



แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ

บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ

รายวิชาหม้อแปลงไฟฟ้า (Transformers)

รหัสวิชา 20104-2105

โดย

ว่าที่ร้อยตรีหญิงชนนิกานต์ มั่งอุตม์

สาขาวิชาไฟฟ้า

วิทยาลัยการอาชีพบางสะพาน

อาชีวศึกษาจังหวัดประจวบคีรีขันธ์

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

กระทรวงศึกษาธิการ

คำนำ

แผนการสอนบูรณาการหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง ฉบับนี้จัดทำขึ้นเพื่อนำมาใช้กับรายวิชาหม้อแปลงไฟฟ้า รหัสวิชา 20104-2105 จำนวน 2 หน่วยกิต 4 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2562 ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา (สอศ.) กระทรวงศึกษาธิการ จัดอยู่ในหมวดวิชาชีพ สาขางานไฟฟ้ากำลัง เป็นแผนการสอนเพื่อเป็นแนวทางให้ครูผู้สอน จัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่มุ่งเน้นฐานสมรรถนะและการบูรณาการ ตรงตามจุดประสงค์รายวิชา มาตรฐานรายวิชา คำอธิบายรายวิชา เพื่อพัฒนาบทบาทของผู้เรียนให้เป็นผู้จัดการแสวงหาความรู้ สร้างองค์ความรู้ใหม่ และในบทบาทของผู้สอนเปลี่ยนจากผู้ให้ความรู้มาเป็นผู้ชี้แนะ พร้อมทั้งดำเนินการจัดสิ่งแวดล้อมให้เอื้ออำนวยต่อความสนใจกับการเรียนรู้ของผู้เรียน จัดห้องเรียนเป็นสถานที่ทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มเรียนรู้ให้รู้จักร่วมคิดร่วมทำ รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ฝึกความมีน้ำใจ เกิดทักษะความสามารถที่นำไปทำงานได้ มีความเชื่อมั่น มีความซื่อสัตย์และเป็นคนดีทั้งกาย วาจา ใจ มีคุณธรรม จรรยาบรรณ ทศนคติที่ดีในวิชาชีพ และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าแผนการสอนฉบับนี้ จะช่วยสนับสนุนให้กระบวนการเรียนการสอนของครูและนักเรียนประสบผลสำเร็จดียิ่งขึ้น

ว่าที่ร้อยตรีหญิงชนนิกันต์ มั่งอุตม์

สาขาวิชาไฟฟ้า

วิทยาลัยการอาชีพบางสะพาน



หลักสูตรรายวิชา

ชื่อวิชาหม้อแปลงไฟฟ้า (Transformers)

รหัสวิชา 20104-2105 ทฤษฎี 1 ปฏิบัติ 3 หน่วยกิต 2

☒ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ ☐ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง

สาขาวิชาไฟฟ้า

สาขางานไฟฟ้า

จุดประสงค์รายวิชา เพื่อให้

1. มีเข้าใจ โครงสร้าง หลักการทำงาน ชนิดและขนาดของหม้อแปลงไฟฟ้า
2. มีทักษะในการพันหม้อแปลงการนำไปใช้งานและการบำรุงรักษา
3. มีเจตคติและกิจนิสัยในการปฏิบัติงาน มีความละเอียดรอบคอบ ปลอดภัย เป็นระเบียบ สะอาดตรงต่อเวลา มีความซื่อสัตย์และมีความรับผิดชอบ

สมรรถนะรายวิชา

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับโครงสร้างและหลักการทำงานของหม้อแปลงไฟฟ้า
2. ปฏิบัติงานถอด พันขดลวดต่อวงจร ประกอบชิ้นส่วนและทดสอบหม้อแปลงไฟฟ้า
3. ซ่อมบำรุงรักษาหม้อแปลงไฟฟ้า

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาและปฏิบัติ โครงสร้าง ชนิด ขนาดของหม้อแปลงไฟฟ้า และหม้อแปลงความถี่สูง หลักการเกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำ สมการแรงเคลื่อนไฟฟ้า อัตราส่วนการเปลี่ยนแปลง หม้อแปลงประกอบเครื่องวัดไฟฟ้า การออกแบบหม้อแปลงขนาดเล็ก งานถอดประกอบชิ้นส่วนและแปลงไฟฟ้า งานออกแบบและสร้างขั้วบับแปลงไฟฟ้า งานต่อหม้อแปลงไฟฟ้าแบบสตาร์ เดลต้า งานทดสอบหาค่าการสูญเสียและแปลงไฟฟ้า งานกำหนดขั้วหม้อแปลงไฟฟ้า งานบำรุงรักษาหม้อแปลงไฟฟ้า

หน่วยการเรียนรู้

หน่วยที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	จำนวน ชั่วโมง	สัปดาห์ที่
1	หลักการเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้า	4	1
2	โครงสร้างของหม้อแปลงไฟฟ้า	4	2
3	หลักการทำงานและอัตราส่วนของหม้อแปลงไฟฟ้า	4	3
4	สภาวะการทำงานของหม้อแปลงไฟฟ้า	4	4
5	การต่อหม้อแปลงไฟฟ้าใช้งาน	20	5-9
6	การพันหม้อแปลงไฟฟ้าขนาดเล็ก	20	10-14
7	การบำรุงรักษาหม้อแปลงไฟฟ้า	4	15
8	การทดสอบหม้อแปลงไฟฟ้าและประสิทธิภาพ	4	16
9	หม้อแปลงไฟฟ้าใช้ประกอบเครื่องมือวัด	4	17-18
		72	

หน่วยการเรียนรู้และสมรรถนะประจำหน่วย

ชื่อหน่วย	สมรรถนะ		
	ความรู้	ทักษะ	คุณลักษณะที่พึงประสงค์
หน่วยที่ 1 แม่เหล็กไฟฟ้า	1.1 แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า 1.2 การเกิดสนามแม่เหล็กรอบตัวนำ 1.3 การเหนี่ยวนำ 1.4 การเหนี่ยวนำไฟฟ้า 1.5 ทิศทางของแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำ 1.6 การคำนวณหาค่าแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำ	1.1 แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า 1.2 การเกิดสนามแม่เหล็กรอบตัวนำ 1.3 การเหนี่ยวนำ 1.4 การเหนี่ยวนำไฟฟ้า 1.5 ทิศทางของแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำ 1.6 การคำนวณหาค่าแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำ	ด้านคุณธรรม จริยธรรม/บูรณาการ ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง แสดงออกถึงการตรงต่อเวลา ทำงานด้วยความประณีต รอบคอบ สะอาด ปลอดภัย รักษาสภาพแวดล้อม
หน่วยที่ 2 โครงสร้างของหม้อแปลงไฟฟ้า	2.1 ส่วนประกอบของหม้อแปลงไฟฟ้า 2.2 หม้อแปลงไฟฟ้า 1 เฟส 2.3 หม้อแปลงไฟฟ้า 3 เฟส	2.1 ส่วนประกอบของหม้อแปลงไฟฟ้า 2.2 หม้อแปลงไฟฟ้า 1 เฟส 2.3 หม้อแปลงไฟฟ้า 3 เฟส	ด้านคุณธรรม จริยธรรม/บูรณาการ ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง แสดงออกถึงการตรงต่อเวลา ทำงานด้วยความประณีต รอบคอบ สะอาด ปลอดภัย รักษาสภาพแวดล้อม
หน่วยที่ 3 หลักการทำงานของหม้อแปลงไฟฟ้า	3.1 หลักการทำงานเบื้องต้นของหม้อแปลงไฟฟ้า 3.2 สมการแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำ 3.3 อัตราส่วนของหม้อแปลงไฟฟ้า	3.1 หลักการทำงานเบื้องต้นของหม้อแปลงไฟฟ้า 3.2 สมการแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำ	ด้านคุณธรรม จริยธรรม/บูรณาการ ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง แสดงออกถึงการตรงต่อเวลา ทำงานด้วยความประณีต รอบคอบ

		3.3 อัตราส่วนของหม้อแปลงไฟฟ้า	สะอาด ปลอดภัย รักษาสภาพแวดล้อม
หน่วยที่ 4 หม้อแปลงไฟฟ้าแบบออโตและหม้อแปลงไฟฟ้าประกอบเครื่องวัด	4.1 หม้อแปลงไฟฟ้าทำงานในสภาวะต่างๆ 4.2 หม้อแปลงไฟฟ้าขณะไม่มีโหลด 4.3 หม้อแปลงไฟฟ้าขณะมีโหลด 4.4 ชนิดของโหลดที่นำมาต่อกับหม้อแปลงไฟฟ้า	4.1 หม้อแปลงไฟฟ้าทำงานในสภาวะต่างๆ 4.2 หม้อแปลงไฟฟ้าขณะไม่มีโหลด 4.3 หม้อแปลงไฟฟ้าขณะมีโหลด 4.4 ชนิดของโหลดที่นำมาต่อกับหม้อแปลงไฟฟ้า	ด้านคุณธรรม จริยธรรม/บูรณาการปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง แสดงออกถึงการตรงต่อเวลา ทำงานด้วยความประณีต รอบคอบ สะอาด ปลอดภัย รักษาสภาพแวดล้อม
หน่วยที่ 5 โวลต์เตจเรกกูเลชันและประสิทธิภาพของหม้อแปลงไฟฟ้า	5.1 การตรวจสอบขั้วหม้อแปลงไฟฟ้า 5.2 การขนานหม้อแปลงไฟฟ้า 5.3 การต่อหม้อแปลงไฟฟ้า 3 เฟส	5.1 การตรวจสอบขั้วหม้อแปลงไฟฟ้า 5.2 การขนานหม้อแปลงไฟฟ้า 5.3 การต่อหม้อแปลงไฟฟ้า 3 เฟส	ด้านคุณธรรม จริยธรรม/บูรณาการปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง แสดงออกถึงการตรงต่อเวลา ทำงานด้วยความประณีต รอบคอบ สะอาด ปลอดภัย รักษาสภาพแวดล้อม
หน่วยที่ 6 การต่อหม้อแปลงไฟฟ้าใช้งาน	6.1 หลักการพันหม้อแปลงไฟฟ้าเบื้องต้น 6.2 ขั้นตอนการพันหม้อแปลงไฟฟ้าขนาดเล็ก 6.3 ข้อควรระวังในการพันขดลวดตัวนำ	6.1 หลักการพันหม้อแปลงไฟฟ้าเบื้องต้น 6.2 ขั้นตอนการพันหม้อแปลงไฟฟ้าขนาดเล็ก	ด้านคุณธรรม จริยธรรม/บูรณาการปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง แสดงออกถึงการตรงต่อเวลา ทำงานด้วยความประณีต รอบคอบ

		6.3 ข้อควรระวังในการพันขดลวดตัวนำ	สะอาด ปลอดภัย รักษาสภาพแวดล้อม
หน่วยที่ 7 การระบายความร้อนและการบำรุงรักษาหม้อแปลงไฟฟ้า	7.1 การระบายความร้อนหม้อแปลงไฟฟ้า 7.2 การควบคุมและบำรุงรักษาหม้อแปลงไฟฟ้า 7.3 วิธีการตรวจสอบหม้อแปลงไฟฟ้าเบื้องต้น 7.4 ผลดีของการบำรุงรักษาหม้อแปลงไฟฟ้า 7.5 ข้อเสนอแนะสำหรับการบำรุงรักษาหม้อแปลงไฟฟ้า 7.6 สมบัติน้ำมันหม้อแปลงไฟฟ้า 7.7 ข้อมูลพิกัดหม้อแปลงไฟฟ้า	7.1 การระบายความร้อนหม้อแปลงไฟฟ้า 7.2 การควบคุมและบำรุงรักษาหม้อแปลงไฟฟ้า 7.3 วิธีการตรวจสอบหม้อแปลงไฟฟ้าเบื้องต้น 7.4 ผลดีของการบำรุงรักษาหม้อแปลงไฟฟ้า 7.5 ข้อเสนอแนะสำหรับการบำรุงรักษาหม้อแปลงไฟฟ้า 7.6 สมบัติน้ำมันหม้อแปลงไฟฟ้า 7.7 ข้อมูลพิกัดหม้อแปลงไฟฟ้า	ด้านคุณธรรม จริยธรรม/บูรณาการปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง แสดงออกถึงการตรงต่อเวลา ทำงานด้วยความประณีต รอบคอบ สะอาด ปลอดภัย รักษาสภาพแวดล้อม
หน่วยที่ 8 เรื่อง การทดสอบหม้อแปลงไฟฟ้าและประสิทธิภาพ	8.1 การทดสอบหม้อแปลงไฟฟ้าในสภาวะเปิดวงจร 8.2 การทดสอบหม้อแปลงไฟฟ้าในสภาวะลัดวงจร 8.3 การคำนวณหาค่าต่าง ๆ ในการทดสอบหม้อแปลงไฟฟ้า 8.4 การสูญเสียในหม้อแปลงไฟฟ้า 8.5 ประสิทธิภาพของหม้อแปลงไฟฟ้า	8.1 การทดสอบหม้อแปลงไฟฟ้าในสภาวะเปิดวงจร 8.2 การทดสอบหม้อแปลงไฟฟ้าในสภาวะลัดวงจร 8.3 การคำนวณหาค่าต่าง ๆ ในการทดสอบหม้อแปลงไฟฟ้า 8.4 การสูญเสียในหม้อแปลงไฟฟ้า 8.5 ประสิทธิภาพของหม้อแปลงไฟฟ้า	ด้านคุณธรรม จริยธรรม/บูรณาการปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง แสดงออกถึงการตรงต่อเวลา ทำงานด้วยความประณีต รอบคอบ สะอาด ปลอดภัย รักษาสภาพแวดล้อม

หน่วยที่ 9 เรื่อง หม้อแปลงไฟฟ้าใช้ประกอบเครื่องมือวัด	9.1 หม้อแปลงแรงดันไฟฟ้า 9.2 หม้อแปลงกระแสไฟฟ้า 9.3 การต่อวัตต์มิเตอร์ร่วมกับหม้อแปลงกระแสไฟฟ้าและหม้อแปลงแรงดันไฟฟ้า 9.4 การคำนวณหาค่าต่าง ๆ ของหม้อแปลงไฟฟ้าใช้ประกอบเครื่องมือวัด	9.1 หม้อแปลงแรงดันไฟฟ้า 9.2 หม้อแปลงกระแสไฟฟ้า 9.3 การต่อวัตต์มิเตอร์ร่วมกับหม้อแปลง กระแสไฟฟ้าและหม้อแปลงแรงดันไฟฟ้า 9.4 การคำนวณหาค่าต่าง ๆ ของหม้อแปลงไฟฟ้าใช้ประกอบเครื่องมือวัด	ด้านคุณธรรม จริยธรรม/บูรณาการปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง แสดงออกถึงการตรงต่อเวลา ทำงานด้วยความประณีต รอบคอบ สะอาด ปลอดภัย รักษาสภาพแวดล้อม
--	--	---	---



ตารางวิเคราะห์หลักสูตรรายวิชา

ชื่อวิชา หม้อแปลงไฟฟ้า รหัส 20104 - 2105

ท-ป-น 1-3-2 จำนวนคาบสอน 4 คาบ: สัปดาห์ ระดับชั้น ปวช.

หน่วยที่ เหตุการณ์	พุทธิพิสัย					ทักษะพิสัย (50%)	จิตพิสัย (20%)	รวม (100%)	ลำดับความสำคัญ
	ความรู้ความจำ	ความเข้าใจ	ประยุกต์นำไปใช้	สูงกว่า	รวม (30%)				
1.หลักการเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้า	1	1	2	-	2	4	2	12	1
2.โครงสร้างของหม้อแปลงไฟฟ้า	-	1	1	1	2	4	2	11	4
3.หลักการทำงานและอัตราส่วนของหม้อแปลงไฟฟ้า	-	1	1	-	2	4	2	12	2
4.สภาวะการทำงานของหม้อแปลงไฟฟ้า	-	-	1	-	2	4	2	9	7
5.การต่อหม้อแปลงไฟฟ้าใช้งาน	-	1	1	-	2	4	2	10	5
6.การพันหม้อแปลงไฟฟ้าขนาดเล็ก	-	1	1	-	3	4	3	12	3
7.การบำรุงรักษาหม้อแปลงไฟฟ้า	-	1	1	-	2	4	2	10	6
8. การทดสอบหม้อแปลงไฟฟ้าและประสิทธิภาพ	-	1	1	-	2	4	2	10	6
9. หม้อแปลงไฟฟ้าใช้ประกอบเครื่องมือวัด	--	1	-	-	3	3	3	10	6
รวม	1	8	10	1	20	35	20	75	
ทดสอบกลางภาค/ปลายภาค					10	15	-	25	
รวมทั้งรายวิชา (ร้อยละ)					30	50	20	100	
ลำดับความสำคัญ	2					1	3		

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่1.....
	ชื่อหน่วย หลักการเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 1
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

1. สารสำคัญ

เมื่อกระแสไฟฟ้าไหลผ่านเส้นลวดตัวนำ ทำให้เกิดสนามแม่เหล็กเป็นวงกลมรอบ ๆ ตัวนำและเรียกสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นนี้ว่า “สนามแม่เหล็กเหนี่ยวนำ” และความเข้มของสนามแม่เหล็กจะมากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับปริมาณของกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน ถ้ามีปริมาณมากก็ทำให้ตัวนำนั้นแสดงอำนาจแม่เหล็กมากตามไปด้วย แม่เหล็กไฟฟ้าเกิดจากการคิดค้นและประดิษฐ์เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ให้กำลังงานและเปลี่ยนรูปพลังงานไฟฟ้าให้อยู่ในรูปต่างๆ อุปกรณ์ที่ถูกสร้างเพื่อใช้แม่เหล็กไฟฟ้าได้แก่ มอเตอร์ไฟฟ้า เครื่องกำเนิดไฟฟ้าและหม้อแปลงไฟฟ้า ทั้งนี้ได้ประยุกต์และนำไปใช้ในการควบคุมเครื่องกลไฟฟ้า อุปกรณ์ป้องกันระบบไฟฟ้าในงานอุตสาหกรรม

2. สมรรถนะประจำหน่วย

แสดงความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้า

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 ด้านความรู้

1. สามารถอธิบายหลักการของแม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้าได้
2. สามารถอธิบายหลักการเกิดสนามแม่เหล็กรอบตัวนำได้
3. สามารถอธิบายหลักการเหนี่ยวนำได้
4. สามารถอธิบายการเหนี่ยวนำไฟฟ้าได้
5. สามารถหาทิศทางของแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำได้
6. สามารถคำนวณหาค่าแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำได้
7. มีคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์

3.2 ด้านทักษะ

1. ปฏิบัติงานที่ได้รับมอบหมายด้วยความรับผิดชอบและเสร็จตามกำหนดเวลา

3.3 คุณลักษณะที่พึงประสงค์

1. มีการพัฒนาคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของผู้สำเร็จการศึกษา
- สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ที่ครูสามารถสังเกตได้ขณะทำการสอนในเรื่อง
- 5.1 ความมีมนุษยสัมพันธ์
 - 5.2 ความมีวินัย
 - 5.3 ความรับผิดชอบ
 - 5.4 ความซื่อสัตย์สุจริต

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่1.....
	ชื่อหน่วย หลักการเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 1
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

5.5ความเชื่อมั่นในตนเอง

5.6 การประหยัด

5.7 ความสนใจใฝ่รู้

5.8การละเว้นสิ่งเสพติดและการพนัน

5.9ความรักสามัคคี

5.10 ความกตัญญูทดแทน

4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้

ประจุไฟฟ้า

จากการค้นพบว่าทุกสรรพสิ่งบนโลกของเรา ประกอบไปด้วยหน่วยเล็กๆที่มีลักษณะเหมือนกัน แต่มี

คุณสมบัติแตกต่างกัน เรียกว่า อะตอม(Atom)  โดยในอะตอมนั้นได้มีการค้นพบอนุภาคมูลฐานที่อยู่ร่วมกันในอะตอม โดยมีองค์ประกอบหลัก 2 ส่วนด้วยกัน คือ

- นิวเคลียส



ประกอบด้วย

โปรตอน



และ

นิวตรอน

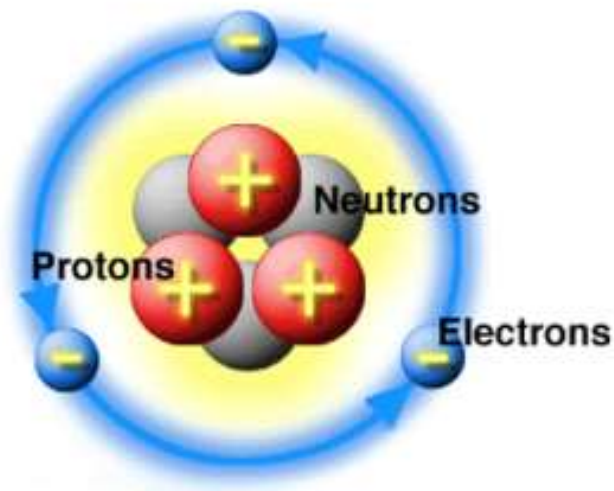


- อิเล็กตรอน



ที่โคจรรอบนิวเคลียส

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บุคลากรหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่1.....
	ชื่อหน่วย หลักการเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 1
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4



อนุภาค	สัญลักษณ์	มวล(kg)	มวลเปรียบเทียบกับอิเล็กตรอน	ประจุไฟฟ้า (คูลอมบ์)	ชนิดประจุไฟฟ้า
โปรตอน	p	1.672×10^{-27}	1836	1.602×10^{-19}	+1
นิวตรอน	n	1.674×10^{-27}	1839	0	0
อิเล็กตรอน	e	9.109×10^{-31}	1	1.602×10^{-19}	-1

ประจุไฟฟ้าแบ่งออกเป็น 2 ประเภท โดยไม่สามารถแบ่งแยกและทำลายได้อีก จึงสามารถเรียกปริมาณประจุไฟฟ้า

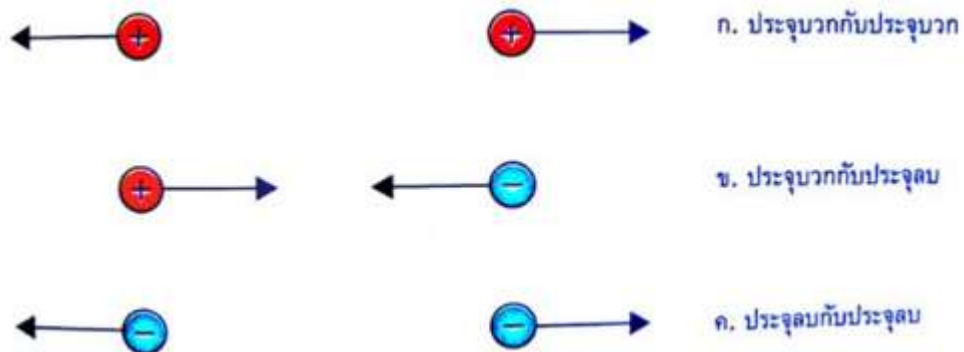


ว่า เป็นปริมาณเชิงอนุรักษ์ โดยประจุสามารถถ่ายเทสู่วัตถุอื่น ๆ ได้ โดยถ้ามีประจุบวกมากกว่า วัตถุจะแสดงอำนาจทางไฟฟ้าเป็นบวก ถ้าประจุลบมากกว่า วัตถุจะแสดงอำนาจทางไฟฟ้าเป็นลบ และถ้าประจุบวกและ

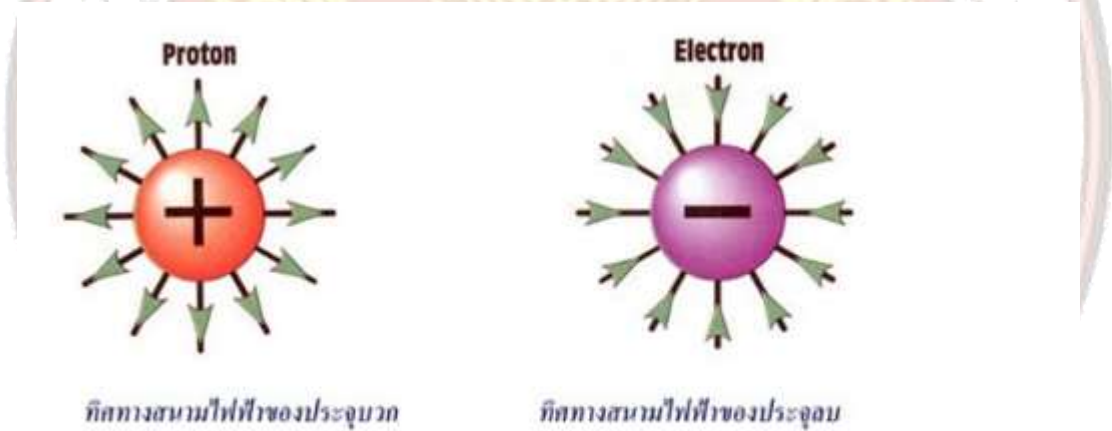
ลบเท่ากัน จะเรียกว่าเป็นกลางทางไฟฟ้า หรือไม่มีอำนาจทางไฟฟ้า แรงไฟฟ้า



	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่1.....
	ชื่อหน่วย หลักการเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 1
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

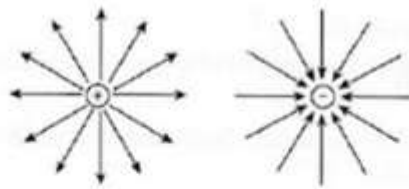


สนามไฟฟ้า (E)

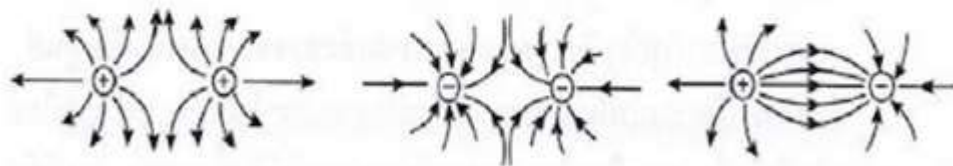


รูปที่ 5.2 แสดงทิศทางสนามไฟฟ้าของประจวบและประจุลบ

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่1.....
	ชื่อหน่วย หลักการเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 1
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

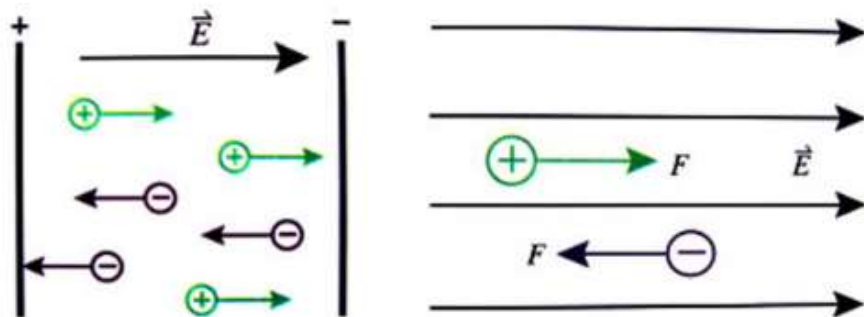


เส้นสนามไฟฟ้าของประจุบวกอิสระ และประจุลบอิสระ



เส้นสนามไฟฟ้าเนื่องจากจุดประจุ 2 ประจุ

สนามไฟฟ้า ที่มีค่าคงที่



การเหนี่ยวนำประจุไฟฟ้า

การเหนี่ยวนำประจุไฟฟ้าสามารถทำได้ 3 รูปแบบ คือ

1. การขัดสี
2. การสัมผัส
3. การเหนี่ยวนำ

การขัดสีหรือการถู เมื่อนำวัตถุสองชนิดมาขัดถูกัน จะทำให้อิเล็กตรอนที่อยู่ในอะตอมหลุดออกและเกิดการถ่ายเทประจุ ประจุที่มีประจุลบเกินจะแสดงอำนาจทางไฟฟ้าลบ ถ้าประจุลบน้อยกว่าจะแสดงอำนาจทางไฟฟ้าบวก

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่1.....
	ชื่อหน่วย หลักการเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 1
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

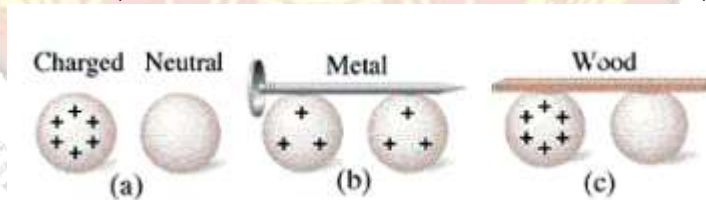
โดยประจุที่เกิดการถ่ายเทนั้นจะอยู่บนผิวของวัตถุ ถ้าวัตถุมีคุณสมบัติเป็นฉนวนไฟฟ้า ประจุไฟฟ้าที่ถ่ายเทจะไม่

เคลื่อนที่ และสามารถแสดงอำนาจทางไฟฟ้านั้นๆออกมาได้ เรียกว่า **ไฟฟ้าสถิต (Static electric)** แต่ถ้าวัตถุนั้นมีสมบัติเป็นตัวนำไฟฟ้า ประจุไฟฟ้าเหล่านั้นจะเกิดการเคลื่อนที่และถ่ายเทไปสู่วัตถุอื่นๆที่สัมผัสกับมัน ทำให้วัตถุนั้นๆมีสมบัติเป็นกลางทางไฟฟ้า



การสัมผัสหรือการแตะ นำวัตถุที่มีประจุอิสระและทราบชนิดประจุ มาสัมผัสกับวัตถุที่เป็นกลางทางไฟฟ้า จะเกิดการเปลี่ยนแปลงของประจุไฟฟ้า ดังนี้

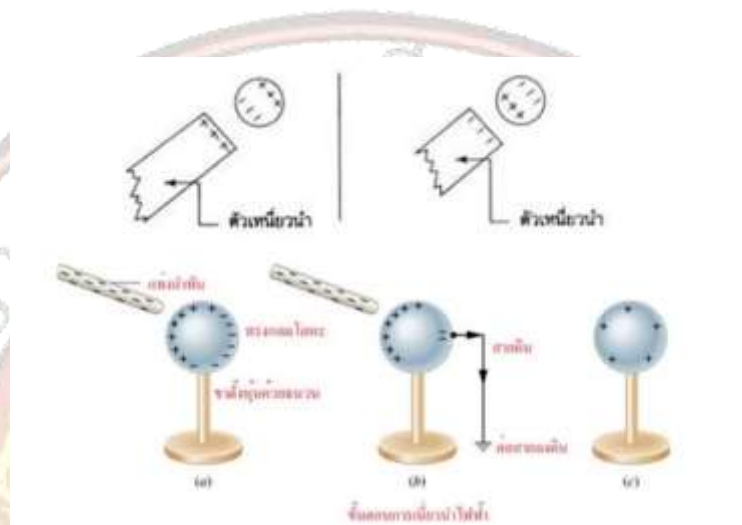
- 1) วัตถุเดิมเป็นกลางทางไฟฟ้า จะมีประจุชนิดเดียวกับประจุบนวัตถุที่นำมาสัมผัส
- 2) การถ่ายเทประจุจะหยุดลง เมื่อวัตถุทั้งสองมีจำนวนประจุอิสระเท่ากัน
- 3) ปริมาณของประจุอิสระบนวัตถุทั้งสองก่อนสัมผัส จะต้องมีขนาดเท่ากับปริมาณประจุอิสระหลังจากการ



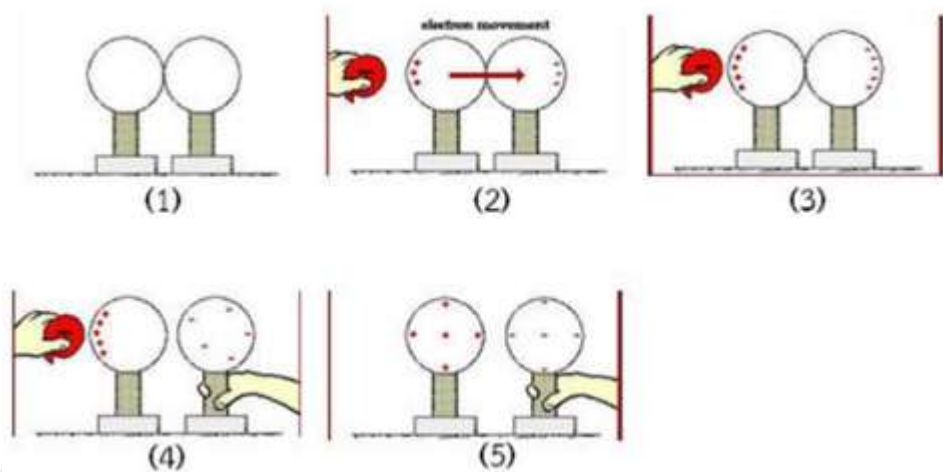
สัมผัสแล้วเสมอ

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่1.....
	ชื่อหน่วย หลักการเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 1
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

การเหนี่ยวนำ (Induction) เมื่อนำวัตถุที่มีประจุไฟฟ้ามาใกล้กับวัตถุที่เป็นกลางทางไฟฟ้า มีผลทำให้เกิดการแยกตัวของประจุโดยประจุที่ตรงข้ามกับวัตถุเหนี่ยวนำจะเข้ามาอยู่ใกล้กับวัตถุเหนี่ยวนำ ประจุที่เหมือนกับประจุของตัวเหนี่ยวนำจะถูกผลักให้ไปอยู่ฝั่งตรงข้าม



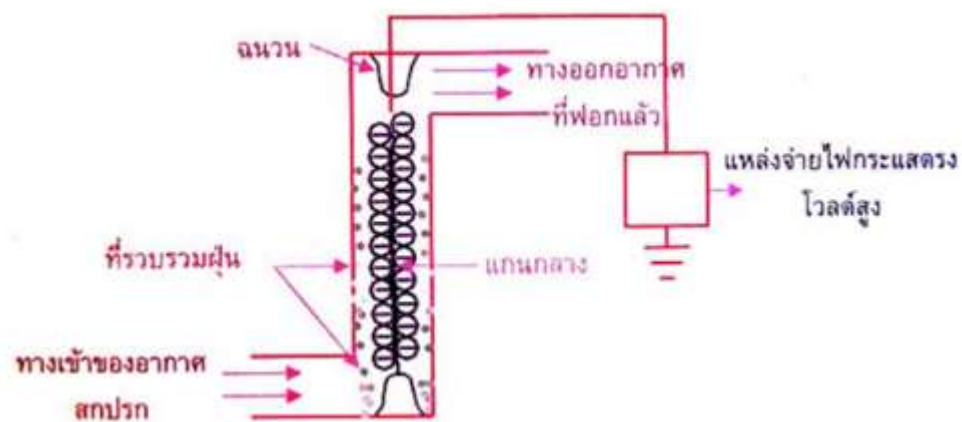
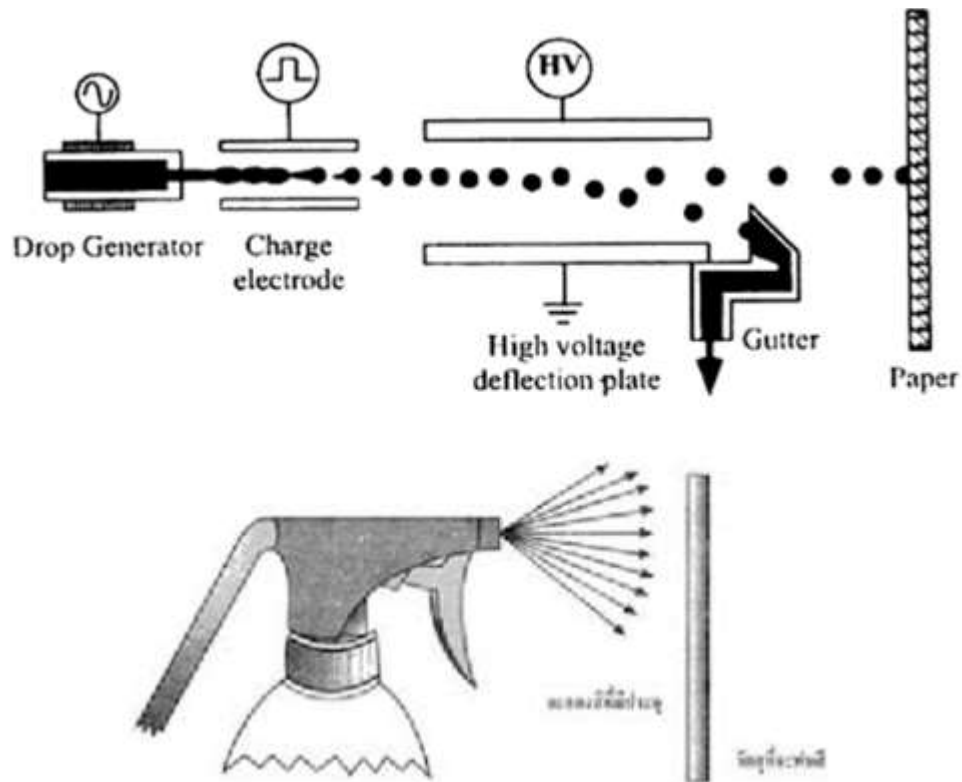
	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บุคลากรหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่1.....
	ชื่อหน่วย หลักการเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 1
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4



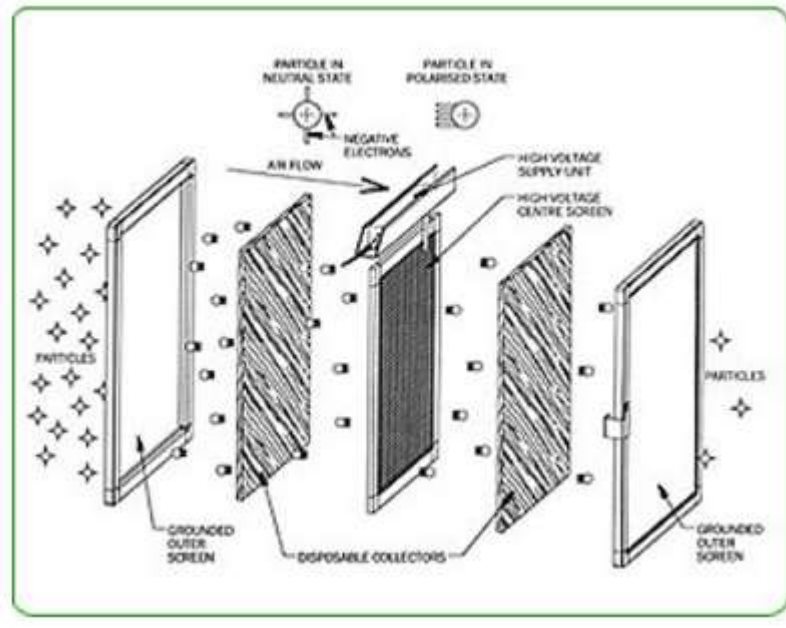
การใช้ประโยชน์จากแรงไฟฟ้า



	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่1.....
	ชื่อหน่วย หลักการเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 1
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4



	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่1.....
	ชื่อหน่วย หลักการเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 1
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4



5.1 การนำเข้าสู่บทเรียน

1. ครูทักทายและตรวจสอบรายชื่อนักศึกษา แลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารของวิทยาลัยฯ
2. ครูแนะนำคำอธิบายรายวิชาจุดประสงค์ของรายวิชา และสมรรถนะรายวิชา และเป้าหมายของการศึกษา
3. ครูแนะนำเกณฑ์การให้คะแนน การวัดประเมินผล การลา และจำนวนคาบที่ขาดได้
4. ครูชี้แจงวัตถุประสงค์ของการเรียน เรื่อง หลักการเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้า
5. นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน
6. นักเรียนรับฟังคำเฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน
7. ครูสำรวจความพร้อมของนักเรียน

5.2 การเรียนรู้

1. นักเรียนเปิดสื่อการเรียนการสอนเนื้อหา
2. นักเรียนฟังอธิบายเนื้อหาตามสื่อการเรียนจากครู
3. นักเรียนเรียนช่วยกันอภิปรายถึงการทำงานอย่างไรให้มีความปลอดภัย
4. นักเรียนทำแบบฝึกหัด
5. นักเรียนและครูร่วมเฉลยแบบฝึกหัด และแลกเปลี่ยนเหตุผลระหว่างกัน

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่1.....
	ชื่อหน่วย หลักการเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 1
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

5.3 การสรุป

1. ครูผู้สอนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนซักถามข้อสงสัยที่เกิดขึ้นระหว่างการเรียนการสอน ตอบข้อซักถามและสรุปเนื้อหาโดยสรุป

5.4 การวัดและประเมินผล

1. นักเรียนทำทดสอบแบบทดสอบ
2. นักเรียนรับฟังคำเฉลยแบบทดสอบ
3. ครูบันทึกผลการประเมิน

6.สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้

6.1 สื่อสิ่งพิมพ์

- เอกสารประกอบวิชา หม้อแปลงไฟฟ้า

6.2 สื่อโสตทัศน์ (ถ้ามี)

1. อภิรักษ์ สุขเกษม. หม้อแปลงไฟฟ้า. นนทบุรี : บริษัทศูนย์หนังสือเมืองไทย จำกัด, 2562.
2. แผ่นใส
3. สื่อคอมพิวเตอร์ (Power Point)
4. ของจริง
5. ใบประเมินผล

7. เอกสารประกอบการจัดการเรียนรู้ (ใบความรู้ ใบงาน ใบมอบหมายงาน ฯลฯ)

- ใบงาน

8. การบูรณาการ/ความสัมพันธ์กับวิชาอื่น

-

9. การวัดและประเมินผล

9.1 ก่อนเรียน

- ทดสอบก่อนเรียน เปรียบเทียบกับคะแนนสอบหลังเรียน

9.2 ขณะเรียน

- ใบงาน เกณฑ์ผ่าน 50%
- แบบประเมินด้านคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์เกณฑ์ผ่าน 70%

9.3 หลังเรียน

- แบบทดสอบหลังเรียน เกณฑ์ผ่าน 50%

10. บันทึกหลังสอน

10.1 ผลการใช้แผนการจัดการเรียนรูปรูป

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่1.....
	ชื่อหน่วย หลักการเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 1
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

10.2 ผลการเรียนรู้ของนักเรียน นักศึกษา

10.3 แนวทางการพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้

แบบฝึกหัดก่อนเรียน/หลังเรียน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1

1.เมื่อนำวัตถุชิ้นหนึ่งถูผ้าแพรแล้วนำมาจ่อเศษกระดาษที่เป็นกลางทางไฟฟ้า ปรากฏว่าเศษกระดาษถูกดูดแสดงว่า

- ก. วัตถุมีประจุไฟฟ้าบวก
- ข. วัตถุมีประจุไฟฟ้าลบ
- ค. วัตถุขาดอิเล็กตรอนไปหรือได้รับอิเล็กตรอนเพิ่มขึ้น
- ง. ข้อมูลไม่เพียงพอ

2.ตามรูป A มีประจุบวกอิสระ B และ C เป็นกลางวางติดกัน นำ A เข้าใกล้ B และ C เป็นระยะเวลาหนึ่ง แล้วเอา A ออก จับ B และ C แยกจากกัน จะได้ผลอย่างไร

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่1.....
	ชื่อหน่วย หลักการเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 1
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

บันทึกหลังการสอน

วิชา หม้อแปลงไฟฟ้า (20104-2105) ท-ป-น : 1-3-2

1. ผลการจัดการเรียนรู้ตามแผนการสอน

1.1 วัน เดือน ปีสอนครั้งที่สาขา/ชั้นปี ที่สอนจำนวนผู้เรียน
.....คน มาเรียนปกติ.....คน ขาดเรียน.....คน ลาป่วย.....คน ลากิจ.....คน มาสาย.....คน

1.2 หัวข้อเรื่อง/เนื้อหาสาระ :

.....

☐ สอนครบตามหัวข้อเรื่องในแผนฯ ☐ สอนไม่ครบเนื่องจาก.....

1.3 กิจกรรม/วิธีการสอน

☐ ครูแนะนำและบอกจุดประสงค์ ☐ ครูอธิบาย/ถาม-ตอบ/สาธิต/.....

☐ ทำแบบทดสอบก่อนเรียน ☐ ทำแบบทดสอบหลังเรียน

☐ ทำแบบฝึกหัด/โจทย์ปัญหา ☐ ทำใบกิจกรรม/ใบงาน.....

☐ อื่น ๆ (ระบุ).....

1.4 สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้ :

2. ผลการเรียนรู้ของผู้เรียน/ผลการสอนของครู/ปัญหาที่พบ

2.1 การวัดผลและประเมินผล/ผลการเรียนรู้ของผู้เรียน :

2.2 สมรรถนะที่ผู้เรียนได้รับ :

2.3 สอดแทรกคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยม :

2.4 ผลการสอนของครู :

2.5 ปัญหาที่นำไปสู่การวิจัย :

3. แนวทางการพัฒนาคุณภาพการสอน

3.1 ผลการใช้และปรับปรุงแผนการสอนครั้งนี้ :

3.2 แนวทางพัฒนาคุณภาพวิธีสอน/สื่อ/การวัดผล/เอกสารช่วยสอน.....

ลงชื่อ

ครูผู้สอน

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่2.....
	ชื่อหน่วย โครงสร้างของหม้อแปลงไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 2
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

1. สารสำคัญ

หม้อแปลงไฟฟ้ามีส่วนประกอบที่สำคัญอยู่ 3 ส่วนคือ แกนเหล็ก ขดลวดตัวนำ และฉนวน ถ้าแบ่งตามลักษณะแกนเหล็กของหม้อแปลงไฟฟ้าขนาดเล็กและการนำไปใช้งานในหน่วยการเรียนนี้จะแบ่งได้ 5 แบบคือ แบบคอร์ แบบเชลล์ แบบทอลอยด์ แบบคัทคอร์ และแบบริงคอร์ ส่วนขดลวดตัวนำหม้อแปลงไฟฟ้าจะพันรอบแกนเหล็กไว้จำนวน 2 ขด ประกอบด้วยขดลวดปฐมภูมิ และขดลวดทุติยภูมิ ฉนวนที่นำมาทำเป็นบ๊อบบี้หรือฟอร์มคอยล์คือ กระดาษไฟเบอร์แดง กับฉนวนที่ป้องกันการลัดวงจรระหว่างขดลวดและแกนเหล็กคือ กระดาษหนังปลา หม้อแปลงไฟฟ้าที่นำมาใช้งานมีทั้งระบบไฟฟ้า 1 เฟส และระบบ 3 เฟส หากเป็นหม้อแปลงไฟฟ้าที่มีขนาดใหญ่และมีพิกัดกำลังไฟฟ้าสูงๆ จะนิยมใช้แกนเหล็กแบบครุฑชีพอร์ม เพื่อช่วยให้ขดลวดตัวนำมีความแข็งแรงยึดติดกับแกนเหล็กทั้งนี้ยังช่วยลดการเกิดลี้กเกจฟลักซ์ด้วย

2. สมรรถนะประจำหน่วย

แสดงความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับโครงสร้างของหม้อแปลงไฟฟ้า

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 ด้านความรู้

1. บอกโครงสร้าง ส่วนประกอบและชนิดของหม้อแปลงไฟฟ้าได้
2. อธิบายหลักการทำงานของหม้อแปลงไฟฟ้าได้

3.2 ด้านทักษะ

1. ปฏิบัติงานที่ได้รับมอบหมายด้วยความรับผิดชอบและเสร็จตามกำหนดเวลา

3.3 คุณลักษณะที่พึงประสงค์

1. มีการพัฒนาคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของผู้สำเร็จการศึกษา
สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ที่ครูสามารถสังเกตได้ขณะทำการสอนในเรื่อง

5.1 ความมีมนุษยสัมพันธ์

5.2 ความมีวินัย

5.3 ความรับผิดชอบ

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่2.....
	ชื่อหน่วย โครงสร้างของหม้อแปลงไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 2
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

5.4 ความซื่อสัตย์สุจริต

5.5ความเชื่อมั่นในตนเอง

5.6 การประหยัด

5.7 ความสนใจใฝ่รู้

5.8การละเว้นสิ่งเสพติดและการพนัน

5.9ความรักสามัคคี

5.10 ความกตัญญูทดเวท

4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้

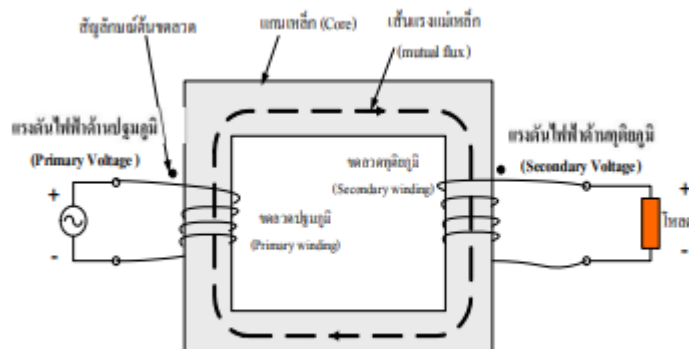
หม้อแปลงไฟฟ้า คือ อุปกรณ์ไฟฟ้าชนิดหนึ่งที่ทำหน้าที่ส่งผ่านพลังงานไฟฟ้า จากวงจรไฟฟ้าสองวงจร โดยการเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้า สามารถแปลงแรงดันไฟฟ้าจากวงจรหนึ่งไปอีกรวงจรหนึ่งให้สูงขึ้นเรียกว่าหม้อแปลงไฟฟ้าแบบเพิ่มแรงดัน (Step-up transformer) หรือให้ลดแรงดันไฟฟ้าลงได้เรียกว่าหม้อแปลงไฟฟ้าแบบลดแรงดัน (Step-down transformer) ลักษณะของหม้อแปลงไฟฟ้าแบบต่างๆ แสดงในรูปที่ 1-1



1.2 โครงสร้างและส่วนประกอบ

โครงสร้าง หม้อแปลงไฟฟ้าจะประกอบไปด้วยโครงสร้างที่สำคัญ คือขดลวด(Winding) และแกนเหล็ก (Core) ขดลวดจะมีสองข้อมากกว่าขึ้นอยู่กับชนิดของหม้อแปลงไฟฟ้า ขดที่หนึ่งคือขดลวดปฐมภูมิ (Primary wing) ขดที่สองคือ ขดลวดทุติยภูมิ (Secondary winding) ดังแสดงในรูปที่ 12 ลักษณะภายนอกโครงสร้างของหม้อแปลงไฟฟ้า 1เฟสแสดงในรูปที่ 1.1(ก) และลักษณะภายนอกของหม้อแปลงไฟฟ้าในระบบส่งจ่ายไฟฟ้า 3 เฟส แสดงในรูปที่ 1.1...(ข)

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่2.....
	ชื่อหน่วย โครงสร้างของหม้อแปลงไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 2
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4



รูปที่ 1.2 โครงสร้างพื้นฐานของหม้อแปลงไฟฟ้า



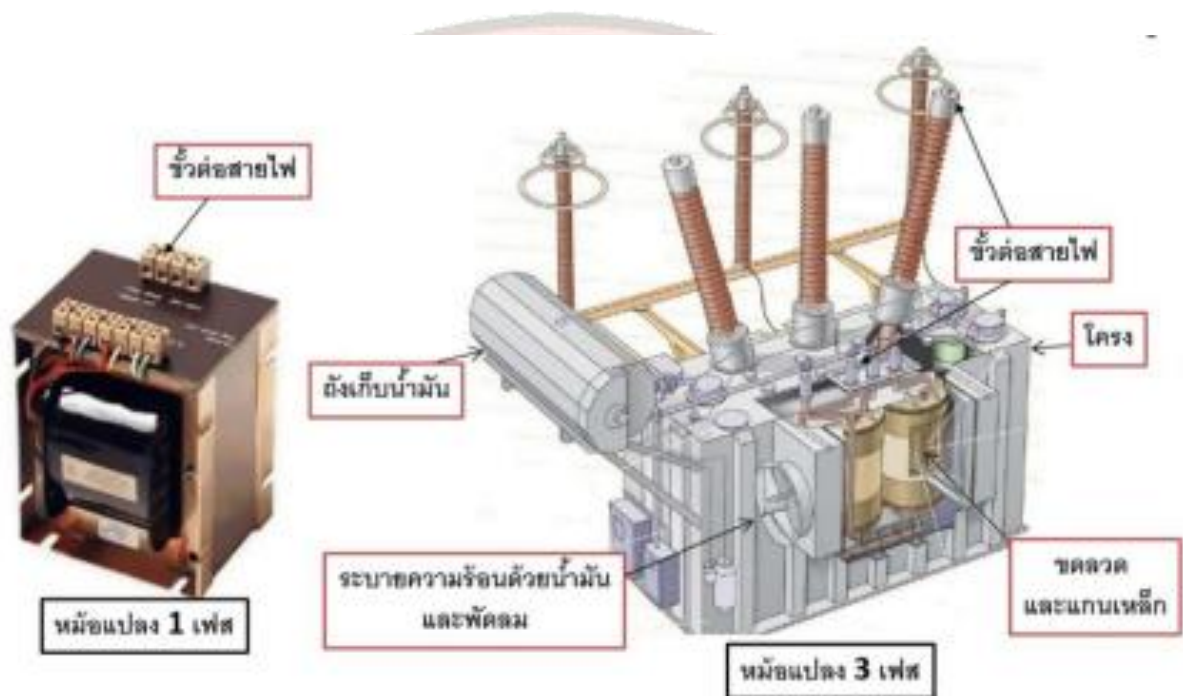
รูปที่ 1.3 แกนเหล็กของหม้อแปลงไฟฟ้า

ส่วนประกอบ ที่สำคัญของหม้อแปลงไฟฟ้าทั้ง 1 เฟสและ 3 เฟส มีดังนี้

- 1.ขดลวดตัวนำปฐมภูมิ(Phmary Wonang)ทำหน้าที่รับแรงดันไฟฟ้า
- 2.ขดลวดทุติยภูมิ (Secondary Winding) ทำหน้าที่จ่ายแรงดันไฟฟ้า
- 3.แกนเหล็ก (Core) ทำหน้าที่เป็นทางเดินสนามแม่เหล็กไฟฟ้าและให้ขดลวดพันรอบแกนเหล็ก แกนเหล็กของหม้อแปลงไฟฟ้าจะเป็นแกนเหล็กที่ทำมาจากแผ่นเหล็กบาง ๆอัดซ้อนกันเป็นแท่ง(Laminated Sheet Core) เพราะทำให้ได้ค่าความหนาแน่นของเส้นแรงแม่เหล็กมากและช่วยลดการสูญเสียกำลังไฟฟ้าในแกนเหล็กด้วย
- 4.ขั้วต่อสายไฟ (Temina) ทำหน้าที่เป็นจุดจุดต่อสายไฟกับขดลวด
- 5.แผ่นป้าย (Name Plate) ทำหน้าที่บอกรายละเอียดประจำตัวหม้อแปลง
- 6.อุปกรณ์ระบายความร้อน (Coolang ทำหน้าที่ระบายความร้อนให้กับขดลวด เช่น อากาศ. พัดลม, น้ำมัน หรือใช้ทั้งพัดและน้ำมันช่วยระบายความร้อน เป็นต้น

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่2.....
	ชื่อหน่วย โครงสร้างของหม้อแปลงไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 2
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

7. โครง (Frame) หรือตัวถังของหม้อแปลง (Tank) ทำหน้าที่บรรจุขดลวดแกนเหล็ก รวมทั้งติดตั้งระบบระบายความร้อนให้กับหม้อแปลงขนาดใหญ่

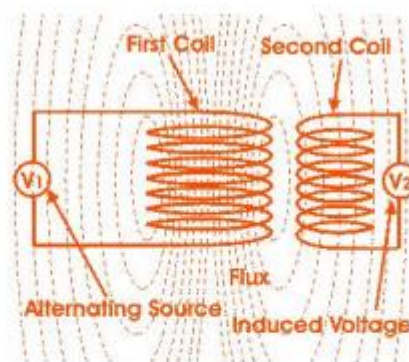
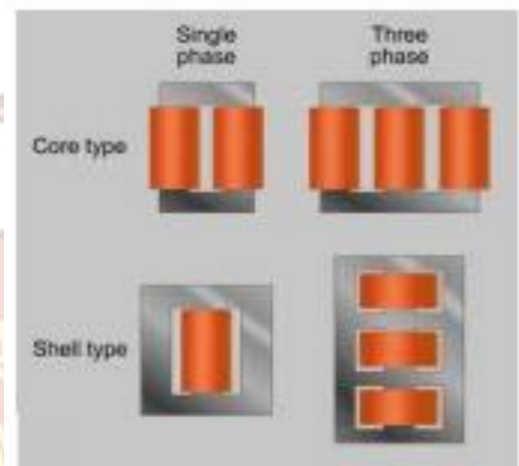


รูปที่ 1.5 ขั้วต่อสายไฟ โครงและอุปกรณ์ระบายความร้อน

1.3 หลักการทำงาน

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่2.....
	ชื่อหน่วย โครงสร้างของหม้อแปลงไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 2
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

การทำงานของหม้อแปลงไฟฟ้านั้นใช้หลักการเหนี่ยวนำระหว่างเส้นแรงแม่เหล็ก (Flux) ระหว่างขดลวดทั้งสองของหม้อแปลงไฟฟ้า ดังรูป 1-6 ขดลวดปฐมภูมิต่อกับแหล่งจ่ายไฟฟ้าสลับ จะทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าไหลเข้าขดลวด เกิดเป็นเส้นแรงแม่เหล็ก (Flux) ขึ้นที่ขดลวดปฐมภูมิ และเส้นแรงแม่เหล็กนี้จะขยายตัวไปตัดกับขดลวดทุติยภูมิซึ่งวางอยู่ใกล้กัน ผลคือเกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำขึ้นที่ปลายทั้งสองของขดลวดทุติยภูมิ แรงดันที่เกิดขึ้นนี้จะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับจำนวนรอบของขดลวดทั้งสอง กล่าวคือ ถ้าจำนวนรอบขดลวดของขดลวดปฐมภูมิมากกว่าจำนวนรอบของขดลวดทุติยภูมิ หม้อแปลงนี้จะเป็นหม้อแปลงลดแรงดัน (Step-down) ในทางกลับกัน ถ้าจำนวนรอบของขดลวดปฐมภูมิมีน้อยกว่าขดลวดทุติยภูมิจะเป็นหม้อแปลงไฟฟ้าชนิดเพิ่มแรงดัน (Step-up)



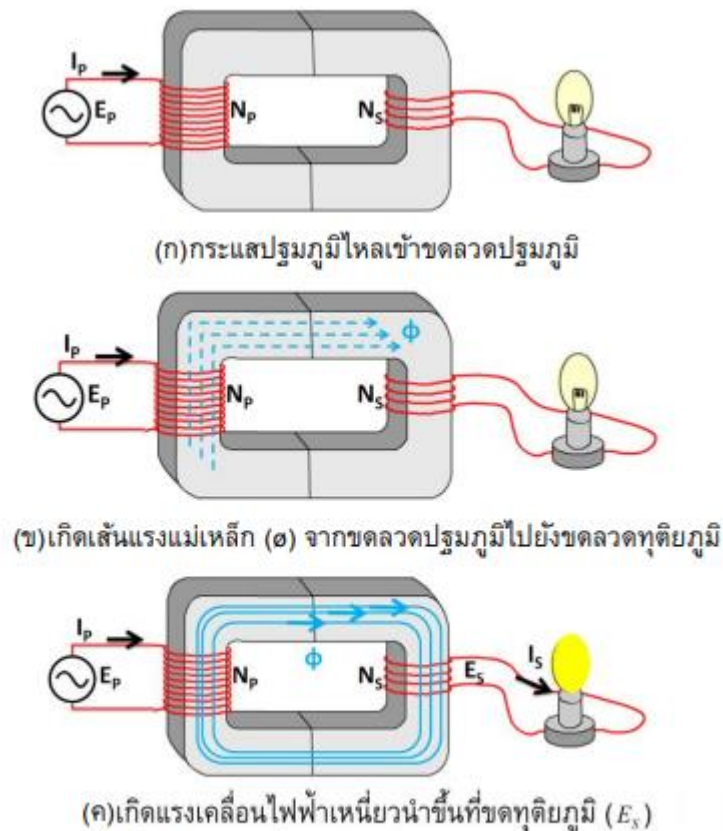
รูปที่ 1-6 แสดงหลักการพื้นฐานของหม้อแปลงไฟฟ้า
หลักการพื้นฐานของหม้อแปลงไฟฟ้าดูได้ที่

<http://www.electrical4u.com/what-is-transformer-definition-working-principle-of-transformer/>

หลักการทำงานของหม้อแปลงไฟฟ้า ใช้หลักการของการเหนี่ยวนำ

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่2.....
	ชื่อหน่วย โครงสร้างของหม้อแปลงไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 2
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

แม่เหล็กไฟฟ้า (Electro-magnetic Induction) ระหว่างขดลวดกับแกนเหล็ก มีขั้นตอนการทำงานดังแสดงในรูป 1-6(ก) เมื่อจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ (E_p) เข้าทางขดปฐมภูมิ (N_p) จะเกิดกระแสไฟฟ้าไหลในขดปฐมภูมิ (7),(ข) กระแสไฟฟ้าในขดปฐมภูมิ (I_p) นี้จะทำให้เกิดเส้นแรงแม่เหล็ก เส้นแรงแม่เหล็กนี้จะซึมซาบผ่านแกนเหล็กด้านปฐมภูมิไปสู่ด้านทุติยภูมิ(ค) เส้นแรงแม่เหล็กนี้เมื่อเดินทางไปสู่ด้านทุติยภูมิจะตัดผ่านขดลวดทุติยภูมิ (N_s) ด้วยทำให้เกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำขึ้น (induce Voltage) ที่ขดทุติยภูมิ (E_s) และเกิดกระแสไหลที่ขดทุติยภูมิ ()) ทำให้หลอดไฟฟ้าที่ติดอยู่กับขดทุติยภูมิติดสว่างได้



รูปที่ 1-6 แสดงขั้นตอนการทำงานของหม้อแปลงไฟฟ้า

<http://harphys.com/wp-content/uploads/2010/10/transformer-movie-clip.swf>

1.4 ประเภทของหม้อแปลงไฟฟ้า

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่2.....
	ชื่อหน่วย โครงสร้างของหม้อแปลงไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 2
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

หม้อแปลงยังสามารถจำแนกประเภทชนิดตามจำนวนรอบของขดลวดได้ดังนี้

1. หม้อแปลงแบบเพิ่มแรงดัน คือ หม้อแปลงที่มีจำนวนรอบของขดลวดทุติยภูมิมากกว่าขดลวดปฐมภูมิ
2. หม้อแปลงแบบลดแรงดัน คือหม้อแปลงที่มีจำนวนรอบขดลวดของขดลวดทุติยภูมิน้อยกว่าขดลวดปฐมภูมิ

ดังรูปที่ 1-7



- 3.หม้อแปลงที่มีแทปแยก(Tap Transformer) คือหม้อแปลงที่มีจำนวนรอบของขดลวดทุติยภูมิหลายขดลวด ทำให้มีขนาดของแรงดันไฟฟ้าได้หลายระดับ
 - 4.หม้อแปลงที่ใช้สำหรับแยกวงจรไฟฟ้าออกจากกัน ((isolating Transtomer) ขดลวดทุติยภูมิจะมีจำนวนรอบเท่ากับขดลวดปฐมภูมิหรือมีแรงเคลื่อนไฟฟ้าเท่ากันทั้งสองด้าน
 - 5.หม้อแปลงแบบปรับเลื่อนค่าได้ (Variable Transformer) ขดลวดทุติยภูมิและปฐมภูมิจะเป็นขดลวดขดเดียวกัน หรือ หม้อแปลงออโต้(Autotransformer)มักใช้กับการปรับขนาดแรงดันไฟฟ้าให้กับวงจรไฟฟ้าตามต้องการ ปรับค่าได้ด้วยการเลื่อน หรือหมุนแทปของขดลวด
 - 6.หม้อแปลงกระแสไฟฟ้า (Cument Transfomer.CT) CT) ออกแบบมาให้ใช้งานร่วมกับเครื่องวัดกระแสไฟฟ้าหรืออุปกรณ์ไฟฟ้าบางอย่างที่ต้องต่อร่วมกันวงจร เดียวกันแต่ต้องการกระแสไฟต่ำหม้อแปลงกระแสจะทำหน้าที่แปลงขนาดกระแสตามอัตราส่วนระหว่างปฐมภูมิต่อทุติยภูมิเช่น 300 :5 หรือ 100 :5 เป็นต้น สำหรับหม้อแปลงกระแส 300 :5 หมายถึงหม้อแปลงจะจ่ายกระแสทุติยภูมิ 5 A หากได้รับกระแสปฐมภูมิ 300 A หม้อแปลงกระแสจะต้องมีโหลดต่อไว้
- กับด้านทุติยภูมิเพื่อป้องกันทุติยภูมิเกิดแะ ฉนวนไฟฟ้าสูงในขณะที่ปฐมภูมิมีกระแสไฟฟ้าผ่าน

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่2.....
	ชื่อหน่วย โครงสร้างของหม้อแปลงไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 2
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4



รูปที่ 1-8 หม้อแปลงแทป และหม้อแปลงออโต้

ที่มา : <http://www.hiwtc.com/products/variatic-auto-transformer-5896-58854.htm>



รูปที่ 1-9 หม้อแปลงกระแสไฟฟ้า

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่2.....
	ชื่อหน่วย โครงสร้างของหม้อแปลงไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 2
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

สัญลักษณ์ของหม้อแปลงไฟฟ้าที่นิยมใช้กันตามมาตรฐานอเมริกันหลายแบบ ถ้าเป็นหม้อแปลงแกนอากาศแสดงในรูป 1-10(ก) หม้อแปลงแกนเหล็กแสดงในรูป 1-10(ข)หม้อแปลงชนิดปรับค่าได้หรือหม้อแปลงออโต้แสดงในรูป 1-10(ค) และหม้อแปลงชนิดมีแทปกลางแสดงในรูป 1-10(ง)



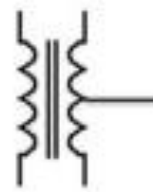
(ก) แกนอากาศ



(ข) แกนเหล็ก



(ค) หม้อแปลงออโต้



(ง) แทปกลาง

รูปที่ 1-10 สัญลักษณ์ของหม้อแปลงไฟฟ้า



	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่2.....
	ชื่อหน่วย โครงสร้างของหม้อแปลงไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 2
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

5.1 การนำเข้าสู่บทเรียน

1. ครูทักทายและตรวจสอบรายชื่อนักศึกษา แลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารของวิทยาลัยฯ
2. ครูแนะนำคำอธิบายรายวิชาจุดประสงค์ของรายวิชา และสมรรถนะรายวิชา และเป้าหมายของการศึกษา
3. ครูแนะนำเกณฑ์การให้คะแนน การวัดประเมินผล การลา และจำนวนคาบที่ขาดได้
4. ครูชี้แจงวัตถุประสงค์ของการเรียน เรื่อง หลักการเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้า
5. นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน
6. นักเรียนรับฟังคำเฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน
7. ครูสำรวจความพร้อมของนักเรียน

5.2 การเรียนรู้

1. นักเรียนเปิดสื่อการเรียนการสอนเนื้อหา
2. นักเรียนฟังอธิบายเนื้อหาตามสื่อการเรียนจากครู
3. นักเรียนเรียนช่วยกันอภิปรายถึงการทำงานอย่างไรให้มีความปลอดภัย
4. นักเรียนทำแบบฝึกหัด
5. นักเรียนและครูร่วมเฉลยแบบฝึกหัด และแลกเปลี่ยนเหตุผลระหว่างกัน

5.3 การสรุป

1. ครูผู้สอนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนซักถามข้อสงสัยที่เกิดขึ้นระหว่างการเรียนการสอน ตอบข้อซักถามและสรุปเนื้อหาโดยสรุป

5.4 การวัดและประเมินผล

1. นักเรียนทำทดสอบแบบทดสอบ
2. นักเรียนรับฟังคำเฉลยแบบทดสอบ
3. ครูบันทึกผลการประเมิน

6.สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้

6.1 สื่อสิ่งพิมพ์

- เอกสารประกอบวิชา หม้อแปลงไฟฟ้า

6.2 สื่อโสตทัศน (ถ้ามี)

- 1 อภิรักษ์ สุขเกษม. หม้อแปลงไฟฟ้า. นนทบุรี : บริษัทศูนย์หนังสือเมืองไทย จำกัด, 2562.

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่2.....
	ชื่อหน่วย โครงสร้างของหม้อแปลงไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 2
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

2. แผ่นใส
3. สื่อคอมพิวเตอร์ (Power Point)
4. ของจริง
5. ใบประเมินผล
7. เอกสารประกอบการจัดการเรียนรู้ (ใบความรู้ ใบงาน ใบมอบหมายงาน ฯลฯ)
 - ใบงาน
8. การบูรณาการ/ความสัมพันธ์กับวิชาอื่น
 -
9. การวัดและประเมินผล
 - 9.1 ก่อนเรียน
 - ทดสอบก่อนเรียน เปรียบเทียบกับคะแนนสอบหลังเรียน
 - 9.2 ขณะเรียน
 - ใบงาน เกณฑ์ผ่าน 50%
 - แบบประเมินด้านคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์เกณฑ์ผ่าน 70%
 - 9.3 หลังเรียน
 - แบบทดสอบหลังเรียน เกณฑ์ผ่าน 50%
10. บันทึกหลังสอน
 - 10.1 ผลการใช้แผนการจัดการเรียนรู

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่2.....
	ชื่อหน่วย โครงสร้างของหม้อแปลงไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 2
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

10.2 ผลการเรียนรู้ของนักเรียน นักศึกษา

.....

.....

.....

.....

10.3 แนวทางการพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้

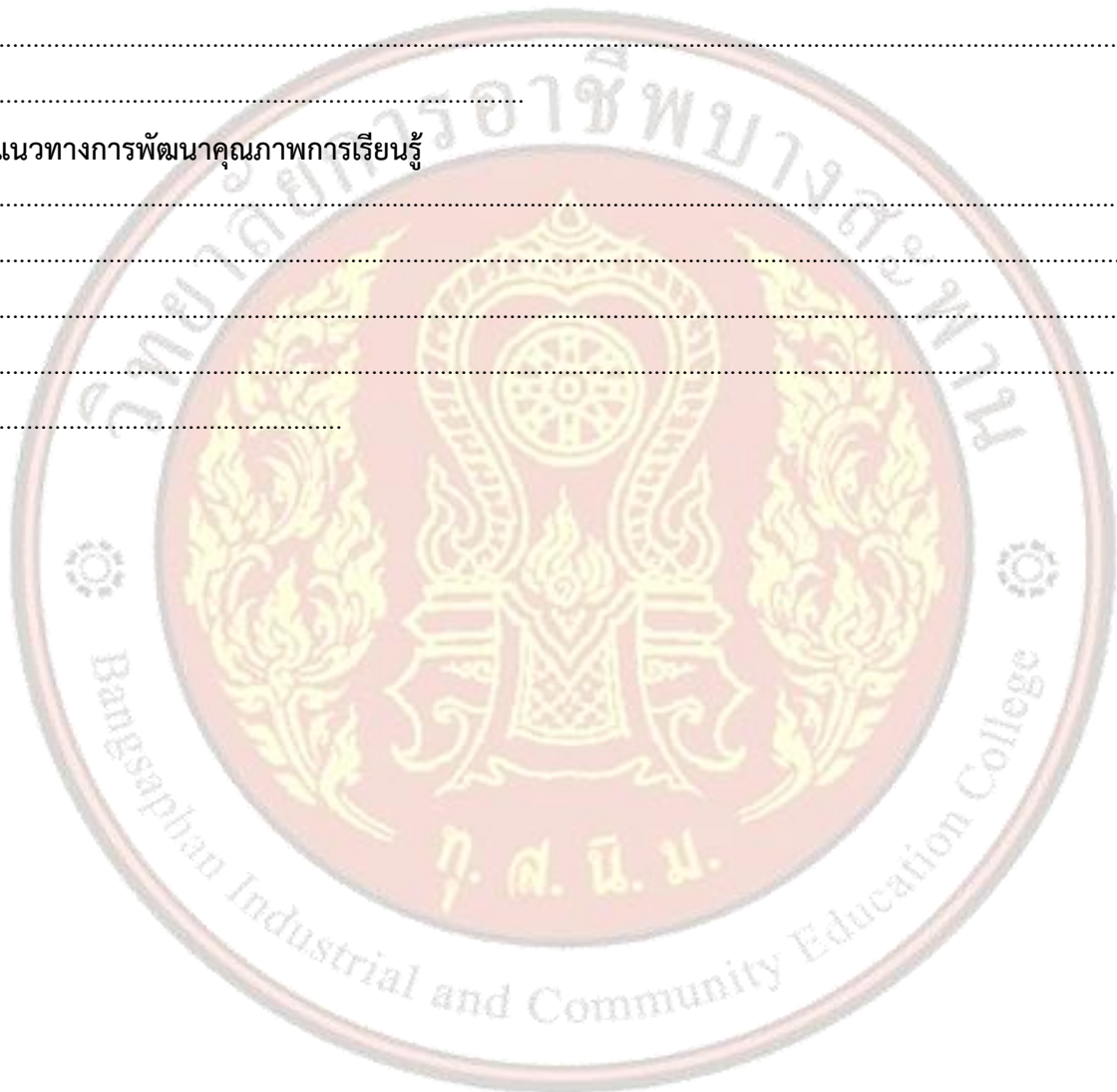
.....

.....

.....

.....

.....



	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่2.....
	ชื่อหน่วย โครงสร้างของหม้อแปลงไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 2
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

เฉลยแบบทดสอบหลังเรียนหน่วยที่ 2

โครงสร้างและการทำงานของหม้อแปลงไฟฟ้า

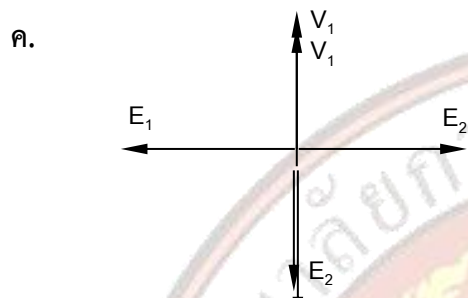
คำชี้แจง 1. จงทำเครื่องหมาย X ทับ ก ข ค หรือ ง ที่เห็นว่าถูกที่สุด

2. อนุญาตให้ใช้เครื่องคำนวณได้

- ในการแบ่งหม้อแปลงไฟฟ้าตามพิสัยการใช้งานของระบบจำหน่าย มีขนาดไม่เกินเท่าไร
 ง. 500 kVA
- แกนเหล็กที่ใช้ทำหม้อแปลงไฟฟ้า จะมีความหนาแน่นเท่าไร
 ข. $1.35 - 1.55 \text{ Wb/m}^2$
- ข้อใดเป็นลักษณะของแกนเหล็กแบบคอร์
 ค. UI และ LL
- ข้อใดเป็นลักษณะของแกนเหล็กแบบเชลล์
 ก. EI และ EE
- ข้อใดไม่เป็นคุณลักษณะของหม้อแปลงในอุดมคติ
 ค. ไม่มีเส้นแรงแม่เหล็กที่แกนเหล็ก
- ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับการทำงานของหม้อแปลงในอุดมคติ
 ง. แรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำตนเองรวมเฟสกับแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำร่วม
- ข้อใดคือสมการของแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำทางด้านทุติยภูมิ
 ง. $4.44 f N_2 \Phi_{\text{max}}$
- ข้อใดคือสมการอัตราส่วนของหม้อแปลงไฟฟ้า
 ข. $\frac{V_1}{V_2} = \frac{I_2}{I_1} = \frac{N_1}{N_2}$

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่2.....
	ชื่อหน่วย โครงสร้างของหม้อแปลงไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 2
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

9. ข้อใดเป็นเฟสเซอร์ไดอะแกรมของหม้อแปลงไฟฟ้าในอุดมคติ เมื่อพิจารณาเฉพาะแรงดันไฟฟ้า



10. พิกัดของหม้อแปลงไฟฟ้า จะบอกขนาดตามข้อใด

ข. กิโลโวลต์แอมแปร์

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่2.....
	ชื่อหน่วย โครงสร้างของหม้อแปลงไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 2
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

บันทึกหลังการสอน

วิชา หม้อแปลงไฟฟ้า (20104-2105) ท-ป-น : 1-3-2

1. ผลการจัดการเรียนรู้ตามแผนการสอน

1.1 วัน เดือน ปีสอนครั้งที่สาขา/ชั้นปี ที่สอนจำนวนผู้เรียนคน มาเรียนปกติ.....คน ขาดเรียน.....คน ลาป่วย.....คน ลากิจ.....คน มาสาย.....คน

1.2 หัวข้อเรื่อง/เนื้อหาสาระ :

.....

☐ สอนครบตามหัวข้อเรื่องในแผนฯ ☐ สอนไม่ครบเนื่องจาก.....

1.3 กิจกรรม/วิธีการสอน

☐ ครูแนะนำและบอกจุดประสงค์ ☐ ครูอธิบาย/ถาม-ตอบ/สาธิต/.....

☐ ทำแบบทดสอบก่อนเรียน ☐ ทำแบบทดสอบหลังเรียน

☐ ทำแบบฝึกหัด/โจทย์ปัญหา ☐ ทำใบกิจกรรม/ใบงาน.....

☐ อื่น ๆ (ระบุ).....

1.4 สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้ :

2. ผลการเรียนรู้ของผู้เรียน/ผลการสอนของครู/ปัญหาที่พบ

2.1 การวัดผลและประเมินผล/ผลการเรียนรู้ของผู้เรียน :

2.2 สมรรถนะที่ผู้เรียนได้รับ :

2.3 สอดแทรกคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยม :

2.4 ผลการสอนของครู :

2.5 ปัญหาที่นำไปสู่การวิจัย :

3. แนวทางการพัฒนาคุณภาพการสอน

3.1 ผลการใช้และปรับปรุงแผนการสอนครั้งนี้ :

3.2 แนวทางพัฒนาคุณภาพวิธีสอน/สื่อ/การวัดผล/เอกสารช่วยสอน.....

ลงชื่อ

ครูผู้สอน

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่3.....
	ชื่อหน่วย หลักการทำงานและอัตราส่วนของหม้อแปลงไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 3
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

1. สารสำคัญ

หม้อแปลงไฟฟ้าเป็นเครื่องกลไฟฟ้าที่ทำงานโดยไม่มีส่วนประกอบใดเลยเคลื่อนที่หลักการทำงานอาศัยหลักการเหนี่ยวนำร่วมกันระหว่างขดลวดปฐมภูมิและขดลวดทุติยภูมิ โดยใช้แกนเหล็กเป็นเส้นทางเดินของวงจรแม่เหล็ก เมื่อแรงดันไฟฟ้าทางด้านทุติยภูมิ (E_2) มีค่าต่ำกว่าแรงดันไฟฟ้าด้านปฐมภูมิ (E_1) จะเรียกหม้อแปลงไฟฟ้าแบบนี้ว่า หม้อแปลงไฟฟ้าแบบลดแรงดัน หรือ $E_2 < E_1$ เมื่อแรงดันไฟฟ้าด้านทุติยภูมิ (E_2) มีค่าสูงกว่าแรงดันไฟฟ้าด้านปฐมภูมิ (E_1) จะเรียกหม้อแปลงไฟฟ้าแบบนี้ว่า หม้อแปลงไฟฟ้าแบบเพิ่มหรือ $E_2 > E_1$ เมื่อแรงดันไฟฟ้าด้านทุติยภูมิ (E_2) มีค่าเท่ากับด้านปฐมภูมิ (E_1) จะเรียกหม้อแปลงไฟฟ้าแบบนี้ว่า หม้อแปลงไฟฟ้าแบบหนึ่งต่อหนึ่ง หรือ $E_2 = E_1$ สำหรับอัตราส่วนของหม้อแปลงไฟฟ้า ค่าคงที่ K มีชื่อเรียกว่า “อัตราส่วนของแรงดัน” หรือ “อัตราส่วนของจำนวนรอบ”

2. สมรรถนะประจำหน่วย

แสดงความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการทำงานและอัตราส่วนของหม้อแปลงไฟฟ้า

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 ด้านความรู้

1. หลักการทำงานเบื้องต้นของหม้อแปลงไฟฟ้า
2. สมการแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำ
3. อัตราส่วนของหม้อแปลงไฟฟ้า

3.2 ด้านทักษะ

1. ปฏิบัติงานที่ได้รับมอบหมายด้วยความรับผิดชอบและเสร็จตามกำหนดเวลา

3.3 คุณลักษณะที่พึงประสงค์

1. มีการพัฒนาคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของผู้สำเร็จการศึกษา
สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ที่ครูสามารถสังเกตได้ขณะทำการสอนในเรื่อง

5.1 ความมีมนุษยสัมพันธ์

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่3.....
	ชื่อหน่วย หลักการทำงานและอัตราส่วนของหม้อแปลงไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 3
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

5.2 ความมีวินัย

5.3 ความรับผิดชอบ

5.4 ความซื่อสัตย์สุจริต

5.5ความเชื่อมั่นในตนเอง

5.6 การประหยัด

5.7 ความสนใจใฝ่รู้

5.8การละเว้นสิ่งเสพติดและการพนัน

5.9ความรักสามัคคี

5.10 ความกตัญญูทวดเวท

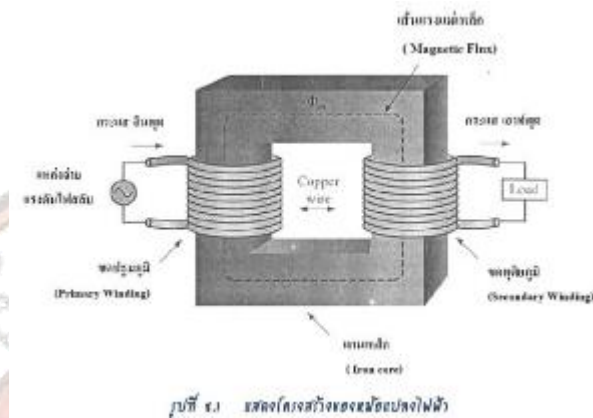
4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้

หลักการทำงาน

ในระบบจ่ายไฟฟ้าจะมีการแปลงแรงดันไฟฟ้าสลับให้มีขนาดสูงมากๆ เช่นให้มีขนาดเป็น 48kV หรือ 24kV เพื่อลดขนาดของลวดตัวนำ ที่ต้องใช้ในการจ่ายไฟฟ้าเป็นระยะทางไกลๆ เมื่อถึงปลายทางก่อนที่จะจ่ายไฟฟ้าไปให้แก่บ้านเรือนต่างๆ ก็จะแปลงระดับแรงดันไฟฟ้าให้ลดลงเป็น 220 V เพื่อลดอันตรายที่จะเกิดแก่ผู้ใช้ไฟฟ้า และเมื่อต้องการใช้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ระดับแรงดันต่ำๆ เช่น 6V หรือ 9V ก็จะต้องมีการแปลงดันไฟฟ้า ตามบ้านจาก 220 V เป็นระดับแรงดันไฟฟ้าตามที่ต้องการ อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ดังกล่าว เราเรียกว่า หม้อแปลงไฟฟ้า (Transformer)

การทำงานของหม้อแปลงไฟฟ้านั้น อาศัยหลักการความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้ากับเส้นแรงแม่เหล็กในการสร้างแรงเคลื่อนเหนี่ยวนำให้กับตัวนำ คือ เมื่อมีกระแสไหลผ่านขดลวดตัวนำ ก็จะทำให้เกิดเส้นแรงแม่เหล็กรอบๆตัวนำนั้น และถ้ากระแสที่ป้อนมีขนาดและทิศทางที่เปลี่ยนแปลงไปมา ก็จะทำให้สนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นมีการเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย ถ้าสนามแม่เหล็กที่มีการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวตัดผ่านตัวนำ ก็จะเกิดแรงเคลื่อนเหนี่ยวนำขึ้นที่ตัวนำนั้น โดยขนาดของแรงเคลื่อนเหนี่ยวนำจะสัมพันธ์กับ ความเข้มของสนามแม่เหล็ก และความเร็วในการตัดผ่านตัวนำของสนามแม่เหล็ก

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่3.....
	ชื่อหน่วย หลักการทำงานและอัตราส่วนของหม้อแปลงไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 3
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4



พิจารณาจากรูป จะเห็นว่าโครงสร้างของหม้อแปลงจะประกอบไปด้วย ขดลวด 2 ขดพันรอบแกนที่เป็นสื่อกลางของเส้นแรงแม่เหล็ก ซึ่งอาจเป็นแกนเหล็ก แกนเฟอร์ไรต์ หรือแกนอากาศ ขดลวดที่เราจ่ายไฟเข้าไปเราเรียกว่า ขดปฐมภูมิ (Primary Winding) และ ขดลวดอีกขดที่ต่อเข้ากับโหลด เราเรียกว่า ขดทุติยภูมิ (Secondary Winding)

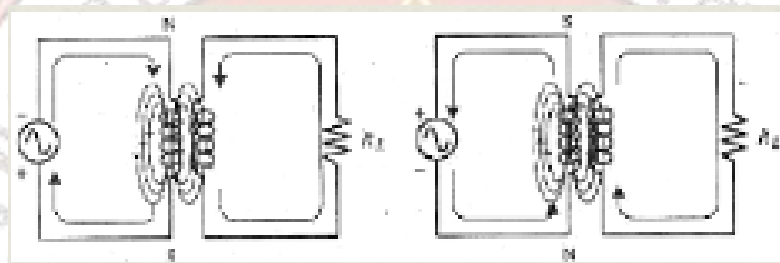


เมื่อเราจ่ายกระแสไฟฟ้าสลับให้กับขดปฐมภูมิ ก็จะทำให้เกิดสนามแม่เหล็กที่เปลี่ยนแปลงไป-มา โดยเส้นแรงแม่เหล็กดังกล่าวก็จะวิ่งไป-มา ตามแกน และไปตัดกับขดทุติยภูมิ ทำให้เกิดแรงดันเหนี่ยวนำขึ้นที่ขดทุติยภูมิที่ต่อกับโหลด โดยแรงเคลื่อนเหนี่ยวนำที่เกิดขึ้น จะมีความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงของสนามแม่เหล็กและจำนวนรอบของขดลวด

การทำงานของหม้อแปลงไฟฟ้าเมื่อปล่อยแรงดันไฟสลับเข้าที่ขดปฐมภูมิจะเกิดเส้นแรงแม่เหล็กชักนำขึ้นทำให้เกิดแรงดันไฟสลับขึ้นที่ขดทุติยภูมิโดยมีความถี่เท่าเดิม ขดทุติยภูมิจะมีขดลวดขดเดียวหรือหลายขดก็ได้ แรงดันไฟสลับที่เกิดขึ้นที่ขดทุติยภูมิจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับอัตราส่วนของขดลวด ระหว่างขดปฐมภูมิและขดทุติย

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่3.....
	ชื่อหน่วย หลักการทำงานและอัตราส่วนของหม้อแปลงไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 3
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

ภูมิ สามารถคำนวณได้ว่าทางขดปฐมภูมิ จะใช้ขดลวดกี่รอบต่อ 1 โวลต์แล้ว ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของขดลวด เมื่อสามารถหาได้ว่าขดลวดกี่รอบต่อโวลต์แล้ว ทางขดทุติยภูมิก็สามารถที่จะพันให้ได้จำนวนรอบตามที่ต้องการถ้าจำนวนรอบของขดปฐมภูมิเท่ากับจำนวนรอบของขดทุติยภูมิ แรงดันไฟสลับที่ออกมาที่ขดทุติยภูมิจะเท่ากับแรงดันไฟสลับที่ป้อนเข้าไปที่ขดปฐมภูมิ นั่นคือ ถ้าป้อนแรงดันไฟสลับเข้าที่ขดปฐมภูมิ 220 โวลต์ แรงดันไฟสลับออกที่ขดทุติยภูมิจะเท่ากับ 220 โวลต์เช่นกัน



ถ้าให้ E_p เป็นระดับแรงดันไฟฟ้าทางขดปฐมภูมิ
 E_s เป็นระดับแรงดันไฟฟ้าทางขดทุติยภูมิ
 N_p เป็นจำนวนรอบของขดปฐมภูมิ
 N_s เป็นจำนวนรอบของขดทุติยภูมิ

และให้ $\Delta\phi$ เป็นอัตราการเปลี่ยนแปลงของสนามแม่เหล็ก
 เราสามารถกำหนดสมการได้ดังนี้ คือ

$$E_p = - N_p \cdot \Delta\phi \quad (1)$$

และ $E_s = - N_s \cdot \Delta\phi \quad (2)$

เมื่อนำสมการ (1) มาหารด้วย สมการ (2)

จะได้

$$\frac{E_p}{E_s} = \frac{N_p}{N_s} \quad (3)$$

จากสมการ (3) จะได้ว่า

$$E_s = \frac{N_s}{N_p} E_p \quad (4)$$

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่3.....
	ชื่อหน่วย หลักการทำงานและอัตราส่วนของหม้อแปลงไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 3
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

จากสมการ(4)จะเห็นว่าแรงดันไฟฟ้าทางขดทุติยภูมิ จะขึ้นอยู่กับอัตราส่วนจำนวนรอบของขดลวดทุติยภูมิ และขดปฐมภูมิ โดยถ้าเราพันขดลวดทุติยภูมิ ให้มีจำนวนรอบมากกว่าขดปฐมภูมิ แรงดันไฟฟ้าขาออกจากขดทุติยภูมิ ก็จะสูงกว่าแรงดันไฟฟ้า ที่จ่ายเข้ามาทางขดปฐมภูมิ เราเรียกว่าเป็น หม้อแปลงชนิดแปลงแรงดันขึ้น (Step Up Transformer) แต่ถ้าเราพันขดทุติยภูมิ ให้มีจำนวนรอบน้อยกว่าขดปฐมภูมิ แรงดันไฟฟ้าทางขดทุติยภูมิก็จะต่ำกว่าแรงดันที่จ่ายเข้ามาทางขดปฐมภูมิ เราเรียกว่าเป็น หม้อแปลงชนิดแปลงแรงดันลง (Step Down Transformer)

โดย ถ้าให้ I_p เป็นกระแสไฟฟ้าทางขดปฐมภูมิ
 I_s เป็นกระแสไฟฟ้าทางขดทุติยภูมิ
 และสมมติว่าไม่มีการสูญเสียใดๆ
 คือ กำลังไฟฟ้าขาออก เท่ากับกำลังไฟฟ้าที่จ่ายเข้ามา
 จะได้ว่า $I_s \cdot E_s = I_p \cdot E_p$

หรือ $\frac{I_s}{I_p} = \frac{E_p}{E_s}$
 และพิจารณาจากสมการ (3) ก็จะได้

$\frac{I_s}{I_p} = \frac{N_p}{N_s}$

หรือ $I_s = \frac{N_p}{N_s} I_p$ (5)

จากสมการ (5) เราสามารถตีความหมายได้ดังนี้ คือถ้าโหลดมีการดึงกระแสทางขดทุติยภูมิมากขึ้น กระแสไฟฟ้าทางขดปฐมภูมิก็จะสูงขึ้นด้วยในกรณีเป็นหม้อแปลงชนิดแปลงขึ้น คือ $N_s > N_p$ กระแสทางขดทุติยภูมิ (I_s) ก็จะน้อยกว่าค่ากระแสทางขดปฐมภูมิ(I_p) ซึ่งหมายถึง ขนาดของลวดที่ใช้พันขดทุติยภูมิจะมีขนาดเล็กกว่าขนาดของขดปฐมภูมิแต่ถ้าเป็นหม้อแปลงชนิดแปลงลง คือ $N_s < N_p$ ค่าของกระแสทางขดทุติยภูมิ(I_s) ก็จะสูงกว่ากระแสทางขดปฐมภูมิ(I_p) ซึ่งหมายถึง ขนาดของลวดที่ใช้พันขดทุติยภูมิจะมีขนาดใหญ่กว่า ขนาดของขดปฐมภูมิ

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่3.....
	ชื่อหน่วย หลักการทำงานและอัตราส่วนของหม้อแปลงไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 3
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

ชนิดของหม้อแปลงไฟฟ้า

เราสามารถแบ่งชนิดของหม้อแปลงไฟฟ้า ตามแกนของหม้อแปลงได้ 3 แบบ คือ

1. หม้อแปลงชนิด แกนเหล็ก (Iron Core Transformer) หม้อแปลงแบบนี้จะใช้ แผ่นเหล็กอ่อนหลายๆ แผ่นส่วนใหญ่จะใช้รูปทรงตัว E กับ ตัว I ประกอบกันเป็นแกนซึ่งส่วนใหญ่จะใช้ในงานทั่วไปที่มีความถี่ไม่สูงนัก เช่นหม้อแปลงในงานส่งกำลังไฟฟ้า หรือหม้อแปลงแปลง แรงดันไฟฟ้าตามบ้าน เป็นแรงดันต่ำๆตามที่ต้องการ หม้อแปลงชนิดนี้จะมีประสิทธิภาพสูงที่สุด

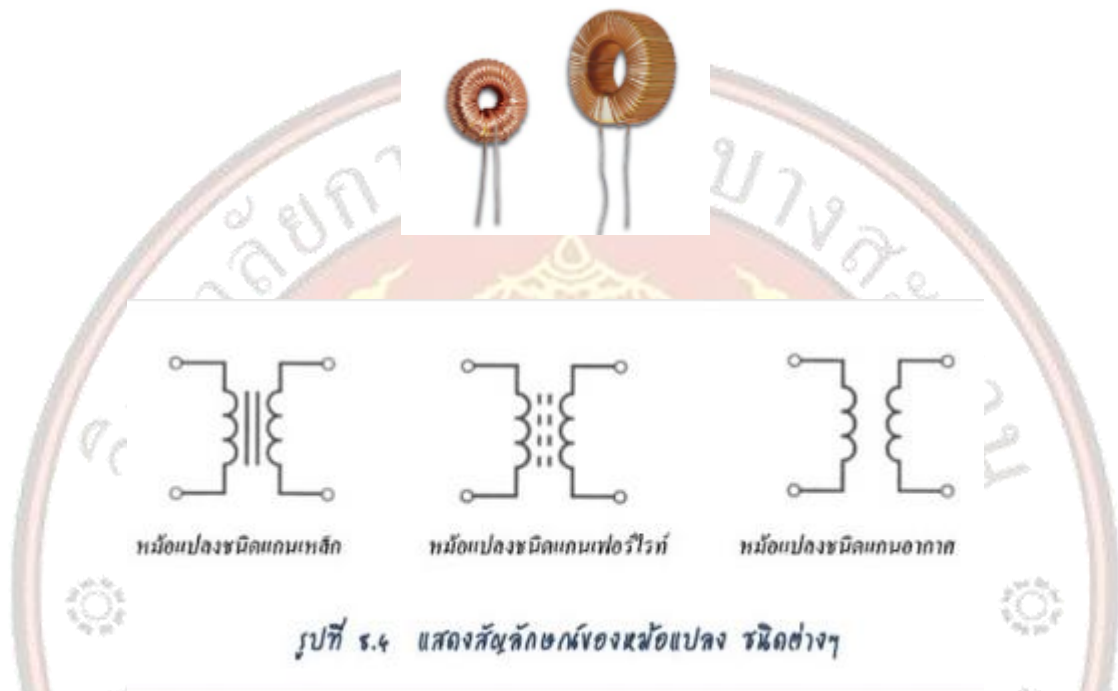


2. หม้อแปลงชนิดแกนเฟอร์ไรท์ (Ferrite Core Transformer) หม้อแปลงชนิดนี้ส่วนใหญ่จะใช้ในงานที่มีความถี่สูง เช่นในเครื่องรับ เครื่องส่ง วิทยุ หรือในวงจรสวิตชิ่ง เพราะไม่สามารถใช้หม้อแปลงชนิดแกนเหล็กได้



	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่3.....
	ชื่อหน่วย หลักการทำงานและอัตราส่วนของหม้อแปลงไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 3
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

3. หม้อแปลงชนิดแกนอากาศ (Air Core Transformer) หม้อแปลงชนิดนี้จะใช้ในงานความถี่สูงมากๆ เช่นในเครื่องรับ เครื่องส่งวิทยุ ความถี่สูง เพราะไม่สามารถใช้หม้อแปลงชนิดอื่นได้เนื่องจากจะเกิดความสูญเสียอย่างมาก



สรุป

1. หลักการทำงานของหม้อแปลงไฟฟ้า เกิดจากการเหนี่ยวนำซึ่งกันและกัน (Mutual Inductance) ซึ่งมีผลทำให้เกิดการเหนี่ยวนำของแรงดันไฟฟ้าจากขดลวดหนึ่งไปอีกขดลวดหนึ่ง
2. การเพิ่มขึ้นของกระแสไฟฟ้าทางด้านปฐมภูมิ จะทำให้กระแสไฟฟ้าทางด้านทุติยภูมิเพิ่มขึ้น ในทำนองเดียวกันถ้ากระแสไฟฟ้าทางด้านปฐมภูมิลดลง ก็จะทำให้กระแสไฟฟ้าทางด้านทุติยภูมิลดลงด้วย ดังนั้น ความถี่ของไฟฟ้ากระแสสลับทางด้านทุติยภูมิจึงเท่ากับความถี่ทางด้านปฐมภูมิ
3. ค่าสัมประสิทธิ์ความเหนี่ยวนำ (k) หมายถึง อัตราส่วนระหว่างจำนวนเส้นแรงแม่เหล็กที่เคลื่อนที่ไปตัดกับขดลวดทางด้านทุติยภูมิเปรียบเทียบกับเส้นแรงทั้งหมดที่เกิดจากขดลวดปฐมภูมิซึ่งจะมีค่าอยู่ระหว่าง 0 และ 1
4. อัตราส่วนจำนวนรอบ (Turns Ratio) หมายถึง

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่3.....
	ชื่อหน่วย หลักการทำงานและอัตราส่วนของหม้อแปลงไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 3
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

อัตราส่วนระหว่างจำนวนรอบของขดลวดทางด้านทุติยภูมิ (NS) ต่อจำนวนรอบของขดลวดปฐมภูมิ (Np) มีสูตรคำนวณดังนี้

2.

3. อัตราส่วนจำนวนรอบ (Turns Ratio) = N_s/N_p 5. ถ้าแรงดันไฟฟ้าทางด้านทุติยภูมิ (VS) มีค่ามากกว่าแรงดันไฟฟ้าทางด้านปฐมภูมิ (VS) จะเรียกหม้อแปลงไฟฟ้าชนิดนี้ว่า หม้อแปลงไฟฟ้าชนิดแปลงแรงดันขึ้น (Step-Up Transformer)6. ถ้าแรงดันไฟฟ้าทางด้านทุติยภูมิ (VS) มีค่าน้อยกว่าแรงดันไฟฟ้าทางด้านปฐมภูมิ (VS) จะเรียกหม้อแปลงไฟฟ้าชนิดนี้ว่า หม้อแปลงไฟฟ้าชนิดแปลงแรงดันลง (Step-Down Transformer)7. กำลังงานที่ได้จากด้านทุติยภูมิ (PS) ในทางอุดมคติแล้วจะมีค่าเท่ากับกำลังงานทางด้านปฐมภูมิ (PS) นั่นคือ $PP = PS$ 8. การสูญเสียกำลังภายในของหม้อแปลงไฟฟ้าเกิดจากสาเหตุ 3 ประการ ได้แก่ - ความต้านทานภายในขดลวด (Copper Loss) - ชนิดของแกนที่ใช้พันขดลวด (Core Loss)- การรั่วไหลของสนามแม่เหล็ก (Magnetic Leakage)

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่3.....
	ชื่อหน่วย หลักการทำงานและอัตราส่วนของหม้อแปลงไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 3
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

5.1 การนำเข้าสู่บทเรียน

1. ครูทักทายและตรวจสอบรายชื่อนักศึกษา แลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารของวิทยาลัยฯ
2. ครูแนะนำคำอธิบายรายวิชาจุดประสงค์ของรายวิชา และสมรรถนะรายวิชา และเป้าหมายของการศึกษา
3. ครูแนะนำเกณฑ์การให้คะแนน การวัดประเมินผล การลา และจำนวนคาบที่ขาดได้
4. ครูชี้แจงวัตถุประสงค์ของการเรียน เรื่อง หลักการเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้า
5. นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน
6. นักเรียนรับฟังคำเฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน
7. ครูสำรวจความพร้อมของนักเรียน

5.2 การเรียนรู้

1. นักเรียนเปิดสื่อการเรียนการสอนเนื้อหา
2. นักเรียนฟังอธิบายเนื้อหาตามสื่อการเรียนจากครู
3. นักเรียนเรียนช่วยกันอภิปรายถึงการทำงานอย่างไรให้มีความปลอดภัย
4. นักเรียนทำแบบฝึกหัด
5. นักเรียนและครูร่วมเฉลยแบบฝึกหัด และแลกเปลี่ยนเหตุผลระหว่างกัน

5.3 การสรุป

1. ครูผู้สอนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนซักถามข้อสงสัยที่เกิดขึ้นระหว่างการเรียนการสอน ตอบข้อซักถามและสรุปเนื้อหาโดยสรุป

5.4 การวัดและประเมินผล

1. นักเรียนทำทดสอบแบบทดสอบ
2. นักเรียนรับฟังคำเฉลยแบบทดสอบ
3. ครูบันทึกผลการประเมิน

6.สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้

6.1 สื่อสิ่งพิมพ์

- เอกสารประกอบวิชา หม้อแปลงไฟฟ้า

6.2 สื่อโสตทัศน (ถ้ามี)

- 1 อภิรักษ์ สุขเกษม. หม้อแปลงไฟฟ้า. นนทบุรี : บริษัทศูนย์หนังสือเมืองไทย จำกัด, 2562.

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่3.....
	ชื่อหน่วย หลักการทำงานและอัตราส่วนของหม้อแปลงไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 3
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

2. แผ่นใส
3. สื่อคอมพิวเตอร์ (Power Point)
4. ของจริง
5. ใบประเมินผล
7. เอกสารประกอบการจัดการเรียนรู้ (ใบความรู้ ใบงาน ใบมอบหมายงาน ฯลฯ)
 - ใบงาน
8. การบูรณาการ/ความสัมพันธ์กับวิชาอื่น
 -
9. การวัดและประเมินผล
 - 9.1 ก่อนเรียน
 - ทดสอบก่อนเรียน เปรียบเทียบกับคะแนนสอบหลังเรียน
 - 9.2 ขณะเรียน
 - ใบงาน เกณฑ์ผ่าน 50%
 - แบบประเมินด้านคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์เกณฑ์ผ่าน 70%
 - 9.3 หลังเรียน
 - แบบทดสอบหลังเรียน เกณฑ์ผ่าน 50%
10. บันทึกหลังสอน
 - 10.1 ผลการใช้แผนการจัดการเรียนรู

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่3.....
	ชื่อหน่วย หลักการทำงานและอัตราส่วนของหม้อแปลงไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 3
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

10.2 ผลการเรียนรู้ของนักเรียน นักศึกษา

.....

.....

.....

.....

10.3 แนวทางการพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้

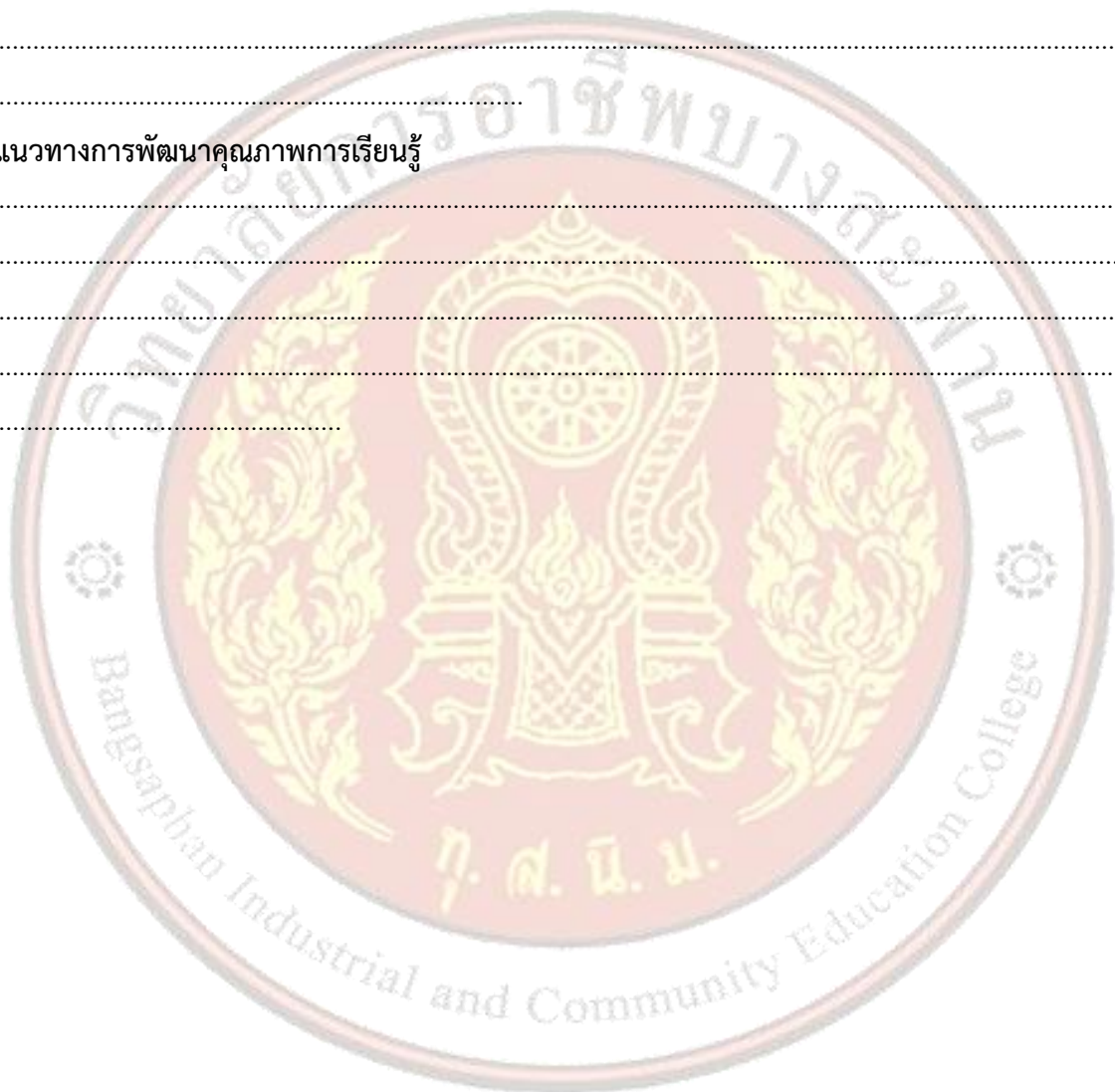
.....

.....

.....

.....

.....



	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บุคลากรหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่3.....
	ชื่อหน่วย หลักการทำงานและอัตราส่วนของหม้อแปลงไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 3
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

เฉลยแบบฝึกหัด 3

หม้อแปลงไฟฟ้า 1 เฟส 7200 VA 50 Hz มีจำนวนรอบของขดลวดทางด้านปฐมภูมิและทางด้านทุติย-ภูมิเป็น 1000 รอบ และ 400 รอบ ตามลำดับ โดยมีจำนวนเส้นแรงแม่เหล็กสูงสุด 5.4 mWb และสมมติให้หม้อแปลงไฟฟ้าทำงานในสถานะไม่มีโหลด

- อัตราส่วนของหม้อแปลงไฟฟ้ามีค่าเท่าไร
ก. 2.5
- แรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำทางด้านปฐมภูมิมีค่าเท่าไร
ก. 1200 V
- แรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำทางด้านทุติยภูมิมีค่าเท่าไร
ค. 480 V
- กระแสฟลักซ์ทางด้านปฐมภูมิมีค่าเท่าไร
ข. 6 A
- กระแสฟลักซ์ทางด้านทุติยภูมิมีค่าเท่าไร
ง. 15 A

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่3.....
	ชื่อหน่วย หลักการทำงานและอัตราส่วนของหม้อแปลงไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 3
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

บันทึกหลังการสอน

วิชา หม้อแปลงไฟฟ้า (20104-2105) ท-ป-น : 1-3-2

1. ผลการจัดการเรียนรู้ตามแผนการสอน

1.1 วัน เดือน ปีสอนครั้งที่สาขา/ชั้นปี ที่สอนจำนวนผู้เรียน
คน มาเรียนปกติ.....คน ขาดเรียน.....คน ลาป่วย.....คน ลากิจ.....คน มาสาย.....คน

1.2 หัวข้อเรื่อง/เนื้อหาสาระ :

.....

☐ สอนครบตามหัวข้อเรื่องในแผนฯ ☐ สอนไม่ครบเนื่องจาก.....

1.3 กิจกรรม/วิธีการสอน

☐ ครูแนะนำและบอกจุดประสงค์ ☐ ครูอธิบาย/ถาม-ตอบ/สาธิต/.....

☐ ทำแบบทดสอบก่อนเรียน ☐ ทำแบบทดสอบหลังเรียน

☐ ทำแบบฝึกหัด/โจทย์ปัญหา ☐ ทำใบกิจกรรม/ใบงาน.....

☐ อื่น ๆ (ระบุ).....

1.4 สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้ :

2. ผลการเรียนรู้ของผู้เรียน/ผลการสอนของครู/ปัญหาที่พบ

2.1 การวัดผลและประเมินผล/ผลการเรียนรู้ของผู้เรียน :

2.2 สมรรถนะที่ผู้เรียนได้รับ :

2.3 สอดแทรกคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยม :

2.4 ผลการสอนของครู :

2.5 ปัญหาที่นำไปสู่การวิจัย :

3. แนวทางการพัฒนาคุณภาพการสอน

3.1 ผลการใช้และปรับปรุงแผนการสอนครั้งนี้ :

3.2 แนวทางพัฒนาคุณภาพวิธีสอน/สื่อ/การวัดผล/เอกสารช่วยสอน.....

ลงชื่อ

ครูผู้สอน

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่4.....
	ชื่อหน่วย สภาวะการทำงานของหม้อแปลงไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 4
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

1. สารสำคัญ

หม้อแปลงไฟฟ้าเป็นเครื่องกลไฟฟ้าที่ทำงานโดยไม่มีส่วนประกอบใดเลยเคลื่อนที่หลักการทำงานอาศัยหลักการเหนี่ยวนำร่วมกันระหว่างขดลวดปฐมภูมิและขดลวดทุติยภูมิ โดยใช้แกนเหล็กเป็นเส้นทางเดินของวงจรแม่เหล็ก เมื่อแรงดันไฟฟ้าทางด้านทุติยภูมิ (E_2) มีค่าต่ำกว่าแรงดันไฟฟ้าด้านปฐมภูมิ (E_1) จะเรียกหม้อแปลงไฟฟ้าแบบนี้ว่า หม้อแปลงไฟฟ้าแบบลดแรงดัน หรือ $E_2 < E_1$ เมื่อแรงดันไฟฟ้าด้านทุติยภูมิ (E_2) มีค่าสูงกว่าแรงดันไฟฟ้าด้านปฐมภูมิ (E_1) จะเรียกหม้อแปลงไฟฟ้าแบบนี้ว่า หม้อแปลงไฟฟ้าแบบเพิ่มหรือ $E_2 > E_1$ เมื่อแรงดันไฟฟ้าด้านทุติยภูมิ (E_2) มีค่าเท่ากับด้านปฐมภูมิ (E_1) จะเรียกหม้อแปลงไฟฟ้าแบบนี้ว่า หม้อแปลงไฟฟ้าแบบหนึ่งต่อหนึ่ง หรือ $E_2 = E_1$ สำหรับอัตราส่วนของหม้อแปลงไฟฟ้า ค่าคงที่ K มีชื่อเรียกว่า “อัตราส่วนของแรงดัน” หรือ “อัตราส่วนของจำนวนรอบ”

2. สมรรถนะประจำหน่วย

แสดงความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับสภาวะการทำงานของหม้อแปลงไฟฟ้า

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 ด้านความรู้

1. ความหมายและประเภทของหม้อแปลงไฟฟ้า
2. หลักการทำงานของหม้อแปลงไฟฟ้า
3. สมการและประสิทธิภาพของหม้อแปลงไฟฟ้า

3.2 ด้านทักษะ

1. ปฏิบัติงานที่ได้รับมอบหมายด้วยความรับผิดชอบและเสร็จตามกำหนดเวลา

3.3 คุณลักษณะที่พึงประสงค์

1. มีการพัฒนาคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของผู้สำเร็จการศึกษา
สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ที่ครูสามารถสังเกตได้ขณะทำการสอนในเรื่อง

5.1 ความมีมนุษยสัมพันธ์

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่4.....
	ชื่อหน่วย สภาวะการทำงานของหม้อแปลงไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 4
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

5.2 ความมีวินัย

5.3 ความรับผิดชอบ

5.4 ความซื่อสัตย์สุจริต

5.5ความเชื่อมั่นในตนเอง

5.6 การประหยัด

5.7 ความสนใจใฝ่รู้

5.8การละเว้นสิ่งเสพติดและการพนัน

5.9ความรักสามัคคี

5.10 ความกตัญญูทวดเวท

4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้

1. ความหมายและประเภทของหม้อแปลงไฟฟ้า

- **ความหมาย:** หม้อแปลงไฟฟ้าเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้าจากระดับหนึ่งไปอีกระดับหนึ่ง โดยไม่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของความถี่
- **ประเภท:** สามารถแบ่งได้ตามรูปแบบการทำงาน เช่น หม้อแปลงไฟฟ้าแบบลดแรงดัน (Step-down Transformer) และแบบเพิ่มแรงดัน (Step-up Transformer)

2. หลักการทำงาน

- **หลักการเหนี่ยวนำแม่เหล็ก:** หม้อแปลงทำงานบนพื้นฐานของการเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้า โดยมีขดลวดสองชุด คือ ขดลวดแรก (Primary Winding) และขดลวดที่สอง (Secondary Winding)
 - เมื่อไฟฟ้าผ่านขดลวดแรก จะสร้างสนามแม่เหล็กที่เปลี่ยนแปลง และทำให้เกิดแรงดันในขดลวดที่สอง
- **สูตรการคำนวณ:** $V_p V_s = N_p N_s V_s V_p = N_s N_p$
 - $V_p V_p$ = แรงดันไฟฟ้าที่ขดลวดแรก
 - $V_s V_s$ = แรงดันไฟฟ้าที่ขดลวดที่สอง

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่4.....
	ชื่อหน่วย สภาวะการทำงานของหม้อแปลงไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 4
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

- N_p/N_p = จำนวนรอบของขดลวดแรก
- N_s/N_s = จำนวนรอบของขดลวดที่สอง

3. สมการและประสิทธิภาพ

- การคำนวณประสิทธิภาพ: หม้อแปลงมีประสิทธิภาพสูงโดยทั่วไปอยู่ที่ 95-99% ในการคำนวณประสิทธิภาพของหม้อแปลง ใช้สูตร
 - $\text{Efficiency} = \frac{P_{\text{out}}}{P_{\text{in}}} \times 100\%$ $\text{Efficiency} = \frac{P_{\text{in}}}{P_{\text{out}}} \times 100\%$
- การสูญเสียพลังงาน: หม้อแปลงสามารถสูญเสียพลังงานได้หลายทาง เช่น การสูญเสียจากความต้านทานของขดลวด (Copper Loss) และการสูญเสียจากสนามแม่เหล็ก (Core Loss)

4. การใช้งานหม้อแปลงไฟฟ้า

- ใช้ในระบบส่งจ่ายไฟฟ้า เช่น จากโรงไฟฟ้าไปยังสถานีไฟฟ้าย่อย
- ใช้ในอุตสาหกรรมต่าง ๆ เพื่อปรับแรงดันไฟฟ้าให้เหมาะสมกับการใช้งาน

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่4.....
	ชื่อหน่วย สภาวะการทำงานของหม้อแปลงไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 4
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

5.1 การนำเข้าสู่บทเรียน

1. ครูทักทายและตรวจสอบรายชื่อนักศึกษา แลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารของวิทยาลัยฯ
2. ครูแนะนำคำอธิบายรายวิชาจุดประสงค์ของรายวิชา และสมรรถนะรายวิชา และเป้าหมายของการศึกษา
3. ครูแนะนำเกณฑ์การให้คะแนน การวัดประเมินผล การลา และจำนวนคาบที่ขาดได้
4. ครูชี้แจงวัตถุประสงค์ของการเรียน เรื่อง หลักการเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้า
5. นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน
6. นักเรียนรับฟังคำเฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน
7. ครูสำรวจความพร้อมของนักเรียน

5.2 การเรียนรู้

1. นักเรียนเปิดสื่อการเรียนการสอนเนื้อหา
2. นักเรียนฟังอธิบายเนื้อหาตามสื่อการเรียนจากครู
3. นักเรียนเรียนช่วยกันอภิปรายถึงการทำงานอย่างไรให้มีความปลอดภัย
4. นักเรียนทำแบบฝึกหัด
5. นักเรียนและครูร่วมเฉลยแบบฝึกหัด และแลกเปลี่ยนเหตุผลระหว่างกัน

5.3 การสรุป

1. ครูผู้สอนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนซักถามข้อสงสัยที่เกิดขึ้นระหว่างการเรียนการสอน ตอบข้อซักถามและสรุปเนื้อหาโดยสรุป

5.4 การวัดและประเมินผล

1. นักเรียนทำทดสอบแบบทดสอบ
2. นักเรียนรับฟังคำเฉลยแบบทดสอบ
3. ครูบันทึกผลการประเมิน

6.สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้

6.1 สื่อสิ่งพิมพ์

- เอกสารประกอบวิชา หม้อแปลงไฟฟ้า

6.2 สื่อโสตทัศน (ถ้ามี)

- 1 อภิรักษ์ สุขเกษม. หม้อแปลงไฟฟ้า. นนทบุรี : บริษัทศูนย์หนังสือเมืองไทย จำกัด, 2562.

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่4.....
	ชื่อหน่วย สภาวะการทำงานของหม้อแปลงไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 4
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

2. แผ่นใส
3. สื่อคอมพิวเตอร์ (Power Point)
4. ของจริง
5. ใบประเมินผล
7. เอกสารประกอบการจัดการเรียนรู้ (ใบความรู้ ใบงาน ใบมอบหมายงาน ฯลฯ)
 - ใบงาน
8. การบูรณาการ/ความสัมพันธ์กับวิชาอื่น
 -
9. การวัดและประเมินผล
 - 9.1 ก่อนเรียน
 - ทดสอบก่อนเรียน เปรียบเทียบกับคะแนนสอบหลังเรียน
 - 9.2 ขณะเรียน
 - ใบงาน เกณฑ์ผ่าน 50%
 - แบบประเมินด้านคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์เกณฑ์ผ่าน 70%
 - 9.3 หลังเรียน
 - แบบทดสอบหลังเรียน เกณฑ์ผ่าน 50%
10. บันทึกหลังสอน
 - 10.1 ผลการใช้แผนการจัดการเรียนรูปรูป

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่4.....
	ชื่อหน่วย สภาวะการทำงานของหม้อแปลงไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 4
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

10.2 ผลการเรียนรู้ของนักเรียน นักศึกษา

.....

.....

.....

.....

10.3 แนวทางการพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้

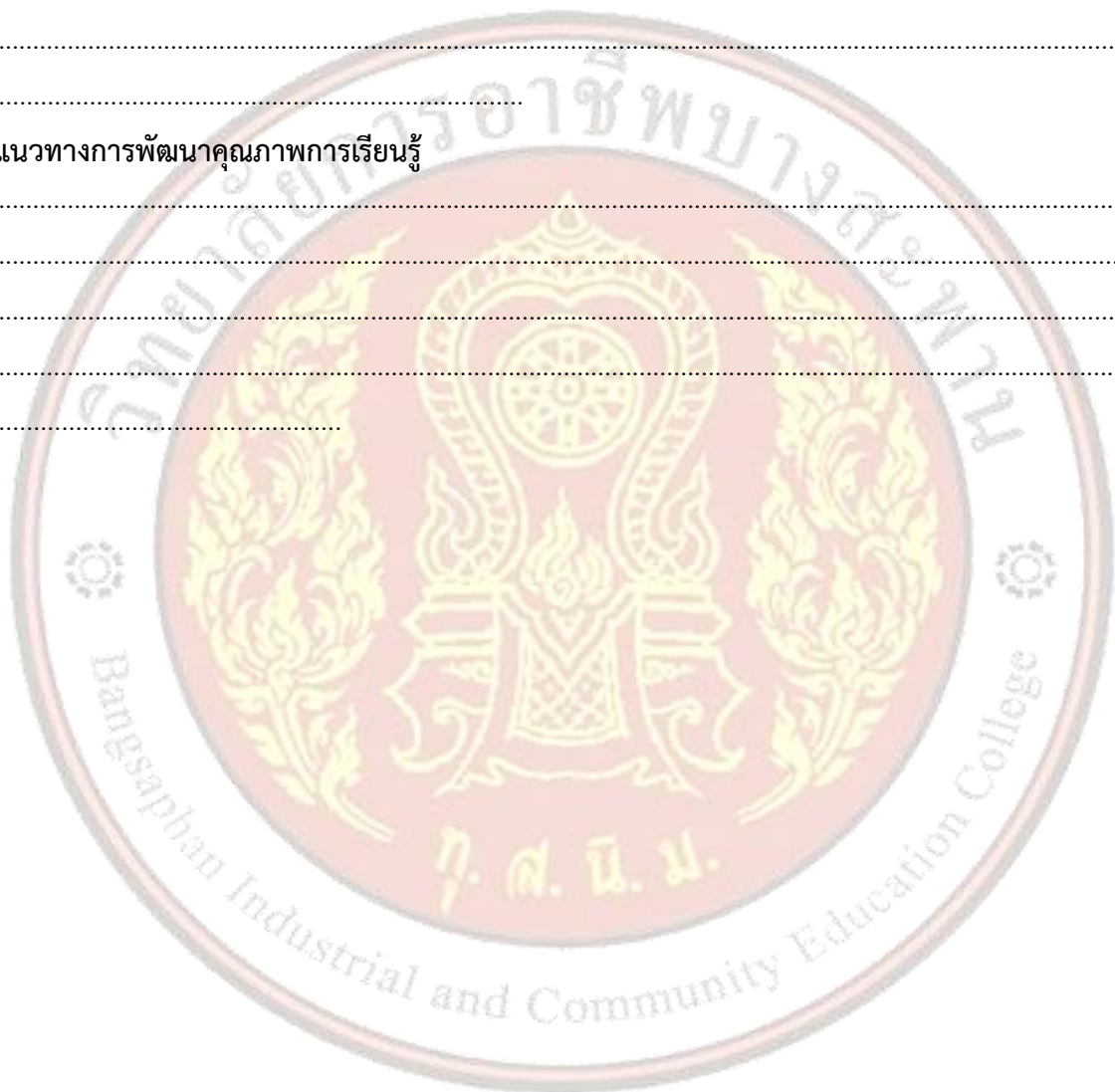
.....

.....

.....

.....

.....



	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่4.....
	ชื่อหน่วย สภาวะการทำงานของหม้อแปลงไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 4
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

เฉลยแบบฝึกหัด 4
หม้อแปลงไฟฟ้าเมื่อมีโหลด

- คำชี้แจง 1. จงทำเครื่องหมาย X ทับ ก ข ค หรือ ง ที่เห็นว่าถูกต้องที่สุด
 2. อนุญาตให้ใช้เครื่องคำนวณได้

- หม้อแปลงไฟฟ้าเมื่อมีโหลดทางด้านทุติยภูมิที่ค่า $pf. = 1$ แรงดันไฟฟ้ากับกระแสไฟฟ้าจะมีเฟสอย่างไร
 - กระแสไฟฟ้ากับแรงดันไฟฟ้ารวมเฟสกัน
- ถ้าโหลดที่ต่ออยู่ทางด้านทุติยภูมิเป็นตัวต้านทานกับตัวเก็บประจุ ข้อใดถูกต้อง
 - เป็นตัวประกอบกำลังนำหน้า
- ผลจากมีกระแสไฟฟ้าทางด้านทุติยภูมิและสร้างแรงเคลื่อนแม่เหล็กเรียกว่าอะไร
 - แอมแปร์ – เทอนลดเส้นแรงแม่เหล็ก
- ข้อใดกล่าวถูกต้องเมื่อหม้อแปลงไฟฟ้ามีโหลด
 - เกิดผลต่างของแรงดันไฟฟ้า E_1 กับ V_1
- ผลจากมีกระแสไหลทางด้านปฐมภูมิทำให้เกิดแรงเคลื่อนแม่เหล็กตามสมการข้อใด
 - $mmf._2 = N_1 I_2$

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่4.....
	ชื่อหน่วย สภาวะการทำงานของหม้อแปลงไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 4
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

บันทึกหลังการสอน

วิชา หม้อแปลงไฟฟ้า (20104-2105) ท-ป-น : 1-3-2

1. ผลการจัดการเรียนรู้ตามแผนการสอน

1.1 วัน เดือน ปีสอนครั้งที่สาขา/ชั้นปี ที่สอนจำนวนผู้เรียน
คน มาเรียนปกติ.....คน ขาดเรียน.....คน ลาป่วย.....คน ลากิจ.....คน มาสาย.....คน

1.2 หัวข้อเรื่อง/เนื้อหาสาระ :

.....

☐ สอนครบตามหัวข้อเรื่องในแผนฯ ☐ สอนไม่ครบเนื่องจาก.....

1.3 กิจกรรม/วิธีการสอน

☐ ครูแนะนำและบอกจุดประสงค์ ☐ ครูอธิบาย/ถาม-ตอบ/สาธิต/.....

☐ ทำแบบทดสอบก่อนเรียน ☐ ทำแบบทดสอบหลังเรียน

☐ ทำแบบฝึกหัด/โจทย์ปัญหา ☐ ทำใบกิจกรรม/ใบงาน.....

☐ อื่น ๆ (ระบุ).....

1.4 สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้ :

2. ผลการเรียนรู้ของผู้เรียน/ผลการสอนของครู/ปัญหาที่พบ

2.1 การวัดผลและประเมินผล/ผลการเรียนรู้ของผู้เรียน :

2.2 สมรรถนะที่ผู้เรียนได้รับ :

2.3 สอดแทรกคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยม :

2.4 ผลการสอนของครู :

2.5 ปัญหาที่นำไปสู่การวิจัย :

3. แนวทางการพัฒนาคุณภาพการสอน

3.1 ผลการใช้และปรับปรุงแผนการสอนครั้งนี้ :

3.2 แนวทางพัฒนาคุณภาพวิธีสอน/สื่อ/การวัดผล/เอกสารช่วยสอน.....

ลงชื่อ

ครูผู้สอน

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่5.....
	ชื่อหน่วย การต่อหม้อแปลงไฟฟ้าใช้งาน	สอนครั้งที่ 5-9
		ชั่วโมงรวม 20
		จำนวนชั่วโมง 4

1. สาระสำคัญ

การต่อหม้อแปลงไฟฟ้ามีจุดประสงค์เพื่อเพิ่มอัตราการจ่ายพลังงานไฟฟ้าให้มากขึ้น ก่อนที่จะนำหม้อแปลงไฟฟ้ามาต่อใช้งานร่วมกัน ก็ควรที่จะดำเนินการตรวจสอบหาข้อบกพร่องและกำหนดข้อบกพร่องของหม้อแปลงไฟฟ้าให้ถูกต้อง ทั้งนี้ เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดความเสียหายกับหม้อแปลงไฟฟ้าที่นำมาต่อใช้งานร่วมกัน ในการขนานหม้อแปลงควรรู้ว่ามีพิกัดกำลังไฟฟ้าขนาดเดียวกันหรือไม่ การต่อหม้อแปลงไฟฟ้า 3 เฟส ทำได้โดยการนำหม้อแปลงไฟฟ้า 1 เฟส จำนวน 3 ตัว ต่อแบบสตาร์-สตาร์ (Y-Y) , แบบเดลตา-เดลตา (Δ - Δ) , แบบสตาร์-เดลตา (Y- Δ) , แบบเดลตา-สตาร์ (Δ -Y) เป็นวิธีที่นิยมมากที่สุด และการต่อแบบโอเพนเดลตา (V) เป็นการนำหม้อแปลงไฟฟ้า 1 เฟส จำนวน 2 ตัว มาต่อเป็นหม้อแปลงไฟฟ้า 3 เฟส ซึ่งมีประสิทธิภาพในการจ่ายโหลดเพียง 58 เปอร์เซ็นต์ ของกำลังเอาต์พุตทั้งหมด

2. สมรรถนะประจำหน่วย

แสดงความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับการต่อหม้อแปลงไฟฟ้าใช้งาน

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 ด้านความรู้

1. ความหมายการต่อหม้อแปลง
2. การกำหนดเครื่องหมายที่ขั้วหม้อแปลง
3. ลำดับขั้นตอนการทดสอบเพื่อกำหนดเครื่องหมายที่ขั้วของหม้อแปลง

3.2 ด้านทักษะ

1. ปฏิบัติงานที่ได้รับมอบหมายด้วยความรับผิดชอบและเสร็จตามกำหนดเวลา

3.3 คุณลักษณะที่พึงประสงค์

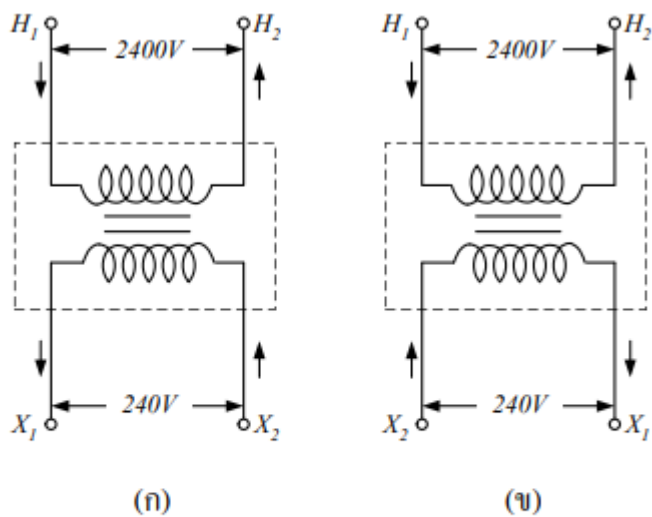
1. มีการพัฒนาคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของผู้สำเร็จการศึกษา

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ที่ครูสามารถสังเกตได้ขณะทำการสอนในเรื่อง

5.1 ความมีมนุษยสัมพันธ์

5.2 ความมีวินัย

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่5.....
	ชื่อหน่วย การต่อหม้อแปลงไฟฟ้าใช้งาน	สอนครั้งที่ 5-9
		ชั่วโมงรวม 20
		จำนวนชั่วโมง 4



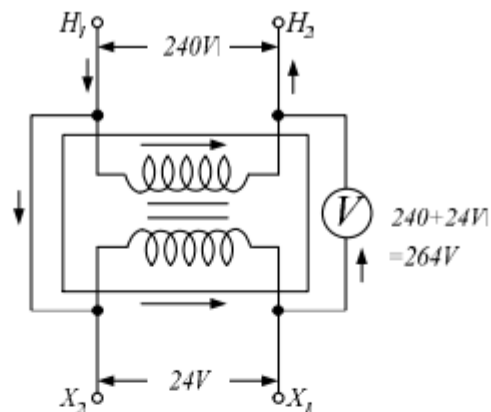
รูปที่ 4-1 การกำหนดเครื่องหมายปลายสายที่ขั้วหม้อแปลง

ก) แบบขั้วแทรกดิฟ โพลาริตี

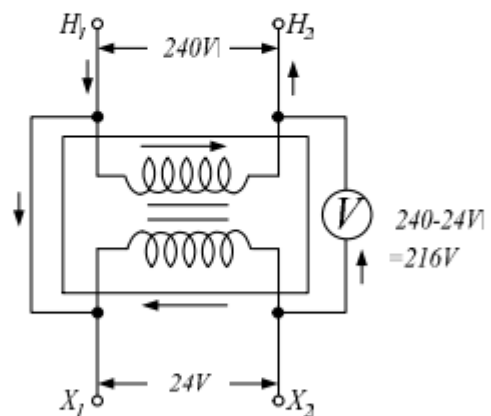
ข) แบบแอคดิฟ โพลาริตี

ให้กำหนดขั้วทางด้านซ้ายมือของขดลวดแรงดันสูงเป็น 17, และขั้วด้านขวาเป็น 12 เสมอเมื่อผู้สังเกตมองจากด้านแรงดันต่ำ ถ้าจะกำหนดเครื่องหมายที่ขั้วหม้อแปลงเป็นแบบขั้วแทรกดิฟ โพลาริตี (Subtractive polarity) ขั้วของขดลวดแรงดันต่ำด้านซ้ายมือจะต้องเป็น X และขั้วด้านขวามือจะต้องเป็น X2 ดังรูป 4-1 ก. แต่ถ้าจะกำหนดเครื่องหมายที่ขั้วหม้อแปลงเป็นแบบแอคดิฟ โพลาริตี (Additive polarity) ขั้วของขดลวดแรงดันต่ำด้านซ้ายจะต้องเป็น X> และขั้วด้านขวามือจะต้องเป็น X) ดังรูป 4-2

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่5.....
	ชื่อหน่วย การต่อหม้อแปลงไฟฟ้าใช้งาน	สอนครั้งที่ 5-9
		ชั่วโมงรวม 20
		จำนวนชั่วโมง 4



(ก)



(ข)

- รูปที่ 4-2 การต่อวงจรทดสอบเพื่อกำหนดเครื่องหมายปลายสายที่ขั้วหม้อแปลง
- ก) ค่าที่อ่านได้จากโวลต์มิเตอร์สูงกว่าแรงดันที่ป้อน จะเป็น แอดคิตีฟ โพลาริตี
- ข) ค่าที่อ่านได้จากโวลต์มิเตอร์ต่ำกว่าแรงดันที่ป้อน จะเป็น ซับแทรคตีฟ โพลาริตี

ลำดับขั้นการทดสอบเพื่อกำหนดเครื่องหมายที่ขั้วของหม้อหม้อ

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่5.....
	ชื่อหน่วย การต่อหม้อแปลงไฟฟ้าใช้งาน	สอนครั้งที่ 5-9
		ชั่วโมงรวม 20
		จำนวนชั่วโมง 4

1. ต้องทดสอบให้แน่ใจว่า ปลายสายของขลวดชุดใดเป็นขลวดแรงดันต่ำ และปลายสายขลวดชุดใดเป็นขลวดแรงดันสูง โดยใช้มัลติมิเตอร์

2. ต่อดำสายจากปลายสายเส้นหนึ่งของขลวดแรงดันสูงเข้ากับปลายสายเส้นหนึ่งของขลวดแรงดันต่ำ ดังรูป 4-2

3. นำ เอ.ซี. โวลท์มิเตอร์ตั้งช่วงวัดไว้สูงประมาณสองเท่าของแรงดันป้อนทางด้านขลวดแรงดันสูงต่อกับปลายสายเส้นที่เหลือของขลวดแรงดันสูง และปลายสายเส้นที่เหลือของขลวดด้านแรงดันต่ำ ดังรูปที่ 4-2

4. ป้อนแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ 240V. เข้าที่ขลวดแรงดันสูง ถ้าหากค่าที่อ่านได้จากโวลท์มิเตอร์เท่ากับผลบวกของแรงดันทั้งสองด้าน ๑ หรืออ่านค่าได้สูงกว่าแรงดันป้อนที่กำหนดเครื่องหมายที่ขั้วสายของหม้อแปลงจะต้องเป็นแบบแอดดีทิฟ โพลาริตี ดังรูปที่ 4-2 ก.

5. ถ้าค่าที่อ่านได้จากโวลท์มิเตอร์น้อยกว่าแรงดันป้อน หรือเท่ากับผลต่างของแรงดันทั้งสองด้านการกำหนดเครื่องหมายที่ขั้วสายจะต้องเป็นแบบซับแทรคทิฟ โพลาริตี ดังรูปที่ 4-2 ข.

4.1.2 การขนานหม้อแปลง (Parallel operation)

จุดประสงค์ของการขนานหม้อแปลงก็คือ พิกัดกำลังของหม้อแปลงตัวเดิมไม่เพียงพอที่จะจ่ายโหลดเพิ่มขึ้นได้ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องนำหม้อแปลงตัวอื่นมาต่อขนานกับหม้อแปลงตัวเดิม การขนานหม้อแปลง

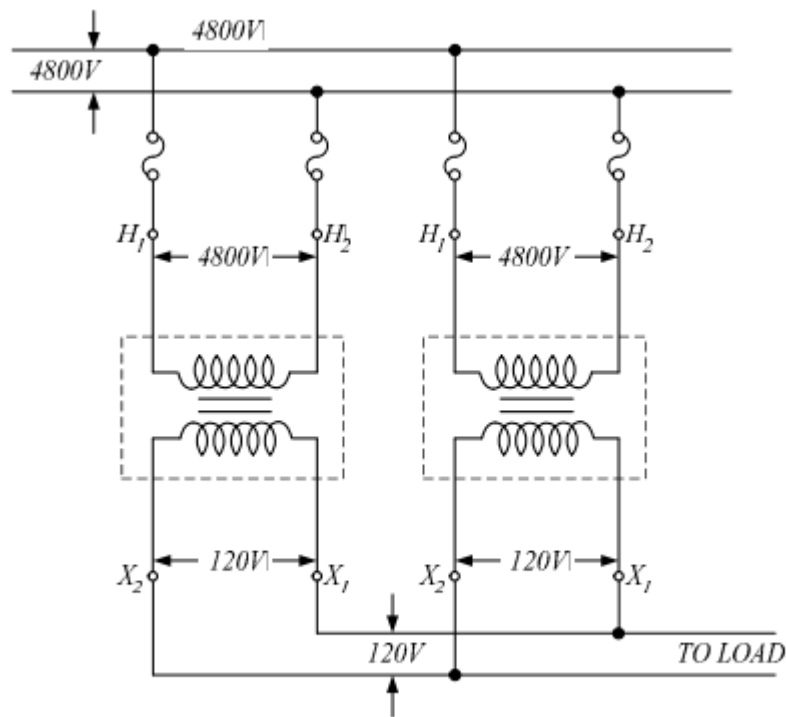
สามารถทำได้โดยใช้หม้อแปลงตั้งแต่สองตัวขึ้นไป ดังรูป 4-3 การต่อหม้อแปลงเพกติยสองตัวขนานกัน มีสิ่งที่ควรคำนึงถึงถึงดังนี้ คือ

1. พิกัดแรงกันของคลาคลปฐมภูมิและจะถูกที่ถูกระต้องทำกันก็คือ หมัดเบ่งนั้นเป็นสองสองสองมีอัตราส่วนแรงดันเท่ากัน ถ้าไม่เท่ากันจะทำให้เกิดกระแสไหลวน (Circulating current) ไม่ขอลาตของหมัดเบ่งทั้งของตัว - ผลที่ตามมาคือเกิดกรรฐที่ชื่อในรูปของความร้อนที่ขลวดของหม้อแปลง

2. หม้อแปลงทั้งสองต้องมีโพลาริตีเหมือนกัน หมายความว่าต้องต่อขั้วเหมือนกันเข้าด้วยกัน ดังรูปที่ 4-3 และรูปที่ 4-4 ถ้าต่อขั้วที่ไม่เหมือนกันเข้าด้วยกันจะเกิดการรธ

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่5.....
	ชื่อหน่วย การต่อหม้อแปลงไฟฟ้าใช้งาน	สอนครั้งที่ 5-9
		ชั่วโมงรวม 20
		จำนวนชั่วโมง 4

3. เพอร์เซ็นต์อิมพีแดนซ์ของหม้อแปลงทั้งสองจะต้องเท่ากัน ถ้าไม่เท่ากันหม้อแปลงจะไม่สามารถแบ่งโหลดให้เป็นไปตามอัตราส่วนของพิกัด เค.วี.เอ. ของหม้อแปลง แต่ละตัวได้

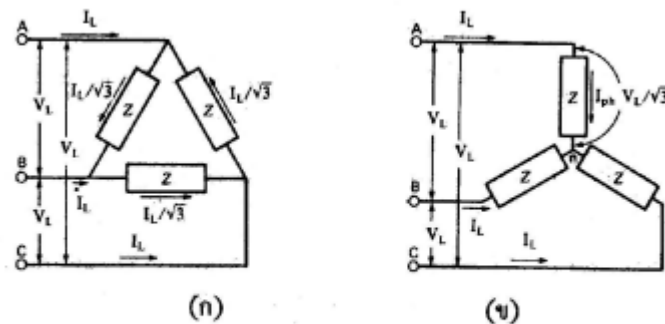


รูปที่ 4-4 การต่อหม้อแปลงเฟสเดียว ซึ่งมีโพลาร์ตีเหมือนกัน (Additive polarity) สองตัวขนานกัน

หม้อแปลงเฟสเดียวสองตัวในรูปที่ 4-4 มีพิกัดแรงดันไฟฟ้าเท่ากันทั้งสองด้านมีเปอร์เซ็นต์อิมพีแดนซ์เท่ากันและทั้งสองต่างก็มีโพลาร์ตีเหมือนกันคือเป็นแบบแอดคิตีฟ โพลาร์ตี การนำหม้อแปลงทั้งสองตัวมาต่อขนานกันทำได้ง่ายมากคือ นำปลายสาย 17/ ของหม้อแปลงทั้งสองมาต่อกับสายไฟเส้นหนึ่งแล้วนำปลายสาย 17% มาต่อรวมกันแล้วต่อกับสายไฟอีกสายไฟอีกเส้นหนึ่ง ในทำนองเดียวกันแรงดันต่ำ ก็นำปลายสาย X/ ของหม้อแปลงทั้งสองมาต่อรวมกันแล้วนำปลายสาย Xว ของหม้อแปลงทั้งสองมาต่อรวมกันจากจุดต่อร่วมของ X/ และ X: ต้องมีสายไฟต่อไปยังโหลด

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่5.....
	ชื่อหน่วย การต่อหม้อแปลงไฟฟ้าใช้งาน	สอนครั้งที่ 5-9
		ชั่วโมงรวม 20
		จำนวนชั่วโมง 4

โหลดที่สมดุลเท่านั้น โหลดสมดุลของระบบไฟฟ้า 3 เฟส ประกอบด้วยอิมพีแดนซ์ (Z) 3 ตัวที่มีค่าเท่ากัน ซึ่งสามารถต่อได้ 2 แบบคือ แบบเดลต้า (delta) และแบบวาย (Wye) ดังรูป 4-5



รูปที่ 4-5 ก) อิมพีแดนซ์ต่อแบบเดลต้า ข) อิมพีแดนซ์ต่อแบบวาย

1. การนำเข้าสู่บทเรียน

1. ครูทักทายและตรวจสอบรายชื่อนักศึกษา แลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารของวิทยาลัยฯ
2. ครูแนะนำคำอธิบายรายวิชาจุดประสงค์ของรายวิชา และสมรรถนะรายวิชา และเป้าหมายของการศึกษา
3. ครูแนะนำเกณฑ์การให้คะแนน การวัดประเมินผล การลา และจำนวนคาบที่ขาดได้
4. ครูชี้แจงวัตถุประสงค์ของการเรียน เรื่อง การต่อหม้อแปลงไฟฟ้าใช้งาน
5. นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน
6. นักเรียนรับฟังคำเฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน
7. ครูสำรวจความพร้อมของนักเรียน

5.2 การเรียนรู้

1. นักเรียนเปิดสื่อการเรียนการสอนเนื้อหา
2. นักเรียนฟังอธิบายเนื้อหาตามสื่อการเรียนจากครู
3. นักเรียนเรียนช่วยกันอภิปรายถึงการทำงานอย่างไรให้มีความปลอดภัย
4. นักเรียนทำแบบฝึกหัด
5. นักเรียนและครูร่วมเฉลยแบบฝึกหัด และแลกเปลี่ยนเหตุผลระหว่างกัน

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่5.....
	ชื่อหน่วย การต่อหม้อแปลงไฟฟ้าใช้งาน	สอนครั้งที่ 5-9
		ชั่วโมงรวม 20
		จำนวนชั่วโมง 4

5.3 การสรุป

1. ครูผู้สอนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนซักถามข้อสงสัยที่เกิดขึ้นระหว่างการเรียนการสอน ตอบข้อซักถามและสรุปเนื้อหาโดยสรุป

5.4 การวัดและประเมินผล

1. นักเรียนทำทดสอบแบบทดสอบ
2. นักเรียนรับฟังคำเฉลยแบบทดสอบ
3. ครูบันทึกผลการประเมิน

6.สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้

6.1 สื่อสิ่งพิมพ์

- เอกสารประกอบวิชา หม้อแปลงไฟฟ้า

6.2 สื่อโสตทัศน (ถ้ามี)

- 1 อภิรักษ์ สุขเกษม. หม้อแปลงไฟฟ้า. นนทบุรี : บริษัทศูนย์หนังสือเมืองไทย จำกัด, 2562.
2. แผ่นใส
3. สื่อคอมพิวเตอร์ (Power Point)
4. ของจริง
5. ใบประเมินผล

7. เอกสารประกอบการจัดการเรียนรู้ (ใบความรู้ ใบงาน ใบมอบหมายงาน ฯลฯ)

- ใบงาน

8. การบูรณาการ/ความสัมพันธ์กับวิชาอื่น

-

9. การวัดและประเมินผล

9.1 ก่อนเรียน

- ทดสอบก่อนเรียน เปรียบเทียบกับคะแนนสอบหลังเรียน

9.2 ขณะเรียน

- ใบงาน เกณฑ์ผ่าน 50%
- แบบประเมินด้านคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์เกณฑ์ผ่าน 70%

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่5.....
	ชื่อหน่วย การต่อหม้อแปลงไฟฟ้าใช้งาน	สอนครั้งที่ 5-9
		ชั่วโมงรวม 20
		จำนวนชั่วโมง 4

9.3 หลังเรียน

- แบบทดสอบหลังเรียน เกณฑ์ผ่าน 50%

10. บันทึกหลังสอน

10.1 ผลการใช้แผนการจัดการเรียนรู้รูป

.....

.....

.....

.....

10.2 ผลการเรียนรู้ของนักเรียน นักศึกษา

.....

.....

.....

.....

10.3 แนวทางการพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

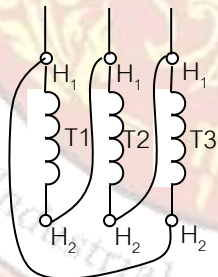
	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่5.....
	ชื่อหน่วย การต่อหม้อแปลงไฟฟ้าใช้งาน	สอนครั้งที่ 5-9
		ชั่วโมงรวม 20
		จำนวนชั่วโมง 4

เฉลยแบบฝึกหัด 5
หม้อแปลงไฟฟ้าเมื่อมีโหลด

คำชี้แจง 1. จงทำเครื่องหมาย X ทับ ก ข ค หรือ ง ที่เห็นว่าถูกต้องที่สุด

2. อนุญาตให้ใช้เครื่องคำนวณได้

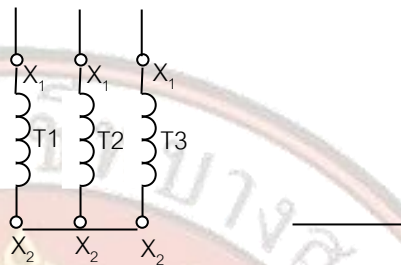
- ในการต่อแบบเดลตาถ้ามีกระแสไฟฟ้าที่สาย 10 A กระแสไฟฟ้าที่เฟสจะมีค่าเท่าไร
ข. 5.77 A
- ในการต่อแบบเดลตาถ้ามีแรงดันไฟฟ้าที่สาย 120 V แรงดันไฟฟ้าที่เฟสจะมีค่าเท่าไร
ค. 120 V
- ในการต่อแบบวายถ้ามีกระแสไฟฟ้าที่สาย 5 A กระแสไฟฟ้าที่เฟสจะมีค่าเท่าไร
ข. 5 A
- ในการต่อแบบวายถ้ามีแรงดันไฟฟ้าที่สาย 110 V แรงดันไฟฟ้าที่เฟสจะมีค่าเท่าไร
ก. 63.5 V ข. 110 V
- จากรูปที่กำหนดให้ข้อใดเป็นไดอะแกรมการต่อของหม้อแปลงไฟฟ้าแบบเดลตาของชุดปฐมภูมิ
ก.



	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่5.....
	ชื่อหน่วย การต่อหม้อแปลงไฟฟ้าใช้งาน	สอนครั้งที่ 5-9
		ชั่วโมงรวม 20
		จำนวนชั่วโมง 4

6.จากรูปที่กำหนดให้ข้อใดเป็นไดอะแกรมการต่อของหม้อแปลงไฟฟ้าแบบวายของขดทุติยภูมิ

ค.



7.ถ้าขดลวดของหม้อแปลงไฟฟ้าต่อแบบ Y — Y ความสัมพันธ์ของแรงดันไฟฟ้าทางด้านปฐมภูมิกับทางด้านทุติยภูมิคือข้อใด

ข. $V_{L2} = \frac{V_{L1}}{a}$

8.ถ้าขดลวดของหม้อแปลงไฟฟ้าต่อแบบ Δ — Δ ความสัมพันธ์ของกระแสไฟฟ้าทางด้านปฐมภูมิกับทางด้านทุติยภูมิคือข้อใด

ค. $I_{L2} = a I_{L1}$

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่5.....
	ชื่อหน่วย การต่อหม้อแปลงไฟฟ้าใช้งาน	สอนครั้งที่ 5-9
		ชั่วโมงรวม 20
		จำนวนชั่วโมง 4

บันทึกหลังการสอน

วิชา หม้อแปลงไฟฟ้า (20104-2105) ท-ป-น : 1-3-2

1. ผลการจัดการเรียนรู้ตามแผนการสอน

1.1 วัน เดือน ปีสอนครั้งที่สาขา/ชั้นปี ที่สอนจำนวนผู้เรียนคน มาเรียนปกติ.....คน ขาดเรียน.....คน ลาป่วย.....คน ลากิจ.....คน มาสาย.....คน

1.2 หัวข้อเรื่อง/เนื้อหาสาระ :

.....

☐ สอนครบตามหัวข้อเรื่องในแผนฯ ☐ สอนไม่ครบเนื่องจาก.....

1.3 กิจกรรม/วิธีการสอน

☐ ครูแนะนำและบอกจุดประสงค์ ☐ ครูอธิบาย/ถาม-ตอบ/สาธิต/.....

☐ ทำแบบทดสอบก่อนเรียน ☐ ทำแบบทดสอบหลังเรียน

☐ ทำแบบฝึกหัด/โจทย์ปัญหา ☐ ทำใบกิจกรรม/ใบงาน.....

☐ อื่น ๆ (ระบุ).....

1.4 สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้ :

2. ผลการเรียนรู้ของผู้เรียน/ผลการสอนของครู/ปัญหาที่พบ

2.1 การวัดผลและประเมินผล/ผลการเรียนรู้ของผู้เรียน :

2.2 สมรรถนะที่ผู้เรียนได้รับ :

2.3 สอดแทรกคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยม :

2.4 ผลการสอนของครู :

2.5 ปัญหาที่นำไปสู่การวิจัย :

3. แนวทางการพัฒนาคุณภาพการสอน

3.1 ผลการใช้และปรับปรุงแผนการสอนครั้งนี้ :

3.2 แนวทางพัฒนาคุณภาพวิธีสอน/สื่อ/การวัดผล/เอกสารช่วยสอน.....

ลงชื่อ

ครูผู้สอน

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่6.....
	ชื่อหน่วย การพันหม้อแปลงไฟฟ้าขนาดเล็ก	สอนครั้งที่ 10-14
		ชั่วโมงรวม 20
		จำนวนชั่วโมง 4

1. สารสำคัญ

การออกแบบและพันขดลวดหม้อแปลงไฟฟ้าขึ้นมาใช้งานนั้น ควรออกแบบให้มีขนาดที่พอเหมาะกับขนาดของงานที่ใช้ ไม่ควรที่จะสร้างให้มีขนาดใหญ่หรือเล็กจนเกินไปและต้องคำนึงถึงฟลักซ์ของหม้อแปลงไฟฟ้าด้วย เว้นแต่จะต้องการใช้งานเพิ่มขึ้นในภายหลัง ขั้นตอนในการออกแบบหม้อแปลงไฟฟ้า ควรปฏิบัติตามขั้นตอนตามที่ได้กำหนดไว้คือ การหาพื้นที่หน้าตัดของแกนเหล็ก การหาจำนวนรอบของขดลวดปฐมภูมิ (N_1) และขดลวดทุติยภูมิ (N_2) การหาขนาดเส้นลวดตัวนำ การเปรียบเทียบพื้นที่หน้าตัดขดลวดกับช่องหน้าต่างแกนเหล็กรูปตัว E การทำบ๊อบบิ้นหรือฟอร์มคอยล์ การพันเส้นลวดตัวนำ การชุบขดลวดด้วยวานิช การประกอบแกนเหล็กเพื่อใช้งานและการทดสอบฉนวน

2. สมรรถนะประจำหน่วย

แสดงความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับการพันหม้อแปลงไฟฟ้าขนาดเล็ก

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 ด้านความรู้

1. อุปกรณ์ในการพันหม้อแปลง
2. ขั้นตอนการพันหม้อแปลงไฟฟ้าขนาดเล็ก

3.2 ด้านทักษะ

1. ปฏิบัติงานที่ได้รับมอบหมายด้วยความรับผิดชอบและเสร็จตามกำหนดเวลา

3.3 คุณลักษณะที่พึงประสงค์

1. มีการพัฒนาคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของผู้สำเร็จการศึกษา
- สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ที่ครูสามารถสังเกตได้ขณะทำการสอนในเรื่อง
- 5.1 ความมีมนุษยสัมพันธ์
 - 5.2 ความมีวินัย
 - 5.3 ความรับผิดชอบ
 - 5.4 ความซื่อสัตย์สุจริต

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่6.....
	ชื่อหน่วย การพันหม้อแปลงไฟฟ้าขนาดเล็ก	สอนครั้งที่ 10-14
		ชั่วโมงรวม 20
		จำนวนชั่วโมง 4

5.5ความเชื่อมั่นในตนเอง

5.6 การประหยัด

5.7 ความสนใจใฝ่รู้

5.8การละเว้นสิ่งเสพติดและการพนัน

5.9ความรักสามัคคี

5.10 ความกตัญญูทวดเวท

4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้ อุปกรณ์ในการพันหม้อแปลง

1.Bobbin : ทำหน้าที่เป็นโครงสร้างสำหรับการพันลวดทองแดงทั้งด้านปฐมภูมิและด้านทุติยภูมิโดยใช้กระดาษกันระหว่างสองด้านนี้



2.ลวดทองแดง : โดยสายทองแดงจะต้องผ่านการเคลือบน้ำมันฉนวน เพื่อป้องกันไม่ให้ขดลวดลัดวงจรถึงกันได้



	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่6.....
	ชื่อหน่วย การพันหม้อแปลงไฟฟ้าขนาดเล็ก	สอนครั้งที่ 10-14
		ชั่วโมงรวม 20
		จำนวนชั่วโมง 4

3. ใช้น้ำยาเคลือบหม้อแปลง : ทำหน้าที่เคลือบหม้อแปลงเพื่อเป็นฉนวนให้กับหม้อแปลง ในการทำในครั้งนี้จะใช้ ยี่ห้อวานิช ในการเคลือบหม้อแปลง



5. แท่นสำหรับพันขดลวดแดง : ใช้ กับแกน Bobbin ช่วยให้การพันลวดทองแดงยึดแน่นกับแกนbobbins มากขึ้น



6. ตู้อบหม้อแปลง



	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่6.....
	ชื่อหน่วย การพันหม้อแปลงไฟฟ้าขนาดเล็ก	สอนครั้งที่ 10-14
		ชั่วโมงรวม 20
		จำนวนชั่วโมง 4

7.ตาชั่ง



8.ประแจ สลิป กรรไกร คีม



ขั้นตอนในการทำหม้อแปลง

- 1.กำหนดขนาดพิกัดของหม้อแปลง รวมไปถึง Primary voltage , Secondary Voltage ในที่นี้กำหนดเป็น 110/110
- 2.เมื่อเราทราบขนาดต่างๆในข้อ 1 แล้ว จากนั้นเราจะต้องเลือกขนาดลวดทองแดงที่ต้องใช้ ในที่นี้ใช้ลวดทองแดง SWG22
- 3.คำนวณจำนวนรอบของลวดทองแดงทั้งด้าน Primary และ Secondary โดยเลือกค่าMagnetic Flux Density โดยทั่วไปอยู่ระหว่าง 1.2-1.5 Tesla แต่ในที่นี้ เลือกค่า B เท่ากับ 1.18 Tesla
- 4.หลังจากเลือกค่า B ได้แล้ว เราก็จะมาคำนวณจำนวนรอบทั้งทางด้าน Primary และ Secondary จะได้เท่ากับ 348 รอบ

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่6.....
	ชื่อหน่วย การพันหม้อแปลงไฟฟ้าขนาดเล็ก	สอนครั้งที่ 10-14
		ชั่วโมงรวม 20
		จำนวนชั่วโมง 4

link แสดงวิธีการคำนวณ : [หลักการออกแบบหม้อแปลง ...](#)

5.ดำเนินการพันหม้อแปลง

ขั้นตอนที่ 1 : เริ่มจากนำลวดทองแดงที่เตรียมไว้มาใส่ในเครื่องช่วยนับรอบ

ขั้นตอนที่ 2 : ก่อนที่เราจะทำการพันขดลวดทองแดง เราควรจะนำกระดาษหุ้ม bobbin ดังรูปจากนั้นให้เราทำการพันลวดทองแดงตามจำนวนรอบที่เราได้คำนวณไว้ ที่สำคัญควรพันด้าน primary อย่างปราณีต ให้เส้นทองแดงในแต่ละรอบชิดติดกัน เพื่อที่เวลาพันด้าน secondary ลวดทองจะได้ไม่ตกหล่นตามร่อง



ขั้นตอนที่ 3 : เมื่อเราพันด้าน primary เสร็จ ให้นำกระดาษมาพันปิดไว้ เพื่อเป็นฉนวนกันระหว่างด้าน primary และ secondary เพื่อป้องกันการช็อตถึงกัน

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่6.....
	ชื่อหน่วย การพันหม้อแปลงไฟฟ้าขนาดเล็ก	สอนครั้งที่ 10-14
		ชั่วโมงรวม 20
		จำนวนชั่วโมง 4



ขั้นตอนที่ 4 : การพันด้าน Secondary ต้องทำเป็น tap พันตามที่คำนวณไว้ ในที่นี้จะทำ tap รอบที่ 272 จะมีไฟออก 24 V รอบที่ 310 มีไฟออก 12 V รอบที่ 320 มีไฟออก 9V รอบที่ 339 มีไฟออก 3V รอบที่ 348 มีไฟออก 110V



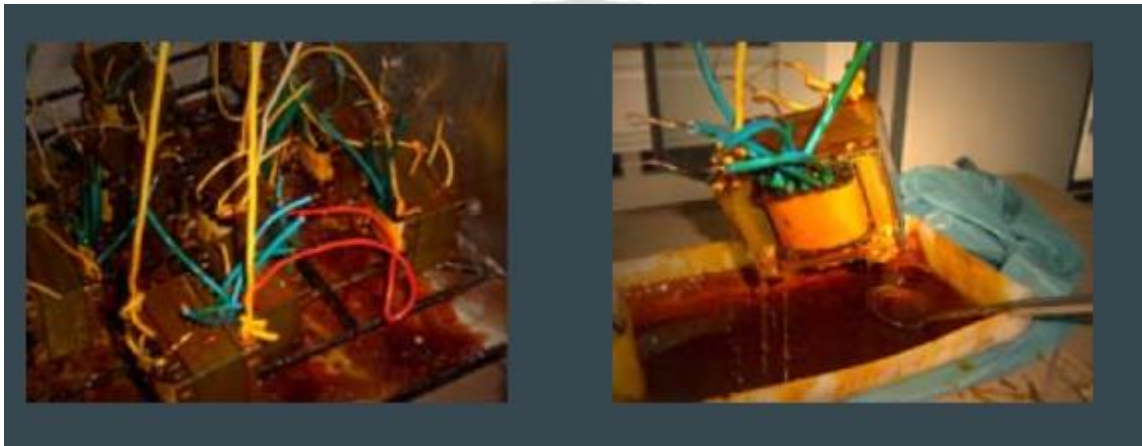
ขั้นตอนที่ 5 : หลังจากพันเสร็จก็ให้ใช้กระดาษพันปิดไว้แล้วทำการใส่แกนเหล็กรูปตัว E โดยให้ใส่สลับด้านไปมาให้ใส่ไปเรื่อยๆ จนแน่ใจว่าแน่น ไม่สามารถใส่ได้อีก



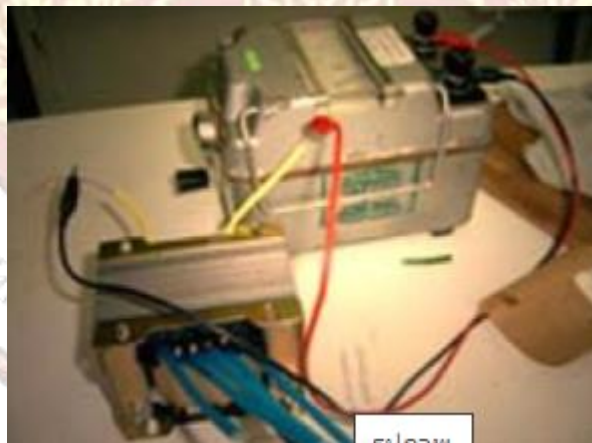
	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่6.....
	ชื่อหน่วย การพันหม้อแปลงไฟฟ้าขนาดเล็ก	สอนครั้งที่ 10-14
		ชั่วโมงรวม 20
		จำนวนชั่วโมง 4

ขั้นตอนที่ 6 : จากนั้นก็ให้เราทำการใส่โครงเหล็ก ยึดติดด้วย น๊อตอย่าลืมทำที่ คล้องด้วย

ขั้นตอนที่ 7 : ให้เราทำการเคลือบหม้อแปลงด้วยน้ำยาวานิช โดยราดน้ำยาให้ทั่วทั้งด้านนอกและด้านใน



ขั้นตอนที่ 8 : มาถึงขั้นตอนสุดท้ายก็คือ การนำหม้อแปลงเข้าตู้อบโดยอบทิ้งไว้ 1 คืน ก็เป็นอันเสร็จ สามารถนำหม้อแปลงมาใช้ทดสอบได้



	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่6.....
	ชื่อหน่วย การพันหม้อแปลงไฟฟ้าขนาดเล็ก	สอนครั้งที่ 10-14
		ชั่วโมงรวม 20
		จำนวนชั่วโมง 4

5.1 การนำเข้าสู่บทเรียน

1. ครูทักทายและตรวจสอบรายชื่อนักศึกษา แลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารของวิทยาลัยฯ
2. ครูแนะนำคำอธิบายรายวิชาจุดประสงค์ของรายวิชา และสมรรถนะรายวิชา และเป้าหมายของการศึกษา
3. ครูแนะนำเกณฑ์การให้คะแนน การวัดประเมินผล การลา และจำนวนคาบที่ขาดได้
4. ครูชี้แจงวัตถุประสงค์ของการเรียน เรื่อง การต่อหม้อแปลงไฟฟ้าใช้งาน
5. นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน
6. นักเรียนรับฟังคำเฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน
7. ครูสำรวจความพร้อมของนักเรียน

5.2 การเรียนรู้

1. นักเรียนเปิดสื่อการเรียนการสอนเนื้อหา
2. นักเรียนฟังอธิบายเนื้อหาตามสื่อการเรียนจากครู
3. นักเรียนเรียนช่วยกันอภิปรายถึงการทำงานอย่างไรให้มีความปลอดภัย
4. นักเรียนทำแบบฝึกหัด
5. นักเรียนและครูร่วมเฉลยแบบฝึกหัด และแลกเปลี่ยนเหตุผลระหว่างกัน

5.3 การสรุป

1. ครูผู้สอนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนซักถามข้อสงสัยที่เกิดขึ้นระหว่างการเรียนการสอน ตอบข้อซักถามและสรุปเนื้อหาโดยสรุป

5.4 การวัดและประเมินผล

1. นักเรียนทำทดสอบแบบทดสอบ
2. นักเรียนรับฟังคำเฉลยแบบทดสอบ
3. ครูบันทึกผลการประเมิน

6.สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้

6.1 สื่อสิ่งพิมพ์

- เอกสารประกอบวิชา หม้อแปลงไฟฟ้า

6.2 สื่อโสตทัศน (ถ้ามี)

- 1 อภิรักษ์ สุขเกษม. หม้อแปลงไฟฟ้า. นนทบุรี : บริษัทศูนย์หนังสือเมืองไทย จำกัด, 2562.

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่6.....
	ชื่อหน่วย การพันหม้อแปลงไฟฟ้าขนาดเล็ก	สอนครั้งที่ 10-14
		ชั่วโมงรวม 20
		จำนวนชั่วโมง 4

2. แผ่นใส
3. สื่อคอมพิวเตอร์ (Power Point)
4. ของจริง
5. ใบประเมินผล
7. เอกสารประกอบการจัดการเรียนรู้ (ใบความรู้ ใบงาน ใบมอบหมายงาน ฯลฯ)
 - ใบงาน
8. การบูรณาการ/ความสัมพันธ์กับวิชาอื่น
 -
9. การวัดและประเมินผล
 - 9.1 ก่อนเรียน
 - ทดสอบก่อนเรียน เปรียบเทียบกับคะแนนสอบหลังเรียน
 - 9.2 ขณะเรียน
 - ใบงาน เกณฑ์ผ่าน 50%
 - แบบประเมินด้านคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์เกณฑ์ผ่าน 70%
 - 9.3 หลังเรียน
 - แบบทดสอบหลังเรียน เกณฑ์ผ่าน 50%
10. บันทึกหลังสอน
 - 10.1 ผลการใช้แผนการจัดการเรียนรู

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่6.....
	ชื่อหน่วย การพันหม้อแปลงไฟฟ้าขนาดเล็ก	สอนครั้งที่ 10-14
		ชั่วโมงรวม 20
		จำนวนชั่วโมง 4

10.2 ผลการเรียนรู้ของนักเรียน นักศึกษา

.....

.....

.....

.....

10.3 แนวทางการพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้

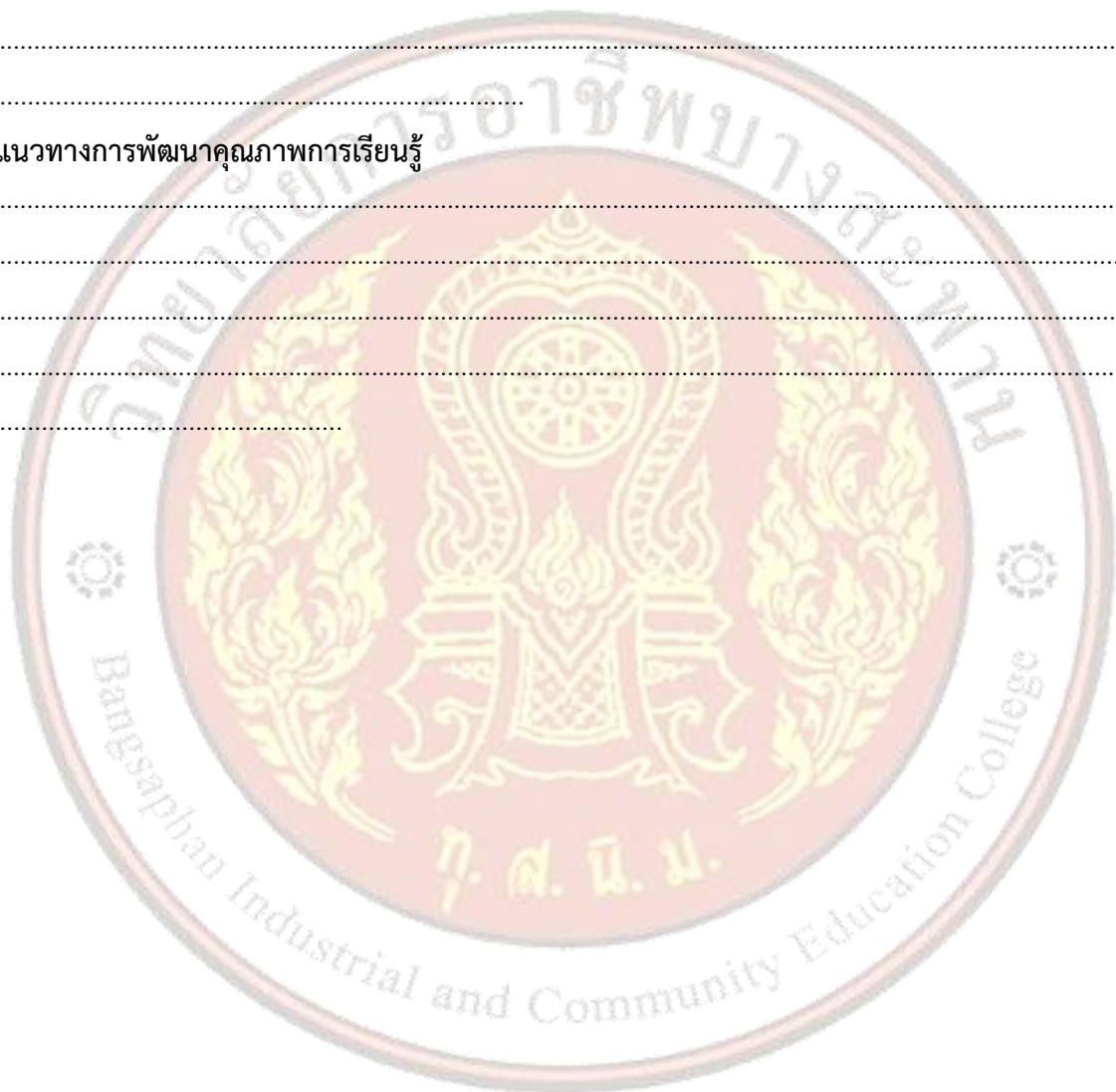
.....

.....

.....

.....

.....



	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่6.....
	ชื่อหน่วย การพันหม้อแปลงไฟฟ้าขนาดเล็ก	สอนครั้งที่ 10-14
		ชั่วโมงรวม 20
		จำนวนชั่วโมง 4

เฉลยแบบฝึกหัด 6

การพันหม้อแปลงไฟฟ้าขนาดเล็ก

คำชี้แจง 1. จงทำเครื่องหมาย X ทับ ก ข ค หรือ ง ที่เห็นว่าถูกที่สุด

2. อนุญาตให้ใช้เครื่องคำนวณได้

- การสร้างหม้อแปลงไฟฟ้าขนาดเล็กมีพิกัดแรงดันไฟฟ้าไม่เกินเท่าไร
ข. 1000 V
- การสร้างหม้อแปลงไฟฟ้าขนาดเล็กมีพิกัดกำลังไฟฟ้าไม่เกินเท่าไร
ง. 16 kV
- ถ้ากำหนดพิกัดของหม้อแปลงไฟฟ้า 500 VA จะมีพื้นที่หน้าตัดเท่าไร
ค. 4 ตารางนิ้ว
- จากข้อ 3 จะได้ความยาวของแกนรูปตัว I เท่าไร
ก. $5\frac{1}{4}$ นิ้ว
- ความหนาแน่นสูงสุดของแกนเหล็กที่ใช้ทำหม้อแปลงไฟฟ้าจะขึ้นอยู่กับค่าใด
ข. ความซาบซึมได้
- การหาขนาดของขดลวดถ้าเลือก 400 เซอร์คูลามิล จะหมายความว่าอย่างไร
ค. พื้นที่หน้าตัด 400 เซอร์คูลามิลทนกระแสไฟฟ้าได้ 1 A
- ถ้าหม้อแปลงไฟฟ้าทำงานหลายชั่วโมงมีอากาศถ่ายเทพอควร พื้นที่หน้าตัดควรเลือกไว้ที่เท่าไร
ง. 600-700 เซอร์คูลามิล
- ความยาวของแบบไม้ที่ใช้รองฟอรม์กระดาษไฟเบอร์หรือบอบบินมีความยาวตามข้อใด
ก. เท่ากับความลึกของแกนเหล็กตัว E

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่6.....
	ชื่อหน่วย การพันหม้อแปลงไฟฟ้าขนาดเล็ก	สอนครั้งที่ 10-14
		ชั่วโมงรวม 20
		จำนวนชั่วโมง 4

บันทึกหลังการสอน

วิชา หม้อแปลงไฟฟ้า (20104-2105) ท-ป-น : 1-3-2

1. ผลการจัดการเรียนรู้ตามแผนการสอน

1.1 วัน เดือน ปีสอนครั้งที่สาขา/ชั้นปี ที่สอนจำนวนผู้เรียน
.....คน มาเรียนปกติ.....คน ขาดเรียน.....คน ลาป่วย.....คน ลากิจ.....คน มาสาย.....คน

1.2 หัวข้อเรื่อง/เนื้อหาสาระ :

.....

☐ สอนครบตามหัวข้อเรื่องในแผนฯ ☐ สอนไม่ครบเนื่องจาก.....

1.3 กิจกรรม/วิธีการสอน

☐ ครูแนะนำและบอกจุดประสงค์ ☐ ครูอธิบาย/ถาม-ตอบ/สาธิต/.....

☐ ทำแบบทดสอบก่อนเรียน ☐ ทำแบบทดสอบหลังเรียน

☐ ทำแบบฝึกหัด/โจทย์ปัญหา ☐ ทำใบกิจกรรม/ใบงาน.....

☐ อื่น ๆ (ระบุ).....

1.4 สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้ :

2. ผลการเรียนรู้ของผู้เรียน/ผลการสอนของครู/ปัญหาที่พบ

2.1 การวัดผลและประเมินผล/ผลการเรียนรู้ของผู้เรียน :

2.2 สมรรถนะที่ผู้เรียนได้รับ :

2.3 สอดแทรกคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยม :

2.4 ผลการสอนของครู :

2.5 ปัญหาที่นำไปสู่การวิจัย :

3. แนวทางการพัฒนาคุณภาพการสอน

3.1 ผลการใช้และปรับปรุงแผนการสอนครั้งนี้ :

3.2 แนวทางพัฒนาคุณภาพวิธีสอน/สื่อ/การวัดผล/เอกสารช่วยสอน.....

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่6.....
	ชื่อหน่วย การพันหม้อแปลงไฟฟ้าขนาดเล็ก	สอนครั้งที่ 10-14
		ชั่วโมงรวม 20
		จำนวนชั่วโมง 4

ลงชื่อ

ครูผู้สอน



	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่7.....
	ชื่อหน่วย การบำรุงรักษาหม้อแปลงไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 15
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

1. สารสำคัญ

หม้อแปลงไฟฟ้าจัดเป็นเครื่องกลไฟฟ้าที่มีประสิทธิภาพสูง เป็นอุปกรณ์หลักในการแปลงค่าพลังงานไฟฟ้าให้มีความเหมาะสมกับเครื่องใช้ไฟฟ้ากระแสสลับ ในการบำรุงรักษาหม้อแปลงไฟฟ้านั้น โดยรวมพิจารณาจากการระบายความร้อน สำหรับหม้อแปลงไฟฟ้าที่ใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้า และอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่มีขนาดเล็ก จะไม่มีปัญหาการระบายความร้อน เนื่องจากใช้อากาศเป็นตัวกลางในการระบายความร้อน ส่วนหม้อแปลงไฟฟ้าขนาดใหญ่หรือหม้อแปลงไฟฟ้าในระบบจำหน่ายที่มีการใช้งานอยู่ตลอดเวลา 24 ชั่วโมง โดยไม่มีการหยุดพัก จึงต้องมีการวางแผนบำรุงรักษาหม้อแปลงไฟฟ้าตามระยะเวลาทุกๆ 6 เดือนหรือปีละ 1 ครั้ง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสถานที่ตั้ง สภาพแวดล้อม ลักษณะการจ่ายโหลด จึงควรกำหนดรายละเอียดและขั้นตอนในการตรวจสอบให้สอดคล้องกับชนิดของหม้อแปลงไฟฟ้า หรือศึกษาข้อมูลจากแผ่นป้าย (Name plate) หม้อแปลงไฟฟ้าด้วย เพื่อให้สามารถดำเนินการได้อย่างถูกต้องและมีความปลอดภัย ส่งผลให้หม้อแปลงจ่ายพลังงานไฟฟ้าได้อย่างต่อเนื่องและมีอายุการใช้งานที่ยืนยาว

2. สมรรถนะประจำหน่วย

แสดงความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับการบำรุงรักษาหม้อแปลงไฟฟ้า

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 ด้านความรู้

1. บอกความหมายการบำรุงรักษาหม้อแปลงไฟฟ้า
2. บอกการแก้ไขข้อบกพร่อง
3. การตรวจสอบอุปกรณ์

3.2 ด้านทักษะ

1. ปฏิบัติงานที่ได้รับมอบหมายด้วยความรับผิดชอบและเสร็จตามกำหนดเวลา

3.3 คุณลักษณะที่พึงประสงค์

1. มีการพัฒนาคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของผู้สำเร็จการศึกษา
สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ที่ครูสามารถสังเกตได้ขณะทำการสอนในเรื่อง

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่7.....
	ชื่อหน่วย การบำรุงรักษาหม้อแปลงไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 15
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

5.1 ความมีมนุษยสัมพันธ์

5.2 ความมีวินัย

5.3 ความรับผิดชอบ

5.4 ความซื่อสัตย์สุจริต

5.5 ความเชื่อมั่นในตนเอง

5.6 การประหยัด

5.7 ความสนใจใฝ่รู้

5.8 การละเว้นสิ่งเสพติดและการพนัน

5.9 ความรักสามัคคี

5.10 ความกตัญญูทวดเวท

4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้

อุปกรณ์ในการพันหม้อแปลง

การบำรุงรักษาหม้อแปลงไฟฟ้าเป็นกระบวนการที่สำคัญเพื่อให้หม้อแปลงสามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ และปลอดภัย ในรายละเอียดการบำรุงรักษาหม้อแปลงไฟฟ้าสามารถแบ่งออกเป็นหลายด้าน ดังนี้:

1. การตรวจสอบทั่วไป

- **ตรวจสอบสภาพภายนอก:** ตรวจสอบว่าหม้อแปลงไม่มีการรั่วซึมมีรอยแตก หรือมีสัญญาณการเสียหายจากสภาพแวดล้อม
- **ตรวจสอบอุปกรณ์เสริม:** ตรวจสอบอุปกรณ์เสริม เช่น ระบบระบายความร้อน หรือตู้ควบคุม ว่าอยู่ในสภาพดี

2. การตรวจสอบน้ำมัน

- **ตรวจสอบระดับน้ำมัน:** ควรตรวจสอบระดับน้ำมันในหม้อแปลงให้เหมาะสม ไม่ควรมากเกินไป

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่7.....
	ชื่อหน่วย การบำรุงรักษาหม้อแปลงไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 15
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

- ตรวจสอบคุณภาพน้ำมัน: ใช้เครื่องมือในการทดสอบคุณภาพน้ำมัน เช่น แรงดันไฟฟ้าลัดวงจร ในน้ำมัน เพื่อดูว่ามีการปนเปื้อนหรือไม่
- การเปลี่ยนถ่ายน้ำมัน: หากน้ำมันมีคุณภาพไม่ดี ควรทำการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันตามกำหนด

3. การตรวจสอบอุณหภูมิ

- ตรวจสอบและบันทึกอุณหภูมิ: ใช้เครื่องมือวัดอุณหภูมิในการตรวจสอบความร้อนของหม้อแปลง และบันทึกผลเป็นระยะ เพื่อดูแนวโน้มการทำงาน

4. การบำรุงรักษาชิ้นส่วนต่างๆ

- ตรวจสอบขั้วต่อไฟฟ้า: ตรวจสอบและทำความสะอาดขั้วต่อไฟฟ้า เพื่อป้องกันไฟฟ้าลัดวงจร
- ตรวจสอบระบบระบายความร้อน: ต้องตรวจสอบให้แน่ใจว่าระบบระบายความร้อนทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5. การทดสอบประสิทธิภาพ

- การทดสอบกำลังไฟฟ้า: ทดสอบกำลังไฟฟ้าของหม้อแปลงเพื่อดูว่าอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด
- การทดสอบความต้านทาน: ทดสอบความต้านทานลัดวงจร โดยใช้เครื่องมือที่เหมาะสม

6. การบันทึกข้อมูลและรายงาน

- บันทึกข้อมูลการบำรุงรักษา: ควรบันทึกข้อมูลการบำรุงรักษาและผลการตรวจสอบ เพื่อใช้ในการวิเคราะห์และวางแผนการบำรุงรักษาในอนาคต
- รายงานปัญหา: หากพบปัญหาหรือสัญญาณผิดปกติ ควรทำการรายงานและแก้ไขโดยด่วน

7. การป้องกันและความปลอดภัย

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่7.....
	ชื่อหน่วย การบำรุงรักษาหม้อแปลงไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 15
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

- ปฏิบัติตามมาตรฐานความปลอดภัย: ต้องปฏิบัติตามมาตรฐานที่กำหนดในการทำงานกับหม้อแปลงไฟฟ้า
- การฝึกอบรมผู้ดูแล: ผู้ดูแลหม้อแปลงควรได้รับการฝึกอบรมเกี่ยวกับการบำรุงรักษาและความปลอดภัยในการทำงาน

5.1 การนำเข้าสู่บทเรียน

1. ครูทักทายและตรวจสอบรายชื่อนักศึกษา แลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารของวิทยาลัยฯ
2. ครูแนะนำคำอธิบายรายวิชาจุดประสงค์ของรายวิชา และสมรรถนะรายวิชา และเป้าหมายของการศึกษา
3. ครูแนะนำเกณฑ์การให้คะแนน การวัดประเมินผล การลา และจำนวนคาบที่ขาดได้
4. ครูชี้แจงวัตถุประสงค์ของการเรียน เรื่อง การต่อหม้อแปลงไฟฟ้าใช้งาน
5. นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน
6. นักเรียนรับฟังคำเฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน
7. ครูสำรวจความพร้อมของนักเรียน

5.2 การเรียนรู้

1. นักเรียนเปิดสื่อการเรียนการสอนเนื้อหา
2. นักเรียนฟังอธิบายเนื้อหาตามสื่อการเรียนจากครู
3. นักเรียนเรียนช่วยกันอภิปรายถึงการทำงานอย่างไรให้มีความปลอดภัย
4. นักเรียนทำแบบฝึกหัด
5. นักเรียนและครูร่วมเฉลยแบบฝึกหัด และแลกเปลี่ยนเหตุผลระหว่างกัน

5.3 การสรุป

1. ครูผู้สอนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนซักถามข้อสงสัยที่เกิดขึ้นระหว่างการเรียนการสอน ตอบข้อซักถามและสรุปเนื้อหาโดยสรุป

5.4 การวัดและประเมินผล

1. นักเรียนทำทดสอบแบบทดสอบ
2. นักเรียนรับฟังคำเฉลยแบบทดสอบ
3. ครูบันทึกผลการประเมิน

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่7.....
	ชื่อหน่วย การบำรุงรักษาหม้อแปลงไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 15
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

6.สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้

6.1 สื่อสิ่งพิมพ์

- เอกสารประกอบวิชา หม้อแปลงไฟฟ้า

6.2 สื่อโสตทัศน (ถ้ามี)

- 1 อภิรักษ์ สุขเกษม. หม้อแปลงไฟฟ้า. นนทบุรี : บริษัทศูนย์หนังสือเมืองไทย จำกัด, 2562.
2. แผ่นใส
3. สื่อคอมพิวเตอร์ (Power Point)
4. ของจริง
5. ใบประเมินผล

7. เอกสารประกอบการจัดการเรียนรู้ (ใบความรู้ ใบงาน ใบมอบหมายงาน ฯลฯ)

- ใบงาน

8. การบูรณาการ/ความสัมพันธ์กับวิชาอื่น

-

9. การวัดและประเมินผล

9.1 ก่อนเรียน

- ทดสอบก่อนเรียน เปรียบเทียบกับคะแนนสอบหลังเรียน

9.2 ขณะเรียน

- ใบงาน เกณฑ์ผ่าน 50%
- แบบประเมินด้านคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์เกณฑ์ผ่าน 70%

9.3 หลังเรียน

- แบบทดสอบหลังเรียน เกณฑ์ผ่าน 50%

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่7.....
	ชื่อหน่วย การบำรุงรักษาหม้อแปลงไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 15
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

10. บันทึกหลังสอน

10.1 ผลการใช้แผนการจัดการเรียนรู้รูป

.....

.....

.....

.....

10.2 ผลการเรียนรู้ของนักเรียน นักศึกษา

.....

.....

.....

.....

10.3 แนวทางการพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่7.....
	ชื่อหน่วย การบำรุงรักษาหม้อแปลงไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 15
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

เฉลยแบบฝึกหัด 7

การบำรุงรักษาหม้อแปลงไฟฟ้า

คำชี้แจง 1. จงทำเครื่องหมาย X ทับ ก ข ค หรือ ง ที่เห็นว่าถูกที่สุด

2. อนุญาตให้ใช้เครื่องคำนวณได้

- การสร้างหม้อแปลงไฟฟ้าขนาดเล็กมีพิกัดแรงดันไฟฟ้าไม่เกินเท่าไร
ข. 1000 V
- การสร้างหม้อแปลงไฟฟ้าขนาดเล็กมีพิกัดกำลังไฟฟ้าไม่เกินเท่าไร
ง. 16 kV
- ถ้ากำหนดพิกัดของหม้อแปลงไฟฟ้า 500 VA จะมีพื้นที่หน้าตัดเท่าไร
ค. 4 ตารางนิ้ว
- จากข้อ 3 จะได้ความยาวของแกนรูปตัว I เท่าไร
ก. $5\frac{1}{4}$ นิ้ว
- ความหนาแน่นสูงสุดของแกนเหล็กที่ใช้ทำหม้อแปลงไฟฟ้าจะขึ้นอยู่กับค่าใด
ข. ความซาบซึมได้
- การหาขนาดของขดลวดถ้าเลือก 400 เซอร์คูลามิล จะหมายความว่าอย่างไร
ค. พื้นที่หน้าตัด 400 เซอร์คูลามิลทนกระแสไฟฟ้าได้ 1 A
- ถ้าหม้อแปลงไฟฟ้าทำงานหลายชั่วโมงมีอากาศถ่ายเทพอควร พื้นที่หน้าตัดควรเลือกไว้ที่เท่าไร
ง. 600-700 เซอร์คูลามิล
- ความยาวของแบบไม้ที่ใช้รองฟอรมกระดาศไฟเบอร์หรือบอบบินมีความยาวตามข้อใด
ก. เท่ากับความลึกของแกนเหล็กตัว E

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่7.....
	ชื่อหน่วย การบำรุงรักษาหม้อแปลงไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 15
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

บันทึกหลังการสอน

วิชา หม้อแปลงไฟฟ้า (20104-2105) ท-ป-น : 1-3-2

1. ผลการจัดการเรียนรู้ตามแผนการสอน

1.1 วัน เดือน ปีสอนครั้งที่สาขา/ชั้นปี ที่สอนจำนวนผู้เรียน
.....คน มาเรียนปกติ.....คน ขาดเรียน.....คน ลาป่วย.....คน ลากิจ.....คน มาสาย.....คน

1.2 หัวข้อเรื่อง/เนื้อหาสาระ :

.....

☐ สอนครบตามหัวข้อเรื่องในแผนฯ ☐ สอนไม่ครบเนื่องจาก.....

1.3 กิจกรรม/วิธีการสอน

☐ ครูแนะนำและบอกจุดประสงค์ ☐ ครูอธิบาย/ถาม-ตอบ/สาธิต/.....

☐ ทำแบบทดสอบก่อนเรียน ☐ ทำแบบทดสอบหลังเรียน

☐ ทำแบบฝึกหัด/โจทย์ปัญหา ☐ ทำใบกิจกรรม/ใบงาน.....

☐ อื่น ๆ (ระบุ).....

1.4 สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้ :

2. ผลการเรียนรู้ของผู้เรียน/ผลการสอนของครู/ปัญหาที่พบ

2.1 การวัดผลและประเมินผล/ผลการเรียนรู้ของผู้เรียน :

2.2 สมรรถนะที่ผู้เรียนได้รับ :

2.3 สอดแทรกคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยม :

2.4 ผลการสอนของครู :

2.5 ปัญหาที่นำไปสู่การวิจัย :

3. แนวทางการพัฒนาคุณภาพการสอน

3.1 ผลการใช้และปรับปรุงแผนการสอนครั้งนี้ :

3.2 แนวทางพัฒนาคุณภาพวิธีสอน/สื่อ/การวัดผล/เอกสารช่วยสอน.....

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่7.....
	ชื่อหน่วย การบำรุงรักษาหม้อแปลงไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 15
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

ลงชื่อ

ครูผู้สอน



	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่8.....
	ชื่อหน่วย การทดสอบหม้อแปลงไฟฟ้าและประสิทธิภาพ	สอนครั้งที่ 16
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

1. สาระสำคัญ

การทดสอบหม้อแปลงไฟฟ้าเพื่อต้องการหาค่าการสูญเสียที่เกิดขึ้นภายในหม้อแปลงไฟฟ้า ซึ่งประกอบด้วยการสูญเสียในแกนเหล็กและการสูญเสียในขดลวดทองแดง และนำไปสู่การหาประสิทธิภาพของหม้อแปลงไฟฟ้า นอกจากนี้การทดสอบหม้อแปลงไฟฟ้ายังใช้หาค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการเขียนวงจรสมมูลเพื่อใช้ในการวิเคราะห์หม้อแปลงไฟฟ้า ซึ่งการทดสอบหม้อแปลงไฟฟ้ามี 2 วิธี คือ การทดสอบในสภาวะเปิดวงจรและการทดสอบในสภาวะลัดวงจร โดยมีเครื่องมือวัดที่ใช้ในการทดสอบหม้อแปลงไฟฟ้าประกอบด้วย โวลต์มิเตอร์ แอมมิเตอร์ และวัตต์มิเตอร์ จากนั้นนำค่าต่าง ๆ ที่ได้จากการทดสอบมาคำนวณหาค่าต่าง ๆ ที่ได้กล่าวมาแล้วได้ตามลำดับ นอกจากนี้ ยังสามารถนำไปคำนวณหาประสิทธิภาพของหม้อแปลงไฟฟ้าได้อีกด้วย

2. สมรรถนะประจำหน่วย

แสดงความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับการทดสอบหม้อแปลงไฟฟ้าและประสิทธิภาพ

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 ด้านความรู้

1. บอกความหมายการบำรุงรักษาหม้อแปลงไฟฟ้า
2. บอกการแก้ไขข้อบกพร่อง
3. การตรวจสอบอุปกรณ์

3.2 ด้านทักษะ

1. ปฏิบัติงานที่ได้รับมอบหมายด้วยความรับผิดชอบและเสร็จตามกำหนดเวลา

3.3 คุณลักษณะที่พึงประสงค์

1. มีการพัฒนาคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของผู้สำเร็จการศึกษา
- สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ที่ครูสามารถสังเกตได้ขณะทำการสอนในเรื่อง
- 5.1 ความมีมนุษยสัมพันธ์
 - 5.2 ความมีวินัย
 - 5.3 ความรับผิดชอบ

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่8.....
	ชื่อหน่วย การทดสอบหม้อแปลงไฟฟ้าและประสิทธิภาพ	สอนครั้งที่ 16
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

5.4 ความซื่อสัตย์สุจริต

5.5ความเชื่อมั่นในตนเอง

5.6 การประหยัด

5.7 ความสนใจใฝ่รู้

5.8การละเว้นสิ่งเสพติดและการพนัน

5.9ความรักสามัคคี

5.10 ความกตัญญูทดเวท

4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้

การทดสอบหม้อแปลงไฟฟ้า (transformer test) เป็นขั้นตอนของการตรวจสอบคุณภาพก่อนนำหม้อแปลงไฟฟ้าที่ผลิตได้ส่งให้กับลูกค้าการผลิตเพื่อจำหน่าย เป็นการทดสอบเพื่อกำหนดเป็นคุณสมบัติเพื่อแนบไปกับสินค้า เช่น การทดสอบขณะไม่มีโหลดเพื่อกำหนดกำลังไฟฟ้าสูญเสียในแกนเหล็กการทดสอบขณะลัดวงจรเพื่อกำหนดกำลังไฟฟ้าสูญเสียในขดลวด ซึ่งทั้งสองแบบดังกล่าวจะสามารถบอกประสิทธิภาพของหม้อแปลงไฟฟ้า ได้ เป็นต้น อีกกรณีคือการทดสอบในขั้นตอนการซ่อมบำรุง นอกจากดูแลด้านกายภาพทั่วไป เช่น ตรวจรอยรั่วซึมของน้ำมัน ตรวจสอบลมที่กีดขวางของตัวถัง ซิลยาง วาล์วถ่ายน้ำมัน บูชชิง ตัวรองความชื้น เป็นต้น ยังต้องมีการทดสอบการความเป็นฉนวนของน้ำมันหม้อแปลงให้ได้ตามมาตรฐาน ความเป็นฉนวนระหว่างขดลวดด้านแรงดันสูงกับแรงดันต่ำและระหว่างขดลวดทั้งสองด้านกับตัวถัง เป็นต้น ทั้งนี้เพื่อให้หม้อแปลงไฟฟ้ามีความมีความทนทานสามารถใช้งานได้ตามอายุการใช้งาน

4.2 ประเภทของการทดสอบ

การทดสอบหม้อแปลงสำหรับผู้ผลิตก่อนส่งให้ลูกค้า จะมีการทดสอบอยู่ 2 ลักษณะคือการทดสอบประจำ (routine tests) หมายถึงการทดสอบที่จะต้องทำอยู่เป็นประจำตามมาตรฐานการผลิต และในกรณีที่ลูกค้ามีความต้องการให้ทำการทดสอบเพิ่มเติมเป็นกรณีพิเศษ ก็จะมีการทดสอบที่เรียกว่า การทดสอบเฉพาะแบบ (type tests) ดังที่บริษัทอีสต้าทราฟ (อีสต้าทราฟ, 2562) ได้กล่าวถึงการทดสอบหม้อแปลงไฟฟ้าทั้งสองแบบของตน ไว้ดังนี้

การทดสอบประจำ

1. การทดสอบอัตราส่วนของแรงดัน

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่8.....
	ชื่อหน่วย การทดสอบหม้อแปลงไฟฟ้าและประสิทธิภาพ	สอนครั้งที่ 16
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

2. การทดสอบขั้ว หรือสัญลักษณ์กลุ่มเวกเตอร์
3. การวัดความต้านทานของขดลวด
4. การทดสอบการสูญเสียกำลังไฟฟ้าและกระแสขณะไม่มีโหลด
5. การทดสอบความทนต่อแรงดันเหนี่ยวนำเกิน
6. การทดสอบการสูญเสียกำลังไฟฟ้าขณะมีโหลดและแรงดันอิมพีแดนซ์
7. การทดสอบความทนต่อแรงดันเกินจากตัวจ่ายอื่น
8. การทดสอบการรั่วซึมของน้ำมัน
9. การทดสอบความเป็นฉนวนของน้ำมัน

การทดสอบเฉพาะแบบ

1. การทดสอบความทนต่อแรงดันอิมพัลส์
2. การทดสอบระดับความดังของเสียงรบกวน
3. การทดสอบอุณหภูมิเพิ่ม

จากลักษณะการทดสอบดังกล่าว สามารถจัดกลุ่มตามคุณสมบัติที่ต้องการทราบจากการการทดสอบได้ 2 แบบคือ

1. การทดสอบฉนวน (insulation test) เป็นการทดสอบความเป็นฉนวนของน้ำมันหม้อแปลง (breakdown voltage) การทดสอบความทนต่อแรงดันเกิน (induced over-voltage test) การทดสอบความทนต่อแรงดันจากตัวจ่ายอื่น (applied voltage test) เป็นต้น
2. การทดสอบคุณสมบัติ (characteristic test) เช่นการทดสอบหาอัตราส่วนแรงดัน(voltage ratio) การทดสอบหาขั้วและกลุ่มเวกเตอร์ (polarity or vector group test) การทดสอบขณะเปิดวงจร (open circuit test, O.C.T.) และ การทดสอบขณะลัดวงจร (short circuit test, S.C.T.)

โดยที่จะกล่าวต่อไปนี้เป็น การทดสอบ 2 แบบหลัง ซึ่งเป็นการทดสอบที่เป็นพื้นฐานทั่วไป ดังนี้

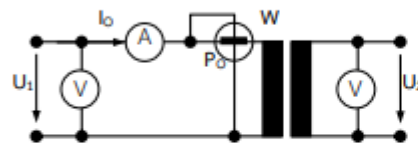
การทดสอบขณะเปิดวงจร

คำว่า การทดสอบแบบเปิดวงจรนั้นเป็นชื่อเฉพาะ ความจริงก็คือการทดสอบหาการสูญเสียกำลังไฟฟ้าและกระแสขณะไม่มีโหลด กำลังไฟฟ้าขณะไม่มีโหลดซึ่งก็คือกำลังสูญเสียในแกนเหล็ก เนื่องจากกำลังสูญเสียนี้ขึ้นอยู่กับแรงดันไม่ขึ้นกับกระแสโหลด จึงต้องทำการทดสอบด้วยการเปิดวงจร วิธีปฏิบัติสามารถ

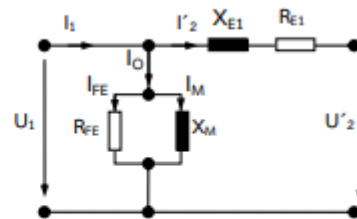
	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่8.....
	ชื่อหน่วย การทดสอบหม้อแปลงไฟฟ้าและประสิทธิภาพ	สอนครั้งที่ 16
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

ทำได้โดยเปิดวงจรทางด้านแรงดันสูง และกำหนดให้เป็นด้านทุติยภูมิแล้วป้อนแรงดันตามพิกัดที่ด้านแรงดันต่ำกำหนดให้เป็นปฐมภูมิ

หลังจากนั้นวัดค่ากระแส กำลังไฟฟ้า ทางด้านแรงดันต่ำ และวัดแรงดันไฟฟ้าจากทั้งสองด้าน ดังภาพที่ 4.1



วงจรการทดลองขณะเปิดวงจร



วงจรสมมูล

ภาพที่ 4.1 วงจรการทดลองและวงจรสมมูลขณะเปิดวงจร

พิจารณาตามวงจรสมมูล จะได้

$$P_O = P_{FE}$$

$$\text{จาก } P_{FE} = U_1 I_0 \cos \theta_o$$

$$\cos \theta_o = \frac{P_{FE}}{U_1 I_0} = \frac{P_O}{U_1 I_0}$$

$$\theta_o = \cos^{-1} \left[\frac{P_O}{U_1 I_0} \right]$$

จากสมการ 3.6 และ 3.7

$$I_M = I_0 \sin \theta_o$$

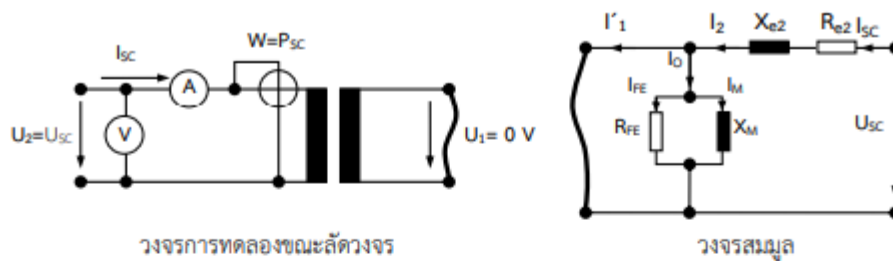
$$I_{FE} = I_0 \cos \theta_o$$

$$\text{จะได้ } R_{FE} = \dots\dots\dots X_M = \dots\dots\dots$$

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่8.....
	ชื่อหน่วย การทดสอบหม้อแปลงไฟฟ้าและประสิทธิภาพ	สอนครั้งที่ 16
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

การทดสอบขณะลัดวงจร

เมื่อลัดวงจรและป้อนแรงดันที่ค่าต่ำ จึงทำให้กำลังไฟฟ้าเนื่องจากแกนเหล็กมีค่าน้อยจนตัดทิ้งได้ ดังนั้นค่ากำลังไฟฟ้าที่วัดได้ในขณะนี้จึงเป็นกำลังสูญเสียในขดลวด วิธีการปฏิบัติ ทำได้โดยลัดวงจรทางด้านแรงดันต่ำและป้อนแรงดันค่าต่ำ ๆ พร้อมทั้งวัดค่าแรงดัน กระแส และกำลังไฟฟ้าทางด้านแรงดันสูง การป้อนแรงดันจะเริ่มจากศูนย์และปรับเพิ่มขึ้นทีละน้อย จนค่ากระแสที่วัดได้เท่ากับพิกัด (ระวังไม่ให้เกินพิกัด) ดังภาพที่ 4.2



ภาพที่ 4.2 วงจรการทดลองและวงจรสมมูลขณะลัดวงจร

จากวงจรสมมูล

$$\begin{aligned}
 P_{sc} &= P_{cu} \\
 P_{cu} &= I_2^2 R_{e2} \\
 R_{e2} &= \frac{P_{cu}}{I_2^2}
 \end{aligned}$$

$$\text{และ } P_{cu} = P_{sc} = U_{sc} I_{sc} \cos \theta_{sc}$$

$$\cos \theta_{sc} = \frac{P_{sc}}{U_{sc} I_{sc}}$$

$$\theta_{sc} = \cos^{-1} \left[\frac{P_{sc}}{U_{sc} I_{sc}} \right]$$

$$Z_{sc} = \frac{U_{sc}}{I_{sc}}$$

พิจารณาตามไดอะแกรมเฟสเซอร์ของอิมพีแดนซ์ จะได้

$$\begin{aligned}
 R_{e2} &= \dots\dots\dots \\
 X_{e2} &= \dots\dots\dots
 \end{aligned}$$

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่8.....
	ชื่อหน่วย การทดสอบหม้อแปลงไฟฟ้าและประสิทธิภาพ	สอนครั้งที่ 16
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

หลังการทดสอบจะต้องคำนวณค่าอิมพีแดนซ์และนำมาเขียนเป็นวงจรสมมูล เพื่อแสดงคุณสมบัติของหม้อแปลงไฟฟ้าตัวนั้น ๆ ค่าที่นำมาเขียนจะต้องเป็นค่าที่วัดได้จากด้านเดียวกัน (ปฐมภูมิ หรือทุติยภูมิ ด้านใดด้านหนึ่ง) หากค่าที่ได้มาก่อนหน้ามาจากคนละด้านจะต้องดำเนินการโอนย้ายค่า ด้วยหลักการดังต่อไปนี้

กรณีที่ 1 : หากการทดสอบทั้งสองแบบกระทำด้านเดียวกัน ให้นำค่าที่ได้เขียนางจรสมมูลของคําร้านั้น ๆ หากต้องกรโอนย้ายต้องโอนร้ยทำทั้งไปไปเป็นค่ายห้บ้านหนึ่ง

กรณีที่ 2 : หากการทดสอบทั้งสองแบบวัดค่าจากคนละด้าน จะต้องโอนย้ายด้านเดียวกัน คือย้ายค่าของด้านแรงดันต่ำไปไว้กับด้านแรงดันสูง หรือย้ายค่าด้านแรงดันสูงไปไว้กับด้านแรงดันต่ำ ก็ได้

การโอนย้ายค่าเมื่อพิจารณาด้านแรงดันต่ำ

หมายถึงการโอนย้ายค่าไปไว้ด้านแรงดันต่ำทั้งหมด ไม่ว่าค่าที่ได้จะวัดจากด้านใดก็ตาม และจากการกำหนดด้านในการทดสอบที่ผ่านมา จึงต้องย้ายค่าของด้านแรงดันสูง (ทุติยภูมิ) ไปไว้กับด้านแรงดันต่ำ (ปฐมภูมิ) ดังนี้

$$\begin{aligned}
 R_{e1} &= a^2 R_{e2} \\
 &= a^2 (\text{ค่าที่ได้จากการทดสอบ}) \\
 X_{e1} &= a^2 X_{e2} \\
 &= a^2 (\text{ค่าที่ได้จากการทดสอบ}) \\
 R_{FE1} &= \text{ค่าที่ได้จากการทดสอบ} \\
 X_{M1} &= \text{ค่าที่ได้จากการทดสอบ}
 \end{aligned}
 \left. \vphantom{\begin{aligned} R_{e1} \\ X_{e1} \\ R_{FE1} \\ X_{M1} \end{aligned}} \right\} \text{ไม่ต้องโอนย้าย}$$

การโอนย้ายค่าเมื่อพิจารณาด้านแรงดันสูง

หมายถึงการโอนย้ายค่าไปไว้ด้านแรงดันสูงทั้งหมด ไม่ว่าค่าที่ได้จะวัดจากด้านใดก็ตาม และจากการกำหนดด้านในการทดสอบที่ผ่านมา จึงต้องย้ายค่าของด้านแรงดันต่ำ (ปฐมภูมิ) ไปไว้กับด้านแรงดันสูง (ทุติยภูมิ) ดังนี้

$$\begin{aligned}
 R_{e2} &= \text{ค่าที่ได้จากการทดสอบ} \\
 X_{e2} &= \text{ค่าที่ได้จากการทดสอบ} \\
 R_{FE2} &= R_{FE1}/a^2 = \text{ค่าที่ได้จากการทดสอบ}/a^2 \\
 X_{M2} &= X_{M1}/a^2 = \text{ค่าที่ได้จากการทดสอบ}/a^2
 \end{aligned}
 \left. \vphantom{\begin{aligned} R_{e2} \\ X_{e2} \\ R_{FE2} \\ X_{M2} \end{aligned}} \right\} \text{ไม่ต้องโอนย้าย}$$

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่8.....
	ชื่อหน่วย การทดสอบหม้อแปลงไฟฟ้าและประสิทธิภาพ	สอนครั้งที่ 16
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

หมายเหตุ : เมื่อนำหม้อแปลงไฟฟ้าไปใช้งานจริง ด้านแรงดันต่ำอาจใช้งานเป็นทุติยภูมิก็ได้ ฉะนั้นด้านแรงดันสูงก็จะถูกกำหนดเป็นปฐมภูมิโดยอัตโนมัติ แต่ค่าทำต่าง ๆ ที่ได้จากการทดสอบจะมาจากด้านแรงดันต่ำหรือด้านแรงดันสูง จะต้องเป็นค่าของด้านนั้น ๆ ตามตัวเสมอ

ตัวอย่าง 4.1 หม้อแปลงไฟฟ้าเฟสเดียว พิกัด 20 kVA 8,000/240 V 50 Hz จากการทดสอบแบบเปิดวงจรและลัดวงจร โดยวัดค่าจากด้านแรงดันสูงทั้งหมด มีข้อมูลดังนี้

open circuit test	short circuit test
$U_o = 8,000 \text{ V}$	$U_{sc} = 489 \text{ V}$
$I_o = 0.214 \text{ A}$	$I_{sc} = 2.5 \text{ A}$
$P_o = 400 \text{ W}$	$P_{sc} = 240 \text{ W}$

ให้คำนวณหาองค์ประกอบของวงจรสมมูล เมื่อพิจารณาตามปฐมภูมิ

วิธีทำ

เมื่อทดสอบแบบเปิดวงจร

$$P_o = U_o I_o \cos \theta_o$$

$$\begin{aligned} \cos \theta_o &= P_o / U_o I_o \\ &= 400 / (8,000 \text{ V} \times 0.214 \text{ A}) \\ &= 0.2336 \end{aligned}$$

$$\theta_o = 76.488^\circ$$

$$\begin{aligned} I_{fe} &= I_o \cos \theta_o \\ &= 0.214 \text{ A} \times 0.2336 \\ &= 0.0499 \text{ A} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I_m &= I_o \sin \theta_o \\ &= 0.214 \text{ A} \times 0.972329 \\ &= 0.2081 \text{ A} \end{aligned}$$

$$X_M = \frac{U_o}{I_m} = \frac{8,000 \text{ V}}{0.2081}$$

$$\begin{aligned} &= 38,447 \Omega \\ &= 38.45 \text{ k}\Omega \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R_{fe} &= \frac{U_o}{I_{fe}} = \frac{8,000 \text{ V}}{0.05 \text{ A}} \\ &= 160,000 \Omega \\ &= 160 \text{ k}\Omega \end{aligned}$$

เมื่อทดสอบแบบลัดวงจร

$$\begin{aligned} P_{sc} &= I_{sc}^2 R_{e1} \\ R_{e1} &= P_{sc} / I_{sc}^2 \\ &= 240 \text{ W} / (2.5 \text{ A})^2 \\ &= 38.4 \Omega \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} U_{sc} &= I_{sc} Z_{e1} \\ Z_{e1} &= U_{sc} / I_{sc} \\ &= 489 \text{ V} / 2.5 \text{ A} \\ &= 195.6 \Omega \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} X_{e1} &= \sqrt{Z_{e1}^2 - R_{e1}^2} \\ &= \sqrt{195.6^2 - 38.4^2} \\ &= 191.79 \Omega \end{aligned}$$

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่8.....
	ชื่อหน่วย การทดสอบหม้อแปลงไฟฟ้าและประสิทธิภาพ	สอนครั้งที่ 16
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

ตัวอย่างที่ 4.2 หม้อแปลงไฟฟ้าเฟสเดียวพิกัด 10 kVA 500/250 50 Hz มีคุณสมบัติ ดังนี้

$$R_1 = 0.2 \, \Omega \quad X_1 = 0.4 \, \Omega \quad R_{FE1} = 1.5 \, \text{k}\Omega \quad X_{M1} = 750 \, \Omega$$

$$R_2 = 0.5 \, \Omega \quad X_2 = 0.1 \, \Omega$$

ให้คำนวณหา

ก. ค่าความต้านทานและรีแอคแตนซ์สมมูลย์ เมื่อพิจารณาด้านปฐมภูมิ

ข. ค่าความต้านทานและรีแอคแตนซ์สมมูลย์ เมื่อพิจารณาด้านทุติยภูมิ

(สัมพันธ์ ชาญเชล, 2542, หน้า 2-53 – 2-54)

วิธีทำ

เมื่อพิจารณาด้านปฐมภูมิ

$$R_{e1} = R_1 + a^2 R_2$$

$$= 0.2 + 2^2 \times 0.5$$

$$= 2.2 \, \Omega$$

$$X_{e1} = X_1 + a^2 X_2$$

$$= 0.4 + 2^2 \times 0.1$$

$$= 0.8 \, \Omega$$

เมื่อพิจารณาด้านทุติยภูมิ

$$R_{e2} = R_2 + R_1/a^2$$

$$= 0.5 + 0.2/2^2$$

$$= 0.55 \, \Omega$$

$$X_{e2} = X_2 + X_1/a^2$$

$$= 0.1 + 0.4/2^2$$

$$= 0.2 \, \Omega$$

ตัวอย่างที่ 4.3 หม้อแปลงไฟฟ้าเฟสเดียว มีอัตราส่วนแรงดัน 10 : 1 ค่าอิมพีแดนซ์เมื่อพิจารณา ด้านแรงดันสูง 11.98 Ω จะต้องป้อนแรงดันที่ด้านแรงดันสูงเท่าใด เพื่อให้ได้กระแสลัดวงจรด้านแรงดันต่ำ 200 A โดยไม่คิดค่ากระแสกระตุ้นสนามแม่เหล็ก

วิธีทำ

จากโจทย์ $I_{SC2} = 200 \, \text{A}$ $a = 10 : 1 = 10$ $Z_{e1} =$
 11.98 Ω

เมื่อ $a = I_2/I_1$
 ดังนั้น $I_{SC1} = I_{SC2}/a$
 $= 200/10$
 $= 20 \, \text{A}$

แรงดันที่ป้อนด้านแรงดันสูง

$$U_{SC1} = I_{SC1} Z_{e1}$$

$$= 20 \, \text{A} \times 11.98 \, \Omega$$

$$= 239.6 \, \text{V}$$

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่8.....
	ชื่อหน่วย การทดสอบหม้อแปลงไฟฟ้าและประสิทธิภาพ	สอนครั้งที่ 16
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

ตัวอย่างที่ 4.4 หม้อแปลงไฟฟ้าเฟสเดียว มีอัตราส่วนของขดลวดเท่ากับ 6 : 1 ความต้านทานและรีแอคแตนซ์รั่วไหลทางด้านแรงดันสูง 0.9 Ω และ 5 Ω ด้านแรงดันต่ำเป็น 0.03 Ω และ 0.13 Ω ตามลำดับ หากป้อนแรงดัน 330 V 50 Hz ที่ด้านแรงดันสูง ให้คำนวณหากระแสลัดวงจรของทั้งสองด้านและกำลังสูญเสียเนื่องจากขดลวด

วิธีทำ

$$\begin{aligned}
 \text{จากโจทย์ } U_{SC1} &= 330 \text{ V } a = 6 \\
 I_{SC1} &= ? \quad I_{SC2} = ? \quad P_{CU} = ? \\
 I_{SC1} &= U_{SC1} / Z_{e1} \\
 I_{SC2} &= a I_{SC1} \\
 P_{CU} &= I_{SC1}^2 R_{e1} = I_{SC2}^2 R_{e2} \\
 R_{e1} &= R_1 + a^2 R_2 \\
 &= 0.9 + 6^2 \times 0.03 \\
 &= 1.98 \Omega \\
 X_{e1} &= X_1 + a^2 X_2 \\
 &= 5 + 6^2 \times 0.13 \\
 &= 9.68 \Omega \\
 Z_{e1} &= R_{e1} + j X_{e1} \\
 &= 1.98 + j 9.68 \\
 &= 9.88 \angle 78.44^\circ \Omega \\
 Z_{e1} &= 9.88 \Omega \\
 I_{SC1} &= 330 \text{ V} / 9.88 \Omega \\
 &= 33.4 \text{ A} \\
 I_{SC2} &= 6 \times 33.4 \text{ A} \\
 &= 200.4 \text{ A} \\
 P_{CU} &= (33.4 \text{ A})^2 1.98 \Omega \\
 &= 2,208.8 \text{ W}
 \end{aligned}$$

ตัวอย่างที่ 4.5 หม้อแปลงเฟสเดียว 5 kVA 220/1,000 V 50 Hz มีพารามิเตอร์ดังนี้

$$R_{FE1} = 3,800 \Omega \quad X_{M1} = 263 \Omega$$

หากนำไปทดสอบแบบเปิดวงจรด้วยค่าแรงดันพิกัด แอมมิเตอร์และวัตต์มิเตอร์จะอ่านค่าได้เท่าใด

วิธีทำ

เนื่องจากหม้อแปลงมีแรงดันของทั้งสองด้านไม่แตกต่างกันมาก การทดสอบทั้งสองแบบจึงสามารถทำการวัดค่าที่ด้านแรงดันสูงได้ทั้งหมด

จากโจทย์แรงดันที่ป้อนเพื่อการทดสอบ $U_o = 220 \text{ V}$
 กระแสที่แอมมิเตอร์วัดได้คือกระแสขณะไม่มีโหลด I_o

$$I_o = I_{FE} + j I_M$$

$$\begin{aligned}
 I_M &= \frac{U_o}{X_{M1}} \\
 &= \frac{220 \text{ V}}{263 \Omega} \\
 &= 0.8365 \text{ A}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 I_{FE} &= \frac{U_o}{X_{FE1}} \\
 &= \frac{220 \text{ V}}{3,800 \Omega}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 0.0579 \text{ A} \\
 I_o &= 0.0579 + j 0.8365 \text{ A} \\
 &= 0.8385 \angle 86.04^\circ \text{ A} \\
 I_o &= 0.8385 \text{ A}
 \end{aligned}$$

กำลังไฟฟ้าที่วัตต์มิเตอร์วัดได้ก็คือกำลังไฟฟ้าสูญเสียในแกนเหล็ก P_{FE}

$$\begin{aligned}
 P_{FE} &= I_{FE}^2 R_{FE} \\
 &= (0.0579 \text{ A})^2 3,800 \Omega \\
 &= 12.74 \text{ W}
 \end{aligned}$$

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่8.....
	ชื่อหน่วย การทดสอบหม้อแปลงไฟฟ้าและประสิทธิภาพ	สอนครั้งที่ 16
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

การทดสอบหาขั้วของหม้อแปลงไฟฟ้า

ขั้วของหม้อแปลงมีความจำเป็นกรณีขนานหม้อแปลง การต่อขดลวดหม้อแปลงไฟฟ้า

เพื่อให้ได้ขนาดแรงดันใช้งานตามที่ต้องการ หรือการต่อหม้อแปลงไฟฟ้า 1 เฟส เป็นหม้อแปลงไฟฟ้า

3 เฟส ขั้วที่ถูกต้องจึงจะสามารถกำหนดกลุ่มการต่อและสามารถขนานกันได้ การทดสอบหาขั้ว

(oolarty tes) และ nroffimunขั้ว (polarty making) cefnefannearearteresianalin

สองด้าน ตามมาตรฐานอเมริกา AN5I-C57-12 มีหลักการกำหนดดังต่อไปนี้

รูปแบบการกำหนดขั้ว

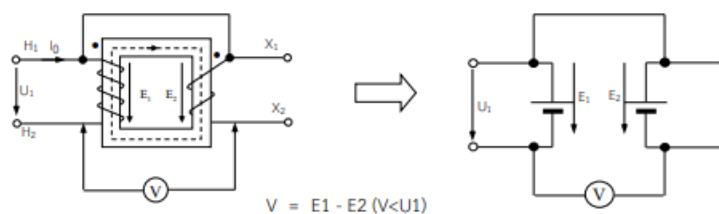
ปฐมภูมิ ขั้วบวกใช้อักษร H1 ขั้วลบใช้อักษร H2

ขั้วลบใช้อักษร X2 ทติยภูมิ ขั้วบวกใช้อักษร X1

วิธีการทดสอบ

การทดสอบนี้อาศัยหลักการพื้นฐาน ของการเกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำในขดลวด โดยพิจารณาทิศทางของแรงดันตามกฎของเลนซ์ (Lenz's law) หลังจากนั้นจึงเขียนวงจรสมมูลแทนทิศทางของแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำทั้งปฐมภูมิและทุติยภูมิที่เปรียบเทียบกันในขณะนั้นด้วยเซลล์ไฟฟ้า ขั้วของหม้อแปลงจะกำหนดได้จากผลลัพธ์ของแรงดันที่ปฏิสัมพันธ์กัน ปรากฏการณ์ที่จะเกิดขึ้นจะมี 2 ลักษณะและทำให้มีการกำหนดขั้วได้ 2 แบบ ดังต่อไปนี้คือ

ขั้วแบบหักล้าง การจัดวางขั้วแบบนี้ ตัวที่อยู่ตรงกันกันจะมีเลขกำกับขั้วเหมือนกันหรือมีขั้วบวกหรือลบเหมือนกัน ในขั้นตอนการทดสอบเมื่อต่อวงจรดังภาพ4.3 โดยป้อนแรงดันตามพิกัดที่ด้านแรงดันสูง แล้ววัดแรงดันที่จวัดตามภาพ จะทำให้ค่าที่ได้ต่ำกว่าค่าที่ป้อนเข้า เนื่องจากทิศทางของแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำหักล้างกัน การพันขดลวดและจัดวางขั้วแบบนี้จึงถูกเรียกว่า ขั้วแบบหักล้าง (subtractive polarity)



ภาพที่ 4.3 การกำหนดขั้วหม้อแปลงไฟฟ้าแบบขั้วหักล้าง

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่8.....
	ชื่อหน่วย การทดสอบหม้อแปลงไฟฟ้าและประสิทธิภาพ	สอนครั้งที่ 16
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

5.1 การนำเข้าสู่บทเรียน

1. ครูทักทายและตรวจสอบรายชื่อนักศึกษา แลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารของวิทยาลัยฯ
2. ครูแนะนำคำอธิบายรายวิชาจุดประสงค์ของรายวิชา และสมรรถนะรายวิชา และเป้าหมายของการศึกษา
3. ครูแนะนำเกณฑ์การให้คะแนน การวัดประเมินผล การลา และจำนวนคาบที่ขาดได้
4. ครูชี้แจงวัตถุประสงค์ของการเรียน เรื่อง การต่อหม้อแปลงไฟฟ้าใช้งาน
5. นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน
6. นักเรียนรับฟังคำเฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน
7. ครูสำรวจความพร้อมของนักเรียน

5.2 การเรียนรู้

1. นักเรียนเปิดสื่อการเรียนการสอนเนื้อหา
2. นักเรียนฟังอธิบายเนื้อหาตามสื่อการเรียนจากครู
3. นักเรียนเรียนช่วยกันอภิปรายถึงการทำงานอย่างไรให้มีความปลอดภัย
4. นักเรียนทำแบบฝึกหัด
5. นักเรียนและครูร่วมเฉลยแบบฝึกหัด และแลกเปลี่ยนเหตุผลระหว่างกัน

5.3 การสรุป

1. ครูผู้สอนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนซักถามข้อสงสัยที่เกิดขึ้นระหว่างการเรียนการสอน ตอบข้อซักถามและสรุปเนื้อหาโดยสรุป

5.4 การวัดและประเมินผล

1. นักเรียนทำทดสอบแบบทดสอบ
2. นักเรียนรับฟังคำเฉลยแบบทดสอบ
3. ครูบันทึกผลการประเมิน

6.สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้

6.1 สื่อสิ่งพิมพ์

- เอกสารประกอบวิชา หม้อแปลงไฟฟ้า

6.2 สื่อโสตทัศน (ถ้ามี)

- 1 อภิรักษ์ สุขเกษม. หม้อแปลงไฟฟ้า. นนทบุรี : บริษัทศูนย์หนังสือเมืองไทย จำกัด, 2562.

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่8.....
	ชื่อหน่วย การทดสอบหม้อแปลงไฟฟ้าและประสิทธิภาพ	สอนครั้งที่ 16
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

2. แผ่นใส
3. สื่อคอมพิวเตอร์ (Power Point)
4. ของจริง
5. ใบประเมินผล
7. เอกสารประกอบการจัดการเรียนรู้ (ใบความรู้ ใบงาน ใบมอบหมายงาน ฯลฯ)
 - ใบงาน
8. การบูรณาการ/ความสัมพันธ์กับวิชาอื่น
 -
9. การวัดและประเมินผล
 - 9.1 ก่อนเรียน
 - ทดสอบก่อนเรียน เปรียบเทียบกับคะแนนสอบหลังเรียน
 - 9.2 ขณะเรียน
 - ใบงาน เกณฑ์ผ่าน 50%
 - แบบประเมินด้านคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์เกณฑ์ผ่าน 70%
 - 9.3 หลังเรียน
 - แบบทดสอบหลังเรียน เกณฑ์ผ่าน 50%
10. บันทึกหลังสอน
 - 10.1 ผลการใช้แผนการจัดการเรียนรู

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่8.....
	ชื่อหน่วย การทดสอบหม้อแปลงไฟฟ้าและประสิทธิภาพ	สอนครั้งที่ 16
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

10.2 ผลการเรียนรู้ของนักเรียน นักศึกษา

.....

.....

.....

.....

10.3 แนวทางการพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้

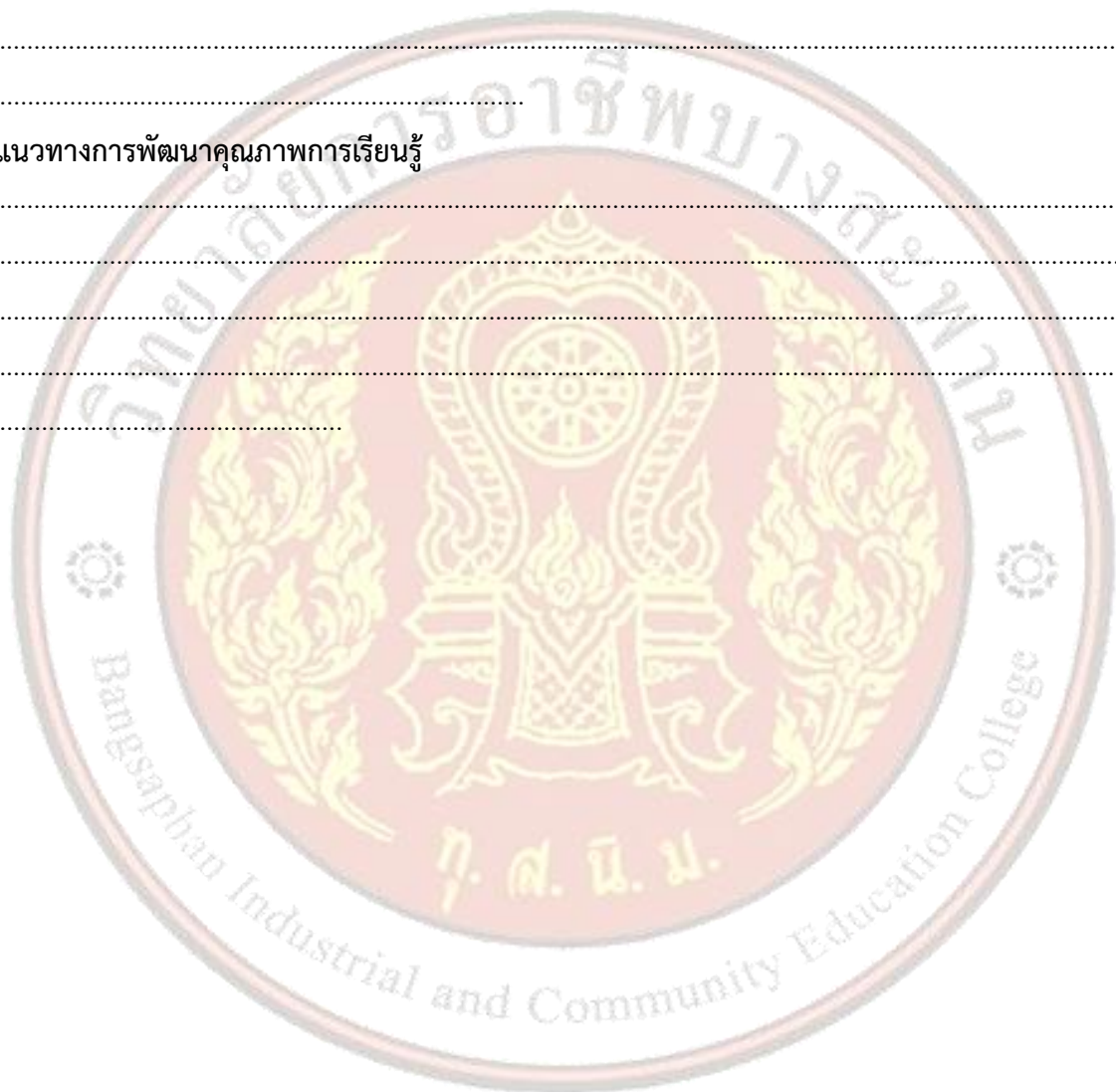
.....

.....

.....

.....

.....



	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่8.....
	ชื่อหน่วย การทดสอบหม้อแปลงไฟฟ้าและประสิทธิภาพ	สอนครั้งที่ 16
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

เฉลยแบบฝึกหัด 8

การทดสอบหม้อแปลงไฟฟ้าและประสิทธิภาพ

คำชี้แจง 1. จงทำเครื่องหมาย × ทับ ก ข ค หรือ ง ที่เห็นว่าถูกต้องที่สุด

2. อนุญาตให้ใช้เครื่องคำนวณได้

1. การเกิดขั้วของหม้อแปลงไฟฟ้าเกิดขึ้นลักษณะอย่างไร

ง. ถูกทุกข้อ

2. การกำหนดตัวอักษร H_1 - H_2 และ X_1 - X_2 ที่ขั้วของหม้อแปลงไฟฟ้าเป็นของมาตรฐานใด

ข. ASA

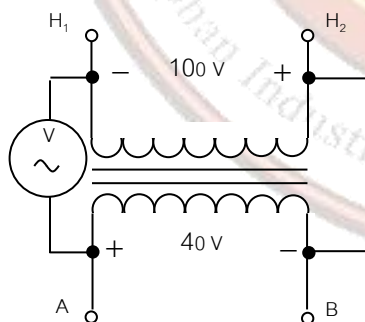
3. ข้อใดไม่ใช่ประโยชน์ของการหาขั้วของหม้อแปลงไฟฟ้า

ค. ในการเพิ่มพิกัดของหม้อแปลงไฟฟ้า

4. การทดสอบหาขั้วของหม้อแปลงไฟฟ้าจะทดสอบหาขั้วได้กี่วิธี

ค. 2 วิธี คือแบบขั้วหักล้างกันกับแบบขั้วเสริมกัน

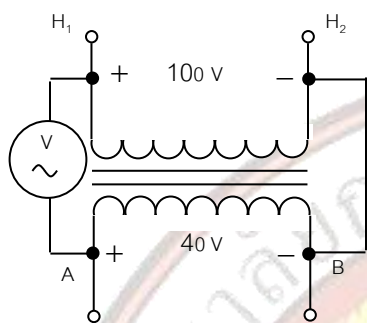
5. จากวงจรการทดสอบหาขั้วของหม้อแปลงไฟฟ้างดรูปข้อใดกล่าวถูกต้อง



ก. อ่านค่าแรงดันได้ 140 V โดยจุด A เป็นขั้ว X_2

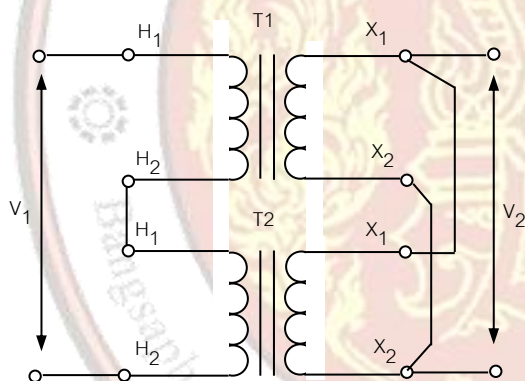
	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่8.....
	ชื่อหน่วย การทดสอบหม้อแปลงไฟฟ้าและประสิทธิภาพ	สอนครั้งที่ 16
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

6. จากวงจรการทดสอบหาข้อของหม้อแปลงไฟฟ้าดังรูป ข้อใดกล่าวถูกต้อง



ง. อ่านค่าแรงดันได้ 60 V โดยจุด A เป็นขั้ว X_1

7. หม้อแปลงไฟฟ้า 1 เฟส 2 ตัว แต่ละตัวมีขนาดแรงดัน 120/45 V ถ้าต่อวงจรตามรูป จะต้องมืขนาดแรงดันไฟฟ้า V_1 และ V_2 มีค่าเท่าไร



ข. $V_1 = 240 \text{ V}$ $V_2 = 45 \text{ V}$

8. ในการขนานหม้อแปลงไฟฟ้าอัตราส่วนของหม้อแปลงไฟฟ้าที่กััดความเผื่อไว้ที่เท่าไร

ก. ± 5

9. ในการขนานหม้อแปลงไฟฟ้าอัตราส่วนที่กััดตามมาตรฐาน VDE จะต้องไม่มากกว่าเท่าไร

ค. 3 : 1

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่8.....
	ชื่อหน่วย การทดสอบหม้อแปลงไฟฟ้าและประสิทธิภาพ	สอนครั้งที่ 16
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

บันทึกหลังการสอน

วิชา หม้อแปลงไฟฟ้า (20104-2105) ท-ป-น : 1-3-2

1. ผลการจัดการเรียนรู้ตามแผนการสอน

1.1 วัน เดือน ปีสอนครั้งที่สาขา/ชั้นปี ที่สอนจำนวนผู้เรียนคน มาเรียนปกติ.....คน ขาดเรียน.....คน ลาป่วย.....คน ลากิจ.....คน มาสาย.....คน

1.2 หัวข้อเรื่อง/เนื้อหาสาระ :

.....

☐ สอนครบตามหัวข้อเรื่องในแผนฯ ☐ สอนไม่ครบเนื่องจาก.....

1.3 กิจกรรม/วิธีการสอน

☐ ครูแนะนำและบอกจุดประสงค์ ☐ ครูอธิบาย/ถาม-ตอบ/สาธิต/.....

☐ ทำแบบทดสอบก่อนเรียน ☐ ทำแบบทดสอบหลังเรียน

☐ ทำแบบฝึกหัด/โจทย์ปัญหา ☐ ทำใบกิจกรรม/ใบงาน.....

☐ อื่น ๆ (ระบุ).....

1.4 สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้ :

2. ผลการเรียนรู้ของผู้เรียน/ผลการสอนของครู/ปัญหาที่พบ

2.1 การวัดผลและประเมินผล/ผลการเรียนรู้ของผู้เรียน :

2.2 สมรรถนะที่ผู้เรียนได้รับ :

2.3 สอดแทรกคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยม :

2.4 ผลการสอนของครู :

2.5 ปัญหาที่นำไปสู่การวิจัย :

3. แนวทางการพัฒนาคุณภาพการสอน

3.1 ผลการใช้และปรับปรุงแผนการสอนครั้งนี้ :

3.2 แนวทางพัฒนาคุณภาพวิธีสอน/สื่อ/การวัดผล/เอกสารช่วยสอน.....

ลงชื่อ

ครูผู้สอน

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่9.....
	ชื่อหน่วย หม้อแปลงไฟฟ้าใช้ประกอบเครื่องมือวัด	สอนครั้งที่ 17-18
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

1. สารสำคัญ

ในการวัดแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าสลับที่มีค่าสูงมากนั้น บางครั้งเครื่องมือวัดไฟฟ้าที่ใช้ซึ่งได้แก่ โวลต์มิเตอร์ แอมมิเตอร์ แบบธรรมดา นั้นจะไม่สะดวกและปลอดภัยขณะที่ทำการวัด หรือถ้าต้องการวัดจำเป็นจะต้องออกแบบเครื่องมือวัดไฟฟ้าเพื่อวัดค่าดังกล่าวได้สูง โดยการขยายย่านการวัดให้มีค่าสูงตามด้วยนั่นเอง ทำให้ค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นประกอบกับแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าที่มาทำการวัดมีค่าสูง อาจจะเป็นอันตรายต่อโครงสร้างของเครื่องมือวัดไฟฟ้าหรือผู้ปฏิบัติงานที่ทำการวัด ดังนั้นในทางปฏิบัติจึงแก้ปัญหาดังกล่าวโดยการใช้หม้อแปลงไฟฟ้าประกอบเครื่องมือวัด ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ หม้อแปลงไฟฟ้าลดแรงดันไฟฟ้าหรือหม้อแปลงแรงดัน และหม้อแปลงไฟฟ้าลดกระแสไฟฟ้าหรือหม้อแปลงกระแสไฟฟ้า ทั้งนี้เพื่อให้เหมาะสมกับย่านการวัดของเครื่องมือวัดไฟฟ้า

2. สมรรถนะประจำหน่วย

แสดงความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับหม้อแปลงไฟฟ้าใช้ประกอบเครื่องมือวัด

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 ด้านความรู้

- 1 ความหมายวงจรสมมูลของหม้อแปลงไฟฟ้า
- 2 ค่าต่าง ๆ ของหม้อแปลงไฟฟ้าที่ใช้งานจริง
- 3 วงจรสมมูลของหม้อแปลงไฟฟ้า
- 4 วงจรสมมูลค่าจริงของหม้อแปลงไฟฟ้าและการโอนย้าย
- 5 วงจรสมมูลค่าโดยประมาณของหม้อแปลงไฟฟ้า

3.2 ด้านทักษะ

1. ปฏิบัติงานที่ได้รับมอบหมายด้วยความรับผิดชอบและเสร็จตามกำหนดเวลา

3.3 คุณลักษณะที่พึงประสงค์

1. มีการพัฒนาคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของผู้สำเร็จการศึกษา
สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ที่ครูสามารถสังเกตได้ขณะทำการสอนในเรื่อง

5.1 ความมีมนุษยสัมพันธ์

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่9.....
	ชื่อหน่วย หม้อแปลงไฟฟ้าใช้ประกอบเครื่องมือวัด	สอนครั้งที่ 17-18
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

5.2 ความมีวินัย

5.3 ความรับผิดชอบ

5.4 ความซื่อสัตย์สุจริต

5.5ความเชื่อมั่นในตนเอง

5.6 การประหยัด

5.7 ความสนใจใฝ่รู้

5.8การละเว้นสิ่งเสพติดและการพนัน

5.9ความรักสามัคคี

5.10 ความกตัญญูทวดเวท

4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้

9.1 ความหมายวงจรสมมูลของหม้อแปลงไฟฟ้า

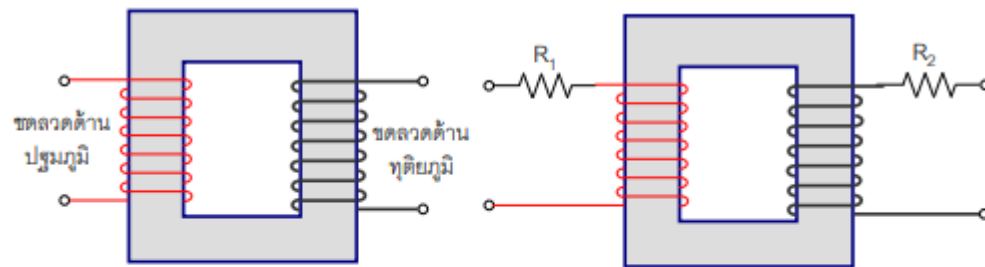
วงจรสมมูลของหม้อแปลงไฟฟ้า หมายถึง การแทนค่าต่าง ๆ ของหม้อแปลงไฟฟ้าให้อยู่ในรูปแบบของวงจรไฟฟ้า เช่น ขดลวดของหม้อแปลงไฟฟ้าที่พันรอบแกนเหล็กทั้ง 2 ด้าน ก็สามารถแทนด้วยค่าความต้านทานและค่ารีแอคแตนซ์รั่วซึม (Leakage reactance) ทั้งนี้เพื่อให้การวิเคราะห์เกี่ยวกับหม้อแปลงไฟฟ้ามีความสะดวกและรวดเร็ว

9.2 ค่าต่าง ๆ ของหม้อแปลงไฟฟ้าที่ใช้งานจริง

หม้อแปลงไฟฟ้าที่ใช้ในงานจริงนั้นต้องคำนึงถึงการสูญเสียต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในตัวหม้อแปลงไฟฟ้า ผลของเส้นแรงแม่เหล็กรั่วซึม (Leakage flux) ที่ขดลวดทางด้านปฐมภูมิและที่ขดลวดทางด้านทุติยภูมิ ซึ่งมีค่าต่าง ๆ ที่ต้องพิจารณาดังต่อไปนี้

9.2.1 ความต้านทานของขดลวด ขดลวดทางด้านปฐมภูมิและที่ขดลวดทางด้านทุติยภูมิพันจากขดลวดทองแดงดังรูปที่ 9.1 (ก) ดังนั้นถือว่าขดลวดทั้งสองด้านมีค่าความต้านทาน โดยกำหนดให้ R_1 เป็นค่าความต้านทานของขดลวดทางด้านปฐมภูมิ และ R_2 เป็นค่าความต้านทานของขดลวดทางด้านทุติยภูมิ ดังรูปที่ 9.1 (ข) เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวดทั้งสองทำให้เกิดกำลังไฟฟ้าสูญเสียในขดลวดทองแดง (Copper loss)

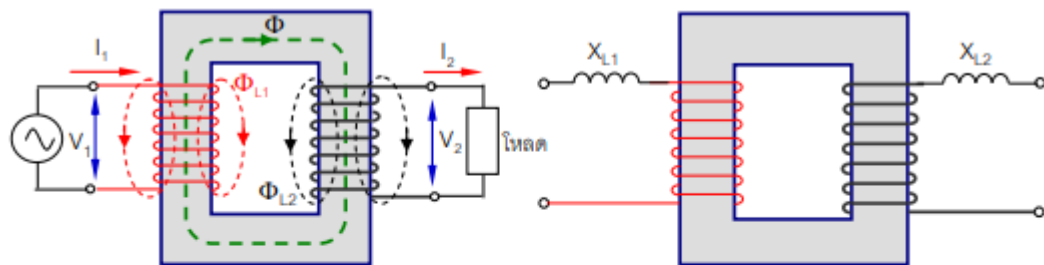
	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่9.....
	ชื่อหน่วย หม้อแปลงไฟฟ้าใช้ประกอบเครื่องมือวัด	สอนครั้งที่ 17-18
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4



(ก) ขดลวดทางด้านปฐมภูมิและทุติยภูมิ (ข) ขดลวดเมื่อพิจารณาค่าความต้านทานทั้ง 2 ด้าน

รูปที่ 9.1 หม้อแปลงไฟฟ้าที่มีขดลวดทางด้านปฐมภูมิและทุติยภูมิ

9.2.2 เส้นแรงแม่เหล็กรั่วซึมและค่ารีแอคแตนซ์ เมื่อหม้อแปลงไฟฟ้ามีโหลดทำให้มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวด ซึ่งผลของกระแสไฟฟ้านี้ทำให้เกิดเส้นแรงแม่เหล็กรั่วซึมที่ได้กล่าวมาแล้วในหน่วยที่ 8 นอกจากนี้ยังทำให้เกิดเส้นแรงแม่เหล็กรั่วซึมขึ้นอีกด้วย



(ก) การเกิดเส้นแรงแม่เหล็กรั่วซึม (ข) ขดลวดเมื่อพิจารณาค่ารีแอคแตนซ์รั่วซึมทั้ง 2 ด้าน

รูปที่ 9.2 หม้อแปลงไฟฟ้าที่ขดลวดทางด้านปฐมภูมิและทุติยภูมิเมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน

จากรูปที่ 9.2 (ก) เมื่อหม้อแปลงไฟฟ้ามีโหลดทำให้เกิดมีกระแส I_2 โหลดที่ขดลวดทุติยภูมิและกระแส I_1 ที่ขดลวดปฐมภูมิ ผลของกระแสทั้งสองจะสร้างเส้นแรงแม่เหล็กขึ้นมารอบขดลวดทั้งสองด้านโดยมีอากาศเป็นทางเดิน เรียกเส้นแรงแม่เหล็กนี้ว่า **เส้นแรงแม่เหล็กรั่วซึม** กำหนดให้เป็น Φ_{L1} และ Φ_{L2} ตามลำดับและเส้นแรงแม่เหล็กรั่วซึมทั้งสองนี้ทำให้เกิดค่าความเหนี่ยวนำรั่วซึม (Leakage inductance) ในขดลวดทั้งสองขึ้นและมีหน่วยเป็นเฮนรี (H) โดยมีค่าดังนี้

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่9.....
	ชื่อหน่วย หม้อแปลงไฟฟ้าใช้ประกอบเครื่องมือวัด	สอนครั้งที่ 17-18
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

ในขดลวดปฐมภูมิ
$$L_1 = \frac{N_1 \Phi_{L1}}{I_1} \quad \text{..... (9.1)}$$

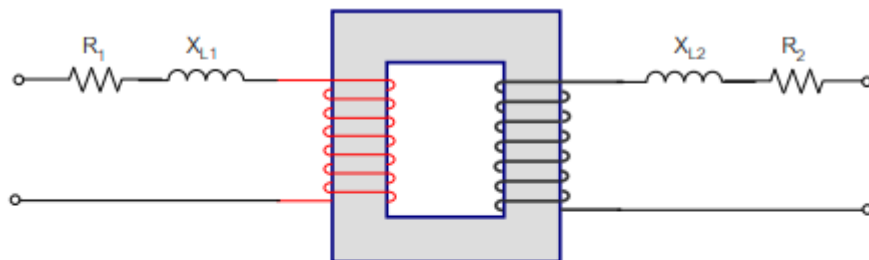
ในขดลวดทุติยภูมิ
$$L_2 = \frac{N_2 \Phi_{L2}}{I_2} \quad \text{..... (9.2)}$$

ผลจากการเกิด L_1 และ L_2 ที่ขดลวดทั้งสองด้านจึงทำให้เกิดค่ารีแอกแตนซ์รีวัตีฟ กำหนดให้เป็น X_L ของขดลวดทั้งสองอันเนื่องมาจากความถี่ของไฟฟ้ากระแสสลับ และมีหน่วยเป็นโอห์ม (Ω) ดังนั้นถือว่าขดลวดทั้งสองด้านมีค่ารีแอกแตนซ์รีวัตีฟ โดยกำหนดให้ X_{L1} เป็นค่ารีแอกแตนซ์รีวัตีฟของขดลวดทางด้านปฐมภูมิ และ X_{L2} เป็นค่ารีแอกแตนซ์รีวัตีฟของขดลวดทางด้านทุติยภูมิดังรูปที่ 9.2 (ข) ซึ่งมีค่าดังนี้

ในขดลวดปฐมภูมิ
$$X_{L1} = 2\pi f L_1 \quad \text{..... (9.3)}$$

ในขดลวดทุติยภูมิ
$$X_{L2} = 2\pi f L_2 \quad \text{..... (9.4)}$$

เนื่องจากขดลวดทางด้านปฐมภูมิและขดลวดทางด้านทุติยภูมิมีค่าความต้านทาน และยังทำให้เกิดค่ารีแอกแตนซ์รีวัตีฟ ดังนั้นจึงเทียบเท่าว่าขดลวดในแต่ละด้านของหม้อแปลงไฟฟ้าจะแทนด้วยค่าความต้านทานต่ออนุกรมกับค่ารีแอกแตนซ์รีวัตีฟ ดังรูปที่ 9.3



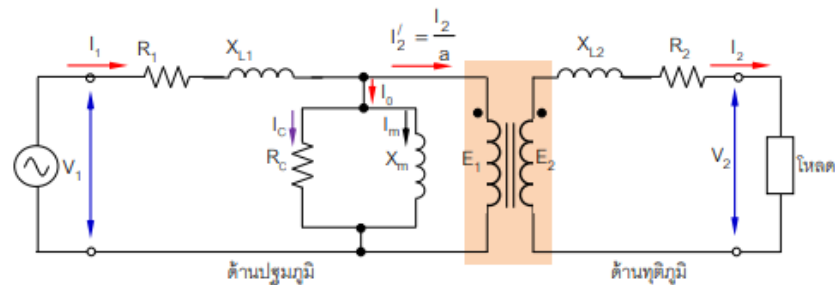
รูปที่ 9.3 หม้อแปลงไฟฟ้าที่ขดลวดทั้ง 2 ด้านมีค่าความต้านทานและค่ารีแอกแตนซ์รีวัตีฟ

- เมื่อ
- R_1 = ความต้านทานของขดลวดทางด้านปฐมภูมิ (Ω)
 - R_2 = ความต้านทานของขดลวดทางด้านทุติยภูมิ (Ω)
 - X_{L1} = รีแอกแตนซ์รีวัตีฟของขดลวดทางด้านปฐมภูมิ (Ω)
 - X_{L2} = รีแอกแตนซ์รีวัตีฟของขดลวดทางด้านทุติยภูมิ (Ω)

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่9.....
	ชื่อหน่วย หม้อแปลงไฟฟ้าใช้ประกอบเครื่องมือวัด	สอนครั้งที่ 17-18
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

9.3 วงจรสมมูลของหม้อแปลงไฟฟ้า

จากที่กล่าวมาแล้วเห็นว่าหม้อแปลงไฟฟ้านั้นประกอบไปด้วยค่าความต้านทานสูญเสียในแกนเหล็ก ค่ารีแอคแตนซ์ทำแม่เหล็ก ค่าความต้านทานของขดลวดและค่ารีแอคแตนซ์รั่วซึมของขดลวดทั้งสองด้าน ดังนั้นสามารถนำค่าเหล่านี้มาเขียนเป็นวงจรสมมูลทั้งหมดของหม้อแปลงไฟฟ้าได้ ดังรูปที่ 9.4



รูปที่ 9.4 วงจรสมมูลของหม้อแปลงไฟฟ้าทั้งทางด้านปฐมภูมิและทุติยภูมิ

จากวงจรสมมูลรูปที่ 9.4 ได้ว่าสมการของแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าในส่วนต่าง ๆ ดังนี้

$$\begin{aligned}
 E_1 &= -aE_2 \\
 I_0 &= I_c + I_m \\
 I_1 &= I_0 + I'_2
 \end{aligned}$$

5.1 การนำเข้าสู่บทเรียน

1. ครูทักทายและตรวจสอบรายชื่อนักศึกษา แลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารของวิทยาลัยฯ
2. ครูแนะนำคำอธิบายรายวิชาจุดประสงค์ของรายวิชา และสมรรถนะรายวิชา และเป้าหมายของการศึกษา
3. ครูแนะนำเกณฑ์การให้คะแนน การวัดประเมินผล การลา และจำนวนคาบที่ขาดได้
4. ครูชี้แจงวัตถุประสงค์ของการเรียน เรื่อง การต่อหม้อแปลงไฟฟ้าใช้งาน
5. นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน
6. นักเรียนรับฟังคำเฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน
7. ครูสำรวจความพร้อมของนักเรียน

5.2 การเรียนรู้

1. นักเรียนเปิดสื่อการเรียนการสอนเนื้อหา
2. นักเรียนฟังอธิบายเนื้อหาตามสื่อการเรียนจากครู

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่9.....
	ชื่อหน่วย หม้อแปลงไฟฟ้าใช้ประกอบเครื่องมือวัด	สอนครั้งที่ 17-18
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

3. นักเรียนเรียนช่วยกันอภิปรายถึงการทำงานอย่างไรให้มีความปลอดภัย

4. นักเรียนทำแบบฝึกหัด

5. นักเรียนและครูร่วมเฉลยแบบฝึกหัด และแลกเปลี่ยนเหตุผลระหว่างกัน

5.3 การสรุป

1. ครูผู้สอนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนซักถามข้อสงสัยที่เกิดขึ้นระหว่างการเรียนการสอน ตอบข้อซักถามและสรุปเนื้อหาโดยสรุป

5.4 การวัดและประเมินผล

1. นักเรียนทำทดสอบแบบทดสอบ
2. นักเรียนรับฟังคำเฉลยแบบทดสอบ
3. ครูบันทึกผลการประเมิน

6.สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้

6.1 สื่อสิ่งพิมพ์

- เอกสารประกอบวิชา หม้อแปลงไฟฟ้า

6.2 สื่อโสตทัศน (ถ้ามี)

1. อภิรักษ์ สุขเกษม. หม้อแปลงไฟฟ้า. นนทบุรี : บริษัทศูนย์หนังสือเมืองไทย จำกัด, 2562.
2. แผ่นใส
3. สื่อคอมพิวเตอร์ (Power Point)
4. ของจริง
5. ใบประเมินผล

7. เอกสารประกอบการจัดการเรียนรู้ (ใบความรู้ ใบงาน ใบมอบหมายงาน ฯลฯ)

- ใบงาน

8. การบูรณาการ/ความสัมพันธ์กับวิชาอื่น

-

9. การวัดและประเมินผล

9.1 ก่อนเรียน

- ทดสอบก่อนเรียน เปรียบเทียบกับคะแนนสอบหลังเรียน

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่9.....
	ชื่อหน่วย หม้อแปลงไฟฟ้าใช้ประกอบเครื่องมือวัด	สอนครั้งที่ 17-18
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

9.2 ขณะเรียน

- ใบงาน เกณฑ์ผ่าน 50%
- แบบประเมินด้านคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์เกณฑ์ผ่าน 70%

9.3 หลังเรียน

- แบบทดสอบหลังเรียน เกณฑ์ผ่าน 50%

10. บันทึกหลังสอน

10.1 ผลการใช้แผนการจัดการเรียนรู้รูป

10.2 ผลการเรียนรู้ของนักเรียน นักศึกษา

10.3 แนวทางการพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่9.....
	ชื่อหน่วย หม้อแปลงไฟฟ้าใช้ประกอบเครื่องมือวัด	สอนครั้งที่ 17-18
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

เฉลยแบบฝึกหัด 9

หม้อแปลงไฟฟ้าใช้ประกอบเครื่องมือวัด

คำสั่ง ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

1. จงบอกเหตุผลของการนำหม้อแปลงไฟฟ้าใช้ประกอบเครื่องมือวัด

ตอบ เหตุผลของการนำหม้อแปลงไฟฟ้าใช้ประกอบเครื่องมือวัด เพราะต้องการให้มีความเหมาะสมกับย่านการวัดของเครื่องวัดไฟฟ้า ซึ่งได้แก่ โวลต์มิเตอร์ แอมมิเตอร์ และวัตต์มิเตอร์ นอกจากนี้ยังมีความปลอดภัยกับผู้ใช้เครื่องวัดและตัวเครื่องวัด

2. จงบอกหน้าที่และอธิบายการทำงานของหม้อแปลงแรงดันไฟฟ้าที่ใช้ประกอบเครื่องมือวัด

ตอบ หม้อแปลงแรงดันไฟฟ้าทำหน้าที่แปลงแรงดันไฟฟ้าที่ขดลวดปฐมภูมิที่ต่ออยู่กับระบบไฟฟ้าที่มีค่าสูงให้มีค่าต่ำลง เพื่อให้มีความเหมาะสมกับย่านวัดแรงดันของโวลต์มิเตอร์ วัตต์มิเตอร์ และเพาเวอร์แฟกเตอร์มิเตอร์ การทำงานเมื่อจ่ายแรงดันไฟฟ้าให้กับขดลวดปฐมภูมิ ทำให้มีกระแสไหลผ่านขดลวดปฐมภูมิและสร้างเส้นแรงแม่เหล็กโดยเปลี่ยนแปลงไปตามกับกระแส จากการเปลี่ยนแปลงของเส้นแรงแม่เหล็กก็จะไปคล้องกับขดลวดทั้งสองขด ทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำขึ้นที่ขดลวดทุติยภูมิและขดลวดหุติยภูมิโดยการแปลงแรงดันไฟฟ้าให้ลดลง

3. จงบอกหน้าที่และอธิบายการทำงานของหม้อแปลงกระแสไฟฟ้าที่ใช้ประกอบเครื่องมือวัด

ตอบ หม้อแปลงกระแสไฟฟ้าเป็นหม้อแปลงที่ทำหน้าที่แปลงกระแสไฟฟ้าที่ขดลวดปฐมภูมิที่ต่ออยู่กับระบบไฟฟ้าที่มีค่าสูงให้มีค่าต่ำลง เพื่อให้มีความเหมาะสมกับย่านวัดกระแสไฟฟ้าของแอมมิเตอร์ วัตต์มิเตอร์ และเพาเวอร์แฟกเตอร์มิเตอร์ การทำงานของหม้อแปลงกระแสไฟฟ้า โดยขดลวดปฐมภูมิต่ออนุกรมกับโหลดจะมีจำนวนรอบของขดลวดน้อยมากที่สุดคือ 1 รอบเมื่อมีกระแสไหลผ่านขดปฐมภูมิและสร้างเส้นแรงแม่เหล็กโดยเปลี่ยนแปลงไปตามกับกระแสที่ไหลผ่าน จากการเปลี่ยนแปลงของเส้นแรงแม่เหล็กก็จะไปคล้องกับขดลวดหุติยภูมิ

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่9.....
	ชื่อหน่วย หม้อแปลงไฟฟ้าใช้ประกอบเครื่องมือวัด	สอนครั้งที่ 17-18
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

ทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำขึ้นที่ขดลวดทุติยภูมิจึงทำให้เข็มของแอมมิเตอร์เกิดการบ่ายเบนชี้ค่าปริมาณของกระแสไฟฟ้า

4. เพราะเหตุใดหม้อแปลงกระแสไฟฟ้าจึงลัดวงจรไว้ทางขดลวดทุติยภูมิ เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลไปที่โหลด

ตอบ เพื่อไม่ทำให้เกิด mmf ที่แกนเหล็กมีค่าสูงกว่าค่าใช้งานปกติ เพราะถ้ามีค่าสูงมากจนถึงจุดอิ่มตัวของแกนเหล็กเป็นผลให้ค่าการสูญเสียของแกนเหล็กจากกระแสไฟฟ้าไหลวนสูงขึ้นมาก ทำให้ฉนวนที่เคลือบระหว่างแผ่นเหล็กไหม้ได้และต่อถึงกันจึงทำให้กระแสไฟฟ้าไหลวนเพิ่มขนาดสูงขึ้นอีก จนทำให้หม้อแปลงกระแสไฟฟ้าเสียหาย

5. หม้อแปลงแรงดันไฟฟ้ามีค่า $K_v = 400$ อ่านค่าแรงดันไฟฟ้าจากโวลต์มิเตอร์ได้ 110 V จงคำนวณหาแรงดันไฟฟ้าที่โหลด

วิธีทำ แรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้กับโหลด = ค่าแรงดันไฟฟ้าที่อ่านได้จากโวลต์มิเตอร์ $\times K_v$

แรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้กับโหลด = $110 \times 400 = 44000 \text{ V}$

แรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้กับโหลดมีค่าเท่ากับ 44000 V

6. มีแรงดันไฟฟ้าที่โหลด 22,000 V และอ่านค่าแรงดันไฟฟ้าจากโวลต์มิเตอร์ได้ 100 V จงคำนวณหาค่าอัตราส่วนหม้อแปลงแรงดันไฟฟ้าของ PT

วิธีทำ

$$\begin{aligned}
 K_v &= \frac{\text{แรงดันไฟฟ้าที่โหลด}}{\text{แรงดันไฟฟ้าจากมิเตอร์}} \\
 &= \frac{22000}{100} = 220
 \end{aligned}$$

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่9.....
	ชื่อหน่วย หม้อแปลงไฟฟ้าใช้ประกอบเครื่องมือวัด	สอนครั้งที่ 17-18
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

อัตราส่วนหม้อแปลงแรงดันไฟฟ้าของ PT มีค่าเท่ากับ 220

7. หม้อแปลงกระแสไฟฟ้ามีค่า $K_i = 120$ อ่านค่ากระแสไฟฟ้าจากแอมมิเตอร์ได้ 4.5 A จงคำนวณหากระแสไฟฟ้าที่โหลด

วิธีทำ

กระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้กับโหลด = ค่ากระแสไฟฟ้าที่อ่านได้จากแอมมิเตอร์ $\times K_i$

กระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้กับโหลด = $4.5 \times 120 = 540 \text{ A}$

กระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้กับโหลดมีค่าเท่ากับ 540 A

8. หม้อแปลงกระแสไฟฟ้ามีค่า $K_i = 120$ มีกระแสไฟฟ้าที่โหลด 480 A จงคำนวณหากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านแอมมิเตอร์

วิธีทำ

$$\begin{aligned} \text{กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน} &= \frac{\text{กระแสไฟฟ้าที่โหลด}}{K_i} \\ &= \frac{480}{120} = 4 \end{aligned}$$

กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านแอมมิเตอร์มีค่าเท่ากับ 4 A

9. โหลดระบบไฟฟ้า 1 เฟส ต่อร่วมกับหม้อแปลงไฟฟ้าใช้ประกอบเครื่องมือวัด เมื่อทำงานให้ผลดังนี้

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่9.....
	ชื่อหน่วย หม้อแปลงไฟฟ้าใช้ประกอบเครื่องมือวัด	สอนครั้งที่ 17-18
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

ค่าที่อ่านได้จากแอมมิเตอร์ = 4 A ค่าอัตราส่วนของ CT = 800/5

ค่าที่อ่านได้จากโวลต์มิเตอร์ = 100 V ค่าอัตราส่วนของ PT =
12,000/120

ค่าที่อ่านได้จากวัตต์มิเตอร์ = 290 W

จงคำนวณหา

- ค่า K_i และค่า K_v
- ตัวประกอบกำลังไฟฟ้า
- กระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้กับโหลด
- แรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้กับโหลด
- กำลังไฟฟ้าที่จ่ายให้กับโหลด

วิธีทำ

โจทย์กำหนดค่าต่าง ๆ ดังนี้

- ค่า K_i และค่า K_v

$$K_i = \frac{800}{5} = 160$$

$$K_v = \frac{12000}{120} = 100$$

- ตัวประกอบกำลังไฟฟ้า

$$\text{pf.} = \frac{P}{VI} = \frac{290}{100 \times 4} = 0.725$$

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่9.....
	ชื่อหน่วย หม้อแปลงไฟฟ้าใช้ประกอบเครื่องมือวัด	สอนครั้งที่ 17-18
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

ตัวประกอบกำลังไฟฟ้ามีค่าเท่ากับ 0.725 **ตอบ**

3. กระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้กับโหลด (I_L)

$$\begin{aligned}
\text{กระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้กับโหลด} &= \text{ค่ากระแสไฟฟ้าที่อ่านได้จากแอมมิเตอร์} \times K_i \\
&= 4 \times 160 \\
&= 640
\end{aligned}$$

กระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้กับโหลดมีค่าเท่ากับ 640 A **ตอบ**

4. แรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้กับโหลด (V_L)

$$\begin{aligned}
\text{แรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้กับโหลด} &= \text{ค่าแรงดันไฟฟ้าที่อ่านได้จากโวลต์มิเตอร์} \times a_v \\
&= 100 \times 100 \\
&= 10000
\end{aligned}$$

แรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้กับโหลดมีค่าเท่ากับ 10000 V **ตอบ**

5. กำลังไฟฟ้าที่จ่ายให้กับโหลด

$$\begin{aligned}
\text{กำลังไฟฟ้าที่จ่ายให้กับโหลด} &= \text{ค่ากำลังไฟฟ้าที่อ่านได้จากวัตต์มิเตอร์} \times K_i \times K_v \\
&= 290 \times 160 \times 100 \\
&= 4640000 \\
&= 4.64 \times 10^6
\end{aligned}$$

กำลังไฟฟ้าที่จ่ายให้กับโหลดมีค่าเท่ากับ 4.64 MW

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่9.....
	ชื่อหน่วย หม้อแปลงไฟฟ้าใช้ประกอบเครื่องมือวัด	สอนครั้งที่ 17-18
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

บันทึกหลังการสอน

วิชา หม้อแปลงไฟฟ้า (20104-2105) ท-ป-น : 1-3-2

1. ผลการจัดการเรียนรู้ตามแผนการสอน

1.1 วัน เดือน ปีสอนครั้งที่สาขา/ชั้นปี ที่สอนจำนวนผู้เรียนคน มาเรียนปกติ.....คน ขาดเรียน.....คน ลาป่วย.....คน ลากิจ.....คน มาสาย.....คน

1.2 หัวข้อเรื่อง/เนื้อหาสาระ :

.....

☐ สอนครบตามหัวข้อเรื่องในแผนฯ ☐ สอนไม่ครบเนื่องจาก.....

1.3 กิจกรรม/วิธีการสอน

☐ ครูแนะนำและบอกจุดประสงค์ ☐ ครูอธิบาย/ถาม-ตอบ/สาธิต/.....

☐ ทำแบบทดสอบก่อนเรียน ☐ ทำแบบทดสอบหลังเรียน

☐ ทำแบบฝึกหัด/โจทย์ปัญหา ☐ ทำใบกิจกรรม/ใบงาน.....

☐ อื่น ๆ (ระบุ).....

1.4 สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้ :

2. ผลการเรียนรู้ของผู้เรียน/ผลการสอนของครู/ปัญหาที่พบ

2.1 การวัดผลและประเมินผล/ผลการเรียนรู้ของผู้เรียน :

2.2 สมรรถนะที่ผู้เรียนได้รับ :

2.3 สอดแทรกคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยม :

2.4 ผลการสอนของครู :

2.5 ปัญหาที่นำไปสู่การวิจัย :

3. แนวทางการพัฒนาคุณภาพการสอน

3.1 ผลการใช้และปรับปรุงแผนการสอนครั้งนี้ :

3.2 แนวทางพัฒนาคุณภาพวิธีสอน/สื่อ/การวัดผล/เอกสารช่วยสอน.....

ลงชื่อ

ครูผู้สอน