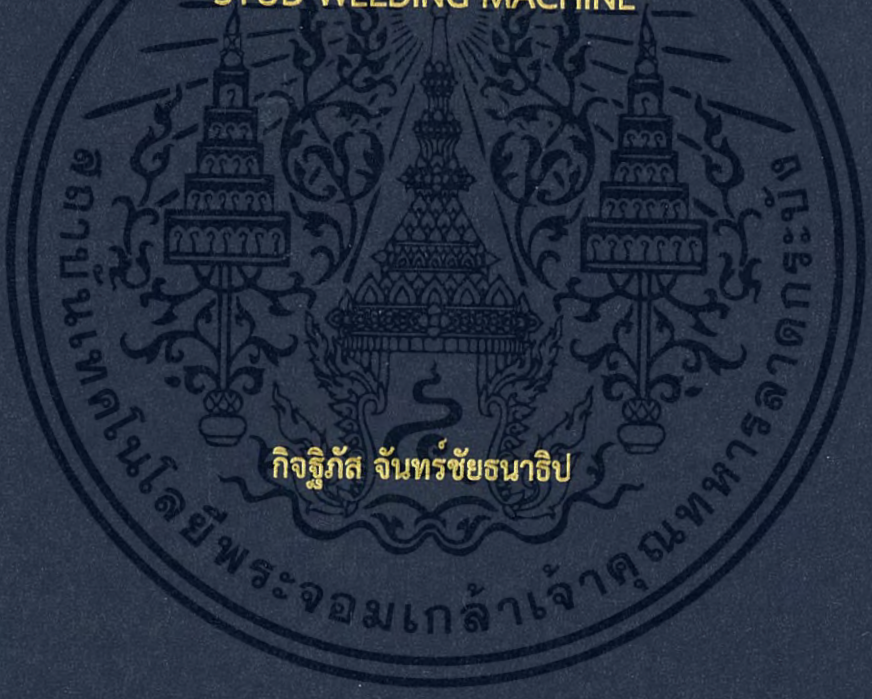
รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

เครื่องเชื่อมเม็ดสตัด
STUD WELDING MACHINE



กิจฐิภัส จันทร์ชัยธนาธิป

ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2559

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

เครื่องเชื่อมเม็ดสตัด
STUD WELDING MACHINE

กิจฐิภัส จันทร์ชัยธนาธิป

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

สท.
ก639ค
2559
เลขหมู่ 2559
เลขทะเบียน 148565
วัน.เดือน.ปี - 6 ก.ค. 2560

b12871745
i

ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2559

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงงาน	เครื่องเชื่อมเม็ดสตัด
นักศึกษา	นายกิจฐิภัส จันทร์ชัยธนาธิป
คณะ	วิศวกรรมศาสตร์
ภาควิชา	วิศวกรรมการวัดและควบคุม
อาจารย์นิเทศ	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นพดล มณีรัตน์
ผู้นิเทศงาน	นายกิติพร ฉวีพัฒน์
สถานประกอบการ	บริษัท ไมเออร์ อินดัสตรีส์ จำกัด

บทคัดย่อ

โครงงานนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอขั้นตอนการออกแบบและผลิตเครื่องเชื่อมเม็ดสตัด (Stud Welding Machine) สำหรับใช้ในการเชื่อมเม็ดสตัดเข้ากับหม้อและกระทะแบบอัตโนมัติ ซึ่งจะต้องเชื่อมเม็ดสตัดเข้ากับชิ้นงานได้ทุกรุ่น โดยเครื่องจะติดตั้งในบริษัท ไมเออร์ อินดัสตรีส์ จำกัด เพื่อลดปัญหาการเกิดอุบัติเหตุของพนักงานในสายการผลิต รวมถึงเพิ่มอัตราการผลิตของผลิตภัณฑ์ (Product) เครื่องเชื่อมเม็ดสตัดจะใช้อุปกรณ์ส่งแรง (Actuator) คือ กระบอกสูบเป็นหลัก และใช้ PLC (Programable Logic Controller) ในการควบคุมลำดับการทำงาน โดยมีหน้าจอสัมผัส (Touch Screen) เป็นส่วนที่ใช้สั่งงานเครื่อง

ผลการดำเนินงานพบว่า การสร้างเครื่องเชื่อมเม็ดสตัดสำเร็จ 70 % เนื่องจากปัญหาในด้านระยะเวลาดำเนินงาน โดยสามารถออกแบบเครื่องจักรได้เสร็จ เหลือในส่วนของการติดตั้งชิ้นส่วน (Part) เป็นเหตุให้ต้องทำการทดสอบโปรแกรม PLC ผ่านการจำลอง (Simulation) โครงงานชิ้นนี้จึงต้องมีการปรับปรุงและพัฒนาต่อเพื่อให้สามารถใช้งานได้อย่างสมบูรณ์

คำสำคัญ เครื่องเชื่อมเม็ดสตัด, อุปกรณ์ส่งแรง, PLC, การจำลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Research Title	Stud Welding Machine
Student Intern Name	Mr.Kitthipat Chanchaitanatip
Faculty	Engineering
Department	Instrumentation and Control Engineering
Advisor Name	Asst. Prof. Dr.Noppadol Maneerat
Mentor Name	Mr.Kittiporn Chaweepat
Company	Meyer Industries Ltd.

ABTRACT

The purpose of this project is to demonstrate the method of designing and assembling the Stud welding machine for Meyer Industry Ltd. in order to automatically weld studs to the kitchenware and has the ability to weld studs to any model of the company's products. The machine must be designed to reduce any accident that might happen during the producing process and increase the production rates. Stud welding machine mainly uses pneumatic cylinders as actuator and control the sequences of the process by using Programmable logic controller (PLC) which can be controlled directly from the touch screen.

However, the Stud welding machine is only 70 % complete because the duration of process is not sufficient to assembly all the parts which is the reason why the written Programmable Logic controller (PLC) must be tested through the simulation. This project must be assembled, improved and completed in order to use with ultimate performance.

Keyword: Stud Welding Machine, Actuator, PLC, Simulation

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาของ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นพดล มณีรัตน์ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ท่านได้ให้ความช่วยเหลือ คำแนะนำสั่งสอนทั้งประสบการณ์วิชาความรู้และข้อคิดเห็นต่างๆ อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการทำงาน และสามารถใช้แก้ปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างการดำเนินงาน ตลอดจนตรวจสอบความถูกต้องของรายงานจนทำให้โครงงานนี้มีความสมบูรณ์

ขอขอบคุณทาง บริษัท ไมเออร์ อินดัสตรีส์ จำกัด แผนกออโตเมชัน (Automation) และผู้นิเทศงาน คุณกิติพร ฉวีพัฒน์ สำหรับการดูแล สั่งสอน และให้คำปรึกษาในการออกแบบเครื่องเชื่อมเม็ดสตัด ให้โอกาสได้ฝึกการทำงานจากประสบการณ์จริง รวมถึงความช่วยเหลือในทุกๆ ด้านในการไปสหกิจศึกษาในครั้งนี้ และขอขอบคุณบุคคลท่านอื่นๆ ที่ให้ความช่วยเหลือซึ่งข้าพเจ้าไม่ได้กล่าวอีกมากมาย

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณบิดา มารดา พี่ๆ น้องๆ และเพื่อนๆ ที่คอยให้ความช่วยเหลือตลอดมา หากมีข้อผิดพลาดประการใดให้ถือเป็นความบกพร่องของข้าพเจ้าแต่เพียงผู้เดียว และขออภัยมา ณ ที่นี้ด้วย

กิจฐิภัส จันทร์ชัยธนาธิป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย i

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ii

กิตติกรรมประกาศ iii

สารบัญ iv

สารบัญรูป vii

สารบัญตาราง xi

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 1

1.3 ขอบเขตของการวิจัย 1

1.4 วิธีดำเนินการวิจัย 2

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2

บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 3

2.1. หลักการเขียนแบบวงจรควบคุม 3

2.1.1 สัญลักษณ์ทางไฟฟ้า 3

2.1.2 รูปแบบวงจร 5

2.2 การคำนวณโหลด 8

2.2.1 การคำนวณขนาดสายไฟฟ้า 9

2.2.2 การคำนวณเลือกอุปกรณ์ตัดวงจร 10

2.3 เซนเซอร์ (Sensor) 12

2.3.1 รีดสวิตซ์ (Reed Switch) 12

2.3.2 เซนเซอร์แบบเหนี่ยวนำ (Inductive Proximity Sensors) 13

2.4 ระบบนิวเมติกส์ (Pneumatic System) 15

2.5 อุปกรณ์นิวเมติกส์ 16

2.5.1 กระบอกสูบลม (Air Cylinder) 16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.5.2 สายลม (Air Tube) 19
2.5.3 วาล์วระบายลมเร็ว (Quick Exhaust Valve) 20
2.5.4 ตัวกำเนิดสูญญากาศ (Vacuum Generator) 21
2.5.5 ตัวควบคุมความดันลม (Air Regulator) 21
2.5.6 วาล์วควบคุมอัตราการไหล (Flow Control Valve) 22
2.6 PLC (Programmable Logic Controller) 24
2.6.1 ข้อแตกต่างระหว่าง PLC กับ Computer 24
2.6.2 โครงสร้างโดยทั่วไปของ PLC 25
2.6.3 การทำงานของ PLC 28
2.6.4 การติดตั้ง PLC 28
2.6.5 ภาษาที่ใช้ในการเขียนโปรแกรม PLC 29
2.6.6 หลักการเขียนแลดเดอร์ไดอะแกรม (Ladder Diagram) และคำสั่งพื้นฐาน 31
2.6.7 การเลือกใช้ภาษา PLC 33
2.7 HMI Programming 34
บทที่ 3 วิธีดำเนินโครงงาน 36
3.1 การวางแผนการดำเนินงาน 36
3.2 การศึกษาโครงสร้างและการทำงานของเครื่องจักร 37
3.2.1 ศึกษาการโครงสร้างของเครื่องจักร 37
3.2.2 ศึกษาการทำงานของเครื่องจักร 39
3.3 การออกแบบวงจรไฟฟ้า 40
3.4 ออกแบบตู้ควบคุมไฟฟ้า 42
3.5 ออกแบบวงจรนิวเมติกส์ 43
3.6 ติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าและเข้าสายอุปกรณ์ 45
3.7 ประกอบโครงสร้างเครื่องจักร 47
3.8 ออกแบบโปรแกรมควบคุมการทำงาน 48
3.8.1 การตั้งค่าโปรแกรม 48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.8.2 การเขียนโปรแกรมควบคุม 51

3.9 ออกแบบหน้าจอ Touch Screen (HMI) 52

บทที่ 4 ผลการดำเนินโครงงาน 54

4.1 โครงสร้างเครื่อง 54

4.2 ส่วนประกอบทางไฟฟ้า 56

4.3 ผลการทดสอบโปรแกรม 58

4.3.1 การเชื่อมต่อ HMI กับ PLC 58

4.3.2 การทดสอบโปรแกรมควบคุมลำดับการทำงาน 60

บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ 61

5.1 สรุปผลการดำเนินโครงงาน 61

5.2 ข้อเสนอแนะ 61

เอกสารอ้างอิง 62

ภาคผนวก 63

ภาคผนวก ก. 64

ภาคผนวก ข 66

ประวัติผู้จัดทำ 67

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ **หน้า**

2.1 แบบวงจรสายเดียว (One Line Diagram) 5

2.2 วงจรกำลัง (Power Circuit) 6

2.3 วงจรควบคุม (Control Circuit) 6

2.4 วงจรแสดงแบบงานจริง (Working Diagram) 7

2.5 วงจรประกอบการติดตั้ง (Constructional Wiring Diagram) 8

2.6 เซอร์กิตเบรกเกอร์ขนาดเล็กสำหรับวงจรย่อย (Miniature Circuit Breaker) 11

2.7 เครื่องป้องกันโหลดเกิน (Overload Protection) 11

2.8 การทำงานของรีดสวิตซ์ 12

2.9 การทำงานของเซนเซอร์แบบเหนี่ยวนำ 13

2.10 ส่วนประกอบหลักของเซนเซอร์แบบเหนี่ยวนำ 14

2.11 โครงสร้างภายในกระบอกสูบทางเดียว (Single - Acting Cylinder) 17

2.12 การสั่งงานกระบอกสูบทางเดียว (Single - Acting Cylinder) 17

2.13 โครงสร้างภายในกระบอกสูบสองทาง (Double - Acting Cylinder) 18

2.14 การสั่งงานของกระบอกสูบสองทาง (Double - Acting Cylinder) 18

2.15 Rotary Cylinder 18

2.16 สายลมชนิดทนสะเก็ดไฟ 19

2.17 การทำงานจ่ายลมเข้ากระบอกสูบปกติ 20

2.18 การเร่งระบายลมออก 20

2.19 การทำงานของตัวกำเนิดสูญญากาศ (Vacuum Generator) 21

2.20 ตัวควบคุมความดันลม (Air Regulator) 22

2.21 การทำงานของวาล์วปรับอัตราการไหลทางเดียว 22

2.22 การต่อวงจรแบบ Meter - In 23

2.23 การต่อวงจรแบบ Meter - Out 24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

2.24 โครงสร้างของ PLC (Programmable Logic Controller) 25
2.25 อุปกรณ์ภายนอกที่ทำหน้าที่ส่งสัญญาณให้หน่วยอินพุตของ PLC 26
2.26 อุปกรณ์ภายนอกที่รับสัญญาณควบคุมจากหน่วยเอาต์พุตของ PLC 27
2.27 การทำงานของ PLC 28
2.28 Ladder Diagram Language 29
2.29 Sequential Flow Chart Language 29
2.30 Function Block Diagram Language 30
2.31 Instruction List Language 30
2.32 Structure Text Language 30
2.33 การใช้คำสั่ง Load (LD), Load Not (LD NOT) 31
2.34 ชุดคำสั่งและการเขียน Ladder Diagram คำสั่ง LD และ LD NOT 31
2.35 การใช้คำสั่ง AND, AND NOT 31
2.36 ชุดคำสั่งและการเขียน Ladder Diagram คำสั่ง AND, AND NOT 32
2.37 การใช้คำสั่ง OR, OR NOT 32
2.38 ชุดคำสั่งและการเขียน คำสั่ง OR, OR NOT 32
2.39 การใช้คำสั่ง OUT, OUT NOT 32
2.40 รูปแบบชุดคำสั่งจาก Ladder Diagram 33
2.41 รูปแบบชุดคำสั่ง OUTPUT NOT, OUT NOT 33
2.42 ตัวอย่าง HMI (Human Machine Interface) 34
3.1 โครงสร้างเครื่องเชื่อมเม็ดสตัด 38
3.2 การทำงานของเครื่องเชื่อมเม็ดสตัด 39
3.3 ตัวอย่างวงจรไฟฟ้า 40
3.4 การระบุพิกัดของอุปกรณ์ไฟฟ้าในแบบ 41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

3.5 Layout การวางอุปกรณ์ในตู้ควบคุมไฟฟ้า 42

3.6 แบบวงจรนิวเมติกส์ 43

3.7 ตำแหน่งติดตั้ง Rotary Cylinder 44

3.8 ตำแหน่งรูลมที่ใช้ดูดชิ้นงานเข้ากับ Mold 44

3.9 แขนจับยึดชิ้นงาน 45

3.10 บอร์ดอุปกรณ์ไฟฟ้าเมื่อติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้า 45

3.11 การแยกฝั่งของสาย Power กับสาย Control 46

3.12 บอร์ดวงจรไฟฟ้าที่รอนำไปติดตั้งเข้ากับเครื่องจักร 46

3.13 ตัวอย่างโครงสร้างเครื่องจักรที่ถูกประกอบ 47

3.14 วิธีการเลือกรุ่น PLC 48

3.15 วิธีการเลือก CPU 49

3.16 วิธีการเลือกช่องทางเชื่อมต่อระหว่างโปรแกรมกับ PLC 49

3.17 วิธีการเปิดหน้าต่าง PLC IO Table 50

3.18 วิธีการเลือก Module 50

3.19 ตัวอย่างโปรแกรมควบคุมที่ใช้ Ladder Diagram 51

3.20 ตัวอย่างเลือกการเชื่อมต่อด้วย Serial Port 52

3.21 ตัวอย่างการออกแบบหน้าจอ Touch Screen 53

3.22 วิธีการกำหนด Address 53

4.1 Milling Station 55

4.2 Welding Station 55

4.3 Table 56

4.4 ตำแหน่งยึดตู้ควบคุมไฟฟ้าเข้ากับเครื่องเชื่อมเม็ดสตัด 57

4.5 ตำแหน่งยึดตู้เชื่อมไฟฟ้าเข้ากับเครื่องเชื่อมเม็ดสตัด 58

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

4.6 การกดปุ่มสั่งเปลี่ยนหน้าต่างไปยัง WELDING PAGE 59

4.7 การกดสั่งงาน HMI ให้ Mold หมุน 59

4.8 เมื่อกดสั่งงาน HMI ทำให้ Address 80.01 เปลี่ยน Value เป็น 1 59

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2.1 สัญลักษณ์ทางไฟฟ้าตามมาตรฐาน IEC 4
2.2 สัญลักษณ์ทางไฟฟ้าตามมาตรฐาน IEC (ต่อ) 5
2.3 ข้อมูลของสายไฟชนิด H05V-K และ H07V-K 9
2.4 ขนาดสายดินสำหรับอุปกรณ์ไฟฟ้า 10
2.5 ค่าแฟกเตอร์ของวัตถุ (Correction Factors) 15
3.1 แผนการดำเนินงาน 36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

บริษัท ไมเออร์ อินดัสตรีส์ จำกัด ถือเป็นบริษัทผลิตอุปกรณ์เครื่องครัวที่ใหญ่เป็นอันดับสองของโลกโดยมีผลิตภัณฑ์ที่หลากหลาย เช่น หม้อ, กระทะ, ตะหลิว และทัพพี อีกทั้งผลิตภัณฑ์แต่ละประเภทยังแบ่งออกตามวัสดุที่ใช้ขึ้นรูป หรือตามกระบวนการผลิต เช่น สายการผลิตกระทะที่ประกอบหูด้วยหมุดย้ำ และสายการผลิตกระทะที่ประกอบหูด้วยการเชื่อมเม็ดสตัด เป็นต้น ซึ่งบริษัท ไมย์เออร์ อินดัสตรีส์ จำกัด ผลิตเครื่องครัวหลากหลายแบรนด์อันได้แก่ Farberware, Circulon, Anolon, Rachael Ray, Prestige, Raco, Essteele และ Meyer ดังนั้น บริษัท ไมเออร์ อินดัสตรีส์ จำกัด ต้องผลิตอุปกรณ์เครื่องครัวเป็นจำนวนมากในแต่ละวัน

การเชื่อมเม็ดสตัดเข้ากับตัวชิ้นงาน เป็นกระบวนการที่ใช้เครื่องเชื่อมสปอต (Spot Welding Machine) ในการยึดเม็ดสตัดเข้ากับชิ้นงาน สำหรับเตรียมการขันด้ามหรือหูจับเข้ากับชิ้นงาน เนื่องจากกระบวนการเชื่อมเม็ดสตัดจำเป็นต้องใช้เครื่องเชื่อม ซึ่งจำเป็นต้องมีการอบรมการใช้งานเครื่องเชื่อมให้แก่พนักงานอย่างถูกต้อง เพื่อป้องกันอุบัติเหตุจากการผลิต ทำให้ต้องสิ้นเปลืองงบประมาณและเวลาในการอบรบพนักงาน

ดังนั้นจากปัญหาที่กล่าวมาข้างต้น การสร้างเครื่องเชื่อมเม็ดสตัดอัตโนมัติ (Stud Welding Machine) จึงน่าจะเป็นการลดการสิ้นเปลืองงบประมาณในการอบรม ลดจำนวนพนักงานประจำสายการผลิต อีกทั้งยังจะช่วยเพิ่มอัตราการผลิต และทำให้ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพใกล้เคียงกันทั้งหมดด้วย

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. ศึกษาการควบคุมระบบนิวเมติกส์เพื่อใช้ในเครื่องเชื่อมเม็ดสตัดอัตโนมัติ
2. ศึกษาการเขียนโปรแกรมควบคุม PLC เพื่อควบคุมเครื่องเชื่อมเม็ดสตัดอัตโนมัติ

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1. ออกแบบวงจรไฟฟ้าและโปรแกรมควบคุมสำหรับเครื่องเชื่อมเม็ดสตัดอัตโนมัติ
2. สร้างเครื่องเชื่อมเม็ดสตัดอัตโนมัติได้ตามที่บริษัทต้องการ
3. เครื่องเชื่อมเม็ดสตัดอัตโนมัติสามารถใช้ได้กับผลิตภัณฑ์ทุกขนาด
4. เครื่องเชื่อมเม็ดสตัดอัตโนมัติสามารถเชื่อมเม็ดสตัดได้ทั้ง 2 ฝั่ง ของผลิตภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 วิธีดำเนินการวิจัย

1. เก็บข้อมูลลำดับการทำงานของเครื่องเชื่อมเม็ดสตัดอัตโนมัติ
2. ศึกษาโครงสร้างทางกล (Mechanics) ของเครื่องเชื่อมเม็ดสตัดอัตโนมัติ
3. วางแผนการดำเนินงาน
4. ศึกษาการใช้งาน Software ที่จำเป็นในการสร้างเครื่องจักรอัตโนมัติ
5. ออกแบบวงจรไฟฟ้าและเลือกอุปกรณ์ไฟฟ้า
6. ออกแบบวงจรนิวเมติกส์
7. ประกอบและติดตั้งเครื่องจักร
8. เขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของเครื่องจักร
9. ทดสอบการทำงานและปรับปรุงแก้ไข
10. จัดทำสรุปโครงงาน

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้รับความรู้และทักษะในการออกแบบวงจรไฟฟ้า
2. ได้รับความรู้ในการออกแบบวงจรนิวเมติกส์เพื่อควบคุมการทำงานของเครื่องจักร
3. ได้รับความรู้ในการใช้งาน Software เพื่อเขียนวงจรไฟฟ้าและวงจรนิวเมติกส์
4. ได้รับความรู้ในการเขียน PLC และใช้ในการควบคุมเครื่องจักร
5. ได้รับความรู้ในการเลือกใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าและอุปกรณ์ให้เหมาะสมกับงาน
6. ได้รับความรู้ในเรื่องกระบวนการสร้างเครื่องจักร
7. ได้รับความรู้ในการประกอบและติดตั้งเครื่องจักร
8. ได้ฝึกการวางแผนในการทำงานอย่างมีระบบและวิธีการนำเสนองาน
9. ได้ฝึกฝนการแก้ไขปัญหาเฉพาะหน้าขณะทำงาน
10. ได้ฝึกความรับผิดชอบ การตรงต่อเวลา การมีวินัยในการทำงาน
11. ได้ฝึกการทำงานเป็นทีมและการติดต่อประสานงานกับผู้อื่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

โครงงานเครื่องเชื่อมเม็ดสตัดมีการนำความรู้ ทฤษฎี และข้อมูลต่างๆ มาใช้ในการดำเนินโครงงานให้แล้วเสร็จ อาทิเช่น การนำทฤษฎีต่างๆ มาใช้ในการออกแบบงาน หรือการศึกษาข้อมูลของอุปกรณ์เพื่อนำมาดำเนินโครงงานได้อย่างถูกต้อง โดยโครงงานเครื่องเชื่อมเม็ดสตัดได้การนำทฤษฎีและข้อมูลที่เกี่ยวข้องมาใช้ในการดำเนินงานดังนี้

2.1. หลักการเขียนแบบวงจรควบคุม

การเขียนแบบวงจรควบคุมต้องทราบรายละเอียดและมาตรฐานสัญลักษณ์ในการเขียนแบบเพื่อที่จะสามารถเขียนแบบที่บ่งบอกรายละเอียดทั้งหมดได้ และเข้าใจตรงกันทั้งผู้เขียนแบบและผู้อ่านแบบ

2.1.1 สัญลักษณ์ทางไฟฟ้า

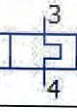
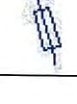
งานติดตั้งระบบไฟฟ้าหรืองานปฏิบัติการเดินสายไฟฟ้า ถ้าเขียนในรูปของอุปกรณ์จริงจะทำให้เสียเวลามาก ดังนั้นต้องมีการเขียนแบบและอ่านแบบ การที่จะเขียนแบบและอ่านแบบได้นั้นจำเป็นต้องกำหนดสัญลักษณ์ขึ้นมาแทนอุปกรณ์จริง เพื่อความสะดวกและรวดเร็วในการปฏิบัติงาน สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเขียนแบบและการเดินสายไฟฟ้าได้มีการกำหนดไว้หลายมาตรฐาน ได้แก่

- ANSI (American National Standard Institute)
- IEC (International Electrotechnical Commission)
- JIS (Japan Industrial Standard)
- DIN (Deutsches Institut Fur Normung e.v.) [7]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

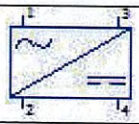
สัญลักษณ์ทางไฟฟ้าตามมาตรฐาน IEC แสดงดังตารางที่ 2.1 และรูปที่ 2.2

ตารางที่ 2.1 สัญลักษณ์ทางไฟฟ้าตามมาตรฐาน IEC

สัญลักษณ์	ความหมาย
	หน้าสัมผัสปกติเปิด (Normally Open : N.O.)
	หน้าสัมผัสปกติปิด (Normally Open : N.C.)
	หน้าสัมผัส 2 ทิศทาง
	ทำงานร่วมแกนเดียวกัน
	สั่งงานด้วยมือ
	หน้าสัมผัสสั่งงานแบบกดลง
	สั่งงานแบบหมุน
	สวิตช์ปุ่มกด – ปกติเปิด (N.O.)
	สวิตช์ปุ่มกด – ปกติปิด (N.C.)
	สั่งงานด้วยแรงดัน (Pressure)
	คอยล์ของคอนแทคเตอร์
	โอเวอร์โหลด
	อุปกรณ์ป้องกันเมื่อกระแสเกิน
	ฟิวส์ (Fuse)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

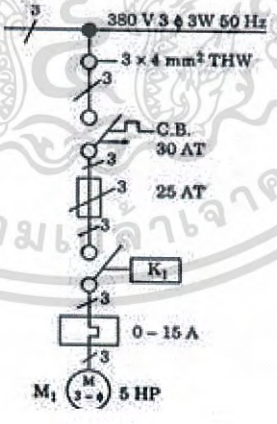
ตารางที่ 2.2 สัญลักษณ์ทางไฟฟ้าตามมาตรฐาน IEC (ต่อ)

สัญลักษณ์	ความหมาย
	Power Supply
	หลอดไฟ
	มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง
	มอเตอร์ไฟฟ้าสามเฟส

2.1.2 รูปแบบวงจร

แบบวงจรที่ใช้ในงานควบคุมแบ่งออกเป็น 4 ชนิด [7]

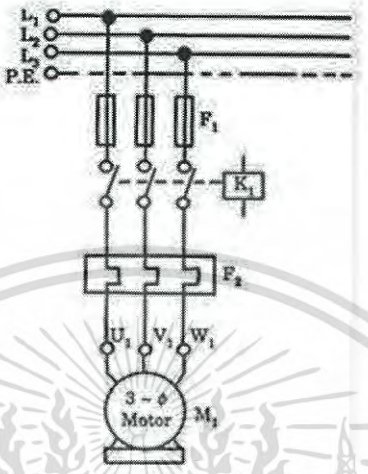
1. แบบวงจรสายเดียว (One Line Diagram) วงจรสายเดียวเป็นแบบวงจรสำหรับแสดงวงจรชนิดหนึ่ง ที่เขียนด้วยเส้นสายเดียวเท่านั้น ดังรูปที่ 2.1



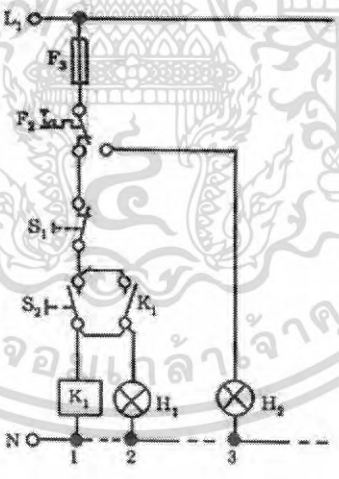
รูปที่ 2.1 แบบวงจรสายเดียว (One Line Diagram)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. แบบวงจรแสดงการทำงาน (Schematic Diagram) วงจรแสดงการทำงานจะแบ่งวงจรออกตามลักษณะของวงจรได้เป็น 2 แบบคือ วงจรกำลัง (Power Circuit) และวงจรควบคุม (Control Circuit) ดังรูปที่ 2.2 และรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.2 วงจรกำลัง (Power Circuit)

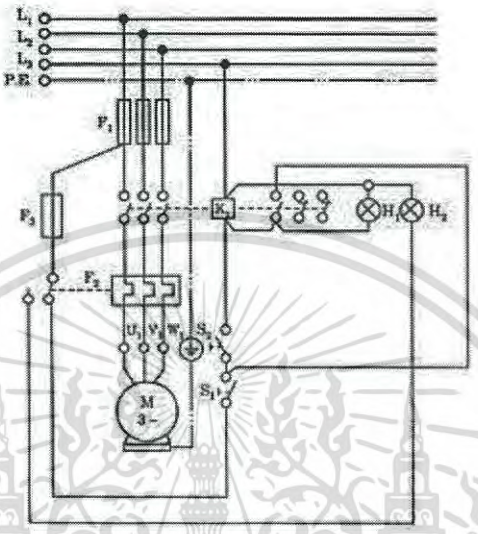


รูปที่ 2.3 วงจรควบคุม (Control Circuit)

วงจรรูปแบบนี้จะมีข้อดีต่อผู้อ่านแบบ ในเรื่องการศึกษาการทำงานของวงจรได้ง่าย และสามารถดำเนินงานติดตั้งวงจรได้สะดวก เพราะแยกวงจรกำลังกับวงจรควบคุมแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

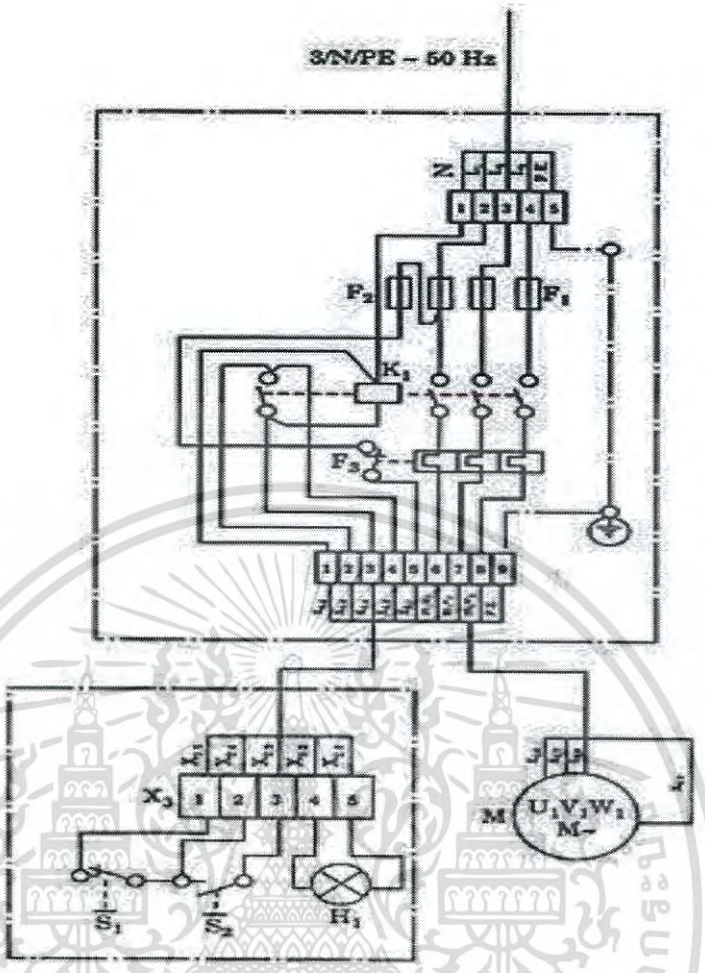
3. วงจรแสดงแบบงานจริง (Working Diagram) แบบชนิดนี้จะเขียนคล้ายลักษณะงานจริง คือส่วนประกอบของอุปกรณ์ใดๆ จะเขียนเป็นชิ้นเดียว และสายต่อจะต่อกันที่จุดเข้าสายเท่านั้น ดังรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 วงจรแสดงแบบงานจริง (Working Diagram)

4. วงจรประกอบการติดตั้ง (Constructional Wiring Diagram) จะเขียนแสดงรายละเอียดด้วยวงจรงานจริง และจะประกอบเข้าที่แผงต่อสาย โดยใช้วงจรสายเดียว สายที่ออกจากจุดต่อสายแต่ละอันจะมีโค๊ดกำกับไว้ เพื่อให้รู้ว่าสายนั้นจะต้องไปต่อเข้าจุดใด ดังรูปที่ 2.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.5 วงจรประกอบการติดตั้ง (Constructional Wiring Diagram)

2.2 การคำนวณโหลด

ในการออกแบบวงจรไฟฟ้าจำเป็นต้องมีอุปกรณ์ตัดวงจร เพื่อป้องกันไม่ให้อุปกรณ์ไฟฟ้าเกิดการเสียหายเมื่อเกิดภาวะกระแสเกินพิกัดอุปกรณ์ ดังนั้นการออกแบบวงจรจะต้องทราบกระแสสูงสุดของอุปกรณ์ที่ไม่ทำให้อุปกรณ์เสียหาย เพื่อที่จะนำไปคำนวณเลือกอุปกรณ์ตัดวงจร รวมถึงการเลือกขนาดสายไฟด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1 การคำนวณขนาดสายไฟฟ้า

1. การคำนวณขนาดสายไฟฟ้าในวงจร สายไฟต้องมีพิกัดกระแสไม่ต่ำกว่า 125 % ของกระแสพิกัดโหลดเต็มที (Full Load) ของอุปกรณ์ไฟฟ้า

ตัวอย่าง มอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส ขนาด 10 แรงม้า 380 โวลท์ 17 แอมแปร์

วิธีทำ ขนาดสายมอเตอร์ต้องไม่ต่ำกว่า 125 % ของกระแสพิกัดโหลดเต็มที่

ขนาดพิกัดกระแสของสายมอเตอร์ = 17 x 1.25 A

= 21.25 A

ดังนั้นต้องเลือกขนาดสายไฟที่มีพิกัดกระแสไม่น้อยกว่า 22 A โดยสายไฟที่ใช้ในตู้ควบคุมไฟฟ้า เป็นสายชนิด H05V-K และ H07V-K เมื่อพิจารณาจากตารางที่ 2.3 ทำให้ทราบว่าต้องเลือกใช้สายไฟที่มีขนาดพื้นที่หน้าตัดของทองแดงเท่ากับ 2.5 ตารางมิลลิเมตร

ตารางที่ 2.3 ข้อมูลของสายไฟชนิด H05V-K และ H07V-K

Technical Data

Nominal Cross Sectional Area	Number of wire in conductor	Maximum diameter of wire in conductor	Nominal Insulation Thickness	Overall Diameter (Approx.)	Maximum Conductor Resistance at 20 °C	Minimum Insulation Resistance at 70 °C	Current Rating in Free Air	Cable Weight (Approx.)
mm^2		mm	mm	mm	Ω/km	MΩ-km	A	kg/km
H05V-K								
0.5	16	0.21	0.6	2.2	39.0	0.013	11	9
0.75	24	0.21	0.6	2.4	26.0	0.011	14	12
1	32	0.21	0.6	2.6	19.5	0.010	16	15
H07V-K								
1.5	30	0.26	0.7	3.0	13.30	0.010	21	24
2.5	50	0.26	0.8	3.6	7.98	0.009	28	37
4	56	0.31	0.8	4.36	4.95	0.007	38	54
6	84	0.31	0.8	5.1	3.30	0.0060	48	75
10	80	0.41	1.0	6.7	1.91	0.0056	69	130
16	126	0.41	1.0	7.8	1.21	0.0046	92	185
25	196	0.41	1.2	9.9	0.780	0.0044	123	285
35	278	0.41	1.2	11.3	0.554	0.0038	154	400
50	396	0.41	1.4	13.2	0.386	0.0037	196	555
70	360	0.51	1.4	15.6	0.272	0.0032	247	765
95	476	0.51	1.6	17.9	0.206	0.0032	296	1,000
120	608	0.51	1.6	20.0	0.161	0.0029	350	1,300

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. สายดิน (Ground Conductor) สายดินให้ใช้ตัวนำทองแดงหุ้มฉนวน ซึ่งขนาดของสายดินต้องเป็นดังตารางที่ 2.4 [1]

ตารางที่ 2.4 ขนาดสายดินสำหรับอุปกรณ์ไฟฟ้า

พิกัดกระแสไฟฟ้าของอุปกรณ์ตัดตอน (ไม่เกิน....แอมแปร์)	ขนาดต่ำสุดของสายดิน (ตัวนำทองแดง) (ตารางมิลลิเมตร)
16	1.5
20	2.5
40	4
70	6
100	10
200	16
400	25
500	35
800	50
1000	70
1250	95
2000	120
2500	185
4000	240
6000	400

2.2.2 การคำนวณเลือกอุปกรณ์ตัดวงจร

1. เซอร์กิตเบรกเกอร์ (Circuit Breaker) คือ อุปกรณ์ที่ทำงานเปิดและปิดวงจรไฟฟ้าแบบไม่อัตโนมัติ แต่สามารถเปิดวงจรได้อัตโนมัติถ้ามีกระแสไหลผ่านเกินกว่าค่าที่กำหนดโดยไม่มีความเสียหายเกิดขึ้น แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

- เซอร์กิตเบรกเกอร์แบบผกผัน (Inverse Time Circuit Breaker) ได้แก่ เซอร์กิต-เบรกเกอร์ที่ใช้ทั่วไป
- เซอร์กิตเบรกเกอร์แบบปลดทันที (Instantaneous Circuit Breaker) แบบนี้เหมาะสำหรับวงจรมอเตอร์

การเลือกเซอร์กิตเบรกเกอร์ จะเลือกขนาดกระแสพิกัดของเซอร์กิตเบรกเกอร์เท่ากับ 125 % ของกระแสพิกัด Load ในวงจร เซอร์กิตเบรกเกอร์ตามมาตรฐานของ NEC (มาตรฐานนานาชาติ) กำหนดพิกัดกระแสไว้ดังนี้ 15, 20, 25, 30, 35, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 110, 125, 150, 175, 200, 225, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 600, 700, 800, 1,000, 1,200, 1,600, 2,000, 2,500, 3,000, 4,000, 5,000 และ 6,000A [7] ตัวอย่างเซอร์กิตเบรกเกอร์แสดงดังรูปที่ 2.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.6 เซอร์กิตเบรกเกอร์ขนาดเล็กสำหรับวงจรย่อย (Miniature Circuit Breaker)

2. เครื่องป้องกันโหลดเกิน (Overload Protection) เมื่อใช้งานมอเตอร์ทำงานเกินขนาด จะทำให้เกิดความร้อนสะสมเพิ่มสูงขึ้น แต่เครื่องป้องกันการลัดวงจรจะไม่สามารถป้องกันครอบคลุมในส่วนนี้ได้ เนื่องจากจะต้องเลือกใช้ค่าที่สูงกว่าให้เพียงพอต่อการเริ่มเดินมอเตอร์ ดังนั้นเพื่อป้องกันจากสภาวะโหลดเกิน จึงมีเครื่องป้องกันโหลดเกินเป็นการเฉพาะ เรียกว่า โอเวอร์โหลดรีเลย์ (Overload Relay) หรือรีเลย์โหลดเกิน รีเลย์โหลดเกินจะต่ออนุกรมอยู่กับวงจรมอเตอร์สามารถปรับตั้งค่าใกล้เคียงกับค่าพิกัดกระแสของมอเตอร์ โดยปกติแล้วการปรับตั้งขนาดกระแส โอเวอร์โหลด มีค่าเท่ากับ 125 % ของกระแสโหลดเต็มพิกัด (Full Load Current หรือ FLA) ของมอเตอร์ เช่น มอเตอร์มีกระแสโหลดเต็มพิกัดเท่ากับ 10 A ดังนั้นค่าสูงสุดของการปรับตั้งโอเวอร์-โหลดมีค่าเท่ากับ 10 x 1.25 = 12.5 A [7] ตัวอย่างเครื่องป้องกันโหลดเกินแสดงดังรูปที่ 2.7

รูปที่ 2.7 เครื่องป้องกันโหลดเกิน (Overload Protection)

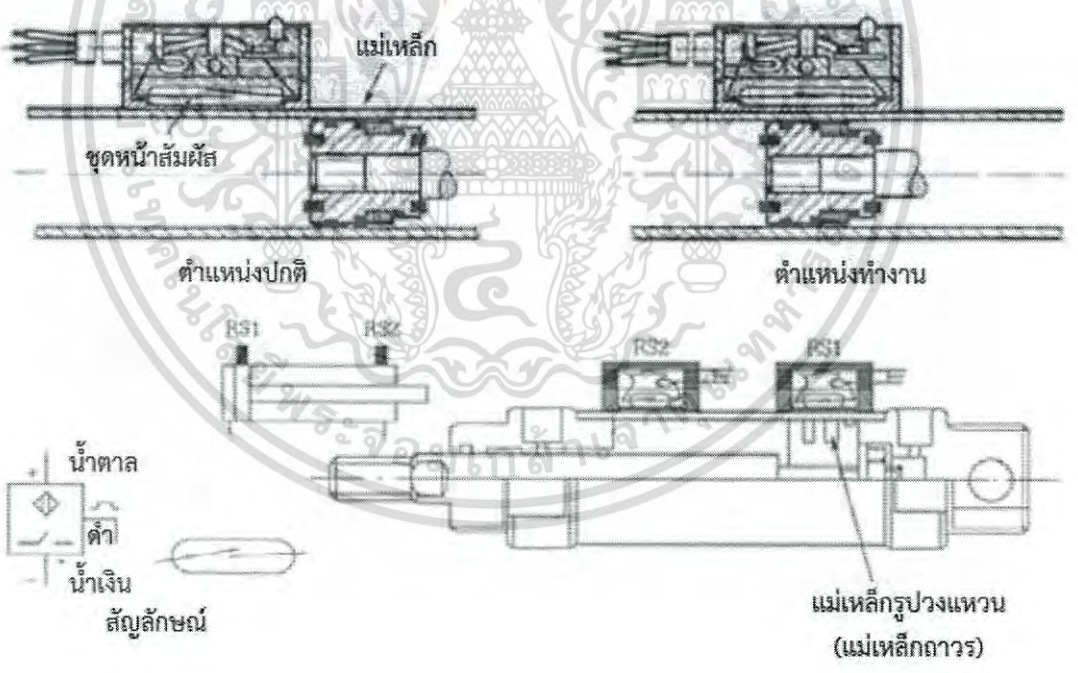
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 เซนเซอร์ (Sensor)

ปัจจุบันเซนเซอร์ถูกนำมาใช้กับงานทางอุตสาหกรรมมากมาย โดยเซนเซอร์แบ่งออกเป็นหลายชนิด การเลือกใช้เซนเซอร์ต้องพิจารณาถึงความเหมาะสมกับงาน สภาพแวดล้อม และต้นทุน เพื่อให้สามารถใช้งานเซนเซอร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ จากการศึกษาพบว่าเซนเซอร์ที่เหมาะสมกับโครงงานนี้ คือ รีดสวิตช์ (Reed Switch) และเซนเซอร์แบบเหนี่ยวนำ (Inductive Proximity Sensors) [3]

2.3.1 รีดสวิตช์ (Reed Switch)

เป็นสวิตช์ที่ทำงานโดยอาศัยอำนาจแม่เหล็กเป็นตัวสั่งการทำงาน เหมาะสำหรับใช้กับงานที่มีปัญหาพื้นที่ในการติดตั้งลิมิตสวิตช์ (Limit Switch) ใช้ติดตั้งร่วมกับกระบอกสูบชนิดพิเศษที่มีแม่เหล็กถาวารรูปวงแหวนติดตั้งอยู่ การทำงานเมื่อลูกสูบเคลื่อนที่ถึงตำแหน่งรีดสวิตช์ จะทำให้แม่เหล็กที่ติดตั้งภายในลูกสูบเหนี่ยวนำให้หน้าสัมผัสของรีดสวิตช์ทั้งสองต่อถึงกัน และเมื่อลูกสูบเคลื่อนที่กลับหน้าสัมผัสของรีดสวิตช์จะกลับสู่ตำแหน่งปกติ ดังรูปที่ 2.8

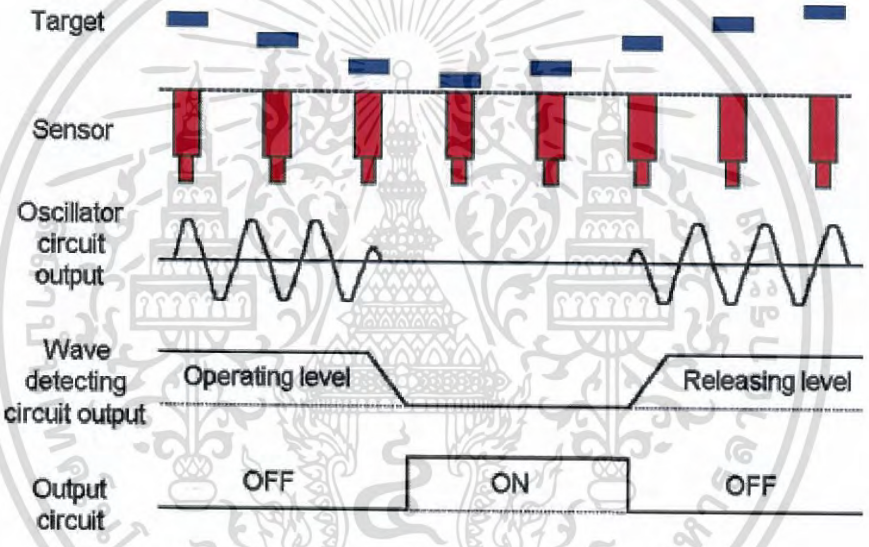


รูปที่ 2.8 การทำงานของรีดสวิตช์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2 เซนเซอร์แบบเหนี่ยวนำ (Inductive Proximity Sensors)

บริเวณส่วนหัวของเซนเซอร์จะมีสนามแม่เหล็กซึ่งมีความถี่สูง โดยได้รับสัญญาณมาจากวงจรกำเนิดความถี่ ในกรณีที่มีวัตถุหรือชิ้นงานที่เป็นโลหะเข้ามาอยู่ในบริเวณที่สนามแม่เหล็กสามารถส่งไปถึง จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงค่าความเหนี่ยวนำ จากเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นทำให้เกิดการหน่วงออสซิลเลต (Oscilate) ลดลงไป หรือบางทีอาจถึงจุดที่หยุดการออสซิลเลต และเมื่อนำเอาวัตถุนั้นออกจากบริเวณตรวจจับ วงจรกำเนิดคลื่นความถี่ก็เริ่มต้นการออสซิลเลตใหม่อีกครั้งหนึ่ง สภาวะดังกล่าวในข้างต้นจะถูกแยกแยะได้ด้วยวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่อยู่ภายใน หลังจากนั้นก็จะส่งผลไปยังเอาต์พุตว่าให้ทำงานหรือไม่ทำงาน โดยทั้งนี้จะขึ้นอยู่กับชนิดของเอาต์พุตว่าเป็นแบบใด เพื่อลดการจินตนาการในการทำความเข้าใจการทำงานของเซนเซอร์ชนิดนี้จึงขอแสดงลักษณะดังรูปที่ 2.9



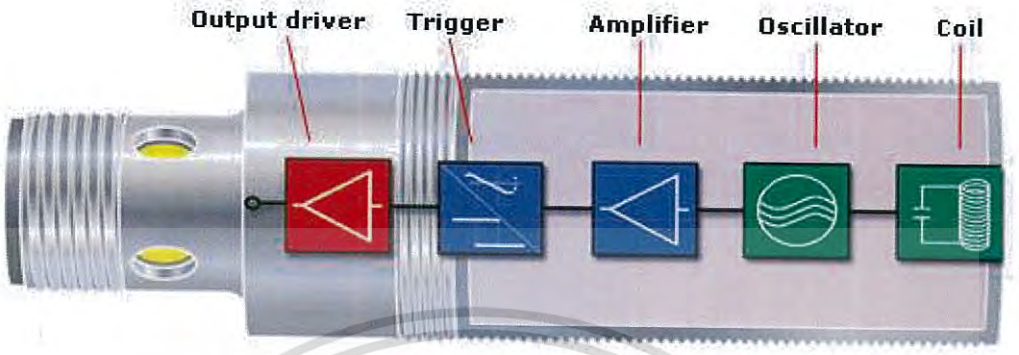
รูปที่ 2.9 การทำงานของเซนเซอร์แบบเหนี่ยวนำ

ส่วนประกอบหลักของเซนเซอร์แบบเหนี่ยวนำ คือ

- Coil – Wire (ชุดขดลวด) ซึ่งจะถูกพันไว้รอบแกนเฟอร์ไรต์ ซึ่งมีหน้าที่สร้างคลื่นสนามแม่เหล็กไฟฟ้าออกมาจากผิวหน้าของเซนเซอร์
- Oscillator วงจรกำเนิดคลื่นความถี่สูง มีหน้าที่แปลงคลื่นสนามแม่เหล็กไฟฟ้าให้เป็นคลื่นความถี่
- Amplifier (ตัวขยายสัญญาณ) มีหน้าที่ขยายความแรงของสัญญาณคลื่นความถี่ สำหรับวงจรแยกสภาวะ และการสั่งงาน (Trigger)
- Trigger วงจรแยกสภาวะและสั่งงาน
- Output Driver (ตัวส่งสัญญาณออก) มีหน้าที่เพิ่มกำลังของสัญญาณไปที่ระดับของการใช้งานของสัญญาณออก สำหรับเครื่องจักร CNC หรืออุปกรณ์ PLC และอื่นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนประกอบหลักของเซนเซอร์แบบเหนี่ยวนำ (Inductive Proximity Sensors) แสดงได้ดังรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.10 ส่วนประกอบหลักของเซนเซอร์แบบเหนี่ยวนำ

เกณฑ์ในการเลือกใช้เซนเซอร์ เซนเซอร์ที่แนะนำ ขึ้นอยู่กับรายละเอียดดังนี้

- ระยะตรวจจับที่ต้องการ (โดยปกติระยะตรวจจับสูงสุดอยู่ที่ 40 mm หรือน้อยกว่า)
- เป้าหมายในการตรวจจับ (วัสดุ, ขนาด, รูปร่าง และวิธีการตรวจจับ)
- รูปร่างของเซนเซอร์/รูปแบบการติดตั้ง
- รูปแบบหน้าสัมผัสของเซนเซอร์ แบบหัวเรียบ หรือแบบหัวยื่น
- เซนเซอร์เหนี่ยวนำแบบอื่นๆ
- โลหะโดยรอบ
- โลหะพื้นหลัง
- สภาพแวดล้อมที่ติดตั้งเซนเซอร์
- สภาพพื้นที่แห้ง หรือเปียก
- การป้องกันทางกลศาสตร์ (การใช้งานผิดวิธี หรืองานเชื่อมโลหะ)
- ข้อกำหนดและความต้องการทางด้านไฟฟ้า (AC/DC, 3 สาย/2 สาย, NPN/PNP)

ระยะห่างในการตรวจจับ (Sensing Distance) โดยระยะห่างในการตรวจจับจะขึ้นอยู่กับตัวแปรดังนี้

- ขนาดของตัวเซนเซอร์ ยิ่งขนาดของเซนเซอร์มีขนาดใหญ่ ระยะการตรวจจับก็จะยิ่งไกลขึ้น
- รูปแบบของหน้าสัมผัสของเซนเซอร์ แบบหัวเรียบจะมีระยะตรวจจับที่สั้นกว่า แบบหัวยื่นจะมีระยะตรวจจับที่ไกลกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าแฟกเตอร์ของวัตถุ (Correction Factors) แสดงดังตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 ค่าแฟกเตอร์ของวัตถุ (Correction Factors)

วัตถุ	ระยะการตรวจจับ
เหล็กอ่อน (Fe360)	1.00 x อัตราระยะตรวจจับ
สแตนเลสสตีล	0.80 x อัตราระยะตรวจจับ
อะลูมิเนียม	0.40 x อัตราระยะตรวจจับ

2.4 ระบบนิวเมติกส์ (Pneumatic System)

ระบบนิวเมติกส์ หมายถึง ระบบที่ใช้อากาศเป็นตัวทำงานในการส่งกำลังในการขับเคลื่อนอุปกรณ์ต่างๆ ของเครื่องจักรต่างๆ ให้ทำงาน หรือเกิดการเคลื่อนที่ เช่น กระบอกสูบหรือมอเตอร์ลม [8]

ข้อดีของลมอัด

1. ลมอัดมีปริมาณไม่จำกัดในทุกๆ แห่ง เพราะมีอยู่ทั่วไป
2. ลมอัดสามารถส่งผ่านไปตามท่อที่มีระยะทางไกลๆ ได้ง่ายและไม่ต้องส่งกลับมา สามารถปล่อยทิ้งในบรรยากาศได้หลังจากใช้งานแล้ว
3. สามารถกักเก็บลมอัดไว้ในถังเก็บได้ ทำให้สามารถนำไปใช้งานได้ตามต้องการ
4. ลมอัดไม่เกิดการระเบิดหรือติดไฟง่ายเมื่อมีการรั่วซึม ดังนั้นจึงไม่มีความจำเป็นที่ต้องมีอุปกรณ์พิเศษราคาแพงเพื่อใช้ในการป้องกันการระเบิด
5. ลมอัดไม่มีความไวต่อการเบี่ยงเบนของอุณหภูมิ มีความแน่นอนในการทำงานสูง แม้จะอยู่ในสภาวะอุณหภูมิสูงมากๆ ก็ตาม
6. เครื่องมือและอุปกรณ์ในระบบนิวเมติกส์มีโครงสร้างแบบง่ายๆ ทำให้มีราคาถูก ทนทานและซ่อมบำรุงรักษาได้ง่าย
7. ลมอัดมีความเร็วสูง ดังนั้นอัตราความเร็วในการทำงานก็จะสูงด้วย
8. สามารถควบคุมความเร็ว ความดัน และแรงของลมอัดในระบบนิวเมติกส์ได้ตามต้องการ
9. เครื่องมือและอุปกรณ์ของระบบนิวเมติกส์สามารถใช้งานเกินกำลังได้โดยไม่เกิดการเสียหาย
10. การเคลื่อนที่ในทางตรงสามารถทำงานได้โดยตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อเสียของลมอัด

1. ลมอัดมีความชื้นและฝุ่นละออง ดังนั้นจึงต้องมีอุปกรณ์กรองความชื้นและฝุ่นละอองก่อนนำไปใช้งาน
2. ลมอัดมีเสียงดังเมื่อระบายทิ้งออกสู่บรรยากาศ เพราะฉะนั้นจึงต้องมีอุปกรณ์เก็บเสียง (Silencer)
3. ลมอัดจะประหยัดเฉพาะงานที่ใช้แรงขยายถึงจุดหนึ่งเท่านั้น โดยปกติแล้วใช้ความดันที่ 600 kPa (6 bar) ข้อจำกัดของแรงอยู่ที่ 20,000 - 30,000 N โดยขึ้นอยู่กับความเร็วและระยะทางที่ใช้งาน
4. ระบบนิวเมติกส์ จะมีความดันที่ใช้งานเพียง 4-7 bar

2.5 อุปกรณ์นิวเมติกส์

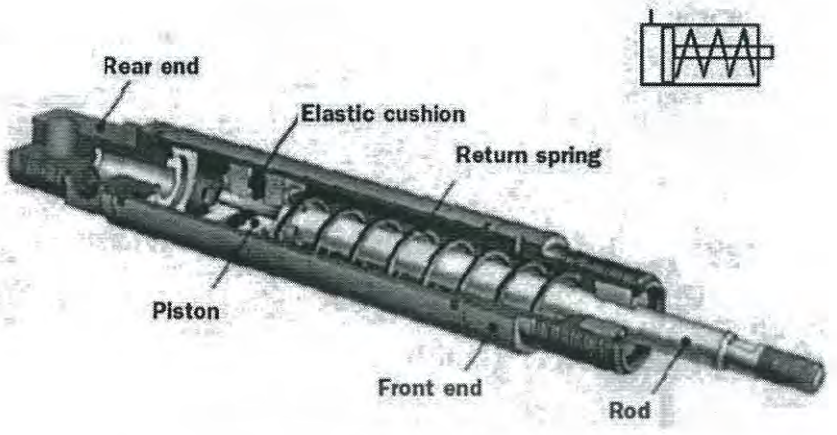
2.5.1 กระบอกสูบลม (Air Cylinder)

กระบอกลมจะทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานลมอัดให้เป็นพลังงานกลในรูปแบบของการเคลื่อนที่ โดยทำงานตามแนวเส้นตรง, ทำงานตามแนวเส้นรอบวง, ทำงานแบบพิเศษ ซึ่งในสมัยก่อนที่ลูกสูบลมจะเข้ามามีบทบาทในงานอุตสาหกรรม จะใช้กลไกทางกลและทางไฟฟ้า ซึ่งมีความยุ่งยากในการควบคุม และปัญหาของช่วงชักจำกัด ดังนั้นในอุตสาหกรรมสมัยใหม่จึงพัฒนาลูกสูบลมมาใช้ในงานจนถึงปัจจุบัน ตัวกระบอกลมทำด้วยท่อชนิดไม่มีตะเข็บ เช่น เหล็ก อะลูมิเนียม ทองเหลือง สแตนเลส ภายในท่อเจียรนัยเรียบ เพื่อลดการสึกหรอของซีลที่จะเกิดขึ้น และยังลดแรงเสียดทานภายในกระบอกสูบ เนื่องจากกระบอกสูบลมมีหลายชนิด แต่ละชนิดมีการทำงานที่แตกต่างกัน และเหมาะสมกับลักษณะงานที่ไม่เหมือนกัน การเลือกกระบอกสูบสำหรับใช้งานจึงต้องเลือกให้ถูกต้องเหมาะสม

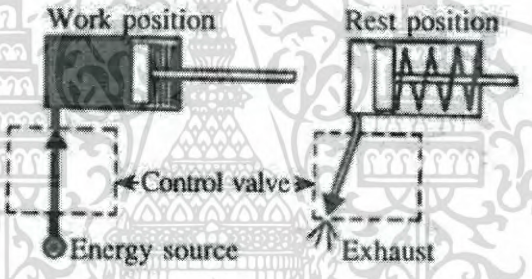
1. **กระบอกสูบทางเดียว (Single – Acting Cylinder)** อุปกรณ์มีลักษณะเป็นทรงกระบอก ภายในกลวง และมีก้านสูบที่เคลื่อนที่ไปมาตามแกนกลาง ที่ปลายก้านสูบมีซีลกันลมรั่ว และมีสปริงอยู่ระหว่างก้านสูบกับกระบอกสูบดังที่แสดงในรูปที่ 2.11 ระยะการเคลื่อนที่ของก้านสูบมีค่าคงที่โดยขึ้นกับความยาวของกระบอกสูบ การสั่งงานจะสามารถสั่งงานให้ก้านสูบเคลื่อนที่ได้เพียงทิศทางเดียว ด้วยการจ่ายลมอัดเข้ากระบอกสูบในทิศทางต้านกับแรงกระทำของสปริง เพื่อให้เกิดการเคลื่อนที่ และเมื่อหยุดจ่ายลมอัดให้กระบอกสูบ ก้านสูบจะเคลื่อนที่กลับมาตำแหน่งปกติ ด้วยแรงกระทำจากสปริงดังที่แสดงในรูปที่ 2.12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง



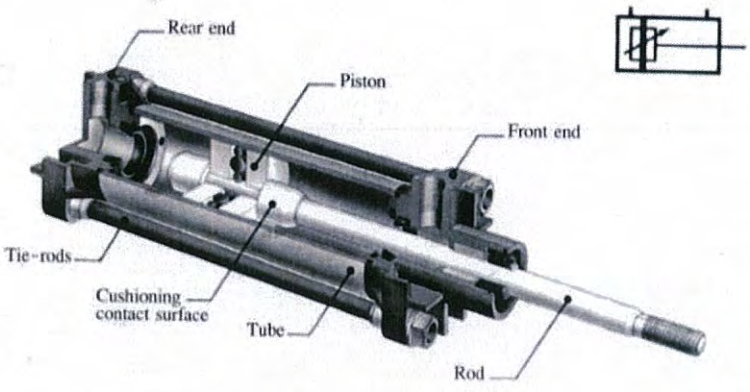
รูปที่ 2.11 โครงสร้างภายในกระบอกสูบทางเดียว (Single - Acting Cylinder)



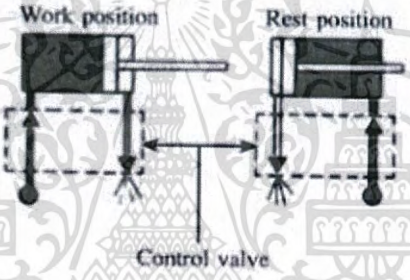
รูปที่ 2.12 การสั่งงานกระบอกสูบทางเดียว (Single - Acting Cylinder)

2. กระบอกสูบสองทาง (Double – Acting Cylinder) กระบอกสูบชนิดนี้จะมีลักษณะการทำงานและรูปลักษณ์ภายนอกเช่นเดียวกับกระบอกสูบทางเดียว แตกต่างเฉพาะภายในดังรูปที่ 2.13 และสามารถสั่งงานได้ทั้งสองทิศทาง ด้วยการจ่ายลมอัดเข้ากระบอกที่ด้านลูกสูบ ก้านลูกสูบจะเคลื่อนที่ออก เมื่อจ่ายลมอัดเข้าที่ด้านก้านสูบจะทำให้ก้านลูกสูบจะเคลื่อนที่เข้า เมื่อไม่มีลมอัดจ่ายให้กระบอกสูบ ก้านลูกสูบจะหยุดค้างอยู่ ณ ตำแหน่งสุดท้ายที่เคลื่อนที่ แสดงการทำงานของกระบอกสูบดังรูปที่ 2.14

148565
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.13 โครงสร้างภายในกระบอกสูบสองทาง (Double - Acting Cylinder)



รูปที่ 2.14 การสั่งงานของกระบอกสูบสองทาง (Double - Acting Cylinder)

3. กระบอกสูบโรตารี (Rotary Cylinder) กระบอกสูบชนิดนี้ เมื่อจ่ายลมอัดเข้าภายในกระบอกสูบ จะทำให้ก้านสูบเกิดการหมุนไปมาได้ แต่ไม่สามารถหมุนได้มากกว่า 360 องศา และสามารถควบคุมการหมุนได้ทั้งสองทิศทาง คือ ตามเข็มและทวนเข็มนาฬิกา ในการเลือกใช้งานสามารถกำหนดมุมในการกวาดด้วยการปรับตั้งสลักที่ฐานหมุน แสดงลักษณะโครงสร้างดังรูปที่ 2.15

รูปที่ 2.15 Rotary Cylinder

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.2 สายลม (Air Tube)

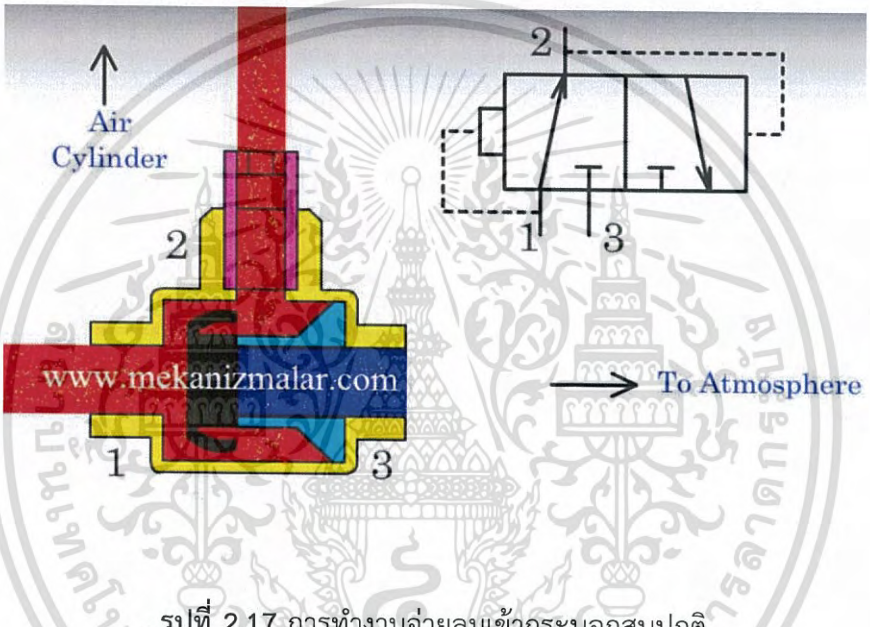
ท่อลมของระบบลมหรือระบบนิวแมติกส์ นิยมทำมาจากวัสดุจำพวกไนล่อน หรือโพลียูรีเทน (PU) หน้าที่ของสายลม คือ ใช้เชื่อมโยงระหว่างปั๊มลมไปต่อกับวาล์วและไปต่อกับกระบอกลม ท่ออ่อนประเภทนี้จะสะดวกกับการใช้งานที่มีการเคลื่อนไหวไปมา และสามารถถอดใส่ได้อย่างง่ายดาย โดยส่วนมากจะใช้ร่วมกันกับข้อต่อลมแบบสวมเร็วโดยเฉพาะ สายลมที่นิยมใช้จะมีขนาดเป็นมิลลิเมตร เช่น Outer x Internal Diameter (mm) 4x2.5, 6x4, 8x5, 10x6.5, 12x8 และ 6x13 และมีหน่วยเป็นนิ้ว (หุน) เช่น สายขนาด 1 หุน, 2 หุน, 3 หุน และ 4 หุน เป็นต้น ท่ออ่อนจะมีสีต่างกันเช่น สีใส, สีดำ, สีขาว, สีฟ้า, สีเหลือง, สีส้มและสีแดง โดยทั่วไปท่อลมที่มีสีแดงจะหมายถึง ท่อที่มีความดันสูงเป็นต้น นอกจากนี้บางงานอาจทำให้เกิดปัญหาสายลมอ่อนเกิดการรั่วเมื่อสะเก็ดไฟกระเด็นใส่ จึงมีสายชนิดทนสะเก็ดไฟ (Anti Spark Polyamide) ซึ่งมีสายฉนวนทนความร้อน (PVC) และมีสายลมวัสดุไนล่อนอยู่ภายในฉนวน [4] ดังรูปที่ 2.16

รูปที่ 2.16 สายลมชนิดทนสะเก็ดไฟ

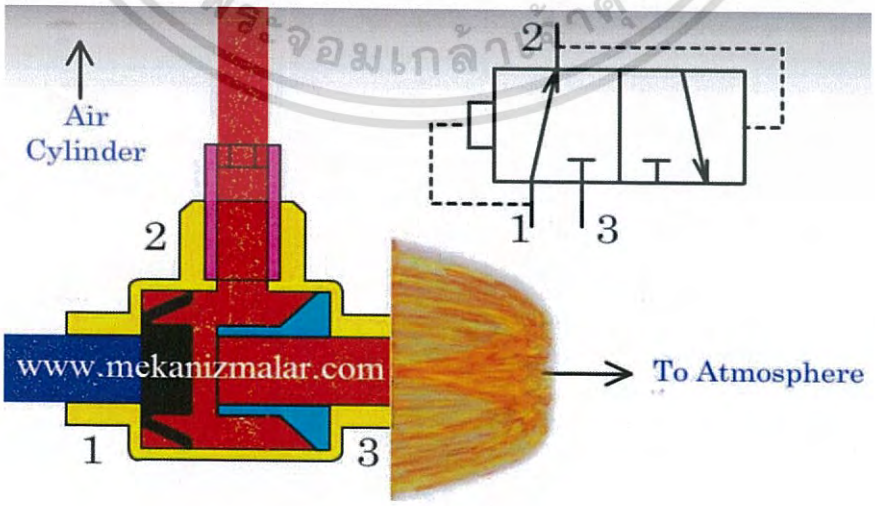
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.3 วาล์วระบายลมเร็ว (Quick Exhaust Valve)

ทำหน้าที่ระบายลมที่ออกจากกระบอกสูบให้ออกสู่บรรยากาศโดยรวดเร็ว ทำให้การเคลื่อนที่ของก้านสูบเคลื่อนที่ได้เร็วกว่าปกติ โดยโครงสร้างของวาล์วประเภทนี้จะเป็นแบบปอปเปต เมื่อลมระบายทิ้งที่ออกจากกระบอกสูบจะมาเข้าทางรูลม 2 จะไปดันให้แผ่นปอปเปตเปิด ทำให้รูลม 2 ต่อกับรูลม 3 ซึ่งจะช่วยให้ลมระบายทิ้งได้เร็ว แต่ถ้าต้องให้สัญญาณลมไปบังคับให้ก้านสูบทำงาน ลมอัดจะเข้าทางรูลม 1 ดันแผ่นปอปเปตให้เคลื่อนที่ ทำให้รูลม 1 ต่อกับรูลม 2 ก็จะทำให้ก้านสูบทำงานปกติ แสดงการทำงานดังรูปที่ 2.17 และรูปที่ 2.18



รูปที่ 2.17 การทำงานจ่ายลมเข้ากระบอกสูบปกติ

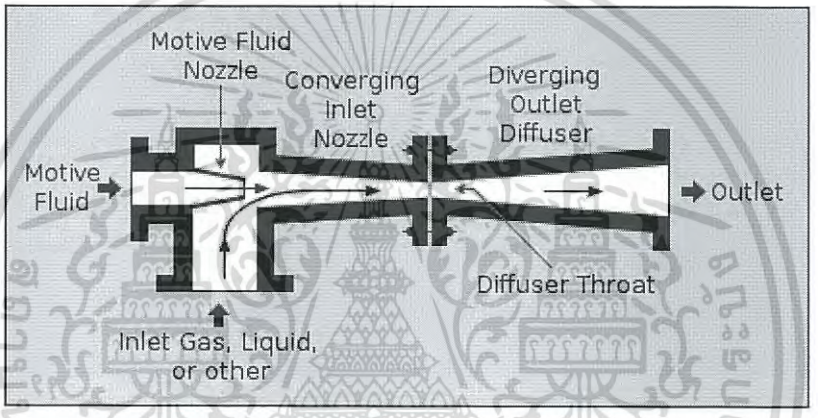


รูปที่ 2.18 การเร่งระบายลมออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.4 ตัวกำเนิดสูญญากาศ (Vacuum Generator)

เครื่อง/ตัวกำเนิดสุญญากาศ (Vacuum Ejector, Vacuum Generator) อาศัยหลักการที่ทำให้เกิดสูญญากาศตรงบริเวณคอคอดที่เป็นเสมือนท่อ 3 แยก ที่อยู่ภายในตัวกำเนิดความดันสูญญากาศ โดยเมื่อลมเข้ามาทางรูที่ 1 (Motive Fluid) จะทำให้ลมไหลเข้ามาเร็วในคอขวดของตัวกำเนิดความดันสูญญากาศ เนื่องจากการลดลงของพื้นที่หน้าตัดที่ลมไหลผ่าน เช่น พื้นที่หน้าตัดที่ลมไหลผ่านลดลง 900 % ความเร็วลมจะมากขึ้น 900 % เช่นกัน ทำให้ลมไหลออกอย่างรวดเร็วไปสู่รูออกที่ 2 (Outlet) ซึ่งมีขนาดใหญ่ที่อยู่ตรงข้ามกับทางเข้าที่ 1 บริเวณทาง 3 แพร่ง ที่อยู่ภายในก็จะเกิดสูญญากาศ ดูดอากาศจากทางเข้าที่ 3 (Inlet) โดยท่อทางเข้าที่ 3 จะไปต่อกับลูกยางดูดจับชิ้นงาน ฯลฯ ในงานจับและวางชิ้นงาน แสดงการทำงานดังรูปที่ 2.19



รูปที่ 2.19 การทำงานของตัวกำเนิดสูญญากาศ (Vacuum Generator)

2.5.5 ตัวควบคุมความดันลม (Air Regulator)

ตัวปรับแรงดันลม/ตัวควบคุมความดันลม (Air Regulator, Regulator) คือ ตัวปรับให้แรงดันด้านขาออกของตัวปรับแรงดันลมเป็นไปตามความต้องการอย่างคงที่ ซึ่งโดยปกติมักปรับอยู่ที่ประมาณ 3-5 Bar แสดงลักษณะดังรูปที่ 2.20

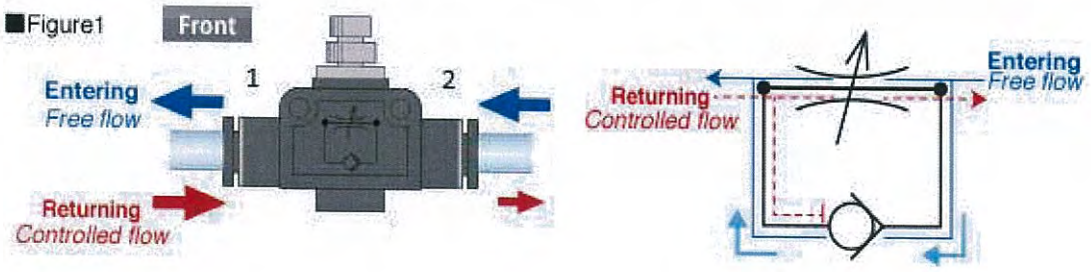
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.20 ตัวควบคุมความดันลม (Air Regulator)

2.5.6 วาล์วควบคุมอัตราการไหล (Flow Control Valve)

วาล์วควบคุมอัตราการไหล จะใช้ควบคุมความเร็วของลูกสูบโดยการปรับเปลี่ยนขนาดของช่องทางของวาล์วที่ให้ลมไหลผ่าน เพื่อควบคุมอัตราการไหลของลมให้มีปริมาณที่เหมาะสมกับระบบ [5]

วาล์วปรับอัตราการไหลทางเดียว (One Way Flow Control Valve) เป็นวาล์วที่มีวาล์วกันกลับอยู่ภายใน ซึ่งวาล์วกันกลับนั้นจะใช้เป็นตัวกั้นลม เพื่อให้ก้านสูบค่อยๆ เคลื่อนที่ออกช้าๆ แต่กลับด้วยความเร็วปกติ โดยหลักการทำงานของวาล์วปรับอัตราการไหลแบบมีวาล์วกันกลับ เมื่อมีลมไหลเข้ามาจากทางเข้าที่ 1 ไปทางเข้าที่ 2 ลมจะไหลผ่านวาล์วปรับอัตราการไหล แต่เมื่อลมไหลจากทางเข้าที่ 2 ไปทางเข้าที่ 1 ลมจะดันวาล์วกันกลับให้เปิดออก ดังนั้นลมจะไหลผ่านวาล์วกันกลับหรือเช็ควาล์วได้ ทำให้ลมไหลได้เป็นจำนวนมาก แสดงดังรูปที่ 2.21

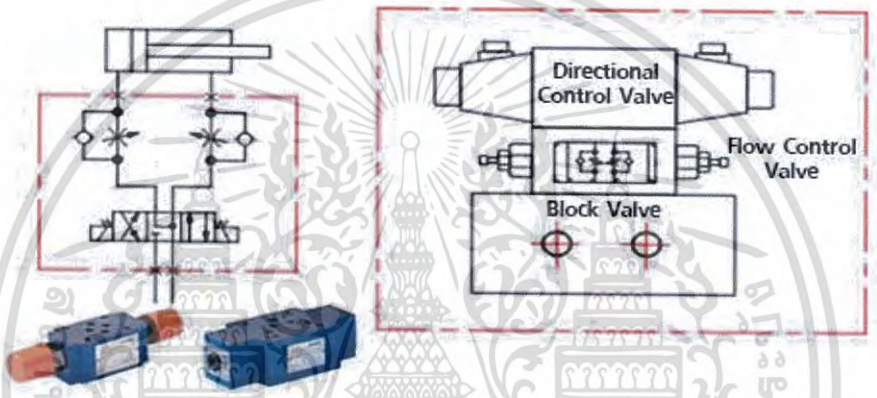


รูปที่ 2.21 การทำงานของวาล์วปรับอัตราการไหลทางเดียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การติดตั้งวาล์วปรับอัตราการไหลทางเดียวแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะคือ

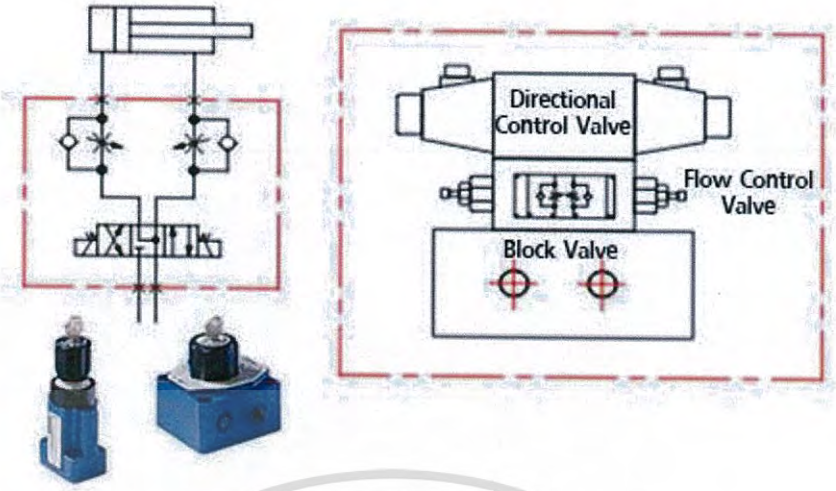
1. Meter - In Circuit เป็นการควบคุมปริมาณลมก่อนเข้าตัวทำงาน โดยปกติแล้วเราจะใช้กับงาน Resistive Force (มีแรงต้านการเคลื่อนที่ของตัวทำงานตลอดเวลา) แต่ถ้าหาก Load มีการเปลี่ยนแปลงทิศทางการเคลื่อนที่ การติดตั้งลักษณะนี้จะไม่สามารถป้องกันการเคลื่อนที่แบบ Over Running Load (โหลดพยายามเคลื่อนที่เองด้วยน้ำหนัก เช่น การติดตั้งกระบอกในแนวดิ่ง) และส่วนใหญ่ Meter – In Circuit นั่นจะใช้กับ Cylinder มากกว่า Motor เนื่องจาก Meter – In Circuit นั้นจะไม่มีการชดเชยประสิทธิภาพเชิงปริมาตรของตัวทำงานเมื่อความดันเปลี่ยนแปลง แสดงการต่อวงจรดังรูปที่ 2.22



รูปที่ 2.22 การต่อวงจรแบบ Meter - In

2. Meter - Out Circuit เป็นการควบคุมปริมาณลมในทิศทางที่ลมออกจากตัวทำงานเพื่อสร้าง Back Pressure ต้านการเคลื่อนที่ของตัวทำงานแต่สิ่งที่ควรระวังคือ Flow Control จะได้รับความดันสูงตามสัดส่วนของพื้นที่แตกต่าง (หากด้านท้ายกระบอกมีความดัน 100 bar และอัตราส่วนพื้นที่เท่ากับ 1:2 ดังนั้นด้านปลายแกนจะมีความดันสูงถึง 200 bar เป็นต้น) รวมถึงยังสามารถใช้กับงานที่เป็น Over Running Load ได้ ลมที่ไหลผ่าน Flow Control Valve ก็จะน้อยลงตามพื้นที่แตกต่างเช่นกัน และความดันด้านปลายแกนจะสูงสุดเมื่อ Load ต่ำสุดหรือความดันด้านปลายแกนจะต่ำสุดเมื่อมี Load สูงสุด แสดงการต่อวงจรดังรูปที่ 2.23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.23 การต่อวงจรแบบ Meter - Out

2.6 PLC (Programmable Logic Controller)

Programmable Logic Controller เครื่องควบคุมเชิงตรรกะที่สามารถโปรแกรมได้ เป็นเครื่องควบคุมอัตโนมัติในโรงงานอุตสาหกรรม ถูกสร้างและพัฒนาขึ้นมาเพื่อทดแทนวงจรรีเลย์ อันเนื่องมาจากความต้องการที่อยากจะได้เครื่องควบคุมที่มีราคาถูก สามารถใช้งานได้อย่างเอนกประสงค์ และสามารถเรียนรู้การใช้งานได้ง่าย [9]

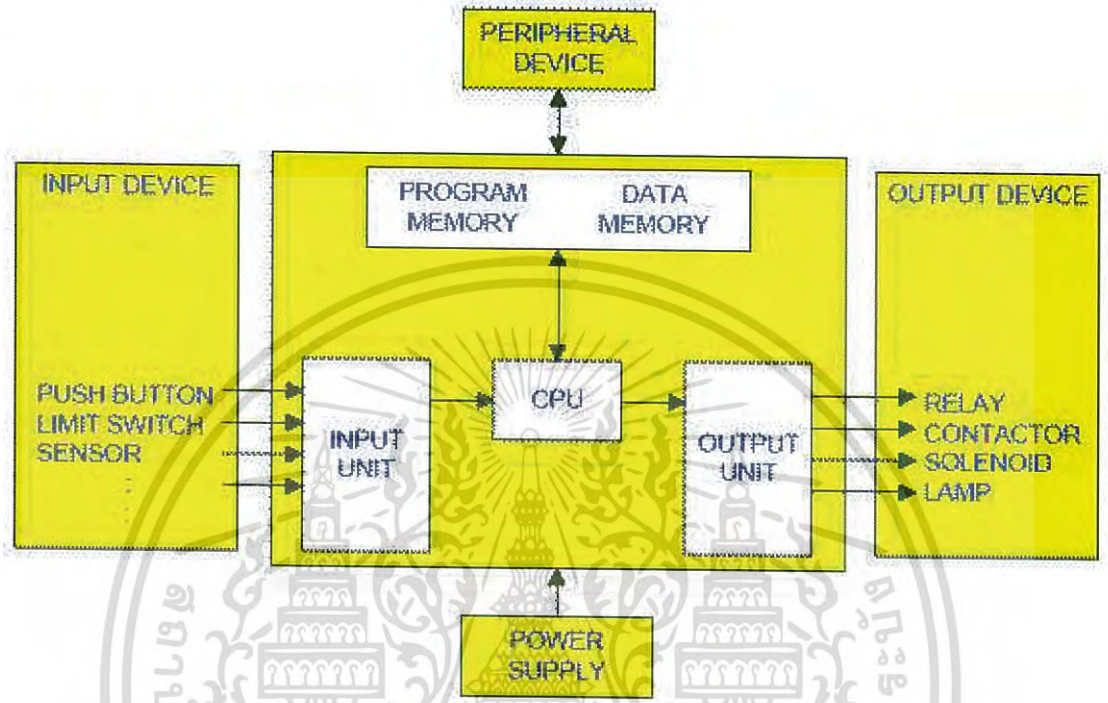
2.6.1 ข้อแตกต่างระหว่าง PLC กับ Computer

1. PLC ถูกออกแบบ และสร้างขึ้นเพื่อให้ทนต่อสภาพแวดล้อมในโรงงานอุตสาหกรรมโดยเฉพาะ
2. การโปรแกรมและการใช้งาน PLC ทำได้ง่ายไม่ยุ่งยากเหมือนคอมพิวเตอร์ทั่วไป PLC มีระบบการตรวจสอบตัวเองตั้งแต่ช่วงติดตั้ง จนถึงช่วงการใช้งานทำให้การบำรุงรักษาทำได้ง่าย
3. PLC ถูกพัฒนาให้มีความสามารถในการตัดสินใจสูงขึ้นเรื่อยๆ ทำให้การใช้งานสะดวก ขณะที่วิธีใช้คอมพิวเตอร์ยุ่งยากและซับซ้อนขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.2 โครงสร้างโดยทั่วไปของ PLC

ลักษณะโครงสร้างภายในของ PLC แสดงดังรูปที่ 2.24 ซึ่งประกอบด้วย



รูปที่ 2.24 โครงสร้างของ PLC (Programmable Logic Controller)

1. ตัวประมวลผล (CPU)

ทำหน้าที่คำนวณและควบคุม ซึ่งเปรียบเสมือนสมองของ PLC ภายในประกอบด้วยวงจรลอจิกหลายชนิด และมีไมโครโปรเซสเซอร์เบส (Micro Processor Based) ใช้แทนอุปกรณ์จำพวกรีเลย์, เคาน์เตอร์, ไทม์เมอร์ และซีเควนเซอร์ เพื่อให้ผู้ใช้สามารถออกแบบวงจรโดยใช้ Relay Ladder Diagram ได้ CPU จะยอมรับข้อมูลจากอุปกรณ์อินพุตต่างๆ จากนั้นจะทำการประมวลผลและเก็บข้อมูลโดยใช้โปรแกรมจากหน่วยความจำ หลังจากนั้นจะส่งข้อมูลที่เหมาะสมและถูกต้องออกไปยังอุปกรณ์เอาต์พุต

2. หน่วยความจำ (Memory Unit)

ทำหน้าที่เก็บรักษาโปรแกรมและข้อมูลที่ใช้ในการทำงาน โดยขนาดของหน่วยความจำจะถูกแบ่งออกเป็นบิตข้อมูล (Data Bit) ภายในหน่วยความจำ 1 บิต ก็จะมีค่าสภาวะทางลอจิก 0 หรือ 1 แตกต่างกันแล้วแต่คำสั่ง ซึ่ง PLC ประกอบด้วยหน่วยความจำสองชนิดคือ ROM และ RAM

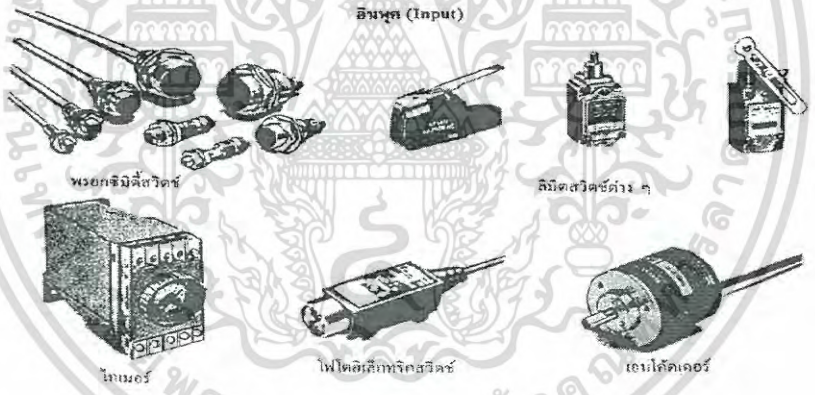
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- RAM ทำหน้าที่เก็บโปรแกรมของผู้ใช้ และข้อมูลที่ใช้ในการปฏิบัติงานของ PLC หน่วยความจำประเภทนี้จะมีแบตเตอรี่เล็กๆ ต่อไว้ เพื่อใช้เป็นไฟเลี้ยงข้อมูลเมื่อเกิดไฟดับ การอ่านและการเขียนข้อมูลลงใน RAM ทำได้ง่ายมาก เพราะฉะนั้นจึงเหมาะกับงานในระยะทดลองเครื่องที่มีการเปลี่ยนแปลงแก้ไขโปรแกรมอยู่บ่อยๆ

- ROM ทำหน้าที่เก็บโปรแกรมสำหรับใช้ในการปฏิบัติงานของ PLC ตามโปรแกรมของผู้ใช้ หน่วยความจำแบบ ROM ยังสามารถแบ่งได้เป็น EPROM ซึ่งจะต้องใช้อุปกรณ์พิเศษในการเขียนและลบโปรแกรม เหมาะกับงานที่ไม่ต้องการเปลี่ยนแปลงโปรแกรม นอกจากนี้ยังมีแบบ EEPROM หน่วยความจำประเภทนี้ไม่ต้องใช้เครื่องมือพิเศษในการเขียนและลบโปรแกรม สามารถใช้งานได้เหมือนกับ RAM และไม่ต้องใช้แบตเตอรี่สำรอง แต่ราคาจะแพงกว่าเนื่องจากรวมคุณสมบัติของ ROM และ RAM ไว้ด้วยกัน

3. หน่วยอินพุต - เอาต์พุต (Input - Output Unit)

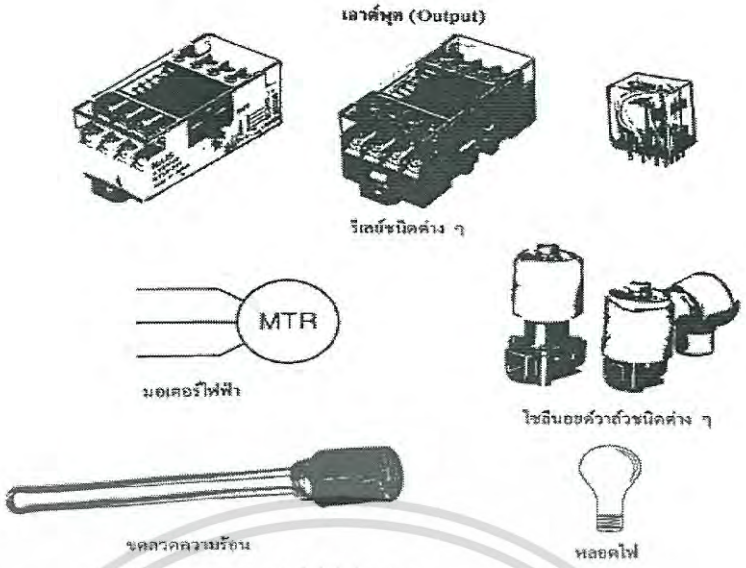
หน่วยอินพุต ทำหน้าที่รับสัญญาณจากอุปกรณ์ภายนอกแล้วแปลงสัญญาณให้เป็นสัญญาณที่เหมาะสม จากนั้นจะส่งให้หน่วยประมวลผลต่อไป แสดงตัวอย่างอุปกรณ์ภายนอกที่ทำหน้าที่ส่งสัญญาณให้ PLC ดังรูปที่ 2.25



รูปที่ 2.25 อุปกรณ์ภายนอกที่ทำหน้าที่ส่งสัญญาณให้หน่วยอินพุตของ PLC

หน่วยเอาต์พุต ทำหน้าที่รับข้อมูลจากตัวประมวลผลแล้วส่งต่อข้อมูลไปควบคุมอุปกรณ์ภายนอก เช่น ควบคุมหลอดไฟ มอเตอร์ และวาล์ว เป็นต้น แสดงตัวอย่างอุปกรณ์ภายนอกที่ PLC ส่งข้อมูลไปควบคุมดังรูปที่ 2.26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.26 อุปกรณ์ภายนอกที่รับสัญญาณควบคุมจากหน่วยเอาต์พุตของ PLC

4. แหล่งจ่ายไฟ (Power Supply)

ทำหน้าที่จ่ายพลังงานและรักษาระดับแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงให้กับ CPU Unit หน่วยความจำและหน่วยอินพุต/เอาต์พุต

5. อุปกรณ์ต่อร่วม (Peripheral Devices)

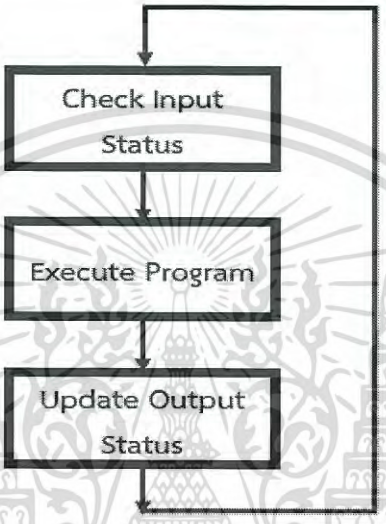
เป็นส่วนที่ต่อเข้ากับ PLC เพื่อเพิ่มฟังก์ชันการทำงาน ยกตัวอย่างเช่น

- Programming Console
- EPROM Writer
- Printer
- Graphic Programming
- CRT Monitor
- Handheld

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.3 การทำงานของ PLC

PLC จะมีหลักการทำงาน คือ หน่วยอินพุตจะคอยเช็คสถานะของอุปกรณ์ จากนั้นจะส่งสัญญาณให้หน่วยประมวลผล เพื่อทำการประมวลผลโปรแกรม เมื่อประมวลผลโปรแกรมเสร็จจะส่งสัญญาณควบคุมออกไปทางหน่วยเอาต์พุต เพื่อสั่งงานให้อุปกรณ์ภายนอกทำงาน แสดง Flow Chart การทำงานดังรูปที่ 2.27



รูปที่ 2.27 การทำงานของ PLC

2.6.4 การติดตั้ง PLC

1. ข้อควรพิจารณาก่อนติดตั้ง PLC

- พื้นที่ในการติดตั้งมีเพียงพอหรือไม่
- จะต้องเผื่อไว้ขยายในอนาคตหรือไม่
- การซ่อมบำรุงต้องทำได้ง่าย
- อุณหภูมิที่เกิดขึ้นจากเครื่องจักรมีผลกระทบกับ PLC หรือไม่
- วิธีการป้องกัน PLC จากสภาพแวดล้อมที่ไม่ปลอดภัย

2. สภาพแวดล้อมหรือสถานที่ที่ไม่ควรติดตั้ง PLC

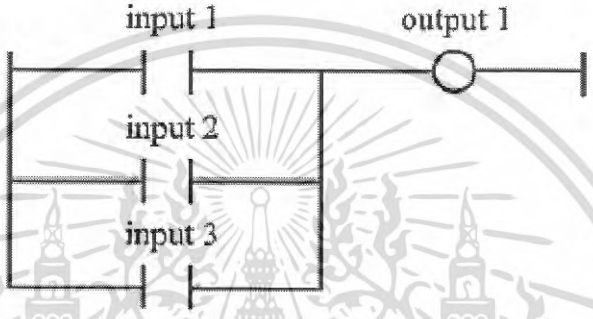
- มีแสงแดดส่องโดยตรง
- มีอุณหภูมิต่ำกว่า 0° C หรือสูงกว่า 55° C
- มีฝุ่นหรือไอเกลือ
- มีความชื้นมาก
- มีก๊าซที่มีคุณสมบัติกัดกร่อนหรือไวไฟ
- สั่นสะเทือนมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.5 ภาษาที่ใช้ในการเขียนโปรแกรม PLC

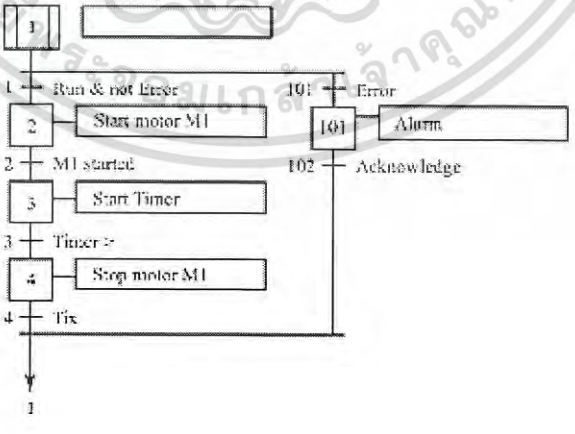
การเขียนโปรแกรมเพื่อสั่งให้ PLC ทำงานตามความต้องการนั้นตามมาตรฐาน IEC1131-3 ได้แบ่งออกเป็น 5 ภาษา คือ [2]

1. Ladder Diagram Language คือ โปรแกรมคำสั่ง ที่มีพื้นฐานมาจากวงจรควบคุมแบบรีเลย์ โดยจะมีราง (Rail) ด้านซ้ายและขวาของไดอะแกรม เพื่อใช้สำหรับเชื่อมต่ออุปกรณ์เข้ากับหน้าสัมผัส และมีขดลวดหรือคอยล์เป็นเอาต์พุต ภาษา Ladder Diagram เป็นภาษาที่สามารถทำความเข้าใจได้ง่ายที่สุด ตัวอย่าง Ladder Diagram แสดงดังรูปที่ 2.28



รูปที่ 2.28 Ladder Diagram Language

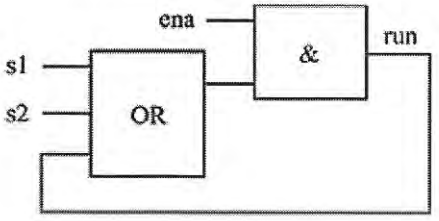
2. Sequential Flow Chart Language คือ ภาษาที่รองรับการเขียนโปรแกรมที่มีโครงสร้างการทำงานแบบลำดับ ซึ่งส่วนประกอบของภาษานี้จะประกอบด้วย Step (การปฏิบัติงานย่อย) และ Transition (เงื่อนไขที่กำหนดให้ปฏิบัติงานตามคำสั่งย่อย) แสดงตัวอย่างดังรูปที่ 2.29



รูปที่ 2.29 Sequential Flow Chart Language

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. Function Block Diagram Language คือ ภาษาที่เขียนในรูปแบบ Graphic เชื่อมต่อกันเป็นโครงข่าย โดยการเขียนโปรแกรมด้วยภาษานี้ จะมีพื้นฐานมาจาก Logic Diagram แสดงการเขียน Function Block Diagram ดังรูปที่ 2.30



รูปที่ 2.30 Function Block Diagram Language

4. Instruction List Language (Statement List Language) คือ ภาษาที่เขียนในรูปของข้อความ มีลักษณะคล้ายภาษา Assembly และภาษาเครื่อง ดังรูปที่ 2.31

```
Label   LD    a1      (* result :=a1 *)
        ADD(  a2      (* delayed ADD, result :=a2 *)
        MUL(  a3      (* delayed MUL, result :=a3 *)
        SUB   a4      (* result :=a3-a4 *)
        )             (* execute delayed MUL, *)
                      (* resule :=a1+(a2*(a3-a4) *a5) *)
        ADD   a6      (* a1+(a2*(a3-a4)*a5)+a6 *)
        ST    res     (* store current result in res *)
```

รูปที่ 2.31 Instruction List Language

5. Structure Text Language คือ ภาษาที่มีพื้นฐานมาจากภาษา Pascal ซึ่งประกอบด้วย นิพจน์ และคำสั่ง โดยคำสั่งทั่วไปจะอยู่ในรูปของคำสั่งเกี่ยวกับการเลือกการทำงานและคำสั่งเกี่ยวข้องกับการทำงาน มีลักษณะดังรูปที่ 2.32

```
D := B*B -4*A*C;
IF D <0.0 THEN Nroots :=0 ;
ELSIF D= 0.0 THEN
        Nroot:=1 ;
        X1 := -B/(2.0*A) ;
ELESE Nroots :=2;
        X1 := (-B+sqrt(D))/(2.0*A) ;
        X2 := (-B-sqrt(D))/(2.0*A) ;
END_IF
```

รูปที่ 2.32 Structure Text Language

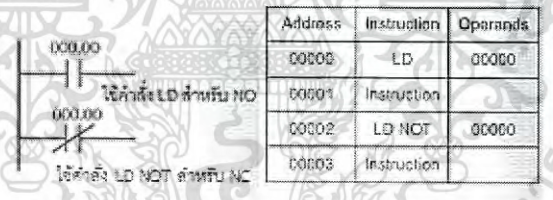
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.6 หลักการเขียนแลดเดอร์ไดอะแกรม (Ladder Diagram) และคำสั่งพื้นฐาน

แลดเดอร์ไดอะแกรม จัดเป็นสัญลักษณ์ที่สามารถดูตามโครงสร้างแล้วเข้าใจการทำงาน แต่เวลาที่ PLC ทำงานจะอาศัยชุดคำสั่ง (Instruction) ทำงานโดยวิธีการเขียนลงในหน่วยความจำ ข้อมูลในหน่วยความจำนั้น จะจัดเก็บเป็นรหัส (Code) ไม่สามารถจัดเก็บในลักษณะของ Ladder Diagram ได้โดยตรง คำสั่งพื้นฐานสำหรับการเขียน Ladder Diagram มีดังต่อไปนี้

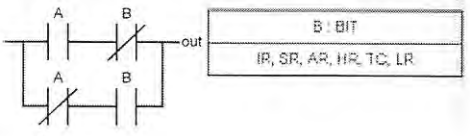
1. คำสั่ง Load (LD), Load Not (LD NOT) คำสั่ง LD เป็นการนำค่าสภาวะคำสั่งหน้าสัมผัสปกติเปิด (N.O.) มาเป็นคำสั่งเริ่มต้นของ Ladder ส่วนคำสั่ง LD NOT เป็นการนำค่าสภาวะคำสั่งหน้าสัมผัสปกติปิด (N.C.) มาเป็นคำสั่งเริ่มต้นของ Ladder แสดงคำสั่งและวิธีการใช้ดังรูปที่ 2.33 และ 2.34

รูปที่ 2.33 การใช้คำสั่ง Load (LD), Load Not (LD NOT)



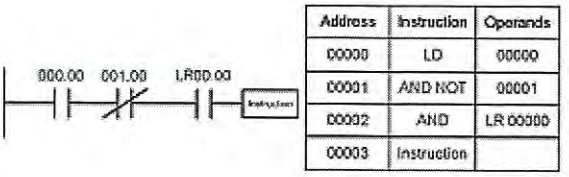
รูปที่ 2.34 ชุดคำสั่งและการเขียน Ladder Diagram คำสั่ง LD และ LD NOT

2. คำสั่ง AND, AND NOT คำสั่ง AND เป็นการนำคำสั่งหน้าสัมผัสปกติเปิด (N.O.) มากระทำลอจิก AND หรืออนุกรมกับคำสั่งข้างหน้า ส่วนคำสั่ง AND NOT เป็นการนำคำสั่งหน้าสัมผัสปกติปิด (N.C.) มากระทำลอจิก AND หรืออนุกรมกับคำสั่งข้างหน้า แสดงคำสั่งและวิธีการใช้ดังรูปที่ 2.35 และรูปที่ 2.36



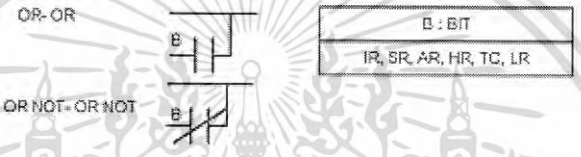
รูปที่ 2.35 การใช้คำสั่ง AND, AND NOT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

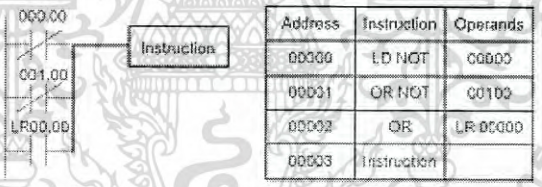


รูปที่ 2.36 ชุดคำสั่งและการเขียน Ladder Diagram คำสั่ง AND, AND NOT

3. คำสั่ง OR, OR NOT คำสั่ง OR เป็นการนำคำสั่งหน้าสัมผัสปกติเปิด (N.O.) มากระทำลอจิก OR หรือขนานกับคำสั่งข้างหน้า ส่วนคำสั่ง OR NOT เป็นการนำคำสั่งหน้าสัมผัสปกติปิด (N.C.) มากระทำลอจิก OR หรือขนานกับคำสั่งข้างหน้า แสดงคำสั่งและวิธีการใช้ดังรูปที่ 2.37 และรูปที่ 2.38

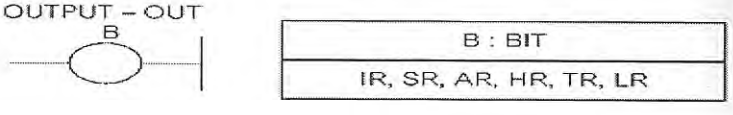


รูปที่ 2.37 การใช้คำสั่ง OR, OR NOT



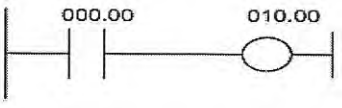
รูปที่ 2.38 ชุดคำสั่งและการเขียน คำสั่ง OR, OR NOT

4. คำสั่ง OUT, OUT NOT คำสั่ง OUT เป็นคำสั่งที่นำค่าสภาวะผลการทำงานออกที่เอาต์พุต หรือคอยล์ แสดงคำสั่งและวิธีการใช้งานดังรูปที่ 2.39 และรูปที่ 2.40



รูปที่ 2.39 การใช้คำสั่ง OUT, OUT NOT

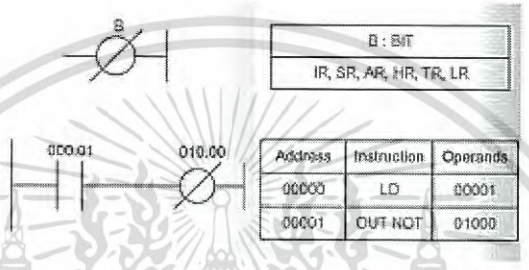
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Address	Instruction	Operands
00000	LD	00000
00001	OUT	01000

รูปที่ 2.40 รูปแบบชุดคำสั่งจาก Ladder Diagram

คำสั่ง OUT NOT เป็นคำสั่งที่นำค่าสภาวะผลการทำงานที่ตรงข้ามกับสภาวะอินพุต ออกที่เอาต์พุต หรือคอยล์ แสดงคำสั่งและวิธีการใช้งานดังรูปที่ 2.41



รูปที่ 2.41 รูปแบบชุดคำสั่ง OUTPUT NOT, OUT NOT

2.6.7 การเลือกใช้ภาษา PLC

ภาษา PLC ทุกภาษามีข้อดีและขีดจำกัดแตกต่างกันไปดังนั้นการเลือกใช้ภาษาขึ้นอยู่กับสิ่งต่อไปนี้

- ความถนัดของผู้ใช้
- ลักษณะของภาษาที่จะใช้ให้เหมาะสมกับงาน
- ลักษณะและขนาดของ PLC
- ลักษณะของงานที่จะทำการควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 HMI Programming

คือ การใช้งานร่วมกันระหว่าง PLC Programming กับเครื่องคอมพิวเตอร์ จึงเรียกว่า HMI (Human Machine Interface) โดยนำคอมพิวเตอร์มาเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการติดต่อระหว่างผู้ใช้งานกับเครื่องจักร เพื่อควบคุมและเป็นจอแสดงผล HMI เกิดจากความต้องการของผู้ใช้งานที่ต้องการเข้าไปควบคุมระบบที่ PLC เป็นตัวควบคุมอยู่ โดย HMI นั้น จะเป็นการนำข้อมูลจาก PLC ส่งผ่านโครงข่ายของการสื่อสารแบบต่างๆ และทำการรวบรวมข้อมูลในรูปแบบต่างๆ เข้าด้วยกัน ซึ่งสามารถสั่งการได้โดยผู้เชี่ยวชาญ

งานอุตสาหกรรมในปัจจุบันเกือบทุกประเภทจะมีระบบควบคุมอัตโนมัติที่ใช้ PLC เป็นตัวควบคุมและจะต้องใช้งานร่วมกันกับ HMI โดยใช้ HMI เป็นตัวสื่อสารระหว่างผู้ใช้งานกับระบบ Module PLC หรือจอแสดงผลต่างๆ โดยให้ PLC สั่งงาน ไปที่เครื่องจักรอีกที เพื่อนำไปใช้งานกับเครื่องจักรต่างๆ ใน Line ผลิต โดย HMI มีเชื่อมต่อกับ PLC ทาง Digital Communication Ports ได้หลายช่องทาง เช่น RS485, RS232, Modbus, PROFIBUS, Ethernet และยังสามารถเชื่อมต่อกับพอร์ต USB ได้โดยตรง ทำให้มีความสะดวกในการใช้งานมากขึ้น [6] ตัวอย่าง HMI แสดงดังรูปที่ 2.42

รูปที่ 2.42 ตัวอย่าง HMI (Human Machine Interface)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณสมบัติของ HMI (Human Machine Interface)

1. การสื่อสาร (Communicate) สามารถสื่อสารข้อมูลกับอุปกรณ์อื่นๆ ในลักษณะแบบดิจิตอล โดยมีรูปแบบของสัญญาณให้เลือกหลายแบบ และสามารถสื่อสารข้อมูลกับอุปกรณ์ต่างๆ ทุกยี่ห้อได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถต่อได้ทั้งอุปกรณ์ PLC, Meter, Controller และอีกมากมายตามการใช้งานประเภทต่างๆ โดยอุปกรณ์ HMI เพียงตัวเดียวก็สามารถควบคุม หรืออ่านค่าตัวอุปกรณ์ Hardware อื่นๆ ที่ต่อเชื่อมอยู่ได้อย่างง่ายดาย ผ่านการเชื่อมต่อทางเครือข่ายอินเตอร์เน็ต, Lan หรือ Wireless

2. การเก็บค่า (Collect) สามารถเก็บข้อมูลกระบวนการผลิตต่างๆ ใน รูปแบบไฟล์ Excel รวมไปถึงการเข้าถึงข้อมูล (Data logger) ผ่านทาง Web Browser ได้อย่างง่ายดาย ทำให้สะดวกในการทราบข้อมูล แม้ไม่ได้อยู่ที่หน้างานสายการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีการดำเนินโครงงาน

การดำเนินโครงงานเครื่องเชื่อมเม็ดสตัด (Stud Welding Machine) จะเริ่มดำเนินโครงงานตั้งแต่การออกแบบวงจรไฟฟ้า ออกแบบวงจรนิวเมติกส์ รวมถึงการประกอบเครื่องจักรและเขียนโปรแกรมลำดับการทำงานของเครื่องจักร เมื่อเขียนโปรแกรมสั่งงานเครื่องจักรแล้ว จะเริ่มทำการทดสอบเครื่องจักรเพื่อเตรียมการนำไปติดตั้งในสายการผลิต

3.1 การวางแผนการดำเนินงาน

ในการจัดทำโครงงานจะต้องมีการวางแผนงานเป็นขั้นตอน และจัดลำดับช่วงเวลาของแต่ละส่วนงาน เพื่อให้สามารถดำเนินงานได้เป็นระบบ โดยแผนงานที่ได้วางแผนไว้เป็นช่วงเวลาที่ดำเนินโครงการ สหกิจศึกษา ณ บริษัท ไมเออร์ อินดัสตรีส์ จำกัด คือ ช่วงเวลาระหว่างวันที่ 8 สิงหาคม 2559 ถึงวันที่ 25 พฤศจิกายน 2559 แสดงแผนการดำเนินงานดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 แผนการดำเนินงาน

NO	DESCRIPTION	AUG				SEP				OCT				NOV				
		WEEK1	WEEK2	WEEK3	WEEK4	WEEK5	WEEK1	WEEK2	WEEK3	WEEK4	WEEK1	WEEK2	WEEK3	WEEK4	WEEK1	WEEK2	WEEK3	WEEK4
		8-13	15-20	22-27	29-31	1-6	8-13	22-27	29-31	1-8	10-15	17-22	24-31	1-5	7-12	14-19	21-26	28-30
1	Understanding the machine																	
2	Prepare Flowchart sequence																	
3	Design new electrical circuit																	
4	Design new component																	
6	Design Pneumatic circuit																	
7	Assembly mechanical part																	
7.1	- Drilling station																	
7.2	- Welding station																	
7.3	- Testing station																	
7.5	- Turn table																	
8	Install electrical componet																	
9	Wiring electrical cable																	
10	Install Pneumatic component																	
11	PLC Program																	
12	Test & Run																	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การศึกษาโครงสร้างและการทำงานของเครื่องจักร

การออกแบบเครื่องจักรอัตโนมัติจะต้องทราบว่าเครื่องจักรที่ต้องการมีการทำงานอย่างไร เพื่อนำข้อมูลการทำงานไปใช้ในการออกแบบตัวโครงสร้างเครื่องจักร ออกแบบวงจรไฟฟ้า รวมถึงการออกแบบโปรแกรมควบคุมการทำงาน

3.2.1 ศึกษาการโครงสร้างของเครื่องจักร

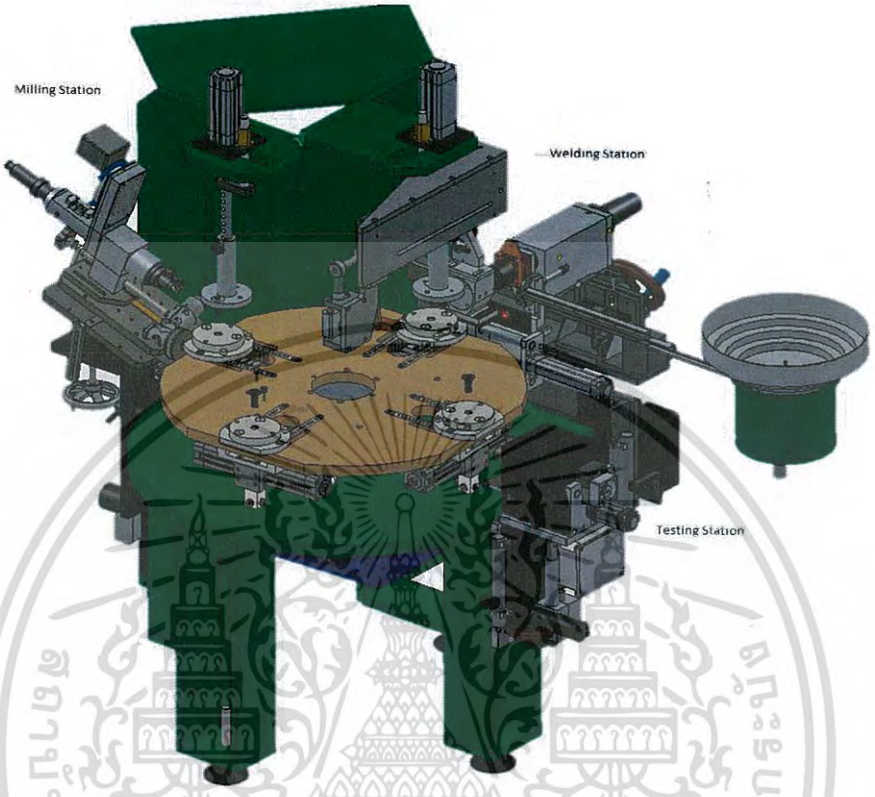
เนื่องจากการดำเนินโครงงานเครื่องเชื่อมเม็ดสตัดไม่ได้จัดทำในส่วนการออกแบบโครงสร้างเครื่องจักร จึงต้องมีการศึกษาโครงสร้างเครื่องจักร เพื่อที่จะทราบได้ว่าอุปกรณ์ส่วนใดทำหน้าที่ใดบ้าง ซึ่งเป็นข้อมูลสำคัญในการออกแบบวงจรไฟฟ้า และโปรแกรมควบคุมเครื่องจักร

เพื่อให้ง่ายต่อการออกแบบและการเขียนโปรแกรมควบคุม จึงแบ่งโครงสร้างของเครื่องจักรออกเป็น 5 ส่วน คือ

1. Table คือ ส่วนที่ทำหน้าที่เป็นโต๊ะงานสำหรับวางและจับยึดชิ้นงาน รวมถึงหมุนชิ้นงานไปยังส่วนต่างๆ
2. Milling Station คือ ส่วนที่ทำหน้าที่กัดเปิดผิวชิ้นงานเพื่อรอการเชื่อมเม็ดสตัด
3. Welding Station คือ ส่วนที่ทำหน้าที่เชื่อมเม็ดสตัดเข้ากับชิ้นงาน
4. Testing Station คือ ส่วนที่ทำหน้าที่เช็คเม็ดสตัดว่าเชื่อมติดชิ้นงานหรือไม่
5. Load/Unload Station คือ ส่วนที่ทำหน้าที่นำชิ้นงานเข้า/ออกเครื่องเชื่อมเม็ดสตัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพรวมโครงสร้างส่วนต่างๆ แสดงดังรูปที่ 3.1



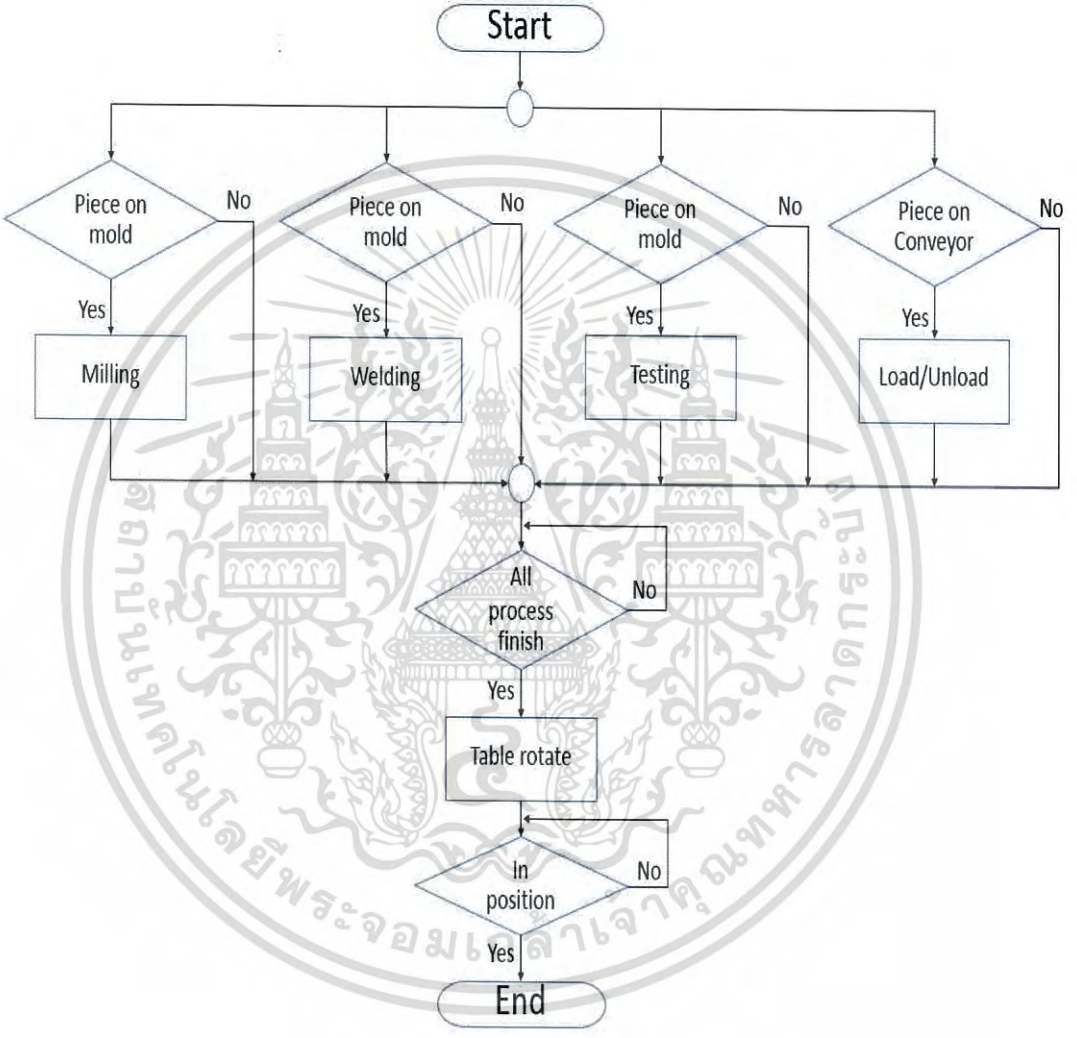
รูปที่ 3.1 โครงสร้างเครื่องเชื่อมเม็ดสตัด

หมายเหตุ : เนื่องจากส่วน Load/Unload Station เป็นเครื่องจักรอีกเครื่องที่นำมาใช้งานร่วมกับเครื่องเชื่อมเม็ดสตัด โครงงานนี้จึงไม่สามารถนำรูปโครงสร้างเครื่อง Load/Unload มาแสดงได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 ศึกษาการทำงานของเครื่องจักร

จากการศึกษาการทำงานของเครื่องเชื่อมเม็ดสตัด (Stud Welding Machine) ทำให้ทราบข้อมูลสำหรับนำไปใช้ในการออกแบบ โดยสามารถเขียน Flow Chart การทำงานของเครื่องเชื่อมเม็ดสตัดได้ดังรูปที่ 3.2

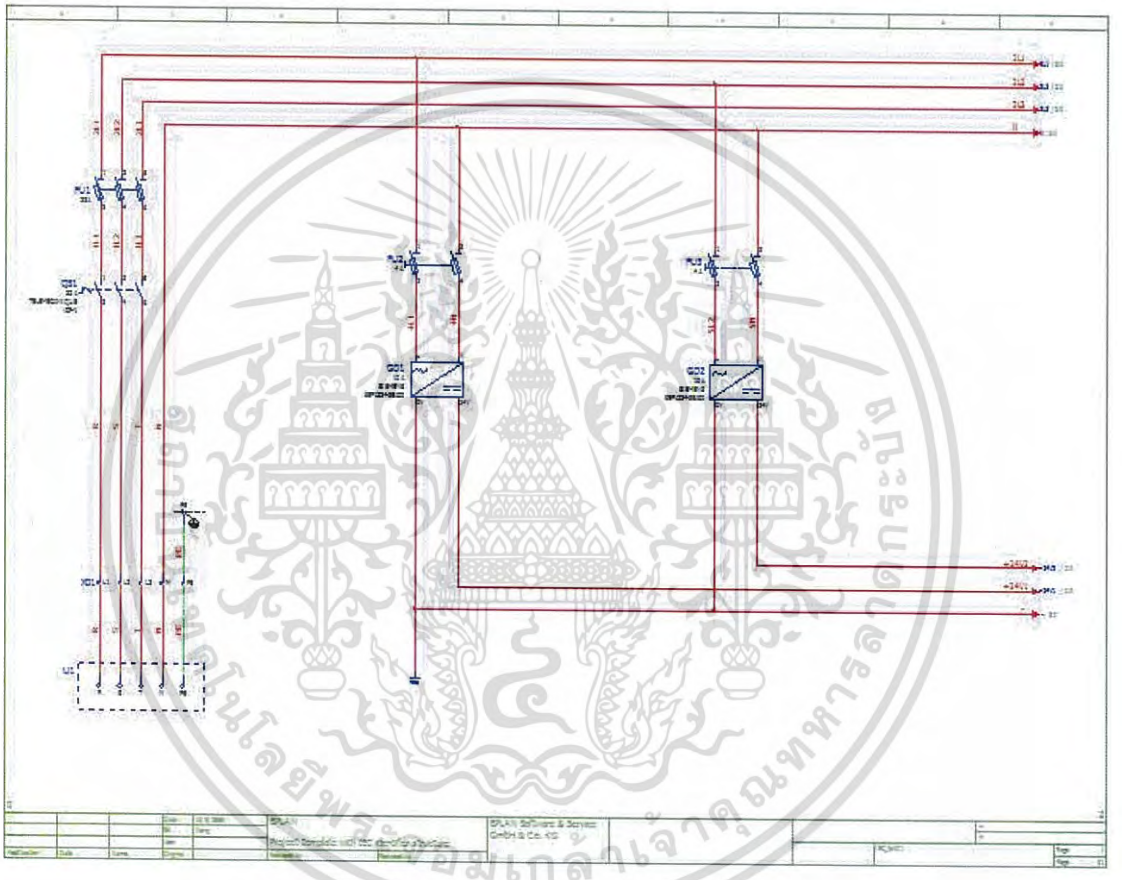


รูปที่ 3.2 การทำงานของเครื่องเชื่อมเม็ดสตัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การออกแบบวงจรไฟฟ้า

เมื่อทราบโครงสร้างของเครื่องจักรและการทำงานของเครื่องจักร จึงทำให้สามารถทราบได้ว่าต้องใช้อุปกรณ์ไฟฟ้ารวมถึง Sensor ใดบ้างเพื่อที่จะสามารถสั่งงานเครื่องจักรให้มีการทำงานตามที่ต้องการ จากนั้นจึงเขียนแบบวงจรไฟฟ้าตามหลักการออกแบบวงจร ในการออกแบบวงจรไฟฟ้าผู้ดำเนินโครงงานจะใช้ Software ชื่อ “Eplan” ในการเขียน แสดงตัวอย่างวงจรไฟฟ้าที่ออกแบบดังรูปที่ 3.3

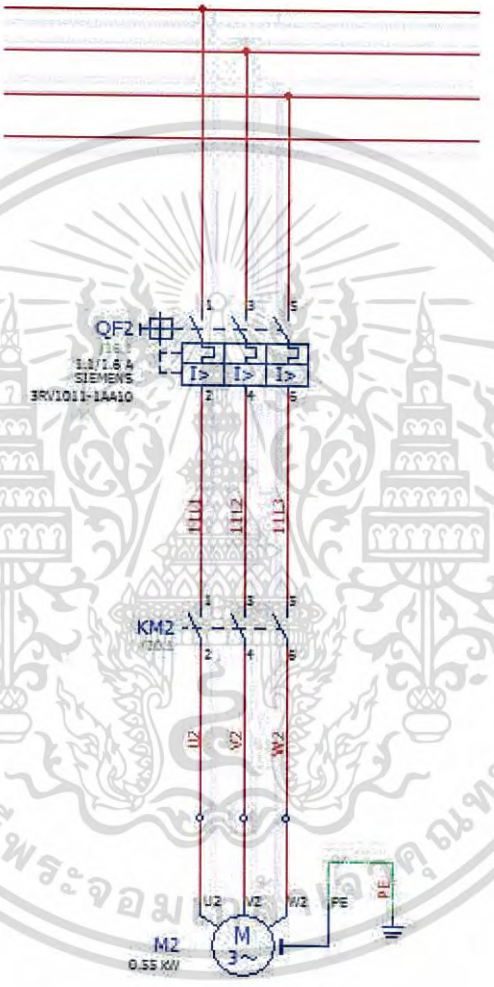


รูปที่ 3.3 ตัวอย่างวงจรไฟฟ้า

Sensor ที่เลือกใช้มี 2 ชนิดด้วยกันคือ Reed Switch และ Induction Proximity Sensor เหตุผลที่เลือกใช้ Reed Switch คือ เนื่องจากโครงสร้างเครื่องจักรจะเน้นใช้กระบอกสูบเป็นอุปกรณ์ส่งกำลัง และโครงสร้างของเครื่องจักรมีพื้นที่ว่างไม่มาก จึงไม่เหมาะกับการติดตั้ง Limit Switch จึงเลือกใช้งาน Reed Switch คู่กับกระบอกสูบชนิดมีแม่เหล็กภายใน และเหตุผลที่เลือกใช้ Induction Proximity Sensor คือ จากการศึกษาการทำงานของเครื่องจักร จะต้องมีการจับยึดชิ้นงานและชิ้นงานเป็นวัสดุเนื้อโลหะ ดังนั้นการใช้ Induction Proximity Sensor ตรวจจับชิ้นงานที่เป็นวัสดุเนื้อโลหะ จึงเป็นทางเลือกที่เหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อทราบอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ต้องใช้ จะต้องคำนวณ Load ในวงจรเพื่อนำไปคำนวณเลือกอุปกรณ์ตัดวงจรและสายไฟในวงจร ตัวอย่างเช่น Motor ที่ใช้ใน Milling Station เป็น Motor 3 เฟส ขนาดกำลัง 0.55 kW เมื่อต่อแบบ Y จะมีพิกัดกระแส 1.4 A แรงดัน 380 V ดังนั้นต้องเลือก Overload ที่มีพิกัดกระแสเท่ากับ 1.4 x 1.25 = 1.75 A ตัวอย่างการเลือกอุปกรณ์ตัดวงจรแสดงดังรูปที่ 3.4

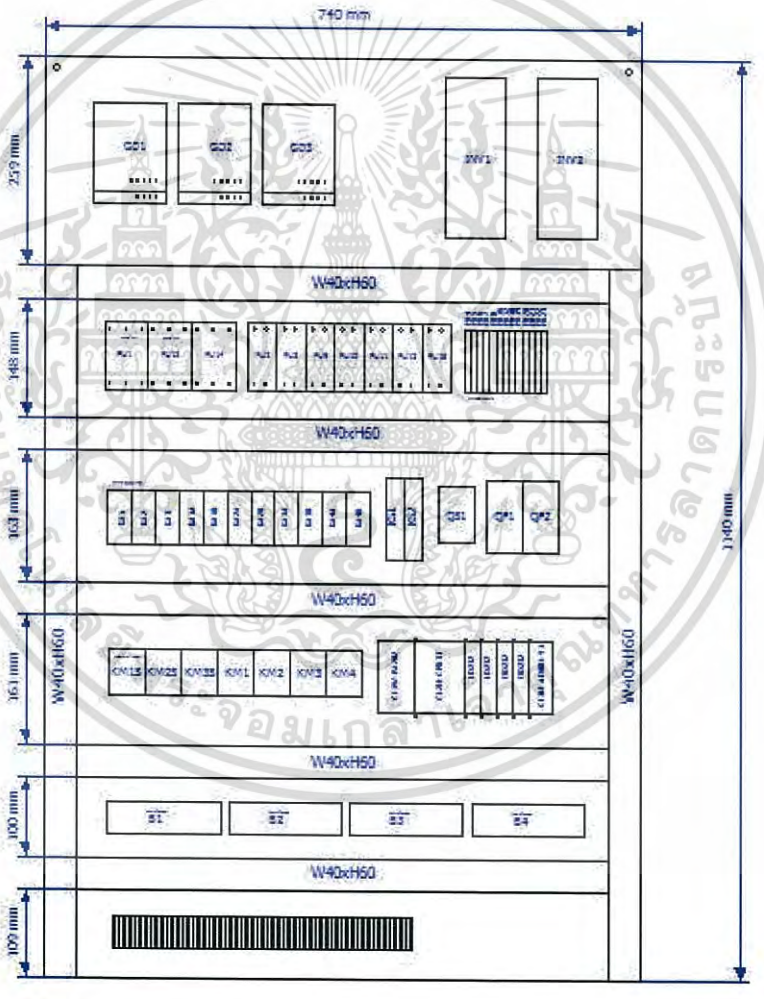


รูปที่ 3.4 การระบุพิกัดของอุปกรณ์ไฟฟ้าในแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 ออกแบบตู้ควบคุมไฟฟ้า

เมื่อแบบวงจรไฟฟ้าถูกตรวจสอบโดยบริษัทและอนุมัติจัดซื้ออุปกรณ์เรียบร้อย ขั้นตอนต่อไปคือการเขียนแบบ จัดวาง Layout ของอุปกรณ์ เพื่อเตรียมรอการนำอุปกรณ์มาติดตั้ง และเดินสายเข้าอุปกรณ์ โดยอุปกรณ์จะต้องมีระยะห่างจาก Wire Duct บนและล่างไม่น้อยกว่า 3 เซนติเมตร เพื่อให้ง่ายต่อการเข้าสายอุปกรณ์ อุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีอุณหภูมิสูงควรจัดวางไว้ใกล้กับพัดลมระบายความร้อน และอุปกรณ์ไฟฟ้าชนิดเดียวกันควรจัดวางไว้เป็นกลุ่มเดียวกัน เพื่อให้ง่ายต่อการเข้าสายตามแบบ และง่ายต่อการซ่อมบำรุง ส่วนเทอร์มินอลสำหรับเข้าสายของอุปกรณ์ไฟฟ้าภายนอกตู้ต้องอยู่ล่างสุด เพื่อให้ง่ายต่อการเข้าสายและเป็นระเบียบ แสดงดังรูปที่ 3.5

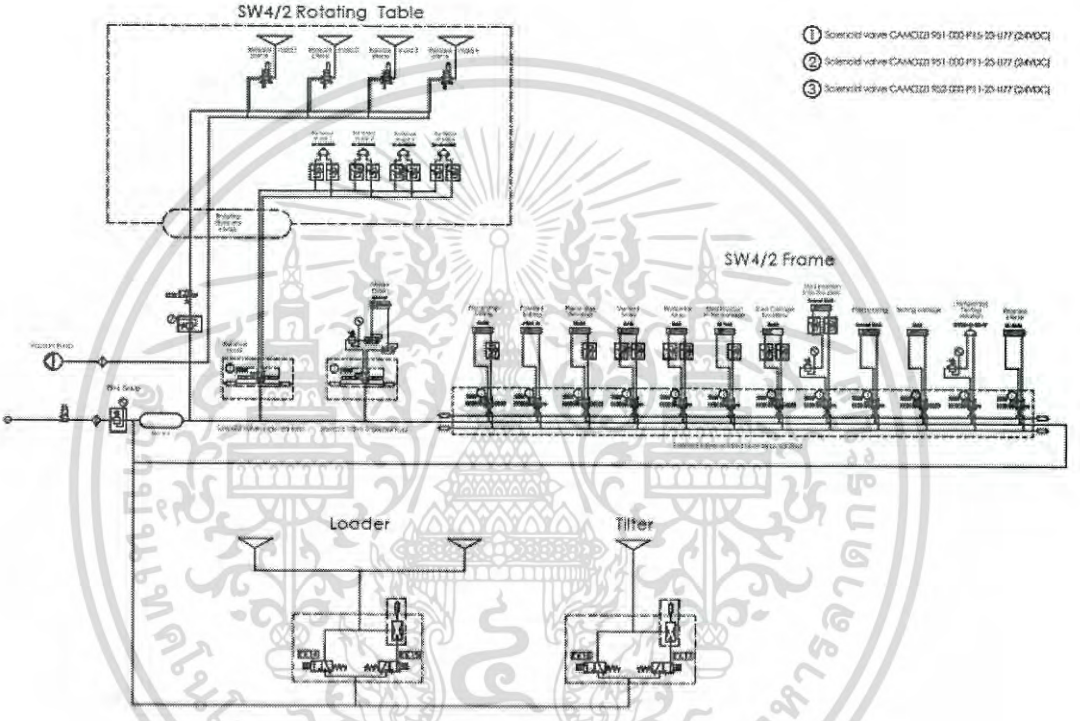


รูปที่ 3.5 Layout การวางอุปกรณ์ในตู้ควบคุมไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 ออกแบบวงจรนิวเมติกส์

เมื่อออกแบบส่วนต่างๆ วงจรไฟฟ้าและการติดตั้งอุปกรณ์ทางไฟฟ้าเสร็จ ขั้นตอนต่อไปของแผนงานคือการออกแบบวงจรนิวเมติกส์ โดยการดำเนินโครงงานนี้จะดำเนินการออกแบบวงจร เพื่อนำไปใช้ในการควบคุมลำดับการทำงานของเครื่องเชื่อมเม็ดสตัดเท่านั้น ซึ่งจะไม่รวมการเลือกชนิดและขนาดของอุปกรณ์นิวเมติกส์ให้เหมาะสมกับ Load ของงาน จากการศึกษาโครงสร้างของเครื่องเชื่อมเม็ดสตัดสามารถออกแบบวงจรนิวเมติกส์ได้ดังรูปที่ 3.6

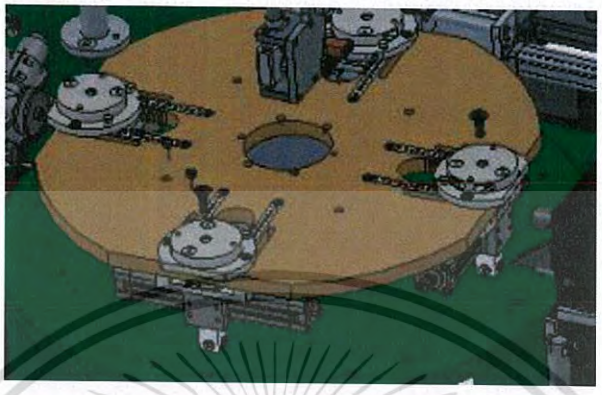


รูปที่ 3.6 แบบวงจรนิวเมติกส์

การออกแบบวงจรนิวเมติกส์นอกจากต้องพิจารณาลำดับการทำงานของอุปกรณ์แล้ว ยังต้องพิจาณาชนิดของ Load ลักษณะการทำงาน เพื่อป้องกันไม่ให้อุปกรณ์นิวเมติกส์หรือชิ้นส่วนของเครื่องจักรเสียหายได้ง่าย โดยผู้ดำเนินโครงงานต้องศึกษาด้วยว่าเหตุใดจึงเลือกใช้อุปกรณ์นิวเมติกส์ชนิดนั้นๆ ในงาน

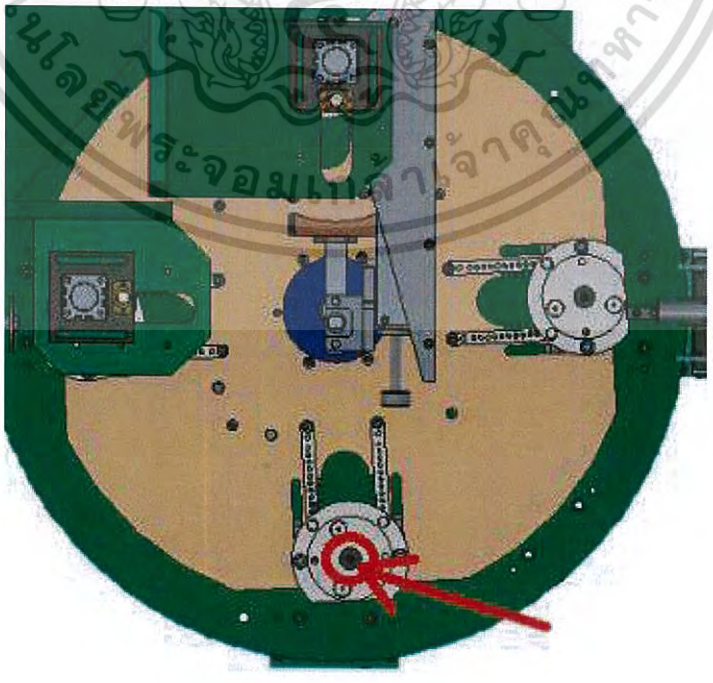
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในส่วนของโต๊ะงาน จะมี Mold สำหรับวางชิ้นงานโดยชิ้นงานจะต้องสามารถหมุนได้180 องศา เพื่อที่จะสามารถเชื่อมเม็ดสตัดสำหรับชิ้นงาน 2 หูได้ จึงต้องใช้ Rotary Cylinder ในการหมุน Mold โดยตำแหน่งติดตั้ง Rotary Cylinder บนเครื่องเชื่อมเม็ดสตัดแสดงดังรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.7 ตำแหน่งติดตั้ง Rotary Cylinder

ในการจับยึดชิ้นงานให้อยู่กับ Mold จะประกอบไปด้วยการใช้ลมดูดเพื่อดูดชิ้นงานให้ติดกับ Mold และการใช้กระบอกสูบกดยึดชิ้นงานให้ติดกับ Mold แต่เนื่องจากเครื่องจักรมีขนาดไม่ใหญ่มาก การใช้ Vacuum Generator จึงจะคุ้มค่าและเหมาะสมกว่าการใช้ Vacuum Pump โดยตำแหน่งรูลมที่ใช้ดูดยึดจับชิ้นงานแสดงดังรูปที่ 3.8



รูปที่ 3.8 ตำแหน่งรูลมที่ใช้ดูดชิ้นงานเข้ากับ Mold

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้กระบอกสูบกดชิ้นงานให้ติดกับ Mold เป็นการติดตั้งกระบอกสูบในแนวตั้ง จึงต้องมีการใช้วาล์วปรับอัตราการไหลทางเดียว (One Way Flow Control Valve) ต่อเข้ากับกระบอกสูบแบบ Meter - Out เพื่อป้องกันไม่ให้กระบอกสูบถูกน้ำหนักของ Load ที่ปลายเพลาดึงกระบอกสูบลงมา ลักษณะและตำแหน่งติดตั้งกระบอกสูบสำหรับจับยึดชิ้นงานแสดงดังรูปที่ 3.9

รูปที่ 3.9 แขนจับยึดชิ้นงาน

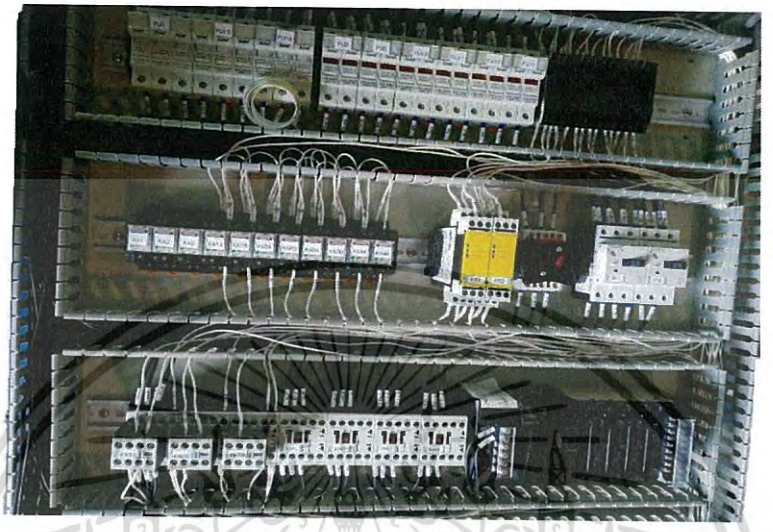
3.6 ติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าและเข้าสายอุปกรณ์

เมื่อตรวจสอบรายละเอียดของอุปกรณ์ไฟฟ้าว่าถูกต้องตามแบบวงจรไฟฟ้าเรียบร้อยแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าเข้าตู้ควบคุมไฟฟ้า และเข้าสายอุปกรณ์ไฟฟ้า แสดงบอร์ดอุปกรณ์ดังรูปที่ 3.10

รูปที่ 3.10 บอร์ดอุปกรณ์ไฟฟ้าเมื่อติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเข้าสายของอุปกรณ์จะต้องแยกฝั่งสาย Power กับสาย Control โดยจะมีลักษณะดังรูปที่ 3.11 เพื่อป้องกันความร้อนจากสาย Power รวมถึงสาย Control อาจได้รับสัญญาณรบกวนจากสาย Power ได้



รูปที่ 3.11 การแยกฝั่งของสาย Power กับสาย Control

ภาพรวมบอร์ดวงจรไฟฟ้าของตู้ควบคุมไฟฟ้าที่รอการนำสายจากอุปกรณ์ภายนอกมาเข้าสายที่ Terminal แสดงดังรูปที่ 3.12

รูปที่ 3.12 บอร์ดวงจรไฟฟ้าที่รอนำไปติดตั้งเข้ากับเครื่องจักร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.7 ประกอบโครงสร้างเครื่องจักร

ขั้นตอนประกอบโครงสร้างเครื่องจักร ทางบริษัท ไมเออร์ อินดัสตรีส์ จำกัด ได้มอบหมายให้พนักงานของทางบริษัทเป็นผู้ดำเนินการประกอบ โดยขั้นตอนนี้ผู้ดำเนินโครงงานจะมีหน้าที่ศึกษาโครงสร้างภายในขณะประกอบ เพื่อให้ทราบการทำงานอย่างละเอียดของแต่ละชิ้นส่วนในเครื่องจักร ตัวอย่างโครงอย่างของเครื่องเชื่อมเม็ดสตัดที่ถูกประกอบแสดงดังรูปที่ 3.13

รูปที่ 3.13 ตัวอย่างโครงสร้างเครื่องจักรที่ถูกประกอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

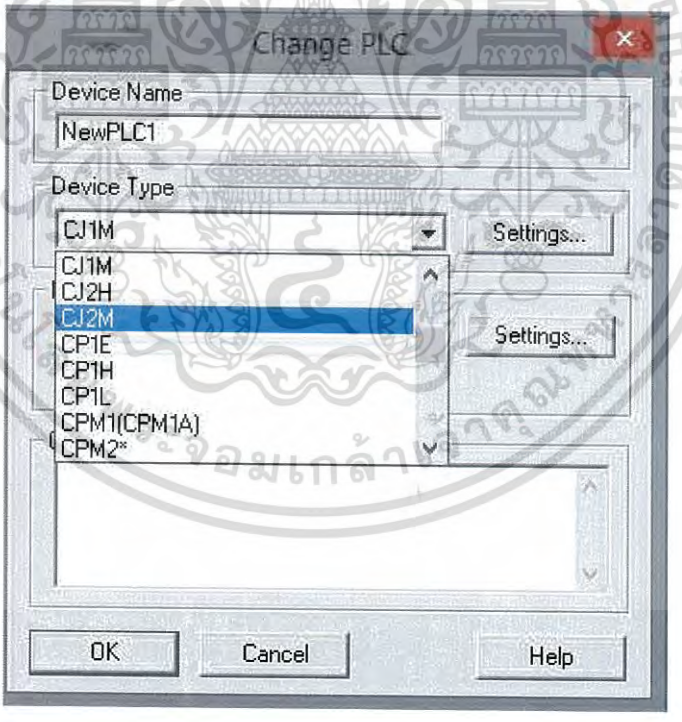
3.8 ออกแบบโปรแกรมควบคุมการทำงาน

เมื่อทราบลำดับการทำงานของเครื่องจักรดังที่แสดงตามรูปที่ ทำให้สามารถนำข้อมูลลำดับการทำงานมาเขียนโปรแกรมได้ โดยการออกแบบโปรแกรมควบคุมด้วย PLC ผู้ออกแบบเลือกใช้ Ladder Diagram เพื่อให้ง่ายต่อการออกแบบโปรแกรม นอกจากนี้ Ladder Diagram ยังเหมาะแก่การออกแบบโปรแกรมควบคุมที่มีการทำงานเป็นลำดับขั้นอีกด้วย ซึ่งการออกแบบโปรแกรมจะต้องคำนึงความปลอดภัยของผู้ที่ปฏิบัติงานเกี่ยวกับเครื่อง และคำนึงถึงความปลอดภัยของเครื่องจักรด้วย

3.8.1 การตั้งค่าโปรแกรม

เริ่มต้นต้องทำการตั้งค่าโปรแกรมก่อน โดยการเลือกรุ่น PLC, เลือกชนิดการเชื่อมต่อกับ PLC และเลือกโมดูล (Module) ที่ใช้ เพื่อที่จะสามารถเชื่อมต่อข้อมูลระหว่าง Software กับ PLC ได้โดยไม่เกิดข้อผิดพลาด

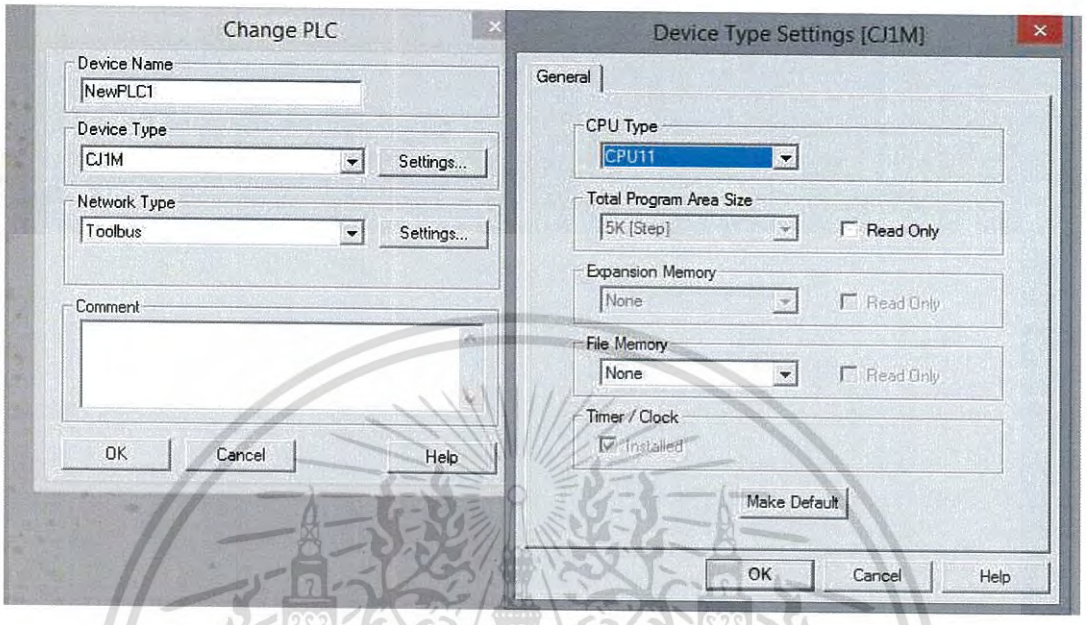
การเลือกรุ่น PLC และชนิดการเชื่อมต่อกับ PLC จะถูกบังคับให้เลือกเมื่อสร้าง Project ใหม่ โดยในช่อง Device Type จะเป็นรุ่น PLC ที่ต้องเลือก แสดงตัวอย่างดังรูปที่ 3.14



รูปที่ 3.14 วิธีการเลือกรุ่น PLC

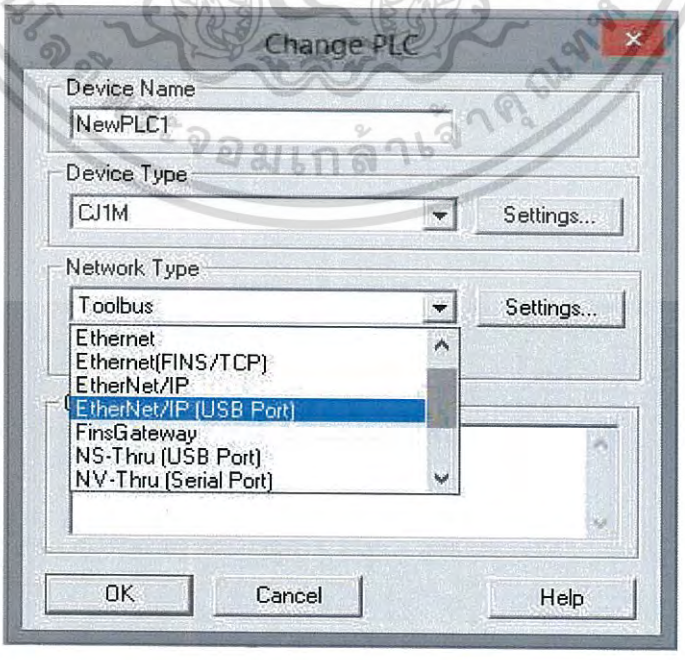
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อเลือก PLC แล้ว จะต้องเลือก CPU โดยกดเข้าไปที่ปุ่ม Setting ข้างช่อง Device Type แสดงตัวอย่างการเลือก CPU ดังรูปที่ 3.15



รูปที่ 3.15 วิธีการเลือก CPU

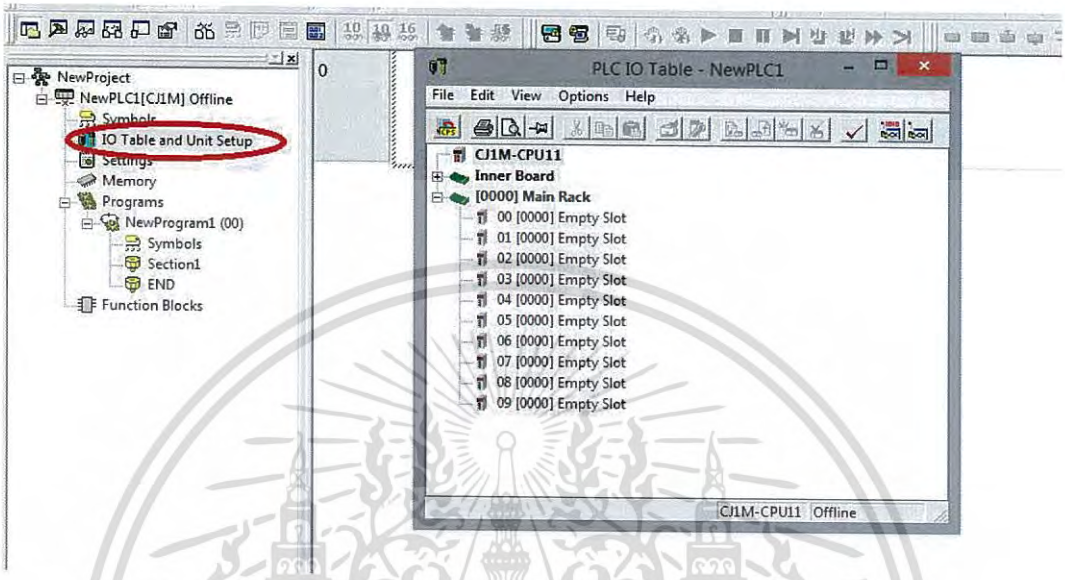
หลังจากเลือก PLC และ CPU จะต้องเลือกชนิดการเชื่อมต่อ โดยเลือกในช่อง Network Type แสดงตัวอย่างดังรูปที่ 3.16 เมื่อเลือกเสร็จเรียบร้อยจึงสามารถกดปุ่ม OK ได้



รูปที่ 3.16 วิธีการเลือกช่องทางเชื่อมต่อระหว่างโปรแกรมกับ PLC

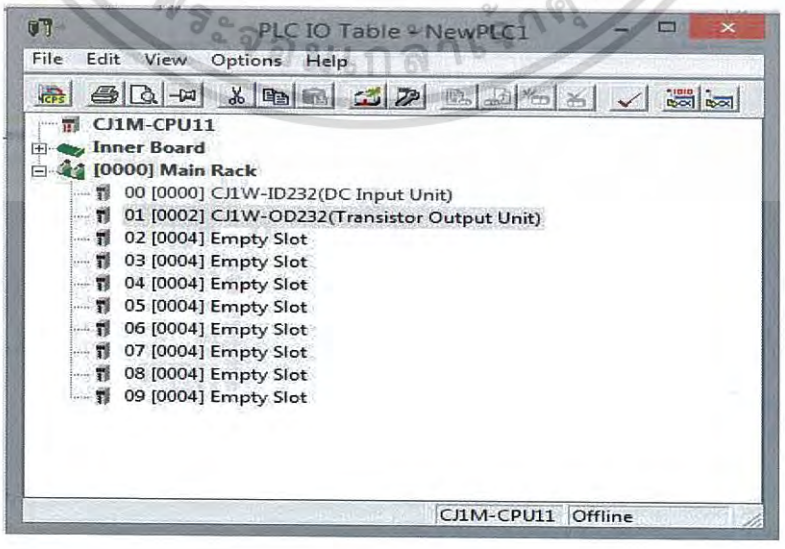
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หาก PLC รุ่นที่ใช้เป็นแบบโมดูล ก่อนที่จะเริ่มทำการเขียน Ladder จะต้องตั้งค่าโมดูลเพื่อจองตำแหน่ง Address ให้กับ PLC ก่อน โดย Double Clicks ไปที่ IO Table And Unit Setup ในส่วนของ Project Tree ดังแสดงในรูปที่ 3.17



รูปที่ 3.17 วิธีการเปิดหน้าต่าง PLC IO Table

เมื่อหน้าต่าง PLC IO Table ถูกเปิดขึ้นมา จะสามารถเลือกโมดูลได้โดย Double Clicks ที่ Empty Slot ใน Main Rack โดยจะต้องเริ่มกำหนดโมดูลที่ Unit 00 ก่อนเท่านั้น และการกำหนดโมดูล จะต้องกำหนดตามตำแหน่ง Hardware ห้ามสลับตำแหน่งโดยเด็ดขาด ซึ่ง Unit 00 จะเป็นตำแหน่งของโมดูลที่อยู่ติดกับ CPU แสดงตัวอย่างการเลือกโมดูลดังรูปที่ 3.18

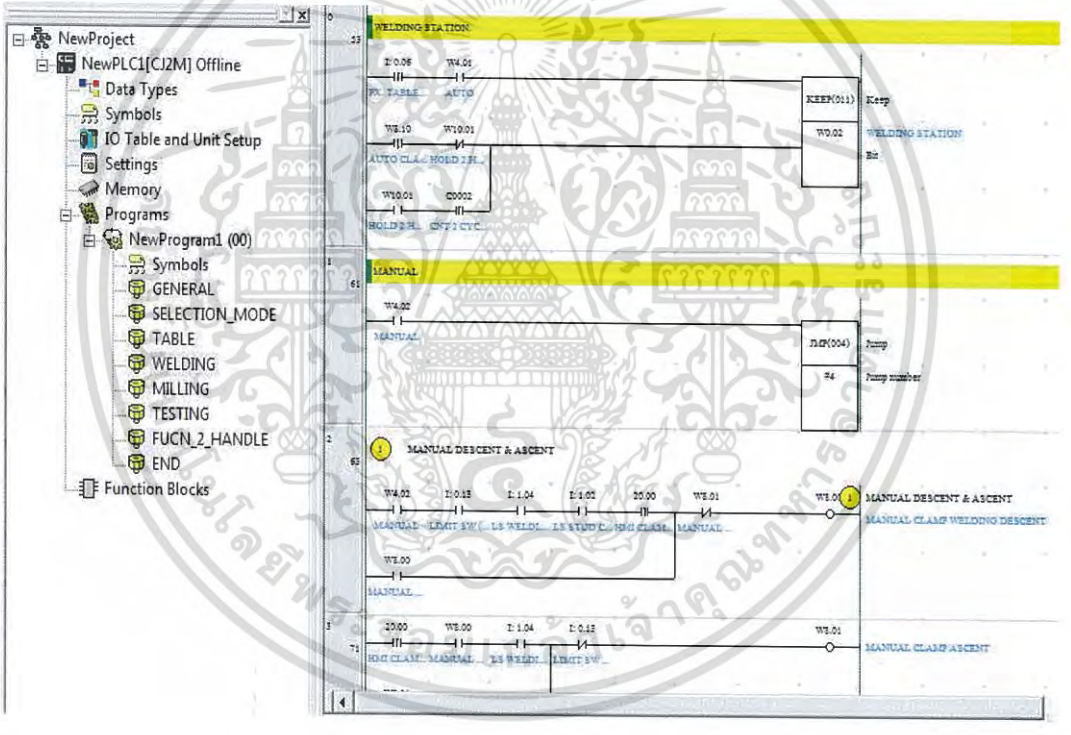


รูปที่ 3.18 วิธีการเลือก Module

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.8.2 การเขียนโปรแกรมควบคุม

เพื่อให้ง่ายต่อการเขียนโปรแกรมควบคุม รวมถึงการแก้ไขโปรแกรม ผู้ออกแบบจึงแบ่งโปรแกรมออกเป็น 4 ส่วนคือ 1. Table 2. Milling Station 3. Welding Station 4. Testing Station โดยจะออกแบบโปรแกรมที่มีลักษณะการทำงานคือ เมื่อเครื่องจักร Load/Unload โหลดชิ้นงานเข้าเครื่องเชื่อมเม็ดสตัด Table จะทำการหมุนก่อน จากนั้นจึงจะสั่งงานให้แต่ละ Station ทำงานพร้อมกัน โดยเป็นอิสระต่อกัน และเมื่อทุก Station ทำงานเสร็จ Table จะหมุนครั้งต่อไปเพื่อให้ชิ้นงานไปสู่ Station ต่อไป นอกจากนี้ผู้ออกแบบยังออกแบบโปรแกรมแบ่งออกเป็นส่วนที่ทำงานแบบ Manual และทำงานแบบ Auto การใช้งานระบบ Manual จะถูกใช้งานเมื่อต้องการ Set Up เครื่องจักรกรณีเปลี่ยนโมเดลของชิ้นงาน หรือใช้เมื่อต้องการทดสอบการทำงานแต่ละส่วนเพื่อหาข้อผิดพลาด ตัวอย่างโปรแกรมควบคุมที่ใช้ Ladder Diagram แสดงดังรูปที่ 3.19



รูปที่ 3.19 ตัวอย่างโปรแกรมควบคุมที่ใช้ Ladder Diagram

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.9 ออกแบบหน้าจอ Touch Screen (HMI)

ผู้ดำเนินโครงงานใช้หน้าจอ Touch Screen ในการสื่อสารระหว่างผู้ปฏิบัติงานกับโปรแกรมควบคุมเครื่องจักร หรือที่ถูกเรียกว่า HMI เพื่อช่วยให้การออกแบบวงจรไฟฟ้า รวมถึงการซ่อมบำรุงเครื่องจักรสะดวกขึ้น เพราะการใช้ HMI ไม่จำเป็นต้องใช้สายไฟต่อเข้ากับปุ่มต่างๆ เพื่อสั่งงานเครื่องจักรโดยตรง เนื่องจาก HMI จะทำงานสื่อสารกับโปรแกรม PLC ได้ ทำให้สามารถเขียนสั่งงาน Address ใน PLC ผ่านการกดสั่งงานที่หน้าจอได้โดยตรง

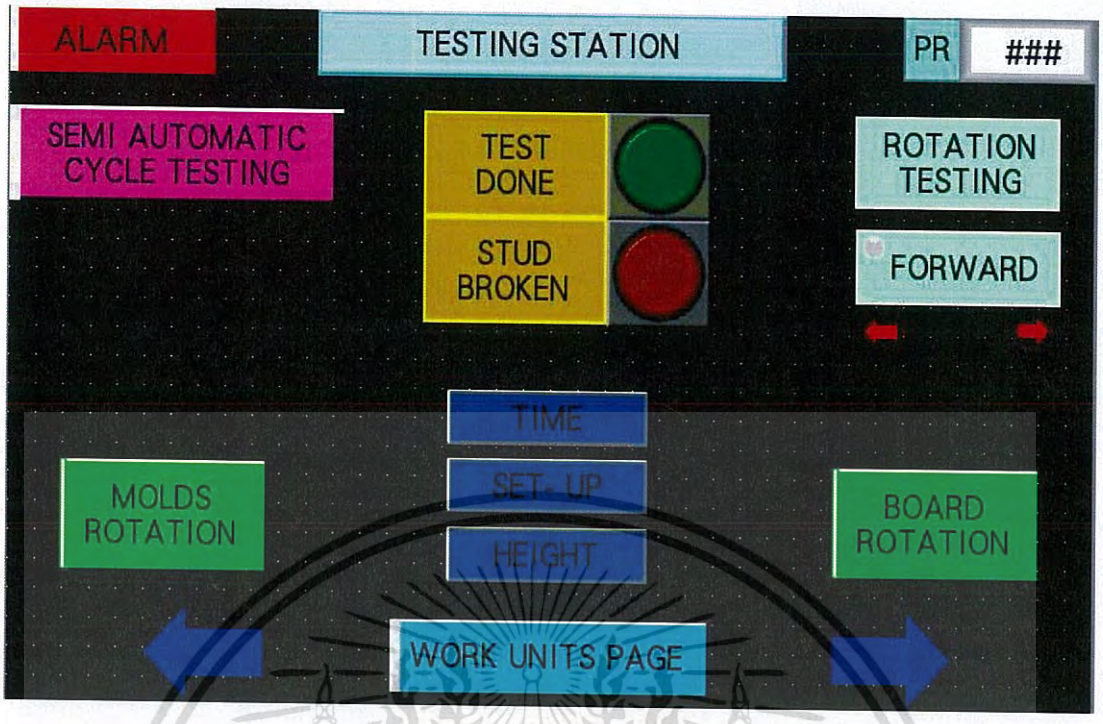
การเขียน HMI เพื่อเชื่อมต่อกับ PLC ผู้ใช้งานต้องเลือกใช้ Software ให้เหมาะสมกับ Hardware เพราะการจำกัดรุ่นในการสื่อสารระหว่างกัน โดยโครงงานนี้ใช้ Software คือ NB - Designer คู่กับจอ Touch Screen NB7W

ในการเขียนหน้าจอ Touch Screen จะต้องกำหนดการสื่อสารว่าจะสื่อสารกันผ่านทางช่องทางใด และสื่อสารกับ PLC รุ่นใด ดังแสดงตัวอย่างดังรูปที่ 3.20

รูปที่ 3.20 ตัวอย่างเลือกการเชื่อมต่อด้วย Serial Port

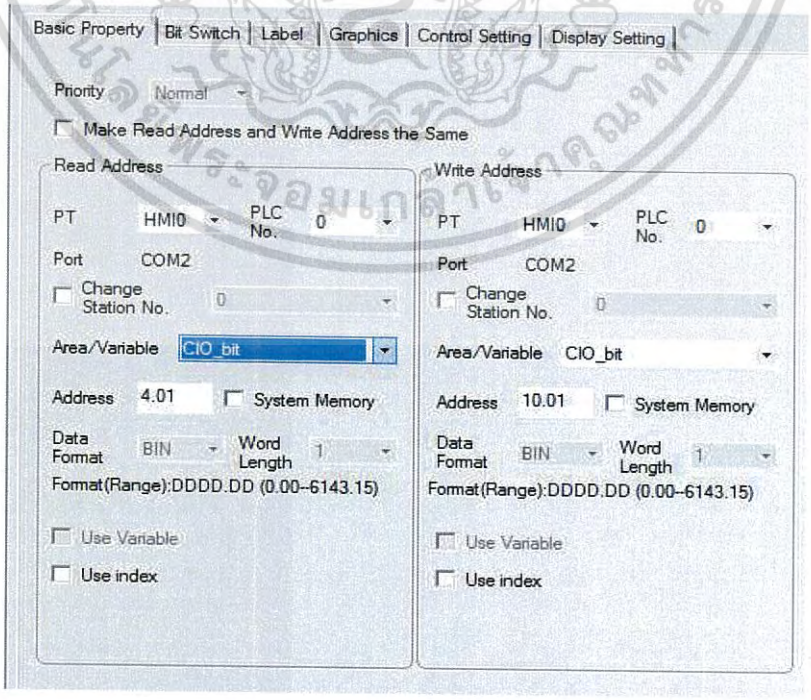
เมื่อเลือกการสื่อสารแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการออกแบบหน้าตาจอ Touch Screen โดยผู้ออกแบบจะต้องออกแบบให้เหมาะกับผู้ปฏิบัติงานเครื่องจักรนั้นๆ เช่น การออกแบบให้มีการอ่านเข้าใจง่าย ออกแบบให้มีลักษณะการแจ้งเตือนที่เด่นชัด แสดงตัวอย่างการออกแบบหน้าจอ Touch Screen ดังรูปที่ 3.21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.21 ตัวอย่างการออกแบบหน้าจอ Touch Screen

เมื่อทำการออกแบบหน้าจอ Touch Screen แล้ว จะต้องมีการกำหนด Address ระหว่างปุ่มสั่งงานบนหน้าจอกับ PLC เพื่อให้หน้าจอ Touch Screen สามารถสั่งงานไปยัง PLC ได้ ตัวอย่างการ Link Address แสดงดังรูปที่ 3.22



รูปที่ 3.22 วิธีการกำหนด Address

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการดำเนินโครงงาน

ในส่วนของผลการดำเนินโครงงานนี้ ผู้ดำเนินโครงงานจะกล่าวถึงผลการดำเนินงานที่ได้ในทุกขั้นตอน ซึ่งเป็นผลการดำเนินงานเมื่อสิ้นสุดระยะเวลาในการดำเนินโครงงานสหกิจ และจะกล่าวถึงปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการดำเนินงานรวมถึงวิธีการแก้ไขด้วย

4.1 โครงสร้างเครื่อง

ส่วนประกอบทางกลของเครื่องเชื่อมเม็ดสตัด ถูกดำเนินการประกอบไปเพียง 70 % ของทั้งหมด เนื่องจากระหว่างการดำเนินการ เกิดการเปลี่ยนแผนงานโดยเปลี่ยนรูปแบบส่วน Testing Station ชิ้นส่วนของส่วน Testing Station จึงต้องทำการออกแบบใหม่ ส่งผลให้ส่วนประกอบถูกส่งมาไม่ทันภายในระยะเวลาดำเนินโครงงาน นอกจากนี้ยังเกิดข้อผิดพลาดทางด้านการจัดซื้ออุปกรณ์นิวเมติกส์ รวมถึงมีช่วงระยะเวลาที่บริษัทขายอุปกรณ์นิวเมติกส์ที่ตกลงซื้อขายกับบริษัท ไมเออร์ อินดัสตรีส์ จำกัด ได้ปิดปรับปรุง การจัดซื้อจึงออกใบสั่งซื้อได้ในกลางเดือนตุลาคม อุปกรณ์นิวเมติกส์จึงส่งมาไม่ทันภายในระยะเวลาดำเนินโครงงานเช่นกัน ส่งผลให้อุปกรณ์นิวเมติกส์ทั้งหมดยังไม่ได้ติดตั้งเข้ากับเครื่องจักร

โครงสร้างเครื่องเชื่อมเม็ดสตัดในส่วนที่ดำเนินการประกอบเครื่องจักรเสร็จเรียบร้อยแล้ว แสดงดังรูปที่ 4.1, รูปที่ 4.2 และรูปที่ 4.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.1 Milling Station

รูปที่ 4.2 Welding Station

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.3 Table

4.2 ส่วนประกอบทางไฟฟ้า

ผลการดำเนินงานในด้านส่วนประกอบทางไฟฟ้าสำเร็จไป 90 % คือสามารถติดตั้งตู้ควบคุมไฟฟ้า และตู้เชื่อมไฟฟ้าเข้ากับเครื่องจักร ดังแสดงในรูปที่ 4.4 และรูปที่ 4.5 ในส่วนที่ยังดำเนินการไม่เสร็จจะเป็นส่วนที่ต้องติดตั้งหลังอุปกรณ์นิวเมติกส์ เช่น Sensor และสายสัญญาณสั่งการควบคุมส่วนต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.4 ตำแหน่งยึดตู้ควบคุมไฟฟ้าเข้ากับเครื่องเชื่อมเม็ดสตัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.5 ตำแหน่งยึดตู้เชื่อมไฟฟ้าเข้ากับเครื่องเชื่อมเม็ดสตัด

4.3 ผลการทดสอบโปรแกรม

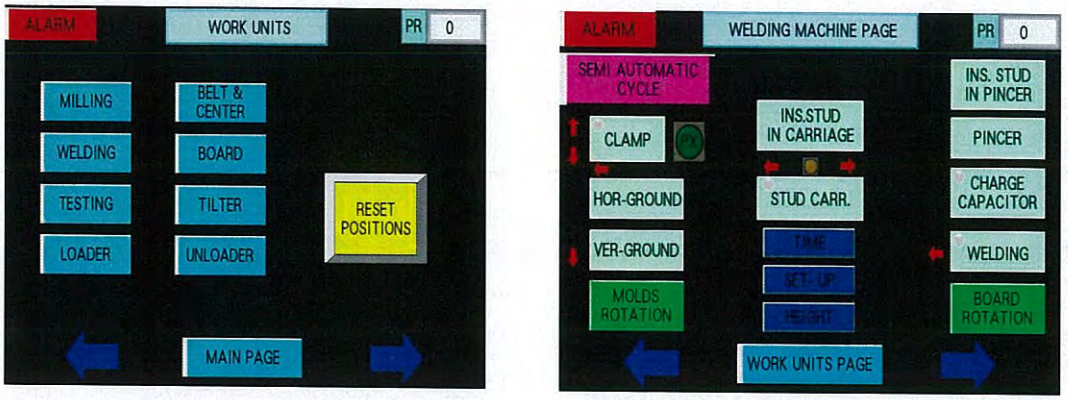
เนื่องจากโครงสร้างเครื่องเชื่อมเม็ดสตัดยังไม่สำเร็จ การทดสอบโปรแกรมกับเครื่องจึงไม่สามารถทำได้ ผู้ดำเนินการจึงทำการทดสอบโดยการจำลองการทำงานในโปรแกรม เพื่อบันทึกผลว่าสามารถนำโปรแกรมที่เขียนขึ้นมานี้ไปใช้งานได้หรือไม่

4.3.1 การเชื่อมต่อ HMI กับ PLC

การเชื่อมต่อ HMI เข้ากับ PLC จะทำการทดสอบโดยเชื่อมต่อหน้าจอ Touch Screen เข้ากับ PLC ที่ทำการเขียนโปรแกรมลงไป โดยจะทดสอบว่า HMI ที่ถูกเขียนขึ้น สามารถเชื่อมต่อ Address กับ PLC ได้อย่างถูกต้องหรือไม่

ผลการทดสอบคือ เมื่อกดสั่งงาน Touch Screen ให้เปลี่ยนไปยังหน้าต่างต่อไป สามารถทำงานได้อย่างถูกต้อง ดังแสดงในรูปที่ 4.6

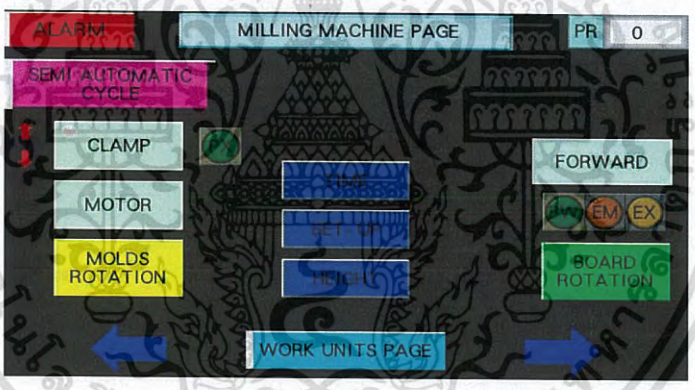
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



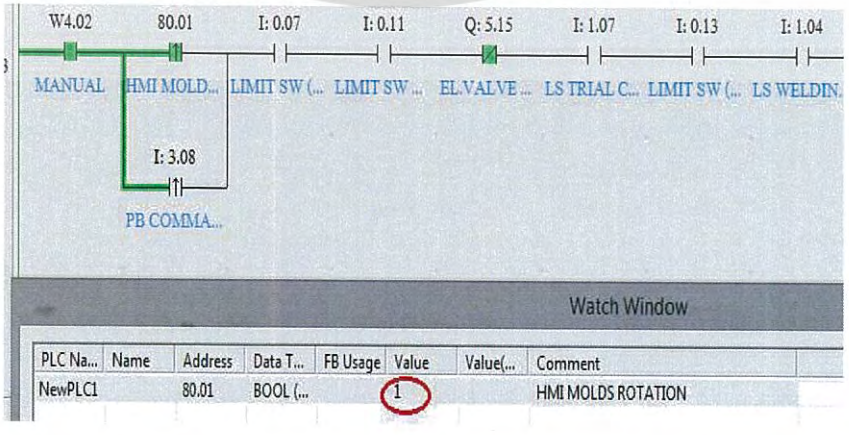
(ก) ก่อนกดปุ่ม WELDING **(ข)** หลังกดปุ่ม WELDING

รูปที่ 4.6 การกดปุ่มสั่งเปลี่ยนหน้าต่างไปยัง WELDING PAGE

ในส่วนของการเชื่อมต่อ Address ระหว่าง HMI กับ PLC สามารถเชื่อมต่อกันได้อย่างถูกต้อง แสดงดังรูปที่ 4.7 และ 4.8



รูปที่ 4.7 การกดสั่งงาน HMI ให้ Mold หมุน



รูปที่ 4.8 เมื่อกดสั่งงาน HMI ทำให้ Address 80.01 เปลี่ยน Value เป็น 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.2 การทดสอบโปรแกรมควบคุมลำดับการทำงาน

ผลการทดสอบโปรแกรมควบคุมลำดับการทำงาน ผู้ดำเนินโครงงานทดสอบผ่านการจำลองในโปรแกรมเท่านั้น โดยจะทดสอบไล่ลำดับการทำงานของ I/O ต่างๆ ของ PLC ว่าทำงานเป็นลำดับตามที่เครื่องจักรต้องทำงานหรือไม่

จากการทดสอบโปรแกรมควบคุมลำดับการทำงานผู้ดำเนินโครงงานพบว่า โปรแกรมสามารถสั่งงาน Address ต่างๆ ให้มีการทำงานตามลำดับได้อย่างถูกต้องตามที่ผู้ดำเนินโครงงานวางลำดับการทำงานไว้ แต่เนื่องจากเป็นการทดสอบผ่านการจำลองในโปรแกรมเท่านั้น จึงไม่สามารถบันทึกผลได้ว่าโปรแกรมควบคุมลำดับการทำงานสามารถสั่งงานเครื่องเชื่อมเม็ดสตัดให้ทำงานได้อย่างถูกต้องสมบูรณ์ เพราะอาจมีปัจจัยเพิ่มเติมจากการทำงานจริงที่ต้องนำมาพิจารณาเพื่อปรับค่าใหม่ เช่น ค่า Timer ของการสั่งหมุน Mold ที่ต้องพิจารณาจากความฝืดของ Mold เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลและข้อเสนอแนะ

จากการดำเนินโครงงานและบันทึกผลในแต่ละขั้นตอน ผู้ดำเนินโครงงานจะกล่าวถึงผลสรุปทั้งหมดของโครงงานเครื่องเชื่อมเม็ดสตัด รวมถึงข้อเสนอแนะในการทำงานและการร่วมงานกับผู้อื่น ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญในการดำเนินงานทุกๆ งาน

5.1 สรุปผลการดำเนินโครงงาน

รายงานฉบับนี้ได้นำเสนอการออกแบบเครื่องเชื่อมเม็ดสตัด (Stud Welding Machine) ซึ่งใช้ในการเชื่อมเม็ดสตัดเข้ากับตัวหม้อหรือกระทะ เพื่อใช้สำหรับขันยึดด้าม โดยมีวัตถุประสงค์ในการแก้ไขปัญหาเรื่องความปลอดภัยสำหรับพนักงาน และเพิ่มอัตราการผลิต

จากการทำโครงงานเครื่องเชื่อมเม็ดสตัด (Stud Welding Machine) จะเห็นว่าการออกแบบวงจรไฟฟ้าและวงจรนิวเมติกส์ ผ่านการอนุมัติจากทางบริษัท ไมเออร์ อินดัสตรีส์ จำกัด และทำการติดตั้งในส่วนอุปกรณ์ทางไฟฟ้าเรียบร้อยแล้ว ในส่วนของอุปกรณ์นิวเมติกส์พบปัญหาการจัดซื้อและจัดส่ง ก่อให้เกิดปัญหาในด้านจัดส่งอุปกรณ์มาติดตั้งไม่ทันภายในระยะเวลาดำเนินโครงงาน ผลที่ตามมาคือไม่สามารถประกอบเครื่องเชื่อมเม็ดสตัด (Stud Welding Machine) ให้เสร็จสมบูรณ์ได้ รวมถึงต้องทำการทดสอบโปรแกรม ควบคุมผ่านทางการจำลองโปรแกรมเท่านั้น เนื่องจากไม่สามารถทดสอบโปรแกรมควบคุมการทำงานของเครื่องจักรที่หน้างานได้

การออกแบบเครื่องเชื่อมเม็ดสตัด (Stud Welding Machine) ได้รับการอนุมัติ และประกอบเครื่องจักรสำเร็จไป 70 % เนื่องจากขอบเขตของโครงงานเกินระยะเวลาในการดำเนินงาน ในส่วนของการทดสอบโปรแกรมผ่านการจำลองโปรแกรม พบว่าสามารถควบคุมลำดับการทำงานของเครื่องจักรเป็นไปตามที่ออกแบบไว้ แต่เนื่องจากไม่สามารถทดสอบโปรแกรมกับเครื่องเชื่อมเม็ดสตัด (Stud Welding Machine) ในการทำงานจริงได้ จึงไม่สามารถสรุปได้ว่าการออกแบบโปรแกรมควบคุมลำดับการทำงานสามารถควบคุมเครื่องเชื่อมเม็ดสตัด (Stud Welding Machine) ได้อย่างสมบูรณ์

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. การดำเนินงานทุกๆ งาน ต้องมีการวางแผนการดำเนินงานเผื่อระยะเวลาไว้ เนื่องจากอาจเกิดปัญหาในการดำเนินงานที่ทำให้ใช้ระยะเวลาในการดำเนินงานมากขึ้น

2. ควรสื่อสารงานให้เข้าใจภายในการมอบหมายงาน หากสงสัยหรือไม่มั่นใจในงานที่ได้รับมอบหมายต้องสอบถามให้เข้าใจและชัดเจน เพื่อไม่ให้เกิดการทำงานที่ผิดพลาด ซึ่งจะส่งผลให้เกิดปัญหาต่างๆ ตามมาภายหลัง

3. ทักษะการสื่อสารเป็นสิ่งสำคัญที่ไม่ควรมองข้าม เนื่องจากหาเรามอบหมายงานให้ผู้อื่นดำเนินงานโดยขาดทักษะการสื่อสารที่ดี อาจทำให้งานที่ได้รับไม่ตรงตามที่เราต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] กรมโยธาธิการและผังเมืองกระทรวงมหาดไทย. 2551. **มาตรฐานงานติดตั้งไฟฟ้าทั่วไป**. สำนักวิศวกรรมโครงสร้างและงานระบบ. กรุงเทพฯ. หน้า 34.

[2] บจก. นิวเมติก ดอทคอม (ประเทศไทย). 2556. **ภาษาที่ใช้ในการเขียนโปรแกรม PLC** [ออนไลน์]. แหล่งที่มา : http://นิวเมติก.com/plc-programing/ [7 ธันวาคม 2559].

[3] บริษัท คอมโพแม็ก จำกัด. **เซนเซอร์ Sensor** [ออนไลน์]. แหล่งที่มา : http://www.compomax.co.th/products/sensors [6 ธันวาคม 2559].

[4] บริษัท นิวม่า ซิสเต็มส์ จำกัด. **ท่อลมอ่อนสำหรับระบบลมหรือระบบนิวแมติก** [ออนไลน์]. แหล่งที่มา : http://www.pneuma.co.th/ customize-สายลมโพลียูรีเทน(สายลมพียู)สายลมไนล่อนพีอีเทปล่อนสายลม [6 ธันวาคม 2559].

[5] บริษัท นิวแม็ก จำกัด. **Flow Control–การติดตั้งตัวปรับความเร็วในวงจรไฮดรอลิค** [ออนไลน์]. แหล่งที่มา : http://www.pneumax.co.th/Article/Flow-Control.php [8 ธันวาคม 2559].

[6] บริษัท Energy Scope. **HMI Programming** [ออนไลน์]. แหล่งที่มา : http://www.energyscopethai.com/hmi-programming [9 ธันวาคม 2559].

[7] สัญลักษณ์และการคำนวณหาขนาดของสายไฟฟ้าและอุปกรณ์ป้องกัน [ออนไลน์]. แหล่งที่มา : http://202.129.59.73/tn/motor10-52/motor12.htm [6 ธันวาคม 2559].

[8] PNEU AND HYD CO.,LTD. **อุปกรณ์นิวเมติกส์ (PNEUMATIC COMPONENT)** [ออนไลน์]. แหล่งที่มา : http://www.pneu-hyd.co.th/บทความ-นิวเมติกส์-ไฮดรอลิก/406-pneumatic.html [7 ธันวาคม 2559].

[9] STAR CIRCUIT LIMITED PARTNERSHIP. **PLC เบื้องต้น** [ออนไลน์]. แหล่งที่มา : http://www.star-circuit.com/article/main.html [8 ธันวาคม 2559].

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

รูปที่ ก.1 เม็ดสตัดที่ถูกเชื่อมเข้ากับผลิตภัณฑ์

รูปที่ ก.2 ตัวอย่างด้ามที่ใช้สกรูขันเข้ากับเม็ดสตัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

No.	Item Num.	Description	Model	Qty./MC
1	02-EGE-BREAKER03	TELEMECANIQUE Breaker 3P 380-400Vac Switch 32A	VCF-1	1
2	02-EGE-BREAKER04	TELEMECANIQUE Shaft with Zero-Position	VZ-17	1
3	02-EGE-POWERSUPPLY12	SIEMENS SitopPowerSupply I/P3x400-500vacO/P24vdc10A	6EP1 334-3BA00	3
4	02-EGE-FUSEBOX02	TEND Fuse Box 2P TFBR-322	TFBR-322	12
5	02-EGE-FUSEBOX03	TEND Fuse Box 3P TFBR-323	TFBR-323	2
6	02-EGE-NOISEFILTER02	OKAYA Noise filter Single-phase 100/200VAC (5A)	SUP-EK5-ER-6	3
7	02-EGE-BREAKER46	SIESMENS Sirius3R MotorCircuitBreaker2.2kw,4.5-6.3A	3RV1011-1GA10	1
8	02-EGE-BREAKER80	SIESMENS Sirius3R MotorCircuitBreaker0.55kw,1.1-1.6A	3RV1011-1AA10	1
9		Soft Start		2
10	02-SVD-SERVODRIVE07	OMRON Servo Drive 750 W	R88D-KT08H	3
11	02-SVMT-SERVOMOTOR11	OMRON Servomotor 750W without brake	R88M-K75030H-S2	2
12	02-SVMT-SERVOMOTOR12	OMRON Servomotor 750w brake	R88M-K75030H-BS2	1
13	02-CB-SERVOMOTOR04	OMRON Servomotor Cable without Brake	R88A-CAKA005S	3
14	02-CB-SERVOMOTOR06	OMRON Servomotor Brake Cable	R88A-CAKA005B	1
15	02-CB-ENCODER02	OMRON Encoder Cable	R88A-CRKA005C	3
16	02-EGE-TERMINAL28	WIELAND FuseBlock Terminal with LED 12-24Vdc0.5-4sq.mm	57.904.5555.0	20
17	02-ERL-RELAY24	SIEMENS Safety relay with relay enableing circuits	3TK2821-1CB30	2
18	02-PLC-OMRON43	OMRON Programmable Terminal NB Series 7"	NB7W-TW00B	1
19	02-PLC-OMRON25	OMRON Option board RS-232C	CP1W-CIF01	1
20	02-PLC-OMRON17	OMRON Power supply unit	CJ1W-PA202	1
21	02-PLC-OMRON38	OMRON CJ2M CPU Unit(Buitl-in EtherNet/IP)	CJ2M-CPU33	1
22	02-PLC-OMRON18	OMRON CJ1W-ID232 input unit 32 inputs	CJ1W-ID232	2
23	02-PLC-OMRON21	OMRON CJ1W-OD232 output unit 32 outputs	CJ1W-OD232	2
24	02-PLC-OMRON02	OMRON Position control 4axes CJ1W-NC413	CJ1W-NC413	1
25	02-PLC-OMRON56	OMRON Analog input 8 inputs	CJ1W-AD081-V1	1
26	02-EGE-TERMINAL23	OMRON Connector-terminal block conversion unit	XW2D-40G6	4
27	02-CB-CONTROL51	OMRON Connector Cable 2M	XW2Z-200K	4
28	02-CB-POSITION03	OMRON Cable Position Control Unit	XW2Z-100J-A15	2
29	02-ERL-RELAYUNIT01	OMRON Servo relay unit 2 axis	XW2B-40J6-2B	2
30	02-CB-POSITION04	OMRON Cable to Servo Drive	XW2Z-200J-B25	4
31	02-EGE-FAN03	TAMCO Fan Unit with Air Filter 130x130 mm.220 Vac	VF-130	1
32	02-ERL-RELAY09	OMRON Relay MY2N 24 VDC	MY2N	20
33	02-ERL-SOCKET05	OMRON Socket relay for MY2N	PYF08A-E	20
34	02-EGE-MAGNETIC19	SIEMENS Sirius 3R Contactor 4kw 24vdc Aux 1 NO	3RT1016-1BB41	6
35	02-CB-CONTROL47	LAPP KABLE H05V-K 1x0.5 sq.mm. white	45100513	200

รูปที่ ก.3 รายการอุปกรณ์ไฟฟ้าที่จัดซื้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

รูปที่ ข.1 การมาประเมินผลของอาจารย์นิเทศ ณ Meyer Industries Ltd.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้จัดทำ

นายกิจฐิภัส จันทร์ชัยธนาธิป

เกิดวันที่ 2 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2539

ประวัติการศึกษา : สำเร็จการศึกษามัธยมศึกษาจากโรงเรียนวัดราชบพิธ จังหวัดกรุงเทพมหานครฯ เข้าศึกษาที่คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า–เจ้าคุณทหารลาดกระบัง ในปี พ.ศ.2556

ที่อยู่ : 57/78 หมู่ 8 ตำบลนาเกลือ อำเภอพระสมุทรเจดีย์ จังหวัดสมุทรปราการ 10290

เบอร์โทรศัพท์ : 08-4973-9971

E-mail : kitthipatc@gmail.com

ความสามารถทางด้านโปรแกรมคอมพิวเตอร์ : Microsoft Office, Solid Work, CX-Program, Eplan, NB - Designer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้