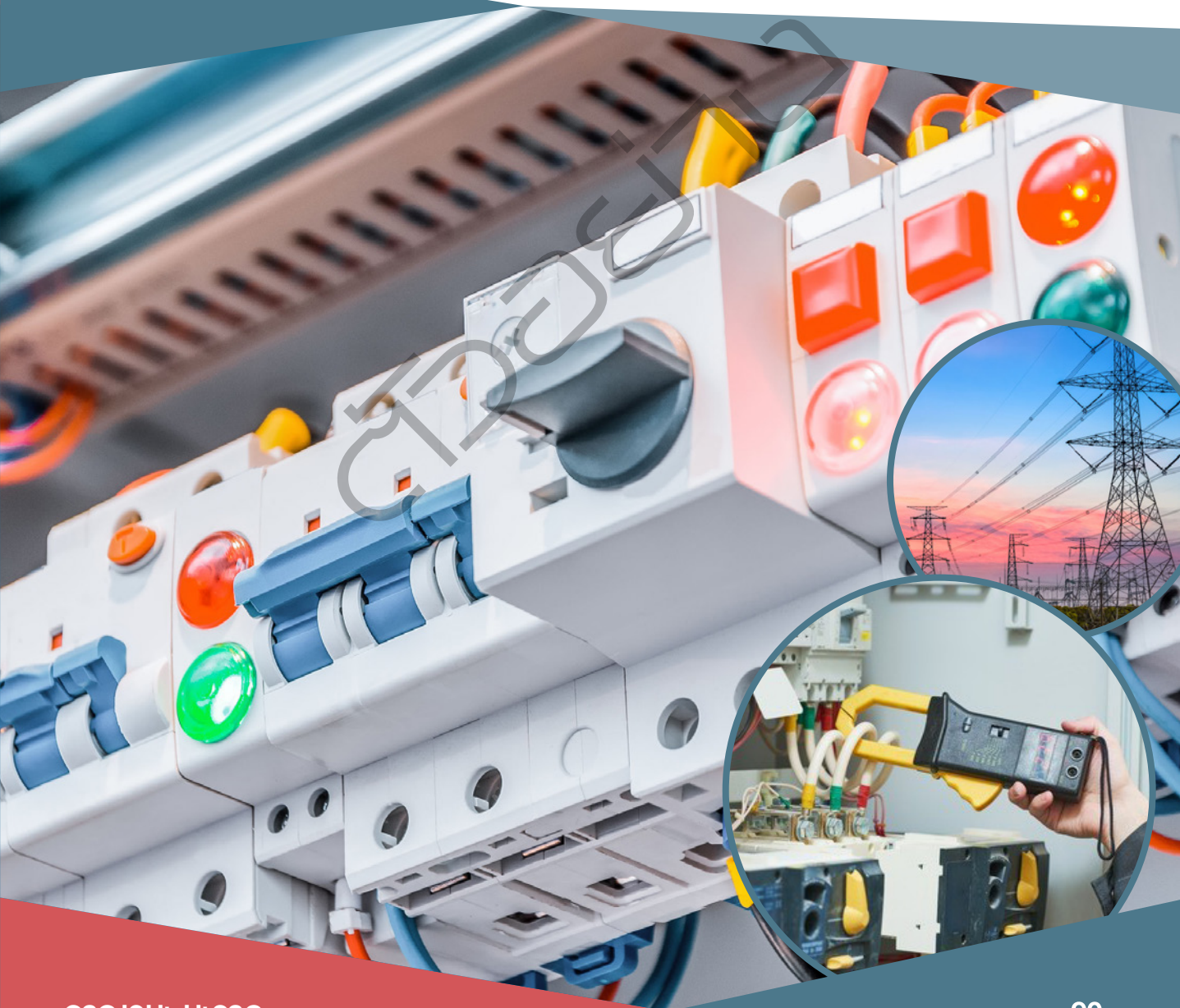


วงจรไฟฟ้ากระแสสลับ

ได้ผ่านการตรวจประเมินคุณภาพจากสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา
ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2562 ครั้งที่ 2 ประเภทวิชาอุตสาหกรรม กลุ่มสมรรถนะวิชาชีพเฉพาะ
ประกาศลำดับที่ 319



 **IMAC** EDUCATION

วงจรไฟฟ้ากระแสสลับ 20105-2003

หมวดวิชาสมรรถนะวิชาชีพ

กลุ่มสมรรถนะวิชาชีพเฉพาะ

หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2562

กาญจนะ มะลาด

ข้อมูลทางบรรณานุกรมของสำนักหอสมุดแห่งชาติ

กาญจนะ มะลาด.

วงจรไฟฟ้ากระแสสลับ (20105-2003).-- กรุงเทพฯ : แม็คเอดดูเคชั่น, 2562.

224 หน้า.

1. วงจรไฟฟ้า--กระแสสลับ. I. ชื่อเรื่อง.

621.3192

ISBN 978-616-345-060-9

จัดพิมพ์และจำหน่ายโดย

MAC EDUCATION

ผู้เขียน : กาญจนะ มะลาด

ผู้ทรงคุณวุฒิ : รศ. ดร.ปรัชญนันท์ นิลสุข

การสั่งซื้อ : ส่งรณาดิส่งจ่าย ไปรษณีย์ลาดพร้าว ในนาม บริษัท แม็คเอดดูเคชั่น จำกัด
เลขที่ 9/99 อาคารแม็ค ซอยลาดพร้าว 38 ถนนลาดพร้าว แขวงจันทระเกษม
เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

☎ : 0-2938-2022-7 FAX : 0-2938-2028

www.MACeducation.com

พิมพ์ครั้งที่ : 1

จำนวนที่พิมพ์ : 3,000 เล่ม

ราคาจำหน่าย : 90 บาท

ปีที่พิมพ์ : 2562

พิมพ์ที่ : บริษัท เพ็ญทรัพย์ การพิมพ์ จำกัด

(สงวนลิขสิทธิ์ตามกฎหมาย ห้ามลอกเลียน ไม่ว่าจะเป็นส่วนหนึ่งส่วนใดของหนังสือเล่มนั้นนอกจากจะได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษร)

คำนำ

ตามที่กระทรวงศึกษาธิการได้ประกาศใช้หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2562 เพื่อมุ่งผลิตและพัฒนากำลังคนระดับฝีมือให้มีสมรรถนะ มีคุณธรรมจริยธรรม และจรรยาบรรณวิชาชีพ สามารถประกอบอาชีพอิสระ เป็นผู้ประกอบการที่มีคุณภาพ หรือประกอบอาชีพอื่น ๆ ได้ตรงตามความต้องการของสถานประกอบการทั้งในประเทศและในภูมิภาคอาเซียน

บริษัท แม็คเอ็ดดูเคชั่น จำกัด ผู้ผลิตและจำหน่ายหนังสือเรียน สื่อการเรียนรู้ และวารสารทางการศึกษา ทั้งในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน ระดับอาชีวศึกษา ตระหนักถึงภารกิจสำคัญในการมีส่วนร่วมในการสนับสนุน ส่งเสริมการศึกษาระดับอาชีวศึกษาให้บรรลุผลสมดังเจตนารมณ์ที่ตั้งไว้ จึงได้แต่งตั้งคณะทำงาน ซึ่งประกอบด้วยนักวิชาการและผู้สอนทั้งในระดับอาชีวศึกษาและระดับอุดมศึกษาที่มีความเชี่ยวชาญ ด้านหลักสูตรและการจัดการเรียนรู้ ดำเนินการวิเคราะห์หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2562 ในแต่ละสาขาวิชาเพื่อจัดทำสื่อการเรียนรู้ อันประกอบด้วย

1. หนังสือเรียนที่จัดทำให้ตรงกับจุดประสงค์รายวิชา สมรรถนะรายวิชา และคำอธิบายรายวิชา ทั้งนี้โดยคำนึงถึงสอดคล้องกับมาตรฐานการศึกษาวิชาชีพทั้ง 3 ด้าน คือ ด้านคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์ ด้านสมรรถนะแกนกลาง และด้านสมรรถนะวิชาชีพ

2. แผนการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นการพัฒนาสมรรถนะของผู้เรียนผ่านกิจกรรมการเรียนรู้หลากหลายรูปแบบ เพื่อเป็นแนวทางให้ผู้สอนนำไปปรับให้เหมาะสมกับธรรมชาติของผู้เรียนและจุดเน้นของสถานศึกษา

จุดเด่นของหนังสือเรียนชุดใหม่ มีดังนี้

1. นำเสนอในรูปแบบหน่วยการเรียนรู้ ที่เนื้อหาง่ายต่อการเรียนรู้ แต่ยังคงไว้ซึ่งความเข้มข้น และทันสมัย ทั้งนี้เนื้อหาในหนังสือเรียนมุ่งเน้นให้สัมพันธ์กับจุดประสงค์การเรียนรู้ หลักการเรียนรู้ตามสภาพจริง (Authentic Learning) และการประเมินผลตามสภาพจริง (Authentic Assessment)

2. แทรกกิจกรรมตรวจสอบความเข้าใจ กิจกรรมตามสมรรถนะรายวิชา กิจกรรมการฝึกกระบวนการคิด (Thinking Skills) และกิจกรรมบูรณาการให้แก่ผู้เรียน

3. พัฒนาสมรรถนะแกนกลางและสมรรถนะวิชาชีพผ่านกระบวนการปฏิบัติงานโดยใช้ใบช่วยสอน เป็นสื่อสำหรับการฝึกกระบวนการเรียนรู้ที่สำคัญ เช่น การเรียนรู้จากโครงงาน (Project-based Learning)

4. มีแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยจัดทำแบบทดสอบให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ประจำหน่วยการเรียนนั้น ๆ ทำายหน่วยการเรียนรู้ทุกหน่วย

บริษัท แม็คเอดดูเคชั่น จำกัด ขอขอบคุณสถานศึกษา ครู คณาจารย์ ผู้สอน ผู้เรียน และผู้ที่สนใจทุกท่านที่ให้ความไว้วางใจในสื่อการเรียนรู้ของบริษัท บริษัทหวังเป็นอย่างยิ่งว่าสื่อการเรียนรู้ชุดนี้จะมีส่วนช่วยให้การจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพและประสิทธิผล เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพทัดเทียมระดับสากลต่อไป

บริษัท แม็คเอดดูเคชั่น จำกัด

รหัส 20105-2003

วิชาวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ

ทฤษฎี 1 ชั่วโมง ปฏิบัติ 3 ชั่วโมง 2 หน่วยกิต

จุดประสงค์รายวิชา เพื่อให้

1. เข้าใจหลักการกำเนิดสัญญาณไฟฟ้ากระแสสลับ
2. มีทักษะในการคำนวณค่าต่างๆ ในวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ
3. มีทักษะในการประกอบวงจร การใช้เครื่องมือวัดและทดสอบวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ
4. มีเจตคติที่ดีต่อวิชาชีพ มีกิจนิสัยในการค้นคว้าเพิ่มเติม ปฏิบัติงานด้วยความละเอียดรอบคอบ คำนึงถึงความถูกต้องและปลอดภัย

สมรรถนะรายวิชา

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับความสัมพันธ์ของค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ในวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ
2. ประกอบและทดสอบวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาและปฏิบัติงานเกี่ยวกับแหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ พารามิเตอร์ของคลื่นรูปไซน์ คำนวณและทดสอบค่ากระแสไฟฟ้า แรงดันไฟฟ้า อิมพีแดนซ์ คาบเวลา ความถี่ เฟส กำลังไฟฟ้า เพาเวอร์แฟกเตอร์ จำนวนเชิงซ้อน เฟสเซอร์ไดอะแกรม วงจร RLC แบบอนุกรม แบบขนาน และแบบผสม วงจรเรโซแนนซ์ วงจรฟิลเตอร์ โดยใช้เครื่องมือวัดพื้นฐาน

ตารางวิเคราะห์สมรรถนะประจำหน่วย

หน่วยการเรียนรู้ที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	สมรรถนะประจำหน่วย
1	ไฟฟ้ากระแสสลับ	1. แสดงความรู้เกี่ยวกับการเกิดรูปคลื่นไซน์ 2. คำนวณค่าต่างๆ ของรูปคลื่นไซน์
2	จำนวนเชิงซ้อนและเฟสเซอร์ไดอะแกรม	1. แสดงความรู้เกี่ยวกับจำนวนเชิงซ้อนและเฟสเซอร์ไดอะแกรม 2. นำหลักทฤษฎีจำนวนเชิงซ้อนและเฟสเซอร์ไดอะแกรมไปประยุกต์ใช้ในวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ
3	พารามิเตอร์ของรูปคลื่นไซน์และตัวต้านทาน ตัวเหนี่ยวนำ ตัวเก็บประจุ	1. แสดงความรู้เกี่ยวกับพารามิเตอร์ของรูปคลื่นไซน์ในวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ 2. ต่อตัวต้านทาน ตัวเหนี่ยวนำ และตัวเก็บประจุอย่างใดอย่างหนึ่งเข้ากับวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ
4	วงจร RLC อนุกรม	1. แสดงความรู้เกี่ยวกับการนำตัวต้านทาน ตัวเหนี่ยวนำ และตัวเก็บประจุที่ต่อแบบอนุกรมในวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ 2. คำนวณตัวต้านทาน ตัวเหนี่ยวนำ และตัวเก็บประจุที่ต่อแบบอนุกรมในวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ
5	วงจร RLC ขนาน	1. แสดงความรู้เกี่ยวกับการนำตัวต้านทาน ตัวเหนี่ยวนำ และตัวเก็บประจุที่ต่อแบบขนานในวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ 2. คำนวณตัวต้านทาน ตัวเหนี่ยวนำ และตัวเก็บประจุที่ต่อแบบขนานในวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ

หน่วย การเรียนรู้ที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	สมรรถนะประจำหน่วย
6	วงจร RLC ผสม	1. แสดงความรู้เกี่ยวกับการนำตัวต้านทาน ตัวเหนี่ยวนำ และตัวเก็บประจุที่ต่อแบบผสมในวงจรไฟฟ้า กระแสสลับ 2. คำนวณตัวต้านทาน ตัวเหนี่ยวนำ และตัวเก็บประจุที่ต่อแบบอนุกรม-ขนาน และที่ต่อแบบขนาน-อนุกรม
7	วงจรเรโซแนนซ์และวงจรฟิลเตอร์	1. แสดงความรู้เกี่ยวกับวงจรเรโซแนนซ์ 2. คำนวณเกี่ยวกับวงจรเรโซแนนซ์ 3. แสดงความรู้เกี่ยวกับวงจรฟิลเตอร์
8	กำลังไฟฟ้าและเพาเวอร์แฟกเตอร์	1. แสดงความรู้เกี่ยวกับกำลังไฟฟ้าในวงจรกระแสสลับ 2. คำนวณเพาเวอร์แฟกเตอร์ในวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ

สารบัญ

	หน้า
หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 ไฟฟ้ากระแสสลับ	1
1. แหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ	2
2. หลักการเกิดไฟฟ้ากระแสสลับ	4
3. ค่าต่างๆ ของรูปคลื่นไซน์	6
แบบทดสอบเพื่อประเมินผลหลังการเรียนรู้	23
หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 จำนวนเชิงซ้อนและเฟสเซอร์ไดอะแกรม	25
1. จำนวนเชิงซ้อน	26
2. เฟสเซอร์ไดอะแกรม	32
แบบทดสอบเพื่อประเมินผลหลังการเรียนรู้	45
หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 พารามิเตอร์ของรูปคลื่นไซน์และตัวต้านทาน ตัวเหนี่ยวนำ ตัวเก็บประจุ	47
1. พารามิเตอร์ของรูปคลื่นไซน์	48
2. ตัวต้านทานเพียงอย่างเดียวในวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ	51
3. ตัวเหนี่ยวนำเพียงอย่างเดียวในวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ	53
4. ตัวเก็บประจุเพียงอย่างเดียวในวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ	56
5. การคำนวณในรูปจำนวนเชิงซ้อน	61
แบบทดสอบเพื่อประเมินผลหลังการเรียนรู้	78
หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 วงจร RLC อนุกรม	80
1. วงจร RL อนุกรม	81
2. วงจร RC อนุกรม	84
3. วงจร RLC อนุกรม	86
4. การคำนวณในรูปจำนวนเชิงซ้อน	91
แบบทดสอบเพื่อประเมินผลหลังการเรียนรู้	109

	หน้า
หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 วงจร RLC ขนาน	111
1. วงจร RL ขนาน	112
2. วงจร RC ขนาน	114
3. วงจร RLC ขนาน	117
4. การคำนวณในรูปจำนวนเชิงซ้อน	121
แบบทดสอบเพื่อประเมินผลหลังการเรียนรู้	139
หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 วงจร RLC ผสม	141
1. วงจร RLC ต่อแบบอนุกรม-ขนาน	142
2. วงจร RLC ต่อแบบขนาน-อนุกรม	145
3. การคำนวณในรูปจำนวนเชิงซ้อน	148
แบบทดสอบเพื่อประเมินผลหลังการเรียนรู้	153
หน่วยการเรียนรู้ที่ 7 วงจรเรโซแนนซ์และวงจรฟิลเตอร์	155
1. วงจรเรโซแนนซ์แบบอนุกรม	156
2. วงจรเรโซแนนซ์แบบขนาน	159
3. การคำนวณในรูปจำนวนเชิงซ้อน	164
4. วงจรฟิลเตอร์	165
แบบทดสอบเพื่อประเมินผลหลังการเรียนรู้	179
หน่วยการเรียนรู้ที่ 8 กำลังไฟฟ้าและเพาเวอร์แฟกเตอร์	181
1. กำลังไฟฟ้ากระแสสลับ	182
2. สามเหลี่ยมกำลัง	183
3. เพาเวอร์แฟกเตอร์	184
4. การแก้เพาเวอร์แฟกเตอร์	190
5. กำลังไฟฟ้าเชิงซ้อน	193
แบบทดสอบเพื่อประเมินผลหลังการเรียนรู้	211
บรรณานุกรม	213

האגודה

ไฟฟ้ากระแสสลับ

สาระการเรียนรู้

1. แหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ
2. หลักการเกิดไฟฟ้ากระแสสลับ
3. ค่าต่างๆ ของรูปคลื่นไซน์

ไฟฟ้ากระแสสลับ

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. บอกแหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับได้
2. บอกหลักการเกิดไฟฟ้ากระแสสลับได้
3. บอกความสัมพันธ์ค่าต่าง ๆ ของรูปคลื่นไซน์ได้

สมรรถนะประจำหน่วย

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับการเกิดรูปคลื่นไซน์
2. คำนวณค่าต่าง ๆ ของรูปคลื่นไซน์

ไฟฟ้ากระแสสลับ

1. แหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ

แหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ หมายถึง แหล่งผลิตพลังงานไฟฟ้ากระแสสลับที่ใช้กันทั่วไปตามบ้านเรือน ในโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ มี 2 แบบ คือ แหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส (Single Phase) และแหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส (Three Phase)

1.1 แหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส ต้นกำเนิดที่เป็นแหล่งผลิตกระแสไฟฟ้า คือ เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส มีส่วนประกอบที่สำคัญ 2 ส่วน คือ

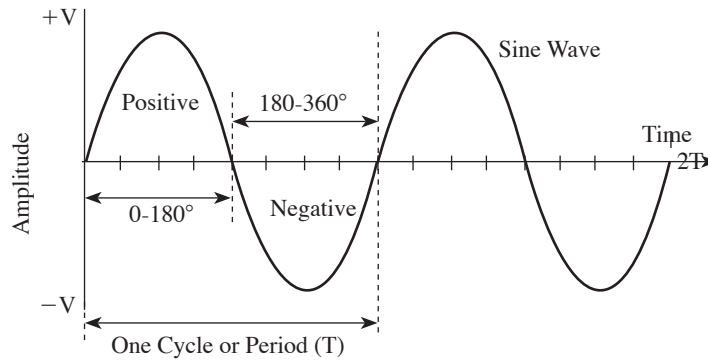
1.1.1 สเตเตอร์ (Stator) เป็นส่วนที่อยู่กับที่ ประกอบด้วยขดลวดสนามแม่เหล็ก ขั้วแม่เหล็ก และโครง (Frame)

1.1.2 โรเตอร์ (Rotor) เป็นส่วนที่เคลื่อนที่หรือส่วนที่หมุน ประกอบด้วยขดลวดอาร์เมเจอร์ สลิปริง และเพลา (Shaft)

หลักการทำงาน เริ่มจากเมื่อนำเอาเครื่องต้นกำลังจำพวกมอเตอร์หรือเครื่องยนต์มาขับเคลื่อนเครื่องกำเนิดไฟฟ้า โรเตอร์จะหมุนตัดผ่านขดลวดสนามแม่เหล็ก จะทำให้เกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำจ่ายออกมาที่สลิปริงในลักษณะรูปคลื่นไซน์ (Sine Wave) โดยมีค่าสูงสุดทางบวกที่มุม 90 องศา และค่าสูงสุดทางลบที่มุม 180 องศา สลับไป-มาเช่นนี้เรื่อยไป พิกัดแรงดันไฟฟ้าที่ใช้งานคือ 220 โวลต์ ความถี่ 50 เฮิรตซ์



รูปที่ 1.1 เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส ขับด้วยเครื่องต้นกำลังที่เป็นเครื่องยนต์

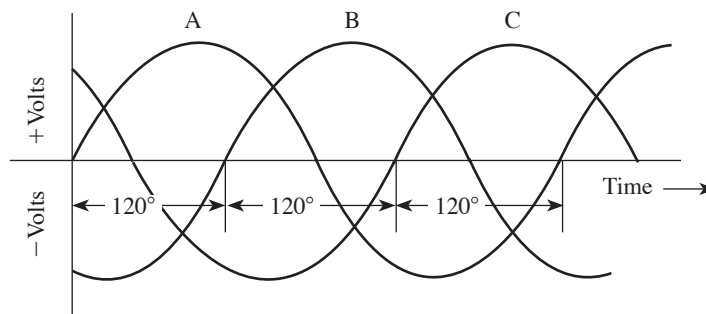


รูปที่ 1.2 ลักษณะรูปคลื่นไซน์ของแหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส

1.2 แหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส ผลิตขึ้นจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส โครงสร้างจะคล้ายกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส กล่าวคือ จะมีขดลวดอาร์เมเจอร์จำนวน 3 ชุด แต่ละชุดหรือแต่ละเฟส คือ เฟส A, B, C จะพันห่างกัน 120 องศาทางไฟฟ้า พิกัดแรงดันไฟฟ้าที่ผลิตออกมาจะมากน้อยตามการออกแบบ ถ้าเป็นขนาดใหญ่จะผลิตแรงดันไฟฟ้าออกมาเท่ากับ 13,800 โวลต์



รูปที่ 1.3 เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส



รูปที่ 1.4 ลักษณะรูปคลื่นของแหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส

2. หลักการเกิดไฟฟ้ากระแสสลับ

เมื่อตัวนำเคลื่อนที่ตัดสนามแม่เหล็ก จะเกิดแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำขึ้นที่ตัวนำนั้น โดยที่ค่าแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำจะเปลี่ยนแปลงตามค่ามุมที่ตัวนำเคลื่อนที่ไป เมื่อตัวนำหมุนตัดสนามแม่เหล็กครบ 1 รอบ ระยะทางเชิงมุมจะเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นจาก 0 องศา จนถึง 360 องศา หรือจาก 0 ถึง 2π เรเดียน นั่นคือค่าแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำจะเปลี่ยนแปลงตามสมการ

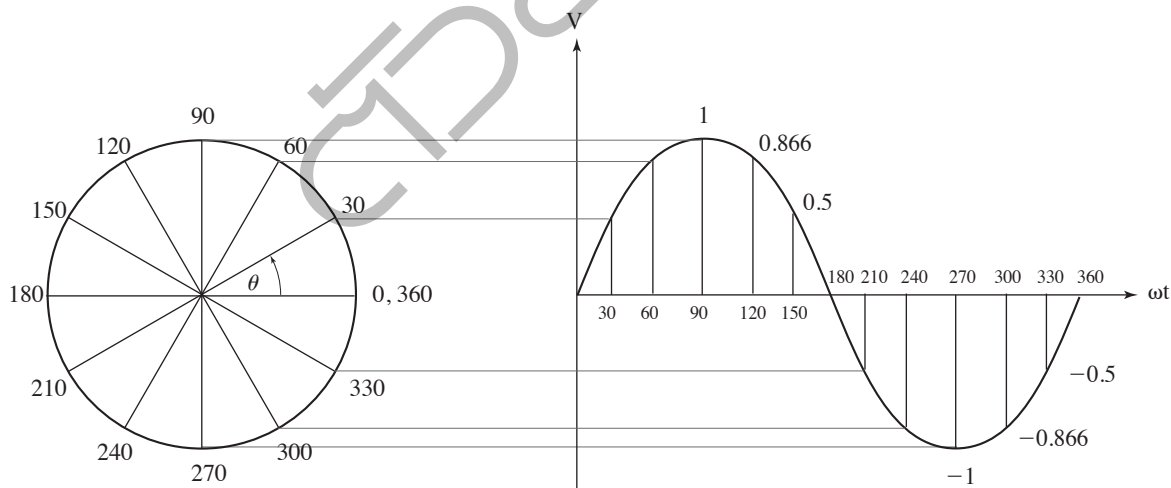
$$e = V_m \sin \theta$$

เมื่อ e = แรงดันไฟฟ้าชั่วขณะ มีหน่วยเป็นโวลต์ (V)

V_m = แรงดันไฟฟ้าสูงสุดของไฟฟ้ากระแสสลับ มีทั้งค่าบวกและค่าลบ มีหน่วยเป็นโวลต์ (V)

θ = มุมที่ตัวนำเคลื่อนที่ไป หรือมุมของรูปคลื่น มีหน่วยเป็นองศา หรือพายเรเดียน (π rad)

เมื่อพิจารณามุม (θ) การเคลื่อนที่ของตัวนำช่วงละ 30 องศา จะแสดงให้เห็นค่าแรงดันไฟฟ้าที่เกิดขึ้นที่มุมต่างๆ ดังรูปที่ 1.5 ซึ่งจะมีทั้งช่วงที่แรงดันไฟฟ้ามีค่าเป็นบวกและช่วงที่แรงดันไฟฟ้ามีค่าเป็นลบ รายละเอียดตามตาราง



รูปที่ 1.5 แสดงหลักการเกิดรูปคลื่นไซน์

ตารางแสดงมุมการเคลื่อนที่ของตัวนำและค่า $\sin \theta$

มุม θ (องศา)	มุม π rad (พายเรเดียน)	$\sin \theta$
0	0	0
30	$\frac{\pi}{6}$	0.5
60	$\frac{\pi}{3}$	0.866
90	$\frac{\pi}{2}$	1
120	$\frac{2\pi}{3}$	0.866
150	$\frac{5\pi}{6}$	0.5
180	π	0
210	$\frac{7\pi}{6}$	-0.5
240	$\frac{4\pi}{3}$	-0.866
270	$\frac{3\pi}{2}$	-1
300	$\frac{5\pi}{3}$	-0.866
330	$\frac{11\pi}{6}$	-0.5
360	2π	0

3. ค่าต่างๆ ของรูปคลื่นไซน์

แรงดันไฟฟ้ากระแสสลับมีการเปลี่ยนแปลงค่าบวกและค่าลบตลอดเวลาสลับกันเรื่อยไป สำหรับลักษณะรูปคลื่นไฟฟ้ากระแสสลับมีหลายลักษณะ เช่น รูปคลื่นสามเหลี่ยม รูปคลื่นสี่เหลี่ยม รูปคลื่นไซน์ โดยทั่วไปจะกล่าวถึงรูปคลื่นไซน์ เนื่องจากเป็นรูปคลื่นที่เกิดจากการทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส ค่าต่างๆ ของรูปคลื่นไซน์ มีดังนี้

3.1 คาบเวลาและความถี่

คาบเวลา (Period; t) คือ ระยะเวลาการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของคลื่นครบ 1 รอบ หรือไซเคิล (Cycle) เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า 1 ลูก มีหน่วยเป็นวินาที (Second; s)

ความถี่ (Frequency; f) คือ จำนวนรอบหรือจำนวนลูกคลื่นที่เกิดขึ้นใน 1 วินาที มีหน่วยเป็นรอบต่อวินาที (Cycle/Second) หรือเฮิรตซ์ (Hertz; Hz)

ความสัมพันธ์ระหว่าง t และ f พิจารณาดังนี้

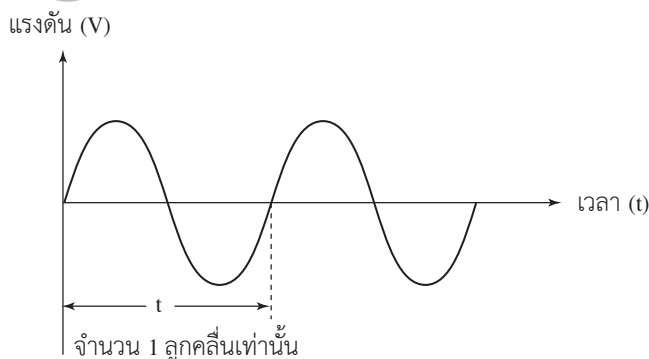
เวลา t วินาที เกิดคลื่น 1 ลูก

เวลา 1 วินาที เกิดคลื่น $\frac{1}{t}$ ลูก

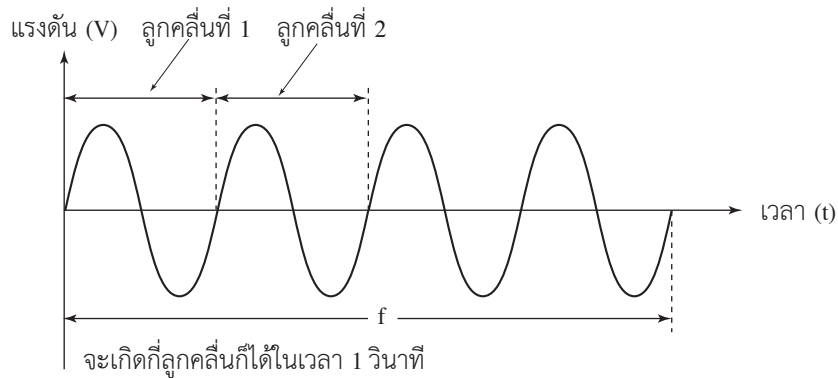
แต่จำนวนลูกคลื่นใน 1 วินาที เรียกว่า ความถี่ นั่นคือ

$$\text{ความถี่ (f)} = \frac{1}{t} \quad \text{.....(1.1)}$$

$$\text{และ คาบเวลา (t)} = \frac{1}{f} \quad \text{.....(1.2)}$$



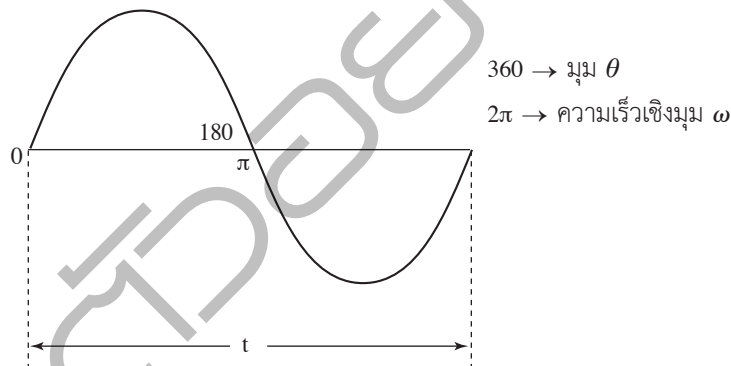
รูปที่ 1.6 แสดงคาบเวลา (t)



รูปที่ 1.7 แสดงความถี่ (f)

3.2 ความเร็วเชิงมุม

ความเร็วเชิงมุม (Angular Velocity) ใช้สัญลักษณ์ ω (Omega) คือ อัตราการเปลี่ยนมุม (θ) ของรูปคลื่นต่อเวลา (t) มีหน่วยเป็นเรเดียนต่อวินาที (Radian/Second หรือ rad/s)



รูปที่ 1.8 แสดงความเร็วเชิงมุม

ความถี่ 1 รอบต่อวินาที จะได้มุม 2π เรเดียน

ความถี่ 1 รอบต่อวินาที จะได้ความเร็วเชิงมุม 2π เรเดียนต่อวินาที

ความถี่ f รอบต่อวินาที จะได้ความเร็วเชิงมุม $2\pi f$ เรเดียนต่อวินาที

นั่นคือ $\omega = 2\pi f$ เรเดียนต่อวินาที

.....(1.3)

เมื่อ ω = ความเร็วเชิงมุม หน่วยเป็นเรเดียนต่อวินาที (rad/s)

π = ค่าคงที่ เท่ากับ $\frac{22}{7}$ หรือ 3.14

f = ความถี่ หน่วยเป็นเฮิรตซ์ (Hz)

หนังสือเรียนอาชีวศึกษา

หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) พุทธศักราช 2562

สื่อการเรียนรู้แบบบูรณาการความรู้ สมรรถนะ และกิจกรรมในการทำงาน

เนื้อหาดี มีคุณภาพ ตรงตามจุดประสงค์รายวิชา สมรรถนะรายวิชา และคำอธิบายรายวิชาของหลักสูตร
มุ่งเน้นกิจกรรมตามสมรรถนะวิชาชีพให้แก่ผู้เรียน และใบช่วยสอนโดยเน้นกระบวนการเรียนรู้ที่สำคัญ :-



Project-based Learning



Thinking Skills



Green Technology



Creative Economic



MAC iLink



หลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง



มีแผนการจัดการเรียนรู้ที่ทันสมัย สะดวก และปรับได้
สำหรับผู้สอนใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้

- หนังสือ ☒ 1 สัปดาห์ จำนวน 213 หน้า
☐ 2 สัปดาห์ จำนวน หน้า
☐ 4 สัปดาห์ จำนวน หน้า
- กระดาษ ปอนด์
- ความหนา กระดาษปก 210 แกรม
กระดาษเนื้อใน 70 แกรม

วงจรไฟฟ้ากระแสสลับ



3407209100

MAC | MAC EDUCATION

www.MACeducation.com



9 786163 450609

ราคา 90 บาท