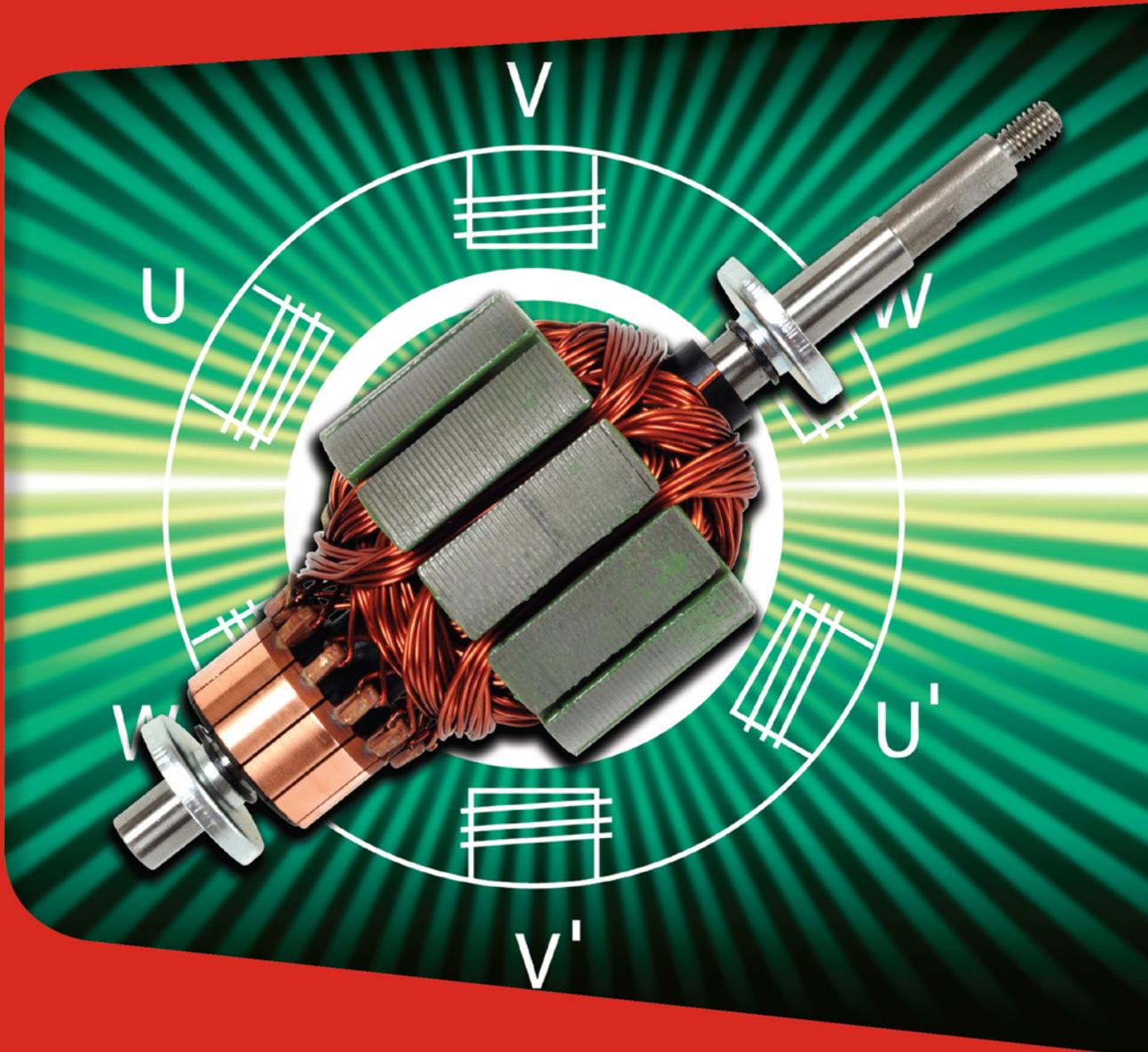




การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า

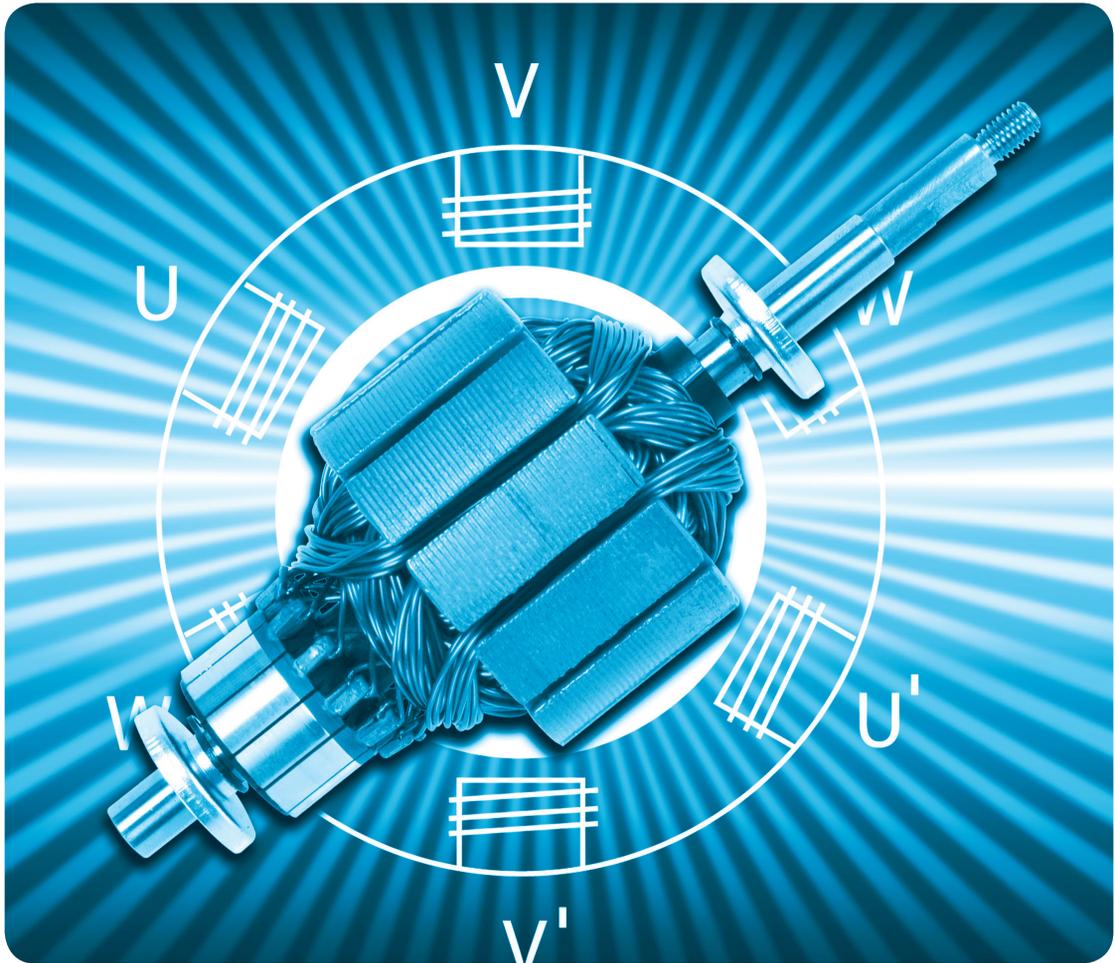
ตรงตามจุดประสงค์รายวิชา สมรรถนะรายวิชา และคำอธิบายรายวิชาของหลักสูตร
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556



2104-2009

 | MAC EDUCATION

การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า



หมวดวิชาทักษะวิชาชีพ

กลุ่มทักษะวิชาชีพเฉพาะ

หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556

ธนภัทร ไพคำนาม

บรรณาธิการ : รศ.พลสิทธิ์ ลิทธิชมภู

ข้อมูลทางบรรณานุกรมของสำนักหอสมุดแห่งชาติ

ธนภัทร ไพค่านาม.

การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า. -- กรุงเทพฯ : แม็คเ็ดดูเคชั่น, 2557.
212 หน้า.

1. มอเตอร์ไฟฟ้า. I. ชื่อเรื่อง.

621.46

ISBN 978-616-274-387-0

จัดพิมพ์และจำหน่ายโดย

MAC EDUCATION

ผู้เขียน : ธนภัทร ไพค่านาม
การสั่งซื้อ : ส่งธนาณัติสั่งจ่าย ไปรษณีย์ลาดพร้าว ในนาม บริษัท แม็คเ็ดดูเคชั่น จำกัด
เลขที่ 9/99 อาคารแม็ค ซอยลาดพร้าว 38 ถนนลาดพร้าว แขวงจันทระเกษม
เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900
☎ : 0-2938-2022-7 FAX : 0-2938-2028
www.MACeducation.com

ราคาจำหน่าย : 125 บาท
สงวนลิขสิทธิ์ : กุมภาพันธุ์ 2557
พิมพ์ที่ : บริษัท ซี.วี.แอล. การพิมพ์ จำกัด

(สงวนลิขสิทธิ์ตามกฎหมาย ห้ามลอกเลียน ไม่ว่าจะเป็นส่วนหนึ่งส่วนใดของหนังสือเล่มนี้ นอกจากจะได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษร)

คำนำ

ตามที่กระทรวงศึกษาธิการได้ประกาศใช้หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 ทั้งนี้เพื่อให้สอดคล้องกับแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 11 (พ.ศ. 2555-2559) แผนการศึกษาแห่งชาติ ฉบับปรับปรุง (พ.ศ. 2552-2559) และแผนปฏิบัติการการเตรียมความพร้อมพลเมือง เพื่อเข้าสู่ประชาคมอาเซียนในปี พ.ศ. 2558 ทั้งนี้หลักสูตรดังกล่าวมุ่งผลิตและพัฒนากำลังคนระดับฝีมือ ให้มีสมรรถนะ มีคุณธรรม จริยธรรม และจรรยาบรรณวิชาชีพ สามารถประกอบอาชีพอิสระเป็น ผู้ประกอบการที่มีคุณภาพ หรือประกอบอาชีพอื่นๆ ได้ตรงตามความต้องการของสถานประกอบการ ทั้งในประเทศและในภูมิภาคอาเซียน

บริษัท แม็คเอ็ดดูเคชั่น จำกัด ผู้ผลิตและจำหน่ายหนังสือเรียน สื่อการเรียนรู้ และวารสารทางการศึกษา ทั้งในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน ระดับอาชีวศึกษา ตระหนักถึงภารกิจสำคัญในการมีส่วนร่วม ในการสนับสนุนส่งเสริมการศึกษาระดับอาชีวศึกษาให้บรรลุผลสมดังเจตนารมณ์ที่ตั้งไว้ จึงได้แต่งตั้ง คณะทำงานซึ่งประกอบด้วยนักวิชาการ และผู้สอนทั้งในระดับอาชีวศึกษาและระดับอุดมศึกษาที่มีความเชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการจัดการเรียนรู้ ดำเนินการวิเคราะห์หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 ในแต่ละสาขาวิชาเพื่อจัดทำสื่อการเรียนรู้ อันประกอบด้วย

1. หนังสือเรียนที่จัดทำให้ตรงกับจุดประสงค์รายวิชา สมรรถนะรายวิชา และคำอธิบายรายวิชา ทั้งนี้ โดยคำนึงถึงความสอดคล้องกับมาตรฐานการศึกษาวิชาชีพทั้ง 3 ด้าน คือ ด้านคุณลักษณะที่พึงประสงค์ ด้านสมรรถนะหลักและสมรรถนะทั่วไป และด้านสมรรถนะวิชาชีพ

2. แผนการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นการพัฒนาสมรรถนะของผู้เรียนผ่านกิจกรรมเพื่อเป็นแนวทาง ให้ผู้สอนนำไปปรับให้เหมาะสมกับธรรมชาติของผู้เรียนและจุดเน้นของสถานศึกษา

3. คู่มือครูสำหรับผู้สอนใช้เป็นแนวทางในการวางแผนการจัดการเรียนรู้ และการฝึกประสบการณ์ ให้แก่ผู้เรียนให้สอดคล้องกับหลักสูตร

จุดเด่นของหนังสือเรียนชุดใหม่ มีดังนี้

1. นำเสนอในรูปแบบหน่วยการเรียนรู้ ที่มีเนื้อหาต่อการเรียนรู้ แต่ยังคงไว้ซึ่งความเข้มข้นและทันสมัย ทั้งนี้เนื้อหาในหนังสือเรียนมุ่งเน้นให้สัมพันธ์กับจุดประสงค์การเรียนรู้ หลักการเรียนรู้ ตามสภาพจริง (Authentic Learning) และการประเมินผลตามสภาพจริง (Authentic Assessment)

2. แทรกกิจกรรมตรวจสอบความเข้าใจ กิจกรรมการฝึกกระบวนการคิด (Thinking Skills) และกิจกรรมเตรียมความพร้อมสู่ประชาคมอาเซียนให้แก่ผู้เรียน

3. พัฒนาสมรรถนะหลักและสมรรถนะวิชาชีพผ่านกระบวนการปฏิบัติงานโดยใช้ใบช่วยสอน เป็นสื่อสำหรับการฝึกกระบวนการเรียนรู้ที่สำคัญ เช่น การเรียนรู้จากโครงการ (Project-Based Learning) การพัฒนาเทคโนโลยีให้เป็นเทคโนโลยีสะอาด (Green Technology) และการสร้างสรรค์นวัตกรรม หรือผลิตภัณฑ์ตามแนวคิดเศรษฐกิจเชิงสร้างสรรค์ (Creative Economy) เป็นต้น

4. มีแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยจัดทำแบบทดสอบให้สอดคล้องกับ จุดประสงค์การเรียนรู้ประจำหน่วยการเรียนนั้นๆ ทั่วยหน่วยการเรียนรู้ทุกหน่วย

บริษัท แม็คเอ็ดดูเคชั่น จำกัด ขอขอบพระคุณสถานศึกษา ผู้สอน ผู้เรียน และผู้ที่สนใจทุกท่าน ที่ให้ความไว้วางใจในสื่อการเรียนรู้ของบริษัท บริษัทหวังเป็นอย่างยิ่งว่าสื่อการเรียนรู้ชุดนี้คงจะมีส่วนช่วยให้การจัดการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพและประสิทธิผล เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพทัดเทียมระดับสากลต่อไป

บริษัท แม็คเอ็ดดูเคชั่น จำกัด

รหัส 2104-2009

วิชาการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า

ทฤษฎี 2 ชั่วโมง ปฏิบัติ 3 ชั่วโมง 3 หน่วยกิต

จุดประสงค์รายวิชา

1. เพื่อให้รู้เข้าใจสัญลักษณ์ที่ใช้ในงานควบคุมตามมาตรฐานต่างๆ
2. เพื่อให้เลือกวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า
3. เพื่อให้มีทักษะเกี่ยวกับการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ
4. เพื่อให้มีเจตคติและกิจนิสัยที่ดีในการปฏิบัติงาน มีความละเอียดรอบคอบ ปลอดภัย เป็นระเบียบ สะอาด ตรงต่อเวลา มีความซื่อสัตย์ และมีความรับผิดชอบ

สมรรถนะรายวิชา

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับสัญลักษณ์โครงสร้างและหลักการทำงานของ การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า
2. เลือกขนาดของสาย อุปกรณ์ป้องกัน คอนแทกเตอร์ในการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า
3. ต่อดวงจรมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส และ 3 เฟส

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาและปฏิบัติเกี่ยวกับงานควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า สัญลักษณ์ตามมาตรฐาน IEC DIN ANSI การเลือกขนาดของสาย อุปกรณ์ป้องกัน คอนแทกเตอร์ หลักการเริ่มเดินและควบคุมความเร็ว มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส และ 3 เฟส การต่อดวงจรมอเตอร์ การเริ่มเดิน การควบคุมความเร็ว การควบคุมแบบเรียงลำดับ การกลับทิศทางหมุนด้วยวิธีต่างๆ และการลดกระแสขณะเริ่มต้น

ตารางวิเคราะห์สมรรถนะประจำหน่วย

หน่วยการเรียนรู้ที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	สมรรถนะประจำหน่วย
1	สัญลักษณ์ และการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า	<ol style="list-style-type: none">1. รู้เกี่ยวกับสัญลักษณ์และการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า2. เข้าใจหลักการควบคุมเครื่องกลไฟฟ้าและการเขียนแบบวงจรควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า
2	ขนาดตัวนำและอุปกรณ์ป้องกัน	<ol style="list-style-type: none">1. รู้เกี่ยวกับขนาดตัวนำและอุปกรณ์ป้องกันมอเตอร์2. เข้าใจข้อกำหนดและการควบคุมมอเตอร์ด้วยวิธีการที่ถูกต้อง
3	อุปกรณ์ควบคุมเครื่องกลไฟฟ้า	<ol style="list-style-type: none">1. รู้เกี่ยวกับอุปกรณ์ควบคุมเครื่องกลไฟฟ้า2. เข้าใจประโยชน์การใช้งานของอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ชนิดต่างๆ
4	การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า กระแสตรง	<ol style="list-style-type: none">1. รู้เกี่ยวกับการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง2. เข้าใจหลักการควบคุมความเร็ว การเริ่มเดิน และการกลับทางหมุนมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง
5	การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า กระแสสลับ 1 เฟส	<ol style="list-style-type: none">1. รู้เกี่ยวกับการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส2. เข้าใจการนำอุปกรณ์ชนิดต่างๆ มาใช้งานเพื่อควบคุมการเริ่มเดินและกลับทางหมุนมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส

หน่วยการเรียนรู้ที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	สมรรถนะประจำหน่วย
6	การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส	<ol style="list-style-type: none"> 1. รู้เกี่ยวกับการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส 2. เข้าใจการนำอุปกรณ์ชนิดต่างๆ มาใช้งานเพื่อควบคุมการเริ่มต้นและกลับทางหมุนมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส
7	การเริ่มต้นมอเตอร์แบบสตาร์-เดลตาและการเริ่มต้นด้วยอโต้ทรานส์ฟอร์มเมอร์	<ol style="list-style-type: none"> 1. รู้เกี่ยวกับการเริ่มต้นมอเตอร์แบบสตาร์-เดลตา และการเริ่มต้นด้วยอโต้ทรานส์ฟอร์มเมอร์ 2. เข้าใจการลดกระแสไฟฟ้าขณะเริ่มต้นมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส
8	การเริ่มต้นมอเตอร์ด้วยความต้านทานและการเริ่มต้นมอเตอร์แบบวาวด์โรเตอร์	<ol style="list-style-type: none"> 1. รู้เกี่ยวกับการเริ่มต้นมอเตอร์ด้วยความต้านทานและการเริ่มต้นมอเตอร์แบบวาวด์โรเตอร์ 2. เข้าใจขั้นตอนวิธีการเริ่มต้นมอเตอร์ด้วยความต้านทาน และการเริ่มต้นมอเตอร์แบบวาวด์โรเตอร์
9	การเริ่มต้นมอเตอร์แบบเรียงลำดับและการควบคุมมอเตอร์สองความเร็ว	<ol style="list-style-type: none"> 1. รู้เกี่ยวกับการเริ่มต้นมอเตอร์แบบเรียงลำดับและการควบคุมมอเตอร์สองความเร็ว 2. เข้าใจวิธีการเริ่มต้นมอเตอร์แบบเรียงลำดับและการควบคุมมอเตอร์สองความเร็ว

สารบัญ

	หน้า
หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 สัญลักษณ์และการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า	1
1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเขียนแบบควบคุมเครื่องกลไฟฟ้า	2
2. การควบคุมเครื่องกลไฟฟ้า	8
3. การเขียนแบบวงจรควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า	8
แบบทดสอบเพื่อประเมินผลหลังการเรียนรู้	21
หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 ขนาดตัวนำและอุปกรณ์ป้องกัน	23
1. ส่วนประกอบของวงจรมอเตอร์	24
2. ขนาดของสายไฟฟ้าในวงจรมอเตอร์	25
3. เครื่องปลดวงจรมอเตอร์	27
4. เครื่องป้องกันการลัดวงจร	27
5. เครื่องป้องกันโหลดเกิน	29
6. เครื่องควบคุมมอเตอร์	30
7. วงจรควบคุมมอเตอร์	30
แบบทดสอบเพื่อประเมินผลหลังการเรียนรู้	33
หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 อุปกรณ์ควบคุมเครื่องกลไฟฟ้า	35
1. อุปกรณ์ควบคุมเบื้องต้น	36
2. อุปกรณ์อื่นๆ	42
แบบทดสอบเพื่อประเมินผลหลังการเรียนรู้	53

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง 55

1. ส่วนประกอบของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง 56
 2. ชนิดของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง 57
 3. การควบคุมความเร็วของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง 59
 4. การเริ่มเดินมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง 60
 5. การกลับทางหมุนมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง 63
- แบบทดสอบเพื่อประเมินผลหลังการเรียนรู้ 69**

หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส 71

1. การเริ่มเดินมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส 72
 2. วงจรกลับทางหมุนมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส 75
- แบบทดสอบเพื่อประเมินผลหลังการเรียนรู้ 86**

หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส 89

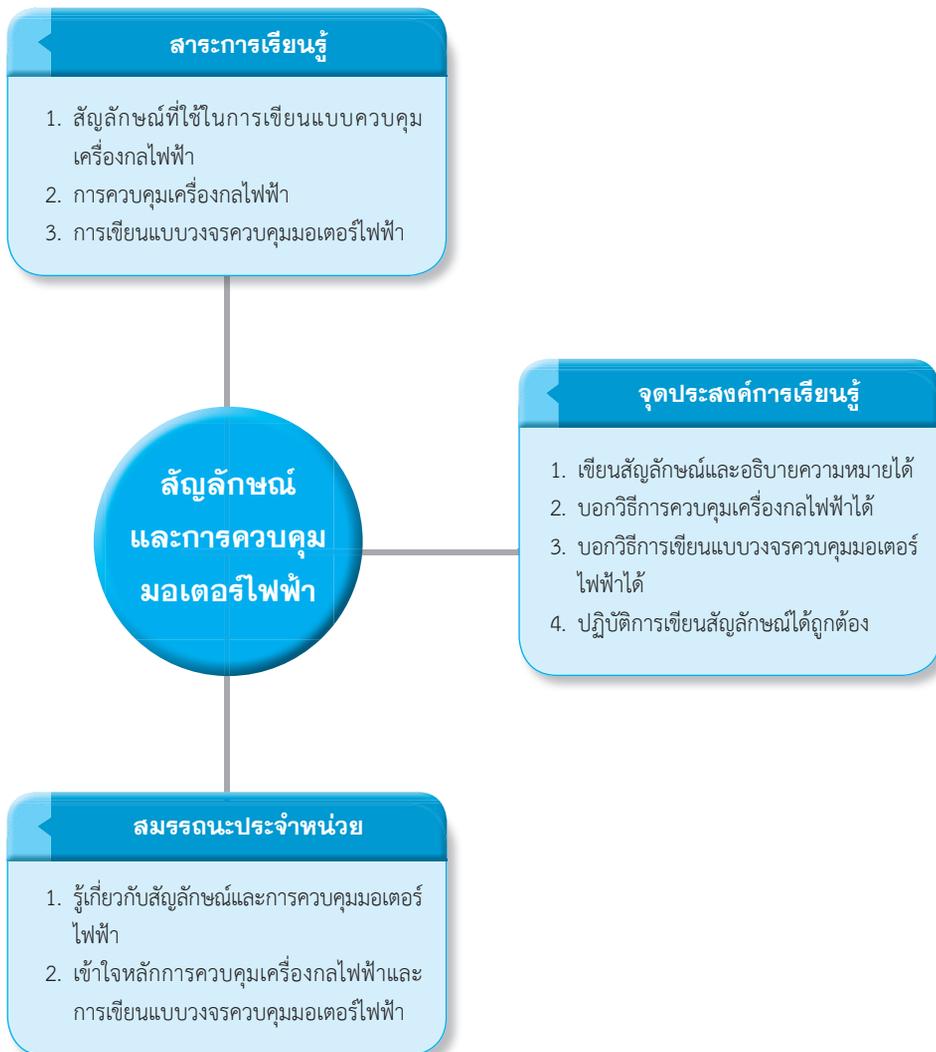
1. มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส 90
 2. การต่อขดลวดภายในมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส 91
 3. การเริ่มเดินมอเตอร์ไฟฟ้าโดยตรง 93
 4. การเริ่มเดินมอเตอร์ไฟฟ้าด้วยวิธีการลดแรงดันไฟฟ้า 96
 5. การกลับทางหมุนมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส 96
 6. การควบคุมกลับทางหมุนด้วยแมกเนติกคอนแทกเตอร์ 98
- แบบทดสอบเพื่อประเมินผลหลังการเรียนรู้ 122**

หน่วยการเรียนรู้ที่ 7 การเริ่มเดินมอเตอร์แบบสตาร์-เดลตา และการเริ่มเดินด้วยอโต้ทรานส์ฟอร์มเมอร์ 124

1. การเริ่มเดินมอเตอร์แบบสตาร์-เดลตา 125
 2. การเริ่มเดินด้วยอโต้ทรานส์ฟอร์มเมอร์ 131
- แบบทดสอบเพื่อประเมินผลหลังการเรียนรู้ 148**

หน่วยการเรียนรู้ที่ 8 การเริ่มเดินมอเตอร์ด้วยความต้านทาน และการเริ่มเดินมอเตอร์แบบวาวด์โรเตอร์	152
1. การเริ่มเดินมอเตอร์ด้วยความต้านทาน	153
2. การเริ่มเดินมอเตอร์แบบวาวด์โรเตอร์	158
แบบทดสอบเพื่อประเมินผลหลังการเรียนรู้	164
หน่วยการเรียนรู้ที่ 9 การเริ่มเดินมอเตอร์แบบเรียงลำดับ และการควบคุมมอเตอร์สองความเร็ว	168
1. การเริ่มเดินมอเตอร์แบบเรียงลำดับ	169
2. การควบคุมมอเตอร์สองความเร็ว	174
แบบทดสอบเพื่อประเมินผลหลังการเรียนรู้	195
บรรณานุกรม	199
ดัชนี	200

สัญลักษณ์และการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า



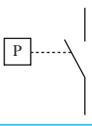
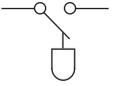
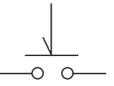
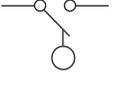
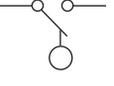
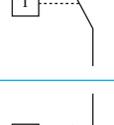
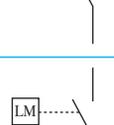
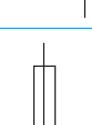
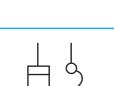
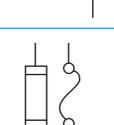
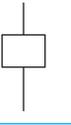
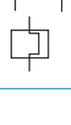
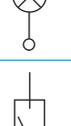
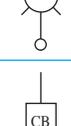
สัญลักษณ์และการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเขียนแบบควบคุมเครื่องกลไฟฟ้า

ในงานควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้านั้นจะมีการออกแบบวงจรไฟฟ้าที่ใช้สั่งงานให้มอเตอร์ไฟฟ้าทำงาน เช่น การควบคุมการหมุนปกติ การกลับทิศทางการหมุน การควบคุมการเริ่มเดินของมอเตอร์ไฟฟ้าขนาดใหญ่ เป็นต้น ดังนั้นผู้ออกแบบวงจรไฟฟ้าจะต้องมีความรู้ความเข้าใจในสัญลักษณ์ของอุปกรณ์ที่ใช้ในงานควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าตามมาตรฐานต่างๆ เป็นอย่างดี

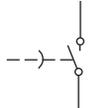
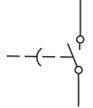
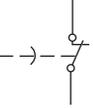
ตารางที่ 1.1 แสดงตัวอย่างสัญลักษณ์ไฟฟ้าที่ใช้สำหรับการควบคุมเครื่องกลไฟฟ้าตามมาตรฐาน DIN, ANSI และ IEC

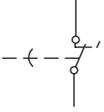
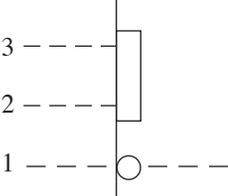
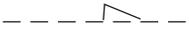
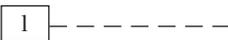
สัญลักษณ์			ความหมาย
DIN	ANSI	IEC	
			หน้าสัมผัสปกติเปิด (Normally Open; NO)
			หน้าสัมผัสปกติปิด (Normally Closed; NC)
			สวิตช์ปุ่มกดปกติเปิด (NO)
			สวิตช์ปุ่มกดปกติปิด (NC)
			สวิตช์ปุ่มกดหน้าสัมผัสค้าง

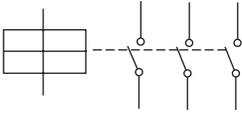
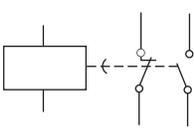
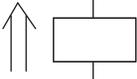
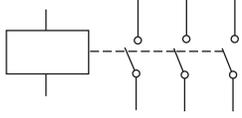
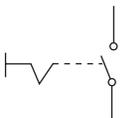
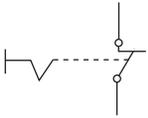
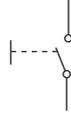
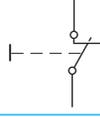
สัญลักษณ์			ความหมาย
DIN	ANSI	IEC	
			สวิตช์ความดัน (ควบคุมความดัน)
			สวิตช์ลู่กลอย (ควบคุมระดับของเหลว)
			สวิตช์ทำงานด้วยความร้อน
			โพลสวิตช์ (ควบคุมการไหล)
			ลิมิตสวิตช์ (ควบคุมระยะทาง)
			ฟิวส์
			คอยล์ของสวิตช์แม่เหล็ก หรือคอยล์รีเลย์
			ปลดหรือทริปด้วยแม่เหล็ก
			โอเวอร์โวลต์รีเลย์ทริปด้วยความร้อน
			หลอดไฟสัญญาณ
			เซอร์กิตเบรกเกอร์

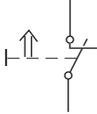
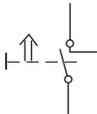
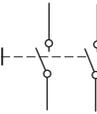
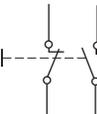
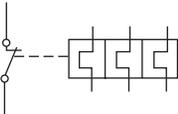
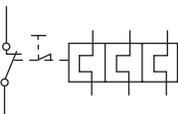
สัญลักษณ์			ความหมาย
DIN	ANSI	IEC	
			มอเตอร์แบบวาวด์โรเตอร์
			มอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟส แบบกรงกระรอก
			มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบซีรี่ส์ มีขดลวดอินเทอร์โพลบนอาร์เมเจอร์

ตารางที่ 1.2 แสดงตัวอย่างสัญลักษณ์ไฟฟ้าที่ใช้ร่วมกันสำหรับการควบคุมเครื่องกลไฟฟ้า

สัญลักษณ์	ความหมาย
<p>-----</p> <p>==</p>	ทำงานร่วมแกนเดียวกัน ต่อถึงช่วงสั้นๆ
<p>----->-----</p> <p>-----<-----</p> <p>-----X-----</p>	<p>รอเวลาเคลื่อนที่ไปทางขวา</p> <p>รอเวลาเคลื่อนที่ไปทางซ้าย</p> <p>รอเวลาเคลื่อนที่ไปทางซ้ายและขวา</p>
<p></p> <p></p> <p></p>	<p>คอนแทกปกติเปิดของรีเลย์ตั้งเวลา รอเวลาเปิดหลังตัดไฟออก</p> <p>คอนแทกปกติเปิด รอเวลาปิดของรีเลย์ตั้งเวลา ชนิดจ่ายไฟเข้าคอยล์ตลอดเวลา</p> <p>คอนแทกปกติปิดของรีเลย์ตั้งเวลา รอเวลาปิดหลังจากตัดไฟออก</p>

สัญลักษณ์	ความหมาย
	<p>คอนแทกปกติปิด รอเวลาเปิดของรีเลย์ตั้งเวลา ชนิดจ่ายไฟเข้าคอยล์ตลอดเวลา</p>
	<p>ทำงานด้วยมือ (ทั่วไป)</p>
	<p>ทำงานด้วยการกดลง</p>
	<p>ทำงานด้วยการดึงขึ้น</p>
	<p>ทำงานด้วยการหมุน</p>
	<p>ทำงานด้วยการผลักหรือกด</p>
	<p>ทำงานด้วยเท้าเหยียบ</p>
	<p>แบบถอดด้ามถือออกได้</p>
	<p>ทำงานด้วยแรงดันหรือกด</p>
	<p>ทำงานด้วยลูกเบี้ยว 3 ตำแหน่ง</p>
	<p>ทำงานแบบล็อก</p>
	<p>ทำงานแบบล็อกทางเดียว</p>
	<p>ทำงานแบบล็อกได้ทั้งสองข้าง</p>
	<p>ทำงานด้วยแรงทางกลทั่วไป</p>
	<p>ทำงานด้วยอุณหภูมิจึง</p>
	<p>ทำงานด้วยแรงดัน</p>
	<p>ทำงานด้วยลูกสูบ</p>

สัญลักษณ์	ความหมาย
	คอยล์ของคอนแทกเตอร์
	ลือกด้วยระบบไฟฟ้า
	ลือกด้วยระบบกลไก
	คอนแทกเตอร์ 3 คอนแทก ลือกด้วยไฟฟ้า
	สวิตช์หน่วงเวลาหรือรีเลย์ตั้งเวลา
	แสดงขณะอุปกรณ์กำลังทำงาน
	รีเลย์หรือคอนแทกเตอร์กำลังทำงาน
	คอยล์ของคอนแทกเตอร์พร้อมคอนแทกปกติเปิด 3 ขั้วทำงานพร้อมกัน
	สวิตช์ปิด-เปิดธรรมดา ลือกได้ปกติเปิด
	สวิตช์ปิด-เปิดธรรมดา ลือกได้ปกติปิด
	สวิตช์ปุ่มกด ปกติเปิด (NO)
	สวิตช์ปุ่มกด ปกติปิด (NC)

สัญลักษณ์	ความหมาย
	สวิตช์ปุ่มกด ปกติเปิด (NO) ขณะทำงานแล้ว
	สวิตช์ปุ่มกด ปกติปิด (NC) ขณะทำงานแล้ว
	สวิตช์ปุ่มกด ปกติเปิด (NO) สองตัวทำงานพร้อมกัน
	สวิตช์ปุ่มกด ชนิด 1 NC, 1 NO
	โอเวอร์โวลต์รีเลย์แบบธรรมดา
	โอเวอร์โวลต์รีเลย์แบบมี Reset
	หม้อแปลงไฟฟ้า
	หลอดสัญญาณ (Pilot Lamp)
	หวูดสัญญาณ
	ฟิวส์
	มอเตอร์ไฟฟ้า

2. การควบคุมเครื่องกลไฟฟ้า

การควบคุมเครื่องกลไฟฟ้าที่จะกล่าวถึงต่อไปนี้เป็น การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า (Motor Control) ให้สามารถทำงานตามคำสั่งได้อย่างถูกต้อง ปลอดภัย วิธีการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ามี 3 ลักษณะ คือ

2.1 ควบคุมด้วยมือ (Manual Control) จะควบคุมโดยการใช้คนหรือผู้ปฏิบัติงาน (Operator) เป็นผู้สั่ง โดยใช้อุปกรณ์ต่างๆ เช่น ใช้สวิตช์หรือใช้วิธีการเสียบปลั๊ก

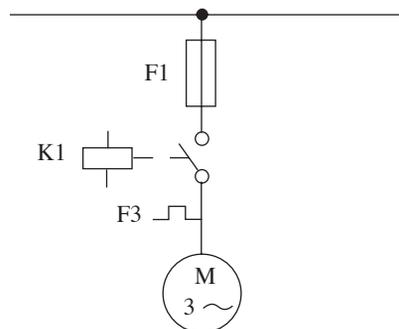
2.2 ควบคุมแบบกึ่งอัตโนมัติ (Semi Automatic Control) การควบคุมแบบนี้จะใช้อุปกรณ์เข้ามาช่วย เพื่อให้สามารถควบคุมได้ตามเป้าหมาย ได้แก่ การใช้สวิตช์ปุ่มกดพร้อมกับแมกเนติกคอนแทกเตอร์

2.3 ควบคุมแบบอัตโนมัติ (Automatic Control) การควบคุมแบบนี้จะใช้อุปกรณ์ตรวจจับและอาศัยผลจากการตรวจจับส่งสัญญาณให้ระบบทำงานได้ด้วยตัวเอง เช่น การใช้สวิตช์ลากลอย (Float Switch) ตรวจสอบระดับน้ำในถัง ถ้าน้ำลดปริมาณลง จะสั่งให้มอเตอร์ทำงาน และจะสั่งให้มอเตอร์หยุดทำงานเมื่อน้ำเต็มถึง หรือจะควบคุมอัตโนมัติโดยใช้ Time Relay เมื่อครบเวลาที่ตั้งไว้ หน้าสัมผัสจะต่อให้วงจรควบคุมทำงาน

3. การเขียนแบบวงจรควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า

การเขียนแบบหรือไดอะแกรม (Diagram) สำหรับงานควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ามีหลายมาตรฐาน แต่ส่วนใหญ่จะนิยมเขียนตามมาตรฐานของเยอรมัน ซึ่งมี 4 แบบดังนี้

3.1 แบบวงจรสายเดี่ยว (One Line Diagram) เป็นการเขียนแสดงการทำงานของวงจรกำลัง แต่จะเขียนด้วยเส้นเพียงเส้นเดียว การตีความหมายของแบบวงจรสายเดี่ยวจะต้องเป็นผู้ที่มีความรู้ความชำนาญเท่านั้น



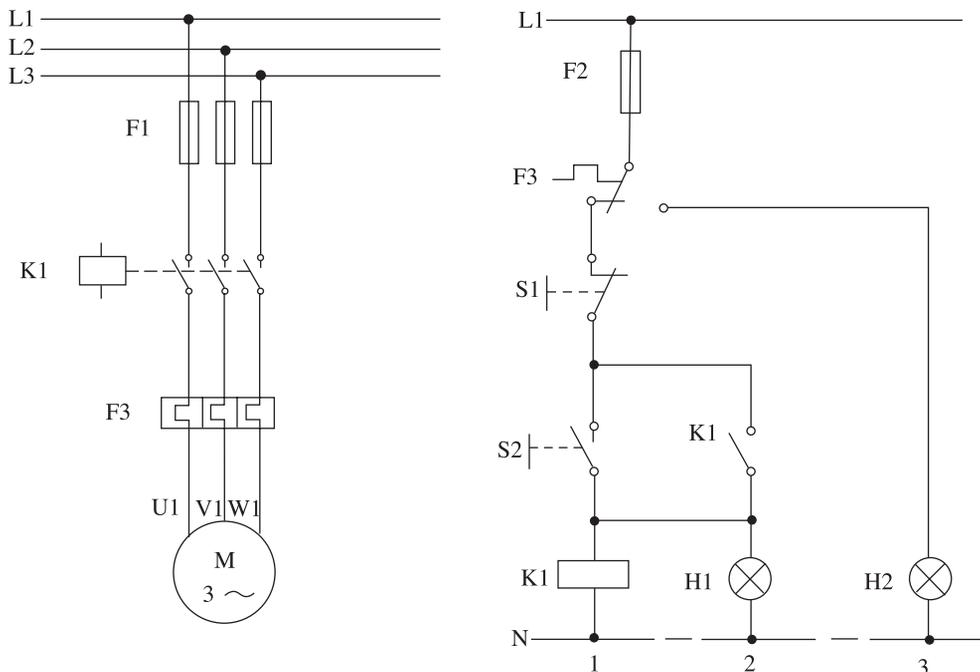
รูปที่ 1.1 แบบวงจรสายเดี่ยว

3.2 แบบแสดงการทำงาน (Schematic Diagram) แบ่งออกได้ 2 วงจร คือ

3.2.1 วงจรกำลัง (Power Circuit) คือ ส่วนของวงจรที่มีกระแสไฟฟ้าไหลจำนวนมาก ประกอบด้วย 4 ส่วน คือ ฟิวส์กำลัง (F1) หน้าสัมผัสของแมกเนติกคอนแทกเตอร์ (K1) โอเวอร์โวลต์รีเลย์ (F3) และมอเตอร์ไฟฟ้า (M1)

3.2.2 วงจรควบคุม (Control Circuit) คือ ส่วนแสดงลำดับการทำงานของอุปกรณ์ ส่วนนี้จะใช้กระแสไฟฟ้าเพียงเล็กน้อยเท่านั้น องค์ประกอบโดยทั่วไปของวงจรควบคุมมีดังนี้

- 1) ฟิวส์ควบคุม (F2)
- 2) หน้าสัมผัสของโอเวอร์โวลต์รีเลย์ (F3)
- 3) สวิตช์ปุ่มกดปกติปิด (NC) จำนวนมาก-น้อยตามลักษณะวงจร
- 4) สวิตช์ปุ่มกดปกติเปิด (NO) จำนวนมาก-น้อยตามลักษณะวงจร
- 5) หน้าสัมผัสปกติปิดหรือปกติเปิดของแมกเนติกคอนแทกเตอร์
- 6) คอยล์ของแมกเนติกคอนแทกเตอร์
- 7) หลอดไฟฟ้าสัญญาณ (H1)
- 8) สายนิวตรอน (N)
- 9) ตัวเลขด้านล่าง 1, 2, 3, หมายถึง จำนวนแถวของวงจรควบคุม



รูปที่ 1.2 แบบแสดงการทำงานของวงจรควบคุม