รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

เครื่องพิมพ์ลายเครื่องครัว

INLINE SILKSCREEN MACHINE

อภิชญา ปัญญาบารมี

ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2559

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

T148510

รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

เครื่องพิมพ์ลายเครื่องครัว

INLINE SILKSCREEN MACHINE

อภิชญา ปัญญาบารมี

ส.ม.
ว2497ก
2559
ตท.หมู่.....
เลขทะเบียน 148510
วัน.เดือน.ปี 30 มี.ค. 2560
b00266865
.b.12870973
.i.....

ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2559

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงงาน	เครื่องพิมพ์ลายเครื่องครัว (Inline Silkscreen Machine)
นักศึกษา	นางสาวอภิชญา ปัญญาบารมี
ภาควิชา	วิศวกรรมการวัดและควบคุม
อาจารย์นิเทศ	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นพดล มณีรัตน์
ผู้นิเทศงาน	นายกิตติพร ฉวีพัฒน์
สถานประกอบการ	บริษัท ไมย์เออร์ อินดัสตรีส์ จำกัด

บทคัดย่อ

โครงงานนี้นำเสนอเกี่ยวกับขั้นตอนการออกแบบ และผลิตเครื่องพิมพ์ลายเครื่องครัว (Inline Silkscreen Machine) ของบริษัท ไมย์เออร์ อินดัสตรีส์ จำกัด ซึ่งทางบริษัทได้มีความต้องการผลิตเครื่องพิมพ์ลายเครื่องครัวเพิ่มจากเดิมที่มีเพียง 1 เครื่อง เพื่อใช้สำหรับการปฏิบัติงานพิมพ์ลายเครื่องครัวในสายการผลิตควบคู่กับสายพานลำเลียง ภายในสายการผลิตของทางบริษัทแทนการใช้แรงงานคนในการพิมพ์ลาย และช่วยลดระยะเวลาในขั้นตอนการผลิต เครื่องจักรที่จะจัดทำขึ้นใหม่ในโครงงานนี้ จะเป็นเครื่องจักรที่ได้รับการออกแบบ แก้ไข และพัฒนาจุดบกพร่องในเครื่องจักรเดิมที่มีปัญหาทางด้านความไม่แม่นยำในการยึดจับ Spindle สำหรับวางชิ้นงาน มีผลให้มีชิ้นงานที่ไม่ได้รับการพิมพ์ลายเกิดในขั้นตอนการผลิต

ผลของการดำเนินงานในช่วงระยะเวลาสหกิจศึกษาของผู้จัดทำโครงงานแล้วเสร็จไปแล้ว 80 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากปัญหาทางด้านระยะเวลาในการจัดซื้อ และขึ้นรูปชิ้นส่วนของเครื่องจักรบางชิ้นส่วน ส่งผลให้การดำเนินงานมีความล่าช้าออกไป จากปัญหาที่เกิดขึ้นทำให้โครงงานนี้ผู้จัดทำโครงงานไม่สามารถทดลองโปรแกรมสำหรับควบคุมการทำงานของเครื่องจักรได้ เพราะเป็นขั้นตอนสุดท้ายของการดำเนินงานทั้งหมด ซึ่งจะสามารถดำเนินการได้ก็ต่อเมื่อเครื่องจักรได้รับการประกอบชิ้นส่วนเสร็จสิ้น

คำสำคัญ: เครื่องพิมพ์ลายเครื่องครัว, การพิมพ์ลาย, Spindle

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Project Title	Inline Silkscreen Machine
Student	Ms. Apitchaya Panyabaramee
Department	Instrumentation and Control Engineering
Advisor	Asst. Prof. Dr. Nopapadol Maneerat
Mentor	Mr. Kittiporn Chaweepat
Company	MEYER INDUSTRIES LIMITED

ABSTRACT

The propose of this Thesis is to demonstrate the method of designing and assembling the Inline Silkscreen machine for Meyer Industries Co,. Ltd in order to increase the quantity of machine in production line for operating in silk-screening kitchenware section instead of man-power and reduce the duration of producing process. The new Inline Silkscreen machine in this project is the improvement of the previous machine design due to the less accuracy in clamping spindles which cause of miss-screening products.

The Inline Silkscreen machine in this project is only 80 percents complete because of the delay in purchasing of mechanical parts process. The effect of delay make it unable to test the program that control the machine which is the last process after assembly all parts.

Keyword: Inline Silkscreen Machine, Screening, Spindle

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำรายงานฉบับนี้และการศึกษาวิชาสหกิจศึกษา ได้รับความอุเคราะห์ช่วยเหลือเป็นอย่างดียิ่งจากบริษัท ไมย์เออร์ อินดัสตรีส์ จำกัด ทางผู้จัดทำขอขอบพระคุณ คุณกิตติพร ฉวีพัฒน์ ผู้นิเทศงานและบุคคลากรแผนกออโตเมชัน และผู้ที่เกี่ยวข้องในบริษัท ไมย์เออร์ อินดัสตรีส์ จำกัด ที่ได้มอบประสบการณ์การทำงาน การอบรม แนะนำ และข้อคิดเห็นต่างๆ รวมทั้งการดูแลเป็นอย่างดีตลอดระยะเวลาของการศึกษาวิชาสหกิจ ณ บริษัทแห่งนี้

ขอขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษาวิชาสหกิจศึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นพดล มณีรัตน์ อาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ได้ให้คำปรึกษา คำแนะนำ และวิธีการแก้ปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นจากการดำเนินงานสหกิจศึกษาจนสามารถสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี รวมทั้งกรุณาช่วยตรวจทาน แก้ไขรายงานให้มีความถูกต้องสมบูรณ์เพิ่มขึ้นอีกด้วย

อภิชญา ปัญญาบารมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II
กิตติกรรมประกาศ II
สารบัญ IV
สารบัญรูป VI
สารบัญตาราง IX
บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงงาน 1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน 1
1.3 ขอบเขตของโครงงาน 1
1.4 วิธีการดำเนินโครงงาน 2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 4
2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 4
2.1.1 PLC (Programmable Logic Control) 4
2.1.2 HMI (Human Machine Interface) 16
2.1.3 เซอร์โวมอเตอร์ (Servo Motor) และเอ็นโคดเดอร์ (Encoder) 19
2.1.4 หลักการเขียนแบบวงจรควบคุม 27
2.1.5 การคำนวณทางไฟฟ้า 31
2.1.6 โฟโตเซนเซอร์ (Photo Sensor) 34
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน 39
3.1 การวางแผนการดำเนินงาน 39
3.2 การศึกษาโครงสร้างและการทำงานของเครื่องจักร 40
3.2.1 การศึกษาโครงสร้างของเครื่องจักร 40
3.2.2 การศึกษาการทำงานของเครื่องจักร 41
3.3 การออกแบบวงจรไฟฟ้า 42
3.4 การออกแบบตู้ควบคุมไฟฟ้า 44
3.5 การติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าและเดินสายไฟเข้าอุปกรณ์ไฟฟ้า 45
3.6 การออกแบบ และเขียนโปรแกรมสั่งงาน 46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.7 การออกแบบหน้าจอสั่งงานเครื่องจักร Touchscreen (HMI).....47
3.8 การประกอบเครื่องจักร.....49
บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน.....53
4.1 ผลของการออกแบบไฟฟ้า.....53
4.1.1 Power Circuit.....53
4.1.2 Control Circuit.....55
4.1.3 Input PLC.....56
4.1.4 Output PLC.....58
4.2 ผลของการจัดทำตู้ควบคุมไฟฟ้า.....58
4.3 ผลของการเขียนโปรแกรม ทดลอง และ Run โปรแกรม.....60
4.4 ผลการประกอบเครื่องจักร.....60
บทที่ 5 บทวิจารณ์และสรุป.....62
5.1 สรุปผลการทดลอง.....62
5.2 ปัญหาที่พบและแนวทางแก้ไข.....63
5.3 ข้อเสนอแนะในการค้นคว้าพัฒนา.....63
เอกสารอ้างอิง.....64
ภาคผนวก.....65
ภาคผวนก ก.....66
ประวัติผู้เขียน.....67

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ **หน้า**

1.1 ขั้นตอนผลิตเครื่องจักรของแผนกออกแบบเครื่องจักรและวัสดุ....2
2.1 โครงสร้างของ PLC....5
2.2 ส่วนประกอบของ CPU....6
2.3 อุปกรณ์ภายนอกที่ทำหน้าที่ส่งสัญญาณให้หน่วยอินพุตของ PLC....8
2.4 อุปกรณ์ภายนอกที่รับสัญญาณควบคุมจากหน่วยเอาต์พุตของ PLC....8
2.5 การทำงานของ PLC....11
2.6 Ladder Diagram Language....11
2.7 Sequential Flow chart Language....12
2.8 Function Block Diagram Language....12
2.9 Instruction List Language....12
2.10 Structure Text Language....13
2.11 การใช้คำสั่ง Load (LD), Load Not (LD NOT)....13
2.12 ชุดคำสั่งและการเขียน Ladder Diagram คำสั่ง LD และ LD NOT....14
2.13 การใช้คำสั่ง AND, AND NOT....14
2.14 ชุดคำสั่งและการเขียน Ladder Diagram คำสั่ง AND, AND NOT....14
2.15 การใช้คำสั่ง OR, OR NOT....15
2.16 ชุดคำสั่งและการเขียน คำสั่ง OR, OR NOT....15
2.17 การใช้คำสั่ง OUT, OUT NOT....15
2.18 รูปแบบชุดคำสั่งจาก Ladder Diagram....16
2.19 รูปแบบชุดคำสั่ง OUTPUT NOT-OUT NOT....16
2.20 ตัวอย่างการเชื่อมต่อ HMI กับอุปกรณ์ต่างๆ....17
2.21 ตัวอย่างแสดงการใช้งาน HMI....18
2.22 เซอร์โวมอเตอร์....19
2.23 เซอร์โวมอเตอร์และเอ็นโคดเดอร์....20
2.24 โครงสร้างและการทำงานของ AC Servo Motor....22
2.25 โครงสร้างของระบบควบคุมเซอร์โวมอเตอร์....22
2.26 คอนโทรลเลอร์ (Controller)....23
2.27 เซอร์โวไดรฟ์เวอร์ (Servo Driver)....24
2.28 เซอร์โวมอเตอร์ (Servo Motor)....24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

2.29 ระบบ DC Servo Motor ที่มีการป้อนกลับตำแหน่งและความเร็ว....25
2.30 ส่วนประกอบเบื้องต้นของเอ็นโคดเดอร์....25
2.31 Incremental Encode และสัญญาณ Pulse....26
2.32 Absolute Encoder....27
2.33 รูปแบบวงจรสายเดียว (One Line Diagram)....28
2.34 รูปแบบวงจรกำลัง (Power Circuit)....29
2.35 รูปแบบวงจรควบคุม (Control Circuit)....29
2.36 รูปแบบวงจรแสดงแบบงานจริง (Working Diagram)....30
2.37 รูปวงจรประกอบการติดตั้ง (Constructional Wiring Diagram)....30
2.38 เซอร์กิตเบรกเกอร์แบบต่างๆ....34
2.39 โฟโตเซนเซอร์ (Photo Sensor)....34
2.40 รูปแสดงความสัมพันธ์ของแสงกับการตอบสนองของโฟโต้ทรานซิสเตอร์....35
2.41 แถบสีและความยาวคลื่นของแสง....36
2.42 ลักษณะการทำงานของโฟโตเซนเซอร์....36
3.1 โครงสร้างเครื่องพิมพ์ลายเครื่องครัว....40
3.2 แผนผังการทำงานของเครื่องพิมพ์ลายเครื่องครัว....41
3.3 การทำงานของเครื่องพิมพ์ลายเครื่องครัว....42
3.4 หน้าต่างโปรแกรม ePLAN....42
3.5 แบบวงจรไฟฟ้าเครื่องพิมพ์ลายเครื่องครัว....43
3.6 แบบวงจรไฟฟ้าควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ชนิดมีเบรก....44
3.7 แผนผังตู้ควบคุมไฟฟ้า....45
3.7 การวางอุปกรณ์ไฟฟ้าบนแผงวงจร....45
3.8 ตู้ควบคุมไฟฟ้า....46
3.9 ซอฟต์แวร์ Sysmac Studio....47
3.10 ตัวอย่างโปรแกรมสั่งงาน PLC....47
3.11 การตั้งค่าการเชื่อมต่อหน้าจอ Touchscreen และ PLC....48
3.12 ตัวอย่างคำสั่งบนหน้าจอ Touchscreen....49
3.13 ฐานและโครงสร้างเครื่องพิมพ์ลายเครื่องครัว (Inline Silkscreen Machine)....50
3.14 การประกอบชิ้นส่วนเข้ากับฐานและโครงสร้าง....51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

3.15 การประกอบชิ้นส่วนเข้ากับฐานและโครงสร้าง 52
4.1 แบบวงจรไฟฟ้า Power Circuit 53
4.2 แบบวงจรไฟฟ้า Power Circuit ส่วน Servo Driver 54
4.3 แบบวงจรไฟฟ้า Power Circuit ส่วน PLC's Power Supply 54
4.4 แบบวงจรไฟฟ้า Emergency Stop 55
4.5 แบบวงจรไฟฟ้าหน้าจอ Touchscreen 56
4.6 แบบวงจรไฟฟ้า Input PLC 57
4.7 แบบวงจรไฟฟ้า Input PLC ส่วนรับสัญญาณจากสายพานลำเลียง 57
4.8 แบบวงจรไฟฟ้า Output PLC 58
4.9 แบบผังการวางอุปกรณ์ภายในตู้ควบคุมไฟฟ้า 59
4.10 ตู้ควบคุมไฟฟ้า 59
4.11 ฟังก์ชัน Simulation ในซอฟต์แวร์ Sysmac Studio 60
4.12 ผลการประกอบเครื่องพิมพ์ลายเครื่องครัว 61

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2.1 ตัวอย่างสัญลักษณ์ทางไฟฟ้าตามมาตรฐาน DIN, IEC และ ANSI.....28
2.2 ขนาดสายดินสำหรับอุปกรณ์ไฟฟ้า.....33
3.1 แผนการดำเนินงาน.....39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

โครงงานเครื่องพิมพ์ลายเครื่องครัวเป็นโครงงานที่ผู้จัดทำโครงงานได้ทำการเลือกเป็นหัวข้อโครงงานสหกิจศึกษา ซึ่งผู้ดำเนินโครงงานจะขอกล่าวถึงความเป็นมา และความสำคัญของโครงงาน วัตถุประสงค์ของโครงงาน ขอบเขต และวิธีการดำเนินงาน รวมทั้งประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ ดังต่อไปนี้

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงงาน

ในปัจจุบันบริษัทอุตสาหกรรมต่างๆ ได้มีการผลิตเครื่องจักรอัตโนมัติสำหรับการใช้งานในกระบวนการผลิตมากขึ้น เพื่อให้ได้กระบวนการผลิตที่รวดเร็ว และมีผลผลิตที่มีมาตรฐาน และประสิทธิภาพ ซึ่ง บริษัท ไมย์เออร์ อินดัสตรีส์ จำกัด ซึ่งเป็นอุตสาหกรรมการผลิตเครื่องครัวก็เป็นหนึ่งในบริษัทอุตสาหกรรมที่เห็นถึงประโยชน์ของเครื่องจักรอัตโนมัติเช่นกัน

เครื่องพิมพ์ลายเครื่องครัว (Inline Silkscreen Machine) เป็นเครื่องจักรของบริษัท ไมย์เออร์ อินดัสตรีส์ จำกัด ซึ่งเป็นเครื่องจักรที่ออกแบบ และผลิตโดยแผนกออโตเมชันของบริษัท เครื่องพิมพ์ลายเครื่องครัว (Inline Silkscreen Machine) จะปฏิบัติงานในสายการผลิตเครื่องครัวแบบเคลือบ โดยเครื่องจักรนี้จะทำการพิมพ์ลายยี่ห้อต่างๆ ที่ก้นของเครื่องครัวที่ผ่านการพ่นสีแล้ว และก่อนการนำไปอบ แต่เดิมเครื่องจักรนี้ได้มีการติดตั้งและใช้งานอยู่ก่อนหน้าแล้ว 1 เครื่อง ซึ่งเป็นเครื่องต้นแบบและเนื่องจากทางบริษัทอยากจะให้มีการเปลี่ยนมาใช้เครื่องจักรในขั้นตอนการพิมพ์ลายแทนการใช้แรงงานคนอย่างทั่วถึง จึงได้มีการผลิตเครื่องจักรนี้เพิ่มและทำการพัฒนา แก้ไข ปรับปรุงประสิทธิภาพของเครื่องจักรให้ดีขึ้นกว่าเดิม

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1. เพื่อผลิตเครื่องพิมพ์ลายเครื่องครัว (Inline Silkscreen Machine) สำหรับปฏิบัติงานในสายการผลิตของบริษัท ไมย์เออร์ อินดัสตรีส์ จำกัด
2. เพื่อเพิ่มศักยภาพของเครื่องจักรโดยอ้างอิงจากเครื่องจักรเดิม

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

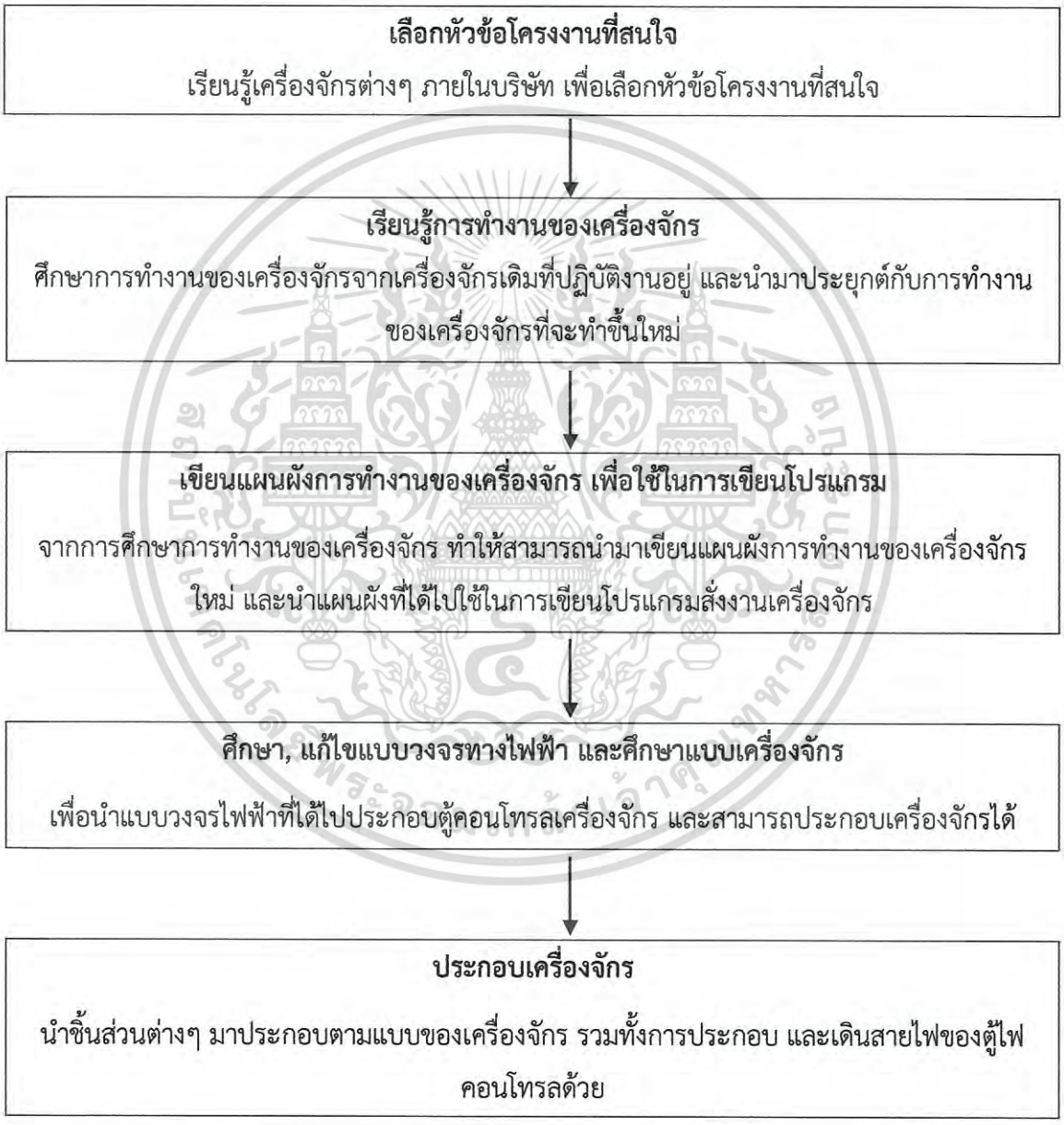
1. โปรแกรมที่ใช้ในการออกแบบวงจรทางไฟฟ้าของเครื่องจักร คือโปรแกรม ePLAN
2. โปรแกรมที่ใช้ในการสั่งงาน PLC คือ โปรแกรม Sysmac Studio โดยใช้ภาษา Ladder ในการเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมเครื่องจักร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ระยะเวลาในการทำงานของเครื่องจักรต้องทำงานให้ทันกับการหยุดของสายพานเพื่อพ่นสีผลิตภัณฑ์ในแต่ละรอบ

1.4 วิธีการดำเนินโครงงาน

เมื่อได้ทำการเลือกหัวข้อโครงงานแล้ว จึงสามารถวางแผนการทำงานเพื่อให้ได้ขั้นตอนทำงานอย่างเป็นระบบและได้งานที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งมีขั้นตอนการทำงานแสดงดังรูปที่ 1.1



รูปที่ 1.1 ขั้นตอนผลิตเครื่องจักรของแผนกออกแบบเครื่องจักรและวัสดุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ประโยชน์ต่อตนเอง

การที่ได้มีโอกาสเข้าร่วมในโครงการสหกิจศึกษากับทางสถานประกอบการ บริษัท ไมย์เออร์ อินดัสตรีส์ จำกัด ถือเป็นการเปิดโอกาสให้ได้ทดลองทำงานในอุตสาหกรรมจริงและเป็นการเปิดโอกาสในการเรียนรู้สิ่งใหม่ๆ และนำสิ่งที่ได้ศึกษามาไปประยุกต์ใช้ในการทำงานจริง รวมถึงการได้ฝึกตนเองในการทำงานกับผู้อื่นและการทำงานเป็นทีมอีกด้วย ซึ่งการที่ได้เข้าร่วมโครงการสหกิจศึกษานี้เปรียบเสมือนเป็นการเตรียมตัวก่อนการทำงานจริงในอนาคต ทั้งนี้ยังเป็นการเพิ่มศักยภาพในการทำงานในหลายๆ ด้าน เช่น การปรับตัวในสังคม การเรียนรู้สังคมของการทำงาน การฝึกการทำงานเป็นกลุ่มและเป็นระบบ รวมถึงการรับมือกับความกดดันในการทำงานและการแก้ปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นให้สำเร็จลุล่วง

2. ประโยชน์ต่อสถานประกอบการ

การที่ทางสถานประกอบการเข้าร่วมโครงการสหกิจศึกษากับทางสถาบัน แสดงให้เห็นว่าทางสถานประกอบการพร้อมที่จะเปิดโอกาสในการสร้างบุคคลากร ที่มีศักยภาพและความสามารถต่อองค์กร ทั้งนี้ยังเป็นการเพิ่มศักยภาพของนักศึกษาสำหรับการทำงานจริงในอนาคต นอกจากนี้ยังเป็นโอกาสอันดีของสถานประกอบการในการคัดเลือกบุคคลากรเข้าทำงานต่อภายในสถานประกอบอีกด้วย

3. ประโยชน์ต่อสถานศึกษา

การที่สถานศึกษาได้มีการติดต่อหน่วยงานเพื่อส่งนักศึกษาเข้าร่วมโครงการสหกิจศึกษา ทำให้เกิดความร่วมมือระหว่างสถานศึกษาและสถานประกอบ ซึ่งช่วยให้เกิดการตรวจสอบบุคคลากรของทางสถานศึกษาว่ามีศักยภาพเพียงพอสำหรับการทำงานจริงหรือไม่ ข้อติชมที่ได้จากสถานประกอบการจะเป็นแนวทางในการพัฒนานักศึกษาภายในสถาบันให้นักศึกษามีความพร้อมต่อการทำงานจริงในอนาคตยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการดำเนินงานตามขั้นตอนการดำเนินงานต่างๆ ในโครงงานนี้จะต้องอาศัยทฤษฎีและงานวิจัยต่างๆ ในการดำเนินงาน เพื่อให้เกิดความเข้าใจ และเป็นแนวทางชี้นำในการปฏิบัติงานต่างๆ ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับโครงงานมีดังต่อไปนี้

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 PLC (Programmable Logic Control)

Programmable Logic Controller เครื่องควบคุมเชิงตรรกะที่สามารถโปรแกรมได้ เป็นเครื่องควบคุมอัตโนมัติในโรงงานอุตสาหกรรม ถูกสร้างและพัฒนาขึ้นมาเพื่อทดแทนวงจรรีเลย์ อันเนื่องมาจากความต้องการที่อยากจะได้เครื่องควบคุมที่มีราคาถูกสามารถใช้งานได้อย่างเอนกประสงค์และสามารถเรียนรู้การใช้งานได้ง่าย

2.1.1.1 ข้อแตกต่างระหว่าง PLC กับ COMPUTER

1. PLC ถูกออกแบบเพื่อให้ทนต่อสภาพแวดล้อมในโรงงานอุตสาหกรรมโดยเฉพาะ
2. การโปรแกรมและการใช้งาน PLC ทำได้ง่ายไม่ยุ่งยากเหมือนคอมพิวเตอร์ทั่วไป PLC มีระบบการตรวจสอบตัวเองตั้งแต่ช่วงติดตั้ง จนถึงช่วงการใช้งานทำให้การบำรุงรักษาทำได้ง่าย
3. PLC ถูกพัฒนาให้มีความสามารถในการตัดสินใจสูงขึ้นเรื่อยๆ ทำให้การใช้งานสะดวกขณะที่วิธีใช้คอมพิวเตอร์ยุ่งยากและซับซ้อนขึ้น

2.1.1.2 โครงสร้างทั่วไปของ PLC

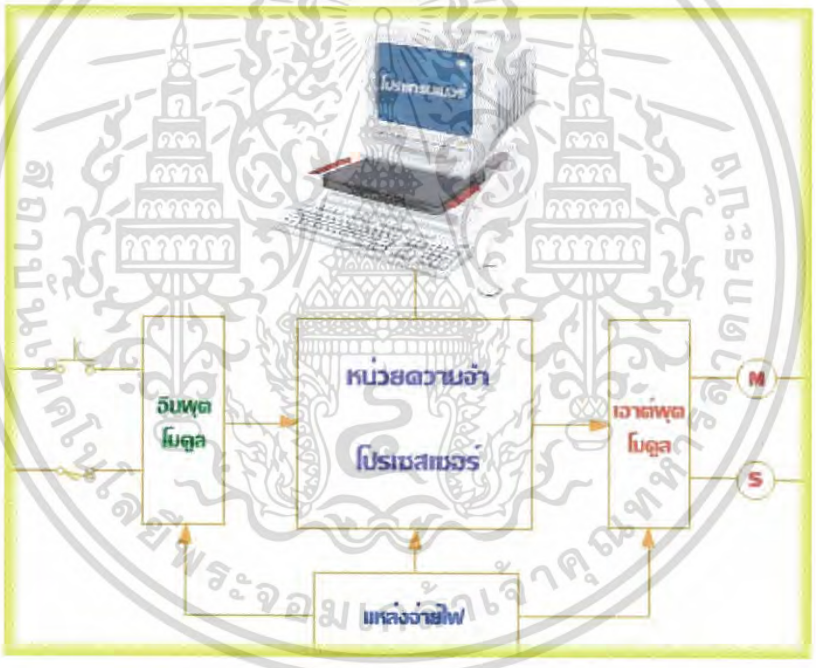
PLC เป็นอุปกรณ์คอมพิวเตอร์สำหรับใช้ในงานอุตสาหกรรม PLC ประกอบด้วย หน่วยประมวลผลกลาง หน่วยความจำ หน่วยรับข้อมูล หน่วยส่งข้อมูล และหน่วยป้อนโปรแกรม PLC ขนาดเล็กส่วนประกอบทั้งหมดของ PLC จะรวมกันเป็นเครื่องเดียว แต่ถ้าเป็นขนาดใหญ่สามารถแยกออกเป็นส่วนประกอบย่อยๆ ได้ หน่วยความจำของ PLC ประกอบด้วย หน่วยความจำชนิด RAM และ ROM หน่วยความจำชนิด RAM ทำหน้าที่เก็บโปรแกรมของผู้ใช้และข้อมูลสำหรับใช้ในการปฏิบัติงานของ PLC ส่วน ROM ทำหน้าที่เก็บโปรแกรมสำหรับใช้ในการปฏิบัติงานของ PLC ตามโปรแกรมของผู้ใช้ ROM ย่อมาจาก Read Only Memory สามารถโปรแกรมได้แต่ลบไม่ได้ ถ้าชำรุดแล้วซ่อมไม่ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. RAM (Random Access Memory) หน่วยความจำประเภทนี้จะมีแบตเตอรี่เล็กๆ ต่อไว้ เพื่อใช้เลี้ยงข้อมูลเมื่อเกิดไฟดับ การอ่านและเขียนโปรแกรมลงใน RAM ทำได้ง่ายมาก จึงเหมาะกับการใช้งานในระยะทดลองเครื่องที่มีการเปลี่ยนแปลงแก้ไขโปรแกรมบ่อยๆ

2. EPROM (Erasable Programmable Read Only Memory) หน่วยความจำชนิด EPROM นี้จะต้องใช้เครื่องมือพิเศษในการเขียนโปรแกรม การลบโปรแกรมทำได้โดยใช้แสงอัลตราไวโอเลตหรือตากแดดร้อนๆ นานๆ มีข้อดีตรงที่โปรแกรมจะไม่สูญหายแม้ไฟดับ จึงเหมาะกับการใช้งานที่ไม่ต้องเปลี่ยนโปรแกรม

3. EEPROM (Electrical Erasable Programmable Read Only) หน่วยความจำชนิดนี้ไม่ต้องใช้เครื่องมือพิเศษในการเขียนและลบโปรแกรม โดยใช้วิธีการทางไฟฟ้าเหมือนกับ RAM นอกจากนั้นก็ไม่จำเป็นต้องมีแบตเตอรี่สำรองไฟเมื่อไฟดับ ราคาจะแพงกว่า แต่จะรวมคุณสมบัติที่ดีของทั้ง RAM และ EPROM เอาไว้ด้วยกัน



รูปที่ 2.1 โครงสร้างของ PLC

2.1.1.3 ส่วนประกอบของ PLC

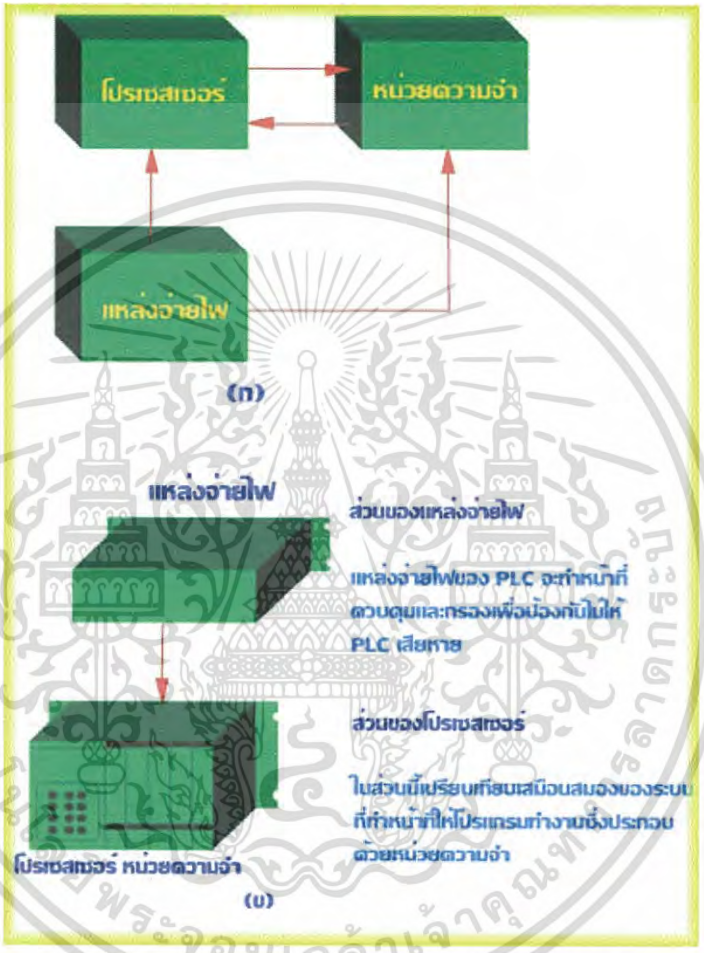
PLC สามารถแบ่งออกได้ 3 ส่วนด้วยกันคือ

1. ส่วนที่เป็นหน่วยประมวลผลกลาง (Control Processing Unit : CPU)
2. ส่วนที่เป็นอินพุต/เอาต์พุต (Input Output : I/O)
3. ส่วนที่เป็นอุปกรณ์การโปรแกรม (Programming Device)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. CPU

CPU เป็นส่วนมันสมองของระบบภายใน CPU จะประกอบไปด้วยวงจร Logic Gate ชนิดต่างๆ หลายชนิดและมี Microprocessor-based ใช้สำหรับแทนอุปกรณ์จำพวกรีเลย์ (Relay), เคาน์เตอร์ (Counter), ไทเมอร์ (Timer), และซีเควนเซอร์ (Sequencers) เพื่อให้ผู้ใช้ได้ออกแบบใช้วงจรรีเลย์แลดเดอร์ลอจิก (Relay Ladder Logic) เข้าไปได้



รูปที่ 2.2 ส่วนประกอบของ CPU

CPU จะยอมรับสัญญาณ (Read) อินพุตเดต้า (Input Data) จากอุปกรณ์ให้สัญญาณ (Sensing Device) ต่างๆ จากนั้นจะปฏิบัติการและเก็บข้อมูลโดยใช้โปรแกรมจากหน่วยความจำ และส่งข้อมูลที่เหมาะสมถูกต้องไปยังอุปกรณ์ควบคุม (Control Device) โดยมีแหล่งของไฟฟ้ากระแสตรง (DC Current) สำหรับใช้สร้างโวลต์ต่ำ (Low Level Voltage) ซึ่งจะถูกนำไปใช้โดยโปรเซสเซอร์ (Processor) และไอโอโมดูล (I/O Modules) และแหล่งจ่ายไฟนี้จะเก็บไว้ที่ CPU หรือแยกออกไปติดตั้งที่จุดอื่นก็ได้ขึ้นอยู่กับผู้ผลิตแต่ละราย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การประมวลผลของ CPU จากโปรแกรมทำได้โดยรับข้อมูลจากหน่วยอินพุตและเอาต์พุต และส่งข้อมูลสุดท้ายที่ได้จากการประมวลผลไปยังหน่วยเอาต์พุต เรียกว่า การสแกน (Scan) ซึ่งใช้เวลาจำนวนหนึ่งเรียกว่าเวลาสแกน (Scan Time) เวลาในการสแกนแต่ละรอบใช้เวลาประมาณ 100 มิลลิวินาที ถึง 1 วินาที ขึ้นอยู่กับข้อมูลและความยาวของเอาต์พุตหรือจำนวนอุปกรณ์ที่ต่อจากโปรแกรม PLC เช่น เครื่องพิมพ์ จอภาพ เป็นต้น อุปกรณ์เหล่านี้จะทำให้เวลาในการสแกนยาวนานขึ้น การเริ่มต้นการสแกนเริ่มจากรับคำสั่งของสภาวะของอุปกรณ์จากหน่วยอินพุตมาเก็บไว้ในหน่วยความจำ (Memory) เสร็จแล้วจะทำการปฏิบัติการตามโปรแกรมที่เขียนไว้ทีละคำสั่งจากหน่วยความจำนั้นจนสิ้นสุด แล้วส่งไปที่หน่วยเอาต์พุต ซึ่งการสแกนของ PLC ประกอบด้วย

1. I/O Scan คือ การบันทึกสภาวะข้อมูลของอุปกรณ์ที่เป็นอินพุตและให้อุปกรณ์เอาต์พุตทำงาน
2. Program Scan คือ การให้โปรแกรมทำงานตามลำดับก่อนหลัง

2. ส่วนของอินพุตและเอาต์พุต (I/O Unit)

ส่วนของอินพุตและเอาต์พุต (I/O Unit) จะต่อร่วมกับชุดควบคุมเพื่อรับสภาวะและสัญญาณต่างๆ เช่น หน่วยอินพุตรับสัญญาณหรือสภาวะแล้วส่งไปยัง CPU เพื่อประมวลผล เมื่อ CPU ประมวลผลแล้วจะส่งให้ส่วนของเอาต์พุต เพื่อให้อุปกรณ์ทำงานตามที่โปรแกรมเอาไว้

สัญญาณอินพุตจากภายนอกที่เป็นสวิตช์และตัวตรวจจับชนิดต่างๆ จะถูกแปลงให้เป็นสัญญาณที่เหมาะสมถูกต้อง ไม่ว่าจะเป็น AC หรือ DC เพื่อส่งให้ CPU ดังนั้น สัญญาณเหล่านี้จึงต้องมีความถูกต้องไม่เช่นนั้นแล้ว CPU จะเสียหายได้ สัญญาณอินพุตที่ดีจะต้องมีคุณสมบัติและหน้าที่ดังนี้

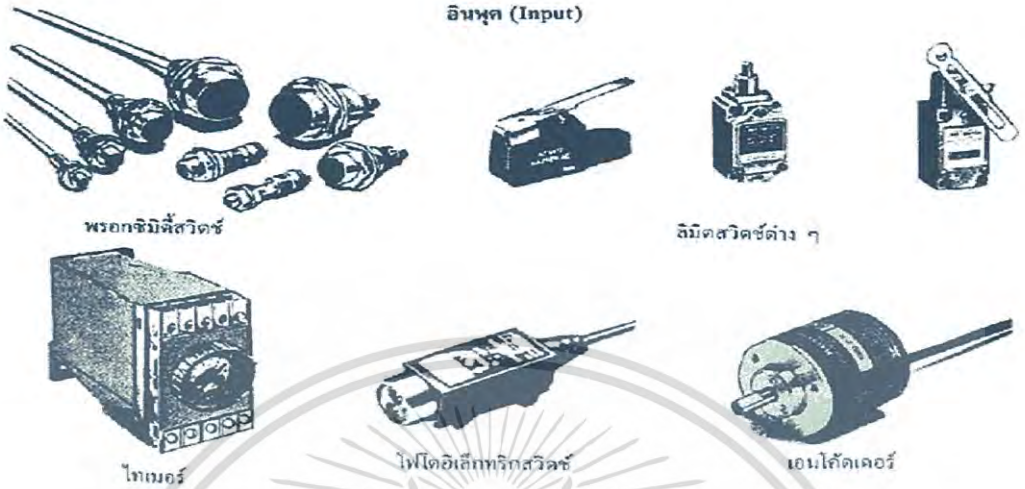
1. ทำให้สัญญาณเข้าได้ระดับที่เหมาะสมกับ PLC
2. การส่งสัญญาณระหว่างอินพุตกับ CPU จะติดต่อกันด้วยลำแสง ซึ่งอาศัยอุปกรณ์ประเภทโฟโตทรานซิสเตอร์เพื่อต้องการแยกสัญญาณ (Isolate) ทางไฟฟ้าให้ออกจากกัน เป็นการป้องกันไม่ให้ CPU เสียหายเมื่ออินพุตเกิดลัดวงจร
3. หน้าสัมผัสจะต้องไม่สั่นสะเทือน (Contact Chattering)

ในส่วนของเอาต์พุตจะทำหน้าที่รับค่าสภาวะที่ได้จากการประมวลผลของ CPU แล้วนำค่าเหล่านี้ไปควบคุมอุปกรณ์ทำงาน เช่น รีเลย์ โซลินอยด์ หรือหลอดไฟ เป็นต้น นอกจากนั้นแล้ว ยังทำหน้าที่แยกสัญญาณของหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ออกจากอุปกรณ์เอาต์พุต โดยปกติเอาต์พุตนี้จะมีความสามารถขับโหลดด้วยกระแสไฟฟ้าประมาณ 1-2 แอมแปร์ แต่ถ้าโหลดต้องการกระแสไฟฟ้ามากกว่านี้ จะต้องต่อเข้ากับอุปกรณ์ขับอื่นเพื่อขยายให้รับกระแสไฟฟ้ามากขึ้น เช่น รีเลย์ หรือคอนแทคเตอร์ เป็นต้น

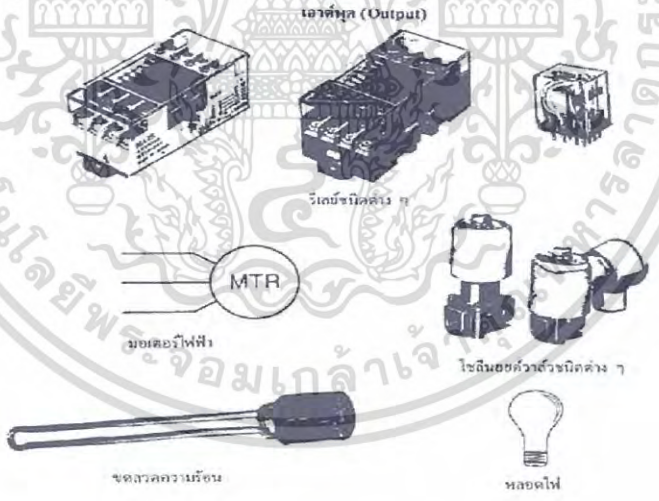
อุปกรณ์ที่ใช้เป็นสัญญาณอินพุต ได้แก่ พรอกซิมิตี้สวิตช์ (Proximility Switch), ลิมิตสวิตช์ (Limit Switch), ไทเมอร์ (Timer), โฟโตอิเล็กทริกสวิตช์ (Photoelectric Switch) เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์ที่ใช้เป็นสัญญาณเอาต์พุต ได้แก่ รีเลย์ (Relay), มอเตอร์ไฟฟ้า (Electric Motor), ขดลวดความร้อน (Heat Coil), โซลินอยด์ (Solenoid), หลอดไฟ (Lamp) เป็นต้น



รูปที่ 2.3 อุปกรณ์ภายนอกที่ทำหน้าที่ส่งสัญญาณให้หน่วยอินพุตของ PLC



รูปที่ 2.4 อุปกรณ์ภายนอกที่รับสัญญาณควบคุมจากหน่วยเอาต์พุตของ PLC

3. เครื่องป้อนโปรแกรม (Programming Device)

เครื่องป้อนโปรแกรม (Hand Held) ทำหน้าที่ควบคุมโปรแกรมของผู้ใช้ลงในหน่วยความจำของ PLC นอกจากนี้ยังทำหน้าที่ติดต่อระหว่างผู้ใช้กับ PLC เพื่อให้ผู้ใช้สามารถตรวจการปฏิบัติงานของ PLC และผลการควบคุมเครื่องจักรและกระบวนการตามโปรแกรมควบคุมที่ผู้ใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เขียนขึ้นได้อีกด้วยเครื่องป้อนโปรแกรม (Hand Held) แต่ละยี่ห้อจะไม่เหมือนกันแต่มีจุดประสงค์ในการใช้งานที่เหมือนกัน

2.1.1.4 ความสามารถของ PLC

PLC สามารถควบคุมงานได้ 3 ลักษณะคือ

1. งานที่ทำตามลำดับก่อนหลัง (Sequence Control) ตัวอย่างเช่น

(1) การทำงานของระบบรีเลย์

(2) การทำงานของไทเมอร์ เคาน์เตอร์

(3) การทำงานของ PCB Card

(4) การทำงานในระบบกึ่งอัตโนมัติ ระบบอัตโนมัติ หรืองานที่เป็นกระบวนการทำงานของเครื่องจักรกลต่าง

2. งานควบคุมสมัยใหม่ (Sophisticated Control) ตัวอย่างเช่น

(1) การทำงานทางคณิตศาสตร์ เช่น บวก ลบ คูณ หาร

(2) การควบคุมแบบอนาล็อก (Analog Control) เช่น การควบคุมทางอุณหภูมิ (Temperature) การควบคุมความดัน (Pressure) เป็นต้น

(3) การควบคุม PID (Proportional-Intergral-Derivation)

(4) การควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ (Sevo-motor Control)

(5) การควบคุม Stepper-motor

(6) Information Handling

3. การควบคุมเกี่ยวกับงานอำนวยการ (Supervisory Control) ตัวอย่างเช่น

(1) งานสัญญาณเตือน (Alarm) และ Process Monitoring

(2) Fault Diagnostic and Monitoring

(3) งานต่อร่วมกับคอมพิวเตอร์ (RS-232C/RS422)

(4) Printer/ASCII Interfacing

(5) งานควบคุมอัตโนมัติในโรงงานอุตสาหกรรม

(6) LAN (Local Area Network)

(7) WAN (Wide Area Network)

(8) FA, FMS, CIM เป็นต้น

2.1.1.5 ขนาดของ PLC

1. ขนาดเล็ก มีจำนวนอินพุต/เอาต์พุตไม่เกิน 128 จุด
2. ขนาดกลาง มีจำนวนอินพุต/เอาต์พุตไม่เกิน 1024 จุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ขนาดใหญ่ มีจำนวนอินพุต/เอาต์พุตไม่เกิน 4096 จุด

4. ขนาดใหญ่มาก มีจำนวนอินพุต/เอาต์พุต ไม่เกิน 8192 จุด

2.1.1.6 การติดตั้ง PLC

1. ข้อควรพิจารณาก่อนติดตั้ง PLC

(1) พื้นที่ในการติดตั้งมีเพียงพอหรือไม่

(2) จะต้องเผื่อไว้ขยายในอนาคตหรือไม่

(3) การซ่อมบำรุงต้องทำได้ง่าย

(4) อุณหภูมิที่เกิดขึ้นจากเครื่องจักรมีผลกระทบกับ PLC หรือไม่

(5) วิธีการป้องกัน PLC จากสภาพแวดล้อมที่ไม่ปลอดภัย

2. สภาพแวดล้อมหรือสถานที่ที่ไม่ควรติดตั้ง PLC

(1) มีแสงแดดส่องโดยตรง

(2) มีอุณหภูมิต่ำกว่า 0° C หรือสูงกว่า 55° C

(3) มีฝุ่น หรือไอเกลือ

(4) มีความชื้นมาก

(5) มีก๊าซที่มีคุณสมบัติกัดกร่อน หรือไวไฟ

(6) สั่นสะเทือนมาก

2.1.1.7 ตู้ควบคุมสำหรับ PLC

1. ต้องป้องกันไม่ให้ PLC เสียหายจากการใช้งานหรือจากส่วนอื่นๆ เช่น จากสิ่งแวดล้อมหรือสิ่งปนเปื้อนในอากาศ เช่น ความชื้น น้ำมัน ฝุ่นผง ก๊าซที่มีฤทธิ์การกัดกร่อน

2. มีขนาดใหญ่เพียงพอ สะดวกในการเดินสายไฟต่างๆ

3. ควรติดตั้งตู้ PLC ห่างจากแผงควบคุมไฟฟ้าแรงสูงอย่างน้อย 8 นิ้ว

4. มีสายดิน

5. ควรแยกการติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าแรงสูง

6. ควรแยกการติดตั้งกับอุปกรณ์ที่มีความร้อนสูง เช่น ฮีทเตอร์ หม้อแปลง เป็นต้น

7. ไม่ควรให้ PLC ติดตั้งอยู่บนเพดาน หรืออยู่กับพื้น

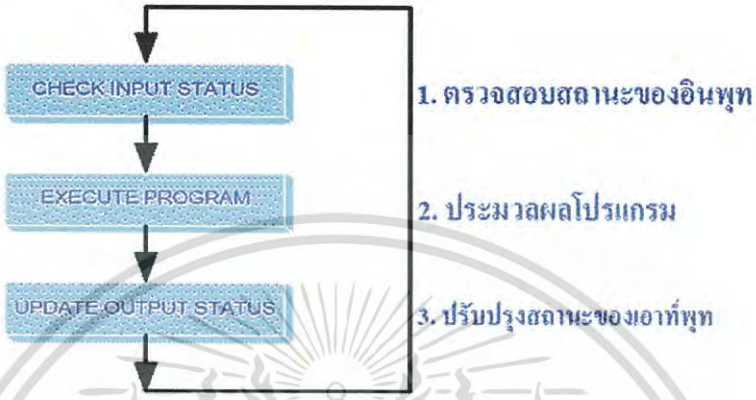
8. ในกรณีที่มีอุณหภูมิสูงกว่า 60° C ควรติดพัดลมเป่าระบายความร้อน

9. ควรต่อสายดินแยกออกจากอุปกรณ์ไฟฟ้าตัวอื่น คือ สายดินควรมีขนาด 2 ตารางมิลลิเมตรหรือใหญ่กว่า และค่าความต้านทานของสายดินไม่ควรเกิน 100 โอห์ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.1.8 การทำงานของ PLC

PLC จะมีหลักการทำงานคือ หน่วยอินพุตจะคอยเช็คสถานะของอุปกรณ์ จากนั้นจะส่งสัญญาณให้หน่วยประมวลผล เพื่อทำการประมวลผลโปรแกรม เมื่อประมวลผลโปรแกรมเสร็จจะส่งสัญญาณควบคุมออกไปทางหน่วยเอาต์พุต เพื่อสั่งงานให้อุปกรณ์ภายนอกทำงาน แสดง Flowchart การทำงานดังรูปที่ 2.5

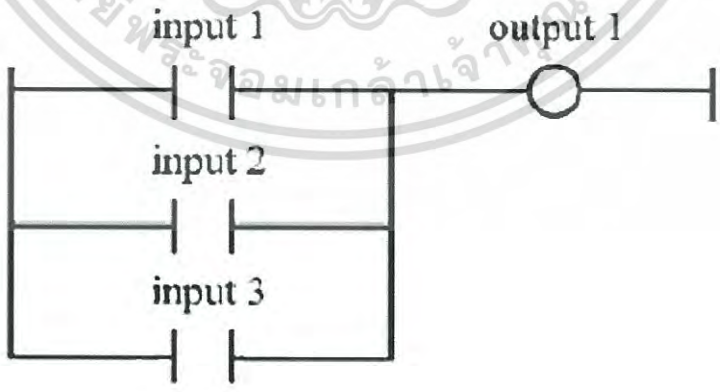


รูปที่ 2.5 การทำงานของ PLC

2.1.1.9 ภาษาที่ใช้ในการเขียนโปรแกรม PLC

การเขียนโปรแกรมเพื่อสั่งให้ PLC ทำงานตามมาตรฐาน IEC1131-3 ได้แบ่งออกเป็น 5 แบบ คือ

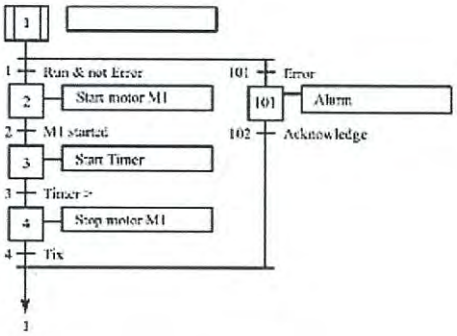
1. Ladder Diagram Language แสดงดังรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 Ladder Diagram Language

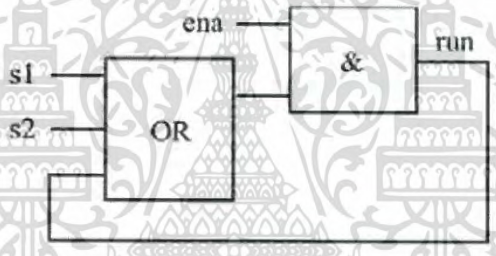
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. Sequential Flow Chart Language แสดงดังรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.7 Sequential Flow Chart Language

3. Function Block Diagram Language แสดงดังรูปที่ 2.8



รูปที่ 2.8 Function Block Diagram Language

4. Instruction List Language (Statement List Language) แสดงดังรูปที่ 2.9

```
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 2.9 Instruction List Language

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. Structure Text Language แสดงดังรูปที่ 2.10

```
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 2.10 Structure Text Language

2.1.1.10 การเขียนแลดเดอร์ไดอะแกรม (Ladder Diagram) และคำสั่งพื้นฐาน

แลดเดอร์ไดอะแกรมจัดเป็นสัญลักษณ์ที่สามารถดูตามโครงสร้าง แล้วเข้าใจการทำงาน แต่เวลาที่ PLC ทำงานจะอาศัยชุดคำสั่ง (Instruction) ทำงานโดยวิธีการเขียนลงในหน่วยความจำ ข้อมูลในหน่วยความจำนั้น จะจัดเก็บเป็นรหัส (Code) ไม่สามารถจัดเก็บในลักษณะของ Ladder Diagram ได้โดยตรง

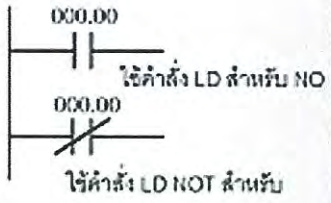
1. การใช้คำสั่ง Load (LD), Load Not (LD NOT) แสดงดังรูปที่ 2.11

รูปที่ 2.11 การใช้คำสั่ง Load (LD), Load Not (LD NOT)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ชุดคำสั่งและการเขียน Ladder Diagram คำสั่ง LD และ LD NOT

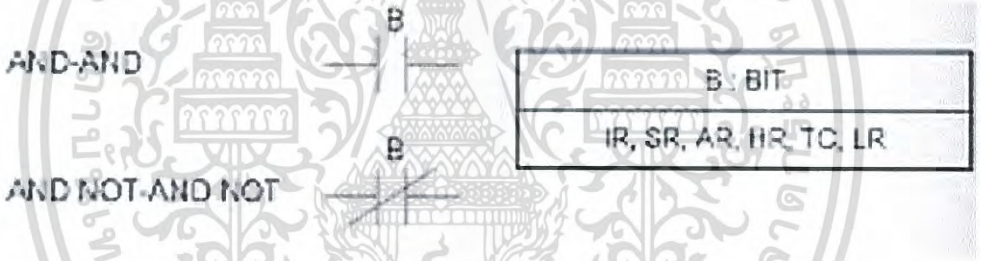
แสดงดังรูปที่ 2.12



Address	Instruction	Operands
00000	LD	00000
00001	Instruction	
00002	LD NOT	00000
00003	Instruction	

รูปที่ 2.12 ชุดคำสั่งและการเขียน Ladder Diagram คำสั่ง LD และ LD NOT

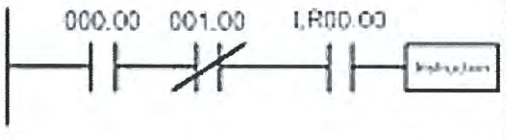
3. การใช้คำสั่ง AND, AND NOT แสดงดังรูปที่ 2.13



รูปที่ 2.13 การใช้คำสั่ง AND, AND NOT

4. ชุดคำสั่งและการเขียน Ladder Diagram คำสั่ง AND, AND NOT

แสดงดังรูปที่ 2.14

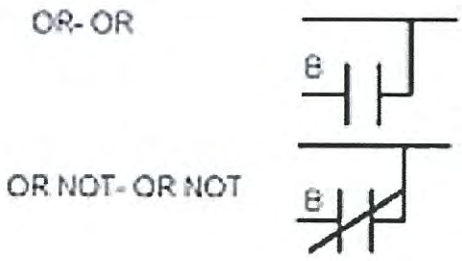


Address	Instruction	Operands
00000	LD	00000
00001	AND NOT	00001
00002	AND	LR 00000
00003	Instruction	

รูปที่ 2.14 ชุดคำสั่งและการเขียน Ladder Diagram คำสั่ง AND, AND NOT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

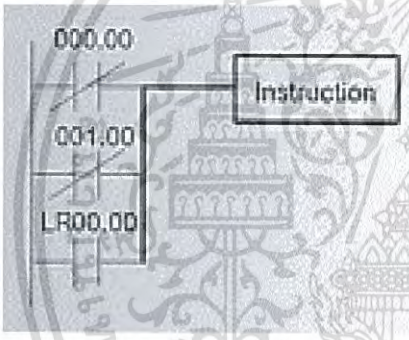
5. การใช้คำสั่ง OR, OR NOT แสดงดังรูปที่ 2.15



B : BIT
IR, SR, AR, HR, TC, LR

รูปที่ 2.15 การใช้คำสั่ง OR, OR NOT

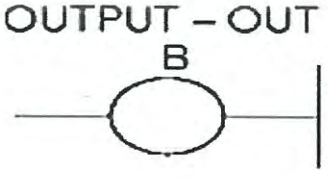
6. ชุดคำสั่งและการเขียน คำสั่ง OR , OR NOT แสดงดังรูปที่ 2.16



Address	Instruction	Operands
00000	LD NOT	00000
00001	OR NOT	00100
00002	OR	LR 00000
00003	Instruction	

รูปที่ 2.16 ชุดคำสั่งและการเขียน คำสั่ง OR , OR NOT

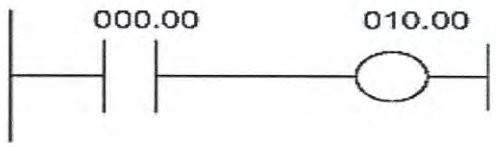
7. การใช้คำสั่ง OUT, OUT NOT เป็นคำสั่งที่สั่งขับให้ OUTPUT ภายนอกทำงานหรือไม่ทำงานตามคำสั่งแสดงดังรูปที่ 2.17 และรูปที่ 2.18



B : BIT
IR, SR, AR, HR, TR, LR

รูป2.17 การใช้คำสั่ง OUT, OUT NOT

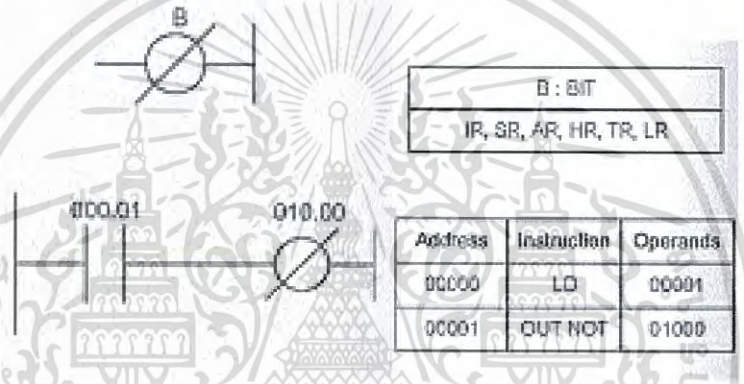
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Address	Instruction	Operands
00000	LD	00000
00001	OUT	01000

รูปที่ 2.18 รูปแบบชุดคำสั่งจาก Ladder Diagram

- OUTPUT NOT-OUT NOT การทำงานของคำสั่งเหล่านี้จะตรงข้ามกับ OUT แสดงดังรูปที่ 2.19



รูปที่ 2.19 รูปแบบชุดคำสั่ง OUTPUT NOT-OUT NOT

2.1.1.11 การเลือกใช้ภาษาPLC

ภาษา PLC ทุกภาษามีข้อดีและขีดจำกัดแตกต่างกันไป ดังนั้นการเลือกใช้ภาษาขึ้นอยู่กับสิ่งต่างๆ ดังต่อไปนี้

1. ความถนัดของผู้ใช้
2. ลักษณะของภาษาที่จะใช้ให้เหมาะสมกับงาน
3. ลักษณะและขนาดของ PLC
4. ลักษณะของงานที่จะทำการควบคุม

2.1.2 HMI (Human Machine Interface)

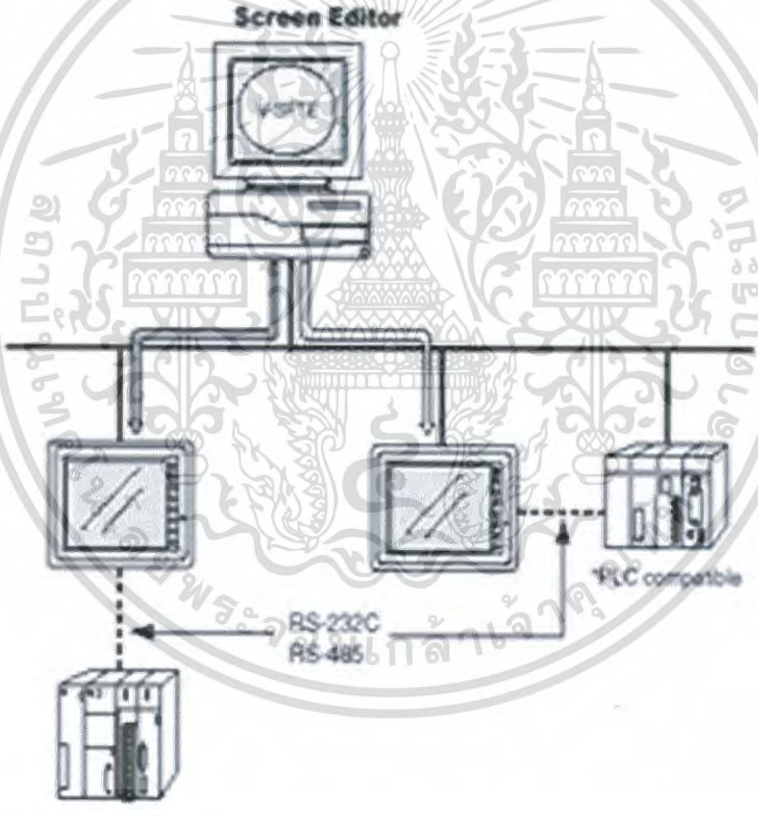
คือ การใช้งานร่วมกันระหว่าง PLC Programming กับเครื่องคอมพิวเตอร์ จึงเรียกว่า HMI (Human Machine Interface) โดยนำคอมพิวเตอร์มาเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการติดต่อระหว่างผู้ใช้งานกับเครื่องจักร เพื่อควบคุมและเป็นจอแสดงผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

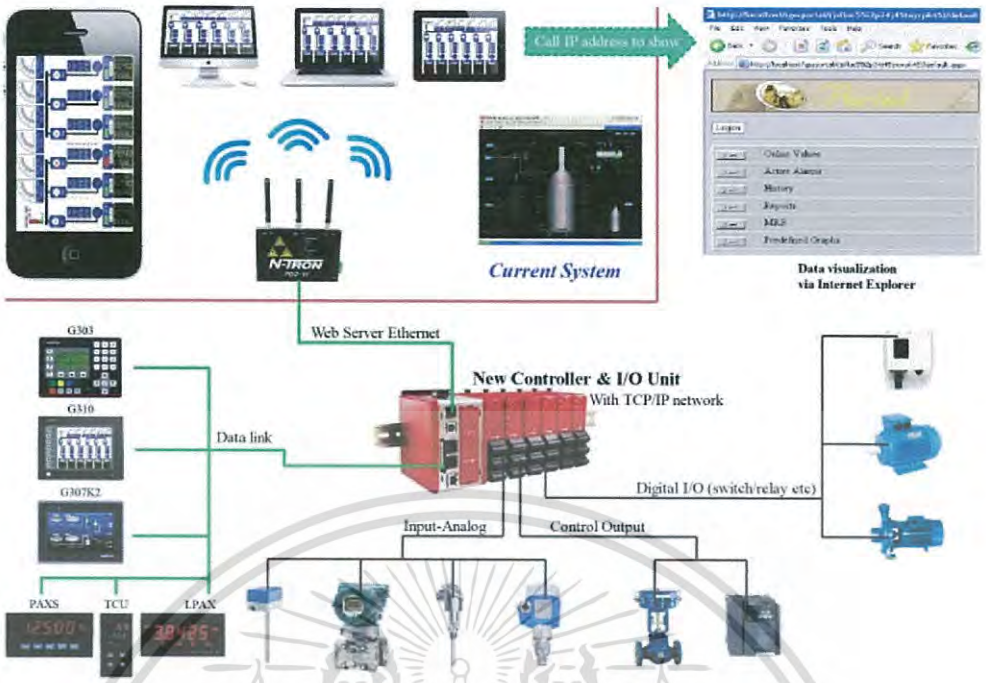
HMI (Human Machine Interface) เกิดจากความต้องการของผู้ใช้งานที่ต้องการเข้าไปควบคุมระบบที่ PLC เป็นตัวควบคุมอยู่ โดย HMI นั้น จะเป็นการนำข้อมูลจาก PLC ส่งผ่านโครงข่ายของการสื่อสารแบบต่างๆ จากนั้นทำการรวบรวมข้อมูลในรูปแบบต่างๆ เข้าด้วยกัน และสามารถใช้ในการสั่งการได้

งานอุตสาหกรรมในปัจจุบันเกือบทุกประเภทจะมีระบบควบคุมอัตโนมัติที่ใช้ PLC เป็นตัวควบคุมและจะต้องใช้งานร่วมกันกับ HMI โดยใช้ HMI เป็นตัวสื่อสารระหว่างผู้ใช้งานกับระบบ Module PLC หรือจอแสดงผลต่างๆ โดยให้ PLC จะสั่งงานไปที่เครื่องจักรอีกที เพื่อนำไปใช้งานกับเครื่องจักรต่างๆ HMI สามารถเชื่อมต่อกับ PLC ต่างๆ ได้ทุกยี่ห้อผ่านทาง Digital Communication Ports (RS485, RS232, MODBUS, PROFIBUS, ETHERNET) และยังสามารถเชื่อมต่อกับพอร์ต USB ได้โดยตรงทำให้มีความสะดวกในการใช้งานมากขึ้นแสดงดังรูปที่ 2.20



รูปที่ 2.20 ตัวอย่างการเชื่อมต่อ HMI กับอุปกรณ์ต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
148510



รูปที่ 2.21 ตัวอย่างแสดงการใช้งาน HMI

คุณสมบัติของ HMI (Human Machine Interface)

1. คุณสมบัติทางด้านการสื่อสาร (Communication) สามารถสื่อสารข้อมูลกับอุปกรณ์อื่นๆ ในลักษณะแบบดิจิตอล โดยมีรูปแบบของสัญญาณให้เลือกหลายแบบ และสามารถสื่อสารข้อมูลกับอุปกรณ์ต่างๆ ทุกยี่ห้อได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถต่อได้ทั้งอุปกรณ์ PLC, Meter, Controller และอีกมากมายตามการใช้งานประเภทต่างๆ โดยอุปกรณ์ HMI เพียงตัวเดียวก็สามารถควบคุม หรืออ่านค่าตัวอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์อื่นๆ ที่ต่อเชื่อมอยู่ได้อย่างง่ายดาย ผ่านการเชื่อมต่อทางเครือข่ายอินเตอร์เน็ต, Lan หรือ Wireles

2. คุณสมบัติทางด้านการเก็บค่า (Collecting) สามารถเก็บข้อมูลกระบวนการผลิตต่างๆ ใน รูปแบบไฟล์ Excel รวมไปถึงการเข้าถึงข้อมูล (Data Logger) ผ่านทาง Web Browser ได้อย่างง่ายดาย ทำให้สะดวกในการทราบข้อมูล แม้ไม่ได้อยู่ที่หน้างาน หรือสายงานการผลิต

3. คุณสมบัติทางด้านการเชื่อมต่อ (Connecting)

- สามารถอำนวยความสะดวกให้กับผู้ใช้งานในการดูค่า หรือควบคุมกระบวนการผลิตจากระยะไกล โดยการเชื่อมต่อผ่านมือถือหรือแท็บเล็ต

- ใช้เว็บบราวเซอร์มาตรฐานตัวใดก็ได้ในการดูค่าหรือควบคุม โดยหน้าจอแสดงผลโชว์หน้าตาเสมือนว่าอยู่ตรงหน้า

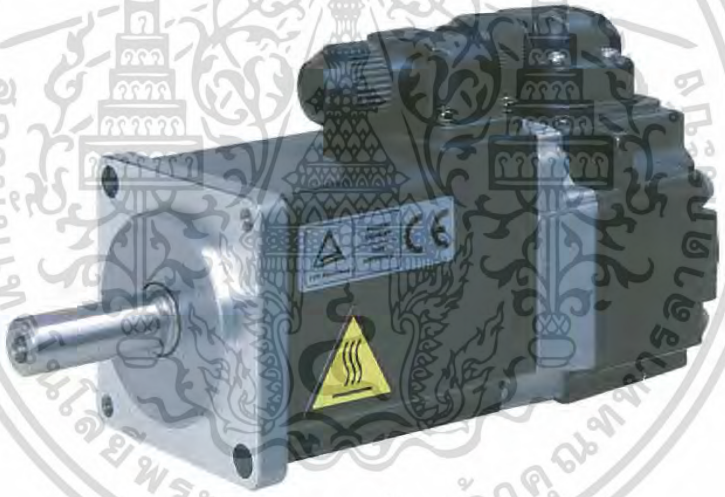
- สามารถส่งข้อความ SMS หรือ E-mail แจ้งเตือนให้กับบุคคลที่เกี่ยวข้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- สามารถดูค่าที่หน้าจอ, ค่าที่บันทึกไว้ใน Memory Card หรือควบคุมแก้ไขเปลี่ยนค่าได้แม้ไม่ได้อยู่ที่หน้างาน

2.1.3 เซอร์โวมอเตอร์ (Servo Motor) และเอ็นโคดเดอร์ (Encoder)

เซอร์โวมอเตอร์ (Servo Motor) เป็นมอเตอร์ที่มีการควบคุมการเคลื่อนที่ในตัวเอง (State) ไม่ว่าจะเป็นระยะ, ความเร็ว หรือมุมของการหมุน โดยใช้การควบคุมแบบป้อนกลับ (Feedback Control) เป็นอุปกรณ์ที่สามารถควบคุมเครื่องจักรกล หรือระบบการทำงานนั้นๆ ให้เป็นไปตามความต้องการ เช่น ควบคุมความเร็ว (Speed), ควบคุมแรงบิด (Torque), ควบคุมแรงตำแหน่ง (Position) หรือระยะทางในการเคลื่อนที่หมุน (Position Control) ของตัวมอเตอร์ได้ ซึ่งมอเตอร์ทั่วไปไม่สามารถควบคุมในลักษณะงานเบื้องต้นได้ โดยให้ผลลัพธ์ตามความต้องการที่มีความแม่นยำสูง ขนาดของ เซอร์โวมอเตอร์ จะมีหน่วยในการบอกขนาดเป็นวัตต์ (Watt) เซอร์โวมอเตอร์จะมีขนาดตั้งแต่ 50W-15kW ทำให้ผู้ใช้งานมีความหลากหลายในการใช้งาน เซอร์โวมอเตอร์แสดงดังรูปที่ 2.22



รูปที่ 2.22 เซอร์โวมอเตอร์

ประเภทของเซอร์โวมอเตอร์

โดยทั่วจะมีทั้ง DC และ AC Servo Motor ในเครื่องจักรรุ่นเก่าๆ จะพบว่า DC Servo Motor มีการใช้ในเครื่องจักรกลอุตสาหกรรมมากกว่า AC Servo Motor เนื่องจากช่วงที่ผ่านมาการควบคุมกระแสสูงๆ นั้นจะต้องใช้ SCRs แต่ปัจจุบันทรานซิสเตอร์ได้พัฒนาขีดความสามารถให้ตัดต่อกระแสสูงและใช้งานที่ความถี่ได้สูงขึ้น จึงทำให้ระบบควบคุมทางเอซีและระบบเซอร์โวได้ถูกนำมาใช้งานมากขึ้น ซึ่งสามารถแยกประเภทของเซอร์โวได้ดังนี้

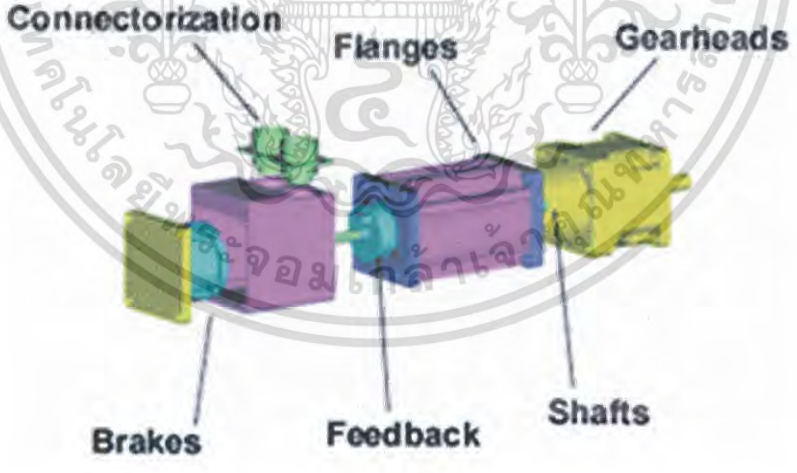
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. มอเตอร์ชนิดที่มีแปรงถ่าน เซอร์โวมอเตอร์ชนิดนี้ที่สเตเตอร์จะเป็นแม่เหล็กถาวร ส่วนโรเตอร์ยังใช้แปรงถ่านและคอมมิวเตอร์เรียงกระแสเข้าสู่ขดลวดอาร์เมเจอร์ เหมือนกับดีซีมอเตอร์ทั่วไป

2. เซอร์โวมอเตอร์ชนิดที่ไม่มีแปรงถ่าน เซอร์โวมอเตอร์ในกลุ่มนี้ประกอบจะประกอบด้วย ดีซีเซอร์โว (DC Brushless Servo Motor) โรเตอร์ทำด้วยแม่เหล็กถาวร, เอซีเซอร์โวมอเตอร์ (AC Servo Motor) ซึ่งมีทั้งแบบซิงโครนัสเซอร์โว, อะซิงโครนัสเซอร์โว (การนำอินดัคชันมอเตอร์มาใช้ทำเป็นระบบขับเคลื่อนเซอร์โวมอเตอร์) และสเตปปิงเซอร์โวมอเตอร์

โครงสร้างของเซอร์โวมอเตอร์

ข้อจำกัดอย่างหนึ่งของระบบควบคุมเซอร์โว ก็คือการใช้งานจะต้องเป็นแบบ Closed Loop เท่านั้น การใช้งานระบบควบคุมเซอร์โวไม่สามารถเลือกควบคุมเป็นแบบ Open Loop ได้เหมือนกันระบบขับเคลื่อนเอซี (AC Drives) การตอบสนองของระบบเซอร์โว เช่น อัตราเร่ง แรงบิด เป็นต้น และตำแหน่งที่ควบคุมจะไม่เป็นไปตามวัตถุประสงค์ หากไม่มีสัญญาณป้อนกลับไปยังชุดขับเคลื่อนเซอร์โว การควบคุมการทำงานในระบบนี้อุปกรณ์ป้อนกลับหรือเอ็นโคดเดอร์ (Encoder) จะมีบทบาทความสำคัญอย่างยิ่งเสมือนกับเป็นของคู่กันชนิดที่เรียกว่าขาดซึ่งกันและกันไม่ได้ ในทางปฏิบัติเซอร์โวมอเตอร์และเอ็นโคดเตอร์จึงถูกออกแบบและผลิตสร้างขึ้นมาคู่กันในลักษณะเป็นแพ็คเกจ (Package) ซึ่งมีเอ็นโคดเดอร์ติดอยู่ที่ส่วนท้ายของมอเตอร์ดังรูปที่ 2.23



รูปที่ 2.23 เซอร์โวมอเตอร์และเอ็นโคดเดอร์

จากรูปที่ 2.23 สามารถอธิบายได้ดังนี้

Gearheads	คือ เกียร์สำหรับลดความเร็วรอบเพื่อเพิ่มแรงบิด
Shafts	คือ เพลาของมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Flanges คือ หน้าแปลนสำหรับติดตั้งมอเตอร์

Feed back คือ อุปกรณ์ป้อนกลับหรือเอ็นโคดเดอร์

Connectorization คือ ขั้วต่อสายไฟเข้ามอเตอร์และขั้วต่อสายสำหรับเอ็นโคดเดอร์

Breakes คือ ชุดเบรก

โครงสร้างของ AC servo Motor จะคล้ายกับมอเตอร์ 3 เฟสทั่วๆ ไป ซึ่งจะประกอบด้วย 2 ส่วนที่สำคัญคือ สเตเตอร์และโรเตอร์ โดยสเตเตอร์จะประกอบด้วยขดลวด 3 ชุด ขดลวดภายในจะต่อเป็นแบบสตาร์ (Star หรือ WYE) และมีสายต่อมาที่ขั้วต่อสายด้านนอก 3 เส้น (จุดนิวทรอลจะอยู่ด้านใน) ส่วนโรเตอร์ทำจากแม่เหล็กถาวร (Permanent Magnet) ไม่มีขดลวดพัน, ไม่มีคอมมิวเตเตอร์ และไม่มีแปรงถ่าน (Brushless)

โครงสร้างที่ไม่มีขดลวดพันไม่และแปรงถ่าน จะทำให้ประสิทธิภาพของมอเตอร์สูงขึ้น ไม่มีการสูญเสียในขดลวดทองแดง ไม่ต้องบำรุงรักษาเนื่องจากแปรงถ่านไม่เกิดประกายไฟ เนื่องจากการเรียงกระแสจากแปรงถ่านผ่านคอมมิวเตอร์ไปยังขดลวดทองแดงที่พันอยู่ในตัวโรเตอร์

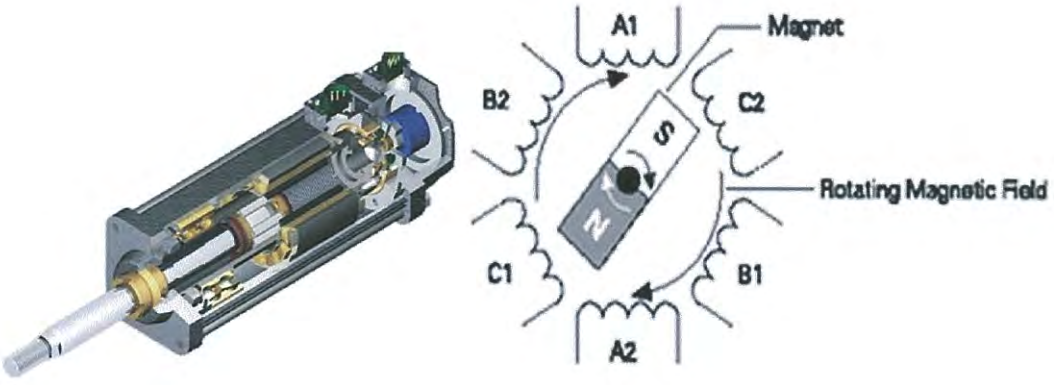
สำหรับวัสดุที่นำมาสร้างแม่เหล็กถาวรนี้จะแตกต่างกันไป โดยขึ้นอยู่กับราคาและเทคโนโลยีของบริษัทผู้ผลิตนั้นๆ ซึ่งมีตั้งแต่ชนิดที่ราคาถูก เช่น เซรามิก หรือเฟอไรต์ จนถึงการใช้วัสดุที่มีราคาแพง อย่างเช่น ซามาเรียม, โคบอลต์, หรือนีโอไดเมียม เป็นต้น ในปัจจุบันเอซีเซอร์โวมอเตอร์ส่วนใหญ่จะใช้วัสดุสารแม่เหล็กแบบนีโอไดเมียม เนื่องจากมีคุณสมบัติความเป็นแม่เหล็กและความเหมาะสมเรื่องราคาดีกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับวัสดุสารแม่เหล็กแบบอื่นๆ

หลักการทำงานของเซอร์โวมอเตอร์

การทำงานของเซอร์โวมอเตอร์ชนิดนี้จะคล้ายกับการทำงานของซิงโครนัสมอเตอร์ 3 เฟส กล่าวคือ เมื่อมีการควบคุมให้คอนโทรลเลอร์จ่ายกระแสไฟฟ้าเข้าไปยังขดลวดที่สเตเตอร์ แกนเหล็กของสเตเตอร์จะกลายเป็นแม่เหล็กไฟฟ้า และหมุนเคลื่อนที่ด้วยความเร็วที่แปรผันตามความถี่ ซึ่งเรียกว่า ความเร็วซิงโครนัส (Synchronous Speed) หรือความเร็วสนามแม่เหล็กหมุนและจะดูดให้โรเตอร์ซึ่งเป็นแม่เหล็กถาวรหมุนเคลื่อนที่ตาม

จากลักษณะโครงสร้างของโรเตอร์และหลักการทำงานที่เหมือนกับซิงโครนัสมอเตอร์ ซึ่งเป็นมอเตอร์แบบเอซี แต่ไม่มีแปรงถ่าน (Brushless) ไม่มีซี่คอมมิวเตเตอร์ จึงทำให้มอเตอร์ชนิดนี้มีชื่อเรียกขานแตกต่างกันออกไป เช่น เรียกทับศัพท์ว่า Permanent Magnet Synchronous Motor (PMSM) ซึ่งหมายถึงซิงโครนัสมอเตอร์ที่ไม่มีแปรงถ่าน บ้างก็เรียกว่าเอซีเซอร์โวมอเตอร์ (AC Servo Motor) หรือบ้างก็เรียกสั้นๆ ย่อๆ ว่า AC Brushless หรือ Brushless Motor เป็นต้น แสดงดังรูปที่ 2.24

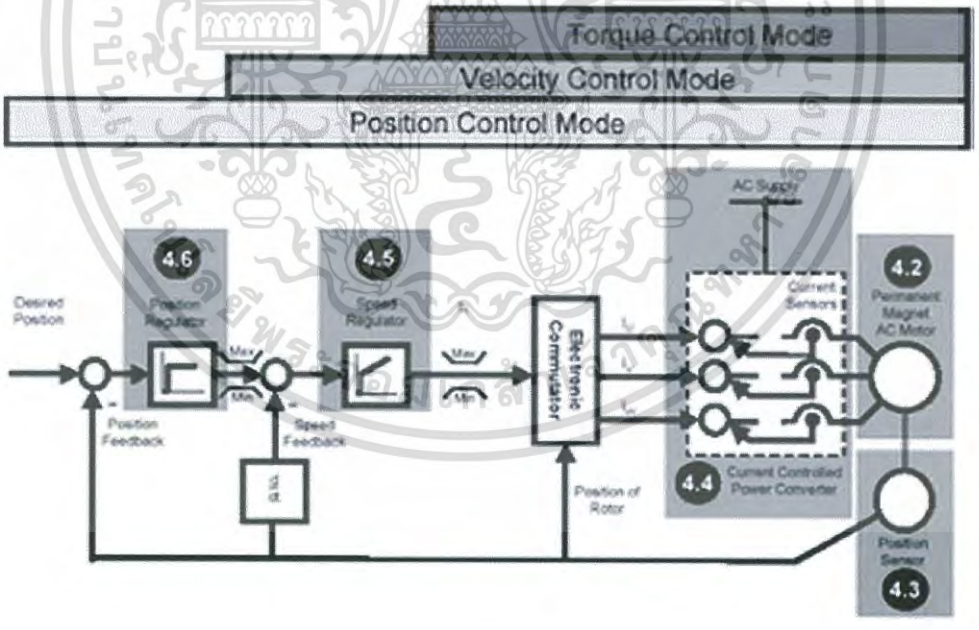
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.24 โครงสร้างและการทำงานของ AC Servo Motor

โครงสร้างของระบบควบคุมเซอร์โวมอเตอร์

ลักษณะของระบบควบคุมเซอร์โวมอเตอร์จะเป็นระบบควบคุมแบบลูปปิด (Close Loop Control) ซึ่งประกอบด้วย 3 โหมด คือ การควบคุมอัตราเร่ง (Velocity Control Mode) และการควบคุมตำแหน่ง (Position Control Mode) ซึ่งจะอยู่ในลูปด้านนอกสุด โดยมีองค์ประกอบที่สำคัญๆ ดังรูปที่ 2.25



รูปที่ 2.25 โครงสร้างของระบบควบคุมเซอร์โวมอเตอร์

จากรูปที่ 2.25 สามารถอธิบายได้ดังนี้

1. เซอร์โวมอเตอร์ (Servo Motor) (ตำแหน่ง 4.2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ชุดควบคุมการขับเคลื่อนเซอร์โว (Servo Drive, Servo Amplifier หรือบางทีเรียกว่า Servo Controller) (ตำแหน่ง 4.4, 4.5, 4.6)

3. อุปกรณ์ป้อนกลับ (Feedback Device เช่น Speed Encoder และ Position Sensor) (ตำแหน่ง 4.3)

องค์ประกอบในการทำงานของเซอร์โวมอเตอร์

การทำงานเพียงตัวเซอร์โวมอเตอร์ เพียงอย่างเดียวนั้นไม่สามารถทำงานได้ การที่จะให้เซอร์โวมอเตอร์ควบคุมลักษณะที่กล่าวมาข้างต้นนั้นต้องมีองค์ประกอบดังนี้

1. คอนโทรลเลอร์ (Controller)

หลักการทำงานหลักๆ หน้าที่ของคอนโทรลเลอร์คือ มีหน้าที่รับคำสั่งจากผู้ใช้งานว่าต้องการให้เซอร์โวมอเตอร์นั้นเคลื่อนที่ด้วยความเร็วเท่าไหร่ และระยะทางใกล้หรือไกลแค่ไหน หน้าที่ตรงจุดนี้คอนโทรลเลอร์จะเป็นตัวกำหนดให้กับตัวเซอร์โวมอเตอร์ คอนโทรลเลอร์แสดงดังรูปที่ 2.26

รูปที่ 2.26 คอนโทรลเลอร์ (Controller)

2. เซอร์โวไดรฟ์เวอร์ (Servo Driver)

หน้าที่ของ Servo Driver คือ จะรับสัญญาณมาจาก Controller และสั่งการให้กับตัวเซอร์โวมอเตอร์เคลื่อนที่ตามที่ Controller สั่งการมา แต่ Controller จะไม่สั่งการควบคุมไปที่เซอร์โวมอเตอร์โดยตรง เนื่องจาก Servo Driver เป็นตัวที่ปรับการตั้งค่าของตัวเซอร์โวมอเตอร์ให้ทำงานตามรูปแบบของการควบคุมไม่ว่าจะเป็นการควบคุมความเร็ว (Speed Control), แรงบิด (Toque) และตำแหน่งได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ เพราะฉะนั้นเมื่อใช้เซอร์โวมอเตอร์ก็จะต้องมี Servo Driver เสมอ ตัว Servo Driver จะเป็นตัวกำหนดค่าตัวแปรหรือ Position Control พารามิเตอร์ต่างๆ ให้กับตัวเซอร์โวมอเตอร์ให้ทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.27 เซอร์โวไดรฟ์เวอร์ (Servo Driver)

3. **เซอร์โวมอเตอร์ (Servo Motor)**

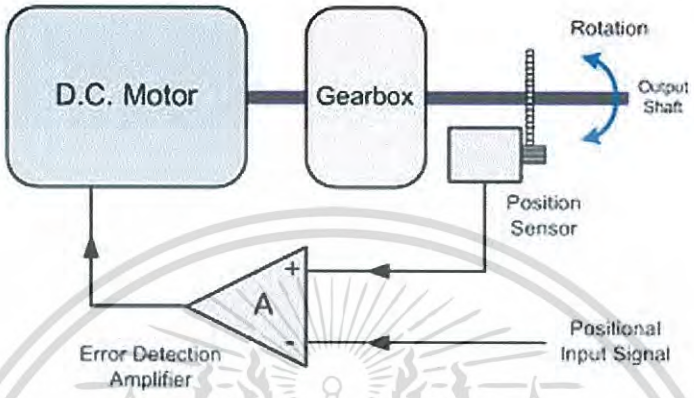
หน้าที่ของเซอร์โวมอเตอร์คือ ขับเคลื่อนอุปกรณ์ของเครื่องจักรกลหรือระบบของการทำงานนั้นๆ ให้เป็นไปตามรูปแบบที่ได้รับคำสั่งจากตัว Servo Driver พร้อมกับส่งสัญญาณป้อนกลับให้กับตัว Servo Driver ว่าตอนนี้เซอร์โวมอเตอร์เคลื่อนที่ด้วยความเร็วเท่าไหร่ และระยะทางในการเคลื่อนที่เป็นระยะทางเท่าไหร่แล้ว ด้วยสัญญาณของตัวเอ็นโคดเดอร์ที่อยู่ภายในตัวเซอร์โวมอเตอร์ทำให้การเคลื่อนที่ของเซอร์โวมอเตอร์นั้นมีความแม่นยำสูง เซอร์โวมอเตอร์แสดงดังรูปที่ 2.28

รูปที่ 2.28 เซอร์โวมอเตอร์ (Servo Motor)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

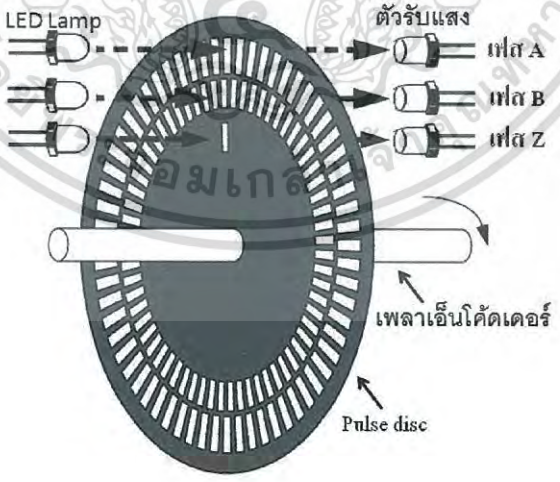
เอ็นโคดเดอร์ (Encoder)

ในการควบคุม DC Servo Motor ที่ดีต้องมีระบบคอนโทรลที่มีการป้อนกลับหรืออุปกรณ์ป้อนกลับ (Feedback Device) นั่นคือ เอ็นโคดเดอร์เพื่อทำหน้าที่วัดความเร็ว (Speed) วัดตำแหน่ง (Position) ตลอดจนทิศทางการหมุน (Direction of Rotation) ให้ถูกต้องและแม่นยำแสดงดังรูปที่ 2.29



รูปที่ 2.29 ระบบ DC Servo Motor ที่มีการป้อนกลับตำแหน่งและความเร็ว

เอ็นโคดเดอร์สามารถแบ่งตามรูปแบบการการให้ข้อมูลเอาต์พุตได้ 2 ชนิด คือ Incremental Encoder กับ Absolute Encoder แต่ทั้ง 2 ชนิดจะประกอบด้วยอุปกรณ์พื้นฐานเหมือนกันและทำงานภายใต้หลักการเดียวกัน ในรูปที่ 2.30 แสดงส่วนประกอบเบื้องต้นของเอ็นโคดเดอร์



รูปที่ 2.30 ส่วนประกอบเบื้องต้นของเอ็นโคดเดอร์

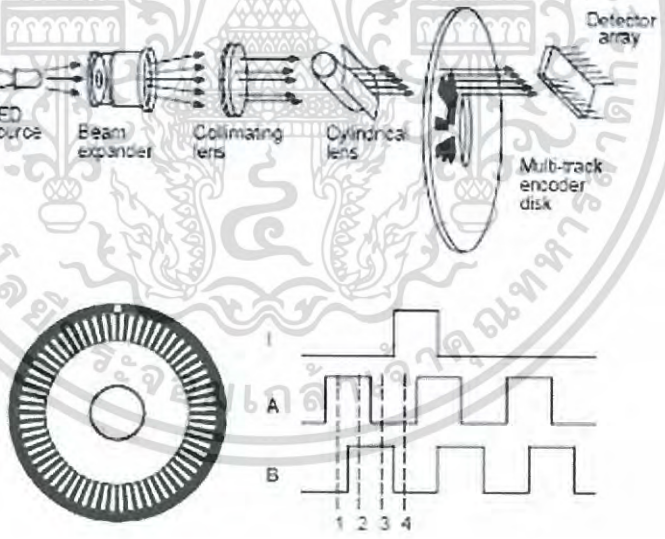
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 2.30 สามารถอธิบายได้ดังนี้

1. เพลา (Shaft) ใช้สำหรับต่อเข้ากับวัตถุที่หมุน เช่น มอเตอร์
2. แผ่นดิสก์ (Code หรือ Pulse Disc) จะเป็นแผ่นที่มีแทร็กหรือร่องเล็กๆ มีทั้งส่วนที่โปร่งแสงและทึบแสงเพื่อให้แสดงอินฟาเรดลอดผ่านได้
3. แหล่งแสง (Light Source) เป็นไป LED คุณภาพสูง
4. ตัวรับแสง (Photo Detector หรือ Photodiode) ใช้รับแสงจาก LED เพื่อแปลงไปเป็นรหัสข้อมูล

1. Increment Encoder

Incremental Encoder หรือโดยทั่วไปเรียกว่า Rotary Encoder จะสร้างสัญญาณพัลส์ (Pulse) ที่แปรผันตรงกับการหมุนของเพลามอเตอร์ หรือจะหมุนด้วยความเร็วเท่ากับเพลาของมอเตอร์นั่นเอง โดย Rotary Encoder จะประกอบด้วยจานหมุน (Rotary Disk) และอุปกรณ์ตรวจตรวจจับ (Sensor) โดยจานหมุนจะมีช่องเล็กๆ (Slit) เมื่อเพลาของมอเตอร์หมุนจะทำให้จานหมุนไปตัดลำแสงของ Sensor ทำให้ชุดรับแสงมีการรับสัญญาณเป็นช่วงๆ จึงทำให้สัญญาณเอาต์พุต (Output) มีลักษณะ Pulse โดยแสดงดังรูปที่ 2.31



รูปที่ 2.31 Incremental Encode และสัญญาณ Pulse

2. Absolute Encoder

Absolute Encoder หรือโดยทั่วไปเรียกว่า Potentiometer เป็นเอ็นโคดเดอร์อีกชนิดหนึ่งที่อาศัยหลักการของ Optical โดยทั่วไปแล้วการทำงานจะคล้ายๆ กับ Rotary Encoder โดยการเคลื่อนที่ของ Potentiometer จะแปรผันตรงกับความเร็ว (Speed) หรือระยะทาง (Distance) ของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเคลื่อนที่ เอ็นโคดเดอร์ชนิดนี้จะนิยมใช้มากในระบบคอนโทรลจะให้ความเที่ยงตรงและสามารถบอกได้ทุกตำแหน่งของการเคลื่อนที่ตลอดมีอายุการใช้งานที่ยาวนานกว่าแสดงดังรูปที่ 2.32

รูปที่ 2.32 Absolute Encoder

2.1.4 หลักการเขียนแบบวงจรควบคุม

การเขียนแบบและอ่านแบบ เป็นความรู้พื้นฐานทางด้านไฟฟ้า เนื่องจากเป็นสื่อกลางในการสื่อสารระหว่างช่างไฟฟ้าและบุคคลที่เกี่ยวข้อง การเขียนแบบและอ่านแบบมีความสำคัญ ต่องานไฟฟ้า ทั้งนี้เพราะจะนำเสนองานประเภทเส้นทางการเดินสายไฟฟ้าและอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ต้องการติดตั้งเป็นหลัก การเขียนแบบในงานไฟฟ้ามักจะแสดงรายละเอียดของกระแสไฟฟ้า ค่าความต้านทาน หรือรายละเอียดต่างๆ ที่จำเป็นในการติดตั้งสายไฟฟ้าและอุปกรณ์ไฟฟ้า

2.1.4.1 สัญลักษณ์ทางไฟฟ้า

งานติดตั้งระบบไฟฟ้าหรืองานปฏิบัติการเดินสายไฟฟ้า ถ้าเขียนในรูปของอุปกรณ์งานจริงจะทำให้เสียเวลามาก ดังนั้นจะต้องมีการเขียนแบบและอ่านแบบ การที่จะเขียนแบบและอ่านแบบได้นั้น จำเป็นต้องกำหนดสัญลักษณ์ขึ้นมาแทนอุปกรณ์งานจริง เพื่อความสะดวกและรวดเร็วในการปฏิบัติงาน สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเขียนแบบและการเดินสายไฟฟ้าได้กำหนดไว้หลายมาตรฐาน ได้แก่

- DIN (Deutsches Institute fur Normung e.V.) มาตรฐานการเขียนแบบของเยอรมัน
- ANSI (American National Standard Institute) มาตรฐานการเขียนแบบของสหรัฐอเมริกา
- IEC (International Electrotechnical Commission) มาตรฐานสากลทางไฟฟ้านานาชาติ
- JIS (Japan Industrial Standard) สำนักงานมาตรฐานอุตสาหกรรมญี่ปุ่น

โดยสัญลักษณ์ทางไฟฟ้าที่นิยมใช้ในการเขียนวงจร หรือเขียนแบบทางไฟฟ้า คือ มาตรฐาน DIN และ มาตรฐาน ANSI ตัวอย่างสัญลักษณ์ทางไฟฟ้า ตามมาตรฐาน DIN, IEC และ ANSI แสดงดังในตารางที่ 2.1

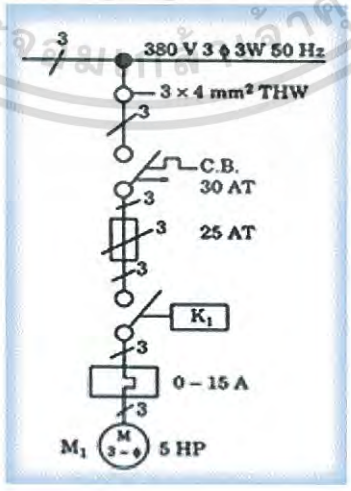
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 ตัวอย่างสัญลักษณ์ทางไฟฟ้าตามมาตรฐาน DIN, IEC และ ANSI

ชนิดอุปกรณ์	DIN	IEC	ANSI
หน้าสัมผัสปกติเปิด (Normally Open : NO)			
หน้าสัมผัสปกติปิด (Normally Close : NC)			
สวิตช์ปุ่มกดหน้าสัมผัสค้าง			
ฟิวส์			
คอยล์รีเลย์			

แบบวงจรที่ใช้ในงานควบคุมแบ่งออกได้เป็น 4 แบบด้วยกันดังนี้

1. แบบวงจรสายเดียว (One Line Diagram) วงจรสายเดียวเป็นแบบวงจรที่แสดงวงจรชนิดหนึ่งที่เขียนด้วยเส้นสายเดียวเท่านั้นแสดงดังรูปที่ 2.33



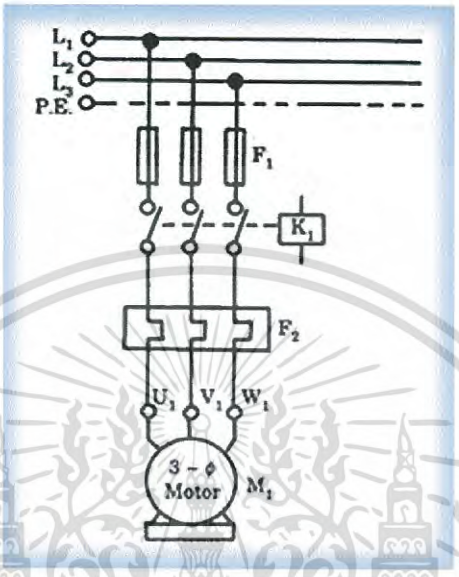
รูปที่ 2.33 รูปแบบวงจรสายเดียว (One Line Diagram)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

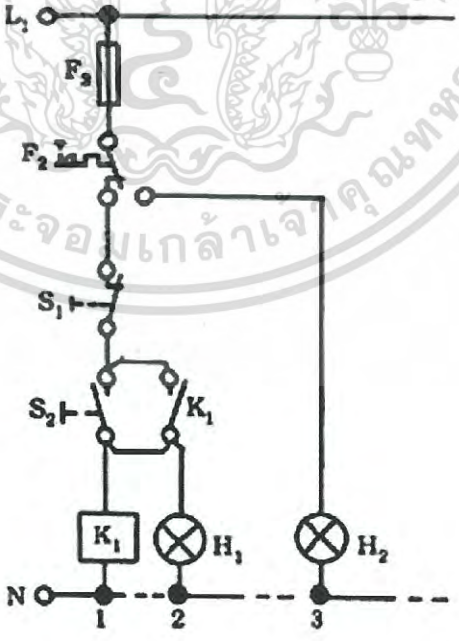
2. แบบวงจรแสดงการทำงาน (Schematic Diagram) วงจรแสดงการทำงานสามารถแบ่งตามลักษณะของวงจรได้เป็น 2 แบบด้วยกันคือ

2.1 วงจรกำลัง (Power Circuit) แสดงดังรูปที่ 2.34

2.2 วงจรควบคุม (Control Circuit)) แสดงดังรูปที่ 2.35



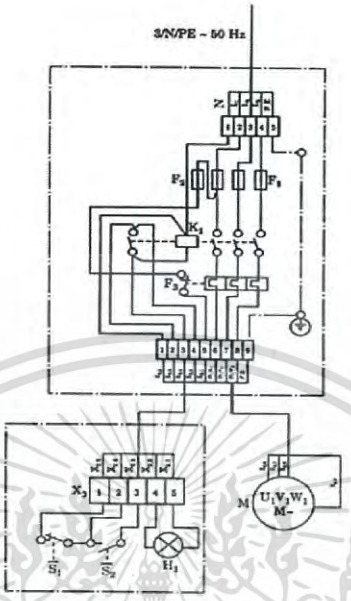
รูปที่ 2.34 รูปแบบวงจรกำลัง (Power Circuit)



รูปที่ 2.35 รูปแบบวงจรควบคุม (Control Circuit)

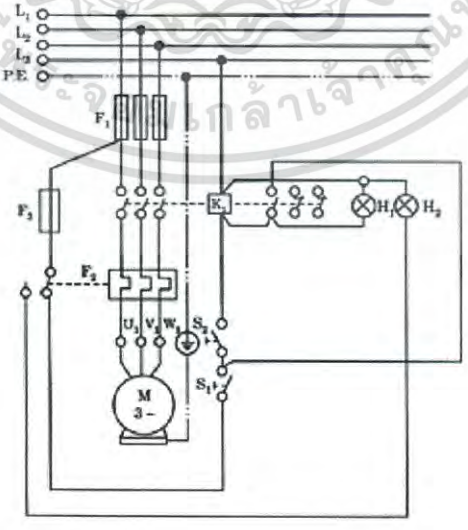
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. วงจรแสดงแบบงานจริง (Working Diagram) แบบชนิดนี้จะเขียนคล้ายคือส่วนประกอบของอุปกรณ์ใดๆ จะเขียนเป็นชิ้นเดียว และสายต่อๆ จะต่อกันที่จุดเข้าสายเท่านั้น แสดงดังรูปที่ 2.36



รูปที่ 2.36 รูปแบบวงจรแสดงแบบงานจริง (Working Diagram)

4. วงจรประกอบการติดตั้ง (Constructional Wiring Diagram) แบบชนิดนี้จะเขียนแสดงรายละเอียดด้วยวงจรงานจริง และจะประกอบเข้าที่แผงต่อสาย โดยใช้วงจรสายเดียว สายที่ออกจากจุดต่อสายแต่ละอันจะมีโค๊ดกำกับไว้ให้รู้ว่าสายนั้นจะต้องไปต่อเข้าจุดใดแสดงดังรูปที่ 2.37



รูปที่ 2.37 รูปวงจรประกอบการติดตั้ง (Constructional Wiring Diagram)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.5 การคำนวณทางไฟฟ้า

การคำนวณโหลดไฟฟ้าต้องคำนึงถึงการทำงานของโหลดไฟฟ้าต่างๆ ที่เป็นไปได้จริงเพื่อทำให้ระบบจ่ายพลังงานไฟฟ้าทำงานได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม ดังนั้นการคำนวณโหลดไฟฟ้าจึงต้องมีข้อมูลการทำงานของโหลดไฟฟ้าอย่างเพียงพอ และเมื่อได้ข้อมูลที่เพียงพอแล้วจึงนำข้อมูลเหล่านั้นมาคำนวณหาขนาดของสายไฟที่จะใช้ในวงจร หรืออุปกรณ์สำหรับตัดวงจรไฟฟ้าเมื่อมีกระแสไฟฟ้าเกินพิกัดของอุปกรณ์ได้ เป็นต้น

2.1.5.1 การคำนวณหาขนาดสายไฟของวงจรมอเตอร์

มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่จำเป็นต้องมีการป้องกันการเสียหายเช่นเดียวกับอุปกรณ์ไฟฟ้าอื่นๆ แต่ในการจ่ายไฟฟ้าให้กับมอเตอร์มีข้อกำหนดเป็นการเฉพาะ เนื่องจากกระแสในการเริ่มเดินของมอเตอร์ มีค่าสูงประมาณ 4-8 เท่าของกระแสพิกัด ดังนั้นฟิวส์ (Fuse) หรือเซอร์กิตเบรกเกอร์ (Circuit Breaker) ที่นำมาใช้ในการป้องกัน (Protection) ทั้งนี้ต้องมีพิกัดกระแสสูงขึ้นทั้งนี้เพื่อป้องกันการปลดวงจรเนื่องมาจากกระแสเริ่มเดินมอเตอร์ ซึ่งจะทำให้ความสามารถในการป้องกันลดลงขาดความเชื่อถือ โดยทั่วไปจึงต้องติดอุปกรณ์ป้องกันโหลดเกินหรือที่เรียกว่า โอเวอร์โหลดรีเลย์ (Overload Relay)

1. สายไฟฟ้าสำหรับมอเตอร์ตัวเดียว

1. สายไฟฟ้าวงจรย่อยที่จ่ายให้มอเตอร์ตัวเดียว ต้องมีขนาดกระแสไม่ต่ำกว่า 125 เปอร์เซ็นต์ของกระแสพิกัดโหลดเต็มที่ (Full Load Current) ของมอเตอร์ ยกเว้นมอเตอร์หลายความเร็ว (Multispeed Motor) ซึ่งแต่ละความเร็วมีพิกัดกระแสต่างกันให้ใช้ค่าพิกัดกระแสสูงสุดดูได้จากแผ่นป้าย (Name Plate)

2. สายไฟของวงจรมอเตอร์ต้องมีขนาดไม่ต่ำกว่า 1.5 ตร.ม สำหรับการกำหนดขนาดของสายไฟฟ้าจะต้องดูชนิดและวิธีการเดินสายประกอบด้วย เช่น เดินในท่อ เดินลอยในอากาศหรือท่อโลหะ เป็นต้น

ตัวอย่างที่ 1 มอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟส ขนาด 10 แรงม้า 380 โวลต์ 17 แอมแปร์

วิธีทำ ขนาดกระแสของสายไฟฟ้าต้องไม่ต่ำกว่า 125 เปอร์เซ็นต์ของพิกัดกระแสโหลดเต็มที่

$$= 1.25 \times 17$$

$$= 21.25 \text{ A}$$

ดังนั้นขนาดกระแสของสายไฟฟ้าต้องไม่ต่ำกว่า 22 แอมแปร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. สายไฟฟ้าสำหรับมอเตอร์หลายตัว

สายไฟฟ้าที่จ่ายให้กับมอเตอร์ 1 ตัว ต้องมีอัตราการทนกระแสต้องไม่ต่ำกว่า 125 เปอร์เซ็นต์ของพิกัดกระแสโหลดเต็มที่ของมอเตอร์ตัวใหญ่ที่สุดในวงจร รวมกับพิกัดกระแสโหลดเต็มที่ของมอเตอร์ตัวอื่นๆ สำหรับสายเมนที่ต่อกับมอเตอร์ทุกตัวเรียกว่าสายป้อน

- ในกรณีมอเตอร์ตัวที่ใหญ่ที่สุดมีหลายตัวให้คิด 125 เปอร์เซ็นต์ เพียงตัวเดียว

ตัวอย่างที่ 2 จงกำหนดขนาดกระแสของสายไฟฟ้าของมอเตอร์แต่ละตัวและสายป้อนของมอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟสจำนวน 4 ตัว (M1-M4) เริ่มเดินแบบ Direct On Line Starter

มอเตอร์ M1 5 แรงม้า 9.2 แอมแปร์ รหัสอักษร B

มอเตอร์ M2 7.5 แรงม้า 13 แอมแปร์ รหัสอักษร E

มอเตอร์ M3 10 แรงม้า 17 แอมแปร์ รหัสอักษร F

มอเตอร์ M4 15 แรงม้า 25 แอมแปร์ ไม่มีรหัสอักษร

วิธีทำ **ก. กำหนดขนาดสายไฟฟ้าวงจรย่อยของมอเตอร์แต่ละตัว**

มอเตอร์ M1 ขนาดกระแสไฟฟ้าไม่ต่ำกว่า $1.25 \times 9.2 = 11.5$ A

มอเตอร์ M2 ขนาดกระแสไฟฟ้าไม่ต่ำกว่า $1.25 \times 13 = 16.25$ A

มอเตอร์ M3 ขนาดกระแสไฟฟ้าไม่ต่ำกว่า $1.25 \times 17 = 21.25$ A

มอเตอร์ M4 ขนาดกระแสไฟฟ้าไม่ต่ำกว่า $1.25 \times 25 = 32.25$ A

ข. ขนาดสายป้อน

$= (1.25 \times 25) + 17 + 13 + 9.2$

$= 70.45$

นั่นคือ ขนาดกระแสของสายไฟฟ้าไม่ต่ำกว่า 71 แอมแปร์

3. สายดิน (Ground Conductor)

สายดินคือ ตัวนำหรือสายไฟที่ต่อจากส่วนที่เป็นตัวนำไฟฟ้าหรือเปลือกโลหะของเครื่องใช้ไฟฟ้า หรืออุปกรณ์ติดตั้งทางไฟฟ้า ซึ่งปกติเป็นส่วนที่ไม่มีไฟและมักมีการจับต้องขณะใช้งาน เพื่อให้เป็นเส้นทางที่สามารถนำกระแสไฟฟ้า กรณีที่มีไฟรั่วให้ไหลลงดินโดยผู้ใช้ไฟไม่เกิดอันตราย ขณะเดียวกันก็เป็นเส้นทาง ให้กระแสไฟฟ้ารั่วไหลย้อนกลับไปยังหม้อแปลงไฟฟ้าได้สะดวก เพื่อให้เครื่องตัดไฟอัตโนมัติทำงานและตัดไฟออกทันที การเลือกใช้สายดินสามารถเลือกใช้ได้ตามตารางที่ 2.2 (อ้างอิงจาก *มยผ. 4501-51:มาตรฐานงานติดตั้งไฟฟ้าทั่วไป*)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 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

2.1.5.2 การเลือกอุปกรณ์ตัดวงจรไฟฟ้า

1. เซอร์กิตเบรกเกอร์ (Circuit Breaker) หมายถึง อุปกรณ์ที่ทำงานเปิดและปิดวงจรไฟฟ้า แบบไม่อัตโนมัติแต่สามารถเปิดวงจรได้อัตโนมัติ ถ้ามีกระแสไหลผ่านเกินกว่าค่าที่กำหนดโดยไม่มีความเสียหายเกิดขึ้น แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

- เซอร์กิตเบรกเกอร์แบบผกผัน (Inverse Time Circuit Breaker) ได้แก่ เซอร์กิตเบรกเกอร์ที่ใช้ทั่วไป

- เซอร์กิตเบรกเกอร์แบบปลดทันที (Instantaneous Circuit Breaker) แบบนี้เหมาะสำหรับวงจรมอเตอร์

การเลือกใช้เซอร์กิตเบรกเกอร์จะต้องเลือกเซอร์กิตเบรกเกอร์ที่มีขนาดกระแสพิกัดเท่ากับ 125 เปอร์เซ็นต์ของกระแสพิกัดโหลดภายในวงจร ซึ่งเซอร์กิตเบรกเกอร์ขนาดมาตรฐานของ NEC กำหนดไว้ดังนี้ 15, 60, 70, 80, 90, 100, 110, 125, 150, 175, 200, 225, 250, 300, 350, 400, 450, 600, 700, 800, 1000, 1200, 1600, 2000, 2500, 3000, 4000, 5000, 6000 A เซอร์กิตเบรกเกอร์แสดงดังรูปที่ 2.38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.38 เซอร์กิตเบรกเกอร์แบบต่างๆ

2. โฟโตเซนเซอร์ (Photo Sensor)

โฟโตเซนเซอร์ (Photo Sensor) คือ การควบคุมแสงที่ใช้ในกระบวนการผลิตอัตโนมัติต่างๆ โดยทำงานตรวจจับแสงที่มองเห็นหรือแสงที่มองไม่เห็น และตอบสนองการทำงานตามการเปลี่ยนแปลงความเข้มของแสงที่ได้รับแสดงดังรูปที่ 2.39

รูปที่ 2.39 โฟโตเซนเซอร์ (Photo Sensor)

คุณลักษณะโดยทั่วไปของโฟโตเซนเซอร์

- สามารถตรวจจับวัตถุแบบไม่ต้องสัมผัส
- สามารถตรวจจับวัตถุมากกว่า 10 เมตร
- สามารถตรวจจับวัตถุได้ทุกชนิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- สามารถตรวจจับ สี, ขนาด, ความลึก, ตำแหน่ง, พื้นที่, และอื่นๆ
- แสดงการตอบสนองโดยการกระพริบของ LED
- ความละเอียดสูง

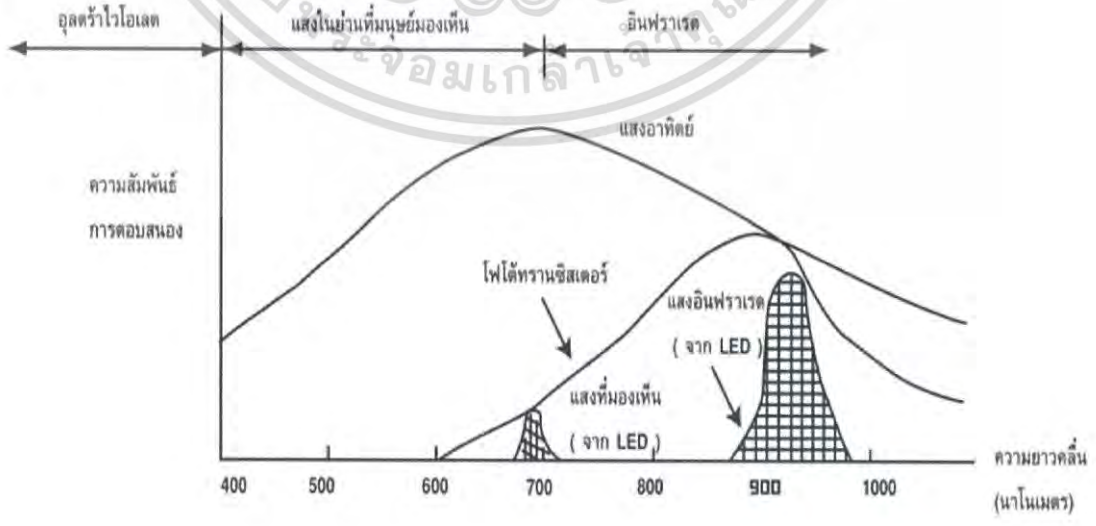
ส่วนประกอบของโฟโตเซนเซอร์

- **Emitter (ตัวส่งสัญญาณ)** ประกอบด้วย ตัวกำเนิดแสง, หลอด LED และตัวสร้างสัญญาณมอดูเลสที่อัตราเร็วสูง ส่งเป็นแสงไปยังตัวรับสัญญาณ
- **Receiver (ตัวรับสัญญาณ)** ประกอบด้วย ตัวรับแสงเพื่อแปลงสัญญาณ และส่วนของสวิตซ์ ทำหน้าที่เป็น Output
- **Range (ช่วงสัญญาณ)** คือ ตัวกำหนดระยะการทำงานของเซนเซอร์ หรือระยะการส่งสัญญาณ
- **Opposed Mode** คือ ระยะจากตัวส่งถึงตัวรับสัญญาณ
- **Retroreflective Mode** คือ ระยะจากเซนเซอร์ถึงแผ่นสะท้อน
- **Proximity Mode** คือ ระยะจากเซนเซอร์ถึงวัตถุที่ต้องการตรวจจับ

ลักษณะการทำงานของโฟโตเซนเซอร์

โฟโตเซนเซอร์จะประกอบด้วยแสง 2 ลักษณะ คือ

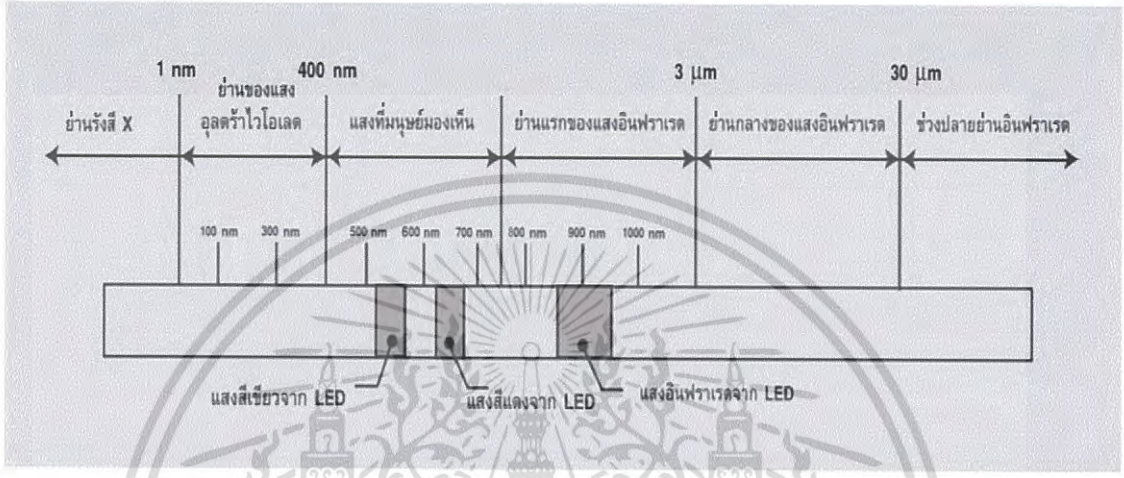
1. แสงที่สายตามนุษย์มองเห็นได้
2. แสงอินฟราเรด ซึ่งเป็นแสงที่มนุษย์ไม่เห็นเพราะมีความยาวคลื่นสูงกว่า 800 นาโนเมตร ดังแสดงในรูปที่ 2.40



รูปที่ 2.40 ความสัมพันธ์ของแสงกับการตอบสนองของโฟโตทรานซิสเตอร์

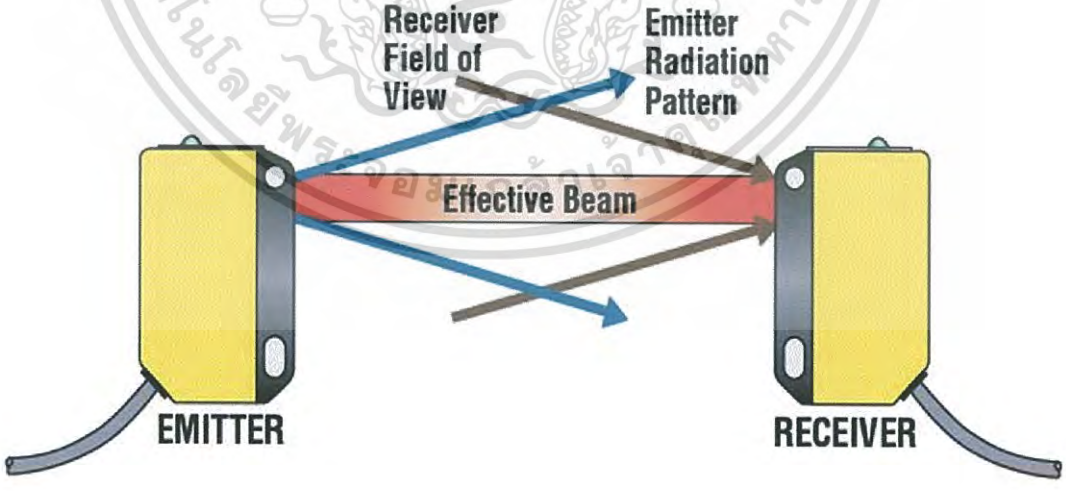
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งข้อดีของแสงทั้ง 2 ส่วน ก็คือ แสงที่มนุษย์สามารถมองเห็นจะช่วยในการติดตั้งโฟโตเซนเซอร์ได้เร็วและสะดวกยิ่งขึ้น ส่วนแสงอินฟราเรดจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการตรวจจับ เนื่องจากมีความเข้มของแสงสูงกว่าแสงที่สายตามองเห็น ทำให้ตรวจจับได้ไกลและโฟโตทรานซิสเตอร์ซึ่งอยู่ในภาครับแสงจะตอบสนองกับแสงอินฟราเรดได้ดีกว่าแสงที่สายตามองเห็น ดังแสดงในรูปที่ 2.41



รูปที่ 2.41 แถบสีและความยาวคลื่นของแสง

การทำงานของโฟโตเซนเซอร์แสดงดังรูปที่ 2.42



รูปที่ 2.42 ลักษณะการทำงานของโฟโตเซนเซอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำงานของโฟโตเซนเซอร์แสดงดังรูปที่ 2.42

Effective Beam คือ แสงที่ใช้ในการตรวจจับ

Radiation Pattern คือ พื้นที่ทั้งหมดของการส่งพลังงานออกมาเพื่อตรวจจับ

Field of View คือ พื้นที่ของการตอบสนองการทำงาน

จากรูปที่ 2.42 จะเห็นได้ว่าโฟโตเซนเซอร์ แบ่งการทำงานเป็น 2 ส่วน ได้แก่

1. ภาคส่งแสง (Emitter หรือ Transmitter)

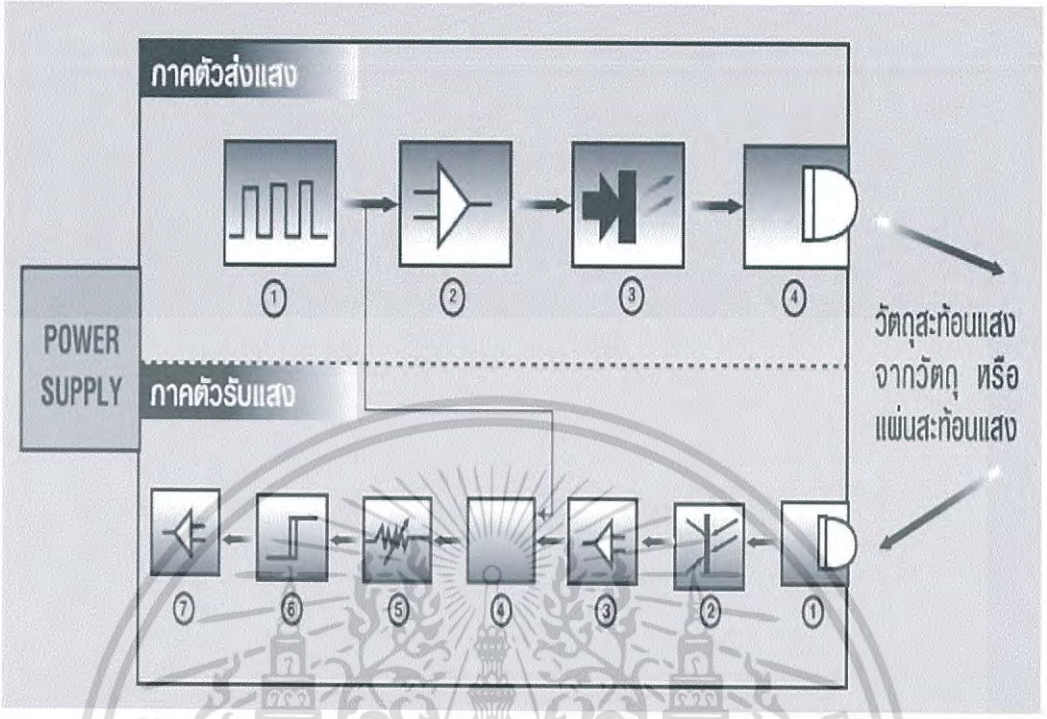
- Pulse Modulator คือวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่สร้างพัลส์ ซึ่งความถี่ของพัลส์นี้จะเป็นความถี่ของแสงที่จะถูกส่งออกไปยัง Opto-diode ซึ่งทำหน้าที่เปลี่ยนสัญญาณไฟฟ้าที่ได้ให้เป็นแสง ซึ่งมีองค์ประกอบ 2 ส่วน คือ แสงอินฟราเรดและแสงที่มนุษย์มองเห็น ซึ่งส่วนใหญ่เป็นแสงสีแดงรองลงมาคือแสงสีเขียว
- เลนส์ (Lens) ทำหน้าที่รวมแสงแล้วส่งออกไป

2. ภาครับแสง (Reciever)

- Pre-Amplifier ทำหน้าที่ขยายโวลต์เตจที่รับมาจากโฟโตทรานซิสเตอร์ให้สูงขึ้น
- Synchronizer ทำหน้าที่เปรียบเทียบความถี่ของแสงที่รับมาจาก Pulse Modulator ว่าตรงกันหรือไม่ หากตรงกันก็จะส่งเอาต์พุตออกไป ซึ่งวงจรเหล่านี้จะช่วยป้องกันแสงรบกวนจากแสงภายนอกทั้งจากแสงแดดและหลอดไฟในห้องทำงาน เพราะความถี่ของแสงที่รบกวนจะไม่ตรงกับความถี่ที่ส่งมาจากภาคส่งแสง ทำให้สามารถแยกความแตกต่างได้
- Photo Transistor ทำหน้าที่แปลงแสงที่รับเข้ามาให้เป็นสัญญาณไฟฟ้าออกมาเป็นมิลลิโวลต์
- เลนส์ (Lens) ทำหน้าที่รวมแสงที่เข้ามา
- Sensitivity Adjustment เป็นตัวความต้านทานที่ปรับค่าได้ เพื่อกำหนดปริมาณแสงที่ได้รับมาว่าปริมาณเท่าใดจึงจะให้เอาต์พุตทำงาน โดยจะเป็นการปรับค่าโวลต์เตจ เพื่อจะให้วงจรถัดไปคือ Trigger ทำการ ON หรือ OFF
- Trigger คือวงจรที่จะสั่งให้ทำการ ON หรือ OFF จะมีค่า ฮีสเตอร์รีซิส (Hysteresis) เพื่อป้องกันไม่ให้เอาต์พุตทำงานบ่อยเกินไป
- Amplifier ทำหน้าที่ขยายสัญญาณให้มีโวลต์เตจสูงขึ้น เพื่อสั่งให้เอาต์พุตทรานซิสเตอร์เปลี่ยนสภาวะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

องค์ประกอบของภาคส่งแสงและภาครับแสงแสดงดังรูปที่ 2.43



รูปที่ 2.43 องค์ประกอบของโฟโตเซนเซอร์ทั้งภาคส่งแสงและภาครับแสง

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เครื่องพิมพ์ลายเครื่องครัว (Inline Silkscreen Machine) เป็นเครื่องจักรที่คิดค้น และผลิตโดยแผนกออโตเมชันของบริษัท ไมย์เออร์ อินดัสตรีส์ จำกัด เครื่องจักรเครื่องแรก ติดตั้ง และใช้งานอยู่ในโรงงาน CE ภายในบริษัท โดยเครื่องจักรที่จะจัดทำขึ้นใหม่อาศัยการสังเกตการใช้งานของเครื่องแรก มาเป็นตัวช่วยในการปรับปรุงเครื่องจักรให้มีประสิทธิภาพในการใช้งานเพิ่มมากขึ้นเพื่อให้ได้งานที่มีคุณภาพมากขึ้นกว่าเดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีการดำเนินโครงงาน

ในการดำเนินโครงงานเครื่องพิมพ์ลายเครื่องครัว (Inline Silkscreen Machine) จะเริ่มจากการศึกษาการทำงาน และส่วนต่างๆ ของเครื่องจักรเดิมที่มีอยู่ในสายการผลิต การเขียนโปรแกรมสำหรับสั่งงานเครื่องจักร การแก้ไขแบบวงจรไฟฟ้า การประกอบตู้ไฟฟ้าควบคุมเครื่องจักร รวมถึงการประกอบเครื่องจักรเมื่อชิ้นส่วนต่างๆ ครบถ้วน หลังจากนั้นจึงนำเครื่องจักรที่ประกอบเรียบร้อยแล้วไปทดลองโปรแกรมสั่งการ และนำไปติดตั้งในสายการผลิตต่อไป

3.1 การวางแผนการดำเนินงาน

การจัดทำโครงงานเพื่อให้สำเร็จลุล่วงจะต้องมีการวางแผนการทำงาน จัดลำดับช่วงเวลาในการทำงานแต่ละส่วน เพื่อให้งานดำเนินไปอย่างเป็นระบบ ทั้งนี้แผนงานที่ได้ทำการวางแผนไว้คือช่วงเวลาของการดำเนินโครงการสหกิจศึกษากับบริษัท ไมย์เออร์ อินดัสตรีส์ จำกัด คือ ตั้งแต่วันที่ 8 สิงหาคม 2559 ถึงวันที่ 25 พฤศจิกายน 2559 แผนการดำเนินงานที่ได้วางไว้จะแสดงดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 แผนการดำเนินงาน

OVERHAUL PRINTSCREEN MACHINE

NO	DESCRIPTION	STATUS	AUG				SEP				OCT				NOV				
			WEEK1	WEEK2	WEEK3	WEEK4	WEEK5	WEEK6	WEEK7	WEEK8	WEEK9	WEEK10	WEEK11	WEEK12	WEEK13	WEEK14	WEEK15	WEEK16	WEEK17
			1-5	8-12	15-19	22-26	29-2	5-9	12-16	19-23	26-30	3-7	10-14	17-21	24-28	31-4	7-11	14-18	21-25
1	Understanding the function of the machine																		
1.1	- Operating																		
1.2	- Electrical control																		
1.3	- Mechanism																		
2	Prepare Flowchart sequence																		
3	Design new electrical circuit																		
4	Design new component																		
5	Study software tool																		
5.1	- Solidwork																		
5.2	- Omron CX one																		
5.3	- Eplan																		
6	Design Pneumatic circuit																		
7	Assembly mechanical part																		
8	Install electrical componet in Cabinet																		
9	Wiring electrical cable																		
10	PLC Program																		
11	Install Pneumatic component																		
12	Install welding cabinet																		
13	Test&Run																		

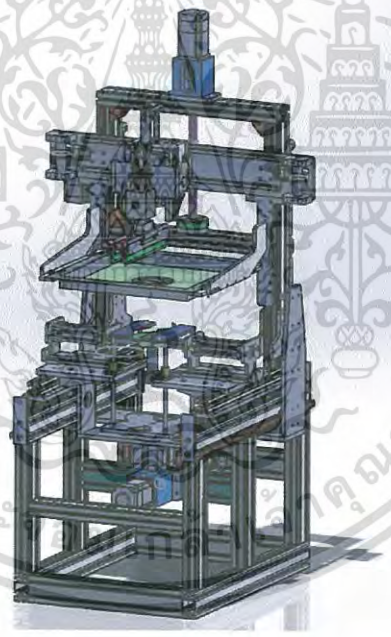
Trainning at KMITL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การศึกษาโครงสร้างและการทำงานของเครื่องจักร

การออกแบบเครื่องจักรให้ได้ตรงตามที่ต้องการ จะต้องทำการศึกษาโครงสร้างและการทำงานของเครื่องจักรนั้นๆ เพื่อนำข้อมูลที่ได้ศึกษามาไปทำการออกแบบ และปรับปรุงโครงสร้างเครื่องจักรวงจรไฟฟ้าเพื่อควบคุมการทำงาน ลำดับขั้นตอนการทำงาน และเขียนโปรแกรมเพื่อสั่งงานเครื่องจักรตามข้อมูลที่ได้ศึกษามาการศึกษาโครงสร้างของเครื่องจักร

เนื่องจากการดำเนินโครงงานเครื่องพิมพ์ลายเครื่องครัว ไม่รวมถึงจัดทำในส่วนของการออกแบบโครงสร้างของเครื่องจักร การศึกษาโครงสร้างของเครื่องจักรเป็นสิ่งที่จำเป็นสำหรับการดำเนินโครงงานในส่วนอื่นๆ เพราะการศึกษาโครงสร้างของเครื่องจักรทำให้ทราบว่า เครื่องจักรส่วนใดทำหน้าที่อย่างไร เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปใช้ในการดำเนินการอื่นๆ เช่น การออกแบบวงจรไฟฟ้า และการเขียนโปรแกรมสั่งงาน เพื่อให้มีความสัมพันธ์กับโครงสร้างของเครื่องจักร เป็นต้น แบบโครงสร้างเครื่องจักรแสดงดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 โครงสร้างเครื่องพิมพ์ลายเครื่องครัว

จากโครงสร้างของเครื่องจักรสามารถแบ่งออกเป็น 3 ส่วนใหญ่ๆ เพื่อให้ง่ายต่อการออกแบบวงจรไฟฟ้าและเขียนโปรแกรมสั่งงาน ได้แก่

ส่วนที่ 1 Brushes for Screening คือ ส่วนแปรงสำหรับการพิมพ์ลาย

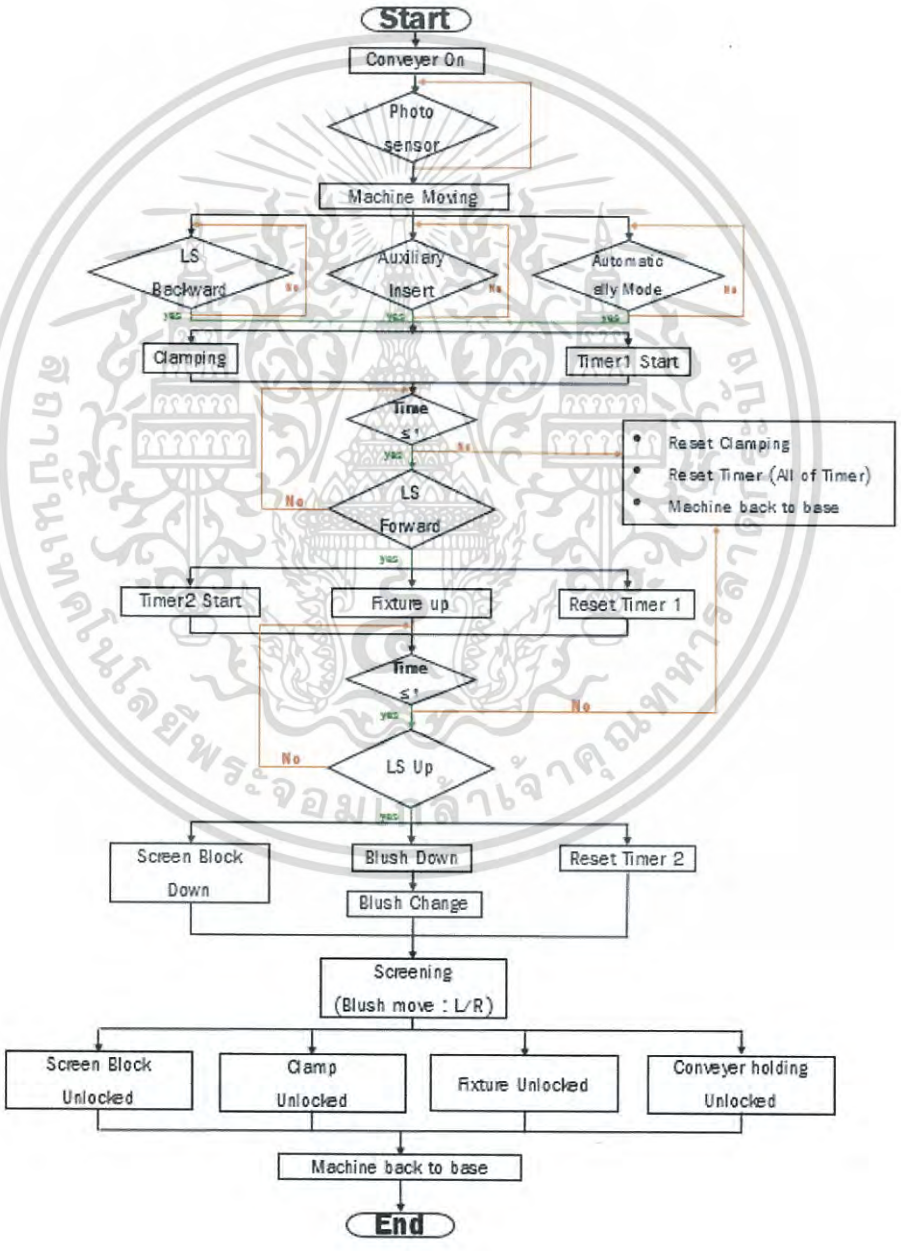
ส่วนที่ 2 Block Screen คือ ส่วนที่ทำหน้าที่ในการยึดแม่พิมพ์ลายสำหรับพิมพ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนที่ 3 Spindle Clamper คือ ส่วนที่ทำหน้าที่จับ Spindle สำหรับวางเครื่องครัวบนสายพาน

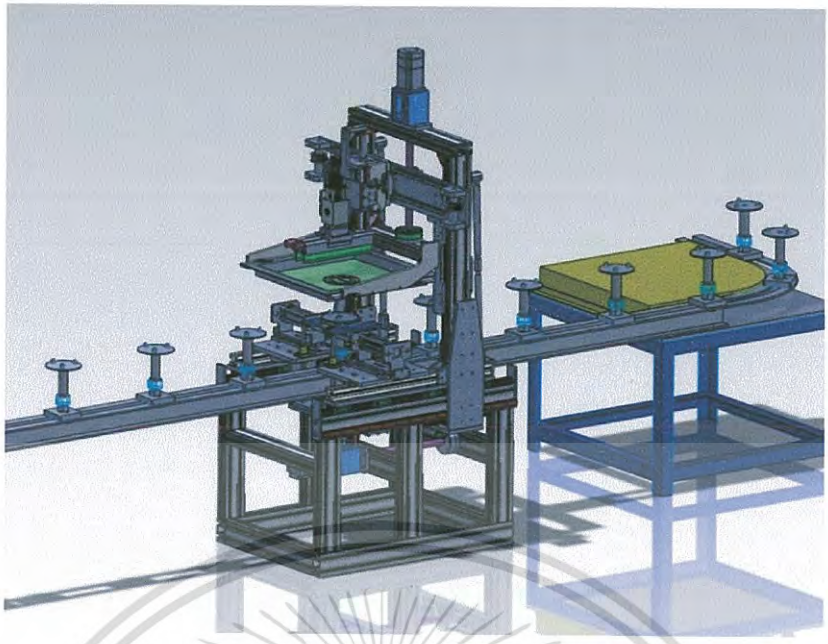
3.2.1 การศึกษาการทำงานของเครื่องจักร

เครื่องพิมพ์ลายเครื่องครัวที่จัดทำขึ้นจะปฏิบัติงานร่วมกับสายพานลำเลียงที่มีฐานสำหรับวางเครื่องครัวเมื่อเครื่องครัวที่อยู่บนสายพานเคลื่อนที่ผ่านมายังตัวเครื่องจักร เครื่องจักรจะทำหน้าที่พิมพ์ลาย ซึ่งสามารถเขียนแบบแผนผังการทำงานของเครื่องจักรได้ดังที่แสดงในรูปที่ 3.2 และรูปที่ 3.3 แสดงดังการทำงานของเครื่องพิมพ์ลายเครื่องครัวร่วมกับสายพานลำเลียง



รูปที่ 3.2 แผนผังการทำงานของเครื่องพิมพ์ลายเครื่องครัว

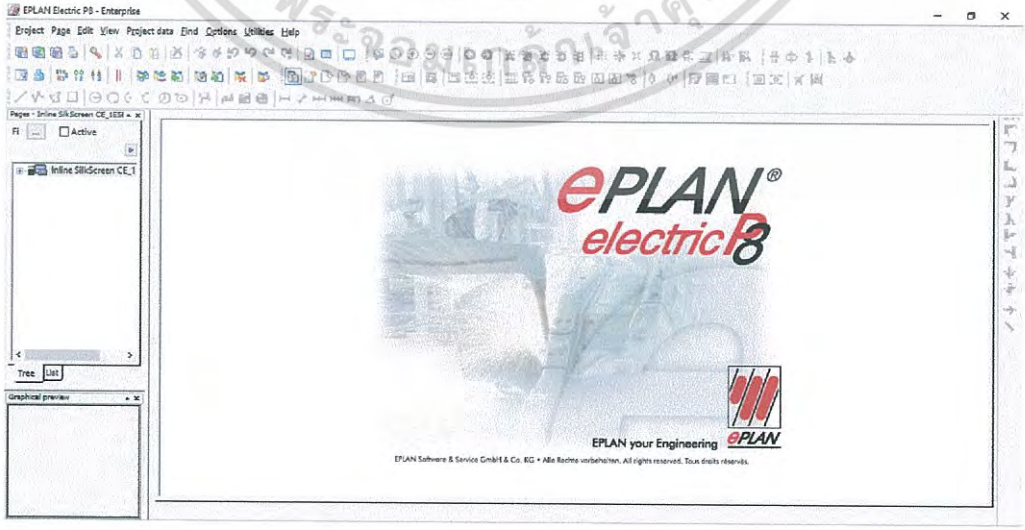
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.3 การทำงานของเครื่องพิมพ์ลายเครื่องครัว

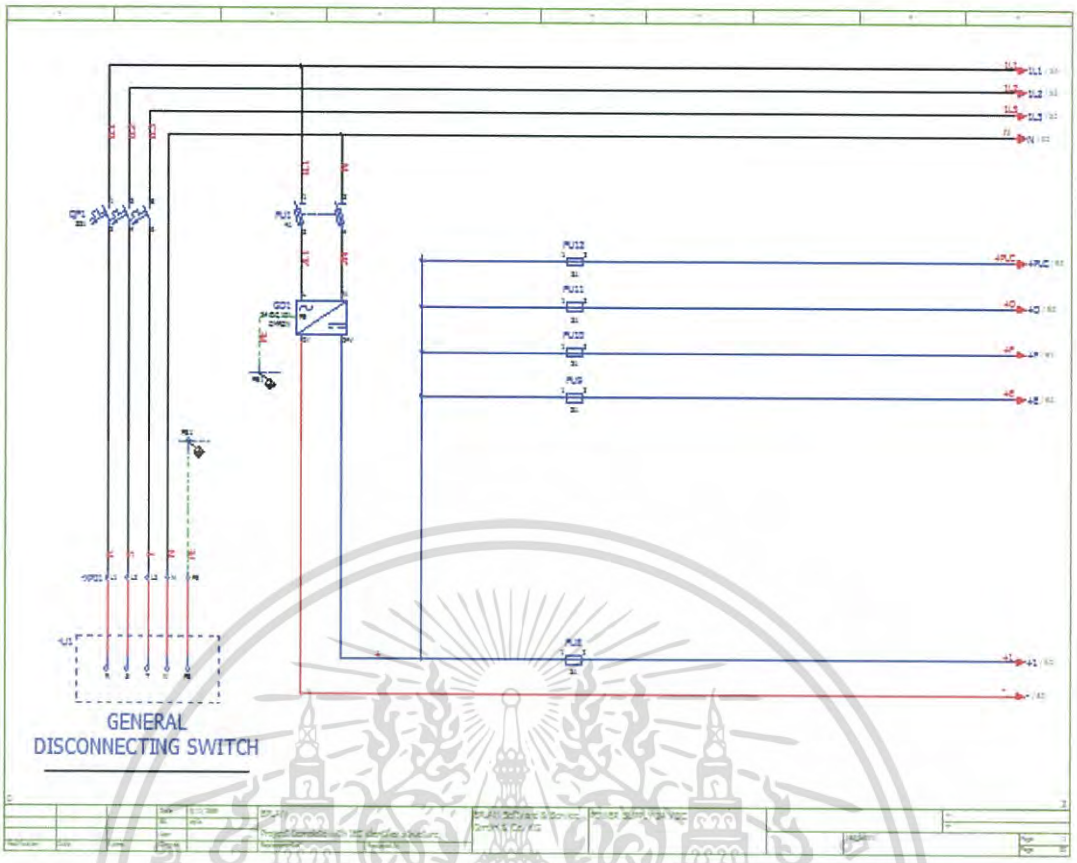
3.3 การออกแบบวงจรไฟฟ้า

เมื่อศึกษาโครงสร้างและการทำงานของเครื่องจักรแล้ว ทำให้สามารถนำข้อมูลที่ได้มาไปใช้เป็นข้อมูลในการออกแบบวงจรไฟฟ้าเพื่อควบคุมและสั่งงานเครื่องจักรได้ และทราบว่าจะต้องใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าใดสำหรับวงจรควบคุม ในการออกแบบวงจรไฟฟ้าของเครื่องจักรนี้ ผู้ดำเนินโครงงานได้ใช้ซอฟต์แวร์ “ePLAN” ในการเขียนวงจรไฟฟ้า ตัวอย่างซอฟต์แวร์และแบบวงจรไฟฟ้าแสดงดังรูปที่ 3.4 และรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.4 หน้าต่างโปรแกรม ePLAN

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

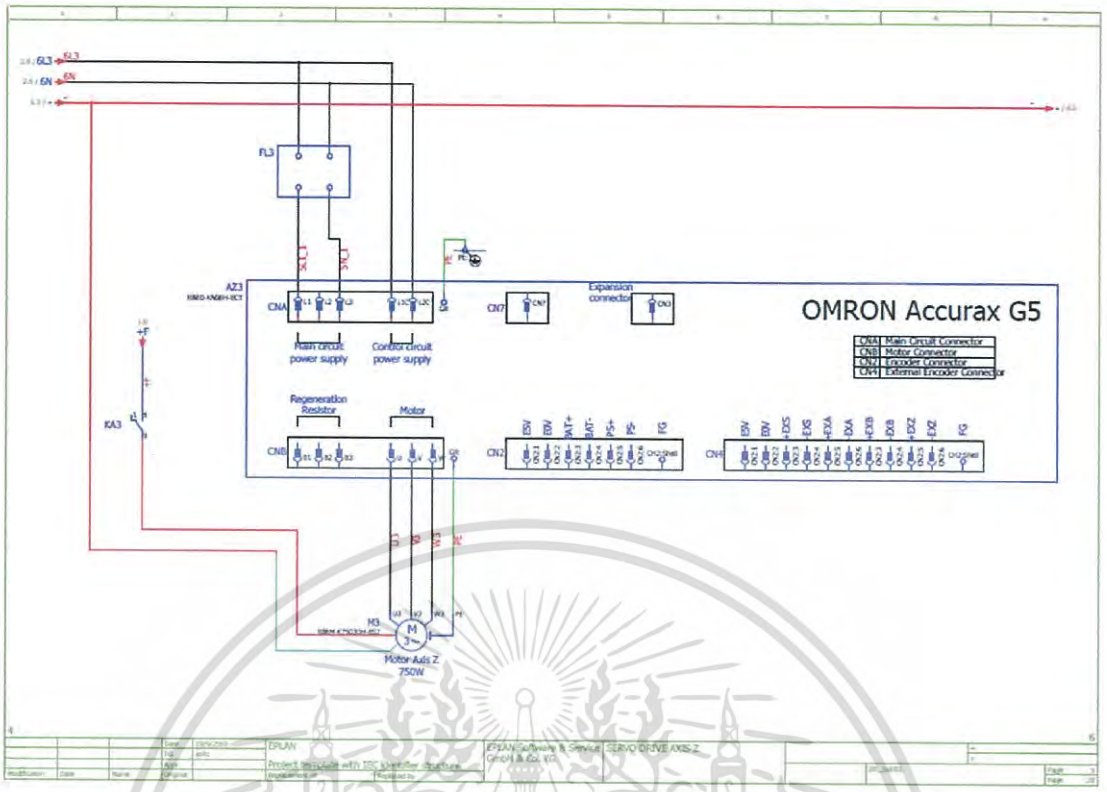


รูปที่ 3.5 แบบวงจรไฟฟ้าเครื่องพิมพ์ลายเครื่องครัว

ในโครงงานนี้จะใช้เซอร์โวมอเตอร์สำหรับขับเคลื่อนเครื่องจักรทั้งหมด 3 ตำแหน่ง แบ่งเป็นเซอร์โวมอเตอร์ประเภทที่มีเบรกขนาดกำลัง 750W จำนวน 1 ชุด สำหรับการเคลื่อนตำแหน่งแม่พิมพ์สำหรับการพิมพ์ลายในแนวดิ่ง และเซอร์โวมอเตอร์ประเภทไม่มีเบรกขนาดกำลัง 750W จำนวน 2 ชุด สำหรับการเคลื่อนที่ตำแหน่งเครื่องจักร และส่วนจับ Spindle ในแนวระนาบ โดยการควบคุมเซอร์โวมอเตอร์จะควบคุมจาก PLC ผ่านไปยังเซอร์โวไดร์ฟเวอร์ และใช้ Noise Filter เพื่อกรองสัญญาณรบกวนจากเซอร์โวมอเตอร์ และชุดขับเคลื่อนไปยังอุปกรณ์ไฟฟ้าอื่นๆ อีกด้วย

สำหรับการใช้เซนเซอร์เพื่อตรวจเช็ค Spindle สำหรับสั่งการให้เครื่องจักรทำงานเมื่อ Spindle เคลื่อนที่ผ่านจะใช้โฟโตเซนเซอร์ในการตรวจเช็ค เพราะมีความแม่นยำในการตรวจเช็คสูง และตำแหน่งการวางของเซนเซอร์อยู่ในสถานที่ที่ไม่ได้รับผลกระทบจากฝุ่นละอองหรืออื่นๆ มากนัก นอกจากนี้ยังมีการนำสัญญาณควบคุมสายพานลำเลียงมาช่วยในการตรวจเช็คการเคลื่อนที่ของสายพาน เพื่อให้เครื่องจักรปฏิบัติงานสัมพันธ์กับสายพานอีกด้วย แบบวงจรไฟฟ้าของเซอร์โวมอเตอร์แสดงดังรูปที่ 3.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

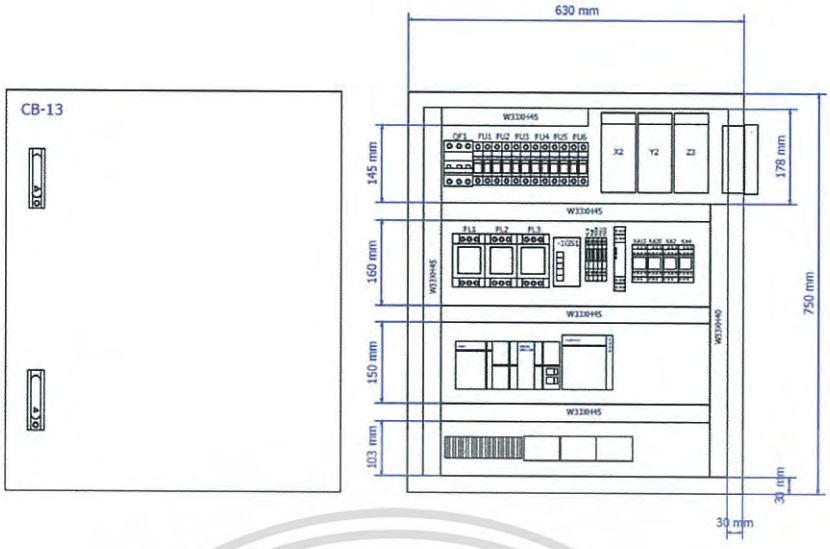


รูปที่ 3.6 แบบวงจรไฟฟ้าควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ชนิดมีเบรก

3.4 การออกแบบตู้ควบคุมไฟฟ้า

หลังจากแบบวงจรไฟฟ้าได้รับการตรวจสอบและอนุมัติการจัดซื้ออุปกรณ์แล้ว จึงทำการเขียนแผนผังการจัดวางอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ทำการสั่งซื้อไฟ เมื่อได้รับอุปกรณ์ที่สั่งซื้อครบถ้วนแล้วจึงนำอุปกรณ์มาติดตั้งบนแผงวงจรและทำการเดินสายไฟเข้าอุปกรณ์ต่างๆ โดยหลักการวางอุปกรณ์ไฟฟ้า คือ อุปกรณ์ไฟฟ้าจะต้องมีระยะห่างจากรางสายไฟ (Wire Duct) ทั้งด้านบนและด้านล่างไม่น้อยกว่า 3 เซนติเมตร อุปกรณ์ชนิดเดียวกันจะต้องจัดวางไว้ในกลุ่มเดียวกัน, อุปกรณ์ที่มีอุณหภูมิสูงควรจัดวางไว้ใกล้กับพัดลมระบายความร้อน และการวางเทอร์มินอลสำหรับการเดินสายไฟฟ้าจากอุปกรณ์อื่นๆ ภายนอกตู้จะต้องวางไว้อยู่ด้านล่างสุดของแผงวงจร เป็นต้น ทั้งนี้การจัดวางอุปกรณ์ต่างภายในตู้ควบคุมไฟฟ้าจะต้องคำนึงถึงความง่ายต่อการซ่อมบำรุงของช่างเทคนิค ง่ายต่อการเดินสายไฟของอุปกรณ์ และความเป็นระเบียบเรียบร้อยของตู้ควบคุมไฟฟ้าเป็นหลัก แบบตู้ควบคุมไฟฟ้าแสดงดังรูปที่ 3.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.7 แผนผังตู้ควบคุมไฟฟ้า

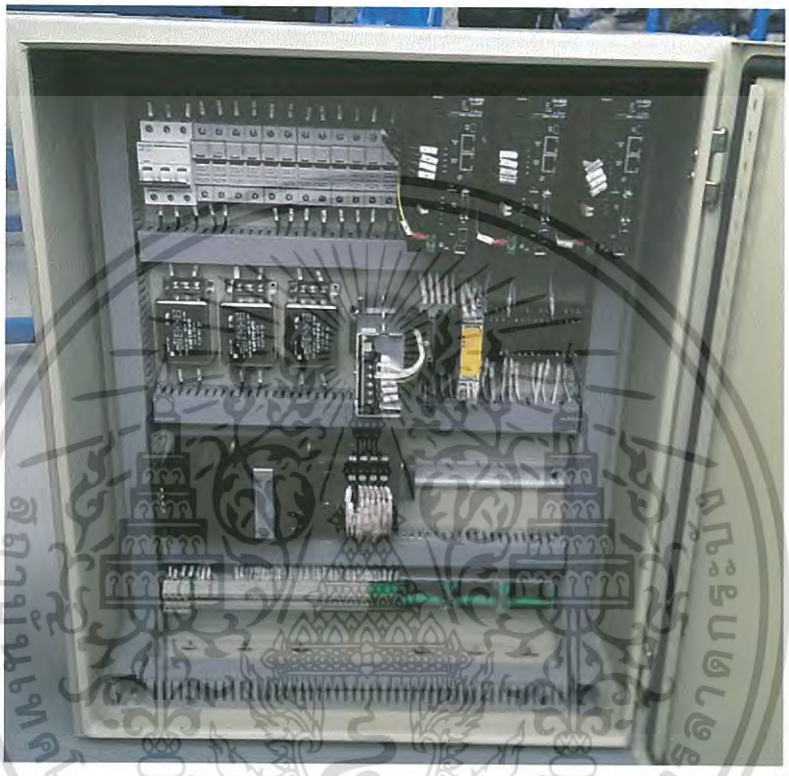
3.5 การติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าและเดินสายไฟเข้าอุปกรณ์ไฟฟ้า

เมื่อได้รับอุปกรณ์ไฟฟ้าครบถ้วนตามต้องการและตรวจสอบคุณลักษณะของอุปกรณ์ให้ตรงกับที่ต้องการแล้ว จึงนำอุปกรณ์ทั้งหมดมายึดภายในตู้ควบคุมไฟฟ้าตามแบบตู้ควบคุมไฟฟ้า และทำการเดินสายไฟเข้าอุปกรณ์ไฟฟ้าทั้งหมดตามแบบวงจรที่ได้เขียนไว้ ภาพการวางและยึดอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในตู้ไฟแสดงดังรูปที่ 3.8

รูปที่ 3.8 การวางอุปกรณ์ไฟฟ้าบนแผงวงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.8 จะเห็นได้ว่าการเดินสายไฟจะแบ่งออกเป็น 2 ฝั่ง สายไฟสีดำ (สายไฟฟ้ากำลัง) และสายไฟสีขาว (สายไฟสำหรับควบคุมอุปกรณ์) และสายไฟสีเหลือง (สายดิน) เพื่อป้องกันสายไฟสำหรับควบคุมอุปกรณ์และสายดิน จากความร้อนและสัญญาณรบกวนที่อาจเกิดขึ้นจากสายไฟฟ้ากำลัง รูปที่ 3.9 แสดงให้เห็นตู้ควบคุมไฟฟ้าเมื่อนำแผงวงจรประกอบเข้าไปประกอบ



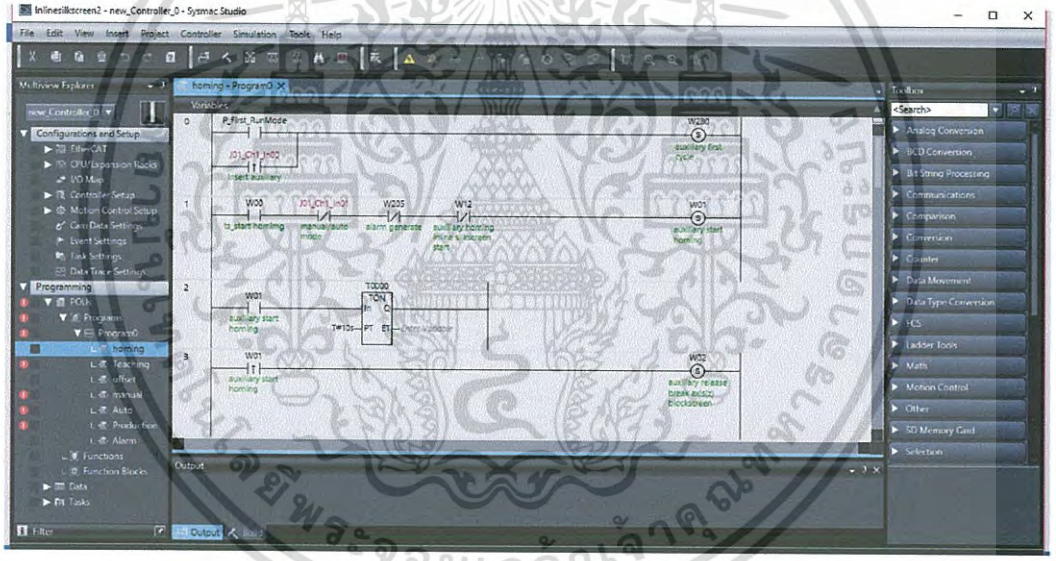
รูปที่ 3.9 ตู้ควบคุมไฟฟ้า

3.6 การออกแบบและเขียนโปรแกรมสั่งงาน

หลังจากการศึกษาการทำงานของเครื่องจักรแล้ว ทำให้ผู้ดำเนินโครงงานทราบถึงลำดับการทำงานของเครื่อง และสามารถนำเขียนลำดับขั้นตอนการทำงาน (Flow Chart) ได้ หลังจากนั้นเมื่อลำดับการทำงานผ่านการตรวจสอบแล้ว จึงนำมาออกแบบโปรแกรม และเขียนโปรแกรมเพื่อสั่งงานเครื่องจักรได้ การสั่งงานเครื่องจักรจะสั่งการโดยใช้ PLC ในการสั่งงาน ซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการป้อนโปรแกรม PLC คือ ซอฟต์แวร์ “Sysmac Studio” ซอฟต์แวร์ และตัวอย่างโปรแกรม PLC แสดงดังรูปที่ 3.10 และรูปที่ 3.11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.10 ซอฟต์แวร์ Sysmac Studio



รูปที่ 3.11 ตัวอย่างโปรแกรมสั่งงาน PLC

3.7 การออกแบบหน้าจอสั่งงานเครื่องจักร Touchscreen (HMI)

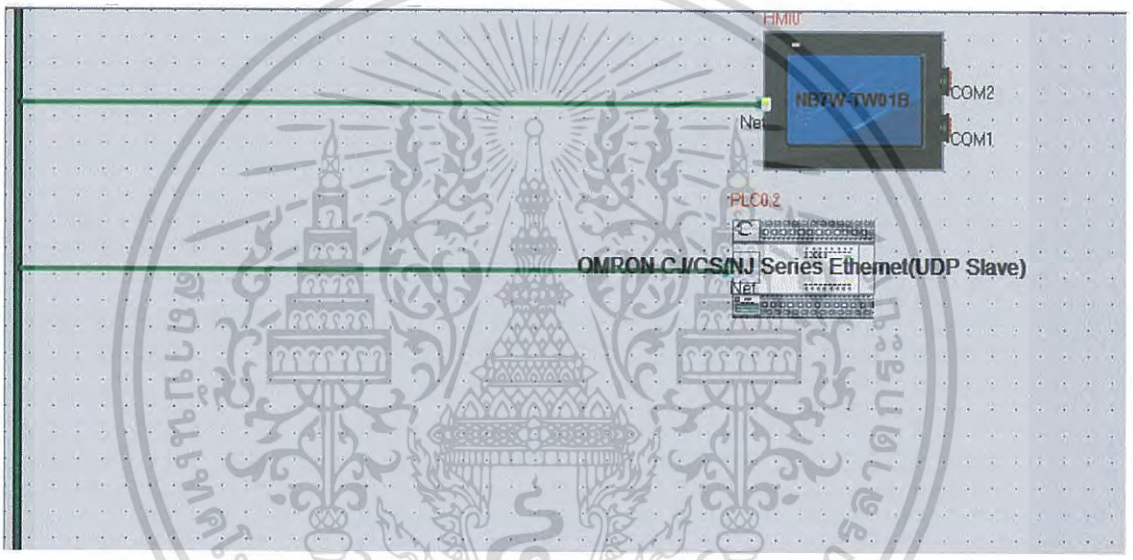
นอกจาก PLC ที่ใช้ควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าแล้ว การสั่งการทำงานของ PLC จากผู้ปฏิบัติงานก็มีความจำเป็น ดังนั้นเพื่อความสะดวกในการสื่อสารระหว่างผู้ปฏิบัติงานกับ PLC เป็นไปได้ง่าย ผู้ดำเนินโครงงานจึงใช้หน้าจอ Touchscreen หรือที่เรียกกันว่า HMI เป็นสื่อกลางในการสื่อสาร เพื่อให้การทำงานของเครื่องจักรเป็นไปตามที่ผู้ปฏิบัติงานต้องการ การซ่อมบำรุง และการตั้งค่าต่างๆ เป็นไปอย่างสะดวกมากขึ้น ทั้งนี้การใช้ HMI ไม่มีความจำเป็นในการเดินสายไฟ อย่างเช่น การใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปุ่มกดสั่งงาน เพราะ HMI มีความสามารถในการสื่อสารกับโปรแกรม PLC ได้โดยตรงผ่าน Address ใน PLC ด้วยเหตุนี้การใช้ HMI จึงเป็นการสั่งงาน PLC โดยตรงจากการกดสั่งงานบนหน้าจอ

ซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการออกแบบหน้าจอ Touchscreen จะใช้ซอฟต์แวร์ “NB Designer” ซึ่งเป็นซอฟต์แวร์ที่ใช้ออกแบบหน้าจอโดยเฉพาะ และสามารถเชื่อมต่อกับโปรแกรมที่ใช้เขียนโปรแกรม PLC ผ่านการใส่ Address ของคำสั่งได้ คู่กับหน้าจอรุ่น NB7W การออกแบบหน้าจอ Touchscreen จะต้องออกแบบโดยคำนึงถึงผู้ใช้งานเป็นหลัก ซึ่งจะต้องออกแบบให้มีเมนูคำสั่งที่เข้าใจง่าย มีความซับซ้อนไม่มาก และมีสีสันง่ายต่อการมองเห็น เป็นต้น

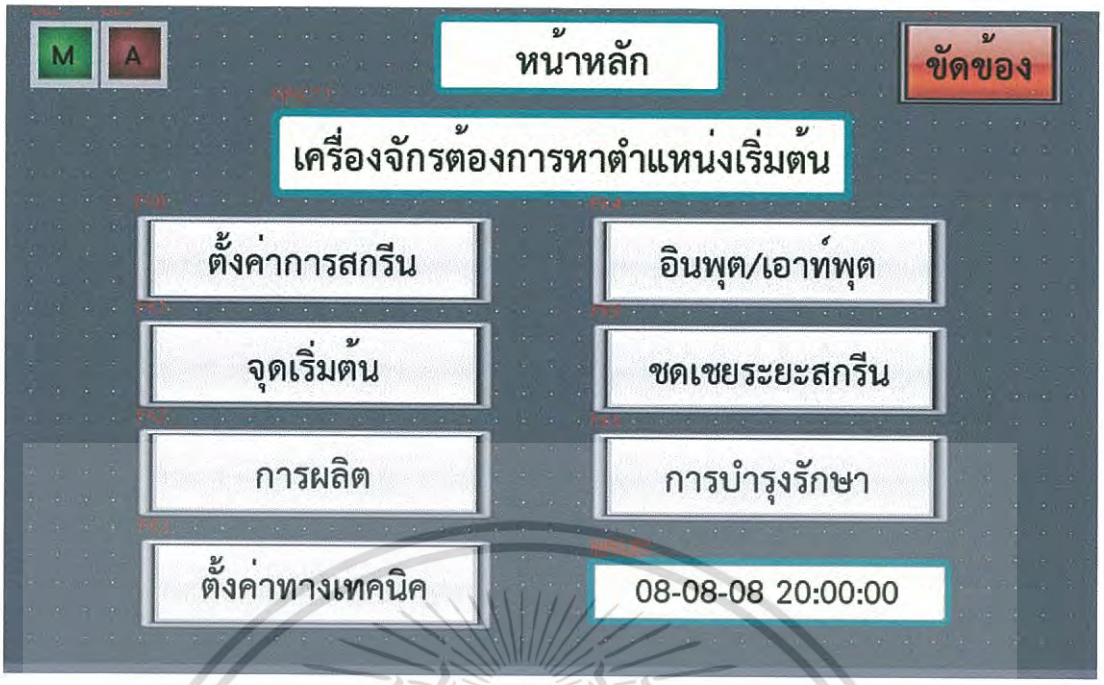
ขั้นตอนแรกของการออกแบบหน้าจอ Touchscreen จะต้องทำการตั้งค่ารุ่นของ PLC และหน้อจอ Touchscreen ที่ใช้ และเลือกรูปแบบการเชื่อมต่อแสดงดังรูปที่ 3.12



รูปที่ 3.12 การตั้งค่าการเชื่อมต่อหน้าจอ Touchscreen และ PLC

หลังจากการตั้งค่าแล้วจึงสามารถทำการออกแบบหน้าจอได้ตามต้องการ ตัวรูปแบบหน้าจอที่ผู้ดำเนินโครงงานออกแบบแสดงดังรูปที่ 3.13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.13 ตัวอย่างคำสั่งบนหน้าจอ Touchscreen

3.8 การประกอบเครื่องจักร

การประกอบเครื่องจักรจะดำเนินการตามส่วนประกอบที่ได้มา เนื่องจากเป็นขั้นตอนที่ต้องรอการขึ้นรูปชิ้นส่วนจากบริษัทภายนอก ดั้งนั้นการประกอบเครื่องจักรจึงทำขึ้นเป็นส่วนๆ แล้วจึงนำส่วนต่างๆ ที่ประกอบขึ้นมาประกอบรวมกันเป็นเครื่องจักรใหญ่ ซึ่งการประกอบเครื่องจักรผู้ดำเนินโครงงานจะประกอบเครื่องจักรภายใต้การควบคุม สั่งงาน ดูแลจากวิศวกร และพนักงานผู้เชี่ยวชาญทางด้านเครื่องกลแผนกออโตเมชัน บริษัท ไมย์เออร์ อินดัสตรีส์ จำกัด

ในส่วนของการประกอบเครื่องจักรผู้ดำเนินโครงงานจัดทำในส่วนของฐานและโครงสร้างภายนอกของเครื่องจักรก่อน เนื่องจากเป็นส่วนที่ไม่ต้องรอชิ้นส่วนจากบริษัทภายนอก ฐานและโครงสร้างภายนอกของเครื่องจักรแสดงดังรูปที่ 3.14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

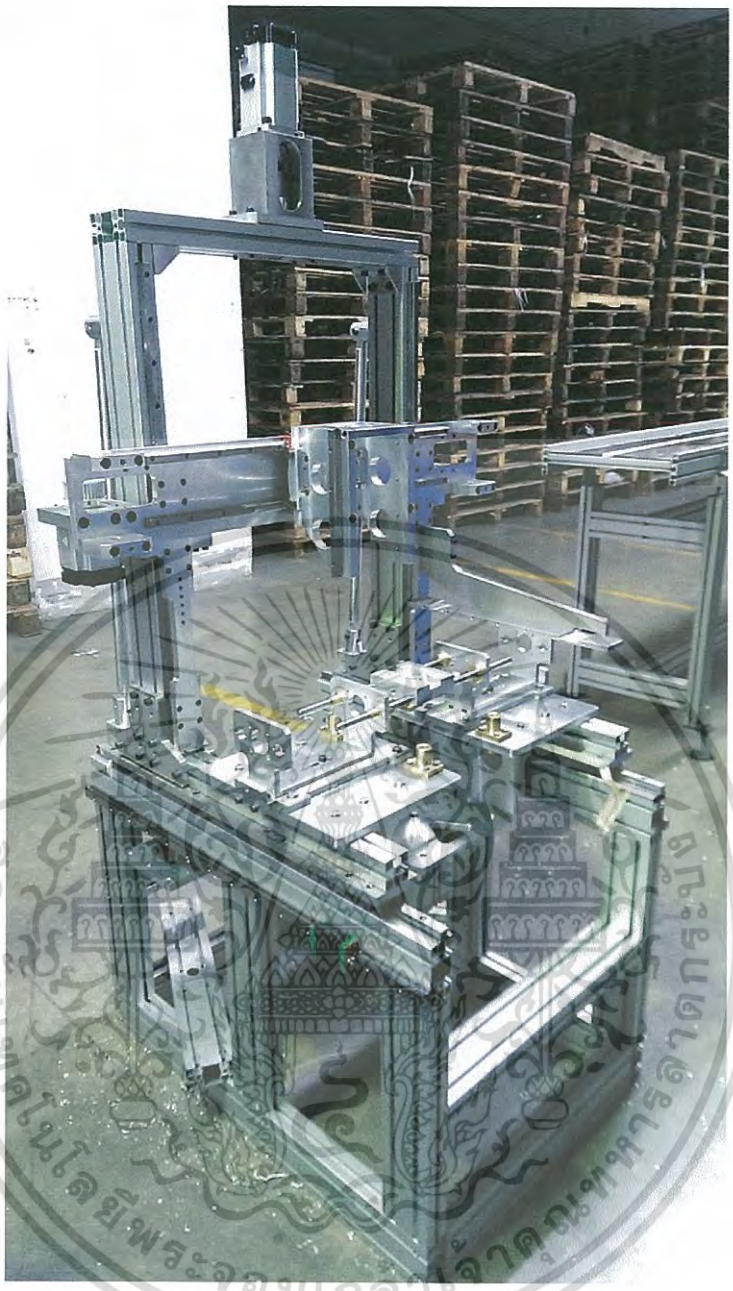
รูปที่ 3.14 ฐานและโครงสร้างเครื่องพิมพ์ลายเครื่องครัว (Inline Silkscreen Machine)

หลังจากการประกอบฐานและโครงสร้างแล้ว เมื่อได้รับชิ้นส่วนจากการสั่งขึ้นรูปจากบริษัทภายนอกแล้วจึงนำมาประกอบเป็นส่วนต่างๆ และประกอบเข้ากับฐานและโครงสร้างตามที่แสดงดังรูปที่ 3.15 และรูปที่ 3.16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.15 การประกอบชิ้นส่วนเข้ากับฐานและโครงสร้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.16 การประกอบชิ้นส่วนเข้ากับฐานและโครงสร้าง

เมื่อการประกอบเครื่องจักรเสร็จสิ้น ขั้นตอนต่อไป คือ การเดินระบบนิวเมติกส์เพื่อสั่งงานกระบอกลม การติดตั้งตู้ควบคุมไฟฟ้า ทดสอบโปรแกรมสั่งงานเครื่องจักร และการทดสอบการทำงานร่วมกับสายพานก่อนการปฏิบัติงานจริง แต่เนื่องจากความล่าช้าในขั้นตอนการสั่งซื้อและการขึ้นรูปชิ้นส่วนต่างๆ จากบริษัทภายนอก ทำให้ขั้นตอนเหล่านั้นไม่สามารถดำเนินการภายในช่วงโครงการสหกิจของผู้ดำเนินโครงงานได้ ขั้นตอนต่างๆ ที่ต้องดำเนินการต่อจะดำเนินการโดยพนักงานผู้รับผิดชอบโครงงานของทางบริษัท ไมย์เออร์ อินดัสตรีส์ จำกัด ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการดำเนินงาน

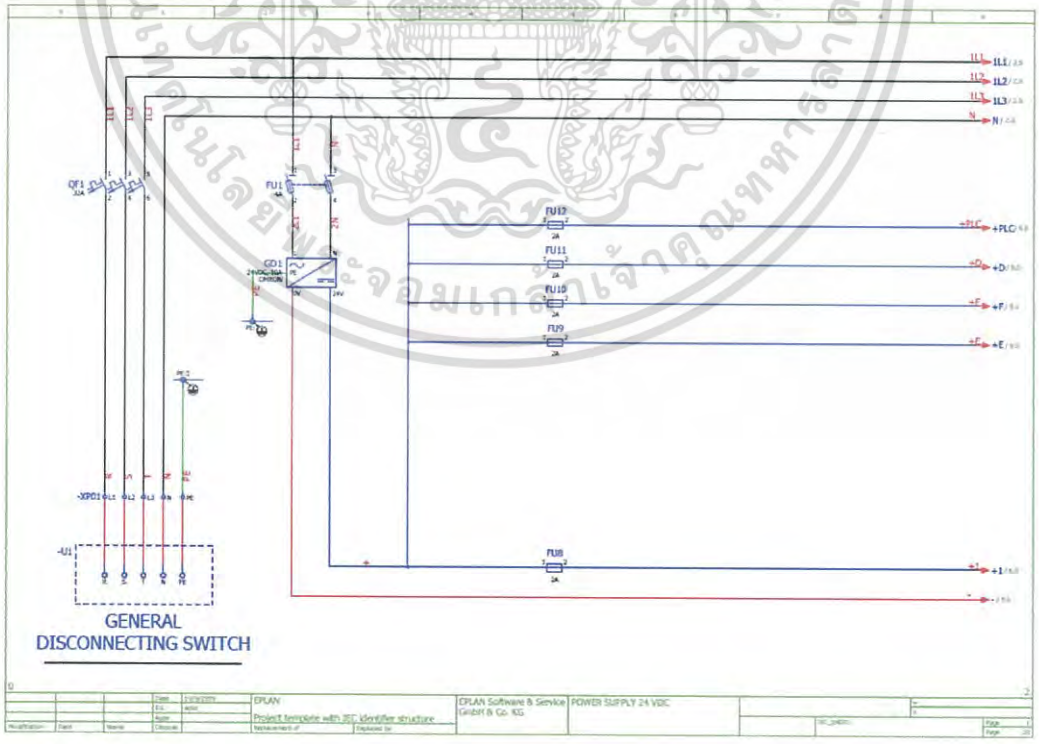
ในส่วนของผลการดำเนินโครงงานนี้ ผู้ดำเนินโครงงานจะกล่าวถึงการดำเนินงานในแต่ละขั้นตอนว่ามีว่าเป็นไปอย่างไร และจะขอกล่าวถึงปัญหาที่เกิดขึ้นในระหว่างการทำงาน และการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นด้วย

4.1 ผลของการออกแบบไฟฟ้า

ส่วนของการออกแบบไฟฟ้าจะแบ่งได้เป็น 4 ส่วน คือ Power Circuit, Control Circuit, PLC Input และ PLC Output

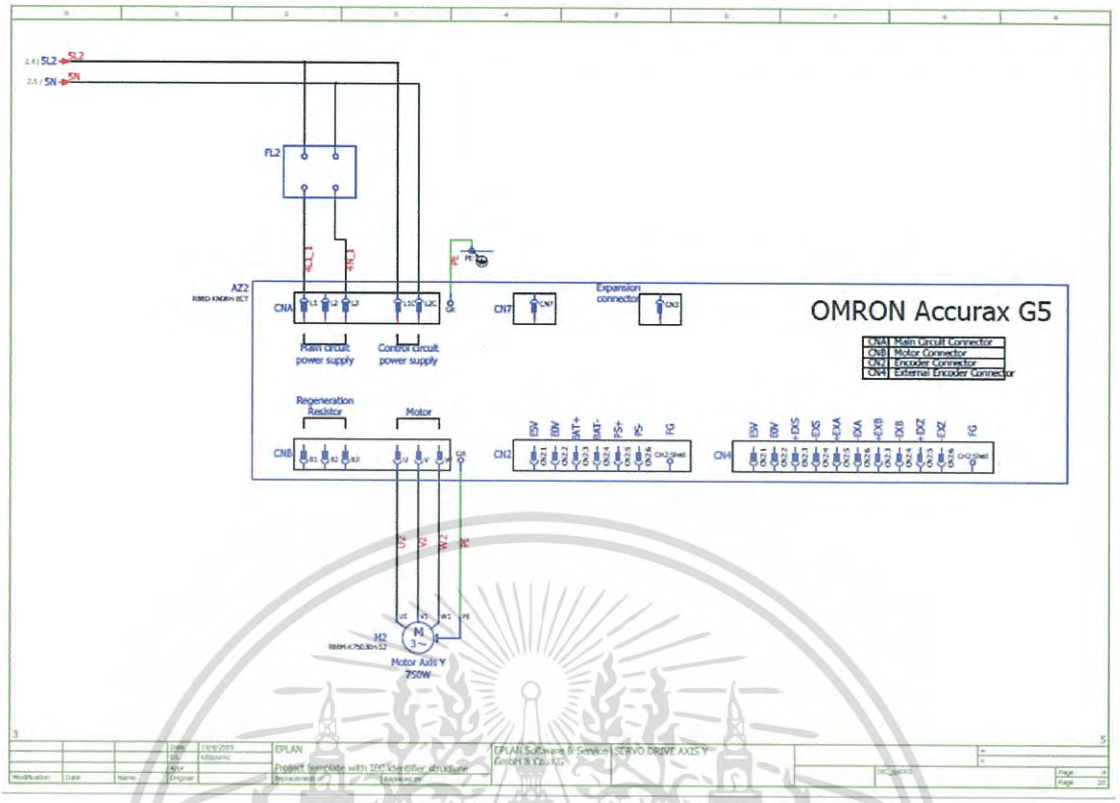
4.1.1 Power Circuit

ส่วนของ Power Circuit จะเป็นส่วนที่ใช้ไฟฟ้าขนาด 220 โวลต์ 3 เฟสเพื่อนำกระแสไฟฟ้าไปจ่ายให้กับ Servo Driver, Power Supply, PLC's Power Supply และพัดลมระบายอากาศ ดังรูปที่ 4.1, รูปที่ 4.2 และรูปที่ 4.3

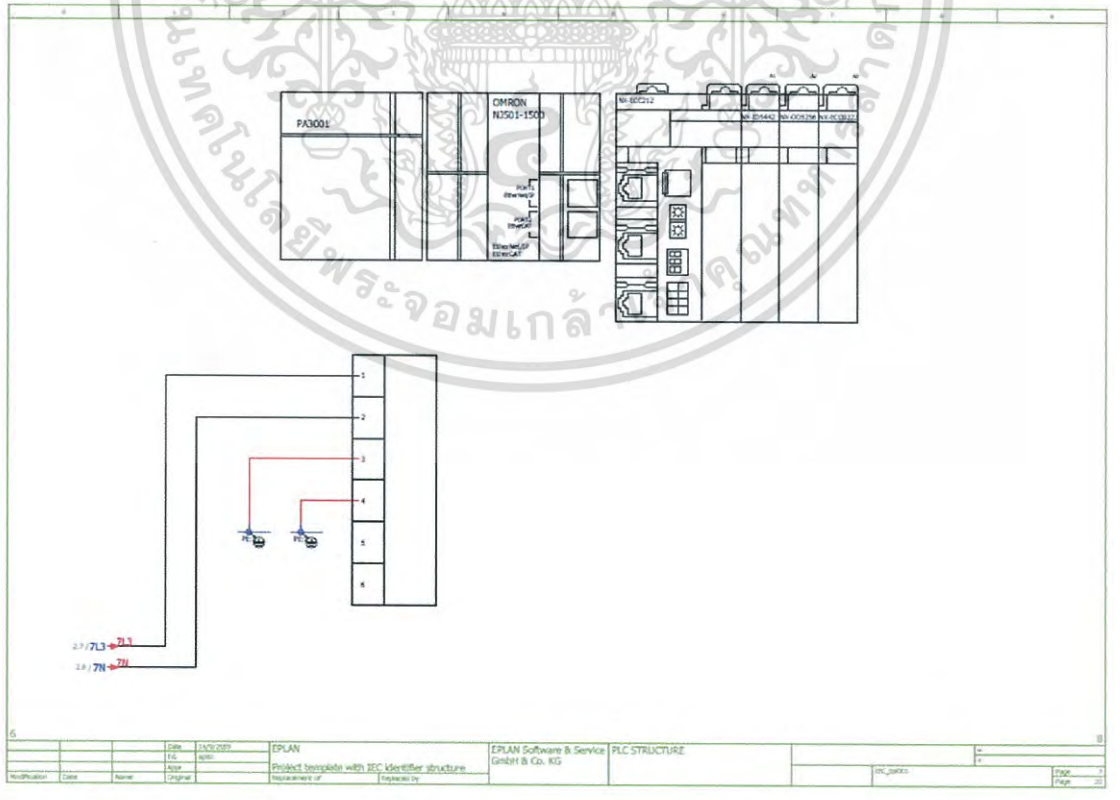


รูปที่ 4.1 แบบวงจรไฟฟ้า Power Circuit

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 แบบวงจรไฟฟ้า Power Circuit ส่วน Servo Driver

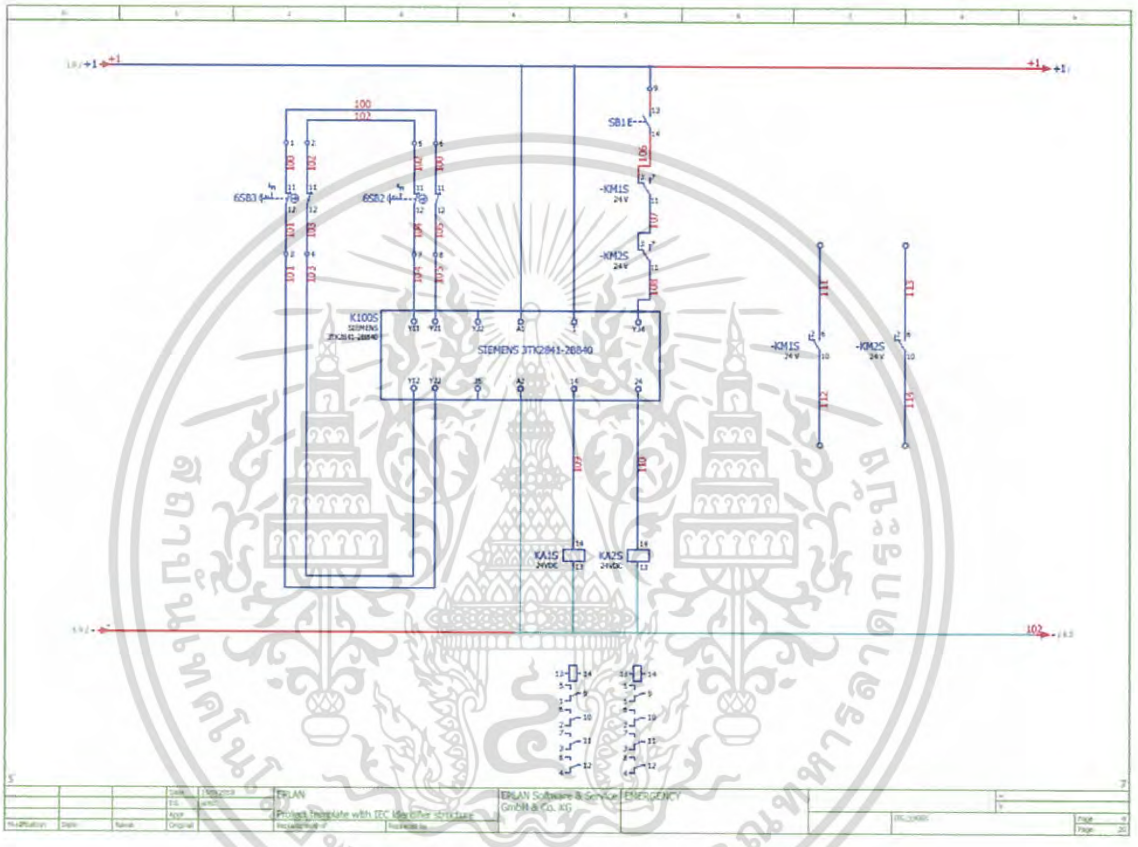


รูปที่ 4.3 แบบวงจรไฟฟ้า Power Circuit ส่วน PLC's Power Supply

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

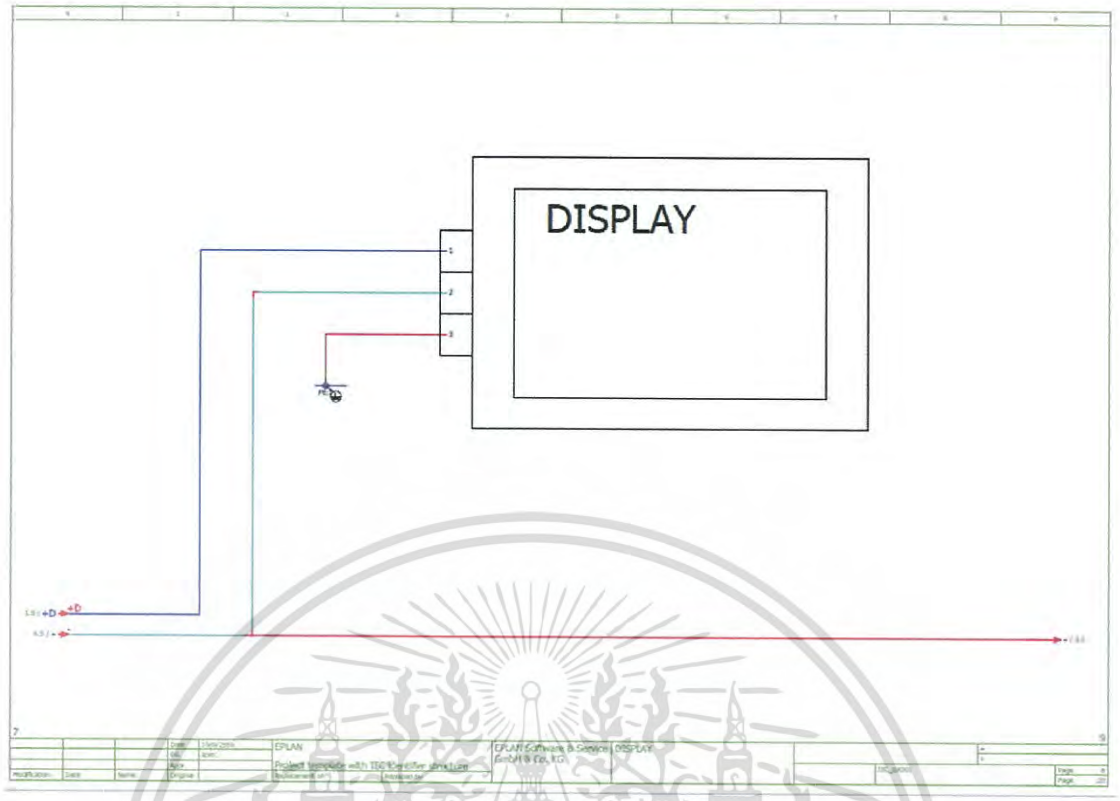
4.1.2 Control Circuit

ในส่วนของ Control Circuit เป็นส่วนที่ใช้ไฟฟ้าขนาด 24 โวลต์ จาก Power Supply และใช้กระแสไฟฟ้าสลับ 220 โวลต์ ร่วมด้วยบางส่วน ทั้งนี้ Control Circuit จะมีการต่อวงจร Emergency Stop สำหรับการหยุดการจ่ายกระแสไฟฟ้าในกรณีฉุกเฉิน เมื่อมีกระแสไฟฟ้าเกินกำหนด ตาม Emergency Switch ดังแสดงในรูปที่ 4.4 และตัวอย่างในส่วนที่ใช้ Control Circuit ในอุปกรณ์ต่างๆ เช่น หน้าจอ Touchscreen แสดงดังรูปที่ 4.5 เป็นต้น



รูปที่ 4.4 แบบวงจรไฟฟ้า Emergency Stop

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

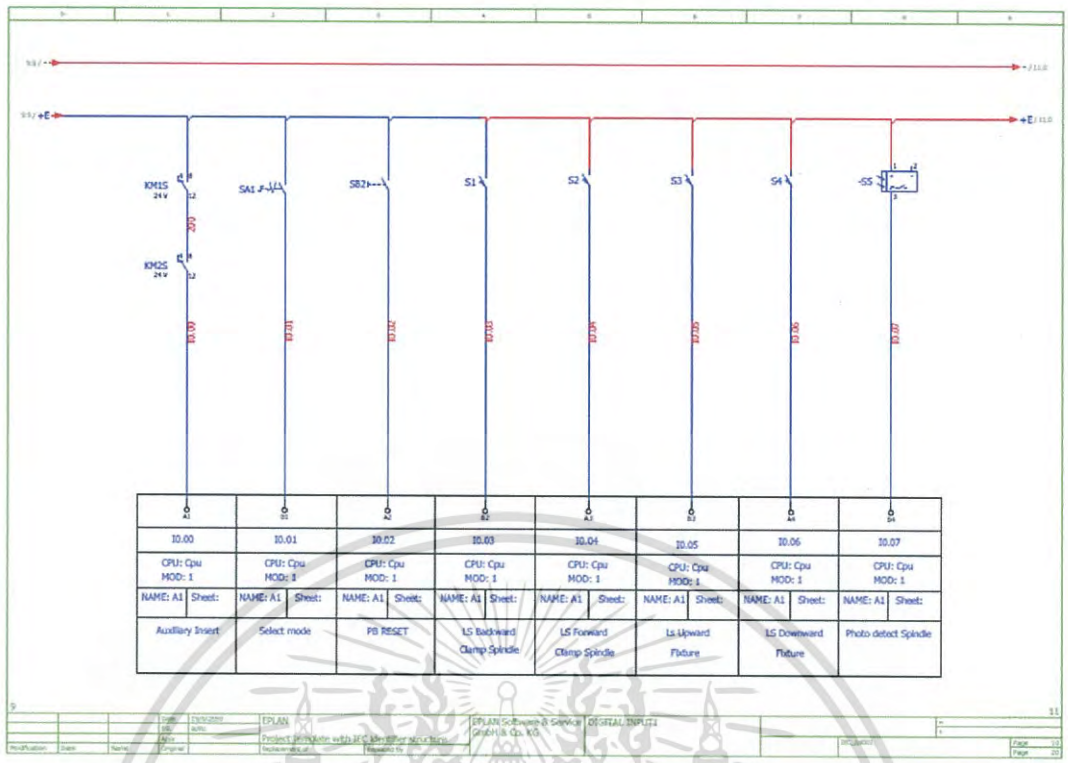


รูปที่ 4.5 แบบวงจรไฟฟ้าหน้าจอ Touchscreen

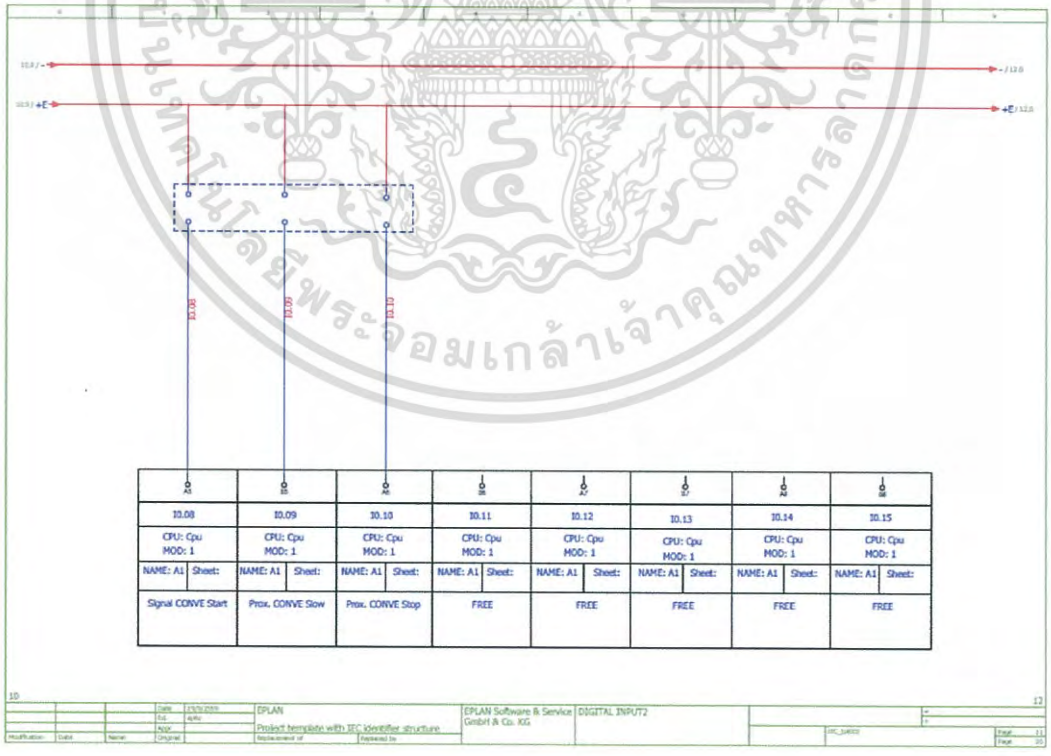
4.1.3 Input PLC

ส่วนของ Input PLC ในโครงงานนี้ใช้รุ่น NX-ID5442 ซึ่งจะเป็น Module รับสัญญาณจากภายนอกเข้าไปประมวลผลใน CPU ของ PLC ซึ่งจะมีผลต่อการสั่งการส่วนต่างๆ ของเครื่องจักร เช่น Select Mode Switch, Push Button, Limit Switch ในสวนต่างๆ, โฟโตเซนเซอร์, และสัญญาณการทำงานของสายพานลำเลียง เป็นต้น แบบวงจรไฟฟ้าส่วน Input PLC แสดงดังรูปที่ 4.6 และรูปที่ 4.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.6 แบบวงจรไฟฟ้า Input PLC

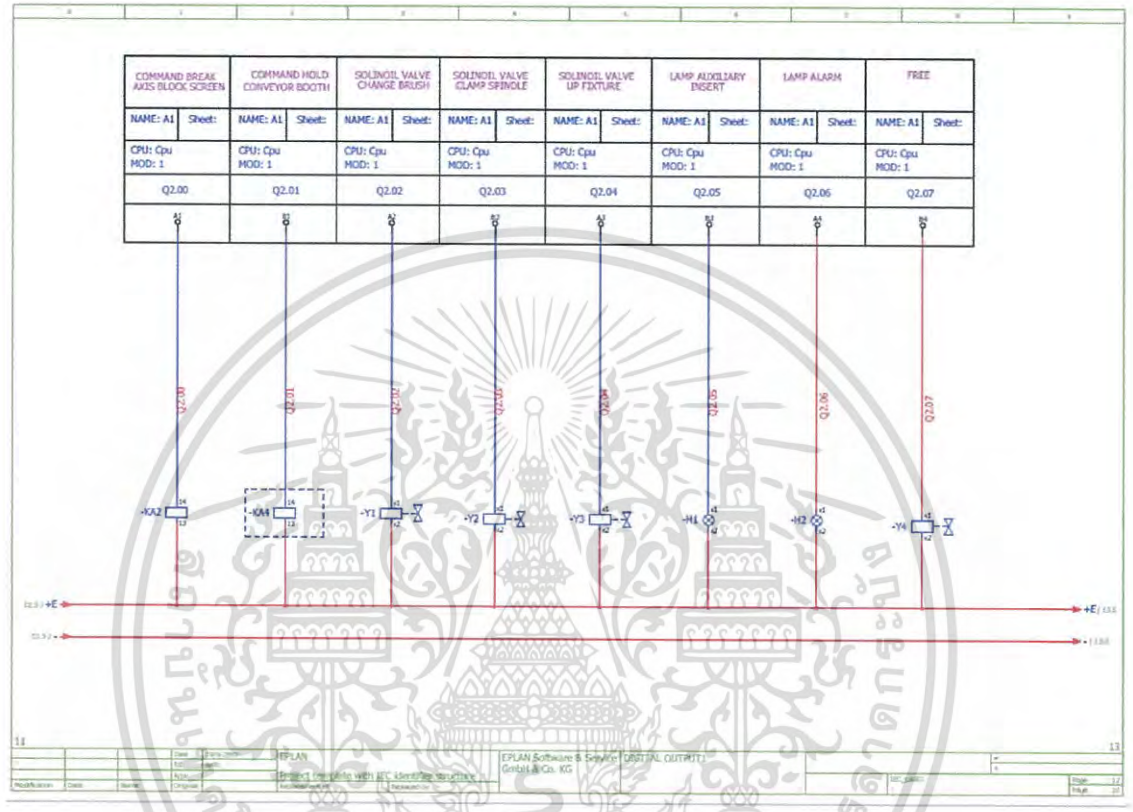


รูปที่ 4.7 แบบวงจรไฟฟ้า Input PLC ส่วนรับสัญญาณจากสายพานลำเลียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.4 Output PLC

ส่วนของ Input PLC ในโครงงานนี้ใช้รุ่น NX-OD5256 ซึ่งจะเป็น Module สำหรับจ่ายสัญญาณจากภายใน PLC ไปควบคุมอุปกรณ์ต่างๆ เช่น Brake Servo, Solenoid Valve, และ Lamp ต่างๆ เป็นต้น แบบวงจรไฟฟ้าส่วน Output PLC แสดงดังรูปที่ 4.8

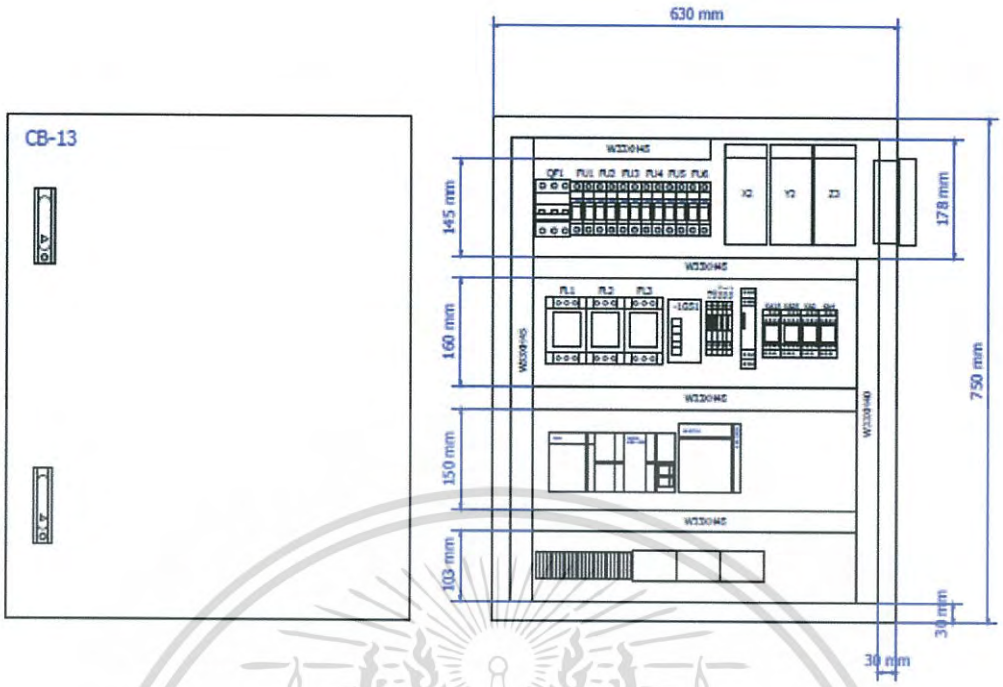


รูปที่ 4.8 แบบวงจรไฟฟ้า Output PLC

4.2 ผลของการจัดทำตู้ควบคุมไฟฟ้า

ตู้สำหรับควบคุมไฟฟ้าได้จัดทำ และวางอุปกรณ์ต่างๆ ตามแบบที่ได้ออกแบบไว้ โดยการเดินสายไฟจะแบ่งสายขนาดสายไฟในส่วนของ Power Cuircuit และ Control Circuit รวมถึง Input PLC และ Output PLC เป็น 2 ขนาด คือ สายไฟขนาด 2.5 มิลลิเมตร สำหรับวงจร Power Circuit และ สายไฟขนาด 0.5 มิลลิเมตร สำหรับ Control Circuit และอื่นๆ นอกจากนี้ยังมีการใช้ Slit Mark สำหรับการบอกอุปกรณ์ต่างๆ เพื่อให้การซ่อมบำรุงเป็นไปได้ง่ายอีกด้วย ตู้ควบคุมไฟฟ้าแสดงดังรูปที่ 4.9 และรูปที่ 4.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



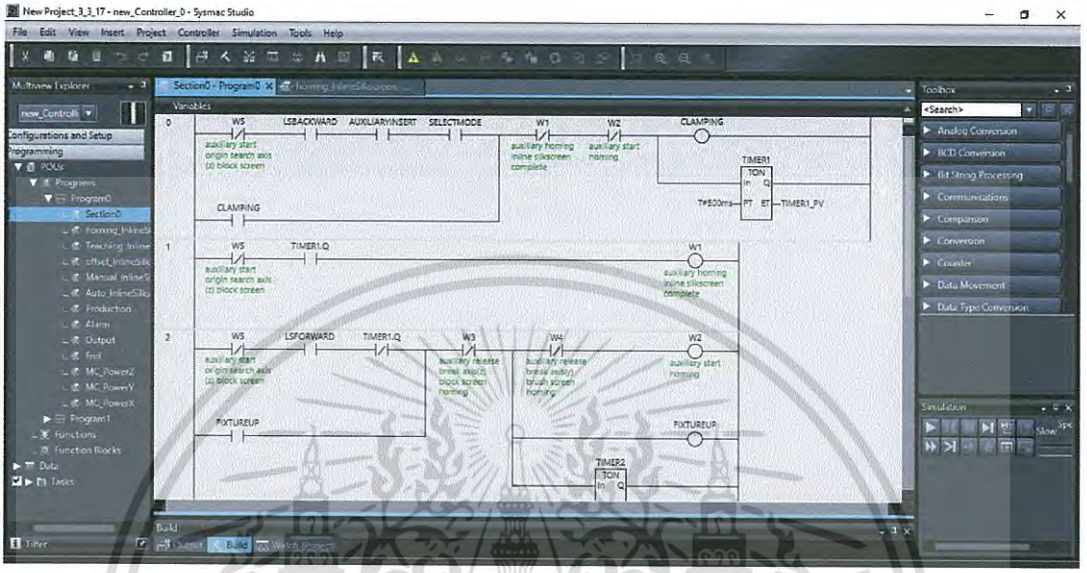
รูปที่ 4.9 แบบผังการวางอุปกรณ์ภายในตู้ควบคุมไฟฟ้า

รูปที่ 4.10 ตู้ควบคุมไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ผลของการเขียนโปรแกรม ทดลอง และ Run โปรแกรม

การเขียนโปรแกรมจะอ้างอิงจากโปรแกรมของเครื่องต้นแบบ การทดลองโปรแกรมที่ออกแบบจะทดลองผ่านฟังก์ชันการ Simulation ในซอฟต์แวร์ Sysmac Studio แสดงดังรูปที่ 4.11



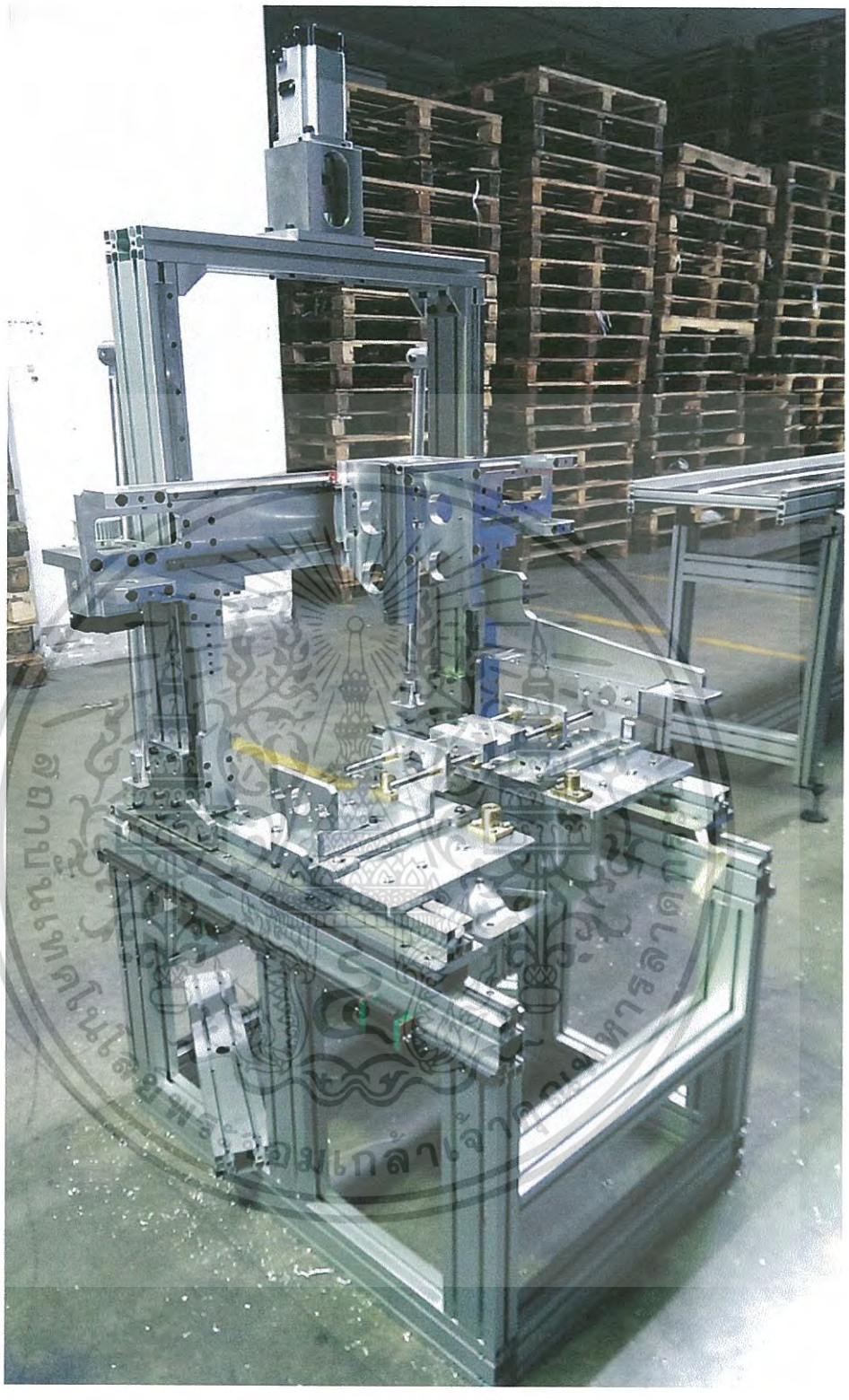
รูปที่ 4.11 ฟังก์ชัน Simulation ในซอฟต์แวร์ Sysmac Studio

การทดลองโปรแกรมที่ได้ออกแบบไว้ โปรแกรมทำงานถูกต้องตามที่ได้ออกแบบไว้ ส่วนการทดลองโปรแกรมการทำงานกับเครื่องจักรจริง ไม่สามารถทดลองได้ภายในระยะเวลาของช่วงสหกิจศึกษา เนื่องจากเครื่องจักรยังต้องรอการประกอบเพิ่มอยู่บ้างในบางส่วน

4.4 ผลการประกอบเครื่องจักร

ในส่วนของการประกอบเครื่องจักร เมื่อได้รับชิ้นส่วนต่างๆ แล้วจึงทำประกอบเครื่องจักรตามขั้นตอน การประกอบเครื่องจักรในโครงงานนี้ได้ดำเนินไปแล้ว 90 เปอร์เซ็นต์ของงานทั้งหมด ในช่วงของสหกิจศึกษาของผู้ดำเนินโครงงาน ส่วนที่ผู้ดำเนินโครงงานรับผิดชอบเป็นส่วนของโครงสร้างฐานเครื่องจักร, Brushes for Screening, ส่วนยึดจับ Block Screen และส่วน Spindle Clamping ซึ่งในส่วนของ Spindle Clamping เป็นส่วนของชิ้นงานที่ต้องรอประกอบต่อไป ซึ่งการประกอบเครื่องสกรีนลายเครื่องครัวนี้มีกำหนดแล้วเสร็จภายในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2559 เครื่องจักรที่ทำการประกอบได้ภายในระยะเวลาสหกิจศึกษาแสดงดังรูปที่ 4.12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.12 ผลการประกอบเครื่องพิมพ์ลายเครื่องครัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

บทวิจารณ์และสรุป

ในการดำเนินโครงงานเครื่องพิมพ์ลายเครื่องครัว ผู้ดำเนินโครงงานได้ดำเนินงานไปแล้วหลากหลายส่วน ซึ่งผลของการดำเนินงานต่างๆ ผู้ดำเนินโครงงานได้กล่าวไว้แล้วในบทก่อนหน้าแล้ว โดยผู้ดำเนินโครงงานจะขอสรุปผลการทดลองและดำเนินงาน พร้อมทั้งข้อเสนอแนะดังต่อไปนี้

5.1 สรุปผลการทดลอง

รายงานฉบับนี้ได้นำเสนอการผลิตเครื่องสกรีนลายเครื่องครัว ซึ่งเป็นเครื่องจักรสำหรับปฏิบัติหน้าที่สกรีนลายเครื่องครัวในสายการผลิตของบริษัท ไมย์เออร์ อินดัสตรีย์ จำกัด เนื่องจากทางบริษัทมีความต้องการที่จะผลิตเครื่องจักรนี้เพิ่มเติมจากเดิมที่มีเพียง 1 เครื่อง เพื่อปฏิบัติงานควบคู่กับสายพานลำเลียงที่มีอยู่ในสายการผลิต ซึ่งเครื่องสกรีนลายเครื่องครัวในการโครงงานนี้ เป็นเครื่องจักรที่ได้รับการออกแบบและพัฒนาเพิ่มเติมจากเครื่องเดิม เพื่อให้ได้มีการทำงานที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น แต่ยังคงแบบแผนการทำงานเดิมเป็นต้นแบบ

ผลจากการดำเนินงานต่าง อาทิเช่น การออกแบบและแก้ไขวงจรไฟฟ้า และการออกแบบและจัดทำตู้ควบคุมไฟฟ้า สามารถดำเนินงานและแล้วเสร็จไปตามแผนที่ได้วางไว้ด้วยดี การออกแบบโปรแกรม ทดลอง และ Run การทำงานของเครื่องจักร สามารถทำได้เพียงการออกแบบ และทดลองภายในซอฟต์แวร์ Sysmac Studio เท่านั้น เพราะการ Run โปรแกรมกับเครื่องจักรจริงจะเป็นงานส่วนสุดท้ายก่อนนำเครื่องจักรเข้าผลิตงานจริง คือ เมื่อทุกส่วนของเครื่องจักรแล้วเสร็จ แต่ในช่วงเวลาสหกิจศึกษาของผู้ดำเนินโครงงานไม่สามารถดำเนินงานในส่วนของการประกอบเครื่องจักรให้แล้วเสร็จตามแผนที่กำหนดไว้ได้ เนื่องจากความล่าช้าของการจัดซื้อชิ้นส่วนบางส่วน ทำให้ชิ้นส่วนสำหรับการประกอบเครื่องจักรที่ต้องใช้ความละเอียด ไม่สามารถได้รับภายในช่วงเวลาของสหกิจศึกษาได้ ด้วยเหตุนี้จึงไม่สามารถทดสอบการทำงานของโปรแกรมกับเครื่องจักรจริงได้

ในการดำเนินงานในโครงงานนี้ ทำให้ผู้จัดทำโครงงานได้นำความรู้ที่ได้จากการศึกษาในสถาบันการศึกษามาปรับใช้ในการดำเนินโครงงานเป็นอย่างมาก ทฤษฎีต่างๆ ที่ได้รับจากการศึกษาในสถาบันมีความจำเป็น สามารถนำมาใช้เป็นเครื่องมือในการดำเนินโครงงาน ในการดำเนินโครงงานนี้ ผู้ดำเนินโครงงานจะต้องมีความมุ่งมั่น ตั้งใจในการศึกษาหาความรู้ต่างๆ อยู่เสมอเพื่อให้โครงงานดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้การทำโครงงานนี้ยังทำให้ผู้ดำเนินโครงงานได้ใช้ทักษะการคิด วิเคราะห์ แก้ไขสถานการณ์ต่างๆ และเรียนรู้การแก้ไขปัญหาเฉพาะหน้าต่างๆ ที่เกิดขึ้นร่วมกับผู้ร่วมงาน รวมถึงการจัดสรรเวลาในการดำเนินงานอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 ปัญหาที่พบและแนวทางแก้ไข

1. ความรู้และความชำนาญในการทำงานของผู้ดำเนินงานยังไม่เพียงพอต่อการปฏิบัติงานจริง ซึ่งส่งผลให้เกิดความผิดพลาดกับชิ้นงานและความล่าช้าในการดำเนินงาน

2. การดำเนินงานไม่เป็นไปตามแผนที่วางไว้ ทำให้เกิดความล่าช้าในการดำเนินงานทักษะการจัดสรรเวลาในการดำเนินงาน และการแก้ไขปัญหาเฉพาะหน้าจึงมีความจำเป็นต่อการดำเนินงาน

3. การสื่อสารที่ผิดพลาด และไม่ชัดเจนของผู้ดำเนินงานกับผู้ร่วมงาน ทำให้การดำเนินงานล่าช้าซึ่งสามารถแก้ไขได้โดยการประชุมก่อนการเริ่มงาน เพื่อพูดคุยรายละเอียดการดำเนินงานให้ชัดเจน

5.3 ข้อเสนอแนะในการค้นคว้าพัฒนา

การวางตัวและปรับตัวในการเข้าสังคมขององค์กร หรือสถานประกอบการเป็นสิ่งที่จำเป็นเป็นอย่างมาก การเข้าร่วมโครงการสหกิจศึกษา ทำให้นักศึกษาต้องปฏิบัติงานในสถานประกอบการเปรียบเสมือนเป็นพนักงานขององค์กร ซึ่งจะต้องปฏิบัติงานร่วมกับผู้อื่นภายในองค์กร การเคารพในกฎระเบียบ แบบแผนต่างๆ ขององค์กรจึงเป็นสิ่งสำคัญที่ผู้เข้าร่วมโครงการที่จะต้องปฏิบัติตาม และเมื่อมีข้อสงสัย หรือปัญหาเกิดขึ้นในระหว่างดำเนินงานควรสอบถามกับพนักงานที่รับผิดชอบดูแลเพื่อให้การดำเนินงานต่างๆ เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและถูกต้องตามแบบแผนของบริษัท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] **"โปรแกรมเมเบิล ลอจิก คอนโทรลเลอร์"** [Online]. Available : http://mte.kmutt.ac.th/elearning/Plc/unit_.2htm (30 พฤศจิกายน 2559)

[2] **"กลุ่มคำสั่งพื้นฐาน) Ladder Instruction & Output Control)"** [Online]. Available : http://btananuwat.tripod.com/plc/basic.htm (10 ธันวาคม 2559)

[3] **"HMI PROGRAMMING"** [Online]. Available : http://www.energyscopethai.com/hmi-programming/ (11 ธันวาคม 2559)

[4] **"เซอร์โวมอเตอร์ (Servo Motor)"** [Online]. Available : http://chanaphinp.blogspot.com/ (11 ธันวาคม 2559)

[5] **"สัญลักษณ์และการคำนวณหาขนาดของสายไฟฟ้าและอุปกรณ์ป้องกัน"** [Online]. Available : http://202.129.59.73/tn/motor/motor12.htm (11 ธันวาคม 2559)

[6] **"สัญลักษณ์และการคำนวณหาขนาดของสายไฟฟ้าและอุปกรณ์ป้องกันตอน2"** [Online]. Available : http://202.129.59.73/tn/motor10-52/motor12.htm (11 ธันวาคม 2559)

[7] **"การติดตั้งไฟฟ้าในโรงงาน"** [Online]. Available : http://e-learning.e-tech.ac.th/learninghtml/E2104/unit06.html (11 ธันวาคม 2559)

[8] **"โฟโต้สวิตซ์โฟโตเซนเซอร์"** [Online]. Available : http://www.โฟโต้สวิตซ์.net/สาระน่ารู้-โฟโตเซนเซอร์-โฟโตสวิตซ์.html (11 ธันวาคม 2559)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

รูปที่ ก.1 การนิเทศของอาจารย์นิเทศ ณ บริษัท ไมย์เออร์ อินดัสตรีส์ จำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

นางสาวอภิชญา ปัญญาญาบารมี

เกิดวันที่ 28 กรกฎาคม พ.ศ. 2537

ประวัติการศึกษา : สำเร็จการศึกษามัธยมศึกษาจากโรงเรียนพระหฤทัยคอนแวนต์ คลองเตย จังหวัดกรุงเทพมหานคร เข้าศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ในปี พ.ศ. 2556

ที่อยู่ : 25 ซอยพระยามนธาตุฯแยก 35-7 แขวงบางบอน เขตบางบอน กรุงเทพฯ 10150

เบอร์โทรศัพท์ : 08-1834-4009

อีเมล์ : apitchaya.zh@gmail.com

Facebook : Pear Apitchaya

ความสามารถทางคอมพิวเตอร์และการใช้โปรแกรม : Microsoft office, MATLAB, AutoCAD, SolidWork, ePLAN

ทักษะทางภาษาต่างประเทศ : ภาษาอังกฤษ, ภาษาจีน

ฝึกงานที่ National Institute of Technology, Toyama College ประเทศญี่ปุ่น ระหว่างเดือนมิถุนายน ถึง เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2559

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้