

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ชุดทดลองระบบอัตโนมัติ

Automation Training System



นายวีรศักดิ์ โรจนอุทัย

Mr. Veerasak Loadjanautai

นายสาธิต งามเสงี่ยม

Mr. Sathit Ngamsangiam

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2545

เลขหมู่.....

เลขทะเบียน 49955

วัน,เดือน,ปี 2 มี.ย. 2547

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้ใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาติให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น หากมีข้อสงสัยหรือต้องการข้อมูลเพิ่มเติม กรุณาติดต่อเจ้าหน้าที่หอสมุดกลาง
ติดต่อได้ที่ โทร. 0-2616-2547



หัวข้อปริญญานิพนธ์ ชุดทดลองระบบอัตโนมัติ
Automation Training System
นักศึกษา นายวีรศักดิ์ โรจนอุทัย
รหัสประจำตัว 43015699
นักศึกษา นายสาริต จามเสงี่ยม
รหัสประจำตัว 43015707
ปริญญา วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา วิศวกรรมอุตสาหการ
ปีการศึกษา 2545
อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์



(ผศ.พรศักดิ์ อรรณวนิช)

(อ.พลชัย โชติปราชญ์กุล)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	ชุดทดลองระบบอัตโนมัติ	
นักศึกษา	นายวีรศักดิ์	โรจนอุทัย
	นายสาธิต	งามเสงี่ยม
ระดับการศึกษา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ	
ปีการศึกษา	2545	
อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์	ศส.พรศักดิ์	อรรณวานิช
	อ.พลชัย	โชติปราชญกุล

บทคัดย่อ

ปัจจุบันระบบงานอัตโนมัติและงานควบคุมอัตโนมัติมีความสำคัญอย่างยิ่งในวงการอุตสาหกรรมการขาดบุคลากรที่มีความชำนาญทำให้ไม่สามารถพัฒนาเทคโนโลยีที่ใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆได้รวดเร็ว วิชา Automation System การเรียนการสอนเพียงเฉพาะทฤษฎีไม่เพียงพอต่อการเรียนรู้และความเข้าใจ ชุดทดลองงานควบคุมระบบอัตโนมัติที่สอดคล้องกับเนื้อหาทฤษฎีมีส่วนสำคัญในการเพิ่มความเข้าใจและเพิ่มทักษะในการปฏิบัติจริง ชุดทดลองจัดสร้างขึ้นประกอบไปด้วย 10 ชุดทดลองทางนิวแมติกส์และ 10 ชุดทดลองทางไฟฟ้าพร้อมใบงานการทดลองที่มีแบบทดสอบเพื่อเป็นการวัดผลตามวัตถุประสงค์ของแต่ละการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thensile Title	Automation Training System	
Student	Mr. Veerasak	Loadjanautai
	Mr. Sathit	Ngamsangiam
Degree	Bachelor of Engineering in Industrial Engineering	
	King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang	
Academic Year	2002	
Advisor	Assist.Prof. Pomsak	Attavanich
	Pholchai	Chotiprayanakul

ABSTRACT

Nowadays, Automatically enforcement workshop and computerized control system are very important for the industrial management . If the specialize officers are insufficient, the technology development is not improved also. Therefore , these significant theories are contained in Automation System course Consequently , meditation that specifies only theory does not enough to inquest and comprehension. By reason of theory that corresponds with laboratory of Automation System and computerization Controlling System, is very momentous to increase discernment and proficiency connected with the actual Laboratory. The Laboratory consists of 10 pneumatic sets, 10 electricity sets

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีเป็นเพราะด้วยความกรุณาให้คำปรึกษาและช่วยเหลือทางเทคนิค ตลอดจนเครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆจากอาจารย์ที่ปรึกษาและภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ ผู้เขียนขอขอบพระคุณอย่างสูงต่ออาจารย์ทุกท่านที่ตรวจทานต้นฉบับอย่างวิริยะอุตสาหะจนสำเร็จเป็นรูปเล่ม ตลอดจนขอบคุณอย่างสูงต่อเพื่อนในภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรมที่ให้ความช่วยเหลือมาโดยตลอด ความคิดต่างๆที่ฟุ้งงวอดของหนังสือเล่มนี้ขอมอบแด่ ครู อาจารย์ผู้ประสาทความรู้ต่างๆให้กับผู้เขียนอันเป็นพื้นฐานสำคัญในการศึกษาและวิจัยอย่างต่อเนื่องตราบเท่าทุกวันนี้ ตลอดจนขอมอบแด่แม่ผู้เสียสละของผู้เขียน และอุทิศแด่คุณพ่อผู้ประเสริฐที่ได้ทำงานอย่างเหน็ดเหนื่อยชั่วชีวิตเพื่อคุณภาพชีวิตที่ดีของลูกๆ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VI
สารบัญภาพ	VII
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความสำคัญของโครงการ	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ขอบเขตการศึกษา	1
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	1
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	
2.1 การควบคุมในงานอุตสาหกรรม	2
2.2 ระบบควบคุมอัตโนมัติ	2
2.3 องค์ประกอบของการควบคุม	5
2.4 ประเภทของการควบคุม	5
2.5 การเลือกใช้ประเภทของการควบคุม	6
2.6 ระบบการควบคุมนิวแมติกส์	6
2.7 ระบบการควบคุมไฟฟ้า	26
บทที่ 3 การออกแบบ / การดำเนินงาน	
3.1 การดำเนินงานด้านชุดทดลอง	38
3.2 การดำเนินงานออกแบบการทดลอง	38
3.3 การทดสอบการทำงานตามใบทดลอง	47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	หน้า
บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน	
4.1 ผลการดำเนินงานด้านชุดทดลอง	48
4.2 ผลการดำเนินงานการออกแบบการทดลอง	48
4.3 ผลการทดสอบใช้งาน	49
บทที่ 5 สรุปผล ปัญหาและข้อเสนอแนะ	51
บรรณานุกรม	53
ภาคผนวก	ผ1- ผ78



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 ต่อแรงดันตามป้ายชื่อของมอเตอร์ 3 เฟส

20



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

หน้า

รูปที่ 2.1	แสดงสัญญาณเข้า-ออก	3
รูปที่ 2.2	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวควบคุมและตัวถูกควบคุม	4
รูปที่ 2.3	สัญลักษณ์กระบอกสูบทางเดียว	10
รูปที่ 2.4	สัญลักษณ์กระบอกสูบ 2 ทาง	10
รูปที่ 2.5	สัญลักษณ์กระบอกสูบ 2 ทางแบบมีก้านสูบ	10
รูปที่ 2.6	สัญลักษณ์วาล์ว 2/2	11
รูปที่ 2.7	สัญลักษณ์วาล์ว 3/2	11
รูปที่ 2.8	สัญลักษณ์วาล์ว 4/2	11
รูปที่ 2.9	สัญลักษณ์วาล์ว 5/2	12
รูปที่ 2.10	สัญลักษณ์วาล์วกันทางไหลของลม	12
รูปที่ 2.11	สัญลักษณ์วาล์วลมเดี่ยว	12
รูปที่ 2.12	สัญลักษณ์วาล์วเร่งระบาย	13
รูปที่ 2.13	สัญลักษณ์วาล์วลมคู่	13
รูปที่ 2.14	สัญลักษณ์วาล์วหรีปรับค่าได้	13
รูปที่ 2.15	สัญลักษณ์วาล์วควบคุมการไหลของลมทางเดียว	14
รูปที่ 2.16	สัญลักษณ์ลักษณะทั่วไป	14
รูปที่ 2.17	สัญลักษณ์ใช้มีอคค	14
รูปที่ 2.18	สัญลักษณ์ใช้คืน โยค	14
รูปที่ 2.19	สัญลักษณ์ใช้เหยียบ	15
รูปที่ 2.20	สัญลักษณ์ใช้มือดึง ดัน ถี้อคตำแหน่ง	15
รูปที่ 2.21	สัญลักษณ์ใช้กลไกภายนอกกดควาล์ว	15
รูปที่ 2.22	สัญลักษณ์ใช้สปริงคืนให้อยู่ในตำแหน่งปกติ	15
รูปที่ 2.23	สัญลักษณ์ใช้กลไกภายนอกกดให้ทำงาน 2 ทิศทาง	15
รูปที่ 2.24	สัญลักษณ์ใช้กลไกภายนอกกดแต่ทำงานในทิศทางเดียวกันส่วนอีกทิศทางจะไม่ทำงาน	16
รูปที่ 2.25	ใช้สัญญาณลมดันให้วาล์วเลื่อนไปและเลื่อนกลับ	16
รูปที่ 2.26	มอเตอร์เฟสเดียว	19
รูปที่ 2.27	ป้ายชื่อบอกไว้ว่า $3\sim\text{Mot } \Delta/Y \ 220/380 \text{ V. } 50 \text{ Hz } 1 \text{ Kw}$	21
รูปที่ 2.28	แสดงขดลวดและชื่อขดลวดที่ตัวเปลือก	21
รูปที่ 2.29	ต่อวงจรขดลวดแบบ Y	21
รูปที่ 2.30	ต่อวงจรขดลวดแบบ Δ	22
รูปที่ 2.31	แสดงวงจรขดลวดที่ต่อแบบ Star	23
รูปที่ 2.32	วงจรหลอดแสงสว่างแบบธรรมดา	24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.33	แสดงหลักเบื้องต้นของสวิตซ์ที่โยกด้วยแรงแม่เหล็ก	25
รูปที่ 2.34	คอนแทกเตอร์	27
รูปที่ 2.35	การส่งจ่ายข้อมูล	29
รูปที่ 2.36	ตัวอย่างอุปกรณ์ที่ใช้เป็นสัญญาณอินพุท	30
รูปที่ 2.37	ตัวอย่างอุปกรณ์ที่ใช้เป็นสัญญาณเอาต์พุท	31
รูปที่ 2.38	สัญลักษณ์ของโซลินอยด์แบบวาล์ว 2/2	36
รูปที่ 2.39	สัญลักษณ์ของโซลินอยด์แบบวาล์ว 3/2	36
รูปที่ 2.40	สัญลักษณ์ของโซลินอยด์แบบวาล์ว 5/2 (ด้านเดียว)	37
รูปที่ 2.41	สัญลักษณ์ของโซลินอยด์แบบวาล์ว 5/2 (2 ด้าน)	37
รูปที่ 3.1	ภาพรวมการติดตั้งอุปกรณ์	45
รูปที่ 3.2	การติดตั้งอุปกรณ์ทางนิวแมติกส์	46
รูปที่ 3.4	การติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้า	46
รูปที่ 4.1	ภาพรวมของชุดทดลอง	48
รูปที่ 4.2	ตัวอย่างการทดลองทางนิวแมติกส์	49
รูปที่ 4.3	ตัวอย่างการทดลองทางนิวแมติกส์ไฟฟ้า	49
รูปที่ 4.4	ตัวอย่างการทดลองทางไฟฟ้า (1)	50
รูปที่ 4.5	ตัวอย่างการทดลองทางไฟฟ้า (2)	50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญของโครงการ

วิชาระบบอัตโนมัติ (Automation System) เป็นวิชาพื้นฐานที่สำคัญยิ่งวิชาหนึ่งของหลักสูตรวิศวกรรมอุตสาหกรรม โดยวิชานี้เป็นวิชาที่จำเป็นต้องมีการทดลอง เพื่อช่วยให้การเรียนการสอนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ และช่วยให้ผู้เรียนเกิดทักษะและความเข้าใจในเนื้อหาอย่างถ่องแท้

ดังนั้น โครงการและปฏิญานพันธบัตรฉบับนี้ จึงเป็นโครงการที่ยังประโยชน์ต่อการเรียนการสอนของภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรมและเป็นการเพิ่มขีดความสามารถการเรียนรู้ของนักศึกษา

1.2 วัตถุประสงค์

- 1) เพื่อศึกษาระบบนิวเมติกส์ และไฟฟ้าที่ใช้ในการควบคุม
- 2) เพื่อสร้างชุดทดลองระบบอัตโนมัติ ที่ใช้ในการช่วยสอน และการทดลองในวิชาระบบอัตโนมัติ

1.3 ขอบเขตการศึกษา

- 1) จัดทำใบทดลองระบบอัตโนมัติ
- 2) สร้างชุดทดลองระบบอัตโนมัติ สำหรับทดลองพื้นฐานจำนวน 20 หัวข้อการทดลอง ครอบคลุมเนื้อหาของระบบนิวเมติกส์ และไฟฟ้า

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1) เข้าใจระบบการทำงานแบบอัตโนมัติอย่างถ่องแท้
- 2) มีประสบการณ์และความชำนาญในระบบอัตโนมัติ
- 3) ใช้เป็นคู่มือในการศึกษาค้นคว้าหาความรู้ได้ด้วยตนเอง สำหรับผู้ประกอบการอาชีพทางอุตสาหกรรมและผู้สนใจทั่วไป
- 4) ได้ชุดทดลองสำหรับนักศึกษาเพื่อใช้ในการเรียนวิชาระบบอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 การควบคุมในงานอุตสาหกรรม

ปัจจุบันนี้การแข่งขันทางด้านอุตสาหกรรมมีมากขึ้น และนับวันจะทวีความรุนแรงมากขึ้นทุกขณะการดำเนินการผลิตจำเป็นต้องคำนึงถึงประสิทธิภาพ และประสิทธิผลของโรงงานซึ่งสามารถแสดงได้ด้วย ต้นทุนการผลิต คุณภาพมาตรฐานความสามารถในการปรับอัตราการผลิตให้สอดคล้องกับภาวะของตลาด ความปลอดภัยมลภาวะ เป็นต้นทางด้านเทคนิคเป้าหมายดังกล่าวจะบรรลุวัตถุประสงค์ได้ต้องอาศัย การตรวจวัด การควบคุมอย่างต่อเนื่องสม่ำเสมอ ซึ่ง ประสิทธิภาพในการผลิตจะดีได้ต้องเริ่มต้นจากการออกแบบติดตั้งอุปกรณ์ในระบบควบคุมต่าง ๆ ในโรงงานอย่างถูกต้องตามหลักวิชาการ และในขณะเดียวกันพนักงานต้องหมั่นบำรุงรักษา สอบเทียบและปรับแต่งอุปกรณ์อย่างสม่ำเสมอ

อุตสาหกรรมในยุคต้น ๆ การแข่งขันยังมีน้อยหรือไม่มี การควบคุมจึงอาจเป็นแบบง่าย ๆ กล่าวคืออาศัยพนักงานคอยทำหน้าที่เกี่ยวกับการตรวจวัด การคำนวณและการปรับแต่ง ซึ่งการควบคุมแบบนี้ให้ผลการควบคุมไม่ดีนัก มักจะถูกจำกัดอยู่ที่ขีดความสามารถของมนุษย์ ดังนั้นในปัจจุบัน โรงงานสมัยใหม่จึงได้นำเอาเครื่องควบคุมอัตโนมัติมาใช้แทน เครื่องควบคุมอัตโนมัติจะทำหน้าที่หลักในการคำนวณหาสัญญาณควบคุมที่เหมาะสม โดยที่การควบคุมจะเป็นไปตามกฎเกณฑ์การควบคุมที่พนักงานได้กำหนดไว้ล่วงหน้า ทำให้ระบบหรือกระบวนการในงานอุตสาหกรรมในปัจจุบันเป็นแบบอัตโนมัติมากยิ่งขึ้น ระบบควบคุมอัตโนมัติมีอยู่มาหลายรูปแบบ ตั้งแต่แบบง่าย ๆ ไปจนถึงแบบซับซ้อนมาก ๆ การเลือกหรือการพิจารณาขึ้นอยู่กับขีดความสามารถของการควบคุมและราคาของอุปกรณ์

2.2 ระบบควบคุมอัตโนมัติ

การบังคับอัตโนมัติ หมายถึง ระบบการทำงานของเครื่องจักรหรือระบบที่สามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่องด้วยตัวเอง เมื่อให้สัญญาณเริ่มต้นไม่ว่าระบบนั้นจะมีการตั้งโปรแกรมสำเร็จในการทำงานตลอดทั้งระบบ หรือสามารถเปลี่ยนแปลงโปรแกรมการทำงานจากการเปรียบเทียบปริมาณของสัญญาณที่เข้ากับปริมาณสัญญาณที่ออกก็ได้ ซึ่งจุดประสงค์โดยทั่วไปของการควบคุมอัตโนมัติก็คือ เพิ่มประสิทธิภาพในการผลิต เพิ่มผลผลิต ลดต้นทุนในการผลิต ควบคุมและวางแผนการผลิตได้ง่ายประหยัดพื้นที่ หรือการใช้สัญญาณเข้าที่ตัวก็ทำตามคอยกระตุ้นให้สัญญาณออกของตัวถูกบังคับเป็นไปตามกฎเกณฑ์ของระบบงานนั้น เราสามารถแสดงสถานะลักษณะการทำงานของงานบังคับอัตโนมัติได้โดยอาศัยรูปสี่เหลี่ยม และการโยงเส้นลูกศรเราเรียกวิธีแสดงแบบนี้ว่า “บล็อกไดอะแกรม” (block diagram) ลักษณะที่สำคัญของงานบังคับอัตโนมัติก็การทำงานจะเป็นแบบวงเปิด (open loop) คือเมื่อเขียนเป็นบล็อกไดอะแกรมแล้วจะพบว่าในไดอะแกรมจะประกอบด้วยรูปสี่เหลี่ยมอันเดียวหรือหลายๆอัน โดยสัญญาณจะวิ่งไปทางเดียวตลอดโดยไม่หวนกลับมาอีกเลย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้าแทนด้วยรูปสี่เหลี่ยม สัญญาณเข้า (input variables) (โดยให้สัญลักษณ์ว่า X_eในรูป 2.1) ซึ่งกระทำกับระบบก็จะถูกเขียนแทนด้วยลูกศรชี้เข้ารูปสี่เหลี่ยมนี้และสัญญาณออก (output variables) จากรูปสี่เหลี่ยม X_aก็ถูกแทนด้วยลูกศรชี้ออกสัญญาณออกจะเป็นค่าที่ต้องถูกควบคุม



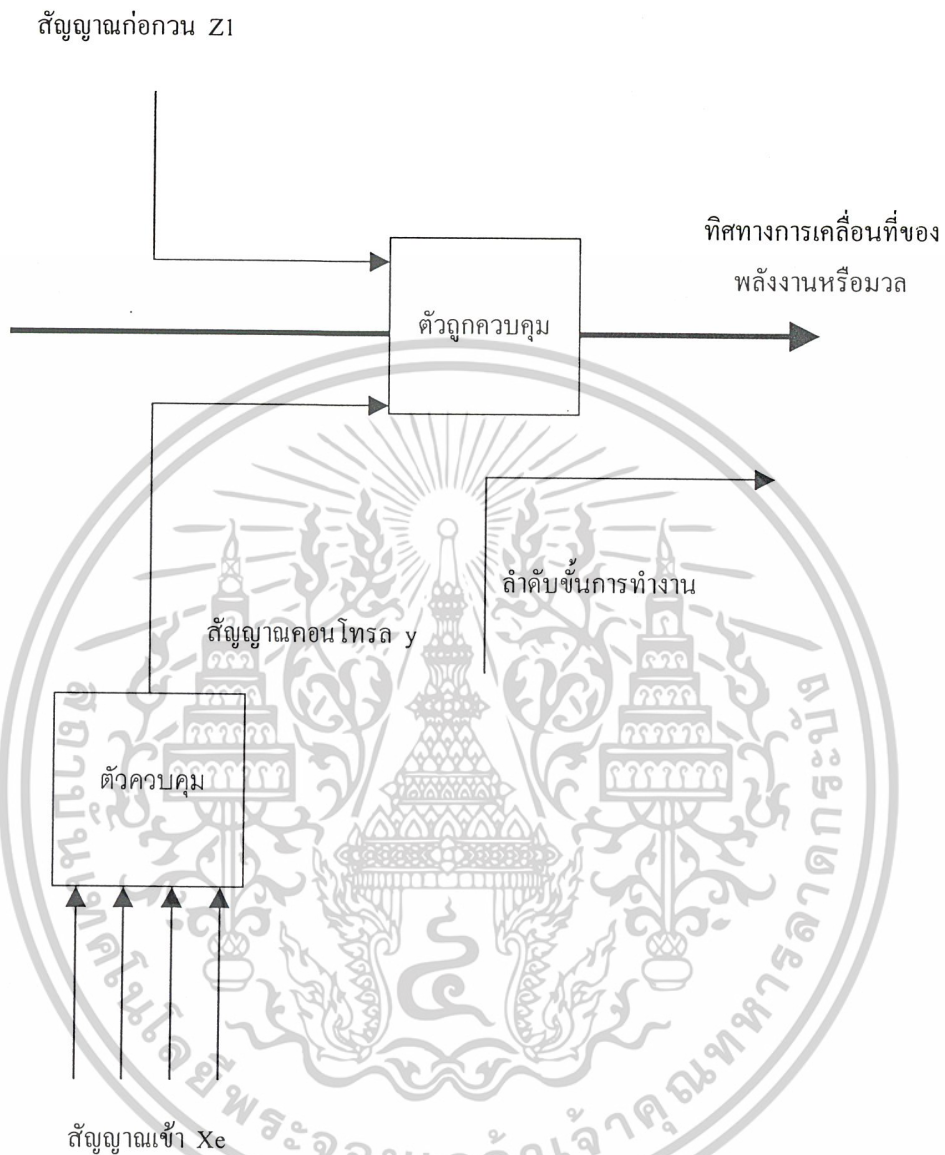
สมการทั่วไป : $X_a = f(X_e)$

รูป 2.1 แสดงสัญญาณเข้า - ออก



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บล็อกไดอะแกรมดังรูปที่ 2.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวควบคุม(controller) และระบบที่ถูกควบคุม(controller system)



รูปที่ 2.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวควบคุม และตัวถูกควบคุม

“ คำว่าการควบคุมอัตโนมัติ ” ไม่ได้ใช้แต่เฉพาะในส่วนของตัวควบคุมเท่านั้น แต่ยังใช้ได้กับทุกส่วนของเครื่องหรือของกระบวนการที่มีการควบคุมเกิดขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 องค์ประกอบของการควบคุม

การควบคุมในงานอุตสาหกรรมในรูปแบบที่แตกต่างกันออกไปนั้น มีองค์ประกอบหลัก ๆ ที่สำคัญและคล้ายคลึงกันดังต่อไปนี้

MEASURING DEVICE : เป็นอุปกรณ์ที่ให้สัญญาณขาออก ซึ่งมีขนาดสัมพันธ์กับขนาดตัวแปรทางฟิสิกส์ ของสิ่งที่ต้องการวัดหรือสั่งงาน

CONTROLLER : หมายถึง สิ่งที่ทำหน้าที่ออกคำสั่งหรือกำหนดสัญญาณควบคุมตามกฎเกณฑ์การควบคุมที่กำหนดไว้ล่วงหน้า คำสั่งหรือสัญญาณควบคุมนี้อาจจะเป็นฟังก์ชันกับเวลาหรือฟังก์ชันกับสัญญาณขาเข้าที่ได้รับจากอุปกรณ์ตรวจวัด

FINAL CONTROL ELEMENT : เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ปรับสถานะของกระบวนการ ด้วยการเปลี่ยนแปลงค่าตัวแปรปรับการทำงาน ในการควบคุมส่วนใหญ่ คำสั่งหรือสัญญาณควบคุมจะมีขนาดหรือพลังงานน้อย ๆ ส่วนตัวแปรปรับกระบวนการจะมีขนาดหรือพลังงานมาก

PROCESS : หมายถึง กระบวนการทางฟิสิกส์ที่ต้องการควบคุมให้มีสถานะการทำงานตามต้องการในขณะที่สถานะการทำงานหรือสถานะแวดล้อมอาจจะเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา

2.4 ประเภทของการควบคุม

กฎเกณฑ์ในการจำแนกประเภทของการควบคุมมีหลายกฎเกณฑ์ซึ่งอาจแบ่งออกได้ตามลักษณะงาน อุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุม ตามลักษณะสมบัติของค่าเป้าหมาย ฯลฯ เพราะฉะนั้นจึงเป็นการยากที่จะกล่าวอย่างตายตัวว่า การควบคุมมีกี่ประเภทเพื่อที่จะลดความสับสนและให้สอดคล้องกับองค์ประกอบของการควบคุม การแบ่งประเภทของการควบคุมในที่นี้จะแบ่งตาม กฎเกณฑ์สองประการ คือ การควบคุมแบบ OPEN LOOP และการควบคุมแบบ CLOSED LOOP

1.) ระบบควบคุมแบบเปิด (OPEN LOOP) เป็นระบบควบคุมที่เอาที่พู่ทของระบบไม่มีผลต่อการควบคุมเลย นั่นคือในกรณีของระบบควบคุมแบบ OPEN LOOP นั้นเอาที่พู่ทของระบบจะไม่ถูกวัดหรือถูกป้อนกลับมาเพื่อเปรียบเทียบกับอินพุท ตัวอย่างของระบบควบคุมแบบ OPEN LOOP ได้แก่ การควบคุมการปิด - เปิดไฟ การควบคุมการเปลี่ยนทิศทางการหมุนของมอเตอร์ การควบคุมมอเตอร์ขับเคลื่อนสายพานลำเลียง การควบคุมเครื่องซักผ้า การควบคุมสัญญาณไฟโฆษณา การควบคุมสัญญาณไฟจราจร เป็นต้น

ในการควบคุมแบบเปิด นั้นเอาที่พู่ทไม่ได้นำมาเปรียบเทียบกับอินพุท ดังนั้นความเที่ยงตรงของระบบจะขึ้นอยู่กับ การปรับเทียบ ในทางปฏิบัติแล้วจะสามารถใช้การควบคุมแบบเปิด ได้ถ้าทราบถึงความสัมพันธ์ระหว่างอินพุทและเอาที่พู่ทของระบบและระบบควบคุมที่ทำงานตามเวลาที่กำหนดไว้เป็นระบบควบคุมแบบเปิด

2.) ระบบควบคุมแบบปิด (CLOSED LOOP) เป็นระบบควบคุมแบบหนึ่ง ซึ่งสัญญาณ เอาที่พู่ทจะมีผลโดยตรงต่อการควบคุม ดังนั้นระบบควบคุมแบบปิด ก็คือ ระบบควบคุมแบบป้อนกลับนั่นเอง สัญญาณป้อนกลับนี้อาจจะเป็นสัญญาณเอาที่พู่ทโดยตรงหรือเป็นสัญญาณที่เป็นฟังก์ชันของสัญญาณเอาที่พู่ท หรือเป็นค่าอนุพันธ์ของสัญญาณเอาที่พู่ทก็ได้

ระบบควบคุมแบบปิด นั้นสามารถจะพบเห็นได้ทั่วไปทั้งในงาน อุตสาหกรรมหรือตามบ้านเรือน ตัวอย่างของระบบควบคุมแบบปิด ได้แก่การควบคุมอุณหภูมิ ความดัน ของไหล ความเร็ว ให้คงที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 การเลือกใช้ประเภทของการควบคุม

ระบบควบคุมแบบเปิด นั้นเหมาะสำหรับระบบที่ทราบว่าอินพุทของระบบจะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร และแน่ใจว่าไม่มีสัญญาณการรบกวนจากภายนอก สำหรับการควบคุมแบบปิด จะใช้เมื่อไม่ทราบถึงการเปลี่ยนแปลงของอินพุทตามเวลาหรือกรณีที่มีสัญญาณจากภายนอกหรือการเปลี่ยนแปลงค่าพารามิเตอร์ของอุปกรณ์ในระบบ โดยไม่คาดคิดมาก่อนในบางกรณีระบบใด ๆ อาจจะมีทั้งการควบคุมแบบเปิด และการควบคุมแบบปิดร่วมกันก็ได้ เพื่อให้ระบบทั้งหมดมีผลตามที่ต้องการ

2.6 ระบบการควบคุมนิวแมติกส์

ความหมายของคำว่า “นิวแมติกส์” ที่คนส่วนมากเข้าใจกันก็คือ การนำเอาอากาศมาเป็นวัสดุใช้งานในงานอุตสาหกรรม โดยเฉพาะอย่างยิ่งด้านการขับเคลื่อนหรือควบคุมเครื่องจักรหรือกระบวนการผลิตต่าง ๆ เพื่อให้ชัดเจนยิ่งขึ้น ผู้เกี่ยวข้องทางด้านนี้ได้ให้ความหมายของคำว่า “นิวแมติกส์” ไว้ว่า หมายถึงระบบการส่งกำลังจากต้นทางไปยังปลายทาง โดยอาศัยลมเป็นตัวกลางในการส่งกำลัง และการควบคุมการทำงาน ส่วนคำว่านิวแมติกส์ไฟฟ้า หมายถึงระบบการส่งกำลังจากต้นทางไปยังปลายทางโดยอาศัยลมเป็นตัวกลางในการส่งกำลัง และควบคุมการทำงานด้วยระบบลมผสมไฟฟ้า

การควบคุมในระบบนิวแมติกส์ส่วนใหญ่แล้วจะเป็นการควบคุมแบบเปิด หรือการควบคุมแบบเปิด – ปิด ซึ่งในที่นี้จะหมายรวมถึงการควบคุมแบบต่อเนื่องด้วย

2.6.1 ข้อดีและข้อเสียของระบบนิวแมติกส์

ในปัจจุบันได้มีการนำเอาระบบนิวแมติกส์มาใช้แทนระบบการควบคุมด้วยมอเตอร์ไฟฟ้ากันอย่างแพร่หลาย เนื่องจากการควบคุมด้วยระบบนิวแมติกส์มีข้อดีหลายอย่างเมื่อเปรียบเทียบกับระบบไฟฟ้า

ข้อดี

- การเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรงสามารถกระทำได้ง่ายและสะดวกกว่า เพราะมีอุปกรณ์ที่ทำงานในแนวเส้นตรง
- การหยุดหรือเบรกระบบนิวแมติกส์สามารถกระทำได้ง่าย และสะดวกกว่า เช่น ถ้าต้องการให้การทำงานของเครื่องจักรหยุดตำแหน่งใด ก็สามารถเลือกกระบอกสูบที่มีระยะชักตามตำแหน่งที่ต้องการ
- การปรับความเร็วก็สามารถทำได้โดยง่าย กล่าวคือจะใช้อุปกรณ์ควบคุมความเร็วต่อเข้ากับระบบ
- มีความปลอดภัยสูง เพราะอุปกรณ์ลมไม่เกิดการเสียหาย ถึงแม้ว่าจะใช้งานเกินกำลัง เมื่อเกิดข้อบกพร่องในวงจรก็ไม่เกิดอันตรายต่อผู้ใช้เครื่องจักรนั้น
- การบำรุงรักษาและซ่อมบำรุงสามารถกระทำได้ง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อเสีย

- มีเสียงดังในขณะที่ระบบทำงาน เพราะอุปกรณ์ทำงานต่าง ๆ ของระบบจะต้องระบายลมออกทางด้านวาล์วควบคุม แม้ว่าที่วาล์วควบคุมจะมีตัวเก็บเสียงติดอยู่ก็ตาม
- ความดันของลมเปลี่ยนแปลงเมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนแปลง เป็นผลทำให้การควบคุมในระบบอาจเกิดการเปลี่ยนแปลงได้
- เนื่องจากลมสามารถอัดตัวได้ จะทำให้การเคลื่อนที่ของอุปกรณ์ทำงานในขณะที่มีโหลดมีโอกาสเคลื่อนที่ไม่สม่ำเสมอ
- ลมอัดมีความชื้น เมื่อลมอัดถูกทำให้เย็นลงหลังจากการอัดเข้าไปในถังเก็บลม จะทำให้เกิดการกลั่นตัวเป็นหยดน้ำและเมื่อความชื้นที่ปนเข้ามากับลมอัดเข้าไปในระบบควบคุมจะทำให้อุปกรณ์ทำงานและวาล์วควบคุมต่าง ๆ เกิดสนิมเป็นเหตุให้การทำงานผิดพลาดไป และอายุการใช้งานของอุปกรณ์สั้นลง แต่ทั้งนี้ก็มีอุปกรณ์ที่สามารถกำจัดความชื้นได้

2.6.2 อุปกรณ์ทำงานของระบบนิวแมติกส์

ระบบนิวแมติกส์ หมายถึง ระบบการส่งกำลังจากต้นทางไปยังปลายทาง โดยอาศัยลมเป็นตัวกลางในการส่งกำลังและควบคุมการทำงาน ซึ่งลักษณะของการควบคุมโดยส่วนใหญ่แล้วจะเป็นการควบคุมแบบเปิด - ปิด ซึ่งจะหมายรวมไปถึงการควบคุมแบบต่อเนื่องด้วย

จากรูปจะสังเกตเห็นว่าอุปกรณ์ทำงานหรือกระบอกสูบ อุปกรณ์ควบคุม หรือวาล์วจะทำงานได้ จะต้องอาศัยลมเป็นตัวกลางในการส่งกำลัง และควบคุมการทำงาน ซึ่งอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิตและปรับปรุงคุณภาพลมของระบบนิวแมติกส์ สามารถแจกแจงรายละเอียดได้ดังหัวข้อต่อไปนี้

เครื่องอัดลม (COMPRESSOR)

การนำเอาอากาศมาเป็นวัสดุใช้งานในอุตสาหกรรม โดยเฉพาะอย่างยิ่งทางด้าน การขับเคลื่อนหรือควบคุม เครื่องจักรและอุปกรณ์เครื่องช่วยต่าง ๆ นั้น จำเป็นที่จะต้องมีแหล่งจ่ายลมที่มีแรงดันสูง เป็นตัวจ่ายพลังงานให้กับกระบวนการทำงานดังกล่าว อุปกรณ์ที่ว่านี้ก็คือเครื่องอัดลม ซึ่งเครื่องอัดลมนี้อาจจะผลิตให้ได้ความดันตามที่ต้องการ จากนั้นจะส่งลมที่มีความดันเหล่านี้ไปตามท่อไปยังอุปกรณ์อื่น ๆ อีกทีหนึ่ง เครื่องอัดลมที่มีใช้อยู่ทั่วไปมีอยู่หลายประเภท แต่สามารถจำแนกได้ดังต่อไปนี้

1. เครื่องอัดลมแบบลูกสูบ (PISTON COMPRESSOR)

เครื่องอัดลมแบบลูกสูบนิยมใช้กันมากที่สุด เพราะสามารถอัดลมได้ตั้งแต่ความดันต่ำ ความดันปานกลาง จนถึงความดันสูง คือ สามารถสร้างความดันได้ตั้งแต่หนึ่งบาร์จนถึงเป็นพันบาร์ โดยทั้งนี้จะขึ้นอยู่กับจำนวนชั้นของการอัด ถ้าชั้นในการอัดมากก็จะสามารถสร้างความดันให้สูงขึ้นตามไปด้วย

2. เครื่องอัดลมแบบไดอะแฟรม (DIAPHRAGM COMPRESSOR)

เครื่องอัดลมชนิดนี้จัดอยู่ในหลักการของเครื่องอัดลมแบบลูกสูบ โดยจะใช้ไดอะแฟรมเป็นตัวทำให้ลูกสูบและห้องดูดอากาศแยกออกจากกัน นั่นหมายความว่า ลมที่ถูกดูดในเครื่องอัดลมจึงปราศจากน้ำมันหล่อลื่น ด้วยเหตุนี้เครื่องอัดลมแบบนี้ จึงนิยมใช้กันในอุตสาหกรรมอาหาร อุตสาหกรรมยาและอุตสาหกรรมเคมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เครื่องอัดลมแบบใบพัดเลื่อน (SLIDING VANE ROTARY COMPRESSOR)

เครื่องอัดลมแบบใบพัดหมุน การหมุนจะเรียบสม่ำเสมอ เสียงไม่ดังไม่มีกลิ่นทำงานในที่จำกัดจึงไวต่อความร้อน การผลิตลมเป็นไปอย่างคงที่ ความสามารถในการผลิตลมสามารถทำได้ 4 ถึง 10 ลูกบาศก์เมตรต่อนาที ความดันที่ทำให้ 4 ถึง 10 บาร์

4. เครื่องอัดลมแบบสกรู (SCREW COMPRESSOR)

เครื่องอัดลมชนิดนี้สามารถจ่ายลมอัดได้ถึง 170 ลูกบาศก์เมตร/นาที และสร้าง ความดันได้ถึง 10 บาร์ การผลิตโรเตอร์ของเครื่องอัดลมแบบนี้ต้องใช้ความประณีตสูง ต้นทุนการผลิตจึงสูง

5. เครื่องอัดลมแบบใบพัดหมุน (ROOTS COMPRESSOR)

เครื่องอัดลมแบบใบพัดหมุน เมื่อโรเตอร์ทั้งสองหมุนอากาศจะถูกดูดจากด้านหนึ่งไปยังอีกด้านหนึ่ง โดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงปริมาตรทำให้อากาศไม่ถูกอัดตัว แต่อากาศจะถูกอัดตัวในกรณีที่อากาศถูกส่งเข้าไปในถึงเก็บลม เครื่องอัดลมแบบนี้ต้นทุนรายการผลิตจะสูงไม่มีกลิ่นไม่ต้องการหล่อลื่นระหว่างการใช้งาน ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการระบายความร้อน

6. เครื่องอัดลมแบบกึ่งหัน (RADIAL AND AXIAL FLOW COMPRESSOR)

เครื่องอัดลมทั้งสองแบบนี้ใช้หลักการของกึ่งหันใบพัด การเคลื่อนที่ของโรเตอร์ด้วยความเร็วสูง จะทำให้ลมถูกดูดจากด้านหนึ่งไปยังอีกด้านหนึ่ง เครื่องอัดลมแบบนี้เหมาะกับงานที่ต้องการอัตราไหลของลมสูง คือสามารถผลิตอัตราการจ่ายลมได้ตั้งแต่ 170 ถึง 2,000 ลูกบาศก์เมตรต่อนาที แต่ความดันไม่สูงมากนัก คือ 4 ถึง 10 บาร์

ชุดบริการ (SERVICE UNIT)

ในระบบนิวแมติกส์ก่อนที่จะนำลมอัดเอาไปใช้งานนั้นจำเป็นต้องมีอุปกรณ์ช่วยทำความสะอาดอัดอีกครั้งหนึ่ง รวมทั้งรักษาขนาดของแรงดันให้ได้ตามความต้องการ และบางครั้งอาจมีความจำเป็นที่จะต้องจ่ายสารหล่อลื่นให้กับอุปกรณ์ในวงจรนิวแมติกส์อีกด้วย อุปกรณ์ที่สามารถทำงานดังกล่าวได้ก็คือ ชุดบริการ

ชุดบริการโดยทั่วไปสามารถแบ่งส่วนประกอบที่สำคัญออกได้ดังต่อไปนี้

1) ตัวกรองอากาศ (FILTER)

ตัวกรองอากาศ มีหน้าที่ กำจัดสิ่งสกปรก ฝุ่นละออง และละอองไอน้ำที่ติดเข้ามากับพัลลม

หลักการทำงาน : ก่อนที่ลมอัดจะไหลผ่านเข้าไปในลูกถ้วย จะต้องผ่านแผ่นบังกับกระแสน้ำไหลที่จะทำเป็นช่องซึ่งมีมุมปิดจะทำให้ลมอัดเกิดการหมุนจนหลังจากผ่านช่องมุมปิดนี้ละอองน้ำและสิ่งสกปรกขนาดใหญ่ จะได้รับแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง เนื่องจากอากาศหมุนวนและถูกเหวี่ยงเข้าไปปะทะกับผนังลูกถ้วย หลังจากนั้นอากาศจะผ่านตัวกรอง ซึ่งมีขนาดต่างกัน แล้วแต่ชนิดของคุณภาพลมพัลที่ต้องการ ตัวกรองจะกำจัดสิ่งสกปรกที่ไม่สามารถกำจัดได้ด้วยแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง ตัวกรองควรจะมีการทำความสะอาด หรือเปลี่ยนใหม่ ตามระยะเวลาอันสมควรขึ้นอยู่กับความสกปรกของลมอัด

2) อุปกรณ์ควบคุมความดัน (PRESSURE REGULATOR)

หน้าที่ของตัวควบคุมความดัน ก็คือ รักษาความดันด้านใช้งานให้คงที่โดยไม่เปลี่ยนแปลงตามความดันของแหล่งผลิตลมอัด และรักษาปริมาณลมอัดในการใช้งานให้คงที่ ซึ่งตามปกติแล้ว ความดันด้านแหล่งผลิตต้องสูงกว่าความดันด้านใช้งานเสมอ และจะต้องปรับความดันให้เท่ากับความดันใช้งานในระบบนิวแมติกส์ ซึ่งจะบอกไว้ที่อุปกรณ์นิวแมติกส์ทุกประเภท เพราะหากไม่ปฏิบัติตามแล้ว อาจเกิดปัญหาเกี่ยวกับอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้เช่น การทำงานขอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรเกิดการผิดพลาด อุปกรณ์อาจเกิดการชำรุดเสียหายหรือทำให้อายุการใช้งานสั้นลง อุปกรณ์ควบคุมความดันสามารถแบ่งออกได้ 2 ประเภทด้วยกันคือ

แบบระบายความดันออกสู่บรรยากาศ

หลักการทำงาน : ความดันและปริมาณลมที่ผ่านไประหว่างจะขึ้นอยู่กับการปรับแต่งสปริง นั่นก็คือ ถ้าความดันจากแหล่งผลิตสูงขึ้นจะกดให้ไดอะแฟรมขณะแรงสปริง ในขณะที่เดียวกันถ้าความดันจะถูกลดให้เล็กลงตามไดอะแฟรมลงไปด้วยทำให้ช่องเปิดควาล์ว มีขนาดเล็กลงและเมื่อความดันด้านที่ทำงานตกลงสปริง ที่จะดันให้แผ่นไดอะแฟรมเลื่อนตัวขึ้น ถ้าความดันด้านใช้งานเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว จะทำให้แผ่นไดอะแฟรมถูกกดลงขณะแรงสปริงที่ดันอยู่ให้ต่ำลงมาก ถ้าความดันด้านใช้งานเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว จะทำให้แผ่นไดอะแฟรมถูกกดลงขณะแรงสปริงที่ดันอยู่ให้ต่ำลงมาก ถ้าความดันด้านใช้งานเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว จะทำให้แผ่นไดอะแฟรมถูกกดลงขณะแรงสปริงที่ดันอยู่ให้ต่ำลงมาก ถ้าความดันด้านใช้งานเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว จะทำให้แผ่นไดอะแฟรมถูกกดลงขณะแรงสปริงที่ดันอยู่ให้ต่ำลงมาก ถ้าความดันด้านใช้งานเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว จะทำให้แผ่นไดอะแฟรมถูกกดลงขณะแรงสปริงที่ดันอยู่ให้ต่ำลงมาก

แบบไม่มีการระบายความดันออกสู่บรรยากาศ

หลักการทำงาน : ในกรณีที่ความดันจากแหล่งผลิตสูงการทำงานก็มีลักษณะเช่นเดียวกับแบบแรก แต่ในกรณีที่ด้านใช้งานไม่มีการใช้ปริมาณอากาศจะทำให้ความดันเพิ่มขึ้นทำให้ไดอะแฟรมกดลงบนสปริง ทำให้สปริงกดควาล์วให้เล็กลง ทำให้ควาล์วปิดที่ระหว่างทางเข้า และทางออกไปใช้งาน และเมื่อปริมาณอากาศทางด้านใช้งานถูกใช้ไปอากาศทางด้านแหล่งผลิตถึงจะสามารถผ่านออกไปได้อีกครั้งหนึ่ง

3) ตัวส่งน้ำมันหล่อลื่น (LUBRICATOR)

ตัวส่งน้ำมันหล่อลื่น มีหน้าที่จ่ายสารหล่อลื่นให้กับอุปกรณ์นิวแมติกส์ให้พอเพียง ซึ่งสารหล่อลื่นเหล่านี้จะใช้เพื่อลดการสึกหรอของส่วนที่เคลื่อนที่ลดความฝืดของอุปกรณ์และป้องกันการเกิดสนิมในอุปกรณ์ ตัวส่งน้ำมันหล่อลื่นส่วนมากจะทำงานตามหลักการของแรงดันแตกต่าง จากหลักการของช่องแคบแตกต่างของแรงดันแตกต่างระหว่างแรงดันก่อนตัวหัวฉีด และแรงดันที่หัวฉีดบริเวณช่องแคบ จากหลักการดังกล่าวนำมาใช้กับของเหลวหรือสารหล่อลื่น จากถ้วยเข้าไปยังหัวฉีดให้น้ำมันผสมกับอากาศ

ตัวส่งน้ำมันหล่อลื่นจะเริ่มทำงานก็ต่อเมื่อมีอัตราการไหลผ่านของอากาศพอเพียงถ้าปริมาณอากาศไหลผ่านน้อยจะทำให้ความเร็วปริมาณช่องแคบต่ำ จึงไม่ทำให้เกิดแรงดันแตกต่างเพียงพอจะทำให้เกิดการผลัดกันน้ำมันหล่อลื่นเข้าไปยังหัวฉีดได้ อนึ่งสำหรับบางกระบวนการผลิตที่ไม่ต้องการการหล่อลื่นก็มี เช่น เครื่องจักร ที่ใช้ในการผลิตอาหาร เคมีภัณฑ์ อิเล็กทรอนิกส์ รวมทั้งอุปกรณ์ทำงานบางประเภท เช่น หัวจับชิ้นงาน กระบอกสูบแบบไดอะแฟรม

4) เกจวัดความดัน (PRESSURE GAUGE)

เกจวัดความดันใช้สำหรับวัดความดันในวงจรนิวแมติกส์ ปกติจะติดตั้งอยู่ห่างออกของตัวควบคุมความดันลมอัด เกจวัดความดันที่ใช้ในระบบนิวแมติกส์จะเป็นแบบสปริงแผ่น

หลักการทำงาน : สปริงแผ่น ซึ่งรูปร่างเป็นขดกลมและพื้นที่หน้าตัดเป็นสี่เหลี่ยมกลวง โดยที่ปลายด้านหนึ่งจะยึดติดกับช่องที่ให้ความดันผ่านเข้ามาภายใน ในกรณีที่มีความดันเข้ามาจะทำให้ขดลวดสปริงยืดออก เนื่องจากความแตกต่างของพื้นที่ส่วนโค้งในและนอก ส่วนปลายอีกด้านหนึ่งของสปริงจะยึดติดกับชุดเฟือง และเข็มชี้ ซึ่งจะเป็นตัวแสดงความดันภายในของสปริงนั่นเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระบอกสูบ

มีหน้าที่แปลงพลังงานลมให้เป็นพลังงานกล ทำจากโลหะเช่น อลูมิเนียม สแตนเลส อื่นๆ ขึ้นอยู่กับลักษณะของงาน

กระบอกสูบมีหลายแบบซึ่งแบ่งตามการนำไปใช้งานได้แก่

1. กระบอกสูบทางเดียว ภายในจะมีสปริงอยู่ สามารถป้อนลมได้ทางเดียวคือในจังหวะที่ดันให้ลูกสูบเคลื่อนตัวออก แต่จังหวะเคลื่อนเข้าจะเป็นแรงดันของสปริงแทนแรงดันลม

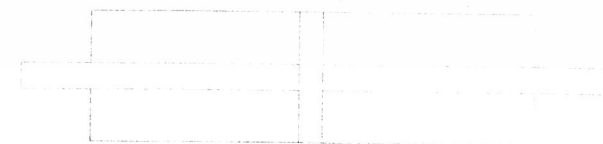


รูปที่ 2.3 สัญลักษณ์กระบอกสูบทางเดียว

2. กระบอกสูบ 2 ทาง จะใช้ลมเป็นตัวควบคุมการทำงานทั้งการเคลื่อนที่เข้าหรือว่าจะเคลื่อนตัวออก

รูปที่ 2.4 สัญลักษณ์กระบอกสูบสอง 2 ทาง

3. กระบอกสูบ 2 ทางแบบมีก้านสูบ 2 ข้าง ลูกสูบชนิดนี้จะมีแปรงรองรับก้านสูบอยู่



รูปที่ 2.5 สัญลักษณ์กระบอกสูบ 2 ทางแบบมีก้านสูบ 2 ข้าง

4. กระบอกสูบชนิดอื่นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วาล์ว

เป็นตัวควบคุมทิศทางการเคลื่อนที่ของลมว่าจะให้เคลื่อนที่ไปทางในทิศทางใด
ประเภทของวาล์วมีดังต่อไปนี้

1. วาล์ว 2/2

- เป็นวาล์วควบคุม 2 ตำแหน่ง มีทางเข้าและทางออกของลมอย่างละรูใน 1 ห้องการทำงาน



รูปที่ 2.6 สัญลักษณ์วาล์ว 2/2

2. วาล์ว 3/2

- เป็นวาล์วควบคุม 2 ตำแหน่ง 3 ทิศทาง ซึ่งมีทั้งแบบปกติปิดและปกติเปิด ทั้งนี้แล้วแต่การนำเอาไปใช้
งาน



รูปที่ 2.7 สัญลักษณ์วาล์ว 3/2

3. วาล์ว 4/2

- เป็นวาล์วควบคุม 2 ตำแหน่ง 4 ทิศทาง ส่วนใหญ่จะใช้ควบคุมการจ่ายลมในทิศทางต่าง ซึ่งมักใช้ร่วมกับลูกสูบ 2 ทาง

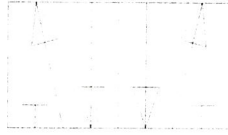


รูปที่ 2.8 สัญลักษณ์วาล์ว 4/2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. วาล์ว 5/2

- เป็นวาล์วควบคุม 2 ตำแหน่ง 5 ทิศทาง ส่วนใหญ่จะใช้ควบคุมทิศทางการจ่ายลมและเป็นตัวจ่ายลมเข้าสู่สูบ 2 ทาง



รูปที่ 2.9 สัญลักษณ์วาล์ว 5/2

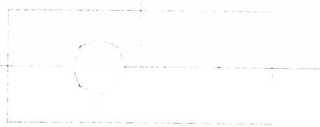
5. วาล์วควบคุมลมไหลทางเดียว

- วาล์วชนิดนี้จะยอมให้ลมไหลทางเดียวเท่านั้น โดยไม่ยอมให้ไหลย้อนกลับ ซึ่งแบ่งออกได้เป็น 4 ประเภท ดังนี้ คือ

วาล์วกันทางไหลของลม วาล์วประเภทนี้มีคุณสมบัติให้ลมผ่านไปได้ทางเดียวโดยจะไหลย้อนกลับไม่ได้

รูปที่ 2.10 สัญลักษณ์วาล์วกันทางไหลของลม

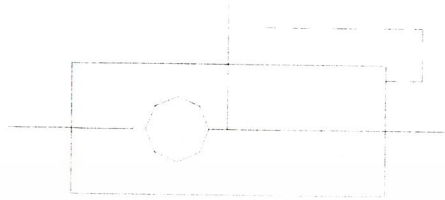
วาล์วลมเดี่ยว วาล์วชนิดนี้จะมีทางต่อลมเข้า 2 ทางและมีทางออกเพียงทางเดียวคุณสมบัติของวาล์วชนิดนี้จะยอมให้ลมผ่านได้ เมื่อมีสัญญาณลมเข้ามาด้านใดด้านหนึ่ง



รูปที่ 2.11 สัญลักษณ์วาล์วลมเดี่ยว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วาล์วเร่งระบาย เป็นวาล์วที่ควบคุมให้ลมระบายออกเร็ว เพื่อลดแรงดันในการเคลื่อนที่ของกระบอกสูบ ทำให้กระบอกสูบเคลื่อนที่เร็วกว่าปกติ ประโยชน์ของวาล์วชนิดนี้จะใช้กับงานที่กระบอกสูบเคลื่อนที่เร็วกว่าปกติ



รูปที่ 2.12 สัญลักษณ์วาล์วเร่งระบาย

วาล์วลมคู่ จะมีทางเข้าของสัญญาณลม 2 ทางและจะมีทางออกของลมเพียงทางเดียวคุณสมบัติของวาล์วชนิดนี้จะยอมให้แรงดันลมผ่านไปได้อย่างต้องมีสัญญาณลมเข้ามาทั้ง 2 ด้าน



รูปที่ 2.13 สัญลักษณ์วาล์วลมคู่

6. วาล์วควบคุมอัตราการไหล

- วาล์วชนิดนี้จะมีหน้าที่ควบคุมปริมาณการไหลของแรงดันลมที่ผ่านมาจากวาล์วควบคุมทิศทางไปยังอุปกรณ์ทำงาน การควบคุมปริมาณการไหลของลมจะทำให้สามารถควบคุมความเร็วของก้านสูบในขณะที่ทำงานได้ สามารถแบ่งตามลักษณะการใช้งานได้ 2 ประเภทด้วยกัน คือ

วาล์วหรีปรับค่าได้ วาล์วชนิดนี้มีคุณสมบัติควบคุมปริมาณการไหลของลมได้ทั้งสองด้าน

รูปที่ 2.14 สัญลักษณ์วาล์วหรีปรับค่าได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วาล์วควบคุมอัตราการไหลของลมทางเดียว วาล์วชนิดนี้จะสามารถควบคุมอัตราการไหลของแรงดันลมได้เพียงทิศทางเดียว ดังนั้นจึงเป็นวาล์วที่ควบคุมความเร็วของกระบอกสูบตอนเคลื่อนที่เข้าออกได้อย่างอิสระ



รูปที่ 2.15 สัญลักษณ์วาล์วควบคุมอัตราการไหลของลมทางเดียว

การบังคับเลื่อนของวาล์ว

1. ควบคุมด้วยกล้ามเนื้อ



รูปที่ 2.16 สัญลักษณ์ลักษณะต่างๆ ไป

รูปที่ 2.17 สัญลักษณ์ใช้มือกด

รูปที่ 2.18 สัญลักษณ์ใช้คันโยกมือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.19 สัญลักษณ์ใช้เก้าอี้



รูปที่ 2.20 สัญลักษณ์ใช้มือคิง คั่น มีตัวล๊อคตำแหน่ง

2. การควบคุมโดยใช้กลไก



รูปที่ 2.21 สัญลักษณ์ใช้กลไกภายนอกกดแกนวาล์ว

รูปที่ 2.22 สัญลักษณ์ใช้สปริงคั่นให้อยู่ตำแหน่งปกติ



รูปที่ 2.23 สัญลักษณ์ใช้กลไกภายนอกกดทำงานสองทิศทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.24 สัญลักษณ์ใช้กลไกภายนอกทดแทนทำงานในทิศทางเดียวกันส่วนอีกทิศทางจะไม่ทำงาน

3. ความคุมด้วยลม

รูปที่ 2.25 ใช้สัญญาณมดต้นให้วาล์วเลื่อนไปและเลื่อนกลับ

2.6.3 การบังคับอัตโนมัติด้วยระบบนิวแมติกส์ผสมไฟฟ้า

ระบบนิวแมติกส์ผสมไฟฟ้าโดยปกติประกอบด้วยส่วนของวงจรที่เป็นนิวแมติกส์และส่วนของวงจรที่เป็นไฟฟ้า อุปกรณ์บังคับตัวสุดท้ายจะเป็นตัวแบ่งเขตแดนระหว่างนิวแมติกส์กับไฟฟ้าอย่างไรก็ตามอาจกลับการทำงานกันได้นั่นคือใช้ไฟฟ้าเป็นส่วนของวงจรทำงาน และนิวแมติกส์เป็นส่วนของวงจรบังคับ หรือใช้ทั้งวงจรไฟฟ้าและนิวแมติกส์ช่วยกันในวงจรทั้งสองส่วน

ดังนั้นในความหมายของภาคนี้ก็คือ การบังคับอัตโนมัติโดยใช้ระบบนิวแมติกส์ผสมไฟฟ้า หมายถึง ระบบใดๆที่ใช้พลังงานทั้งสองรูป(นิวแมติกส์และไฟฟ้า) ในลักษณะใดก็ตาม

การบังคับด้วยระบบนิวแมติกส์ส่วนใหญ่จะหมายถึง “การบังคับแบบกระตุ้น” (impuls) เมื่อพิจารณาในด้านของอุปกรณ์โดยใช้วาล์วแบบกระตุ้น หมายถึงเลื่อนลิ้น โดยใช้ลมดันทั้งสองข้าง

ในทางตรงกันข้าม การบังคับด้วยระบบไฟฟ้าส่วนมากจะเป็นแบบยึดค้าง (holding controls) เพราะชิ้นส่วนต่างๆที่สำคัญเช่นรีเลย์ในวงจรกำลังหรือคอนแทคเตอร์(contractors) และรีเลย์ในวงจรบังคับ(relays) เป็นอุปกรณ์ที่เลื่อนตำแหน่งเดิมได้ตามวิธีทางโครงสร้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การบังคับด้วยระบบไฟฟ้าแบ่งออกเป็นกลุ่มได้ตามไต่กระบวนการไหลของสัญญาณดังนี้

- ส่วนป้อนสัญญาณ
- ส่วนถ่ายทอดสัญญาณ
- ส่วนให้สัญญาณผลลัพธ์ / หรือสัญญาณสั่งการ

ส่วนของวงจรบังคับประกอบด้วย ส่วนป้อนสัญญาณและส่วนถ่ายทอดสัญญาณ

ส่วนของวงจรกิจักประกอบด้วยส่วนให้สัญญาณผลลัพธ์ซึ่งได้แก่อุปกรณ์บังคับตัวสุดท้าย (final control element) และอุปกรณ์ทำงาน (working element)

1. อุปกรณ์ป้อนสัญญาณ

รายชื่อข้างล่างนี้เป็นการรวบรวมอุปกรณ์ป้อนสัญญาณที่สำคัญสำหรับการบังคับด้วยไฟฟ้า การจัดกลุ่มนี้ครอบคลุมถึงสวิทช์ป้อนสัญญาณต่างๆทั้งหมดซึ่งอาจเป็นแบบไม่มีหน้าสัมผัส ทำงานด้วยมือหรือทำงานด้วยกลไก

การจัดกลุ่มแบ่งเป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ

อุปกรณ์ที่ป้อนสัญญาณด้วยมือ

สวิทช์แบบปรับได้

สวิทช์ที่ทำงานด้วยมือ ซึ่งมี 2 ตำแหน่ง เป็นอย่างน้อยและทำงานค้างตำแหน่งได้ตัวอย่างเช่น

- สวิทช์สับเปลี่ยน (change over switch)
- สวิทช์เลือก (selector switch)

สวิทช์แบบปุ่มกด

สวิทช์ที่ทำงานจากแรงของกล้ามเนื้อและกลับตำแหน่งเดิมเมื่อปล่อยตัวอย่างเช่น

- ชนิดหัวเห็ด (mushroom switch)
- ชนิดเท้าเหยียบ (foot switch)
- ชนิดมือ (push switch)

สวิทช์แบบล็อกได้

สวิทช์ที่มีตัวล็อกตำแหน่งอยู่ภายในและสามารถกลับตำแหน่งเดิมได้เมื่อปลดล็อก

อุปกรณ์ที่ป้อนสัญญาณ โดยการส่งสัญญาณจากการทำงานของระบบ (ตำแหน่งหรือสภาพชิ้นงาน ในการบังคับ)

สวิทช์จำกัดแบบตัดต่อคอนแทกโดยการเลื่อน (standard contact type)

สวิทช์จำกัดควรทำงานด้วยความเร็วเท่ากับขั้นตอนการทำงาน ถ้าความเร็วในการทำงานช้าเกินไปจะมีปัญหาเกิดขึ้น เนื่องจากการเปิดปิดสวิทช์ช้าเกินไป

กลไกเปิด-ปิดสวิทช์

- เตือย (plunger)
- คานลูกกลิ้ง (roller lever)
- คานลูกกลิ้งทางเดียว (toggle lever)
- คานหนีบ (fork lever)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

49955

สวิตช์จำกัดแบบไม่มีคอนแทค (contactless limit switch)

หน้าที่เหมือนกับแบบที่ได้กล่าวมาแล้วและมีลักษณะพิเศษคือไม่ต้องใช้แรงกระทำจากภายนอก ดังนั้นจึงมีความดีในการเปิดปิดสูงมาก

- สวิตช์ทำงานด้วยแม่เหล็กหรือรีเลย์ (magnetic switch or reed relay)

2. อุปกรณ์ถ่ายทอดสัญญาณ

อุปกรณ์เหล่านี้ส่วนใหญ่ประกอบด้วยสวิตช์ที่ทำงานด้วยไฟฟ้าซึ่งทำงานโดยทางอ้อม เช่น คอนแทคเตอร์ รีเลย์ และเครื่องมืออื่นๆ

คอนแทคเตอร์ (contractor)

เป็นสวิตช์ที่ทำงานด้วยแม่เหล็กไฟฟ้า มีอัตราการเปิดปิดอย่างรวดเร็ว สามารถทำงานด้วยไฟฟ้ากระแสสลับ และไฟฟ้ากระแสตรงขึ้นอยู่กับการออกแบบ การแบ่งคอนแทคเตอร์ตามลักษณะการใช้งาน

คอนแทคเตอร์กำลัง (power contractor)

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ตัดต่อกำลังงานสูงๆ มีส่วนป้องกันไม่ให้เกิดการอาร์ค โดยมากใช้เป็นอุปกรณ์บังคับตัวสุดท้าย นั่นคือเป็นตัวบังคับอุปกรณ์ทำงาน เช่น มอเตอร์ไฟฟ้า โซลินอยด์ เป็นต้น

มักพบว่าในคอนแทคเตอร์กำลัง จะมีคอนแทคเตอร์ช่วยอยู่ด้วยเพื่อใช้ในการบังคับ

คอนแทคเตอร์ช่วย (auxiliary contractor)

อุปกรณ์นี้มักใช้ในส่วนของวงจรช่วยและจะมีอุปกรณ์ช่วยอื่นๆอีก เช่นสวิตช์ที่ใช้สำหรับการล๊อค

คอนแทคเตอร์แบบยึดค้ำด้วยอำนาจแม่เหล็ก

แบบนี้ใช้อำนาจแม่เหล็กเป็นตัวล๊อค ตำแหน่งใหม่ที่เกิดขึ้นยังคงค้างอยู่ได้ แม้ว่าไฟที่ป้อนอยู่จะขาดหายไป รีเลย์ (relays)

เป็นอุปกรณ์ที่มีลักษณะการทำงานเป็นแบบคอนแทคเตอร์ช่วย โดยปกติขนาดเล็กกว่าและมีสปริงเป็นตัวดัน

3. อุปกรณ์ให้สัญญาณผลลัพธ์

ในระบบบังคับด้วยไฟฟ้าเพียงอย่างเดียว มักจะใช้คอนแทคเตอร์กำลัง (power contractor) เป็นอุปกรณ์บังคับตัวสุดท้าย แต่ถ้าเป็นระบบนิวมิตติคัสสมไฟฟ้าจะใช้โซลินอยด์คว่ำเป็นตัวบังคับตัวสุดท้าย อุปกรณ์ทำงานระบบไฟฟ้า ได้แก่

- มอเตอร์ไฟฟ้า

- โซลินอยด์

อุปกรณ์แสดงสัญญาณ

เป็นตัวบอกถึงสถานะต่างๆในระบบ ซึ่งใช้ทำหน้าที่แสดงสัญญาณ

สัญญาณตาตุ

- หลอดไฟ

สัญญาณหูฟัง

- หูด

- ไชเรน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.4 วงจรขดลวดของมอเตอร์แบบต่างๆ

เนื่องจากการทดลองนี้เป็นเรื่องของ การควบคุมมอเตอร์ ดังนั้น จะไม่พยายามพูดถึงการทำงานของตัวหมุน (Rotor) หรือตัวเปลือก (Stator) ว่าทำให้เกิดแรงได้อย่างไร แต่จะพูดถึงการต่อวงจรแบบต่างๆ โดยอาศัยการพิจารณาป้ายชื่อ (Name Plate) ว่า เขาบอกมาอย่างนี้จะต่ออย่างไร บอกมาอย่างนั้นต่ออย่างไร

โดยทั่วไปมอเตอร์จะบอกว่าใช้กับไฟเท่าไร บอกความถี่ของไฟที่จะใช้ บอกกำลังของมอเตอร์ บอกความเร็วรอบของมอเตอร์ ถ้ามอเตอร์ขนาดใหญ่อาจบอกประสิทธิภาพและถ้าเป็นมอเตอร์ 3 เฟส จะบอกด้วยว่า แรงดันต่ำต่ออย่างไร แรงดันสูงต่ออย่างไร

1 Mot

รูปที่ 2.26 มอเตอร์เฟสเดียว

สำหรับมอเตอร์เฟสเดียวมักมีขนาดไม่เกิน 5 แรงม้า หากต้องการกำลังขับหลายๆ แรงม้าใช้มอเตอร์แบบ 3 เฟส


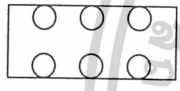
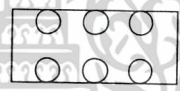



มอเตอร์ 3 เฟส ที่ใช้งานทั่วไป พอจะจำแนกการต่อได้ 4 วิธี คือ

1. ต่อตามแรงดัน
2. ต่อเพื่อใช้งานหนัก
3. ต่อแบบลดแรงดันลงบ้างขณะเริ่มหมุน
4. ต่อแบบเพื่อความต้านทานให้ตัวหมุน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ค่อดตามแรงคั้น พิจารณาจากป้ายชื่อ (Name Plate) ที่นำมาให้ดูเป็นตัวอย่ง
Fuji induction motor

ตารางที่ 2.1 ค่อดแรงคั้นตามป้ายชื่อของมอเตอร์ 3 เฟส

Pole 4 Type.....	Out Put [HP]	E W K, Berlin
Frame	Rule	D. Mot. Nr.....
Hz. 50	Rating cont	Type.....
Volts 220 380	Rotor	
Amp. 2.1 1.2	Insul E	 220 / 380 V. 15.5 / 8.9 A.
R.P.M. 1425		5 Kw. Cos ϕ 0.9 1500 U/ min 50 Hz
Connection diagram		Electoren Werk Kaiser, Berlin
High Volts	Low Volts	D. Mot. Nr.....
R S T	R S T	Type.....
		 220 / 380 V. 4.8 / 2.8 A.
		1.1 Kw Cos ϕ 0.77 1380 R.P.M. 50 Hz.
CONTI		Electoren Werk Kaiser, Berlin
D. Mot.Nr.....		D. Mot.Nr.....
Type		Type
 220 / 380 V. 2.8 / 1.6 A		 220 / 380 V. 15.5 / 8.9 A
0.55 Kw Cos ϕ 0.7 R.P.M. 1395/ min Hz 50		5 Kw Cos ϕ 0.9 1500 R.P.M. 50 Hz
Hz 50		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

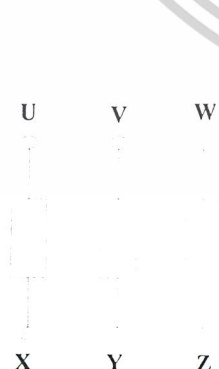
จากป้ายชื่อเหล่านี้จะเห็นว่าหากใช้งานกับแรงดันต่ำ (3 Phase 220 Volts) จะต้องต่อแบบ Δ คือ U คู่กับ Z, V คู่กับ X และ W คู่กับ Y แล้วต่อเข้ากับสถานีไฟโดย R (L1) เข้ากับ U, S (L2) เข้ากับ V และ T (L1) เข้ากับ W แต่ถ้าต่อกับแรงดันสูง (3 Phase 380 Volts) จะต้องต่อแบบ Y (Star) โดยจับ XYZ ต่อเข้าด้วยกัน และเพื่อความปลอดภัยของการไม่สมดุลย์ของกระแสและการรั่วซึมของขดลวดที่เปลือก (Stator) ควรต่อจุดรวมนี้กับสายศูนย์ (Mp) ส่วนไฟเข้าให้ต่อ R (L1) เข้ากับ U, S (L2) เข้ากับ V และ T (L3) เข้ากับ W ดังรูป

3 220 V 50 Hz. 3 380 V 50 Hz.

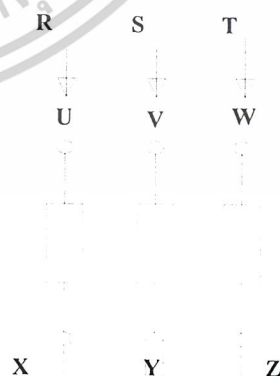


มอเตอร์ 3 เฟส แบบ เหนียวน้ำ จะมีขดลวดที่ตัวเปลือก (Stator) 3 ชุด โดยแต่ละชุดมีจำนวนรอบของขดลวดที่พันที่ตัวเปลือกเท่ากัน วางทำมุมระหว่างชุด 120 องศาทางไฟฟ้า และแต่ละชุดมีชื่อประจำของแต่ละต้นและปลายดังรูปที่ 2.27

ชื่อต้น- ปลายขดลวดเป็นดังรูป แต่การวางตำแหน่งชื่อของขดลวดจะเป็น U- V- W และ Z- X- Y ทั้งนี้เพื่อสะดวกต่อการต่อวงจรขดลวดไปใช้งาน ดังรูปที่ 2.28 ซึ่งเป็นการต่อแบบ Y และ รูปที่ 2.29 เป็นการต่อแบบ Δ เมื่อคูที่กลับต่อสายโดยไม่ต้องพิจารณาวงจรขดลวดจะเห็นดังรูป

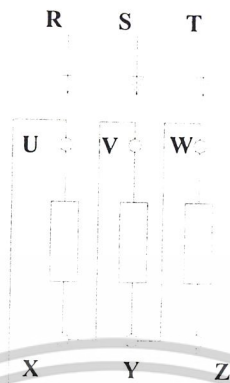


รูปที่ 2.28 แสดงขดลวดและชื่อขดลวดที่ตัวเปลือก



รูปที่ 2.29 ต่อวงจรขดลวดแบบ Y

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.30 ต่อวงจรขดลวดแบบ Δ

1. ต่อเพื่อใช้งานหนัก การต่อแบบนี้มีจังหวะของการควบคุมให้มอเตอร์ทำงานโดยให้มอเตอร์หมุนที่ Y และเมื่อหมุนจนความเร็ว 80% แล้ว จึงเปลี่ยนวงจรควบคุมเป็น Δ ที่ทำดังนี้เพราะ

- ต้องการให้กระแสของตอนเริ่มหมุนของมอเตอร์น้อย
- มอเตอร์จะถูกออกแบบมาให้ทำงานที่แรงดันเดียว
- ออกแบบเพื่อใช้งานกับงานหนัก เช่น งานไสไม้ งานตัดเหล็ก ตัดไม้ ฯลฯ

จะนำมอเตอร์ตามแบบที่ 1 มาใช้กับงานหนักตามลักษณะงานของแบบที่ 2 ไม่ได้เพราะ Torque ไม่มากพอกับงาน เว้นแต่เอามอเตอร์ตัวโตๆ มาแทนอาจจะได้ แต่การลงทุนซื้อมอเตอร์ครั้งแรกค่อนข้างสูง

สำหรับมอเตอร์ 3 Phase ที่ป้ายชื่อ (Name Plate) บอกไว้ว่า 380 V. Δ ก็จะต้องใช้กับแรงดัน (Voltage) 380 V. โดยเริ่มหมุนด้วย Y และใช้งานด้วย Δ จะคิดว่า Y ใช้แรงดัน 380 V. Δ ใช้แรงดัน 220 V. ไม่ได้เพราะถึงแม้มอเตอร์หมุนแต่จะไม่ได้กำลังตามที่ต้องการ ป้ายชื่อตัวอย่างมอเตอร์ที่ทำงานที่แรงดันเดียวแบบ $Y-\Delta$

2. ต่อแบบลดแรงดันลงบ้างขณะเริ่มหมุน วิธีนี้ทำโดยสร้างหม้อแปลง (Transformer) เฉพาะตัวของมอเตอร์ โดยหม้อแปลงนี้มีหน้าที่

- ลดแรงดันขณะเริ่มหมุน (Start) ซึ่งจะทำได้
- กระแสขณะเริ่มหมุน (Starting Current) น้อย เพราะขณะที่มอเตอร์เริ่มหมุน ถ้าแรงดันสูงตามอัตรา จะใช้ กระแสประมาณ 2-6 เท่า ของกระแสที่บ่งตามป้ายชื่อ(Name Plate)
- เพื่อมิให้ฟิวส์ (Fuse) ขาดง่าย
- ต่อแบบเพิ่มความต้านทานให้ตัวหมุน (Rotor) มอเตอร์ที่อาจเพิ่มค่าความต้านทานให้กับตัวหมุน (rotor) นี้ เป็นตัวหมุนแบบมีขดลวด และมีวงแหวนต่อวงจร ติดอยู่ที่แกนเพลลาของตัวหมุน

สำหรับวิธีลดกระแสตอนเริ่มหมุนทั้งวิธีที่ 3 และวิธีที่ 4 สามารถควบคุมความเร็วของมอเตอร์ได้ด้วย ข้อสังเกตของวิธีลดกระแสตอนเริ่มต้นหมุนก็คือ จะให้แรง (Torque) น้อย ฉะนั้นการทำงานของมอเตอร์แบบนี้จึงมักเริ่มหมุนในขณะที่ยังไม่มีภาระ (No load) เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มอเตอร์แบบ Star- Delta ($Y-\Delta$ Starter)

การต่อมอเตอร์แบบ $Y-\Delta$ ก็เพื่อต้องการให้กำลังคงที่แม้จะเพิ่มภาระ (Load) ให้อีก แต่ความเร็วก็ยังใกล้เคียงกับตอนที่ยังไม่มีภาระ (Load) เช่น เครื่องไสไม้ เครื่องตัดไม้ ฯลฯ ซึ่งต้องการกำลังค่อนข้างคงที่วงจรของขดลวดจะเป็นดังนี้

วงจรถดลวดที่ใช้กับแรงดันเดียว โดยกำหนดให้ต้องเป็น Δ นั้น หากต่อเป็น Δ และต่อตรงเข้ากับไฟที่ต่อเข้าเลยเมื่อตอนเริ่มหมุน (Start) จะต้องใช้กระแส 6-7 เท่าของกระแสใช้งานปกติของมอเตอร์ซึ่งไม่เป็นที่ต้องการของผู้ใช้ จากรูป 2.31 จะเห็นว่าขดลวดของมอเตอร์แต่ละชุดต่อกับแรงดันของสายไฟเข้าเลย



รูปที่ 2.31 แสดงวงจรถดลวดของมอเตอร์ที่ต่อแบบ Star

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สังเกตดูจะเห็นว่า ขดลวดมอเตอร์แต่ละชุด (a,b,c) ต่อเข้ากับแรงดัน 380 V. เลย หากเปรียบเทียบกับรูป จะเห็นว่าแต่ละชุดของ a,b,c รับแรงดันเพียง 220V. เท่านั้น

เมื่อจำนวนรอบของขดลวดและความต้านทานของลวดมีมากและแรงดันคงที่ กระแสตอนเริ่มหมุนจึงน้อย ต่อมาเมื่อความเร็วของตัวหมุน (Rotor) มีประมาณ 80% แล้วแสดงว่ามีแรงดันย้อนกลับ มากพอแล้ว จึงเปลี่ยนวงจรเป็น Δ ได้

ที่กลับต่อสายของตัวมอเตอร์ มีจุดต่อสายอยู่ 6 จุด คือ U-V-W และ Z-X-Y เหมือนมอเตอร์อื่นๆ แต่ที่ป้ายชื่อ (Name Plate) บอกไว้ว่า 380 V. Δ หมายความว่าเมื่อจะใช้งานที่ 380 V. มอเตอร์ตัวนี้จะต้องต่อเป็น Δ

สวิตช์แม่เหล็กและวงจร

โครงสร้างของสวิตช์แม่เหล็ก บางท่านคงจะคิดว่า สวิตช์แม่เหล็ก (Magnetic Contactor) นี้อยากเหลือเกิน ขนาดคนเรียนระดับสูงแล้วยังเรียนให้เข้าใจยังยาก ถ้าท่านคิดแบบนี้ขอบอกว่าเข้าใจผิด ความจริงแล้วง่าย ผู้สอนที่บอกว่ายาก แสดงว่าเขายังไม่รู้เรื่องนี้เท่าไร ท่านนะและหากทำความเข้าใจที่ละขั้นทีละตอนแล้วท่านจะเห็นว่าง่ายจริง



รูป 2.32 วงจรหลอดแสงสว่างธรรมดา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.32 เป็นวงจรหลอดไฟธรรมดาหากกดสวิตช์ Sw. ให้ขา 1 สัมผัสกับขา 2 หลอด H จะติด

เรื่องหลอดไฟพักไว้ก่อน มาทำความเข้าใจเสียก่อนว่า หากมีขดลวดที่พันรอบแกนเหล็ก และมีกระแสไฟฟ้าเข้าขดลวด จะมีอำนาจแม่เหล็กเกิดขึ้น และเรารู้กันว่าอำนาจแม่เหล็กจะดึงดูดที่เป็นแม่เหล็กที่อยู่ใกล้เคียงกัน

หากเราไม่ใช้มือโยกสวิตช์ (Sw) ใช้อำนาจแม่เหล็กเป็นตัวโยกก็จะทำให้ครบวงจร หลอด H ติดเหมือนกัน เขาใช้หลักนี้ในการสร้างสวิตช์ที่ควบคุมด้วยอำนาจแม่เหล็ก เราเรียกสวิตช์ว่า Contactor และขดลวดที่ยอมให้กระแสไฟฟ้าผ่านเพื่อให้เกิดอำนาจแม่เหล็กว่า ขดลวดใช้งาน (Operating Coil)



รูปที่ 2.33 แสดงหลักเบื้องต้นของสวิตช์ที่โยกด้วยแรงแม่เหล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตามรูปเราใช้อำนาจแม่เหล็กคือ Contactor ให้เข้ามาต่อวงจรเพียงชุดเดียว ซึ่ง Contact นี้อยู่ในลักษณะปกติเปิด(Normally Open –NO) จะให้มี Contact ที่อยู่ในลักษณะปกติปิด (Normally Close – NC)ด้วยก็ได้ ซึ่งทั้งนี้แล้วแต่ลักษณะใช้งานว่าจะให้มี NO หรือ NC อย่างละกี่ชุด

ในการทำงานเดียวกัน Contact ที่จะนำไปใช้งาน จะให้มีที่ชุดก็ได้ซึ่งแรงของแม่เหล็กซึ่งจะทำให้ Contact เลื่อน เพื่อให้ Contact ตัดหรือต่อวงจร สามารถคำนวณได้ เพื่อสะดวกต่อการเขียนวงจร จะใช้สัญลักษณ์แทนส่วน Contact ที่อธิบายแล้วว่ามี NO และ NC หากดูในตัวของสวิตช์แม่เหล็กจริงๆเราจะเห็นว่ามี Contact อยู่ 2 พวก

2.7 การควบคุมทางไฟฟ้า

1. รีเลย์ หมายถึง สวิตช์ที่ทำงานโดยอาศัยอำนาจแม่เหล็กช่วยให้เกิดการตัด – ต่อวงจร ควบคุม
2. คอนแทคเตอร์ หมายถึง สวิตช์ที่ทำงานโดยอาศัยอำนาจแม่เหล็กช่วยให้เกิดการตัด- ต่อในวงจรกำลังที่ใช้กระแสค่อนข้างสูง (ประมาณ 30-300 แอมป์) คอนแทคเตอร์มีส่วนประกอบ และ โครงสร้างเหมือนกับรีเลย์ แต่มีขนาดที่ใหญ่กว่า และอาจมีอุปกรณ์ช่วยดับ การอาร์คที่คอนแทคเพิ่มขึ้น

ข้อดีของการใช้รีเลย์และคอนแทคเตอร์เมื่อเทียบกับสวิตช์กำลังอื่นๆ

1. ให้ความปลอดภัยสำหรับผู้ควบคุม อันตรายจากการตัด – ต่อของวงจรกำลังซึ่งมีกระแสไฟฟ้าไหลค่อนข้างสูง (เช่นการสตาร์ทมอเตอร์ตัวใหญ่ๆ จะทำให้เกิดการอาร์ค ที่หน้าคอนแทคขณะเริ่มสตาร์ท) ทั้งนี้เพราะสามารถใช้กระแสไฟฟ้าหรือแรงเคลื่อนต่ำๆไปควบคุมคอยล์ของคอนแทคเตอร์ในการตัด – ต่อวงจรกำลังแทนการสับสวิตช์กำลังได้ด้วยมือโดยตรงนอกจากนี้ยังสามารถย้ายจุดควบคุมไปอยู่ ณ ที่ๆปลอดภัยและห่างจากวงจรกำลังได้
2. ให้ความสะดวกในการควบคุมวงจรไฟฟ้า เพราะสามารถใช้ร่วมกับอุปกรณ์อื่นๆในการควบคุมวงจรต่างๆ
3. ประหยัดเมื่อเทียบกับการควบคุมด้วยมือ (manual control) ในบางกรณีภาระ (load) การควบคุม จำเป็นต้องอยู่ห่างจากแหล่งจ่ายไฟ และจุดควบคุมถ้าใช้การควบคุมด้วยมือ สายของวงจรกำลังจะต้องเดินจากแหล่งจ่ายไฟไปยังจุดควบคุม จากนั้นจึงเดินไปยังภาระ (load) แต่เมื่อใช้การควบคุมด้วยคอนแทคเตอร์ จะช่วยให้ประหยัด เพราะสายของวงจรกำลังสามารถเดินจากแหล่งจ่ายไฟไปยังภาระได้โดยตรง ส่วนสายที่เดินไปยังจุดควบคุม จะเป็นสายของวงจรควบคุมซึ่งมีขนาดเล็ก

4. โครงสร้างและการทำงานของรีเลย์และคอนแทคเตอร์นั้นมีโครงสร้าง และการทำงานเหมือนกัน กล่าวคือจะมีแกนเหล็กรูปตัว E อัดซ้อนกันเป็นแท่งอยู่ 2 ชุด ชุดหนึ่งถูกยึดติดอยู่กับที่ ที่ขากลาง ของแกนเหล็กชุดนี้จะมีขดลวดซึ่งพันอยู่บนบอบบนที่สวมอยู่ ขดลวดชุดนี้จะเป็นตัวสร้างสนามแม่เหล็กขึ้นมา ส่วนที่ขาดตัว E อีก 2 ข้าง จะมีลวดทองแดงเส้นใหญ่ต่อลวดวงจรเป็นรูปวงแหวน และฝังอยู่ที่ผิวหน้าของแกนเพื่อช่วยลดการสั่นของแกนอันเนื่องมาจากกระแสสลับ เรียกวงแหวนนี้ว่า shaded ring สำหรับแกนเหล็กอีกชุดหนึ่งเป็นส่วนที่เคลื่อนที่ได้ โดยมีตัวคอนแทคยึดติดอยู่กับแกนเหล็กทั้ง 2 ชุดนี้ ทำมาจากเหล็กแผ่นบางๆ ที่ผิวเคลือบด้วยฉนวน

ในภาวะปกติเปิด แกนเหล็กทั้ง 2 ชุดนี้ จะถูกดันให้ห่างออกจากกันด้วยสปริงที่ขาทั้ง 2 ข้างของแกนเหล็ก ทำให้ตัวคอนแทคบางตัวต่อวงจรของจุดสัมผัสให้ถึงกัน เราเรียกคอนแทคชุดนี้ว่า “คอนแทคปกติปิด” ในขณะที่เดียวกัน ก็จะมีคอนแทคบางตัวที่ไม่ได้ต่อกับจุดสัมผัส เราเรียกคอนแทคชุดนี้ว่า “คอนแทค ปกติเปิด”

ขดลวดที่ขากลางของแกนเหล็กจะสร้างสนามแม่เหล็กขึ้นมา ก็ต่อเมื่อมันได้รับพลังงานไฟฟ้า แรงดึงดูดจากอำนาจแม่เหล็กจะชนะแรงดันของสปริง ทำให้แกนเหล็กชุดที่สามารถเคลื่อนที่ได้เคลื่อนที่ลงมา ในสภาวะนี้คอนแทคแบบปกติเปิดจะต่อวงจรของจุดสัมผัส คอนแทคทั้ง 2 ชุดนี้จะกลับ ไปอยู่ในสภาวะเดิมอีกครั้งเมื่อหยุดการจ่ายพลังงาน **เอกไฟฟ้าให้กับขดลวด** ที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยปกติคอนแทกแบบปรกติปิด จะใช้ตัด – ต่อวงจรควบคุมเท่านั้น ส่วนคอนแทกแบบปกติเปิดบางชุดจะทำหน้าที่ ตัด – ต่อ วงจรควบคุมและบางชุดจะทำหน้าที่ในการตัด – ต่อวงจรกำลังเราเรียกคอนแทกที่ทำหน้าที่ตัด – ต่อวงจรกำลังว่า คอนแทกเมน (main contract)

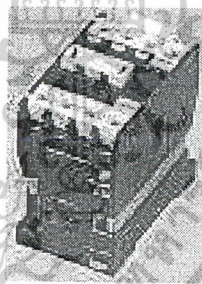
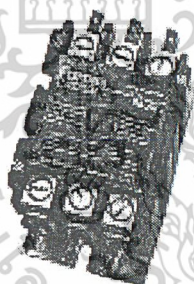
คอนแทกเมนของคอนแทกเตอร์ จะมีขนาดใหญ่กว่าคอนแทกช่วย แต่สำหรับรีเลย์คอนแทก ตัวที่ทำหน้าที่คอนแทกเมนจะมีขนาดพอกับคอนแทกช่วย เนื่องจากจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับภาระขนาดเล็กเท่านั้น

ชนิดและขนาดของคอนแทกเตอร์ไฟฟ้า

คอนแทกเตอร์ที่ใช้กับไฟกระแสสลับแบ่งออกเป็น 4 ชนิดตามลักษณะของภาระและการใช้งาน คือ AC1 AC2 AC3 และ AC4

- AC1 : เป็นคอนแทกเตอร์ที่เหมาะสมสำหรับภาระ ที่เป็นความต้านทาน หรือในวงจรที่มีค่า อินдукทีฟน้อยๆ
- AC2 : เป็นคอนแทกเตอร์ที่เหมาะสมสำหรับใช้กับภาระที่เป็นสลิปปลิงมอเตอร์
- AC3 : เป็นคอนแทกเตอร์ที่เหมาะสมสำหรับใช้สตาร์ท และหยุดภาระที่เป็นมอเตอร์ทรงกระบอก
- AC4 : เป็นคอนแทกเตอร์ที่เหมาะสมสำหรับการสตาร์ท-หยุดมอเตอร์ วงจร (jogging) และกลับทางหมุนของมอเตอร์แบบโรเตอร์ทรงกระบอก

ขนาดของคอนแทกเตอร์นิยมเรียกเป็น size 0 size 1 size 2 ... เป็นต้น size ซึ่งตามด้วยตัวเลขที่มีค่ามากกว่าจะแสดงถึงขนาดของคอนแทกเตอร์ที่ใหญ่กว่า



รูปที่ 2.34 คอนแทกเตอร์

สำหรับการพิจารณาเลือกใช้ขนาดของคอนแทกเตอร์ให้เหมาะสมกับมอเตอร์ จะพิจารณาที่แรงดันกระแส และแรงดันของมอเตอร์กับแรงดันเทียบกระแสและแรงดันที่คอนแทกของคอนแทกเตอร์ แรงดันกระแสของมอเตอร์จะต้องต่ำกว่าแรงดันใช้งานของกระแสคอนแทกเตอร์ที่แรงดันเท่ากัน ซึ่งคอนแทกเตอร์ขนาดหนึ่งอาจใช้ได้กับมอเตอร์ที่มีแรงดันต่างกัน ได้ เช่นคอนแทกเตอร์ size 0 คอนแทกเตอร์มีแรงดันกระแส 9 แอมป์ ที่ 380 โวลต์ หรือน้อยกว่าและ 5 แอมป์ที่ 500 โวลต์ จะสามารถใช้ได้กับมอเตอร์ที่มีขนาดถึง 2.2 กิโลโวลต์ 220 โวลต์ ซึ่งมีแรงดันกระแสประมาณ 8.7 แอมป์ หรือมอเตอร์ที่มีขนาดถึง 4 กิโลโวลต์ 380 โวลต์ ซึ่งมีแรงดันกระแส ประมาณ 8.5 แอมป์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการพิจารณาเลือกคอนแทคเตอร์ นอกจากลักษณะและขนาดของโพลต์ที่ใช้แล้ว ยังจะต้องพิจารณาองค์ประกอบอื่นอีกเช่น ความบ่อยครั้งของการทำงานต่ำมากน้อยเพียงครั้งหรือ 2 ครั้งในหนึ่งวัน เราอาจเลือกคอนแทคเตอร์แบบ AC3 แทน AC4 ได้

การเลือกคอนแทคเตอร์ ที่เหมาะสมกับงานจะต้องดูข้อมูลทางด้านเทคนิคของคอนแทคเตอร์จากบริษัทผู้ผลิตให้เหมาะสมกับงานซึ่งมีข้อในการพิจารณาคือ

- ลักษณะของภาระ (load) และการใช้งาน
- แรงดันและความถี่
- ความบ่อยครั้งในการใช้งาน
- การป้องกันจากการสัมผัสและการป้องกันน้ำ
- ความคงทนทางกลและทางไฟฟ้า

แรงดันที่ใช้กับวงจรควบคุม แรงดันไฟฟ้าที่จะนำมาใช้ในการควบคุมให้คอนแทคเตอร์ทำงาน ขึ้นอยู่กับการออกแบบว่าจะให้คอยล์ทำงานได้ดีที่สุดที่แรงดันเท่าไร ซึ่งแรงดันที่นำมาใช้อาจเป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับหรือแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงก็ได้ ขนาดของแรงดันมีขนาดแตกต่างกัน เช่น ใช้กับไฟฟ้ากระแสตรง 6 โวลต์ 12 โวลต์ และ 24 โวลต์ หรือใช้กับไฟฟ้ากระแสสลับ 110 โวลต์ 220 โวลต์ และ 380 โวลต์เป็นต้น ส่วนมากแรงดันต่ำๆมักจะพบกับคอนแทคเตอร์ที่ใช้กับไฟกระแสตรง

พีแอลซี (Programmable Logic Controller ; PLC)

PLC เป็นอุปกรณ์ควบคุมชนิดหนึ่ง ที่นำมาแทนการควบคุมที่ใช้ รีเลย์ ทำให้สะดวกขึ้น เพราะเป็นระบบอิเล็กทรอนิกส์และใช้การเขียนโปรแกรมทำงานเดียวกับคอมพิวเตอร์แทนการเดินสายไฟ PLC มีหน่วยอินพุตและเอาต์พุตแบบลอจิก (ON/OFF) และแบบอนาล็อก (Analog) จึงทำให้สามารถควบคุมเครื่องจักรได้ทุกชนิด นอกจากนั้นแล้วยังมีหน่วยอินพุตและเอาต์พุตจำนวนมาก ทั้งที่มีขนาดเล็กราคาถูก PLC เป็นอุปกรณ์ที่ประกอบด้วยวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่เป็น โมดูล สามารถตรวจสอบด้วยตัวเอง เพราะฉะนั้นเมื่อเสียหายก็ทำได้โดยเปลี่ยนโมดูลเท่านั้น และ PLC สามารถตรวจสอบสถานะ “ON” หรือ “OFF” ของอุปกรณ์ภายนอกตาม โปรแกรมได้ ทำให้ตรวจค้นหาข้อบกพร่องได้อย่างรวดเร็ว PLC มีหน่วยอินพุต / เอาต์พุตหลายชนิด เช่น หน่วยอินพุต / เอาต์พุตแบบลอจิก (ON / OFF), หน่วยอินพุต / เอาต์พุตแบบ AC / DC, หน่วยอินพุตเอาต์พุตแบบ TTL, หน่วยอินพุต / เอาต์พุตแบบอนาล็อก (Analog), หน่วยอินพุต / เอาต์พุตแบบหน้าสัมผัส (Contact) เป็นต้น

PLC มีคำสั่งที่ใช้เขียนโปรแกรม 4 ภาษา คือ ภาษาแลดเดอร์ ภาษาบูลีน ภาษาบล็อก และภาษาคำสั่งข้อความภาษาอังกฤษ โดยภาษาแลดเดอร์และภาษาบูลีนใช้กับ PLC ขนาดเล็กที่แทนรีเลย์ เคาเตอร์ และไทเมอร์ ส่วนภาษาบล็อกและภาษาคำสั่งข้อความภาษาอังกฤษเหมาะกับ PLC ขนาดใหญ่ และการควบคุมที่ซับซ้อน

PLC มีข้อดีดังต่อไปนี้

- แก้ไขได้ง่าย
- ติดต่อกับระบบอื่นได้ง่าย
- ติดตั้งง่าย
- ลดการเดินสายไฟควบคุม
- เนื้อที่ติดตั้งน้อยกว่า
- มีความหนาเชื่อถือสูงกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- บำรุงรักษาง่าย และซ่อมแซมง่าย
- มีประสิทธิภาพการทำงานสูงกว่า

โครงสร้างของ PLC

PLC เป็นอุปกรณ์คอมพิวเตอร์สำหรับใช้ในงานอุตสาหกรรม PLC ประกอบด้วย หน่วยประมวลผลกลาง หน่วยความจำ หน่วยรับข้อมูล หน่วยส่งข้อมูล และหน่วยป้อนโปรแกรม PLC ขนาดเล็ก ส่วนประกอบทั้งหมดของ PLC จะรวมกันเป็นเครื่องเดียวกัน แต่ถ้าเป็นขนาดใหญ่สามารถแยกออกเป็นส่วนประกอบย่อยๆ ได้

หน่วยความจำของ PLC ประกอบด้วยหน่วยความจำชนิด RAM และ ROM หน่วยความจำชนิด RAM ทำหน้าที่เก็บโปรแกรมของผู้ใช้ และข้อมูลสำหรับการปฏิบัติงานของ PLC ส่วน ROM ทำหน้าที่เก็บโปรแกรมสำหรับการปฏิบัติงานของ PLC ตามโปรแกรมของผู้ใช้ ROM ย่อมาจาก Read Only Memory สามารถโปรแกรมได้แต่ลบไม่ได้ ถ้าชำรุดแล้วซ่อมไม่ได้

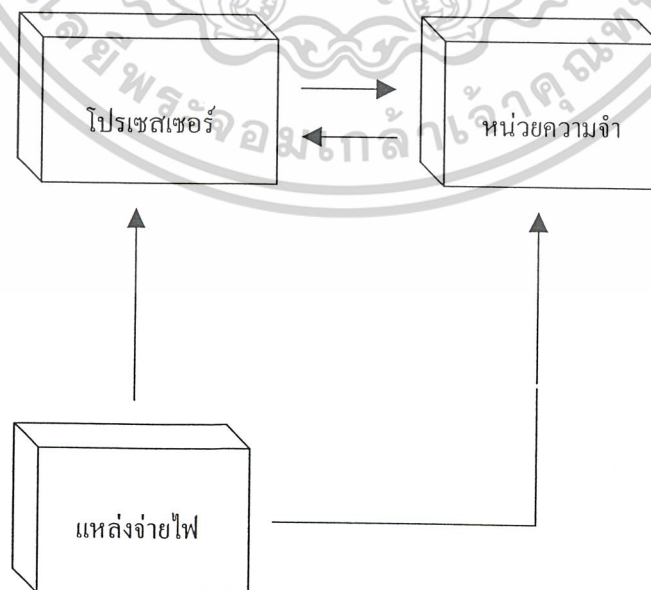
ส่วนประกอบของ PLC

PLC แบ่งออกได้ 3 ส่วนด้วยกัน

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

CPU เป็นส่วนมันสมองของระบบ ภายใน CPU จะประกอบไปด้วยวงจร Logic Gate ชนิดต่างๆหลายชนิด และมี Microprocessor- based ใช้สำหรับแทนอุปกรณ์จำพวกรีเลย์ (Relay) เคาน์เตอร์ (Counter) ไทมเมอร์ (Timer) และซีควเอนเซอร์ (Sequencers) เพื่อให้ผู้ใช้ได้ออกแบบใช้วงจรรีเลย์ แลคเตอร์ ลอจิก (Relay Ladder Logic) เข้าไปได้

CPU จะยอมรับ (Read) อินพุต เตต้า (Input Data) จากอุปกรณ์ให้สัญญาณ (Sensing Device) ต่างๆ จากนั้นจะปฏิบัติการและเก็บข้อมูล โดยใช้โปรแกรมจากหน่วยความจำ และส่งข้อมูลที่เหมาะสมถูกต้องไปยังอุปกรณ์ควบคุม (Control Device) แหล่งของกระแสไฟฟ้ากระแสตรง (DC Current) สำหรับใช้สร้างโวลต์ต่ำ ซึ่งใช้โดยโปรเซสเซอร์ และไอโอ โมดูลและจ่ายไฟนี้จะเก็บไว้ที่ CPU หรือแยกออกไปติดตั้งที่จุดอื่นก็ได้ขึ้นอยู่กับผู้ผลิตแต่ละราย



รูปที่ 2.35 การส่งจ่ายข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนของอินพุตและเอาต์พุต (I / O Unit)

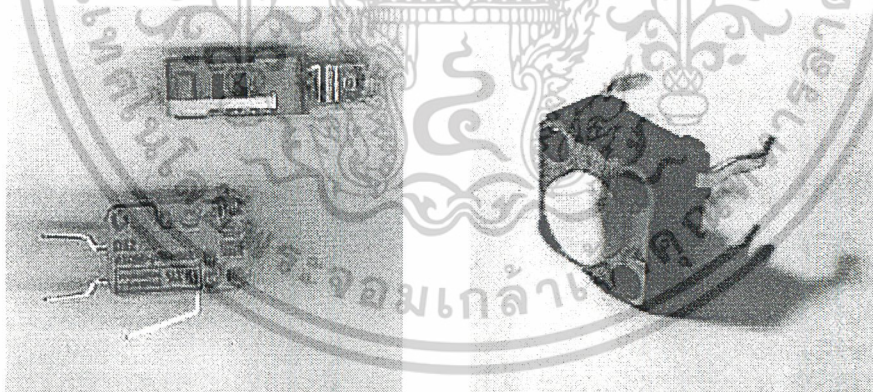
ส่วนของอินพุตและเอาต์พุต (I / O Unit) จะต้องร่วมกับชุดควบคุมเพื่อรับสถานะและสัญญาณต่างๆ เช่น หน่วยอินพุตรับสัญญาณหรือสถานะแล้วส่งไปยัง CPU เพื่อประมวลผล เมื่อ CPU ประมวลผลแล้วจะส่งให้ส่วนของเอาต์พุตเพื่อให้อุปกรณ์ทำงานตามที่โปรแกรมไว้

สัญญาณอินพุตจากภายนอกที่เป็นสวิตช์และตัวตรวจจับสัญญาณชนิดต่างๆ จะถูกแปลงให้เป็นสัญญาณที่เหมาะสมและถูกต้องไม่ว่าจะเป็น AC หรือ DC เพื่อส่งให้ CPU ดังนั้น สัญญาณเหล่านี้จึงต้องมีความถูกต้อง ไม่เช่นนั้นแล้ว CPU จะเสียหายได้

สัญญาณอินพุตที่ดีจะต้องมีคุณสมบัติและหน้าที่ดังนี้

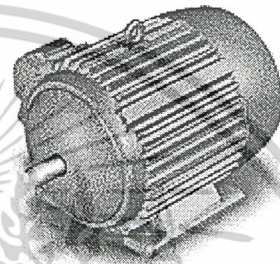
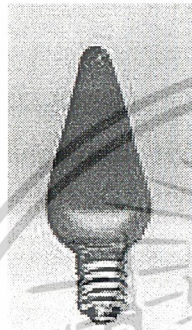
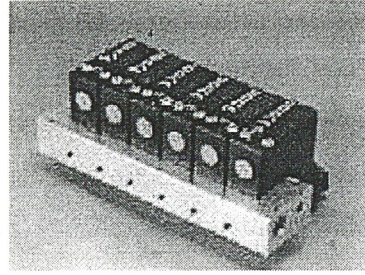
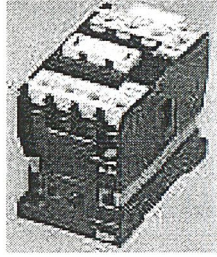
1. ทำให้สัญญาณเข้าได้ระดับที่เหมาะสมกับ PLC
2. การส่งสัญญาณระหว่างอินพุตกับ CPU จะติดต่อกันด้วยลำแสง ซึ่งอาศัยอุปกรณ์ประเภท ไฟโตทรานซิสเตอร์ เพื่อต้องการแยกสัญญาณ (Isolate) ทางไฟฟ้าให้ออกจากกัน เป็นการป้องกันไม่ให้ CPU เสียหายเมื่อ อินพุตเกิดลัดวงจร
3. หน้าสัมผัสจะต้องไม่สั่นสะเทือน (Contact Chattering)

ในส่วนของเอาต์พุต จะทำหน้าที่รับคำสั่งที่ได้จากการประมวลผลของ CPU แล้วนำค่าเหล่านี้ไปควบคุมอุปกรณ์ทำงาน เช่น รีเลย์ โซลินอยด์ หรือหลอดไฟ เป็นต้น นอกจากนั้นแล้วยังทำหน้าที่แยกสัญญาณของหน่วยประมวลผลกลาง CPU ออกจากอุปกรณ์เอาต์พุต โดยปกติเอาต์พุตนี้จะมีขีดความสามารถขับโหลดด้วยกระแสไฟฟ้าประมาณ 1-2 แอมแปร์ แต่ถ้าโหลดต้องการกระแสไฟฟ้ามากกว่านี้จะต้องต่อเข้ากับอุปกรณ์ขับอื่นเพื่อขยายให้รับกระแสไฟฟ้ามากขึ้น เช่น รีเลย์ หรือคอนแทคเตอร์ เป็นต้น



รูปที่ 2.36 ตัวอย่างอุปกรณ์ที่ใช้เป็นสัญญาณอินพุต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.37 ตัวอย่างอุปกรณ์ที่เป็นส่วนของเอาต์พุต

อุปกรณ์ไฟฟ้าและโซลินอยด์วาล์ว

ในระบบนิวแมติกส์ไฟฟ้า การควบคุมการทำงานของเครื่องจักรกลหรือระบบกระบวนการทำงานต่าง ๆ นั้นสามารถแบ่งออกได้เป็นสองส่วนด้วยกัน คือ ส่วนของวงจรกำลัง หรือส่วนที่เป็นวงจรนิวแมติกส์ โดยจะประกอบด้วยอุปกรณ์ทำงานประเภทต่าง ๆ ซึ่งควบคุมการเคลื่อนที่ด้วยโซลินอยด์วาล์ว และอีกส่วนหนึ่งก็คือ วงจรควบคุมหรือส่วนที่เป็นวงจรไฟฟ้า จะใช้อุปกรณ์ ทางไฟฟ้าประเภทต่าง ๆ เช่น สวิตช์ รีเลย์ ตัวตั้งเวลา และคัตวับ ฯลฯ เป็นอุปกรณ์ที่ให้สัญญาณทางไฟฟ้า เพื่อควบคุมการทำงานหรือเปลี่ยนตำแหน่งของโซลินอยด์วาล์วในส่วนของวงจรนิวแมติกส์อีกทีหนึ่ง

1. สวิตช์ต่าง ๆ และหลักการทำงาน

สวิตช์ปุ่มกด (PUSHBUTTON SWITCH)

หลักการทำงาน : สวิตช์ปุ่มกดแบบนี้ ในสภาวะปกติสวิตช์จะตัดวงจรกระแสไฟจะไม่สามารถไหลจากด้านหนึ่ง ไปอีกด้านหนึ่งได้ แต่เมื่อสวิตช์ถูกกดจากภายนอกจะทำให้หน้าสัมผัสต่อกัน กระแสไฟจึงสามารถไหลผ่านจากด้านหนึ่ง ไปยังอีกด้านหนึ่งได้ และหากสวิตช์ไม่ถูกกดสปริงจะดันให้หน้าสัมผัสแยกออกจากกันสู่สภาพเดิม

หลักการทำงาน : สวิตช์ปุ่มกดแบบนี้ ในสภาวะปกติกระแสไฟจะสามารถไหลผ่านหน้าสัมผัสจากด้านหนึ่งไปยังอีกด้านหนึ่งได้ แต่เมื่อสวิตช์ถูกแรงกดจากภายนอกหรือสภาวะทำงาน จะทำให้ หน้าสัมผัสตัดวงจรไม่ให้กระแสไฟผ่านไปยังอีกด้านหนึ่งได้ และหากสวิตช์ไม่ถูกกดสปริงจะดันให้ หน้าสัมผัสกลับสู่สภาพเดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากนี้ สวิตช์กด ยังมีแบบที่หน้าสัมผัสแบบปกติเปิดและปกติปิดรวมอยู่ในตัวเดียวกัน ในการใช้งานสามารถใช้หน้าสัมผัสคู่ใดคู่หนึ่ง หรือทั้งสองคู่ก็ได้

สวิตช์กดค้างตำแหน่ง (TOGGLE SWITCH)

หลักการทํางาน : สวิตช์ประเภทนี้สามารถค้างตำแหน่งการทํางานได้จากรูปถักกดสวิตช์ไปทางซ้ายมือ จะทำให้หน้าสัมผัสทั้งสองแยกออกจากกัน แต่ถ้ากดสวิตช์ไปด้านขวามือจะทำให้หน้าสัมผัสต่อกัน

สวิตช์ตำแหน่ง (LIMIT SWITCH)

หลักการทํางาน : สวิตช์ประเภทนี้เป็นสวิตช์ที่ทํางานทางกล คือ ใช้แทนเครื่องก้านสูบ ฝาปิดเครื่องจักร ฯลฯ เป็นตัวกดในการเปลี่ยนตำแหน่งหน้าสัมผัส

สวิตช์แม่เหล็ก (MAGNETIC SWITCH)

หลักการทํางาน : สวิตช์แม่เหล็กหรือบางครั้งอาจเรียกว่า รีดสวิตช์ (REED SWITCH) เป็นสวิตช์ที่ทํางานโดยไม่ต้องสัมผัส แต่จะอาศัยอำนาจแม่เหล็กเป็นตัวตั้งการให้ สวิตช์ทํางาน รีดสวิตช์นี้เหมาะสำหรับงานที่มีการตัดต่อของสวิตช์สูง และงานที่มีปัญหาการติดตั้งลิมิตสวิตช์ในระบบควบคุม รีดสวิตช์นี้จะติดตั้งร่วมกับกระบอกสูบพิเศษที่มีแม่เหล็กถาวรติดอยู่ภายใน ในสภาวะปกติเมื่อยังไม่มีอำนาจแม่เหล็กเกิดขึ้นบริเวณที่ติดตั้งรีดสวิตช์ หน้าสัมผัสทั้งสองจะไม่ต่อกัน แต่เมื่อลูกสูบที่มีแม่เหล็กถาวรติดอยู่ภายในเคลื่อนที่ผ่านรีดสวิตช์สนามแม่เหล็ก จะเหนี่ยวนำให้หน้าสัมผัสทั้งสองต่อกัน

ในปัจจุบันนี้นอกจากสวิตช์แม่เหล็กที่เป็นหน้าสัมผัสหรือรีดสวิตช์แล้วยังมีสวิตช์แม่เหล็กที่เป็นแบบอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งหลักการทํางานจะมีลักษณะใกล้เคียงกัน แต่จะแตกต่างกัน ในการต่อโหลดหรืออุปกรณ์ภายนอกซึ่งจะขอกล่าวรายละเอียดในเรื่องของอุปกรณ์ตรวจจับ (SENSOR)

สวิตช์แรงดัน (PRESSURE SWITCH)

สวิตช์แรงดัน (PRESSURE SWITCH) เป็นสวิตช์ที่ทํางานโดยอาศัยการเปลี่ยนแปลงของแรงดันลมหรือบางทีอาจเรียกว่า Pneumatic to Electric Converter

หลักการทํางาน : ในสภาวะปกติ เมื่อยังไม่มิลมเข้า X หน้าสัมผัส 1 จะต่อกับ 2 และเมื่อมีสัญญาณลมเข้ามาทาง X จะทำให้ก้านสูบเคลื่อนที่ขึ้นด้านบนกดชุดของหน้าสัมผัส และเป็นผลให้หน้าสัมผัส 1 ที่ต่อกับ 2 เปลี่ยนการต่อมาต่อกับ 4 แทน

2. รีเลย์ (RELAY)

ในวงจรควบคุมที่อยู่ภายในระบบนิวแมติกส์ไฟฟ้า จะไม่สามารถใช้สวิตช์เพียงอย่างเดียวในการควบคุมจำเป็นต้องนำรีเลย์เข้ามาช่วย เพราะภายในตัวของรีเลย์จะมีหน้าสัมผัสจำนวนหลายชุดอยู่ภายใน จึงสามารถใช้ควบคุมในงานที่อยู่ภายนอกได้ รีเลย์เป็นสวิตช์ที่ทํางานโดยอาศัยอำนาจแม่เหล็กไฟฟ้าช่วยให้เกิดการตัดต่อวงจรควบคุม

โครงสร้างและการทํางานของรีเลย์ :

โครงสร้างของรีเลย์ ประกอบด้วยแกนเหล็ก 2 ชุด ชุดหนึ่งถูกยึดติดอยู่กับที่โดยจะมีขดลวดพันอยู่รอบ ๆ เพื่อสร้างสนามแม่เหล็กในกรณีที่มีกระแสไฟไหลผ่านขดลวดและจะทำให้เกิดแรงดูดได้ สำหรับแกนเหล็กอีกชุดหนึ่งจะเป็นส่วนที่เคลื่อนที่ได้ โดยแกนเหล็กชุดนี้จะมีหน้าสัมผัสยึดติดอยู่

หลักการทํางาน : ในสภาวะปกติแกนเหล็กทั้งสองชุดจะถูกดันออกมาจากกันด้วยแรงสปริง ชุดของหน้าสัมผัสในสภาวะนี้จะเรียกว่า ชุดหน้าสัมผัสปกติเปิดในกรณีที่หน้าสัมผัสแยกออกจากกัน และชุดหน้าสัมผัสปกติปิดในกรณีที่หน้าสัมผัสต่อกัน เมื่อมีกระแสไฟไหลเข้าขดลวดที่พันอยู่รอบ ๆ แกนเหล็ก จะทำให้แกนเหล็กกลายเป็นแม่เหล็กเป็นเอกสารที่ส่งแรงไว้วางสำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลักจุดแกนหลักชุดเคลื่อนที่ ทำให้ชุดของหน้าสัมผัสเปลี่ยนการทำงานทันที คือ ชุดหน้าสัมผัสที่ต่อถึงกันจะแยกออกจากกัน และชุดหน้าสัมผัสที่แยกจากกันก็จะต่อถึงกัน หรืออาจจะสลับง่าย ๆ ได้ว่า ชุดหน้าสัมผัสเปิดจะเปลี่ยนเป็นปิดจากปิดจะเปลี่ยนเป็นเปิด และหากไม่มีกระแสไฟไหลเข้าชุดชุดหน้าสัมผัสก็จะคืนกลับสู่ตำแหน่งเดิม

3. รีเลย์ตั้งเวลา (TIME RELAY)

รีเลย์ตั้งเวลาเป็นสวิทช์ที่ทำงานโดยอาศัยการหน่วงเวลาด้วยระบบอิเล็กทรอนิกส์หรือระบบมอเตอร์ไฟฟ้า รีเลย์ตั้งเวลานี้มีหลายแบบแต่แบบที่นิยมใช้กันอยู่อย่างแพร่หลายมีอยู่ 2 ชนิดด้วยกัน คือ แบบหน่วงเวลาตอนมีสัญญาณ (ON DELAY) และแบบหน่วงเวลาตอนตัดสัญญาณ (OFF DELAY)

รีเลย์ตั้งเวลาแบบหน่วงเวลาตอนมีสัญญาณ

รีเลย์ตั้งเวลาแบบนี้จะเริ่มนับเวลาการหน่วงเวลาเมื่อมีสัญญาณไฟมาเลี้ยงขลวดรีเลย์

รีเลย์ตั้งเวลาแบบหน่วงเวลาตอนตัดสัญญาณ

รีเลย์ตั้งเวลาแบบนี้จะเริ่มนับเวลาของการหน่วงเวลาเมื่อสัญญาณไฟฟ้าเลี้ยงขลวดของรีเลย์ถูกตัดออก

4. ตัวนับ (COUNTER)

ตัวนับเป็นอุปกรณ์ที่ทำงานโดยอาศัยสัญญาณพัลส์ หรือสัญญาณที่เป็นแบบเปิดปิดทางไฟฟ้าเพื่อสั่งให้มีการนับเกิดขึ้น ตัวนับที่นิยมใช้กันอยู่มี 2 ลักษณะด้วยกัน คือ แบบนับอย่างเดียว และแบบตั้งจำนวนได้

ตัวนับแบบนับอย่างเดียว

ตัวนับแบบนี้จะใช้กับงานที่นับอย่างเดียวเพราะฉะนั้นจึงไม่มีสัญญาณในกรณีเมื่อนับไปจนถึงค่าสุดท้ายแล้ว และตัวนับแบบนี้ยังสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทด้วยกัน คือ แบบไม่มีรีเซ็ต และแบบมีรีเซ็ต

ตัวนับแบบตั้งจำนวนได้

ตัวนับแบบนี้มีการตั้งจำนวนได้ และเมื่อนับถึงจำนวนที่ตั้งไว้จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งของหน้าสัมผัสและตัวนับแบบนี้ยังสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่มด้วยกัน คือแบบนับขึ้น และนับลง

5 อุปกรณ์ตรวจจับ (SENSOR)

อุปกรณ์ตรวจจับหรือเซนเซอร์ เป็นอุปกรณ์ที่มีความสำคัญในการควบคุมการทำงานในงานอุตสาหกรรมค่อนข้างสูง โดยเฉพาะกระบวนการทำงานที่เป็นแบบอัตโนมัติ นั่นคือ จะทำให้หน้าที่ในการตรวจจับ หรือรับสัญญาณจากกระบวนการทำงาน หรืออุปกรณ์ทำงาน ซึ่งเป็นค่าทางฟิสิกส์หรือกายภาพต่าง ๆ เช่น ความร้อน แสง สี เสียง การเคลื่อนที่ ระยะทาง เป็นต้น แล้วเปลี่ยนสัญญาณเหล่านั้นให้อยู่ในรูปที่อุปกรณ์ควบคุมสามารถตอบสนองได้

ในที่นี้เมื่ออุปกรณ์ควบคุมเป็นระบบทางไฟฟ้า เพราะฉะนั้นสัญญาณจาก เซนเซอร์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการตรวจจับที่จะส่งให้กับระบบควบคุมก็ต้องเป็นสัญญาณทางไฟฟ้าด้วย ซึ่งสัญญาณทางไฟฟ้าที่นำมาใช้กับระบบควบคุมสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ลักษณะ ด้วยกันคือ

- สัญญาณอนาล็อก
- สัญญาณดิจิทัล
- สัญญาณ ไบนารี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณอนาล็อก :

เป็นสัญญาณที่มีขนาดเปลี่ยนไปตามสัญญาณจริงอย่างต่อเนื่อง สัญญาณอนาล็อกจึงสามารถแสดงค่าสัญญาณจริงได้ถูกต้องที่สุด แต่มีข้อเสีย คือ คอมพิวเตอร์หรือระบบไมโครโปรเซสเซอร์หรือระบบดิจิทัลไม่สามารถรับสัญญาณนี้ได้ จำเป็นต้องมีอุปกรณ์แปลงสัญญาณจาก อนาล็อกให้เป็นสัญญาณดิจิทัลเสียก่อน และเมื่อต้องการส่งสัญญาณออกจากระบบดิจิทัล ก็จะต้องทำการเปลี่ยนสัญญาณดิจิทัลกลับมาเป็นสัญญาณอนาล็อกอีกครั้งหนึ่ง

สัญญาณดิจิทัล :

เป็นสัญญาณที่มีขนาดเปลี่ยนไปตามสัญญาณจริงเป็นช่วง ๆ โดยขนาดที่แสดงค่าสัญญาณจริงแต่ละค่านั้นแทนด้วยข้อมูลดิจิทัลจำนวนหนึ่ง ซึ่งจำนวนบิตจะขึ้นอยู่กับผู้สร้างระบบว่าให้มีจำนวนเท่าใด หากจำนวนบิตมากขนาดของสัญญาณดิจิทัลจะมีค่าใกล้เคียงกับสัญญาณจริงมากขึ้น หากเปรียบเทียบสัญญาณให้เป็นเวลา นาฬิกาแบบเข็มจะเป็นเหมือนสัญญาณอนาล็อกและนาฬิกาแบบตัวเลขจะเปรียบได้กับสัญญาณดิจิทัล

สัญญาณไบนารี :

สัญญาณไบนารี เป็นสัญญาณดิจิทัลอีกรูปแบบหนึ่งที่มีค่าเป็นไปได้เพียง 2 ค่า เท่านั้นคือ “1” หรือ “0” หรือปิดกับเปิด โดยที่จะมีการกำหนดขอบเขตของสัญญาณจริงให้รู้วาระค่านั้นเป็น “0” หรือ “1” เช่น แรงดัน 0-5 โวลต์ เป็น “0” ถ้าแรงดันอยู่ในช่วง 10-30 โวลต์ เป็น “1” เป็นต้น สัญญาณแบบไบนารีนี้จะมีความสะดวกและง่ายในการสร้างสัญญาณ รวมทั้งออกแบบและควบคุมในการควบคุมงานอุตสาหกรรมส่วนใหญ่จะมีลักษณะการควบคุมเป็นแบบเปิด-ปิด หรือควบคุมแบบเปิด ดังนั้นจึงสามารถนำสัญญาณแบบไบนารีไปใช้ในการงานควบคุมลักษณะนี้ได้

ในการควบคุมระบบนิวเมติกส์ไฟฟ้าส่วนใหญ่แล้วการควบคุมจะมีลักษณะเป็นแบบเปิด-ปิด ดังนั้นในที่นี้จะขอกล่าวถึงเซนเซอร์ที่ให้สัญญาณเป็นแบบ ไบนารีที่นิยมใช้ในการงานควบคุมระบบนิวเมติกส์ไฟฟ้า

1) อินดักทีฟเซนเซอร์ (INDUCTIVE SENSOR)

เซนเซอร์ชนิดนี้นิยมใช้ตรวจจับชิ้นงานหรือวัตถุที่เป็นโลหะ ซึ่งอาจจะอยู่ในรูปของการตรวจสอบตำแหน่ง ตรวจสอบระยะทาง นับจำนวน หรือแยกประเภทของชิ้นงาน เป็นต้น

อินดักทีฟเซนเซอร์ จะสร้างสนามแม่เหล็กขึ้นในบริเวณส่วนหัว หรือตำแหน่งที่ใช้ในการตรวจสอบชิ้นงานที่เป็นโลหะ จากลวดโคเอแกรมหากมีชิ้นงานที่เป็นโลหะอยู่ในบริเวณ หรือตำแหน่งที่อินดักทีฟเซนเซอร์สามารถตรวจสอบ หรือส่งสนามแม่เหล็กไปถึง จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงค่าความเหนี่ยวนำ ซึ่งจะมีวงจรที่ใช้ในการตรวจจับการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว แล้วส่งสัญญาณที่ได้ไปขยายให้มีค่าสูงขึ้น เพื่อสามารถต่อเข้ากับอุปกรณ์ภายนอกได้

2) คาปาซิทีฟ เซนเซอร์ (CAPACITIVE SENSOR)

เซนเซอร์ชนิดนี้จะใช้ตรวจจับชิ้นงาน หรือวัตถุที่เป็นทั้งโลหะ และอโลหะ ซึ่งอาจจะอยู่ในรูปของการตรวจสอบตำแหน่ง ระยะทาง นับจำนวน ฯลฯ เช่นเดียวกับอินดักทีฟเซนเซอร์

หลักการทำงานของแคปซิทีฟเซนเซอร์จะมีลักษณะคล้ายกับอินดักทีฟเซนเซอร์ แต่จะอาศัยหลักการเปลี่ยนแปลงค่าคาปาซิแตนซ์

จากกราฟจะสังเกตเห็นได้ว่า ไม่ว่าจะอินดักทีฟ หรือคาปาซิทีฟเซนเซอร์ หากชิ้นงาน หรือวัตถุต่างชนิดกัน ระยะทางที่ใช้ในการตรวจจับจะต่างกันออกไป แม้ว่าจะเป็นเซนเซอร์ตัวเดียวกันก็ตาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) ออปติกเซนเซอร์ (OPTIC SENSOR)

เซนเซอร์ประเภทนี้จะใช้แสงในการตรวจจับชิ้นงาน ซึ่งส่วนใหญ่จะใช้แสงอินฟราเรดและแสงสีแดง โดยในที่นี้สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 กลุ่ม ด้วยกันคือ

แบบแยกตัวรับและตัวส่ง (THROUGH BEAM SENSOR)

ออปติกเซนเซอร์ประเภทนี้จะแยกตัวรับและตัวส่งอยู่คนละตำแหน่งกัน แต่จะต้องอยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกัน บางครั้งอาจเรียกเซนเซอร์ประเภทนี้ว่าเป็นแบบทางเดียว (ONE-WAY LIGHT BARRIER) ระยะทางที่ใช้ในการตรวจจับจะไกลกว่าประเภทอื่น ๆ

แบบใช้แผ่นสะท้อนแสง (RETRO-REFLECTIVE SENSOR)

ออปติกเซนเซอร์ประเภทนี้ตัวรับและตัวส่งสัญญาณส่วนใหญ่แล้วจะรวมอยู่ในชุดเดียวกัน โดยจะใช้งานร่วมกับแผ่นสะท้อนแสง ระยะทางที่ใช้ในการตรวจจับของเซนเซอร์ชนิดนี้จะน้อยกว่าแบบแรก

แบบใช้ชิ้นงานเป็นตัวสะท้อนแสง (DIFFUSE SENSOR)

ออปติกเซนเซอร์ประเภทนี้โดยส่วนใหญ่แล้วตัวรับและตัวส่งสัญญาณจะรวมอยู่ในชุดเดียวกัน แล้วใช้พื้นผิวของตัวชิ้นงานเป็นตัวสะท้อนแสงกลับ ดังนั้นระยะทางที่ใช้ในการตรวจจับจะน้อยกว่าทั้งสองแบบแรกที่กล่าวมา

หมายเหตุ : ในงานบางประเภทหรือบางลักษณะ อาจพบปัญหาในเรื่องของการติดตั้งเซนเซอร์ ความต้องการความแม่นยำค่อนข้างสูงในการตรวจจับ เพื่อตอบสนองความต้องการ จึงมีอุปกรณ์ที่ช่วยในการสนับสนุนการทำงานให้บรรลุวัตถุประสงค์ดังกล่าว คือ สายไฟเบอร์ออปติกเป็นอุปกรณ์ที่ช่วยในการนำและรับแสงไปยังสถานที่ที่ต้องการ

6. เซนเซอร์รับการต่อใช้งาน

การต่อเซนเซอร์เข้ากับอุปกรณ์ภายนอกหรือโหลดต่างๆ เช่น รีเลย์ โซลินอยด์ หลอดไฟ ฯลฯ นั้นต้องคำนึงถึงแรงดันและกระแสไฟฟ้าที่ได้จากตัวเซนเซอร์ ว่าเพียงพอที่จะทำให้อุปกรณ์เหล่านั้นทำงานได้หรือไม่ นอกจากนี้ลักษณะของโหลดบางประเภท อาจต้องการไฟบวกลบที่แตกต่างกัน จึงทำให้เซนเซอร์ทั้ง 3 ประเภทที่กล่าวมาในข้างต้นสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ลักษณะด้วยกันตามการต่อใช้งาน คือ

1) เซนเซอร์แบบ PNP

2) เซนเซอร์แบบ NPN

จะเห็นว่าทั้งเซนเซอร์ PNP และ NPN ยังสามารถแบ่งออกได้อีก 2 กลุ่ม ด้วยกัน คือ แบบปกติไม่ทำงานกับแบบปกติทำงาน ซึ่งนอกจากนี้แล้วเซนเซอร์บางรุ่น หรือบางประเภทอาจจะรวมทั้งสองแบบเข้าไว้ในตัวเดียวกัน หรืออาจจะเป็นแบบเดียวกันแต่สามารถต่อโหลดได้ 2 ตำแหน่ง เช่น

3) เซนเซอร์ที่ใช้กับไฟกระแสสลับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. โซลินอยด์

ในการควบคุมอุปกรณ์ทำงานในระบบนิวแมติกส์ให้ทำงานตามที่ต้องการนั้น อุปกรณ์ที่สำคัญที่ทำให้อุปกรณ์ทำงานเปลี่ยนตำแหน่งได้ก็คือ วาล์ว ซึ่งในการเคลื่อนวาล์วควบคุมนั้นสามารถทำได้หลายวิธีด้วยกัน เช่น การเคลื่อนวาล์วโดยใช้กล้ามเนื้อ การเคลื่อนโดยใช้กลไก การเคลื่อนโดยใช้ลมควบคุม การเคลื่อนโดยใช้ไฟฟ้าควบคุม หรือการเคลื่อนโดยใช้วิธีใดวิธีหนึ่งร่วมกัน ซึ่งในที่นี้จะขอกล่าวถึงวาล์วที่ใช้ไฟฟ้าเป็นตัวควบคุมในการเปลี่ยนตำแหน่ง หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า โซลินอยด์วาล์ว

1) โครงสร้างและหลักการทำงานของโซลินอยด์วาล์ว

โครงสร้างของวาล์วควบคุมโดยทั่วไปซึ่งในที่นี้จะหมายรวมถึง โซลินอยด์ วาล์วด้วย สามารถแบ่งออกเป็น 2 ชนิดใหญ่ด้วยกัน คือ วาล์วแบบนั้งบ่า และวาล์วแบบลูกสูบเลื่อน โดยที่วาล์วแต่ละประเภทมีคุณสมบัติที่แตกต่างกันดังได้กล่าวแล้วในหัวข้อวาล์วในระบบนิวแมติกส์

วาล์ว 2/2 ปกติปิดเลื่อนด้วยโซลินอยด์กลับสู่สภาพเดิมด้วยแรงสปริง

รูปที่ 2.38 สัญลักษณ์ของโซลินอยด์แบบวาล์ว 2/2

สภาวะปกติ : เมื่อยังไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลเข้าขดลวดโซลินอยด์ โซลินอยด์ จึงไม่มีอำนาจแม่เหล็ก แรงสปริงจะดันให้ลิ้นของวาล์วปิดทางลมจาก P ไม่ให้ผ่านไปยัง A

สภาวะทำงาน : เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวดโซลินอยด์ จะทำให้โซลินอยด์เกิดแรงดูดจําอำนาจแม่เหล็ก เคลื่อนลิ้นของวาล์วให้เคลื่อนที่ขึ้นเปิดทางลมเป็นผลทำให้แรงดันลมจาก P ต่อถึง A ได้

วาล์ว 3/2 ปกติปิดเลื่อนวาล์วด้วยโซลินอยด์กลับสู่สภาพเดิมโดยแรงสปริง

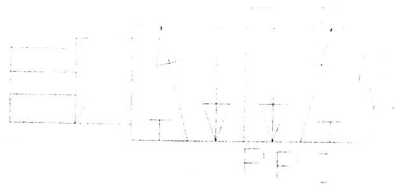
รูปที่ 2.39 สัญลักษณ์ของโซลินอยด์แบบวาล์ว 3/2

สภาวะปกติ : เมื่อยังไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลเข้าขดลวดโซลินอยด์ โซลินอยด์ จึงไม่มีอำนาจแม่เหล็ก ดังนั้นแรงสปริงจะดันให้ลิ้นของวาล์วปิดทางลมที่มาจาก P ส่วน A ต่อถึง R

สภาวะทำงาน : เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวดโซลินอยด์ เป็นผลทำให้เกิดแรงดูดจากอำนาจแม่เหล็กเคลื่อนลิ้นของวาล์วให้เคลื่อนที่ขึ้น ทำให้แรงดันลมจาก P ต่อถึง A ส่วน R จะถูกปิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ภายในเท่านั้น ไม่ควรเผยแพร่
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วาล์ว 5/2 ใช้โซลินอยด์และลมเป็นตัวเลื่อนวาล์ว กลับสู่สภาพเดิมด้วยแรงสปริง



รูปที่ 2.40 สัญลักษณ์ของโซลินอยด์แบบวาล์ว 5/2 (ด้านเดียว)

สภาวะปกติ : เมื่อยังไม่มีกระแสไฟไหลผ่านขดลวดโซลินอยด์ โซลินอยด์ จะยังไม่มีอำนาจแม่เหล็กแรงสปริงจะดันลิ้นด้านบนปิดทางลมจาก P ลิ้นใหญ่จะไม่ถูกเลื่อน เป็นผลทำให้รู P ต่อถึงรู B รู A จะต่อถึงรู R ส่วนรู S จะถูกปิด

สภาวะทำงาน : เมื่อมีกระแสไฟไหลผ่านขดลวดโซลินอยด์ จะทำให้โซลินอยด์ เกิดอำนาจแม่เหล็กเคลื่อนลิ้นเล็กด้านบนให้เปิดทางลม ลมจากรู P จะผ่านลิ้นเล็กด้านบนไปเลื่อนลิ้นใหญ่ ทำให้แรงดันลมจาก P เปลี่ยนทิศทางคือ รู P จะต่อรู A รู B จะต่อรู S ส่วนรู R จะถูกปิด

วาล์ว 5/2 โซลินอยด์เปิดทางลมและลมเป็นตัวเลื่อนวาล์วทั้งสองด้าน

รูปที่ 2.41 สัญลักษณ์ของโซลินอยด์แบบวาล์ว 5/2 (2 ด้าน)

สภาวะทำงาน : เมื่อมีกระแสไฟไหลผ่านขดลวดโซลินอยด์ด้านซ้ายมือ จะทำให้ โซลินอยด์เกิดแรงดูดจากอำนาจแม่เหล็กเคลื่อนลิ้นเล็กด้านซ้ายมือให้เปิดทางลม ลมจาก P จะไหลผ่านลิ้นเล็กไปเลื่อนลิ้นของเมนวาล์วให้เลื่อนไปทางขวามือ เป็นผลทำให้แรงดันลมจาก P ต่อถึง B และ A จะต่อถึง R ส่วนรู S จะถูกปิด

สภาวะทำงาน : เมื่อมีกระแสไฟไหลผ่านขดลวดโซลินอยด์ด้านขวามือ จะทำให้ โซลินอยด์เกิดแรงดูดจากอำนาจแม่เหล็กเคลื่อนลิ้นเล็กด้านขวามือให้เปิดทางลม ลมจาก P จะไหลผ่านลิ้นเล็กไปเลื่อนลิ้นของเมนวาล์วให้เลื่อนไปทางซ้ายมือ เป็นผลทำให้แรงดันลมจาก P เปลี่ยนทิศทางการไหลคือ รู P ต่อถึงรู A รู B ต่อถึงรู S ส่วนรู R จะถูกปิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การออกแบบ / การดำเนินงาน

3.1 การดำเนินงานด้านชุดทดลอง

รายละเอียดการทำงานสร้างชุดทดลองทางนิวแมติกส์ และชุดทดลองทางไฟฟ้า

จากทฤษฎีและหลักการต่างๆ ที่ได้กล่าวมาจากข้างต้น ได้นำทฤษฎีและหลักการดังกล่าวมาสร้างชุดทดลอง โดยเริ่มจาก

1. ศึกษาและค้นคว้าควบคู่ไปกับการออกแบบการทดลองเพื่อให้ได้แบบการทดลองที่สมบูรณ์
2. สรุปอุปกรณ์ที่ต้องใช้ทั้งหมด
3. เขียนแบบกำหนดตำแหน่งอุปกรณ์

นำแบบที่เขียนเสนออาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบ หากอาจารย์ที่ปรึกษาพบข้อบกพร่องในการออกแบบครั้งนี้ ก็จะส่งให้นักศึกษากลับไปทำการออกแบบใหม่ แล้วนำมาเสนออีกครั้ง เมื่ออาจารย์ที่ปรึกษาเห็นว่าถูกต้องแล้ว ก็สามารถทำขั้นตอนต่อไปได้

4. ตัดตั้งอุปกรณ์ที่ต้องใช้ทั้งหมดตามแบบ
5. นำแผงทดลองที่สร้างเสร็จเรียบร้อยแล้วมาเสนออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบหาข้อผิดพลาด หากไม่พบข้อผิดพลาดก็ถือว่าแผงทดลองนี้สมบูรณ์ แต่ถ้าพบข้อผิดพลาดก็จะส่งกลับให้นักศึกษาไปทำการแก้ไขแล้วนำมาเสนอใหม่จนกว่าจะถูกต้อง
6. ทำการทดลองเพื่อทดสอบประสิทธิภาพการทำงาน และวัดผล
7. สิ้นสุดขั้นตอนการทำชุดทดลอง

3.2 การดำเนินงานออกแบบการทดลอง

3.2.1 วิธีจัดทำใบทดลอง

ลำดับขั้นตอนการทำใบทดลอง

1. ศึกษาลักษณะในการจัดทำใบทดลอง
2. รวบรวมเนื้อหาและเอกสารในการจัดทำใบทดลอง ซึ่งในแต่ละใบจะประกอบไปด้วยหัวข้อหลักดังนี้
 - ก. ชื่อเรื่อง ชื่อของใบทดลองนั้นมีชื่อการทดลองว่าอย่างไร
 - ข. วัตถุประสงค์ เช่น วงจรควบคุมกระบอกสูบแบบสองทางหยุดที่ตำแหน่งใดๆระหว่างช่วงชัก
 - เพื่อให้รู้จักเลือกใช้วิธีการบังคับกระบอกสูบ ได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม
 - เพื่อให้รู้จักและเข้าใจวงจรควบคุมตามวิธีที่ถูกต้อง

ในใบทดลองตั้งวัตถุประสงค์ไว้ เพื่อใช้เป็นเป้าหมายว่าต้องการให้นักศึกษาเรียนรู้สิ่งใดในแต่ละการทดลองและได้อะไรหลังจากการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก. ทฤษฎี เช่น ทฤษฎีของวงจรถอบแบบสองทางหยุดที่ตำแหน่งใดๆระหว่างช่วงซีกในการควบคุมกระบอกสูบให้หยุดในตำแหน่งที่เราต้องการ ณ ที่ตำแหน่งใดตำแหน่งหนึ่ง ช่วงเวลาใดเวลาหนึ่ง โดยใช้วาล์ว 2/2 ปกติปิดช่วยในการกำหนดตำแหน่งในการหยุดของก้านสูบ ทฤษฎีที่นำไปใช้ประกอบในใบทดลอง จะอธิบายถึงเนื้อหาต่างๆที่เป็นจุดสำคัญของเรื่องนั้นๆอย่างชัดเจน

ง. เครื่องมือและอุปกรณ์ สำหรับเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง จะบอกว่าการทดลองนั้นๆจะต้องใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ใดบ้าง เช่น เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองการควบคุมกระบอกสูบแบบสองทางหยุดที่ตำแหน่งใดๆระหว่างช่วงซีกประกอบไปด้วย

- วาล์ว 3/2 แบบปกติปิด เลื่อนด้วยมือกลับด้วยสปริง 2 ตัว
- วาล์วกันกลับ 1 ตัว
- วาล์ว 5/2 เลื่อนด้วยลมทั้งสองข้าง 1 ตัว
- วาล์ว 2/2 แบบปกติปิด เลื่อนด้วยลมทั้งสองข้าง 2 ตัว

จ. รูปร่าง การทดลองในใบทดลองของนักศึกษา จะต้องบอกรายละเอียดให้มีความสมบูรณ์มากที่สุด

ฉ. ลำดับขั้นการทดลอง จะเป็นการบอกถึงการทำงานของวงจรวาดแต่ละขั้นตอนทำงานอย่างไร และขั้นตอนไหนทำงานก่อนและหลังตามลำดับ

- กวาล์ว 3/2 แบบปกติปิด ตัวที่หนึ่งทำให้.....
- กวาล์ว 3/2 แบบปกติปิด ตัวที่สองทำให้.....

ช. คำถามท้ายการทดลอง จะเป็นคำถามที่เกี่ยวและต่อเนื่องกับการทดลอง เพื่อที่จะใช้เป็นตัวบ่งบอกการวัดผลหลังจากการทดลอง ว่านักศึกษามีขีดความสามารถจากการทดลองตามวัตถุประสงค์ของการทดลองที่ตั้งไว้หรือไม่

3. เสนออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบ ใบทดลองที่ได้จัดทำขึ้น เมื่ออาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบและไม่มีข้อบกพร่องก็เป็นอันจบขั้นตอนการทำใบทดลอง

หลังจากที่จัดทำใบทดลองเสร็จสิ้นแล้ว นักศึกษาก็สามารถนำข้อมูลที่จัดทำขึ้นทั้งหมด รวมทั้งใบทดลองที่ผ่านการตรวจสอบแล้วนั้นนำมากรอรูปเล่ม เพื่อเข้าปกปริญญาบัตร พร้อมเสนออาจารย์อีกชั้นหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 ตัวอย่างใบทดลอง

การทดลองที่ 3

เรื่อง การต่อวงจรที่ใช้ลูกสูบ 2 ทาง 2 ตัว

วัตถุประสงค์

1. เมื่อนักศึกษาเรียนผ่านการทดลองนี้แล้ว จะมีความรู้พื้นฐานทางด้านนิวแมติกส์มากยิ่งขึ้น
2. ผู้เรียนสามารถอ่าน และทำการต่อวงจรอย่างง่าย ๆ ได้
3. มีความเข้าใจในนิวแมติกส์มากขึ้น
4. ได้ทดลอง และเห็นภาพการทำงานจริงของนิวแมติกส์

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. แหล่งกำเนิดลม
2. ลูกสูบ 2 ทาง 2 ตัว
3. วาล์ว 3/2 4 ตัว
4. วาล์ว 5/2 2 ตัว
5. สายลม

ขั้นตอนการทดลอง

1. ทำการติดตั้งอุปกรณ์นิวแมติกส์ตามแบบฝึกหัด
2. ทดลองจ่ายลมเข้าไปในวงจรที่ต่อไว้ สังเกตการทำงาน
3. ทำการบันทึกผล
4. สรุปผลการทดลอง

แบบฝึกหัด

จงทำการทดลองต่อวงจรนิวแมติกส์ต่อไปนี้ แล้วอธิบายขั้นตอนการทำงานของวงจร

1.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บันทึกผลการทดลอง

2.



บันทึกผลการทดลอง

สรุปผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3 การจัดทำชุดทดลอง

การจัดทำชุดทดลองระบบอัตโนมัติ หลังจากที่ได้ออกแบบและสร้างชุดทดลองแล้วนำมาทำการทดสอบ โดยการทำให้เป็นใบทดลองสำหรับทำการทดสอบชุดทดลองการควบคุมทางนิวแมติกส์และชุดทดลองการควบคุมไฟฟ้า ซึ่งสามารถทำได้ใบทดลองดังต่อไปนี้

- ใบทดลองที่ 1 การใช้งานของลูกสูบทางเดียวกับวงจรพื้นฐาน
วัตถุประสงค์
1) เพื่อศึกษาระบบนิวแมติกส์ และไฟฟ้าที่ใช้ในการควบคุม
2) เพื่อสร้างชุดทดลองระบบอัตโนมัติ ที่ใช้ในการช่วยสอน และการทดลองในวิชาระบบอัตโนมัติ
- ใบทดลองที่ 2 การใช้งานของลูกสูบ 2 ทาง
วัตถุประสงค์
1) เพื่อศึกษาระบบนิวแมติกส์ และไฟฟ้าที่ใช้ในการควบคุม
2) เพื่อสร้างชุดทดลองระบบอัตโนมัติ ที่ใช้ในการช่วยสอน และการทดลองในวิชาระบบอัตโนมัติ
- ใบทดลองที่ 3 การต่อวงจรที่ใช้ลูกสูบ 2 ทาง 2 ตัว
วัตถุประสงค์
1) เพื่อศึกษาระบบนิวแมติกส์ และไฟฟ้าที่ใช้ในการควบคุม
2) เพื่อสร้างชุดทดลองระบบอัตโนมัติ ที่ใช้ในการช่วยสอน และการทดลองในวิชาระบบอัตโนมัติ
- ใบทดลองที่ 4 การฝึกเขียนไคอะแกรมจากวงจร
วัตถุประสงค์
1) เพื่อศึกษาระบบนิวแมติกส์ และไฟฟ้าที่ใช้ในการควบคุม
2) เพื่อสร้างชุดทดลองระบบอัตโนมัติ ที่ใช้ในการช่วยสอน และการทดลองในวิชาระบบอัตโนมัติ
- ใบทดลองที่ 5 การอ่านไค์ครหัสแล้วออกแบบวงจร
วัตถุประสงค์
1) เพื่อศึกษาระบบนิวแมติกส์ และไฟฟ้าที่ใช้ในการควบคุม
2) เพื่อสร้างชุดทดลองระบบอัตโนมัติ ที่ใช้ในการช่วยสอน และการทดลองในวิชาระบบอัตโนมัติ
- ใบทดลองที่ 6 วงจรไฟฟ้าควบคุมหลอดไฟติด-ดับ
วัตถุประสงค์
1) เพื่อศึกษาระบบนิวแมติกส์ และไฟฟ้าที่ใช้ในการควบคุม
2) เพื่อสร้างชุดทดลองระบบอัตโนมัติ ที่ใช้ในการช่วยสอน และการทดลองในวิชาระบบอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ใบทดลองที่ 7 การควบคุมเปิด-ปิดหลอดสัญญาณไฟ
วัตถุประสงค์
- 1) เพื่อศึกษาระบบนิวแมติกส์ และ ไฟฟ้าที่ใช้ในการควบคุม
 - 2) เพื่อสร้างชุดทดลองระบบอัตโนมัติ ที่ใช้ในการช่วยสอน และการทดลองในวิชาระบบอัตโนมัติ
- ใบทดลองที่ 8 การหน่วงเวลาให้สัญญาณทางไฟฟ้า
วัตถุประสงค์
- 1) เพื่อศึกษาระบบนิวแมติกส์ และ ไฟฟ้าที่ใช้ในการควบคุม
 - 2) เพื่อสร้างชุดทดลองระบบอัตโนมัติ ที่ใช้ในการช่วยสอน และการทดลองในวิชาระบบอัตโนมัติ
- ใบทดลองที่ 9 การนำรีเลย์และรีเลย์หน่วงเวลาร่วมกันควบคุมหลอดสัญญาณ
วัตถุประสงค์
- 1) เพื่อศึกษาระบบนิวแมติกส์ และ ไฟฟ้าที่ใช้ในการควบคุม
 - 2) เพื่อสร้างชุดทดลองระบบอัตโนมัติ ที่ใช้ในการช่วยสอน และการทดลองในวิชาระบบอัตโนมัติ
- ใบทดลองที่ 10 การควบคุมหลอดไฟติด-ดับตามลำดับ
วัตถุประสงค์
- 1) เพื่อศึกษาระบบนิวแมติกส์ และ ไฟฟ้าที่ใช้ในการควบคุม
 - 2) เพื่อสร้างชุดทดลองระบบอัตโนมัติ ที่ใช้ในการช่วยสอน และการทดลองในวิชาระบบอัตโนมัติ
- ใบทดลองที่ 11 เรื่องการควบคุมกระบอกสูบนิวแมติกส์ตาม step motion diagram
วัตถุประสงค์
- 1) เพื่อศึกษาระบบนิวแมติกส์ และ ไฟฟ้าที่ใช้ในการควบคุม
 - 2) เพื่อสร้างชุดทดลองระบบอัตโนมัติ ที่ใช้ในการช่วยสอน และการทดลองในวิชาระบบอัตโนมัติ
- ใบทดลองที่ 12 เรื่องการควบคุมกระบอกสูบนิวแมติกส์ตาม step motion diagram
วัตถุประสงค์
- 1) เพื่อศึกษาระบบนิวแมติกส์ และ ไฟฟ้าที่ใช้ในการควบคุม
 - 2) เพื่อสร้างชุดทดลองระบบอัตโนมัติ ที่ใช้ในการช่วยสอน และการทดลองในวิชาระบบอัตโนมัติ
- ใบทดลองที่ 13 การออกแบบวงจรไฟฟ้าเพื่อควบคุมระบบนิวแมติกส์
วัตถุประสงค์
- 1) เพื่อศึกษาระบบนิวแมติกส์ และ ไฟฟ้าที่ใช้ในการควบคุม
 - 2) เพื่อสร้างชุดทดลองระบบอัตโนมัติ ที่ใช้ในการช่วยสอน และการทดลองในวิชาระบบอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

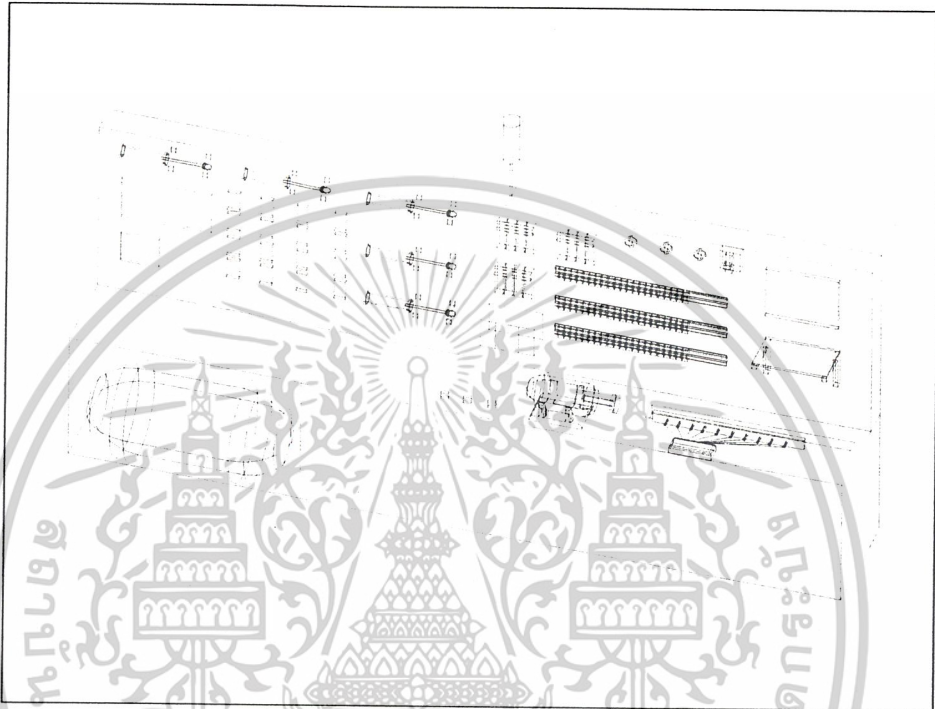
- ใบทดลองที่ 14 การออกแบบวงจรไฟฟ้าตามstep motion diagram เพื่อควบคุมกระบอกสูบนิวแมติกส์
วัตถุประสงค์
- 1) เพื่อศึกษาระบบนิวแมติกส์ และไฟฟ้าที่ใช้ในการควบคุม
 - 2) เพื่อสร้างชุดทดลองระบบอัตโนมัติ ที่ใช้ในการช่วยสอน และการทดลองในวิชาระบบอัตโนมัติ
- ใบทดลองที่ 15 การควบคุมกระบอกสูบ A และ B ให้วิ่งออกและเข้าโดยใช้ระบบไฟฟ้าควบคุมและกำหนดให้มี switch push button เพียงตัวเดียว
วัตถุประสงค์
- 1) เพื่อศึกษาระบบนิวแมติกส์ และไฟฟ้าที่ใช้ในการควบคุม
 - 2) เพื่อสร้างชุดทดลองระบบอัตโนมัติ ที่ใช้ในการช่วยสอน และการทดลองในวิชาระบบอัตโนมัติ
- ใบทดลองที่ 16 การกลับทางหมุนมอเตอร์ 3 เฟสแบบ direct reversing
วัตถุประสงค์
- 1) เพื่อศึกษาระบบนิวแมติกส์ และไฟฟ้าที่ใช้ในการควบคุม
 - 2) เพื่อสร้างชุดทดลองระบบอัตโนมัติ ที่ใช้ในการช่วยสอน และการทดลองในวิชาระบบอัตโนมัติ
- ใบทดลองที่ 17 วงจรการควบคุมการกลับทางหมุนแบบจ็อกกิ้ง
วัตถุประสงค์
- 1) เพื่อศึกษาระบบนิวแมติกส์ และไฟฟ้าที่ใช้ในการควบคุม
 - 2) เพื่อสร้างชุดทดลองระบบอัตโนมัติ ที่ใช้ในการช่วยสอน และการทดลองในวิชาระบบอัตโนมัติ
- ใบทดลองที่ 18 การกลับทางหมุนมอเตอร์ 3 เฟสแบบ revering after stop
วัตถุประสงค์
- 1) เพื่อศึกษาระบบนิวแมติกส์ และไฟฟ้าที่ใช้ในการควบคุม
 - 2) เพื่อสร้างชุดทดลองระบบอัตโนมัติ ที่ใช้ในการช่วยสอน และการทดลองในวิชาระบบอัตโนมัติ
- ใบทดลองที่ 19 การสตาร์ทมอเตอร์ 3 เฟสแบบ Manual star- Delta
วัตถุประสงค์
- 1) เพื่อศึกษาระบบนิวแมติกส์ และไฟฟ้าที่ใช้ในการควบคุม
 - 2) เพื่อสร้างชุดทดลองระบบอัตโนมัติ ที่ใช้ในการช่วยสอน และการทดลองในวิชาระบบอัตโนมัติ
- ใบทดลองที่ 20 การสตาร์ทมอเตอร์ 3 เฟสแบบ Automatic star- Delta
วัตถุประสงค์
- 1) เพื่อศึกษาระบบนิวแมติกส์ และไฟฟ้าที่ใช้ในการควบคุม
 - 2) เพื่อสร้างชุดทดลองระบบอัตโนมัติ ที่ใช้ในการช่วยสอน และการทดลองในวิชาระบบอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นรายละเอียดของแต่ละการทดลองและผลการทดลองก็ได้อบรมเอาไว้ในภาคทฤษฎีของปริญญาโทฉบับนี้ การค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.4 การออกแบบชุดทดลอง

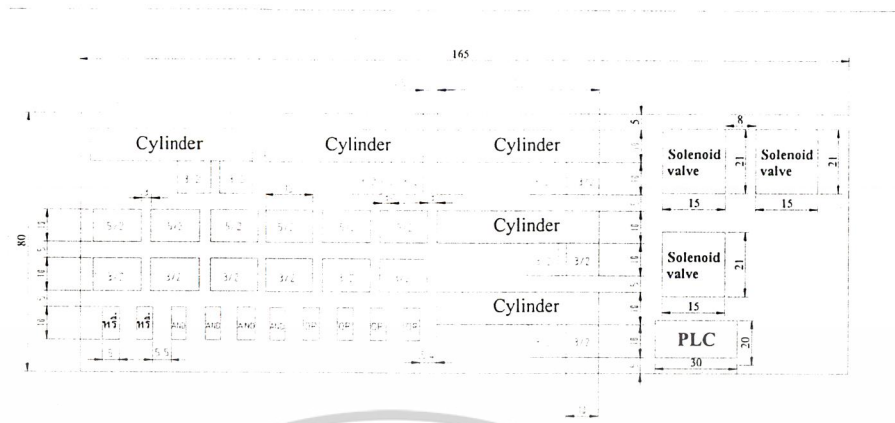
การออกแบบเพื่อติดตั้งอุปกรณ์ที่ใช้ในชุดทดลองอัตโนมัติ อุปกรณ์ที่นำมาติดตั้งบนชุดทดลองเป็นอุปกรณ์ที่ได้จากขั้นตอนของการออกแบบใบทดลอง



รูปที่ 3.1 ภาพรวมการติดตั้งอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ส่วนของนิวแมติกส์ และนิวแมติกส์ไฟฟ้า



รูปที่ 3.2 การติดตั้งอุปกรณ์ทางนิวแมติกส์

- ส่วนของไฟฟ้า



รูปที่ 3.3 การติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การทดสอบการทำงานตามใบทดลอง

ในระหว่างขั้นตอนการจัดสร้างชุดทดลอง ได้มีการทดสอบการทำงานของชุดทดลองควบคู่ไปด้วย หากพบข้อบกพร่องก็ทำการแก้ไขไปพร้อมกัน ในการทดสอบการทำงานของชุดทดลองได้ทำการทดลองตามใบทดลอง ซึ่งใบทดลองที่นำมาทำการทดสอบชุดทดลองอัตโนมัตินั้นได้รวบรวมไว้ในส่วนของภาคผนวกของปฏิญญาฉบับนี้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลของโครงการ

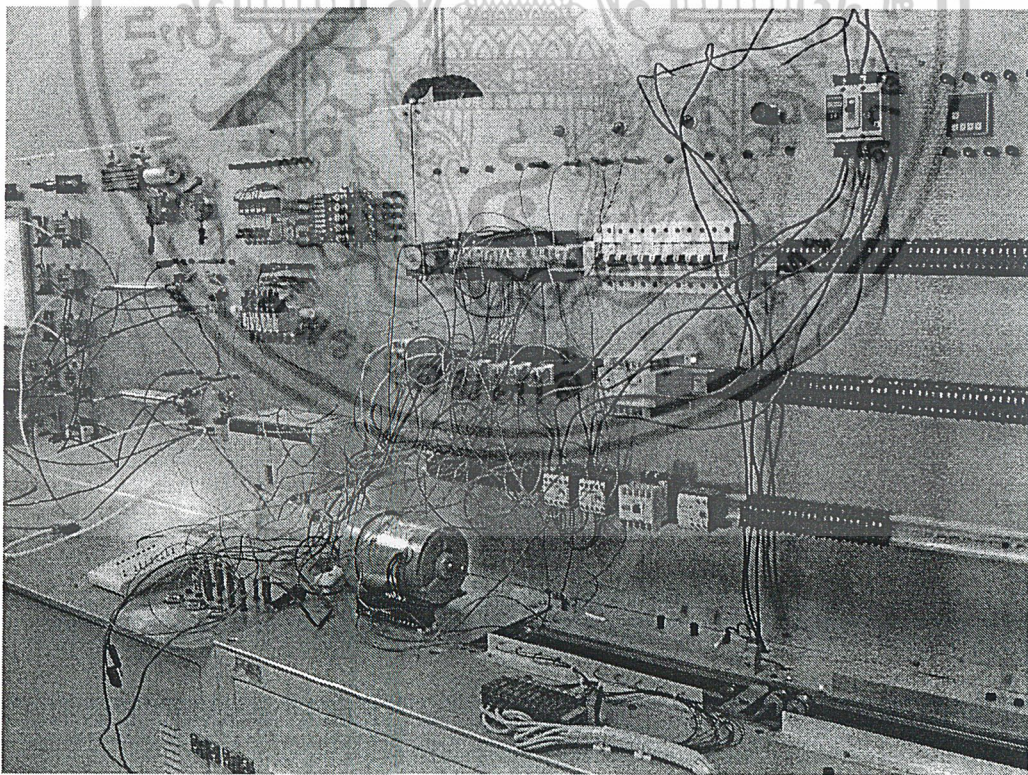
4.1 ผลการดำเนินงานด้านชุดทดลอง

ได้ชุดทดลองอัตโนมัติที่สามารถนำมาประกอบการเรียนการสอนในวิชาระบบอัตโนมัติ และวิชาที่เกี่ยวข้อง มีความสมบูรณ์ของชุดทดลองที่สามารถใช้ในการเรียนได้ควบคุมในเนื้อหาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์ ซึ่งชุดทดลองนี้ได้ผ่านการทดสอบการทำงานแล้วว่าสามารถใช้งานในการเรียนการสอนได้จริง มีประสิทธิภาพเทียบเท่ากับชุดทดลองตามสถาบันการศึกษาทั่วไป

4.2 ผลการดำเนินงานการออกแบบการทดลอง

ด้านการออกแบบการทดลองได้จัดทำไปทดลองขึ้นมาจำนวน 20 การทดลอง ซึ่งได้ทำการทดสอบแล้วว่าแต่ละการทดลองสามารถใช้ในการเรียนการสอนได้ ทั้งนี้ลักษณะของการออกแบบการทดลองสามารถดัดแปลงให้มีความหลากหลายได้อีกแล้วแต่ความเหมาะสมของชุดทดลอง รายละเอียดของแต่ละการทดลองและผลของการทดลอง ได้รวบรวมไว้ในส่วนของภาคผนวกของปฏิญานิพนธ์ฉบับนี้

ในส่วนของชุดทดลองได้จัดสร้างชุดทดลองที่สามารถใช้งานได้ขึ้นมา 1 ชุดทดลอง ซึ่งลักษณะของภาพรวมของชุดทดลองแสดงให้เห็นดังรูปด้านล่าง

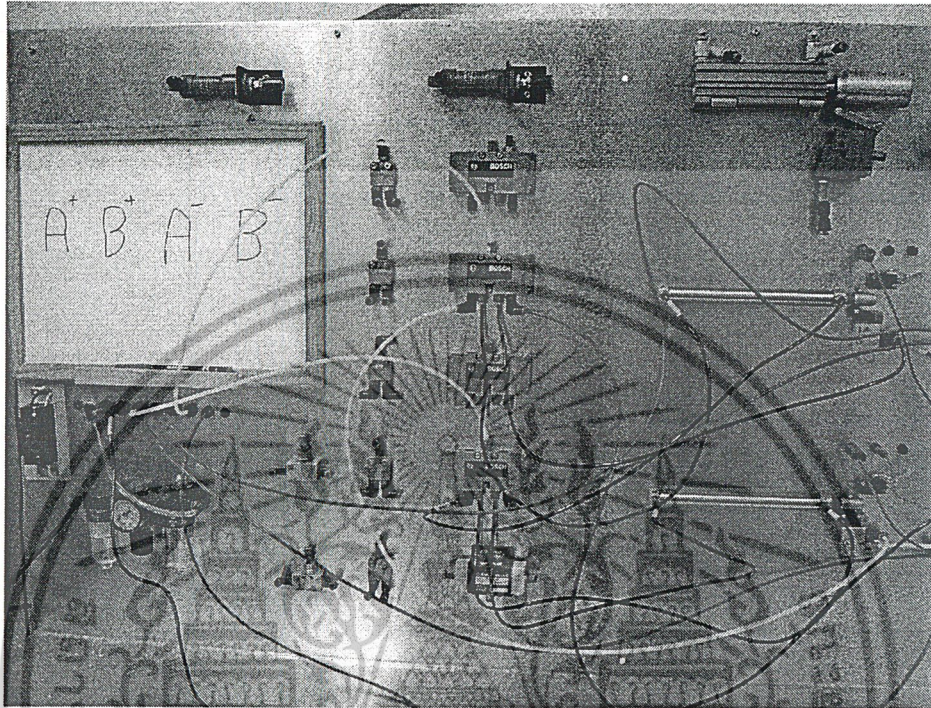


รูปที่ 4.1 ภาพรวมของชุดทดลอง

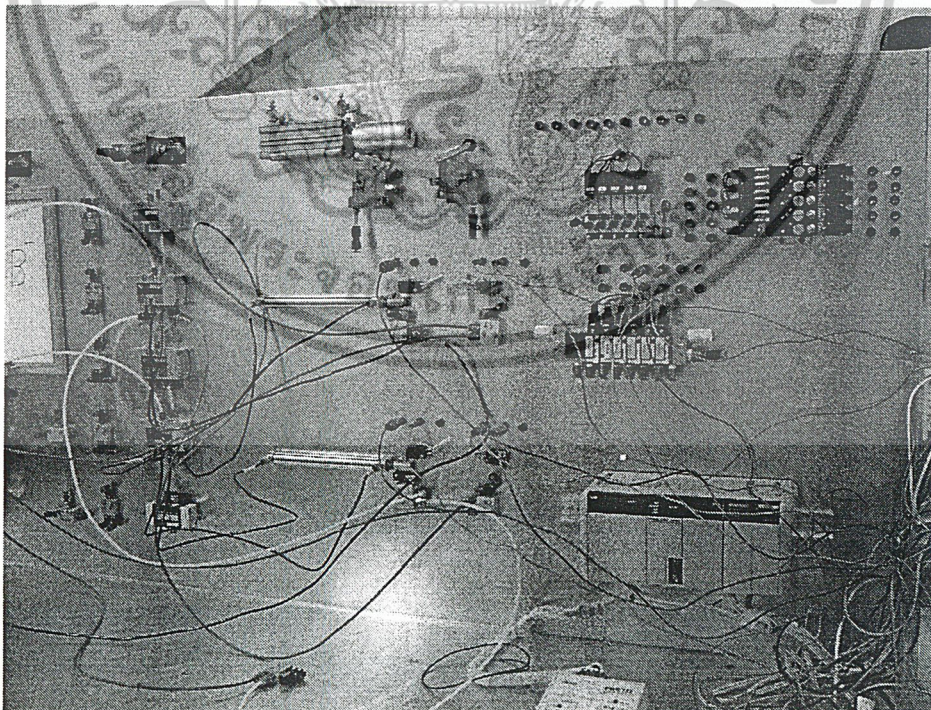
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ผลการทดสอบใช้งาน

หลังจากทำการสร้างชุดทดลองอัตโนมัติขึ้นมา ได้ทำการทดสอบการใช้งานของชุดทดลองตามใบทดลองที่ได้ ออกแบบไว้ในภาคผนวกของปฏิญานพนธ์ฉบับนี้ ผลที่ได้คือสามารถทำการทดลองได้เป็นอย่างดี ตัวอย่างการทดลอง มีดังนี้

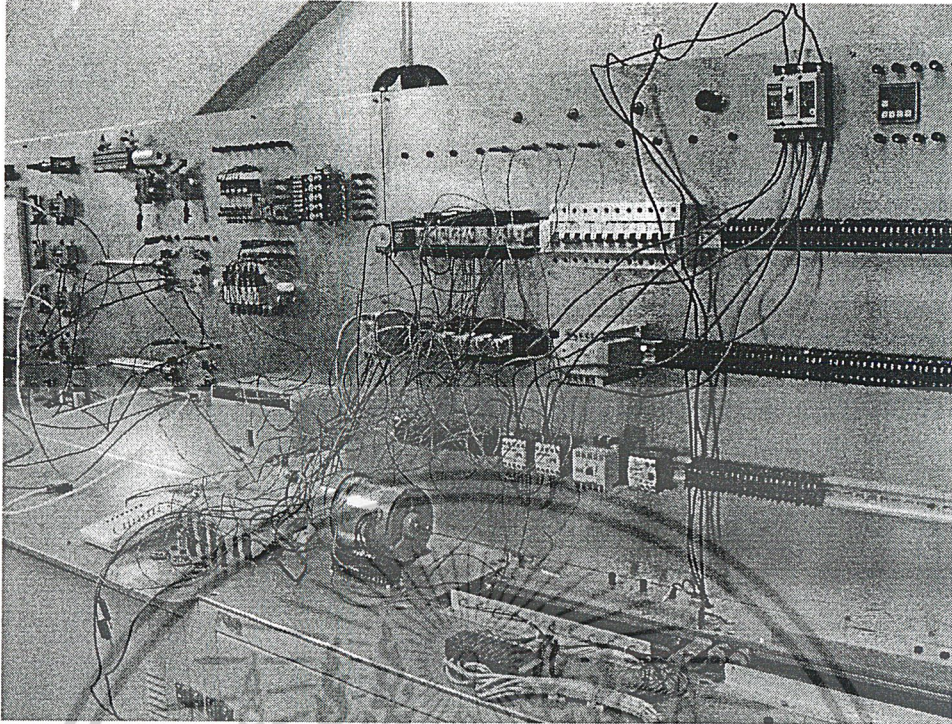


รูปที่ 4.2 ตัวอย่างการทดลองทางนิวแมติกส์

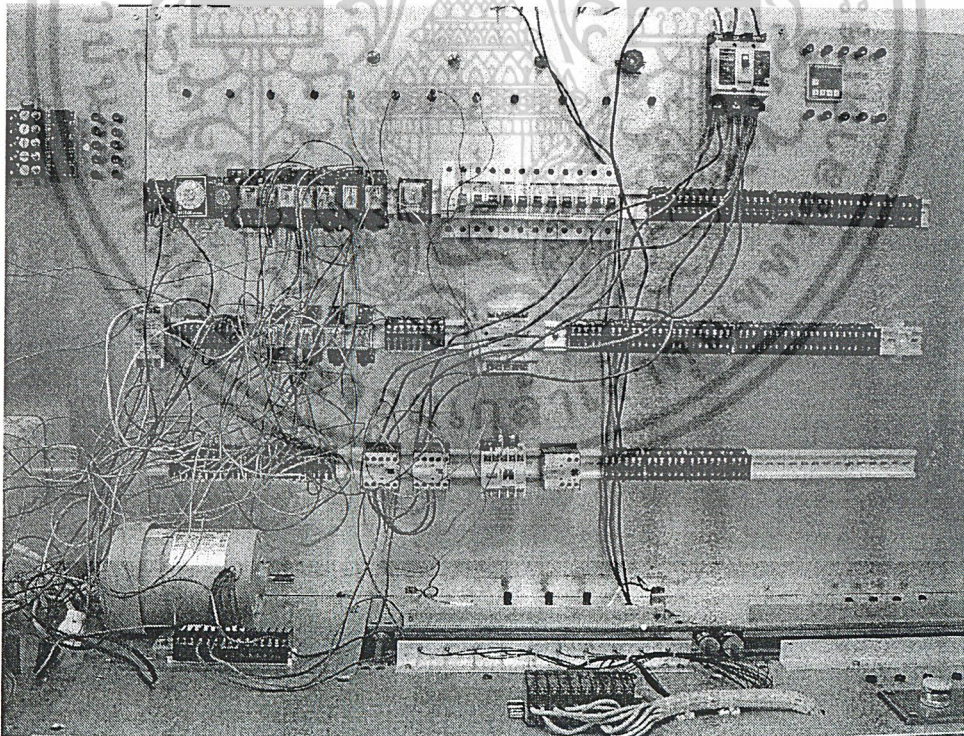


รูปที่ 4.3 ตัวอย่างการทดลองทางนิวแมติกส์ไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4 ตัวอย่างการทดลองทางไฟฟ้า (1)



รูปที่ 4.5 ตัวอย่างการทดลองทางไฟฟ้า (2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผล ปัญหาและข้อเสนอแนะ

จากการดำเนินการจัดทำชุดทดลองการบังคับอัตโนมัติเพื่อนำไปใช้ประกอบการเรียนการสอนให้กับนักศึกษา ระดับปริญญาตรี สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ตลอดระยะเวลาของการจัดทำชุดทดลองการบังคับอัตโนมัติและจัดทำรูปเล่มปริญญานิพนธ์ตลอดจนทำการทดสอบ แก้ไขและปรับปรุงข้อบกพร่องต่างๆที่พบเห็นเพื่อป้องกันปัญหาที่อาจเกิดขึ้นได้ ในระหว่างปฏิบัติจริงจนได้การทดลองที่สมบูรณ์อีก ทั้งยังแทรกเสริมเนื้อหาและทฤษฎีที่เป็นประโยชน์ควบคู่กันไป

สรุปผลที่ได้จากการทำโครงการ

การจัดทำชุดทดลองการบังคับอัตโนมัติทางไฟฟ้าและนิวเมติกส์ ทำให้ได้ใบงานการทดลองจำนวน 20 การทดลอง ซึ่งประกอบไปด้วย

1. การใช้งานของลูกสูบทางเดียวกับวงจรพื้นฐาน
2. การใช้งานของลูกสูบ 2 ทาง
3. การต่อวงจรที่ใช้ลูกสูบ 2 ทาง 2 ตัว
4. การฝึกเขียนโคdexแกรมจากวงจร
5. การอ่านโคdexรหัสแล้วออกแบบวงจร
6. วงจรไฟฟ้าควบคุมหลอดไฟติด-ดับ
7. การควบคุมเปิด-ปิดหลอดสัญญาณไฟ
8. การหนด่วงเวลาให้สัญญาณทางไฟฟ้า
9. การนำรีเลย์และรีเลย์หนด่วงเวลาร่วมกันควบคุมหลอดสัญญาณ
10. การควบคุมหลอดไฟติด-ดับตามลำดับ
11. เรื่องการควบคุมกระบอกสูบนิวเมติกส์ตาม step motion diagram
12. เรื่องการควบคุมกระบอกสูบนิวเมติกส์ตาม step motion diagram
13. การออกแบบวงจรไฟฟ้าเพื่อควบคุมระบบนิวเมติกส์
14. การออกแบบวงจรไฟฟ้าตาม step motion diagram เพื่อควบคุมกระบอกสูบนิวเมติกส์
15. การควบคุมกระบอกสูบลูก A และ B ให้วิ่งออกและเข้าโดยใช้ระบบไฟฟ้าควบคุมและกำหนดให้มี switch push button เพียงตัวเดียว
16. การกลับทางหมุนมอเตอร์ 3 เฟสแบบ direct reversing
17. วงจรการควบคุมการกลับทางหมุนแบบจ็อกกิ้ง
18. การกลับทางหมุนมอเตอร์ 3 เฟสแบบ reversing after stop
19. การสตาร์ทมอเตอร์ 3 เฟสแบบ Manual star- Delta
20. การสตาร์ทมอเตอร์ 3 เฟสแบบ Automatic star- Delta

เป็นไปได้โดยสมบูรณ์พร้อมให้ใช้งานได้ และจากช่วงเวลาที่ผ่านมาได้มีการลงฝึกใช้งานของนักศึกษาแล้ว เป็นไปได้ด้วยดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อเสนอแนะและแนวทางการแก้ไข

1. ก่อนทำการทดลองทุกครั้งควรศึกษาวิธีการใช้อุปกรณ์ทุกอุปกรณ์อย่างละเอียด
2. หากพบว่าอุปกรณ์ใดชำรุดต้องนำไปซ่อมแซมทันทีห้ามนำอุปกรณ์ดังกล่าวไปใช้โดยเด็ดขาด
3. ทุกครั้งที่ทำการทดลองจะต้องมีอาจารย์ควบคุมดูแลอย่างใกล้ชิด
4. ควรมีการตรวจสอบและประเมินคุณภาพของเนื้อหาของแต่ละชุดทดลอง สามารถให้ผู้เรียนได้เข้าใจเนื้อหาครบถ้วนและถูกต้องหรือไม่ และนำผลที่ได้จากการตรวจสอบและประเมิน มาปรับปรุงแก้ไขวิธีการทดลองให้เหมาะสมต่อไป



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

1. วิจิตร บุญยชโรกุล. “ระบบการควบคุมมอเตอร์1”. กรุงเทพฯ, 2508
2. วิทยา ประยงค์พันธ์, อำนาจ ทองผาสุข. “การควบคุมมอเตอร์”. กรุงเทพฯ, 2522
3. สุวรรณ บุญทิพย์. “ไฟฟ้าอุตสาหกรรมเบื้องต้น”. สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น)
4. วิเชียร ธรรมสุจริต, ชาญ ถนัดงาน, สัมฤทธิ์ อัครินทร์. “ระบบนิวแมติกส์อุตสาหกรรมวงจรควบคุมเบื้องต้น”. โรงพิมพ์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า พระนครเหนือ, 2521
5. ณรงค์รัตน์ ชีววงษ์. “ระบบ PLC”. สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น) .กรุงเทพฯ, 2544
6. พรจิต ประทุมสุวรรณ. “การควบคุมนิวแมติกส์”. กรุงเทพฯ, 2521



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองที่ 1

เรื่อง การใช้งานของลูกสูบทางเดียวกับวงจรพื้นฐาน

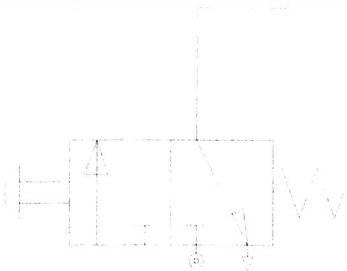
อุปกรณ์ที่ใช้

1. แหล่งกำเนิดลม
2. ลูกสูบทางเดียว 2 ตัว
3. วาล์ว 3/2 2 ตัว
4. สายลม

ขั้นตอนการทดลอง

1. ติดตั้งอุปกรณ์ทางนิวแมติกส์ตามวงจรที่กำหนดไว้ในแบบฝึกหัด
2. ทำการทดลองการทำงานของวงจรที่ต่อ โดยการจ่ายลม
3. บันทึกผลการทำงานของวงจร
4. สรุปผล

ข้อที่ 1 จงทำการต่อวงจรดังต่อไปนี้ แล้วทำการบันทึกผล



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บันทึกผลการทดลอง

ข้อที่ 2 จงต่อวงจรดังต่อไปนี้ เพื่อให้เห็นการทำงานต่อละชั้นตอนแล้วทำการบันทึกผล



บันทึกผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองที่ 2
เรื่อง การใช้งานของลูกสูบ 2 ทาง

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

- | | | |
|------------------|---|-----|
| 1. แหล่งกำเนิดลม | | |
| 2. ลูกสูบ 2 ทาง | 2 | ตัว |
| 3. วาล์ว 3/2 | 2 | ตัว |
| 4. วาล์ว 5/2 | 1 | ตัว |

ขั้นตอนการทดลอง

1. นำอุปกรณ์ทางนิวแมติกส์ ติดตั้งบนบอร์ดทดลอง
2. ต่อสายลมเข้ากับอุปกรณ์ต่างๆ ตามแบบฝึกหัด
3. ทำการทดลอง โดยจ่ายลมเข้าไปวงจรที่ต่อ
4. จดบันทึกผล
5. สรุปผลการทดลอง

แบบฝึกหัด
จงต่อวงจรนิวแมติกส์ต่อไปนี้ แล้วทำการทดลองผล

- 1.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บันทึกผลการทดลอง

2.



บันทึกผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองที่ 3
เรื่อง การต่อวงจรที่ใช้ลูกสูบ 2 ทาง 2 ตัว

วัตถุประสงค์

1. เมื่อนักศึกษาเรียนผ่าน การทดลอง นี้แล้ว จะมีความรู้พื้นฐานทางด้านนิวแมติกส์มากยิ่งขึ้น
2. ผู้เรียนสามารถอ่าน และทำการต่อวงจรอย่างง่าย ๆ ได้
3. มีความเข้าใจในนิวแมติกส์มากขึ้น
4. ได้ทดลอง และเห็นภาพการทำงานจริงของนิวแมติกส์

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. แหล่งกำเนิดลม
2. ลูกสูบ 2 ทาง 2 ตัว
3. วาล์ว 3/2 4 ตัว
4. วาล์ว 5/2 2 ตัว
5. สายลม

ขั้นตอนการทดลอง

1. ทำการติดตั้งอุปกรณ์นิวแมติกส์ตามแบบฝึกหัด
2. ทดลองจ่ายลมเข้าไปในวงจรที่ต่อไว้ สังเกตการทำงาน
3. ทำการบันทึกผล
4. สรุปผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

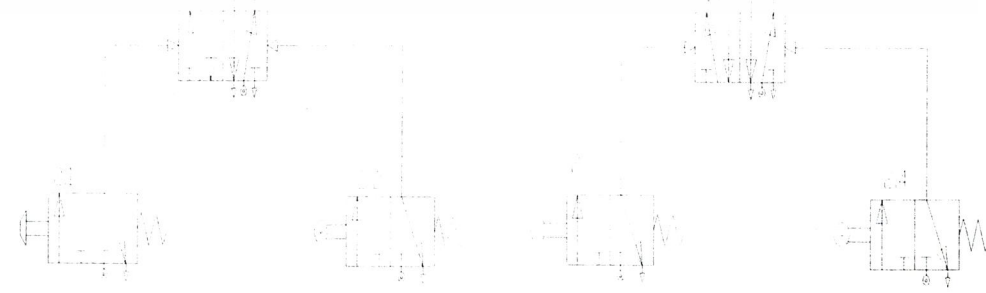
แบบฝึกหัด

จงทบทวนการทดลองต่อวงจรนิวแมติกส์ต่อไปนี้ แล้วอธิบายขั้นตอนการทำงานของวงจร

1.



2.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บันทึกผลการทดลอง

สรุปผลการทดลอง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บันทึกผลการทดลอง

จงเขียนไดอะแกรมการทำงานของวงจรนิวแมติกส์ที่ทำการต่อข้างต้น

2.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บันทึกผลการทดลอง

จงเขียนไดอะแกรมการทำงานของวงจรนิวแมติกส์ที่ได้ต่อในข้างต้น



สรุปผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองที่ 5
เรื่อง การอ่านโค้ตรหัสแล้วออกแบบวงจร

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. แหล่งกำเนิดตม
2. ลูกสูบ 2 ทาง 2 ตัว
3. วาล์ว 3/2 4 ตัว
4. วาล์ว 5/2 2 ตัว
5. สายลม

ขั้นตอนการทดลอง

1. ออกแบบวงจรตาม โค้ตที่ให้
2. ติดตั้งอุปกรณ์นิวแมติกส์ตามที่นักศึกษาได้ออกแบบไว้
3. ทำการทดลอง โดยจ่ายลมให้กับวงจรที่ต่อไว้ สังเกตผล
4. บันทึกผลการทดลอง
5. เขียน ไดอะแกรมการทำงานของวงจรที่ได้ทำการทดลอง
6. สรุปผลการทดลอง

แบบฝึกหัด

จงทำการออกแบบวงจรจากโค้ดที่มีให้ พร้อมทั้งทำการทดลองวงจรที่ออกแบบ

1. $A^+ B^+ A^- B^-$

1.1 ออกแบบวงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 บันทึกผลการทดลอง

1.3 วัตถุประสงค์



2. $A^+ B^- B^+ A^-$

1.4 ออกแบบวงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 บันทึกผลการทดลอง

1.6 ไดอะแกรม



คำถามหลังการทดลอง

1. ในการทำงานของวงจรในแบบฝึกหัดข้อ 1 และ 2 แตกต่างกันอย่างใด จงอธิบาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เกิดอะไรขึ้นกับวงจรในแบบฝึกหัดข้อ 2 จงอธิบาย

สรุปผลการทดลอง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองที่ 6

เรื่อง การใช้งานของวงจรแบบคาสเคด

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

- | | | |
|------------------|---|-----|
| 1. แหล่งกำเนิดลม | | |
| 2. ลูกสูบ 2 ทาง | 3 | ตัว |
| 3. วาล์ว 3/2 | 7 | ตัว |
| 4. วาล์ว 5/2 | 5 | ตัว |
| 5. สายลม | | |

ขั้นตอนในการทดลอง

1. ติดตั้งอุปกรณ์ทางนิวแมติกส์ตามวงจรในแบบฝึกหัด
2. ทำการทดลองการทำงานของวงจร โดยจ่ายลมเข้าไปในวงจร
3. สังเกตการทำงานในแต่ละจุด
4. บันทึกผลการทดลอง
5. เขียนไดอะแกรมขั้นตอนการทำงานของวงจร
6. สรุปผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบฝึกหัด

จงทำการทดลองตามวงจรต่อไปนี้ แล้วทำการบันทึกผลการทำงาน

1.

กลุ่มที่ 1

กลุ่มที่ 2



บันทึกผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อที่ 2

- กลุ่มลมที่ 1
- กลุ่มลมที่ 2
- กลุ่มลมที่ 3



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บันทึกผลการทดลอง

เขียนไดอะแกรม



สรุปผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองที่ 7
เรื่อง การนำวาล์วพิเศษมาใช้ในงานวงจร

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

- | | | |
|----------------------------|---|-----|
| 1. แหล่งกำเนิดลม | | |
| 2. ลูกสูบทางเดียว | 1 | ตัว |
| 3. ลูกสูบ 2 ทาง | 2 | ตัว |
| 4. วาล์ว 3/2 | 3 | ตัว |
| 5. วาล์ว 5/2 | 1 | ตัว |
| 6. วาล์วควบคุมอัตราการไหล | 1 | ตัว |
| 7. วาล์วควบคุมทิศทางการไหล | 1 | ตัว |
| 8. สายลม | | |

ขั้นตอนการทดลอง

1. จัดเตรียมอุปกรณ์ แล้วทำการติดตั้งอุปกรณ์นิวแมติกส์ตามแบบฝึกหัด
2. ทำการทดลอง โดยจ่ายกระแสลมเข้าไปในวงจร
3. สังเกตการทำงานของวงจร
4. บันทึกผลการทดลอง
5. สรุปผลการทดลอง

แบบฝึกหัด

จงทำการทดลองจากวงจรต่อไปนี้ พร้อมทั้งบันทึกผลการทดลอง

ข้อที่ 1

บันทึกผลการทดลอง

ข้อที่ 2



บันทึกผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อที่ 3

บันทึกผลการทดลอง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำถามหลังการทดลอง

1. วาล์วควบคุมอัตราการไหลมีหน้าที่ทำอะไรในวงจรที่ทำการทดลอง ถ้าไม่มีวาล์วตัวนี้จะเกิดอะไรขึ้น จงอธิบายมาพอสังเขป

2. วาล์วควบคุมทิศทางการไหลมีหน้าที่ทำอะไรในวงจร มีความแตกต่างจากวาล์วทั่วไปอย่างไร จงอธิบายมาพอสังเขป

3. เราจะใช้วาล์วควบคุมทิศทางการไหล และวาล์วควบคุมอัตราการไหลเมื่อใด จงอธิบายพร้อมยกตัวอย่างมาพอเข้าใจ

สรุปผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรที่ออกแบบ

บันทึกผลการทดลอง

ข้อที่ 2

$$A^+ B^+ B^- C^+ B^- B^- C^- A^-$$

ไดอะแกรมการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปวงจรถ่ายแบบ

บันทึกผลการทดลอง

สรุปผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองที่ 9

เรื่อง วงจรไฟฟ้าควบคุมหลอดไฟติด-ดับ

วัตถุประสงค์

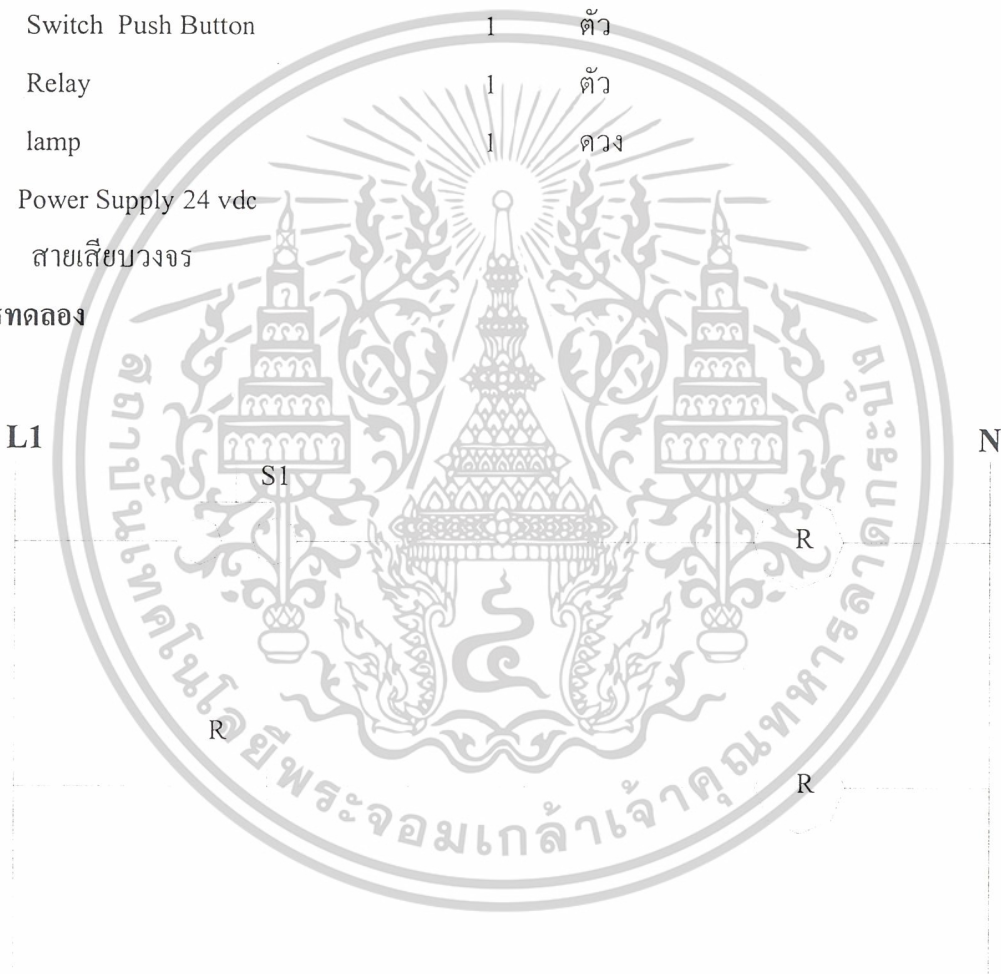
1. มีความเข้าใจในหลักการควบคุมทางไฟฟ้าขั้นพื้นฐาน
2. นำอุปกรณ์ควบคุมทางไฟฟ้า(รีเลย์)ไปประยุกต์ใช้ได้ต่อไป

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. Switch Push Button 1 ตัว
2. Relay 1 ตัว
3. lamp 1 ดวง
4. Power Supply 24 vdc
5. สายเสียบวงจร

การทดลอง

L1



ลำดับขั้นการทดลอง

1. ต่อวงจรควบคุมตามรูปที่ 1 แล้วตรวจสอบความถูกต้อง

S1 Push Button “ on “

R “Relay”

H1 “Lamp”

2. เปิดแหล่งจ่ายไฟ 24 vdc ให้กับวงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ทดสอบการทำงานของวงจร

3.1 กคสวิตช์ S1

3.2 หยุดกคสวิตช์ S1.....

4. อธิบายผลการทำงานของวงจร

.....

.....

.....

.....



การทดลองที่ 10

เรื่อง การควบคุมเปิด-ปิดหลอดสัญญาณไฟ

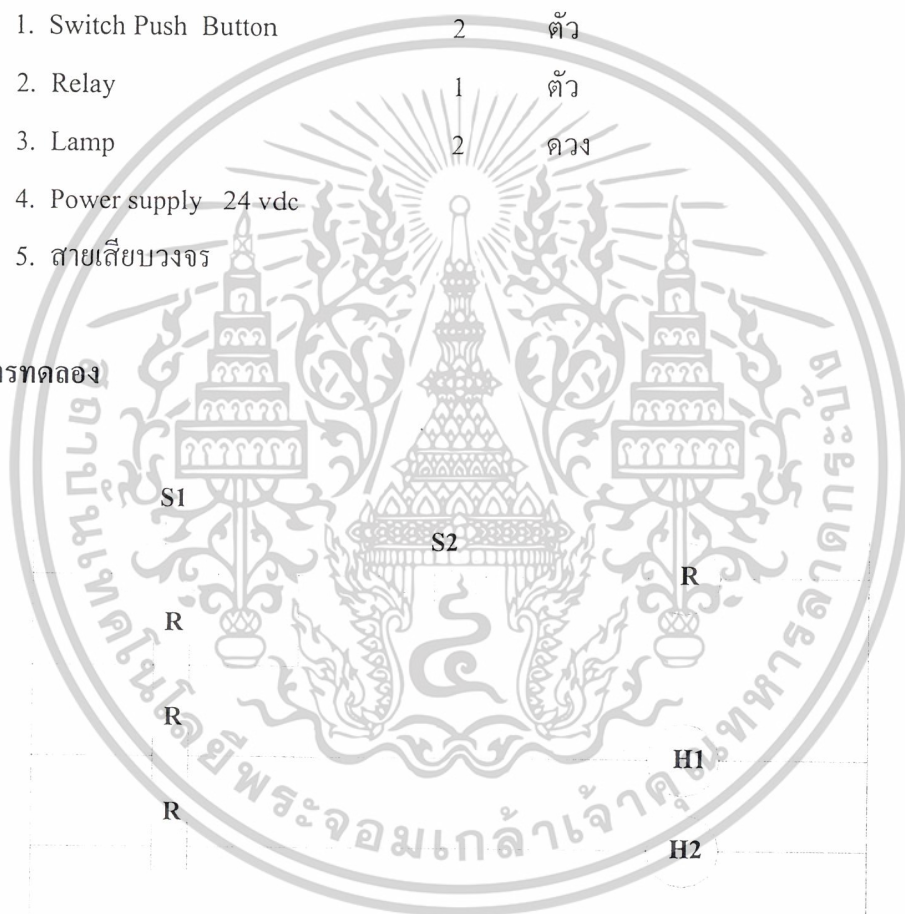
วัตถุประสงค์

1. นำหลักการควบคุมทางไฟฟ้าไปประยุกต์ใช้ในงานต่างๆ
2. ทำการทดลองได้จากวงจรที่มีให้

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. Switch Push Button 2 ตัว
2. Relay 1 ตัว
3. Lamp 2 ดวง
4. Power supply 24 vdc
5. สายเคเบิลวงจร

การทดลอง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับขั้นตอนการทดลอง

1. ต่อดวงจรตามรูป แล้วตรวจสอบความถูกต้อง

S1 Push button “on”

S2 Push button “off”

R “Relay”

H1,H2 “Lamp”

2. เปิดแหล่งจ่ายไฟ 24 vdc ให้กับวงจร

3. ทดสอบการทำงานของวงจร

3.1 กดสวิตช์ S1.....

3.2 กดสวิตช์ S2.....

3.3 กดสวิตช์ S1 และ S2 พร้อมกัน.....

4. อธิบายผลการทำงานของวงจร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

การทดลองที่ 11

เรื่อง การหน่วงเวลาให้สัญญาณทางไฟฟ้า

วัตถุประสงค์

1. เรียนรู้และใช้อุปกรณ์หน่วงเวลาในงานควบคุมอื่นๆได้

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. Switch push button 1 ตัว
2. Timer 1 ตัว
3. Lamp 2 ดวง
4. Power Supply 24 Vdc
5. สายเสียบวงจร

การทดลอง



ลำดับขั้นการทดลอง

1. ต่อบอร์ดควบคุมตามรูป แล้วตรวจสอบความถูกต้อง

S1 Push button “on”

Td “timer”

H1,H2 “lamp”

2. เปิดแหล่งจ่ายไฟ 24 vdc ให้กับวงจร

3. หน่วงเวลา 15 วินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ทดสอบการทำงานของวงจร

3.1 กคสวิตช์S1.....

4. อธิบายผลการทำงานของวงจร

.....

.....

.....

.....

.....



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองที่ 12

เรื่อง การนำรีเลย์และรีเลย์หน่วงเวลาร่วมกันควบคุมหลอดสัญญาณ

วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้เข้าใจถึงการทำงานร่วมกันระหว่างอุปกรณ์ทางไฟฟ้า

เครื่องมือและอุปกรณ์

- | | | |
|------------------------|---|-----|
| 1. Switch Push button | 2 | ตัว |
| 2. Relay | 1 | ตัว |
| 3. Timer | 1 | ตัว |
| 4. Lamp | 1 | ดวง |
| 5. Power Supply 24 Vdc | | |
| 6. สายเสียบวงจร | | |

การทดลอง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับขั้นการทดลอง

1. ต่อวงจรควบคุมตามรูป แล้วตรวจสอบความถูกต้อง
 - S1 push button “on”
 - S2 push button “off”
 - R “relay”
 - Td “timer”
 - H1 “Lamp”
2. เปิดแหล่งจ่ายไฟ 24 vdc
3. ทดสอบการทำงานของวงจร
 - 3.1 กดสวิตช์ S1.....
 - 3.2 กดสวิตช์ S2.....
 - 3.3 กดสวิตช์ S1 และ S3 พร้อมกัน.....
- 4 อธิบายผลการทำงานของวงจร
.....
.....
.....
.....
.....



การทดลองที่ 13

เรื่อง การควบคุมหลอดไฟติด-ดับตามลำดับ

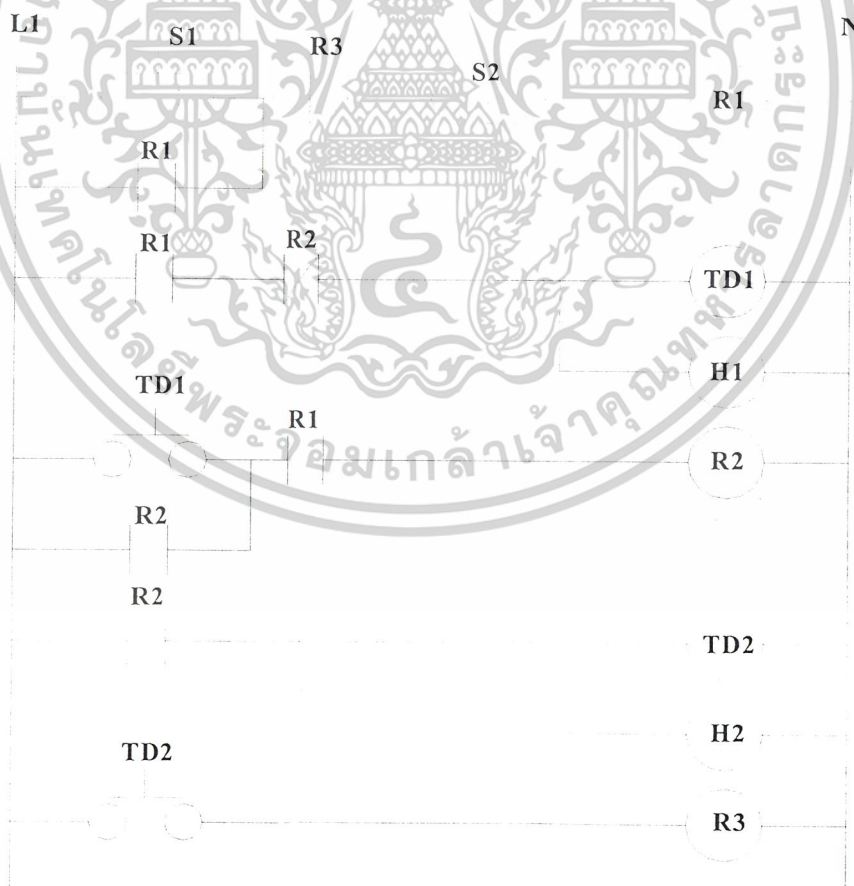
วัตถุประสงค์

1. เพื่อควบคุมการทำงานแบบเป็นลำดับได้

เครื่องมือและอุปกรณ์

- | | | |
|-----------------------|---|-----|
| 1. switch push button | 2 | ตัว |
| 2. Relay | 3 | ตัว |
| 3. Timer | 2 | ตัว |
| 4. Lamp | 2 | ดวง |
| 5. power supply 24vdc | | |
| 6. สายเสียบวงจร | | |

การทดลอง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับขั้นการทดลอง

1. ต่อวงจรควบคุมตามรูป แล้วตรวจสอบความถูกต้อง

S1 push button “on”

S2 push button “off”

R1,R2,R3 “Relay”

Td1,Td2 “timer”

H1,H2 “Lamp”

2. เปิดแหล่งจ่ายไฟ 24 vdc ให้กับวงจร

3. ทดสอบการทำงานของวงจร

a. กดสวิตช์ S1.....

b. กดสวิตช์ S2.....

4. อธิบายผลการทำงานของวงจร

.....

.....

.....

.....



การทดลองที่ 14

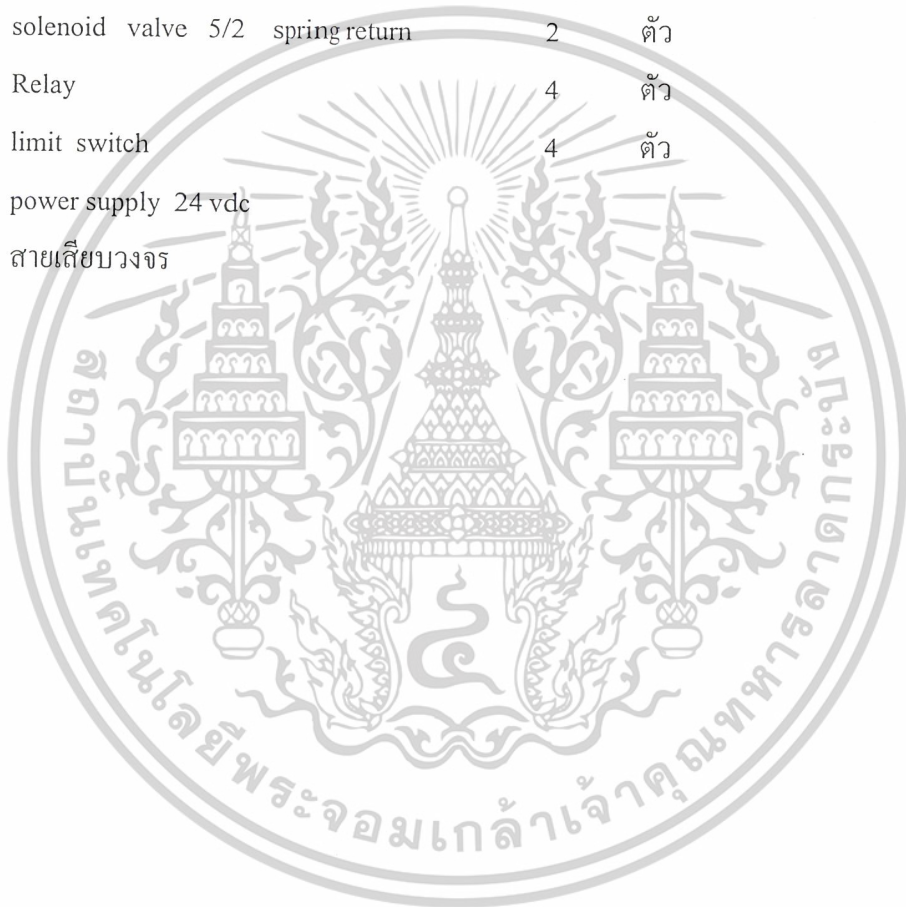
เรื่อง การควบคุมกระบอกลูกสูบนิวแมติกส์ตาม step motion diagram

วัตถุประสงค์

1. นำหลักการควบคุมทางไฟฟ้าไปประยุกต์ใช้ในการควบคุมอุปกรณ์นิวแมติกส์

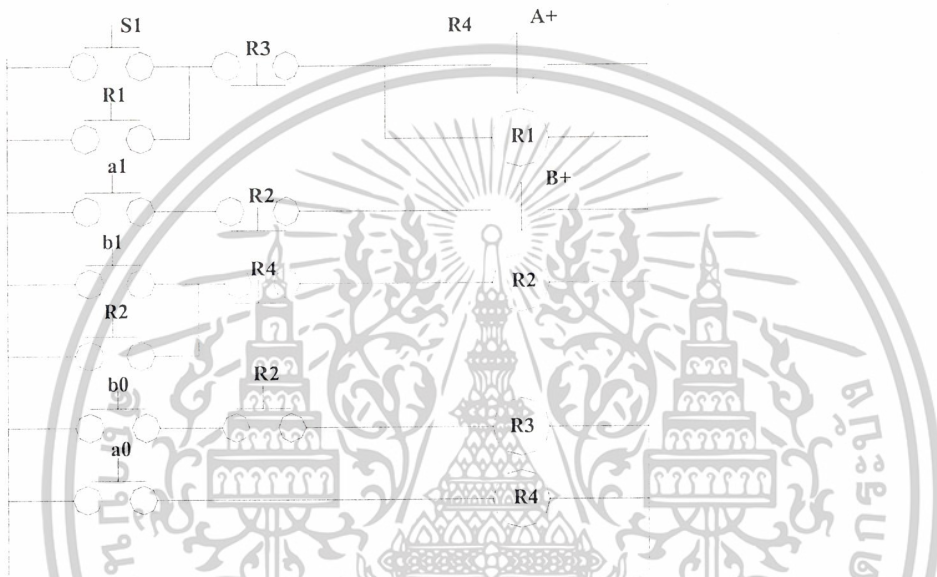
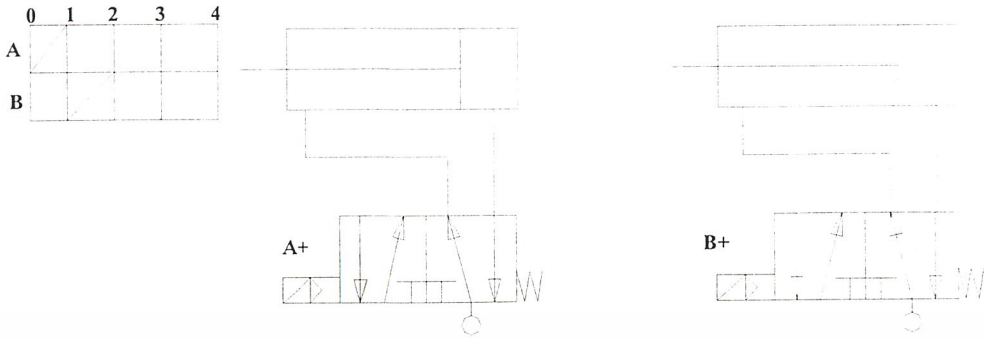
เครื่องมือและอุปกรณ์

- | | | |
|-------------------------------------|---|-----|
| 1. cylinder 2 way | 2 | ตัว |
| 2. solenoid valve 5/2 spring return | 2 | ตัว |
| 3. Relay | 4 | ตัว |
| 4. limit switch | 4 | ตัว |
| 5. power supply 24 vdc | | |
| 6. สายเคเบิลวงจร | | |



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลอง



ลำดับขั้นการทดลอง

1. ต่อดีงจรควบคุมตามรูป แล้วตรวจสอบความถูกต้อง
 - S1 push button “on”
 - R1,R2,R3,R4 “Relay”
 - A+, B+ “solenoid valve”
 - a0,a1,b0,b1 “limit switch”
 - A,B “cylinder”
2. เปิดแหล่งจ่ายไฟ 24 vdc
3. ทดสอบการทำงานของวงจร
 - 3.1 กดสวิตช์ S1.....
 - 3.2 กดสวิตช์ S1 ค้าง.....
4. อธิบายผลการทำงานของวงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองที่ 15

เรื่องการควบคุมระบบอกสูบนิวแมติกส์ตาม step motion diagram

วัตถุประสงค์

1. รู้จักหลักการควบคุมทางไฟฟ้าขั้นพื้นฐาน
2. นำอุปกรณ์ควบคุมทางไฟฟ้า(รีเลย์) ไปประยุกต์ใช้ได้ต่อไป

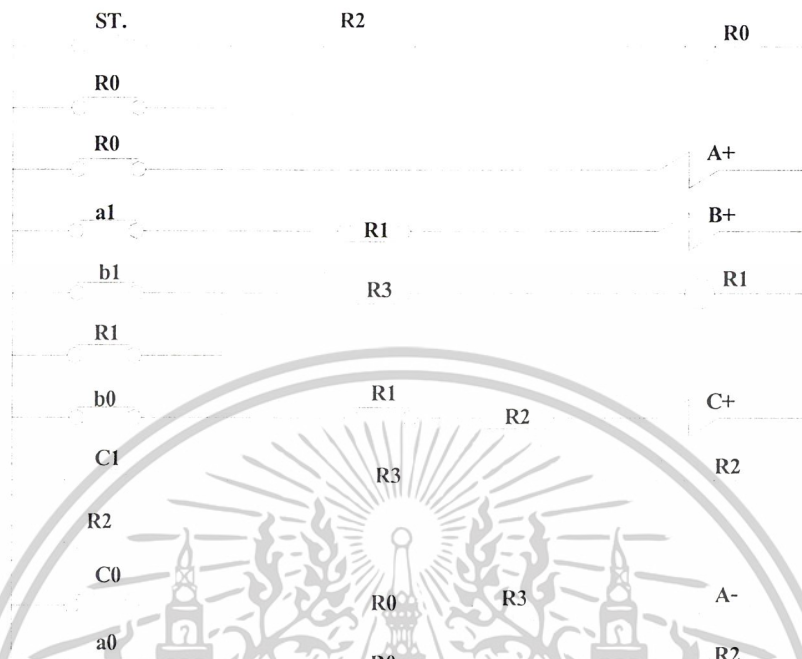
เครื่องมือและอุปกรณ์

- | | | |
|-------------------------------------|---|-----|
| 1. cylinder 2 way | 3 | ตัว |
| 2. solenoid valve 5/2 spring return | 3 | ตัว |
| 3. Relay | 4 | ตัว |
| 4. limit switch | 6 | ตัว |
| 5. switch push button | 1 | ตัว |
| 6. power supply 24 vdc | | |
| 7. สายเคเบิลวงจร | | |

การทดลอง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ลำดับขั้นการทดลอง

1. ต่อวงจรตามรูป แล้วตรวจสอบความถูกต้อง
 St. push button “On”
 R0 ,R1, R2 ,R3 “Relay”
 A+ A- B+ C+ “Solenoid Valve”
 A0 a1 b0 b1 c0 c1 “Limit Switch”
2. เปิดแหล่งจ่ายไฟ 220 VAC และ 24 VDC
3. ทดสอบการทำงานของวงจร
 - 3.1 กดสวิตช์ ST.....
4. อธิบายผลการทำงานของวงจร

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองที่ 16

เรื่อง การออกแบบวงจรไฟฟ้าเพื่อควบคุมระบบนิวแมติกส์

วัตถุประสงค์

1. รู้จักหลักการควบคุมทางไฟฟ้าขั้นพื้นฐาน
2. ปฏิบัติตามวงจรที่ออกแบบให้ได้ตามที่กำหนด

เครื่องมือและอุปกรณ์

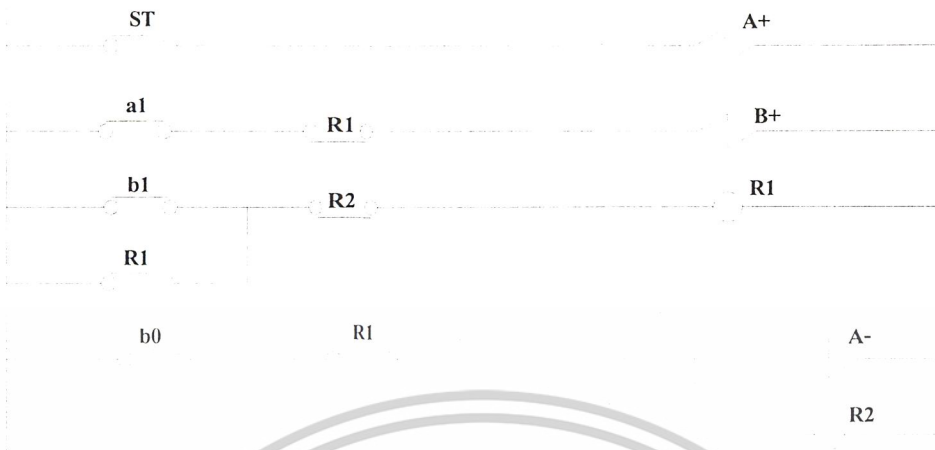
1. switch push button 1 ตัว
2. solenoid valve 5/2 2 ตัว
3. Relay 2 ตัว
4. limit switch 3 ตัว
5. power supply 24 vdc
6. แหล่งจ่ายลม
7. สายเสียบวงจร

การทดลอง

A+

B+

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ลำดับขั้นการทดลอง

1. ต่อบางจรควบคุมตามรูป แล้วตรวจสอบความถูกต้อง

St. push button “on”

R1,R2 “Relay”

A+,A-,B+ “solenoid valve”

a1,b0,b1 “limit switch”

2. เปิดแหล่งจ่ายไฟ 24 vdc ให้กับวงจร

3. ทดสอบการทำงานของวงจร

3.1 กดสวิตช์ STAR.....

4. อธิบายผลการทำงานของวงจร

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองที่ 17

เรื่อง การออกแบบวงจรไฟฟ้าตาม step motion diagram เพื่อควบคุมกระบอกลูกสูบ นิวแมติกส์

วัตถุประสงค์

1. สามารถนำหลักการควบคุมทางไฟฟ้าไปควบคุมในระบบต่างๆได้

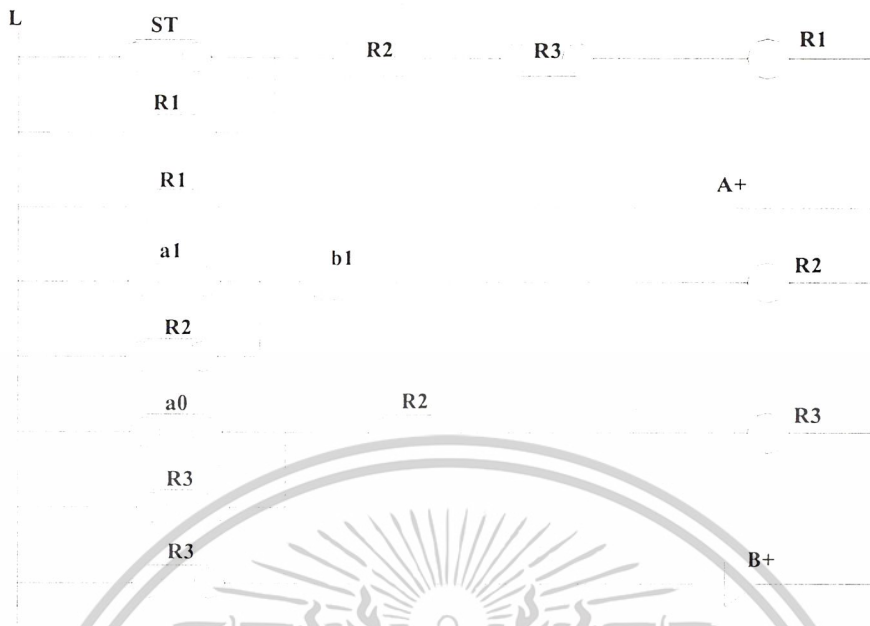
เครื่องมือและอุปกรณ์

1. switch push button 1 ตัว
2. Relay 3 ตัว
3. limit switch 3 ตัว
4. solenoid valve 5/2 2 ตัว
5. power supply 24 vdc
6. แหล่งจ่ายลม
7. สายเสียบวงจร

การทดลอง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ลำดับขั้นการทดลอง

1. ต่อบางจรควบคุมตามรูป แล้วตรวจสอบความถูกต้อง

St push button “on”

R1,R2,R3 “Relay”

a0,a1,b1 “limit switch”

A+,B+ “solenoid valve”

2. เปิดแหล่งจ่ายไฟ 24 vdc ให้กับวงจร

3. ทดสอบการทำงานของวงจร

3.1 กดสวิตซ์STAR.....

4. อธิบายผลการทำงานของวงจร

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองที่ 18

เรื่องการควบคุมกระบอกสูบ A และ B ให้วิ่งออกและเข้าโดยใช้ระบบไฟฟ้าควบคุม
และกำหนดให้มี switch push button เพียงตัวเดียว

วัตถุประสงค์

1. ควบคุมการทำงานของกระบอกสูบโดยห้ามใช้รีเลย์ในวงจรไฟฟ้า

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. switch push button 1 ตัว
2. limit switch 4 ตัว
3. solenoid valve 5/2 2 ตัว
4. cylinder 2 way 2 ตัว
5. power supply 24 vdc
6. แหล่งจ่ายลม
7. สายเคเบิลวงจร

การทดลอง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับขั้นการทดลอง

1. ต่อบังคับควบคุมตามรูป แล้วตรวจสอบความถูกต้อง

St. push button “on”

a1,b0 “limit switch”

A+,A-,B+,B- “solenoid valve”

2. เปิดแหล่งจ่ายไฟ 24 vdc ให้กับวงจร

3. ทดสอบการทำงาน

3.1 กดสวิทช์ START ครั้งที่ 1.....

3.2 กดสวิทช์ START ครั้งที่ 2.....

3.3 กดสวิทช์ START ครั้งที่ 3.....

หมายเหตุ ห้ามใช้รีเลย์ในวงจรไฟฟ้า

4. อธิบายผลการทำงานของวงจร

.....

.....

.....

.....



การทดลองที่ 19

เรื่อง การกลับทางหมุนมอเตอร์ 3 เฟสแบบ direct reversing

วัตถุประสงค์

1. ต่อวงจรควบคุมมอเตอร์ 3 เฟส ให้กลับ direct reversing

ทฤษฎี

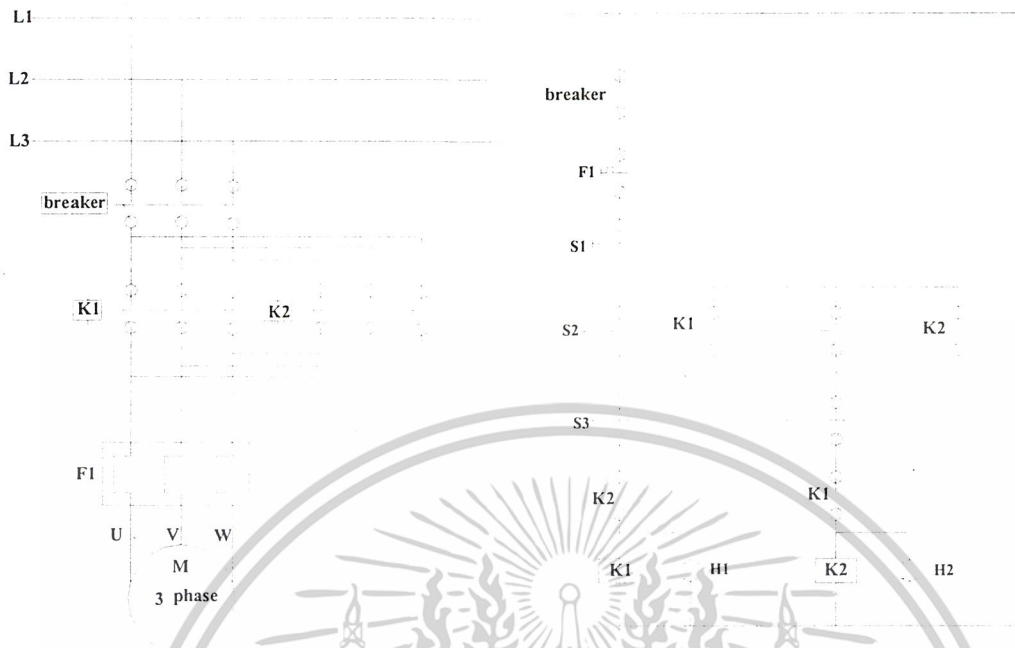
ในการควบคุมการหมุนทิศทางของมอเตอร์ 3 เฟส ในงานอุตสาหกรรมนั้น มีจุดหมายในการใช้งานที่แตกต่างกันหลายวิธี ซึ่งในบทนี้จะกล่าวถึงการควบคุมคอนแทกเตอร์อีกวิธีหนึ่งที่แตกต่างดั่งนั้นแต่วงจรกำลังยังคงมีลักษณะเช่นเดิมกล่าวคือใช้คอนแทกเตอร์ 2 ตัว ในการสลับเฟสที่จ่ายเข้ามอเตอร์คู่ใดคู่หนึ่ง

เครื่องมือและอุปกรณ์

- | | | |
|----------------------------|---|------|
| 1. switch push button | 3 | ตัว |
| 2. power contactor | 2 | ตัว |
| 3. over load | 1 | ตัว |
| 4. pilot lamp | 2 | หลอด |
| 5. motor 3 phase 220/380 v | 1 | ตัว |
| 6. สายเสียบวงจร | | |

การทดลอง วงจรควบคุมมอเตอร์ 3 เฟส ให้กลับทางได้โดยตรง

ลำดับชั้นการทดลอง



(ก) วงจรกำลัง

(ข) วงจรควบคุม

1. ต่อวงจรควบคุม แล้วตรวจสอบความถูกต้อง

- S1 push button “off“
- S2 push button “forward”
- S2 push button “reverse”
- K1 forward contactor
- K2 reverse contactor
- H1 pilot lamp “forward”
- H2 pilot lamp “reverse”

1. เปิดสวิตช์เพาเวอร์จ่ายไฟ 220 V

2. ตรวจสอบการทำงานของวงจรควบคุมดังนี้

- 2.1 กดสวิตช์ S2
- 2.2 กดสวิตช์ S1
- 2.3 กดสวิตช์ S3
- 2.4 กดสวิตช์ S1
- 2.5 กดสวิตช์ S2
- 2.6 กดสวิตช์ S3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 2.7 กดสวิตช์ S1
3. จากการทดสอบในข้อ 3 (3.3) คอนแทคเตอร์ K1 และ K2 สามารถทำงานสลับกันโดยไม่ต้องกดสวิตช์ S1 ใช่หรือไม่.....
4. หากกดสวิตช์ S2 และ S3 พร้อมกัน นักศึกษาคิดว่าคอนแทคเตอร์ตัวใดทำงาน
.....
5. ต่อบังคับกำลังตามรูป (ก) ให้ถูกต้อง
7. เปิดสวิตช์เพาเวอร์จ่ายไฟ 3 เฟส 380/220 V ให้กับวงจรแล้วตรวจสอบความถูกต้องของวงจรดังนี้
- 7.1 กดสวิตช์ S2.....
- 7.2 กดสวิตช์ S3.....
- 7.3 กดสวิตช์ S2 อีกครั้ง
- 7.4 กดสวิตช์ S1.....
- 7.5 ปิดสวิตช์เพาเวอร์
8. จากผลการทดสอบในข้อ 7.1 เมื่อ K1 ทำงานมอเตอร์หมุนในทิศทางใด
.....
1. อธิบายผลการทำงานของวงจร
.....
- 1.1 กด S1 และ S2 พร้อมกัน
.....
2. อธิบายผลการทำงานของวงจร
.....
.....
.....
.....
.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองที่ 20

เรื่องวงจรควบคุมการกลับทางหมุนแบบจ็อกกิ้ง

วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้รู้จักเลือกใช้วิธีการกลับทางหมุนของมอเตอร์อย่างถูกวิธีและเหมาะสม
2. เพื่อให้รู้จักและเข้าใจวงจรควบคุมตามวิธีที่ต้องการ
3. เพื่อให้รู้จักการกลับทางหมุนมอเตอร์ได้ดียิ่งขึ้น

ทฤษฎี

ในการกลับทางหมุนของมอเตอร์นั้น บางครั้งต้องการกลับทางหมุนเป็นบางครั้งคราว ชั่วขณะใดขณะหนึ่ง โดยการใช้ปุ่มกดสตาร์ท ที่เรียกว่าพุทบาทตอน

ตามความประสงค์ดังกล่าวสามารถทำได้โดยคอนแทกเตอร์ 2 ตัว เช่นเดียวกับการกลับทางหมุนมอเตอร์ที่เคยศึกษาและปฏิบัติผ่านมาแล้วโดยใช้คอนแทกเตอร์ 1 ตัว สำหรับมอเตอร์หมุนขวา และอีกหนึ่งตัวสำหรับหมุนซ้าย นอกจากนี้ยังใช้ปุ่มกดสำหรับสตาร์ทชนิดหนึ่งคอนแทกสำหรับปกติเปิดและหนึ่งคอนแทกปกติปิดจำนวน 2 ตัว ตัวหนึ่งใช้สำหรับมอเตอร์หมุนขวา และอีกตัวหนึ่งสำหรับกดให้มอเตอร์หมุนซ้าย ให้พิจารณาจากวงจรซึ่งมีส่วนประกอบต่างๆ เพื่อให้เข้าใจดียิ่งขึ้น

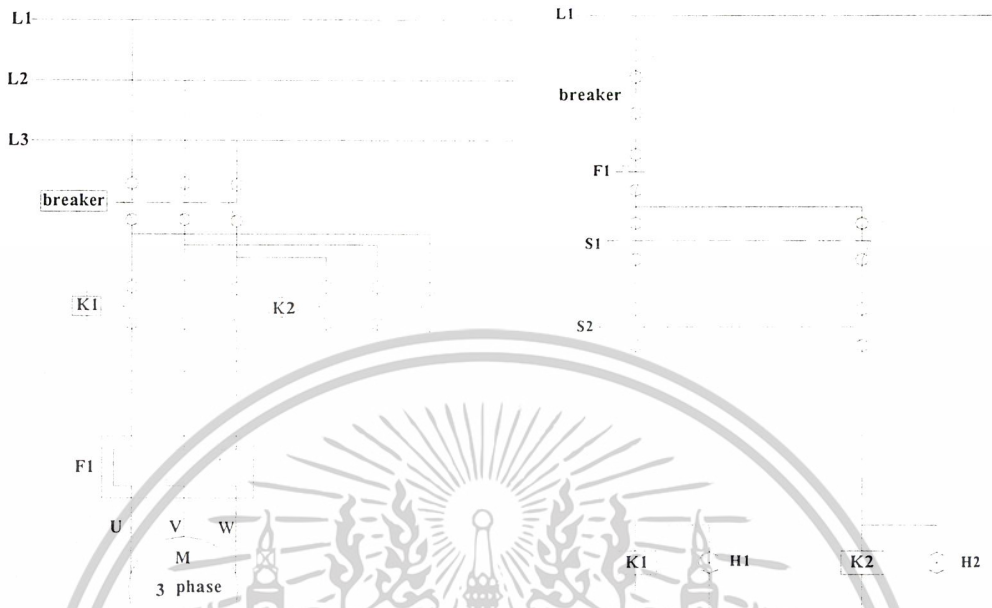
เครื่องมือและอุปกรณ์

- | | | |
|----------------------------|---|------|
| 1. switch push button | 2 | ตัว |
| 2. power contactor | 2 | ตัว |
| 3. over load | 1 | ตัว |
| 4. pilot lamp | 2 | หลอด |
| 5. motor 3 phase 220/380 v | 1 | ตัว |
| 6. สายเสียบวงจร | | |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลอง วงจรควบคุมการกลับทางหมุนมอเตอร์แบบจ็อกกิ้ง

ลำดับขั้นการทดลอง



(ก) วงจรกำลัง

(ข) วงจรควบคุม

1. ต่อวงจรควบคุมตามรูป (ข) มาอย่างถูกต้อง
3. ตรวจสอบการทำงานของวงจร
 - 2.1 กด S1 ทำให้

.....

.....

.....

.....

.....

- 2.2 กด S2 ทำให้

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองที่ 21

เรื่อง การกลับทางหมุนมอเตอร์ 3 เฟสแบบ reversing after stop

วัตถุประสงค์

1. ต้องจรรยาควบคุมการกลับทางหมุนมอเตอร์แบบ reversing after stop
2. ต้องจรรยาป้องกันการกลับทางหมุนในทันทีของวงจร reversing after stop ด้วย timer

ทฤษฎี

จากที่ได้ศึกษาและปฏิบัติงานเกี่ยวกับการกลับทางหมุนมอเตอร์นั้น ถ้าต้องการจะกลับทางหมุนมอเตอร์ก็กดปุ่มสตอปเสียก่อน จึงจะกลับทางหมุนมอเตอร์ได้

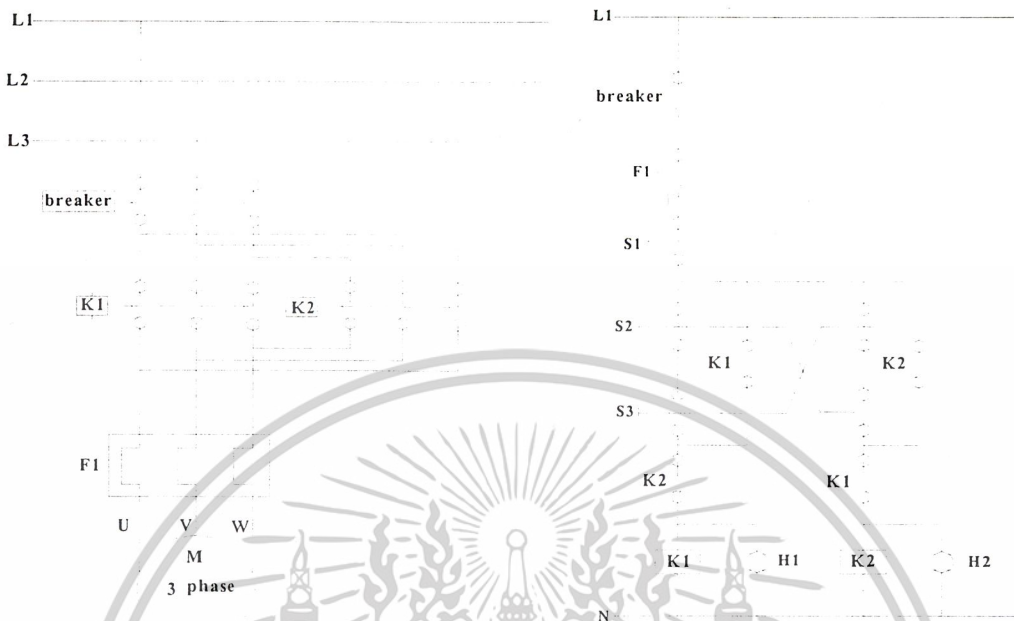
แต่ในการทดลองนี้การกลับทางหมุนของมอเตอร์สามารถทำได้ทันที เมื่อกดปุ่มสตาร์ทเพื่อกลับทางหมุนในทิศที่ต้องการเท่านั้นโดยไม่ต้องใช้ปุ่มสตอป

เครื่องมือและอุปกรณ์

- | | | |
|----------------------------|---|------|
| 1. switch push button | 3 | ตัว |
| 2. power contactor | 2 | ตัว |
| 3. over load | 1 | ตัว |
| 4. pilot lamp | 2 | หลอด |
| 5. motor 3 phase 220/380 v | 1 | ตัว |
| 6. timer | 1 | ตัว |
| 7. สายเสียบวงจร | | |

การทดลอง การกลับทางหมุนของมอเตอร์ 3 เฟสแบบ reversing after stop

ลำดับขั้นการทดลอง



(ก) วงจรกำลัง

(ข) วงจรควบคุม

1. ต่อวงจรตามรูป (ก) แล้วตรวจสอบความถูกต้อง
 - S1 push button “off”
 - S2 push button “forward”
 - S3 push button “reverse”
 - K1 forward contactor
 - K2 reverse contactor
 - H1 pilot lamp “forward”
 - H2 pilot lamp “reverse”
2. เปิดสวิตช์เพาเวอร์จ่ายไฟ 220 v
3. ตรวจสอบการทำงานของวงจรดังนี้
 - 3.1 กดสวิตช์ S2 ทำให้.....
 - กดสวิตช์ S3 ทำให้.....
 - 3.2 กดสวิตช์ S1 ทำให้.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 กดสวิตช์ S3 ทำให้

.....
กดสวิตช์ S2 ทำให้

.....
3.4 กดสวิตช์ S1 ทำให้

.....
3.5 กดสวิตช์ S2 พร้อมกับ S3

.....
3.6 ปิดสวิตช์เพาเวอร์

4. ต่อวงจรควบคุมตามรูป (ข) ตรวจสอบความถูกต้อง

5. เปิดสวิตช์เพาเวอร์จ่ายไฟ 3 เฟส 380/220 v ให้กับวงจร

6. ตรวจสอบการทำงานของวงจรทั้งหมดดังนี้

6.1 กดสวิตช์ S2 ทำ

ให้

6.2 กดสวิตช์ S1 ทำให้

6.3 กดสวิตช์ S3 ทำให้

6.4 กดสวิตช์ S1 ทำให้

6.5 กดสวิตช์ S2 พร้อมกับ S3

6.6 ปิดสวิตช์เพาเวอร์

7. อธิบายผลการการทำงานของวงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองที่ 22

เรื่อง การสตาร์ทมอเตอร์ 3 เฟสแบบ Manual star- Delta

วัตถุประสงค์

1. วงจร Manual Star-Delta Staring โดยให้คอนแทกเตอร์สตาร์ททำงานก่อน
2. วงจร Manual Star-Delta Staring โดยให้คอนแทกเตอร์เมนทำงานก่อน

ทฤษฎี

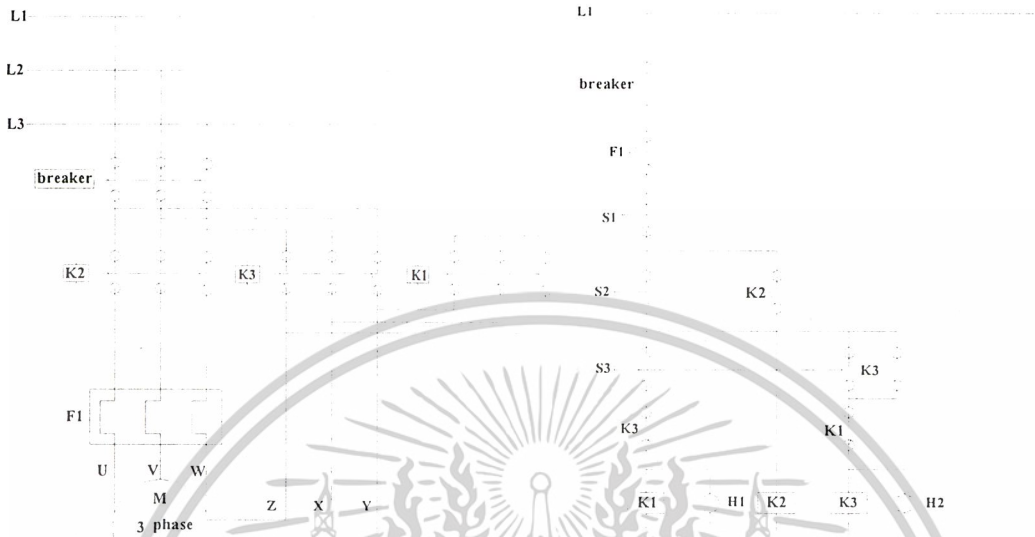
มอเตอร์ 3 เฟสขนาดใหญ่ๆ บางครั้งงานของมอเตอร์จำเป็นต้องให้กลับทางหมุนได้ด้วย ดังนั้น นักศึกษาจะได้ทำการทดลองกลับทางหมุนของมอเตอร์ 3 เฟส

เครื่องมือและอุปกรณ์

- | | | |
|----------------------------|---|------|
| 1. switch push button | 3 | ตัว |
| 2. power contactor | 3 | ตัว |
| 3. over load | 1 | ตัว |
| 4. Pilot lamp | 2 | หลอด |
| 5. มอเตอร์ 3 เฟส 220/380 V | 1 | ตัว |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลอง การสตาร์ทมอเตอร์ 3 เฟสแบบ Manual star- Delta



(ก) วงจรกำลัง

(จ) วงจรควบคุม

ลำดับขั้นตอนการทดลอง

1. ต่อวงจรตามรูป (ก) แล้วตรวจสอบความถูกต้อง
 - Push Button “OFF”
 - Push Button “STAR”
 - Push Button “Delta”
 - Pilot Lamp “STAR CONNECTION”
 - Pilot Lamp “DALTA CONNECTION”
2. เปิดสวิตช์เพาเวอร์จ่ายไฟ 220 v ให้กับวงจร
3. ตรวจสอบการทำงานของวงจรดังนี้
 - 3.1 กดสวิตช์ S2

.....
 - 3.2 กดสวิตช์ S3

.....
 - 3.3 กดสวิตช์ S1

.....

3.4 ปิดสวิตช์เพาเวอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ต่อย่างงจรกำลัอง ทรวจสอบควมถูคตอง

K1 MAIN Contactor

K2 STAR Contactor

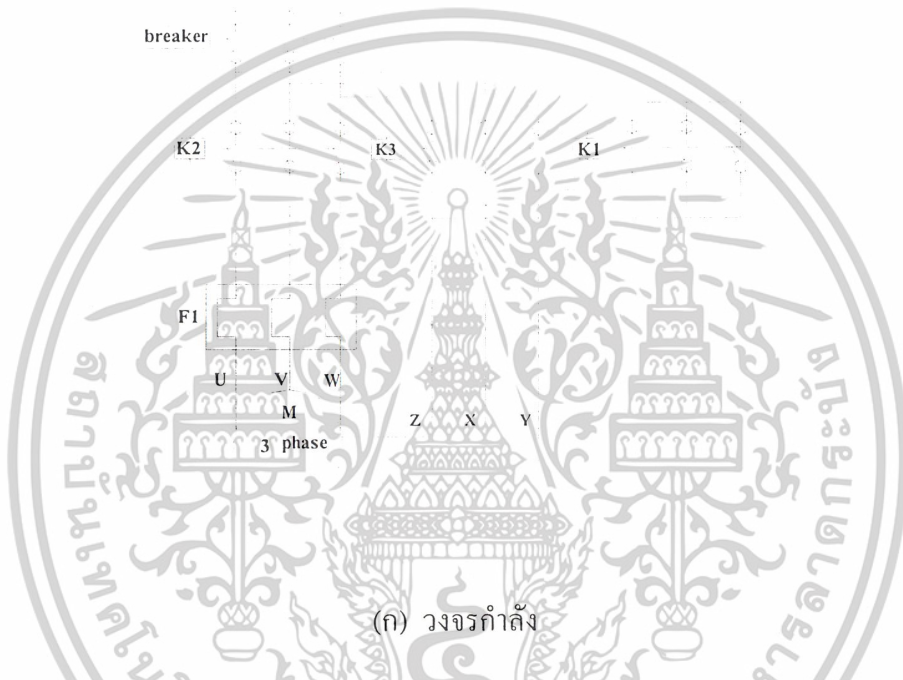
K3 DELTA Contactor

L1

L2

L3

breaker



(ก) วงจรกำลัอง

คำเตือน แรงค้ันของระบบไฟฟ้า 3 เฟส ตองเป้ันแรงค้ัน 220 v เ้ทาน้ันมิฉะนั้นแล้วอาจทำให้ มอเตอร์เส้ຍหายได้

5. ทรวจสอบควมถูคตองของระดับแรงค้ันในวงจรกวมคุมและวงจรกำลัองให้ถูคตอง
6. เป้ดสวิตช์เพาเวอร์จ่ายไฟ 3 เฟส ให้กับวงจร
7. ทรวจสอบการท้างานของวงจรดังนี้

7.1 กดสวิตช์ S2.....

คำเตือน ขณะนี้มอเตอร์ต่อขดลวดแบบสตาร์ทอยู่ ก่อนที่นักศึกษาจะกดสวิตช์ S3 นัก ศึกษาตองเตรียมพร้อมเพ้ือจะหยุดการท้างานท้ังหมดของวงจรทันที ถ้าหากกดสวิตช์ S3 ให้ มอเตอร์ต่อขดลวดแบบเดลต้าแล้วมีเส้ຍงผ้ดปกติจากการท้างานของมอเตอร์

7.2 กดสวิตช์ S3.....

7.3 กดสวิตช์ S1.....

เอกสารนี้เป้ันเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพ้ือการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้้่านไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ท้ังสิ้น อี้กท้ังห้ามมิให้้ดัดแปลงเนื้อหาและตองอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกคร้ังที่มีการนำ้ไปใช้

- 7.4 ปิดสวิตช์เพาเวอร์
- 8. ปลดสายของวงจรกำลังออกเพื่อทำการทดสอบเฉพาะวงจรควบคุม
- 9. เปิดสวิตช์เพาเวอร์จ่ายไฟ 220 v ให้กับวงจรควบคุม
- 10. ทดสอบการทำงานของวงจรดังนี้
 - 10.1 กดสวิตช์ S2.....
 - 10.2 กดสวิตช์ S3.....

จากการทดสอบวงจรทำงานผิดพลาดหรือไม่

- 10.3 กดสวิตช์ S2 อีกครั้ง.....
- 10.4 กดสวิตช์ S1.....
- 10.5 ปิดสวิตช์เพาเวอร์

11. อธิบายผลการทำงานของวงจร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองที่ 23

เรื่อง การสตาร์ทมอเตอร์ 3 เฟสแบบ Automatic star-Delta

วัตถุประสงค์

1. ต่อดวงจรควบคุมมอเตอร์แบบ Automatic Star- Delta Starting

ทฤษฎี

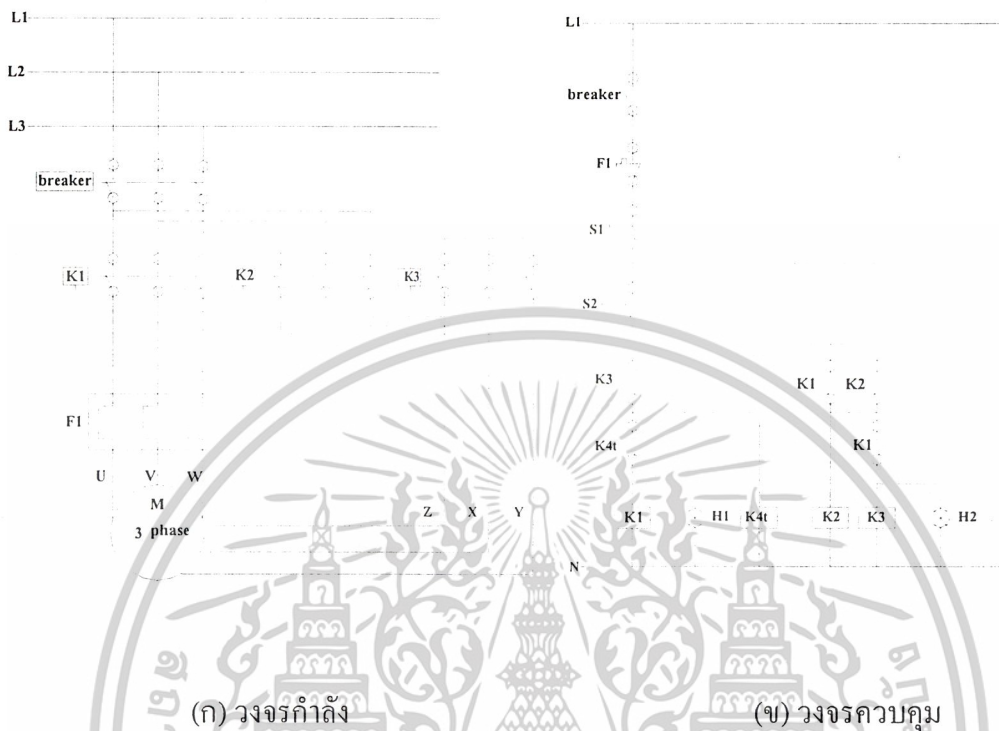
ให้นักศึกษาได้ทดสอบการควบคุมมอเตอร์ 3 เฟส ให้เริ่มหมุนด้วยวิธีการลดกระแสแบบสตาร์ท-เดลต้ามาแล้วซึ่งในงานอุตสาหกรรมไม่นิยมใช้เท่าไรเพราะการควบคุมมีโอกาสผิดพลาดสูงมาก ไม่ว่าจะเป็นเรื่องระยะเวลาในการเปลี่ยนขั้นตอนซึ่งผู้ควบคุมต้องทราบกรรมวิธีการควบคุมเพื่อป้องกันผู้ควบคุมลืมเปลี่ยนขั้นตอนซึ่งความผิดพลาดเหล่านี้จะหมดไปเมื่อใช้ Timer ช่วยในการเปลี่ยนขั้นตอนการสตาร์ท

เครื่องมือและอุปกรณ์

- | | | |
|-----------------------------|---|------|
| 1. Push Button | 2 | ตัว |
| 2. Power Contactor | 3 | ตัว |
| 3. Over Load | 1 | ตัว |
| 4. Timer | 1 | ตัว |
| 5. Pilot Lamp | 2 | หลอด |
| 6. Motor 3 phase 220/380 V. | 1 | ตัว |
| 7. สายเสียบวงจร | | |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลอง_การสตาร์ทมอเตอร์ 3 เฟส แบบ Automatic star- Delta



ลำดับขั้นตอนการทดลอง

1. ต่อวงจรควบคุมตามรูป (ก) แล้วตรวจสอบความถูกต้อง
 - S1 Push Button “OFF”
 - S2 Push Button “ON”
 - H1 Pilot Lamp “Star Connection”
 - H2 Pilot Lamp “Delta Connection”
 - K4T Timer
2. ตั้งเวลาของ Timer ไว้ที่ 20 วินาที
3. เปิดสวิตช์เพาเวอร์จ่ายไฟ 220 v ให้กับวงจร
4. ทดสอบการทำงานของวงจรดังนี้
 - 4.1 กดสวิตช์ S2 ทำให้.....
 - 4.2 เมื่อเวลาผ่านไป 20 วินาที.....
 - 4.3 กดสวิตช์ S1
 - 4.4 ปิดสวิตช์เพาเวอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ต่อบางจรกำลังตามรูป แล้วตรวจสอบความถูกต้อง

K1 MAIN Contactor

K2 STAR Contactor

K3 DALTA Contactor



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง

การทดลองที่ 1

การใช้งานของลูกสูบทางเดียวกับวงจรพื้นฐาน

ผลการทดลอง

เมื่อควาล์ว 3/2 จะทำให้มีสัญญาณลมจาก P เลื่อน ก้านสูบให้เคลื่อนที่ออกและเมื่อปล่อยมือออกจากควาล์ว 3/2 ลูกสูบจะเคลื่อนที่เข้ากลับสู่สภาพเดิม



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง
การทดลองที่ 2
การใช้งานของลูกสูบ 2 ทาง

ผลการทดลอง

เมื่อกดควาล์วให้สัญญาณลม 2.1 ค้างทำให้มีสัญญาณลม ไปเลื่อนเมนวาล์ว 1.1 ให้ห้องการทำงาน
ไปทางขวามือลูกสูบเคลื่อนที่ออก เมื่อปล่อยวาล์ว 2.1 ทำให้สปริงเมนวาล์วเลื่อนห้องการทำงานกลับที่
เดิมลูกสูบเคลื่อนที่กลับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง
การทดลองที่ 2
แสดงการต่อวงจรที่ใช้ลูกสูบ 2 ทาง 2 ตัว



ผลการทดลอง

เมื่อกดควาล์ว 2.1 ทำให้มีสัญญาณลมออกไปเลื่อนเมนวาล์ว 1.1 ลูกสูบ A เคลื่อนที่ออกไปกดควาล์ว 2.3 ทำให้มีสัญญาณลมออกไปเลื่อนเมนวาล์ว 1.2 ส่งผลให้ลูกสูบ B เคลื่อนที่ออกไปกดควาล์ว 2.2 ทำให้มีสัญญาณลมออกไปเลื่อนเมนวาล์ว 1.1 ลูกสูบ A เคลื่อนเข้าแล้วไปกดควาล์ว 2.4 ทำให้มีสัญญาณลมออกไปเลื่อนห้องการทำงานของเมนวาล์ว 1.2 ลูกสูบ B เคลื่อนที่กลับ

ผลการทดลอง
การทดลองที่ 4
แสดงการฟีกเขียนไโดอะแกรมจากวงจร

ผลการทดลอง

เมื่อควาล้ว 2.1 ทำให้มีสัญญาณลมออกไปเลื่อนห้องการทำงานของเมนวาล้ว 1.1 ลูกสูบ A เคลื่อนที่ออก ไปควาล้ว 2.2 ทำให้มีสัญญาณลมออกไปเลื่อนห้องการทำงานของเมนวาล้ว 1.1 ลูกสูบ A เคลื่อนที่กลับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง
การทดลองที่ 5
การอ่านไคร์รหัสแล้วออกแบบวงจร

Step Motion Diagram A+ B+ A- B-

ผลการทดลอง

Sequence	แสดงว่า
Start	ลูกสูบลมมี 2 ลูกสูบลมการทำงานใน 1 รอบ มี 3 จังหวะ 3 การเคลื่อนที่
A+	ก่อนเริ่มการทำงาน ลูกสูบลม A อยู่ในตำแหน่ง เข้าสุด
B+	ก่อนเริ่มการทำงาน ลูกสูบลม B อยู่ในตำแหน่ง เข้าสุด
A-	ก่อนเริ่มการทำงาน ลูกสูบลม A อยู่ในตำแหน่ง ออกสุด
B-	ก่อนเริ่มการทำงาน ลูกสูบลม B อยู่ในตำแหน่ง ออกสุด

วงจรการทำงาน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง
การทดลองที่ 9
วงจรไฟฟ้าควบคุมหลอดไฟติด-ดับ

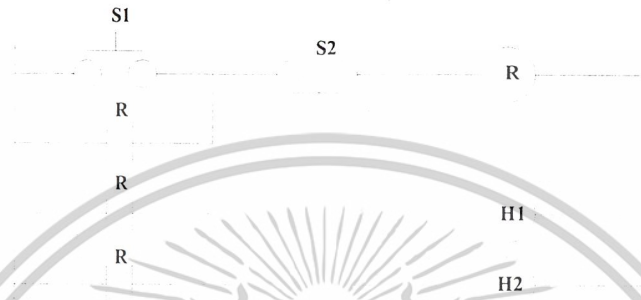


ผลการทดลอง

เมื่อกดสวิตช์พุ่มบัทตอน S1 รีเลย์จะทำงานก็ต่อเมื่อยังกดสวิตช์ S1 ค้างทำให้คอนแทกปกติเปิดของรีเลย์ต่อวงจร H1 ติดคอนแทกปกติปิดต่อวงจร H2 ดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง
การทดลองที่ 10
การควบคุมเปิด-ปิดหลอดสัญญาณไฟ



ผลการทดลอง

เมื่อกดสวิตช์ทุบที่ตอน S1 กระแสไฟฟ้าไหลจาก L1 ผ่าน S1 และ S2 เข้าคอยล์รีเลย์ทำให้รีเลย์ทำงานตลอดเวลา ขณะเดียวกันคอนแทกปกติเปิดของรีเลย์จะตัดวงจรทำให้หลอดสัญญาณ H1 ติด และคอนแทกปกติปิดจะตัดวงจร หลอดสัญญาณ H2 ดับ

ผลการทดลอง
การทดลองที่ 11
การหน่วงเวลาให้สัญญาณทางไฟฟ้า

S1

TD

H1

TD

H2

ผลการทดลอง

เมื่อกดสวิทช์พุทท์ตอน S1 รีเลย์หน่วงเวลาจะทำงานก็ต่อเมื่อยังกดสวิทช์ S1 ค้างตามที่ตั้งเวลาไว้ ทำให้คอนแทกปกติเปิดของรีเลย์หน่วงเวลาต่อวงจร H1 ติดคอนแทกปกติปิดต่อวงจร H2 คับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง
การทดลองที่ 12
การนำรีเลย์และรีเลย์หน่วงเวลาร่วมกันควบคุมหลอดสัญญาณ



ผลการทดลอง

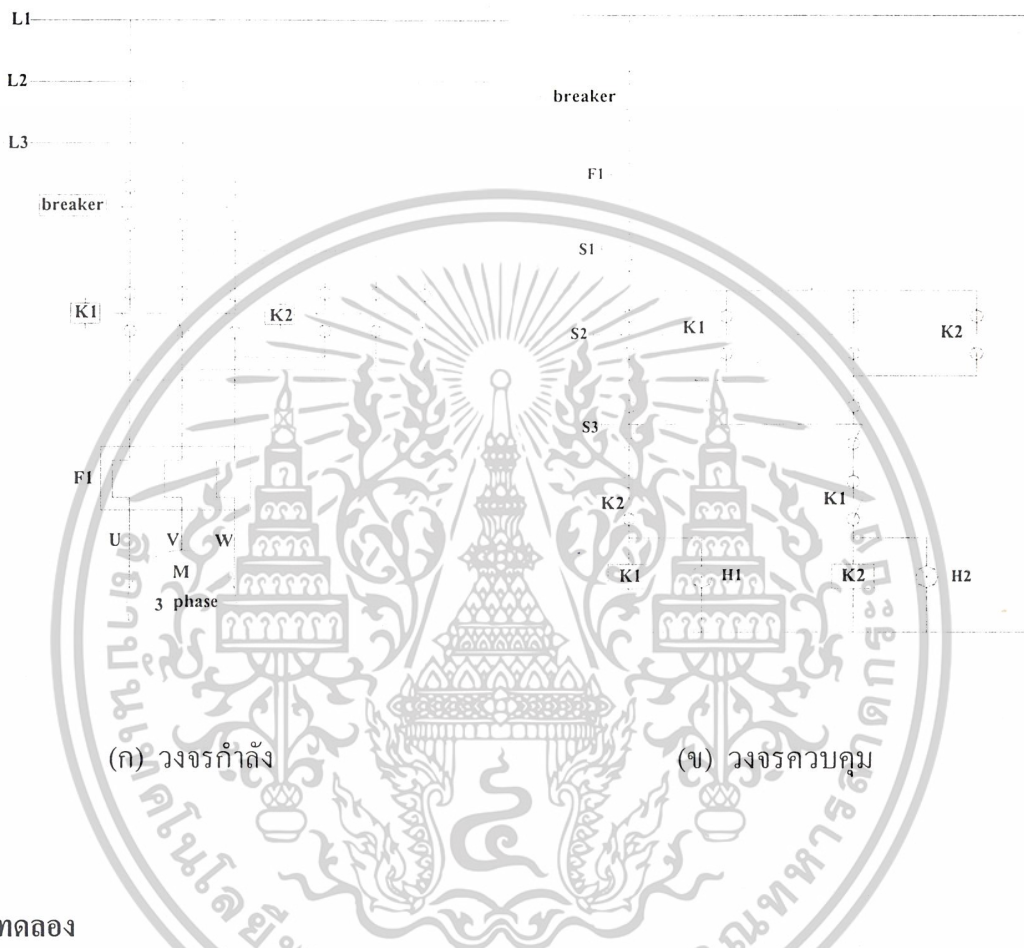
เมื่อกดสวิตช์พุทซ์ที่ตอน S1 มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านคอนแทคปกติปิดของรีเลย์หน่วงเวลา และผ่านสวิตช์พุทซ์ที่ตอน S2 ทำให้คอล์ยของรีเลย์ทำงานก่อนแทคปกติเปิดของรีเลย์ต่อวงจรทำให้รีเลย์ทำงานค้างตลอดเวลาขณะเดียวกันรีเลย์หน่วงเวลาตามที่ได้ตั้งไว้ทำให้หลอดสัญญาณ H1 ติด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง

การทดลองที่ 19

การกลับทางหมุนมอเตอร์ 3 เฟสแบบ direct reversing



ผลการทดลอง

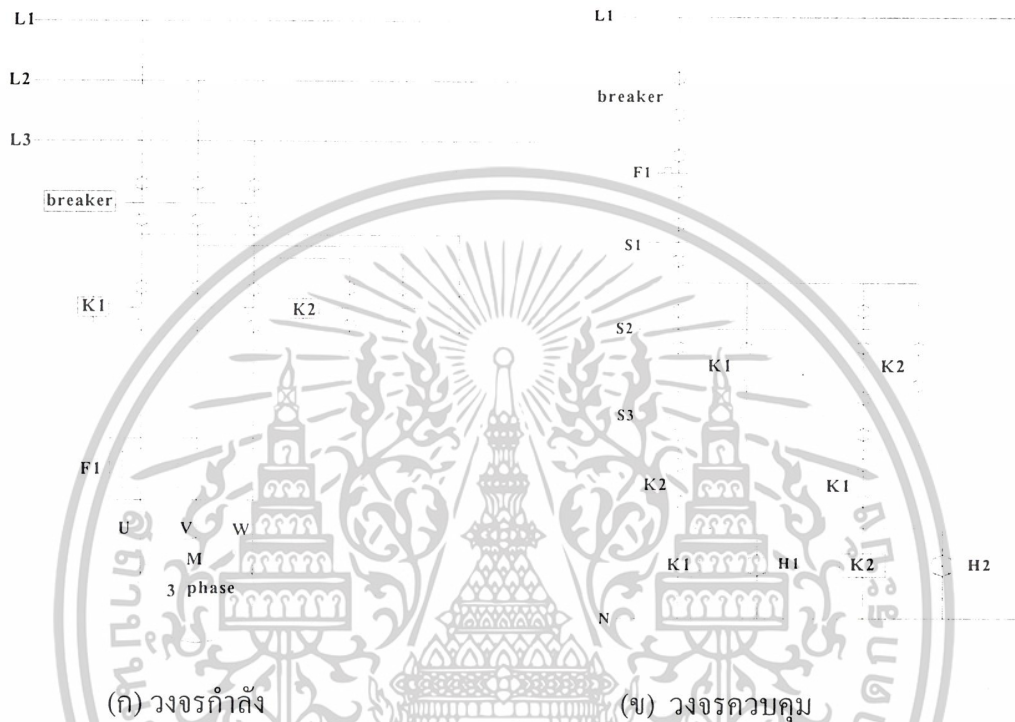
เมื่อกดปุ่มสตาร์ทที่ S2 กระแสไฟฟ้าจะไหลจาก L1 ผ่านเบรกเกอร์ผ่าน S1 และ S2 ไปยังคอนแทกปิดของ S3 และคอนแทกปกติเปิดของ S3 และคอนแทกปกติเปิดของคอนแทกเตอร์ K2 ผ่านคอยล์ K1 และหลอดคัสชูญาน H1 ครบวงจรที่ N ทำให้คอยล์ K1 ทำงาน คอนแทกเตอร์ทำงาน หลอดคัสชูญานติด มอเตอร์หมุนขวา ขณะนี้คอนแทกช่วยปกติเปิดของคอนแทกเตอร์ K1 จะปิดวงจรดังนั้นแม่จะปล่อยมือออกจากปุ่มกด S2 แล้วคอนแทกเตอร์ K1 ก็ยังคงทำงานอยู่ตลอดเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง

การทดลองที่ 21

การกลับทางหมุนมอเตอร์ 3 เฟสแบบ reversing after stop



ผลการทดลอง

เมื่อกดปุ่มสตาร์ท S2 กระแสไฟฟ้าจะไหลจาก L1 ผ่านเบรกเกอร์ผ่าน S1 และ S2 ไปยังคอนแทคปกติปิดของ S3 และคอนแทคปกติปิดของคอนแทคเตอร์ K2 ผ่านคอยล์ K1 หลอดสัญญาณ H1 ติดครบวงจรที่ N ทำให้คอยล์ K1 ทำงานคอนแทคเตอร์ทำงาน หลอดสัญญาณติด มอเตอร์หมุนขวา ขณะนี้คอนแทคเตอร์ปกติเปิดของคอนแทคเตอร์ K1 จะปิดวงจร ดังนั้นแม้จะปล่อยมือจากปุ่ม S2 แล้วคอยล์และคอนแทคเตอร์ K1 ก็ยังคงทำงานตลอดเวลา

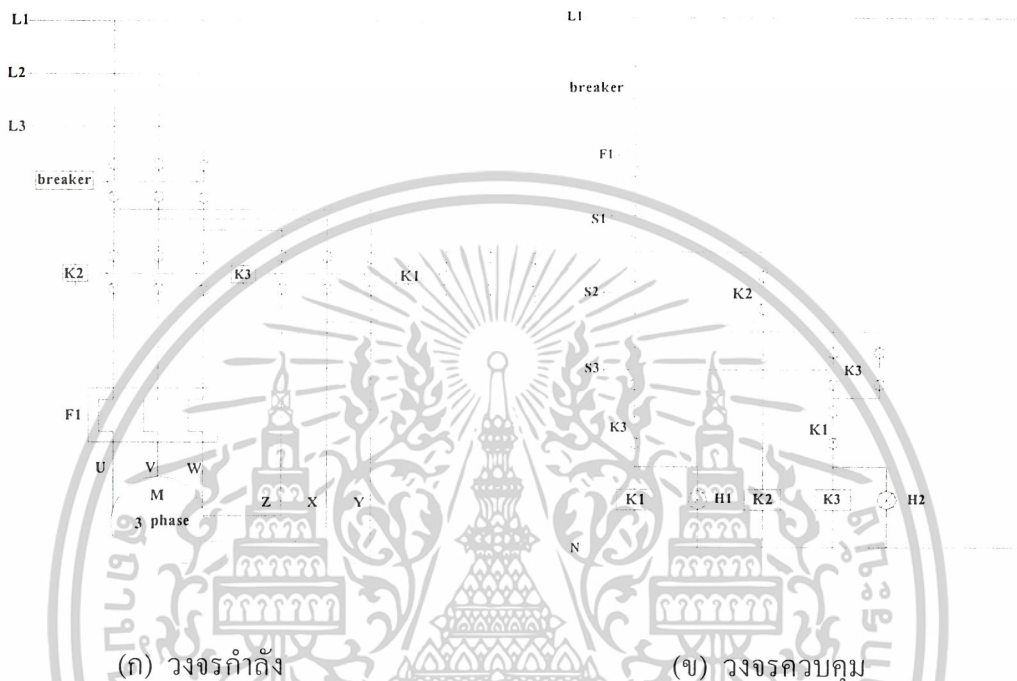
ถ้าต้องการกลับทางหมุนของมอเตอร์ก็กดปุ่มสตาร์ท S3 ได้ทันที กระแสไฟฟ้าจะไหลจาก L1 ผ่านเบรกเกอร์และปุ่มกด S3 และผ่านไปยังคอนแทคปกติปิดของ S2 และคอนแทคช่วยปกติปิดของคอนแทคเตอร์ K1 ไปยังคอยล์ K2 ขณะเดียวกันจะผ่านหลอดสัญญาณ H1 ด้วยและครบวงจรไฟฟ้าที่ N ทำให้คอยล์และคอนแทคเตอร์ K2 ทำงาน หลอดสัญญาณ H2 ติดเมนคอนแทคเตอร์ K2 จะต่อไลน์เข้ามอเตอร์ และจะเห็นว่าไลน์นั้นกลับกันคู่หนึ่งทำให้มอเตอร์หมุนซ้ายกลับทางหมุนจากครั้งแรก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง

การทดลองที่ 22

การสตาร์ทมอเตอร์ 3 เฟสแบบ Manual star-Delta



ผลการทดลอง

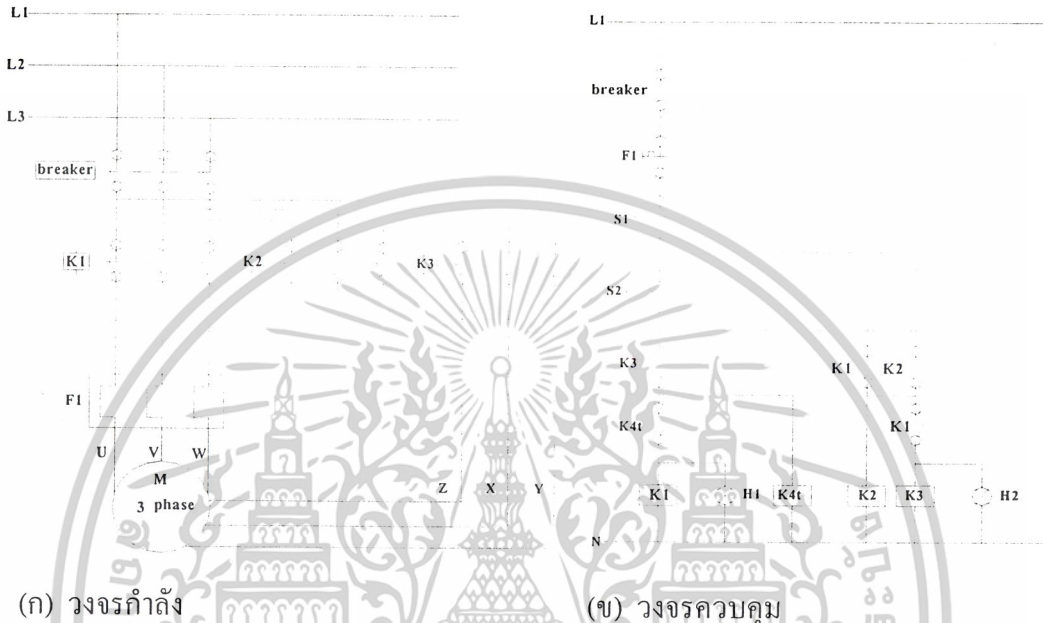
เมื่อกด S2 กระแสไฟฟ้าจะไหลจาก L1 ผ่านเบรกเกอร์ผ่านปุ่มสตาร์ท S1 เข้า S2 ไปยังคอนแทกปกติปิดของ S3 เข้าคอนแทกช่วยปกติปิดของ K3 และหลอด H1 ครบวงจรไฟฟ้าที่ N คอถั้วและคอนแทกเตอร์ K1 ทำงาน ขณะเดียวกันกระแสไฟฟ้าจาก S2 จะไหลไปยังคอถั้ว K2 ทำให้กระแสไฟฟ้าครบวงจรที่ N เช่นกัน คอถั้วและคอนแทกเตอร์ K2 ทำงาน โดยคอนแทกเตอร์ K1 ต่อกับหลักต่อสาย Z X Y ของมอเตอร์ร่วมกัน ส่วนคอนแทกเตอร์ K2 ต่อ L1 L2 L3 เข้ากับหลักต่อสาย U V W ของมอเตอร์ร่วมกัน ส่วนคอนแทกเตอร์ K2 ต่อ L1 L2 L3 เข้าหลักต่อสาย U V W ของมอเตอร์ตามลำดับ แม้จะปล่อยมือจาก S2 แล้ว ทั้งคอถั้ว K1 และ K2 ยังคงทำงานอยู่โดยกระแสไหลผ่านคอนแทกช่วยปกติเปิดของ K2 เมื่อรอจนกระทั่งมอเตอร์หมุนไปได้ประมาณ 75 % ของความเร็วปกติแล้วจึงกด S3 คอนแทกปกติปิดของ S3 จะต่อกระแสไฟฟ้าจากคอนแทกปกติเปิดของ K2 (ซึ่งขณะนี้ยังคงปิดวงจรอยู่) ไปยังคอนแทกปกติปิดของ K1 ไปยังคอถั้ว K3 และหลอด H2 ครบวงจรไฟฟ้าที่ N คอนแทกเตอร์ K3 จะต่อ L1 L2 L3 เข้ากับหลักต่อสาย Z X Y ซึ่งจะต่อเข้ากับหลักต่อสาย U V W ด้วย ทำให้หลัก U รวมกับ Z V รวมกับ X และ Y แล้วจึงต่อเข้ากับไลน์ตามลำดับมอเตอร์จึงทำงานโดยต่อเป็นเดลต้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง

การทดลองที่ 23

การสตาร์ทมอเตอร์ 3 เฟสแบบ Automatic star-Delta



ผลการทดลอง

เมื่อกด S2 กระแสไฟฟ้าจาก L1 จะไหลผ่านเบรกเกอร์ และผ่าน S1 ไปยังคอนแทคปกติปิดของ K3 ผ่านไปคอนแทคปกติปิดของ K1 คอลลิ K4T และหลอด H1 ติด คอนแทคเตอร์ K1 จะต่อกับหลักต่อสาย Z X Y ของมอเตอร์รวมกัน ขณะเดียวกันคอนแทคปกติปิดของ K1 จะเปิดวงจรก่อน ทำให้กระแสไฟฟ้าไม่ผ่านไปยังคอลลิ K3 ได้ ส่วนคอนแทคปกติปิดของ K1 จะเปิดวงจรก่อนทำให้กระแสไฟฟ้าผ่านไปยังคอลลิ K2 ด้วย และครบวงจรไฟฟ้าที่ N เช่นกันทำให้คอนแทคเตอร์ S2 ต่อ L1 L2 L3 เข้ากับหลักต่อสาย U V W ของมอเตอร์ มอเตอร์จึงหยุดหมุนด้วยการต่อแบบสตาร์ ขณะนี้คอนแทคปกติเปิดของ K2 ปิดวงจรแล้วด้วยทำให้ K1 K2 และ K4T ne'ko

หลังจากนั้น ตามเวลาที่กำหนดไว้ของ K4T คอนแทคปกติปิดของ K4 T จะเปิดวงจรจึงตัดวงจรไฟฟ้าของคอลลิ K1 เป็นเหตุให้คอนแทคเตอร์ K1 กลับสู่สภาพเดิม หลักต่อสาย Z X Y จึงไม่รวมกัน คอนแทคช่วยปกติปิดของ K1 จะต่อวงจรให้คอลลิ K1 ทำงานพร้อมกับหลอดสัญญาณภาพ H2 โดยครบวงจรไฟฟ้าที่ N ทำให้หลักต่อสาย Z X Y ต่อเข้ากับ U V W แล้วต่อเข้า L1 L2 L3 ตามลำดับ ทำให้มอเตอร์หมุนด้วยการต่อแบบเดลต้า ถ้าต้องการให้มอเตอร์หยุดหมุน ก็กด S1 ซึ่งจะตัดวงจรไฟฟ้าของคอลลิ K2 และคอลลิ K3 ขณะที่มอเตอร์หมุน เมื่อกระแสไฟฟ้าเกินขนาดที่โอเวอร์โวลด์ตั้งค่าเอาไว้ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โอเวอร์โหลตจะตัดวงจรควบคุมและวงจรกำลังทำให้มอเตอร์หยุดหมุนเป็นการป้องกันอันตรายที่จะเกิดกับมอเตอร์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้