต้น

2.7.7 หลอดไฟแสดงสถานะ (Pilot Lamp)

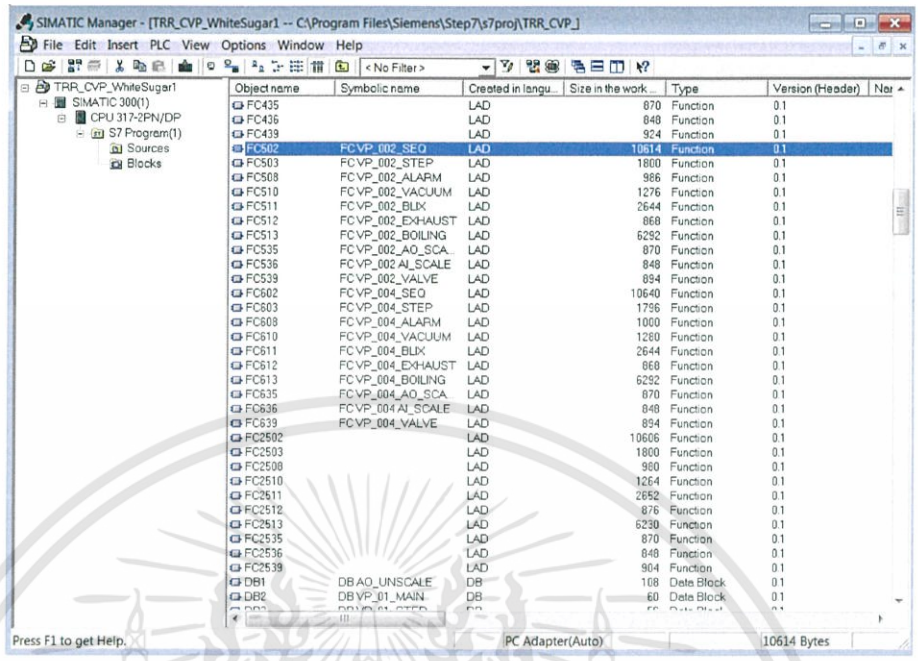
หลอดไฟแสดงสถานะหน้าตู้ควบคุม (Status or Pilot Lamp) ซึ่งตู้ควบคุมนั้น จำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องมี สถานะบอกให้ผู้ใช้งานระบบทราบการทำงานของระบบ โดยที่สถานะที่ใช้ในทั่ว ๆไป เช่น แสดงการทำงาน , การหยุดทำงาน ,การเกิด Alarm ,การเกิด Over load , การเปิด หรือ ปิด ระบบ, ไฟแสดงเฟสระบบไฟฟ้าและอื่น ๆ

2.8 ซอฟต์แวร์ที่เกี่ยวข้อง

2.8.1 SIMATIC STEP 7

เป็นซอฟต์แวร์ที่ใช้เขียนโปรแกรมสำหรับควบคุม PLC ตระกูล S7-300, S7-400 ของ PLC ยี่ห้อ Siemen ซึ่งสามารถเขียนได้ 3 ภาษาหลักๆ ได้แก่ Ladder (LAD) , Function Block Diagram (FBD) และ Statement List (STL) ซึ่งเป็นซอฟต์แวร์ที่นำมาใช้ในการเขียนโปรแกรมควบคุมระบบช่วยเคี่ยวหม้อเคี่ยวตั้งน้ำตาลทรายขาว แสดงดังรูปที่ 2.26

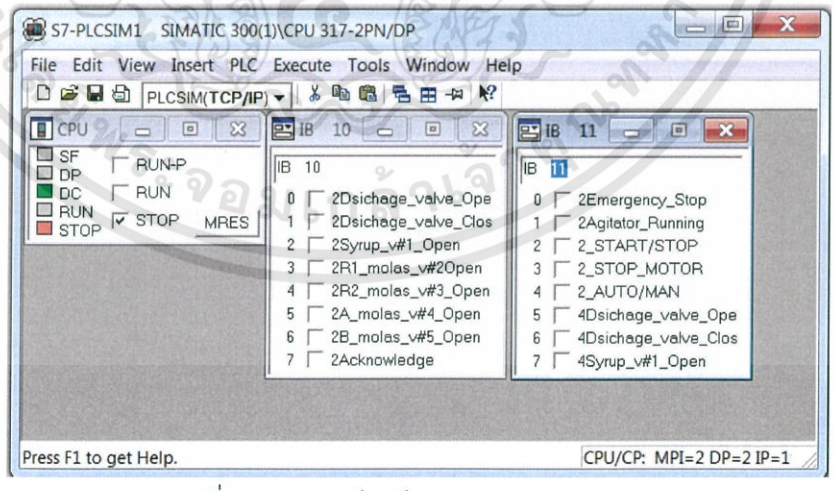
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.26 ซอฟต์แวร์ SIMATIC STEP 7

2.8.2 SIMATIC S7-PLCSIM

เป็นซอฟต์แวร์ที่ใช้ทำการจำลองอินพุตของ PLC ทั้งแบบดิจิตอลและอนาล็อกและยังสามารถตรวจสอบเอาต์พุตของ PLC ได้อีกด้วย ใช้ในการทดสอบโปรแกรมของระบบช่วยเคี่ยวหม้อเคี่ยวตั้งน้ำตาลทรายขาวที่เขียนขึ้นมา แสดงดังรูปที่ 2.27

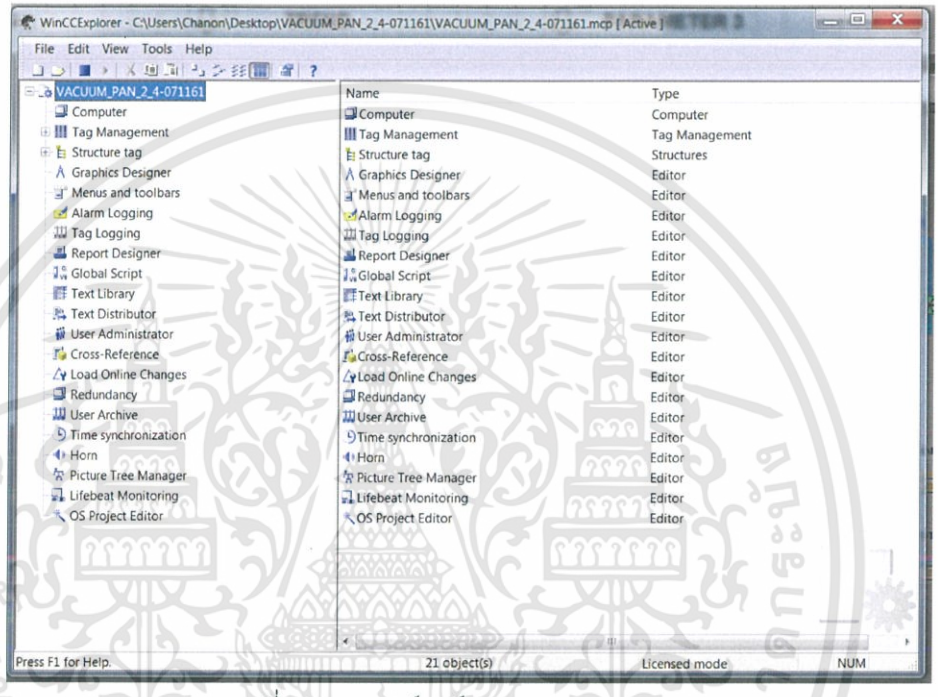


รูปที่ 2.27 ซอฟต์แวร์ SIMATIC S7-PLCSIM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.3 SIMATIC WinCC

เป็นซอฟต์แวร์ SCADA ของบริษัท Siemens ใช้ออกแบบระบบ SCADA สามารถเขียนกราฟฟิก แสดงผลและการสั่งงาน โดยเชื่อมต่อสื่อสารกับ PLC ผ่าน Protocol TCP/IP แสดงดังรูปที่ 2.28



รูปที่ 2.28 ซอฟต์แวร์ SIMATIC WinCC V7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

ขั้นตอนการดำเนินงาน

3.1 บทนำ

เริ่มแรกศึกษาการทำงานของหม้อเคี่ยวตั้งจากเอกสารคู่มือขั้นตอนการทำงานของระบบช่วยเคี่ยวหม้อเคี่ยวตั้งน้ำตาลทรายขาวและศึกษาตัวอย่างโปรแกรมเดิมที่ใช้กับหม้อเคี่ยวตั้งที่ 1 ที่เป็นหม้อเคี่ยวแบบอัตโนมัติที่ทางบริษัทเคยทำไว้แล้ว จากนั้นศึกษาการใช้งานซอฟต์แวร์ SIMATIC STEP 7 เพื่อใช้เขียนโปรแกรมเพื่อควบคุม PLC ยี่ห้อ Siemen CPU รุ่น 317-2 PN/DP ในควบคุมกระบวนการทำงานของระบบช่วยเคี่ยวหม้อเคี่ยวตั้งและศึกษาการใช้ซอฟต์แวร์ SIMATIC WinCC ที่ใช้เขียนกราฟฟิคเพื่อนำไปแสดงผลและสั่งงานบนระบบ SCADA รวมทั้งทำการทดสอบการทำงานของระบบช่วยเคี่ยวหม้อเคี่ยวตั้งด้วยการจำลองโดยใช้ซอฟต์แวร์ SIMATIC S7-PLCSIM จำลองเงื่อนไขเพื่อตรวจสอบว่าทำงานสามารถได้ถูกต้อง หลังจากนั้นการศึกษาการ Hardware Config ให้ตัวซอฟต์แวร์สามารถติดต่อสื่อสารกับตัวฮาร์ดแวร์ สุดท้ายทำการทดสอบกับอุปกรณ์จริงซึ่งเริ่มจากทดสอบระบบช่วยเคี่ยวหม้อเคี่ยวตั้งแบบ Manual Mode ตามด้วย Automatic Mode ซึ่งการในช่วงเวลาที่ทดสอบระบบแบบ Automatic Mode ทางนักศึกษาเสร็จสิ้นโครงการสหกิจศึกษาแล้ว จึงขอกล่าวถึงแค่การทดสอบแบบ Manual Mode

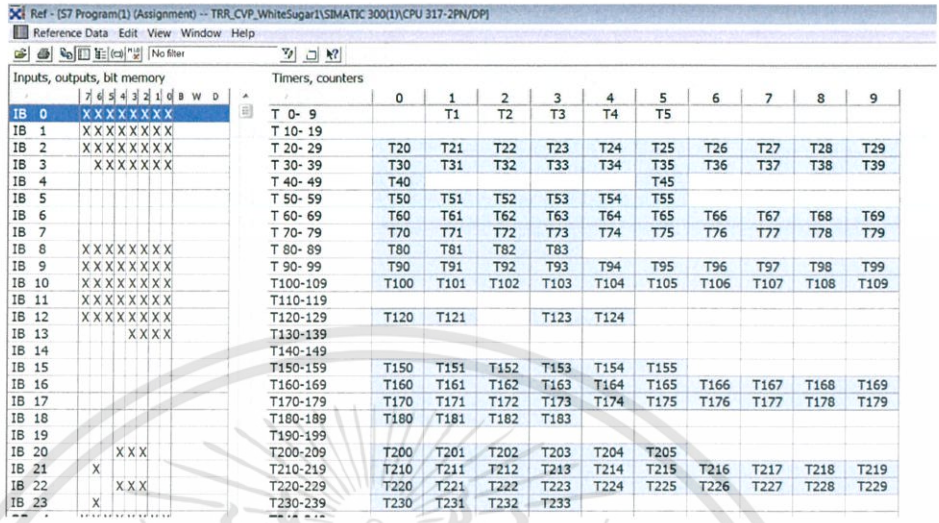
3.2 การเขียนโปรแกรมการทำงานแบบลำดับของระบบช่วยเคี่ยวหม้อเคี่ยวตั้งน้ำตาลทรายขาว

3.2.1 ตรวจสอบ Referent Data

ในการเขียนโปรแกรมลง PLC ด้วยซอฟต์แวร์ SIMATIC STEP 7 โดยทำการเขียนลงใน Project เดิมต้องทำการเช็คตำแหน่งของหน่วยความจำภายใน อินพุต เอาต์พุต Timer และ Counters ที่ถูกใช้ไปแล้วเพื่อป้องกันการใช้ตำแหน่งของหน่วยความจำซ้ำกันใน Project เดียวกัน สามารถเช็คได้โดย

1. ไปที่ Option > Reference Data > Display
2. จากนั้นจะมีหน้าต่าง Customize เลือก Assignment (Input, Output ,Bit Memory, Timers, Counters) แล้วกด OK
3. จากนั้นสามารถดูในฝั่งขวา Timer หรือ Counter ที่ถูกใช้ไปแล้วจะเป็นตัวหนังสือสีฟ้า ตำแหน่งที่เป็นช่องว่างจะเป็นตำแหน่งที่ยังไม่ถูกใช้ เช่นเดียวกับ อินพุต เอาต์พุต และหน่วยความจำภายใน ตำแหน่งที่ถูกใช้แล้วจะถูกกากบาทไว้ ดังรูปที่ 3.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



	7	6	5	4	3	2	1	0	B	W	D
IB 0	X	X	X	X	X	X	X	X			
IB 1	X	X	X	X	X	X	X	X			
IB 2	X	X	X	X	X	X	X	X			
IB 3		X	X	X	X	X	X	X			
IB 4											
IB 5											
IB 6											
IB 7											
IB 8	X	X	X	X	X	X	X	X			
IB 9	X	X	X	X	X	X	X	X			
IB 10	X	X	X	X	X	X	X	X			
IB 11	X	X	X	X	X	X	X	X			
IB 12	X	X	X	X	X	X	X	X			
IB 13					X	X	X	X			
IB 14											
IB 15											
IB 16											
IB 17											
IB 18											
IB 19											
IB 20				X	X	X					
IB 21		X									
IB 22				X	X	X					
IB 23		X									

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
T 0- 9		T1	T2	T3	T4	T5				
T 10- 19										
T 20- 29	T20	T21	T22	T23	T24	T25	T26	T27	T28	T29
T 30- 39	T30	T31	T32	T33	T34	T35	T36	T37	T38	T39
T 40- 49	T40					T45				
T 50- 59	T50	T51	T52	T53	T54	T55				
T 60- 69	T60	T61	T62	T63	T64	T65	T66	T67	T68	T69
T 70- 79	T70	T71	T72	T73	T74	T75	T76	T77	T78	T79
T 80- 89	T80	T81	T82	T83						
T 90- 99	T90	T91	T92	T93	T94	T95	T96	T97	T98	T99
T100-109	T100	T101	T102	T103	T104	T105	T106	T107	T108	T109
T110-119										
T120-129	T120	T121		T123	T124					
T130-139										
T140-149										
T150-159	T150	T151	T152	T153	T154	T155				
T160-169	T160	T161	T162	T163	T164	T165	T166	T167	T168	T169
T170-179	T170	T171	T172	T173	T174	T175	T176	T177	T178	T179
T180-189	T180	T181	T182	T183						
T190-199										
T200-209	T200	T201	T202	T203	T204	T205				
T210-219	T210	T211	T212	T213	T214	T215	T216	T217	T218	T219
T220-229	T220	T221	T222	T223	T224	T225	T226	T227	T228	T229
T230-239	T230	T231	T232	T233						

รูปที่ 3.1 การตรวจตำแหน่งของอินพุต เอาต์พุต หน่วยความจำภายใน Timer และ Counters

3.2.2 การเขียนลอจิก

ทำการสร้าง Fuction ขึ้นมาใหม่เพื่อใช้สำหรับเขียนลอจิกโดยไปที่เมนู Insert > S7 Block > Fuction จากนั้นทำการตั้งชื่อ Symbolic Name จากนั้นเลือก Created in Language เป็น LAD เพื่อเขียนแบบ Ladder logic โดยบริเวณแถบเมนูเครื่องมือด้านบนดังรูปที่ 3.2 จะมีให้สร้างลอจิกพื้นฐาน 3ตัว ดังนี้

1. Normally open contract

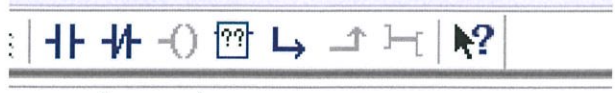
   ใช้แทนเครื่องหมายของรีเลย์ที่มี contract แบบ Normally Open หรือแบบปกติเปิด

2. Normally close contract

   ใช้แทนเครื่องหมายของรีเลย์ที่มี contract แบบ Normally Close หรือแบบปกติปิด

3. Coil

   ใช้แทนเอาต์พุตผลลัพธ์ของลอจิก



รูปที่ 3.2 เครื่องมือในการสร้างลอจิกแลดเดอร์

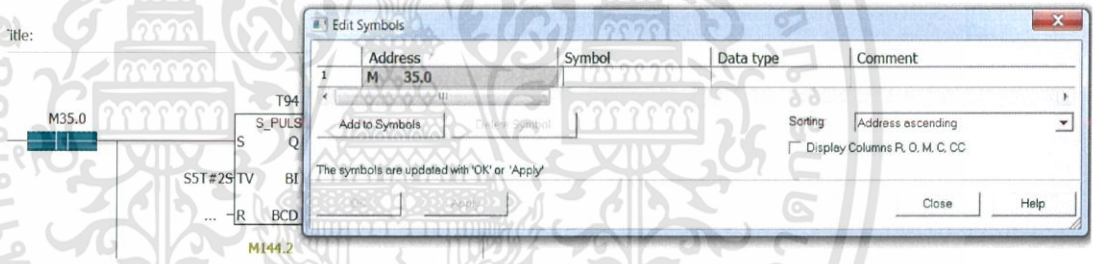
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากนี้ยังสามารถสร้างฟังก์ชันสำเร็จรูปเช่นคำสั่ง Move Timer Counter Comparatorได้จากเมนูเครื่องมือ

3.2.3 การระบุ Address และ Symbol

หลังจากเขียนลอจิกแลด Ladder แล้วต้องทำการระบุ Address ว่าเป็นอินพุต (I) เอาต์พุต (Q) หน่วยความจำภายใน (M) หลังจากนั้นระบุ Symbol ให้ตัว Address ทำให้สามารถอ่านและแก้ไขโปรแกรมได้ง่ายขึ้นโดย Symbol จะทำการระบุหรือไม่ระบุก็ได้ขึ้นอยู่กับผู้เขียนโปรแกรม สามารถทำได้ 2 วิธีดังนี้

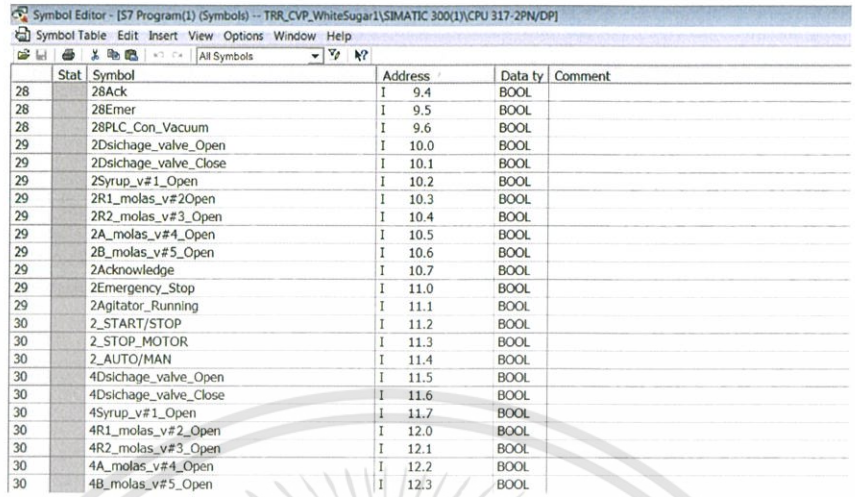
1. ทำได้โดยตรงคือเพิ่มหลังจากเขียนลอจิก Ladder ทำการพิมหน่วยความจำที่ต้องการใช้หลังจากนั้นคลิกขวาแล้วเลือก Edit Symbols จะขึ้นหน้าต่างมา ดังรูปที่ 3.3 ให้ใส่ชื่อ Symbol Data type และสามารถเพิ่มคำอธิบายลงในช่อง Comment สามารถเว้นว่างได้



รูปที่ 3.3 การเพิ่ม Symbols ของหน่วยความจำต่าง ๆ วิธีที่ 1

2. ไปที่หัวข้อ S7 Program ดับเบิลคลิกที่ Symbols จะขึ้นหน้าต่างใหม่ดังรูปที่ 3.4 เพิ่มทำได้โดยการคลิกช่องว่างด้านล่างสุดแล้วใส่ชื่อของ Symbol ลงไปจากนั้นกำหนด Address ว่าเป็นเป็นอินพุต (I) เอาต์พุต (Q) หน่วยความจำภายใน(M) ให้ Symbols ตัวนั้นและสามารถเพิ่มคำอธิบายเพิ่มเติมลงในช่อง Comment

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Symbol Editor - [S7 Program(1) (Symbols) -- TRR_CVP_WhiteSugar1\SIMATIC 300(1)\CPU 317-2PN/DP]

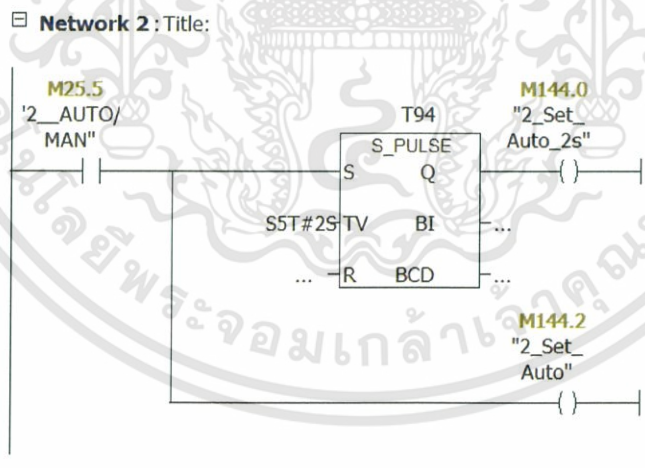
Symbol Table Edit Insert View Options Window Help

All Symbols

	Stat	Symbol	Address	Data ty	Comment
28		28Ack	I 9.4	BOOL	
28		28Emer	I 9.5	BOOL	
28		28PLC_Con_Vacuum	I 9.6	BOOL	
29		2Dsichage_valve_Open	I 10.0	BOOL	
29		2Dsichage_valve_Close	I 10.1	BOOL	
29		2Syrup_v#1_Open	I 10.2	BOOL	
29		2R1_molas_v#2Open	I 10.3	BOOL	
29		2R2_molas_v#3_Open	I 10.4	BOOL	
29		2A_molas_v#4_Open	I 10.5	BOOL	
29		2B_molas_v#5_Open	I 10.6	BOOL	
29		2Acknowledge	I 10.7	BOOL	
29		2Emergency_Stop	I 11.0	BOOL	
29		2Agitator_Running	I 11.1	BOOL	
30		2_START/STOP	I 11.2	BOOL	
30		2_STOP_MOTOR	I 11.3	BOOL	
30		2_AUTO/MAN	I 11.4	BOOL	
30		4Dsichage_valve_Open	I 11.5	BOOL	
30		4Dsichage_valve_Close	I 11.6	BOOL	
30		4Syrup_v#1_Open	I 11.7	BOOL	
30		4R1_molas_v#2_Open	I 12.0	BOOL	
30		4R2_molas_v#3_Open	I 12.1	BOOL	
30		4A_molas_v#4_Open	I 12.2	BOOL	
30		4B_molas_v#5_Open	I 12.3	BOOL	

รูปที่ 3.4 การเพิ่ม Symbols ของหน่วยความจำต่าง ๆ วิธีที่ 2

เมื่อทำการระบุ Address และ Symbol เสร็จเรียบร้อยจะทำให้เราสามารถอ่านโปรแกรมได้ง่าย ขึ้นตัวอย่างในรูปที่ 3.5 ชื่อข้างบนจะเป็นตำแหน่ง Address ด้านล่างจะเป็นชื่อ Symbol



รูปที่ 3.5 ตัวอย่างลอจิกที่ทำการระบุ Address และ Symbols แล้ว

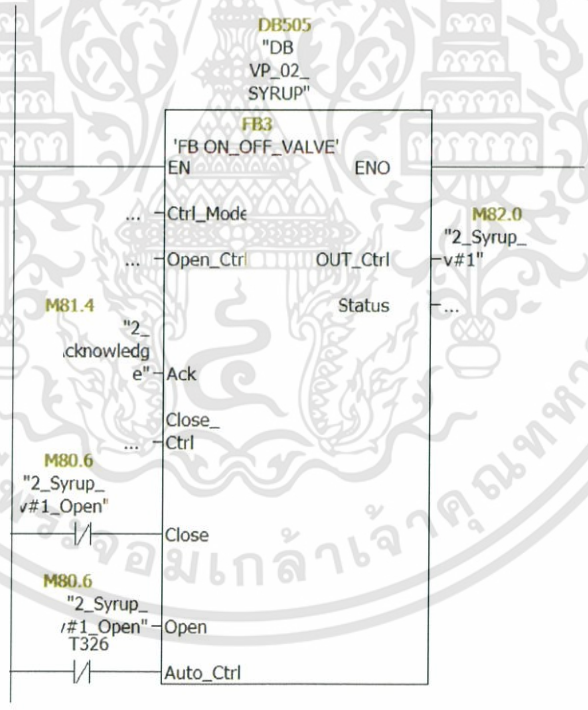
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.4 ตัวอย่างโปรแกรมของระบบช่วยเคี่ยวหม้อเคี่ยวตั้งน้ำตาลทรายขาว

ตัวอย่างโปรแกรมที่เกี่ยวข้องของระบบช่วยเคี่ยวหม้อเคี่ยวตั้งจะนำมายกตัวอย่างเป็นเฉพาะบางส่วนที่ใช้หลักๆ

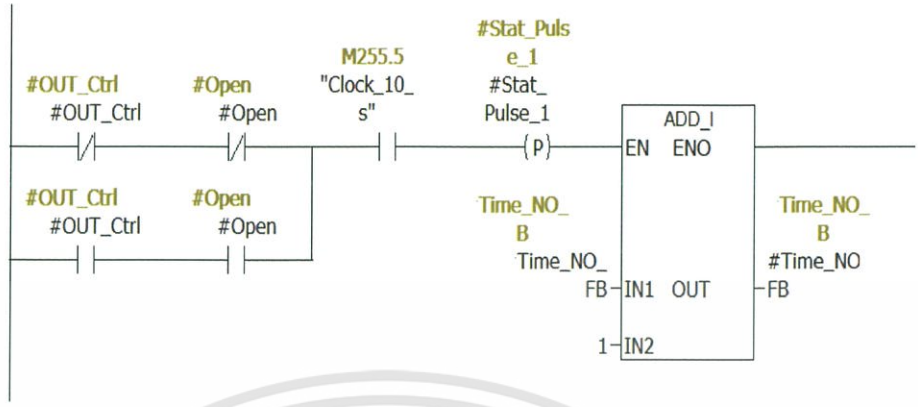
1. ตัวอย่างโปรแกรมสั่งเปิดปิดวาล์วชนิด On-off

   โดยเมื่อมีอินพุตเข้าเงื่อนไขจะสั่งเอาต์พุตของ Function Block รูปที่ 3.6 ซึ่งเป็นคำสั่งเปิดวาล์วโดยภายใน Function Block รูปที่ 3.7 จะมีการเขียนลอจิกคำสั่งเปิดวาล์วแบบ Automatic และแบบ Manual รวมถึงการเช็ค Feedback ของวาล์วตัวนั้น หากมีการสั่งงานเอาต์พุตออกไปแต่สัญญาน Feedback อินพุตไม่กลับมาก็จะมีสัญญาน Alarm ขึ้น และคำสั่ง Acknowledge ที่รับอินพุตจากสวิตช์ปุ่มกดที่หน้าตู้ควบคุมเพื่อทำการรับทราบปัญหาหลังจากนั้นสัญญานเตือน Alarm จะหยุดลง



รูปที่ 3.6 ตัวอย่าง Function Block ที่ใช้สั่งเปิดปิดวาล์ว

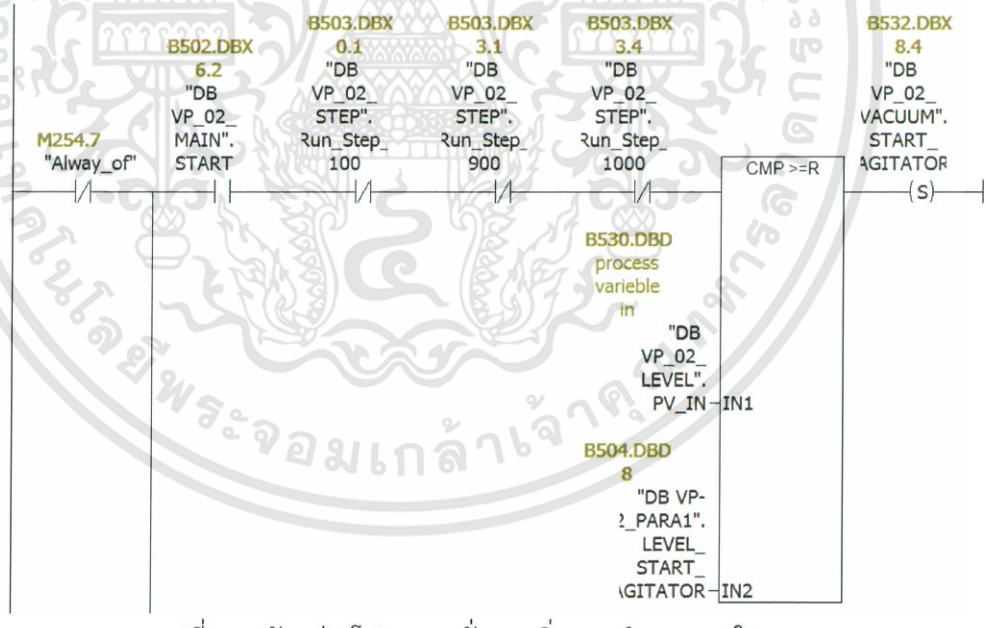
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.7 ตัวอย่างลอจิกภายในของ Function Block ที่ใช้สั่งเปิดปิดวาล์ว

2. ตัวอย่างโปรแกรมสั่งงานเริ่มการทำงานของใบกวน

โดยจะสั่งเริ่มการทำงานของใบกวนโดยทำการตรวจสอบเงื่อนไขในรูปที่ 3.8 เมื่อระดับของน้ำเชื่อมมีค่ามากกว่าที่ตั้งไว้ซึ่งสามารถตั้งค่าได้ในหน้าจอ SCADA เซตค่า 1

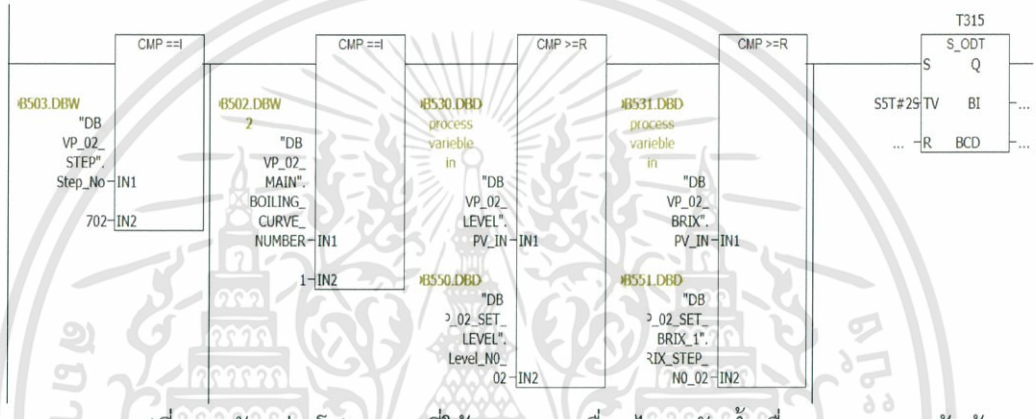


รูปที่ 3.8 ตัวอย่างโปรแกรมสั่งงานเริ่มการทำงานของใบกวน

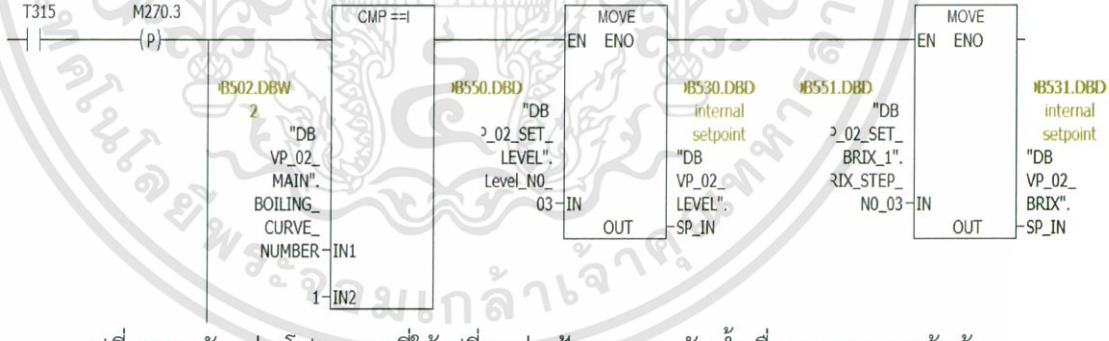
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ตัวอย่างโปรแกรมขั้นตอนการเคี่ยว

เมื่อสู่ขั้นตอนการเคี่ยวจะมีจุดเคี่ยว (Setpoint) ทั้งหมด 12 จุดเคี่ยว โดยจะทำการตรวจสอบเงื่อนไขระดับน้ำเชื่อมโดยใช้การเทียบค่าปัจจุบันกับค่า Setpoint หลังจากนั้นจะตรวจสอบเงื่อนไขความเข้มข้นดังรูปที่ 3.9 เมื่อผ่านทั้ง 2 เงื่อนไข จะทำการเปลี่ยนจุดเคี่ยวดังรูปที่ 3.10 ซึ่งจะเปลี่ยนค่า Setpoint ของระดับน้ำเชื่อมและความเข้มข้นใหม่จะทำแบบนี้ไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งครบ 12 จุดเคี่ยว



รูปที่ 3.9 ตัวอย่างโปรแกรมที่ใช้ตรวจสอบเงื่อนไขระดับน้ำเชื่อมและความเข้มข้น



รูปที่ 3.10 ตัวอย่างโปรแกรมที่ใช้เปลี่ยนค่าเป้าหมายระดับน้ำเชื่อมและความเข้มข้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

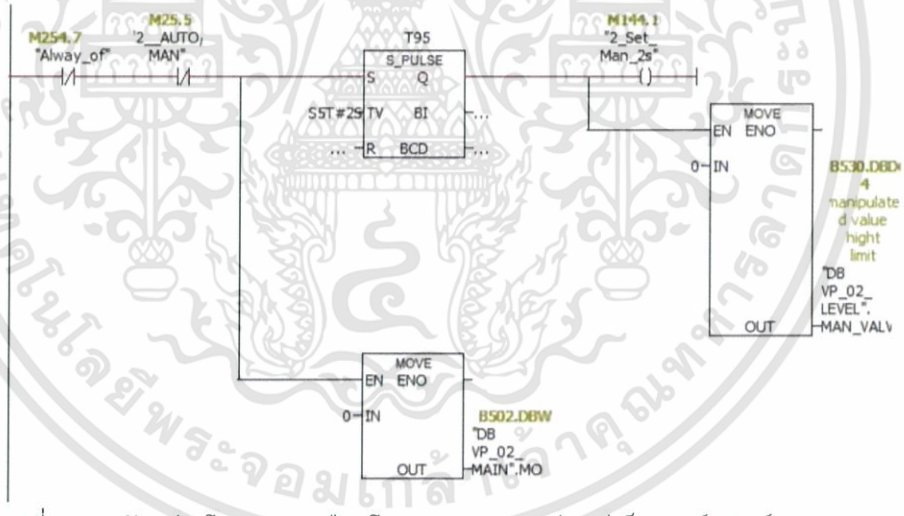
4. ตัวอย่างโปรแกรมสั่งงานที่ตู้ควบคุมที่เพิ่มขึ้นใหม่

เนื่องจากทางโรงงานต้องการเพิ่มซีเล็คเตอร์สวิตช์เลือกโหมดอัตโนมัติกับโหมดควบคุมด้วยมือ (Automatic/Manual) และซีเล็คเตอร์สวิตช์เลือกเริ่มกระบวนการกับหยุดกระบวนการ (Start/Stop) โดยสั่งงานที่ตู้ควบคุมบริเวณด้านหน้าของหม้อเคี่ยวที่ 1,2,3,4,28 รวม 5 หม้อเคี่ยว จึงได้ทำการเขียนโปรแกรมขึ้นมาใหม่โดยมีเงื่อนไขดังนี้

4.1 ซีเล็คเตอร์สวิตช์ Automatic /Manual มีเงื่อนไขดังนี้

1. เมื่อบิดซีเล็คเตอร์สวิตช์ ไปที่ Automatic จะสามารถสั่ง Start/Stop ได้ 2 ทาง ผ่านซีเล็คเตอร์สวิตช์และหน้าจอ SCADA

2. เมื่อบิดซีเล็คเตอร์สวิตช์ ไปที่ Manual จะไม่สามารถสั่งเปลี่ยนเป็นโหมด Automatic ที่หน้าจอ SCADAได้ และสั่งให้วาล์วหลักปิด 100% ดังรูปที่ 3.11



รูปที่ 3.11 ตัวอย่างโปรแกรมเลือกโหมด Manual ผ่านซีเล็คเตอร์สวิตช์ Auto/Manual

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

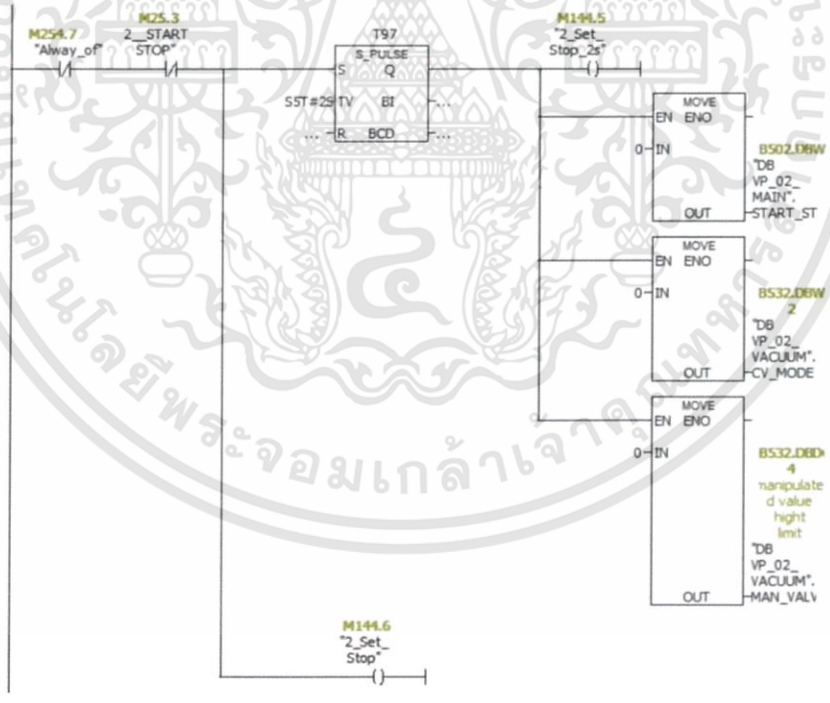
4.2 ซีเล็คเตอร์สวิตช์ Start/Stop

เนื่องจากปกติพนักงานจะต้องทำการสั่งเปิดปิดวาล์แวคคั่มเองที่หน้าจอ SCADA ในตอนเริ่มกระบวนการ จึงได้ทำการนำคำสั่งเปิดปิดวาล์วแวคคั่มมารวมกับซีเล็คเตอร์สวิตช์ Start/Stop ที่ใช้สั่งงานบริเวณตู้ควบคุมหน้าหม้อเคี่ยวโดยไม่ต้องสั่งงานเปิดหรือปิดวาล์วจากหน้าจอ SCADA ที่ห้องควบคุมมีเงื่อนไขดังนี้

1. เมื่อบิดซีเล็คเตอร์สวิตช์ไปที่ Start จะสั่งเริ่มกระบวนการและสั่งวาล์วแวคคั่มเปิดแบบโหมดอัตโนมัติ (Automatic Mode)

2. เมื่อบิดซีเล็คเตอร์สวิตช์ บิดไปที่ Stop จะสั่งหยุดกระบวนการและสั่งให้วาล์วแวคคั่มปิดสุดแบบโหมดควบคุมด้วยมือ (Manual Mode) ดังรูปที่ 3.12

หมายเหตุ : ซึ่งในส่วนของการสั่ง Start หรือ Stop จากหน้าจอ SCADA จะเป็นการสั่งเริ่มกระบวนการหรือหยุดกระบวนการเท่านั้น



รูปที่ 3.12 ตัวอย่างโปรแกรมเมื่อสั่งหยุดกระบวนการผ่านซีเล็คเตอร์สวิตช์ Start/Stop

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

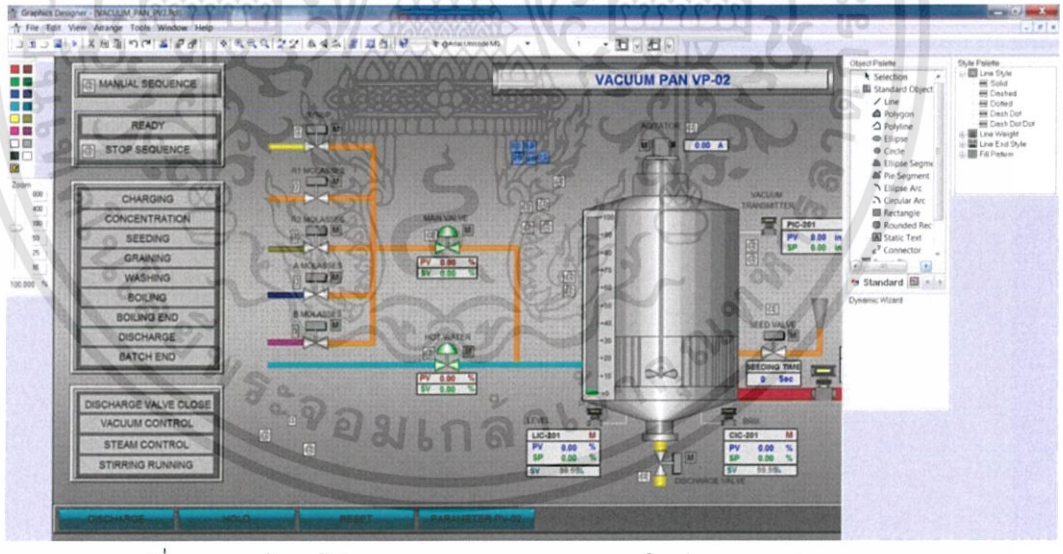
3.2.5 การเรียกใช้งาน Function ที่สร้างขึ้นใหม่

หลังจากสร้าง Function ขึ้นมาใหม่ต้องทำการเรียกใช้ที่ OB1 (Organization Block) โดย Organization Block จะเป็นการเรียก Function การทำงานโดยจะเริ่มทำจากบนลงล่างตามลำดับเมื่อครบรอบก็จะวนไปทำ Function แรกสุดใหม่อีกครั้ง สามารถทำการเรียก Function ที่สร้างขึ้นใหม่โดยเข้าไปที่ OB1 เลือกหัวข้อ FC Block ในแทบเครื่องมือด้านซ้ายจากนั้นดับเบิลคลิก Function ที่สร้างขึ้นมาใหม่ทั้งหมด 10 Function ซึ่งต้องเรียกใช้เรียงตามลำดับการทำงาน

3.3 การเขียนกราฟฟิคแสดงผลของระบบช่วยเคี่ยวหม้อเคี่ยวตั้ง

3.3.1 การเขียนกราฟฟิค

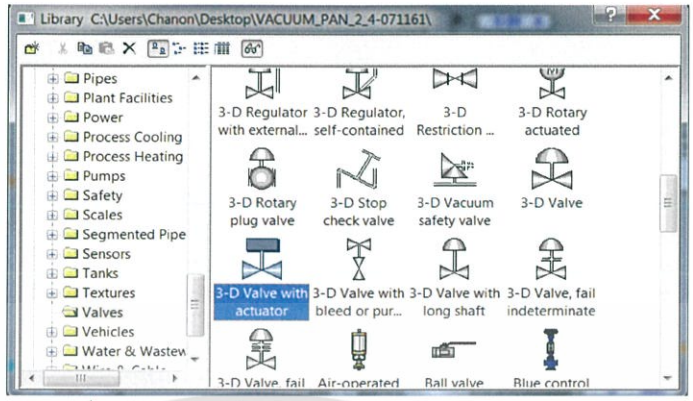
กราฟฟิคที่ใช้สั่งงานและแสดงผลบนหน้าจอ SCADA ของระบบช่วยเคี่ยวหม้อเคี่ยวตั้งจะเขียนด้วยโปรแกรม SIMATIC WinCC ในส่วน Graphic Designer ดังรูปที่ 3.13 ซึ่งสามารถทำการเรียกใช้รูปกราฟฟิคของอุปกรณ์สำเร็จรูปจาก Library เช่น พวกวาล์ว ท่อ เป็นต้น หรือทำการสร้างรูปกราฟฟิคขึ้นมาเอง ในส่วนของเมนูปุ่มสั่งงานและการแสดงผลสถานะ หน้ากรอกค่าพารามิเตอร์ เป็นต้น



รูปที่ 3.13 หน้าตาโปรแกรม SIMATIC WinCC ในส่วน Graphic Designer

การเรียกใช้รูปอุปกรณ์สำเร็จรูปจาก Library ไปที่เมนู View > Library จะมีหน้าต่าง Library ดังรูปที่ 3.14 ขึ้นมาให้เลือกชนิดของอุปกรณ์ซึ่งในแต่ละอุปกรณ์ก็จะมีให้เลือกอีกหลายชนิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.14 ตัวอย่างการเรียกใช้รูปกราฟฟิคจาก Library

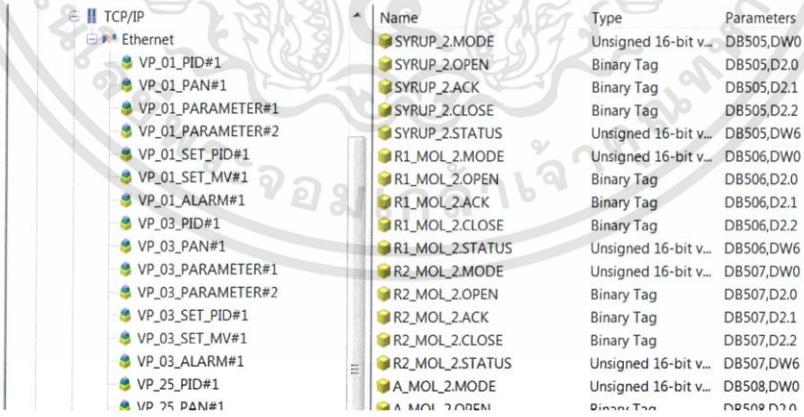
3.3.2 การสร้าง Tag ในซอฟต์แวร์ WinCC

เนื่องจากตัวซอฟต์แวร์ WinCC ไม่สามารถเชื่อมต่อข้อมูล Tag จากซอฟต์แวร์ SIMATIC STEP7 ได้โดยตรงจึงต้องทำการสร้าง Tag ใหม่ในซอฟต์แวร์ WinCC ก่อนเพื่อทำการเชื่อมต่อกับ Tag ในซอฟต์แวร์ SIMATIC STEP7 ดังรูปที่ 3.15 โดยวิธีการสร้าง Tag มีดังนี้

1) ไปที่เมนู Tag Management เลือก SIMATIC S7 PROTOCAL SUITE

2) คลิกขวาที่หัวข้อ TCP/IP เลือก New Group

3) คลิกขวา Group ที่สร้างขึ้นใหม่เลือก New Tag ทำการตั้งชื่อ Tag ของอุปกรณ์นั้น ๆ เพื่อให้ง่ายต่อการนำ Tag ไปใส่ในกราฟฟิคที่สร้างไว้ในตอนแรกทำการเลือก DataType และ Address ให้ตรงกับชนิดของ Tag ในโปรแกรม SIMATIC STEP7



รูปที่ 3.15 ตัวอย่าง Tag ในซอฟต์แวร์ WinCC ที่สร้างขึ้น

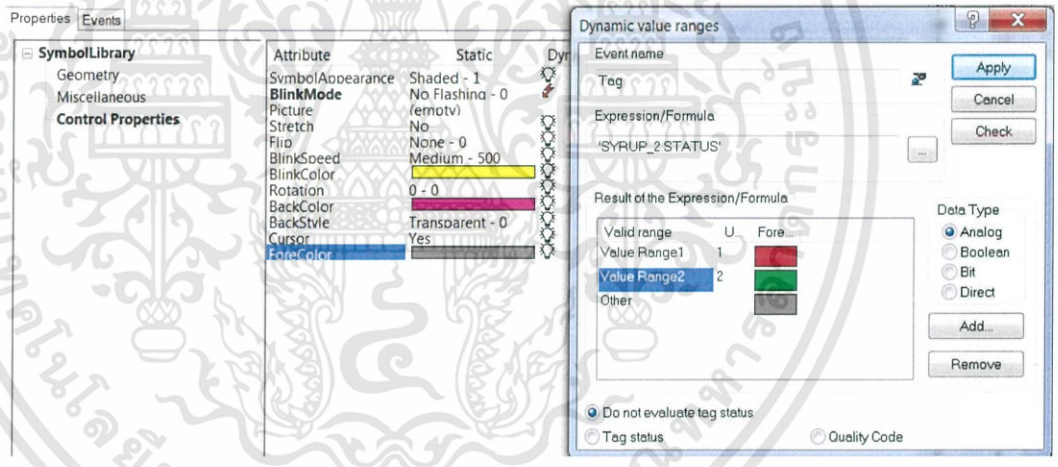
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3 การใส่ Tag ลงในกราฟฟิคที่วาดขึ้นใหม่

ในทำให้อุปกรณ์สามารถแสดงสถานะหรือสั่งงานได้จะต้องมีการใส่ Tag ในกราฟฟิคนั้น ๆ เพื่อทำการเชื่อมต่อรับส่งข้อมูลกับตัว PLC

ตัวอย่างใส่ Tag เพื่อแสดงสีสถานะของวาล์วชนิด on-off

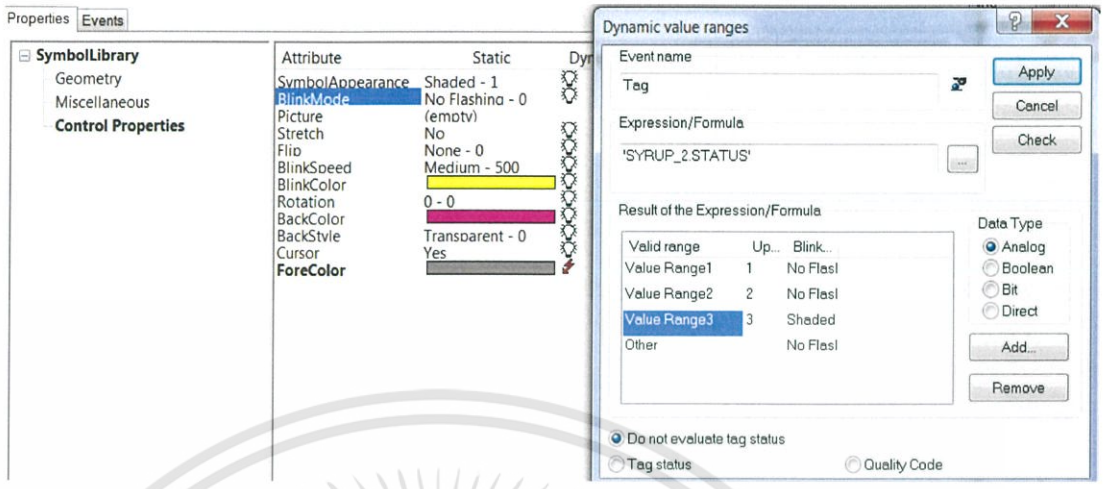
1. ไปที่หัวข้อ Graphic Designer คลิกขวาเลือก Properties ที่อุปกรณ์ที่ต้องการเพิ่ม Tag
2. จะมีหน้าต่าง Object Properties ขึ้นมาเลือกหัวข้อ Control Properties
3. ที่หัวข้อ ForeColor จะเป็นในส่วนของสีที่แสดงผลของอุปกรณ์นั้นๆ ตามสถานะของอุปกรณ์ โดยทำการคลิกขวาเลือก Dynamic Dialog ทำการใส่ชื่อ Tag ที่ Expression/Formula และทำการใส่เงื่อนไขสีโดยการกดปุ่ม Add จะทำสร้างเป็น 2 เงื่อนไขเมื่อสถานะ Tag ของอุปกรณ์มีค่าเท่ากับ 1 ให้เป็นสีแดงคืออุปกรณ์ปิดหรือไม่ทำงาน และเมื่อสถานะ Tag ของอุปกรณ์มีค่าเท่ากับ 2 ให้เป็นสีเขียวคืออุปกรณ์เปิดหรือกำลังทำงานอยู่ ดังรูปที่ 3.16



รูปที่ 3.16 การใส่ Tag เพื่อแสดงสีตามสถานะของอุปกรณ์

4. ที่หัวข้อ BlinkMode จะใส่เงื่อนไขเมื่อสถานะอุปกรณ์ Tag มีค่าเท่ากับ 3 จะแสดงสีและทำการกระพริบต่อเนื่องโดยสามารถเลือกสีได้ที่หัวข้อ BlinkColor ดังรูปที่ 3.17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

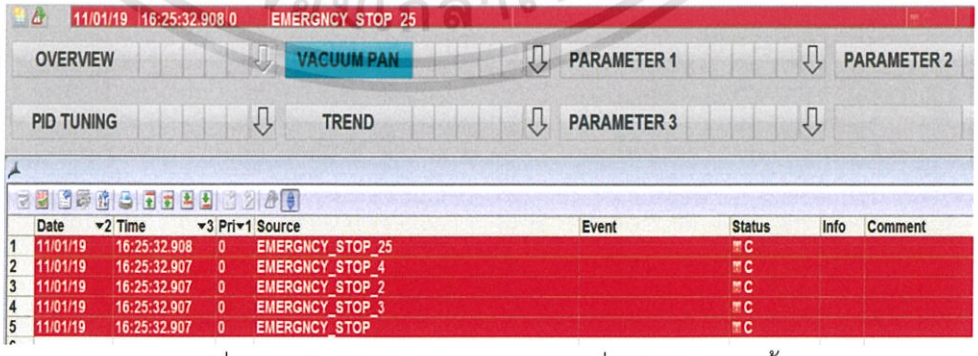


รูปที่ 3.17 การใส่ Tag เพื่อแสดงสีตามสถานะของอุปกรณ์(ต่อ)

3.3.4 การเพิ่ม Alarm Logging

เพิ่ม Alarm Logging Tag เพื่อนำไปโชว์ใน Alarm Logging บนหน้าจอSCADA จะทำให้สามารถรู้ว่าได้ส่วนไหนของระบบมีปัญหาก็จะทำการแจ้งเตือน (Alarm) เป็นข้อความพร้อมกับเสียงและสามารถทราบได้ว่า Alarm ที่เกิดขึ้นเกิดขึ้นตอนไหน ซึ่งจะเป็นประเภท Alarm High เมื่อ Tag ตัวนั้นมีสถานะเปลี่ยนจาก 0 เป็น 1 จะเกิด Alarm ไปโชว์ที่หน้าจอ SCADA เมื่อ Tag มีสถานะเปลี่ยนจะ 1 เป็น 0 ก็จะหยุดการ Alarm ดังรูปที่ 3.18 วิธีการเพิ่ม Alarm logging มีดังนี้

1. ไปที่หัวข้อ Alarm Logging
2. คลิกขวาเลือก Append New Line จากนั้นคลิกขวาเลือก Properties
3. ทำการเลือก Message tag เป็น tag ที่ต้องการให้แจ้งเตือนเมื่อสถานะเปลี่ยนจาก 0 เป็น 1



รูปที่ 3.18 ตัวอย่าง Alarm logging เมื่อเกิด Alarm ขึ้น

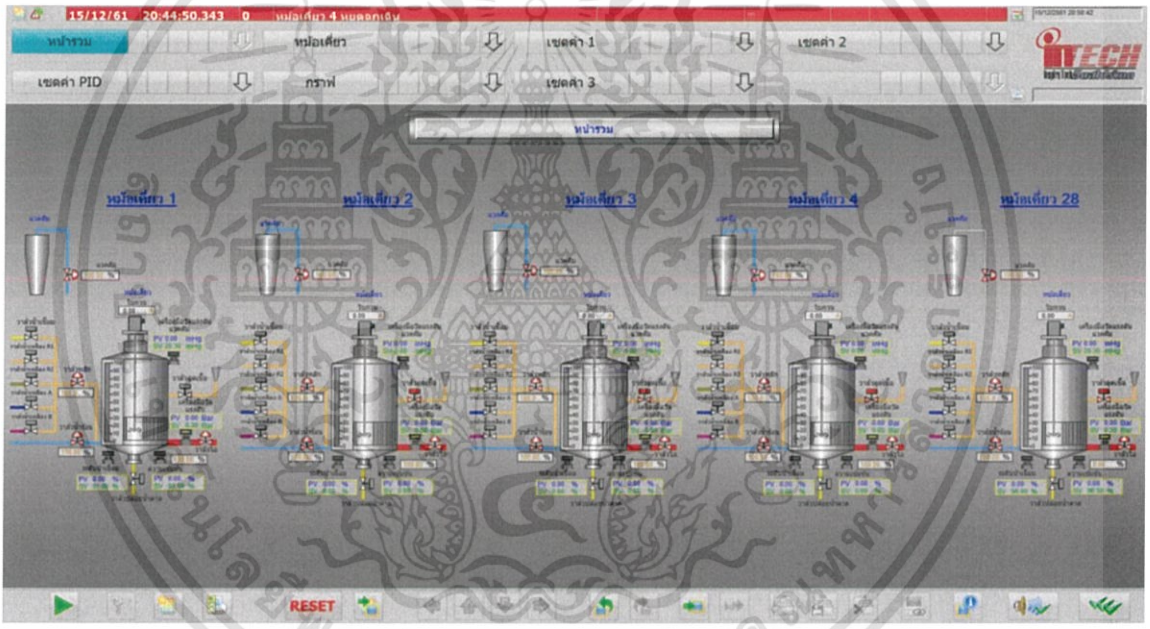
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.5 ตัวอย่างหน้าตาระบบ SCADA ของระบบช่วยเคี่ยวหม้อเคี่ยวตั้ง

โดยหน้าจอ SCADA จะมีทั้งหมด 7 หน้าหลัก หน้าแรกจะเป็นหน้ารวมของหม้อเคี่ยวตั้งทั้ง 5 หม้อเคี่ยวส่วนหน้าอื่น ๆจะมีหน้าย่อย 5 หน้าแต่ละหน้าจะแสดงผลของเฉพาะหม้อเคี่ยวนั้น ๆ สามารถคลิกเลือกหม้อเคี่ยวที่ปุ่มลูกศรลงบริเวณข้างชื่อ ในส่วนบริเวณข้างบนสุดใช้แสดง Alarm Logging ของหม้อเคี่ยวทั้ง 5 หม้อเคี่ยว โดยทั้ง 7 หน้ามีดังนี้

1. หน้ารวม

   เป็นหน้ารวมของหม้อเคี่ยวซึ่งสามารถเห็นสถานะทำงานของหม้อเคี่ยวได้ทั้ง 5 หม้อเมื่อคลิกที่หม้อเคี่ยวจะเข้าไปสู่หน้าหม้อเคี่ยวของหม้อนั้น ๆ ดังรูปที่ 3.19

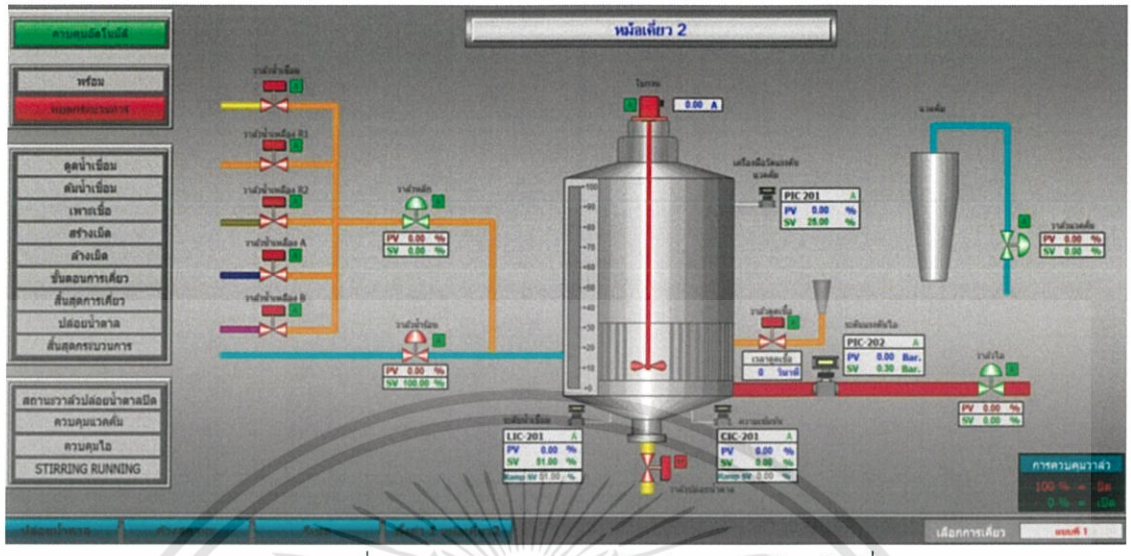


รูปที่ 3.19 หน้าจอ SCADA ในส่วนของหน้ารวม

2. หน้าแสดงหม้อเคี่ยวของแต่ละหม้อ

   จะเป็นหน้าหลักที่ใช้ในการแสดงผลและสั่งงาน โดยจะแสดงส่วนประกอบของหม้อเคี่ยวตั้งและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับระบบช่วยเคี่ยวหม้อเคี่ยวตั้ง ฝั่งซ้ายมือมีปุ่มสั่งงานและแถบแสดงสถานะการทำงานของระบบช่วยเคี่ยวว่ากำลังทำงานอยู่ในขั้นตอนใดในขณะนั้นดังรูปที่ 3.20

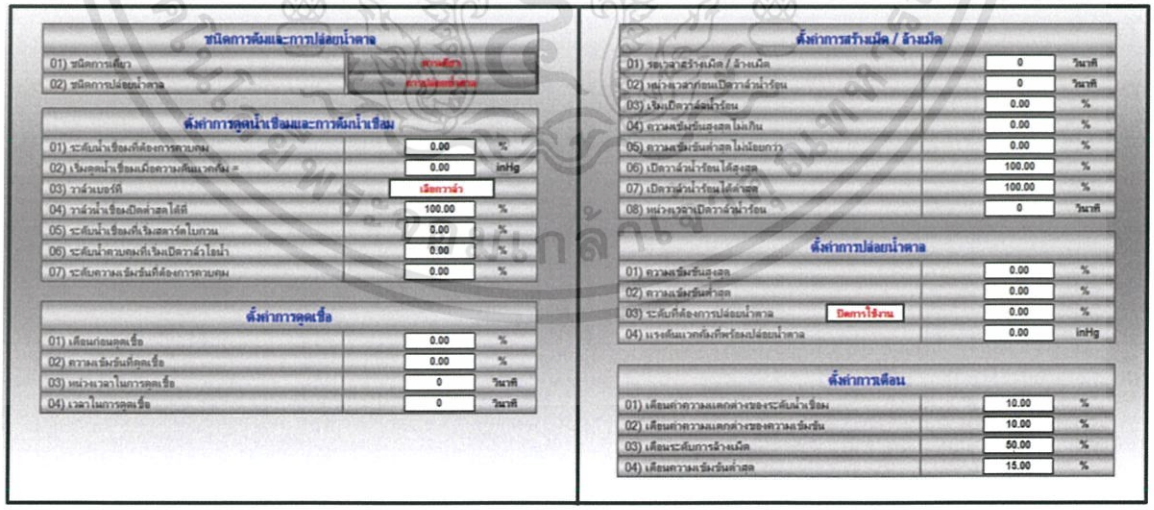
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.20 หน้าจอ SCADA ในส่วนของหน้าหม้อเคี่ยว

3. หน้าเซตค่า 1

เป็นหน้าที่ใช้ตั้งค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการควบคุมกระบวนการของระบบช่วยเคี่ยวหม้อเคี่ยวตั้ง ตัวอย่างเช่น เลือกชนิดวาล์วน้ำเชื่อมที่จะดูด ตั้งค่าเป้าหมายระดับของความดันในหม้อเพื่อเริ่มดูดน้ำเชื่อม ตั้งค่าเป้าหมายระดับของน้ำเชื่อมที่เริ่มสตาร์ตใบกวน ตั้งค่าเวลาที่ใช้ล้างเม็ดน้ำตาล ดังรูปที่ 3.21

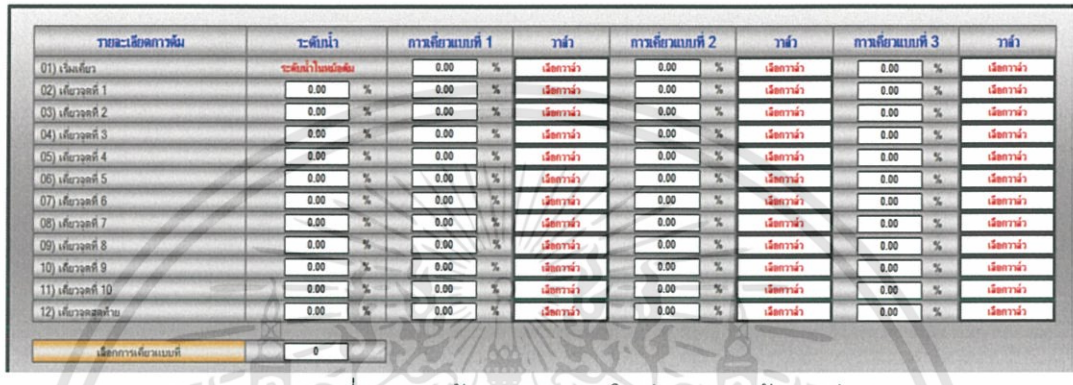


รูปที่ 3.21 หน้าจอ SCADA ในส่วนของหน้าเซตค่า 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. หน้าเซตค่า 2

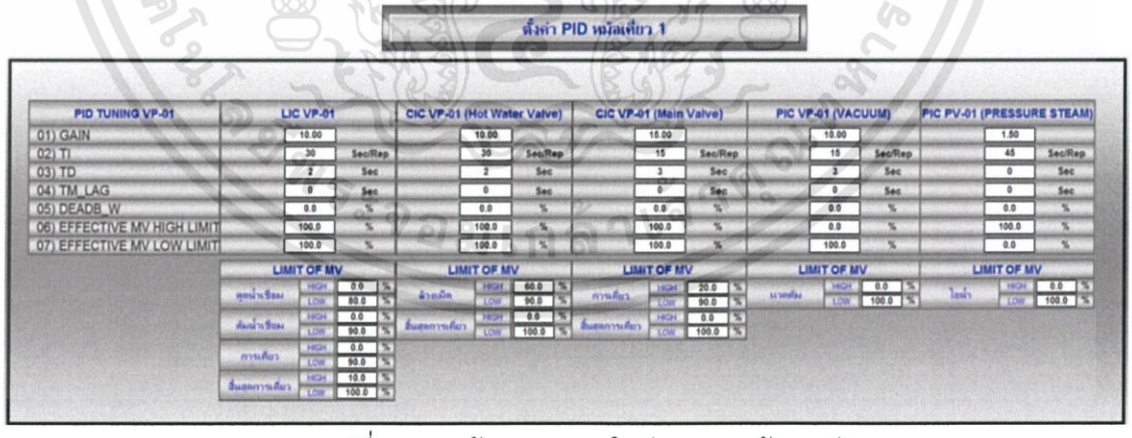
เป็นหน้าที่ใช้ตั้งค่าเป้าหมายของระดับน้ำเชื่อมและระดับความเข้มข้นของน้ำเชื่อมมีค่าเป้าหมายทั้งหมด 12 จุดเคี่ยว และสามารถตั้งค่ารูปแบบการเคี่ยวได้ 3 รูปแบบพร้อมทั้งเลือกวาล์วชนิดของน้ำเชื่อมได้ทุก ๆ จุดเคี่ยว ดังรูปที่ 3.22



รูปที่ 3.22 หน้าจอ SCADA ในส่วนของหน้าเซตค่า 2

5. หน้าเซตค่า PID

เป็นหน้าที่ใช้สำหรับเซตค่า PID ของคอลโทรลวาล์วได้แก่วาล์วหลัก วาล์วน้ำร้อน วาล์วแวคคั่ม และวาล์วไอ โดยสามารถตั้งค่า Gain,Ti ,Td ,ค่า MV limit high และ limit low เป็นต้น ดังรูปที่ 3.23

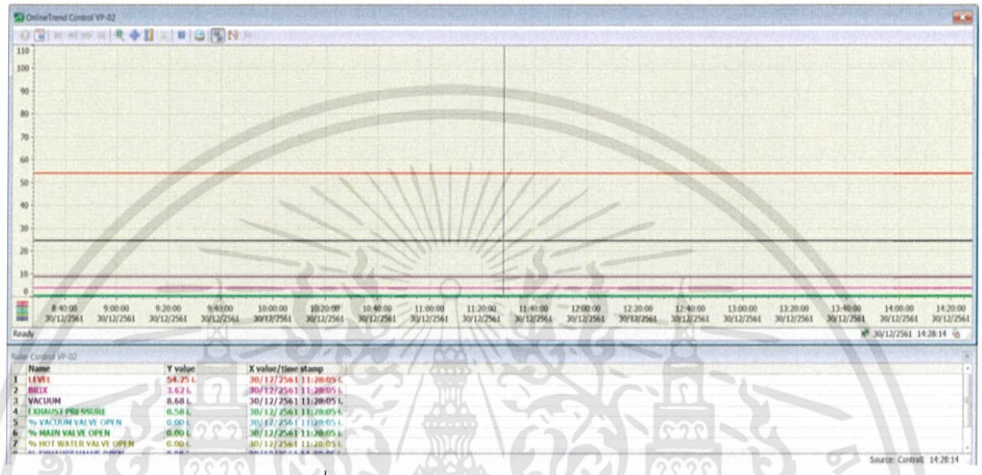


รูปที่ 3.23 หน้าจอSCADAในส่วนของหน้าเซตค่า PID

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. หน้ากราฟ

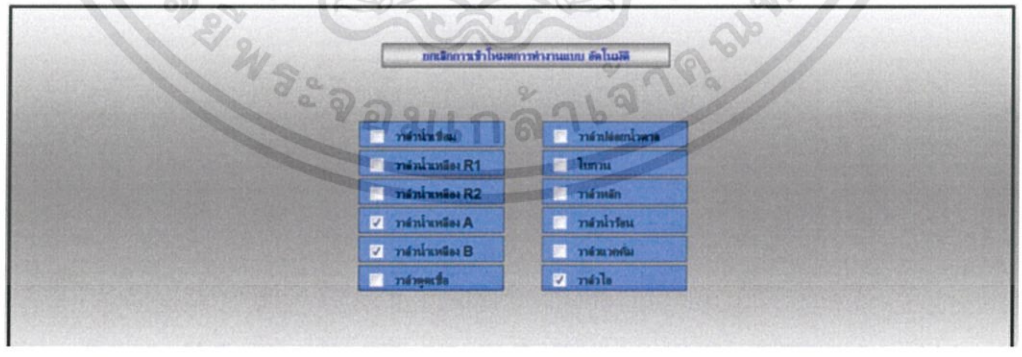
เป็นหน้าที่ใช้แสดงค่า PV ของตัวแปรที่ใช้ในกระบวนการแสดงผลในรูปแบบกราฟแกนตั้งเป็น % เทียบกับแกนนอนเวลา เพื่อสามารถนำไปวิเคราะห์ได้เมื่อระบบหรือผลิตผลมีปัญหา ได้แก่ ระดับน้ำเชื่อม ความเข้มข้น ความดัน เป็นต้น ดังรูปที่ 3.24



รูปที่ 3.24 หน้าจอSCADAในส่วนของหน้ากราฟ

7. หน้าเซตค่า 3

เป็นหน้าที่ใช้ตั้งค่ายกเลิกการเข้าโหมดอัตโนมัติในกรณีที่ต้องการควบคุมแบบควบคุมด้วยมือ (Manual Mode) เฉพาะบางอุปกรณ์ที่ต้องการควบคุมด้วยมือ ดังรูปที่ 3.25



รูปที่ 3.25 หน้าจอSCADAในส่วนของหน้าเซตค่า 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 ทดสอบการทำงานด้วยการใช้ซอฟต์แวร์จำลอง

หลังจากดำเนินการเขียนโปรแกรมเสร็จแล้ว ต้องทำการทดสอบการทำงานเบื้องต้นของระบบช่วยเคี่ยวหม้อเคี่ยวก่อนนำไปติดตั้งจริง โดยโหมดควบคุมด้วยมือ (Manual Mode) จะทดสอบโดยการสั่งงานที่หน้าจอสกาดาแล้วดูที่เอาต์พุตส่งออกในโปรแกรม และทำการจำลองสัญญานดิจิตอลอินพุตเมื่ออุปกรณ์ส่ง Feedback กลับมา และทดสอบโหมดอัตโนมัติ (Automatic Mode) โดยการจำลองตามเงื่อนไขของระบบช่วยเคี่ยวหม้อเคี่ยวตั้งโดยใช้ซอฟต์แวร์ SIMATIC S7-PLCSIM ทั้งนี้เพื่อทดสอบโปรแกรมที่เขียนขึ้นมาสามารถทำงานได้ถูกต้องหรือไม่

3.4.1 การทดสอบโหมดควบคุมด้วยมือ (Manual Mode)

1. ทดสอบอุปกรณ์ที่เป็นดิจิตอล

1.1 วาล์วแบบเปิดสุดปิดสุด (On-Off Valve)

ทดสอบสั่งเปิดและปิดวาล์วแบบโหมดควบคุมด้วยมือ (Manual Mode) จากหน้าจอ SCADA เช็คว่ามีการสั่งเอาต์พุตออกไปไหม และจำลองสถานะ Feed Back เปิด-ปิดของวาล์วว่าแสดงผลเปิด-ปิดที่หน้าจอสกาดาถูกต้องไหม ได้แก่ วาล์วน้ำเชื่อม วาล์วน้ำเหลือง R1, วาล์วน้ำเหลือง R2, วาล์วน้ำเหลือง A (spare) และวาล์วน้ำเหลือง B (spare), วาล์วดูดเชื้อ และวาล์วปล่อยน้ำตาล

1.2 ใบกวน (Agitator)

ทดสอบสั่งเปิดและปิด เช็คสัญญานเอาต์พุต และ จำลองสถานะ Feed Backเปิด-ปิด

2. ทดสอบอุปกรณ์ที่เป็นอนาล็อก

2.1 คอนโทรลวาล์ว (Control Valve)

ทำการทดสอบสั่งงานเปิดเป็น % (AO) แล้วดูค่าเอาต์พุตที่ได้และทดสอบจำลอง PV Feed Back ของวาล์วกลับมา (AI) ได้แก่วาล์วหลัก วาล์วน้ำร้อน วาล์วไอ วาล์วแวคคั่ม

2.2 ใบกวน (Agitator)

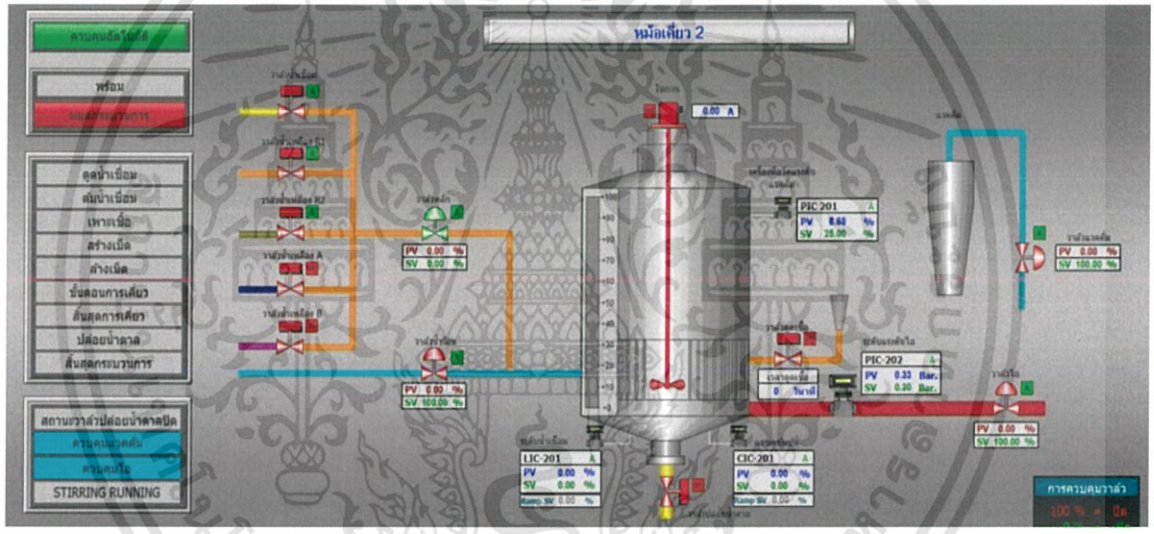
จำลองสถานะกระแส (Current) Feed Back ของใบกวน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2 การทดสอบโหมดอัตโนมัติ (Automatic Mode)

โดยทำจำลองดิจิตอลอินพุต ค่าระดับน้ำเชื่อม ค่าความเข้มข้น ให้เป็นไปตามเงื่อนไขต่าง ๆ ในแต่ละขั้นตอนสั่งงานและแสดงผลผ่านหน้าจอสกาดา ซึ่งค่าพารามิเตอร์เป้าหมายต่าง ๆ จะนำมาจากค่าจริงที่ใช้อยู่ในโรงงานในแต่ละขั้นตอนจะไม่สามารถข้ามเงื่อนไขได้ต้องผ่านไปทีละเงื่อนไขเท่านั้นโดยจะมีลำดับการทำงานเป็นลำดับขั้นดังนี้

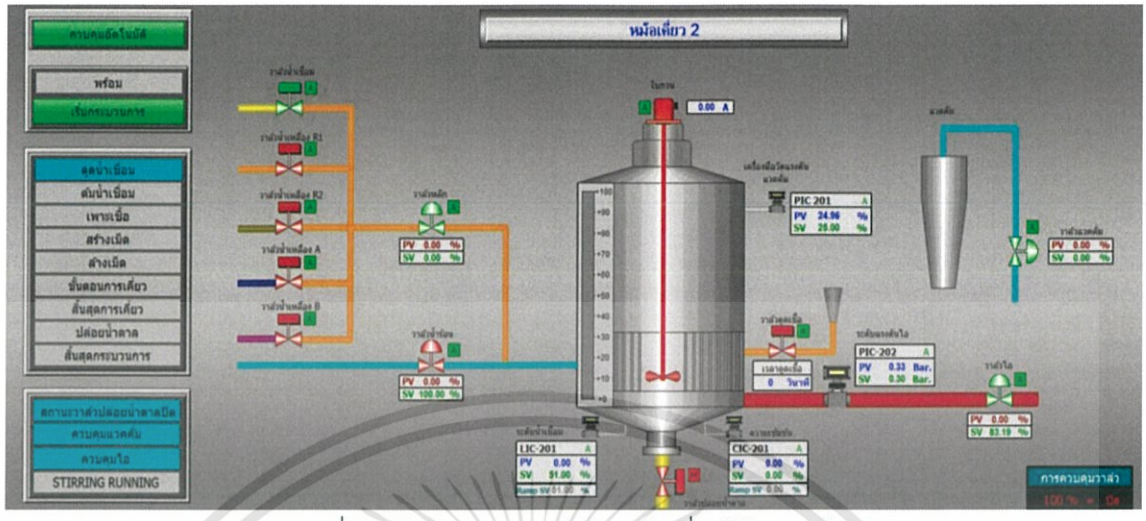
1. จำลองซีเล็คเตอร์สวิตช์เลือกโหมดอัตโนมัติ (Automatic Mode) และทำการตั้งค่าเป้าหมาย (Set Point) ของวาล์วแวคคั่มและวาล์วไอ จะเป็นการเปิดการควบคุมแบบ PID และมีการแสดงสถานะสีฟ้าว่ากำลังควบคุมแวคคั่มและควบคุมไอ ดังรูปที่ 3.26



รูปที่ 3.26 การจำลองซีเล็คเตอร์สวิตช์เลือกโหมดอัตโนมัติ

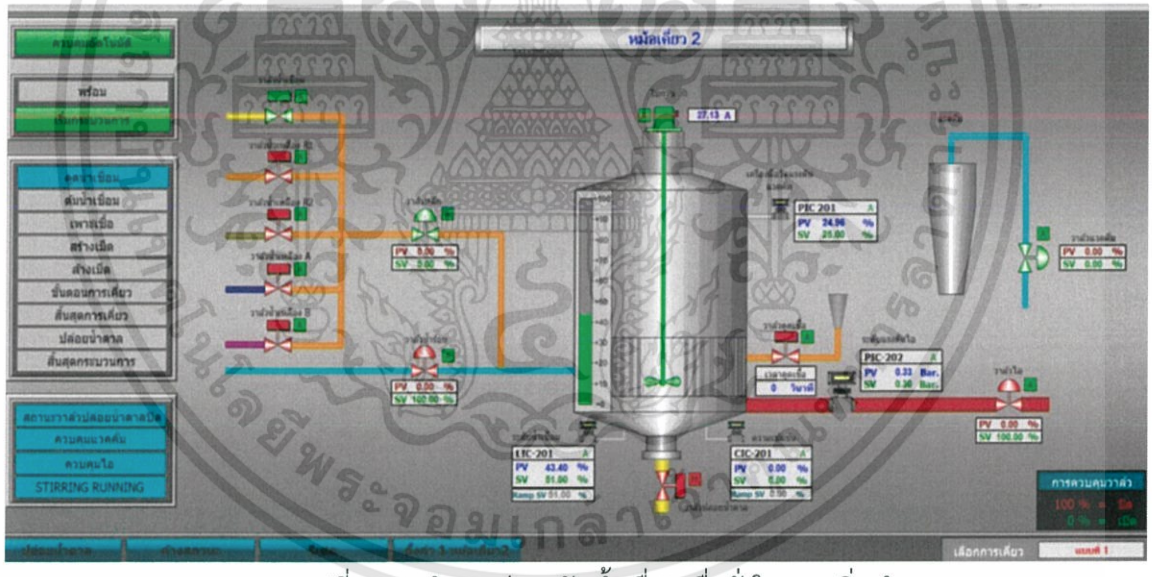
2. ทำการจำลองสัญญาน Digital Input สถานะวาล์วปล่อยน้ำตาลปิด ตัวหน้าจอจะขึ้นโชว์สถานะพร้อม
3. หลังจากนั้นจำลองปุ่มเริ่มกระบวนการ
4. ทำการจำลองความดันในหม้อเคี่ยวให้มากกว่า 23 inHg ระบบจึงจะเข้าสู่ขั้นตอนดูดน้ำเชื่อม ในการทดสอบนี้ได้ตั้งค่าให้ใช้วาล์วน้ำเชื่อม วาล์วน้ำเชื่อมจะเปิดและเริ่มทำการดูดน้ำเชื่อมเข้าหม้อเคี่ยว ดังรูปที่ 3.27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.27 จำลองความดันในหม้อเคี่ยวให้มากกว่า 23 inHg

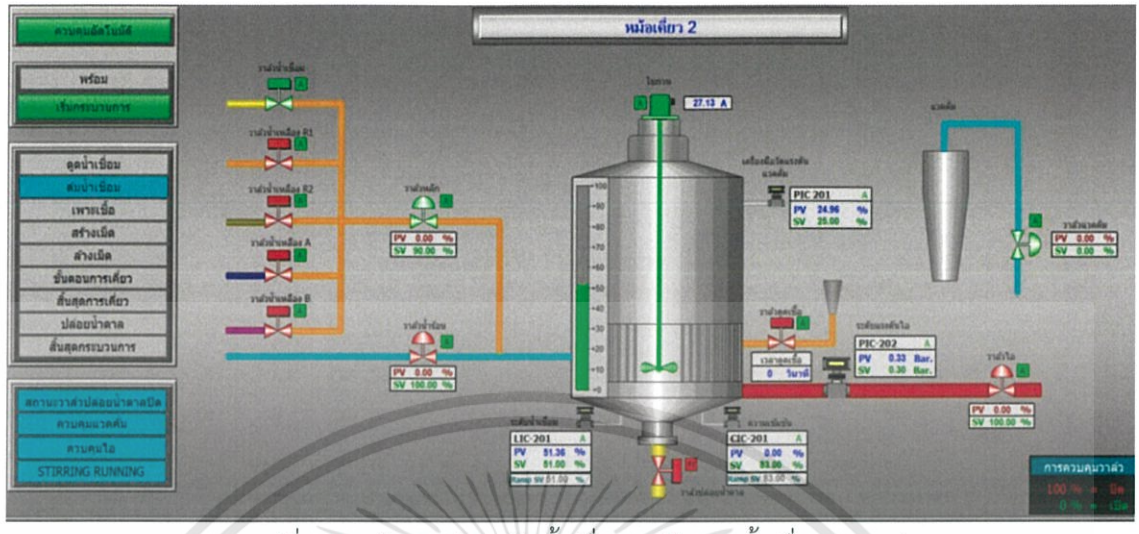
5. ทำการจำลองค่าระดับน้ำเชื่อมเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ เมื่อระดับน้ำเชื่อมในหม้อเคี่ยวมากกว่า 43% จะสั่งให้ใบกวนเริ่มทำงาน ดังรูปที่ 3.28



รูปที่ 3.28 จำลองค่าระดับน้ำเชื่อมเพื่อสั่งใบกวนเริ่มทำงาน

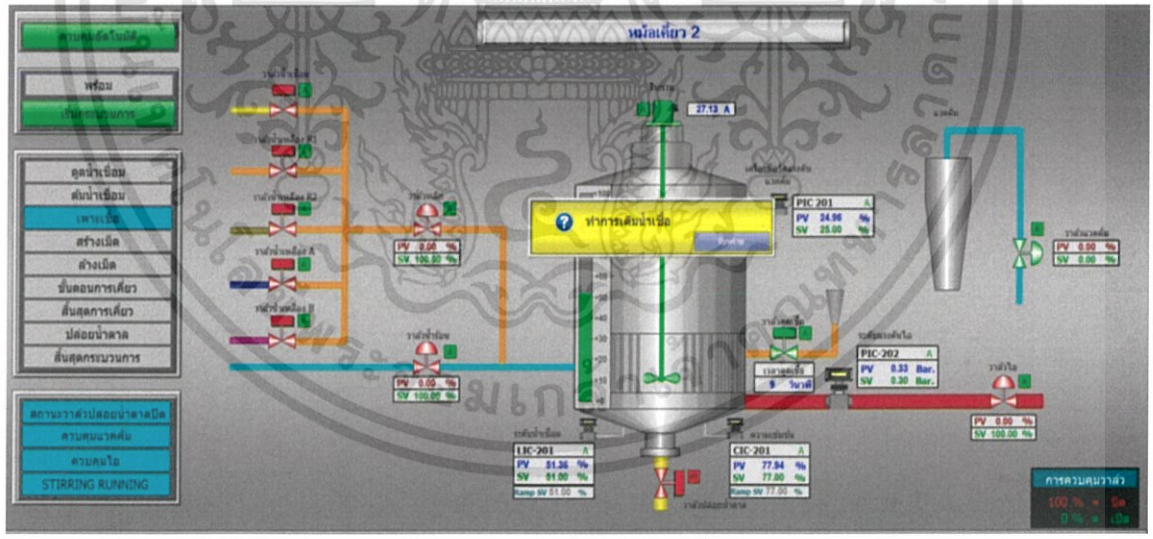
6. เมื่อทำการจำลองค่าระดับน้ำเชื่อมระดับของน้ำเชื่อมมากกว่า 51 % จะเข้าสู่ขั้นตอนต้มน้ำเชื่อม จะเป็นการคุมระดับน้ำเชื่อมให้คงที่ที่ระดับ 51 % ดังรูปที่ 3.29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.29 จำลองค่าระดับน้ำเชื่อมระดับของน้ำเชื่อมมากกว่า 51%

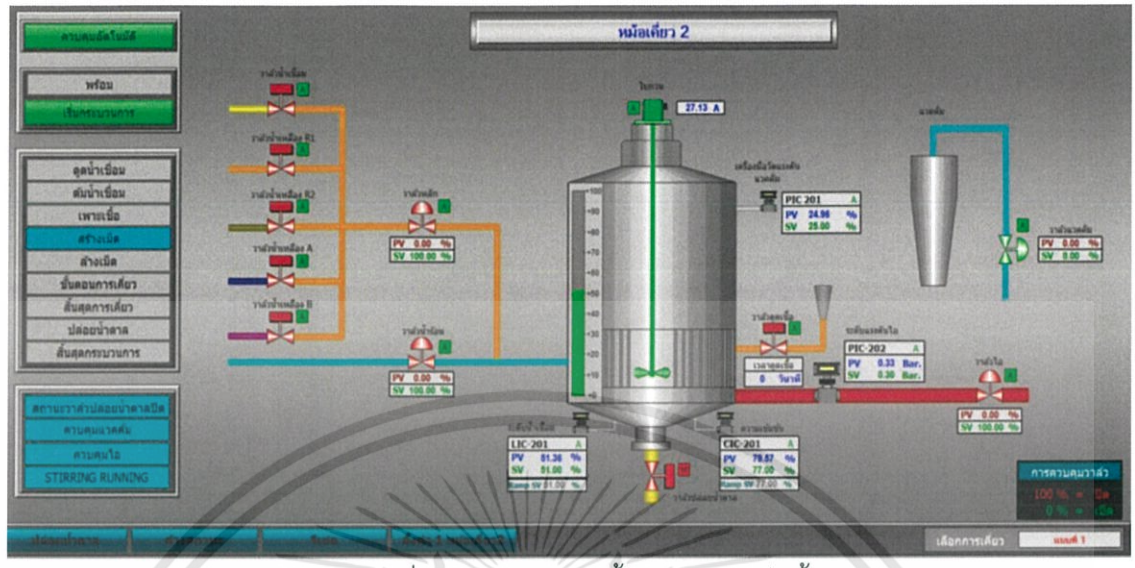
7. ทำการจำลองค่าระดับความเข้มข้นของน้ำตาลเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ โดยระดับน้ำเชื่อมถูกควบคุมให้คงที่ที่ระดับ 51% เมื่อทำการจำลองค่าระดับความเข้มข้นเพิ่มขึ้นจนถึงระดับ 78 % จะเข้าสู่ขั้นตอนเพาะเชื้อ วาล์ลดูดเชื้อจะทำการเปิดละดูดเชื้อเข้าไปในหม้อเคี่ยวเป็นเวลา 10 วินาที ดังรูปที่ 3.30



รูปที่ 3.30 การจำลองขั้นตอนดูดเชื้อเข้าไปในหม้อเคี่ยว

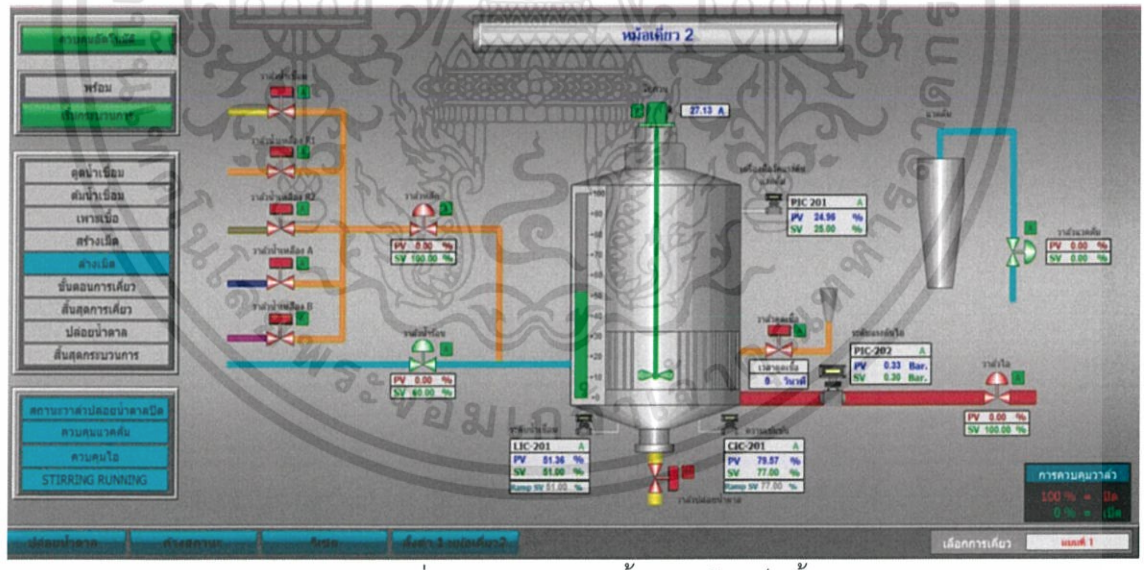
8. หลังจากนั้นจะเข้าสู่ขั้นตอนสร้างเม็ดน้ำตาลจะหน่วงเป็นเวลา 30 วินาที ก่อนเข้าสู่ขั้นตอนล้างเม็ดดังรูปที่ 3.31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.31 การจำลองขั้นตอนสร้างเม็ดน้ำตาล

9. ขั้นตอนล้างเม็ดน้ำตาลจะทำการเปิดวาล์วน้ำร้อนที่ตำแหน่ง 40 % เป็นเวลา 5 นาที ดังรูปที่ 3.32



รูปที่ 3.32 การจำลองขั้นตอนล้างเม็ดน้ำตาล

10. หลังจากนั้นจะเข้าสู่ขั้นตอนการเคี่ยว ขั้นตอนการเคี่ยวจะมีทั้งหมด 12 จุดเคี่ยว สามารถตั้งค่าเป้าหมายระดับน้ำเชื่อมและระดับความเข้มข้นได้จากหน้าเซตค่า 2 รูปที่ 3.22 ซึ่งจะแสดงจุดเคี่ยวปัจจุบันสีส้มโดยในแต่ละจุดเคี่ยวจะมีค่าเป้าหมาย (Set point) ของระดับน้ำเชื่อม

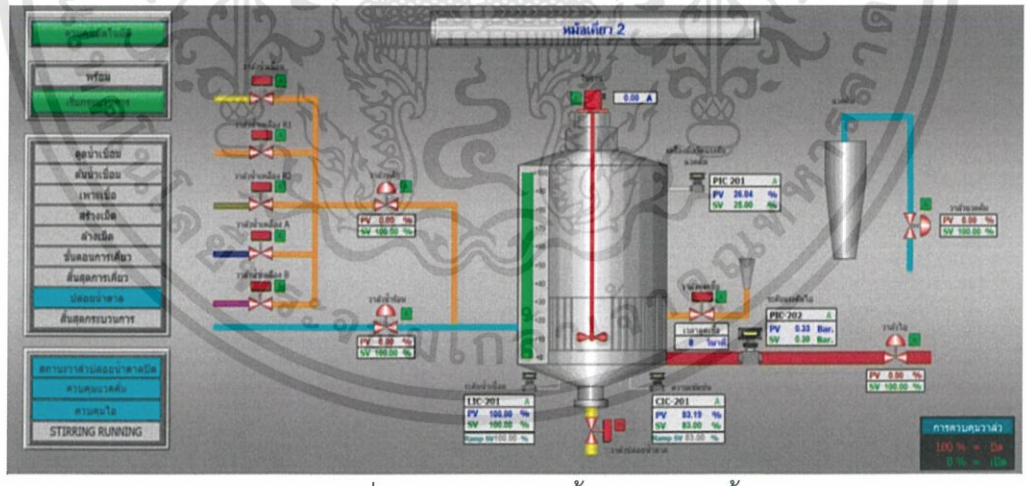
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และระดับความเข้มข้นต่างกัน โดยจะตรวจสอบเงื่อนไขระดับความเข้มข้นน้ำตาลก่อนแล้วจึงตรวจสอบระดับน้ำเชื่อมเมื่อเข้าเงื่อนไขทั้งสองระบบจะทำการเปลี่ยนจุดเคี่ยวซึ่งจะทำการเปลี่ยนค่าเป้าหมาย (Set point) ของระดับน้ำเชื่อมและระดับความเข้มข้นใหม่ โดยจะทำการจำลองให้ผ่านเงื่อนไขแต่ละจุดเคี่ยวจนกระทั่งถึงจุดเคี่ยวสุดท้ายที่ระดับน้ำเชื่อม 100 % และระดับความเข้มข้น 83% ดังรูปที่ 3.33

รายละเอียดการต้ม	ระดับน้ำ		การเคี่ยวแบบที่ 1		วาล์ว	การเคี่ยวแบบที่ 2		วาล์ว	การเคี่ยว
01) เริ่มเคี่ยว	ระดับน้ำในหม้อต้ม		77.50	%	วาล์วน้ำเชื่อม	78.00	%	วาล์วน้ำเชื่อม	76.50
02) เคี่ยวจุดที่ 1	50.00	%	78.04	%	วาล์วน้ำเชื่อม	78.67	%	วาล์วน้ำเชื่อม	77.04
03) เคี่ยวจุดที่ 2	55.00	%	78.58	%	วาล์วน้ำเชื่อม	79.34	%	วาล์วน้ำเชื่อม	77.58
04) เคี่ยวจุดที่ 3	60.00	%	79.12	%	วาล์วน้ำเชื่อม	80.01	%	วาล์วน้ำเชื่อม	78.12
05) เคี่ยวจุดที่ 4	65.00	%	79.66	%	วาล์วน้ำเชื่อม	80.68	%	วาล์วน้ำเชื่อม	78.66
06) เคี่ยวจุดที่ 5	70.00	%	80.20	%	วาล์วน้ำเชื่อม	81.35	%	วาล์วโมลาส R1	79.20
07) เคี่ยวจุดที่ 6	75.00	%	80.74	%	วาล์วน้ำเชื่อม	82.02	%	วาล์วโมลาส R1	80.74
08) เคี่ยวจุดที่ 7	80.00	%	81.28	%	วาล์วน้ำเชื่อม	82.69	%	วาล์วโมลาส R1	81.26
09) เคี่ยวจุดที่ 8	85.00	%	81.82	%	วาล์วน้ำเชื่อม	83.36	%	วาล์วโมลาส R1	81.82
10) เคี่ยวจุดที่ 9	90.00	%	82.36	%	วาล์วน้ำเชื่อม	84.00	%	วาล์วโมลาส R1	82.36
11) เคี่ยวจุดที่ 10	95.00	%	82.90	%	วาล์วน้ำเชื่อม	84.20	%	วาล์วโมลาส R1	82.90
12) เคี่ยวจุดสุดท้าย	100.00	%	83.00	%	วาล์วน้ำเชื่อม	84.30	%	วาล์วโมลาส R1	83.44
เลือกการเคี่ยวแบบที่	1								

รูปที่ 3.33 การจำลองขั้นตอนการเคี่ยว 12 จุดเคี่ยว

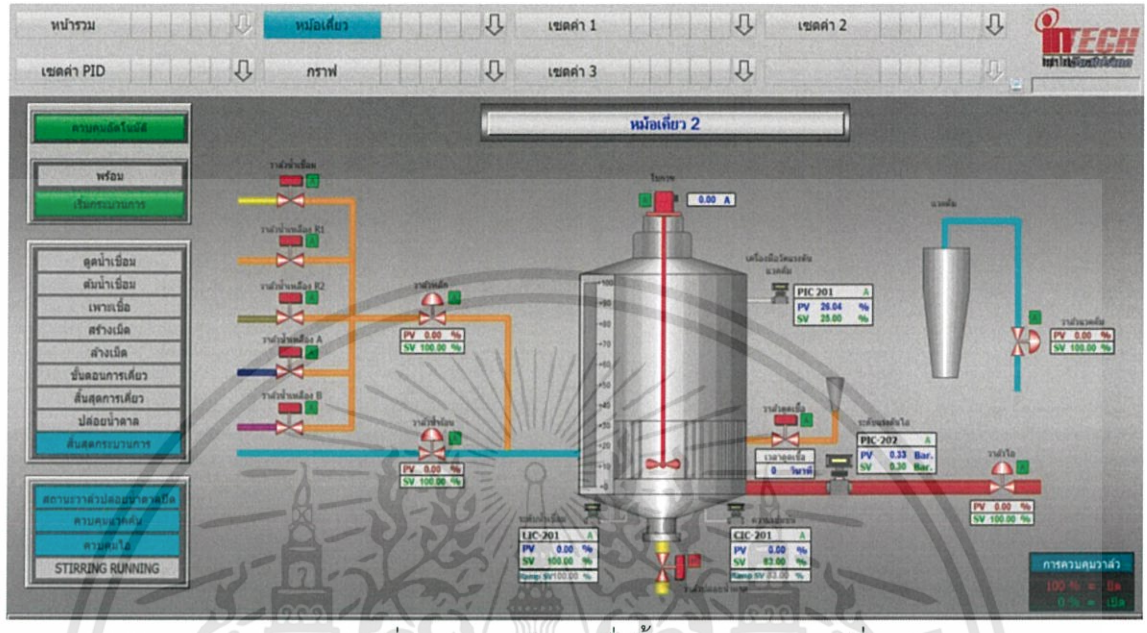
11. เมื่อถึงจุดสิ้นสุดการเคี่ยวจะแจ้งให้ปล่อยน้ำตาล ดังรูปที่ 3.34



รูปที่ 3.34 การจำลองขั้นตอนปล่อยน้ำตาล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

12. เมื่อระดับน้ำตาลเป็น 0% จะขึ้นว่าสิ้นสุดกระบวนการ ดังรูปที่ 3.35



รูปที่ 3.35 การจำลองเมื่อสิ้นสุดกระบวนการเคี่ยว

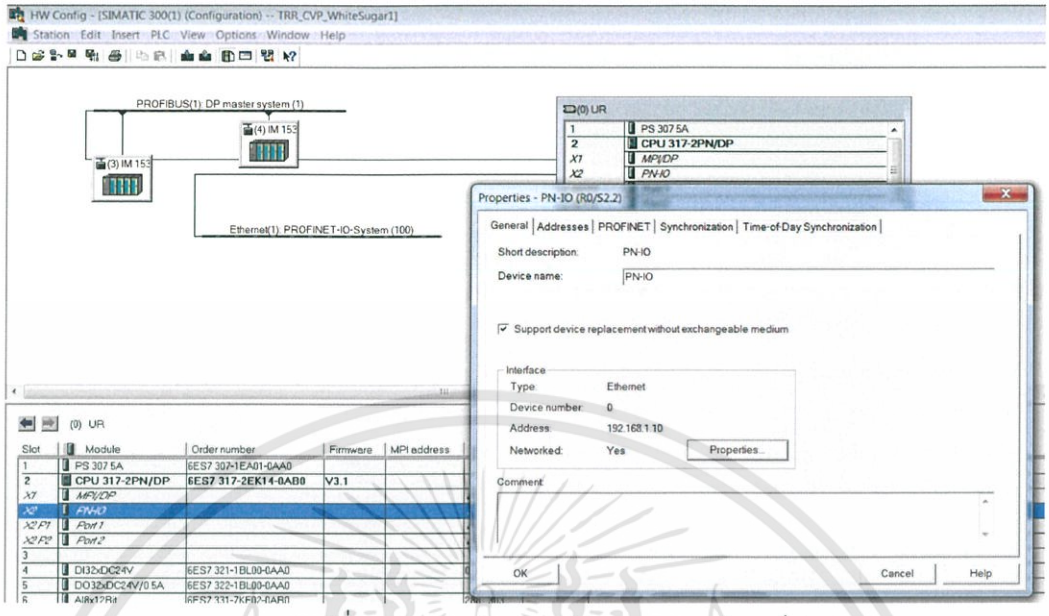
3.5 Hardware Config

3.5.1 Config IP Address

การ Config IP Address ที่ตัวซอฟต์แวร์ SIMATIC STEP 7 เพื่อระบุตำแหน่ง IP Address ของ CPU เพื่อใช้เชื่อมต่อสื่อสารกับคอมพิวเตอร์ผ่าน TCP/IP ด้วยสายแลน (RJ-45) ทำได้โดย

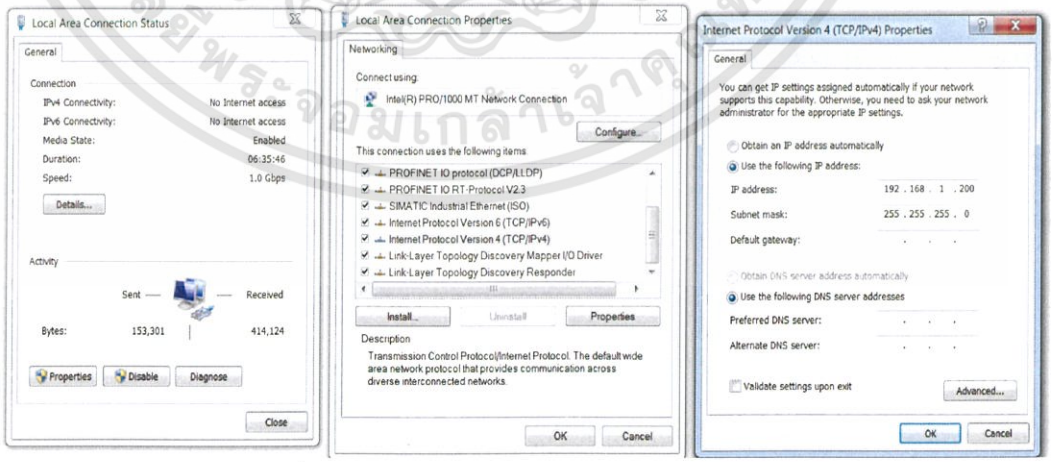
1. ไปที่หัวข้อ SIMATIC 300 ดับเบิลคลิกที่ Hardware
2. ดับเบิลคลิกเลือกที่ PN-O ในบริเวณ RACK
3. ในหัวข้อ Interface เปลี่ยน IP Address ทำได้โดยการเข้าไปที่ Properties ในหัวข้อ Parameters กรอกค่า IP Address :192.168.1.10 และ Subnet mask :255.255.255.0 กด OK ดังรูปที่ 3.36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.36 Config IP Address ของอุปกรณ์ PLC

4. Config ที่ตัว computer ไปที่ Control Panel > Network and Internet > Network and Sharing Center จากนั้นคลิกที่หัวข้อ Change adapter settings
5. เลือก Network and Sharing Center ดับเบิลคลิกที่ Properties
6. ดับเบิลคลิกที่ Internet Protocol Version 4 (TCP/iPv4) โดยทำการเซ็ตค่า IP address ให้อยู่ในวงเดียวกันโดยการ เซ็ตค่า 3 ตำแหน่งแรกให้เหมือนกัน 192.168.1.XX ส่วนตำแหน่งสุดท้าย (XX) ต้องไม่ซ้ำกับ IP Address ของตัว CPU ของ PLC จากนั้นกด OK เป็นอันเสร็จ ดังรูปที่ 3.37



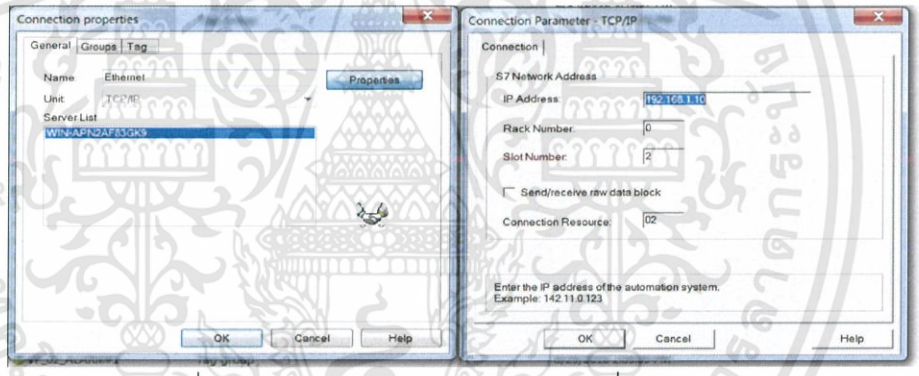
รูปที่ 3.37 Config IP Address ของคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.2 Config ซอฟต์แวร์WinCC ให้เชื่อมต่อกับ PLC

เพื่อให้ตัวซอฟต์แวร์WinCC สามารถเชื่อมต่อกับตัว PLC เพื่อนำข้อมูลมาแสดงผลบน SCADA ด้วยการสื่อสารแบบ TCP/IP ด้วยสายแลน (RJ-45)

1. เข้าไปที่หัวข้อ Tag Management ใน ซอฟต์แวร์WinCC
2. เลือกหัวข้อ SIMATIC S7 PROTOCAL SUITE คลิกขวาที่ TCP/IP เลือก System Parameter
3. ที่หัวข้อ Unit ในหัวข้อย่อย Logical device name: เลือก TCP/IP
4. คลิกขวาที่ Group Tag ที่ใช้ เลือก Properties จากนั้นกด Properties ในหัวข้อ IP Address ใส่เลขให้ตรงกับ IP Address ของ PLC คือ 192.168.1.10 ในหัวข้อ Rack Number เท่ากับ 0 และ Slot Number เท่ากับ 2 ซึ่งเป็นตำแหน่งของ Module CPU ของ PLC ที่ใช้ ดังรูปที่ 3.38



รูปที่ 3.38 Config ซอฟต์แวร์WinCC ให้เชื่อมต่อกับ PLC

3.6 การติดตั้ง (Installation)

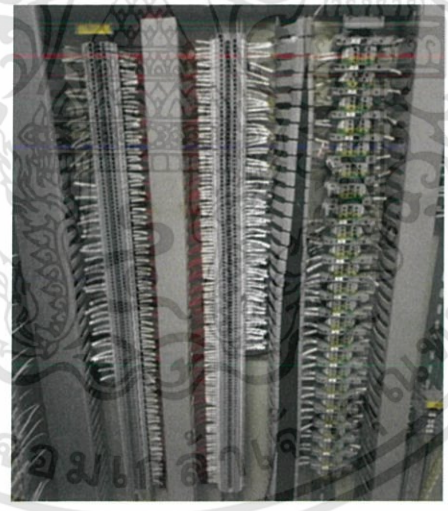
ไปติดตั้งระบบช่วยเคี่ยวหม้อเคี่ยวตั้งในช่วงปลายเดือนตุลาคมที่ บริษัทไทยรุ่งเรืองอุตสาหกรรม จำกัด ที่จังหวัดเพชรบูรณ์ ดังรูปที่ 3.39 โดยจะมีในส่วนของการ Wiring สายอุปกรณ์หน้างานเข้าตู้ PLC การนำโปรแกรมที่เขียนเพิ่มใหม่ไปดาวน์โหลดลงตัว PLC เดิมนำกราฟฟิคที่เพิ่มดาวน์โหลดลงคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.39 บริษัท ไทยรุ่งเรืองอุตสาหกรรม จำกัด

3.6.1 การ Wiring

ทำการ Wiring สายสัญญานของอุปกรณ์จากหน้างานที่เกี่ยวข้องเข้าเทอมินอลของ PLC รวมทั้งทำการติดเครื่องหมายชื่อในแต่ละสายสัญญาน ดังรูปที่ 3.40



รูปที่ 3.40 Wiring สายสัญญานของอุปกรณ์เข้าเทอมินอล PLC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

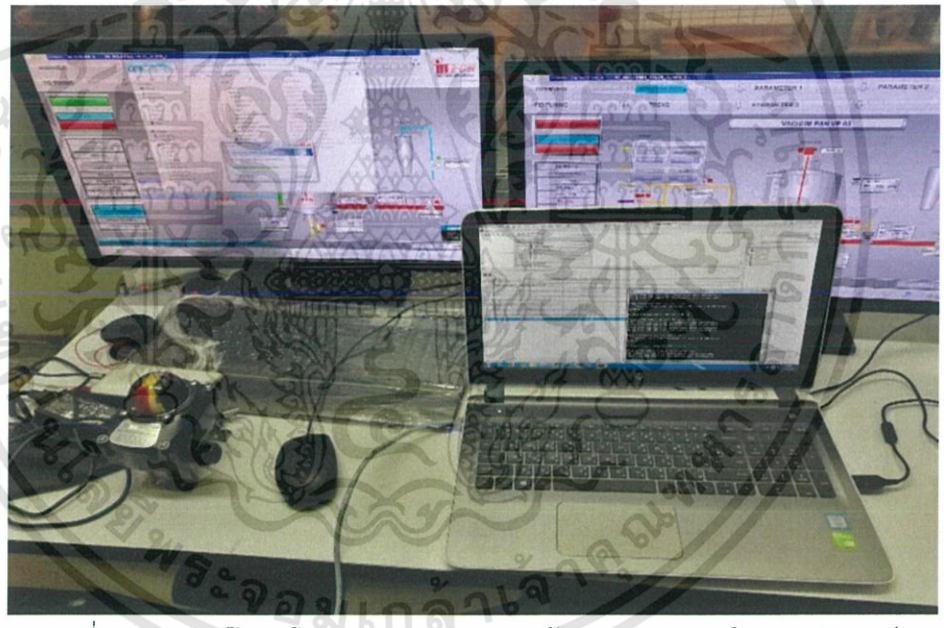
3.6.2 การดาวน์โหลดโปรแกรม

1. โปรแกรมระบบช่วยเคี่ยวหม้อเคี่ยวตั้ง

ทำการดาวน์โหลดโปรแกรมที่เพิ่มลงตัว PLC โดยทำดาวน์โหลดผ่านสายแลน (RJ-45) ได้ทันที เนื่องจากมีการ Config มาก่อนแล้วทำได้โดยการเปิดซอฟต์แวร์ SIMATIC STEP7 จากนั้น ไปที่ Option เลือก Set PG/PC Interface เลือกการเชื่อมต่อแบบ TCP/IP กด OK ทำการดาวน์โหลดที่บริเวณแถบเครื่องมือโดยเลือกเฉพาะ Function (FC) , Function Block (FB) และ Data Block (DB) ที่เพิ่มขึ้นใหม่เท่านั้นและดาวน์โหลด OB1 ในตอนสุดท้าย

2. หน้ากราฟฟิคของระบบช่วยเคี่ยวหม้อเคี่ยวตั้ง

ทำการดาวน์โหลดเฉพาะหน้ากราฟฟิคใหม่ไปวางใน Folder ของตัวโปรแกรม SCADA เดิมในคอมพิวเตอร์หลังจากนั้นทำการ Import Tag , Alarm Logging ดังรูปที่ 3.41



รูปที่ 3.41 ดาวน์โหลดโปรแกรมลงPLCและหน้าจอกราฟฟิคลงในคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.7 ทดสอบการทำงานแบบ Manual กับอุปกรณ์จริง

ทำการทดสอบการทำงานแบบ Manual ของระบบช่วยเคี่ยวหม้อเคี่ยวตั้งในการรับสัญญานอินพุตและการส่งเอาต์พุต มีความถูกต้องไหม

3.7.1 ทดสอบอุปกรณ์ที่เป็นดิจิตอล

1. วาล์วชนิดเปิด-ปิด (On-Off Valve)

ทดสอบสัญญานเอาต์พุตโดยการสั่งเปิดวาล์วแบบ Manual บนหน้าจอ SCADA แล้วทำการตรวจสอบสัญญานอินพุต Feedback จากอุปกรณ์ที่หน้าจอ SCADA โดยสังเกตจากสีของวาล์วเมื่อวาล์วเปิดจะเป็นสีเขียวเมื่อวาล์ลปิดจะเป็นสีแดง

2. สวิตช์สั่งงานที่ตู้ควบคุม

ทดสอบสัญญานอินพุตโดยการสั่งงานผ่านสวิตช์ปุ่มกดได้แก่ซีเล็คเตอร์สวิตช์(Automatic/Manual) ซีเล็คเตอร์สวิตช์(Start/Stop) Acknowledge สวิตช์ และ Emergency สวิตช์ ทำการตรวจสอบว่ามีการสั่งการทำงานได้ถูกต้องหรือไม่

3.7.2 ทดสอบอุปกรณ์ที่เป็นอนาล็อก

1. คอนโทรลวาล์ว (Control Valve)

ทดสอบสัญญานเอาต์พุตโดยการสั่งเปิดวาล์วแบบ Manual โดยเริ่มจาก 0% , 25% , 50% และ 100% และทำการตรวจเช็คสัญญานอินพุต PV Feedback กลับมาที่หน้าจอ SCADA ว่ามีค่าถูกต้องไหม

2. อุปกรณ์วัด

ทดสอบสัญญานอินพุตจากอุปกรณ์วัดเช่น Level Transmitter ,Pressure Transmitter และ Brix measurement โดยทำการป้อนสัญญาณ 4-20 mA เริ่มจาก 4 mA, 8 mA, 12 mA, 16 mA และ 20 mA ตามลำดับเข้าไปยังอุปกรณ์ที่อยู่หน้างานด้วย เครื่องกำเนิดสัญญาณ แล้วตรวจสอบค่าจากหน้าจอ SCADA จะแสดงผลเป็นหน่วยเปอร์เซ็นต์ 0% , 25% , 50% และ 100% ตามลำดับว่ามีค่าสอดคล้องกับสัญญานที่ป้อนเครื่องกำเนิดสัญญานไหม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการดำเนินงานและการทดสอบการทำงาน

4.1 บทนำ

หลังจากทำการเขียนโปรแกรมระบบควบคุมหม้อเคี่ยวน้ำตาลทรายขาวเสร็จเรียบร้อยแล้วได้ทำการทดสอบการทำงานของโปรแกรมด้วยซอฟต์แวร์ SIMATIC S7-PLCSIM ในการจำลองเงื่อนไขอินพุตเพื่อจำลองขั้นตอนการทำงานของระบบช่วยเคี่ยวหม้อเคี่ยวตั้ง หลังจากนั้นนำโปรแกรมไปติดตั้งที่หน้างานจริงโดยทำการ Wiring สายอุปกรณ์หน้างานเข้า PLC และทำการดาวน์โหลดโปรแกรมลง PLC และดาวน์โหลดหน้ากราฟฟิคของ SCADA ลงคอมพิวเตอร์จากนั้นทำการทดสอบการทำงานแบบ Manual Mode ในการรับสัญญานอินพุตและการส่งเอาต์พุตกับอุปกรณ์ที่อยู่หน้างานจริง โดยการวิธีการทดสอบได้กล่าวไว้ในบทที่ 3

4.2 ผลทดสอบการทำงานด้วยการใช้ซอฟต์แวร์จำลอง

หลังจากทำการทดสอบการทำงานของระบบช่วยเคี่ยวหม้อเคี่ยวตั้งด้วยซอฟต์แวร์ SIMATIC S7-PLCSIM จำลองอินพุตให้เงื่อนไขต่าง ๆ ผลการทดสอบโปรแกรมตามขั้นตอนการทำงานที่ได้กล่าวไว้ในบทที่ 3 ทุกขั้นตอนตั้งแต่ขั้นแรกเริ่มดูดน้ำเชื่อมจนกระทั่งปล่อยน้ำตาลออกจากหม้อเคี่ยวในขั้นตอนสุดท้ายซึ่งสามารถทำงานได้ถูกต้องทุกขั้นตอน รวมถึงทดสอบการทำงานของระบบต่าง ๆ เช่น ระบบการการแจ้งเตือน(Alarm) เมื่อวาล์วเกิดปัญหาหรือไม่ส่งสัญญาน Feedback กลับมาก็จะทำการแจ้งเตือนไปที่ Alarm logging พร้อมเสียง Alarm ก็ทำงานได้ถูกต้อง และทดสอบ Emergency Stop เพื่อหยุดกระบวนการแบบฉุกเฉินก็สามารถทำได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ผลทดสอบการทำงานแบบ Manual กับอุปกรณ์จริงที่เป็นดิจิตอล

โดยผลการทดสอบจะสรุปผลเป็นตารางดังนี้

ตารางที่ 4.1 ผลการทดสอบการทำงานแบบ Manual Mode กับอุปกรณ์จริงที่เป็นดิจิตอล

No.	ชื่ออุปกรณ์	ประเภทของอุปกรณ์	ประเภท	ผลการทดสอบ
1	Discharge_Valve_2	On-Off Valve	INPUT/OUTPUT	OK
2	Syrup_Valve_2	On-Off Valve	INPUT/OUTPUT	OK
3	R1_molas_Valve_2	On-Off Valve	INPUT/OUTPUT	OK
4	R2_molas_Valve_2	On-Off Valve	INPUT/OUTPUT	OK
5	Seed_Valve_2	On-Off Valve	INPUT/OUTPUT	OK
6	Acknowledge_2	Push Button Switch	INPUT	OK
7	Emergency_Stop_2	Push Button Switch	INPUT	OK
8	Agitator_2	Motor	INPUT/OUTPUT	OK
9	START/STOP_2	Selector Switch	INPUT	OK
10	AUTO/MAN_2	Selector Switch	INPUT	OK
11	Status_VP_02	Pilot Lamp	OUTPUT	OK
12	Alarm_Silence_2	Warning Light	OUTPUT	OK
13	Discharge_Valve_4	On-Off Valve	INPUT/OUTPUT	OK
14	Syrup_Valve_4	On-Off Valve	INPUT/OUTPUT	OK
15	R1_molas_Valve_4	On-Off Valve	INPUT/OUTPUT	OK
16	R2_molas_Valve_4	On-Off Valve	INPUT/OUTPUT	OK
17	Seed_Valve_4	On-Off Valve	INPUT/OUTPUT	OK
18	Acknowledge_4	Push Button Switch	INPUT	OK
19	Emergency_Stop_4	Emergency Switch	INPUT	OK
20	Agitator_4	Motor	INPUT	OK
21	START/STOP_4	Selector Switch	INPUT	OK
22	AUTO/MAN_4	Selector Switch	INPUT	OK
23	Status_VP_04	Pilot Lamp	OUTPUT	OK
24	Alarm_Silence_4	Warning Light	OUTPUT	OK

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลทดสอบการทำงานแบบ Manual กับอุปกรณ์จริงที่เป็นดิจิตอลสามารถใช้งานจริงทั้งของหม้อเคี่ยวตั้งที่ 2 และหม้อเคี่ยวตั้งที่ 4

4.4 ผลการทดสอบแบบ Manual กับอุปกรณ์จริงที่เป็นอนาล็อก

4.4.1 ตัวอย่างการทดสอบอุปกรณ์ที่เป็นอนาล็อก

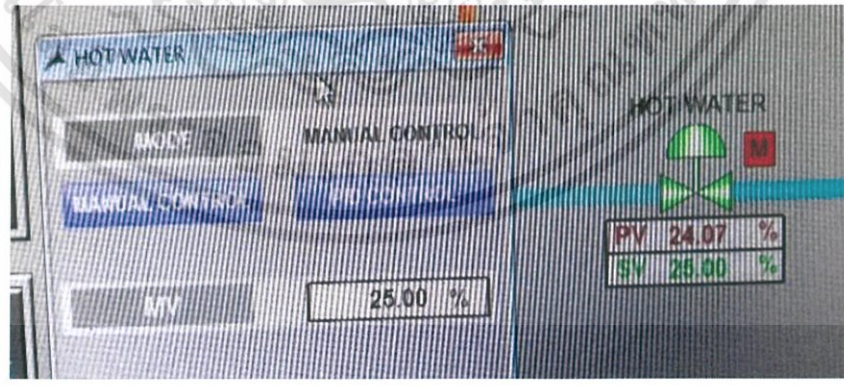
ทำการทดสอบวาล์วน้ำร้อนซึ่งเป็นวาล์วชนิดคอนโทรลวาล์ว (Control Valve) ทดสอบสัญญานเอาต์พุตโดยการสั่งเปิดวาล์วแบบ Manual โดยเริ่มจาก 0% , 25% , 50% และ 100% และทำการตรวจเช็คสัญญานอินพุต PV(Present Value) Feedback กลับมาที่หน้าจอ SCADA

ตารางที่ 4.2 ผลการทดสอบการส่งสัญญานเอาต์พุตและการรับสัญญานอินพุตของวาล์วน้ำร้อน

ครั้งที่	เอาต์พุต (MV) %	อินพุต (PV) %	ความคลาดเคลื่อน %
1	0	0	0
2	25	24.07	0.93
3	50	50.03	0.03
4	75	76.39	1.39
5	100	100	0

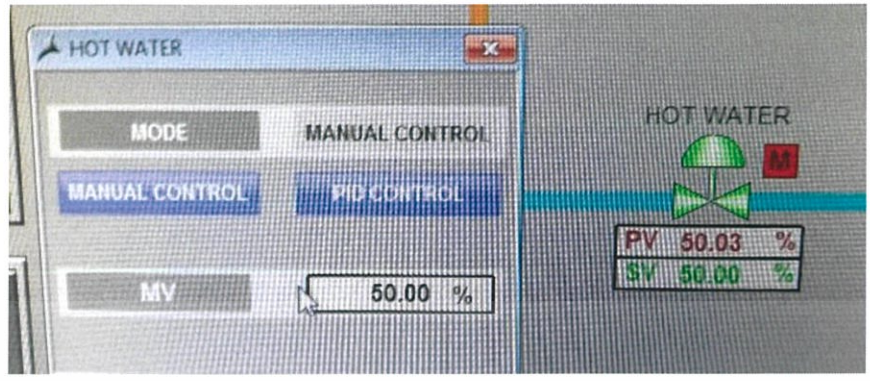
โดยค่าความคลาดเคลื่อนที่โรงงานยอมรับได้ไม่เกิน ± 5%

โดยรูปที่ถ่ายจากการทดสอบจริงแสดงดังรูปที่ 4.1 ,4.2 ,4.3 และรูปที่ 4.4



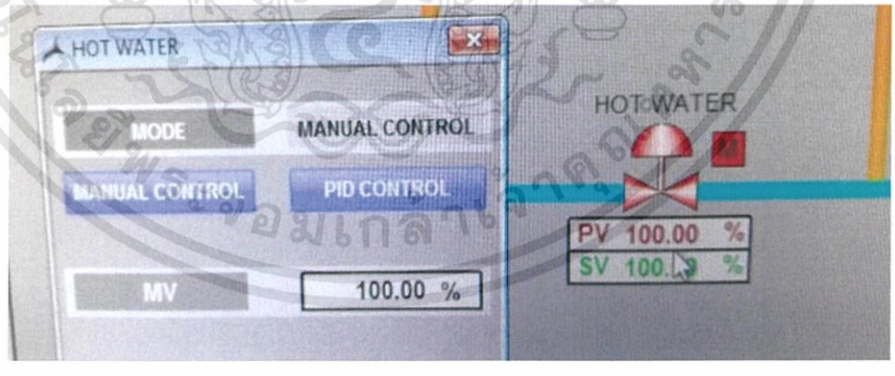
รูปที่ 4.1 ทดสอบสั่งเปิดวาล์วแบบ Manual ที่ตำแหน่ง 25%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 ทดสอบสั่งเปิดวาล์วแบบ Manual ที่ตำแหน่ง 50%

รูปที่ 4.3 ทดสอบสั่งเปิดวาล์วแบบ Manual ที่ตำแหน่ง 75%



รูปที่ 4.4 ทดสอบสั่งเปิดวาล์วแบบ Manual ที่ตำแหน่ง 100%

จากผลการทดสอบสรุปได้ว่าวาล์วน้ำร้อนมีค่าความผิดพลาดอยู่ในช่วง ± 5% ถือว่าผ่านการทดสอบ(OK)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.2 ผลการทดสอบอุปกรณ์ที่เป็นอนาล็อก

โดยผลการทดสอบจะสรุปผลเป็นตารางดังนี้

ตารางที่ 4.3 ผลการทดสอบการทำงานแบบ Manual กับอุปกรณ์จริงที่เป็นอนาล็อก

No.	ชื่ออุปกรณ์	ประเภทของอุปกรณ์	ประเภท	ผลการทดสอบ
1	Level_Transmitter_101_2	Level Transmitter	INPUT	OK
2	Pressure_Transmitter101_2	Pressure Transmitter	INPUT	OK
3	Pressure_Transmitter_102_2	Pressure Transmitter	INPUT	OK
4	BRIX_101_2	BRIX Refractometers	INPUT	OK
5	MAIN_Valve_2	Control Valve	INPUT/OUTPUT	OK
6	HOTWATER_Valve_2	Control Valve	INPUT/OUTPUT	OK
7	VACUUM_Valve_2	Control Valve	INPUT/OUTPUT	OK
8	EXHAUST-Valve_2	Control Valve	INPUT/OUTPUT	OK
9	Agitator_2	Motor	INPUT	OK
10	Level_Transmitter_101_4	Level Transmitter	INPUT	OK
11	Pressure_Transmitter101_4	Pressure Transmitter	INPUT	OK
12	Pressure_Transmitter_102_4	Pressure Transmitter	INPUT	OK
13	BRIX_101_4	BRIX Refractometers	INPUT	OK
14	MAIN_Valve_4	Control Valve	INPUT/OUTPUT	OK
15	HOTWATER_Valve_4	Control Valve	INPUT/OUTPUT	OK
16	VACUUM_Valve_4	Control Valve	INPUT/OUTPUT	OK
17	EXHAUST-Valve_4	Control Valve	INPUT/OUTPUT	OK
18	Agitator_4	Motor	INPUT	OK

ผลทดสอบการทำงานแบบ Manual กับอุปกรณ์จริงที่เป็นอนาล็อกสามารถใช้งานจริงทั้งอุปกรณ์ของหม้อเคี่ยวตั้งที่ 2 และหม้อเคี่ยวตั้งที่ 4

4.5 ผลการทดสอบแบบอัตโนมัติ Automatic Mode

การทดสอบโหมดอัตโนมัติ (Automatic Mode) ซึ่งทำการทดสอบในช่วงเวลาหลังจากผู้จัดทำได้เสร็จสินโครงการสหกิจไปแล้ว ซึ่งทางผู้จัดทำได้ทำการติดต่อสอบถามผลการทดสอบถามไปยังผู้นิเทศงานซึ่งได้ไปร่วมทดสอบได้ทราบว่าในการทดสอบระบบช่วยเคี่ยวหม้อเคี่ยวตั้งน้ำตาลทรายขาวในโหมดอัตโนมัติ (Automatic Mode) สามารถทำงานได้จริงในกระบวนการเคี่ยวน้ำตาลตั้งแต่ขั้นตอนดูดน้ำเชื่อมเข้าจนกระทั่งได้ผลึกน้ำตาล ทรายขาวซึ่งระบบสามารถทำงานได้ตามปกติและไม่มีปัญหาเกิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการดำเนินงาน

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน

จากการดำเนินงานการทดสอบการทำงานของระบบช่วยเคี่ยวตั้งด้วยโหมดควบคุมด้วยมือ (Manual Mode) อุปกรณ์หน้างานจริงสามารถใช้งานได้ตามปกติทุกอุปกรณ์ และในส่วนการทดสอบโหมดอัตโนมัติ (Automatic Mode) ที่ทางผู้นิเทศงานได้ไปทำการทดสอบ ซึ่งระบบช่วยเคี่ยวหม้อเคี่ยวตั้งน้ำตาลทรายขาวสามารถทำงานได้จริงและไม่มีปัญหาเกิดขึ้น

ซึ่งจากการดำเนินงานทั้งหมดทำให้ผู้จัดทำมีความเข้าใจถึงระบบช่วยเคี่ยวหม้อเคี่ยวตั้งน้ำตาลทรายขาวซึ่งอยู่ในส่วนของกระบวนการเคี่ยวน้ำตาลในกระบวนการผลิตน้ำตาลทรายขาว ซึ่งเป็นการนำระบบอัตโนมัติมาใช้ควบคุมกระบวนการแทนการควบคุมกระบวนการด้วยมือ รวมถึงประสบการณ์ในการทดสอบ(Manual Mode) อุปกรณ์หน้างานจริง โดยจุดประสงค์ของระบบช่วยเคี่ยวหม้อเคี่ยวตั้งน้ำตาลทรายขาวเพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการเคี่ยวน้ำตาลในกระบวนการผลิตน้ำตาล และสามารถตรวจสอบต้นเหตุของปัญหาเมื่อมีสัญญานเตือน (Alarm) ขึ้นอีกทั้งยังลดความเหนื่อยล้าของพนักงานที่ปฏิบัติงานในแผนกหม้อเคี่ยว

5.2 ปัญหาที่พบ

1. ขาดความเข้าใจในการทำงานระบบช่วยเคี่ยวหม้อเคี่ยวตั้งน้ำตาลทรายขาว

2. ขาดความเข้าใจเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้าและไม่มีประสบการณ์หน้างานจริงในการทดสอบอุปกรณ์

3. ช่วงเวลาที่ทำการทดสอบในโหมดอัตโนมัติเป็นช่วงที่ผู้จัดทำได้เสร็จสิ้นโครงการสหกิจไปแล้ว

5.3 แนวทางการแก้ไขปัญหา

1. เนื่องจากผู้เขียนโปรแกรมเดิมไม่สามารถติดต่อได้จึงต้องทำการสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับขั้นตอนการทำงานของหม้อเคี่ยวตั้งน้ำตาลทรายขาวและศึกษาจากโปรแกรมของเดิมซึ่งใช้เวลานานพอสมควร

2. สอบถามจากพี่ผู้นิเทศงานและจากพนักงานที่ปฏิบัติหน้างาน ทำการสืบค้นข้อมูลเพิ่มด้วยตัวเองเพื่อเสริมความเข้าใจ และเก็บเกี่ยวประสบการณ์จากหน้างานจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ทำการติดต่อสอบถามผลการทดสอบในโหมดอัตโนมัติจากผู้นิเทศงาน

5.4 ข้อเสนอแนะ

ระบบช่วยเคี่ยวหม้อเคี่ยวตั้งน้ำตาลทรายซึ่งเป็นตัวอย่างของระบบควบคุมอัตโนมัติของกระบวนการเคี่ยวน้ำตาล ผู้ที่มีความสนใจในด้านระบบควบคุมอัตโนมัติและมีการควบคุมด้วยระบบ PID Control สามารถนำไปศึกษาและต่อยอดในการสร้างหรือพัฒนาระบบควบคุมอัตโนมัติในกระบวนการอื่น ๆ ต่อไปในอนาคต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] บริษัท อินสไปร์เทค จำกัด; แหล่งที่มา : http://www.in-tech.co.th (สืบค้นวันที่ 9 ธันวาคม 2561)

[2] Thai Sugar millers; กระบวนการผลิตน้ำตาลทราย; แหล่งที่มา http://www.thaisugarmillers.com/tsmc-02-02.html (สืบค้นวันที่ 9 ธันวาคม 2561)

[3] JAKARIN AUTOMATION; พื้นฐาน PLC; แหล่งที่มา : http://mechatronnic2day.blogspot.com/2013/08/1-plc.html (สืบค้นวันที่ 9 ธันวาคม 2561)

[4] JAKARIN AUTOMATION; ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับระบบ SCADA; แหล่งที่มา : http://mechatronnic2day.blogspot.com/2015/03/scada-1.html (สืบค้นวันที่ 9 ธันวาคม 2561)

[5] ThaiCERT; ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับ โปรโตคอล TCP/IP; แหล่งที่มา : http://www.tnetsecurity.com/content_basic/tcp_ip_knowledge.php (สืบค้นวันที่ 22 ธันวาคม 2561)

[6] METTLER TOLEDO; เครื่องวัดความหนาแน่นบริกซ์: แหล่งที่มา : https://www.mt.com/th/th/home/perm-lp/product-organizations/ana/liquiphysics/brix-meters.html (สืบค้นวันที่ 22 ธันวาคม 2561)

[7] ทรานสมิตเตอร์; แหล่งที่มา : http://www.wisco.co.th/main/Articles/Signal_Transmitter (สืบค้นวันที่ 22 ธันวาคม 2561)

[8] Factomart; ประเภทและหลักการ Pressure Sensor; แหล่งที่มา: https://www.factomart.com/th/factomartblog/type-of-pressure-sensor/ (สืบค้นวันที่ 22 ธันวาคม 2561)

[9] Control Valve คืออะไร; แหล่งที่มา : https://www.savemelife.com (สืบค้นวันที่ 22 ธันวาคม 2561)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

PLC Program

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

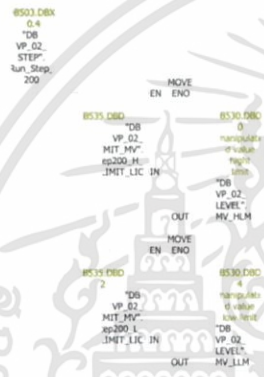
FC511 - <offline>

"FC VP_002_BLIX"
Name: **Family:**
Author: **Version:** 0.1
Block version: 2
Time stamp Code: 09/10/2018 10:38:43 AM
Interface: 02/29/2012 03:55:10 PM
Lengths (block/logic/data): 02898 02608 00002

Name	Data Type	Address	Comment
IN		0.0	
OUT		0.0	
IN_OUT		0.0	
TEMP		0.0	
RETURN		0.0	
RET_VAL		0.0	

Block: FC511

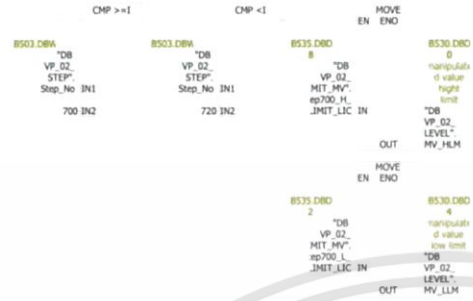
Network: 3



Network: 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Network: 5



Network: 6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Network: 7

%530.DBX 8.2 "DB_VP_02_LEVEL".V_MAN_O

CMP ==I

%530.DBW 2 "DB_VP_02_LEVEL".CV_MODE IN1

0 IN2

Network: 8

%530.DBX 8.2 "DB_VP_02_LEVEL".V_MAN_O

CMP ==I

%530.DBX 8.0 manual mode m=1 a=0: "DB_VP_02_LEVEL".IDMAN_O

%530.DBW 6 "DB_VP_02_LEVEL".ID_MODE IN1

0 IN2

Network: 9

%530.DBX 8.2 "DB_VP_02_LEVEL".V_MAN_O

M254.7 "Always_on"

MOVE EN ENO

%530.DBD 4 manipulated value height level "DB_VP_02_LEVEL".VN_VALVE IN

OUT

%530.DBD 8 "DB_VP_02_LEVEL".MV_OUT

Network: 10

%530.DBX 8.2 "DB_VP_02_LEVEL".V_MAN_O

%530.DBX 8.0 manual mode m=1 a=0: "DB_VP_02_LEVEL".IDMAN_O

%530.DBX 8.0 "DB_VP_02_LEVEL".PULSE_00P

MOVE EN ENO

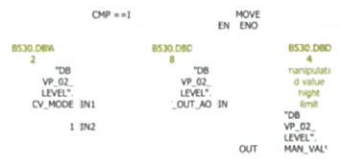
%530.DBD manipulated value "DB_VP_02_LEVEL".MV_OUT IN

OUT

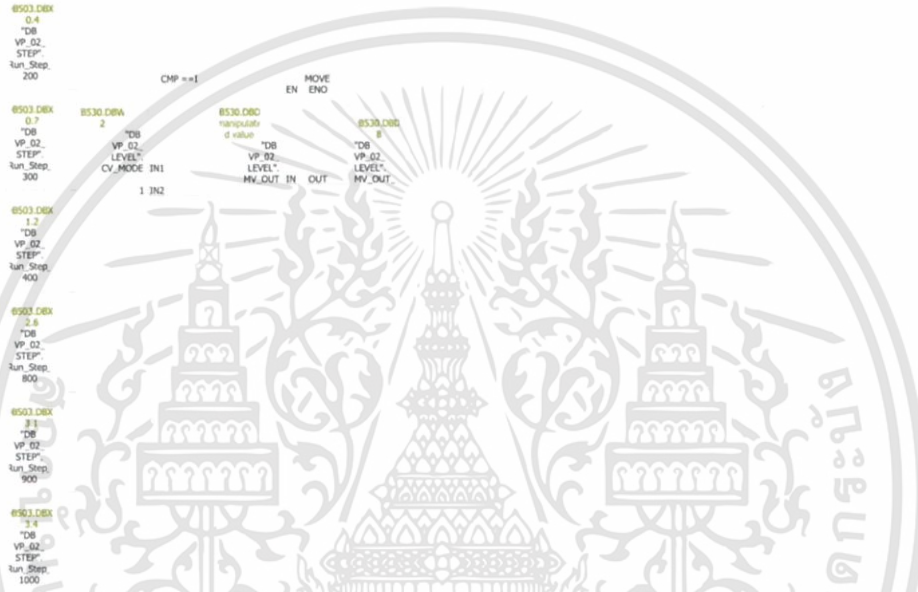
%530.DBD 2 manual manipulated value "DB_VP_02_LEVEL".MAN_MV

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Network: 11

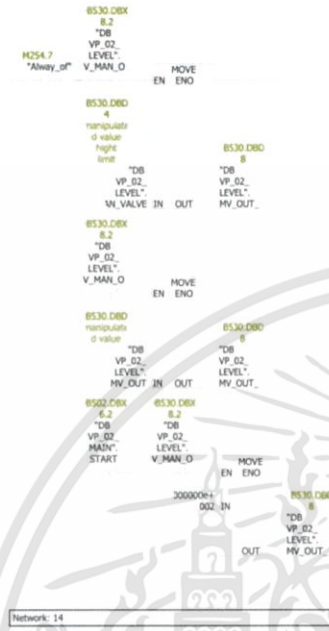


Network: 12



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

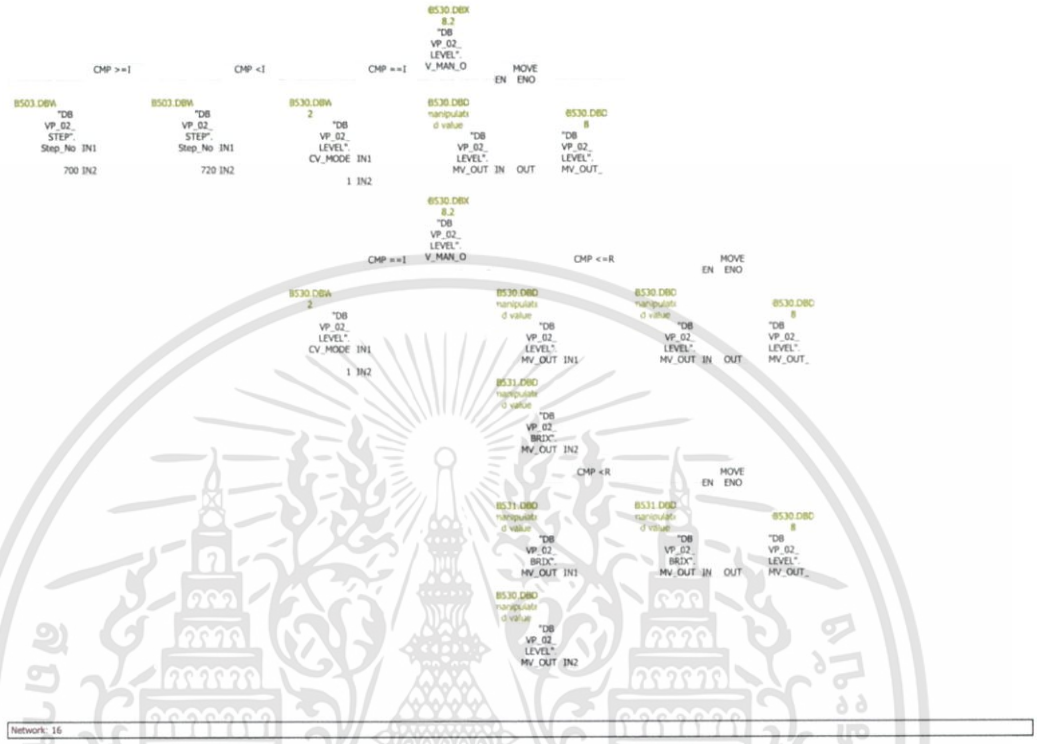
Network: 13



Network: 14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Network: 15



Network: 16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

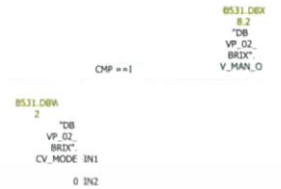
Network: 17

Network: 18

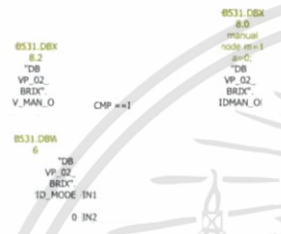
Network: 19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

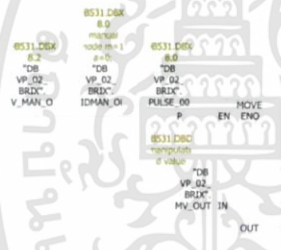
Network: 20



Network: 21



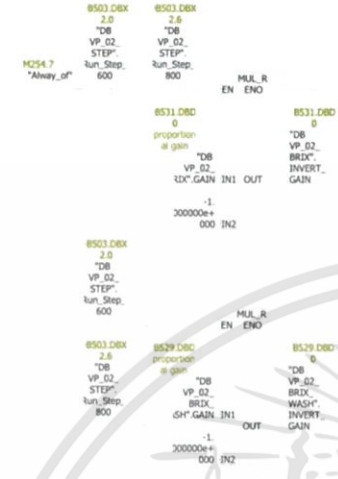
Network: 22



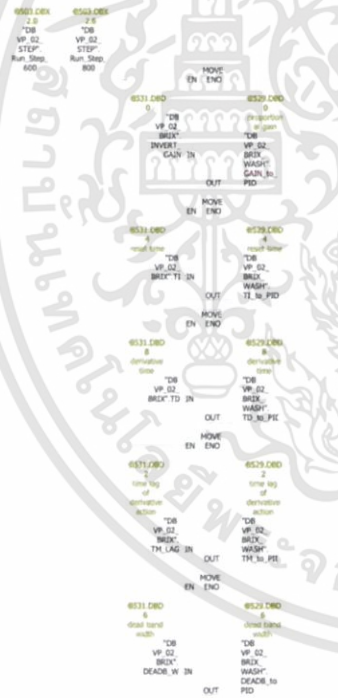
Network: 23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Network: 24

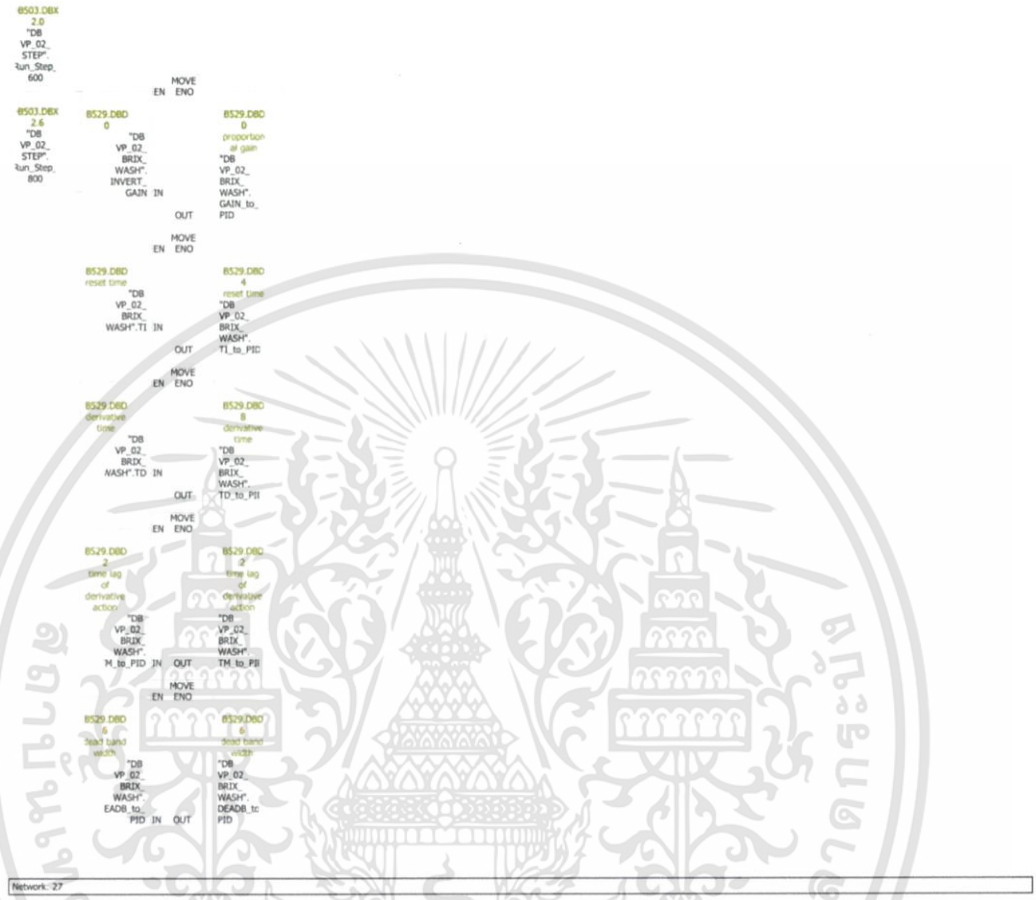


Network: 25



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Network: 26



Network: 27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Network: 28

```
%DB503.DBX
   2.0
   "DB
 VP_02_
 STEP".
%un_Step_
   600
                ADD_R                                  DIV_R
             EN   ENO                               EN   ENO

%DB504.DBD                          %DB504.DBD                  %DB504.DBD
    0                                   0                           0
     "DB VP-                             "DB VP-                     "DB VP-
    !_PARA1".              %DB504.DBD   !_PARA1".                   02_PARA1
        MAX_                    0        STAT28  IN1  OUT         STAT28
    RAINING_               "DB VP-
    ICENTRAT               02_PARA1     300000e+
           E  IN1  OUT     STAT28              000  IN2

%DB504.DBD
    4
     "DB VP-
    !_PARA1".
        MIN_
    RAINING_
    ICENTRAT
           E  IN2
```

Network: 29

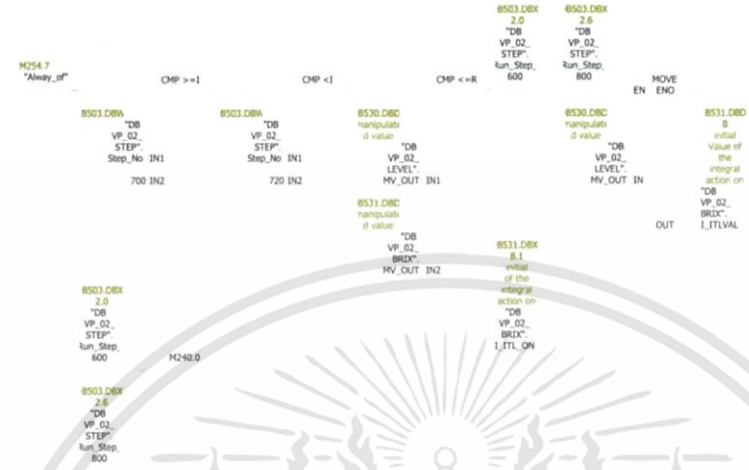
```
%DB503.DBX
   2.0
   "DB
 VP_02_
 STEP".
%un_Step_
   600
              MOVE
           EN   ENO

%DB504.DBD                          %DB531.DBD
    0                                internal
                                     setpoint
     "DB VP-                        "DB
    !_PARA1".                       VP_02_
      STAT28  IN                    BRIX".
                          OUT       SP_IN
```

Network: 30

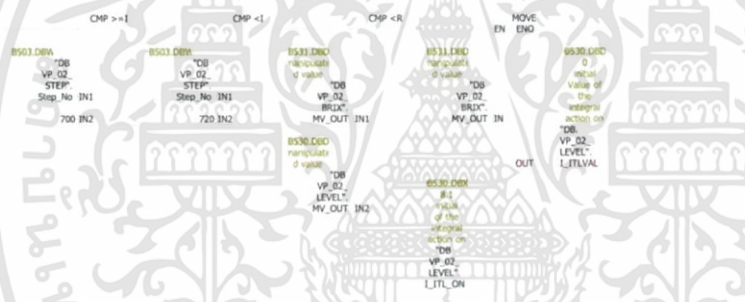
```
%DB503.DBX
   0.7
   "DB
 VP_02_
 STEP".
%un_Step_
   300
              MOVE
           EN   ENO

%DB504.DBD                          %DB531.DBD
    4                                   4
     "DB VP-                        manipulated
    !_PARA1".                        0 value
        BRIX_                       low limit
    ONTROL_                        "DB
    MV_LOW  IN                     VP_02_
                                   BRIX".
                          OUT      MV_LLM
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Network: 31 Initial of the integral action on



Network: 32



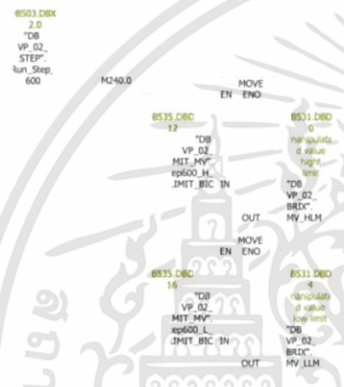
Network: 33

Network: 34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Network: 35

Network: 36

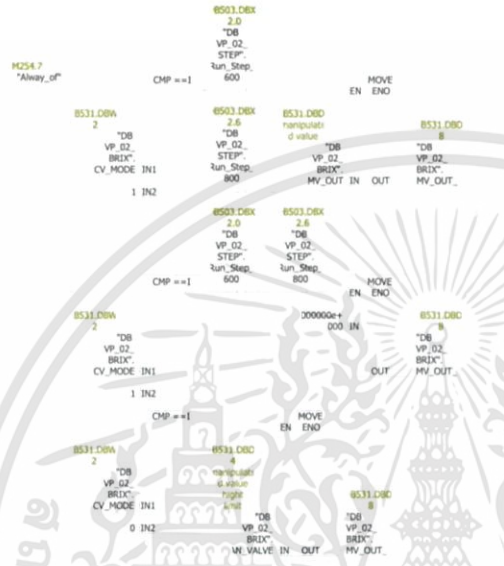


Network: 37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Network: 38

Network: 39



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ – สกุล นายจักรกฤษ ศรีสุกิจจา

วัน เดือน ปีเกิด 26 กันยายน 2539

ที่อยู่ 61/1 หมู่ที่ 1 ต.เหมืองแก้ว อ.แม่ริม จ.เชียงใหม่ 50180

E-mail jakkrit.sskj@gmail.com

โทรศัพท์ 081-671-7730

ประวัติการศึกษา

- พ.ศ.2552 – 2554 ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น
  โรงเรียนดาราวิทยาลัย จังหวัดเชียงใหม่
- พ.ศ.2555 – 2557 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย
  โรงเรียนดาราวิทยาลัย จังหวัดเชียงใหม่
- พ.ศ.2558 – ปัจจุบัน วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต หลักสูตรวิศกรรมการวัดคุม
  ภาควิชาวิศวกรรมการวัดคุมและควบคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์
  สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ประสบการณ์การทำงาน

- มิ.ย. – ก.ค. พ.ศ. 2561 นักศึกษาฝึกงาน แผนก วิศวกรรมโครงการ
  บริษัท เคมีแมน จำกัด
- ส.ค. – พ.ย. พ.ศ. 2561 นักศึกษาโครงการสหกิจศึกษา แผนก วิศวกรรมโครงการ
  บริษัท อินสไปร์เทค จำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้