

ชุดทดลองเรียนรู้ระบบอัตโนมัติ
AUTONOMOUS SYSTEM LEARNING LAB



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2560

ชุดทดลองเรียนรู้ระบบอัตโนมัติ
Autonomous System Learning Lab



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2560

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Autonomous System Learning Lab



A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
BACHELOR OF ENGINEERING IN INDUSTRIAL ENGINEERING
FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
ACADEMIC YEAR 2017

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองปริญญาโท

หัวข้อปริญญาโท

ชุดทดลองเรียนรู้ระบบอัตโนมัติ
Autonomous System Learning Lab


นักศึกษา

นายกฤษดา ประสาท รหัสประจำตัว 55010046

หลักสูตร

วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญาโท


(ดร.พลชัย โชติปรายนกุล)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา 3 ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญาานิพนธ์
นักศึกษา

ชุดทดลองเรียนรู้ระบบอัตโนมัติ
นายกฤษดา ประสาท

หลักสูตร

วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา

2560

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญาานิพนธ์

ดร.พลชัย โชติปราชญ์กุล

บทคัดย่อ

ปัจจุบันระบบงานอัตโนมัติและงานควบคุมอัตโนมัติมีการแพร่หลายและความสำคัญอย่างยิ่งในวงการอุตสาหกรรม การขาดบุคลากรที่มีความชำนาญทำให้ไม่สามารถพัฒนาเทคโนโลยีที่ใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆได้ รวดเร็ว วิชา Automation System มีชุดทดลองที่เก่า และไม่สอดคล้องต่อความต้องการของนักศึกษา การปรับปรุงชุดทดลองอัตโนมัติเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพให้ดีขึ้นและตอบสนองต่อความต้องการของนักศึกษาได้มากขึ้น การปรับปรุงชุดทดลองอัตโนมัติประกอบด้วย การปรับปรุงชุดทดลองระบบนิวแมติกส์เดิมที่มีอยู่และได้เพิ่มชุดทดลองระบบนิวแมติกส์อีก 1 ชุด พร้อมทั้งใบงานการทดลอง 3 ชุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา 4 ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Autonomous System Learning Lab
Student	MR. Kritsada Prasat
Degree	Bachelor of Engineering in Industrial Engineering King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
Academic Year	2017
Thesis Advisor	Dr.Pholchai Chotiprayanakul

ABSTRACT

This thesis purposes an Autonomous System Lab which includes pneumatic equipment, electrical devices, and programmable logic control (PLC). This project aims to rearrange all devices on testing board and setup new lab instructions in order to make automation laboratory up-to-date.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา 5 จะต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีเป็นเพราะด้วยความกรุณาและความมีเมตตาในการให้คำปรึกษาและความช่วยเหลือทางเทคนิค รวมไปถึงเอื้อเฟื้อเครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆจากอาจารย์ที่ปรึกษาและภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง และขอขอบคุณมิตรสหายทุกคนตลอดจน บิดา มารดา ครอบครัวของข้าพเจ้าที่คอยช่วยเหลือทั้งในด้านร่างกายและแรงใจ ตลอดการทำปริญญานิพนธ์เล่มนี้โดยเสมอมา

นายกฤษดา ประสาท



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา 6 จะต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

บทที่ 1	บทนำ.....	10
1.1.	ที่มาของโครงการ.....	10
1.2.	วัตถุประสงค์.....	10
1.3.	ขอบเขตของโครงการ.....	10
1.4.	ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	11
บทที่ 2	ทฤษฎี.....	12
2.1.	ระบบควบคุมด้วยลม.....	12
2.1.1.	ระบบนิวแมติกส์.....	12
2.1.2.	การทำงานของอุปกรณ์นิวแมติกส์.....	13
2.2.	ระบบไฟฟ้าอุตสาหกรรม.....	18
2.2.1.	ตัวตรวจจับสัญญาณหรือเซนเซอร์ (Sensor).....	19
2.2.2.	ชุดต้นกำลัง (Actuator).....	21
2.2.3.	ส่วนควบคุม.....	22
2.3.	ระบบควบคุมแบบพีแอลซี.....	23
2.3.1.	ชนิดของ PLC.....	24
2.3.2.	โครงสร้างของ PLC.....	25
2.3.3.	การทำงานของ PLC.....	30
บทที่ 3	ขั้นตอนการทำงาน.....	31

3.1. การออกแบบการทดลอง.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้วยประการใด ๆ
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา 7 ละต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

3.1.1.	การทดลองต่อวงจรลม.....	31
3.1.2.	การทดลองต่อวงจรรีเลย์.....	35
3.1.3.	การทดลองการโปรแกรม PLC.....	36
3.2.	การติดตั้งชุดทดลอง.....	37
•	การติดตั้งอุปกรณ์ลม.....	37
•	การติดตั้งอุปกรณ์ระบบไฟฟ้าอุตสาหกรรม.....	37
•	การติดตั้งอุปกรณ์ระบบควบคุมแบบพีแอลซี.....	37
บทที่ 4	ผลการทำงาน.....	38
4.1.	การติดตั้งชุดทดลอง.....	38
4.1.1.	ผลการติดตั้งอุปกรณ์ลม.....	38
4.1.2.	ผลการติดตั้งอุปกรณ์ระบบไฟฟ้าอุตสาหกรรม.....	38
4.1.3.	การติดตั้งอุปกรณ์ระบบควบคุมแบบพีแอลซี.....	38
4.2.	การทดลองใช้งาน.....	38
บทที่ 5	สรุป.....	40
5.1.	บทสรุป.....	40
5.2.	ข้อเสนอแนะ.....	40
	บรรณานุกรม.....	41
	ภาคผนวก.....	42

สารบัญรูป

รูปที่ 2-1 บั้มลม	14
รูปที่ 2-2 ชุดปรับแรงดันและคักไอน้ำ	15
รูปที่ 2-3 ชุดวาล์วควบคุม	16
รูปที่ 2-4 สัญลักษณ์วาล์วลม	17
รูปที่ 2-5 กระบอกลมชนิดต่าง ๆ	18
รูปที่ 2-6 สวิตช์อุตสาหกรรม	19
รูปที่ 2-7 สัญลักษณ์สวิตช์	19
รูปที่ 2-8 ลักษณะการทำงานของ PLC	24
รูปที่ 2-9 PLC ชนิดบล็อก (Block Type PLCs)	24
รูปที่ 2-10 ตัวอย่างของ PLC แบบ Block Type	25
รูปที่ 2-11 PLC OMRON	26
รูปที่ 2-12 ลักษณะโครงสร้างภายในของ PLC	26
รูปที่ 2-13 หน่วยอินพุต	28
รูปที่ 2-14 หน่วยเอาต์พุต	29
รูปที่ 2-15 ลำดับในการตอบสนองทั้งหมดของ PLC	30
รูปที่ 3-1 การต่อ PLC	36
รูปที่ 3-2 หน้าโปรแกรม CX-Programer	36
รูปที่ 4-1 ชุดทดลองที่จัดทำขึ้น	38
รูปที่ 4-2 การทดลองวงจรพื้นฐาน	39

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาของโครงการ

วิชาการระบบอัตโนมัติ (Automation System) เป็นวิชาพื้นฐานที่สำคัญ ของหลักสูตรวิศวกรรมอุตสาหกรรมที่สามารถนำไปใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งในปัจจุบันภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง มีชุดทดลองที่เก่าและเสื่อมโทรม และบางชุดการทดลองมีจำนวนไม่เพียงพอต่อจำนวนนักศึกษา ทำให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพในการเรียนรู้ไม่เป็นไปเท่าที่ควร

ผู้จัดทำจึงมีความเห็นว่า ควรมีการปรับปรุงและขยายเพิ่มเติมชุดทดลองระบบอัตโนมัติ เพื่อให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น และนักศึกษามีความรู้ความเข้าใจในระบบการทำงานแบบอัตโนมัติอย่างถ่องแท้ อีกทั้งยังเป็นการเพิ่มขีดความสามารถการเรียนรู้ของนักศึกษา

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อเพื่อศึกษาหลักการทำงานของระบบอัตโนมัติ
2. เพื่อจัดสร้างชุดทดลอง PLC และ ชุดทดลอง Relay เพิ่มเติมให้เหมาะสมกับการเรียนการสอน
3. เพื่อปรับปรุงชุดทดลองระบบนิวแมติกส์ ที่ใช้ในการช่วยสอนและทดลองในวิชาการระบบอัตโนมัติ

1.3 ขอบเขตของโครงการ

1. ปรับปรุงชุดทดลองระบบนิวแมติกส์
2. จัดทำชุดทดลอง PLC เพิ่มเติม 2 ชุด และจัดทำ Lap sheet สำหรับการฝึกทดลอง
3. จัดทำชุดทดลอง Relay ขึ้น 2 ชุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เรียนรู้และเข้าใจระบบการทำงานแบบอัตโนมัติมากขึ้น
2. ได้ชุดทดลองที่เหมาะสมและเพียงพอต่อนักศึกษาที่เรียนวิชาระบบอัตโนมัติ และผู้สนใจ
3. มีประสบการณ์และความชำนาญในระบบอัตโนมัติ



บทที่ 2

ทฤษฎี

2.1 ระบบควบคุมด้วยลม

2.1.1 ระบบนิวแมติกส์

ระบบนิวแมติกส์ หมายถึง ระบบที่ใช้อากาศเป็นตัวทำงานในการส่งกำลังในการขับเคลื่อนอุปกรณ์ต่างๆ ของเครื่องจักรต่างๆ ให้ทำงานหรือเกิดการเคลื่อนที่ เช่น กระบอกสูบหรือมอเตอร์ลม ปัจจุบันได้มีการใช้ลมอัด และระบบนิวแมติกส์มาใช้กันอย่างกว้างขวางสำหรับงานต่างๆ ในโรงงานอุตสาหกรรม ได้แก่ งานการบรรจุหีบห่อ งานด้านกระบวนการผลิตอาหาร งานการประกอบสิ่งต่างๆ งานขนย้ายวัสดุ งานพิมพ์ และงานด้านอื่นๆ อีกมากมาย

วัตถุประสงค์ของการนำลมอัดมาใช้ในการงานอุตสาหกรรมเพื่อการทำงานอย่างอัตโนมัติ 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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. เครื่องมือและอุปกรณ์ในระบบนิวแมติกส์มีโครงสร้างแบบง่ายๆ ทำให้มีราคาถูก ทนทาน และซ่อมบำรุงรักษาได้ง่าย

7. ลมอัดมีความเร็วสูง ดังนั้นอัตราความเร็วในการทำงานก็จะสูงด้วย

8. สามารถควบคุมความเร็ว ความดัน และแรงของลมอัดในระบบนิวแมติกส์ได้ตามต้องการ

9. เครื่องมือและอุปกรณ์ของระบบนิวแมติกส์สามารถใช้งานเกินกำลังได้โดยไม่เกิดการเสียหาย

10. การเคลื่อนที่ในทางตรงสามารถทำงานได้โดยตรง

ข้อเสียของลมอัด

1. ลมอัดมีความชื้นและฝุ่นละออง ดังนั้นจึงต้องมีอุปกรณ์กรองความชื้นและฝุ่นละอองก่อนนำไปใช้งาน

2. ลมอัดมีเสียงดังเมื่อระบายทิ้งออกสู่บรรยากาศเพราะฉะนั้นจึงต้องมีอุปกรณ์เก็บเสียง (silencer)

3. ลมอัดจะประหยัดเฉพาะที่ใช้แรงขยายถึงจุดหนึ่งเท่านั้น โดยปกติแล้วใช้ความดันที่ 600 kpa (6 bar)

ข้อจำกัดของแรงอยู่ที่ 20,000 - 30,000 นิวตัน ขึ้นอยู่กับความเร็วและระยะทางที่ใช้งาน

4. ระบบ นิวแมติกส์ จะมีความดันที่ใช้งานเพียง 4-7 bar

5. ลมอัดเป็นตัวกลางที่ค่อนข้างแพงเมื่อเปรียบเทียบกับระบบการเปลี่ยนแปลงพลังงานอื่นๆ (อย่างไรก็ตามจะถูกชดเชยจากอุปกรณ์บางชิ้นส่วนที่มีราคาถูก เป็นแบบง่ายๆ และมีสมรรถนะที่สูงกว่า)

2.1.2 การทำงานของอุปกรณ์นิวแมติกส์

การทำงานของระบบนิวแมติกส์จะต้องประกอบด้วยอุปกรณ์ต่างๆ ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็นส่วนใหญ่ๆ ได้ 2 ส่วน คือ ส่วนที่อยู่นอกวงจรและส่วนที่อยู่ในวงจร อุปกรณ์ในส่วนที่อยู่นอกวงจรได้แก่ เครื่องอัดลม ถังเก็บลม เครื่องระบายความร้อน เครื่องกรองในท่อหลัก เครื่องทำลมแห้ง เป็นต้น และอุปกรณ์ที่อยู่ในวงจรได้แก่ เครื่องกรองลมอัด วาล์วควบคุมความดัน อุปกรณ์เติมน้ำมันหล่อลื่น [อุปกรณ์ทั้ง 3 ตัวนี้รวมกันเรียกว่า ชุดบริการลมอัด (service unit)] ตัวเก็บเสียง วาล์วควบคุมทิศทางการไหลของลม วาล์วควบคุมความเร็วหรือวาล์วควบคุมอัตราการไหล และกระบอกสูบลม เป็นต้น

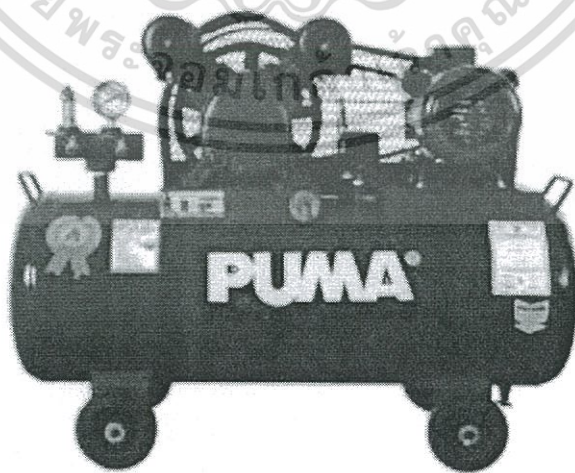
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. เครื่องอัดอากาศ หรือ เครื่องอัดลม (Air Compressor)

เครื่องอัดอากาศจะทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานลมอัดให้เป็นพลังงานกลที่ใช้ในระบบนิวแมติกส์ จึงมีความสำคัญมากที่จะต้องเลือกใช้เครื่องอัดอากาศให้เหมาะสมกับลักษณะของงาน เพื่อให้ได้ปริมาณลมอัดที่เหมาะสมกับวงจรที่ออกแบบและมีราคาประหยัด ลักษณะของเครื่องอัดอากาศหรือเครื่องอัดลม ซึ่งมีหลายประเภท สามารถจำแนกได้ดังนี้ เครื่องอัดลมแบบลูกสูบ (Piston Compressor) เครื่องอัดลมแบบไดอะแฟรม (Diaphragm compressor) เครื่องอัดลมแบบใบพัดเลื่อน (Sliding vane Rotary Compressor) เครื่องอัดลมแบบสกรู (Screw Compressor) เครื่องอัดลมแบบใบพัดหมุน (Rotor Compressor) เครื่องอัดลมแบบกึ่งหัน (Radial And Axial Flow Compressor) เครื่องอัดลมแบบลูกสูบนิยมใช้กันมากที่สุด เพราะสามารถอัดลมได้ตั้งแต่ความดันต่ำ ความดันปานกลาง จนถึงความดันสูง คือ สามารถสร้างความดันได้ตั้งแต่หนึ่งบาร์จนกระทั่งถึงเป็นพันบาร์โดยทั้งนี้ขึ้นอยู่กับจำนวนของการอัด ถ้าชั้นในการอัดมากก็จะสามารถสร้างความดันได้สูงขึ้นตามไปด้วย

2. ถังเก็บลมอัด (Compressor Air Receiver)

ถังเก็บลมมีหน้าที่เก็บปริมาณลมอัดให้เพียงพอกับปริมาณการใช้งาน และจ่ายลมอัดไปใช้งานด้วยความดันสม่ำเสมอ ตลอดจนแยกไอน้ำที่มากับลมอัดให้กลั่นตัวเป็นหยดน้ำ โดยแยกออกจากลมอัดให้อยู่ด้านล่างของถังและข้อสำคัญเมื่อมีความดันสูงเกิดขึ้นภายในถังเก็บลมอัด จะต้องมีการระบายออกสู่บรรยากาศด้วยวาล์วจำกัดความดัน (Pressure Relief Valve) ที่ติดตั้งไว้บนถังเก็บลมอัด โดยทั่วไปขนาดของถังเก็บลมอัดขึ้นอยู่กับขนาดของเครื่องอัดอากาศ (Compressor) ลักษณะของถังเก็บลมอัด และปริมาณลมที่ใช้ในระบบนิวแมติกส์ ถังเก็บลมอัดสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด คือ ถังเก็บลมแบบแนวนอน ถังเก็บลมอัดแบบแนวตั้ง ส่วนมากใช้กับเครื่องอัดอากาศขนาดใหญ่



รูปที่ 2-1 ปัมลม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

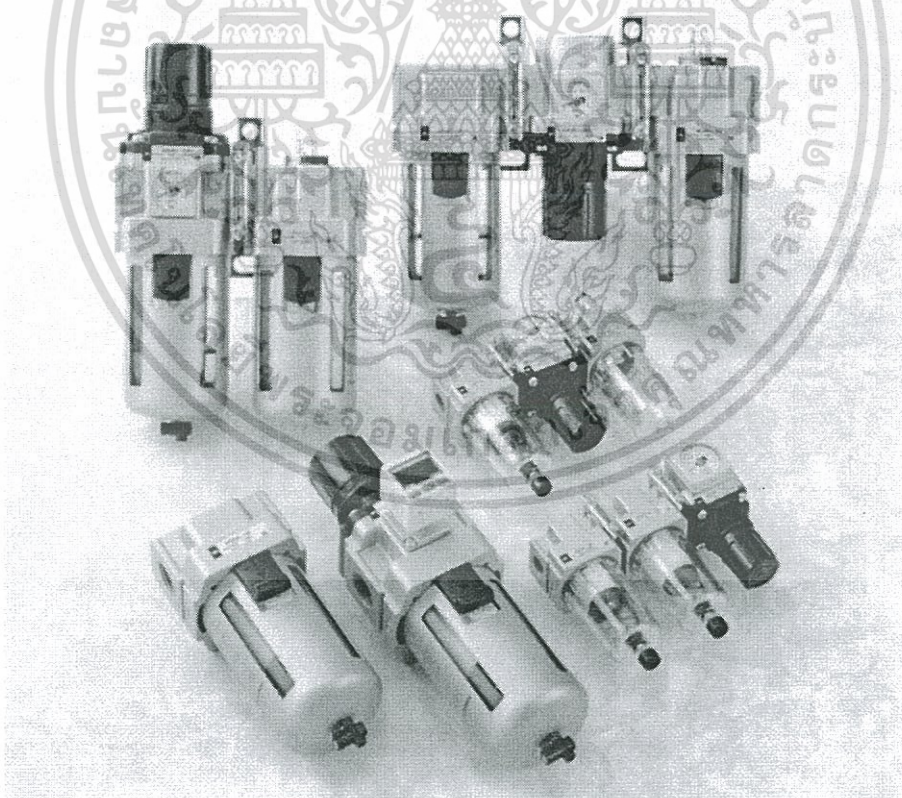
3. เครื่องกำจัดความชื้น (Air Dryer)

อากาศที่ถูกเพิ่มความดันจากเครื่องอัดอากาศจะมีอุณหภูมิสูงและไอน้ำปะปนอยู่ ดังนั้นต้องกำจัดน้ำที่อยู่ในลมอัดก่อนการใช้งาน จึงจำเป็นต้องทำลมอัดให้แห้งลักษณะของเครื่องกำจัดความชื้น เครื่องกำจัดความชื้นมี 3 ชนิดคือ เครื่องทำอากาศแห้งชนิดใช้สารดูดความชื้น (Absorption drying) เครื่องทำอากาศแห้งชนิดใช้สารดูดซับความชื้น (Adsorption drying) เครื่องทำอากาศแห้งด้วยความเย็น (Refrigerated air dryers)

4. ชุดควบคุมคุณภาพลมอัด (Service Unit)

ก่อนที่จะนำลมอัดไปใช้ในระบบนิวแมติกส์ ลมอัดควรผ่านชุดควบคุมคุณภาพลมอัดก่อน เพราะลมอัดที่มาจากถังเก็บลมจะประกอบไปด้วยความชื้นและละอองน้ำกลั่นตัวปนมากับลมอัด ตลอดจนแรงดันลมอัดที่สูงถ้าปล่อยเข้าไปในระบบจะทำให้เกิดความเสียหายกับอุปกรณ์ต่างๆ ได้ เช่น วาล์ว ข้อต่อ เป็นต้น จึงต้องมีการปรับความดันก่อนนำไปใช้ในวงจรนิวแมติกส์ลักษณะของชุดควบคุมคุณภาพลมอัด

ชุดควบคุมคุณภาพลมอัดจะประกอบไปด้วยอุปกรณ์ 4 ชนิดคือ ชุดกรองอากาศ (Filter) ชุดควบคุมความดัน (Regulator) ชุดน้ำมันหล่อลื่น (Lubricator) เกจวัดความดัน (pressure gauge)



รูปที่ 2-2 ชุดปรับแรงดันและดักไอน้ำ

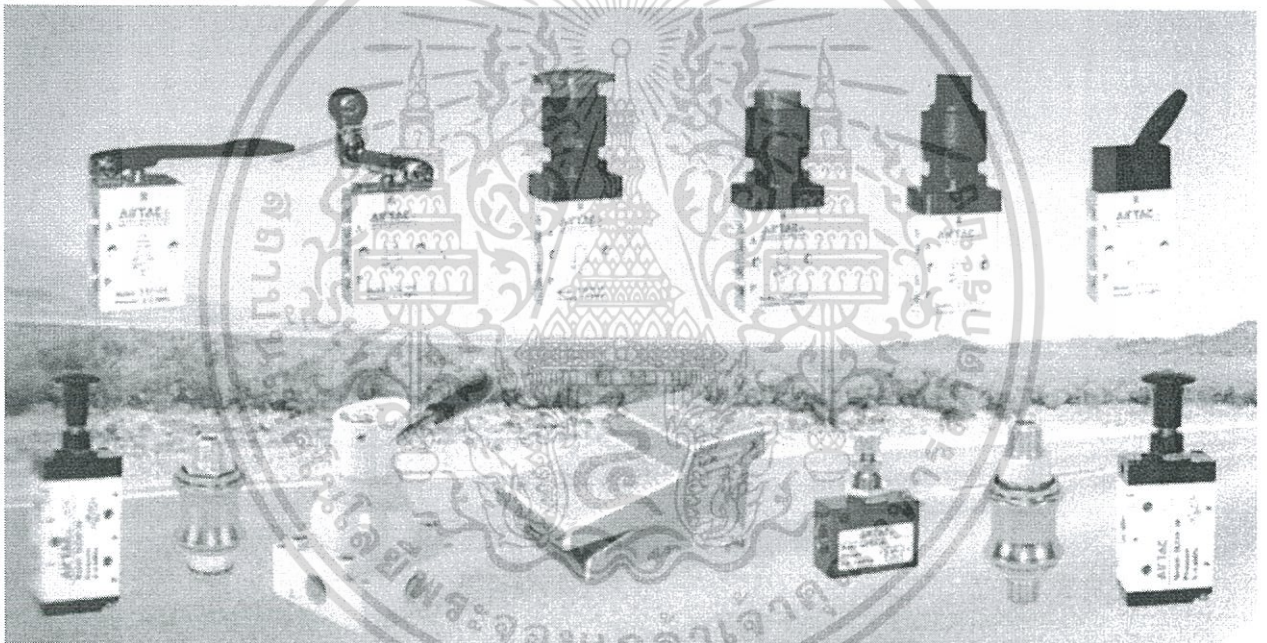
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. วาล์วควบคุมอัตราการไหล (Flow Control Valve)

วาล์วควบคุมอัตราการไหลคือวาล์วที่ควบคุมปริมาณลมให้ไหลน้อยลง ควบคุมการไหลได้ทั้ง 2 ทาง คือ เมื่อลมเข้าทาง P ปริมาณลมจะผ่านช่องแคบ ทำให้ปริมาณลมไหลผ่านไปได้น้อยกว่าปกติ และเมื่อเอาลมเข้าอีกด้าน ลมก็ถูกควบคุมเช่นเดียวกัน สามารถปรับสกรูเปิดลื่นวาล์วให้ปริมาณลมไหลผ่านน้อยหรือมากตามต้องการ วาล์วควบคุมอัตราการไหลมี 2 แบบคือ แบบปรับไม่ได้ กับ แบบปรับได้

6. วาล์วควบคุมทิศทาง (Directional Control Valve)

วาล์วควบคุมทิศทางทำหน้าที่ควบคุมลมอัดให้ไหลผ่านวาล์วไปในทิศทางที่ต้องการเพื่อให้กระบอกสูบทำงานหรือหยุดทำงาน หรือหยุดค้างตำแหน่งการทำงานได้ สัญลักษณ์แสดงการทำงานของวาล์วควบคุมทิศทาง



รูปที่ 2-3 ชุดวาล์วควบคุม

สัญลักษณ์	ความหมาย
	วาล์วควบคุม 2 ทิศทาง 2 ตำแหน่ง ปกติปิด 2/2 D.C.V. Normally close
	วาล์วควบคุม 2 ทิศทาง 2 ตำแหน่ง ปกติเปิด 2/2 D.C.V. Normally opened
	วาล์วควบคุม 3 ทิศทาง 2 ตำแหน่ง ปกติปิด 3/2 D.C.V. Normally close
	วาล์วควบคุม 3 ทิศทาง 2 ตำแหน่ง ปกติเปิด 3/2 D.C.V. Normally opened
	วาล์วควบคุม 4 ทิศทาง 2 ตำแหน่ง ปกติจะมีลมเข้าที่ท่อหนึ่งและลมระบายที่ท่อหนึ่ง 4/2 D.C.V.
	วาล์วควบคุม 5 ทิศทาง 2 ตำแหน่ง ท่อลมอัดเข้าที่ท่อหนึ่ง และ ระบายที่ท่อหนึ่ง ส่วนรูระบายอีกท่อหนึ่งถูกปิด 5/2 D.C.V.
	วาล์วควบคุม 4 ทิศทาง 3 ตำแหน่ง ตำแหน่งกลางเป็นตำแหน่งปิดหมด 4/3 D.C.V. closed center

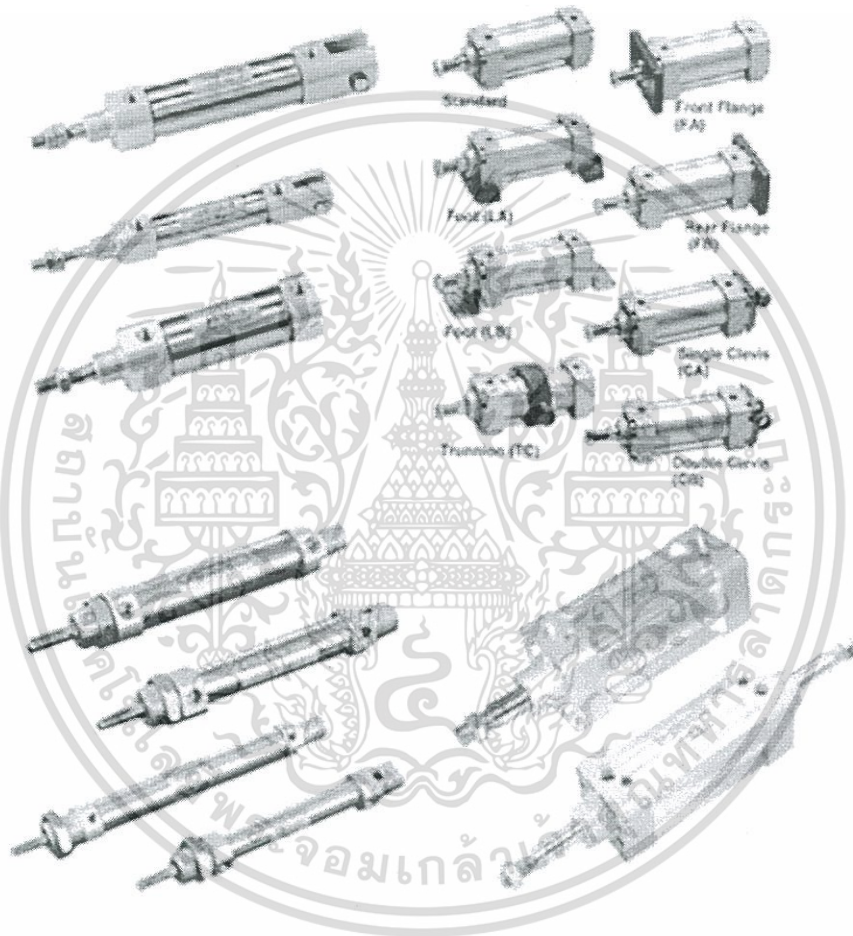
รูปที่ 2-4 สัญลักษณ์วาล์วลม

7. กระบอกสูบ (Cylinder)

กระบอกสูบทางเดียว (Single Acting Cylinder) จะมีรูลมที่ด้านลูกสูบรูเดียว เมื่อมีลมอัดเข้าทางด้านลูกสูบจะทำให้ลูกสูบเคลื่อนที่ออกและจะระบายลมทิ้งทางด้านก้านสูบ ในขณะที่เดียวกันขณะเคลื่อนที่กลับจะอาศัยแรงสปริงภายในกระบอกสูบโดยทั่วไปกระบอกสูบทางเดียวจะถูกออกแบบให้มีความยาวช่วงชักไม่เกิน 100 มิลลิเมตร จึงเหมาะกับงานที่ไม่มีโหลดมากนัก หรือลักษณะงานที่มีขนาดเล็ก เช่น งานจับยึดชิ้นงาน งานกดอัดชิ้นงาน เป็นต้นลักษณะของกระบอกสูบทางเดียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระบอกสูบสองทาง (Double Acting Cylinder) จะมีรูลมที่ด้านลูกสูบและก้านลูกสูบ ลมอัดทั้งสองด้าน จะดันลูกสูบให้เคลื่อนที่เข้าและเคลื่อนที่ออก กระบอกสูบชนิดนี้จะมีแรงดันทำงานได้ 2 ทิศทาง ซึ่งเหมาะสมกับงานที่มีโหลดกว่ากระบอกสูบด้านเดียว โดยทั่วไปกระบอกสูบสองทางใช้กับงานที่ต้องการความยาวช่วงชักยาวๆ หรือลักษณะงานที่มีขนาดใหญ่และงานที่ต้องการเคลื่อนที่เป็นแนวเส้นตรงลักษณะของกระบอกสูบสองทาง



รูปที่ 2-5 กระบอกลมชนิดต่าง ๆ

2.2 ระบบไฟฟ้าอุตสาหกรรม

อุปกรณ์ไฟฟ้าอุตสาหกรรมเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุมและทำงานเครื่องจักรอุตสาหกรรมซึ่งประกอบด้วย 3 ส่วนคือ อุปกรณ์จับสัญญาณ ส่วนขับเคลื่อน และ ส่วนควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1 ตัวตรวจจับสัญญาณหรือเซนเซอร์ (Sensor)

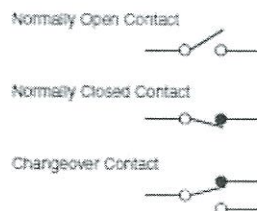
ตัวตรวจจับสัญญาณหรือเซนเซอร์ (Sensor) คืออุปกรณ์สำหรับตรวจจับ ตำแหน่ง การเคลื่อนไหว ความเร็ว ความเร่ง หรือ ความร้อน ของวัตถุที่ต้องการตรวจสอบ ตัวเซนเซอร์ยังมีในแบบอื่นที่สามารถจับค่าต่าง ๆ ที่เป็นคุณสมบัติทางกายภาพ และ ฟิสิกส์ ของวัตถุได้ซึ่งอาจเรียกรวมเซนเซอร์แบบนี้ว่าตัวแปลงสัญญาณทรานส์ดิวเซอร์ (Transducers) โดยทั้งเซนเซอร์และทรานส์ดิวเซอร์จะแปลงสิ่งที่ทำการตรวจจับให้ออกมาเป็นในรูปสัญญาณไฟฟ้า ในระดับต่าง ๆ อย่างเช่น ระดับ CMOS/TTL (ประมาณ 3 ถึง 5 โวลท์ กระแสตรง) ในงานอุตสาหกรรมนิยมนระดับ 12 ถึง 24 โวลท์ กระแสตรง หรือ 220 โวลท์ กระแสสลับ โดยชนิดของเซนเซอร์เมื่อแบ่งตามสิ่งที่ตรวจจับสามารถแบ่งได้เป็นหลายชนิด อย่างเช่น เซนเซอร์กลไก เซนเซอร์แสง เซนเซอร์เสียง เซนเซอร์ความร้อน เซนเซอร์แรงดัน เป็นต้น

ลิมิตสวิทช์ (Limit Switch) เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ใช้ในการเปิดปิดสัญญาณไฟฟ้า โดยให้มีวัตถุมาชนกระทบบ หรือ กดกลไก เพื่อทำการเปิดปิดวงจรไฟฟ้า



รูปที่ 2-6 สวิตช์อุตสาหกรรม

โดยสวิตช์จะประกอบด้วยชุดของตัวตัดต่อวงจรไฟฟ้าเรียกว่าหน้าสัมผัส (Contact) ที่มีอยู่ 2 แบบคือ หน้าสัมผัสแบบปรกติเปิด (Normal Open Contact) และ หน้าสัมผัสแบบปรกติปิด (Normal Close Contact) โดยใช้สัญลักษณ์เป็น



รูปที่ 2-7 สัญลักษณ์สวิตช์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เซนเซอร์แสง (Light Sensors) เป็นอุปกรณ์ตรวจจับด้วยแสงที่ใช้การควบคุมในกระบวนการผลิตอัตโนมัติต่างๆ โดยทำงานตรวจจับแสงที่มองเห็นหรือแสงที่มองไม่เห็นและตอบสนองการทำงานตามการเปลี่ยนแปลงความเข้มของแสงที่ได้รับ ส่วนประกอบของเซนเซอร์แสง ประกอบด้วยตัวส่งสัญญาณ (Emitter) และ ตัวรับสัญญาณ (Receiver) โดยตัวส่งสัญญาณจะเป็นแหล่งกำเนิดแสงด้วยหลอดไดโอดเปล่งแสง (Light Emitting Diode: LED) ซึ่งอาจมีการมอดูเลต(ผสม)สัญญาณกับคลื่นความถี่สูงก่อนส่งแสงไปยังตัวรับสัญญาณ ส่วนตัวรับสัญญาณจะรับแสงเพื่อถอดสัญญาณที่ได้รับเพื่อไปส่งเป็นสัญญาณเปิดปิด(ON/OFF) หรือ ไปส่งงานสวิทซ์ที่ทำหน้าที่เป็นลักษณะของดิจิทัลเอาต์พุต (Digital Output)

เซนเซอร์เสียง (Sound Sensors) เป็นเช่นเดียวกับไมโครโฟนวัดระดับของความดังของเสียงจากแหล่งกำเนิด หากความดังของเสียง (dB หรือ dBA) เกินกว่าที่ตั้งค่าไว้ เซนเซอร์จะทำให้เอาต์พุตแบบเปิดปิด (ON/OFF :Digital Output) ออกมา หรือ ออกมาเป็นแบบระดับความดัง (Sound Level : Analog Output) เซนเซอร์เสียงแบ่งออกได้เป็น 2 แบบคือ แบบเสียงปรกติ (Sound) และ เสียงความถี่สูงเกินการได้ยินอัลตราซาวด์ (Ultrasound Sensor / Ultrasonic Sensor) ซึ่งจำเป็นต้องมีตัวกำเนิดและตัวรับเสียงอัลตราซาวด์ และการวัดเสียงอัลตราซาวด์ที่สะท้อนจากวัตถุยังสามารถบอกได้ถึงระยะทางจากเซนเซอร์ถึงวัตถุนั้น ๆ ได้ด้วย

เซนเซอร์ความร้อน (Thermal Sensors) มีหน้าที่สำหรับการวัด หรือ ตั้งอุณหภูมิของกระบวนการที่ต้องการวัด หรือ ควบคุมอุณหภูมิ เซนเซอร์ความร้อนมีอยู่ด้วยกัน 2 แบบตามเอาต์พุต คือ แบบเปิดปิดวงจร (ดิจิทัล) และแบบอะนาล็อกที่วัดออกมาเป็นค่าระดับของอุณหภูมิได้

เทอร์โมสตัท - เป็น แบบเปิดปิดวงจร โดยใช้โลหะ 2 ชนิดประกบกันทำหน้าที่เป็นหน้าสัมผัสของสวิทซ์ เปิดปิดวงจร โดยอาศัยหลักการการขยายตัวของวัตถุเมื่อได้รับความร้อน เมื่อโลหะที่ประกบกันได้รับความร้อนเท่า ๆ กันโลหะทั้งสองจะขยายตัวในสัดส่วนที่ไม่เท่ากัน ทำให้ชิ้นโลหะที่ประกบกันนั้นงอและทำให้วงจรที่เทอร์โมสตัทที่อยู่ติดวงจรไฟฟ้าออก ทำให้หยุดการทำงาน และเมื่อชิ้นโลหะที่ประกบของเทอร์โมสตัทเย็นตัวลง โลหะก็จะหดตัว หายงอ ทำให้มันกลับมาต่อวงจรอีกครั้ง

เทอร์โมคัปเปิ้ล - คืออุปกรณ์วัดอุณหภูมิโดยใช้หลักการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิหรือความร้อนมาเป็นแรงเคลื่อนไฟฟ้า (Electromotive Force; EMF) เทอร์โมคัปเปิ้ลทำมาจากโลหะตัวนำที่ต่างกัน 2 ชนิด นำมาเชื่อมต่อปลายทั้งสองเข้าด้วยกันที่ปลายด้านหนึ่ง เรียกว่าจุดวัดอุณหภูมิ ส่วนปลายอีกด้านหนึ่งปล่อยให้แยกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เรียกว่าจุดอ้างอิง หากจุดวัดอุณหภูมิและจุดอ้างอิงมีอุณหภูมิต่างกันก็จะทำให้มีการนำกระแสในวงจรเทอร์โมคัปเปิลทั้งสองข้าง ปรากฏการณ์ดังกล่าวนี้ค้นพบโดย Thomus Seebeck นักวิทยาศาสตร์ชาวเยอรมันในปี ค.ศ.1821 ชนิดของเทอร์โมคัปเปิล ในปัจจุบันมีอยู่หลายชนิด ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มคือเทอร์โมคัปเปิลแบบพื้นฐาน (Base metal) เป็นแบบที่ใช้ทำมาจากโลหะที่หาง่าย ราคาถูก หาซื้อง่าย เทอร์โมคัปเปิลกลุ่มนี้จึงมีการใช้งานอย่างกว้างขวางในอุตสาหกรรม และ เทอร์โมคัปเปิลแบบโลหะพิเศษ (Rare metal) เป็นกลุ่มที่ใช้โลหะพิเศษที่สร้างขึ้นเฉพาะ จึงมีราคาสูงแต่จะได้ ช่วงอุณหภูมิวัดที่กว้างกว่าเทอร์โมคัปเปิลแบบพื้นฐาน โดยสามารถแบ่งช่วงอุณหภูมิที่ใช้งานในอุตสาหกรรมทั่วไปได้ 4 ระดับคือ ชนิด E, J, K, N, T, B, R, และ S โดยเทอร์โมคัปเปิลชนิด K เป็นชนิดที่พบมากที่สุดกว่า 90% ส่วนชนิด B R และ S นั้นจะพบในอุตสาหกรรมบางประเภทที่ใช้อุณหภูมิสูง เช่น เซรามิก เทอร์โมคัปเปิลในแต่ละชนิดจะให้แรงเคลื่อนไฟฟ้า (มิลลิโวลต์) ได้ไม่เท่ากัน เช่น ที่ 100°C เทอร์โมคัปเปิลชนิด K จ่ายแรงดันออกมา 4.096 mV แต่เทอร์โมคัปเปิลชนิด S ให้แรงดันไฟฟ้าที่ 0.646 mV เท่านั้น ตารางอุณหภูมิ-แรงเคลื่อนไฟฟ้าของเทอร์โมคัปเปิลแต่ละชนิดสามารถดูได้จากตาราง ITS-90 ขององค์กร American Society for Testing and Materials (ASTM) ซึ่งไว้ใช้ในการสอบเทียบ (calibration) ของตัวเทอร์โมคัปเปิล

เทอร์มิสเตอร์ เป็นตัววัดอุณหภูมิที่ใช้การเปรียบเทียบกับความต้านทานที่วัดได้จากตัวเซนเซอร์ เทอร์มิสเตอร์มาจากคำว่า Thermo + Resistor เทอร์มิสเตอร์อาจเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า “ตัวต้านทานความร้อน” (Thermal Resistor) เป็นอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำที่ทำมาจากโลหะออกไซด์ เช่น แมงกานีส, นิกเกิล, โคบอลต์, ทองแดงและยูเรเนียม เป็นต้น โดยสารเหล่านี้จะมีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิและมีคุณสมบัติที่เปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานไปตามอุณหภูมิของตัวมัน เทอร์มิสเตอร์โดยทั่วไปจะมีลักษณะเป็นเม็ดลูกปัดขนาดเล็กๆ จนถึงขนาด 1 นิ้ว และอีกแบบจะเป็นแบบแท่งยาวประมาณ 1/4 – 2 นิ้ว ส่วนค่าความต้านทานของเทอร์มิสเตอร์นั้นจะมีค่าโดยประมาณอยู่ในช่วง 10-100 KOhm ชนิดของเทอร์มิสเตอร์ แบบ NTC (Negative Temperature Coefficient) เป็นเทอร์มิสเตอร์แบบที่ค่าความต้านทานจะลดลงเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น และ แบบ PTC (Positive Temperature Coefficient) เป็นเทอร์มิสเตอร์แบบที่ค่าความต้านทานจะเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น

2.2.2 ชุดต้นกำลัง (Actuator)

ชุดต้นกำลังคืออุปกรณ์ที่ใช้แปลงพลังงานศักย์ไปเป็นพลังงานจลน์ ที่ไว้ขับเคลื่อนกลไกต่าง ๆ ของเครื่องจักรที่ตัวต้นกำลังนั้นติดตั้งอยู่ ชุดต้นกำลังในงานระบบอัตโนมัติมีอยู่ 3 แบบหลักคือ แบบใช้แรงดันลมแบบไฮดรอลิกส์ และ แบบใช้ไฟฟ้า ตัวต้นกำลังอย่างเช่น กระบอกลม กระบอกไฮดรอลิกส์ มอเตอร์ลม มอเตอร์ไฟฟ้า โซลินอยด์ เป็นต้น กับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DC Motor

Linear DC Motor

Solenoid

Stepping Motor

Stepping Motor - Full Step

Stepping Motor - Half Step

Servo Motor

2.2.3. ส่วนควบคุม

ส่วนควบคุมที่ประกอบด้วยอุปกรณ์รีเลย์ อุปกรณ์ตัวนับ และ อุปกรณ์หน่วงเวลา

รีเลย์ (Relay) เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ทำหน้าที่ ตัด-ต่อวงจร เหมือนกับสวิตช์แต่ถูกสั่งงานตัดต่อหน้าสัมผัส (Contact) ด้วยแม่เหล็กไฟฟ้า โดยการที่จะทำให้แม่เหล็กไฟฟ้าทำงานก็ต้องจ่ายไฟให้ขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้า (Coil) ตามที่กำหนด เมื่อจ่ายไฟให้กับขดลวดของตัวรีเลย์มันจะทำให้หน้าสัมผัสติดหรือจากออกจากกันและนำ การตัดต่อหน้าสัมผัสนี้ไปควบคุมการทำงานของวงจรอื่นต่อไป ในปัจจุบันยังมีรีเลย์ในรูปแบบของโซลิตสเตจ รีเลย์ (Solid State Relay) ที่เป็นการทำงานด้วยวงจรรีเลย์อิเล็กทรอนิกส์แทนหน้าสัมผัสที่เป็นกลไกและแม่เหล็ก ประเภทของรีเลย์ แบ่งออกตามลักษณะการใช้งานได้เป็น 2 ประเภทคือ รีเลย์กำลัง (Power Relay) หรือ เรียกกันว่าคอนแทกเตอร์ (Contactor or Magnetic-Contactor) ใช้ในการควบคุมไฟฟ้ากำลัง มีขนาดใหญ่ กว่ารีเลย์ธรรมดา ขดลวดมักจะใช้ไฟ 220 VAC ในการสั่งให้ดูหน้าสัมผัสให้ติดกัน และหน้าสัมผัสสามารถทน กระแสสูงได้มากกว่า 20 แอมป์ ขึ้นไป คอนแทกเตอร์ หรือ แมคเนติกคอนแทกเตอร์ และ รีเลย์ควบคุม (Controlling Relay) เรียกกันทั่วไปว่า “รีเลย์” มีขนาดเล็กกำลังไฟฟ้าต่ำ ใช้ในวงจรควบคุมทั่วไปที่มี กำลังไฟฟ้าไม่มากนัก หรือเพื่อการควบคุมรีเลย์หรือคอนแทกเตอร์ขนาดใหญ่รีเลย์ควบคุมนี้ยังรวมถึงโซลิต สเตจรีเลย์ด้วย โดยขดลวดใช้ไฟ ตั้งแต่ 3 โวลต์ ถึง 30 โวลต์ กระแสตรงและหน้าสัมผัสสามารถทนกระแส สูงสุดได้ไม่เกิน 10-15 แอมป์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์ตัวนับ (Counter) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้คู่กับเซนเซอร์สำหรับการนับจำนวนของสัญญาณที่ส่งออกมาจากเซนเซอร์หรือรีเลย์ที่ต่อไว้เมื่อนับสัญญาณได้เท่าหรือเกินจำนวนที่กำหนดไว้ที่ตัวอุปกรณ์นับ มันก็จะทำการสั่งงานให้คอนเทคของตัวนับนั้นต่อวงจรลงมา และ มันจะกลับคืนสู่สภาวะทำงานใหม่เมื่อมีการรีเซ็ต

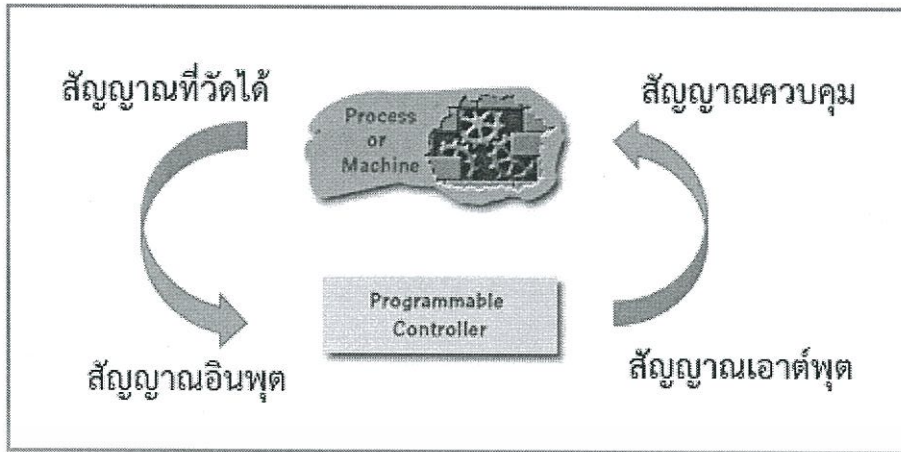
อุปกรณ์หน่วงเวลา (Timer) เป็นอุปกรณ์สวิตช์ที่สามารถใช้ตั้งเวลาควบคุมการทำงานของสวิตช์ให้ปิดหรือเปิดได้ตามที่ต้องการรีเลย์ตั้งเวลามีอยู่หลายชนิด เช่น รีเลย์ตั้งเวลาด้วยของเหลวหรือน้ำมัน รีเลย์ตั้งเวลาด้วยลมอัดรีเลย์เวลาด้วยซิงโครนสมอเตอร์ และรีเลย์ตั้งเวลาด้วยอิเล็กทรอนิกส์

2.3. ระบบควบคุมแบบพีแอลซี

โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (Programmable logic Controller : PLC) เป็นอุปกรณ์ควบคุมการทำงานของเครื่องจักรหรือกระบวนการทำงานต่างๆ โดยภายในมี Microprocessor เป็นมันสมองสั่งการที่สำคัญ PLC จะมีส่วนที่เป็นอินพุตและเอาต์พุตที่สามารถต่อออกไปใช้งานได้ทันที ตัวตรวจวัดหรือสวิตช์ต่างๆ จะต่อเข้ากับอินพุต ส่วนเอาต์พุตจะใช้ต่อออกไปควบคุมการทำงานของอุปกรณ์หรือเครื่องจักรที่เป็นเป้าหมาย เราสามารถสร้างวงจรหรือแบบของการควบคุมได้โดยการป้อนเป็นโปรแกรมคำสั่งเข้าไปใน PLC นอกจากนี้ยังสามารถใช้งานร่วมกับอุปกรณ์อื่นเช่นเครื่องอ่านบาร์โค้ด (Barcode Reader) เครื่องพิมพ์ (Printer) ซึ่งในปัจจุบันนอกจากเครื่อง PLC จะใช้งานแบบเดี่ยว (Standalone) แล้วยังสามารถต่อ PLC หลายๆ ตัวเข้าด้วยกัน (Network) เพื่อควบคุมการทำงานของระบบให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นด้วยจะเห็นได้ว่าการใช้งาน PLC มีความยืดหยุ่นมากดังนั้นในโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ จึงเปลี่ยนมาใช้ PLC มากขึ้น

การทำงานของ PLC เป็นอุปกรณ์ชนิดโซลิดสเตต (Solid State) ที่ทำงานแบบลอจิก (Logic Functions) การออกแบบการทำงานของ PLC จะคล้ายกับหลักการทำงานของคอมพิวเตอร์ จากหลักการพื้นฐานแล้ว PLC จะประกอบด้วยอุปกรณ์ที่เรียกว่า Solid-State Digital Logic Elements เพื่อให้ทำงานและตัดสินใจแบบลอจิก PLC ใช้สำหรับควบคุมกระบวนการทำงานของเครื่องจักรและอุปกรณ์ในโรงงานอุตสาหกรรม ข้อได้เปรียบการใช้ PLC เมื่อเทียบกับระบบของรีเลย์ (Relay) ที่จำเป็นจะต้องเดินสายไฟฟ้าหรือที่เรียกว่า Hard- Wired ฉะนั้นเมื่อมีความจำเป็นที่ต้องเปลี่ยนกระบวนการผลิต หรือลำดับการทำงานใหม่ก็ต้องเดินสายไฟฟ้าใหม่ ซึ่งเสียเวลาและเสียค่าใช้จ่ายสูง แต่เมื่อเปลี่ยนมาใช้ PLC แล้ว การเปลี่ยนกระบวนการผลิตหรือลำดับการทำงานใหม่นั้นทำได้โดยการเปลี่ยนโปรแกรมใหม่เท่านั้น นอกจากนี้แล้ว PLC ยังใช้ระบบโซลิด - สเตต ซึ่งน่าเชื่อถือกว่าระบบเดิม การกินกระแสไฟฟ้าน้อยกว่า และสะดวกกว่าเมื่อต้องการขยายขั้นตอนการทำงานของเครื่องจักร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

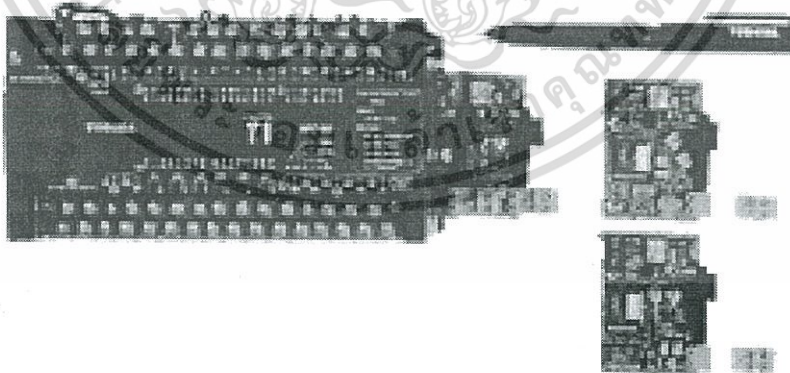


รูปที่ 2-8 ลักษณะการทำงานของ PLC

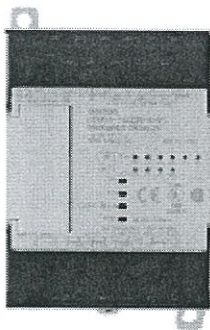
2.3.1. ชนิดของ PLC

PLC แบ่งตามโครงสร้างได้เป็น 2 ชนิด คือ PLC ชนิดบล็อก และ PLC ชนิดโมดูล

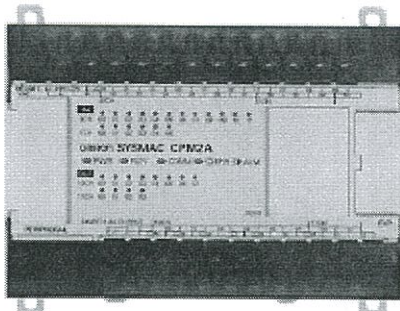
PLC ชนิดบล็อก (Block Type) หรือแบบคอมแพ็ค (Compact Type) คือ โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ที่มีขนาดเล็ก กะทัดรัด มีหน่วยอินพุต-เอาต์พุต และหน่วยสำหรับติดต่อสื่อสารข้อมูล ประกอบรวมกันอยู่ภายในโครงสร้างเดียวกัน ซึ่งโครงสร้างของ โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ที่มีลักษณะนี้ ได้แก่ PLC Simatic S7-200, Siemens LOGO, OMRON SYSMAC C20P, SYSMAC C20H, TOSHIBA T1 เป็นต้น สามารถแสดงตัวอย่าง PLC แบบ Block Type ซึ่งเหมาะสำหรับงานที่มีการกำหนดจำนวนอินพุต-เอาต์พุต ที่แน่นอนและมีจำนวนไม่มาก เช่น ใช้ในการควบคุมเครื่องจักร, การควบคุมการขับเคลื่อนมอเตอร์แบบต่าง ๆ เป็นต้น



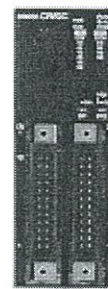
รูปที่ 2-9 PLC ชนิดบล็อก (Block Type PLCs)



CPM1A



CPM2A



CPM2C

รูปที่ 2-10 ตัวอย่างของ PLC แบบ Block Type

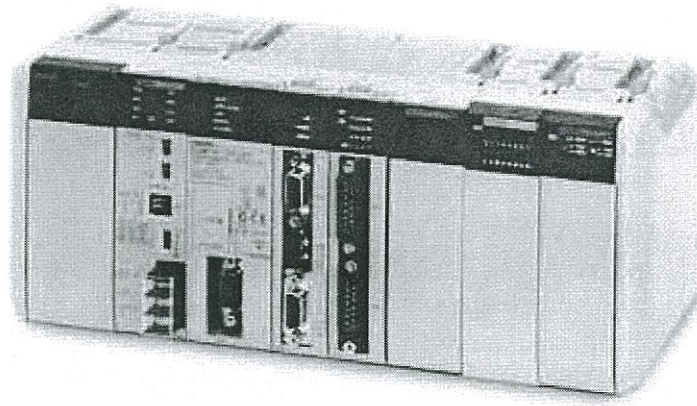
PLC ชนิดโมดูล (Modular Type PLCs) หรือแร็ค (Rack Type PLCs) เป็นชนิดที่ติดตั้งในตู้ ส่วนประกอบแต่ละส่วนสามารถแยกออกจากกันเป็นโมดูล (Modules) เช่น ภาควินพุต/เอาต์พุต จะอยู่ในส่วนของโมดูลอินพุต/เอาต์พุต (Input / Output Units) ซึ่งสามารถเลือกใช้งานได้ว่าจะใช้โมดูลขนาดกี่อินพุต/เอาต์พุต ซึ่งมีให้เลือกใช้งานหลายรูปแบบ อาจจะใช้เป็นอินพุตอย่างเดียวขนาด 8 /16 จุด หรือ เป็นเอาต์พุตอย่างเดียวขนาด 4/8/12/16 จุด ขึ้นอยู่กับรุ่นของ PLC ด้วย ยกตัวอย่างรุ่น OMRON SYSMAC H200, TOSHIBA รุ่น T2 เป็นต้น

ในส่วนของตัวประมวลผลและหน่วยความจำจะรวมอยู่ในซีพียูโมดูล (CPU Unit) เราสามารถเปลี่ยนขนาดของ CPU Unit ให้เหมาะสมตามความต้องการใช้งาน เช่น PLC รุ่น C200H α จะมี CPU ให้เลือกใช้งานหลายรุ่นเช่นรุ่น C200HE-CPU11E จะมีความแตกต่างกับ PLC รุ่น C200HX-CPU65 (ทั้งสองรุ่นเป็น PLC ตระกูล C200H α เหมือนกัน) ตรงขนาดความจุของโปรแกรม การเพิ่มจำนวนอินพุต/เอาต์พุต เป็นต้น

ส่วนประกอบต่างๆของ PLC ชนิดโมดูล ที่กล่าวมาทั้งหมดนั้น เมื่อต้องการใช้งาน จะถูกนำมาต่อร่วมกัน บางรุ่นใช้เป็นคอนเนคเตอร์ในการเชื่อมต่อกันระหว่างยูนิต เช่นรุ่น CQM1/CQM1H หรือ CJ1M/H/G แต่บางรุ่นใช้ Backplane ในการรวมยูนิตต่างๆเข้าด้วยกัน เพื่อให้สามารถใช้งานร่วมกันได้ สามารถยกตัวอย่าง PLC ชนิดโมดูล

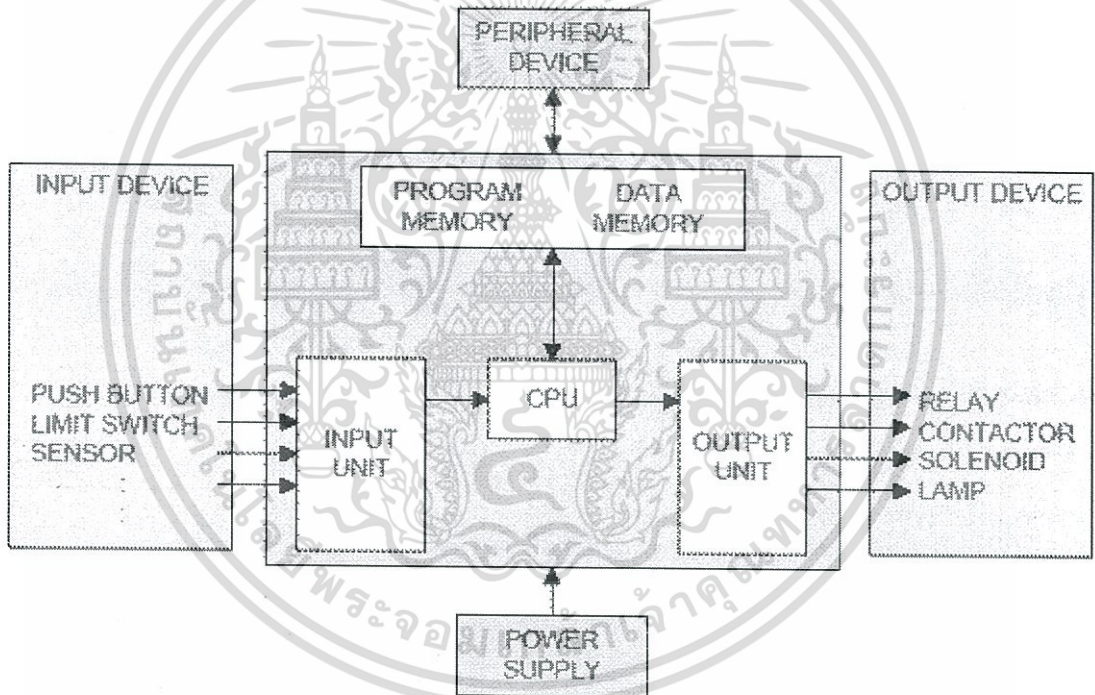
2.3.2. โครงสร้างของ PLC

PLC เป็นอุปกรณ์คอมพิวเตอร์สำหรับใช้ในงานอุตสาหกรรม PLC ประกอบด้วย หน่วยประมวลผลกลาง หน่วยความจำ หน่วยรับข้อมูล หน่วยส่งข้อมูล และหน่วยป้อนโปรแกรม PLC ขนาดเล็ก ส่วนประกอบทั้งหมดของ PLC จะรวมกันเป็นเครื่องเดียว แต่ถ้าเป็นขนาดใหญ่สามารถแยกออกเป็นส่วประกอบย่อยๆ ได้



รูปที่ 2-11 PLC OMRON

ลักษณะโครงสร้างภายในของ PLC ประกอบด้วย



รูปที่ 2-12 ลักษณะโครงสร้างภายในของ PLC

ตัวประมวลผล(CPU) ทำหน้าที่คำนวณและควบคุม ซึ่งเปรียบเสมือนสมองของ PLC ภายในประกอบด้วย วงจรลอจิกหลายชนิดและมีไมโครโพรเซสเซอร์เบส (Micro Processor Based) ใช้แทนอุปกรณ์จำพวกรีเลย์ เคาน์เตอร์/ไทม์เมอร์ และซีควเอนเซอร์ เพื่อให้ผู้ใช้สามารถออกแบบวงจรโดยใช้ Relay Ladder Diagram ได้ CPU จะยอมรับข้อมูลจากอุปกรณ์อินพุตต่างๆ จากนั้นจะทำการประมวลผลและเก็บข้อมูลโดยใช้โปรแกรม จากหน่วยความจำ หลังจากนั้นจะส่งส่งข้อมูลที่เหมาะสมและถูกต้องออกไปยังอุปกรณ์เอาต์พุต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CPU เป็นส่วนมันสมองของระบบ ภายใน CPU จะประกอบไปด้วยวงจร Logic Gate ชนิดต่างๆ หลายชนิด และมี Microprocessor-based ใช้สำหรับแทนอุปกรณ์จำพวกรีเลย์ (Relay) เคาน์เตอร์ (Counter) ไทเมอร์ (Timer) และซีควเอนเซอร์ (Sequencers) เพื่อให้ผู้ใช้ได้ออกแบบใช้วงจรรีเลย์แลตเตอร์ลอจิก (Relay Ladder Logic) เข้าไปได้ CPU จะยอมรับ (Read) อินพุต เดต้า (Input Data) จากอุปกรณ์ให้สัญญาณ (Sensing Device) ต่างๆ จากนั้นจะปฏิบัติการและเก็บข้อมูลโดยใช้โปรแกรมจากหน่วยความจำ และส่งข้อมูลที่เหมาะสมถูกต้องไปยังอุปกรณ์ควบคุม (Control Device) แหล่งของกระแสไฟฟ้าตรง (DC Current) สำหรับใช้สร้างโวลต์ต่ำ (Low Level Voltage) ซึ่งใช้โดยโปรเซสเซอร์ (Processor) และไอโอ โมดูล (I/O Modules) และแหล่งจ่ายไฟนี้จะเก็บไว้ที่ CPU หรือแยกออกไปติดตั้งที่จุดอื่นก็ได้ขึ้นอยู่กับผู้ผลิตแต่ละราย

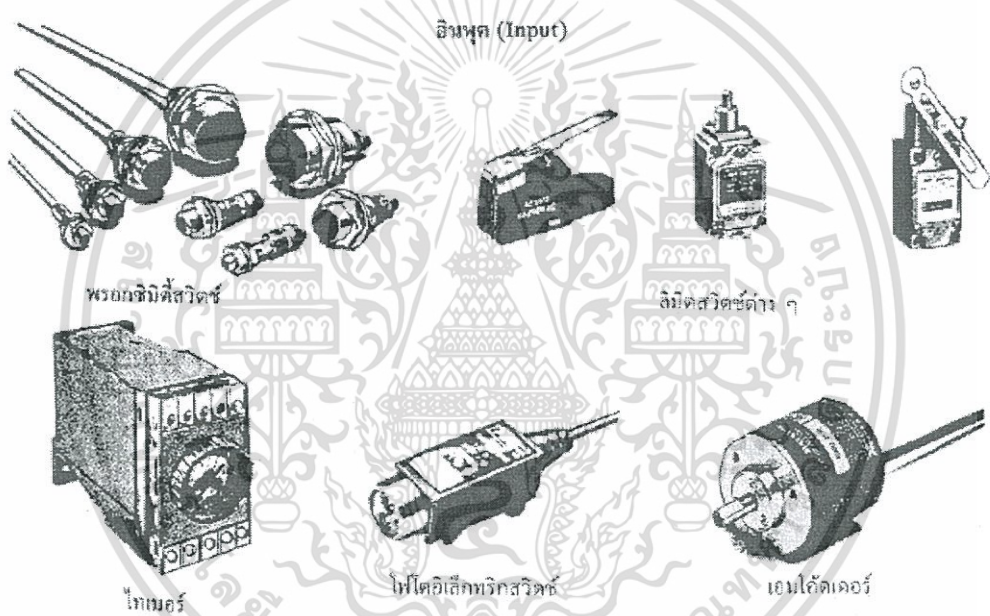
การประมวลผลของ CPU จากโปรแกรมทำได้โดยรับข้อมูลจากหน่วยอินพุตและเอาต์พุต และส่งข้อมูลสุดท้ายที่ได้จากการประมวลผลไปยังหน่วยเอาต์พุต เรียกว่า การสแกน (Scan) ซึ่งใช้เวลาจำนวนหนึ่ง เรียกว่า เวลาสแกน (Scan Time) เวลาในการสแกนแต่ละรอบใช้เวลาประมาณ 1 ถึง 100 msec. (0.001-0.1วินาที) ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับข้อมูลและความยาวของโปรแกรม หรือจำนวนอินพุต/เอาต์พุตหรือจำนวนอุปกรณ์ที่ต่อจาก PLC เช่น เครื่องพิมพ์ จอภาพ เป็นต้น อุปกรณ์เหล่านี้จะทำให้เวลาในการสแกนยาวนานขึ้น การเริ่มต้นการสแกนเริ่มจากรับคำสั่งของสถานะของอุปกรณ์จากหน่วยอินพุตมาเก็บไว้ในหน่วยความจำ (Memory) เสร็จแล้วจะทำการปฏิบัติการตามโปรแกรมที่เขียนไว้ที่คำสั่งจากหน่วยความจำนั้นจนสิ้นสุดแล้วส่งไปที่หน่วยเอาต์พุต ซึ่งการสแกนของ PLC ประกอบด้วย I/O Scan คือ การบันทึกสถานะข้อมูลของอุปกรณ์ที่เป็นอินพุต และให้อุปกรณ์เอาต์พุตทำงาน และ Program Scan คือ การให้โปรแกรมทำงานตามลำดับก่อนหลัง

หน่วยความจำ (Memory Unit) หน่วยความจำของ PLC ประกอบด้วย หน่วยความจำชนิด RAM และ ROM โดยขนาดของหน่วย ความจำจะถูกแบ่งออกเป็นบิตข้อมูล (Data Bit) ภายในหน่วยความจำ 1 บิต ก็จะมีค่าสถานะทางลอจิก 0 หรือ 1 แตกต่างกันไปแล้วแต่คำสั่ง ซึ่ง PLC ประกอบด้วยหน่วยความจำสองชนิดคือ RAM และ ROM โดยที่ RAM (Random Access Memory) ทำหน้าที่เก็บโปรแกรมของผู้ใช้และข้อมูลสำหรับใช้ในการปฏิบัติงานของ PLC ตามโปรแกรมของผู้ใช้ หน่วยความจำประเภทนี้จะมีแบตเตอรี่เล็กๆ ต่อไว้ เพื่อใช้เลี้ยงข้อมูลเมื่อเกิดไฟดับ การอ่านและเขียนโปรแกรมลงใน RAM ทำได้ง่ายมาก จึงเหมาะกับการใช้งานในระยะทดลองเครื่องที่มีการเปลี่ยนแปลงแก้ไขโปรแกรมบ่อยๆ และ ROM ที่ย่อมาจาก Read Only Memory ทำหน้าที่เก็บโปรแกรมสำหรับการปฏิบัติงานของ PLC ตามโปรแกรมของผู้ใช้ สามารถโปรแกรมได้แต่ลบไม่ได้ ถ้าชำรุดแล้วซ่อมไม่ได้

หน่วยอินพุต-เอาต์พุต (Input-Output Unit) ส่วนของอินพุตและเอาต์พุต (I/O Unit) จะต่อร่วมกับชุดควบคุมเพื่อรับสถานะและสัญญาณต่างๆ เช่น หน่วยอินพุตรับสัญญาณหรือสภาวะแล้วส่งไปยัง CPU เพื่อไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประมวลผล เมื่อ CPU ประมวลผลแล้วจะส่งให้ส่วนของเอาต์พุต เพื่อให้อุปกรณ์ทำงานตามที่โปรแกรมเอาไว้ หน่วยอินพุตทำหน้าที่รับสัญญาณจากอุปกรณ์ภายนอกแล้วแปลงสัญญาณให้เป็นสัญญาณที่เหมาะสมแล้วส่งให้หน่วยประมวลผลต่อไป สัญญาณอินพุตจากภายนอกที่เป็นสวิตช์และตัวตรวจจับชนิดต่างๆ จะถูกแปลงให้เป็นสัญญาณที่เหมาะสมถูกต้อง ไม่ว่าจะ เป็น AC หรือ DC เพื่อส่งให้ CPU ดังนั้น สัญญาณเหล่านี้จึงต้องมีความถูกต้องไม่เช่นนั้นแล้ว CPU จะเสียหายได้

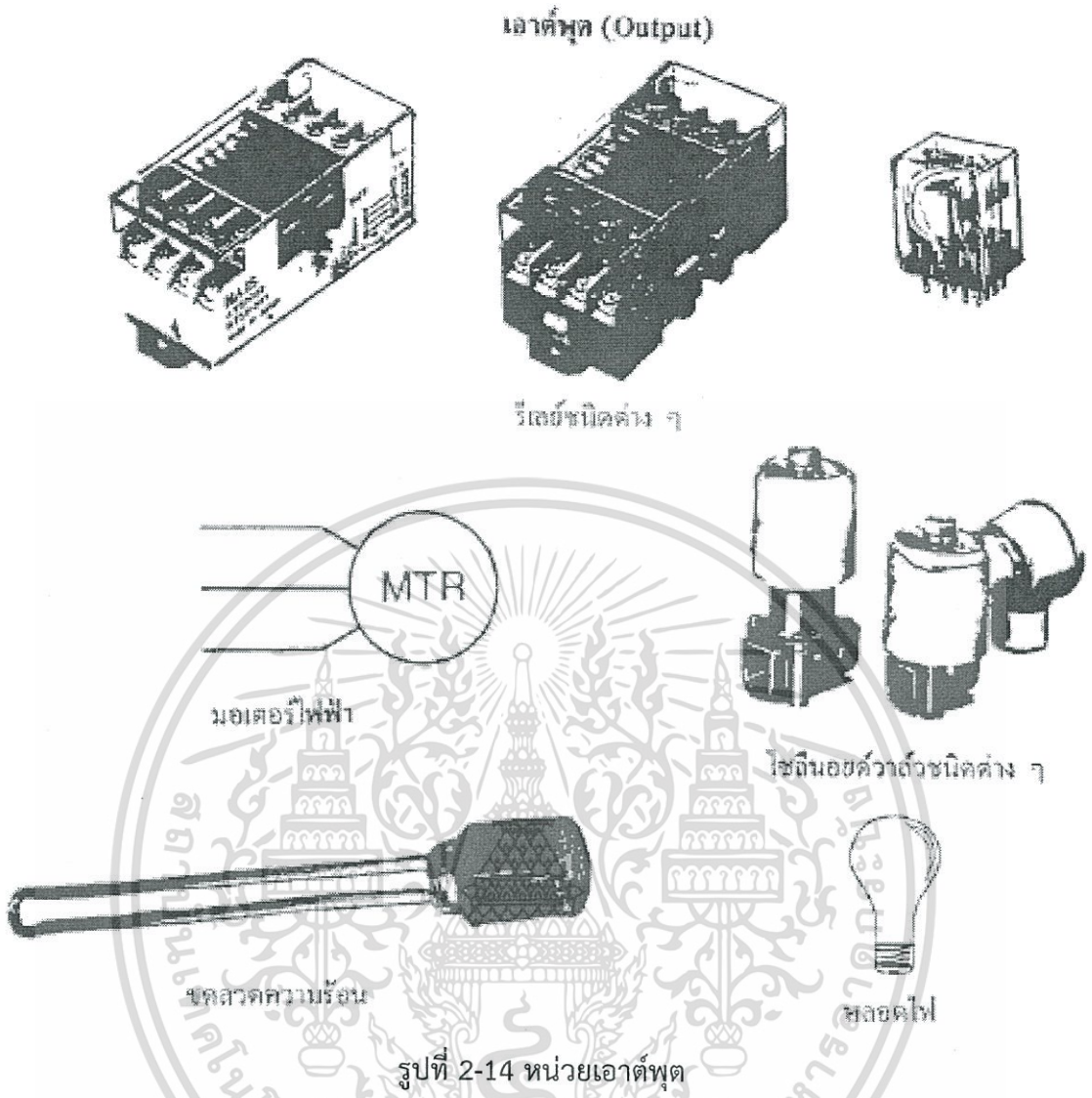
อุปกรณ์ที่ใช้เป็นสัญญาณอินพุต ได้แก่ พรอกซิมีตี้สวิตช์ (Proximity Switch) ลิมิตสวิตช์ (Limit Switch) ไทเมอร์ (Timer) โฟโตอิเล็กทริกสวิตช์ (Photoelectric Switch) เอนโค้ดเดอร์(Encoder) เคาน์เตอร์ (Counter) เป็นต้น



รูปที่ 2-13 หน่วยอินพุต

หน่วยเอาต์พุตทำหน้าที่รับค่าสถานะที่ได้จากการประมวลผลของ CPU แล้วนำค่าเหล่านี้ไปควบคุมอุปกรณ์ทำงาน เช่น รีเลย์ โซลินอยด์ หลอดไฟ มอเตอร์ และวาล์ว เป็นต้น นอกจากนั้นแล้ว ยังทำหน้าที่แยกสัญญาณของหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ออกจากอุปกรณ์เอาต์พุต โดยปกติเอาต์พุตนี้จะมีความสามารถขับโหลดด้วยกระแสไฟฟ้าประมาณ 1-2 แอมแปร์ แต่ถ้าโหลดต้องการกระแสไฟฟ้ามากกว่านี้ จะต้องต่อเข้ากับอุปกรณ์ขับอื่นเพื่อขยายให้รับกระแสไฟฟ้ามากขึ้น เช่น รีเลย์หรือคอนแทคเตอร์ เป็นต้น อุปกรณ์ที่ใช้เป็นสัญญาณเอาต์พุต ได้แก่ รีเลย์(Relay) มอเตอร์ไฟฟ้า (Electric Motor) โซลินอยด์ (Solenoid) ขดลวดความร้อน(Heat Coil) หลอดไฟ(Lamp) เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เครื่องป้อนโปรแกรม (Programming Device) เครื่องป้อนโปรแกรม (Hand Held) ทำหน้าที่ ควบคุมโปรแกรมของผู้ใช้ลงในหน่วยความจำของ PLC นอกจากนี้ยังทำหน้าที่ติดต่อระหว่างผู้ใช้กับ PLC เพื่อให้ผู้ใช้สามารถตรวจการปฏิบัติงานของ PLC และผลการควบคุมเครื่องจักรและกระบวนการตามโปรแกรมควบคุมที่ผู้ใช้เขียนขึ้นได้อีกด้วยเครื่องป้อนโปรแกรม (Hand Held) แต่ละยี่ห้อจะไม่เหมือนกันแต่มีจุดประสงค์ในการทำงานที่เหมือนกัน

แหล่งจ่ายไฟ (Power Supply) ทำหน้าที่จ่ายพลังงานและรักษาระดับแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงให้กับ CPU Unit หน่วยความจำและหน่วยอินพุต/เอาต์พุต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.3. การทำงานของ PLC

PLC ทำงานโดยการกวาดหรือสแกน (Scan) โปรแกรมอย่างต่อเนื่อง ในการสแกนจะประกอบด้วยขั้นตอนที่สำคัญ 3 ขั้นตอนคือ

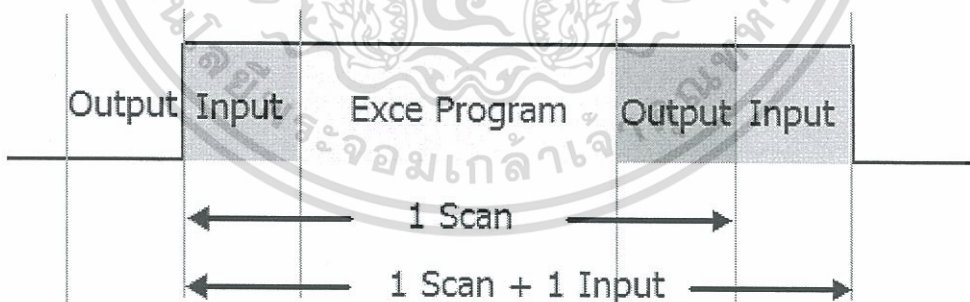
ขั้นตอนที่ 1 ตรวจสอบสถานะอินพุต (Check Input Status) เริ่มจากการตรวจสอบสถานะของอินพุตแต่ละตัวว่ามีสถานะเป็นอย่างไร (เปิดหรือปิด) แล้วนำสถานะของข้อมูลเหล่านั้นไปเก็บไว้ในหน่วยความจำเพื่อใช้ในขั้นตอนต่อไป

ขั้นตอนที่ 2 ประมวลผลโปรแกรม (Program Executed) ในขั้นตอนนี้ PLC จะประมวลผลตามโปรแกรมตามลำดับของคำสั่งที่ป้อนเข้าไป และจะเก็บผลลัพธ์ของการประมวลผลไว้ในหน่วยความจำเพื่อใช้ในขั้นตอนที่ 3

ขั้นตอนที่ 3 มีการปรับเปลี่ยนสถานะของเอาต์พุต (Update Output Status) ในขั้นตอนนี้สุดท้ายนี้ PLC จะปรับเปลี่ยนสถานะเอาต์พุตตามโปรแกรมที่เขียนขึ้น คือถ้าสถานะของอินพุตตัวใดตัวหนึ่งในระหว่างขั้นตอนแรกที่มีการเปลี่ยนแปลง และผลลัพธ์ของการประมวลผลในขั้นตอนที่สองให้อาต์พุตเปลี่ยนแปลงก็จะส่งผลให้ขั้นตอนที่สามมีการเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย

หลังจากขั้นตอนที่ 3 แล้วเครื่อง PLC ก็จะกลับไปเริ่มต้นทำขั้นตอนที่ 1 อีกโดยทำงานซ้ำกันทุกขั้นตอนไปเรื่อย ๆ ซึ่งระยะเวลาที่ใช้ในทั้ง 3 ขั้นตอนนี้เรียกว่า 1 สแกนไทม์ (Scan time) ระยะเวลาในการตอบสนองทั้งหมดของ PLC เป็นองค์ประกอบสิ่งหนึ่งที่ต้องนำมาพิจารณาเสมอ เนื่องจาก PLC จะต้องใช้ระยะเวลาหนึ่งในการตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลง ซึ่งระยะเวลาในการตอบสนองของ PLC สามารถคำนวณได้จากสมการ

$$\text{Total Response Time} = \text{Input Response Time} + \text{Program Execution Time} + \text{Output Response Time}$$



รูปที่ 2-15 ลำดับในการตอบสนองทั้งหมดของ PLC

บทที่ 3

ขั้นตอนการทำงาน

3.1. การออกแบบการทดลอง

การออกแบบการทดลองจะแบ่งออกเป็น 3 หัวข้อหลักคือ การทดลองต่อวงจรลม การทดลองต่อวงจรรีเลย์ และ การทดลองการโปรแกรม PLC โดยในแต่ละหัวข้อจะมีการทดลองย่อยแบ่งตามหัวข้อการเรียนรู้อธิบายในหัวข้อถัดไปดังนี้

3.1.1. การทดลองต่อวงจรลม

การทดลองต่อวงจรลมจะมีหัวข้ออยู่ 3 วงจรคือ วงจรซีเคานท์ วงจรเมมโมรี่ และ วงจรเคสเคท โดยแต่ละวงจรจะใช้อุปกรณ์ทั้งที่มีซ้ำและไม่ซ้ำกัน วงจรซีเคานท์เป็นวงจรพื้นฐานที่ทำงานได้ในรูปแบบง่าย ๆ ไม่ซับซ้อนใช้อุปกรณ์ในการต่อวงจรน้อยที่สุดในสามรูปแบบแต่จะมีข้อจำกัดของวงจรที่ไม่สามารถตอบสนองการทำงานที่ซับซ้อนได้ วงจรเมมโมรี่เป็นวงจรที่สามารถต่อได้ซับซ้อนมากขึ้นแต่กรรมวิธีการต่อจะตอบสนองเฉพาะรูปแบบการทำงานนั้น ๆ และถ้าต้องการต่อวงจรที่ซับซ้อนมาก ๆ จะเป็นวงจรที่ยุงยากมาก และ วงจรเคสเคทเป็นวงจรช่วยที่ทำให้การออกแบบวงจรที่ซับซ้อนง่ายขึ้นโดยใช้หลักการแบ่งขั้นตอนการทำงานเป็นส่วนย่อย ๆ แล้วใช้วิธีการออกแบบสองแบบแรกเข้ามาใช้ในส่วนย่อย ๆ นั้น

ตัวอย่างการทดลองวงจรซีเคานท์แบบ 2 กระทบกลม

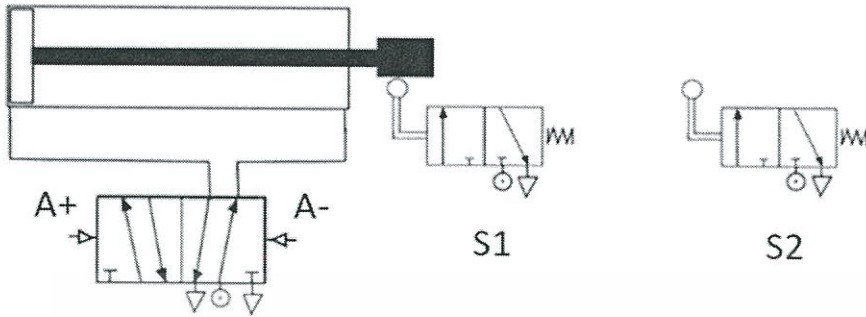
การต่อวงจรซีเคานท์เป็นการไล่การทำงานระหว่าง ตัวรับสัญญาณลมกับการสั่งงานกระทบกลม เป็นลำดับไป ตาม A+B+A-B- โดยไล่การทำงานเป็นขั้น ๆ ไปตามตาราง

จังหวะการทำงาน	วาล์วรับสัญญาณลมที่ถูกกด	การสั่งงานกระทบกลม	สายลมเลขที่
0	B- → S3	S3 → ST	1
1	S3 → ST	ST → A+	2
2	A+ → S2	S2 → B+	3
3	B+ → S4	S4 → A-	4
4	A- → S1	S1 → B-	5

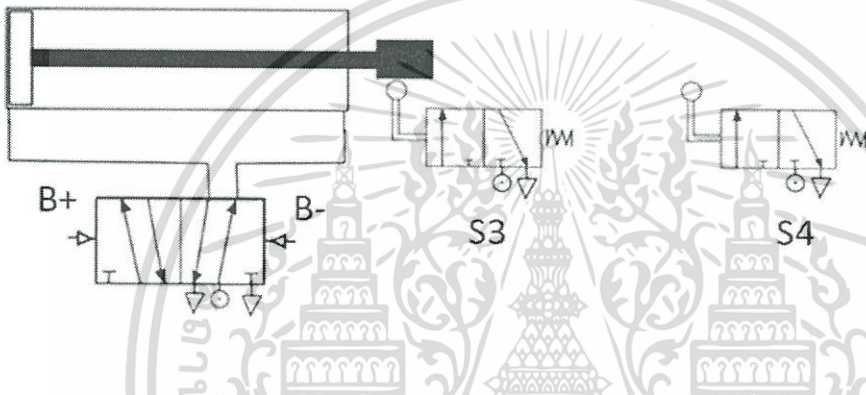
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

A+ B+ A- B-

กระบอกลม A



กระบอกลม B



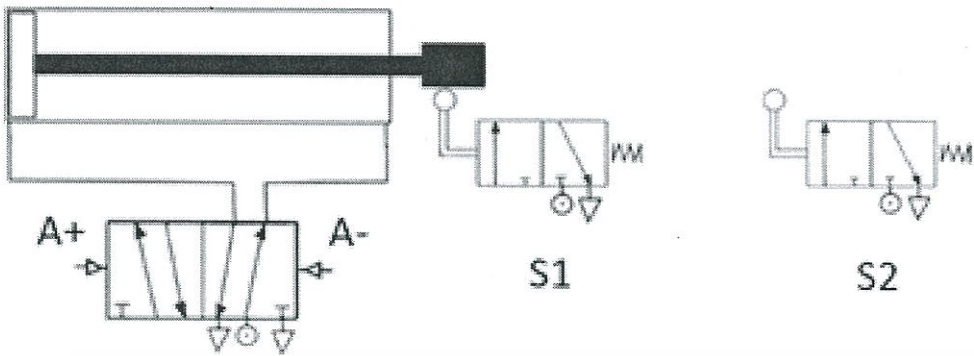
ตัวอย่างการทดลองวงจรซีเคานท์แบบ 3 กระบอกลม

การต่อวงจรซีเคานท์เป็นการไล่การทำงานระหว่าง ตัวรับสัญญาณลมกับการสั่งงานกระบอกลม เป็นลำดับไปตาม A+B+C+A-B-C- โดยไล่การทำงานเป็นขั้น ๆ ไปตามตาราง

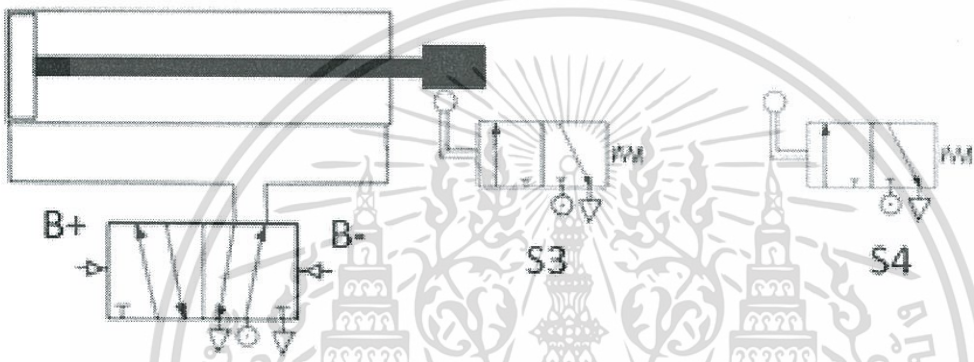
จังหวะการทำงาน	วาล์วรับสัญญาณลมที่ถูกกด	การสั่งงานกระบอกลม	สายลมเลขที่
0	C- → S5	S5 → ST	1
1	S5 → ST	ST → A+	2
2	A+ → S2	S2 → B+	3
3	B+ → S4	S4 → C+	4
4	C+ → S6	S6 → A-	5
5	A- → S1	S1 → B-	6
6	B- → S3	S3 → C-	7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

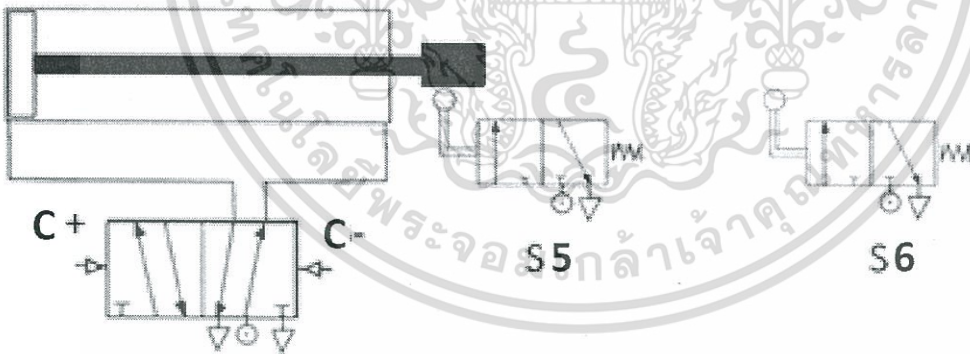
กระบอก A



กระบอก B



กระบอก C



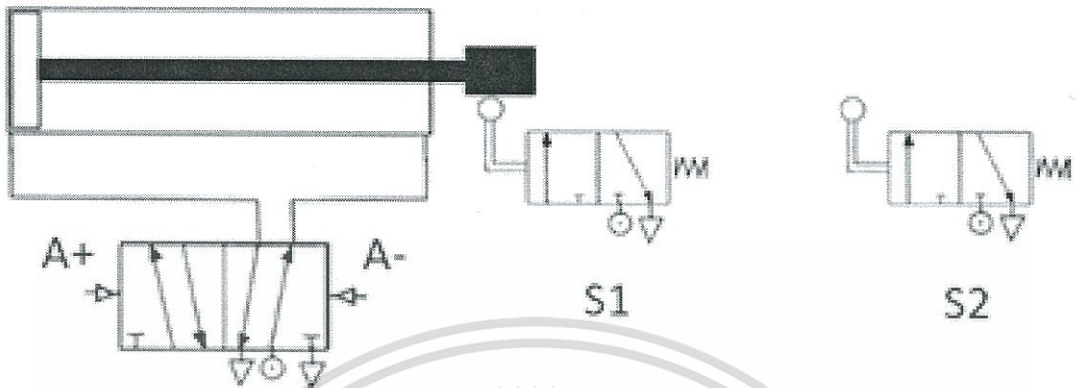
ตัวอย่างการทดลองวงจรเมมโมรี

การต่อวงจรเมมโมรีเป็นการต่อวงจรที่การต่อวงจรแบบซีเควนที่ไม่สามารถทำงานได้ การต่อวงจรทำตามสัญญาณการสั่งงานจากการเขียนผังสัญญาณ Signal Diagram ไปสั่งงานกระบอกลม โดยตัวอย่างจะเป็น A+B+B-A-

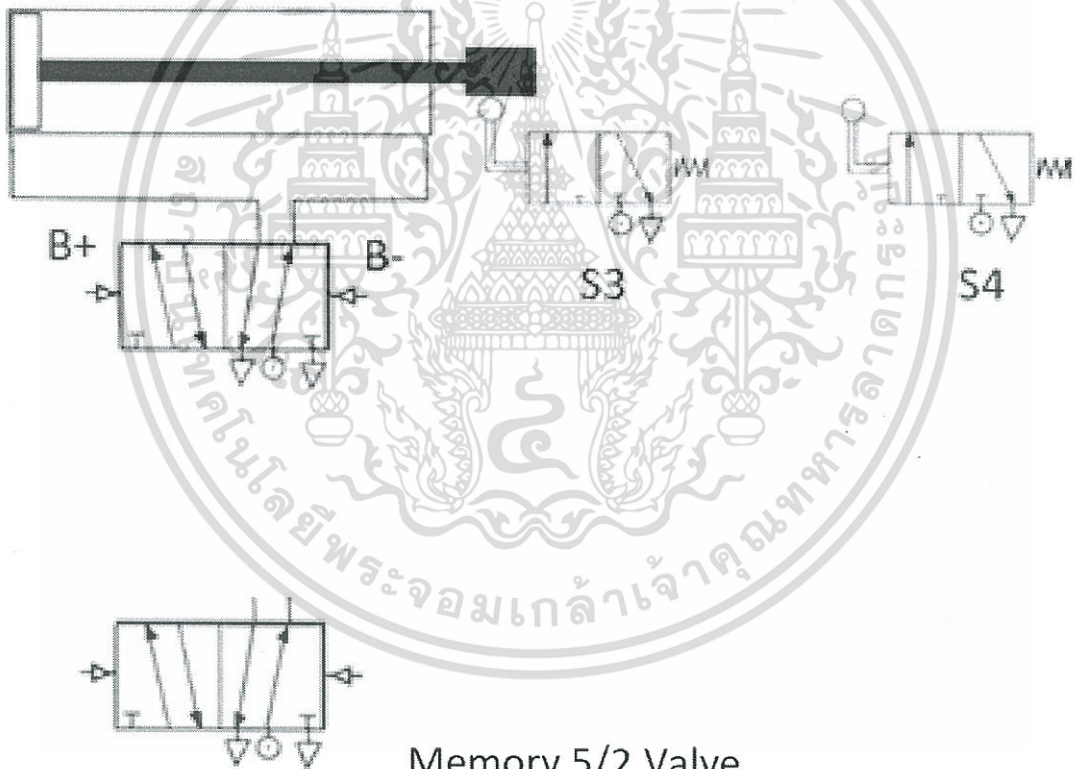
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

A+ B+ B- A-

กระบอ ก A



กระบอ ก B

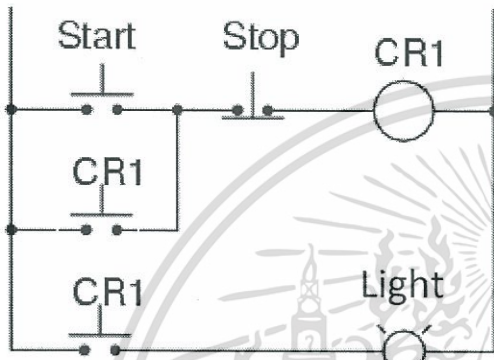


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

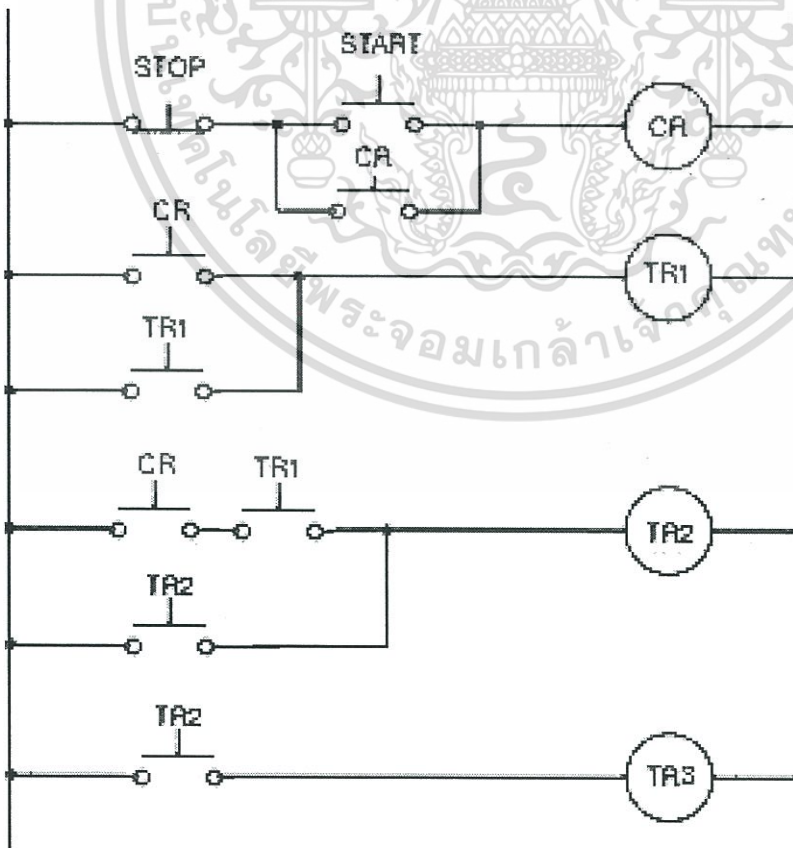
3.1.2. การทดลองต่อวงจรรีเลย์

การทดลองวงจรรีเลย์เพื่อให้นักศึกษาได้เรียนรู้ถึงการต่อวงจรที่ใช้รีเลย์และไทมเมอร์เป็นหลักในการควบคุมอุปกรณ์ต่าง ๆ โดยรูปแบบวงจรพื้นฐานจะมีอยู่ด้วยกัน 3 วงจรหลักคือ วงจรเซต/รีเซ็ต วงจรซีเคานท์ และ วงจรรีเซ็ตซีฟ ที่จะทำให้นักศึกษาได้ทำในการทดลอง

วงจรเซต/รีเซ็ต



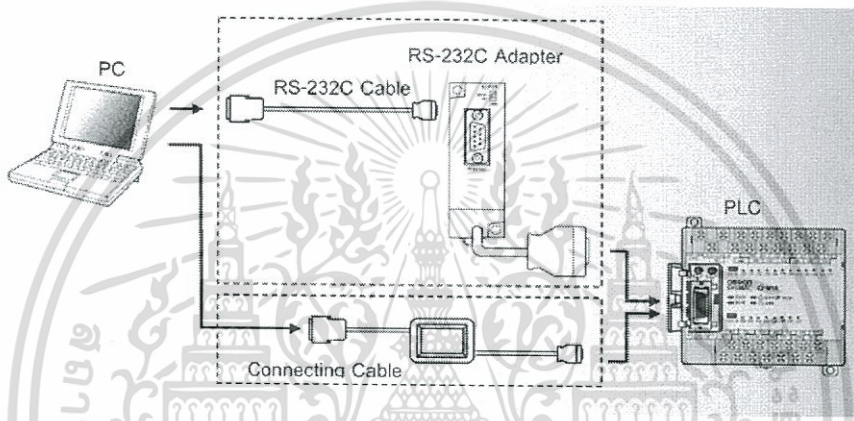
วงจรซีเคานท์



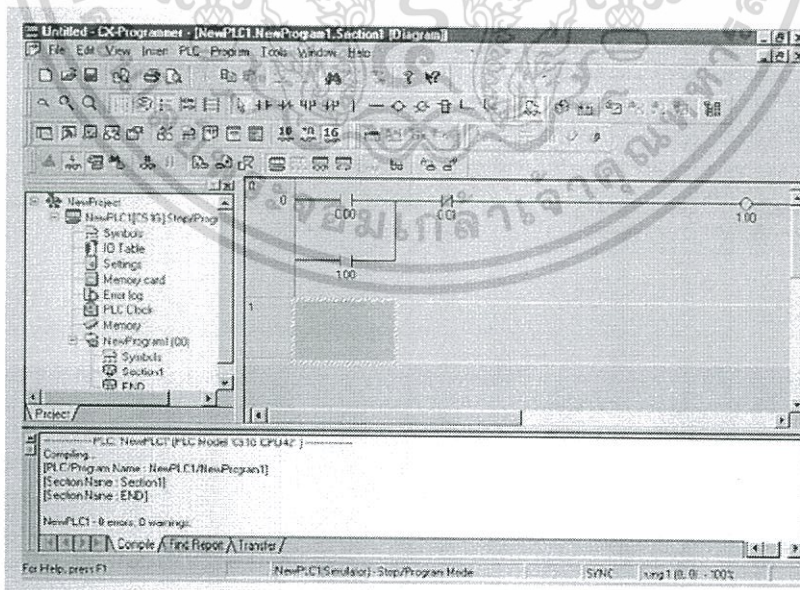
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.3. การทดลองการโปรแกรม PLC

การทดลองโปรแกรม PLC เพื่อให้นักศึกษาได้เรียนรู้ถึงการต่อ PLC กับ คอมพิวเตอร์สำหรับโปรแกรม และทำการโปรแกรม PLC ด้วย Software เฉพาะทำการเขียนโปรแกรมที่ใช้ในการควบคุมอุปกรณ์ต่าง ๆ โดยรูปแบบวงจรแลตเตอร์ (Ladder) พื้นฐานที่ใช้เป็นวงจรซีควენტซ์สตาร์ทสต็อป ได้ทำการทดลองในการเขียนโปรแกรมให้กับ PLC ได้ โดยใช้งานร่วมกับซอฟต์แวร์ (Software) เฉพาะของ PLC ของ OMRON จะใช้ซอฟต์แวร์ที่มีชื่อ CX-Programmer ใช้กับระบบปฏิบัติการ Window ดังภาพ



รูปที่ 3-1 การต่อ PLC



รูปที่ 3-2 หน้าโปรแกรม CX-Programmer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2. การติดตั้งชุดทดลอง

การติดตั้งชุดทดลองได้ทำการวางแผน บนแผงทดลองและทำการติดตั้งอุปกรณ์ตามลำดับต่อไปนี้

- การติดตั้งอุปกรณ์ลม
- การติดตั้งอุปกรณ์ระบบไฟฟ้าอุตสาหกรรม
- การติดตั้งอุปกรณ์ระบบควบคุมแบบพีแอลซี



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

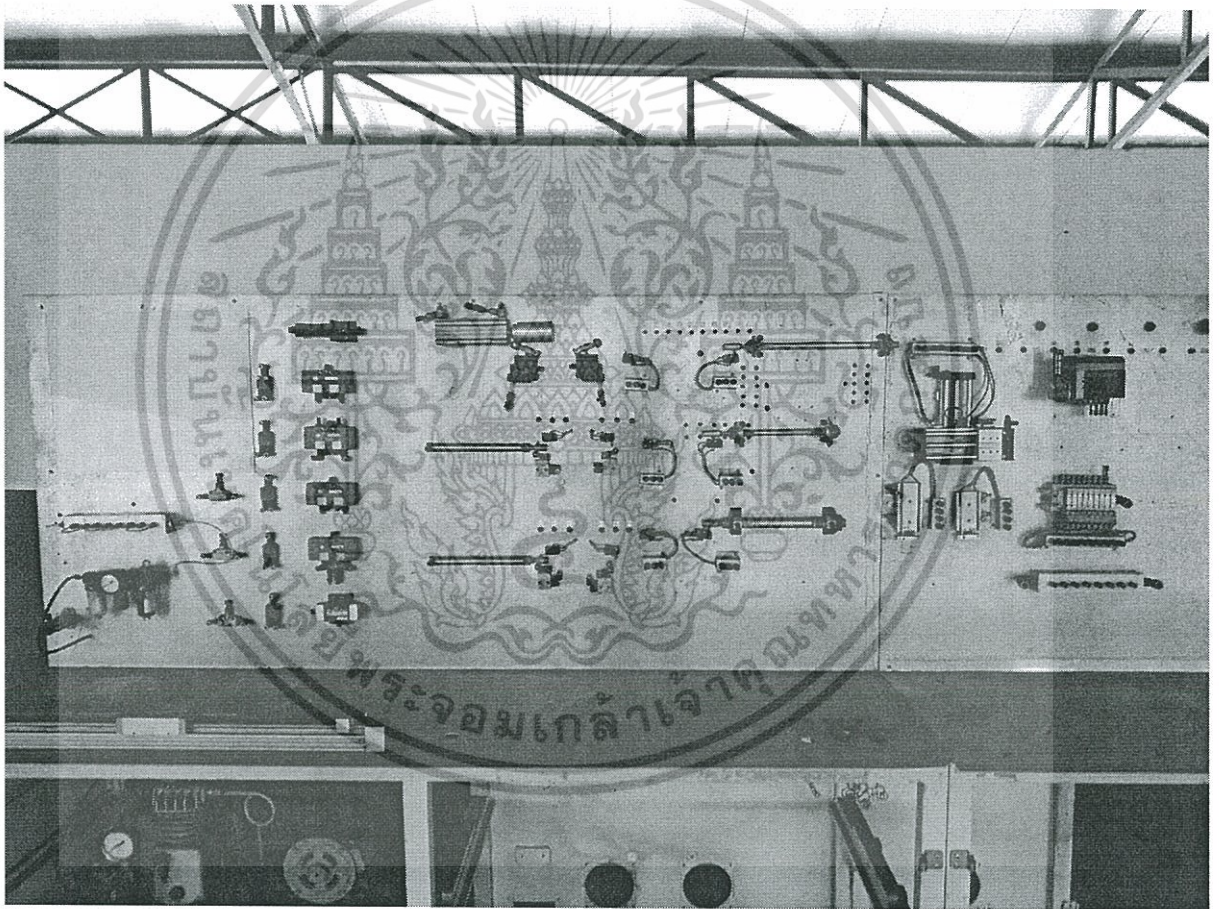
ผลการทำงาน

4.1. การติดตั้งชุดทดลอง

4.1.1. ผลการติดตั้งอุปกรณ์ลม

4.1.2. ผลการติดตั้งอุปกรณ์ระบบไฟฟ้าอุตสาหกรรม

4.1.3. การติดตั้งอุปกรณ์ระบบควบคุมแบบพีแอลซี

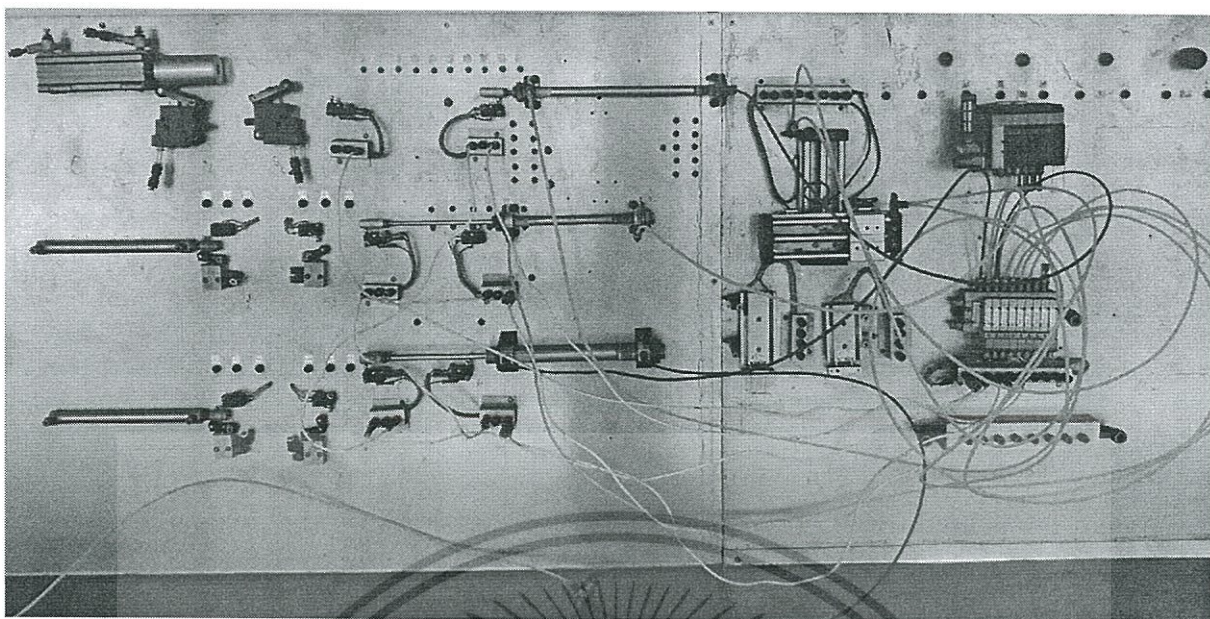


รูปที่ 4-1 ชุดทดลองที่จัดทำขึ้น

4.2. การทดลองใช้งาน

หลังจากที่จัดประกอบอุปกรณ์ขึ้นบนแผงทดลองเสร็จสิ้น ได้ทำการทดลองการต่อวงจรเพื่อทำการทดสอบการทำงานว่าอุปกรณ์ทำงานได้อย่างสมบูรณ์หรือไม่ ซึ่งจากการทดลองใช้งานผลที่ได้เป็นที่น่าพอใจต่อผู้ทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4-2 การทดลองวงจรพื้นฐาน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุป

5.1. บทสรุป

จากการดำเนินการปรับปรุงชุดทดลองอัตโนมัติจากเดิมที่ทรูคโธรมเพื่อให้ใช้งานได้ดีขึ้น โดยได้นำอุปกรณ์ที่ไม่พร้อมใช้งานและที่มีสภาพเสื่อมโทรมออกบางส่วน แล้วได้ทำการออกแบบและติดตั้งอุปกรณ์ชุดใหม่เข้าไปทดแทน ซึ่งประกอบด้วย

1. ตัวกระจายลม	2	ตัว
2. กระจบอกสูบ 2 ทาง	3	ตัว
3. สวิทช์แบบกด	6	ตัว
4. กระจบอกสูบ 2 ทาง พร้อมสวิทช์แม่เหล็ก	2	กระจบอก
5. กระจบอกสูบ 2 ทาง แบบ 2 ก้านสูบ พร้อมสวิทช์แม่เหล็ก	2	กระจบอก
6. ชุดโซลินอยด์แบบวาล์ว 5/2	2	ชุด

ตลอดระยะเวลาของการปรับปรุงชุดทดลองอัตโนมัติ ได้ทำการทดสอบ แก้ไขและปรับปรุงข้อบกพร่องต่างๆ ซึ่งได้มีใบงานการทดลองจำนวน 3 ชุด เพื่อความสมบูรณ์และความพร้อมในการใช้งาน

5.2. ข้อเสนอแนะ

1. ก่อนทำการทดลองทุกครั้งควรศึกษาวิธีการใช้งานของอุปกรณ์อย่างละเอียด และถ้าหากพบความผิดปกติหรืออุปกรณ์ที่ชำรุด ให้แจ้งอาจารย์ผู้ควบคุมทันที
2. ทุกครั้งที่ทำการทดลองจะต้องมีอาจารย์ควบคุมดูแลอย่างใกล้ชิด
3. ควรมีการตรวจสอบและประเมินคุณภาพของเนื้อหา ว่าสามารถสื่อให้ผู้เรียนเข้าใจในเนื้อหาครบถ้วนและถูกต้องหรือไม่
4. ควรมีการปรับปรุงและออกแบบชุดทดลองรวมถึงจัดสร้างแบบทดสอบเพิ่มเติม เพื่อให้สอดคล้องกับการนำไปใช้ในระบบการใช้งานจริง เพื่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจในระบบอัตโนมัติยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

1. นิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ ภัทร พงศ์กิตติคุณ ค.ศ. 2012 สำนักพิมพ์ ซีเอ็ดยูเคชั่น
2. คู่มือ PLC Omron ชั้น Basic ระดับที่ 1 พ.ศ. 2550 บริษัท ออมรอน อิเล็กทรอนิกส์จำกัด
3. คู่มือ PLC Omron ระดับที่ 2 พ.ศ. 2550 บริษัท ออมรอน อิเล็กทรอนิกส์จำกัด



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

การทดลองทางวิศวกรรมอุตสาหกรรม

เรื่อง การต่อวงจรลมพื้นฐาน (Basic Pneumatic Circuit)

คำนำ

การทดลองนี้เป็นการศึกษาเกี่ยวกับอุปกรณ์และการต่อวงจรพื้นฐานของระบบลมในโรงงานอุตสาหกรรม อุปกรณ์ที่ทำการศึกษได้แก่กระบอกลมชนิดต่าง ๆ รวมทั้งอุปกรณ์ควบคุมทิศทาง ปริมาตร อัตราการไหล และ เปิดปิดลม โดยในการทดลองนี้จะมี 3 การทดลองย่อยที่แยกออกตามแบบของวงจรทดลอง หลังจากต่อวงจรเสร็จทำการเปิดลมเข้าระบบและสั่งงานให้วงจรทำงาน ให้นักศึกษาสังเกตการทำงานพร้อมเขียนคำอธิบายการทำงานมาด้วย

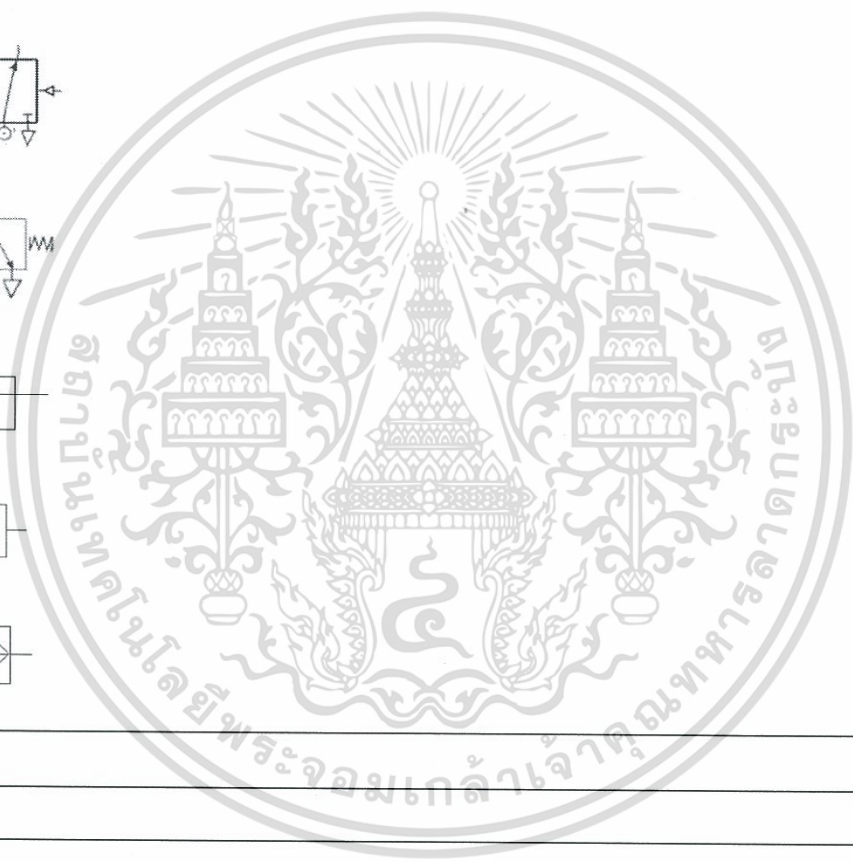
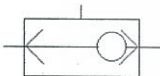
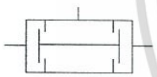
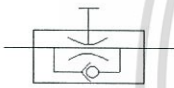
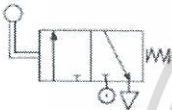
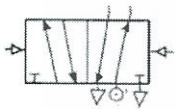
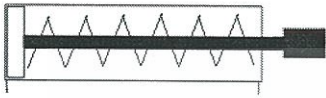
วัตถุประสงค์

เพื่อให้นักศึกษาเข้าใจในสัญลักษณ์ของอุปกรณ์ลม สามารถอ่านและออกแบบต่อวงจรพื้นฐานวงจรลมได้



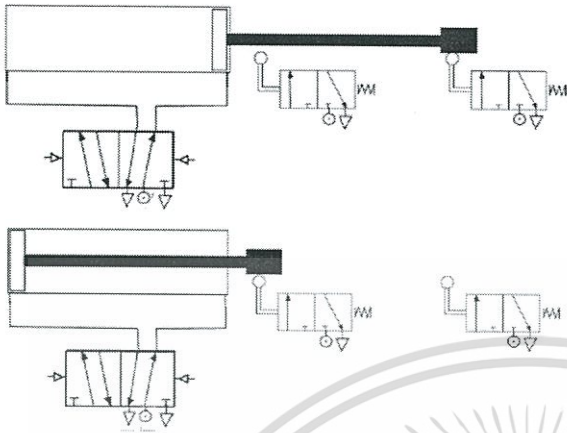
วงจรทดลองที่ 1 อุปกรณ์ลม

ให้ต่อลมตามแบบที่ให้พร้อมเขียนชื่อและคำอธิบายการทำงานของอุปกรณ์ลมนั้น ๆ แบบว่าทำงานอย่างไร



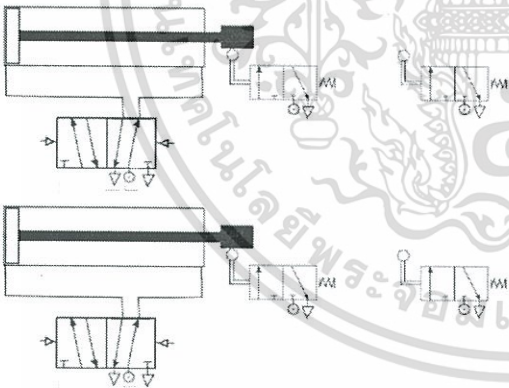
วงจรทดลองที่ 2 วงจรลำดับขั้น (Sequence Design)

2.1 ให้ต่อวงจรตามแผนผังที่ให้พร้อมเขียนคำอธิบายการทำงานของวงจรตาม $A^- B^+ A^+ B^-$



คำอธิบายการทำงานของวงจร

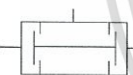
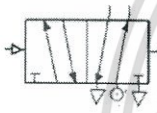
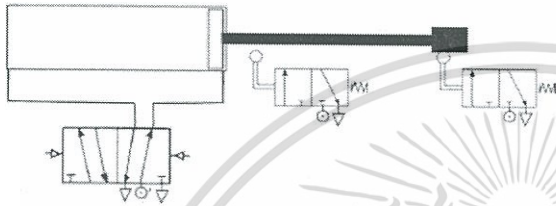
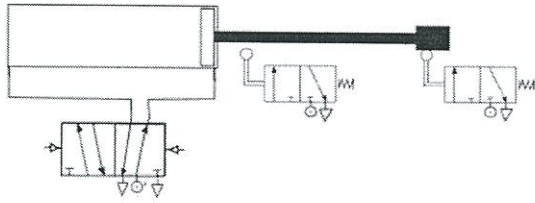
2.2 ให้ต่อวงจรตามแผนผังที่ให้พร้อมเขียนคำอธิบายการทำงานของวงจรตาม $B^+ A^+ B^- A^-$



คำอธิบายการทำงานของวงจร

วงจรทดลองที่ 3 วงจรหน่วยความจำ (Memory Design)

ให้ต่อวงจรตามแผนผังที่ให้พร้อมเขียนคำอธิบายการทำงานของวงจรม $A^- B^- B^+ A^+$



คำอธิบายการทำงานของวงจร
