รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

การปรับปรุง PLC สำหรับควบคุมระบบวัดคุมนิรภัยของระบบการจัดการการเผาไหม้

Revamp PLC for Emergency Shutdown System of Burner Management System

นางสาวอธิษฐาน สีดอกไม้

ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2562

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงงานสหกิจศึกษา การปรับปรุง PLC สำหรับควบคุมระบบวัดคุมนิรภัยของระบบการจัดการการเผาไหม้

ชื่อ–สกุล นักศึกษา นางสาวอธิษฐาน สีดอกไม้

คณะ วิศวกรรมศาสตร์ **ภาควิชา** วิศวกรรมการวัดและควบคุม

ชื่อ–สกุล อาจารย์นิเทศ รศ.สักรียา ชิตวงศ์

ชื่อ–สกุล ผู้นิเทศงาน นายกฤษฎา ไสยสุข

ชื่อสถานประกอบการ บริษัท ชไนเดอร์ อิเล็กทริค ซิสเต็มส์ (ประเทศไทย) จำกัด

บทคัดย่อ

โครงงานสหกิจศึกษาฉบับนี้ได้กล่าวถึงการแทนที่และปรับปรุง PLC ทั้งส่วนของฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์สำหรับควบคุมระบบวัดคุมนิรภัยของระบบการจัดการการเผาไหม้ในกระบวนการต้มไอน้ำของโรงไฟฟ้า โดยการนำ Safety PLC มาใช้ในการควบคุมกระบวนการและส่งค่าจากอุปกรณ์การวัดหรือสัญญานแจ้งเตือนไปยังระบบควบคุมหลักคือ DCS อีกทั้งยังมีการแสดงกราฟฟิกที่หน้าจอการแสดงผล (HMI) ทั้งนี้เพื่อช่วยผู้ปฏิบัติการในการควบคุมความปลอดภัยของการเริ่มต้นการทำงานและการหยุดการทำงานของเตาเผาให้เป็นไปได้อย่างปลอดภัย มีความน่าเชื่อถือ และมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น อีกทั้งยังช่วยป้องกันการเกิดเหตุการณ์อันตรายและช่วยลดโอกาสการเกิดเหตุการณ์อันตรายภายในกระบวนการ

คำสำคัญ: PLC, DCS, HMI, ระบบวัดคุมนิรภัย, ระบบการจัดการการเผาไหม้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Co-operative Title: Revamp PLC for Emergency Shutdown System of Burner Management System

Student Intern Name: Miss Atittan Seedokmai

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

Advisors Name: Assoc.Prof. Sakreya Chitwong

Mentor Name: Mr. Kritsada Saiyasuk

Company: Schneider Electric Systems (Thailand) Company Limited

ABSTRACT

This co-operative education report presents the replacement and improvement of PLC, both hardware and software for Emergency Shutdown System (ESD) of Burner Management System (BMS) in CHP Boiler. By using Safety PLC to control processes and send values from measurement equipment or alarm signals to the main control system (DCS). In addition, have show Graphics displayed on the HMI, and help operators in the control of security to start and stop the burner to safely, More reliable and efficient. It also helps to prevent the occurrence of hazardous events and reduces the possibility of hazardous events in the process.

Keyword: PLC, DCS, HMI, Emergency Shut Down System, Burner Management System

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์นี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี เนื่องด้วยความอนุเคราะห์ของบุคคลหลายท่านก่อนอื่นต้องขอขอบพระคุณ บริษัท ชไนเดอร์ อิเล็คทริค ซิสเต็มส์ (ประเทศไทย) จำกัด ที่ให้โอกาสสำหรับการเข้าฝึกปฏิบัติโครงการสหกิจศึกษา อีกทั้งนายกฤษฎา ไสยสุข ผู้นิเทศงานและพนักงานบริษัททุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือ ทำให้ได้รับความรู้และประสบการณ์ในการทำงานตลอดระยะเวลาสี่เดือน

ทั้งนี้ ขอขอบพระคุณ รศ.สักรียา ชิตวงศ์ และอาจารย์สาขาวิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุมทุกท่านที่ได้ให้คำแนะนำ และให้ความช่วยเหลืออันเป็นประโยชน์ต่อการทำรายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์ฉบับนี้แก่ผู้จัดทำตลอดมา

อธิษฐาน สีดอกไม้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II
กิตติกรรมประกาศ III
สารบัญ IV
สารบัญรูป VII
สารบัญตาราง X
บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงงาน 1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน 2
1.3 ขอบเขตของโครงงาน 2
1.4 วิธีดำเนินการ 2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3
1.6 แผนการดำเนินงาน 3
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 5
2.1 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับระบบวัดคุมนิรภัย (Safety Instrumented System: SIS) 5
2.2 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับระบบการจัดการการเผาไหม้ (Burner Management System) 6
2.1.1 Burner Management System (BMS) 6
2.1.2 ข้อกำหนดในการควบคุมหัวเผาและหลักเกณฑ์ของระบบบริหารการเผาไหม้ (BMS) 6
2.3 Programmable Logic Controller 10
2.3.1 ชนิดของ PLC 10
2.3.1.1 PLC ชนิดบล็อก (Block Type PLCs) 10
2.3.1.2 PLC ชนิดโมดูล (Modular Type PLCs) 12
2.3.2 ภาษาที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมให้กับ PLC 13
2.3.3 คอมพิวเตอร์ 13
2.3.4 โครงสร้างของ PLC 14
2.3.4.1 ซีพียู (Central Processing Unit : CPU) 14
2.3.4.2 หน่วยความจำ (Memory Unit) 15
2.3.4.3 ภาคอินพุต (Input Unit) 15
2.3.4.4 ภาคเอาต์พุต (Output Unit) 16
2.3.4.5 ภาคแหล่งจ่ายไฟ (Power Supply Unit) 16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.4 ESD Trident 17
2.4.1 ฮาร์ดแวร์ (Hardware) 17
2.4.1.1 Main Processor Module (MP) 17
2.4.1.2 Communication Integration Module (CIM) 18
2.4.1.3 ส่วนอินพุตและเอาต์พุต (I/O Card) 19
2.4.1.4 แหล่งจ่ายไฟ (Power Supply) 20
2.4.1.5 Human machine interface : HMI 20
2.4.1.6 ส่วนของเครื่อง Workstation 20
2.4.2 ซอฟต์แวร์ (Software) 21
2.5 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับอุปกรณ์ทางไฟฟ้าภายในตู้ควบคุม 22
2.5.1 Breaker 22
2.5.2 Fuse 22
2.5.3 Relay 23
2.5.4 Terminal Block 23
2.5.5 Switch 24
2.5.5.1 Push Buttons Switch 24
2.5.5.2 Selector Switch 24
2.5.5.3 Emergency Switch 25
2.5.6 Ground Bar 25
2.5.7 Wire Duct 26
2.5.8 Din Rails 26
2.5.9 Barrier 26
บทที่ 3 วิธีดำเนินงาน 27
3.1 กล่าวนำ 27
3.2 การเขียนโปรแกรม TriStation เพื่อควบคุม BMS 27
3.2.1 วิธีการสร้าง Project เพื่อเขียนโปรแกรมควบคุม PLC 27
3.2.2 การตั้งค่า Controller บนซอฟต์แวร์ TriStation 1131 29
3.2.3 การสร้าง parameter เพื่อไปควบคุมแต่ละ point ของ controller 29
3.2.4 หลักการสร้างและเขียนโปรเจคในการควบคุม Controller 31
3.2.5 หลักการเขียนโปรแกรม 31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.2.5.1 Cover Sheet 31
3.2.5.2 Logic Sheet 32
3.2.5.3 การตั้งชื่อคำนำหน้าพารามิเตอร์ 32
3.2.6 รายละเอียดการสร้างโปรแกรมชุดคำสั่งควบคุม 33
3.2.6.1 แผนผังลำดับการสั่งงานในชุดโปรแกรมควบคุม 33
3.2.6.2 ตัวอย่าง logic ภายในโปรแกรม 34
3.3 ส่วนของตู้ควบคุม 34
3.3.1 การศึกษาและออกแบบตู้ควบคุม 34
3.3.1.1 ศึกษาแบบตู้ควบคุมจาก System Architecture 34
3.3.1.2 ออกแบบตู้ควบคุมและตู้ Marshalling 35
3.3.1.3 คำอธิบายสำหรับแบบตู้ 36
3.3.1.4 แบบ Termination Diagram 36
3.3.2 การจัดทำตู้ควบคุม 37
3.3.2.1 การวาง Layout 37
3.3.2.2 ติดราง Wire Duct และ Din Rail 37
3.3.2.3 ติดตั้งอุปกรณ์และต่อสายไฟ 38
บทที่ 4 ผลการทดสอบ 39
4.1 กล่าวนำ 39
4.2 ผลการทดสอบการ์ดอินพุตและเอาต์พุต 39
4.3 ผลการทดสอบกับหน้าจอแสดงผล 42
บทที่ 5 สรุป ปัญหาและข้อเสนอแนะ 47
5.1 สรุปผลการดำเนินงาน 47
5.2 ปัญหาและวิธีการแก้ไข 47
5.2.1 ปัญหาที่พบ 47
5.2.2 วิธีแก้ปัญหา 47
เอกสารอ้างอิง 48
ประวัติผู้เขียน 49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ **หน้า**

2.1 การทำงานฟังก์ชันนิรภัย (1) 5
2.2 การทำงานฟังก์ชันนิรภัย (2) 6
2.3 P&ID แสดงสัญลักษณ์ "I" แทน Interlocks 7
2.4 Double Block and Bleed valve 8
2.5 พีแอลซีแบบบล็อกของออมรอน 11
2.6 โครงสร้างภายนอกของ PLC 11
2.7 ตัวอย่าง PLC แบบโมดูล 12
2.8 แสดงการต่อใช้งานคอมพิวเตอร์กับ PLC 13
2.9 ตัวอย่างซอฟต์แวร์ CX-Programmer 13
2.10 โครงสร้างภายในของ PLC 14
2.11 แสดงตัวอย่างอุปกรณ์อินพุต (Input Device) ที่นำมาต่อกับภาคอินพุตของ PLC 15
2.12 แสดงตัวอย่างอุปกรณ์เอาต์พุต (Output Device) ที่นำมาต่อกับภาคเอาต์พุตของ PLC 16
2.13 ไดอะแกรมภาคแหล่งจ่ายไฟของ PLC 16
2.14 Trident TMR Architecture 17
2.15 MP Hardware 18
2.16 MP Architecture 18
2.17 Ports and Connectors on the CIM Media Adapter and Baseplate 19
2.18 Input and Output Card 20
2.19 Power Supply Weidmuller รุ่นPRO TOP1 960W 20
2.20 จอแสดงผล (HMI) ยี่ห้อ Proface 21
2.21 เครื่อง Workstation ยี่ห้อ DELL รุ่น Precision T3630 Tower (SNST363007) 21
2.22 โปรแกรม TriStation 1131 4.17.0 21
2.23 ตัวอย่าง Circuit Breaker 22
2.24 Fuse 22
2.25 phoenix contact relay 23
2.26 phoenix contact terminal Block 23
2.27 Push Buttons Switch 24
2.28 Selector Switch 24
2.29 Emergency Switch 25
2.30 Ground Bar 25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

2.31 Wire Duct 26
2.33 Barrier 26
3.1 โปรแกรม TriStation 27
3.2 การเลือก Platform เป็น Trident ให้ตรงกับตัวควบคุมที่ใช้งาน 28
3.3 การเลือก Version ตัวควบคุมในโปรแกรม 28
3.4 การตั้งค่า Controller บนซอฟต์แวร์ 29
3.5 การสร้างฐานข้อมูล (Data Base) โดยโปรแกรม Excel 30
3.6 ขั้นตอนการ import ฐานข้อมูลจาก Excel ไปที่โปรแกรม TriStation 30
3.7 พารามิเตอร์ที่ Tagname Declaration หลังจาก import ฐานข้อมูลสำเร็จ 30
3.8 ขั้นตอนการสร้างโปรเจคใหม่ในโปรแกรมเพื่อเขียน logic 31
3.9 Cover Sheet 31
3.10 Logic Sheet 32
3.11 การตั้งชื่อคำนำหน้าพารามิเตอร์ 32
3.12 Start Burner Flow Chart 33
3.13 Two out of two voting and Three out of three voting logic 34
3.14 System Architecture 34
3.15 ตัวอย่างแบบการจัดวางอุปกรณ์ภายนอกของตู้ Marshalling 35
3.16 ตัวอย่างแบบการจัดวางอุปกรณ์ภายในของตู้ Marshalling 35
3.17 คำอธิบายสำหรับแบบตู้ 36
3.18 แบบ Termination Diagram ของ DO Card สุดท้าย 36
3.19 การวาง Layout อุปกรณ์บน mounting plate 37
3.20 การติดรางเก็บสายไฟ และรางปีกนก 37
3.21 การติดตั้งอุปกรณ์และสายไฟภายในตู้ 38
3.22 การติดตั้งอุปกรณ์และสายไฟภายนอกตู้ 38
4.1 ผลการทดสอบของอนาล็อกอินพุตการ์ดที่ 1 39
4.2 ผลการทดสอบของอนาล็อกอินพุตการ์ดที่ 2 40
4.3 ผลการทดสอบของอนาล็อกอินพุตการ์ดที่ 3 40
4.4 ผลการทดสอบของการ์ดดิจิตอลอินพุต 41
4.5 ผลการทดสอบของการ์ดดิจิตอลเอาต์พุต 41
4.6 กราฟฟิคหน้าที่ 1 Burner Graphic 42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

4.7 ผลการทดสอบของกราฟฟิคหน้าที่ 1 42
4.8 กราฟฟิคหน้าที่ 2 General Status 43
4.9 ผลการทดสอบของกราฟฟิคหน้าที่ 2 43
4.10 กราฟฟิคหน้าที่ 3 Start Sequence 43
4.11 ผลการทดสอบของกราฟฟิคหน้าที่ 3 44
4.12 กราฟฟิคหน้าที่ 4 General Alarm 44
4.13 ผลการทดสอบของกราฟฟิคหน้าที่ 4 44
4.14 กราฟฟิคหน้าที่ 5 Valves Alarm 45
4.15 ผลการทดสอบของกราฟฟิคหน้าที่ 5 45
4.16 กราฟฟิคหน้าที่ 6 Trips 45
4.17 ผลการทดสอบของกราฟฟิคหน้าที่ 6 46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

1.1 แผนการดำเนินงาน 3
2.1 ข้อดีและข้อเสียของ PLC แบบ Block Type 11
2.2 ข้อดีและข้อเสียของ PLC แบบโมดูล 12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงงาน

กระบวนการในอุตสาหกรรมมีโอกาสเกิดเหตุการณ์อันตราย และเหตุการณ์ฉุกเฉินขึ้นตลอดเวลา เนื่องจากความผิดพลาดต่าง ๆ เช่น ความผิดพลาดของอุปกรณ์การวัดและควบคุมในกระบวนการ ความผิดพลาดของพนักงานที่ปฏิบัติหน้าที่ เป็นต้น ความปลอดภัยของบุคลากรและสิ่งแวดล้อมจึงเป็นเรื่องสำคัญที่ควรคำนึงถึงหากเหตุการณ์อันตรายนั้นเกิดขึ้น จึงได้มีการนำระบบวัดคุมนิรภัยหรือระบบ ESD ซึ่งควบคุมด้วย Safety PLC มาใช้ในการควบคุมกระบวนการผลิตและส่งค่าจากอุปกรณ์การวัดหรือสัญญานแจ้งเตือนไปยังระบบควบคุมหลักคือ DCS อีกทั้งยังมีการแสดงกราฟฟิกที่หน้าจอการแสดงผล (HMI) อีกด้วย เพื่อช่วยป้องกันและลดโอกาสการเกิดเหตุการณ์อันตรายในกระบวนการ ระบบ ESD จึงเป็นสิ่งสำคัญในการช่วยผู้ปฏิบัติการ (Operators) ควบคุมความปลอดภัยของกระบวนการในอุตสาหกรรม

สำหรับโครงงานนี้เป็นการแทนที่และปรับปรุงระบบ ESD (Emergency Shutnown System) ของระบบการจัดการเผาไหม้ (Burner Management System - BMS) ในกระบวนการ CHP Boiler เนื่องจากระบบเดิมนั้นถูกใช้งานมามากกว่า 10 ปี ทำให้ประสิทธิภาพในการทำงานอาจน้อยลงและไม่ทัน สมัยเท่าปัจจุบัน ดังนั้นเพื่อความปลอดภัยของกระบวนการ บุคลากรและสิ่งแวดล้อม จึงทำการปรับปรุงระบบเพื่อให้การเริ่มต้นการทำงานและการหยุดการทำงานของเตาเผาเป็นไปได้อย่างปลอดภัย มีความน่า เชื่อถือ และมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยใช้การควบคุมด้วย ESD Trident ซึ่งเป็นระบบวัดคุมนิรภัยที่มีส่วนประกอบของอุปกรณ์ทางไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์และการโปรแกรมทางอิเล็กทรอนิกส์ที่รองรับระบบไฟ และแก๊ส (FGS) ระบบการจัดการการเผาไหม้ (BMS) โซลูชันป้องกันแรงดันสูง จนถึงการควบคุมเครื่องกลแบบเทอร์โบแมชชีนเนอรี่ (TMC) เช่น การควบคุมหัวจุดไฟ (Igniter) เป็นต้น นอกจากนี้ยังช่วยให้กระบวน การสามารถดำเนินการได้อย่างต่อเนื่อง เพราะสามารถตรวจพบข้อผิดพลาดก่อนที่จะเกิดขึ้นและยืดอายุการใช้งานของอุปกรณ์จากการหยุดชะงักของระบบ

ในโครงงานนี้มีการแบ่งการทำงานเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนของกราฟฟิกที่หน้าจอแสดงผล (HMI) ส่วนของโปรแกรมควบคุมโดยซอฟต์แวร์ TriStation และส่วนของตู้คอนโทรลและฮาร์ดแวร์ Trident โดย 2 ส่วนสุดท้าย เป็นส่วนที่ได้รับมอบหมายให้ศึกษาและจัดทำ ซึ่งในส่วนของโปรแกรมควบคุมได้ทำการออกแบบและจัดทำโปรแกรมควบคุมจากโปรแกรม RSLogix500 มาเป็นโปรแกรม TriStation และในส่วนของตู้คอนโทรลและฮาร์ดแวร์ Trident ได้ทำการศึกษาการใช้งานฮาร์ดแวร์ Trident การออกแบบตู้คอนโทรล การต่อสายไฟและสายสัญญาณภายในตู้คอนโทรล รวมถึงศึกษาอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในตู้คอนโทรล โดยรายละเอียดจะอธิบายไว้ในรายงานฉบับนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1.2.1 เพื่อเรียนรู้ส่วนประกอบและหลักการทำงานของระบบการจัดการการเผาไหม้ (BMS) ในกระบวนการ CHP Boiler

1.2.2 เพื่อแทนที่และปรับปรุง PLC เป็นระบบ ESD ทั้งส่วนของฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์

1.2.3 เพื่อศึกษาการออกแบบตู้คอนโทรล การต่อสายไฟและสายสัญญาณภายในตู้คอนโทรล รวมถึงศึกษาอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในตู้คอนโทรล วงจรทางไฟฟ้าและวงจรควบคุม เพื่อให้เหมาะสมต่อการใช้งาน

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

1.3.1 แทนที่และปรับปรุง PLC ยี่ห้อ allen bradley จากฮาร์ดแวร์ตระกูล SLC500 เป็นฮาร์ดแวร์ Trident ของ Schneider Electric

1.3.2 ศึกษาการออกแบบฮาร์ดแวร์ของระบบ ได้แก่ การออกแบบตู้คอนโทรล การออกแบบการต่อสายไฟและสายสัญญาณภายในตู้คอนโทรล

1.3.3 ใช้ซอฟต์แวร์ TriStation ในการออกแบบและจัดทำโปรแกรมควบคุมระบบนิรภัย (ESD) ของระบบการจัดการการเผาไหม้ (BMS) ในกระบวนการ CHP Boiler

1.3.4 สามารถเชื่อมต่อส่วนแสดงผล (HMI) หรือระบบ DCS กับโปรแกรมควบคุมการปิดระบบแบบฉุกเฉินของระบบการจัดการการเผาไหม้ในกระบวนการ CHP Boiler เพื่อทดสอบและแก้ไขให้ตรงตามความต้องการของลูกค้า

1.3.5 ศึกษาการทำงานของระบบการจัดการการเผาไหม้ (BMS) ในกระบวนการ CHP Boiler

1.4 วิธีดำเนินการ

1.4.1 ศึกษาเอกสารทางวิศวกรรม (Engineering Document) ของระบบการจัดการการเผาไหม้ (BMS) ในกระบวนการ CHP Boiler เพื่อให้เข้าใจระบบและหลักการทำงานของระบบจากเอกสารเดิมของผู้ใช้งาน (End User) ยกตัวอย่างเช่น logic, Hardwire Interlock, Condition ต่าง ๆ เป็นต้น

1.4.2 ศึกษาและจัดทำรายการของอุปกรณ์ใหม่ (I/O list-New) ของกระบวนการจากเอกสารที่ได้รับจากลูกค้า

1.4.3 ศึกษาการออกแบบตู้คอนโทรล ซึ่งประกอบด้วยตู้ Marshalling และตู้ System เพื่อจัดวางฮาร์ดแวร์และอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในตู้คอนโทรล

1.4.4 ศึกษาเอกสารคู่มือของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ภายในตู้คอนโทรลและเอกสารคู่มือฮาร์ดแวร์ Trident สำหรับอออกแบบการต่อสายไฟและสายสัญญาณ (Termination Diagram) ภายในตู้คอนโทรล

1.4.5 ดำเนินการติดตั้งโปรแกรมและศึกษาวิธีการใช้งานโปรแกรมจากเอกสารคู่มือ (Manual Document) ของโปรแกรม TriStation

1.4.6 ดำเนินการจัดทำโปรแกรมควบคุมการปิดระบบแบบฉุกเฉิน (ESD) ของระบบการจัดการการเผาไหม้ (BMS) ในกระบวนการ CHP Boiler

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4.7 ทดสอบโปรแกรมควบคุมการปิดระบบแบบฉุกเฉิน (ESD) กับส่วนแสดงผล (HMI) ของระบบการจัดการการเผาไหม้ (BMS) ในกระบวนการ CHP Boiler เพื่อตรวจสอบและแก้ไขการทำงานให้สอดคล้องกับความต้องการของลูกค้า

1.4.8 ดำเนินการจัดทำการทดสอบกับลูกค้า ซึ่งเรียกว่า การทดสอบการยอมรับจากโรงงาน (Factory Acceptance Test : FAT) เพื่อให้ลูกค้ามั่นใจว่าได้มีการปฏิบัติตามข้อกำหนดที่ลูกค้าต้องการ มีการจำลองเพื่อตรวจสอบการทำงานของระบบและฟังก์ชันที่ควรจะทำงานเมื่อมีการติดตั้งในหน้างานจริง

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 เข้าใจหลักการทำงานของระบบการจัดการการเผาไหม้ในกระบวนการ CHP Boiler

1.5.2 เข้าใจการทำงานของระบบควบคุมการปิดระบบแบบฉุกเฉิน (ESD) ในส่วนของทั้งฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์ และการสื่อสารรับ-ส่งข้อมูล (Communication) กับส่วนแสดงผล (HMI) และระบบ DCS

1.5.3 ได้รับความรู้ความเข้าใจในการออกแบบตู้คอนโทรล การออกแบบการต่อสายไฟและสายสัญญาณภายตู้คอนโทรล รวมถึงเข้าใจวงจรไฟฟ้า วงจรควบคุม และเลือกใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าภายในตู้คอนโทรลได้อย่างเหมาะสม

1.6 แผนการดำเนินงาน

โดยแผนดำเนินงานของขั้นตอนการศึกษาดังกล่าวสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 แผนการดำเนินงาน

ลำดับ	แผนการดำเนินงาน	5 ส.ค.-9ส.ค.	12ส.ค.-16ส.ค.	19ส.ค.-23ส.ค.	26ส.ค.-30ส.ค.	2ก.ย.-6ก.ย.	9ก.ย.-13ก.ย.	16ก.ย.-20ก.ย.	23ก.ย.-27ก.ย.	30ก.ย.-4ต.ค.	7ต.ค.-11ต.ค.	14ต.ค.-18ต.ค.	21ต.ค.-25ต.ค.	28ต.ค.-1พ.ย.	4พ.ย.-8พ.ย.	11พ.ย.-15พ.ย.	18พ.ย.-22พ.ย.
1	ศึกษาเอกสารทางวิศวกรรม (Engineering Document)																
2	ศึกษาและจัดทำรายชื่ออุปกรณ์ใหม่ (I/O list-New)																
3	ศึกษาการออกแบบตู้คอนโทรล																
4	ศึกษาการออกแบบการต่อสายไฟและสายสัญญาณ (Termination Diagram)																
5	ดำเนินการติดตั้งและศึกษาการใช้งานโปรแกรม TriStation																

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

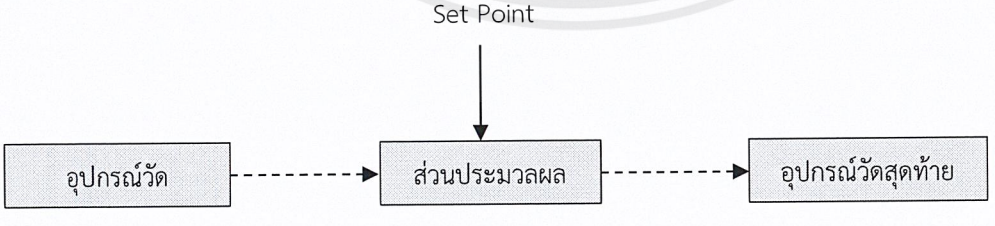
6	จัดทำโปรแกรมควบคุมใน TriStation															
7	ทดสอบโปรแกรมควบคุมกับส่วนแสดงผล (HMI)															
8	ทำการทดสอบกับลูกค้า หรือ FAT															

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

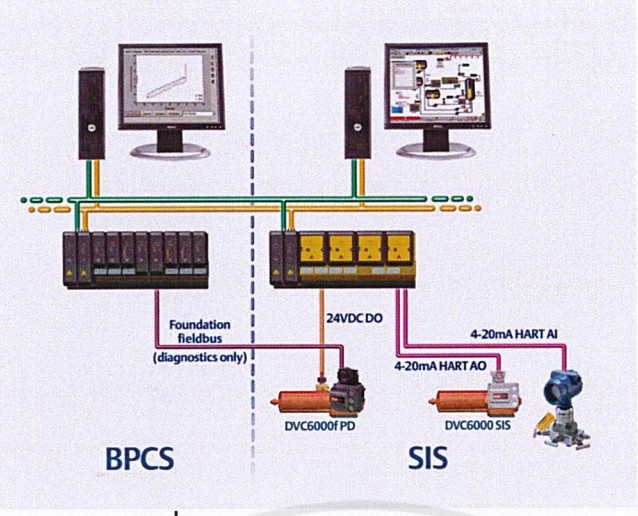
2.1 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับระบบวัดคุมนิรภัย (Safety Instrumented System: SIS)

ระบบรักษาความปลอดภัยด้วยเครื่องมือวัดหรือระบบวัดคุมนิรภัย (Safety Instrumented System: SIS) เป็นระบบควบคุมความปลอดภัยของกระบวนการผลิต โดยระบบ SIS จะรับสัญญาณจากอุปกรณ์ Field Instrument มาประมวลผล หากเงื่อนไขในกระบวนการผลิตสูงกว่าค่าที่ปลอดภัย เช่น Temperature สูงเกินไป, Pressure สูงเกินไป ก็จะต้องสั่งหยุดกระบวนการผลิตทันที โดยสั่งการไปยัง Final Control Element ก็คือ Shutdown Valve ให้ทำงานทันที โดยในโครงงานนี้ได้กล่าวถึงระบบวัดคุมนิรภัยที่มีส่วนประกอบของอุปกรณ์ทางไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์และการโปรแกรมทางอิเล็กทรอนิกส์ หรือเรียกโดยทั่วไปว่า “ระบบ ESD” (Emergency Shut Down System) โดยการทำงานจะถูกแบ่งออกเป็นหลายฟังก์ชันนิรภัย (Safety Function) และในแต่ละฟังก์ชันนั้นจะประกอบด้วย 3 ส่วน คือ อุปกรณ์วัด (Sensing Element) ส่วนประมวลผลลอจิก (Logic Solver) และอุปกรณ์วัดสุดท้าย (Final Element) ซึ่งแสดงดังรูปที่ 2.1 และ รูปที่ 2.2 ซึ่งพบว่าส่วนประมวลแบบลอจิกนั้นไม่สามารถนำไปใช้กับการควบคุมแบบเชิงเส้นได้ โดยสัญญาณเอาต์พุตนั้นจะมีเพียง 2 สภาวะคือไม่ปิดก็เปิดและอุปกรณ์สุดท้ายของฟังก์ชันนิรภัยก็ทำงานเพียง 2 สภาวะ เพียงปิดและเปิดเช่นกัน ยกตัวอย่างเช่น วาล์วปิดนิรภัย (Safety Shut-off valve) เป็นต้น นอกจากนี้ค่าเป้าหมาย (Set Point)จะไม่สามารถปรับได้ที่ส่วนประมวลผลในขณะการปฏิบัติงาน ค่าเป้าหมายนี้จะถูกกำหนดไว้ตั้งแต่แรกในการออกแบบและถูกระบุไว้ในตั้งแต่มีการเขียนโปรแกรมการทำงาน ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงค่าเป้าหมายจะต้องมีการควบคุม หรือมีลำดับขั้นในการเปลี่ยนแปลงอย่างเคร่งครัด ในส่วนของตัวควบคุมหรือส่วนประมวลผลของ SIS ส่วนมากมักใช้ PLC เป็นตัวควบคุม ในโครงงานนี้ใช้ ตัวควบคุม Trident ซึ่งเป็น PLC ที่ได้รับการยอมรับสำหรับการใช้งานกับระบบนิรภัยในอุตสาหกรรมส่วนมาก เนื่องจากมี CPU 3 ตัวทำงานแบบ triple Redundancy



รูปที่ 2.1 การทำงานฟังก์ชันนิรภัย (1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 การทำงานฟังก์ชันนิรภัย (2)

2.2 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับระบบการจัดการการเผาไหม้ (Burner Management System)

2.1.1 Burner Management System (BMS)

Burner Management System (BMS) คือระบบการจัดการหัวเผา (BURNER) ซึ่งเป็นโซลูชั่นด้านความปลอดภัยและประหยัดพลังงานเชื้อเพลิงสำหรับโรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ ช่วยให้การเริ่มต้นการทำงานและปิดการทำงานของหัวเผา (BURNER) ของหม้อไอน้ำเป็นไปได้อย่างปลอดภัย ลดการบำรุงรักษา ทำให้ระบบการเผาไหม้สมบูรณ์และให้สภาพแวดล้อมที่ปลอดภัยสำหรับหม้อไอน้ำ (BOILER) และบุคลากรในโรงงาน

2.1.2 ข้อกำหนดในการควบคุมหัวเผาและหลักเกณฑ์ของระบบบริหารการเผาไหม้ (BMS)

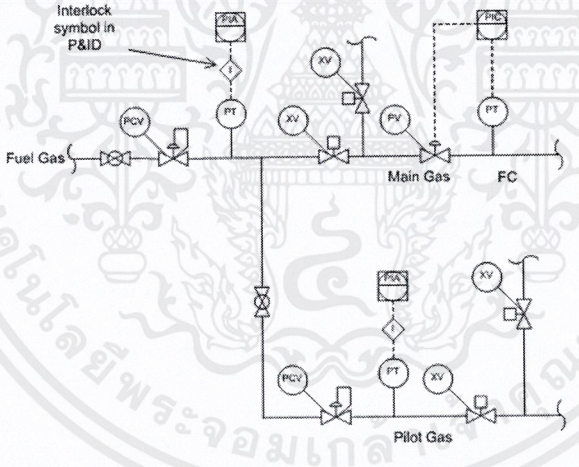
ข้อกำหนดดังต่อไปนี้ถูกพัฒนาขึ้นเนื่องจากในอดีตการออกแบบระบบการจัดการการเผาไหม้ หรือ BMS ของแต่ละผู้รับเหมานั้นมีความแตกต่างกัน เป็นเหตุให้การออกแบบนั้นไม่ได้ปฏิบัติตามเกณฑ์และแนวทางตามมาตรฐาน แต่ในปัจจุบันได้ออกกฎหมายให้ใช้มาตรฐานของสมาคมป้องกันเพลิงไหม้แห่งชาติ หรือ National Fire Protection Association (NFPA) เป็นข้อกำหนดพื้นฐานขั้นต่ำในการควบคุมความปลอดภัยในช่วงเริ่มต้นการทำงานและหยุดการทำงานหัวเผา จึงทำให้ข้อกำหนดดังต่อไปนี้ถูกกำหนดขึ้นเพื่อป้องกันการเกิดเหตุการณ์อันตรายต่าง ๆ รายละเอียดดังนี้

1. บังคับให้มีการไล่อากาศ (Mandatory Purging) การไล่อากาศก่อนการจุดระเบิดของเตาเผาเป็นสิ่งสำคัญสำหรับความปลอดภัยของเตาเผา เนื่องจากป้องกันการสะสมของก๊าซที่ทำให้มีความเป็นไปได้ที่จะติดไฟตลอดเวลา ถ้ามีการจุดระเบิดโดยบังเอิญหรือไม่เหมาะสม สิ่งที่อาจเกิดขึ้นตามมาคือสามารถทำให้เกิดการระเบิดขึ้นได้ในที่สุด การปฏิบัติงานสำหรับการไล่อากาศของกระแสอากาศธรรมชาติ (Natural Draft) ในเตาเผาอนุญาตให้ใช้ระยะเวลาหนึ่งโดยปกติจะใช้เวลาอยู่ประมาณ 20-30 นาที บนสภาวะเตาเผาเย็นหรือได้รับการพิจารณาจากผู้ปฏิบัติการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การประสานงานและระบบอนุญาต (Permissive & Interlocks) ระบบอนุญาตหรือ Permissive เป็นส่วนหนึ่งของขั้นตอนการเริ่มต้นและการตัดเปลวไฟ การประสานงานหรือ Interlocks โดยปกติมีการกำหนดไว้ในแผนภาพกระบวนการผลิตหรือ P&ID แสดงเป็นสัญลักษณ์ "I" ดังแสดงตัวอย่างในรูปที่ 2.3 การประสานงานและระบบอนุญาตนี้ถูกนำไปใช้ในการกำหนดค่าของการปฏิบัติการ และเงื่อนไขการทำงานเพื่อให้แน่ใจว่าเตาเผามีลำดับการทำงานที่ความปลอดภัย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงเริ่มต้นการจุดระเบิดและระหว่างการทำงานในระบบบริหารการเผาไหม้ ความสำคัญหลักของการประสานงานคือการตรวจสอบความต้องการบางส่วนหรือทั้งหมดของการหยุดการทำงานเตาเผา การประสานงานโดยทั่วไปจะตรวจสอบสิ่งดังต่อไปนี้

- ความดันก๊าซเชื้อเพลิงสูงหรือต่ำ
- ความดันก๊าซเชื้อเพลิงนำร่องสูงหรือต่ำ
- อุณหภูมิปล่องควันสูงหรือต่ำ
- การสูญเสียของเปลวไฟ
- ความดันในห้องเผาไหม้สูงหรือต่ำ
- การสูญเสียของอากาศในการเผาไหม้

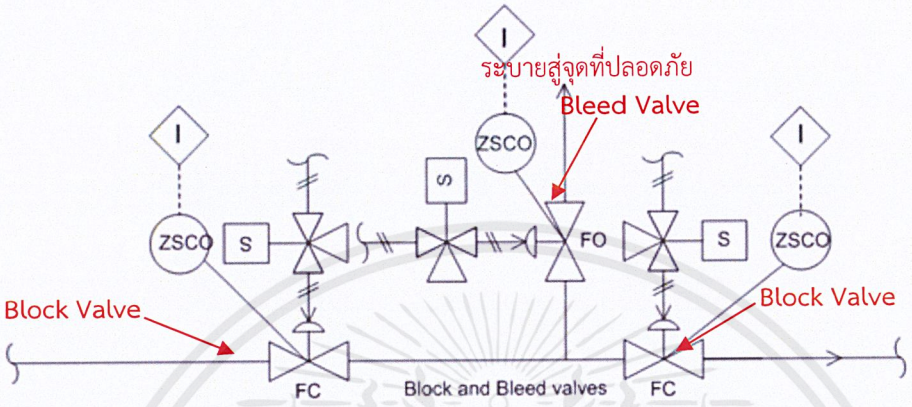


รูปที่ 2.3 P&ID แสดงสัญลักษณ์ "I" แทน INTERLOCKS

3. วาล์วปิด (Shut-off Valves) และวาล์วปิดนิรภัย (Safety Shut-off valves) เป็นส่วนประกอบสำคัญในระบบการจัดการการเผาไหม้ เพื่อป้องกันการสะสมของสารผสมที่เหมาะสมทำให้เกิดสภาพจุดติดไฟหรือระเบิดได้ (Explosive Mixture) ในเตาเผา ตามมาตรฐานจะมีการจัดเตรียมวาล์วปิดนิรภัยอัตโนมัติโดยติดตั้งในรูปแบบการปิดสองชั้นพร้อมการระบายออก (Double Block and Bleed) บนท่อเชื้อเพลิงหลักและเชื้อเพลิงนำร่อง เพื่อให้แน่ใจว่ามีการตัดแยกเชื้อเพลิงจากอุปกรณ์ในกระบวนการ ระบบโดยทั่วไปจะประกอบด้วยวาล์วปิดนิรภัยหรือบล็อกวาล์ว (Block valve) 2 ตัวและวาล์วปิดหรือวาล์วระบายเชื้อเพลิงออก (Bleed valve) ไปยังจุดที่ปลอดภัย 1 ตัว ดังแสดงในรูปที่ 2.4 ในระหว่างการทำงานปกติวาล์วด้าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบายเชื้อเพลิงออกจะปิดและเปิดโดยอัตโนมัติเมื่อหัวเผาหยุดทำงาน วาล์วด้านระบายเชื้อเพลิงออกจะถูกตรวจสอบว่าวาล์วปิดสนิทแล้วจึงทำการเปิดวาล์วนิรภัยตัวอื่น ๆ สำหรับการปิดวาล์วนิรภัยที่ต้นทางต้องได้รับการยืนยันการปิด จากนั้นจึงเปิดวาล์วด้านระบายเพื่อป้องกันเชื้อเพลิงปล่อยออกภายนอกโดยไม่จำเป็นและวาล์วด้านระบายเชื้อเพลิงออกต้องอยู่ในสภาพ De-energized ก่อนการไล่อากาศและเริ่มต้นการทำงาน



รูปที่ 2.4 Double Block and Bleed valve

4. ระบบจุดระเบิดและการนำร่อง (Pilots and Ignition Systems) ในอดีตการจุดระเบิดนำร่องมักใช้ระบบจุดระเบิดด้วยมือโดยผู้ปฏิบัติการจากหัวจุดไฟ (Ignition Torch) ที่ฐานของหัวเผานั้น แต่เทคโนโลยีในปัจจุบันสามารถจัดหาระบบจุดระเบิดแบบอิเล็กทรอนิกส์ได้สะดวกขึ้น จึงไม่จำเป็นที่จะต้องดำเนินการจุดไฟที่เตาเผาด้วยมือซึ่งเป็นบริเวณที่เสี่ยงอันตรายของผู้ปฏิบัติการ ระบบจุดไฟด้วยอิเล็กทรอนิกส์ประกอบด้วยแกนจุดระเบิด (Burner Rod) ที่ถูกจัดเตรียมไว้ให้กับหัวเผาและหม้อแปลงจุดระเบิดไฟฟ้าแรงสูง เมื่อการประสานงานทั้งหมดถูกดำเนินการอย่างถูกต้อง และระบบอนุญาตอยู่ในตำแหน่งพร้อมจุดไฟหัวเผานำร่องแล้ว จึงดำเนินการจุดไฟหัวเผาหลัก ระบบจุดระเบิดด้วยอิเล็กทรอนิกส์จะถูกควบคุมโดยระบบบริหารจัดการเผาไหม้หรือ BMS ซึ่งลดความจำเป็นในการดำเนินการจัดเตรียมแหล่งกำเนิดไฟสำหรับหัวเผานั้นและถือว่าเป็นส่วนที่อันตรายที่สุดของการขั้นตอนการเริ่มต้นทำงานของเตาเผา ระบบบริหารการเผาไหม้เป็นตัวควบคุมการเผาไหม้ของหัวเผา โดยปกติแต่ละหัวเผาจะมีระบบจุดระเบิดนำร่องของตนเอง ระบบจุดระเบิดนำร่องต้องทำงานอย่างต่อเนื่องและจะต้องมาจากแหล่งเชื้อเพลิงที่มีความปลอดภัย เช่น ก๊าซธรรมชาติ

5. ระบบการตรวจสอบเปลวไฟ (Flame Detector Systems) แต่ละหัวเผาจะมีอุปกรณ์ตรวจสอบเปลวไฟของตนเอง สำหรับการตรวจสอบเปลวไฟนำร่องและเปลวไฟหลัก เทคนิคการตรวจสอบจะขึ้นอยู่กับชนิดของระบบจุดระเบิดนำร่องและหัวเผา โดยนิยมอยู่ 2 ประเภทคือ Flame (Ionization) Rod สำหรับการตรวจสอบเปลวไฟนำร่องและ UV (Ultraviolet) หรือ IR (Infrared) Scanner สำหรับการตรวจสอบเปลวไฟหลัก โดยทั่วไปการตรวจสอบเปลวไฟหลักและเปลวไฟนำร่องไม่ควรใช้ระบบเดียวกันร่วมกันและนิยมใช้ Flame Rod ในการตรวจสอบเปลวไฟนำร่องแทนเปลวไฟหลักเนื่องจากเปลวไฟหลักมักจะทำงานที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุณหภูมิสูงทำให้ Flame Rod ถูกเผาภายในระยะเวลาสั้น อุปกรณ์ตรวจสอบเปลวไฟจะมีเวลาตอบสนองต่อความล้มเหลวของเปลวไฟโดยปกติอยู่ในช่วงระยะเวลา 1-4 วินาทีหลังทำการจุดระเบิด การตรวจสอบเปลวไฟเป็นเครื่องมือมือวัดที่สำคัญในการตรวจสอบการสูญเสียของเปลวไฟ และเริ่มต้นแยกก๊าซเชื้อเพลิง จึงมีข้อแนะนำให้ใช้เครื่องมือตรวจสอบเปลวไฟที่สามารถตรวจสอบตนเองได้ สำหรับระบบทั้งหมดของวัฏจักรการจ่ายเชื้อเพลิง

6. สัญญาณเตือนและการหยุดทำงาน (Alarms and Shutdowns) สัญญาณเตือนและการหยุดทำงานถูกจัดเตรียมโดยการวัดและควบคุมเครื่องมือวัดของหัวเผาเพื่อเพิ่มความปลอดภัย และการอนุญาตให้ระบบเปลี่ยนลำดับขั้นตอนการทำงานของหัวเผาได้อย่างเหมาะสมและปลอดภัย โดยทั่วไปเครื่องมือวัดจะถูกติดตั้งอยู่บนท่อจ่ายก๊าซเชื้อเพลิงและตัวหัวเผา เครื่องมือวัดในปัจจุบันใช้แบบทรานสมิตเตอร์ (Transmitter) แทนเครื่องมือวัดในรูปแบบสวิตช์ (Switch) เนื่องจากเครื่องมือวัดในรูปแบบสวิตช์ (Switch) อาจล้มเหลวในตำแหน่งที่ไม่ปลอดภัยโดยไม่มีการแสดงถึงสถานะความล้มเหลวที่เกิดขึ้น เครื่องมือวัดแบบทรานสมิตเตอร์เป็นเครื่องมือวัดที่ทำการแปลงสัญญาณเอาต์พุตให้เป็นสัญญาณมาตรฐาน เช่น สัญญาณนิวแมติกส์ 3-15 psi แรงดันไฟฟ้า 1-5 V กระแสไฟฟ้า 4-20 mA เป็นต้น ทำให้ง่ายสำหรับการนำสัญญาณไปใช้งานกับระบบควบคุม การรายงานสัญญาณจากทรานสมิตเตอร์เป็นข้อมูลแบบพลวัต (Dynamic) คือเป็นการส่งข้อมูลของอุปกรณ์เมื่ออุปกรณ์ต้องการส่งสัญญาณหรือร้องขอ (Request) มาเท่านั้นอีกทั้งมีการเพิ่มระบบวินิจฉัยความล้มเหลวเข้าไปด้วยซึ่งจะส่งผลให้การรายงานความล้มเหลวมีประสิทธิภาพมากขึ้น จึงทำให้สามารถระบุความล้มเหลวที่เกี่ยวข้องได้เมื่อเกิดเหตุการณ์อันตราย สัญญาณเตือนโดยพื้นฐานสำหรับก๊าซเชื้อเพลิงที่ทุกระบบต้องมี คือ ความดันท่อก๊าซเชื้อเพลิงหลักสูงหรือต่ำและความดันท่อก๊าซเชื้อเพลิงนำร่องสูงหรือต่ำ เพื่อรักษาความดันในการทำงานของหัวเผาให้เป็นไปตามการออกแบบโดยผู้ผลิตเตาเผา หากมีความดันไม่เป็นตามการออกแบบจะทำให้เปลวไฟไม่มีเสถียรภาพซึ่งอาจเกิดจากกระแสอากาศหรือเครื่องเป่าลมมีปัญหาจึงต้องมีสัญญาณเตือนการไหลของอากาศต่ำและการไหลของอากาศต่ำมากแล้ว จึงสั่งให้ระบบหยุดทำงาน

7. กระแสอากาศสำหรับการเผาไหม้/สัญญาณเตือนและการควบคุมความดัน (Combustion Draft/Pressure Alarms and Controls) กระแสอากาศของเตาเผาเป็นสิ่งกระตุ้นให้การไหลของอากาศและก๊าซเชื้อเพลิงเป็นไปอย่างเหมาะสมผ่านเตาเผา การควบคุมกระแสอากาศซึ่งเป็นตัวบ่งชี้สำคัญในการทำงานของเตาเผาจึงช่วยให้ผู้ปฏิบัติการได้รับสัญญาณแจ้งเตือนเมื่อเกิดความผิดปกติ สำหรับการควบคุมความดันประกอบด้วย Pressure Transmitter อยู่ที่เตาเผาและหัวขับที่แดมเปอร์ (Damper) ปล่องควัน แดมเปอร์ใช้เพื่อควบคุมปริมาณอากาศที่ไหลผ่าน โดยถ้าความดันกระแสอากาศต่ำหรือห้องเผาไหม้มีความดันสูงจะมีสัญญาณแจ้งเตือนส่งไปที่ระบบและหากกระแสอากาศยังคงต่ำเกินไป แต่แดมเปอร์ปล่องควันเปิดที่ 100% การจ่ายเชื้อเพลิงไปยังหัวเผาจะต้องลดลง เพื่อไม่ให้ความดันในห้องเผาไหม้สูงจนเกินไปจนส่งผลให้เกิดเหตุการณ์อันตรายตามมา

8. ส่วนประมวลผลลอจิก (Logic Solver) ระบบการจัดการการหัวเผาในอดีตนั้นใช้ระบบรีเลย์และสวิตช์ในการประมวลผล จนกระทั่งเมื่อมีไมโครโปรเซสเซอร์ จึงเริ่มใช้ส่วนประมวลผลทางลอจิก (Logic

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Solver) หรือ Safety PLC (Programmable Logic Controller) สำหรับการประมวลผลทางลอจิกของระบบการจัดการการหัวเผา เพื่อใช้ในการควบคุมเมื่อเริ่มต้นและหยุดการทำงานของหัวเผาให้เป็นไปอย่างปลอดภัย โดยการรับสัญญาณอินพุตมาจากอุปกรณ์วัดเพื่อทำการเปรียบเทียบค่าเป้าหมาย (Set Point) จากนั้นส่งสัญญาณเอาต์พุตไปยังอุปกรณ์สุดส้าย ส่วนประมวลผลจะประกอบด้วย แหล่งจ่ายพลังงาน (Power Supply Unit) ตัวประมวลผลหลัก (Main Processor Unit) ส่วนรับและส่งสัญญาณ (Input and Output Cards) ส่วนสำหรับการติดต่อสื่อสาร (Communication Port) และโปรแกรมในการควบคุม

2.3 Programmable Logic Controller

PLC (Programmable Logic Controller) เป็นอุปกรณ์ที่คิดค้นขึ้น เพื่อใช้ควบคุมการทำงานของเครื่องจักรหรือระบบต่าง ๆ แทนวงจรรีเลย์แบบเก่า ซึ่งวงจรรีเลย์มีข้อเสียคือมีความยุ่งยากในการเดินสายและการเปลี่ยนแปลงเงื่อนไขในการควบคุม นอกจากนี้เมื่อใช้งานเป็นเวลานานหน้าสัมผัสของรีเลย์จะเสื่อมทำให้ขาดเสถียรภาพในการควบคุม ดังนั้นจึงมีการนำ PLC มาทดแทนวงจรรีเลย์ เพราะ PLC ใช้งานได้ง่ายกว่าและสามารถต่อเข้ากับอุปกรณ์อินพุตหรือเอาต์พุตได้โดยตรง โดยเพียงเขียนโปรแกรมควบคุมก็สามารถใช้งานได้ทันที หากต้องการจะเปลี่ยนแปลงเงื่อนไขก็สามารถทำได้ด้วยการเปลี่ยนแปลงที่ส่วนของโปรแกรมเท่านั้น นอกจากนี้ PLC ยังสามารถใช้งานร่วมกับอุปกรณ์อื่น ๆ เช่น เครื่องอ่านบาร์โค้ด, เครื่องพิมพ์ (Printer) และระบบ RFID เป็นต้น

ในปัจจุบันนอกจาก PLC จะใช้งานแบบเดี่ยว (Stand Alone) แล้วยังสามารถต่อ PLC หลายๆ ตัวเข้าด้วยกันเป็นเครือข่าย (Network) เพื่อควบคุมการทำงานของระบบให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นอีกด้วย จะเห็นได้ว่าการใช้งาน PLC มีความยืดหยุ่นมากกว่าการใช้งานวงจรรีเลย์แบบเก่าดังนั้น ในปัจจุบันโรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ จึงใช้ PLC เป็นหัวใจหลักในการควบคุมการทำงานของเครื่องจักร

2.3.1 ชนิดของ PLC

เราสามารถจำแนกประเภท PLC ตามโครงสร้างหรือลักษณะภายนอกได้เป็น 2 ชนิด คือ

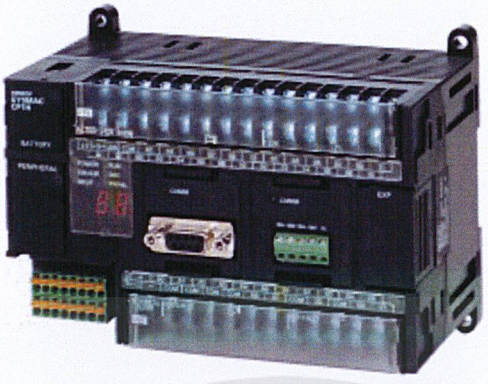
2.3.1.1 PLC ชนิดบล็อก (Block Type PLCs)

PLC ชนิดนี้จะรวมส่วนประกอบทั้งหมดของ PLC อยู่ในบล็อกเดียวกันทั้งส่วนประมวลผล หน่วยความจำ ภาคอินพุตและเอาต์พุต และแหล่งจ่ายไฟ ตัวอย่าง PLC แบบ Block Type แสดงดังรูปที่ 2.5 ส่วนประกอบของ PLC แบบ Block Type ซึ่งประกอบด้วยส่วนต่าง ๆดังนี้ หมายเลข 1 ขั้วต่อแหลงไฟ (Power Supply Input Terminal) หมายเลข 2 ขั้วต่ออินพุต (Input Terminal) หมายเลข 3 หลอด LED แสดงสถานะการทำงานอินพุต (Input Indicator)

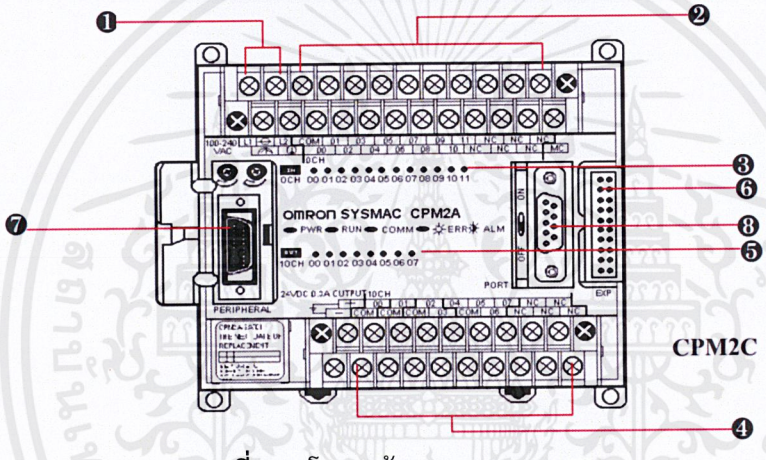
หมายเลข 4 ขั้วต่อเอาต์พุต (Output Terminal) หมายเลข 5 หลอด LED แสดงสถานะการทำงานเอาต์พุต (Output Indicator) หมายเลข 6 พอร์ตขยายอินพุตเอาต์พุต (Expansion I/O Unit Connecter) หมายเลข 7 พอร์ตเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ป้อนโปรแกรม (Peripheral Port) และหมายเลข 8 พอร์ตต่ออนุกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

RS-232C (Serial RS-232 Port) ซึ่งแสดงในรูปที่ 2.6 ข้อดีและข้อเสียของ PLC ชนิดบล็อก แสดงที่ตารางที่ 2.1



รูปที่ 2.5 พีแอลซีแบบบล็อกของออมรอน



รูปที่ 2.6 โครงสร้างภายนอกของ PLC

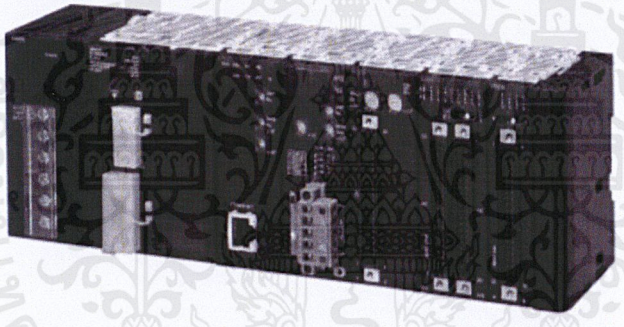
ตารางที่ 2.1 ข้อดีและข้อเสียของ PLC แบบ Block Type

ข้อดี	ข้อเสีย
1. มีขนาดเล็กสามารถติดตั้งได้ง่ายจึงเหมาะกับงานควบคุมขนาดเล็ก 2. สามารถใช้แทนวงจรรีเลย์ได้เลย 3. มีฟังก์ชันพิเศษ เช่น ฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์และฟังก์ชันอื่นๆ 4. มีราคาถูกกว่า PLC แบบโมดูลในจำนวนอินพุตหรือเอาท์พุตที่เท่ากัน	1. การเพิ่มจำนวนอินพุตหรือเอาท์พุตสามารถเพิ่มได้น้อยกว่า PLC ชนิด โมดูล 2. เมื่ออินพุตหรือเอาท์พุตเสียจุดใดจุดหนึ่งต้องนำ PLC ออกไปทั้งชุดทำให้ระบบต้องหยุดทำงานชั่วระยะเวลาหนึ่ง 3. มีฟังก์ชันให้เลือกน้อยกว่า PLC แบบโมดูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.1.2 PLC ชนิดโมดูล (Modular Type PLCs)

PLC ชนิดนี้ส่วนประกอบแต่ละส่วนสามารถแยกออกจากกันเป็นโมดูล (Modules) เช่น ภาคอินพุตและเอาต์พุต จะอยู่ในช่วงของโมดูลอินพุตและเอาต์พุต (Input and Output Unit) ซึ่งสามารถเลือกใช้งานได้ว่าจะใช้โมดูลขนาดกี่อินพุตและเอาต์พุต ซึ่งมีให้เลือกใช้งานหลายรูปแบบอาจจะใช้เป็นอินพุตอย่างเดียวหรือเป็นเอาต์พุตอย่างเดียวขึ้นอยู่กับรุ่นของ PLC ด้วย สำหรับส่วนประมวลผลและหน่วยความจำรวมจะอยู่ในซีพียูโมดูล (CPU Unit) เราสามารถเปลี่ยนขนาดของ (CPU Unit) ให้เหมาะสมตามการใช้งาน เช่น PLC รุ่น CS1 จะมี CPU ให้เลือกใช้งานหลายรุ่นเช่น รุ่น CS1G-CPU42H จะมีความแตกต่างกับ PLC รุ่น CS1H-CPU615H (ทั้งสองรุ่นเป็น PLC ตระกูล CS1 เหมือนกัน) ตรงขนาดความจุของโปรแกรมและการรองรับจำนวนอินพุตหรือเอาต์พุตเป็นต้น ส่วนประกอบของ PLC ชนิดโมดูลที่กล่าวมานั้น เมื่อต้องการใช้งานจะถูกนำมาต่อร่วมกัน บางรุ่นใช้ตัวเชื่อมต่อเพื่อเชื่อมต่อระหว่างแต่ละยูนิต บางรุ่นอาจใช้ Base plate ในการรวมยูนิตแต่ละยูนิตเข้าด้วยกัน เพื่อให้สามารถใช้งานร่วมกันได้ดังแสดงรูปที่ 2.7 และข้อดีและข้อเสียของ PLC ชนิดโมดูลจะแสดงที่ตารางที่ 2.2



รูปที่ 2.7 ตัวอย่าง PLC แบบโมดูล

ตารางที่ 2.2 ข้อดีและข้อเสียของ PLC แบบโมดูล

ข้อดี	ข้อเสีย
1. เพิ่มขยายระบบได้ง่ายเพียงแค่ติดตั้งโมดูลต่างๆ ที่ต้องการใช้งานลงไปบน Base plate 2. สามารถขยายจำนวนอินพุตหรือเอาต์พุตได้มากกว่าแบบ Block Type 3. อุปกรณ์อินพุตหรือเอาต์พุตเสียจุดใดจุดหนึ่งสามารถถอดเฉพาะโมดุลนั้นไปซ่อม ทำให้ระบบสามารถทำงานต่อได้ 4. มียูนิตและรูปแบบการติดต่อสื่อสารให้เลือกใช้งานมากกว่าแบบ Block Type	1. ราคาแพงเมื่อเทียบกับ PLC แบบ Block Type

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2 ภาษาที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมให้กับ PLC

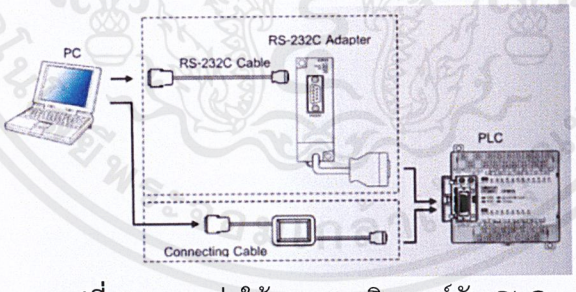
PLC แต่ละยี่ห้อจะใช้ภาษาในการเขียนโปรแกรมเพื่อสั่งให้ PLC ทำงานตามความต้องการแตกต่างกัน ซึ่งตามมาตรฐาน IEC1131-3 ได้แบ่งมาตรฐานภาษาต่าง ออกเป็น 5 แบบ ภาษาที่นิยมใช้มากที่สุดคือ Ladder Diagram เพราะเป็นภาษาที่ง่ายมีลักษณะคล้ายวงจรควบคุมแบบรีเลย์ ส่วนภาษาที่นิยมเป็นอันดับสอง คือ Function Block

- Sequential Flow Chart Language
- Structure Text Language
- Function Block Diagram Language
- Instruction List Language
- Ladder Diagram

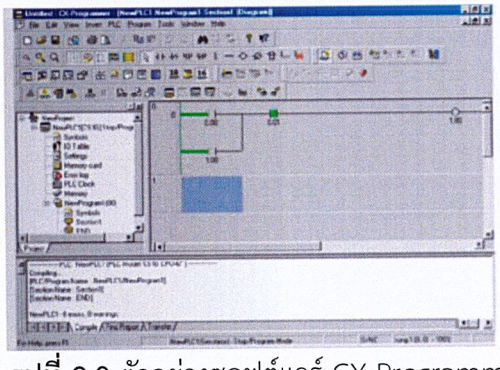
2.3.3 คอมพิวเตอร์

เป็นอุปกรณ์สำหรับใช้ในการเขียนโปรแกรมให้กับ PLC โดยใช้งานร่วมกับซอฟต์แวร์ (Software) เฉพาะของ PLC ยี่ห้อนั้น การต่อใช้งานคอมพิวเตอร์กับ PLC จะต่อดังที่แสดงในรูปที่ 2.8

การใช้งานเครื่องคอมพิวเตอร์สำหรับใช้เขียนโปรแกรมให้กับ PLC เช่น ในกรณี CX-Programmer ร่วมกับระบบปฏิบัติการ Window ในรูปที่ 2.9 จะเห็นว่าการเขียนโปรแกรมเป็นภาษา Ladder Diagram จะเป็นการนำสัญลักษณ์ต่างๆเข้ามาใช้แทนการเขียนคำสั่งทำให้เข้าใจง่ายเพียงแค่คลิกเลือกสัญลักษณ์ต่างๆ จากส่วนของ Toolbar นอกจากนี้ยังมี Toolbar อื่นๆ ให้เลือกใช้งานซึ่งง่ายกว่าการใช้ Programming Console



รูปที่ 2.8 การต่อใช้งานคอมพิวเตอร์กับ PLC

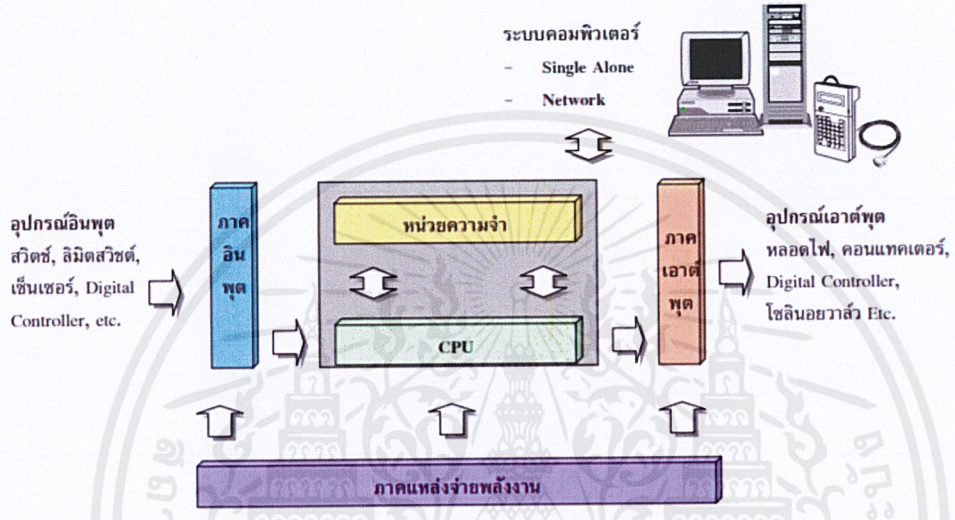


รูปที่ 2.9 ตัวอย่างซอฟต์แวร์ CX-Programmer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.4 โครงสร้างของ PLC

โครงสร้างภายในของ PLC แต่ละส่วนจะประกอบกันทำงานเป็นระบบควบคุมที่เราเรียกว่า PLC ซึ่งประกอบไปด้วยส่วนสำคัญ ดังรูปที่ 2.10 มีส่วนประกอบสำคัญด้วยกันทั้งหมด 5 ส่วน ทั้ง 5 ส่วนเมื่อประกอบเข้าด้วยกันแล้วจะเป็น PLC 1 ชุดที่สามารถทำงานได้ ส่วนประกอบที่สำคัญนั้นประกอบด้วย ซีพียู (CPU; Central Processing Unit) หน่วยความจำ (Memory) ภาคอินพุต (Input Unit) ภาคเอาต์พุต (Output Unit) และภาคแหล่งจ่ายพลังงาน (Power Supply Unit)



รูปที่ 2.10 โครงสร้างภายในของ PLC

2.3.4.1 ซีพียู (Central Processing Unit : CPU)

ซีพียูหรือหน่วยประมวลผลกลางทำหน้าที่ประมวลผลการทำงานตามคำสั่ง ซึ่งรับสัญญาณมาจากภาคอินพุต ผลจากการประมวลผลที่ได้จะถูกส่งไปยังภาคเอาต์พุต ซีพียูจะใช้เวลาในการประมวลผลช้าหรือเร็วขึ้นอยู่กับการเลือกขนาดของซีพียูและความยาวของโปรแกรมที่เขียน โดยปกติแล้วซีพียูจะใช้ไมโครโปรเซสเซอร์ขนาดตั้ง แต่ 4 บิต, 8 บิต, 16 บิต, 32บิต, 64 บิต หรือ 128 บิตมาทำงาน โดยที่ซีพียูแต่ละขนาดจะมีขีดจำกัดความสามารถไม่เท่ากัน จึงทำให้ PLC ในแต่ละรุ่นมีความสามารถต่างกันนั่นเอง นอกจากนี้ PLC ที่ใช้ไมโครโปรเซสเซอร์ถึง 2 ตัวช่วยกันทำงาน เวลาการประมวลผลจะเร็วกว่า PLC ที่ใช้ไมโครโปรเซสเซอร์แค่ตัวเดียว การเลือกใช้งาน PLC จะเลือกจากการนำไปประยุกต์ใช้งานทำให้ผู้ใช้งาน (User) ไม่รู้ว่าผู้ผลิตใช้ไมโครโปรเซสเซอร์รุ่นหรือเบอร์อะไรในการสร้างเครื่อง PLC ดังนั้นเวลาพิจารณาเลือกใช้ PLC ซึ่งไม่มีการระบุเบอร์หรือรุ่นของไมโครโปรเซสเซอร์ ผู้ใช้งานสามารถเลือกจากคุณสมบัติอื่น เช่น จำนวนอินพุตหรือเอาต์พุต, ความเร็วในการประมวลผลของคำสั่ง, ขนาดความจุของโปรแกรม และข้อมูล เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.4.2 หน่วยความจำ (Memory Unit)

หน่วยความจำเป็นอุปกรณ์ที่ใช้เก็บโปรแกรมและข้อมูลต่างๆ ของ PLC กรณีที่สั่งให้ PLC ทำงาน (RUN) PLC จะนำเอาโปรแกรมและข้อมูลในหน่วยความจำมาประมวลผลการทำงาน สำหรับหน่วยความจำที่ใช้งานมีด้วยกัน 2 ชนิด คือ

1. หน่วยความจำชั่วคราว (RAM: Random Access Memory)

โปรแกรมและข้อมูลที่สร้างขึ้นโดยผู้ใช้งานจะถูกจัดเก็บในส่วนนี้ และเนื่องจากการทำงานของ RAM เมื่อไม่มีไฟเลี้ยงจะทำให้โปรแกรมและข้อมูลทั้งหมดหายไปทันที ดังนั้นภายใน PLC มักจะแบตเตอรี่สำรองข้อมูล (Backup Battery) เอาไว้สำรองข้อมูล (Backup Data) กรณีที่ไฟหลัก (Main Power Supply) ไม่จ่ายไฟให้กับ PLC ข้อควรระวังคือ ไม่ควรที่จะถอดแบตเตอรี่สำรอง (Backup Battery) กรณีที่ไม่มีไฟจ่ายให้ PLC

2. หน่วยความจำถาวร (ROM: Read Only Memory)

เป็นหน่วยความจำอีกรูปแบบที่ข้อมูลใน ROM ไม่จำเป็นต้องมีแบตเตอรี่สำรองข้อมูล แต่กมีปัญหาเรื่องเวลาในการเข้าถึงข้อมูล (Time Access) ช้ากว่า RAM ดังนั้น PLC จึงมีทั้งหน่วยความจำที่ใช้งานทั้ง RAM และ ROM ร่วมกันอยู่

2.3.4.3 ภาคอินพุต (Input Unit)

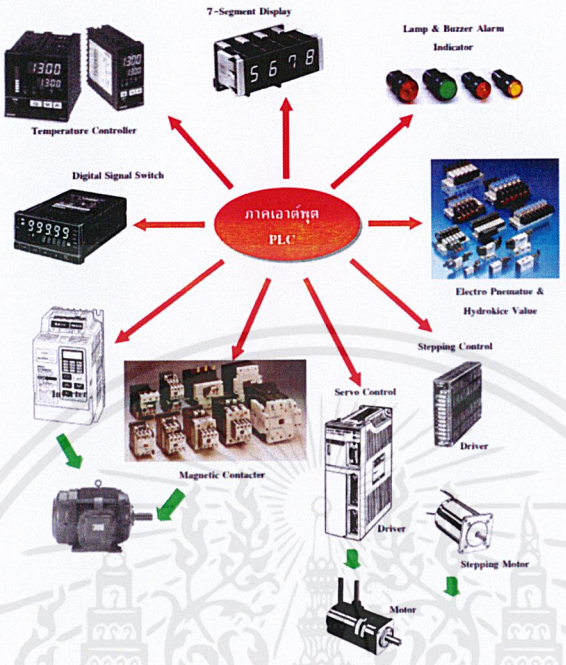
ภาคอินพุตของ PLC ทำหน้าที่รับสัญญาณอินพุตเพื่อนำมาแปลงสัญญาณส่งไปยังตัวควบคุม ดังรูปที่ 2.11

รูปที่ 2.11 ตัวอย่างอุปกรณ์อินพุต (Input Device) ที่นำมาต่อกับภาคอินพุตของ PLC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.4.4 ภาคเอาต์พุต (Output Unit)

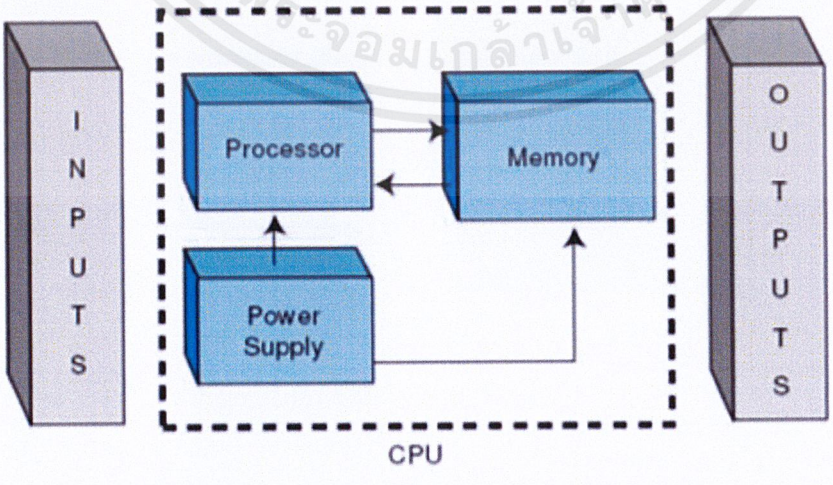
ภาคเอาต์พุตของ PLC ทำหน้าที่ส่งสัญญาณออกไปควบคุมอุปกรณ์และเครื่องมือวัดจากตัวควบคุม ให้เป็นไปตามเงื่อนไขที่ได้โปรแกรมเอาไว้ ดังรูปที่ 2.12



รูปที่ 2.12 ตัวอย่างอุปกรณ์เอาต์พุต (Output Device) ที่นำมาต่อกับภาคเอาต์พุตของ PLC

2.3.4.5 ภาคแหล่งจ่ายไฟ (Power Supply Unit)

ภาคแหล่งจ่ายไฟทำหน้าที่จ่ายไฟฟ้าให้กับอุปกรณ์ภายใน PLC ได้แก่ อุปกรณ์ไอซี, ไฟเลี้ยงวงจรการทำงานต่าง ๆ เป็นต้น นอกจากนั้นยังจ่ายไฟให้กับวงจรบางวงจรที่ต้องการไฟเลี้ยงสำหรับทั้งภาคอินพุตหรือเอาต์พุต ดังรูปที่ 2.13

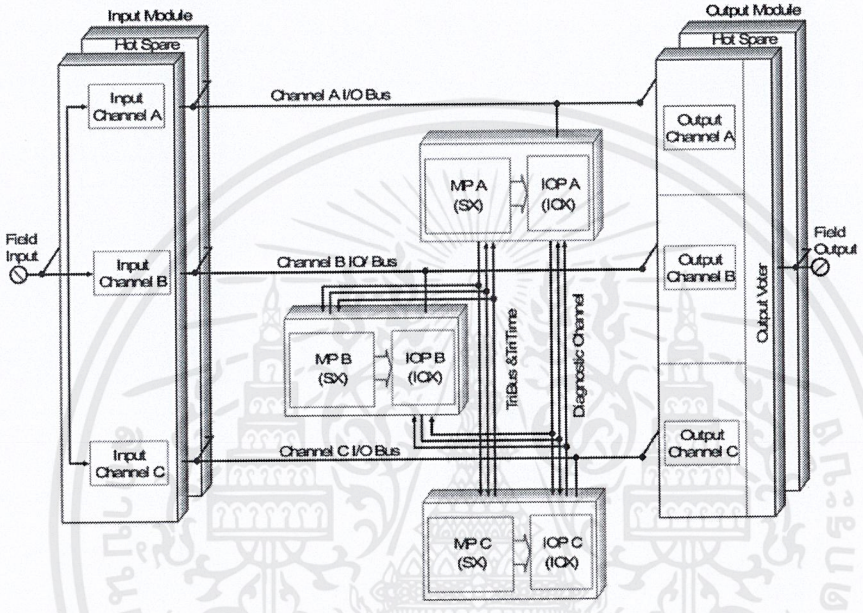


รูปที่ 2.13 ไดอะแกรมภาคแหล่งจ่ายไฟของ PLC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 ESD Trident

ตัวควบคุม Trident ที่ใช้กับระบบ ESD นี้ จัดว่าเป็น PLC ชนิดหนึ่ง มีโครงสร้างดังรูปที่ 2.14 ซึ่งเรียกว่า Triple-Modular Redundant (TMR) คือการใช้อุปกรณ์ควบคุมที่เหมือนกันสามชุด ให้มาทำงานร่วมกัน เมื่ออุปกรณ์ชุดหลักเกิดการขัดข้อง อุปกรณ์ชุดสำรองจะสามารถทำงานแทนแทนได้ทันที ทำให้การทำงานของระบบควบคุมเป็นไปอย่างต่อเนื่องไม่ถูกรบกวนเวลาเกิดปัญหากับระบบควบคุม ตัวควบคุม Trident จะใช้ Voting แบบสองสามหรือ two-out-of-three เพื่อให้ระบบมีประสิทธิภาพไม่มีความล้มเหลวและไม่ถูกรบกวนเมื่ออุปกรณ์ชุดหลักเกิดปัญหาขึ้น



รูปที่ 2.14 Trident TMR Architecture

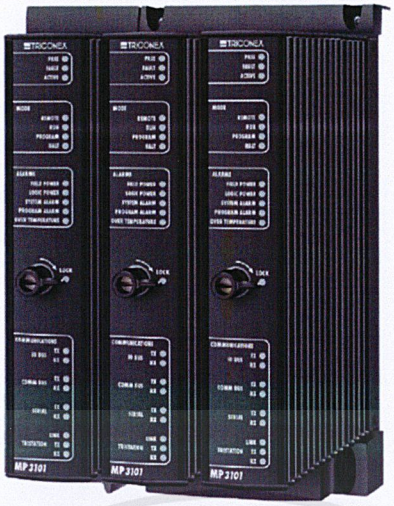
2.4.1 ฮาร์ดแวร์ (Hardware)

ฮาร์ดแวร์ที่ใช้ในโครงงาน มีดังต่อไปนี้

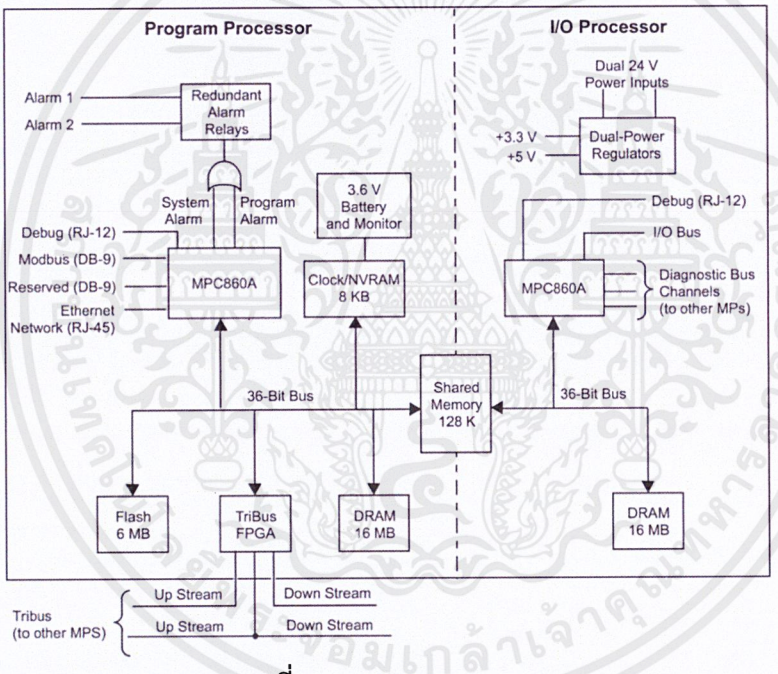
2.4.1.1 Main Processor Module (MP)

ระบบ Trident มี Main Processor 3 ตัวกับ 1 baseplate ดังรูปที่ 2.15 ควบคุมระบบแยกเป็น 3 ขา โดยแต่ละ Main Processor จะทำงานไปพร้อมกันและทั้งสาม Main Processor จะสื่อสารกันด้วยบัสระหว่างโปรเซสเซอร์ซึ่งเรียกว่า TriBus ซึ่ง TriBus เป็นการสื่อสารความเร็วสูง (high-speed) และทนต่อความเสียหาย (fault-tolerant) ระหว่างสาม MP ที่ถูกใช้สำหรับ voting และ diagnostics เป็นหลัก นอกจากนี้ทั้งสาม MP จะสื่อสารกับโมดูลอินพุตและเอาต์พุต (I/O modules) ด้วย I/O bus ซึ่งทำงานที่ 2 เมกะบิตต่อวินาที พอร์ตสำหรับการสื่อสารนั้นใน MP แต่ละตัวจะประกอบด้วยพอร์ต Ethernet TriStation 10 Base-T 1 พอร์ตและพอร์ต Modbus RS-232/485 serial 1 พอร์ต โดยโครงสร้างของ MP จะแสดงดังรูปที่ 2.16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.15 MP Hardware



รูปที่ 2.16 MP Architecture

2.4.1.2 Communication Integration Module (CIM)

เป็นโมดูลรวมการสื่อสารของ ฮาร์ดแวร์ Trident ดังรูปที่ 2.17 เป็นเสมือนสื่อกลางที่เอาไว้รองรับการสื่อสารหลากหลายรูปแบบจากโฮสต์ภายนอกกับตัวคอนโทรลเลอร์ ในแต่ละ CIM จะประกอบด้วยพอร์ต RS-232/485 serial 3 พอร์ต, พอร์ต Ethernet 2 พอร์ต และพอร์ต Fiber Optic 2 พอร์ต พอร์ตเหล่านี้รองรับวิธีการสื่อสารที่หลากหลายซึ่งทำให้คอนโทรลเลอร์สามารถสื่อสารกับ External Host Computers, Distributed Control Systems (DCS), Open Networks, Networks Printers, Other Trident or Triconex Controllers เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

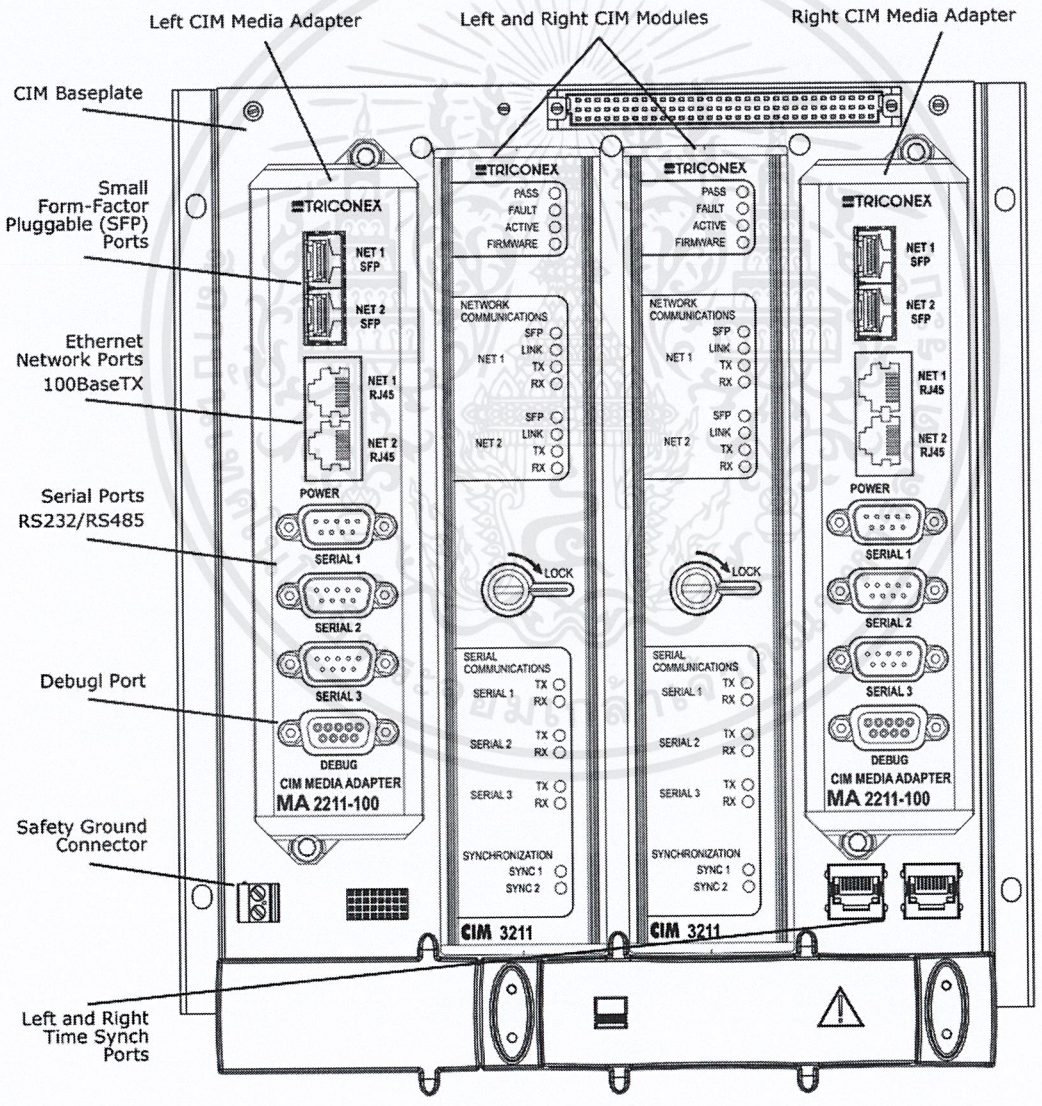
2.4.1.3 ส่วนอินพุตและเอาต์พุต (I/O Card)

ส่วนอินพุตและเอาต์พุตที่ใช้รับและส่งข้อมูลจากหน่วยประมวลผล สำหรับโครงงานนี้มีทั้งหมด 3 ส่วน ดังต่อไปนี้

- Analog Input Card รับสัญญาณเป็น Analog Input 32 channels 4 ~ 20 mA จาก field ดังรูปที่ 18 (ก)

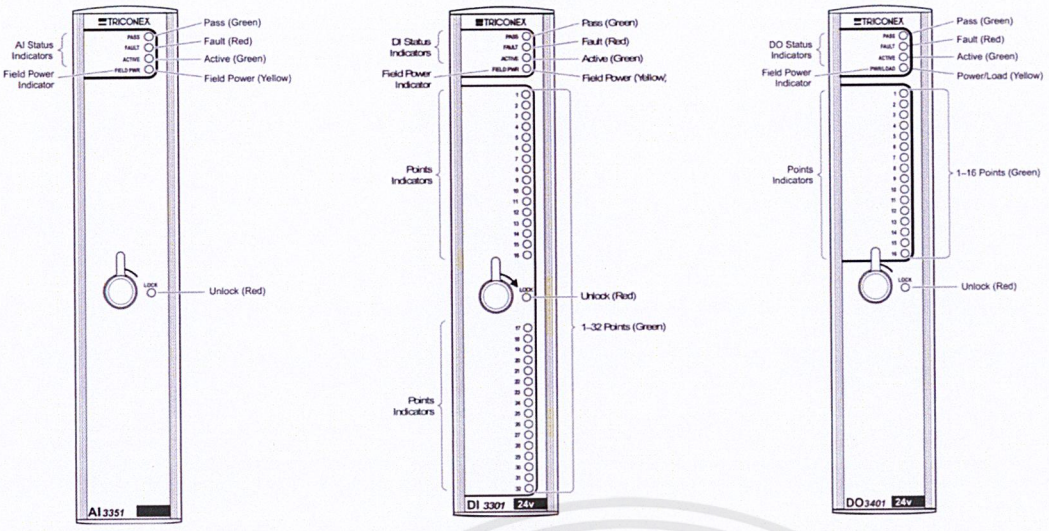
- Digital Input Card รับสัญญาณเป็น Digital Input 32 channels แบบ Dry contact จาก field ดังรูปที่ 18 (ข)

- Digital Output Card ส่งสัญญาณ Digital Output **16** channels 24V DC แบบ wet contact ไปยัง field ดังรูปที่ 18 (ค)



รูปที่ 2.17 Ports and Connectors on the CIM Media Adapter and Baseplate

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก) (ข) (ค)

รูปที่ 2.18 Input and Output Card

2.4.1.4 แหล่งจ่ายไฟ (Power Supply)

ทำหน้าที่จ่ายไฟฟ้าให้กับอุปกรณ์ภายในและจ่ายไฟให้กับวงจรบางวงจรที่ต้องการไฟเลี้ยงสำหรับทั้งภาคอินพุตหรือเอาต์พุต โดยในโครงงานนี้ ใช้แหล่งจ่ายไฟ ยี่ห้อ Weidmuller PRO TOP1 960W ดังรูปที่ 2.19

2.4.1.5 Human machine interface : HMI

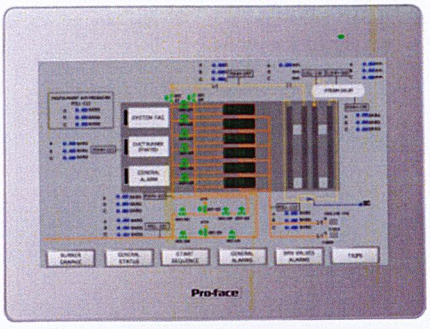
HMI เป็นส่วนของการทำงานโดยสื่อสารกันระหว่างคนกับเครื่องจักร จะแสดงกราฟฟิกของกระบวนการในการเริ่มต้นจุดระเบิดหัวเผา สถานการณ์ทำงานของหัวเผา รวมถึงสัญญาณแจ้งเตือนและสัญญาณ Trips ของระบบการจัดการการเผาไหม้ ดังรูปที่ 2.20

2.4.1.6 ส่วนของเครื่อง Workstation

เป็นคอมพิวเตอร์สำหรับใช้ในการเขียนโปรแกรมให้กับ PLC โดยใช้งานร่วมกับซอฟต์แวร์ (Software) เฉพาะของ PLC ดังรูปที่ 2.21

รูปที่ 2.19 Power Supply Weidmuller รุ่นPRO TOP1 960W

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



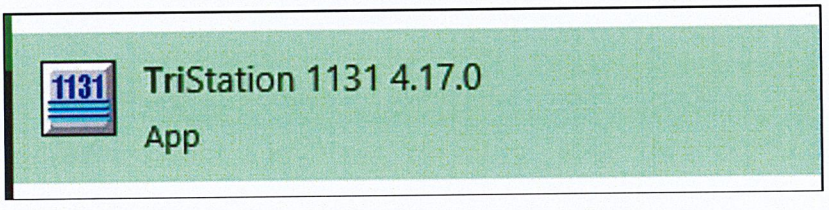
รูปที่ 2.20 จอแสดงผล (HMI) ยี่ห้อ Proface

รูปที่ 2.21 เครื่อง Workstation ยี่ห้อ DELL รุ่น Precision T3630 Tower (SNST363007)

2.4.2 ซอฟต์แวร์ (Software)

TriStation 1131 4.17.0 เป็นซอฟต์แวร์ที่ใช้ในโครงงานเป็นซอฟต์แวร์สำหรับการสร้างโปรแกรมควบคุมเพื่อใช้งานกับตัวควบคุมเชิงตรรกะและทำงานตามเงื่อนไขต่าง ๆ ที่ได้รับการออกแบบจากบริษัท Schneider Electric ด้วยคุณสมบัติที่ใช้งานง่าย ตรวจสอบ วิเคราะห์เป็นลำดับขั้นตอนเหมาะสำหรับผู้เริ่มต้นสร้างโปรแกรมควบคุมและรองรับตามมาตรฐาน IEC61131-3 ดังรูปที่ 2.22 ความต้องการทางด้านซอฟต์แวร์ระบบปฏิบัติการ (Operating System Requirement) เป็นดังนี้

- Windows 10 Pro/Enterprise (32-bit หรือ 64-bit)
- Windows 7 Professional/Enterprise (32-bit หรือ 64-bit)
- Windows Server® 2012 R2
- Windows Server 2008 R2 (64-bit)



รูปที่ 2.22 โปรแกรม TriStation 1131 4.17.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับอุปกรณ์ทางไฟฟ้าภายในตู้ควบคุม

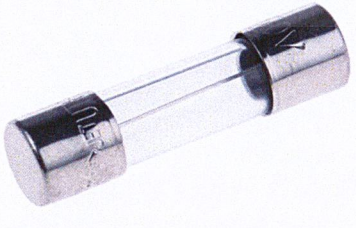
2.5.1 Breaker

เซอร์กิตเบรกเกอร์หรือเบรกเกอร์ คือ สวิตช์ไฟฟ้าอัตโนมัติที่ออกแบบมาเพื่อป้องกันวงจรไฟฟ้าจากความเสียหายที่เกิดจากกระแสไฟฟ้าส่วนเกิน โดยทั่วไปเกิดจากโหลดเกินหรือไฟฟ้าลัดวงจร การทำงานของมันคือตัดกระแสไฟฟ้าหลังจากตรวจพบความผิดปกติในวงจรไฟฟ้า จัดว่าเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ป้องกันกระแสเกินหรือลัดวงจรเช่นเดียวกับฟิวส์ แต่จะแตกต่างกันตรงที่เมื่อตัดวงจรแล้วสามารถที่จะปิดหรือต่อวงจรได้ทันทีหลังจากแก้ปัญหาแล้ว ดังรูปที่ 2.23

รูปที่ 2.23 ตัวอย่าง Circuit Breaker

2.5.2 Fuse

เป็นอุปกรณ์ป้องกันวงจรไฟฟ้าจากการที่มีกระแสไหลผ่านวงจรมากเกินไป (Overload Current) หรือเกิดไฟฟ้าลัดวงจร (Short Circuit Current) เมื่อมีกระแสที่มากกว่ากระแสที่ฟิวส์ทนได้ (Current Rating) ลักษณะการทำงานคือเมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านฟิวส์จะเกิดการเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานความร้อนให้กับฟิวส์เล็กน้อย แต่ถ้ากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านฟิวส์มีค่ามากเกินไป (Overload Current) จะทำให้พลังงานความร้อนที่เกิดขึ้นนั้นมีค่ามากจนฟิวส์หลอมละลายได้เนื่องจากฟิวส์นั้นทำจากโลหะที่มีจุดหลอมเหลวต่ำจึงทำให้วงจรขาดได้ง่ายและเกิดการตัดกระแสไฟออกจากวงจรไฟฟ้าทันทีเพื่อเป็นการป้องกันความเสียหายที่จะเกิดขึ้น ดังรูปที่ 2.24

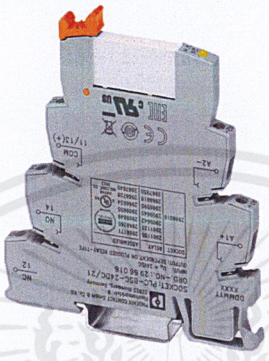


รูปที่ 2.24 Fuse

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.3 Relay

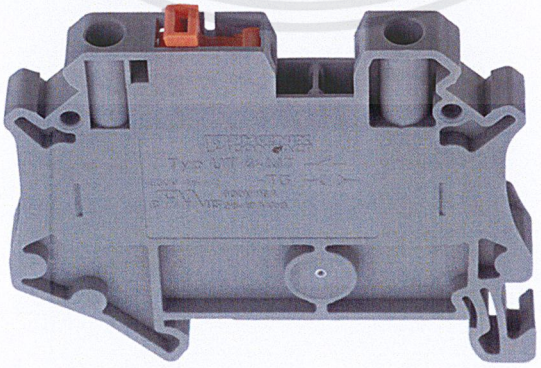
รีเลย์ คืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่เป็นสวิตช์ที่ทำงานโดยอาศัยอำนาจแม่เหล็กช่วยในการตัดต่อวงจร โดยใช้หลักการของแม่เหล็กไฟฟ้า จะทำงานเมื่อมีการจ่ายไฟไปตามกำหนดทำให้เกิดวงจรปิด เมื่อไม่มีการจ่ายไฟจะทำให้เกิดวงจรเปิดทำให้อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้รีเลย์เป็นสวิตช์นั้นไม่ทำงาน สำหรับภายในตู้ควบคุมนั้น Relay เปรียบเสมือนตัวแบ่งไฟ 2 ฝั่ง เช่น สมมติว่าอุปกรณ์หน้างานต้องการใช้ไฟที่ 24 V แต่แหล่งจ่ายไฟจากตู้ควบคุมจ่ายไฟที่ 220 V เป็นต้น ดังรูปที่ 2.25



รูปที่ 2.25 phoenix contact relay

2.5.4 Terminal Block

Terminal Block คือ อุปกรณ์เชื่อมต่อระหว่างสายไฟด้านหนึ่งเข้ากับสายไฟอีกด้านหนึ่ง หรือใช้เป็นจุดพักสายไฟ เพื่อให้ง่ายและรวดเร็วในการซ่อมบำรุงอุปกรณ์ หรือเพื่อเก็บสายไฟให้เป็นระเบียบดังรูปที่ 2.26 สามารถตรวจสอบจุดที่มีปัญหาต่าง ๆ ได้ง่าย เราสามารถเห็นเทอร์มินอลบล็อกได้ทุกที่ที่มีสายไฟ ไม่ว่าจะเป็นโรงงานอุตสาหกรรม อาคารสำนักงานต่างๆ การทำงานของผู้รับเหมาระบบไฟฟ้า เป็นต้น เทอร์มินอลบล็อกที่นิยมใช้กับตู้ควบคุม เช่น Fuse Disconnect Terminal, Knife Disconnect Terminal, Feed-Through Terminal, Ground Terminal เป็นต้น



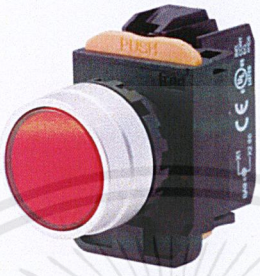
รูปที่ 2.26 phoenix contact terminal Block

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.5 Switch

2.5.5.1 Push Buttons Switch

สวิตช์นี้จะมีหน้าสัมผัส (Contact) แบบปกติเปิด (Normally Open: NO) 1 ชุดและแบบ ปกติปิด(Normally Close: NC) 1 ชุด เมื่อกดปุ่มแล้วหน้าสัมผัสทั้งคู่ดังกล่าวจะเปลี่ยนตำแหน่งและเมื่อ ปล่อยมือหน้าสัมผัสทั้งคู่จะกลับคืนตำแหน่งเดิมโดยไม่ค้างตำแหน่งด้วยแรงดันของสปริง เราเรียกการ ทำงานของหน้าสัมผัสนี้ว่า Momentary Contact ลักษณะรูปแบบของสวิตช์ปุ่มกดมีหลายลักษณะ ดังรูปที่ 2.27



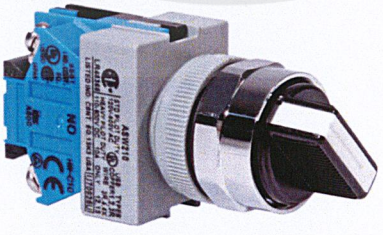
รูปที่ 2.27 Push Buttons Switch

2.5.5.2 Selector Switch

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ควบคุมวงจรไฟฟ้าภาคคอลโทรล เพื่อควบคุมทิศทางของกระแสไฟฟ้าให้ตามทิศทางที่ต้องการ หรือตัดกระแสไฟไม่ให้ไหลผ่านวงจรได้ตามที่ต้องการ เป็นสวิตช์ที่ใช้งานกันมากในงานที่ต้องควบคุมการทำงานด้วยมือ โดยการบิดให้หน้าสัมผัสที่อยู่ภายในเปลี่ยนสภาวะปิด (NC) หรือเปิด (NO) โดย ซีเล็คเตอร์สวิตช์ ทั่วไปจะมี 2 ประเภท คือ แบบ สวิตช์ 2 ทางและสวิตช์ 3 ทาง ดังรูปที่ 2.28

- สวิตช์ 2 ทาง หรือ 2 position เหมาะสำหรับงานออกคำสั่งการทำงานของเครื่องจักร 1 คำสั่ง เช่น ใช้ในการเปิด-ปิด เป็นต้น นิยมใช้ในการควบคุม เปิดหรือปิดปั๊มน้ำ

- สวิตช์ 3 ทาง หรือ 3 position เหมาะสำหรับใช้ควบคุมเครื่องจักรที่มากกว่า 1 คำสั่ง เช่น ตำแหน่ง 1-0-2 เมื่อสวิตช์ไปที่ตำแหน่ง 1 จะทำให้มอเตอร์หมุนไปทางทิศตามเข็มนาฬิกา และเมื่อบิดมาที่ตำแหน่ง 0 มอเตอร์จะหยุดทำงาน และเมื่อบิดไปที่ตำแหน่ง 2 มอเตอร์จะหมุนไปทางทิศทวนเข็มนาฬิกา เป็นต้น ตัวอย่างเช่น มอเตอร์ที่ใช้ในการสูบน้ำ

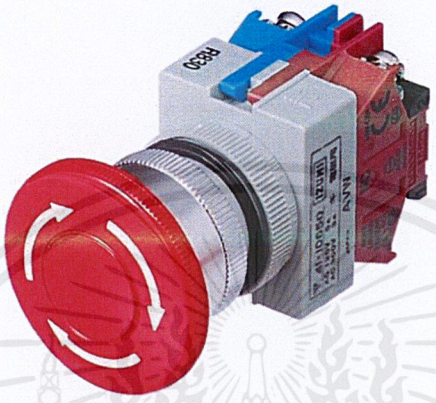


รูปที่ 2.28 Selector Switch

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.5.3 Emergency Switch

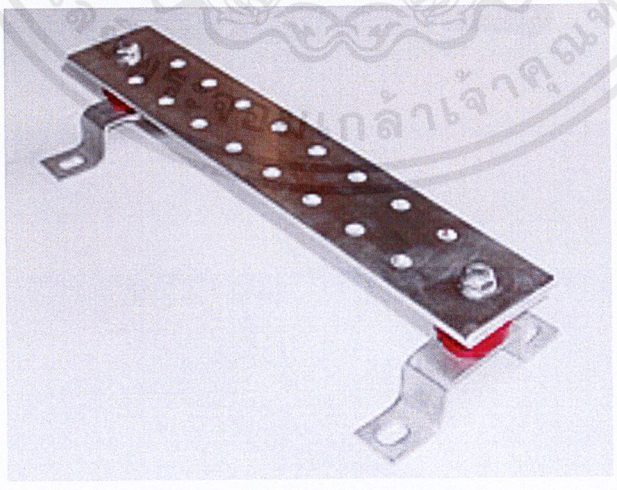
สวิตช์ปุ่มกดฉุกเฉินหรือเรียกทั่วไปว่าสวิตช์หัวเห็ด เป็นสวิตช์ที่มีขนาดหัวใหญ่กว่าสวิตช์แบบธรรมดา นิยมใช้กับปุ่มหยุดเครื่องจักรกลต่าง ๆ เพื่อรองรับกับเหตุการณ์ฉุกเฉินที่อาจเกิดขึ้น เมื่อทำการกดปุ่ม **Emergency Switch** เครื่องจักรกลทุกอย่างที่มีปุ่ม emergency switch จะหยุดการทำงานในทันที เพื่อป้องกันการเกิดอุบัติเหตุต่าง ๆ ที่อาจจะเกิดขึ้นได้ ดังรูปที่ 2.29



รูปที่ 2.29 Emergency Switch

2.5.6 Ground Bar

มีลักษณะเป็นแท่งโลหะตัวนำไฟฟ้ามักทำจาก ทองแดง ทองเหลือง หรือ อะลูมิเนียม โดยมากเป็นรูปทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้าเพราะเป็นรูปทรงที่ทำให้ความร้อนกระจายตัวได้ดีที่สุด มีหน้าที่เป็นจุดต่อกราวด์รวมของตู้ควบคุมกับกราวด์ของไลน์อุตสาหกรรมที่นำตู้ไปติดตั้ง ดังรูปที่ 2.30



รูปที่ 2.30 Ground Bar

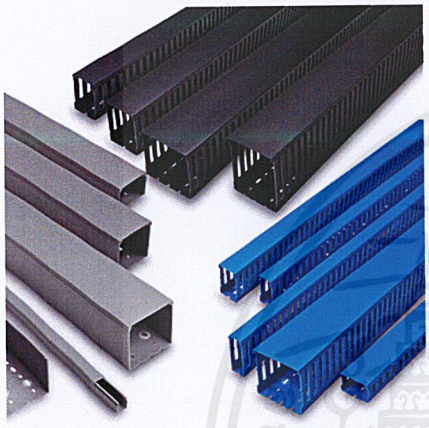
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.7 Wire Duct

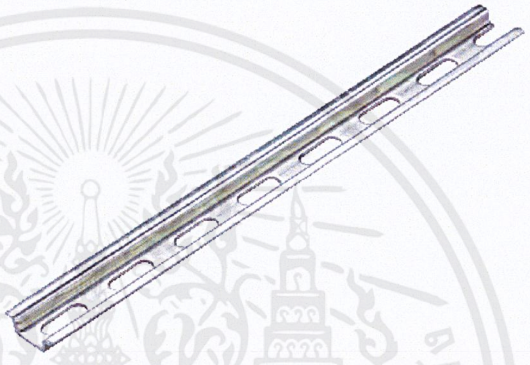
รางเก็บสายไฟคืออุปกรณ์ที่ใช้เพื่อเก็บสายไฟให้เป็นระเบียบ ถ้าหากมีสายไฟที่มีปริมาณเป็นจำนวนมาก เพื่อความสวยงามและความสะดวกของผู้ใช้งาน ดังรูปที่ 2.31

2.5.8 Din Rails

รางปีกนกหรือ Din Rails ใช้สำหรับประกอบ Terminal Blocks, Power Supplies, Circuit Breakers และ Relay Sockets เพื่อติดตั้งในตู้คอนโทรล หรือ บนพื้นผิวต่าง ๆ ตามที่ต้องการ ดังรูปที่ 2.32



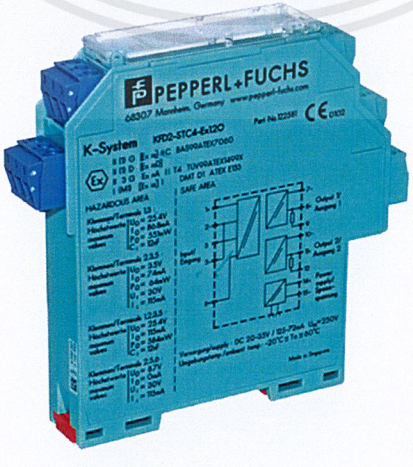
รูปที่ 2.31 Wire Duct



รูปที่ 2.32 Din Rails

2.5.9 Barrier

Barrier เป็นอุปกรณ์หนึ่งที่ใช้กับระบบ Intrinsically Safe โดยมีหน้าที่ส่วนจำกัดพลังงานหรือกระแสไม่ให้ไปที่หน้างานเกิน 4-24 mA เนื่องจากหากกระแสเกินระดับดังกล่าวจะทำให้เกิดประกายไฟได้เวลาสายช็อตกัน ทำให้เกิดระเบิดได้ มักใช้กับระบบที่ไม่ต้องการให้หน้างานเกิดประกายไฟและระบบที่ต้องการความปลอดภัยสูง ดังรูปที่ 2.33



รูปที่ 2.33 Barrier

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงาน

3.1 กล่าวนำ

เนื่องจากโรงงานมีความต้องการปรับปรุงพีแอลซี (programmable logic controller: PLC) ที่ควบคุมระบบการจัดการการเผาไหม้หรือ Burner Management System ให้ดียิ่งขึ้น เนื่องจากระบบควบคุมเดิมถูกใช้งานมาเป็นระยะเวลานานกว่า 10 ปี และด้วยระบบการจัดการการเผาไหม้เป็นหนึ่งในฟังก์ชันนิรภัยของระบบวัดคุมนิรภัย ซึ่งหากละเลยการบำรุงรักษาอาจส่งผลให้เกิดเหตุการณ์อันตรายตามมาได้ เช่น เกิดระเบิด เป็นต้น นอกจากนี้ในปัจจุบันมีเทคโนโลยีที่ทันสมัยขึ้นจึงเป็นอีกปัจจัยในการปรับปรุงระบบเพื่อให้ทันสมัยตาม โดยดำเนินการนำ PLC ตัวเก่าออกแล้วแทนที่ด้วย Safety PLC หรือ ESD Trident และทำการเขียนโปรแกรมควบคุม PLC บนซอฟต์แวร์ TriStation อีกทั้งยังเพิ่ม HMI ที่หน้าตู้คอนโทรลอีกด้วย ฉะนั้นในบทนี้จะอธิบายถึงวิธีการเขียนซอฟต์แวร์ Tristation สำหรับการควบคุมและศึกษาในส่วนของฮาร์ดแวร์ Trident เพื่อนำมาควบคุมและแสดงผลสำหรับระบบ BMS ของ HRSG ขั้นตอนการกำเนินงานนี้แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ

- ส่วนของการเขียนโปรแกรม TriStation เพื่อควบคุม BMS
- ส่วนของตู้ควบคุม

3.2 การเขียนโปรแกรม TriStation เพื่อควบคุม BMS

ในส่วนนี้จะอธิบายขั้นตอนการเขียนโปรแกรม TriStation 1131 เพื่อนำไปควบคุม Controller สำหรับใช้ในระบบ BMS ในการ Start Burner

3.2.1 วิธีการสร้าง Project เพื่อเขียนโปรแกรมควบคุม PLC

ขั้นตอนนี้อธิบายวิธีการสร้าง Project ชิ้นใหม่บนโปรแกรม TriStation 1131 เพื่อเขียนโปรแกรมควบคุม Controller

1. เปิดโปรแกรม TriStation 1131 ดังรูปที่ 3.1

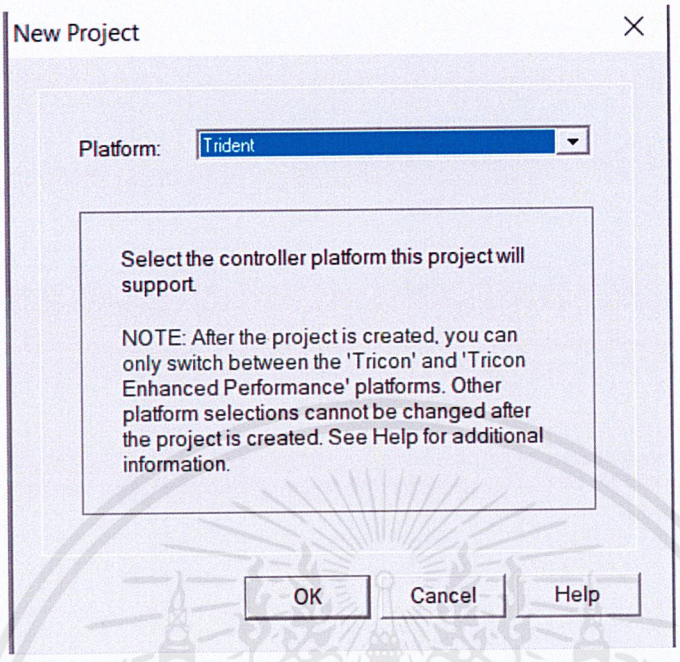
TriStation 1131 4.17.0

App

รูปที่ 3.1 โปรแกรม TriStation

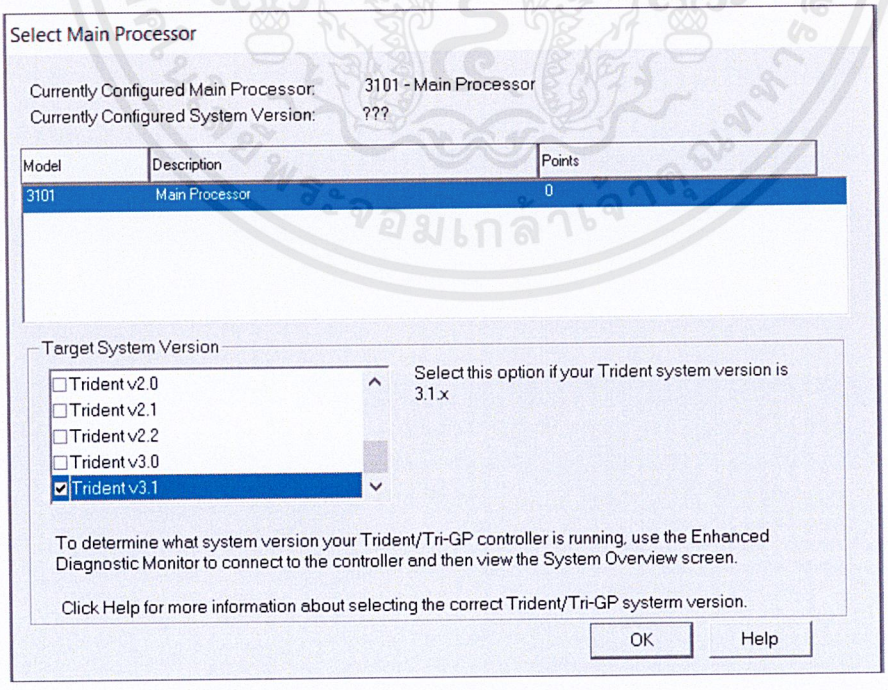
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เลือกเมนู File>New Project จากนั้นเลือก Platform ตาม Controller ที่ใช้งานให้ตรงกับฮาร์ดแวร์ (สำหรับโปรเจคนี้ใช้ Platform เป็น Trident) ดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 การเลือก Platform เป็น Trident ให้ตรงกับตัวควบคุมที่ใช้งาน

3. เลือก Version ตัวควบคุมในโปรแกรมให้ตรงกับอุปกรณ์ควบคุม (Controller) ที่สามารถรองรับได้ ในโครงงานนี้เลือกใช้ Trident v.3.1

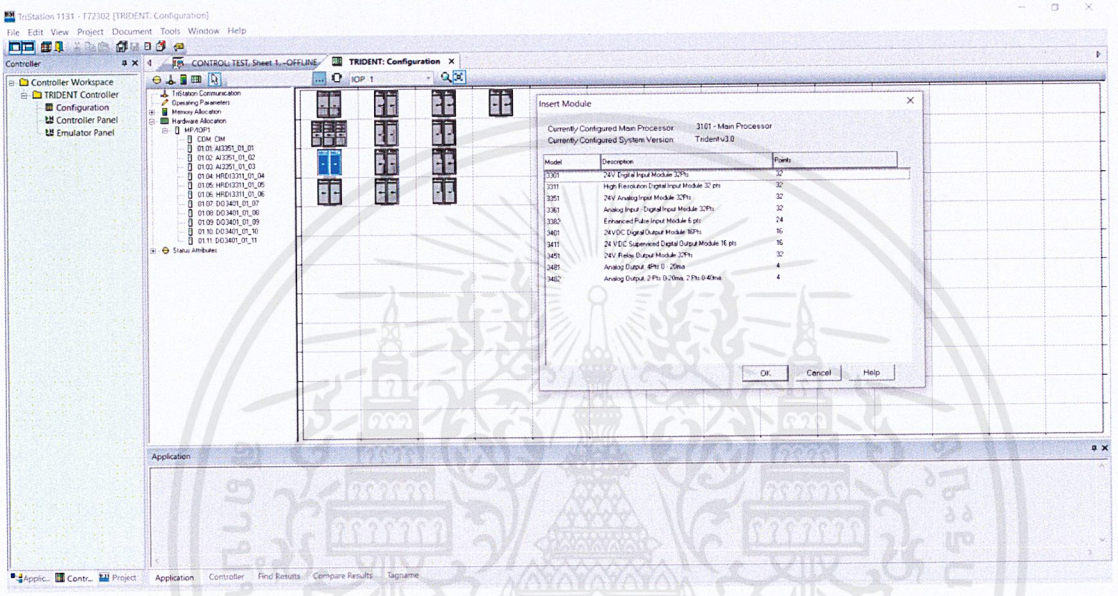


รูปที่ 3.3 การเลือก Version ตัวควบคุมในโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 การตั้งค่า Controller บนซอฟต์แวร์ TriStation 1131

สำหรับขั้นตอนนี้อธิบายวิธีการตั้งค่า Controller บนซอฟต์แวร์ TriStation เพื่อให้สามารถประมวลผลและสื่อสารกับ Controller ได้อย่างถูกต้อง โดยทำการเปิดแทป Controller > Configuration > Hardware Allocation จากนั้นเลือก Select and Insert Module เลือกประเภทของ Controller ที่ต้องการควบคุม ในโครงงานนี้จะทำการเลือก MP 1 ชุด, CIM 1 ชุด, AI Card 32 points 3 ชุด, DI Card 32 points 3 ชุด, DO Card 16 point 5 ชุด ดังรูปที่ 3.4 และกำหนด scan time ของโปรเจคนี้เป็น 250 ms (กำหนดได้มากสุด 500 ms)



รูปที่ 3.4 การตั้งค่า Controller บนซอฟต์แวร์

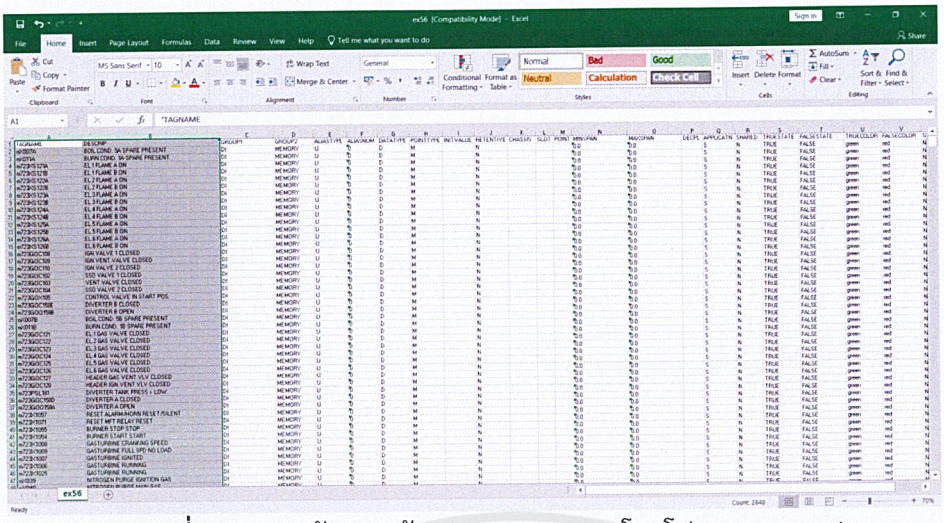
3.2.3 การสร้าง parameter เพื่อไปควบคุมแต่ละ point ของ controller

สำหรับขั้นตอนนี้จะอธิบายถึงวิธีการสร้าง Parameter ในโปรแกรม TriStation เพื่อนำไปเขียนฟังก์ชันควบคุม Controller

1. ทำการสร้างฐานข้อมูล (Data Base) การสร้างฐานข้อมูลจะทำให้ส่วนของฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์สามารถเชื่อมต่อข้อมูลกันได้อย่างถูกต้อง ตัวแปรที่อ้างอิงจาก Fieldbus Module สามารถที่จะระบุชื่อตามตัวแปรพารามิเตอร์ของแต่ละตัวตามมาตรฐานที่ได้ตกลงกันไว้บน Function Design Specification โดยสามารถสร้างข้อมูลและใส่ค่าตัวแปรลงใน Excel ได้ทุกพารามิเตอร์โดยจะต้องระบุข้อมูลในแต่ละพารามิเตอร์ให้ถูกต้องและครบถ้วน เพื่อให้ซอฟต์แวร์ระบุข้อมูลลงไปได้อย่างถูกต้อง ดังรูปที่ 3.5

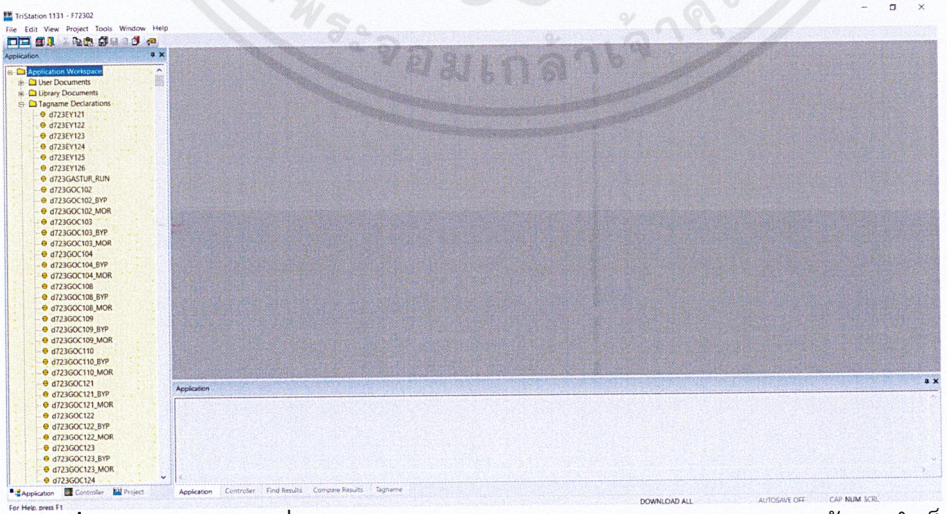
2. เมื่อสร้างฐานข้อมูลเสร็จจะทำการนำข้อมูลที่สร้างไว้ใน Excel ป้อนเข้าไปในซอฟต์แวร์ TriStation 1131 โดยการเลือกคลิกขวาที่ Tagname Declaration > Import... ดังรูปที่ 3.6 จากนั้นพารามิเตอร์ทั้งหมดจะไปแสดงที่ Tagname Declaration ดังรูปที่ 3.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.5 การสร้างฐานข้อมูล (Data Base) โดยโปรแกรม Excel

รูปที่ 3.6 ขั้นตอนการ import ฐานข้อมูลจาก Excel ไปที่โปรแกรม TriStation

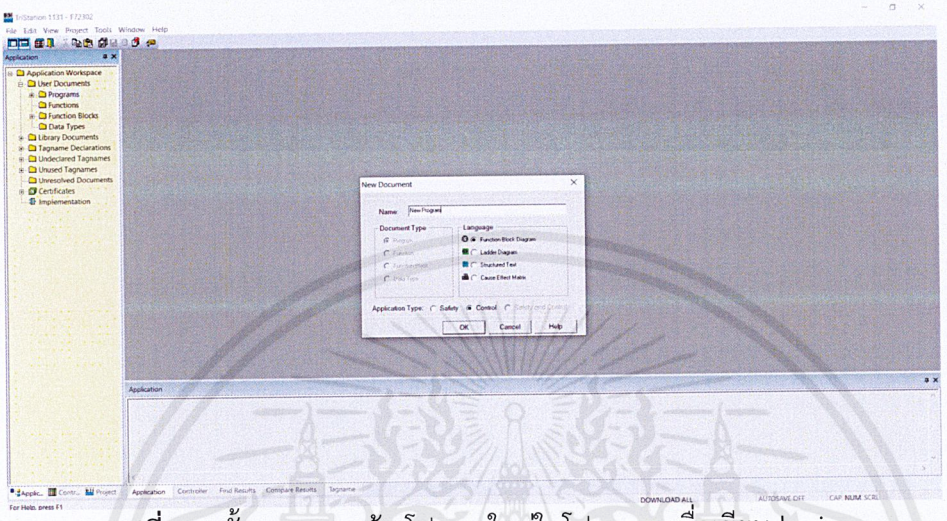


รูปที่ 3.7 พารามิเตอร์ที่ Tagname Declaration หลังจาก import ฐานข้อมูลสำเร็จ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.4 หลักการสร้างและเขียนโปรเจคในการควบคุม Controller

หลังจากทำการกำหนดค่าตัวควบคุมให้ตรงกับฮาร์ดแวร์ที่ใช้งานและสร้างพารามิเตอร์หรือ Tagname เรียบร้อยแล้ว ต่อไปจะเป็นการสร้างโปรแกรมใหม่ เพื่อเขียน Logic สำหรับควบคุม Controller สามารถสร้างได้โดยเปิดแทป Application > คลิกขวาที่ Programs > New Program > เลือกภาษาที่ต้องการจะเขียน (ในโครงงานนี้ใช้ Function Block Diagram เป็นภาษาสำหรับควบคุมตัวควบคุม) ดังรูปที่ 3.8

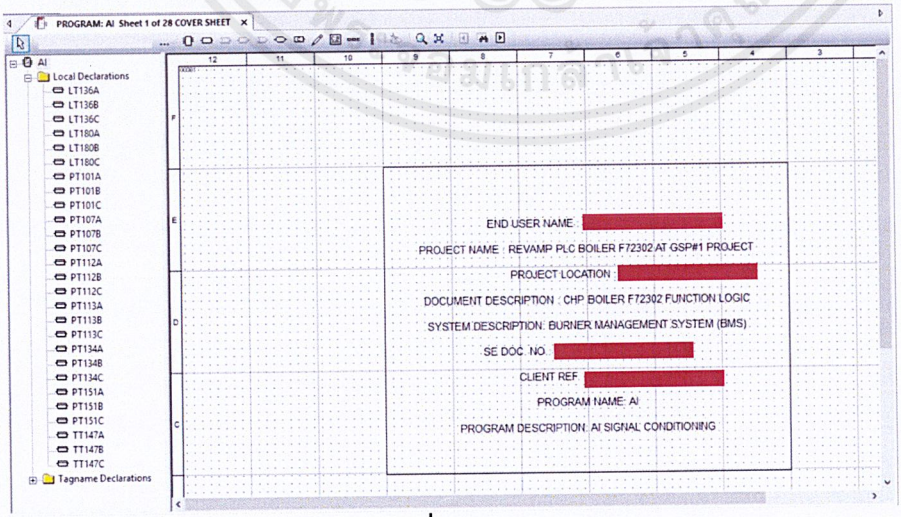


รูปที่ 3.8 ขั้นตอนการสร้างโปรเจคใหม่ในโปรแกรมเพื่อเขียน logic

3.2.5 หลักการเขียนโปรแกรม

3.2.5.1 Cover Sheet

สำหรับโปรแกรมแต่ละโปรแกรมต้องมีใบปะหน้า (Cover Sheet) ซึ่งจะอยู่ในหน้าแรกของโปรแกรมเสมอ ซึ่งประกอบด้วยชื่อดังต่อไปนี้ Project Name, Project Location, Document Description, System Description, Schneider Electric System Document Number, Client Referent, Project name, Program Description ดังรูปที่ 3.9

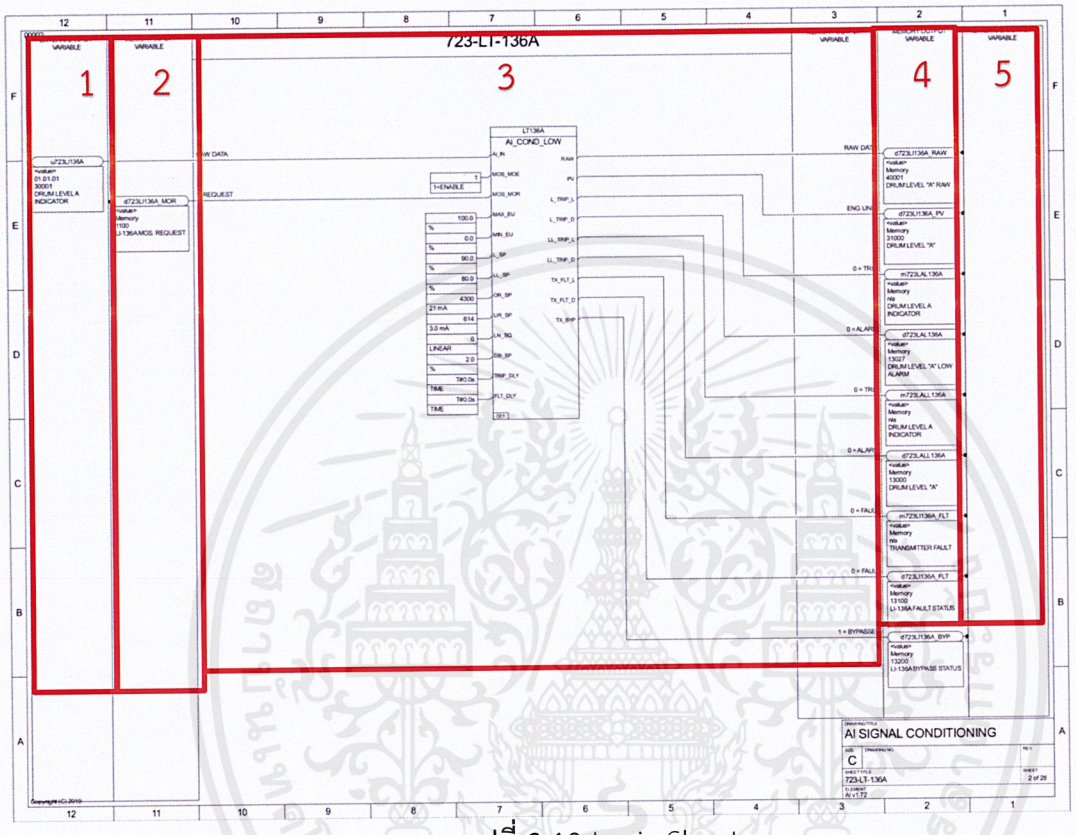


รูปที่ 3.9 Cover Sheet

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.5.2 Logic Sheet

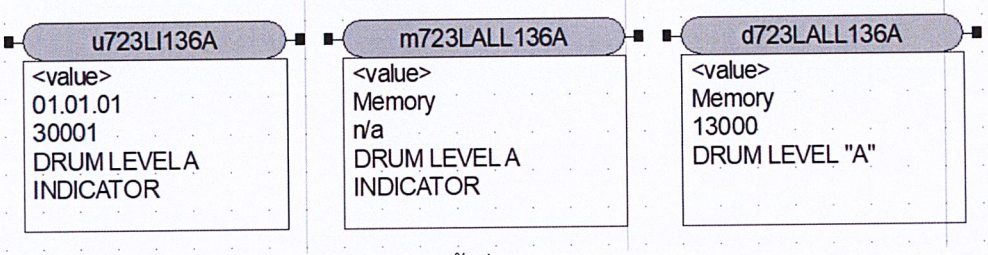
หน้า Logic Sheet มีไว้สำหรับเขียนโปรแกรมที่ต้องการควบคุมโดยจะแบ่งหน้า Logic Sheet เป็น 3 ส่วน ดังนี้ ส่วน A เป็นส่วนของ Input ภายใน (1) และภายนอก (2), ส่วน B เป็นส่วนของ Logic (3) และส่วน C เป็นส่วนของ Output ภายใน (4) และภายนอก (5) ดังรูปที่ 3.10



รูปที่ 3.10 Logic Sheet

3.2.5.3 การตั้งชื่อคำนำหน้าพารามิเตอร์

การตั้งชื่อคำนำหน้า Parameter จะแบ่งเป็น 3 ประเภท จะเป็นตัวแปรที่ขึ้นต้นด้วย d, u และ m ดังรูปที่ 3.11 โดยตัว d จะแสดงถึงการรับหรือส่งค่าจากการควบคุมแบบแยกส่วน (Distributed Control System : DCS) ตัว u จะแสดงถึงค่าสัญญานที่ได้รับหรือส่งจากอุปกรณ์ของโรงงานโดยตรง (Field Instrument) และ m จะแสดงถึงค่าสัญญาณที่ใช้รับส่งกับ Parameter กันเองภายในโปรแกรม

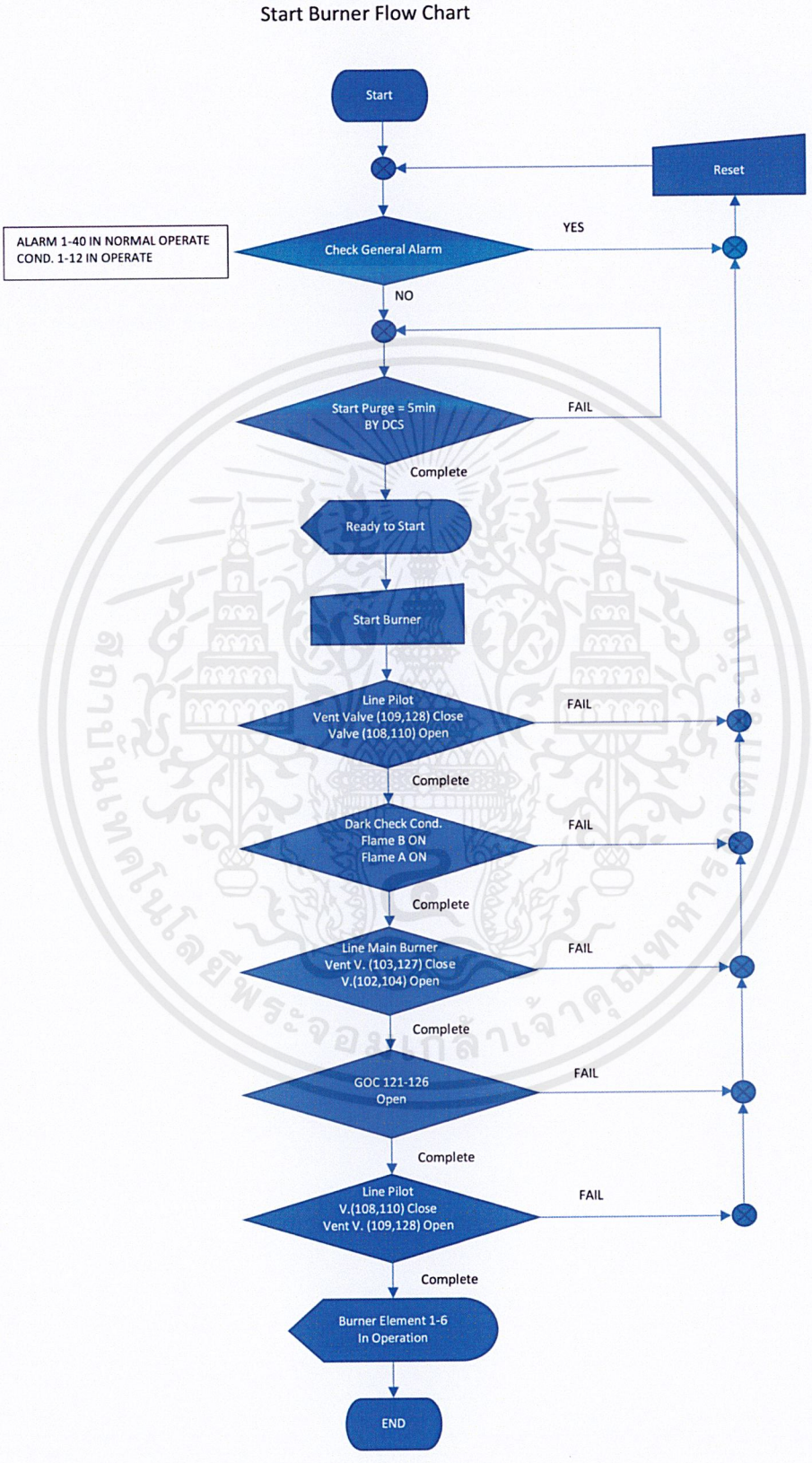


รูปที่ 3.11 การตั้งชื่อคำนำหน้าพารามิเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.6 รายละเอียดการสร้างโปรแกรมชุดคำสั่งควบคุม

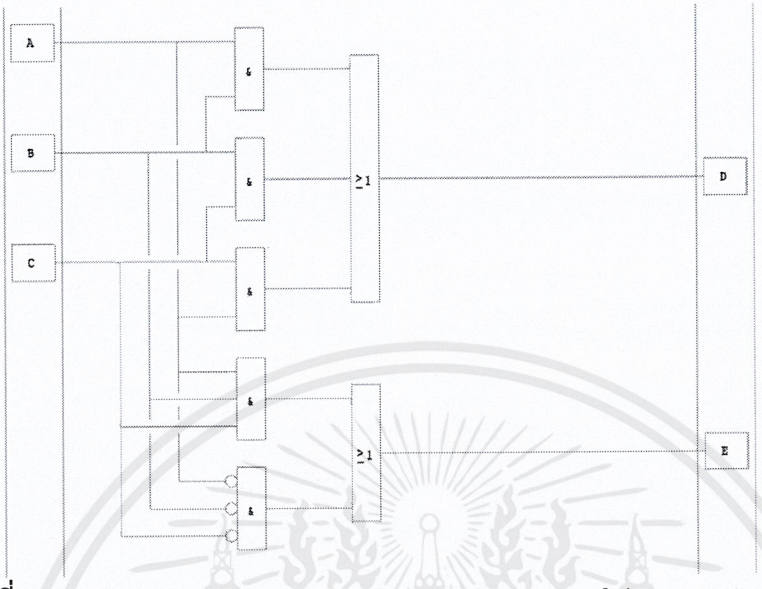
3.2.6.1 แผนผังลำดับการสั่งงานในชุดโปรแกรมควบคุม แสดงดังรูปที่ 3.12



รูปที่ 3.12 Start Burner Flow Chart

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.6.2 ตัวอย่าง logic ภายในโปรแกรม สำหรับควบคุม Voting อุปกรณ์หน้างานในระบบแบบ2oo3 (Two out of two voting) และ3oo3 (Three out of three voting) ดังรูปที่ 3.13 โดย A B และ C คือสัญญานขาเข้า ส่วน D และ E เป็นสัญญาณขาออกซึ่งเป็น 2oo3 และ 3oo3 ตามลำดับ

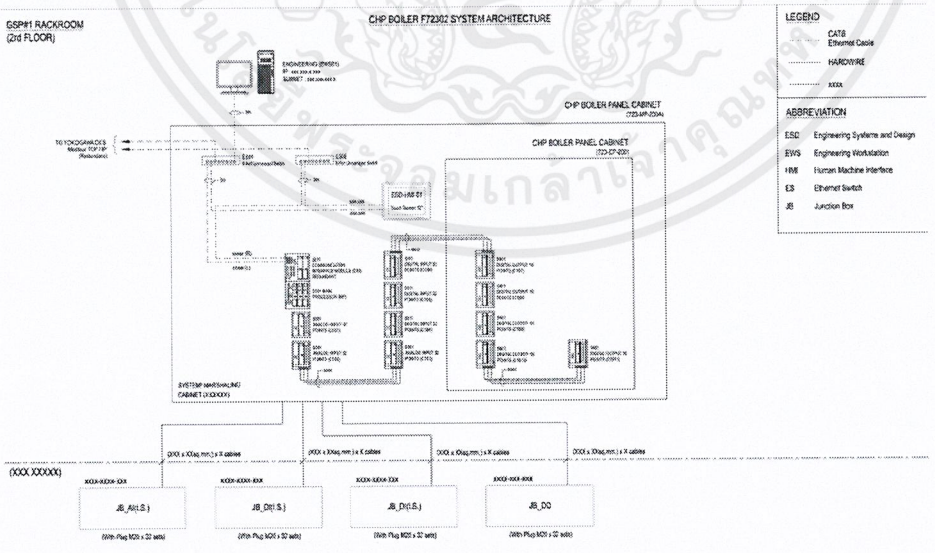


รูปที่ 3.13 Two out of two voting and Three out of three voting logic

3.3 ส่วนของตู้ควบคุม

3.3.1 การศึกษาและออกแบบตู้ควบคุม

3.3.1.1 ศึกษาแบบตู้ควบคุมจาก System Architecture ดังรูปที่ 3.14 เพื่อออกแบบการจัดวางอุปกรณ์ภายในตู้ควบคุม

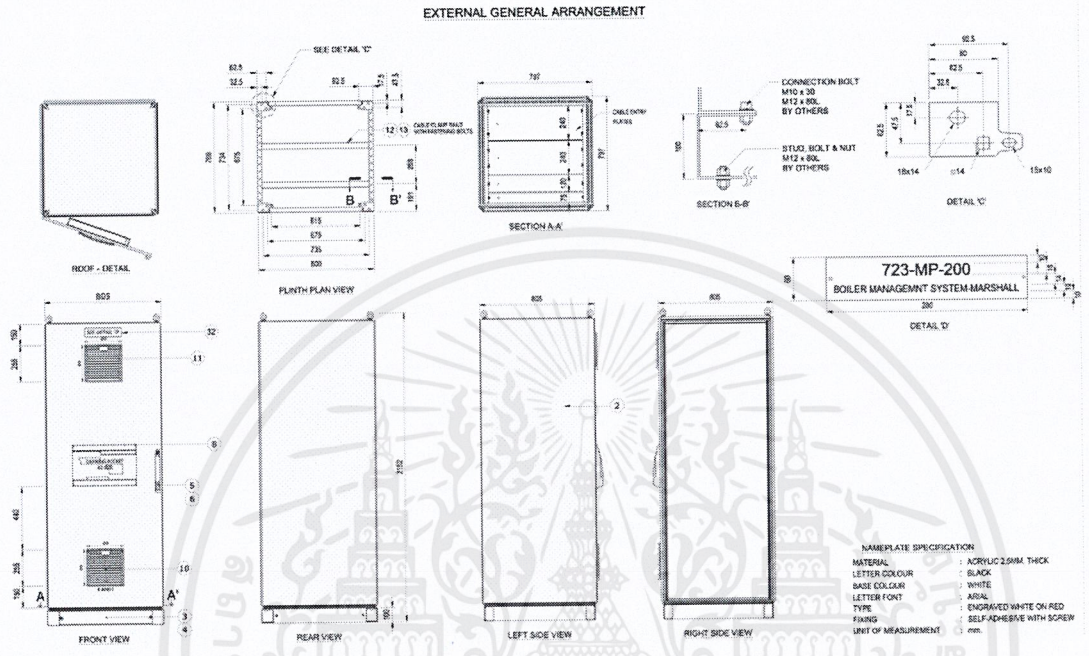


รูปที่ 3.14 System Architecture

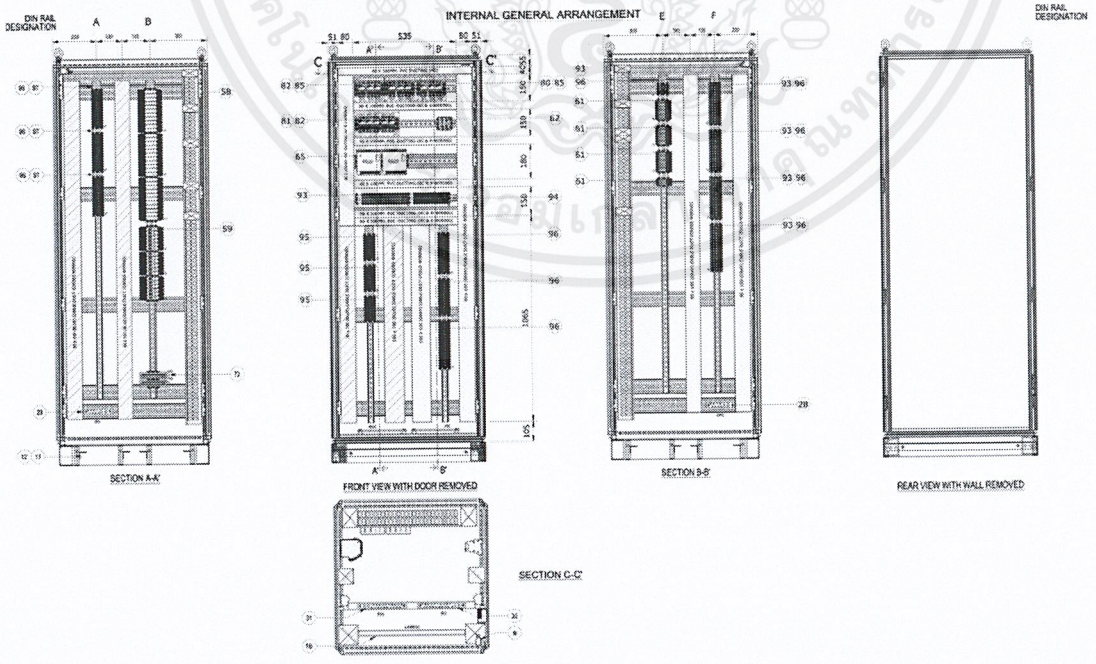
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.1.2 ออกแบบตู้ควบคุมและตู้ Marshalling

ในส่วนของการออกแบบตู้ควบคุมจะทำการกำหนดทั้งจำนวนตู้ควบคุม รูปร่างลักษณะของตู้ควบคุม ขนาดของตู้ ลักษณะการจัดวางตำแหน่งของอุปกรณ์ภายในตู้และรายละเอียดต่างๆ ในโครงงานนี้จะแบ่งเป็นตู้ System 2 ตู้และตู้ Marshalling 1 ตู้ ดังรูปที่ 3.15 และ 3.16



รูปที่ 3.15 ตัวอย่างแบบการจัดวางอุปกรณ์ภายนอกของตู้ Marshalling

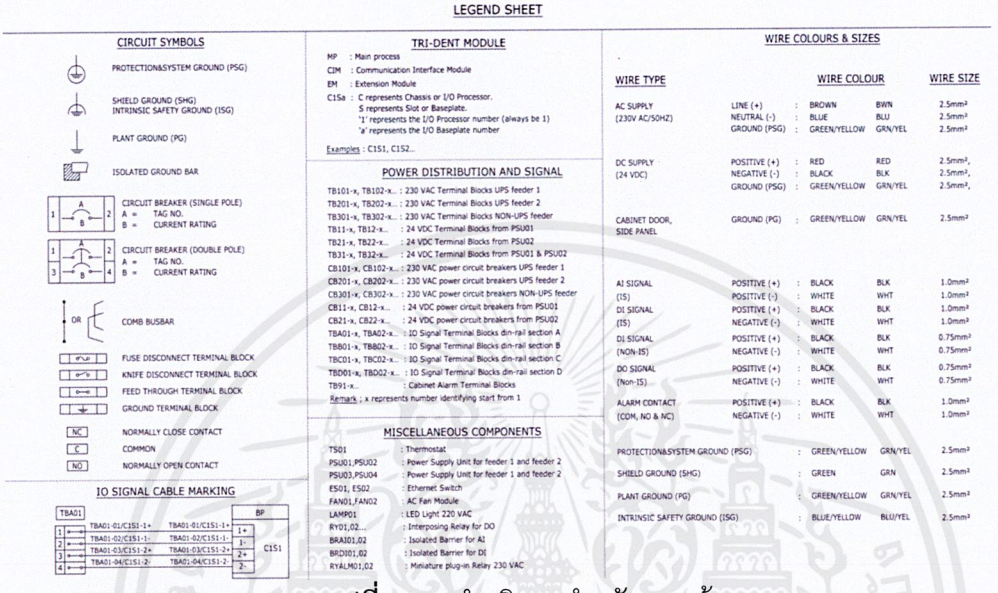


รูปที่ 3.16 ตัวอย่างแบบการจัดวางอุปกรณ์ภายในของตู้ Marshalling

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.1.3 คำอธิบายสำหรับแบบตู้

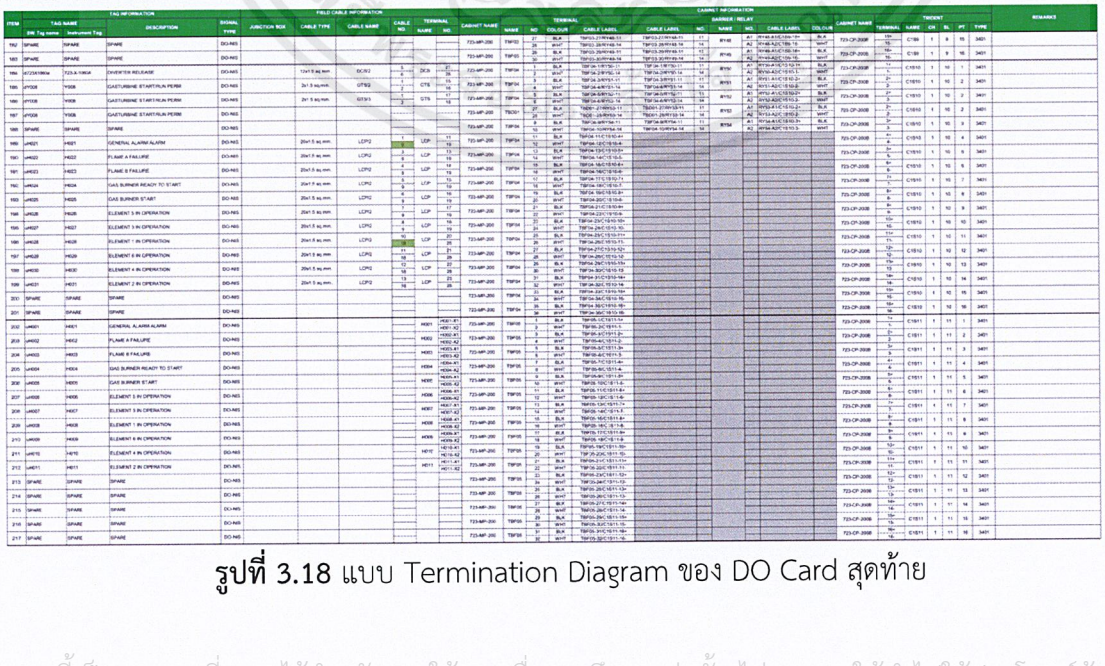
จะอธิบายสัญลักษณ์ทางไฟฟ้า การกำหนดชื่อบนสายสัญญาณอินพุตและเอาต์พุต อักษรย่อของฮาร์ดแวร์ Trident การจ่ายไฟและการต่อสัญญาณภายในตู้ ขนาดและสีของสายไฟและสายสัญญาณประเภทต่าง ๆ และรายละเอียดของส่วนประกอบอื่น ๆ ภายในทั้งตู้ควบคุมและตู้ Marshalling ดังรูปที่ 3.17



รูปที่ 3.17 คำอธิบายสำหรับแบบตู้

3.3.1.4 แบบ Termination Diagram

ในส่วนนี้จะแสดงถึงการต่อสายไฟและสายสัญญาณต่างๆ ทั้งหมดภายในตู้คอนโทรลและตู้ Marshalling โดยจะอธิบายทั้งชื่อของสายไฟ จุดเริ่มต้นของต้นทางไปยังปลายทาง ขนาดสายไฟ สีสายไฟ ที่อยู่ว่าสายไฟเริ่มที่ตู้ใดแล้วจบที่ตู้ใด เป็นต้น ดังรูปที่ 3.18



รูปที่ 3.18 แบบ Termination Diagram ของ DO Card สุดท้าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 การจัดทำตู้ควบคุม

3.3.2.1 การวาง Layout

ในขั้นตอนนี้จะเป็นลองวางอุปกรณ์ภายในตู้ตามตำแหน่งที่ได้ออกแบบและร่างตำแหน่งของอุปกรณ์ต่าง ๆ ภายในตู้ ดังรูปที่ 3.19

รูปที่ 3.19 การวาง Layout อุปกรณ์บน mounting plate

3.3.2.2 ติดราง Wire Duct และ Din Rail

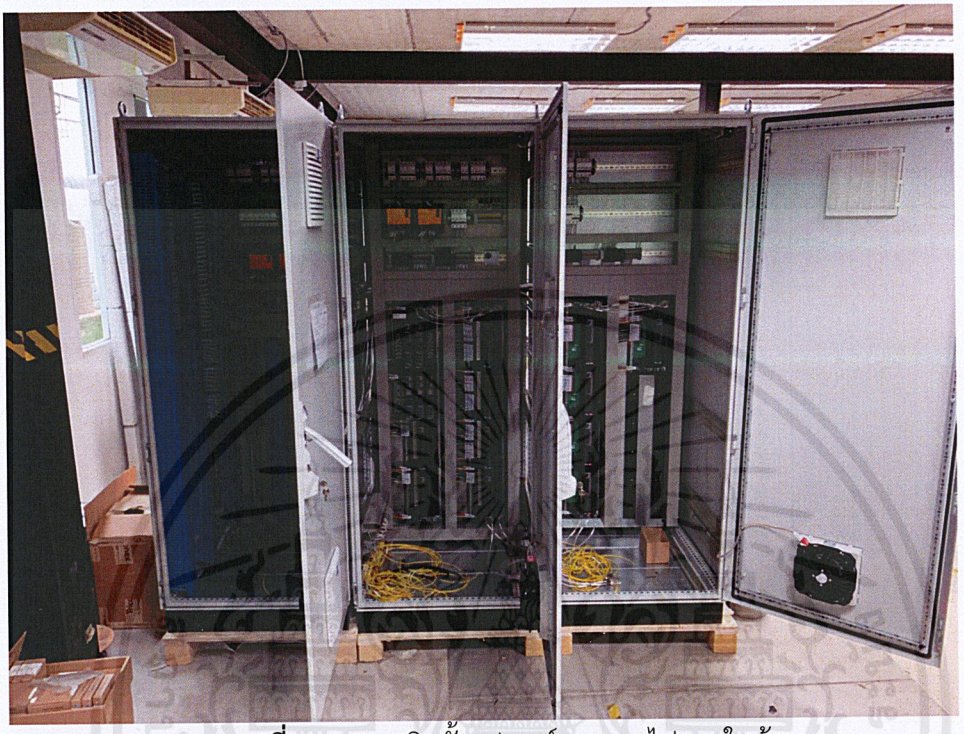
ทำการติดรางเก็บสายไฟ รางปีกนก power supply และ circuit breaker ดังรูปที่ 3.20

รูปที่ 3.20 การติดรางเก็บสายไฟ และรางปีกนก

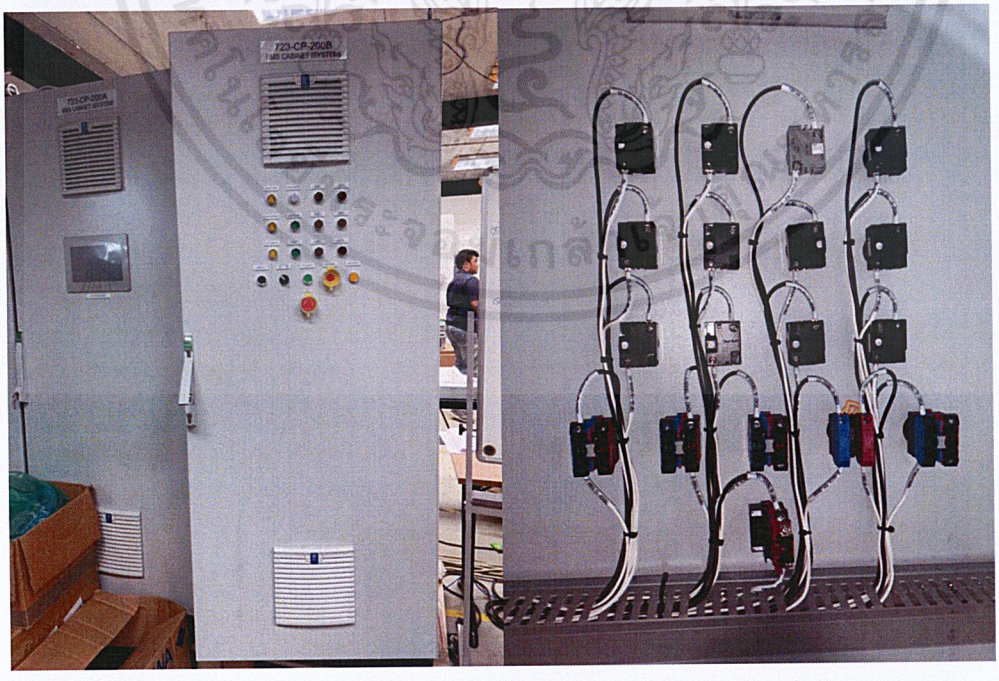
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2.3 ติดตั้งอุปกรณ์และต่อสายไฟ

ทำการติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าตามแบบ layout และต่อสายไฟตามที่ออกแบบใน Termination Diagram ดังรูปที่ 3.21 และ 3.22



รูปที่ 3.21 การติดตั้งอุปกรณ์และสายไฟภายในตู้



รูปที่ 3.22 การติดตั้งอุปกรณ์และสายไฟภายนอกตู้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการทดสอบ

4.1 กล่าวนำ

จากบทที่ 3 ได้มีการกล่าวถึงการดำเนินโครงงานตามขั้นตอนต่าง ๆ ดังนั้นในบทนี้จะกล่าวถึงผลของการดำเนินงานทั้งหมดที่ได้จากการทดสอบตามเอกสาร Factory Acceptance Test (FAT) ซึ่งคือจัดทำการทดสอบกับผู้ใช้งาน เพื่อให้ผู้ใช้งานมั่นใจว่าได้มีการปฏิบัติตามข้อกำหนดที่ต้องการ โดยมีผลของการทดสอบเพื่อตรวจงานที่รับมาจากบริษัทผู้ว่าจ้างสำหรับใช้ในการยืนยันว่า การทำงานของโปรแกรมและหน้ากราฟฟิกที่สร้างขึ้นใหม่ตรงตามความต้องการของผู้ใช้งาน

4.2 ผลการทดสอบการ์ดอินพุตและเอาต์พุต

โดยการทดสอบนี้จะทำตามเอกสาร Factory Acceptance Procedure โดยแบ่งออกเป็น 4 ส่วน คือ อนาล็อกอินพุต ดิจิทัลอินพุต และดิจิทัลเอาต์พุต

สำหรับการทดสอบอนาล็อกอินพุต สามารถทำได้โดยการจำลองสัญญาณผ่านมัลติมิเตอร์แบบพิเศษ โดยใช้ค่า 4-20 mA จ่ายไฟออกมาที่ 0% หรือ 4 mA ที่ 50% หรือ 12 mA และที่ 100% หรือ 24 mA จากนั้นทำการบันทึกค่าว่าตรงกับค่าที่ตั้งทดสอบหรือไม่ทั้ง 3 การ์ด ดังรูปที่ 4.1 รูปที่ 4.2 และรูปที่ 4.3

INSPECTION OF ANALOG INPUT MODULE I/O CHECKS

SYSTEM: 723-CP-200A **MODULE ID:** C1S1

IO MODULE TYPE - MODEL: AI-3351 **SIGNAL:** 4-20 mA

S/No	DESCRIPTION	0% (819 +/- 6)	50% (2457 +/- 6)	100% (4095 +/- 6)	Remark
1	u723LI136A	☑	☑	☑	C1S1P1
2	u723PI134A	☑	☑	☑	C1S1P2
3	u723LI180A	☑	☑	☑	C1S1P3
4	u723PI101A	☑	☑	☑	C1S1P4
5	u723PI107A	☑	☑	☑	C1S1P5
6	u723PI113A	☑	☑	☑	C1S1P6
7	u723PI112A	☑	☑	☑	C1S1P7
8	u723PI151A	☑	☑	☑	C1S1P8
9	u723TI147A	☑	☑	☑	C1S1P9
10	POINT 10	☑	☑	☑	
11	POINT 11	☑	☑	☑	
12	POINT 12	☑	☑	☑	
13	POINT 13	☑	☑	☑	
14	POINT 14	☑	☑	☑	
15	POINT 15	☑	☑	☑	
16	POINT 16	☑	☑	☑	
17	POINT 17	☑	☑	☑	
18	POINT 18	☑	☑	☑	
19	POINT 19	☑	☑	☑	
20	POINT 20	☑	☑	☑	
21	POINT 21	☑	☑	☑	
22	POINT 22	☑	☑	☑	
23	POINT 23	☑	☑	☑	
24	POINT 24	☑	☑	☑	
25	POINT 25	☑	☑	☑	
26	POINT 26	☑	☑	☑	
27	POINT 27	☑	☑	☑	
28	POINT 28	☑	☑	☑	
29	POINT 29	☑	☑	☑	
30	POINT 30	☑	☑	☑	
31	POINT 31	☑	☑	☑	
32	POINT 32	☑	☑	☑	

รูปที่ 4.1 ผลการทดสอบของอนาล็อกอินพุตการ์ดที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

INSPECTION OF ANALOG INPUT MODULE I/O CHECKS

SYSTEM: 723-CP-200A MODULE ID: C1S2

IO MODULE TYPE - MODEL: AI-3351 SIGNAL: 4-20 mA

S/No	DESCRIPTION	0% (819 +/- 6)	50% (2457 +/- 6)	100% (4095 +/- 6)	Remark
1	u723LI136B	☑	☑	☑	C1S2P1
2	u723PI134B	☑	☑	☑	C1S2P2
3	u723LI180B	☑	☑	☑	C1S2P3
4	u723PI101B	☑	☑	☑	C1S2P4
5	u723PI107B	☑	☑	☑	C1S2P5
6	u723PI113B	☑	☑	☑	C1S2P6
7	u723PI112B	☑	☑	☑	C1S2P7
8	u723PI151B	☑	☑	☑	C1S2P8
9	u723TI147B	☑	☑	☑	C1S2P9
10	POINT 10	☑	☑	☑	
11	POINT 11	☑	☑	☑	
12	POINT 12	☑	☑	☑	
13	POINT 13	☑	☑	☑	
14	POINT 14	☑	☑	☑	
15	POINT 15	☑	☑	☑	
16	POINT 16	☑	☑	☑	
17	POINT 17	☑	☑	☑	
18	POINT 18	☑	☑	☑	
19	POINT 19	☑	☑	☑	
20	POINT 20	☑	☑	☑	
21	POINT 21	☑	☑	☑	
22	POINT 22	☑	☑	☑	
23	POINT 23	☑	☑	☑	
24	POINT 24	☑	☑	☑	
25	POINT 25	☑	☑	☑	
26	POINT 26	☑	☑	☑	
27	POINT 27	☐	☑	☑	
28	POINT 28	☑	☑	☑	
29	POINT 29	☑	☑	☑	
30	POINT 30	☑	☑	☑	
31	POINT 31	☑	☑	☑	
32	POINT 32	☑	☑	☑	

รูปที่ 4.2 ผลการทดสอบของอนาล็อกอินพุตการ์ดที่ 2

INSPECTION OF ANALOG INPUT MODULE I/O CHECKS

SYSTEM: 723-CP-200A MODULE ID: C1S3

IO MODULE TYPE - MODEL: AI-3351 SIGNAL: 4-20 mA

S/No	DESCRIPTION	0% (819 +/- 6)	50% (2457 +/- 6)	100% (4095 +/- 6)	Remark
1	u723LI136C	☑	☑	☑	C1S3P1
2	u723PI134C	☑	☑	☑	C1S3P2
3	u723LI180C	☑	☑	☑	C1S3P3
4	u723PI101C	☑	☑	☑	C1S3P4
5	u723PI107C	☑	☑	☑	C1S3P5
6	u723PI113C	☑	☑	☑	C1S3P6
7	u723PI112C	☑	☑	☑	C1S3P7
8	u723PI151C	☑	☑	☑	C1S3P8
9	u723TI147C	☑	☑	☑	C1S3P9
10	POINT 10	☑	☑	☑	
11	POINT 11	☑	☑	☑	
12	POINT 12	☑	☑	☑	
13	POINT 13	☑	☑	☑	
14	POINT 14	☑	☑	☑	
15	POINT 15	☑	☑	☑	
16	POINT 16	☑	☑	☑	
17	POINT 17	☑	☑	☑	
18	POINT 18	☑	☑	☑	
19	POINT 19	☐	☑	☑	
20	POINT 20	☑	☑	☑	
21	POINT 21	☑	☑	☑	
22	POINT 22	☑	☑	☑	
23	POINT 23	☑	☑	☑	
24	POINT 24	☐	☑	☑	
25	POINT 25	☐	☑	☑	
26	POINT 26	☐	☑	☑	
27	POINT 27	☐	☑	☑	
28	POINT 28	☐	☑	☑	
29	POINT 29	☐	☑	☑	
30	POINT 30	☐	☑	☑	
31	POINT 31	☐	☑	☑	
32	POINT 32	☐	☑	☑	

รูปที่ 4.3 ผลการทดสอบของอนาล็อกอินพุตการ์ดที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดสอบดิจิทัลอินพุตนั้นทำได้ด้วยการจำลองสัญญาณไฟ โดยใช้สายไฟต่อให้ครบวงจรที่เทอร์มินอลของแต่ละ Point ของการ์ดดิจิตอลอินพุต หากมีสัญญาณที่โปรแกรมจะแสดงค่า “TRUE”และจะแสดงค่า “FLASE” เมื่อไม่มีสัญญาณ ผลการทดสอบจะถูกบันทึกดังรูปที่ 4.4

INSPECTION OF DIGITAL INPUT MODULE I/O CHECKS

SYSTEM: 723-CP-200A **MODULE ID:** C1S4

IO MODULE TYPE - MODEL: DI-3301 **SIGNAL:** Open/Close Contact

S/No	DESCRIPTION	CLASS	TYPE	TEST RESULT		REMARKS
1	uX007A	INPUT	DISC	PASS ☑	FAIL ☐	C1S4P1
2	u723GOC108	INPUT	DISC	PASS ☑	FAIL ☐	C1S4P2
3	u723GOC121	INPUT	DISC	PASS ☑	FAIL ☐	C1S4P3
4	u723GOC122	INPUT	DISC	PASS ☑	FAIL ☐	C1S4P4
5	u723GOC123	INPUT	DISC	PASS ☑	FAIL ☐	C1S4P5
6	u723GOC124	INPUT	DISC	PASS ☑	FAIL ☐	C1S4P6
7	u723GOC125	INPUT	DISC	PASS ☑	FAIL ☐	C1S4P7
8	POINT 8	INPUT	DISC	PASS ☑	FAIL ☐	
9	POINT 9	INPUT	DISC	PASS ☑	FAIL ☐	
10	POINT 10	INPUT	DISC	PASS ☑	FAIL ☐	
11	POINT 11	INPUT	DISC	PASS ☑	FAIL ☐	
12	POINT 12	INPUT	DISC	PASS ☑	FAIL ☐	
13	uX011A	INPUT	DISC	PASS ☑	FAIL ☐	C1S4P13
14	u723XS121A	INPUT	DISC	PASS ☑	FAIL ☐	C1S4P14
15	u723XS121B	INPUT	DISC	PASS ☑	FAIL ☐	C1S4P15
16	u723XS122A	INPUT	DISC	PASS ☑	FAIL ☐	C1S4P16
17	u723XS122B	INPUT	DISC	PASS ☑	FAIL ☐	C1S4P17
18	u723XS123A	INPUT	DISC	PASS ☑	FAIL ☐	C1S4P18
19	u723XS123B	INPUT	DISC	PASS ☑	FAIL ☐	C1S4P19
20	u723XS124A	INPUT	DISC	PASS ☑	FAIL ☐	C1S4P20
21	u723XS124B	INPUT	DISC	PASS ☑	FAIL ☐	C1S4P21
22	u723XS125A	INPUT	DISC	PASS ☑	FAIL ☐	C1S4P22
23	u723XS125B	INPUT	DISC	PASS ☑	FAIL ☐	C1S4P23
24	u723XS126A	INPUT	DISC	PASS ☑	FAIL ☐	C1S4P24
25	u723XS126B	INPUT	DISC	PASS ☑	FAIL ☐	C1S4P25
26	uX064	INPUT	DISC	PASS ☑	FAIL ☐	C1S4P26
27	uX065	INPUT	DISC	PASS ☑	FAIL ☐	C1S4P27
28	POINT 28	INPUT	DISC	PASS ☑	FAIL ☐	
29	POINT 29	INPUT	DISC	PASS ☑	FAIL ☐	
30	POINT 30	INPUT	DISC	PASS ☑	FAIL ☐	
31	POINT 31	INPUT	DISC	PASS ☑	FAIL ☐	
32	POINT 32	INPUT	DISC	PASS ☑	FAIL ☐	

รูปที่ 4.4 ผลการทดสอบของการ์ดดิจิตอลอินพุต

การทดสอบดิจิทัลเอาต์พุตนั้นทำได้โดยใช้มัลติมิเตอร์เช็คการเชื่อมต่อของ Point ของการ์ด จากนั้นทำการจำลองค่าผ่านซอฟต์แวร์คือกำหนดค่าจากซอฟต์แวร์แล้วสังเกตสัญญาณที่แสดงบนมัลติมิเตอร์ว่าตรงกับซอฟต์แวร์หรือไม่ ผลการทดสอบจะถูกบันทึกดังรูปที่ 4.4

INSPECTION OF DIGITAL OUTPUT MODULE I/O CHECKS

SYSTEM: 723-CP-200B **MODULE ID:** C1S7

IO MODULE TYPE - MODEL: DO-3401 **SIGNAL:** 230V AC

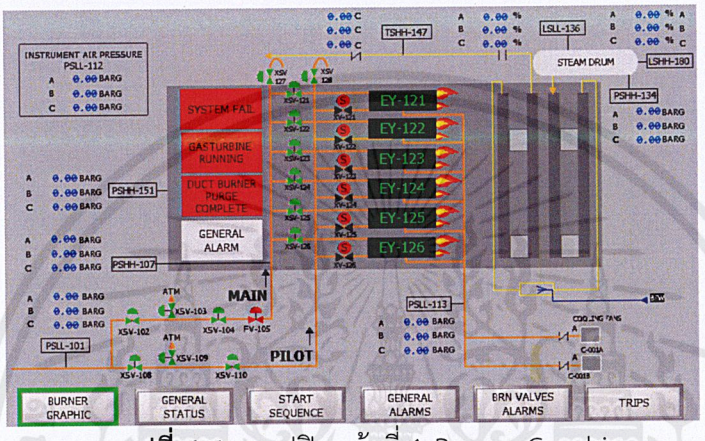
S/No	DESCRIPTION	CLASS	TYPE	TEST RESULT		REMARKS
1	u723EY121	OUTPUT	DISC	PASS ☑	FAIL ☐	C1S7P1
2	u723EY122	OUTPUT	DISC	PASS ☑	FAIL ☐	C1S7P2
3	u723EY123	OUTPUT	DISC	PASS ☑	FAIL ☐	C1S7P3
4	u723EY124	OUTPUT	DISC	PASS ☑	FAIL ☐	C1S7P4
5	u723EY125	OUTPUT	DISC	PASS ☑	FAIL ☐	C1S7P5
6	u723EY126	OUTPUT	DISC	PASS ☑	FAIL ☐	C1S7P6
7	u723HSO102	OUTPUT	DISC	PASS ☑	FAIL ☐	C1S7P7
8	u723HSO108	OUTPUT	DISC	PASS ☑	FAIL ☐	C1S7P8
9	u723HSO103	OUTPUT	DISC	PASS ☑	FAIL ☐	C1S7P9
10	u723HSC127	OUTPUT	DISC	PASS ☑	FAIL ☐	C1S7P10
11	u723HSO121	OUTPUT	DISC	PASS ☑	FAIL ☐	C1S7P11
12	u723HSO122	OUTPUT	DISC	PASS ☑	FAIL ☐	C1S7P12
13	u723HSO123	OUTPUT	DISC	PASS ☑	FAIL ☐	C1S7P13
14	POINT 14	OUTPUT	DISC	PASS ☑	FAIL ☐	
15	POINT 15	OUTPUT	DISC	PASS ☑	FAIL ☐	
16	POINT 16	OUTPUT	DISC	PASS ☑	FAIL ☐	

รูปที่ 4.5 ผลการทดสอบของการ์ดดิจิตอลเอาต์พุต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ผลการทดสอบกับหน้าจอแสดงผล

การทดสอบหน้าจอแสดงผลจะตรวจสอบตาม FDS ซึ่งจะแบ่งกราฟฟิคออกเป็น 6 หน้า หน้ากราฟฟิคแรก Burner Graphic ดังรูปที่ 4.6 จะเป็นการตรวจสอบหน้ากราฟฟิกแสดงสถานะของอุปกรณ์ต่าง ๆ ค่าจากสัญญาณอนาล็อกที่ใช้แสดงค่า การตรวจสอบการจัดวางอุปกรณ์ว่าถูกต้องตามตำแหน่งที่กำหนดไว้ใน FDS หรือไม่ การตรวจสอบตำแหน่งของการวางพารามิเตอร์กับอุปกรณ์และการแสดงค่าของเซ็นเซอร์ต่าง ๆ โดยทำการจำลองค่าบนโปรแกรมแล้วตรวจสอบดูบนจอแสดงผล HMI ว่าตรงตามที่จำลองและตรงกับที่กำหนดไว้บน FDS หรือไม่ ดังรูปที่ 4.7



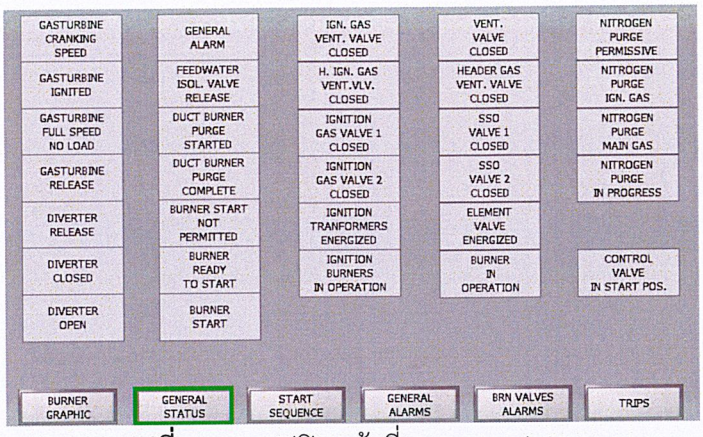
รูปที่ 4.6 กราฟฟิคหน้าที่ 1 Burner Graphic

SYSTEM: BMS HMI		PAGE NAME: BURNER GRAPHIC			
Item No.	Description of Check Point	PASS	HOLD	FAIL	Punch list No. (if any)
1	Process overview	/			
2	Arrangment (Object/Text/Line)	/			
3	Object configuration	/			

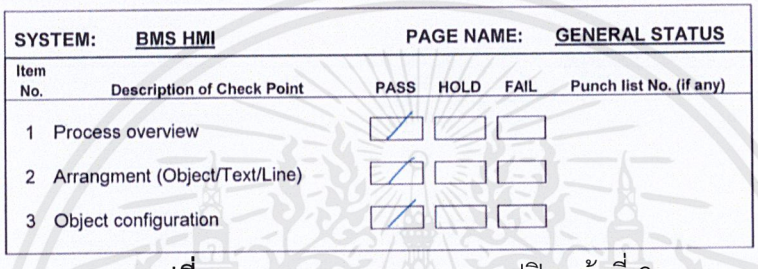
รูปที่ 4.7 ผลการทดสอบของกราฟฟิคหน้าที่ 1

หน้ากราฟฟิคที่สองจะแสดงถึงสถานะของอุปกรณ์ต่าง ๆ ดังรูปที่ 4.8 สามารถตรวจสอบได้โดยการจำลองค่าพารามิเตอร์บนโปรแกรม แล้วดูว่าค่าพารามิเตอร์ที่จำลองนั้นสามารถทำให้สถานะบน HMI เปลี่ยนไปตามที่กำหนดไว้บน FDS หรือไม่ ดังรูปที่ 4.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.8 กราฟฟิคหน้าที่ 2 General Status

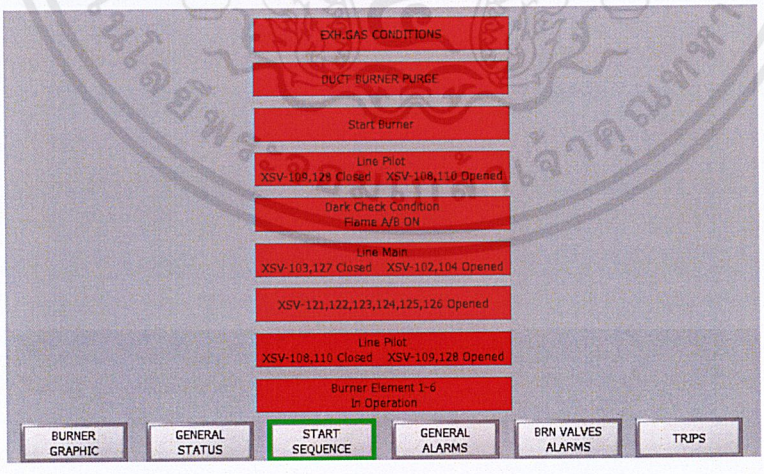


SYSTEM: BMS HMI PAGE NAME: GENERAL STATUS

Item No.	Description of Check Point	PASS	HOLD	FAIL	Punch list No. (if any)
1	Process overview	/			
2	Arrangment (Object/Text/Line)	/			
3	Object configuration	/			

รูปที่ 4.9 ผลการทดสอบของกราฟฟิคหน้าที่ 2

หน้าการฟฟิคที่สามจะแสดงถึงลำดับในการ Start Burner ของ HRSG ดังรูปที่ 4.10 โดยสามารถตรวจสอบได้ด้วยการจำลองค่าพารามิเตอร์บนโปรแกรม แล้วดูว่าพารามิเตอร์ที่จำลองนั้นทำให้สถานะลำดับการ Start Burner ที่กำหนดไว้บน HMI เปลี่ยนไปตามที่กำหนดไว้บน FDS หรือไม่ดังรูปที่ 4.11



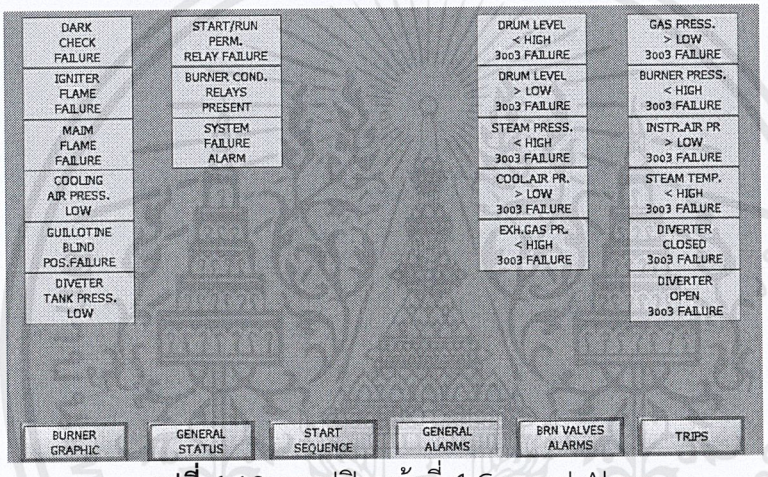
รูปที่ 4.10 กราฟฟิคหน้าที่ 3 Start Sequence

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SYSTEM: BMS HMI		PAGE NAME: START SEQUENCE			
Item No.	Description of Check Point	PASS	HOLD	FAIL	Punch list No. (if any)
1	Process overview	☑	☐	☐	
2	Arrangment (Object/Text/Line)	☑	☐	☐	
3	Object configuration	☑	☐	☐	

รูปที่ 4.11 ผลการทดสอบของกราฟฟิคหน้าที่ 3

หน้าการฟฟิคที่สี่แสดงถึง Alarm ของ Sensor ที่สามารถจับได้จากอุปกรณ์ต่างๆ ที่สามารถเกิดขึ้นได้ดังรูปที่ 4.12 โดยเราสามารถตรวจสอบได้โดยการจำลองค่าพารามิเตอร์บนโปรแกรม แล้วตรวจสอบดูว่าพารามิเตอร์ที่จำลองนั้นทำให้สถานะ Alarm ที่กำหนดไว้บน HMI เปลี่ยนไปตามที่กำหนดไว้บน FDS หรือไม่ดังรูปที่ 4.13



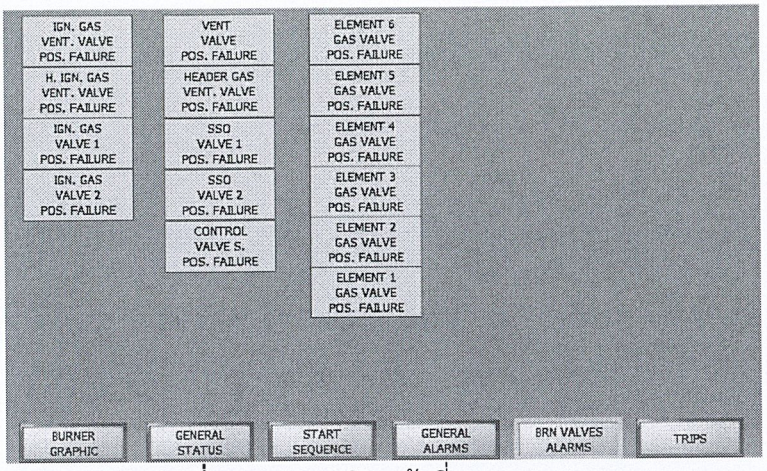
รูปที่ 4.12 กราฟฟิคหน้าที่ 4 General Alarm

SYSTEM: BMS HMI		PAGE NAME: GENERAL ALARMS			
Item No.	Description of Check Point	PASS	HOLD	FAIL	Punch list No. (if any)
1	Process overview	☑	☐	☐	
2	Arrangment (Object/Text/Line)	☑	☐	☐	
3	Object configuration	☑	☐	☐	

รูปที่ 4.13 ผลการทดสอบของกราฟฟิคหน้าที่ 4

หน้าการฟฟิคที่ห้าจะแสดงถึง Alarm ของตำแหน่ง Valve ว่าเกิดการทำงานผิดปกติหรือไม่ดังรูปที่ 4.14 สามารถทดสอบได้จากการจำลองค่าพารามิเตอร์บนโปรแกรม แล้วตรวจสอบดูว่าพารามิเตอร์ที่จำลองนั้นทำให้สถานะ Alarm ของตำแหน่ง Valve ที่กำหนดไว้บน HMI เปลี่ยนไปตามที่กำหนดไว้บน FDS หรือไม่ดังรูปที่ 4.15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



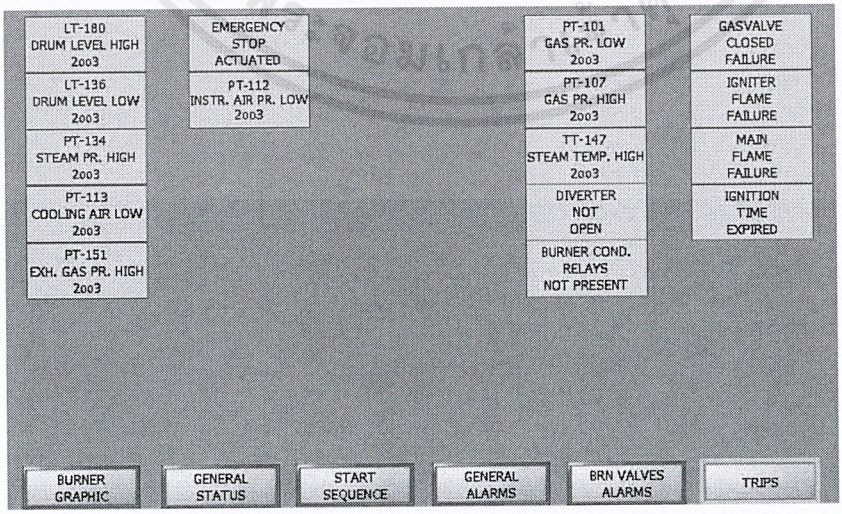
รูปที่ 4.14 กราฟฟิคหน้าที่ 5 Valves Alarm

SYSTEM: BMS HMI **PAGE NAME:** BRN VALVES ALARM

Item No.	Description of Check Point	PASS	HOLD	FAIL	Punch list No. (if any)
1	Process overview	☑	☐	☐	
2	Arrangment (Object/Text/Line)	☑	☐	☐	
3	Object configuration	☑	☐	☐	

รูปที่ 4.15 ผลการทดสอบของกราฟฟิคหน้าที่ 5

หน้ากราฟฟิคที่หกแสดงถึงการทำงานของอุปกรณ์ที่สามารถทำให้การทำงานของ BMS เกิดการ Trip ดังรูปที่ 4.16 ได้สามารถทดสอบได้โดยการจำลองค่าพารามิเตอร์บนโปรแกรม แล้วตรวจว่าพารามิเตอร์ที่จำลองนั้นทำให้สถานะ ของอุปกรณ์ที่แสดงบน HMI เปลี่ยนไปตามที่กำหนดไว้บน FDS หรือไม่ดังรูปที่ 4.17



รูปที่ 4.16 กราฟฟิคหน้าที่ 6 Trips

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SYSTEM: BMS HMI		PAGE NAME: TRIPS			
Item No.	Description of Check Point	PASS	HOLD	FAIL	Punch list No. (if any)
1	Process overview	☑	☐	☐	
2	Arrangment (Object/Text/Line)	☑	☐	☐	
3	Object configuration	☑	☐	☐	

รูปที่ 4.17 ผลการทดสอบของกราฟฟิคหน้าที่ 6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผล ปัญหา และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน

การปรับปรุงส่วนของตัวควบคุมระบบวัดคุมนิรภัยหรือ Emergency Shutdown System (ESD) ซึ่งเป็นส่วนป้องกันระบบไม่ให้เกิดอันตรายและลดความเสี่ยงเมื่อมีความผิดพลาดเกิดขึ้น อาจจะเกิดขึ้นด้วยอุบัติเหตุบางประการ เช่น การส่งสัญญาณที่ผิดพลาดทำให้ระบบทำงานไม่ถูกต้อง หรือการที่อุปกรณ์และเครื่องมือวัดทำงานผิดปกติ ซึ่งอุบัติเหตุเหล่านี้อาจก่อให้เกิดอุบติเหตุที่ร้ายแรงขึ้นได้ จึงต้องมีระบบป้องกันและช่วยลดความเสี่ยงที่ออกแบบให้ประสิทธิภาพเพื่อป้องกันอุบัติเหตุที่จะเกิดขึ้นได้

โดยโครงงานนี้ได้ทำการปรับเปลี่ยนตัวควบคุมซอฟท์แวร์ที่นำมาควบคุมระบบวัดคุมนิรภัย (ESD) ของระบบการจัดการการเผาไหม้หรือ Burner Management System (BMS)และหน้าจอ HMI โดยได้ทำการทดสอบฟังก์ชันการทำงานของ BMS ด้วยซอฟท์แวร์ตามเอกสาร FDS/FAT ว่ามีการทำงานตามที่กำหนดไว้ตามเอกสารหรือไม่ รวมถึงการแสดงผลบนหน้าจอ HMI ว่าถูกต้องตามเอกสารที่กำหนดไว้ใน FAT

5.2 ปัญหาและวิธีการแก้ไข

5.2.1 ปัญหาที่พบ

1. เอกสารทางวิศวกรรม (Engineering Documents) ของผู้ใช้งานมีความเก่าและเอกสารบางตัวยังไม่มีการอัพเดต

2. เนื่องจากมีการใช้งานซอฟต์แวร์และฮาร์ดแวร์ที่ไม่มีองค์ความรู้มาก่อนจึงส่งผลให้ไม่มีความชำนาญ

3. ในการทดสอบการใช้งานการ์ดอนาล็อกอินพุตมีค่าผิดพลาดไปจากความเป็นจริง เนื่องจาก Barrier ที่นำมาใช้กับการ์ดอนาล็อกอินพุตเป็นแบบจ่ายไฟออกทั้ง 2 ทาง

5.2.2 วิธีแก้ปัญหา

1. เข้าประชุมและสอบถามบริษัทที่เป็นผู้ใช้งานถึงกระบวนการทำงานของระบบ BMS การปฏิบัติการจากผู้ปฏิบัติการ

2. จากปัญหาเรื่องของความชำนาญในการใช้งานซอฟต์แวร์และฮาร์ดแวร์ แก้ไขได้โดยการศึกษาจากเอกสารต่าง ๆ กับใช้งานโปรแกรมเพิ่มเติมรวมถึงสอบถามพี่ ๆ ในบริษัทเคยที่ทำโปรเจคเกี่ยวกับตัวควบคุม ESD ของบริษัทเพื่อขอคำแนะนำ

3. แก้วงจรไฟฟ้าและเพิ่ม Terminal อีก 1 ชุดสำหรับการ์ด AI เพื่อให้ได้ค่าที่ถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] ทวิช ชูเมือง. (2548). *ระบบวัดคุมนิรภัยในอุตสาหกรรมกระบวนการผลิต.* กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น.

[2] ทวิช ชูเมือง. (2548). *การออกแบบระบบเครื่องมือวัดและควบคุมทางอุสาหกรรม.* กรุงเทพฯ: เอ็ช. เอ็น กรุ๊ป.

[3] ทวิช ชูเมือง. (2013). การตรวจสอบค่าระดับความปลอดภัยของฟังก์ชันนิรภัย. แหล่งข้อมูล: http://www.thailandindustry.com/indust_newweb/articles_preview.php?cid=19234. ค้นเมื่อวันที่ 5 พฤศจิกายน 2562.

[4] ทวิช ชูเมือง. (2011). การควบคุมความปลอดภัยของเครื่องทำความร้อน (ตอนที่ 1).แหล่งข้อมูล: http://www.thailandindustry.com/indust_newweb/news_preview.php?cid=13882. ค้นเมื่อวันที่ 8 พฤศจิกายน 2562.

[5] ทวิช ชูเมือง. (2011). การควบคุมความปลอดภัยของเครื่องทำความร้อน (ตอนจบ). แหล่งข้อมูล: http://www.thailandindustry.com/indust_newweb/articles_preview.php?cid=13936. ค้นเมื่อวันที่ 8 พฤศจิกายน 2562.

[6] ทวิช ชูเมือง. (2011). ระบบเอาต์พุตแบบ Intrinsically Safe. แหล่งข้อมูล: http://www.thailandindustry.com/indust_newweb/articles_preview.php?cid=13936. ค้นเมื่อวันที่ 15 พฤศจิกายน 2562.

[7] ธีรวัฒน์ เทพมณี. (2562). ฟังก์ชันนิรภัยและความน่าเชื่อถือสำหรับระบบอัตโนมัติ. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: หลักสูตรวิศวกรรมอัตโนมัติ ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล นางสาวอธิษฐาน สีดอกไม้

วัน เดือน ปีเกิด 19 สิงหาคม พ.ศ.2540

ภูมิลำเนา 73 ม.1 ต.โคกหินแฮ่ อ.เรณูนคร จ.นครพนม 48170

Email atittinn.s@gmail.com

ประวัติการศึกษา

- พ.ศ.2553 – 2555 ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนเซนต์เมรี่ จ.อุดรธานี
- พ.ศ.2556 – 2558 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนดอนบอสโกวิทยา จ.อุดรธานี
- พ.ศ.2559 – ปัจจุบัน วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต หลักสูตรวิศวกรรมการวัดและควบคุม ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ประสบการณ์การทำงาน

- นักศึกษาฝึกงาน แผนก Project Delivery Engineer บริษัท ชไนเดอร์ อิเล็กทริค ซิสเต็มส์ (ประเทศไทย) จำกัด
- นักศึกษาโครงงานสหกิจศึกษา แผนก Project Delivery Engineer บริษัท ชไนเดอร์ อิเล็กทริค ซิสเต็มส์ (ประเทศไทย) จำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้