

4. สิ่งที่ต้องเตรียม อุปกรณ์ตามรายการ (ถ้าต้องการปฏิบัติตาม) อุปกรณ์พื้นฐานประกอบด้วยระบบส่งจำหน่ายไฟฟ้า

- |                                                    |                                              |
|----------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| 1.1. ระบบ 1 เฟส<br>วัสดุ- อุปกรณ์                  | 1.2. ระบบ 3 เฟส 4 สาย                        |
| 2.1. ฟิวส์ควบคุม 1-2 แอมป์                         | 2.2. ฟิวส์กำลัง 6-10 แอมป์                   |
| 2.3. สวิตช์ตัดตอน(Cut out)                         | 2.4. เซอร์คิตเบเกอร์ 10 แอมป์                |
| 2.5. สวิตช์กลับทางหมุน                             | 2.6. สตาร์ - เคลต้า สวิตช์                   |
| 2.7. สวิตช์กดปุ่ม (Push button)                    | 2.8. รีเลย์ช่วย ( Auxiliary relay)           |
| 2.9. โอเวอร์โหลดรีเลย์(Over load relay)            | 2.10. สวิตช์ตั้งเวลา (Timer )                |
| 2.11. มอเตอร์ 1 เฟส 1/2 แรงม้า                     | 2.12. มอเตอร์ 3 เฟส 1/2 แรงม้า 660/380 V     |
| 2.13. มอเตอร์ 3 เฟส แบบปรับความเร็ว                | 2.14. ความต้านทานปรับค่า 500 วัตต์ 150 โอห์ม |
| 2.15. ลิมิตสวิตช์ (Limit Switch)                   | 2.16. โปรแกรมเมเบิลลอจิคคอนโทรล              |
| 2.17. หลอดสัญญาณ (Pilot Lamp)                      | 2.18. สายเคเบิลต่อวงจร                       |
| 2.19. คอนแทกเตอร์ 2 NO 2 NC 220 V (Main Contactor) |                                              |

เครื่องมือช่างไฟฟ้า

- |                   |               |
|-------------------|---------------|
| 3.1. มัลติมิเตอร์ | 3.2. ไขควงแฉก |
| 3.3. คีมช่างไฟฟ้า | 3.4. ไขควงแบน |

ข้อเสนอแนะควรรหาเครื่องบันทึกเทปโทรทัศน์ไว้ ทำตามภายหลังที่ละชั้น เพราะเวลามีจำกัด ทำให้เป็นข้อจำกัดในการปฏิบัติตาม (สามารถย้อนดูได้หลายครั้ง)

5. ผู้เขียนคู่มือ

ชื่อ นายรุ่งโรจน์ หนูขลิบ ครูประจำแผนกวิชา ช่างไฟฟ้า วิทยาลัยการอาชีพวังไกลกังวล

### แผนการสอนรายคาบ

คาบที่ 1 เรื่องที่สอน สัญลักษณ์และอุปกรณ์ควบคุม ผู้สอนโดย นายรุ่งโรจน์ หนูขลิบ

---

1. จุดประสงค์การสอน

1. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์และอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ได้
- มีความรู้ความเข้าใจและสามารถบอกเกี่ยวกับสัญลักษณ์และอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ได้
- มีความรู้ความเข้าใจและสามารถนำสัญลักษณ์และอุปกรณ์ไปใช้งานได้

## 2. รายการสอน

1. สัญลักษณ์ในงานควบคุม
2. โครงสร้างส่วนประกอบอุปกรณ์ในงานควบคุม
3. หลักการทำงานอุปกรณ์ในงานควบคุม

### 3. วัสดุ อุปกรณ์/หนังสือ/ที่ต้องเตรียม

- ผู้เรียนไม่ต้องเตรียมหากไม่ต้องการปฏิบัติตาม
- กรณีที่ต้องการฝึกควรบันทึกไว้ เพื่อนำมาเปิดทบทวนภายหลัง เพราะเวลาจำกัด
- ครูผู้สอนต้องเตรียม ของจริง ภาพถ่าย หรือภาพกราฟิกส์ เพื่อประกอบการบรรยายตาม

เนื้อหา

### 4. ลำดับขั้นการสอน/ลำดับขั้นการทำงาน

อธิบายสัญลักษณ์ในงานควบคุม

อธิบายหลักการทำงานของอุปกรณ์ควบคุม

อธิบายการนำอุปกรณ์ควบคุมไปใช้งาน และตัวอย่างการใช้งาน

อธิบายหลักการตรวจสอบอุปกรณ์ควบคุม

สาธิตการต่อวงจร สรุปลักษณะสัมพันธ์

เนื้อหาสาระ

#### 1. สัญลักษณ์ อุปกรณ์ควบคุมตามมาตรฐาน DIN, IEC, ANSI

##### 1.1 สวิตช์แบบต่าง ๆ

1.1.1 สวิตช์ทางกล

1.1.2 สวิตช์ทางอิเล็กทรอนิกส์

##### 1.2 คอนแทกเตอร์

1.2.1 Main Contactor

1.2.2 Auxiraly Contactor

##### 1.3 อุปกรณ์ป้องกัน

1.3.1 ฟิวส์

1.3.2 เซอร์คิตเบรกเกอร์

1.3.3 โอเวอร์โวลต์

##### 1.4 อุปกรณ์ตรวจจับ

1.4.1 อุปกรณ์ตรวจจับด้วยอุณหภูมิ

1.4.2 อุปกรณ์ตรวจจับด้วยแรงดัน

1.4.2 อุปกรณ์ควบคุมระดับของเหลว

##### 1.5 เครื่องมือวัด

1.5.1 Amp Meter

1.5.2 Volt Meter

1.5.3 Selector

Volt

1.5.4 Selector Amp

1.5.5 Power Factor Meter

##### 1.6 ความปลอดภัย

1.6.1 อันตรายจากการใช้อุปกรณ์ควบคุมผิดขนาด

1.6.2 อันตรายจากการใช้อุปกรณ์ป้องกันผิดขนาด

2. โครงสร้าง หลักการทำงานและการใช้งาน อุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์

2.1 โครงสร้าง และหลักการทำงานของคอนแทคเตอร์ สวิตช์ ฟิวส์ เซอร์กิตเบรกเกอร์

2.2 การเลือกขนาดของอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ เพื่อนำไปใช้งาน

2.2.1 คอนแทคเตอร์

2.2.2 อุปกรณ์ป้องกัน

2.2.3 อุปกรณ์

ตรวจจับ






สัญลักษณ์	ความหมาย
	คอนแทคปกติเปิด (Normally Open-N.O.)
	คอนแทคปกติปิด (Normally Close-N.C.)
	คอนแทคปรับตัดสลับได้สองทาง
	ทำงานร่วมแกนเดียวกัน
	ต่อถึงช่วงสั้นๆ
	แบบทำงานด้วยมือ
	แบบทำงานกึ่งลง
	แบบดึงขึ้น
	แบบหมุน
	แบบผลักหรือกด
	แบบใช้เท้าเหยียบ
	แบบถอดด้ามถือออกได้

สัญลักษณ์	ความหมาย
-----------	----------

	แบบทำงานด้วยแรงกด
	ทำงานด้วยลูกเบี้ยว 3 ตำแหน่ง
	สวิตช์ปุ่มกด-ปกติเปิด(N.O.)
	สวิตช์ปิด-เปิดธรรมดาลักษณะปกติเปิด(N.O.)
	สวิตช์ปุ่มกด-ปกติปิด(N.C.)
	สวิตช์ปิด-เปิดธรรมดาลักษณะปกติเปิด(N.C.)
	ลักษณะของสวิตช์เมื่อถูกทำงานปกติปิด(N.C.)
	ลักษณะของสวิตช์เมื่อถูกทำงานปกติเปิด(N.O.)
	ลักษณะถูกทำงาน
	สวิตช์ปุ่มกด 1 N.O. 1 N.C. ใช้ได้ทั้งสตาร์ทและหยุด
	ลิมิตสวิตช์
	คอนแทคปกติเปิดอันที่ 1 ปิดก่อนอันที่ 2
	คอนแทคปกติปิดอันที่ 1 ตัดก่อนอันที่ 2
	การทำงานด้วยแรงกลทั่วไป
	ทำงานด้วยอุณหภูมิ
	ทำงานด้วยแรงดัน(Pressure)

สัญลักษณ์	ความหมาย
	ทำงานด้วยลูกสูบ
	ล๊อค์ด้วยกลไก
	ล๊อค์ด้วยไฟฟ้า
	คอนแทกเตอร์ 3 คอนแทกล๊อค์ด้วยไฟฟ้า
	สวิตช์หน่วงเวลา (Time Delay Switch)
	รอกเลื่อนไปทางขวา
	รอกเลื่อนไปทางซ้าย
	รอกเลื่อนไปทางซ้ายและขวา
	คอนแทกปกติเปิดของสวิตช์หน่วงเวลาชนิดจ่ายไฟเข้าคอยล์ตลอดเวลา
	คอนแทกปกติเปิดของสวิตช์หน่วงเวลารอเวลาเปิดหลังจากตัดไฟออก
	รอเวลาเปิดชนิดจ่ายไฟเข้าคอยล์ตลอดเวลา
	คอยล์ของคอนแทกเตอร์
	คอยล์ของคอนแทกเตอร์อีกแบบหนึ่ง
	คอนแทกเตอร์ชนิด 3 เมนคอนแทก
	คอนแทกเตอร์ชนิด 3 คอนแทกช่วย 1 N.O. 1 N.C.
	โอเวอร์โวลติลลิตีแบบไม่มีรีเซ็ต
	โอเวอร์โวลติลลิตีแบบมีรีเซ็ต

สัญลักษณ์	ความหมาย
	หวนคสัญลักษณ์
	ไฟเข้าที่เส้นหนา
	ต่อกับอุปกรณ์ทางกล
	ฟิวส์มีคอนแทกที่ให้สัญญาณได้
	ฟิวส์ 3 สายตัดต่อวงจรอัตโนมัติ
	เมนฟิวส์ใช้กับเมนสวิตช์
	ฟิวส์แยกวงจร
	เซอร์กิตเบรกเกอร์
	อุปกรณ์ป้องกันเมื่อกระแสเกิน
	กระแสต่ำ
	แรงเคลื่อนเกิน
	แรงเคลื่อนต่ำ
	แรงเคลื่อนรั่ว
	กระแสเกินจากความร้อน

สัญลักษณ์	ความหมาย
	สวิตซ์ที่ทำงานด้วยอุณหภูมิต่ำ
	ต่อวงจรด้วยอุณหภูมิต่ำ
	ตัดวงจรด้วยอุณหภูมิต่ำ
	สวิตซ์ทำงานด้วยอุณหภูมิต่ำ
	ตัดวงจรเมื่อรับอุณหภูมิจากที่อื่นถ่ายทอดมา

### อุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับเบื้องต้น

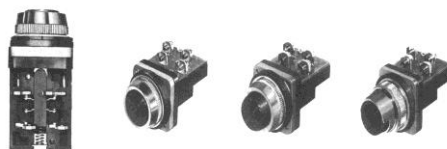
1. สวิตซ์กลับทางหมุน (Dump switch) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ควบคุมให้มอเตอร์กลับทางหมุน ด้วยการโยกคันโยกผลทำให้ลูกเบี่ยงภายในตัดต่อวงจรตามต้องการ หลักการเช่นนี้ได้มีการออกแบบมาให้ใช้งานต่าง ๆ เช่น เริ่มเดิน หยุดเดิน กลับทางหมุน ลดกระแสขณะเดิน และอื่น ๆ นิยมใช้กับมอเตอร์ขนาดแรงม้าไม่สูงมาก



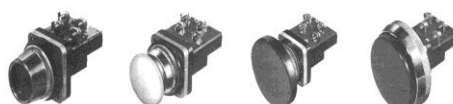
2. สตาร์ - เดลต้า สวิตซ์ (Dump switch) รูปร่างภายนอกคล้าย กับสวิตซ์กลับทางหมุน แต่ภายในมีการตัดต่อวงจรต่างกัน ออกแบบมาใช้ ลดกระแสขณะเริ่มเดินด้วยการตัดต่อวงจรให้ต่อแบบสตาร์-เดลต้า

3. สวิตซ์กดปุ่ม (Push button switch) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สั่งวงจรให้ทำงานหรือหยุดทำงานในวงจร

ควบคุมโดยอาศัยมือกดปุ่มให้หน้าสัมผัสตัด ต่อวงจร ผลให้วงจรกำลังทำงานจ่ายไฟหรือหยุดจ่ายไฟให้มอเตอร์ สวิตซ์ปุ่มกดมีหลายแบบ ให้เลือกใช้งานต่างออกไปโดยทั่วไป จะมีหน้าสัมผัส 2 คู่ เป็นปกติปิด 1 คู่ ปกติเปิด 1 คู่

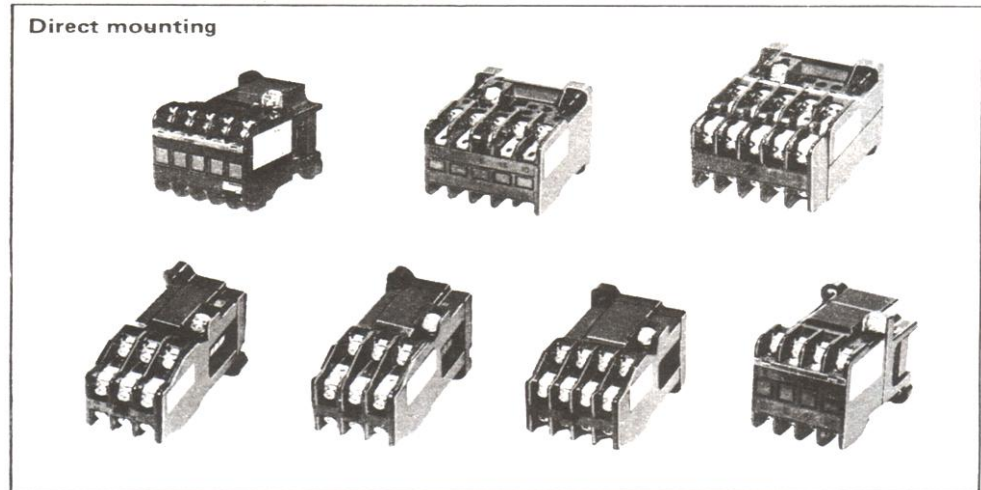


รูปสวิตซ์ปุ่มกด

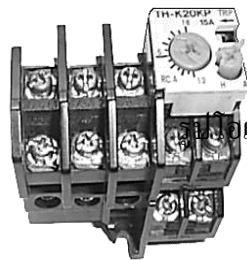


4. รีเลย์ช่วย(Auxiliary relay) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ตัดต่อวงจร เหมือนสวิตช์ ที่อาศัยการจ่ายไฟฟ้าเข้าไปสร้างสนามแม่เหล็ก เพื่อทำการตัดต่อหน้าสัมผัส แต่ออกแบบให้มีจำนวนหน้าสัมผัสแบบปิด-เปิด มากหลายคู่ มีขนาดเล็กทนกระแสต่ำ นิยมนำมาใช้งานช่วยในวงจรควบคุม

รีเลย์ช่วย



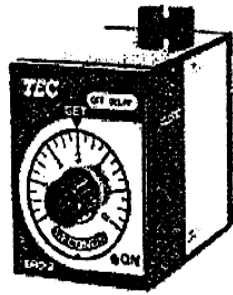
5. โอเวอร์โหลดรีเลย์(Over load relay) เป็นอุปกรณ์ที่ออกแบบมาเพื่อทำหน้าที่ป้องกัน นิยมทำเป็นแบบไบเมทัล เมื่อมีกระแสไหลผ่านมากกว่าที่กำหนดจะเกิดความร้อนทำให้เกิดการโค้งงอตัดหน้าสัมผัส หรือต่อหน้าสัมผัสส่งผลให้วงจรหยุดการทำงาน มีหลายรูปแบบ ทั้งมี หรือไม่มีรีเซท (RESET)



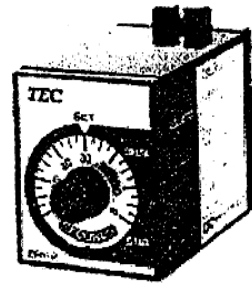
โอเวอร์โหลด

สวิตช์ตั้งเวลา(Timer) เป็นอุปกรณ์ที่ออกแบบมาเพื่อใช้เวลาเป็นตัวควบคุมการตัดต่อหน้าสัมผัสทำหน้าที่เป็นสวิตช์ ช่วยให้งจรควบคุมทำงานได้อัตโนมัติมากขึ้น มีแบบหน่วงเวลาหลังจ่ายไฟเข้า หรือหน่วงเวลาหลังจากตัดไฟออก สวิตช์ตั้งเวลานำหลักการตั้งเวลาหลายรูปแบบมาใช้เช่น มอเตอร์ ลมกลไก วงจรอิเล็กทรอนิกส์ หรือความร้อน สนามแม่เหล็ก



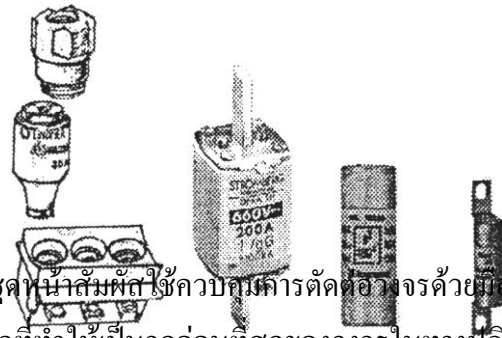


ก.) แบบหน่วงเวลาชนิดนับเวลา  
เมื่อจ่ายไฟเข้า



ข.) แบบหน่วงเวลาใช้สตาร์ทมอเตอร์ต่อ  
แบบสตาร์ท-เคลด้า

7. ฟิวส์ควบคุม 1-2 แอมป์ และ 8. ฟิวส์กำลัง 6-10 แอมป์ ฟิวส์เป็นอุปกรณ์ป้องกันที่ใช้หลักการละลายของวัสดุ เมื่อมีกระแสไหลผ่านทำให้เกิดความร้อนขึ้นที่ฟิวส์แล้วละลายในที่สุดตามขนาดที่ออกแบบมาให้เหมาะสมกับขนาดกระแส ดังนั้นการนำไปใช้งานจะต้องเลือกขนาดให้เหมาะสมกับวงจรที่จะนำไปป้องกัน ฟิวส์ที่ใช้ในงานควบคุม แยกออกเป็น 2 แบบคือ ฟิวส์กำลังและฟิวส์ควบคุม นิยมใช้แบบปลั๊กฟิวส์ เพราะสะดวกในการใช้งาน ฟิวส์จะมีฟักัดกระแสต่าง ๆ ตามรหัสสีที่กำหนด แต่การนำไปใช้งานต้องมีเหมาะสมกับโหลดที่ใช้



สวิตช์ตัดตอน(Cut out) เป็นอุปกรณ์ป้องกัน ที่มีชุดหน้าสัมผัสที่ใช้ควบคุมการตัดต่อวงจรด้วยมือ โยก แต่ในการป้องกันใช้การหลอมละลายของวัสดุที่ทำให้เป็นจุดอ่อนที่สุดของวงจรในทางปฏิบัติแล้ว อาจไม่เหมาะกับการใช้ควบคุมมอเตอร์ 3 เฟส เพราะใช้งานจริงอาจเป็นสาเหตุให้มอเตอร์เสียหายได้แต่เนื่องจากราคาถูก จึงมีผู้นำไฟใช้งานอยู่บ้างกับมอเตอร์ขนาดเล็ก



คัตเอาท์



เซอร์กิตเบเกอร์

เซอร์กิตเบเกอร์ 10 แอมป์ เป็นอุปกรณ์ป้องกันที่ใช้หลักการของความร้อนทำให้ไบเมทัลลคั้งงอ

ตัดวงจร หรือใช้อำนาจแม่เหล็ก ตัดวงจร หรืออาจใช้ทั้งสองอย่างในตัวเดียวกัน เซอร์กิตเบเกอร์ สามารถควบคุมได้ด้วยมือ มีคันโยกเพื่อโยกให้น้ำสัมผัสตัดหรือต่อวงจร และเมื่อมีกระแสไหลเกินก็จะตัดวงจรด้วยระบบกลไก ที่ออกแบบมาเชื่อมโยงกับไบเมทัลหรือแกนที่ทำงานด้วยแม่เหล็ก

11. มอเตอร์ 1 เฟส 1/2 แรงม้า 220 V เป็นอุปกรณ์เป้าหมายที่จะทำการควบคุม ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงาน

ไฟฟ้าเป็นพลังงานกล เป็นมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับที่ใช้หลักการเหนี่ยวนำ มีส่วนหมุนเป็นแบบกรง

กระบอกแบบที่มีจำหน่ายทั่วไป

12. มอเตอร์ 3 เฟส 1/2 แรงม้า 660/380 V เป็นอุปกรณ์เป้าหมายที่จะทำการควบคุม ทำหน้าที่เปลี่ยน

พลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล เป็นมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับที่ใช้หลักการเหนี่ยวนำ มีส่วนหมุนเป็น

แบบกรงกระบอกแบบที่มีจำหน่ายทั่วไป แต่มอเตอร์นี้สามารถทนแรงดันที่ต่อแบบสตาร์-เดลต้าได้

13. มอเตอร์ 3 เฟส แบบปรับความเร็ว เป็นอุปกรณ์เป้าหมายที่จะทำการควบคุม ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกลเป็นมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับที่ใช้หลักการเหนี่ยวนำ มีส่วนหมุน

เป็น

เพิ่ม

แบบกรงกระบอกแบบที่มีจำหน่ายทั่วไป แต่มอเตอร์นี้สามารถปรับเปลี่ยนความเร็วด้วยวิธีลดหรือ

ขั้วแม่เหล็กได้ เพราะมอเตอร์แบบนี้มีขดลวด 2 ชุดแยกจากกัน

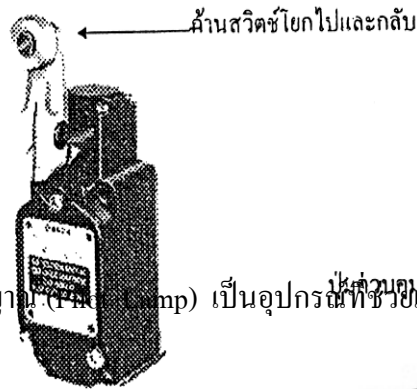


16. ลิมิตสวิตช์ (Limit Switch) เป็นอุปกรณ์ช่วยในวงจรควบคุมให้สามารถทำงานได้อัตโนมัติมากขึ้น

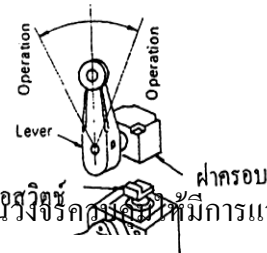
มีโครงสร้างคล้ายกับสวิตช์ปุ่มกดที่อาศัยแรงกดจากภายนอก แต่บริเวณปุ่มกดจะออกแบบให้มีลูก  
ล้อหรือ

ก้านยื่นออกมาเพื่อรับแรงกดจากภายนอก เช่น ลูกบิด หรือชิ้นส่วนต่าง ๆ นิยมใช้งานตรวจสอบ  
หรือ

กำหนดตำแหน่งหรือระดับ ระยะเป็นต้น



ช่วงการหมุนก้านสวิตช์



17. หลอดสัญญาณ (Indicator Lamp) เป็นอุปกรณ์ที่ช่วยเสริมใบแจ้งวีรกรรมเพื่อให้มีการแสดงผลการ  
ทำงาน

ต่าง ๆ เพื่อความสะดวก และเตือนการทำงานด้วยสัญญาณไฟ มีหลายรูปแบบ ใช้กับแรงดันต่ำ ๆ  
หรือมี

หม้อแปลงเพื่อให้ต่อกับไฟ 220 โวลต์



สวิตช์ 3 ขั้ว 2 ทาง(T.P.D.T) เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ เป็นสวิตช์หรือสะพานไฟ แบบไบมีดมี

จำนวน 3 ขั้ว ใช้คันโยกด้วยมือ 2 ทาง คล้ายกับคัตเอาท์ ต่างที่ไม่มีฟิวส์ ใช้งานกลับทางหมุนมอเตอร์



สวิตช์ 3 ขั้ว 2 ทาง

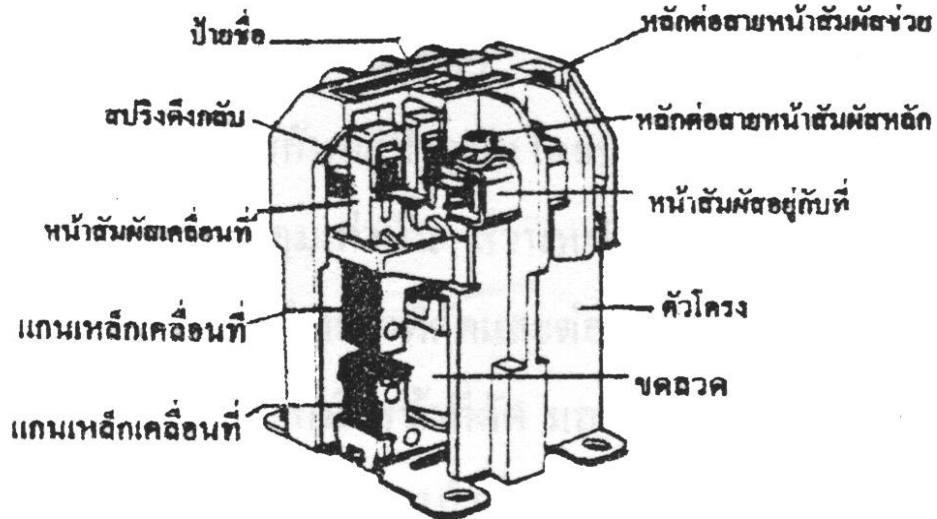


สวิตช์ 2 ขั้ว 2 ทาง

19. สวิตช์ 2 ขั้ว 2 ทาง(D.P.D.T) เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ เป็นสวิตช์หรือสะพานไฟ แบบไบมีดมี

จำนวน 2 ขั้ว ใช้คันโยกด้วยมือ 2 ทาง เหมือนกับ T.P.D.T

20. คอนแทกเตอร์ 2 NO 2 NC 220 V (Main Contactor) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ตัดต่อวงจรเหมือนสวิตช์ ที่อาศัยการจ่ายไฟฟ้าเข้าไปสร้างสนามแม่เหล็ก เพื่อทำการตัดต่อหน้าสัมผัส ออกแบบให้มีจำนวนหน้าสัมผัสแบบปิด-เปิด ไม่มาก มีขนาดใหญ่ทนกระแสสูง นิยมนำมาใช้ในงานช่วยในวงจรกำลัง



### แผนการสอนรายคาบ

คาบที่ 2 เรื่องที่สอน การเริ่มเดินทางเดี่ยว มอเตอร์ 1 เฟส ผู้สอนโดย นายรุ่งโรจน์ หนูขลิบ

#### 1. จุดประสงค์การสอน

1. มีความรู้ความเข้าใจและสามารถบอก หลักการเริ่มเดินมอเตอร์ 1 เฟส หมุนทางเดียว
2. มีความรู้ความเข้าใจและสามารถเริ่มเดินมอเตอร์ 1 เฟส หมุนทางเดียว
3. มีความรู้ความเข้าใจและสามารถบอกอุปกรณ์ที่ใช้ เริ่มเดินมอเตอร์ 1 เฟส หมุนทางเดียว
4. มีความรู้ความเข้าใจและสามารถตรวจสอบการเริ่มเดินมอเตอร์ 1 เฟส หมุนทางเดียว

#### 2. รายการสอน

1. หลักการเริ่มเดินมอเตอร์ 1 เฟส หมุนทางเดียว ด้วยสวิตช์โยก
2. หลักการเริ่มเดินมอเตอร์ 1 เฟส หมุนทางเดียว ด้วยเซอร์กิตเบเกอร์
3. หลักการเริ่มเดินมอเตอร์ 1 เฟส หมุนทางเดียว ด้วยคัตเอาท์
4. หลักการเริ่มเดินมอเตอร์ 1 เฟส หมุนทางเดียว ด้วยสวิตช์แมกเนติก

#### 3. วัสดุ อุปกรณ์/หนังสือ/ที่ต้องเตรียม