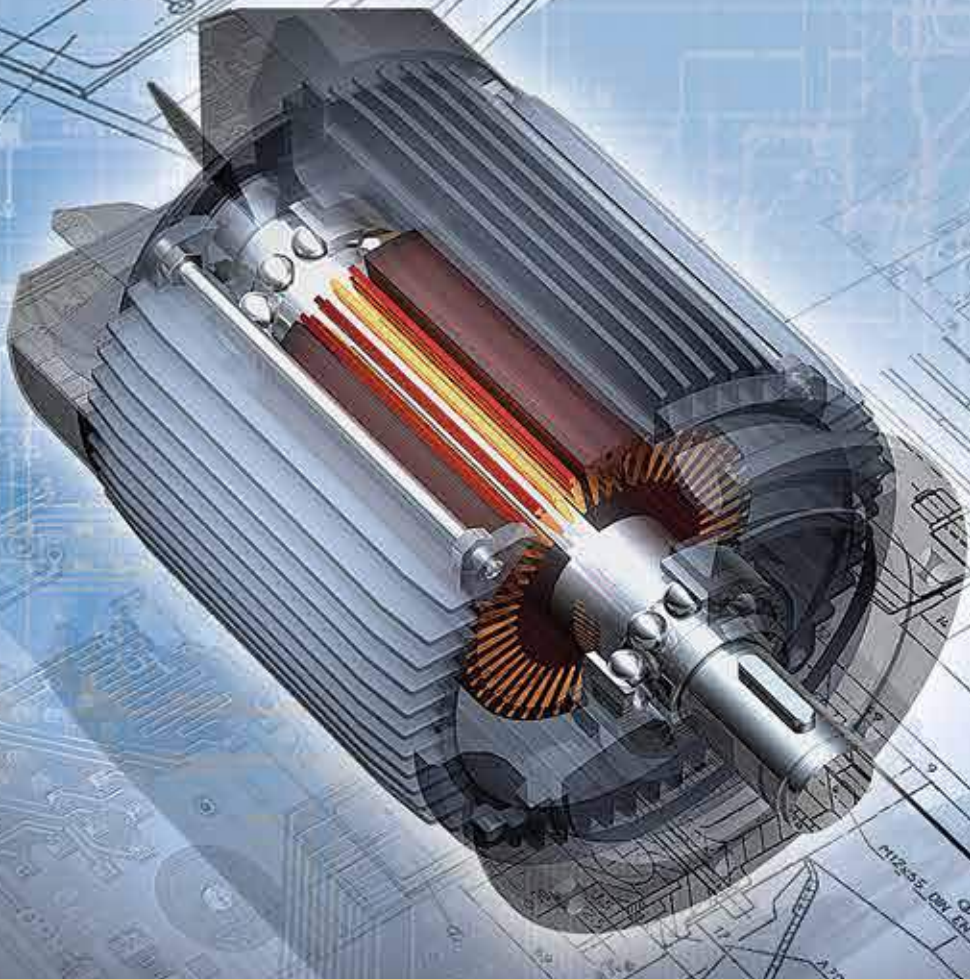


การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า

(Motor Control)



ไวพจน์ ศรีธัญ

120.-

การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า (Motor Control)

กลุ่มอาชีพพลังงาน ไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์

ISBN 978-616-495-315-4

พิมพ์ครั้งที่ 1 พ.ศ. 2569

จำนวนที่พิมพ์ 3,000 เล่ม

เรียบเรียงโดย

ไวพจน์ ศรีธัญ

QR Code e-book 4 สี

ฟรีในเล่ม

จัดพิมพ์และจัดจำหน่าย โดย...

บริษัท วังอักษร จำกัด



69/3 ถนนอรุณอมรินทร์ แขวงวัดอรุณ เขตบางกอกใหญ่ กรุงเทพฯ 10600

โทร. 0-2472-3293-4 Mobile 08-8585-1521

e-mail : wangaksorn9@gmail.com

Facebook : สำนักพิมพ์ วังอักษร

www.wangaksorn.com

Line ID : wangaksorn



บริษัท วังอักษร จำกัด ขอสงวนลิขสิทธิ์

ตามพระราชบัญญัติลิขสิทธิ์ พ.ศ. 2537 และตามพระราชบัญญัติลิขสิทธิ์เพิ่มเติม พ.ศ. 2565
ห้ามมิให้ทำการคัดลอก ตัดแปลง แก้ไขเนื้อหา หรือเผยแพร่ต่อสาธารณชน ไม่ว่ารูปแบบใด
ชื่อและเครื่องหมายการค้าอื่น ๆ ที่อ้างอิงในหนังสือเล่มนี้ เป็นสิทธิโดยชอบด้วยกฎหมายของเจ้าของแต่ละราย
บริษัทฯ มิได้อ้างความเป็นเจ้าของแต่อย่างใด

ตารางกำหนดการจัดการเรียนรู้ วิชา การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า

ครั้งที่	รายการ		จำนวนชั่วโมง		
	ทฤษฎี	ปฏิบัติ	ท	ป	รวม
1	บทเรียนที่ 1 สัญลักษณ์และอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า	ใบกิจกรรมที่ 1.1 สัญลักษณ์ในงานควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า	1	6	7
2	บทเรียนที่ 2 ขนาดสายไฟฟ้าและอุปกรณ์ป้องกันมอเตอร์	ใบงานที่ 2.1 การตรวจสอบอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า	1	6	7
3	บทเรียนที่ 3 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	ใบงานที่ 3.1 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	1	6	7
4	บทเรียนที่ 4 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส	ใบงานที่ 4.1 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส	1	6	7
5 - 9	บทเรียนที่ 5 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส	ใบงานที่ 5.1 การเริ่มเดินมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส ด้วยวิธีจ่ายแรงดันโดยตรง ใบงานที่ 5.2 การควบคุมการกลับทางหมุนมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส ด้วยดรัมสวิตช์และสวิตช์ 3 ขั้ว สับ 2 ทาง ใบงานที่ 5.3 การควบคุมการกลับทางหมุนมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส ด้วยแมกเนติกคอนแทกเตอร์ ใบงานที่ 5.4 การควบคุมการกลับทางหมุนมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส แบบ Plugging โดยใช้ตู้ควบคุมและรางเดินสาย ใบงานที่ 5.5 การควบคุมการกลับทางหมุนมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส แบบ Reversing After Stop โดยใช้ตู้ควบคุมและรางเดินสาย	5	30	35

ครั้งที่	รายการ		จำนวนชั่วโมง		
	ทฤษฎี	ปฏิบัติ	ท	ป	รวม
10 - 13	บทเรียนที่ 6 การเริ่มเดินมอเตอร์ไฟฟ้า กระแสสลับ 3 เฟส แบบสตาร์ - เดลตา	ใบงานที่ 6.1 การเริ่มเดินมอเตอร์ไฟฟ้า กระแสสลับ 3 เฟส แบบสตาร์ - เดลตา ควบคุมด้วยมือ ใบงานที่ 6.2 การเริ่มเดินมอเตอร์ไฟฟ้า กระแสสลับ 3 เฟส แบบสตาร์ - เดลตา ควบคุมอัตโนมัติ ใบงานที่ 6.3 การเริ่มเดินมอเตอร์ไฟฟ้า กระแสสลับ 3 เฟส แบบสตาร์ - เดลตา ควบคุมด้วยมือ โดยใช้ตู้ควบคุมและ รางเดินสาย ใบงานที่ 6.4 การเริ่มเดินมอเตอร์ไฟฟ้า กระแสสลับ 3 เฟส แบบสตาร์ - เดลตา ควบคุมอัตโนมัติ โดยใช้ตู้ควบคุมและ รางเดินสาย	4	24	28
14 - 16	บทเรียนที่ 7 การเริ่มเดินมอเตอร์	ใบงานที่ 7.1 การเริ่มเดินมอเตอร์ไฟ ฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส ด้วยออโต้ ทรานสฟอร์มเมอร์ ใบงานที่ 7.2 การเริ่มเดินมอเตอร์แบบ ทำงานเรียงลำดับ ใบงานที่ 7.3 การออกแบบวงจรตาม เงื่อนไขการทำงาน	3	18	21
17	บทเรียนที่ 8 การควบคุมมอเตอร์ ชนิดสองความเร็ว	ใบงานที่ 8.1 การควบคุมมอเตอร์ สองความเร็ว	1	6	7
18	ประเมินผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ระดับรายวิชา		1	6	7
รวม			18	108	126



คำนำ

บริษัท วังอักษร จำกัด ได้จัดทำหนังสือวิชา **การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า (Motor Control)** เพื่อใช้ประกอบการและประกอบการเรียนรู้การสอน ตามหลักสูตรอาชีวศึกษา (สอศ.) หลักสูตรส่งเสริมการเรียนรู้ (สกร.) หลักสูตรอุดมศึกษา ผู้สนใจในการพัฒนาการเรียนรู้และทักษะ

หนังสือเล่มนี้ประกอบด้วยเนื้อหาสาระ ใบกิจกรรม ใบงาน แบบฝึกหัด แบบทดสอบคู่ขนาน มีจุดประสงค์ในการยกระดับผู้เรียนให้เรียนทฤษฎีและปฏิบัติ เพื่อเสริมสร้างทักษะ ประสิทธิภาพ และการประยุกต์ใช้ได้จริง โดยเน้นกระบวนการเรียนรู้ที่มีคุณธรรม จริยธรรม จรรยาบรรณวิชาชีพ และ กิจนิสัยในการทำงาน เพื่อสร้างสมรรถนะตามความต้องการของสถานประกอบการ เนื้อหาในหนังสือ เล่มนี้แบ่งออกเป็น 8 บทเรียน คือ **บทเรียนที่ 1 สัญลักษณ์และอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า บทเรียนที่ 2 ขนาดสายไฟฟ้าและอุปกรณ์ป้องกันมอเตอร์ บทเรียนที่ 3 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง บทเรียนที่ 4 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส บทเรียนที่ 5 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส บทเรียนที่ 6 การเริ่มเดินมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส แบบสตาร์ - เดลตา บทเรียนที่ 7 การเริ่มเดินมอเตอร์ และบทเรียนที่ 8 การควบคุมมอเตอร์ชนิดสองความเร็ว**

หนังสือเล่มนี้มีเนื้อหาที่ทันสมัย ตามแผนการศึกษาด้านวิชาชีพ ซึ่งสอดคล้องกับ ยุทธศาสตร์ชาติและแผนการศึกษาแห่งชาติ เพื่อให้ผู้เรียนมีผลลัพธ์การเรียนรู้และสมรรถนะตามมาตรฐานฝีมือแรงงานแห่งชาติ กรมพัฒนาฝีมือแรงงาน สาขาช่างไฟฟ้าอุตสาหกรรม ระดับ 1 และมาตรฐานฝีมือแรงงานแห่งชาติ กรมพัฒนาฝีมือแรงงาน สาขาช่างเทคนิคไฟฟ้าโรงงานอุตสาหกรรม ระดับ 1

ไวพจน์ ศรีธัญ

สารบัญ



บทเรียนที่ ๑ สัญลักษณ์และอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า

๑

1.1 สัญลักษณ์	2
1.2 อุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า	10
ใบกิจกรรมที่ 1.1 สัญลักษณ์ในงานควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า	24
แบบฝึกหัดบทเรียนที่ 1	31



บทเรียนที่ ๒ ขนาดสายไฟฟ้าและอุปกรณ์ป้องกันมอเตอร์

๓๓

2.1 มอเตอร์ไฟฟ้า	34
2.2 สายไฟฟ้าวงจรมอเตอร์	35
2.3 เครื่องปลดวงจรมอเตอร์	41
2.4 เครื่องป้องกันการลัดวงจร	42
2.5 เครื่องควบคุมมอเตอร์	44
2.6 เครื่องป้องกันโหลดเกิน	45
ใบงานที่ 2.1 การตรวจสอบอุปกรณ์ควบคุมเครื่องกลไฟฟ้า	47
แบบฝึกหัดบทเรียนที่ 2	57



บทเรียนที่ ๓ การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

๕๘

3.1 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	59
3.2 การควบคุมความเร็วมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	61
3.3 การกลับทิศทางการหมุนของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	65
ใบงานที่ 3.1 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	68
แบบฝึกหัดบทเรียนที่ 3	71



บทเรียนที่ ๔ การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ ๑ เฟส

๗๒

4.1 การเริ่มเดินมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส	73
4.2 การเริ่มเดินมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส ด้วยแมกเนติกคอนแทกเตอร์	75
4.3 การกลับทางหมุนมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส	76
ใบงานที่ 4.1 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส	78
แบบฝึกหัดบทเรียนที่ 4	84



บทเรียนที่ ๕ การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ ๓ เฟส

๘๕

5.1 การเขียนแบบวงจรควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส ด้วยแมกเนติกคอนแทกเตอร์	86
5.2 การต่อวงจรขดลวดมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส	88
5.3 การเริ่มเดินมอเตอร์มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส ด้วยการต่อโดยตรงกับแหล่งจ่าย	90
5.4 การเริ่มเดินด้วยแมกเนติกคอนแทกเตอร์	91
5.5 การกลับทางหมุนมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส	94
5.6 การควบคุมการกลับทางหมุนด้วยแมกเนติกคอนแทกเตอร์	95
ใบงานที่ 5.1 การเริ่มเดินมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส ด้วยวิธีจ่ายแรงดันโดยตรง	98
ใบงานที่ 5.2 การควบคุมการกลับทางหมุนมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส ด้วยตรัมสวิตช์และสวิตช์ 3 ขั้ว สับ 2 ทาง	102
ใบงานที่ 5.3 การควบคุมการกลับทางหมุนมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส ด้วยแมกเนติกคอนแทกเตอร์	104
ใบงานที่ 5.4 การควบคุมการกลับทางหมุนมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส แบบ Plugging โดยใช้ตู้ควบคุมและรางเดินสาย	109
ใบงานที่ 5.5 การควบคุมการกลับทางหมุนมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส แบบ Reversing After Stop โดยใช้ตู้ควบคุมและรางเดินสาย	113
แบบฝึกหัดบทเรียนที่ 5	117



บทเรียนที่ ๖ การเริ่มเดินมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ ๓ เฟส แบบสตาร์ - เดลตา ๑๑๘

6.1 หลักการเริ่มเดินมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส แบบสตาร์ - เดลตา	119
6.2 การเริ่มเดินมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส แบบสตาร์ - เดลตาควบคุมด้วยมือ	121
6.3 การเดินมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส แบบสตาร์ - เดลตาควบคุมอัตโนมัติ	123
6.4 การเริ่มเดินมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส แบบสตาร์ - เดลตาควบคุมอัตโนมัติ และกลับทางหมุน	125
ใบงานที่ 6.1 การเริ่มเดินมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส แบบสตาร์ - เดลตาควบคุมด้วยมือ	127
ใบงานที่ 6.2 การเริ่มเดินมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส แบบสตาร์ - เดลตาควบคุมอัตโนมัติ	132
ใบงานที่ 6.3 การเริ่มเดินมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส แบบสตาร์ - เดลตาควบคุมด้วยมือ โดยใช้ตู้ควบคุมและรางเดินสาย	137

ใบงานที่ 6.4 การเริ่มเดินมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส	
แบบสตาร์ - เดลตาควบคุมอัตโนมัติ โดยใช้ตู้ควบคุมและรางเดินสาย	141
แบบฝึกหัดบทเรียนที่ 6	145



บทเรียนที่ ๗ การเริ่มเดินมอเตอร์

๑๔๖

7.1 การเริ่มเดินมอเตอร์ด้วยอโต้ทรานสฟอร์มเมอร์	147
7.2 การเริ่มเดินมอเตอร์ด้วยความต้านทาน	148
7.3 การเริ่มเดินมอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟส แบบวาวด์โรเตอร์	149
7.4 การเริ่มเดินมอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟส แบบวาวด์โรเตอร์ด้วยแมกเนติกคอนแทกเตอร์	150
7.5 การเริ่มเดินมอเตอร์แบบทำงานเรียงลำดับ	151
ใบงานที่ 7.1 การเริ่มเดินมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส ด้วยอโต้ทรานสฟอร์มเมอร์	155
ใบงานที่ 7.2 การเริ่มเดินมอเตอร์แบบทำงานเรียงลำดับ	159
ใบงานที่ 7.3 การออกแบบวงจรตามเงื่อนไขการทำงาน	164
แบบฝึกหัดบทเรียนที่ 7	169



บทเรียนที่ ๘ การควบคุมมอเตอร์ชนิดสองความเร็ว

๑๓๐

8.1 ชนิดของมอเตอร์สองความเร็ว	171
8.2 การเปลี่ยนระดับความเร็ว	172
ใบงานที่ 8.1 การควบคุมมอเตอร์สองความเร็ว	175
แบบฝึกหัดบทเรียนที่ 8	279



คำศัพท์

๑๔๐



บรรณานุกรม

๑๔๕



สัญลักษณ์และอุปกรณ์ ควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า

หัวเรื่องหลัก

- 1.1 สัญลักษณ์
- 1.2 อุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า

ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับบทเรียน

ศึกษาและเลือกใช้สัญลักษณ์และอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าได้อย่างเหมาะสม ด้วยความละเอียดรอบคอบ และมีความรับผิดชอบ

แนวคิดหลัก

การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า ส่วนใหญ่จะเป็นการเขียนการออกแบบวงจรควบคุม (Control Circuit) วงจรกำลัง (Power Circuit) เงื่อนไขการทำงาน การเริ่มต้น การกลับทางหมุน การหยุดของเครื่องกลไฟฟ้า ซึ่งประกอบด้วย มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (DC Motor) มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ (AC Motor) ทั้งชนิดหนึ่งเฟส (Single Phase) และสามเฟส (Three Phase)

สำหรับสัญลักษณ์ที่ใช้กันทั่วไป คือ มาตรฐาน DIN, IEC, ANSI และระบบ SI

สมรรถนะการเรียนรู้

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับสัญลักษณ์และอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า
2. เลือกใช้สัญลักษณ์ควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าในการควบคุม
3. เลือกใช้อุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าได้อย่างเหมาะสม

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายโครงสร้างและหลักการทำงานของสวิตช์ปุ่มกดได้ถูกต้อง
2. อธิบายหลักการทำงานและส่วนประกอบของแมกเนติกคอนแทกเตอร์ได้ถูกต้อง
3. อธิบายอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าอื่น ๆ ได้ถูกต้อง
4. จำแนกและเลือกใช้สัญลักษณ์การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าได้
5. สร้างเสริมอุปนิสัยที่ดีในการปฏิบัติงาน มีความละเอียดรอบคอบ เป็นระเบียบ และมีความรับผิดชอบ





1.1 สัญลักษณ์

การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า ส่วนใหญ่จะเป็นการเขียนการออกแบบวงจรควบคุม (Control Circuit) วงจรกำลัง (Power Circuit) เงื่อนไขการทำงาน การเริ่มเดิน การกลับทางหมุน การหยุดของมอเตอร์ไฟฟ้า ซึ่งประกอบด้วย มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (DC Motor) มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ (AC Motor) ทั้งชนิดหนึ่งเฟส (Single Phase) และสามเฟส (Three Phase) สำหรับสัญลักษณ์ที่ใช้กันทั่วไปคือ มาตรฐาน DIN, IEC, ANSI และระบบ SI ดังตารางที่ 1.1 และตารางที่ 1.2

DIN = Deutsches Institute Fur Normung หมายถึง มาตรฐานการออกแบบของประเทศเยอรมัน

IEC = International Electrotechnical Commission หมายถึง มาตรฐานทางไฟฟ้านานาชาติของทวีปยุโรป

ANSI = American National Standard Institute หมายถึง มาตรฐานการออกแบบของประเทศสหรัฐอเมริกา

SI = System International of Units หมายถึง ระบบของหน่วยมาตรฐานนานาชาติ โดยทั่วไปนิยมเรียกว่า **ระบบเอสไอ**

ตารางที่ 1.1 เปรียบเทียบสัญลักษณ์ไฟฟ้าที่ใช้สำหรับการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า

DIN	IEC	ANSI	ชนิดของอุปกรณ์
			หน้าสัมผัสปกติเปิด (NO)
			หน้าสัมผัสปกติปิด (NC)
			สวิตช์ปุ่มกดปกติเปิด (NO)

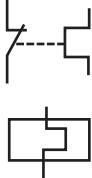
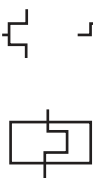
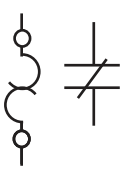
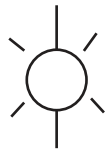
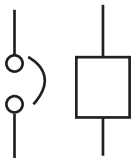
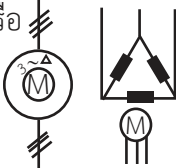
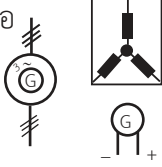
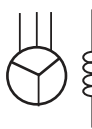
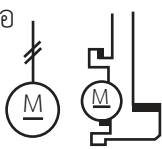
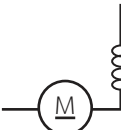
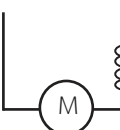
ตารางที่ 1.1 เปรียบเทียบสัญลักษณ์ไฟฟ้าที่ใช้สำหรับการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า (ต่อ)

DIN	IEC	ANSI	ชนิดของอุปกรณ์
			สวิตช์ปุ่มกดปกติปิด (NC)
			สวิตช์ปุ่มกดหน้าสัมผัสค้าง
			สวิตช์ความดันปกติเปิด (NO)
			สวิตช์ความดันปกติปิด (NC)
			สวิตช์เท้าเหยียบหรือทำงานด้วยเท้า
			สวิตช์ลูกลอยปกติเปิด (NO)
			สวิตช์ลูกลอยปกติปิด (NC)
			สวิตช์ทำงานด้วยความร้อนหรือสวิตช์อุณหภูมิ ปกติเปิด (NO)

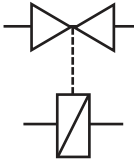
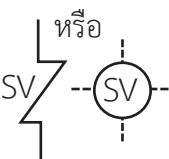
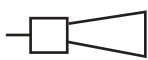
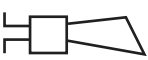
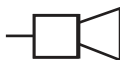
ตารางที่ 1.1 เปรียบเทียบสัญลักษณ์ไฟฟ้าที่ใช้สำหรับการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า (ต่อ)

DIN	IEC	ANSI	ชนิดของอุปกรณ์
			สวิตช์ทำงานด้วยความร้อน หรือสวิตช์อุณหภูมิ ปกติปิด (NC)
			สวิตช์ควบคุมการไหล หรือโฟลสวิตช์ ปกติเปิด (NO)
			สวิตช์ควบคุมการไหล หรือโฟลสวิตช์ ปกติปิด (NC)
			ลิมิตสวิตช์ ปกติเปิด (NO)
			ลิมิตสวิตช์ ปกติปิด (NC)
			ฟิวส์
			ขดลวดหรือคอยล์ ของสวิตช์แม่เหล็ก หรือคอยล์รีเลย์
			ปลดหรือทริปด้วยแม่เหล็ก

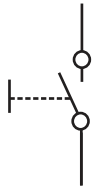
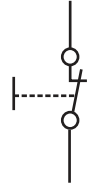
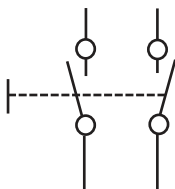
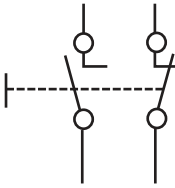
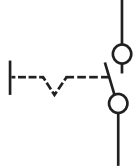
ตารางที่ 1.1 เปรียบเทียบสัญลักษณ์ไฟฟ้าที่ใช้สำหรับการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า (ต่อ)

DIN	IEC	ANSI	ชนิดของอุปกรณ์
			โอเวอร์โหลดรีเลย์ ทริปด้วยความร้อน
			หยุดสัญญาณ
			เซอร์กิตเบรกเกอร์
หรือ 			สลิป - รিংมอเตอร์ หรือ มอเตอร์ไฟฟ้าแบบวาวด์โรเตอร์ (Wound Rotor)
หรือ 			มอเตอร์ไฟฟ้าเหนี่ยวนำ 3 เฟส ชนิด Squirrel Cage Rotor (แบบกรงกระรอก)
หรือ 			ซิงโครนัสเจนเนอเรเตอร์ 3 เฟส ต่อแบบสตาร์
หรือ 			มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง แบบซีรီးส มีขดลวดอินเตอร์โพล บนอาร์เมเจอร์

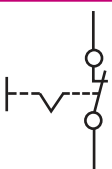
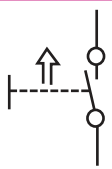
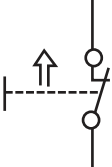
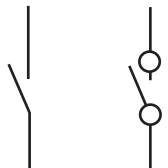
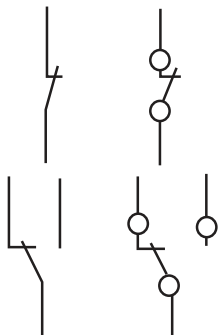
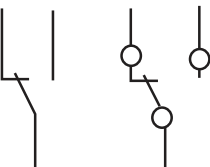
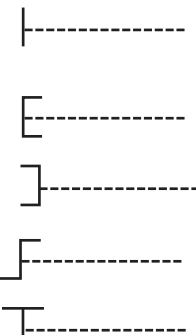
ตารางที่ 1.1 เปรียบเทียบสัญลักษณ์ไฟฟ้าที่ใช้สำหรับการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า (ต่อ)

DIN	IEC	ANSI	ชนิดของอุปกรณ์
			วาล์วแม่เหล็กไฟฟ้า
			หยุดสัญญาณ

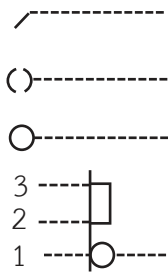
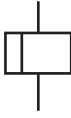
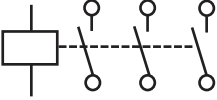
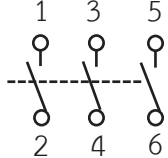
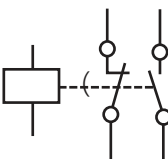
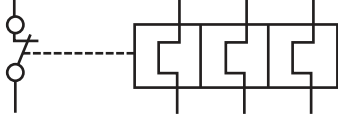
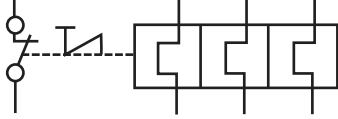
ตารางที่ 1.2 สัญลักษณ์ที่ใช้สำหรับการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า ระบบ SI

สัญลักษณ์	ชนิดของอุปกรณ์
	สวิตช์ปุ่มกด - ปกติเปิด (NO)
	สวิตช์ปุ่มกด ปกติปิด (NC)
	สวิตช์ปุ่มกด ปกติเปิด (NO) สองตัวทำงานพร้อมกัน
	สวิตช์ปุ่มกด 1 NO, 1 NC ทำงานพร้อมกัน
	สวิตช์ปุ่มกดล็อกได้ปกติเปิด (NO)

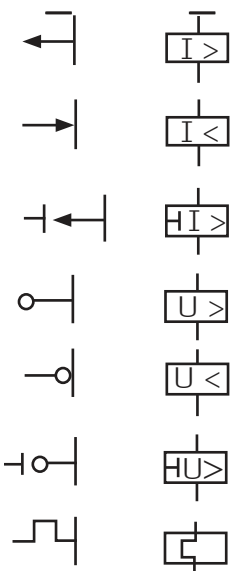
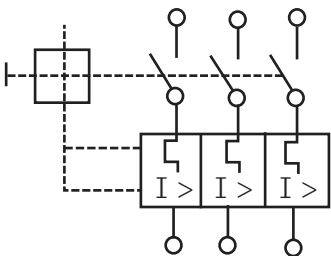
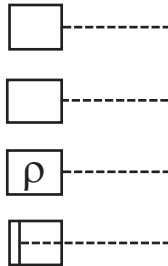
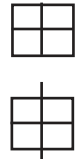
ตารางที่ 1.2 สัญลักษณ์ที่ใช้สำหรับการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า ระบบ SI (ต่อ)

สัญลักษณ์	ชนิดของอุปกรณ์
	สวิตช์ปุ่มกดล็อกได้ปกติปิด (NC)
	แสดงสถานะอุปกรณ์กำลังทำงาน
	สวิตช์ปุ่มกดปกติปิด (NC) ขณะทำงานแล้ว
	สวิตช์ปุ่มกดปกติเปิด (NO) ขณะทำงานแล้ว
	หน้าสัมผัสสเปิด
	หน้าสัมผัสสปิด
	หน้าสัมผัส 2 ทาง
	ทำงานด้วยมือ (ทั่วไป) ทำงานด้วยการกดลง ทำงานด้วยการดึงขึ้น ทำงานด้วยการหมุน ทำงานด้วยการผลัก

ตารางที่ 1.2 สัญลักษณ์ที่ใช้สำหรับการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า ระบบ SI (ต่อ)

สัญลักษณ์	ชนิดของอุปกรณ์
	ทำงานด้วยเท้า สามารถกดค้างถึออกได้ ใช้กระเดื่องหรือลูกเบี้ยว (Cam)
	คอยล์รีเลย์ทั่วไป หรือคอยล์คอนแทกเตอร์
	คอยล์รีเลย์แบบพิเศษ
	คอยล์รีเลย์พร้อมหน้าสัมผัสปกติเปิด (NO) 3 ขั้ว ทำงานพร้อมกัน
	หน้าสัมผัสหลัก ใช้ในวงจรกำลัง
	รีเลย์ตั้งเวลา
	โอเวอร์โวลตจรีเลย์แบบธรรมดา
	โอเวอร์โวลตจรีเลย์แบบมี Reset

ตารางที่ 1.2 สัญลักษณ์ที่ใช้สำหรับการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า ระบบ SI (ต่อ)

สัญลักษณ์	ชนิดของอุปกรณ์
แบบ 1 แบบ 2 	กระแสไฟฟ้าเกินขนาด กระแสไฟฟ้าต่ำกว่าขนาด กระแสไฟฟ้าอยู่ในระหว่างช่วง แรงดันไฟฟ้าเกินขนาด แรงดันไฟฟ้าต่ำกว่าขนาด แรงดันไฟฟ้าอยู่ในระหว่างช่วง โหลดเกินเนื่องจากความร้อน
	สวิตช์มือโยกแบบมีกลไกทำงานโดยความร้อน และกระแสไฟฟ้าเกินขนาด
	อุปกรณ์ควบคุมพิเศษ ควบคุมด้วยอุณหภูมิ ควบคุมด้วยความดัน ควบคุมด้วยลูกสูบ
	อุปกรณ์ล็อกด้วยระบบกลไก อุปกรณ์ล็อกด้วยระบบไฟฟ้า



1.2 อุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า

การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าหรือการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า จำเป็นต้องใช้อุปกรณ์ประกอบหลายอย่าง เพื่อให้เหมาะสมกับแต่ละชนิดของการควบคุม ซึ่งแบ่งได้ 3 วิธี คือ

1. การควบคุมด้วยมือ (Manual Control) หมายถึง ใช้คนหรือโอเปอเรเตอร์ (Operator) ทำหน้าที่ควบคุมโดยตรง เช่น ใช้วิธีการเสียบเข้ากับปลั๊ก ส่วนมากจะใช้กับมอเตอร์ไฟฟ้าที่มีขนาดเล็ก ประเภทเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้านทั่วไป

2. การควบคุมแบบกึ่งอัตโนมัติ (Semi-Automatic Control) เป็นการนำอุปกรณ์ประกอบเข้ามาช่วยในการควบคุม ได้แก่ แมกเนติกคอนแทกเตอร์ (Magnetic Contactor) และสวิตช์ปุ่มกด (Push Button Switch) เป็นต้น

3. การควบคุมแบบอัตโนมัติ (Automatic Control) หมายถึง การติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับ (Sensor Devices) ไว้ตามจุดต่าง ๆ เพื่อให้ระบบสามารถทำงานได้ตลอดเวลา ตัวอย่างเช่น การติดตั้งสวิตช์ลูลอย (Float Switch) เพื่อควบคุมระดับน้ำในถัง หรือติดตั้ง Timer Relay เพื่อกำหนดเวลา เป็นต้น จากวิธีการควบคุมทั้ง 3 วิธีดังกล่าว อุปกรณ์ที่จำเป็นต้องใช้มีดังต่อไปนี้

1. สวิตช์ปุ่มกด (Push Button Switch) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในวงจรควบคุม (วงจรคอนโทรล ; Control Circuit) เพื่อกดให้วงจรทำงาน เรียกว่า **ปุ่มสตาร์ท (Start)** หรืออีกลักษณะหนึ่งกดเพื่อให้มอเตอร์ (Motor) หยุดทำงานเรียกว่า **ปุ่มสต็อป (Stop)** สวิตช์ปุ่มกดที่นิยมใช้ทั่วไปมีหลายแบบดังรูปที่ 1.1 สวิตช์ปุ่มกดหนึ่งตัวจะมีหน้าสัมผัสปกติเปิด (Normally Open ; NO) หรือหน้าสัมผัสปกติปิด (Normally Close ; NC) เพียงอย่างเดียว หรืออาจจะมีทั้งชนิด NO และ NC ไว้ในสวิตช์อันเดียวกันก็ได้

1.1 สวิตช์ปุ่มกดแบบธรรมดา โดยทั่วไปจะมีสองหน้าสัมผัส คือ 1 NO และ 1 NC

1.2 สวิตช์ปุ่มกดหัวเห็ด บริเวณหัวสวิตช์จะมีขนาดใหญ่คล้ายดอกเห็ด ใช้เป็นสวิตช์ฉุกเฉิน เนื่องจากวงจรเกิดสถานะผิดปกติ แบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ แบบล็อกและแบบกดปล่อย

1.3 สวิตช์ปุ่มกดพร้อมไฟลัดแลมป์ (Pilot Lamp) เมื่อกดสวิตช์จะทำให้หลอดไฟสัญญาณหรือที่เรียกว่า **ไฟลัดแลมป์ติดสว่าง** การใช้สวิตช์ชนิดนี้จะช่วยทำให้ประหยัดเนื้อที่ในการติดตั้งเนื่องจากเป็นทั้งสวิตช์และหลอดไฟสัญญาณ (นิยมเรียกสั้น ๆ อีกอย่างว่า หลอดสัญญาณ)



สวิตช์ปุ่มกดแบบธรรมดา

สวิตช์ปุ่มกดพร้อมไฟลัดแลมป์ชนิดหัวนูน

รูปที่ 1.1 สวิตช์ปุ่มกดแบบต่าง ๆ



สวิตซ์หัวเห็ดแบบกดล็อก



ชนิดหัวเห็ดแบบกดปล่อย



แบบเพาเวอร์ (Power Pushbutton Switch)



สวิตซ์กุญแจ



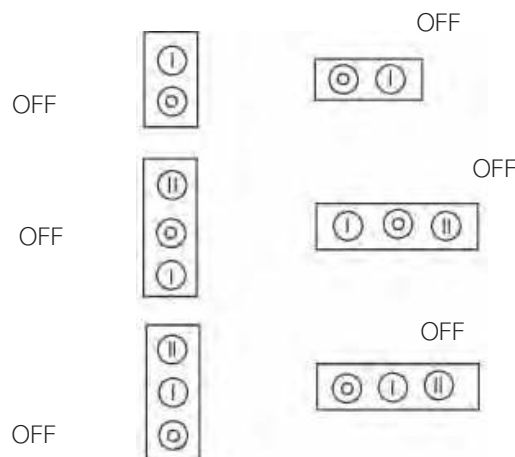
สวิตซ์เท้าเหยียบ

รูปที่ 1.1 สวิตซ์ปุ่มกดแบบต่าง ๆ (ต่อ)

รหัสสี (Colour Code) สำหรับสวิตซ์ปุ่มกดมาตรฐาน IEC กำหนดไว้ดังนี้

- สีแดง ใช้สำหรับ Push Button “OFF” ถ้าเป็นแบบหัวเห็ด สีแดงบนตู้ควบคุมจะเป็นปุ่ม Emergency OFF (ฉุกเฉิน)
- สีเขียวหรือดำ ใช้สำหรับ Push Button “ON” และ “START”
- สีเหลือง ใช้สำหรับ Push Button “START” ของระบบที่ไม่เป็นปกติ
- สีขาวหรือสีฟ้า ใช้สำหรับหน้าที่อื่น ๆ ที่ต้องการ

ข้อแนะนำสำหรับสวิตซ์ปุ่มกด คือ สวิตซ์ OFF อยู่ทางซ้ายหรือด้านล่าง ถ้าเป็นการกลับทางหมุน สวิตซ์ OFF ควรอยู่ตรงกลาง



รูปที่ 1.2 แสดงตำแหน่งติดตั้งสวิตซ์ OFF