



รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

เครื่องเชื่อมเม็ดอัตโนมัติ
STUD WELDING MACHINE

ณัฐนนท์ ตระการลือชัย
ณัฐวุฒิ ไยดี

ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2560



รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

เครื่องเชื่อมเม็ดอัตโนมัติ

STUD WELDING MACHINE

ณัฐนนท์ ตระการลือชัย

ณัฐวุฒิ ไยดี

ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2560

ชื่อโครงการ	เครื่องเชื่อมเม็ดสตัดอัตโนมัติ
นักศึกษา	นายณัฐนนท์ ตระการลือชัย นายณัฐวุฒิ ไยดี
ภาควิชา	วิศวกรรมการวัดและควบคุม
อาจารย์นิเทศ	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นพดล มณีรัตน์
ผู้นิเทศงาน	นายกิติพร ฉวีพัฒน์
สถานประกอบการ	บริษัท ไมย์เออร์ อินดัสตรีส์ จำกัด

บทคัดย่อ

โครงการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอขั้นตอนการออกแบบและผลิตเครื่องเชื่อมเม็ดสตัด (Stud Welding Machine) สำหรับใช้ในการเชื่อมเม็ดสตัดเข้ากับหม้อและกระทะแบบอัตโนมัติในโรงงาน โดยเครื่องจักรนี้สามารถใช้กับหม้อและกระทะทุกรุ่นในโรงงาน สร้างขึ้นมาเพื่อลดการเกิดอุบัติเหตุที่สามารถเกิดขึ้นได้ในสายการผลิต สามารถลดต้นทุนการผลิตในส่วนของแรงงานมนุษย์ และสามารถเพิ่มอัตราการผลิตของผลิตภัณฑ์ได้มากขึ้น โดยเครื่องจักรชิ้นนี้มีตัวส่งแรงหลักคือ กระจบอกสูบใช้ PLC (Programable Logic Controller) ในการควบคุมลำดับการทำงาน โดยมีหน้าจอสัมผัส Touch Screen ไว้ใช้สั่งเครื่องทำงาน

คำสำคัญ : PLC

Project Title: Stud Welding Machine

Student: Mr.Nutthanon Trakarnluechai
Mr.Nutthawut Yaidee

Department: Instrumentation and Control Engineering

Advisor: Asst. Prof. Dr. Noppadol Maneerut

Mentor: Mr.Kittiphon Chaveepun

Company: Meyer Industries Limited

ABSTRACT

The objective of this project is to understand about the design and manufacturing process of Stud Welding Machine which is used for the welding stud to pot and pan automatically in the factory. This machine can be used and applied with many pot and pan models. It is designed to reduce accidental rate, as well as the labor cost. Not only that, it increases the production efficiency. The machine works by PLC (Programable Logic Controller) control cylinders working sequence. The touchscreen monitor is used to command the machine.

Keyword : PLC

กิตติกรรมประกาศ

โครงการนี้สำเร็จล่วงได้ด้วยความกรุณาของผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นพดล มณีรัตน์ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ท่านให้ความช่วยเหลือ ให้คำแนะนำสั่งสอนในเรื่องประสบการณ์วิชาความรู้และให้ข้อคิดเห็นต่างๆ ที่มีประโยชน์ในการทำงาน สามารถนำไปใช้แก้ปัญหาต่างๆ ในระหว่างการทำงาน ตลอดจนตรวจสอบความถูกต้องของรายงานจนทำให้โครงการนี้เสร็จสมบูรณ์

ขอขอบคุณทาง บริษัท ไมย์เออร์ อินดัสตรี จำกัด แผนก ออโตเมชัน (Automation) และผู้นิเทศงาน คุณกิติพร ฉวีพัฒน์ สำหรับการดูแล สั่งสอน และให้คำปรึกษาในการออกแบบเครื่องเชื่อมเม็ดสตัด (Stud Welding Machine) ให้โอกาสได้ฝึกการทำงานจากประสบการณ์จริง รวมถึงความช่วยเหลือทุกๆ ด้านในการไปสหกิจศึกษาครั้งนี้ และขอขอบคุณบุคคลท่านอื่นๆ ที่ให้ความช่วยเหลือ ซึ่งข้าพเจ้าไม่ได้กล่าวถึงอีกมากมาย

สุดท้ายนี้ข้าพเจ้าขอขอบคุณมารดา พี่ๆ น้องๆ และเพื่อนๆ ที่คอยให้ความช่วยเหลือตลอดมา หากมีข้อผิดพลาดประการใดให้ถือเป็นความบกพร่องของทางคณะผู้จัดทำและขออภัยมา ณ ที่นี้ด้วย

ณัฐนนท์ ตระการลือชัย

ณัฐวุฒิ ไยดี

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญรูป.....	VII
สารบัญตาราง	IIIX
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ.....	1
1.3 ขอบเขตของโครงการ	1
1.4 วิธีดำเนินโครงการ	1
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 แนวคิดและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 หลักการเขียนแบบวงจรควบคุม.....	3
2.1.1 สัญลัักษณ์ทางไฟฟ้า.....	3
2.1.2 รูปแบบวงจรควบคุมมอเตอร์	7
2.2 การคำนวณโหลด	10
2.2.1 การเลือกอุปกรณ์ตัดวงจร	10
2.3 ระบบนิวแมติกส์ (Pneumatic System).....	13
2.4 อุปกรณ์ระบบนิวแมติกส์.....	14
2.4.1 กระบอกลูกสูบนิวแมติกส์ (Pneumatic Air Cylinder)	14
2.4.2 อุปกรณ์หนีบจับ (Grippers)	17
2.4.3 อุปกรณ์ยึดจับด้วยระบบสุญญากาศ (Vacuum Generator & Suction Cup).....	19
2.4.4 สายลม (Air Tube).....	20

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.4.5 วาล์วระบายลมเร็ว (Quick Exhaust Value).....	21
2.4.6 ตัวควบคุมความดันลม (Air Regulator).....	22
2.5 เซนเซอร์ (Sensor)	25
2.5.1 รีดสวิตช์ (Reed Switch).....	25
2.5.2 ลิ้มิตสวิตช์ (Limit Switch).....	26
2.6 PLC (Programmable Logic Controller)	27
2.6.1 ข้อแตกต่างระหว่าง PLC กับ Computer.....	27
2.6.2 โครงสร้างโดยทั่วไปของ PLC	27
2.6.3 การทำงานของ PLC.....	30
2.6.4 การติดตั้ง PLC.....	30
2.6.5 ภาษาที่ใช้ในการเขียน PLC.....	31
2.7 HMI Programming.....	33
บทที่ 3 วิธีดำเนินโครงการงาน	34
3.1 วัสดุในการทำโครงการงาน.....	34
3.2 การวางแผนการดำเนินงาน	34
3.3 ศึกษาการทำงานของเครื่องเชื่อมเม็คสตัด	35
3.4 ขั้นตอนการทำส่วน Mechanical.....	37
3.4.1 การประกอบฐานในแต่ละ Station	37
3.4.2 การประกอบ Mold.....	38
3.5 ขั้นตอนการทำส่วน Electrical.....	39
3.5.1 แบบวงจรไฟฟ้า.....	39
3.5.2 ติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้า.....	41
3.5.3 ออกแบบและติดตั้งตู้ควบคุมไฟฟ้า	42
3.5.4 ออกแบบติดตั้งอุปกรณ์นิวแมติกส์.....	43

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการดำเนินงานโครงการ	44
4.1 ผลการดำเนินงานในส่วนโครงสร้างเครื่องจักร	44
4.2 ผลการดำเนินงานในส่วนไฟฟ้าเครื่องจักร.....	46
4.3 ผลการทดสอบเครื่องจักร	46
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ.....	48
5.1 สรุปผลการดำเนินงาน	48
5.2 ข้อเสนอแนะ	48
เอกสารอ้างอิง	49
ประวัติผู้เขียน	50

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 รูปแบบวงจรสายเดี่ยว	7
2.2 รูปแบบวงจรกำลัง (แบบวงจรแสดงการทำงาน).....	8
2.3 รูปแบบวงจรควบคุม (แบบวงจรแสดงการทำงาน)	8
2.4 รูปแบบวงจรแสดงงานจริง.....	9
2.5 รูปแบบวงจรแสดงการติดตั้ง.....	10
2.6 พิสูจน์ชนิดทำงานไว	11
2.7 พิสูจน์ชนิดหน่วงเวลา.....	11
2.8 เซอร์กิตเบรกเกอร์แบบผกผัน	11
2.9 โครงสร้างภายในกระบอกลูกสูบทางเดียว.....	15
2.10 การทำงานของกระบอกลูกสูบทางเดียว	15
2.11 การทำงานของกระบอกลูกสูบทางเดียวทั้ง 2 ประเภท	15
2.12 โครงสร้างภายในกระบอกลูกสูบสองทาง.....	16
2.13 การทำงานกระบอกลูกสูบสองทาง	16
2.14 Rotary Cylinder.....	17
2.15 ตัวอย่างของชนิดพิเศษ กระบอกลูกสูบสองด้าน	17
2.16 อุปกรณ์หีบจับแบบต่างๆ.....	18
2.17 การทำงานอุปกรณ์หีบจับแบบต่างๆ.....	18
2.18 ตัวอย่างการนำมาใช้ในอุตสาหกรรม	19
2.19 หลักการในการสร้างแรงดูดด้วย Vacuum Generator	19
2.20 ตัวอย่างการใช้ถ้วยจับแบบต่างๆ	20
2.21 ตัวอย่างการนำไปใช้ในอุตสาหกรรม	20
2.22 สายลมอ่อนทั่วไป	21
2.23 สายลมทนสะเก็ดไฟ.....	21
2.24 การทำงานเข้ากระบอกลูกสูบปกติ	22
2.25 การเร่งระบายลมออก.....	22
2.26 ตัวควบคุมความดันลม	22
2.27 การทำงานของวาล์วปรับอัตราการไหลทางเดียว	23
2.28 การต่อวงจร Meter-in	24
2.29 การต่อวงจร Meter-out	24
2.30 การทำงานของรีดสวิตช์.....	25

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
2.31 ตัวอย่างการทำงานลิมิตสวิตช์.....	26
2.32 ตัวอย่างลิมิตสวิตช์.....	26
2.33 โครงสร้างของ PLC	27
2.34 อุปกรณ์ส่งสัญญาณให้หน่วยอินพุต PLC	29
2.35 อุปกรณ์ส่งสัญญาณให้หน่วยเอาต์พุต PLC	29
2.36 Flowchart การทำงานของ PLC.....	30
2.37 Ladder Diagram Language.....	31
2.38 Sequential Flowchart Language	31
2.39 Function Block Diagram Language	32
2.40 Instruction List Language	32
2.41 Structure Text Language	32
2.42 HIMI Programming.....	33
3.1 Flowchart Sequence Stud Welding Machine	36
3.2 ภาพรวมเครื่องเชื่อมเม็ตสตัด (Stud Welding Machine).....	37
3.3 ฐานของ Station Milling.....	38
3.4 Drawing Mold.....	38
3.5 Mold ที่ประกอบเสร็จแล้ว	39
3.6 โปรแกรม E-plan.....	39
3.7 แบบไฟฟ้าที่เขียนจากโปรแกรม	40
3.8 Limit Switch.....	41
3.9 Transducer.....	41
3.10 ตู้ควบคุมเครื่องจักร	42
3.11 กระบอกลูกสูบ (Cylinder)	43
4.1 Station Milling.....	44
4.2 Station Welding.....	45
4.3 Station Testing.....	45
4.4 หน้าจอสั่งงานด้วย Touchscreen	46
4.5 กล่องพักสายไฟจากอุปกรณ์ต่างๆ.....	46
4.6 เครื่องเชื่อมเม็ตสตัดที่ประกอบเสร็จแล้ว	47

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 สัญลักษณ์ทางไฟฟ้าทั้ง 4 แบบ.....	4
2.2 พิกัดของเครื่องป้องกันการลัดวงจรและป้องกันการรั่วลงดินของมอเตอร์.....	12
3.1 วัสดุในการทำโครงงาน.....	34
3.2 แผนการทำงาน.....	35

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

บริษัท ไมย์เออร์ อินดัสตรี จำกัด ถือเป็นบริษัทผลิตเครื่องครัวที่ใหญ่เป็นอันดับสองของโลก โดยมีผลิตภัณฑ์ที่หลากหลาย เช่น หม้อ, กระทะ, ตะหลิว เป็นต้น โดยผลิตภัณฑ์แต่ละประเภทยังแบ่งออกตามวัสดุที่ใช้ขึ้นรูป หรือตามกระบวนการผลิต เช่น สายการผลิตกระทะที่ประกอบไปด้วยหมุดย้ำ และสายการผลิตกระทะที่ประกอบด้วยการเชื่อมเม็ดสตัด เป็นต้น ซึ่งบริษัท ไมย์เออร์ อินดัสตรี จำกัด ผลิตเครื่องครัวหลากหลายยี่ห้อ เช่น Farberware, Circulon, Analon, Silverstone, Kirkland, Prestige, Meyer เป็นต้น ดังนั้นทางบริษัทจึงต้องผลิตเครื่องครัวเป็นจำนวนมากในแต่ละวัน

การเชื่อมเม็ดสตัดเข้ากับชิ้นงาน เป็นกระบวนการใช้เครื่องเชื่อมสปอต (Spot Welding Machine) ไว้สำหรับขันด้านจับหรือหูจับเข้ากับตัวชิ้นงาน เนื่องจากการเชื่อมเม็ดสตัดจำเป็นต้องใช้เครื่องเชื่อมจึงจำเป็นต้องมีการฝึกอบรมพนักงาน เพื่อป้องกันความผิดพลาดที่อาจเกิดกับชิ้นงานหรืออุบัติเหตุในการทำงาน ทำให้สิ้นเปลืองทั้งเวลาและงบประมาณในการอบรมพนักงาน

จากปัญหาที่กล่าวมาข้างต้น การสร้างเครื่องเชื่อมเม็ดสตัดอัตโนมัติ (Stud Welding Machine) สามารถลดเวลาและงบประมาณในการอบรม ช่วยลดต้นทุนด้านทรัพยากรมนุษย์ในการผลิต และทำให้คุณภาพของผลิตภัณฑ์มีความเสถียรมากขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. ศึกษาเพื่อควบคุมระบบนิวแมติกส์เพื่อใช้ในเครื่องเชื่อมเม็ดสตัดอัตโนมัติ
2. ศึกษาโปรแกรม PLC เพื่อใช้ในเครื่องเชื่อมเม็ดสตัดอัตโนมัติ
3. ศึกษาโปรแกรม E-plan ที่ไว้ใช้ในการเขียนแบบไฟฟ้า

1.3 ขอบเขตของโครงการ

1. ออกแบบวงจรไฟฟ้าและวงจรควบคุมสำหรับเครื่องเชื่อมเม็ดสตัดอัตโนมัติ
2. สร้างเครื่องเชื่อมเม็ดสตัดให้ได้ตามที่บริษัทกำหนด
3. เครื่องเชื่อมเม็ดสตัดใช้ได้กับผลิตภัณฑ์ทุกขนาด

1.4 วิธีดำเนินการวิจัย

1. เก็บข้อมูลลำดับการทำงานของเครื่องเชื่อมเม็ดสตัดอัตโนมัติ
2. ศึกษาโครงสร้างทางกล (Mechanic) ของเครื่องเชื่อมเม็ดสตัดอัตโนมัติ
3. วางแผนการดำเนินงาน

4. ศึกษา Software ที่จำเป็นในการสร้างเครื่องอัตโนมัติ
5. ออกแบบวงจรไฟฟ้าและเลือกอุปกรณ์ไฟฟ้า
6. ออกแบบวงจรนิวแมติกส์
7. ประกอบและติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ เช่น กระจกสูบ Limit Switch
8. ติดตั้งแผงควบคุมของเครื่องเชื่อมเมตสดัดอัตโนมัติ
9. เดินสายไฟและสายลมของเครื่องเชื่อมเมตสดัดอัตโนมัติ
10. ทดสอบการทำงานและแก้ไขข้อผิดพลาด
11. สรุปผลการทำงาน

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้รับความรู้และทักษะในการออกแบบวงจรนิวแมติกส์
2. ได้รับความรู้ในการเขียน PLC เพื่อใช้ควบคุมเครื่องจักร
3. ได้รับความรู้ในการออกแบบวงจรไฟฟ้า
4. ได้รับความรู้ในการเลือกอุปกรณ์ให้เหมาะสมกับรูปแบบงาน
5. ได้รู้วิธีการสร้างเครื่องจักร
6. ได้ฝึกการวางแผนในการทำงานอย่างมีระบบและประสิทธิภาพ
7. ได้เรียนรู้วิธีการนำเสนองานอย่างมีประสิทธิภาพ
8. ได้เรียนรู้การทำงานร่วมกับผู้อื่น
9. ได้เรียนรู้วิธีการแก้ไขงานในกรณีฉุกเฉิน
10. ได้รับประสบการณ์ในการทำงานจริงๆ ที่นอกเหนือจากการฝึกงาน

บทที่ 2

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

โครงการเครื่องเชื่อมเม็ตสตัดมีการนำความรู้ ทฤษฎี และข้อมูลต่างๆ มาใช้ในการดำเนินงาน เช่น นำมาใช้ในการออกแบบเครื่องจักร นำมาใช้ออกแบบวงจรไฟฟ้า เป็นต้น โดยทฤษฎีและข้อมูลที่นำมาใช้ในการดำเนินงาน มีดังต่อไปนี้

2.1 หลักการเขียนแบบวงจรควบคุม

การเขียนแบบวงจรควบคุมนั้นต้องทราบรายละเอียดและสัญลักษณ์มาตรฐานในการเขียนแบบเพื่อให้ผู้เขียนแบบและผู้อ่านแบบมีความเข้าใจที่ตรงกัน

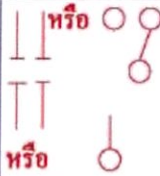
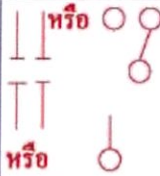
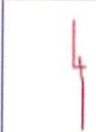
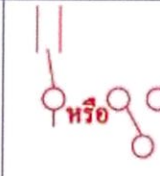
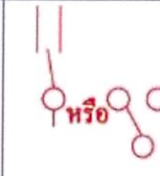
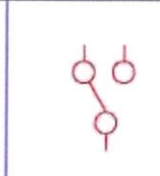































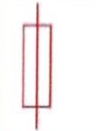


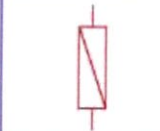

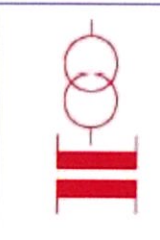


2.1.1 สัญลักษณ์ทางไฟฟ้า

งานติดตั้งระบบไฟฟ้าหรืองานปฏิบัติการเดินสายไฟฟ้า ถ้าเขียนในรูปอุปกรณ์จริงจะทำให้เสียเวลามาก จึงต้องมีการกำหนดสัญลักษณ์ขึ้นมาแทนอุปกรณ์จริง โดยสัญลักษณ์ที่ใช้แทนมีหลายมาตรฐาน ได้แก่

- ANSI (American National Standard Institute)
- IEC (International Electrotechnical Commission)
- JIS (Japan Industrial Standard)
- DIN (Deutsches Industries Normun)

สัญลักษณ์ไฟฟ้าของมาตรฐานทั้ง 4 แบบ แสดงดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 สัญลักษณ์ทางไฟฟ้าทั้ง 4 แบบ

ชนิดของอุปกรณ์	ANSI	DIN	IEC	JIS
รูปแบบสวิทช์และสวิทช์เกียร์				
หน้าสัมผัสเปลี่ยน	 หรือ 		 หรือ 	
หน้าสัมผัสสับเปลี่ยน สับทอนกัก			 หรือ 	
หน้าสัมผัสสรีเลย์เมื่อ ถึงเวลาที่หน่วงไวนา สัมผัสจะสับดวงจร	 หรือ 		 หรือ 	
เมื่อถึงเวลาหน่วง ให้หน้าสัมผัสดวงจร	 หรือ 		 หรือ 	
เมื่อถึงเวลาให้หน้า สัมผัสสับวงจร	 หรือ 		 หรือ 	
เมื่อถึงเวลาที่หน่วง ให้หน้าสัมผัสดวงจร	 หรือ 		 หรือ 	
ฟิวส์	 หรือ 		 คานาแหล่งจ่าย หรือ 	
ชนิดของอุปกรณ์	ANSI	DIN	IEC	JIS
รูปหม้อแปลง แกนเคอร์ หม้อแปลงเครื่องวัด				
หม้อแปลงไฟฟ้าแบบ แยกขดลวด				

ตารางที่ 2.1 สัญลักษณ์ทางไฟฟ้าทั้ง 4 แบบ(ต่อ)

ชนิดของอุปกรณ์	ANSI	DIN	IEC	JIS
รูปแบบหม้อแปลง รีแอกเตอร์ หม้อแปลงเครื่องวัด				
หม้อแปลงแบบออโต				
รีแอกเตอร์				
หม้อแปลงกระแส				
หม้อแปลงแรงดัน				
รูปแบบวงจรทั่วไป				
ต่อลงดิน				
ตัวถังต่อลงดิน				
ตัวความต้านทาน				
คาปาซิเตอร์				
อินดักเตอร์				

ตารางที่ 2.1 สัญลักษณ์ทางไฟฟ้าทั้ง 4 แบบ(ต่อ)

ชนิดของอุปกรณ์	ANSI	DIN	IEC	JIS
รูปแบบมอเตอร์ไฟฟ้า				
มอเตอร์ 3 เฟสแบบ วาลวโรเตอร์				
มอเตอร์ 3 เฟสแบบ กรงกระรอก				
มอเตอร์ 3 เฟสแบบ กรงกระรอกที่ต้อง คอยสายภายนอก				
รูปแบบเสียงและอุปกรณ์สัญญาณ				
หวูดสัญญาณ				
กระดิ่ง				
ไซเรน				
หลอดไฟสัญญาณ				

2.1.2 รูปแบบวงจรควบคุมมอเตอร์

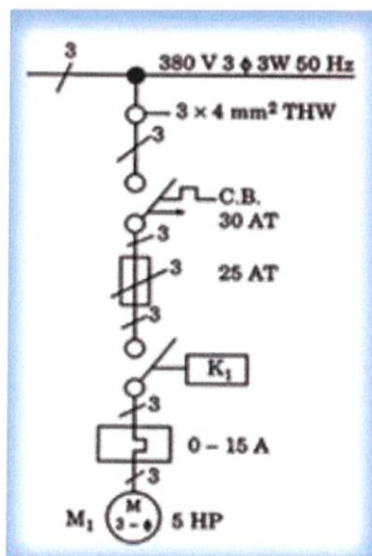
วงจรที่ใช้ควบคุมมอเตอร์แบ่งได้ออกเป็น 4 แบบ ดังนี้

2.1.2.1 แบบวงจรสายเดี่ยว (One Line Diagram) วงจรสายเดี่ยวเป็นแบบวงจรที่แสดงวงจรชนิดหนึ่ง ที่เขียนด้วยเส้นสายเดี่ยวเท่านั้น

จากรูปที่ 2.1 วงจรจะแสดงให้เห็นเพียงแต่

1. Power Supply จำนวน Phase Wire ระดับแรงเคลื่อนและความถี่
2. จำนวนสายไฟฟ้า
3. ขนาดและชนิดของสายไฟฟ้า
4. จำนวนของอุปกรณ์ เช่น Contactor Relay (K1) Over Load Relay (F3) Motor

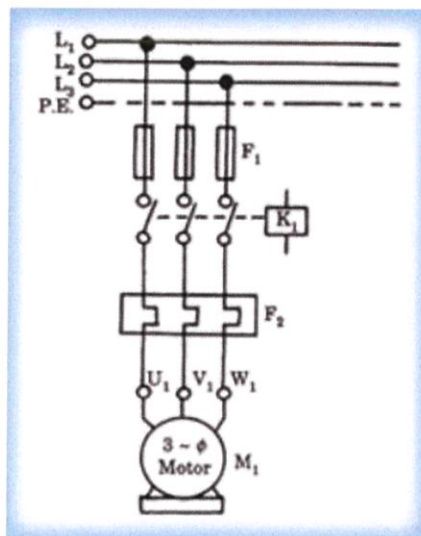
(M1)



รูปที่ 2.1 รูปแบบวงจรสายเดี่ยว

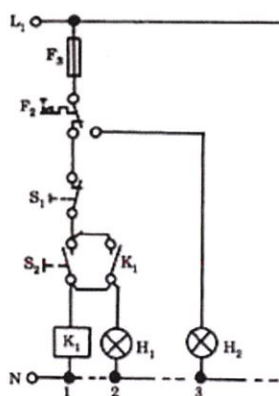
2.1.2.2 แบบวงจรแสดงการทำงาน (Schematic Diagram) วงจรแสดงการทำงานสามารถแบ่งได้ตามลักษณะการทำงานของวงจรได้เป็น 2 แบบ คือ

1. วงจรกำลัง (Power Circuit) แบบวงจรนี้จะเขียนรายละเอียดของวงจรกำลังเท่านั้น โดยเริ่มจากวงจรย่อยผ่าน Main Fuse (F1) Main Contactor (K1) Overload Relay (F2) ดังรูปที่ 2.2



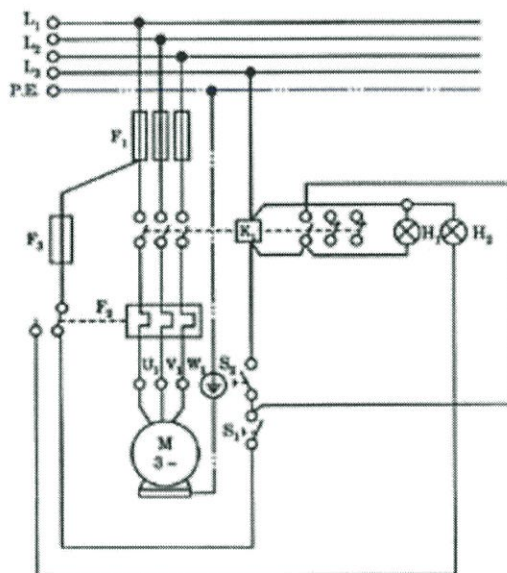
รูปที่ 2.2 รูปแบบวงจรกำลัง (แบบวงจรแสดงการทำงาน)

2. วงจรควบคุม (Control Circuit) แบบนี้ได้จากการจับต้นและปลายของวงจรควบคุมในแบบงานจริงจึงยึดออกมาเป็นเส้นตรง สายแยกต่างๆ จะเขียนในแนวตั้งและแนวระนาบเท่านั้น ส่วนประกอบของอุปกรณ์จะนำมาเขียนเฉพาะส่วนที่ใช้ในวงจรควบคุมเท่านั้น คอนแทกรีเลย์หรือคอนแทคเตอร์ สามารถเขียนแยกกันในส่วนต่างๆ ของวงจรได้ โดยจะเขียนกำกับด้วยตัวอักษรหรือตัวเลขจะได้รู้ว่าเป็นของคอนแทคเตอร์ตัวใด ดังรูปที่ 2.3



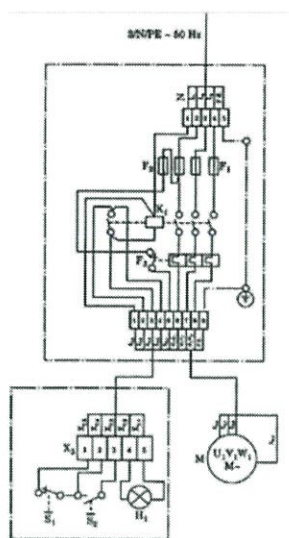
รูปที่ 2.3 รูปแบบวงจรควบคุม (แบบวงจรแสดงการทำงาน)

2.1.2.3 วงจรแสดงแบบงานจริง (Working Diagram) แบบชนิดนี้จะเขียนคล้ายกับลักษณะงานจริงคือ ส่วนประกอบของอุปกรณ์ใดๆ จะเขียนเป็นชิ้นเดียวไม่แยกออกจากกันและสายต่างๆ จะต่อกันที่จุดเข้าสายของอุปกรณ์เท่านั้น ซึ่งลักษณะเหมือนงานจริง ดังรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 รูปแบบวงจรแสดงงานจริง

2.1.2.4 วงจรประกอบการติดตั้ง (Constructional Wiring Diagram) ในระบบควบคุมจะประกอบไปด้วยแผงควบคุมสวิตช์บอร์ด และโหลดที่ต้องการควบคุม ซึ่งมันจะแยกต่างที่กันอยู่ในส่วนต่างๆ เหล่านี้จะเขียนแสดงรายละเอียดด้วยวงจรวงานจริง และจะประกอบเข้าด้วยกันที่แผงต่อสายโดยใช้วงจรสายเดียว สายที่ออกจากจุดต่อสายแต่ละอัน จะมีโค้ดกำกับให้รู้ว่าสายนั้นจะเข้าไปต่อจุดใด เช่น แผงต่อสาย X2 จุด 1 ต่อกับจุดที่ 5 ของแผงต่อสาย X3 ซึ่งที่จุดนี้มีโค้ดบอกอยู่ด้วยว่าสายจุดนี้ต่อมาจากจุดที่ 1 ของแผงต่อสาย X2 ดังรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 รูปแบบวงจรแสดงการติดตั้ง

2.2 การคำนวณโหลด

ในการออกแบบวงจรไฟฟ้าจะต้องมีอุปกรณ์ตัดวงจร เพื่อป้องกันไม่ให้อุปกรณ์ไฟฟ้าเกิดการเสียหายเมื่อเกิดภาวะกระแสเกินพิกัดอุปกรณ์ ดังนั้นการออกแบบวงจรจะต้องทราบกระแสสูงสุดที่ไม่ให้อุปกรณ์เกิดความเสียหาย เพื่อนำไปเลือกอุปกรณ์ตัดวงจร รวมถึงการเลือกขนาดสายไฟด้วย

2.2.1 การเลือกอุปกรณ์ตัดวงจร

อุปกรณ์ที่นิยมใช้มี 2 ชนิดคือ ฟิวส์ (Fuse) และเซอร์กิตเบรกเกอร์ (Circuit Breaker) การกำหนดขนาดพิกัดของฟิวส์หรือเซอร์กิตเบรกเกอร์ ควรกำหนดให้มีขนาดเล็กที่สุด แต่จะต้องทนต่อกระแส เริ่มเดินของมอเตอร์ได้ด้วย โดยทั่วไปจะต้องมีพิกัดกระแส 2-2.5 เท่า ของกระแสโหลดเต็มที่มีของมอเตอร์

2.2.1.1 ฟิวส์มี 2 ประเภท คือ

1. ฟิวส์ชนิดทำงานไว (Non Time Delay Fuse) ดังรูปที่ 2.6
2. ฟิวส์ชนิดหน่วงเวลา (Time Delay Fuse) เป็นฟิวส์ทำงานช้า ดังรูปที่ 2.7

ฟิวส์ตามมาตรฐาน IEC (Internation Electrotechnical Commission) มีขนาดเป็นแอมแปร์ (A) ได้แก่ 6, 10, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 315, 400



รูปที่ 2.6 ฟิวส์ชนิดหน่วงเวลา



รูปที่ 2.7 ฟิวส์ชนิดทำงานไว

2.2.1.2 เซอร์กิตเบรกเกอร์มี 2 ประเภท

1. เซอร์กิตเบรกเกอร์แบบผกผัน (Inverse Time Circuit Breaker) ดังรูปที่ 2.8
2. เซอร์กิตเบรกเกอร์แบบปลดทันที (Instantaneous Circuit Breaker)



รูปที่ 2.8 เซอร์กิตเบรกเกอร์แบบผกผัน

สำหรับการเลือกใช้ขนาดของฟิวส์และเซอร์กิตเบรกเกอร์ จะต้องเลือกให้เหมาะสมกับพิกัดของมอเตอร์ ดังตารางที่ 2.2 ชนิดของมอเตอร์ที่ไม่มีอักษรคือ มาตรฐาน IEC ซึ่งในประเทศไทยส่วนใหญ่จะเป็นมอเตอร์แบบนี้ แต่มอเตอร์ที่มีรหัสอักษรจะเป็นมอเตอร์ตามมาตรฐาน NEMA (National Electrical Manufacturer Association) ประเทศสหรัฐอเมริกา

ตารางที่ 2.2 พิกัดของเครื่องป้องกันการลัดวงจร และป้องกันการรั่วลงดินของมอเตอร์

ชนิดของมอเตอร์	ร้อยละของกระแสโหลดเต็มที่			
	ฟิวส์ทำงานไว	ฟิวส์หน่วงเวลา	เซอร์กิตเบรกเกอร์ปลดทันที	เซอร์กิตเบรกเกอร์เวลาผกผัน
มอเตอร์ 1 เฟส ไม่มีรหัสอักษร	300	175	700	250
มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส ทั้งหมดและมอเตอร์ 3 เฟสแบบ กรงกระรอกและแบบซิงโครนัส ซึ่งเริ่มเดินโดยรับแรงดันไฟฟ้า เต็มที่หรือเริ่มเดินผ่าน ตัวต้านทานหรือรีเลย์เอ็กเตอร์				
-ไม่มีรหัสอักษร	300	175	700	250
- รหัสอักษร F ถึง V	300	175	700	250
- รหัสอักษร B ถึง E	250	175	700	200
- รหัสอักษร A	150	150	700	150
มอเตอร์กระแสสลับทั้งหมด แบบกรงกระรอก และแบบ ซิงโครนัสซึ่งเริ่มเดินผ่าน หม้อแปลงอโต้กระแส ไม่เกิน 30 แอมแปร์				
-ไม่มีรหัสอักษร กระแสเกิน 30 แอมแปร์	250	175	700	200
-ไม่มีรหัสอักษร	200	175	700	200
- รหัสอักษร F ถึง V	250	175	700	200
- รหัสอักษร B ถึง E	200	175	700	200
- รหัสอักษร A	150	150	700	150
มอเตอร์แบบกรงกระรอก กระแสไม่เกิน 30 แอมแปร์				
- ไม่มีรหัสอักษรเท่ากับ กระแสไม่เกิน 30 แอมแปร์	250	175	700	200
- ไม่มีรหัสอักษรเท่ากับ	200	175	700	150
มอเตอร์แบบวาวด์โรเตอร์				
- ไม่มีรหัสอักษรเท่ากับ	150	150	700	150
มอเตอร์กระแสตรง(แรงดันคงที่ ขนาดไม่เกิน 50 แรงม้า)				
- ไม่มีรหัสอักษรเท่ากับ	150	150	250	150
ขนาดเกิน 50 แรงม้า				
- ไม่มีรหัสอักษร	150	150	175	150

2.3 ระบบนิวแมติกส์ (Pneumatic System)

ระบบนิวแมติกส์ หมายถึง ระบบการส่งถ่ายกำลังโดยอาศัยความดันลมเป็นตัวกลางในการส่งถ่ายกำลัง โดยมีอุปกรณ์ เช่น กระจบอสูบ ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานลมให้เป็นพลังงานกล

วัตถุประสงค์ของการนำลมอัดมาใช้ในงานอุตสาหกรรมเพื่อการทำงานอย่างอัตโนมัติ และการประหยัดแรงงาน ทั้งนี้การใช้ลมอัดนั้นถ้ามีการประกอบรวมกับกำลังไฟฟ้าสามารถดัดแปลงเป็นการควบคุมอัตโนมัติแบบไร้สายได้ อีกทั้งลมอัดและระบบนิวแมติกส์ยังมีข้อดีอีกหลายประการ เช่น มีค่าใช้จ่ายต่ำ มีโครงสร้างอย่างง่าย มีความสะดวกในการบำรุงรักษา เป็นต้น

ข้อดีของลมอัด

1. ลมอัดมีปริมาณไม่จำกัดในทุกๆ แห่ง เพราะมีอยู่ทั่วไป
2. ลมอัดสามารถส่งผ่านไปตามท่อที่มีระยะทางไกลๆ ได้ง่าย และไม่ต้องส่งกลับมา สามารถปล่อยทิ้งในบรรยากาศได้หลังจากใช้งานแล้ว
3. สามารถกักเก็บลมอัดไว้ในถังเก็บได้ ทำให้สามารถนำไปใช้งานได้ตามต้องการ
4. ลมอัดไม่เกิดการระเบิดหรือติดไฟง่ายเมื่อมีการรั่วซึม ดังนั้นจึงไม่มีความจำเป็นที่ต้องมีอุปกรณ์พิเศษราคาแพงเพื่อใช้ในการป้องกันการระเบิด
5. ลมอัดไม่มีความไวต่อการเบี่ยงเบนของอุณหภูมิ มีความแน่นอนในการทำงานสูง แม้จะอยู่ในสภาวะอุณหภูมิสูงมากๆ ก็ตาม
6. เครื่องมือและอุปกรณ์ในระบบนิวแมติกส์มีโครงสร้างแบบง่ายๆ ทำให้มีราคาถูก ทนทาน และซ่อมบำรุงรักษาได้ง่าย
7. ลมอัดมีความเร็วสูง ดังนั้นอัตราความเร็วในการทำงานก็จะสูงด้วย
8. สามารถควบคุมความเร็ว ความดัน และแรงของลมอัดในระบบนิวแมติกส์ได้ตามต้องการ
9. เครื่องมือและอุปกรณ์ของระบบนิวแมติกส์สามารถใช้งานเกินกำลังได้โดยไม่เกิดการเสียหาย
10. การเคลื่อนที่ในทางตรงสามารถทำงานได้โดยตรง

ข้อเสียของลมอัด

1. ลมอัดมีความชื้นและฝุ่นละออง ดังนั้นจึงต้องมีอุปกรณ์กรองความชื้นและฝุ่นละอองก่อนนำไปใช้งาน
2. ลมอัดมีเสียงดังเมื่อระบายทิ้งออกสู่บรรยากาศ เพราะฉะนั้นจึงต้องมีอุปกรณ์เก็บเสียง (Silencer)
3. ลมอัดจะประหยัดเฉพาะที่ใช้แรงขยายถึงจุดหนึ่งเท่านั้น โดยปกติแล้วใช้ความดันที่ 600 kpa (6 bar) ข้อจำกัดของแรงอยู่ที่ 20,000-30,000 นิวตัน ขึ้นอยู่กับความเร็วและระยะทางที่ใช้งาน
4. ระบบนิวแมติกส์ จะมีความดันที่ใช้งานเพียง 4-7 bar
5. ลมอัดเป็นตัวกลางที่ค่อนข้างแพงเมื่อเปรียบเทียบกับระบบการเปลี่ยนแปลงพลังงานอื่นๆ (อย่างไรก็ตามจะถูกชดเชยจากอุปกรณ์บางชิ้นส่วนที่มีราคาถูก เป็นแบบง่ายๆ และมีสมรรถนะที่สูงกว่า)

2.4 อุปกรณ์ระบบนิวแมติกส์

2.4.1 กระบอกลูกสูบนิวแมติกส์ (Pneumatic Air Cylinder)

กระบอกลูกสูบนิวแมติกส์ จึงมีส่วนสำคัญในงานระบบอัตโนมัติเป็นอย่างยิ่ง และในปัจจุบันนี้มีกระบอกลูกสูบนิวแมติกส์ กระบอกลม กระบอกลมนิวแมติกส์ ให้เลือกใช้งานตามความเหมาะสมของงานอยู่หลากหลายรุ่น หลากหลายขนาด และหลายรูปแบบ การที่จะเลือกกระบอกลูกสูบนิวแมติกส์ กระบอกลมนิวแมติกส์ไปใช้งานนั้นควรคำนึงถึงแรงที่กระบอกลูกสูบนิวแมติกส์ต้องรองรับน้ำหนักของสิ่งที่กระบอกลูกสูบนิวแมติกส์ไปกระทำ และลักษณะการติดตั้ง สามารถแบ่งตามลักษณะการทำงานได้ 3 ประเภทคือ

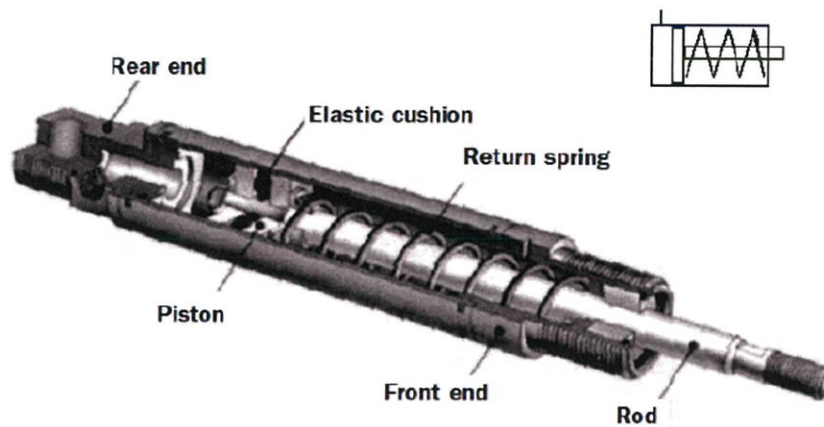
1. กระบอกลูกสูบนิวแมติกส์เคลื่อนที่แบบแนวเส้นตรง
2. กระบอกลูกสูบนิวแมติกส์เคลื่อนที่แบบแนวเส้นรอบวง
3. กระบอกลูกสูบนิวแมติกส์ชนิดพิเศษ

1. กระบอกลูกสูบนิวแมติกส์ เคลื่อนที่แบบแนวเส้นตรง สามารถแบ่งได้เป็น 2 แบบ

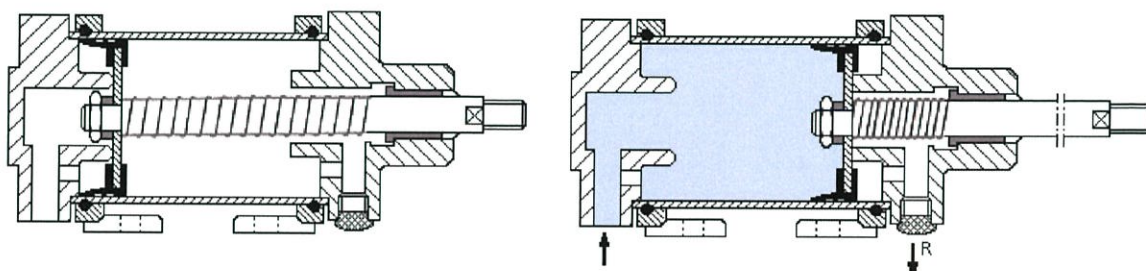
กระบอกลูกสูบทางเดียว (Single-acting Cylinder) จะใช้ความดันลมอัดกระทำกันสูบให้เคลื่อนที่เพียงด้านเดียว ซึ่งใช้ทำงานส่วนการเคลื่อนที่กลับของกระบอกลูกสูบด้วยแรงดันของสปริง กระบอกลูกสูบชนิดนี้จะใช้กับงานที่ต้องการแรงกระทำไม่มากนัก เนื่องจากแรงที่กระทำกับภาระจะถูกต้านด้วยแรงสปริง กระบอกลูกสูบทางเดียวมีให้เลือก 2 ลักษณะคือ แบบปกติเข้าและแบบปกติออก ซึ่งขึ้นอยู่กับรูปแบบสปริงภายในตัวกระบอกลูกสูบที่ 2.10

สภาวะปกติ เมื่อยังไม่มีลมอัดเข้ากระบอกลูกสูบ สปริงจะดันก้านสูบให้อยู่ในตำแหน่งเข้าสุด

สภาวะทำงาน เมื่อมีลมอัดเข้าที่ด้านหัวสูบ ความดันลมอัดจะเอาชนะแรงสปริงและทำให้ก้านสูบเคลื่อนที่ออกสุด



รูปที่ 2.9 โครงสร้างภายในกระบอกลูกสูบทางเดียว



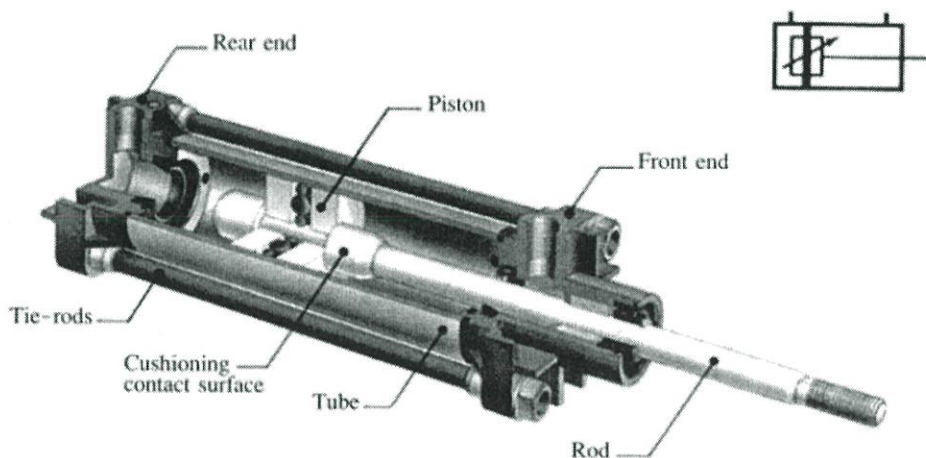
รูปที่ 2.10 การทำงานของกระบอกลูกสูบทางเดียว



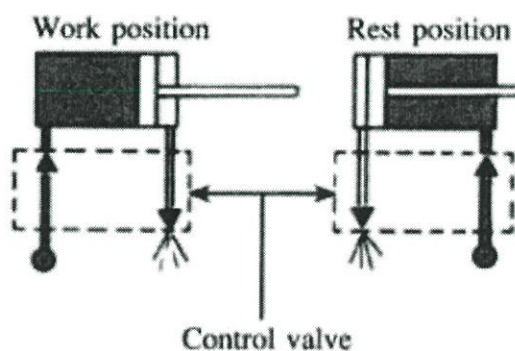
รูปที่ 2.11 การทำงานของกระบอกลูกสูบทางเดียวทั้ง 2 ประเภท

กระบอกสูบสองทาง (Double-acting Cylinder) มีรูปลักษณะภายนอกเหมือนกระบอกสูบทางเดียวทุกประการต่างกันที่โครงสร้างภายในดังรูปที่ 2.12 สามารถสั่งงานได้สองทิศทาง ด้วยการจ่ายลมอัดเข้าที่หัวหรือท้ายกระบอกสูบเพื่อสั่งงานให้ก้านของกระบอกสูบเคลื่อนที่เข้าหรือออกสภาวะปกติ เมื่อไม่มีลมอัดก้านสูบจะหยุดค้าง ณ ตำแหน่งสุดท้ายที่เคลื่อนที่สามารถใช้มือขยับได้อย่างอิสระ

สภาวะทำงาน เมื่อจ่ายลมอัดเข้าที่ท้ายกระบอกสูบจะทำให้ก้านลูกสูบเคลื่อนที่ออก และเกิดการระบายลมที่ค้างไว้ในกระบอกสูบออกทางด้านหัวกระบอกสูบ



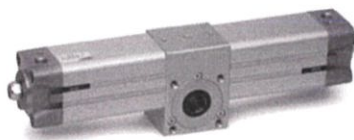
รูปที่ 2.12 โครงสร้างภายในกระบอกสูบสองทาง



รูปที่ 2.13 การทำงานกระบอกสูบสองทาง

2. กระบอกลูกสูบนิวแมติกส์เคลื่อนที่เป็นแนวเส้นรอบวง (Rotary Cylinder)

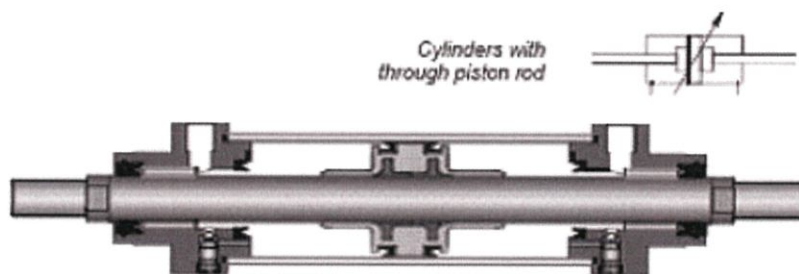
เมื่อจ่ายลมเข้าไปข้างในกระบอกลูกสูบ ก้านสูบจะเคลื่อนที่หมุนไปมาแต่ไม่สามารถหมุนรอบตัวเองได้เกิน 360 องศา โดยสามารถใช้ได้ทั้งแบบทวนเข็มนาฬิกาและตามเข็มนาฬิกา สามารถปรับองศาในการหมุนได้ด้วยการปรับสลักที่ฐานหมุน ดังรูปที่ 2.14



รูปที่ 2.14 Rotary Cylinder

3. กระบอกลูกสูบนิวแมติกส์ชนิดพิเศษ (Special Actuator)

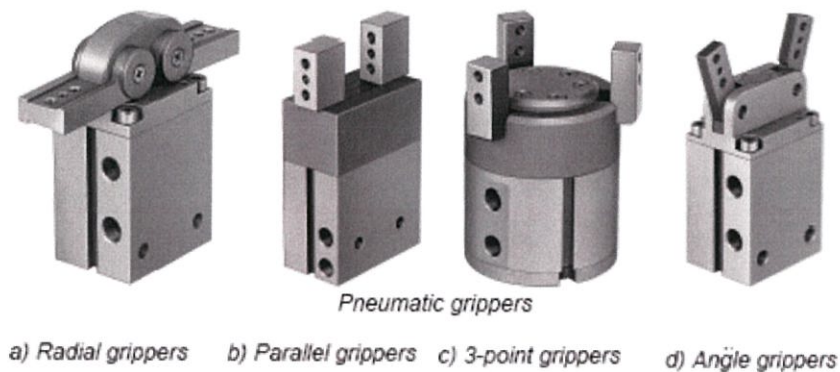
มีทั้งสองชนิดคือ การเคลื่อนที่ทั้งในรูปแบบเส้นตรงและแบบเส้นรอบวง แต่อาจจะต้องมีการสั่งทำ ดังรูปที่ 2.15



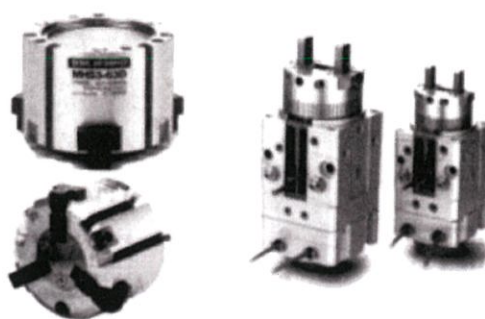
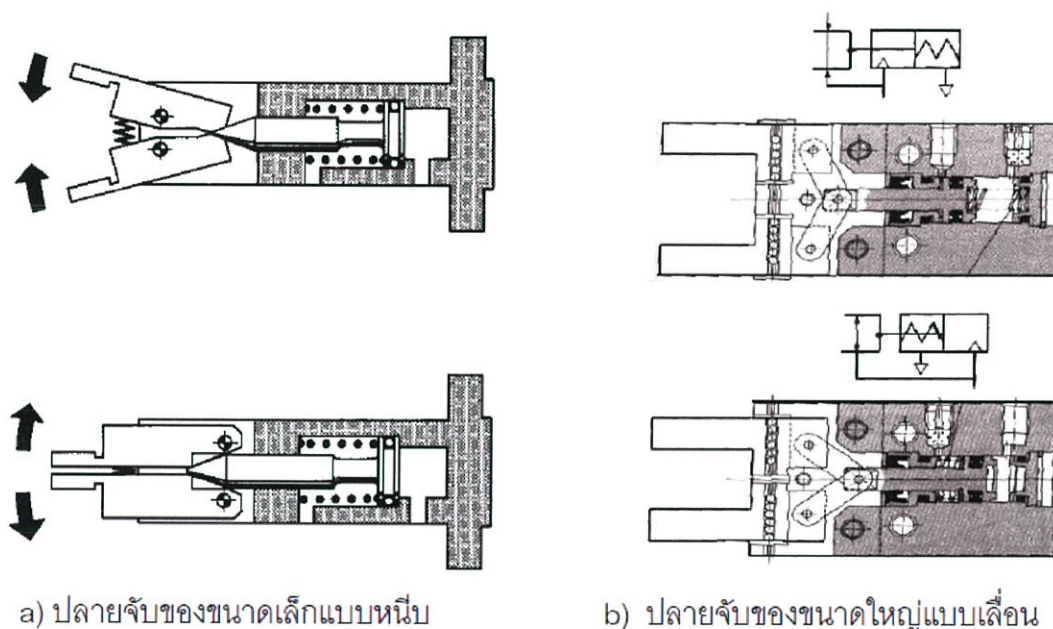
รูปที่ 2.15 ตัวอย่างของชนิดพิเศษ กระบอกลูกสูบสองด้าน

2.4.2 อุปกรณ์หยิบจับ (Grippers)

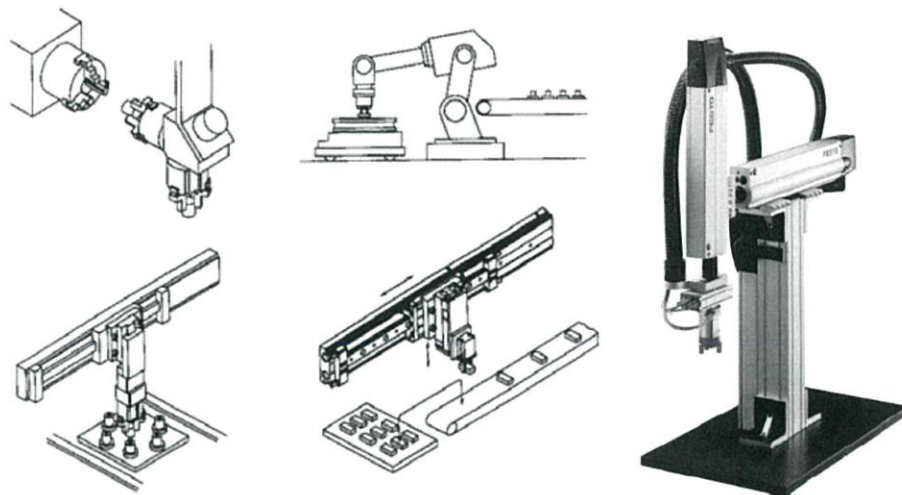
เป็นอุปกรณ์ในการยึดจับชิ้นงานโดยใช้กลไกและกระบอกลูกสูบทำงานร่วมกันสามารถหยิบชิ้นงานรูปทรงต่างๆ และแสดงหลักการทำงานดังรูปที่ 2.16 นิยมใช้ร่วมกับระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์อุตสาหกรรมดังรูปที่ 2.17



รูปที่ 2.16 อุปกรณ์หยิบจับแบบต่างๆ



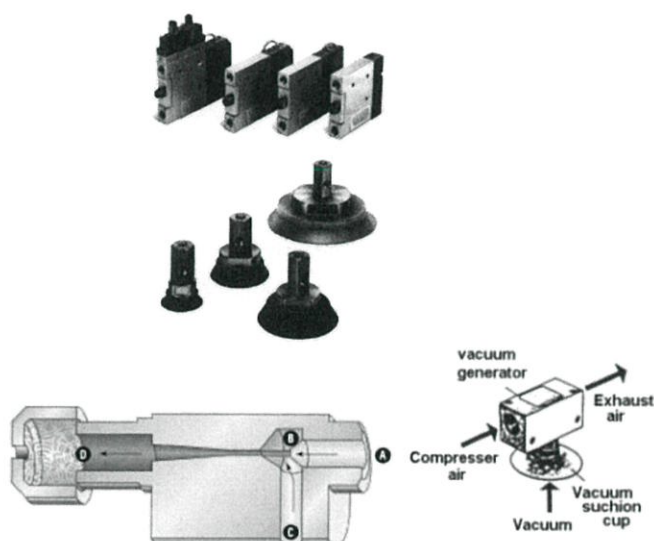
รูปที่ 2.17 การทำงานอุปกรณ์หยิบจับแบบต่างๆ



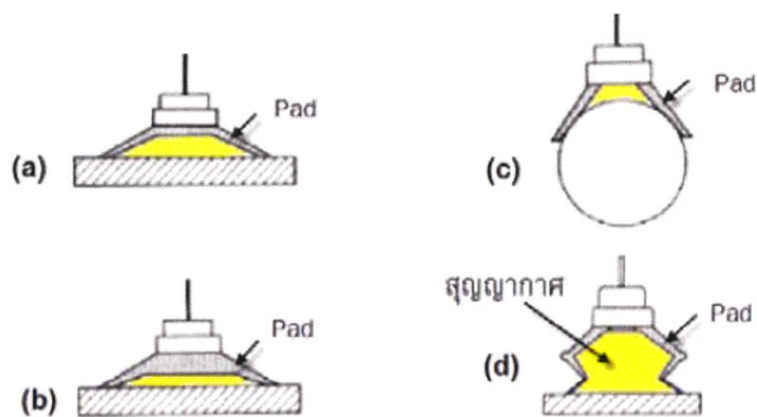
รูปที่ 2.18 ตัวอย่างการนำมาใช้ในอุตสาหกรรม

2.4.3 อุปกรณ์ยึดจับด้วยระบบสุญญากาศ (Vacuum Generator & Suction Cup)

เป็นอุปกรณ์ที่มีไว้ดูดจับชิ้นงาน โดยการใช้ถ้วยยางกดลงบนพื้นผิวแล้วสร้างสภาพสุญญากาศด้วย Vacuum Generator มีลักษณะคล้ายท่อสามทางปลายด้านล่างยึดติดกับถ้วยยาง เมื่อมีลมอัดผ่านช่องทางลมด้านบนบนจะเกิดแรงดูดอากาศภายในถ้วยยางออก ทำให้เกิดสภาพสุญญากาศภายในถ้วยยางดังแสดงในรูปที่ 2.19 มีข้อจำกัดคือ ต้องใช้กับชิ้นงานที่มีผิวเรียบเท่านั้น แต่นอกจากชิ้นงานที่เป็นระนาบแล้ว ยังสามารถนำมาใช้กับชิ้นงานที่มีลักษณะเป็นทรงกลมได้อีกด้วยเพียงการเลือกลักษณะถ้วยยางที่เหมาะสมดังรูปที่ 2.20 และนำไปใช้ในอุตสาหกรรมได้ดังรูปที่ 2.21



รูปที่ 2.19 หลักการในการสร้างแรงดูดด้วย Vacuum Generator



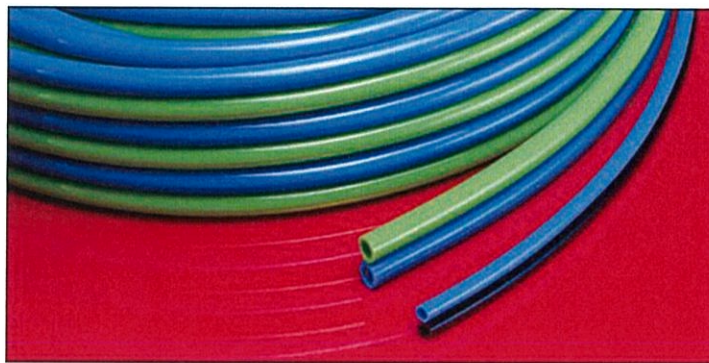
รูปที่ 2.20 ตัวอย่างการใช้ถ้วยจับแบบต่างๆ



รูปที่ 2.21 ตัวอย่างการนำไปใช้ในอุตสาหกรรม

2.4.4 สายลม (Air Tube)

ท่อลมของระบบนิวแมติกส์นิยมทำมาจากวัสดุไนลอนหรือโพลียูรีเทน (PU) สายลมที่นิยมใช้จะมีขนาดเป็นมิลลิเมตร เช่น Outer x Internal Diameter (mm) มีขนาด 4x2.5, 6x4, 8x5, 10x6.5, 12x8 เป็นต้น และมีหน่วยเป็นนิ้ว (หุน) เช่น ขนาด 1 หุน, 2 หุน, 3 หุน เป็นต้น ท่ออ่อนจะมีสีต่างกัน เช่น สีดำ สีแดง สีเขียว สีฟ้า เป็นต้น โดยแต่ละสีใช้ในวัตถุประสงค์ต่างกัน เช่น สีแดงหมายถึงท่อที่มีความดันสูง เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีสายลมแบบพิเศษชนิดทนสะเก็ดไฟ (Anti Spark Polyamide) ซึ่งมีสายฉนวนทนความร้อน (PVC) และมีสายลมวัสดุไนลอนอยู่ในฉนวน



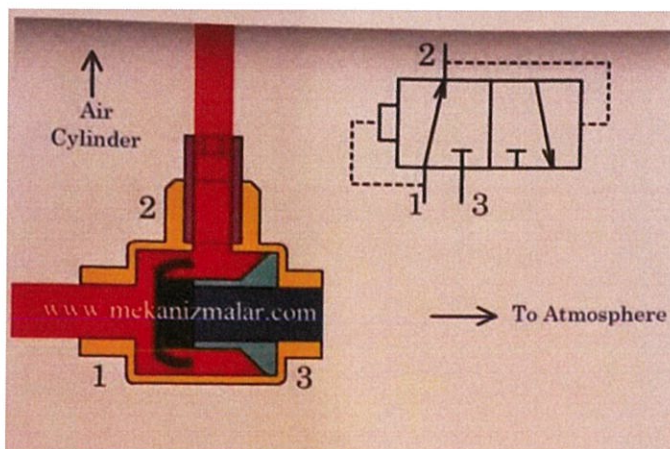
รูปที่ 2.22 สายลมอ่อนทั่วไป



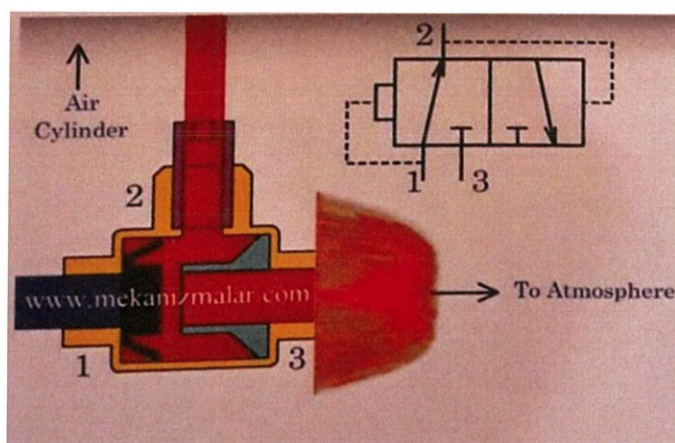
รูปที่ 2.23 สายลมทนสะเก็ดไฟ

2.4.5 วาล์วระบายลมเร็ว (Quick Exhaust Value)

ทำหน้าที่ระบายลมที่ออกจากกระบอกสูบให้ออกสู่บรรยากาศโดยรวดเร็ว ทำให้ก้านสูบเคลื่อนที่ได้เร็วกว่าปกติ โดยโครงสร้างของวาล์วประเภทนี้จะเป็นแบบป๊อปเปต เมื่อลมระบายทิ้งที่ออกจากกระบอกสูบจะมาทางเข้ารูลม 2 จะไปดันแผ่นป๊อปเปตเปิด ทำให้รูลม 2 ต่อกับรูลม 3 ซึ่งช่วยให้รูลมระบายลมทิ้งได้รวดเร็วแต่ต้องให้สัญญาณลมไปบังคับก้านสูบทำงาน ลมอัดจะเข้าทางรูลม 1 ดันแผ่นป๊อปเปตให้เข้าที่ ทำให้รูลม 1 ต่อกับรูลม 2 ก็จะทำให้ก้านสูบทำงานปกติแสดงการทำงานดังรูปที่ 2.24 และรูปที่ 2.25



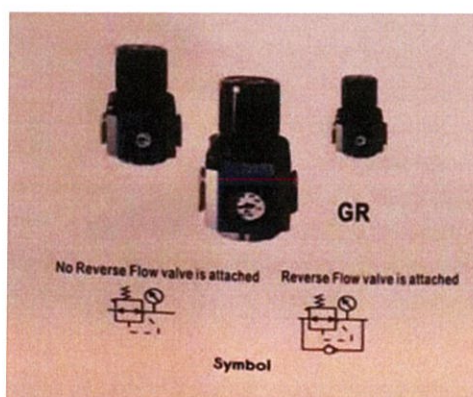
รูปที่ 2.24 การทำงานเข้ากระบอกลูกปกติ



รูปที่ 2.25 การเร่งระบายลมออก

2.4.6 ตัวควบคุมความดันลม (Air Regulator)

ตัวปรับแรงดันลม/ตัวควบคุมความดันลม (Air Regulator/Regulator) คือ ตัวปรับแรงดันให้ด้านขาออกของตัวปรับแรงดันลมเป็นไปตามความต้องการอย่างคงที่ ซึ่งโดยปกติมักปรับอยู่ที่ประมาณ 3-5 Bar แสดงดังรูปที่ 2.26

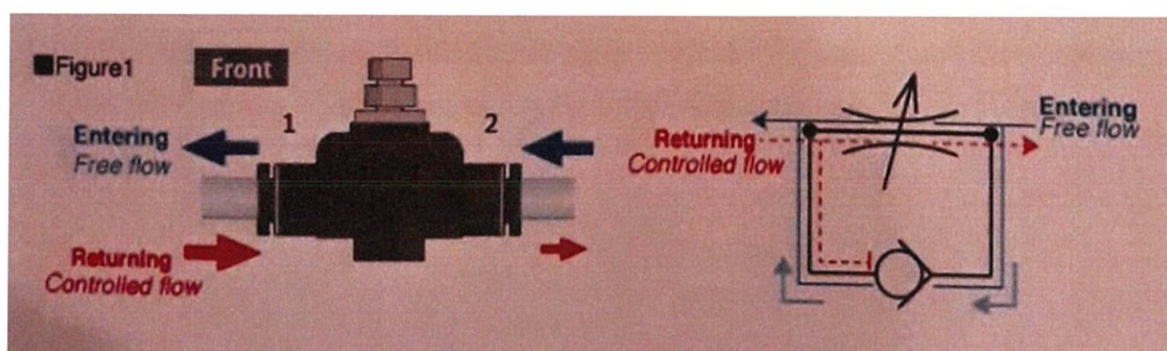


รูปที่ 2.26 ตัวควบคุมความดันลม

2.4.7 วาล์วควบคุมอัตราการไหล (Flow Control Valve)

ใช้ควบคุมความเร็วลูกสูบโดยการปรับเปลี่ยนขนาดของช่องทางของวาล์วที่ทำให้ลมไหลผ่าน เพื่อควบคุมอัตราการไหลของลมให้มีปริมาณที่เหมาะสม

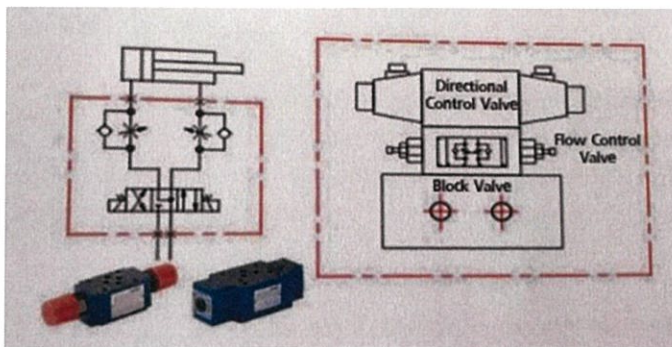
วาล์วปรับอัตราการไหลทางเดียว (One Way Flow Control Valve) เป็นวาล์วที่มีวาล์วกันกลับอยู่ภายใน ซึ่งวาล์วกันกลับนั้นจะใช้เป็นตัวกั้นลม เพื่อให้ก้านสูบเคลื่อนที่ออกช้าๆ แต่กลับด้วยความเร็วปกติ โดยหลักการทำงานของวาล์วปรับอัตราการไหลแบบมีวาล์วกันกลับ เมื่อมีลมไหลเข้ามาที่ทางเข้าที่ 1 ไปทางเข้าที่ 2 ลมจะไหลผ่านวาล์วผ่านอัตราการไหล แต่เมื่อลมไหลจากทางเข้าที่ 2 ไปทางเข้าที่ 1 ลมจะดันวาล์วกันกลับให้เปิดออก ดังนั้นลมจะไหลผ่านวาล์วกันกลับหรือซีควาล์วได้ ทำให้ลมไหลเป็นจำนวนมาก แสดงดังรูปที่ 2.27



รูปที่ 2.27 การทำงานของวาล์วปรับอัตราการไหลทางเดียว

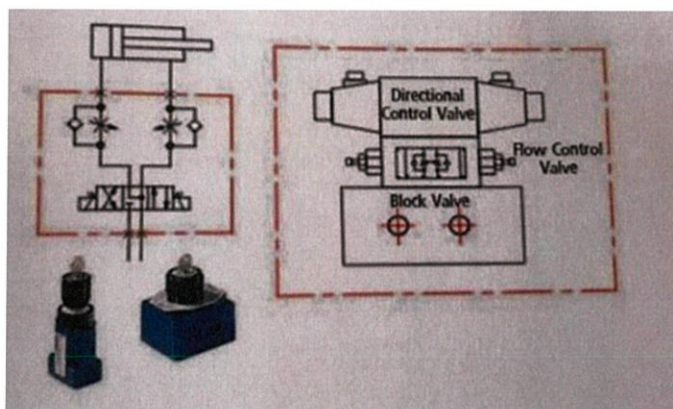
การติดตั้งวาล์วปรับอัตราการไหลแบ่งเป็น 2 ลักษณะคือ

1. Meter-in Circuit เป็นการควบคุมปริมาณลมก่อนเข้าตัวทำงาน โดยปกติแล้วจะใช้กับงาน Resistive Force (มีแรงต้านการเคลื่อนที่ของตัวทำงานตลอดเวลา) แต่หาก Load มีการเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่ การติดตั้งลักษณะนี้จะไม่สามารถป้องกันการเคลื่อนที่แบบ Over Running Load (โหลดพยายามเคลื่อนที่เองด้วยน้ำหนัก เช่น การติดตั้งกระบอกในแนวตั้ง) และส่วนใหญ่ Meter-in Circuit จะใช้กับ Cylinder มากกว่า Motor เนื่องจาก Meter-in Circuit จะไม่มีการชดเชยเชิงประสิทธิภาพเชิงปริมาตรของตัวทำงานเมื่อความดันเปลี่ยนแปลงแสดงการต่อวงจรดังรูปที่ 2.28



รูปที่ 2.28 การต่อวงจร Meter-in

2. Meter-out Circuit เป็นการควบคุมปริมาณลมในทิศทางที่ลมออกจากตัวทำงานเพื่อสร้าง Back Pressure ต้านการเคลื่อนที่ของตัวทำงานแต่สิ่งที่ควรระวังคือ Flow Control จะได้รับความดันสูงของพื้นที่แตกต่าง (หากด้านท้ายกระบอกมีความดัน 100 bar และอัตราส่วนพื้นที่เท่ากับ 1 : 2 ดังนั้นด้านปลายแกนจะมีความดันสูงถึง 200 bar เป็นต้น) รวมถึงยังสามารถใช้กับงานที่เป็น Over Running Load ได้ ลมที่ไหลผ่าน Flow Control Valve ก็จะน้อยลงตามพื้นที่แตกต่างเช่นกัน และความดันด้านปลายแกนจะสูงสุดเมื่อ Load ต่ำสุด หรือความดันด้านปลายแกนจะต่ำสุดเมื่อมี Load สูงสุด แสดงการต่อวงจรดังรูปที่ 2.29



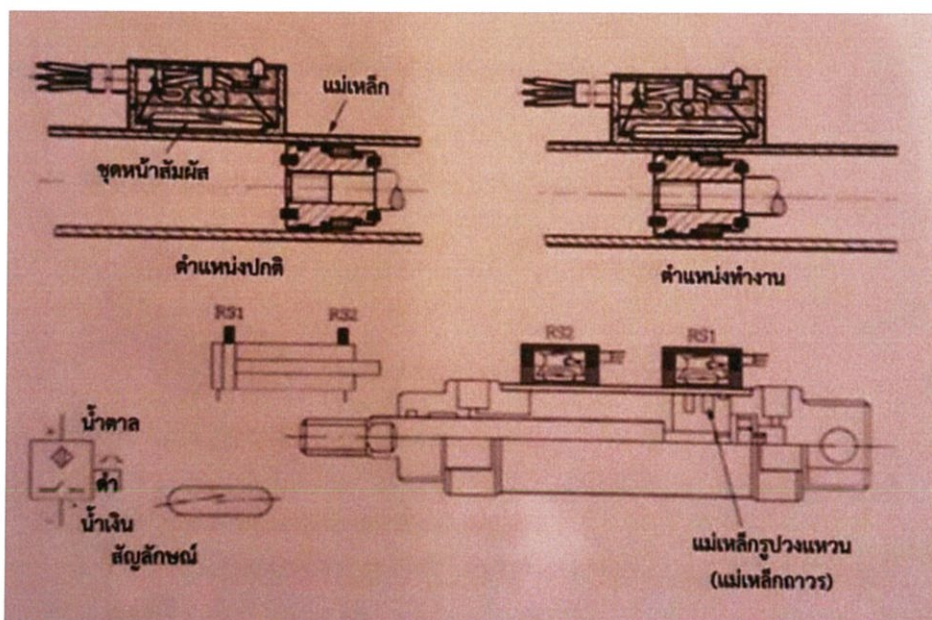
รูปที่ 2.29 การต่อวงจร Meter-out

2.5 เซนเซอร์ (Sensor)

ปัจจุบันเซนเซอร์ถูกนำมาใช้ถูกนำมาใช้กับงานทางอุตสาหกรรม โดยเซนเซอร์แบ่งออกเป็นหลายชนิด การเลือกใช้เซนเซอร์ต้องพิจารณาถึงความเหมาะสมกับงาน สภาพแวดล้อม และต้นทุน เพื่อให้เซนเซอร์สามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ จากการศึกษาพบว่าเซนเซอร์ที่เหมาะสมกับโครงการนี้ คือ รีดสวิตช์ (Reed Switch), ลิ้มิตสวิตช์ (Limit Switch) และเซนเซอร์แบบเหนี่ยวนำ (Inductive Proximity Sensor)

2.5.1 รีดสวิตช์ (Reed Switch)

เป็นสวิตช์ที่ทำงานโดยอาศัยอำนาจแม่เหล็กเป็นตัวสั่งการทำงาน เหมาะสำหรับใช้กับงานที่มีปัญหาพื้นที่ในการติดตั้งลิ้มิตสวิตช์ (Limit Switch) ใช้ติดตั้งร่วมกับกระบอกสูบชนิดพิเศษที่มีแม่เหล็กถาวรรูปวงแหวนติดตั้งอยู่ การทำงานเมื่อลูกสูบเคลื่อนที่ถึงตำแหน่งรีดสวิตช์ จะทำให้แม่เหล็กที่ติดตั้งภายในลูกสูบเหนี่ยวนำให้หน้าสัมผัสของรีดสวิตช์ทั้งสองต่อถึงกัน และเมื่อลูกสูบเคลื่อนที่กลับหน้าสัมผัสของรีดสวิตช์จะกลับสู่ตำแหน่งปกติดังแสดงในรูปที่ 2.30



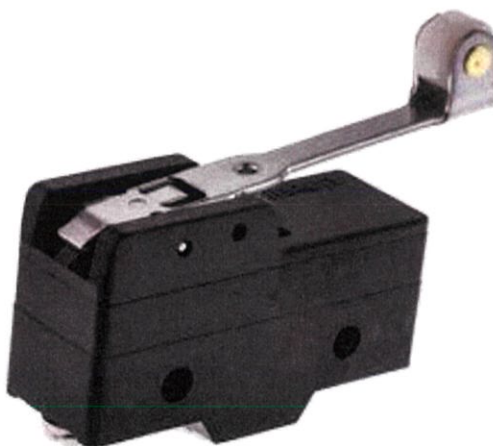
รูปที่ 2.30 การทำงานของรีดสวิตช์

2.5.2 ลิ้มิตสวิตช์ (Limit Switch)

ลิ้มิตสวิตช์ โดยปกติแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะคือ ปกติเปิด (NO) และปกติปิด (NC) จากโครงสร้างภายในตำแหน่งปกติ หน้าสัมผัสจะไม่ต่อถึงกัน ทำให้กระแสไฟฟ้าไม่สามารถไหลผ่านได้ ตำแหน่งทำงาน เมื่อมีแรงภายนอกมากกระทำ เช่น ลูกสูบเคลื่อนที่ออกมาถลลิมิตสวิตช์ ทำให้สภาวะการทำงานเปลี่ยนจากปกติเปิด (NO) เป็นปกติปิด (NC) มีผลทำให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านไปได้ และเมื่อลูกสูบเคลื่อนที่กลับจะทำให้ลิ้มิตสวิตช์ กลับสู่สภาพเดิมจากปกติปิด (NC) เป็นปกติเปิด (NO) ทำให้ตัดวงจรการทำงาน โดยมีตัวอย่างดังรูปที่ 2.31 และ รูปที่ 2.32



รูปที่ 2.31 ตัวอย่างการทำงานลิ้มิตสวิตช์



รูปที่ 2.32 ตัวอย่างลิ้มิตสวิตช์

2.6 PLC (Programmable Logic Controller)

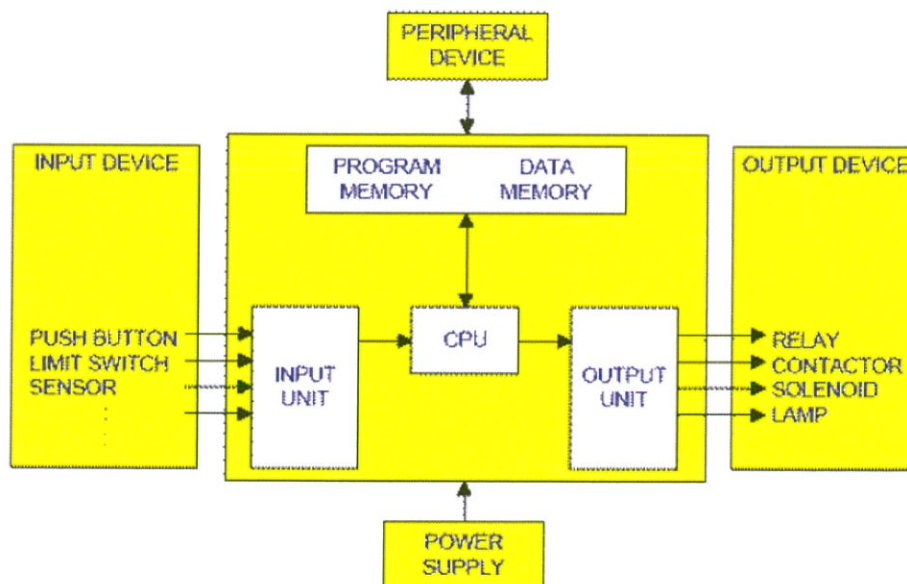
Programmable Logic Controller เครื่องควบคุมเชิงตรรกะที่สามารถโปรแกรมได้ เป็นเครื่องควบคุมอัตโนมัติในโรงงานอุตสาหกรรม ถูกสร้างและพัฒนาขึ้นเพื่อมาทดแทนวงจรรีเลย์อันเนื่องมาจากความต้องการที่อยากจะได้เครื่องควบคุมราคาถูกลงสามารถใช้งานได้โดยอเนกประสงค์ และสามารถเรียนรู้การใช้งานได้ง่าย

2.6.1 ข้อแตกต่างระหว่าง PLC กับ Computer

1. PLC ถูกออกแบบและสร้างขึ้นให้ทนต่อสภาพแวดล้อมภายในโรงงานโดยเฉพาะ
2. การโปรแกรมและการใช้งาน PLC ไม่ยุ่งยากเหมือน Computer โดย PLC มีระบบการตรวจสอบตัวเองตั้งแต่ช่วงติดตั้ง
3. PLC ถูกพัฒนาให้มีความสามารถในการตัดสินใจสูงขึ้นเรื่อยๆ ทำให้การใช้งานสะดวกขณะที่คอมพิวเตอร์มีวิธีใช้ที่ยุ่งยากมากขึ้นเรื่อยๆ

2.6.2 โครงสร้างโดยทั่วไปของ PLC

ลักษณะโดยทั่วไปของ PLC แสดงดังรูปที่ 2.33



รูปที่ 2.33 โครงสร้างของ PLC

1. ตัวประมวลผล (CPU)

ทำหน้าที่คำนวณและควบคุม ซึ่งเปรียบเสมือนสมองของ PLC ภายในประกอบไปด้วย วงจรลอจิกหลายชนิดและมีไมโครโปรเซสเซอร์เบส (Micro Processor Based) ใช้แทนอุปกรณ์ จำพวกรีเลย์ เคาน์เตอร์/ไทม์เมอร์ และซีควเอนเซอร์ เพื่อให้ผู้ใช้สามารถออกแบบได้ โดยใช้วงจร Relay Ladder Diagram โดย CPU จะยอมรับข้อมูลจากอุปกรณ์อินพุตต่างๆ จากนั้นจะทำการ ประมวลผลและเก็บข้อมูลโดยใช้ข้อมูลจากหน่วยความจำ หลังจากนั้นจะส่งข้อมูลที่ถูกต้องไปยัง อุปกรณ์เอาต์พุต

2. หน่วยความจำ (Memory Unit)

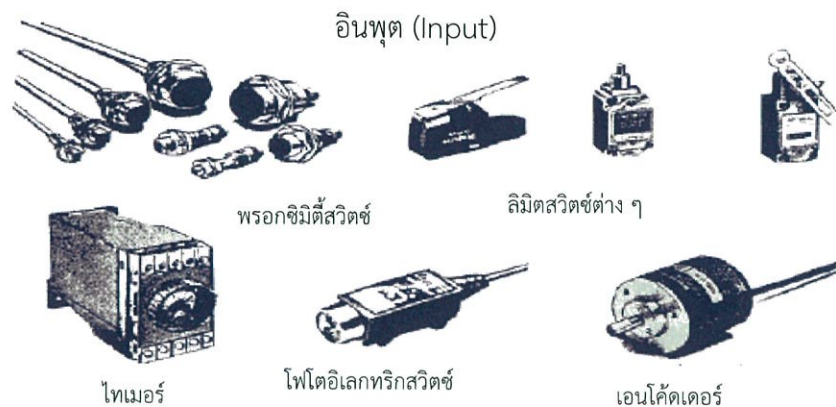
ทำหน้าที่เก็บรักษาโปรแกรมและข้อมูลที่ใช้ในการทำงาน โดยขนาดของหน่วยความจำจะ แบ่งออกเป็นบิตข้อมูล (Data Bit) ภายในหน่วยความจำ 1 บิต ก็จะมีค่าสถานะทางลอจิก 0 หรือ 1 แตกต่างกันไปแล้วแต่คำสั่ง ซึ่ง PLC ประกอบด้วยหน่วยความจำสองชนิดคือ ROM และ RAM

- ROM ทำหน้าที่เก็บโปรแกรมใช้สำหรับงานใน PLC ตามโปรแกรมของผู้ใช้หน่วยความจำ แบบ ROM ยังแบ่งได้เป็น EPROM ซึ่งจะต้องใช้อุปกรณ์พิเศษในการเขียนและลบโปรแกรม นอกจากนี้ยังมีแบบ EPPROM หน่วยความจำประเภทที่ไม่ต้องใช้เครื่องมือพิเศษในการเขียนและลบ โปรแกรม สามารถใช้งานได้เหมือนกับ RAM แต่ไม่ต้องใช้แบตเตอรี่สำรอง แต่ราคาจะแพงกว่าเพราะ รวมคุณสมบัติ ROM และ RAM เอาไว้

- RAM ทำหน้าที่เก็บโปรแกรมของผู้ใช้และข้อมูลที่ใช้ในการปฏิบัติงานและข้อมูลที่ใช้ใน PLC หน่วยความจำประเภทนี้จะมีแบตเตอรี่เล็กๆ ต่อไว้เพื่อใช้เป็นไฟเลี้ยงข้อมูลเมื่อเกิดไฟดับ การ อ่านและการเขียนข้อมูลลงใน RAM ทำได้ง่ายมาก เพราะฉะนั้นจึงเหมาะกับงานในระยะทดลองเครื่อง ที่มีการดัดแปลงแก้ไขโปรแกรมบ่อยๆ

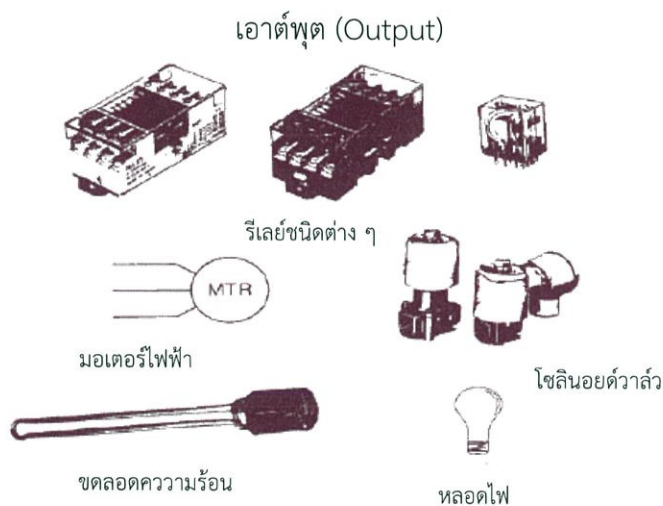
3. หน่วยอินพุต-เอาต์พุต (Input-Output Unit)

หน่วยอินพุตทำหน้าที่รับสัญญาณจากอุปกรณ์ภายนอกแล้วแปลงสัญญาณให้เหมาะสมแล้ว ส่งให้หน่วยประมวลผลต่อไป แสดงตัวอย่างอุปกรณ์ดังรูปที่ 2.34



รูปที่ 2.34 อุปกรณ์ส่งสัญญาณให้หน่วยอินพุต PLC

หน่วยเอาต์พุต ทำหน้าที่รับข้อมูลจากตัวประมวลผลแล้วส่งต่อข้อมูลไปควบคุมอุปกรณ์ภายนอก เช่น ควบคุมหลอดไฟ มอเตอร์ และวาล์ว เป็นต้น แสดงตัวอย่างอุปกรณ์ที่ PLC ส่งไปควบคุมดังรูป 2.35



รูปที่ 2.35 อุปกรณ์ส่งสัญญาณให้หน่วยเอาต์พุต PLC

4. แหล่งจ่ายไฟ (Power Supply)

ทำหน้าที่จ่ายพลังงานและระดับแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงให้กับ CPU Unit และหน่วยความจำอินพุตและเอาต์พุต

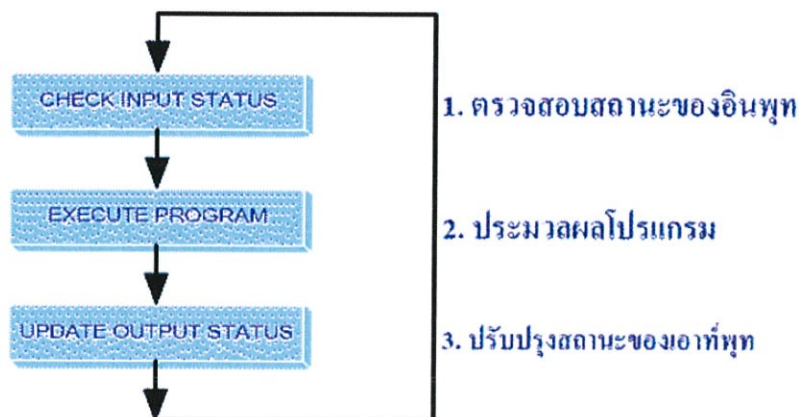
5. อุปกรณ์ต่อร่วม (Peripheral Devices)

เป็นส่วนที่ต่อเข้ากับ PLC เพิ่มฟังก์ชันการทำงาน ตัวอย่างเช่น

- PROGRAMMING CONSOLE
- EPFROM
- PRINTER

2.6.3 การทำงานของ PLC

PLC จะมีหลักการทำงานคือ หน่วยอินพุตจะเช็คสถานะของอุปกรณ์ จากนั้นจะส่งสัญญาณให้หน่วยประมวลผล เพื่อทำการประมวลผลโปรแกรม เมื่อประมวลผลโปรแกรมเสร็จจะส่งสัญญาณควบคุมออกไปยังหน่วยเอาต์พุต เพื่อสั่งงานให้อุปกรณ์ภายนอกทำงาน แสดง Flowchart ดังรูปที่ 2.36



รูปที่ 2.36 Flowchart การทำงานของ PLC

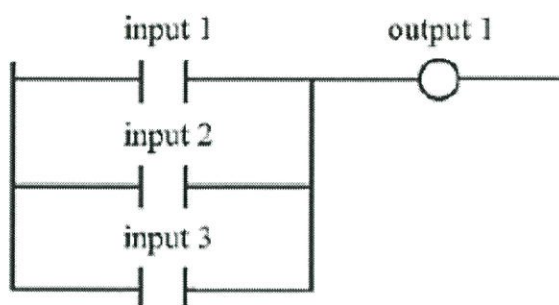
2.6.4 การติดตั้ง PLC

- ข้อควรพิจารณาก่อนการติดตั้ง PLC
 - พื้นที่ในการติดตั้งมีเพียงพอหรือไม่
 - จะต้องมีเผื่อไว้ขยายในอนาคตหรือไม่
 - การซ่อมบำรุงต้องทำได้ง่าย
 - อุณหภูมิที่เกิดจากเครื่องจักรมีผลกระทบต่อ PLC หรือไม่
 - วิธีป้องกัน PLC จากสภาพแวดล้อมที่ไม่ปลอดภัย
- สภาพแวดล้อมที่ไม่ควรติดตั้ง PLC
 - มีแสงแดดส่องโดยตรง
 - มีอุณหภูมิต่ำกว่า 0° C หรือสูงกว่า 55° C
 - มีฝุ่นหรือไอเกลือ
 - มีความชื้นมาก
 - มีก๊าซที่คุณสมบัติกัดกร่อนหรือไวไฟ
 - มีการสั่นสะเทือนมาก

2.6.5 ภาษาที่ใช้ในการเขียน PLC

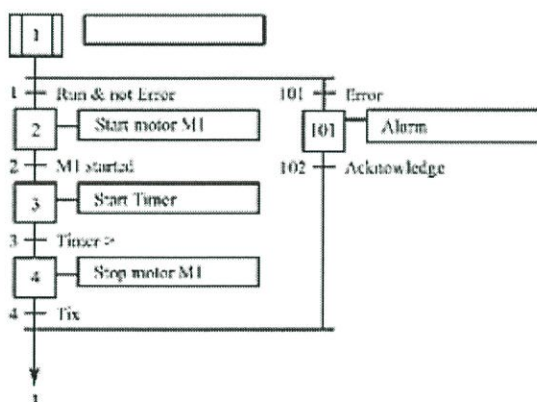
การเขียนโปรแกรมเพื่อให้ PLC ทำงานนั้น ตามมาตรฐาน IEC1131-3 ได้แบ่งออกเป็น 5 แบบ คือ

1. Ladder Diagram Language



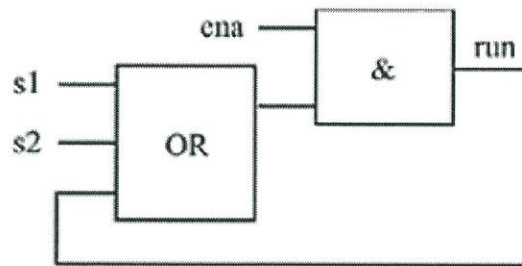
รูปที่ 2.37 Ladder Diagram Language

2. Sequential Flowchart Language



รูปที่ 2.38 Sequential Flowchart Language

3. Function Block Diagram Language



รูปที่ 2.39 Function Block Diagram Language

4. Instruction List Language (Statement List Language)

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, *)
			(* result :=a1+(a2*(a3-a4)*a5) *)
	ADD	a6	(* a1+(a2*(a3-a4)*a5)+a6 *)
	ST	res	(* store current result in res *)

รูปที่ 2.40 Instruction List Language

5. Structure Text Language

```

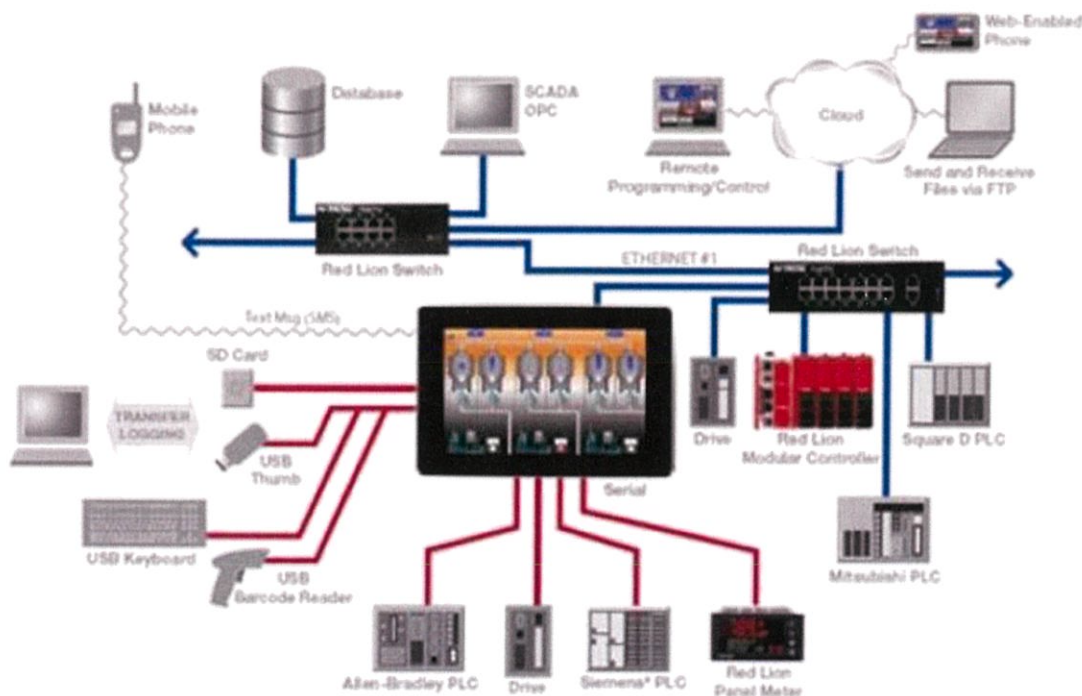
D := B*B -4*A*C;
IF D <0.0 THEN Nroots :=0 ;
ELSIF D= 0.0 THEN
  Nroot:=1 ;
  X1 := -B/(2.0*A) ;
ELSE Nroots :=2;
  X1 := (-B+sqrt(D))/(2.0*A) ;
  X2 := (-B-sqrt(D))/(2.0*A) ;
END_IF
  
```

รูปที่ 2.41 Structure Text Language

2.7 HMI Programming

คือ การใช้งานร่วมกันระหว่าง PLC Programming กับเครื่องคอมพิวเตอร์ จึงเรียกว่า HMI (Human Machine Interface) โดยนำคอมพิวเตอร์มาเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการติดต่อระหว่างคนกับเครื่องจักร เพื่อควบคุมและเป็นจอแสดงผล HMI เกิดจากความต้องการของผู้ใช้งานที่ต้องการเข้าไปควบคุมระบบที่ PLC ควบคุมอยู่ โดย HMI นั้นจะเป็นการนำข้อมูลจาก PLC ส่งผ่านโครงข่ายของการสื่อสารแบบต่างๆ และทำการรวบรวมข้อมูลในรูปแบบต่างๆ เข้าด้วยกัน แล้วสามารถสั่งงานได้โดยผู้เชี่ยวชาญ

งานอุตสาหกรรมในปัจจุบันเกือบทุกประเภทจะมีระบบควบคุมอัตโนมัติ ที่ใช้ PLC เป็นตัวควบคุม และจะต้องใช้งานร่วมกับ HMI โดยใช้ HMI เป็นตัวกลางระหว่างผู้ใช้กับ PLC เป็นจอแสดงผลโดยให้ PLC สั่งงานไปที่เครื่องจักรอีกที แสดงดังรูปที่ 2.42



รูปที่ 2.42 HMI Programming

บทที่ 3

วิธีดำเนินโครงการ

การเริ่มต้นดำเนินโครงการเครื่องเชื่อมเม็ตสตัด (Stud Welding Machine) ได้เริ่มตั้งแต่การวางแผน ทำความเข้าใจเครื่องเชื่อมเม็ตสตัด จนกระทั่งการลงมือทำในส่วนงานต่างๆ โดยในการทำงานนั้น ต้องใช้ความรู้ความสามารถทางด้านวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์มาบูรณาการ เนื่องจากเครื่องเชื่อมเม็ตสตัดเป็นเครื่องจักรอัตโนมัติ จึงไม่ได้ใช้เพียงความรู้ทางด้านเครื่องกล (Mechanical) หรือความรู้ทางด้านไฟฟ้า (Electrical) ดังนั้นจึงต้องมีความรู้หลายๆ ด้านในการทำเครื่องจักรเครื่องนี้

3.1 วัสดุในการทำโครงการ

ในการทำเครื่องเชื่อมเม็ตสตัดจำเป็นต้องรู้ว่าเครื่องจักรนั้นต้องประกอบไปด้วยมอเตอร์ทรานสดีวเซอร์ และวาล์วชนิดต่าง ๆ จึงได้มีการจัดทำตารางวัสดุในการทำโครงการครั้งนี้ โดยอุปกรณ์ในตารางนี้เป็นอุปกรณ์หลักๆ ของเครื่องจักร ตามตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 วัสดุในการทำโครงการ

ที่	ชื่อวัสดุ-อุปกรณ์	จำนวน/ชิ้น
1	Motor 3P 0.373kw	1
2	Motor 3P 0.746kw	1
3	Valve Double Action 5/2	8
4	Vale Single Action 5/2	4
5	Cylinder	4
6	Rotary Cylinder	4
7	Electric Jack	2
8	Transducer	2

3.2 การวางแผนการดำเนินงาน

ในการดำเครื่องเม็ตสตัด (Stud Welding Machine) จะต้องมีการวางแผนการดำเนินงาน เพื่อให้โครงการนี้ดำเนินเสร็จสิ้นภายในระยะเวลา 4 เดือนของการสหกิจศึกษา โดยเริ่มตั้งแต่วันที่ 7 สิงหาคม 2560 ถึงวันที่ 24 พฤศจิกายน 2560 ดังนั้นเมื่อเริ่มการทำงานในสัปดาห์แรก จึงได้วางแผนการทำงานออกมาเป็นตารางดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 ตารางแผนการทำงาน

PROJECT STUD WELDING														
SCHEDULE STUDY	REPORTED				CHECKED				IMPROVED					
	AUG		SEP		OCT		NOV							
DESCRIPTION	WEEK	WEEK	WEEK	WEEK	WEEK	WEEK	WEEK	WEEK	WEEK	WEEK	WEEK	WEEK	WEEK	WEEK
1. Preparation	■	■												
1.1 Understanding the machine	■													
1.2 Study flow chart sequence	■													
1.3 Find all part of the machine		■												
2. Milling Station			■	■	■									
2.1 Install motor			■											
2.2 Assembly the parts in milling station				■	■									
3. Welding Station				■	■	■								
3.1 Install the cylinders				■	■	■								
3.2 Assembly the parts in welding station					■	■								
4. Testing Station						■	■	■						
4.1 Install a cylinder						■	■	■						
4.2 Assembly the parts interting station							■	■						
5. Install Pneumatic devices								■	■	■				
6. Electrical Work									■	■	■	■		
6.1 Install electrical device:									■	■	■	■		
6.2 Wiring electrical cable											■	■		
7. Install program to PLC													■	
8. Test and Run machine														■

3.3 ศึกษาการทำงานของเครื่องเชื่อมเม็ดสตัด

สำหรับเครื่องเชื่อมเม็ดสตัด (Stud Welding Machine) สามารถอธิบายได้ตาม Station การทำงาน โดยการทำงานของเครื่องเชื่อมเม็ดสตัดนั้น แบ่งออกเป็นทั้งหมด 4 Station ด้วยกัน

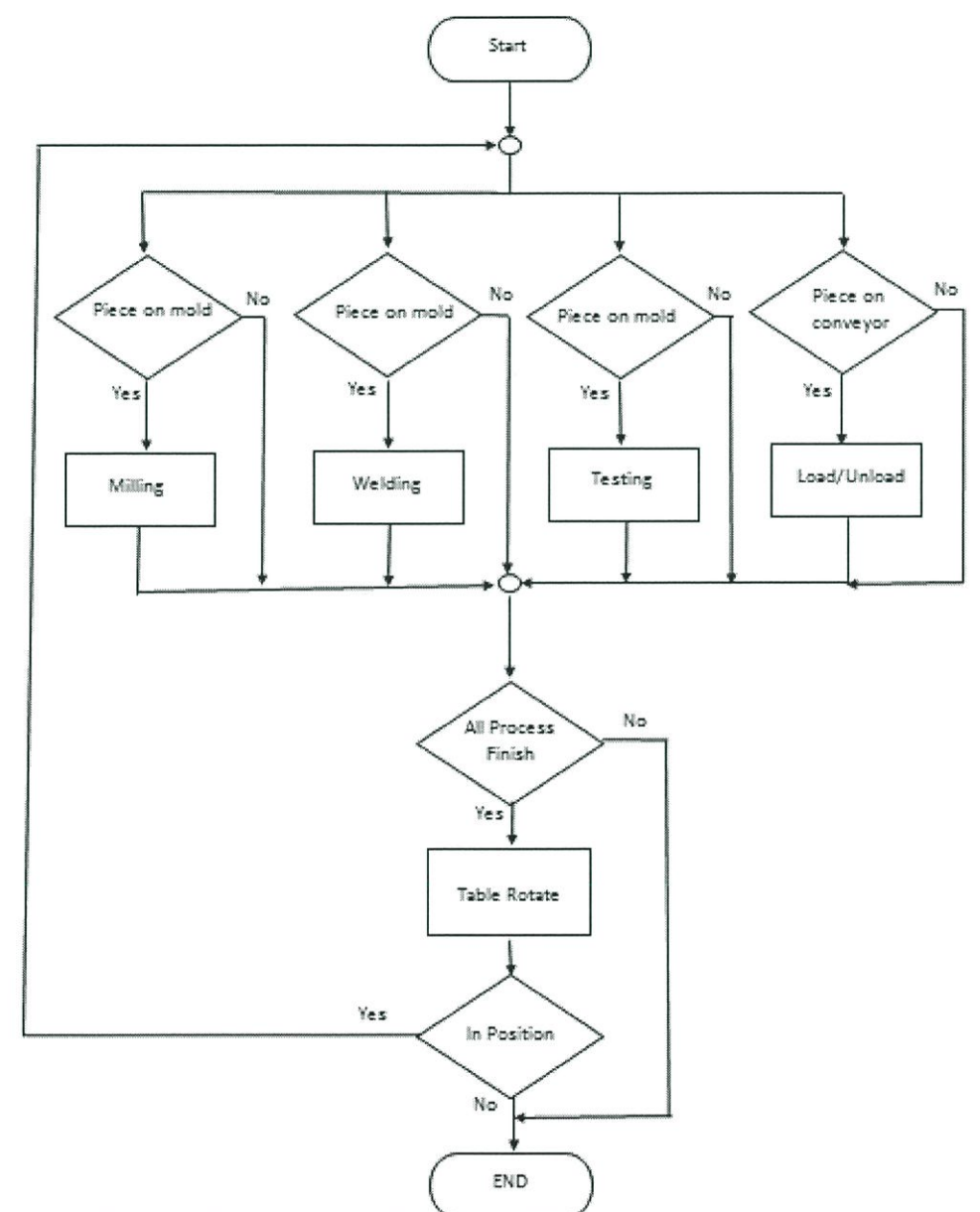
Station 1 Load/Unload โดย Station นี้เป็น Station ที่นำชิ้นงานจาก Conveyor มาไว้ที่ Station ที่ 1 เพื่อรอเข้าสู่การทำงานใน Station ถัดไป และในขณะเดียวกัน Station นี้ ก็เป็น Station ที่นำชิ้นงานออกจากเครื่องจักรด้วยเช่นกัน

Station 2 Milling โดยใน Station นี้เป็นการเปิดผิวชิ้นงานให้ง่ายต่อการเชื่อมใน Station ต่อไป เหตุผลที่ต้องเปิดผิวชิ้นงาน เนื่องจากชิ้นงานทุกชิ้นได้มีการเคลือบสีก่อนที่จะมีการเชื่อมเม็ดสตัด ดังนั้นต้องมีการเปิดผิวชิ้นงานก่อน จึงจะสามารถเชื่อมได้

Station 3 Welding ใน Station นี้เป็นหัวใจสำคัญของเครื่องจักรเครื่องนี้เลย เหตุผลที่ทำให้เครื่องจักรนี้เพื่อเชื่อมเม็ดสตัดเข้ากับชิ้นงาน โดยการทำงานจะเริ่มที่ป้อนเม็ดสตัดเข้ามาที่หัวเชื่อม (Pliers) แล้วดันหัวเชื่อมเข้าไปติดกับชิ้นงานและเริ่มการเชื่อม

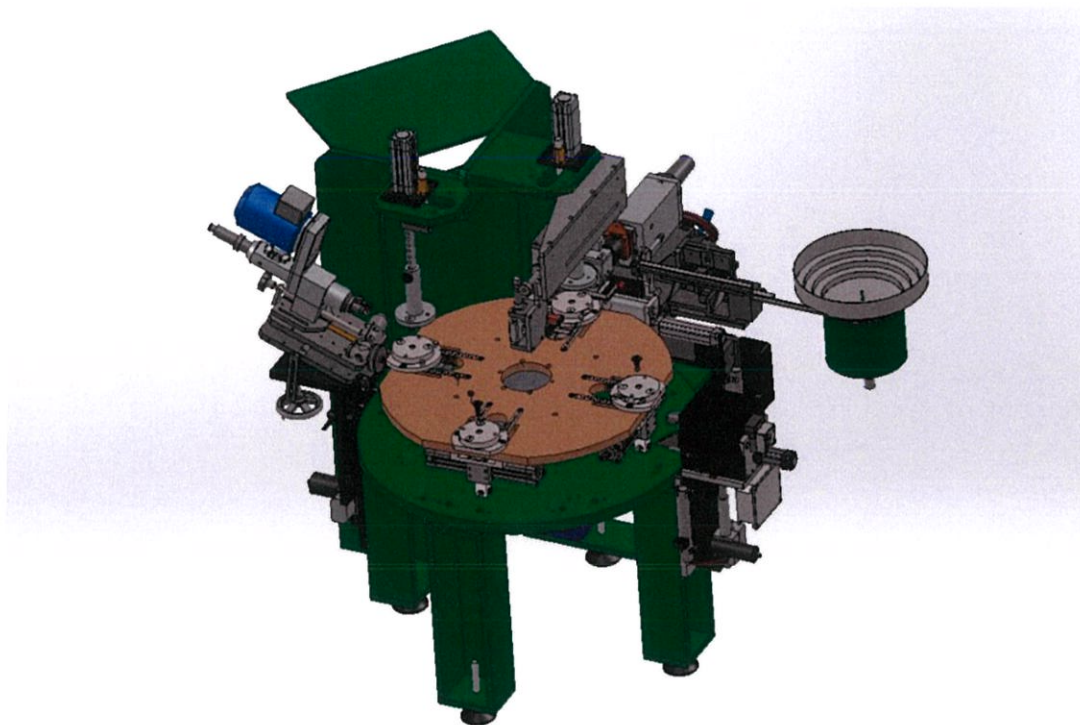
Station 4 Testing ใน Station นี้จะเป็นการทดสอบความแข็งแรงของการเชื่อมเม็ดสตัด โดยใช้แรงบิดจากกระบอกลูกสูบ (Cylinder) ก่อนจะผ่านไป Station 1 เพื่อ Unload ชิ้นงาน กลับไปที่ Conveyor

โดยจากการอธิบายการทำงานของแต่ละ Station ในเบื้องต้นแล้ว ยังมี Flowchart ที่จะอธิบายการทำงานของเครื่องเชื่อมเม็ดสตัดเป็นลำดับขั้นตอน ดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3. 1 Flowchart Sequence Stud Welding Machine

ภาพรวมของเครื่องเชื่อมเม็ดสตัด (Stud Welding Machine) ที่ได้อธิบายไปในข้างต้น เพื่อให้เข้าใจมากยิ่งขึ้น ดังรูปที่ 3.2



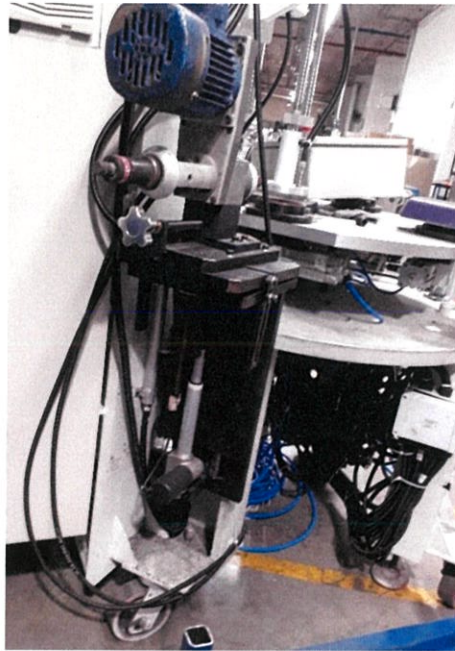
รูปที่ 3.2 ภาพรวมเครื่องเชื่อมเม็ดสตัด (Stud Welding Machine)

3.4 ขั้นตอนการทำส่วน Mechanical

ในการทำส่วนของ Mechanical นั้นคือ การติดตั้ง เจาะ ยัด ออกแบบแนวการวางตำแหน่งของอุปกรณ์ต่างๆ ของเครื่องจักร โดยใช้ความรู้ทางด้านวิศวกรรมเครื่องกลร่วมด้วย

3.4.1 การประกอบฐานในแต่ละ Station

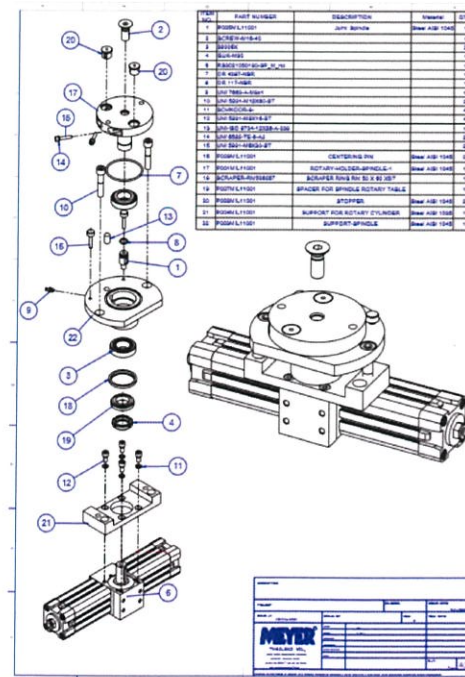
ในแต่ละ Station จะมีฐานที่เอาไว้รองรับมอเตอร์ หัวเชื่อมไฟฟ้า และกระบอกสูบที่ใช้ในการทดสอบชิ้นงาน ซึ่งฐานเหล่านี้ได้มีการออกแบบโดยใช้ความรู้ทางวิศวกรรมเครื่องกล หลังจากนั้นก็ได้มีการสั่งทำ และนำมาประกอบเข้ากับตัวเครื่องจักร โดยการประกอบทั้งหมด มีทั้งชิ้นที่สั่งมาได้ตามแบบ แต่บางชิ้นก็ไม่ตามแบบจึงต้องมีการแก้ปัญหาเกิดขึ้น อย่างเช่น ขนาดรูที่แผ่นที่เจาะมาเส้นผ่าศูนย์กลาง 8 mm. แต่พอมาใช้งานจริงต้องใช้เส้นผ่าศูนย์กลาง 8.5 mm. ดังรูปที่ 3.3



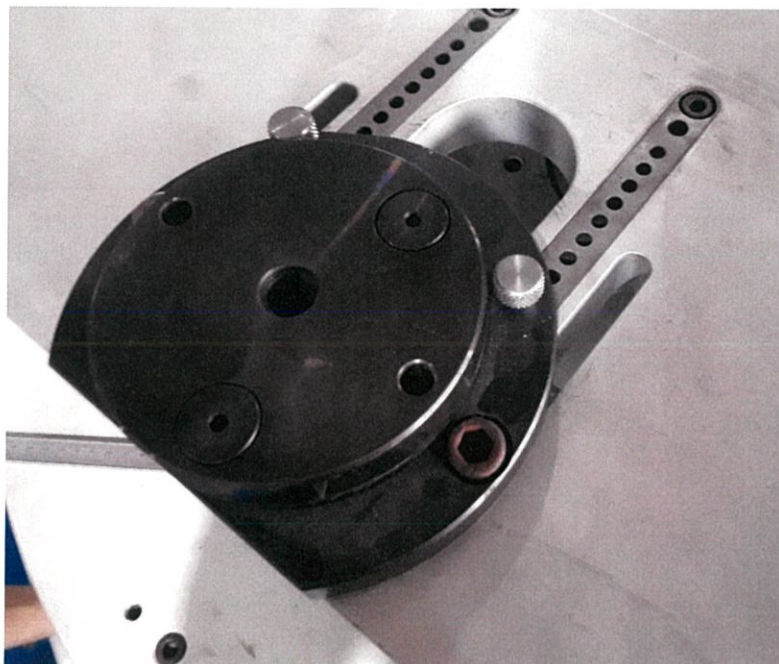
รูปที่ 3.3 ฐานของ Station Milling

3.4.2 การประกอบ Mold

จากการทำงานของเครื่องเชื่อมเม็ดสตัดนี้ สิ่งที่มารองรับเพื่อไม่ให้ชิ้นงานเคลื่อนที่ได้คือ Mold โดย Mold แต่ละตัวจะประจำอยู่ในแต่ละ Station โดยการประกอบ Mold จะเป็นไปตามรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 Drawing Mold

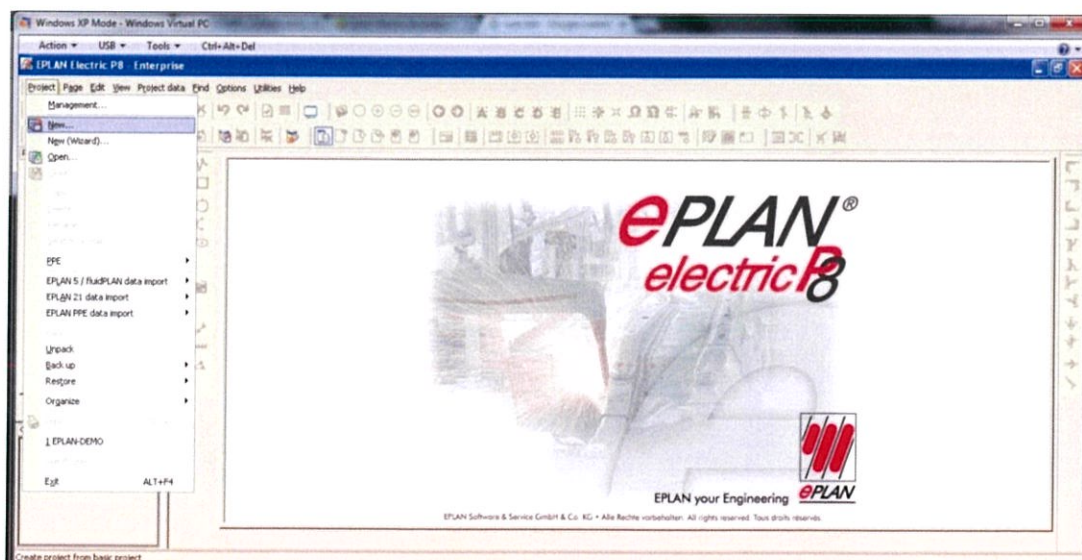


รูปที่ 3.5 Mold ที่ประกอบเสร็จแล้ว

3.5 ขั้นตอนการทำส่วน Electrical

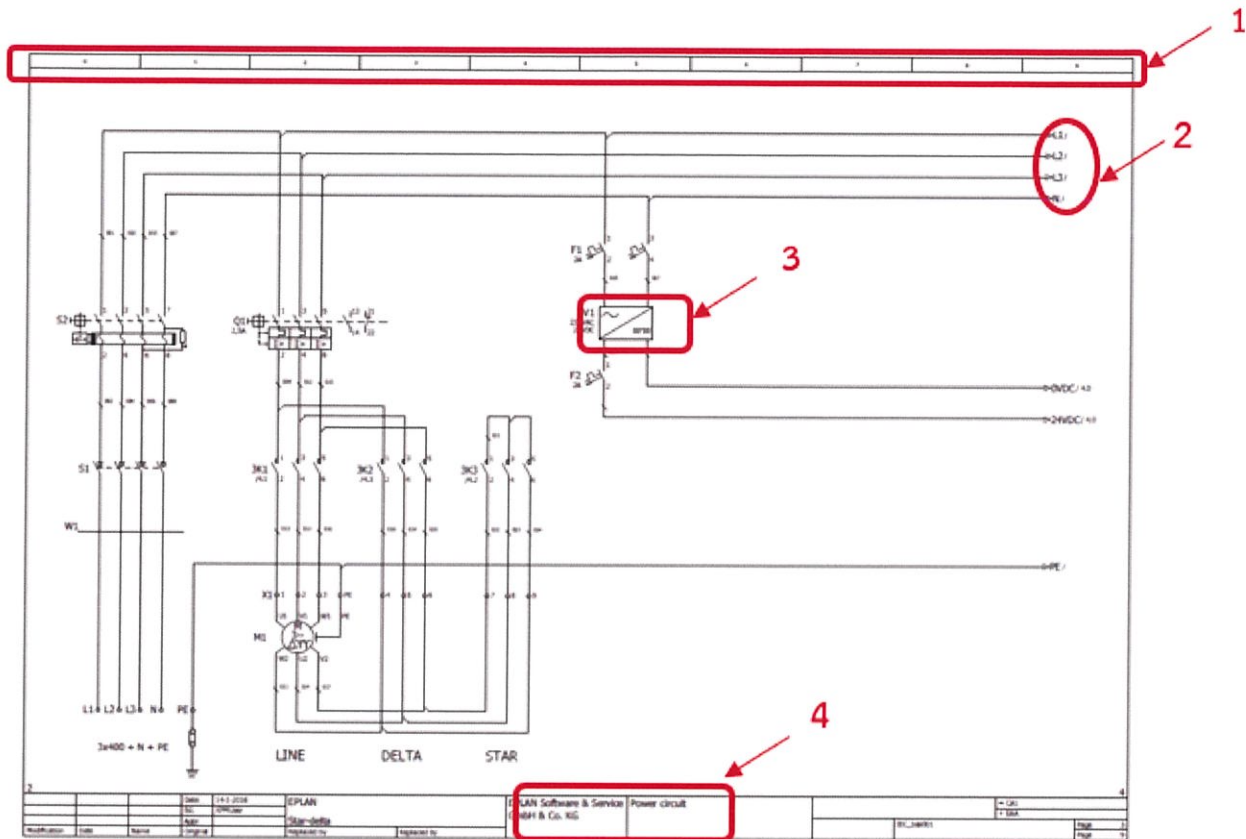
3.5.1 แบบวงจรไฟฟ้า

จากศึกษา Flowchart Sequence ของการทำงานของเครื่องเชื่อมเม็ดสตัด (Stud Welding Machine) แล้วสามารถคิดและออกแบบวงจรไฟฟ้าเพื่อให้สิ่งกลไกต่างๆ ให้ทำงานตาม Flowchart Sequence โดยบริษัทได้ใช้โปรแกรม “E-plan” เป็นโปรแกรมในการเขียนแบบไฟฟ้า ซึ่งโปรแกรมนี้เป็นหนึ่งในโปรแกรมที่ผู้คนนิยมนำมาเขียนแบบไฟฟ้า รูปโปรแกรม E-plan เป็นไปตามรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 โปรแกรม E-plan

ในการเขียนแบบไฟฟ้านั้นจะนำเอาสัญลักษณ์ต่างๆ มากำหนดแทนตัวอุปกรณ์ไฟฟ้า และแบบไฟฟ้า จะมีวิธีการอ่านดังนี้



รูปที่ 3.7 แบบไฟฟ้าที่เขียนจากโปรแกรม

วิธีการอ่านแบบไฟฟ้านั้นจะต้องรู้ถึงสัญลักษณ์ของอุปกรณ์แบบสำคัญ ควรทำความเข้าใจการทำงานของอุปกรณ์ด้วยจากรูปที่ 3.7 จะมีสิ่งที่ต้องรูในการอ่านแบบไฟฟ้าด้วยกัน 4 จุด

จุด 1 จะเรียกว่า “Columns” จะมีทั้งหมด 10 Columns ตั้งแต่ 0-9 ซึ่งมีหน้าที่บ่งบอกว่าตำแหน่งที่ Columns นั้นมีอุปกรณ์อะไรบ้าง มีสายไฟฟ้าไหนไปถึง

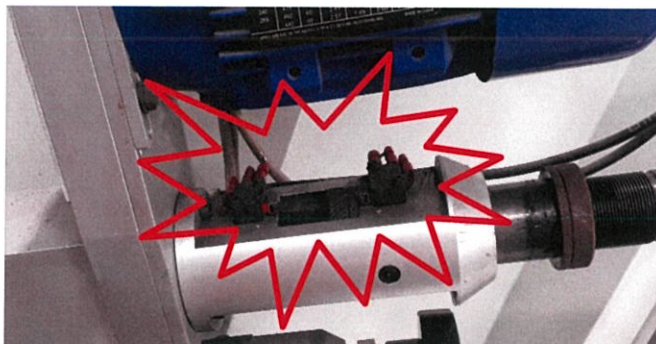
จุด 2 เป็นจุดที่เอาไว้บอกว่าสายไฟที่เดินนั้นจะไปต่อหน้าไหน ซึ่งจะมีตัวเลขไว้บอก โดยตัวเลขจำนวนเต็ม จะบอกถึงเลขหน้าปลายทาง และตัวเลขที่เป็นทศนิยมจะบอกถึง Columns ของหน้านั้นๆ ตัวอย่าง 19.5 หมายความว่า สายไฟฟ้าเส้นนี้จะเดินต่อไปที่หน้า 19 อยู่ใน Columns ที่ 5

จุด 3 เป็นตัวอย่างของสัญลักษณ์อุปกรณ์ไฟฟ้า ซึ่งจะแตกต่างกันในแต่ละตัว จะเดินสายไฟฟ้าได้ถูกต้องจะต้องเข้าใจว่าอุปกรณ์นี้คืออะไร เป็นต้น

จุด 4 จุดนี้เป็นจุดที่บอกชื่อของส่วนที่ทำการเดินสายไฟฟ้า เช่น Power Fan ในหน้านั้นก็จะ มีสัญลักษณ์พัดลมและอุปกรณ์อื่นๆ เกี่ยวกับ Power Fan เป็นต้น

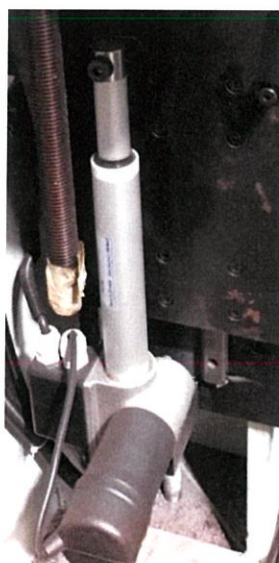
3.5.2 ติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้า

อุปกรณ์ไฟฟ้าในเครื่องเชื่อมเม็ดสตัด (Stud Welding Machine) ที่มีได้แก่ Limit Switch, Reed Switch, Induction Proximity Sensor, Transducer, Electric Jack อุปกรณ์เหล่านี้มีการคัดเลือกมาให้เหมาะสมในการทำงาน เหตุผลที่เลือกอุปกรณ์เหล่านี้ เริ่มที่ Limit Switch เหตุผลที่ใช้เพราะเครื่องจักรมีจุดที่รับแรงกระทำโดยตรง ดังรูปที่ 3.8



รูปที่ 3.8 Limit Switch

Reed Switch เหตุผลที่ใช้เนื่องจากเครื่องจักรมีการใช้กระบอกสูบจำนวนมาก เพื่อให้ทราบถึงตำแหน่งของกระบอกสูบจึงได้มีการติดตั้ง Reed Switch ต่อมาเป็น Induction Proximity Sensor เหตุผลที่ใช้ โดยจุดที่ทำไปใช้งานจะเป็นจุดที่เอาไว้ตรวจสอบชิ้นงาน เนื่องจากชิ้นงานเป็นโลหะจากเลือก Induction Proximity Sensor จึงเป็นตัวเลือกที่ดีที่สุด ต่อมาคือ Transducer เป็นอุปกรณ์ที่เอาไว้วัดระยะขึ้นลง Motor Milling และหัวเชื่อมเพื่อที่จะทราบถึงตำแหน่งใน PLC สุดท้ายคือ Electric Jack เป็นอุปกรณ์ที่เป็นมอเตอร์ขับเคลื่อนระยะขึ้นลงของ Motor Milling และหัวเชื่อม ดังรูปที่ 3.9



รูปที่ 3.9 Transducer

3.5.3 ออกแบบและติดตั้งตู้ควบคุมไฟฟ้า

ตู้ควบคุมไฟฟ้าคือ ตู้ที่เก็บรวบรวมอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ อุปกรณ์ไฟฟ้าเหล่านี้จะไปสั่งงานเครื่องจักร โดยได้รับมอบหมายในการทำตู้ควบคุมไฟฟ้านี้ตั้งแต่การทำ Layout การทำ Layout เป็นการวางแผนการจัดตำแหน่งของอุปกรณ์ต่างๆ ที่จะติดตั้งลงในตู้ควบคุมไฟฟ้า เพื่อให้ทราบถึงตำแหน่งที่แน่นอนในการติดตั้ง ในการ Layout จะต้องคำนึงถึงตำแหน่งของ Wire Duct ด้วย ซึ่งอุปกรณ์ไฟฟ้าจะต้องมีระยะห่างจาก Wire Duct บนและล่างไม่น้อยกว่า 3 เซนติเมตร เพื่อให้ง่ายต่อการเดินสายไฟ และหากอุปกรณ์ไฟฟ้าชนิดใดมีความร้อนขณะการทำงานควรเว้นระยะห่างจากอุปกรณ์อื่นๆ และให้ใกล้กับพัดลมระบายอากาศ ตู้ควบคุมไฟฟ้าที่มีการติดตั้งอุปกรณ์เสร็จแล้วจะเห็นได้จากรูปที่ 3.10



รูปที่ 3.10 ตู้ควบคุมเครื่องจักร

3.5.4 ออกแบบติดตั้งอุปกรณ์นิวแมติกส์

จากการทำงานของเครื่องจักรจะมีระบบไฟฟ้าคอยสั่งการอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ และเครื่องจักรยังมีอีก 1 ระบบคือ ระบบนิวแมติกส์ เป็นระบบที่ใช้ลมในการสั่งการ โดยอุปกรณ์นิวแมติกส์ในเครื่องจักรก็จะมีกระบอกสูบต่างๆ ดังรูปที่ 3.11 ซึ่งถูกสั่งโดยการผ่าน PLC ไปที่วาล์วและวาล์วก็จะจ่ายลมให้กระบอกสูบ เหตุผลที่ใช้ระบบนิวแมติกส์แทนระบบไฟฟ้า เพราะว่ากระบอกสูบลีการทำงานแบบเคลื่อนที่ตรงได้ ระบบไม่ซับซ้อน และมีราคาที่ถูกกว่าอุปกรณ์ไฟฟ้า แต่หากเป็นระบบไฟฟ้าจะต้องแปลงการทำงานของมอเตอร์ที่มีการเคลื่อนที่แบบหมุนให้เคลื่อนที่แบบตรง ซึ่งมีความยุ่งยากและมีราคาที่แพง



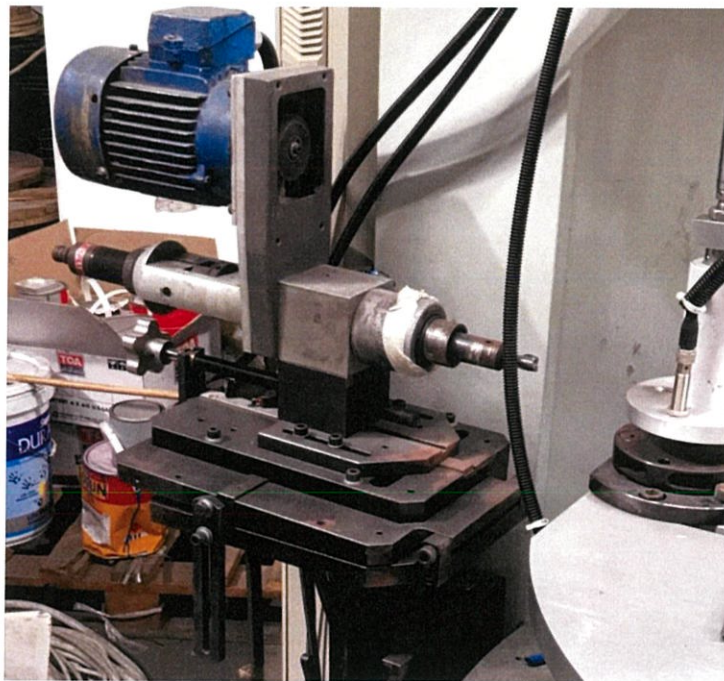
รูปที่ 3.11 กระบอกสูบ (Cylinder)

บทที่ 4

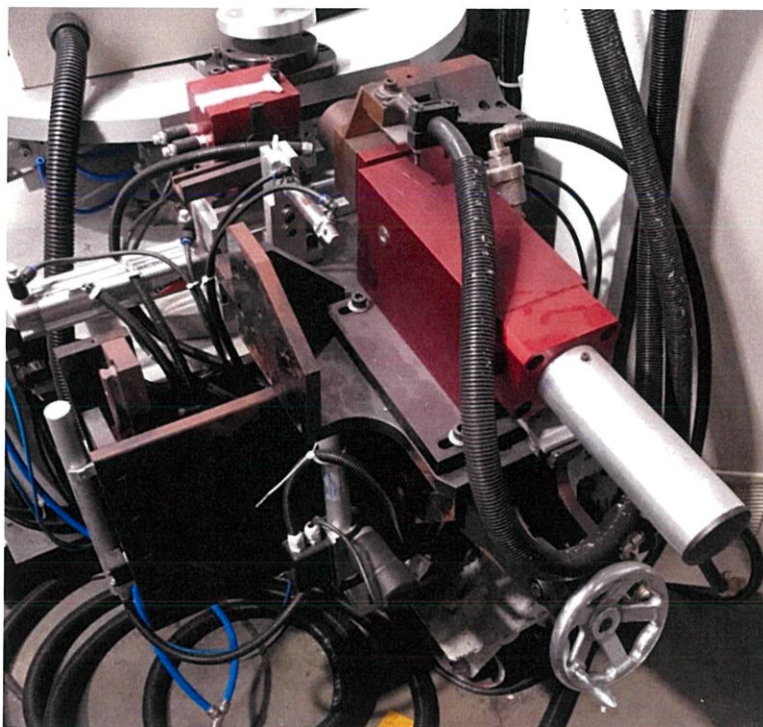
ผลการดำเนินงานโครงการ

4.1 ผลการดำเนินงานในส่วนโครงสร้างเครื่องจักร

จากการดำเนินโครงการเครื่องเชื่อมเม็ดสตัด ทางผู้จัดทำโครงการได้ดำเนินการประกอบและติดตั้งเครื่องจักรแล้วเสร็จกว่า 90% นับว่าเครื่องจักรนี้มีความพร้อมในระดับหนึ่ง ส่วนที่ยังไม่เสร็จคือ ส่วนของโครงสร้างคือ Station Testing ซึ่งในส่วนนี้ทางเครื่องจักรได้มีการออกแบบใหม่และสั่งทำเรียบร้อยแล้ว แต่อุปกรณ์ของ Station Testing จากบริษัทที่ทำยังไม่มีการส่งอุปกรณ์มาภายในระยะเวลาของสหกิจศึกษา ดังนั้นทางผู้จัดทำโครงการจึงได้มีการนำอุปกรณ์ Station Testing ที่มีอยู่เดิมมาประกอบเพื่อให้เครื่องจักรมีการทำงานครบ Station โดยได้นำตัวอย่างของ Station ที่เสร็จแล้ว ได้แก่ Station Milling, Station Welding และ Station Testing มาแสดงดังรูปที่ 4.1 รูปที่ 4.2 และรูปที่ 4.3 ตามลำดับ



รูปที่ 4.1 Station Milling



รูปที่ 4.2 Station Welding



รูปที่ 4.3 Station Testing

*หมายเหตุ Station Testing นี้ยังเป็นแบบเก่าที่นำติดตั้งเพื่อการทดสอบ

4.2 ผลการดำเนินงานในส่วนไฟฟ้าเครื่องจักร

ในส่วนการทำงานของการทำงานไฟฟ้านั้นจะมีตั้งแต่การเดินสายไฟฟ้าจากอุปกรณ์ต่างๆ เข้าตู้ควบคุมไฟฟ้า การทำตู้ควบคุมไฟฟ้า โดยการทำงานส่วนนี้แล้วเสร็จกว่า 98% เนื่องจาการทำงานในส่วนนี้มีอุปกรณ์ที่พร้อมสำหรับการทำงาน ทำให้การทำงานค่อนข้างรวดเร็วและเป็นไปตามแผนที่วางไว้ ในส่วน 2% ที่ยังไม่แล้วเสร็จก็จะการเดินสายจากอุปกรณ์ของ Station Testing เนื่องจากมีการสั่งทำใหม่จึงจะต้องมีการติดตั้งใหม่



รูปที่ 4.4 หน้าจอสั่งงานด้วย Touchscreen



รูปที่ 4.5 กล่องพักสายไฟจากอุปกรณ์ต่างๆ

4.3 ผลการทดสอบเครื่องจักร

หลังจากที่ได้มีการทำเครื่องเชื่อมเม็ดสตัด (Stud Welding Machine) แล้วเสร็จกว่า 90% จึงได้มีการทดสอบการทำงานของเครื่องจักรว่า สามารถทำงานได้จริงหรือไม่ โดยในการทดสอบยังไม่ได้มีการรันโปรแกรมเนื่องจากในระยะเวลาที่ทำงาน ที่ที่ดูแลในส่วนของโปรแกรมได้มีการทำงานในอีกโปรเจกต์ที่เร่งด่วน ในการทดสอบจึงได้ทดสอบเป็นระบบ Manual ทำโดยการไปสั่งการวาล์วต่างๆ แล้วสังเกตการทำงานของ PLC ผลปรากฏว่าจากทำงานของเครื่องเชื่อมเม็ดสตัดสามารถทำงานได้ตามที่มีการออกแบบโปรแกรมไว้โดยมีตัวอย่างที่เสร็จแล้วดังรูปที่ 4.6



รูปที่ 4.6 ภาพเครื่องเชื่อมเม็ดสตัดที่ประกอบเสร็จแล้ว

บทที่ 5

สรุปผลการดำเนินโครงการและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการดำเนินโครงการ

รายงานฉบับนี้เป็นรายงานจัดทำขึ้นเพื่อให้ข้อมูลของเครื่องเชื่อมเม็ดสตัด (Stud Welding Machine) ซึ่งเป็นเครื่องจักรของบริษัท ไมย์เออร์ อินดัสตรีส์ จำกัด มีการทำงานคือ เชื่อมเม็ดสตัดให้ติดกับหม้อหรือกระทะ เพื่อยึดจับด้าม โดยวัตถุประสงค์ของเครื่องจักรคือลดการใช้คน ให้ไลน์การผลิตมีความเป็นอัตโนมัติมากขึ้น อีกทั้งเพื่อเพิ่มการผลิต

ในการจัดทำโครงการเครื่องเชื่อมเม็ดสตัด (Stud Welding Machine) ผู้จัดทำได้มีการวางแผนการทำงาน ประชุมงาน จัดหาอุปกรณ์ต่างๆ ตลอดจนการลงมือทำทุกส่วนของเครื่องจักร ซึ่งการทำเครื่องจักรขึ้นนี้ ได้มีการนำความรู้การออกแบบไฟฟ้ามาใช้ในการทำงาน เช่น การเลือกมอเตอร์ การคำนวณกระแส การต่อวงจร Star-delta เป็นต้น และมีการนำความรู้ในเครื่องกลมาใช้ เช่น การเลือกใช้น็อตที่มีผลต่อความแข็งแรงของโครงสร้าง การออกแบบชิ้นงานเพื่อสั่งทำ เป็นต้น ในส่วนของงานไฟฟ้ามีการทำงานที่เป็นที่น่าพอใจ ส่วนการทำงานด้านโครงสร้างก็มีการติดตั้งและประกอบเกือบเสร็จสมบูรณ์ โดยเหลือเพียง Station Testing ในด้านโปรแกรมก็ไม่สามารถรันได้ เนื่องจากส่วนของโปรแกรมยังไม่มีความพร้อม แต่ได้มีการทดสอบด้วย Manual

เครื่องเชื่อมเม็ดสตัด (Stud Welding Machine) มีการประกอบและติดตั้งสำเร็จไปกว่า 90% ส่วนที่เหลือยังไม่เสร็จคือ ส่วนของ Station Testing ที่มีการออกแบบใหม่ ในขอบเขตระยะเวลาการฝึกงาน 4 เดือนนี้อุปกรณ์ยังส่งมาไม่ถึง แต่ได้มีการแก้ปัญหาโดยการติดตั้งของเดิมมาแทน เพื่อดำเนินการทดสอบ ผลการทดสอบด้วยวิธี Manual ปรากฏว่าเครื่องจักรสามารถทำงานได้ตามที่มีการออกแบบไว้

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. ในการทำโครงการสิ่งที่สำคัญที่สุดคือ การวางแผนการทำงาน เมื่อมีการวางแผนแล้วควรจะได้ให้ได้ตามแผนที่วางไว้
2. ในการทำงานหากมีข้อสงสัยหรือไม่แน่ใจในส่วนไหนควรจะถามพี่ที่ดูแลหรือพี่ที่มีความรู้ด้านนั้นๆก่อนที่ตัดสินใจทำ
3. การรับงานควรทำความเข้าใจให้ทอ้งแท้ ก่อนจะมีการเริ่มทำงาน เพราะสิ่งที่เข้าใจอาจจะเข้าใจเหมือนที่สั่งก็เป็นได้

เอกสารอ้างอิง

- [1] เซนเซอร์ Sensor. (Online). 5 มกราคม 2561.
Available : <http://www.compomax.co.th/products/sensor>
- [2] HMI Programming. (Online). 6 มกราคม 2561.
Available : <http://www.energyscopethai.com/hmi-programming>
- [3] Flow Control. (Online). 6 มกราคม 2561.
Available : <http://www.pneumax.co.th/Article/Flow-control/php>
- [4] อุปกรณ์นิวแมติกส์. (Online). 7 มกราคม 2561.
Available : <http://www.pneu-hyd.co.th/บทความ-นิวแมติกส์-ไฮดรอลิก/406-pneumatic.html>
- [5] PLC เบื้องต้น. (Online). 7 มกราคม 2561.
Available : <http://www.star-circuit.com/article/main.html>

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล นายณัฐวุฒิ ไยดี
 วัน เดือน ปีเกิด 3 กรกฎาคม พุทธศักราช 2538
 ที่อยู่ปัจจุบัน 82 หมู่ 5 ตำบลไผ่ อำเภอรัตนบุรี
 จังหวัดสุรินทร์ 32130
 เบอร์โทรศัพท์ 082-1302870
 E-mail Benz_nattawut@hotmail.com

ประวัติการศึกษา

พุทธศักราช 2546-2551 สำเร็จการศึกษาระดับชั้นประถมศึกษา
 จาก โรงเรียนบ้านคอนสวรรค์ สุรินทร์
 พุทธศักราช 2552-2554 สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น
 จาก โรงเรียนบ้านคอนสวรรค์ สุรินทร์
 พุทธศักราช 2555-2557 สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย
 สายการเรียนคณิตศาสตร์-วิทยาศาสตร์
 จาก โรงเรียนรัตนบุรี สุรินทร์
 พุทธศักราช 2558-2561 ศึกษาต่อด้านปริญญาตรี หลักสูตรวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์
 ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์
 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
 กรุงเทพมหานคร

ประวัติการทำงาน

พุทธศักราช 2560 ฝึกงานบริษัท NHK SPRING (THAILAND) CO.,LTD
 ฝ่ายวิศวกรรมซ่อมบำรุง
 ฝึกงานบริษัท Meyer Industries Limited
 ฝ่ายวิศวกรรม แผนก ออโตเมชัน (Automation)

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล นายณัฐนนท์ ตระการลือชัย
 วัน เดือน ปีเกิด 24 มิถุนายน พุทธศักราช 2539
 ที่อยู่ปัจจุบัน 128 ซอย อ่อนนุช 17 แยก 2 ถนนสุขุมวิท 77 เขต สวอนหลวง
 แขวง สวอนหลวง จังหวัด กรุงเทพมหานคร 10250
 เบอร์โทรศัพท์ 089-132-8698
 E-mail Nutthanon_man@hotmail.com

ประวัติการศึกษา

พุทธศักราช 2546-2551 สำเร็จการศึกษาระดับชั้นประถมศึกษา
 จาก โรงเรียนจินดาพงศ์ กรุงเทพมหานคร
 พุทธศักราช 2552-2554 สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น
 จาก โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาพัฒนาการ กรุงเทพมหานคร
 พุทธศักราช 2555-2557 สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย
 สายการเรียนคณิตศาสตร์-วิทยาศาสตร์
 จาก โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาพัฒนาการ กรุงเทพมหานคร
 พุทธศักราช 2558-2561 ศึกษาในระดับอุดมศึกษา หลักสูตรวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์
 ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์
 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
 กรุงเทพมหานคร

ประวัติการทำงาน

พุทธศักราช 2560 ฝึกงานบริษัท ฮีโน่ มอเตอร์ส แมนูแฟคเจอร์ริง(ประเทศไทย) จำกัด
 ฝ่าย การผลิต 2 (สายการผลิตช่วงล่างรถกระบะ)
 ฝึกงานบริษัท Meyer Industries Limited
 ฝ่ายวิศวกรรม แผนก ออโตเมชัน(Automation)