



แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ

บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ

รายวิชาเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ

รหัสวิชา 20104-2104

โดย

ว่าที่ร้อยตรีหญิงชนนิกานต์ มั่งอุตม์

สาขาวิชาไฟฟ้า

วิทยาลัยการอาชีวศึกษาบางสะพาน

อาชีวศึกษาจังหวัดประจวบคีรีขันธ์

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

กระทรวงศึกษาธิการ

คำนำ

แผนการสอนวิชา “เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ” รหัสวิชา 20104-2104 จัดทำขึ้นเพื่อใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอน วิชา เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) พุทธศักราช 2562 ของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา โดยจัดการเรียนการสอนทั้งหมด 18 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 4 ชั่วโมง เนื้อหาภายในแบ่งออกเป็น 7 หน่วย ประกอบด้วยเนื้อหาเกี่ยวกับแม่เหล็กไฟฟ้า ส่วนประกอบของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ ขดลวดอาร์เมเจอร์และวิธีต่อ หลักการทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ การควบคุมเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ คุณสมบัติของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ และ ข้อขัดข้องและการแก้ไขปรับปรุงรักษา เป็นต้น

สำหรับแผนการสอนรายวิชานี้ ผู้จัดทำได้ทุ่มเทกำลังกาย กำลังใจและเวลาในการศึกษาค้นคว้า ทดลอง เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพต่อการเรียนการสอน

ท้ายที่สุดนี้ ผู้จัดทำขอขอบคุณผู้ที่สร้างแหล่งความรู้ และผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องต่าง ๆ ซึ่งเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้แผนการสอนวิชา เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับเล่มนี้เสร็จสมบูรณ์เป็นที่เรียบร้อย และหากผู้ใช้พบข้อบกพร่องหรือมีข้อเสนอแนะประการใด ขอได้โปรดแจ้งผู้จัดทำทราบด้วย จักขอบคุณยิ่ง

ว่าที่ร้อยตรีหญิงชนนิกันต์ มั่งอุตม์

สาขาวิชาไฟฟ้า

วิทยาลัยการอาชีพบางสะพาน



หลักสูตรรายวิชา

ชื่อวิชาเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ

รหัสวิชา 20104-2104 ทฤษฎี 1 ปฏิบัติ 3 หน่วยกิต 2

☒ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ ☐ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง

สาขาวิชาไฟฟ้า

สาขางานไฟฟ้า

จุดประสงค์รายวิชา เพื่อให้

1. รู้ เข้าใจ โครงสร้าง หลักการทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ
2. มีทักษะเกี่ยวกับการตรวจสอบ ถอดประกอบ พันขดลวด บำรุงรักษา ควบคุมเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ
3. มีเจตคติและกิจนิสัยที่ดีในการปฏิบัติงาน มีความละเอียดรอบคอบ ปลอดภัย เป็นระเบียบ สะอาด ตรงต่อเวลา มีความซื่อสัตย์ และมีความรับผิดชอบ

สมรรถนะรายวิชา

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับโครงสร้างและส่วนประกอบของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ
2. ปฏิบัติงานถอดและประกอบชิ้นส่วน และพันขดลวด
3. ทดสอบและวัดค่าแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำ ความเร็วรอบและความถี่
4. ตรวจสอบบำรุงรักษา และทดสอบการทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาและปฏิบัติเกี่ยวกับโครงสร้างและส่วนประกอบของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ การเกิดรูปคลื่นไซน์ สมการแรงเคลื่อนไฟฟ้า ความสัมพันธ์ของความเร็วนับ ขั้วแม่เหล็กและความถี่ การทำงาน คุณสมบัติ และการบำรุงรักษาเครื่องกำเนิดไฟฟ้า งานถอดประกอบอัลเทอร์เนเตอร์รถยนต์ เครื่องกำเนิดที่ขับเคลื่อนด้วยเครื่องยนต์ งานพันขดลวด เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส และ 3 เฟส งานต่อขดลวดแบบสตาร์ เดลต้า งานทดสอบแรงดัน กระแสขณะโหลด และไม่มีโหลดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส และ 3 เฟส งาน ตรวจสอบเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส และ 3 เฟส งานควบคุมเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ งานบำรุงรักษาเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ

หน่วยการเรียนรู้

หน่วยที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	จำนวน ชั่วโมง	สัปดาห์ที่
1	แม่เหล็กไฟฟ้า	12	1-3
2	ส่วนประกอบของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า	8	4-5
3	ขดลวดอาร์มาเจอร์และวิธีต่อ	8	6-7
4	หลักการทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ	8	8-9
5	การควบคุมเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ	12	10-12
6	คุณสมบัติของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ	12	13-15
7	ข้อขัดข้องและการแก้ไขบำรุงรักษา	12	16-18
		72	

หน่วยการเรียนรู้และสมรรถนะประจำหน่วย

ชื่อหน่วย	สมรรถนะ		
	ความรู้	ทักษะ	คุณลักษณะที่พึงประสงค์
หน่วยที่ 1 แม่เหล็กไฟฟ้า	- อธิบายกระแสไฟฟ้าให้เกิดสนามแม่เหล็กได้ - บรรยายกฎของฟาราเดย์เกี่ยวกับการเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้าได้ - เปรียบเทียบแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำได้ - เขียนวงจรแม่เหล็กเบื้องต้นได้	- แสดงความสัมพันธ์ระหว่างสนามแม่เหล็กและกระแสไฟฟ้าได้ - สังเกตความสัมพันธ์ระหว่างแม่เหล็กและไฟฟ้าได้ - สังเกตมิวจอลอินดักแตนซ์ได้	ด้านคุณธรรม จริยธรรม/บูรณาการปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง แสดงออกถึงการตรงต่อเวลา ทำงานด้วยความประณีต รอบคอบ สะอาด ปลอดภัย รักษาสภาพแวดล้อม
หน่วยที่ 2 ส่วนประกอบของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า	อธิบายส่วนประกอบของเครื่องกำเนิดไฟสลับได้	สังเกตแบบของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับได้	ด้านคุณธรรม จริยธรรม/บูรณาการปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง แสดงออกถึงการตรงต่อเวลา ทำงานด้วยความประณีต รอบคอบ สะอาด ปลอดภัย รักษาสภาพแวดล้อม
หน่วยที่ 3 ขดลวดอาร์มาเจอร์และวิธีต่อ	อธิบายพิชแพกเตอร์ได้	สาธิตวิธีต่อขดลวดอาร์มาเจอร์สามเฟสได้	ด้านคุณธรรม จริยธรรม/บูรณาการปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง แสดงออกถึงการตรงต่อเวลา

	2. เปรียบเทียบขดลวดอาร์เมเจอร์ของเครื่องกำเนิดหนึ่งเฟส สองเฟส สามเฟส แบบชนิดเต็ม และสามเฟสชนิดพิเศษส่วนได้		ทำงานด้วยความประณีต รอบคอบ สะอาด ปลอดภัย รักษาสภาพแวดล้อม
หน่วยที่ 4 หลักการทำงาน of เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ	1. อธิบายแรงไฟฟ้าเหนี่ยวนำรูปคลื่นไซน์และองศาไฟฟ้าได้	2. แก่สมการแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำได้ 3. สังเกตการทำงานของเครื่องกำเนิดไฟสลับได้	ด้านคุณธรรม จริยธรรม/บูรณาการปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง แสดงออกถึงการตรงต่อเวลา ทำงานด้วยความประณีต รอบคอบ สะอาด ปลอดภัย รักษาสภาพแวดล้อม
หน่วยที่ 5 การควบคุมเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ	1. อธิบายโวลต์เตจเรกกูเลชั่นได้ 2. บรรยายการแกว่งของเครื่องกำเนิดไฟสลับได้	3. ทดลองการควบคุมแรงดันไฟฟ้าได้ 4. ระบายความร้อนแบบต่างๆได้	ด้านคุณธรรม จริยธรรม/บูรณาการปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง แสดงออกถึงการตรงต่อเวลา ทำงานด้วยความประณีต รอบคอบ สะอาด ปลอดภัย รักษาสภาพแวดล้อม

หน่วยที่ 6 คุณสมบัติของ เครื่องกำเนิดไฟฟ้า กระแสสลับ	- อธิบายความต้านของขดลวดอาร์มาเจอร์ได้ - เปรียบเทียบอาร์มาเจอร์รีแอกชันได้ - สรุปความกำลังไฟฟ้าซิงโครไนซ์ได้	- สาธิตการคำนวณแรงดันตกคร่อมเนื่องจากอิมพีแดนซ์ของขดลวดอาร์มาเจอร์ได้ - ทดลองคำนวณหาซิงโครไนซ์อิมพีแดนซ์และซิงโครไนส์รีแอกแตนซ์ได้ - ฝึกคำนวณหาค่ากระแส แรงบิด และกำลังไฟฟ้าได้	ด้านคุณธรรม จริยธรรม/บูรณาการ ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง แสดงออกถึงการตรงต่อเวลา ทำงานด้วยความประณีต รอบคอบ สะอาด ปลอดภัย รักษาสภาพแวดล้อม
หน่วยที่ 7 ข้อขัดข้องและ การแก้ไขบำรุงรักษา	- สาธิตการคำนวณแรงดันตกคร่อมเนื่องจากอิมพีแดนซ์ของขดลวดอาร์มาเจอร์ได้ - ทดลองคำนวณหาซิงโครไนซ์อิมพีแดนซ์และซิงโครไนส์รีแอกแตนซ์ได้ - ฝึกคำนวณหาค่ากระแส แรงบิด และกำลังไฟฟ้าได้	- ตรวจสอบบำรุงรักษาและทดสอบการทำงานเครื่องกำเนิดไฟฟ้าได้ - สัมผัสโครงเครื่องกำเนิดแล้วไฟช็อต (ดูด) ได้	ด้านคุณธรรม จริยธรรม/บูรณาการ ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง แสดงออกถึงการตรงต่อเวลา ทำงานด้วยความประณีต รอบคอบ สะอาด ปลอดภัย รักษาสภาพแวดล้อม



ตารางวิเคราะห์หลักสูตรรายวิชา

ชื่อวิชา เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ รหัส 20104 - 2104

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

หน่วยที่ พหุติกรรม	พหุติพิสัย					ทักษะพิสัย (50%)	จิตพิสัย (20%)	รวม (100%)	ลำดับความสำคัญ
	ความรู้ความจำ	ความเข้าใจ	ประยุกต์นำไปใช้	สูงกว่า	รวม (30%)				
แม่เหล็กไฟฟ้า	1	2	2	-	2	5	3	15	1
ส่วนประกอบของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า	-	2	1	1	3	5	3	15	2
ขดลวดอาร์มาเจอร์และวิธีต่อ	-	1	1	-	3	5	3	13	3
หลักการทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ	-	-	1	-	3	5	3	12	7
การควบคุมเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ	-	1	1	-	3	5	3	13	4
คุณสมบัติของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ	-	1	1	-	3	5	3	13	5
ข้อขัดข้องและการแก้ไขบำรุงรักษา	-	1	2	-	3	5	2	13	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 แม่เหล็กไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 1-3
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

1. สารสำคัญ

สมมติฐานของแมกซ์เวลล์

จากการศึกษาเกี่ยวกับไฟฟ้าสถิต ไฟฟ้ากระแสและไฟฟ้า-แม่เหล็ก สรุปหลักการที่สำคัญได้ดังนี้ คือ

1. เมื่อมีประจุอิสระจะทำให้เกิดสนามไฟฟ้ารอบๆประจุอิสระ โดยความเข้มของสนามไฟฟ้า ณ ตำแหน่งใดๆจะแปรผันกับส่วนกลับของระยะทางกำลังสองจากประจุไฟฟ้านั้น ซึ่งเป็นกฎของคูลอมบ์
2. เมื่อมีประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่ในตัวนำไฟฟ้า ย่อมมีสนามแม่เหล็กเกิดขึ้นรอบๆตัวนำ โดยทิศของสนามแม่เหล็กจะวนรอบตัวนำและตั้งฉากกับทิศของกระแส ซึ่งเฮอร์สเทด เป็นผู้ค้นพบ
3. เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงสนามแม่เหล็กย่อมมีการเหนี่ยวนำ ทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าขึ้น แสดงว่าได้มีการเหนี่ยวนำให้เกิดสนามไฟฟ้าในตัวนำ ซึ่งผู้ค้นพบปรากฏการณ์นี้คือ ฟาราเดย์

จากหลักการทั้งสาม แมกซ์เวลล์ได้รวบรวมให้อยู่ในรูปสมการทางคณิตศาสตร์ขั้นสูง และได้เสนอเป็นสมมติฐานออกมาว่า

1. ถ้ามีการเปลี่ยนแปลงสนามแม่เหล็กจะทำให้เกิดสนามไฟฟ้ารอบๆการเปลี่ยนแปลงสนามแม่เหล็กนั้น
2. ถ้ามีการเปลี่ยนแปลงสนามไฟฟ้าจะทำให้เกิดสนามแม่เหล็กรอบๆการเปลี่ยนแปลงสนามไฟฟ้านั้น

2. สมรรถนะประจำหน่วย

แสดงความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับแม่เหล็กไฟฟ้า

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 ด้านความรู้

1. แสดงความสัมพันธ์ระหว่างสนามแม่เหล็กและกระแสไฟฟ้าได้
2. สังเกตความสัมพันธ์ระหว่างแม่เหล็กและไฟฟ้าได้
3. สังเกตมิวจอลอินดักแตนซ์ได้
4. มีคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์

3.2 ด้านทักษะ

1. แสดงความสัมพันธ์ระหว่างสนามแม่เหล็กและกระแสไฟฟ้าได้

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่1.....
	ชื่อหน่วย แม่เหล็กไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 1-3
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

2. สังเกตความสัมพันธ์ระหว่างแม่เหล็กและไฟฟ้าได้
3. สังเกตมิวจอลอินดักแตนซ์ได้

3.3 คุณลักษณะที่พึงประสงค์

1. มีการพัฒนาคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของผู้สำเร็จการศึกษา
 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ที่ครูสามารถสังเกตได้ขณะทำการสอนในเรื่อง

- 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

แม่เหล็ก (magnet)

เป็นแร่หรือโลหะที่มีสมบัติดูดเหล็กได้ โดยแม่เหล็กสามารถทำให้เกิดสนามแม่เหล็ก ซึ่งสามารถส่งแรงดูดหรือผลักออกไปรอบๆตัวมันได้ หรือการหักเหแม่เหล็กเป็นส่วนหนึ่ง โดยที่แม่เหล็กแท่งใหม่จะมีสองขั้วเช่นเดิม

การสร้างแม่เหล็ก ทำได้โดยนำเหล็กมาถูกับแม่เหล็กให้เหนี่ยวนำกันโดยตรง หรืออีกวิธีหนึ่งทำได้โดยป้อนกระแสไฟฟ้าเข้าไปในขดลวดที่พันรอบแท่งเหล็กซึ่งแรงเหนี่ยวนำในขดลวดทำให้แท่งเหล็กนั้น

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่1.....
	ชื่อหน่วย แม่เหล็กไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 1-3
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

กลายเป็นแม่เหล็กชั่วคราวและทำให้เกิดสนามแม่เหล็กรอบๆแท่งเหล็กนั้นโดยเรียกแม่เหล็กที่ได้จากการสร้างแบบนี้ว่า แม่เหล็กไฟฟ้า (eletromagnet)

•สมบัติเบื้องต้นของแม่เหล็ก มีดังต่อไปนี้

(1)สามารถก่อให้เกิดแรงดึงดูดหรือแรงผลักกับสารแม่เหล็กได้

(2)มีขั้วแม่เหล็ก 2 ขั้ว คือ ขั้วเหนือ และ ขั้วใต้ ซึ่งขั้วทั้งสองของแม่เหล็กแท่งเดียวกันจะมีกำลังเท่ากันเสมอ

(3)เมื่อหักแท่งแม่เหล็กเป็น 2 ส่วนแท่งแม่เหล็กก็จะมีสองขั้วเช่นเดิม

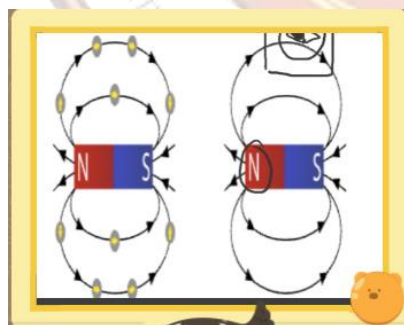
(4)เมื่ออยู่ในสภาวะอิสระสามารถเคลื่อนที่ได้คล่องตัวในแนวระดับและจะวางตัวในแนวเหนือใต้เสมอ

(5)ชิ้นชนิดเดียวกันจะผลักกัน ขั้วต่างชนิดจะดูดกัน

(6)อำนาจแม่เหล็กมีคุณสมบัติทำให้ประจุไฟฟ้าเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่ได้ โดยทิศทางการเบี่ยงเบนของประจุไฟฟ้าบวกและลบจะตรงกันข้ามกัน

(7)อำนาจแม่เหล็กสามารถทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำได้

สนามแม่เหล็ก (magnetic field) สิ่งที่แสดงถึงอำนาจแม่เหล็กบริเวณรอบๆแม่เหล็ก ซึ่งแท่งแม่เหล็กนั้นสามารถส่งอำนาจแม่เหล็กไปถึง ถ้านำแม่เหล็กอื่นหรือวัตถุที่เป็นสารแม่เหล็กเข้าไปในบริเวณนั้นจะเกิดแรงแม่เหล็กส่งมากระทำทันที



เส้นแรงแม่เหล็ก (magnetic field lines) เป็นเส้นสมมติเกิดจากการกำหนดให้สนามแม่เหล็กประกอบด้วยเส้นแผ่กระจายเต็มสนามแม่เหล็ก

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่1.....
	ชื่อหน่วย แม่เหล็กไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 1-3
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

การวางตัวของเข็มทิศในสนามแม่เหล็ก

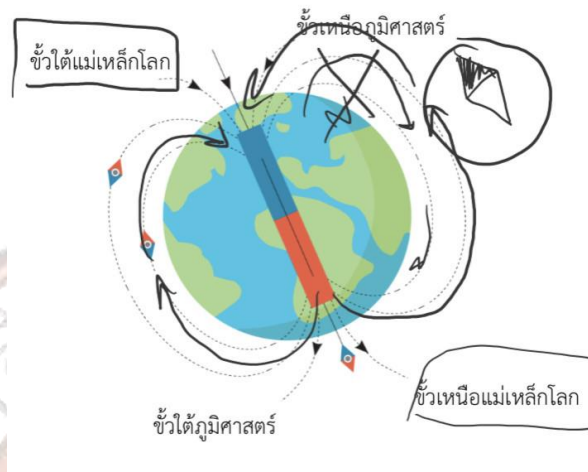
สนามแม่เหล็กบางบริเวณจะไม่มีเส้นสนามแม่เหล็กผ่าน แสดงว่าบริเวณนั้นสนามแม่เหล็กมีค่าเป็นศูนย์ หรือไม่มีสนามแม่เหล็ก ซึ่งเรียกบริเวณที่สนามแม่เหล็กมีค่าเป็นศูนย์ว่า จุดสะเทิน (neutral point)



จุดสะเทินเกิดขึ้นระหว่างแม่เหล็ก 2 แท่ง

• แก่นโลกมีเหล็กเป็นองค์ประกอบหลัก แก่นโลกชั้นใน (Inner core) มีความกดดันสูงจึงมีสถานะเป็นของแข็ง ส่วนแกนชั้นนอก (Outer core) มีความดันน้อยกว่าจึงมีสถานะเป็นของเหลวหนืด • แก่นชั้นในมีอุณหภูมิสูงกว่าแกนชั้นนอก พลังงานความร้อนจากแกนชั้นใน จึงถ่ายเทขึ้นสู่แกนชั้นนอกด้วยการพาความร้อน (convection) เหล็กหลอมละลายเคลื่อนที่หมุนอย่างช้าๆ ทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของกระแสไฟฟ้า และเหนี่ยวนำให้เกิดสนามแม่เหล็กโลก (The Earth's magnetic field)

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่1.....
	ชื่อหน่วย แม่เหล็กไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 1-3
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4



• ความหนาแน่นของฟลักซ์แม่เหล็ก (magnetic flux density) หรือความเข้มสนามแม่เหล็ก หมายถึง จำนวนเส้นแรงแม่เหล็ก (flux) ที่ตัดตั้งฉากลงบนหนึ่งหน่วยพื้นที่ใดๆ ซึ่งเป็นไปตามความสัมพันธ์ ดังนี้

สนามแม่เหล็กโลก

ฟลักซ์แม่เหล็ก

แรงที่กระทำต่ออนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าซึ่งเคลื่อนที่ในสนามแม่เหล็ก

• เมื่ออนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่บริเวณสนามแม่เหล็ก จะเกิดแรงกระทำบนอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้านั้น ซึ่งแรงที่เกิดขึ้นเรียกว่า แรงแม่เหล็ก (magnetic force)

ถ้าให้อนุภาคมวล m มีประจุไฟฟ้า q เคลื่อนที่ด้วยที่ด้วยความเร็ว v เข้าไปในสนามแม่เหล็ก B พบว่าแรงแม่เหล็ก สามารถหาได้จากความสัมพันธ์

เนื่องจากสมการดังกล่าวเป็นปริมาณเวกเตอร์ ดังนั้น ขนาดของแรงแม่เหล็ก จะหาได้จาก

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่1.....
	ชื่อหน่วย แม่เหล็กไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 1-3
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

$$\vec{F} = q(\vec{v} \times \vec{B})$$

เนื่องจากสมการดังกล่าวเป็นปริมาณเวกเตอร์ ดังนั้น ขนาดของแรงแม่เหล็ก จะหาได้จาก

$$F = qvB \sin \theta$$

เนื่องจากสมการดังกล่าวเป็นปริมาณเวกเตอร์ ดังนั้น ขนาดของแรงแม่เหล็ก จะหาได้จาก

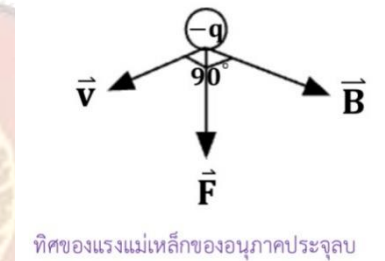
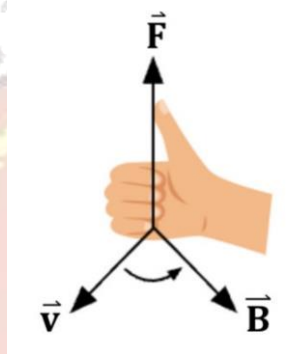
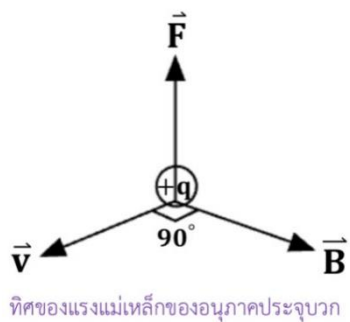
$$\vec{F} = q(\vec{v} \times \vec{B})$$

- เมื่อ
- F** คือ ขนาดของแรงแม่เหล็กที่กระทำต่ออนุภาคที่มีประจุ q มีหน่วยเป็น นิวตัน (N)
 - q** คือ ประจุไฟฟ้าบนอนุภาคที่เคลื่อนที่ผ่านสนามแม่เหล็ก มีหน่วยเป็น คูลอมบ์ (C)
 - v** คือ ขนาดของความเร็วอนุภาค มีหน่วยเป็น เมตรต่อวินาที (m/s)
 - B** คือ ขนาดของสนามแม่เหล็ก มีหน่วยเป็น เทสลา (T)
 - θ** คือ มุมระหว่างความเร็วของอนุภาค ($\vec{v}$) และสนามแม่เหล็ก ($\vec{B}$)

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่1.....
	ชื่อหน่วย แม่เหล็กไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 1-3
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

• การหาทิศของแรงแม่เหล็กที่กระทำกับประจุบวกที่มีการเคลื่อนที่ในสนามแม่เหล็กสามารถแม่เหล็กสามารถหาได้จาก กฎมือขวา โดยอนุภาคประจุลบจะใช้ กฎมือขวา เช่นเดียวกับประจุบวกแต่ให้กลับทิศของแรงแม่เหล็ก

การหาทิศของแรงแม่เหล็กโดยใช้กฎมือขวา



การเคลื่อนที่ของประจุไฟฟ้าในสนามแม่เหล็กสม่ำเสมอ

❖ กรณี $\vec{v}$ ขนานกับ $\vec{B}$



ประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่ในสนามแม่เหล็กสม่ำเสมอโดยที่ $\vec{v}$ ขนานกับ $\vec{B}$

จากภาพ เมื่อ $\vec{v}$ ขนานกับ $\vec{B}$ มุม θ จะเท่ากับ 0 องศา หรือ 180 องศา หากพิจารณาขนาดของแรงแม่เหล็กตามสมการ $F = qvB \sin \theta$ จะได้ว่า

$$\vec{F} = qvB \sin 0^\circ$$

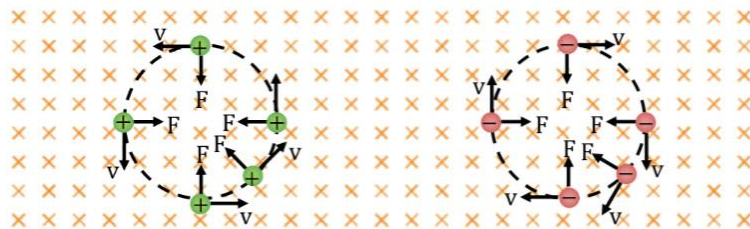
$$\text{หรือ } \vec{F} = qvB \sin 180^\circ$$

$$\vec{F} = 0$$

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่1.....
	ชื่อหน่วย แม่เหล็กไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 1-3
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

สรุปได้ว่า “เมื่อประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่ในสนามแม่เหล็กสม่ำเสมอโดยที่ $\vec{v}$ ขนานกับ $\vec{B}$ จะไม่เกิดแรงกระทำต่อประจุ จึงทำให้ประจุเคลื่อนที่เป็นเส้นตรงด้วยความเร็วคงตัว”

❖ กรณี $\vec{v}$ ตั้งฉากกับ $\vec{B}$



ประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่ในสนามแม่เหล็กที่พุ่งเข้าหน้ากระดาษอย่างสม่ำเสมอโดยที่ $\vec{v}$ ตั้งฉากกับ $\vec{B}$

จากภาพจะได้ว่า แรงแม่เหล็ก ($\vec{F}$) เท่ากับแรงสู่ศูนย์กลาง ($\vec{F}_c$) ดังนั้น

$$F = F_c$$

$$qvB = \frac{mv^2}{R}$$

$$R = \frac{mv}{qB}$$

สรุปได้ว่า “เมื่อประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่ในสนามแม่เหล็กสม่ำเสมอโดยที่ $\vec{v}$ ตั้งฉากกับ $\vec{B}$ เท่ากับประจุไฟฟ้าจะเคลื่อนที่เป็นวงกลมด้วยอัตราเร็วคงที่ v และรัศมี R ”

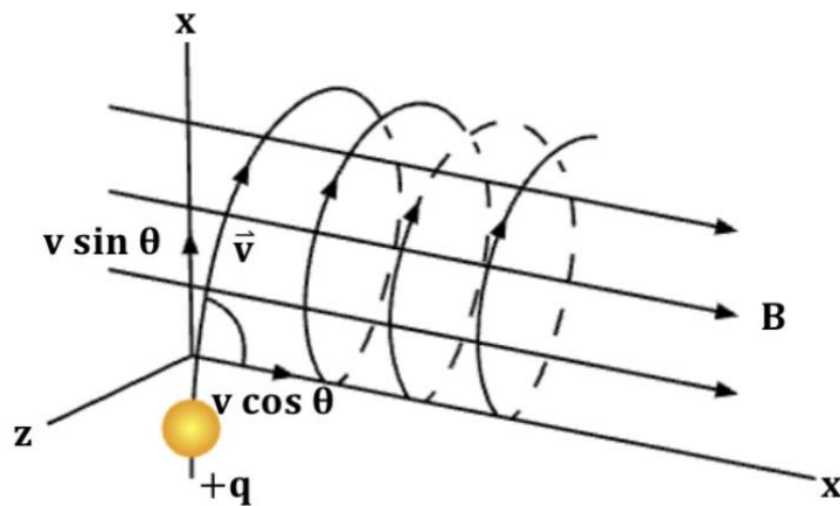
❖ กรณี $\vec{v}$ ทำมุมกับ $\vec{B}$

พิจารณาภาพ จะได้ว่า หากแยกองค์ประกอบ $\vec{v}$ จะได้ทั้งส่วนที่ขนานกับ $\vec{B}$ และส่วนที่ตั้งฉากกับ $\vec{B}$ ทำให้ประจุไฟฟ้ามีการเคลื่อนที่ตามแนวสนามแม่เหล็กและการเคลื่อนที่แบบวงกลม จึงกล่าวได้ว่า “เมื่อประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่ในสนามแม่เหล็กสม่ำเสมอโดยที่ $\vec{v}$ ทำมุมกับ $\vec{B}$ ประจุไฟฟ้าจะเคลื่อนที่เป็นเส้นทางรูปเกลียว (helix)”

เมื่อพิจารณาความเร็วในแนวตั้งฉากกับสนามแม่เหล็ก ($v_{\perp}$) จะได้ว่า

$$v_{\perp} = v \sin \theta$$

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่1.....
	ชื่อหน่วย แม่เหล็กไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 1-3
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4



ประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่ในสนามแม่เหล็กสม่ำเสมอโดยที่ $\vec{v}$ ตั้งฉากกับ $\vec{B}$

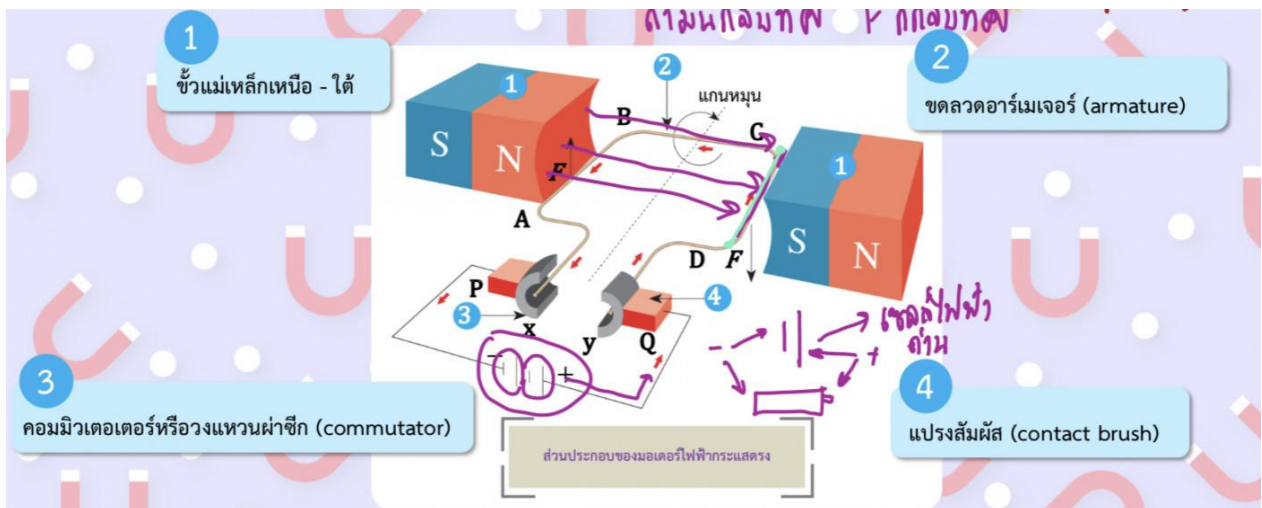
กระแสไฟฟ้าทำให้เกิดสนามแม่เหล็ก

• แรงที่กระทำต่อขดลวดบนด้าน SP และ QR มีขนาดเท่ากัน ทิศทางตรงข้ามและแนวแรงอยู่เส้นตรงเดียวโมเมนต์ที่เกิดจากแรงที่กระทำต่อด้าน SP และ QR จึงมีค่าศูนย์ • แรงที่กระทำต่อด้าน PQ และ RS มีขนาดเท่ากับ Bil แรงทั้งสองมีขนาดเท่ากัน แต่มีทิศตรงกันข้าม แรงทั้งสองจึงประกอบกันเป็นแรงคู่ควบซึ่งจะทำให้เกิดโมเมนต์ของคู่ควบ หมุนขดลวดรอบแกนกลางของขดลวดสี่เหลี่ยม ซึ่งสามารถพิจารณาได้จาก โมเมนต์แรงคู่ควบ = แรงคู่ควบ $\times$ ระยะตั้งฉากระหว่างแรงทั้งสอง

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่1.....
	ชื่อหน่วย แม่เหล็กไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 1-3
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

มอเตอร์ไฟฟ้า คือ เครื่องกลที่ใช้สำหรับเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าออกมาเป็นพลังงานกล



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 แม่เหล็กไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 1-3
		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 สื่อโสตทัศน (ถ้ามี)

- 1 หนังสือ เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ
- 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	หน่วยที่1.....
	ชื่อหน่วย แม่เหล็กไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 1-3
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

9.3 หลังเรียน

- แบบทดสอบหลังเรียน เกณฑ์ผ่าน 50%

10. บันทึกหลังสอน

10.1 ผลการใช้แผนการจัดการเรียนรู้รูป

.....

.....

.....

.....

10.2 ผลการเรียนรู้ของนักเรียน นักศึกษา

.....

.....

.....

.....

10.3 แนวทางการพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

.....

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่1.....
	ชื่อหน่วย แม่เหล็กไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 1-3
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

แบบฝึกหัดก่อนเรียน/หลังเรียน

- ใครเป็นผู้ค้นพบกระแสไฟฟ้าทำให้เกิดสนามแม่เหล็ก
 - เอสแต็ค
 - จอร์จ ดอลตัน
 - อัลเบิร์ต ไอน์สไตน์
 - วิน ดีเซล
- ถ้าเอาตัวนำไฟฟ้าวางตั้งฉากกับเส้นทึบด้านล่าง เส้นทึบจะมีลักษณะใด
 - เส้นทึบจะบ่งเบนไปทางซ้าย
 - เส้นทึบจะไม่บ่งเบน
 - เส้นทึบจะบ่งเบนไปทางขวา
 - เส้นทึบจะบ่งเบนไปทางตรงกันข้ามกัน
- เส้นแรง (Line of force) มีลักษณะอย่างไร
 - เป็นสี่เหลี่ยมล้อมรอบตัวนำ
 - เป็นวงรีล้อมรอบตัวนำ
 - เป็นวงกลมล้อมรอบตัวนำ
 - สามารถเปลี่ยนรูปทรงได้อิสระ
- ถ้าใช้มือขวากำขดลวดที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านโดยใช้นิ้ว จะใช้นิ้วใดแทนทิศทางการไหลของกระแส
 - นิ้วชี้
 - นิ้วกลาง
 - นิ้วนาง
 - ถูกทุกข้อ

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่1.....
	ชื่อหน่วย แม่เหล็กไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 1-3
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

5. การใช้มือขวากำขดลวดที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านนิวไวด์แสดงถึงทิศทางของเส้นแรงแม่เหล็กเคลื่อนที่
- ก. นิ้วหัวแม่มือ
 - ข. นิ้วกลาง
 - ค. นิ้วนาง
 - ง. นิ้วก้อย



	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่1.....
	ชื่อหน่วย แม่เหล็กไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 1-3
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

บันทึกหลังการสอน

วิชา เครื่องวัดกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ (20104-2104) 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	หน่วยที่ 2
	ชื่อหน่วย ส่วนประกอบของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ	สอนครั้งที่ 4-5
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

1. สารสำคัญ

เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับหรือเครื่องกำเนิดไฟสลับหรือที่เรียกว่าอัลเทอร์เนเตอร์ และ เครื่องกำเนิดไฟตรงต่างก็ทำหน้าที่เหมือนกันคือ ผลิตแรงเคลื่อนไฟฟ้าสลับขึ้นมา ในเครื่องกำเนิดไฟตรงนั้น แรงเคลื่อนไฟสลับที่ผลิตขึ้นมาจะถูกแปลงให้เป็นไฟตรงด้วยชุดเรียงกระแสซึ่งประกอบด้วยคอมมิวเตเตอร์และแปรงถ่านแล้วจึงป้อนพลังงานไฟฟ้าที่แปลงแล้วนี้ให้โหลดส่วนเครื่องกำเนิดไฟสลับไม่มีชุดเรียงกระแส เมื่อผลิตพลังงานไฟฟ้าได้ก็สามารถที่จะป้อนพลังงานไฟสลับให้กับโหลดได้เลย โดยอาศัยสลิปและแปรงถ่าน

เครื่องกำเนิดไฟสลับที่ผลิตขึ้นในเชิงพานิชย์นั้นจะออกแบบให้ อาร์มาเจอร์หรือชุดขดลวดผลิตแรงเคลื่อนไฟฟ้าหรือที่เรียกว่าขดลวดอาร์มาเจอร์อยู่กับที่ และให้ชุดขดลวดสนามแม่เหล็กเคลื่อนที่ในการผลิตแรงเคลื่อนไฟฟ้าขึ้นอยู่กับการเคลื่อนที่สัมพัทธ์ของตัวนำหรือขดลวดอาร์มาเจอร์กับสนามแม่เหล็ก ดังนั้น อาจจะทำให้ขดลวดอาร์มาเจอร์หรือสนามแม่เหล็กเคลื่อนที่ก็ได้ ในกรณีของเครื่องกำเนิดไฟตรงคอมมิวเตเตอร์เป็นส่วนที่ช่วยให้ขดลวดอาร์มาเจอร์หมุนได้อย่างอิสระ แต่ในกรณีของอัลเทอร์เนเตอร์ จะไม่มีคอมมิวเตเตอร์ ดังนั้น อาร์มาเจอร์อาจจะเป็นส่วนที่หมุนได้ หรือหมุนไม่ได้ ก็ได้ทั้งนั้น

2. สมรรถนะประจำหน่วย

แสดงความรู้เกี่ยวกับส่วนประกอบของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 ด้านความรู้

- อธิบายส่วนประกอบของเครื่องกำเนิดไฟสลับได้ (ด้านความรู้)

3.2 ด้านทักษะ

- สังเกตแบบของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับได้

3.3 คุณลักษณะที่พึงประสงค์

- ชี้แจงแบบของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับได้

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 2
	ชื่อหน่วย ส่วนประกอบของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ	สอนครั้งที่ 4-5
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้

เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ

เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ เป็นเครื่องจักรกลไฟฟ้าที่เปลี่ยนพลังงานกลให้เป็นพลังงานไฟฟ้า โดยสนามแม่เหล็กหมุนตัดขดลวดตัวนำ หรือขดลวดตัวนำหมุนตัดสนามแม่เหล็ก ตามหลักการเกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำ ซึ่งประกอบด้วยขดลวดอาร์เมเจอร์ (Armature Winding) และขดลวดสนามแม่เหล็ก (Fielding Winding) ขนาดของแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำที่เกิดขึ้นในขดลวดตัวนำจะเพิ่มขึ้นตามความหนาแน่นของสนามแม่เหล็ก ความยาวของขดลวดตัวนำและความเร็วรอบของการหมุนตัด เมื่อขดลวดตัวนำหมุนตัดสนามแม่เหล็ก 2 ขั้ว ได้หนึ่งรอบทำให้ได้รูปคลื่นไซน์ 1 ไซเคิล เป็นมุม 360 องศาไฟฟ้า หรือ 2π เรเดียน ดังนั้นความถี่ (f) ของแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำที่เกิดขึ้น จะเปลี่ยนแปลงไปตามจำนวนคู่ของขั้วแม่เหล็ก ($P/2$) และความเร็วรอบของการหมุน (N) จะได้ความสัมพันธ์ มีหน่วยเป็น Hz

การพันขดลวดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับแบบพิตช์สั้นหรือพิตช์เศษส่วน (Short Pitch or Fractional Pitch) จะทำให้เกิดตัวประกอบของระยะขดลวด (Pitch Factor) ใช้ตัวย่อ “ α ” เป็นอัตราส่วนของผลรวมทางเวกเตอร์ของแรงเคลื่อนไฟฟ้าแบบพิตช์สั้นต่อผลรวมทางเลขคณิตของแรงเคลื่อนไฟฟ้าแบบพิตช์เต็ม (Full Pitch) ดังสมการสำหรับการพันขดลวดอาร์เมเจอร์แบบกระจายกันอยู่คนละร่องจะทำให้เกิดตัวประกอบการกระจาย (Distribution Factor) ใช้ตัวย่อ “ β ” เป็นอัตราส่วนของผลรวมทางเวกเตอร์ของแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่กระจายอยู่ในแต่ละร่องต่อผลรวมทางเลขคณิตของแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่อยู่ในร่องเดียวกัน ดังสมการการเกิดฮาร์โมนิกส์จะมีผลกระทบต่อดัชนี และ จะต้องนำไปคูณกับสมการของแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำมีหน่วยเป็น โวลต์ (V)

การพันขดลวดอาร์เมเจอร์ในเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟสมีการพัน 2 ชนิด คือ พันแบบขดขดลวดชั้นเดียว (Single layer Winding) และพันแบบขดขดลวดสองชั้น (Double layer Winding)

การต่อขดลวดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส มีการต่อ 2 แบบ คือ แบบสตาร์ (Star – Y) และแบบเดลตา (Delta – Δ)

มีหน่วยเป็น วัตต์ (W)

เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ

(Synchronous Generator)

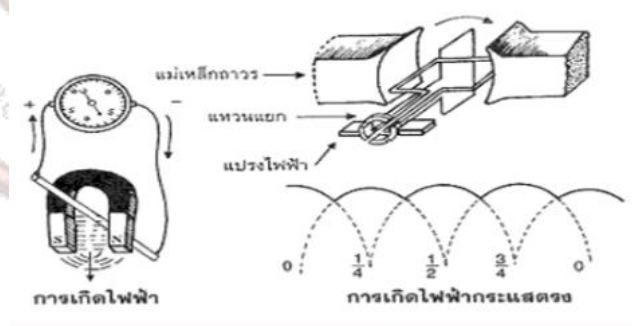
	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 2
	ชื่อหน่วย ส่วนประกอบของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ	สอนครั้งที่ 4-5
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

ระบบไฟฟ้าที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันได้มาจากโรงต้นกำเนิด (Power plant) ซึ่งเป็นแหล่งผลิตพลังงานไฟฟ้าอยู่ในความรับผิดชอบของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ทำหน้าที่ในการจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับการไฟฟ้าภูมิภาค และการไฟฟ้านครหลวง เพื่อจำหน่ายให้กับบ้านพักอาศัย สำนักงาน หน่วยงานต่างๆ และโรงงานอุตสาหกรรม โรงต้นกำเนิดที่ผลิตพลังงานไฟฟ้านั้น มีทั้งโรงไฟฟ้าพลังงานความร้อน โรงไฟฟ้าพลังน้ำ โรงไฟฟ้ากังหันก๊าซ โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ และยังรวมถึงการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทนอีกด้วย โดยภายในโรงงานไฟฟ้าแต่ละชนิดจะมีเครื่องจักรที่สำคัญทำหน้าที่ผลิตพลังงานไฟฟ้าส่งออกไปใช้งาน เรียกว่า เครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Generator) เครื่องกำเนิดไฟฟ้าเป็นเครื่องกลที่ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานกลเป็นพลังงานไฟฟ้า โดยอาศัยการเหนี่ยวนำของแม่เหล็กตามหลักการของ ไมเคิล ฟาราเดย์ โดยการหมุนตัดกันระหว่างขดลวดตัวนำกับสนามแม่เหล็ก พิกัดกำลังของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะบอกเป็นโวลต์-แอมป์ (VA) หรือ กิโลโวลต์-แอมป์ (KVA) ซึ่งเป็นกำลังไฟฟ้าปรากฏ (Apparent Power) ที่เครื่องจ่ายออกมา และสามารถแบ่งชนิดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแต่ละประเภท ได้ดังนี้

แบ่งตามลักษณะของขดลวดสนามแม่เหล็กที่กระทำกับขดลวดสเตเตอร์

1.2.1 เครื่องกำเนิดชนิดขดลวดสนามแม่เหล็กอยู่กับที่ มีขดลวดสนามแม่เหล็กติดอยู่กับที่ที่โครงสร้างสเตเตอร์ เพื่อสร้างเส้นแรงแม่เหล็กให้วิ่งจากขั้วเหนือ (N) ไปยังขั้วใต้ (S) ส่วนขดลวดอาร์เมเจอร์ที่เป็นตัวหมุนจะเป็นตัวจ่ายไฟออกไปใช้งานผ่านทาง สลิปริง และแปรงถ่าน ส่วนมากจะเป็นเครื่องกำเนิดขนาดเล็ก

1.2.2 เครื่องกำเนิดชนิดขดลวดสนามแม่เหล็กหมุน มีขดลวดสนามแม่เหล็กที่สร้างขั้วเหนือ และขั้วใต้ เป็นตัวหมุน ส่วนขดลวดอาร์เมเจอร์ที่ผลิตไฟฟ้าออกไปใช้งานจะพันอยู่บนแกนเหล็กของโครง สเตเตอร์โดยไม่ต้องมีแปรงถ่านและสลิปริงสามารถรับพิกัดกระแสได้มากกว่าแบบแรก ส่วนมากจะเป็นเครื่องกำเนิด ขนาดกลาง และใหญ่

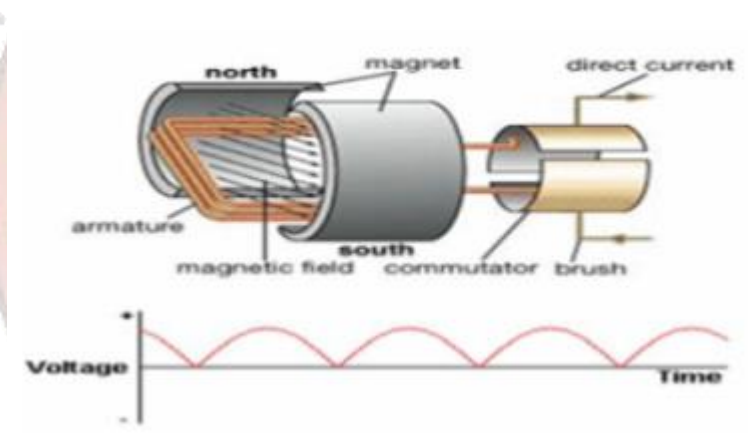


	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 2
	ชื่อหน่วย ส่วนประกอบของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ	สอนครั้งที่ 4-5
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

แบ่งตามลักษณะการติดตั้ง

1.3.1 เครื่องกำเนิดไฟฟ้าชนิดเพลานอน หรือ แนวนราบ ถ้าสังเกตที่เพลารอเตอร์ของเครื่องกำเนิดชนิดนี้จะติดตั้งหรือวางในแนวนราบ มีการต่อเพลาดโดยตรงเข้ากับตัวต้นกำลังที่เป็นเครื่องยนต์ หรือเครื่องกังหันแบบต่างๆ มีทั้งขนาดเล็ก ขนาดกลาง และขนาดใหญ่ เป็นที่นิยมใช้งานกันทั่วไป

1.3.2 เครื่องกำเนิดไฟฟ้าชนิดเพลาดตั้ง การติดตั้งจะวางเพลารอเตอร์ของเครื่องกำเนิดอยู่ในแนวตั้งขึ้น เช่น เครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ใช้กับเขื่อนต่างๆ โดยมีกังหันน้ำต่อเพลากับโรเตอร์ของเครื่องกำเนิดในแนวตั้งให้ความเร็วรอบของการหมุนต่ำ



แบ่งตามพิกัดกำลังใช้งาน

1.4.1 เครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็ก ส่วนมากจะเป็นเครื่องกำเนิดชนิด 1 เฟส ให้แรงดันไฟฟ้า 220 โวลต์ มีขนาดไม่เกิน 5 KVA มีจำหน่ายตามท้องตลาดทั่วไป ใช้ผลิตไฟฟ้าชั่วคราว ใช้เป็นไฟฉุกเฉิน และใช้กับงานเฉพาะกิจ

1.4.2 เครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดกลาง เป็นเครื่องกำเนิดที่จ่ายระบบไฟ 3 เฟส ให้แรงดันไฟฟ้า 220 /380 โวลต์ มีขนาดตั้งแต่ 5 KVA ถึง 500 KVA ใช้เป็นเครื่องสำรองไฟให้กับโรงพยาบาล โรงแรม ศูนย์การค้า ธนาคาร และโรงงานอุตสาหกรรม ในกรณีที่ระบบไฟฟ้าของการไฟฟ้าไม่สามารถจ่ายไฟได้ อาจจะทำให้เครื่องกำเนิดเริ่มเดินด้วยมือ

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 2
	ชื่อหน่วย ส่วนประกอบของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ	สอนครั้งที่ 4-5
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

(Manual) หรือให้เริ่มเดินแบบอัตโนมัติ แบบใช้ทรานส์เฟอร์สวิตช์ (Transfer switch) ทำหน้าที่ถ่ายโอนระบบไฟฟ้าของเครื่องสำรองไฟและระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าเข้ากับโหลด

1.4.3 เครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดใหญ่ มีขนาดตั้งแต่ 500 KVA เป็นต้นไป ส่วนมากจะใช้เป็นกำลังหลักในการผลิตไฟฟ้าของโรงต้นกำลัง เช่น โรงงานไฟฟ้าพลังงานความร้อน พลังน้ำ กังหันแก๊ส และโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม โดยจ่ายแรงดันไฟฟ้าได้ประมาณ 20 KV เข้าสู่ระบบสายส่งแรงสูงของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย หรือใช้ในการผลิตไฟฟ้าเพื่อเชื่อมต่อให้กับระบบจำหน่าย 22 KV ของการไฟฟ้าภูมิภาคโดยตรง

ชนิดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

การออกแบบสร้างเครื่องกำเนิดไฟฟ้าตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน ได้มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องเพื่อให้เครื่องกำเนิดทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ มีความเหมาะสมกับตัวต้นกำลังแต่ละชนิด เช่น เครื่องกังหันแบบต่างๆ มีขนาดกะทัดรัด ง่ายต่อการควบคุมและสะดวกต่อการบำรุงรักษานั้นเอง ซึ่งแบ่งได้ดังนี้

1.1 แบ่งตามจำนวนเฟสของระบบไฟฟ้า

1.1.1 เครื่องกำเนิดไฟฟ้าชนิด 1 เฟส (Single Phase Generator) ให้แรงดันไฟฟ้าระบบ 1 เฟส 2 สาย (L,N) 220 โวลต์ 50 เฮิร์ตซ์ ส่วนใหญ่จะเป็นเครื่องกำเนิดขนาดเล็กให้กำลังไม่เกิน 5 KVA หรือ 5 KW ใช้เครื่องยนต์ขนาดเล็กเป็นตัวต้นกำลัง ส่งกำลังโดยการต่อเพลเข้าโดยตรงหรือใช้สายพานส่งกำลัง ส่วนใหญ่นำไปใช้งานผลิตไฟฟ้าชั่วคราว ใช้เป็นไฟฉุกเฉิน หรืองานเฉพาะกิจที่ไม่สามารถใช้ไฟของการไฟฟ้าได้

1.1.2 เครื่องกำเนิดไฟฟ้าชนิด 3 เฟส (Three Phase Generator) ให้แรงดันไฟฟ้าระบบ 3 เฟส 220/380 โวลต์ 50 เฮิร์ตซ์ หรือให้แรงดันไฟฟ้าสูงสุดได้ไม่เกิน 20 กิโลโวลต์ มีขนาดตั้งแต่ 5 KVA ขึ้นไป ที่ขดลวดสเตเตอร์ของเครื่องกำเนิดชนิดนี้ มีขดลวด 3 ชุด แต่ละชุดวางมุมห่างกัน 120 องศาทางไฟฟ้า

แบ่งตามพลังกลที่ใช้ขับเคลื่อน

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 2
	ชื่อหน่วย ส่วนประกอบของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ	สอนครั้งที่ 4-5
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

1.5.1 เครื่องกำเนิดไฟฟ้าชนิดใช้กังหันไอน้ำเป็นตัวต้นกำลัง โดยการนำเอาไอน้ำที่มีความดันสูงและอุณหภูมิสูง (Super heat) จากหม้อไอน้ำ (Boiler) ไหลผ่านวาล์วของระบบควบคุม และเมื่อไอน้ำไหลเข้าไปในกังหันไอน้ำ (Steam Turbine) ที่มีลักษณะเป็นซี่ๆ ทั้งชุดความดันต่ำและชุดความดันสูง ความดันของไอน้ำจะลดลงและเกิดการขยายตัวทำให้ปริมาตรของไอน้ำเพิ่มขึ้น มีผลทำให้ความเร็วในการไหลของไอน้ำสูงขึ้นและเมื่อไปปะทะกับใบพัดจำนวนหลายชุดที่ติดอยู่ที่เพลลา ก็จะผลักให้เพลลาของกังหันหมุนก่อให้เกิดกำลังกลและไปหมุนขับเคลื่อนเครื่องกำเนิดไฟฟ้าผลิตไฟออกมา

1.5.2 เครื่องกำเนิดไฟฟ้าชนิดใช้กังหันน้ำเป็นตัวต้นกำลัง กังหันชนิดนี้จะมีใช้งานกับเขื่อนต่างๆ เช่น เขื่อนภูมิพล เขื่อนสิริกิติ์ เขื่อนวชิราลงกรณ์ เขื่อนอุบลรัตน์ ฯลฯ มีทั้งแบบ คาปลาน (kaplan), ฟรานซิส (Francis), เทอบูลาร์ (Tubular), เทอร์โก (Turgo) และ เพลตอน (Pelton) การทำงานอาศัยพลังงานจลน์ของแรงดันน้ำที่เกิดจากความต่างระดับของน้ำเหนือเขื่อน และท้ายเขื่อน ฉุดไปที่ใบพัดของกังหันน้ำ ทำให้เกิดการหมุนในแนวแกน เพื่อขับเคลื่อนเครื่องกำเนิดผลิตไฟฟ้า ซึ่งให้ความเร็วรอบของการหมุนต่ำ

1.5.3 เครื่องกำเนิดไฟฟ้าชนิดใช้กังหันก๊าซเป็นตัวต้นกำลัง การทำงานของเครื่องกังหันก๊าซ โดยมีเครื่องอัดอากาศ(Compressor)ต่ออยู่บนเพลลาเดียวกับชุดกังหันและต่อตรงไปยังเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เมื่อเริ่มเดินเครื่องอัดอากาศจะถูกดูดจากภายนอกเข้าหาเครื่องอัดอากาศทางด้านล่าง ถูกอัดจนมีความดันและอุณหภูมิสูงประมาณ 8-10 เท่า แล้วถูกส่งไปยังห้องเผาไหม้ ซึ่งใช้เชื้อเพลิงเป็นก๊าซธรรมชาติ(หรือน้ำมันดีเซล)จะถูกเผาไหม้และให้ความร้อนแก่อากาศ ก๊าซร้อนที่ออกจากห้องเผาไหม้จะถูกส่งไปยังกังหัน ทำให้กังหันหมุนเกิดงานขึ้น ไปขับเคลื่อนเครื่องอัดอากาศและขณะเดียวกันก็ขับเคลื่อนเครื่องกำเนิดไฟฟ้าด้วย ความดันของก๊าซเมื่อผ่านตัวกังหันจะลดลงและผ่านออกมาที่บรรยากาศ

9 จาก 14

แบ่งตามลักษณะการนำไปใช้งาน

1.6.1 เครื่องกำเนิดไฟฟ้าชนิดสำรอง (Standby Generator Type) เครื่องกำเนิดชนิดนี้จะใช้เป็นกำลังสำรองเมื่อไฟฟ้าหลักดับไป เป็นเวลาไม่นานนัก ซึ่งมีไว้สำหรับใช้เมื่อมีความจำเป็นหรือกรณีฉุกเฉิน ความสำคัญของเครื่องกำเนิดจึงอยู่ที่ความพร้อมใช้งานเป็นหลัก ใช้สำหรับอาคารสูง โรงงานอุตสาหกรรมที่ต้องการผลผลิตอย่างต่อเนื่อง

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 2
	ชื่อหน่วย ส่วนประกอบของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ	สอนครั้งที่ 4-5
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

เครื่องกำเนิดชนิดนี้จะต้องตอบสนองความต้องการได้อย่างรวดเร็ว มีความเที่ยงตรงแม่นยำ และออกแบบให้ใช้งานเต็มกำลังของเครื่องยนต์เพื่อใช้ขับเคลื่อนเครื่องกำเนิด และเครื่องกำเนิดชนิดนี้จะไม่สามารถจ่ายโหลดเกินกำลังได้ ชั่วโมงการทำงานจะต้องไม่เกินพิกัดของผู้ผลิตเครื่องยนต์ เช่น กำหนดไว้ไม่เกิน 150 หรือ 200 ชั่วโมงต่อปี และการเดินเครื่องแต่ละครั้งจะต้องอยู่ในข้อกำหนดของผู้ผลิตด้วย เช่น ในรอบเดินเครื่อง 12 ชั่วโมง ต้องหยุด 1 ชั่วโมง เป็นต้น

1.6.2 เครื่องกำเนิดไฟฟ้าชนิดสำรองต่อเนื่อง (Continuous Generator Type) ใช้เป็นกำลังสำรองแต่สามารถใช้งานได้อย่างต่อเนื่องเมื่อไฟฟ้าหลักดับ เช่น กรณีที่ไฟฟ้าหลักดับนานเกิน 12 ชั่วโมง ใช้กับโหลดที่มีกระแสเริ่มเดินสูง เครื่องกำเนิดชนิดนี้จะมีขีดความสามารถสูงกว่าแบบแรกและราคาแพงกว่า เนื่องจากการออกแบบจะต้องเลือกเครื่องยนต์ที่มีกำลังหรือแรงม้าที่มากพอ และสามารถรับโหลดเกินกำลังได้ 10 % ตามมาตรฐาน IEC และมาตรฐานอื่นๆ การทำงานจะเป็นลักษณะกึ่งใช้งานหนัก และจะต้องพิจารณาถึงความคงทนของฉนวนและอุณหภูมิการใช้งานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าด้วย

1.6.3 เครื่องกำเนิดไฟฟ้าชนิดจ่ายกำลังหลัก (Base load Generator) เป็นเครื่องที่ใช้งานจ่ายกำลังไฟฟ้าหลักสามารถใช้อย่างต่อเนื่องโดยไม่จำกัดชั่วโมงการทำงาน พิกัดของเครื่องจะต้องรับโหลดเป็น 70 % ของเครื่องชนิดสำรอง และ 60 % ของเครื่องชนิดสำรองต่อเนื่อง เครื่องชนิดนี้มักใช้ในเกาะ หรือสถานที่ใช้ไฟฟ้าชั่วคราว เช่น แท่นขุดเจาะน้ำมัน แคมป์งานก่อสร้าง ฯลฯ บางครั้งจะต้องติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพร้อมกัน 2 เครื่อง แล้วสลับกันทำงาน เพื่อให้มีความสะดวกต่อการบำรุงรักษาตามช่วงเวลาที่กำหนด

แบ่งตามลักษณะการออกแบบ

1.7.1 เครื่องกำเนิดไฟฟ้าชนิดเปลือยติดตั้งอยู่กับที่ (Bare Generator) เป็นชนิดที่นิยมใช้งานกันโดยทั่วไป เครื่องยนต์ที่เป็นต้นกำลังและเครื่องกำเนิดจะเป็นชนิดเปลือย มีชุดควบคุมติดตั้งอยู่ด้านท้ายของเครื่องกำเนิด มีขนาดใหญ่และน้ำหนักมากจึงไม่นิยมเคลื่อนย้าย

1.7.2 เครื่องกำเนิดไฟฟ้าชนิดตู้ครอบเก็บเสียง (Canopied and Sound Proof) เป็นชนิดที่ต้องการย้ายพื้นที่การใช้งานบ่อยๆ หรือต้องการเก็บเสียงหรือพื้นที่ที่ไม่มีห้องสำหรับติดตั้งเครื่องกำเนิด ส่วนประกอบที่สำคัญทั้งหมดจะถูกออกแบบให้อยู่ในตู้ครอบ เช่น ถังน้ำมันเชื้อเพลิง ชุดควบคุมสตาร์ทอัตโนมัติ และสวิตช์ถ่ายโอนกระแสไฟฟ้า

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 2
	ชื่อหน่วย ส่วนประกอบของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ	สอนครั้งที่ 4-5
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

1.7.3 เครื่องกำเนิดไฟฟ้าชนิดเคลื่อนย้าย (Mobile Generator Trailer) เครื่องกำเนิดชนิดนี้ใช้ในสถานที่ชั่วคราว เช่น งานพิธีการต่างๆ งานกู้ภัย งานเฉพาะกิจภาคสนาม สามารถเคลื่อนย้ายนำไปใช้งานในสถานที่ต่างๆ ได้ มีทั้งชนิดลากจูง (Trailer) และแบบบรรทุกบนรถยนต์ (Mobile Generator)

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

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 2
	ชื่อหน่วย ส่วนประกอบของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ	สอนครั้งที่ 4-5
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

6.1 สื่อสิ่งพิมพ์

- เอกสารประกอบวิชา หม้อแปลงไฟฟ้า

6.2 สื่อโสตทัศน (ถ้ามี)

- 1 หนังสือ เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ
- 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 ผลการใช้แผนการจัดการเรียนรู้รูป

.....

.....

.....

.....

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 2
	ชื่อหน่วย ส่วนประกอบของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ	สอนครั้งที่ 4-5
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

10.2 ผลการเรียนรู้ของนักเรียน นักศึกษา

.....

.....

.....

.....

10.3 แนวทางการพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้

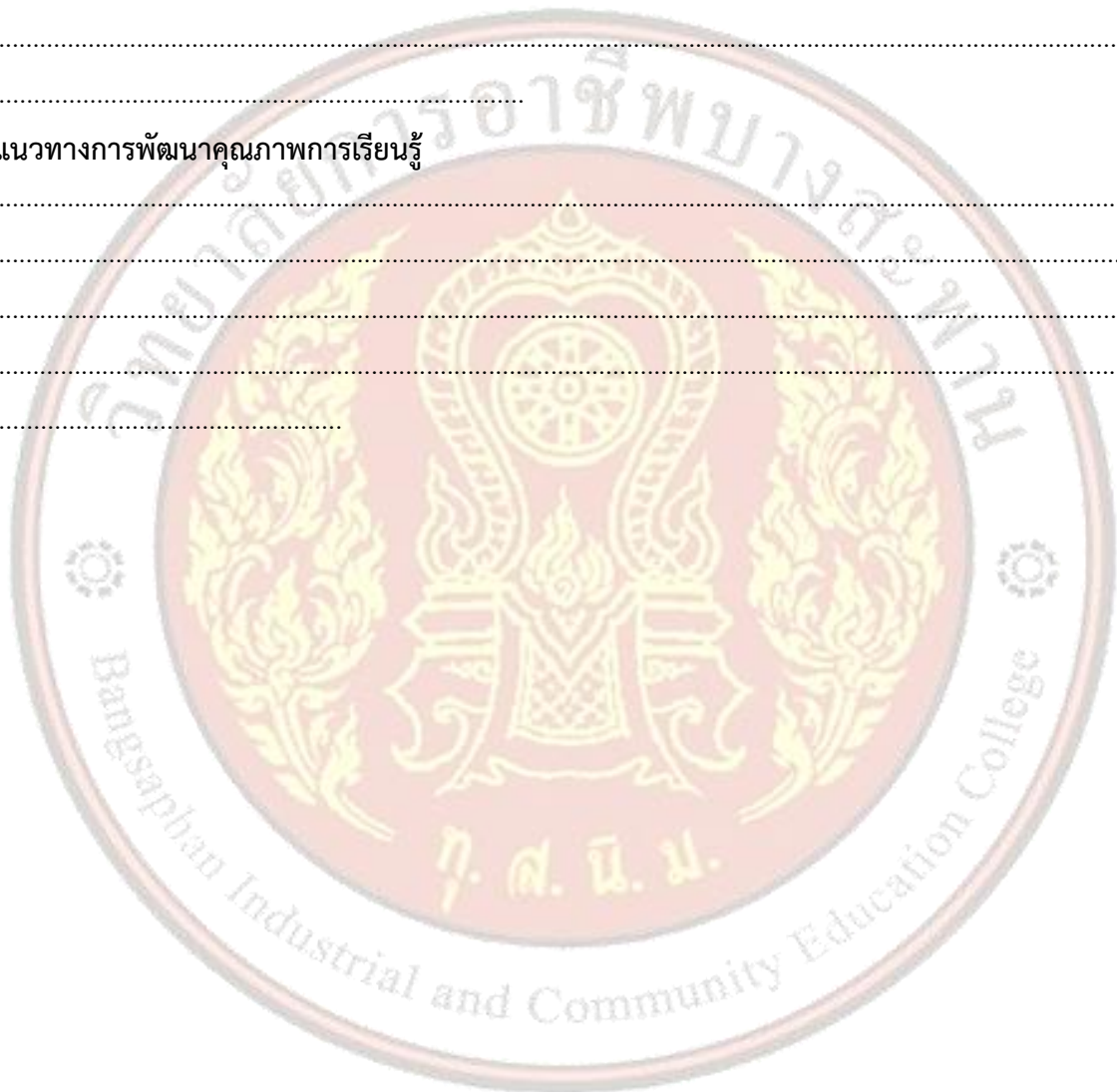
.....

.....

.....

.....

.....



	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 2
	ชื่อหน่วย ส่วนประกอบของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ	สอนครั้งที่ 4-5
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

แบบฝึกหัดก่อนเรียน/หลังเรียน

1. เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ เรียกว่าอย่างไร

ก. อัลเทอร์เนเตอร์

ข. อินดิวิส์

ค. อี เอ็ม เอฟ

ง. มิวจวลอินดักชั่น

2. เครื่องกำเนิดไฟฟ้าทำหน้าที่อย่างไร

ก. เก็บประจุไฟฟ้า

ข. ผลิตแรงเคลื่อนไฟฟ้าสลับขึ้นมา

ค. จ่ายกระแสไฟฟ้า

ง. ถูกทุกข้อ

3. เครื่องกำเนิดไฟมีส่วนประกอบกี่ส่วน

ก. 2 ส่วน

ข. 3 ส่วน

ค. 4 ส่วน

ง. 5 ส่วน

4. อาร์เมเจอร์จะมีสลีปรिंगกี่อัน

ก. 1 อัน

ข. 2 อัน

ค. 3 อัน

ง. 4 อัน

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 2
	ชื่อหน่วย ส่วนประกอบของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ	สอนครั้งที่ 4-5
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

5. เมื่อให้อาร์เมเจอร์เป็นส่วนที่อยู่กับที่ส่วนใดต้องเป็นส่วนที่สามารถหมุนได้
- ก. คอมมิวเตเตอร์
 - ข. แปรงถ่าน
 - ค. สนามแม่เหล็ก
 - ง. ถูกทุกข้อ



	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 2
	ชื่อหน่วย ส่วนประกอบของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ	สอนครั้งที่ 4-5
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

บันทึกหลังการสอน

วิชา เครื่องวัดกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ (20104-2104) 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	หน่วยที่ 3
	ชื่อหน่วย ขดลวดอาร์มาเจอร์และวิธีต่อ	สอนครั้งที่ 6-7
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

1. สารสำคัญ

ขดลวดอาร์มาเจอร์ของเครื่องกำเนิดไฟสลับ แตกต่างจากขดลวดอาร์มาเจอร์ของเครื่องกำเนิดไฟตรง ซึ่งเป็นลักษณะวงจรเปิด แต่ขดลวดอาร์มาเจอร์ของเครื่องกำเนิดไฟสลับเป็นทั้งแบบวงจรปิด (เมื่อต่อเป็นแบบเดลต้า) และแบบวงจรเปิด (เมื่อต่อเป็นแบบสตาร์) แต่ถ้าเป็นเครื่องกำเนิดไฟสลับหนึ่งเฟส ขดลวดอาร์มาเจอร์จะเป็นแบบวงจรเปิด

2. สมรรถนะประจำหน่วย

ต่อขดลวดอาร์มาเจอร์แบบต่างๆ

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 ด้านความรู้

1. พิชแพกเตอร์
2. ขดลวดอาร์มาเจอร์ของเครื่องกำเนิดหนึ่งเฟส
3. ขดลวดอาร์มาเจอร์ของเครื่องกำเนิดสองเฟส
4. ขดลวดอาร์มาเจอร์ของเครื่องกำเนิดสามเฟส แบบชนิดเต็ม
5. ขดลวดอาร์มาเจอร์ของเครื่องกำเนิดสามเฟสชนิดพิเศษส่วน

3.2 ด้านทักษะ

1. วิธีต่อขดลวดอาร์มาเจอร์สามเฟส

3.3 คุณลักษณะที่พึงประสงค์

1. ต่อขดลวดอาร์มาเจอร์สามเฟสได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม ตามหลักการ

4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้

การติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ

อุปกรณ์ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับประกอบด้วย เครื่องยนต์ดีเซล แผงควบคุม แบตเตอรี่ ท่อไอเสีย ระบบระบายความร้อน ถังเก็บน้ำมันสำรอง เป็นต้น การประกอบติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดใหญ่ต้องมีการติดตั้งเครื่องรวมทั้งอุปกรณ์ประกอบให้สมบูรณ์ครบถ้วน

อุปกรณ์ประกอบในการติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้ามีรายละเอียดดังนี้

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 3
	ชื่อหน่วย ขดลวดอาร์มาเจอร์และวิธีต่อ	สอนครั้งที่ 6-7
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

1. เครื่องยนต์ จะต้องเป็นเครื่องยนต์ดีเซลหรือเครื่องยนต์เบนซินแล้วแต่กรณี
2. ออลเตอร์เนเตอร์ เป็นเครื่องผลิตไฟฟ้าที่ต่อเพลาชับโดยตรงกับเครื่องยนต์
3. แบตเตอรี่ จะต้องมีประสิทธิภาพในการจ่ายกระแสไฟฟ้า
4. แผงควบคุมเครื่อง ประกอบด้วยมาตรวัดทางกลและทางไฟฟ้า
5. การป้องกันการสั่นสะเทือน
6. เสียงรบกวน ในการติดตั้งระบบที่ต้องการให้มีการเก็บเสียงควรทำผนังเก็บเสียง

เครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะนำมาใช้งานกับโหลดต่าง ๆ ให้เกิดประโยชน์สูงสุดทั้งด้านประสิทธิภาพ ด้านประหยัดพลังงาน ด้านการลงทุน และด้านที่ไม่ก่อให้เกิดมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อมต้องพิจารณาถึงองค์ประกอบต่าง ๆ ให้ครบถ้วนทุกด้านทั้งขนาดเครื่อง ลักษณะของโหลดใช้งาน การติดตั้งที่ถูกต้อง ทั้งทางกลและทางไฟฟ้ารวมถึงความปลอดภัย ยังต้องพิจารณาถึงการป้องกันอัคคีภัยที่อาจเกิดขึ้นจากความร้อนในการทำงานของเครื่องยนต์ และน้ำมันเชื้อเพลิงอีกด้วย

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส

ตามโครงสร้าง และหลักการทำงานของมอเตอร์แบ่งออกได้ 2 แบบ คือ

1. มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส แบบอินดักชัน (3 Phase Induction Motor)
2. มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส แบบซิงโครนัส (3 Phase Synchronous Motor)

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส แบบอินดักชัน มีคุณสมบัติที่ดี คือ มีความเร็วรอบคงที่ ราคาถูก โครงสร้างไม่ซับซ้อน สะดวกในการบำรุงรักษา เพราะไม่มีคอมมิวเตเตอร์ และแปรงถ่านเหมือนมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ใช้ร่วมกับเครื่องควบคุมความเร็วแบบอินเวอร์เตอร์ สามารถควบคุมความเร็ว นิยมใช้เป็นต้นกำลังในโรงงานอุตสาหกรรม เพื่อใช้ขับเคลื่อนลิฟต์ ขับเคลื่อนสายพานลำเลียง เป็นต้น มอเตอร์อินดักชันมี 2 แบบ ตามลักษณะของตัวหมุน คือ อินดักชันมอเตอร์ที่มีโรเตอร์แบบกรงกระรอก และ อินดักชันมอเตอร์ที่มีโรเตอร์แบบขดลวด

การทำงานของอินดักชันมอเตอร์

จ่ายกระแสไฟฟ้า 3 เฟส ที่ขดลวดทั้งสองของตัวสเตเตอร์ จะเกิดสนามแม่เหล็กหมุนรอบ ๆ สเตเตอร์ ทำให้ตัวหมุนได้รับการเหนี่ยวนำเกิดขั้วแม่เหล็กที่ตัวโรเตอร์ และขั้วแม่เหล็กนี้จะพยายามดึงดูดกับสนามแม่เหล็กที่หมุนอยู่รอบ ๆ ทำให้โรเตอร์ของอินดักชันมอเตอร์หมุนไปได้ ความเร็วของสนามแม่เหล็กที่หมุนที่ตัวสเตเตอร์นี้จะ

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 3
	ชื่อหน่วย ขดลวดอาร์มาเจอร์และวิธีต่อ	สอนครั้งที่ 6-7
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

คงที่ตามความถี่ของไฟฟ้ากระแสสลับ ดังนั้นโรเตอร์ของอินดักชันมอเตอร์จึงหมุนตามสนามแม่เหล็กหมุนไปด้วย ความเร็วเท่ากับความเร็วของสนามแม่เหล็กหมุน

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส แบบซิงโครนัส (3 Phase Synchronous Motor)

เป็นมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับขนาดใหญ่ที่สุดมีขนาดพิกัดของกำลังไฟฟ้าตั้งแต่ 150 KW จนถึง 15 MW มีความเร็วตั้งแต่ 150 ถึง 1,800 RPM โครงสร้างของซิงโครนสมอเตอร์ ที่สำคัญมี 2 ส่วนคือ

1. สเตเตอร์ (Stator)
2. โรเตอร์ (Rotor)

การทำงานของซิงโครนสมอเตอร์

จ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟสให้กับสเตเตอร์ของซิงโครนสมอเตอร์ จะเกิดสนามแม่เหล็กหมุน เนื่องจากตัวหมุนของซิงโครนสมอเตอร์แบบขั้วแม่เหล็กยื่น และมีขดลวดสนามแม่เหล็กพันอยู่รอบ ๆ โดยใช้แหล่งจ่ายกระแสภายนอก เมื่อจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงให้กับโรเตอร์ ทำให้เกิดขั้วแม่เหล็กที่โรเตอร์ ขั้วแม่เหล็กนี้จะเกาะตามการหมุนของสนามแม่เหล็กหมุนที่สเตเตอร์ ทำให้อัตราการหมุนด้วยความเร็วเท่ากับความเร็วของสนามแม่เหล็กหมุนที่สเตเตอร์

การกลับทางหมุนมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส ทั้ง 2 ชนิด คือ อินดักชันมอเตอร์ และ ซิงโครนสมอเตอร์ สามารถใช้หลักการกลับทางหมุนของมอเตอร์วิธีเดียวกัน คือ การกลับทิศทางการหมุนของสนามแม่เหล็กหมุน วิธีการทำให้สนามแม่เหล็กหมุนกลับทางเดิม โดยการกลับขั้วของแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับคู่ใดคู่หนึ่งเท่านั้น

การต่อมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส มีขดลวดพันอยู่บนสเตเตอร์ 3 ชุด คือ ขดลวดชุด A, ชุด B และชุด C การต่อมอเตอร์ 3 เฟสสามารถต่อขดลวดได้ 2 แบบ แต่ละแบบใช้กับระดับแรงดันที่แตกต่างกันคือ แบบสเตเตอร์หรือแบบวาย และแบบเดลต้า เมื่อต่อแบบวายจะต่อใช้กับระบบไฟฟ้า 3 เฟส

หม้อแปลงไฟฟ้ากำลังชนิด 3 เฟส

หม้อแปลงไฟฟ้าที่ใช้กับไฟฟ้าระบบ 3 เฟส อาจใช้หม้อแปลง 1 เฟส 3 ตัว หรือหม้อแปลง 3 เฟส 1 ตัวก็ได้ ทั้งนี้หม้อแปลงนี้มีการต่อหม้อแปลงในแต่ละเฟสเข้าด้วยกัน ซึ่งการต่อหม้อแปลงเข้าด้วยกันเรียกว่า Transformer connection

การต่อหม้อแปลงไฟฟ้าเพื่อใช้กับระบบไฟฟ้า 3 เฟส สามารถต่อได้ดังนี้

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 3
	ชื่อหน่วย ขดลวดอาร์มาเจอร์และวิธีต่อ	สอนครั้งที่ 6-7
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

1. การต่อแบบเดลตา - เดลตา
2. การต่อแบบวาย - วาย
3. การต่อแบบเดลตา - วาย
4. การต่อแบบวาย - เดลตา
5. การต่อแบบโอเพนเดลตา

การติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ

อุปกรณ์ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับประกอบด้วย เครื่องยนต์ดีเซล แผงควบคุม แบตเตอรี่ ท่อไอเสีย ระบบระบายความร้อน ถังเก็บน้ำมันสำรอง เป็นต้น การประกอบติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดใหญ่ต้องมีการติดตั้งเครื่องรวมทั้งอุปกรณ์ประกอบให้สมบูรณ์ครบถ้วน

อุปกรณ์ประกอบในการติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้ามีรายละเอียดดังนี้

1. เครื่องยนต์ จะต้องเป็นเครื่องยนต์ดีเซลหรือเครื่องยนต์เบนซินแล้วแต่กรณี
2. ออลเตอร์เนเตอร์ เป็นเครื่องผลิตไฟฟ้าที่ต่อเพลาลับโดยตรงกับเครื่องยนต์
3. แบตเตอรี่ จะต้องมีประสิทธิภาพในการจ่ายกระแสไฟฟ้า
4. แผงควบคุมเครื่อง ประกอบด้วยมาตรวัดทางกลและทางไฟฟ้า
5. การป้องกันการสั่นสะเทือน
6. เสียงรบกวน ในการติดตั้งระบบที่ต้องการให้มีการเก็บเสียงควรทำผนังเก็บเสียง

เครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะนำมาใช้งานกับโหลดต่าง ๆ ให้เกิดประโยชน์สูงสุดทั้งด้านประสิทธิภาพ ด้านประหยัดพลังงาน ด้านการลงทุน และด้านที่ไม่ก่อให้เกิดมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อมต้องพิจารณาถึงองค์ประกอบต่าง ๆ ให้ครบถ้วนทุกด้านทั้งขนาดเครื่อง ลักษณะของโหลดใช้งาน การติดตั้งที่ถูกต้อง ทั้งทางกลและทางไฟฟ้ารวมถึงความปลอดภัย ยังต้องพิจารณาถึงการป้องกันอัคคีภัยที่อาจเกิดขึ้นจากความร้อนในการทำงานของเครื่องยนต์ และน้ำมันเชื้อเพลิงอีกด้วย

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส

ตามโครงสร้าง และหลักการทำงานของมอเตอร์แบ่งออกได้ 2 แบบ คือ

1. มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส แบบอินดักชัน (3 Phase Induction Motor)

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 3
	ชื่อหน่วย ขดลวดอาร์มาเจอร์และวิธีต่อ	สอนครั้งที่ 6-7
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

2. มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส แบบซิงโครนัส (3 Phase Synchronous Motor)

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส แบบอินดักชัน มีคุณสมบัติที่ดี คือ มีความเร็วรอบคงที่ ราคาถูก โครงสร้างไม่ซับซ้อน สะดวกในการบำรุงรักษา เพราะไม่มีคอมมิวเตเตอร์ และแปรงถ่านเหมือนมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ใช้ร่วมกับเครื่องควบคุมความเร็วแบบอินเวอร์เตอร์ สามารถควบคุมความเร็ว นิยมใช้เป็นต้นกำลังในโรงงานอุตสาหกรรม เพื่อใช้ขับเคลื่อนลิฟต์ ขับเคลื่อนสายพานลำเลียง เป็นต้น มอเตอร์อินดักชันมี 2 แบบ ตามลักษณะของตัวหมุน คือ อินดักชันมอเตอร์ที่มีโรเตอร์แบบกรงกระรอก และ อินดักชันมอเตอร์ที่มีโรเตอร์แบบขดลวด

การทำงานของอินดักชันมอเตอร์

จ่ายกระแสไฟฟ้า 3 เฟส ที่ขดลวดทั้งสองของตัวสเตเตอร์ จะเกิดสนามแม่เหล็กหมุนรอบ ๆ สเตเตอร์ ทำให้ตัวหมุนได้รับการเหนี่ยวนำเกิดขั้วแม่เหล็กที่ตัวโรเตอร์ และขั้วแม่เหล็กนี้จะพยายามดึงดูดกับสนามแม่เหล็กที่หมุนอยู่รอบ ๆ ทำให้โรเตอร์ของอินดักชันมอเตอร์หมุนไปได้ ความเร็วของสนามแม่เหล็กที่หมุนที่ตัวสเตเตอร์นี้จะคงที่ตามความถี่ของไฟฟ้ากระแสสลับ ดังนั้นโรเตอร์ของอินดักชันมอเตอร์จึงหมุนตามสนามแม่เหล็กหมุนไปด้วย ความเร็วเท่ากับความเร็วของสนามแม่เหล็กหมุน

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส แบบซิงโครนัส (3 Phase Synchronous Motor)

เป็นมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับขนาดใหญ่ที่สุดมีขนาดพิกัดของกำลังไฟฟ้าตั้งแต่ 150 KW จนถึง 15 MW มีความเร็วตั้งแต่ 150 ถึง 1,800 RPM โครงสร้างของซิงโครนสมอเตอร์ ที่สำคัญมี 2 ส่วนคือ

1. สเตเตอร์ (Stator)
2. โรเตอร์ (Rotor)

การทำงานของซิงโครนสมอเตอร์

จ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟสให้กับสเตเตอร์ของซิงโครนสมอเตอร์ จะเกิดสนามแม่เหล็กหมุน เนื่องจากตัวหมุนของซิงโครนสมอเตอร์แบบขั้วแม่เหล็กยื่น และมีขดลวดสนามแม่เหล็กพันอยู่รอบ ๆ โดยใช้แหล่งจ่ายกระแสภายนอก เมื่อจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงให้กับโรเตอร์ ทำให้เกิดขั้วแม่เหล็กที่โรเตอร์ ขั้วแม่เหล็กนี้จะเกาะตามการหมุนของสนามแม่เหล็กหมุนที่สเตเตอร์ ทำให้มอเตอร์หมุนด้วยความเร็วเท่ากับความเร็วของสนามแม่เหล็กหมุนที่สเตเตอร์

การกลับทางหมุนมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส ทั้ง 2 ชนิด คือ อินดักชันมอเตอร์ และ ซิงโครนัสมอเตอร์ สามารถใช้หลักการกลับทางหมุนของมอเตอร์วิธีเดียวกัน คือ การกลับทิศทางการหมุนของ

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 3
	ชื่อหน่วย ขดลวดอาร์มาเจอร์และวิธีต่อ	สอนครั้งที่ 6-7
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

สนามแม่เหล็กหมุน วิธีการทำให้สนามแม่เหล็กหมุนกลับทางเดิม โดยการกลับขั้วของแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับคู่ใดคู่หนึ่งเท่านั้น

การต่อมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส มีขดลวดพันอยู่บนสเตเตอร์ 3 ชุด คือ ขดลวดชุด A, ชุด B และชุด C การต่อมอเตอร์ 3 เฟสสามารถต่อขดลวดได้ 2 แบบ แต่ละแบบใช้กับระดับแรงดันที่แตกต่างกันคือ แบบสเตเตอร์หรือแบบวาย และแบบเดลต้า เมื่อต่อแบบวายจะต่อใช้กับระบบไฟฟ้า 3 เฟส

หม้อแปลงไฟฟ้ากำลังชนิด 3 เฟส

หม้อแปลงไฟฟ้าที่ใช้กับไฟฟ้าระบบ 3 เฟส อาจใช้หม้อแปลง 1 เฟส 3 ตัว หรือหม้อแปลง 3 เฟส 1 ตัวก็ตาม ทั้งหมดนี้มีการต่อหม้อแปลงในแต่ละเฟสเข้าด้วยกัน ซึ่งการต่อหม้อแปลงเข้าด้วยกันเรียกว่า Transformer connection

การต่อหม้อแปลงไฟฟ้าเพื่อใช้กับระบบไฟฟ้า 3 เฟส สามารถต่อได้ดังนี้

1. การต่อแบบเดลตา - เดลตา
2. การต่อแบบวาย - ยาย
3. การต่อแบบเดลตา - ยาย
4. การต่อแบบวาย - เดลตา
5. การต่อแบบโอเพนเดลตา

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

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 3
	ชื่อหน่วย ขดลวดอาร์มาเจอร์และวิธีต่อ	สอนครั้งที่ 6-7
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

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 หนังสือ เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ
- 2 แผ่นใส
- 3 สื่อคอมพิวเตอร์ (Power Point)
- 4 ของจริง
- 5 ใบประเมินผล

7. เอกสารประกอบการจัดการเรียนรู้ (ใบความรู้ ใบงาน ใบมอบหมายงาน ฯลฯ)

- ใบงาน

8. การบูรณาการ/ความสัมพันธ์กับวิชาอื่น

-

9. การวัดและประเมินผล

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 3
	ชื่อหน่วย ขดลวดอาร์มาเจอร์และวิธีต่อ	สอนครั้งที่ 6-7
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

9.1 ก่อนเรียน

- ทดสอบก่อนเรียน เปรียบเทียบกับคะแนนสอบหลังเรียน

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	หน่วยที่
	ชื่อหน่วย ขดลวดอาร์มาเจอร์และวิธีต่อ	3
		สอนครั้งที่
		6-7
		ชั่วโมงรวม
		4
		จำนวนชั่วโมง
		4

แบบฝึกหัดก่อนเรียน/หลังเรียน

1. โรเตอร์ขดลวดสนามแม่เหล็กมีกี่แบบ

ก. 2 แบบ

ข. 3 แบบ

ค. 4 แบบ

ง. 5 แบบ

2. ข้อใดคือส่วนที่เคลื่อนที่

ก. แกนขั้วแม่เหล็ก

ข. ขดลวดแม่เหล็ก

ค. เซลล์เอ็น โพล

ง. ขั้วแม่เหล็ก

3. ข้อใดคือส่วนที่อยู่กับที่

ก. เซลล์เอ็น โพล

ข. นันเซลล์เอ็น โพล

ค. สล๊อต

ง. ถูกทุกข้อ

4. เอ็กไซเตอร์ หมายถึงข้อใด

ก. เครื่องกำเนิดไฟ

ข. เครื่องกำเนิดไฟตรง

ค. เครื่องกำเนิดไฟสลับ

ง. ถูกทุกข้อ

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 3
	ชื่อหน่วย ขดลวดอาร์มาเจอร์และวิธีต่อ	สอนครั้งที่ 6-7
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

5. เครื่องกำเนิดไฟสลับแบ่งได้กี่ลักษณะ

- ก. 2 ลักษณะ
- ข. 3 ลักษณะ
- ค. 4 ลักษณะ
- ง. 5 ลักษณะ



	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 3
	ชื่อหน่วย ขดลวดอาร์มาเจอร์และวิธีต่อ	สอนครั้งที่ 6-7
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

บันทึกหลังการสอน

วิชา เครื่องวัดกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ (20104-2104) 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	หน่วยที่ 4
	ชื่อหน่วย หลักการทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ	สอนครั้งที่ 8-9
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

1. สารสำคัญ

เมื่อให้ต้นกำเนิดหมุนขั้วส่วนที่เคลื่อนที่ของเครื่องกำเนิด ถ้าส่วนที่เคลื่อนที่ได้เป็นขดลวดสนามแม่เหล็ก ขดลวดสนามแม่เหล็กนี้จะหมุนตัดกับขดลวดอาร์มาเจอร์ ซึ่งเป็นส่วนที่อยู่กับที่ทำให้เกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำขึ้นมาที่ขดลวดอาร์มาเจอรันั้น และถ้าส่วนที่เคลื่อนที่เป็นขดลวดอาร์มาเจอร์จะถูกต้นกำเนิดหมุนขั้วให้ตัดกับขดลวดสนามแม่เหล็กซึ่งเป็นส่วนที่อยู่กับที่ทำให้เกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำขึ้นมาที่ขดลวดอาร์มาเจอรันั้นเหมือนกัน ซึ่งแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำที่เกิดขึ้นทั้งสองกรณีนี้จะนำไปตามหลักของเฟลมมิง (Fleming's rule) และปริมาณของแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำที่เกิดขึ้นจะมากหรือน้อยนั้นก็ขึ้นอยู่กับหลักของฟาราเดย์ (Faraday's law)

2. สมรรถนะประจำหน่วย

คำนวณหาแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำ

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 ด้านความรู้

1. สมการแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำ
2. การของเครื่องกำเนิดไฟสลับ

3.2 ด้านทักษะ

1. คำนวณหาแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำได้ถูกต้องตามหลักการ

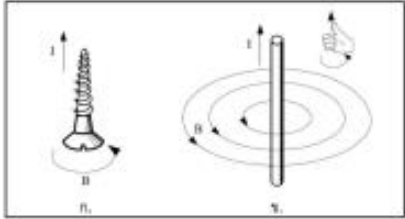
3.3 คุณลักษณะที่พึงประสงค์

1. คำนวณหาแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำได้ถูกต้องตามหลักการ

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บุคลากรหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 4
	ชื่อหน่วย หลักการทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ	สอนครั้งที่ 8-9
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้

หลักการกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ



อันดี คริสเตียน เออร์สแตด พบว่าเมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านตัวนำ กระแสไฟฟ้าจะสร้างสนามแม่เหล็กรอบ ๆ ตัวนำนั้น ซึ่งมีทิศทางของสนามแม่เหล็กล้อมพันกับทิศทางของกระแสไฟฟ้า ซึ่งหาได้โดยใช้กฎมือขวาของแมกซ์เวลล์

ซึ่งกล่าวว่า ถ้ายกมือขวาขึ้นให้นิ้วหัวแม่มือกางออกชี้ไปตามทิศกระแสไฟฟ้าแล้ว นิ้วทั้งสี่จะชี้ทิศทางของสนามแม่เหล็กรอบ ๆ ตัวนำ




เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลเข้าในลวดตัวนำจะมีสนามแม่เหล็กรอบ ๆ ตัวนำทุกจุดที่มีกระแสไฟฟ้าผ่านไป โดยจุดที่อยู่ใกล้ลวดตัวนำจะมี

 ความเข้มสนามแม่เหล็กสูงกว่าจุดที่อยู่ไกล

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 4
	ชื่อหน่วย หลักการทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ	สอนครั้งที่ 8-9
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

การเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้า

การเหนี่ยวนำ

หมายถึง การที่ทำให้เส้นแรงแม่เหล็กตัดกับตัวนำ แล้วทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าไหลในตัวนำ

กฎของเลนส์

กระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำจะมีทิศทางตรงกันข้ามกับทิศทางการเปลี่ยนแปลงของกระแส (ฟลักซ์) ที่ทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำนั้น

กฎของฟาราเดย์

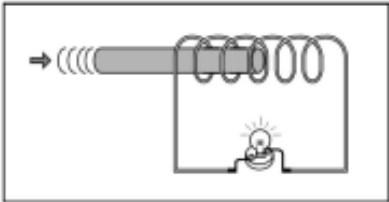
ข้อที่ 1

เมื่อสนามแม่เหล็กที่คล้องกับวงจรเปลี่ยนแปลงค่าไปจะทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำขึ้นในตัวนำไฟฟ้าเสมอ

ข้อที่ 2

จำนวนของแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำที่เกิดขึ้นจะเท่ากับอัตราการเปลี่ยนแปลงของสนามแม่เหล็ก

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 4
	ชื่อหน่วย หลักการทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ	สอนครั้งที่ 8-9
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4



แรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำ



หลักการเกิดแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำในลวดตัวนำเคลื่อนที่ผ่านสนามแม่เหล็ก

เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลในลวดตัวนำ จะมีสนามแม่เหล็กเกิดขึ้นรอบ ๆ ตัวนำ ดังนั้นในทางกลับกัน ถ้านำลวดตัวนำตัดผ่านกับสนามแม่เหล็ก หรือให้ตัวนำอยู่ในสนามแม่เหล็กที่เปลี่ยนแปลง ก็จะทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำได้เช่นกัน

การหาทิศทางของแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำในขดลวดตัวนำ



ทิศทางการเคลื่อนที่ของตัวนำ (Motion : v)

ทิศทางของเส้นแรงแม่เหล็ก (B)

ทิศทางของแรงเคลื่อนไฟฟ้า (กระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำ : e หรือ $\mathcal{E}$)

ทิศทางของแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำที่เกิดขึ้นในลวดตัวนำ เราสามารถหาได้โดยใช้กฎมือขวาของเฟรมมิง

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บุคลากรหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 4
	ชื่อหน่วย หลักการทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ	สอนครั้งที่ 8-9
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4



ขนาดของแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำ

เมื่อตัวนำเคลื่อนที่ตัดกับสนามแม่เหล็ก จะทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำขึ้น
ในขดลวดนั้น กำหนดให้

e = แรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำที่เกิดขึ้นในตัวนำ มีหน่วยเป็นโวลต์ (V)

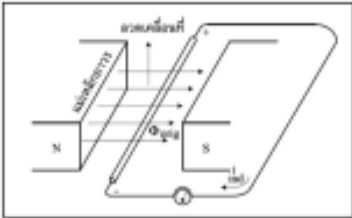
B = ความหนาแน่นของสนามแม่เหล็ก มีหน่วยเป็นเวเบอร์/ตารางเมตร (wb/m^2)

l = ความยาวของลวดตัวนำ มีหน่วยเป็นเมตร (m)

v = ความเร็วในการเคลื่อนที่ของตัวนำตัดกับสนามแม่เหล็ก มีหน่วยเป็น เมตร/วินาที (m/s)

การหาขนาดของแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำ

ทดลองหาได้โดย



- เปลี่ยนแปลงความเร็วของลวดตัวนำ
- เปลี่ยนแปลงความยาวของลวดตัวนำ
- เปลี่ยนแปลงความหนาแน่นของสนามแม่เหล็ก

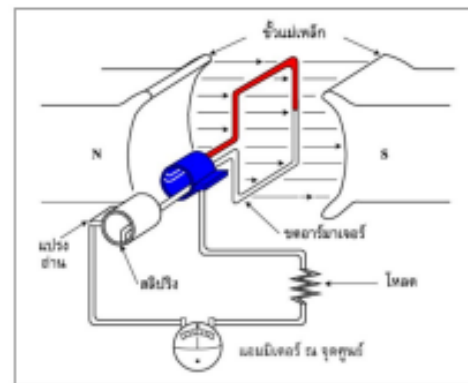
สูตรหาขนาดของ
แรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำ

$$e = B l v$$

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 4
	ชื่อหน่วย หลักการทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ	สอนครั้งที่ 8-9
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

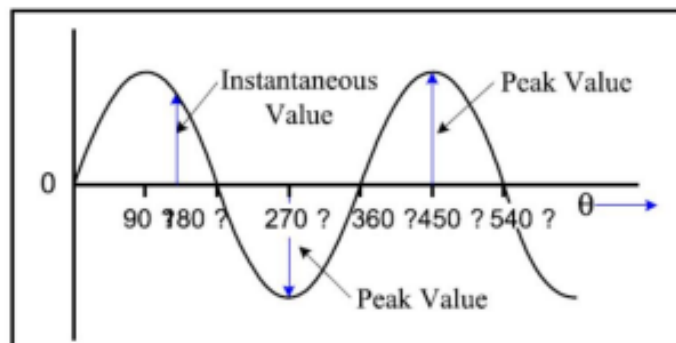
การกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ

ขนาดของแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำ เมื่อตัวนำเคลื่อนที่ตัดกับสนามแม่เหล็กในทิศทางเป็นวงกลม (หมุนรอบตัว) ซึ่งเป็นหลักเบื้องต้นการกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับของเครื่องกำเนิด



รูปคลื่นไซน์

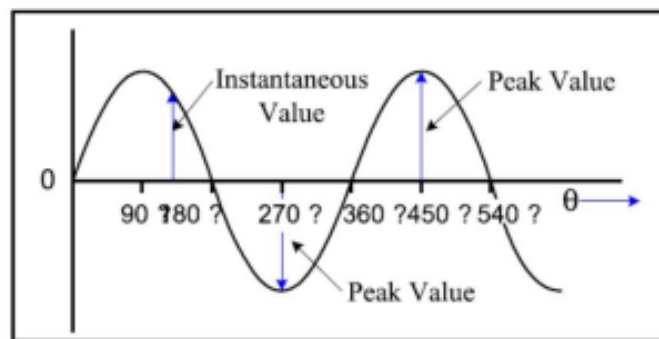
หมายถึง คลื่นไฟฟ้ากระแสสลับที่เปลี่ยนแปลงตามค่าของมุมไซน์ (Sine)



	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บุคลากรหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 4
	ชื่อหน่วย หลักการทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ	สอนครั้งที่ 8-9
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

รูปคลื่นไซน์

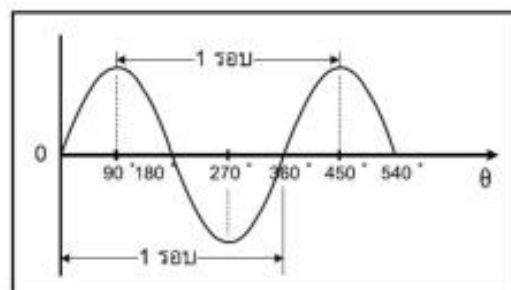
หมายถึง คลื่นไฟฟ้ากระแสสลับที่เปลี่ยนแปลงตามค่าของมุมไซน์ (Sine)



1 รอบ (Cycle) คือ การเปลี่ยนแปลงของแรงดันไฟฟ้าหรือกระแสไฟฟ้าของไฟฟ้า

กระแสสลับใน 360 องศา ซึ่งจะเปลี่ยนแปลงจาก 0 แล้วเพิ่มค่าสูงสุดทางบวก แล้วลดต่ำลงสุดที่ 0

และจะเพิ่มสูงสุดทางลบ แล้วต่ำสุดที่ 0 อีกครั้ง ครบ 360 องศาพอดี



	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บุคลากรหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 4
	ชื่อหน่วย หลักการทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ	สอนครั้งที่ 8-9
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

ความถี่ หมายถึง จำนวนรอบของรูปคลื่นไฟฟ้ากระแสสลับในเวลาหนึ่งวินาที มีหน่วยเป็นรอบต่อวินาทีหรือ เฮิรตซ์ (Hertz) ใช้อักษร f แทนความถี่

$$f = \frac{\text{จำนวนรอบ}}{\text{วินาที}} \quad \text{หน่วยเป็น Hz}$$

ถ้าจำนวนรอบ = 1

$$f = \frac{1}{\text{วินาที}} = \frac{1}{\text{เวลา}}$$

ดังนั้นจึงได้ความสัมพันธ์ของความถี่ (f) กับคาบเวลา (T) ว่า

$$f = \frac{1}{T}$$

เมื่อ f = ความถี่ มีหน่วยเป็น Hz (รอบ/วินาที)
 T = คาบเวลา มีหน่วยเป็น Second (วินาที)



ค่าที่มีผลต่อความถี่ของรูปคลื่นไฟฟ้ากระแสสลับ

1. ความเร็วรอบ

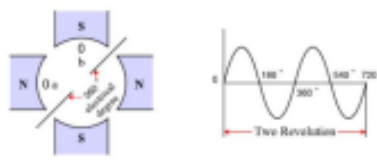
(N)



ก. ตัวนำไฟฟ้าที่ทำโดยขดลวดในสนามแม่เหล็ก ที่ประกอบด้วยตัวขั้วแม่เหล็ก 1 คู่ขั้ว (2 ขั้ว)

2. จำนวนขั้วแม่เหล็ก

(P)



ข. ตัวนำไฟฟ้าที่ทำโดยขดลวดในสนามแม่เหล็ก ที่ประกอบด้วยตัวขั้วแม่เหล็ก 2 คู่ขั้ว (4 ขั้ว)

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 4
	ชื่อหน่วย หลักการทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ	สอนครั้งที่ 8-9
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

ความเร็วเชิงมุม

คือ จำนวนองศา (มุม) ที่รัศมีของวงกลมหมุนผ่านไปต่อวินาที ใช้สัญลักษณ์ ω (โอเมกา)
หน่วยเป็น เรเดียนต่อวินาที ω

- ความถี่ 1 รอบ/วินาที จะได้มุมเท่ากับ 2π เรเดียน
- ความถี่ 1 รอบ/วินาที ได้ความเร็วเชิงมุมเท่ากับ 2π เรเดียน/วินาที
- ความถี่ f รอบ/วินาที ได้ความเร็วเชิงมุมเท่ากับ $2\pi f$ เรเดียน/วินาที

ดังนั้น $\omega = 2\pi f$ เรเดียน/วินาที

เมื่อ $\pi =$ ค่าคงที่มีค่าเท่ากับ $\frac{22}{7}$ หรือ 3.14

$f =$ ความถี่ (Hz)



ค่าประสิทธิผลและค่าเฉลี่ยของรูปคลื่นไซน์

ค่าสูงสุด หมายถึง ค่าสูงสุดของแรงดันไฟฟ้าหรือค่าสูงสุดของกระแสไฟฟ้า ซึ่งในหนึ่งรอบของไฟฟ้ากระแสสลับมีค่าสูงสุดทางบวกหนึ่งครั้ง และมีค่าสูงสุดทางลบอีกหนึ่งครั้ง

- แรงดันไฟฟ้าสูงสุดใช้อักษร $E_{\max}$ หรือ E_m
- กระแสไฟฟ้าสูงสุดใช้อักษร $I_{\max}$ หรือ I_m

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 4
	ชื่อหน่วย หลักการทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ	สอนครั้งที่ 8-9
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

ค่าชั่วขณะใดขณะหนึ่ง

หมายถึง ค่าชั่วขณะของแรงดันไฟฟ้า หรือกระแสไฟฟ้าสลับในช่วงระยะเวลาใดเวลาหนึ่งของรูปคลื่นไซน์

ค่าเฉลี่ย

หมายถึง ค่าเฉลี่ยของพื้นที่ทั้งหมดของรูปคลื่นที่เกิดขึ้นใน 1 คาบเวลา หรือ 1 รอบของไฟฟ้ากระแสสลับ รูปคลื่นไซน์จะคิดเพียงครึ่งไซเคิล เพราะถ้าคิดหนึ่งไซเคิลจะหักล้างกันหมด มีค่าเป็นศูนย์

ค่าที่วัดได้หรือค่าใช้งาน

หมายถึง ค่าของกระแสไฟฟ้าในไฟฟ้ากระแสสลับที่ทำให้เกิดผลของความร้อนเท่ากับกระแสไฟฟ้าในไฟฟ้ากระแสตรงหน่วยหนึ่ง ซึ่งตามหลักการนี้ไฟฟ้ากระแสสลับจะมีค่าวัดได้หรือค่าที่มีผลต่อการใช้งานหนึ่งแอมแปร์ เมื่อมันทำให้เกิดความร้อนขึ้นที่ตัวต้านทานตัวหนึ่งในอัตราเดียวกันกับความร้อนที่เกิดขึ้นในตัวต้านทานตัวเดียวกันนี้จากไฟฟ้ากระแสตรงหนึ่งแอมแปร์

ฟอร์มแฟกเตอร์

หมายถึง อัตราส่วนค่าใช้งานต่อค่าเฉลี่ย

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บุคลากรหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 4
	ชื่อหน่วย หลักการทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ	สอนครั้งที่ 8-9
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

ค่าต่าง ๆ ของรูปคลื่นไซน์

๑ ค่าชั่วขณะของแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้ารูปคลื่นไซน์ เขียนสมการได้ว่า

$$\begin{aligned}
 e &= E_m \sin \theta &= E_m \sin \omega t &= E_m \sin(2\pi ft) \\
 i &= I_m \sin \theta &= I_m \sin \omega t &= I_m \sin(2\pi ft)
 \end{aligned}$$

๒ ค่าจากยอดถึงยอดของแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้ารูปคลื่นไซน์

$$\begin{aligned}
 E_{p-p} &= 2 E_m \\
 I_{p-p} &= 2 I_m
 \end{aligned}$$

ค่าต่าง ๆ ของรูปคลื่นไซน์

๑ ค่าสูงสุดของแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้ารูปคลื่นไซน์

$$E_m = \frac{E_{p-p}}{2} \quad I_m = \frac{I_{p-p}}{2}$$

๒ ค่าที่วัดได้ของแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้ารูปคลื่นไซน์

$$\begin{aligned}
 E_{rms} &= 0.707 E_m \\
 I_{rms} &= 0.707 I_m
 \end{aligned}$$



	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 4
	ชื่อหน่วย หลักการทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ	สอนครั้งที่ 8-9
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

ค่าต่าง ๆ ของรูปคลื่นไซน์

๑ ค่าเฉลี่ยของแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้ารูปคลื่นไซน์

$$E_{av} = 0.636 E_m$$

$$I_{av} = 0.636 I_m$$



๑ ค่าฟอร์มแฟกเตอร์ของรูปคลื่นไซน์

$$FF = 1.11$$

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	หน่วยที่ 4
	ชื่อหน่วย หลักการทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ	สอนครั้งที่ 8-9
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

6.สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้

6.1 สื่อสิ่งพิมพ์

- 1 หนังสือ เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ
- 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 ผลการใช้แผนการจัดการเรียนรู้รูป

.....

.....

.....

.....

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 4
	ชื่อหน่วย หลักการทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ	สอนครั้งที่ 8-9
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

10.2 ผลการเรียนรู้ของนักเรียน นักศึกษา

.....

.....

.....

.....

10.3 แนวทางการพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้

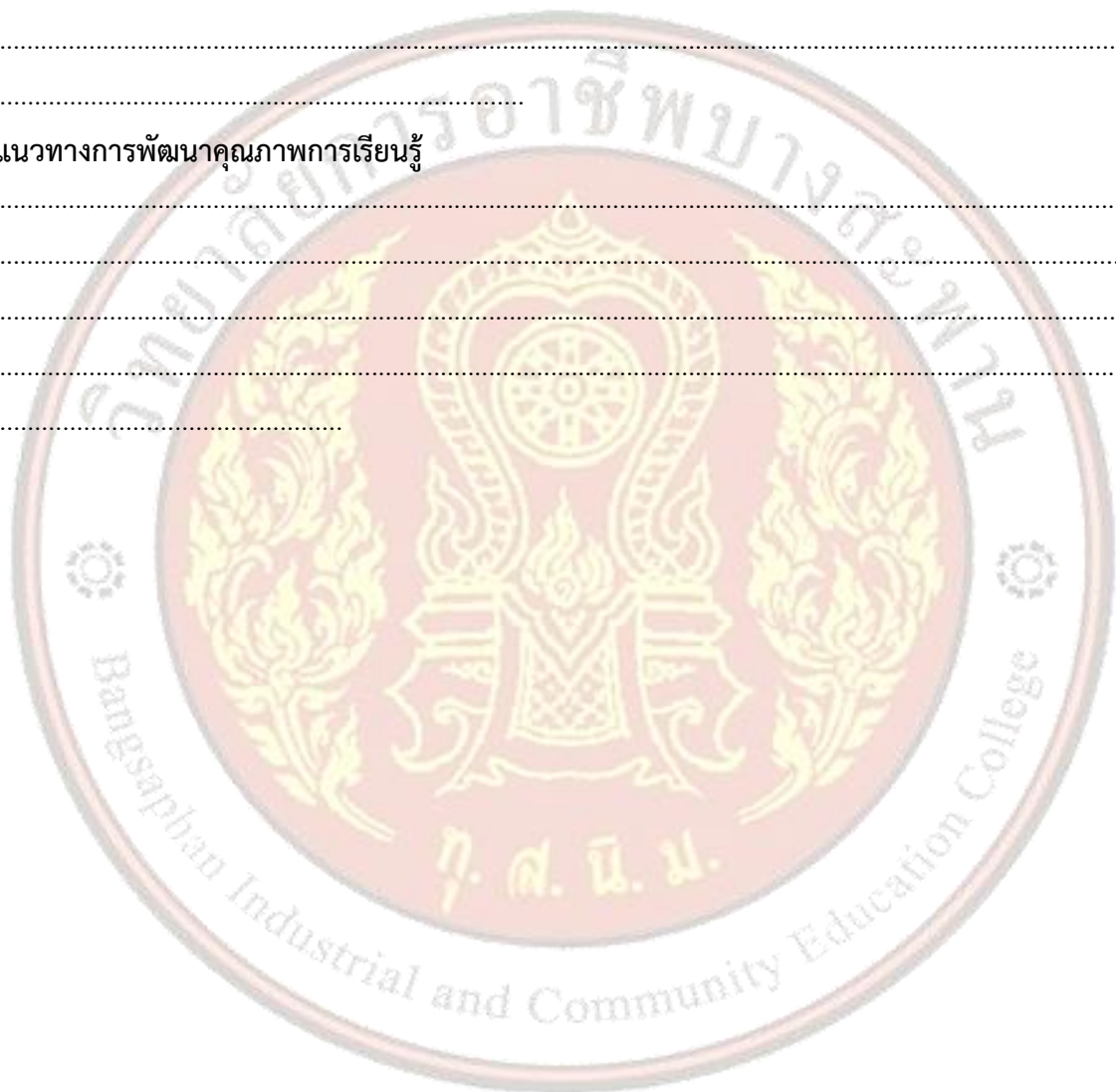
.....

.....

.....

.....

.....



	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 4
	ชื่อหน่วย หลักการทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ	สอนครั้งที่ 8-9
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

แบบฝึกหัดก่อนเรียน/หลังเรียน

- Engine หมายถึงข้อใด
 - เครื่องยนต์
 - กังหันก๊าซ
 - กังหันน้ำ
 - กังหันไอน้ำ
- Steam turbine หมายถึงข้อใด
 - กังหันก๊าซ
 - กังหันน้ำ
 - เครื่องยนต์
 - กังหันไอน้ำ
- เครื่องยนต์ดีเซลใช้เครื่องกำเนิดไฟแบบใด
 - แบบนันทะเลียน โพล
 - แบบเซเลียน โพล
 - เครื่องกำเนิดไฟตรง
 - ถูกทุกข้อ
- สถานที่ใดใช้กังหันก๊าซเป็นเครื่องกำเนิดไฟ
 - เขื่อนภูมิพล
 - เขื่อนสิริกิติ์
 - โรงไฟฟ้าบางปะกง
 - เขื่อนลำนางรอง

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 4
	ชื่อหน่วย หลักการทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ	สอนครั้งที่ 8-9
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

5. สถานที่ใดใช้กังหันไอน้ำเป็นเครื่องกำเนิดไฟ

ก. โรงจักรพระนครเหนือ

ข. เขื่อนภูมิพล

ค. เขื่อนสิริกิติ์

ง. ถูกทุกข้อ



	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 4
	ชื่อหน่วย หลักการทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ	สอนครั้งที่ 8-9
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

บันทึกหลังการสอน

วิชา เครื่องวัดกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ (20104-2104) 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	หน่วยที่ 5
	ชื่อหน่วย การควบคุมเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ	สอนครั้งที่ 10-12
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

1. สาระสำคัญ

เนื่องจากขณะที่เครื่องกำเนิดกำลังทำงานอยู่นั้น โหลดจะมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาจึงทำให้แรงดันที่ปลายสายเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาด้วย การที่แรงดันที่ปลายสาย (terminal voltage) หรือแรงดันที่ป้อนให้กับโหลด (load voltage) มีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลานี้ จะทำให้เกิดความเสียหายขึ้นกับโหลดได้ ซึ่งโหลดอาจหยุดไม่ทำงานหรือไหม้ก็ได้ ดังนั้นจึงต้องมีการควบคุมแรงดันไฟฟ้าที่ป้อนให้กับโหลดคงที่เสมอ เช่น 220 โวลต์ หรือ 220/380 โวลต์ เป็นต้น

2. สมรรถนะประจำหน่วย

การควบคุมเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 ด้านความรู้

1. โวลต์เตจเรกูเลชัน
2. การแกว่งของเครื่องกำเนิดไฟสลับ

3.2 ด้านทักษะ

1. การควบคุมแรงดันไฟฟ้า
2. ระบายความร้อนแบบต่างๆ

3.3 คุณลักษณะที่พึงประสงค์

1. ควบคุมเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับได้ถูกต้องตามหลักการ

4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้

1. การควบคุมแรงดันไฟฟ้า

การควบคุมแรงดันไฟฟ้าจะถูกออกแบบไว้ให้ทำงานแรงดันไฟฟ้าขนาดหนึ่งเท่านั้น การควบคุมแรงดันไฟฟ้าอาจจะแบ่งอย่างกว้างๆได้ 2 อย่าง คือ

1.1 การควบคุมแรงดันไฟฟ้าด้วยมือ

ซึ่งวิธีนี้มักจะใช้กับเครื่องกำเนิดชนิดหนึ่งเฟส และมีกำลังเอาต์พุตไม่สูงนัก เช่น เมื่อโหลดมีการเปลี่ยนแปลงจะทำให้แรงดันไฟฟ้าที่ป้อนให้กับโหลดที่ยังคงต่ออยู่สูงขึ้น ซึ่งการควบคุมก็อาจจะทำได้โดยการลดความเร็วของตัวต้น

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 5
	ชื่อหน่วย การควบคุมเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ	สอนครั้งที่ 10-12
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

กำลังที่ขับเคลื่อนเครื่องกำเนิดหรือปรับกระแสไฟฟ้าที่ป้อนขดลวดสนามแม่เหล็กให้ต่ำลงหรืออาจจะปรับทั้งสองอย่างพร้อมกันก็ได้แล้วแต่กรณี ซึ่งอย่างไรจะทำให้แรงดันไฟฟ้าที่ป้อนโหลดมีค่าคงที่ได้เร็วกว่ากัน อย่างไรก็ตามการควบคุมแรงดันไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดด้วยมือนี้ย่อมเกิดความไม่สะดวก ไม่รวดเร็วและไม่แม่นยำเท่าที่ควร ดังนั้นเครื่องกำเนิดขนาดกำลังเอาต์พุตสูง จึงต้องใช้วิธีอื่นคือการควบคุมแบบอัตโนมัติ

1.2. การควบคุมแรงดันไฟฟ้าด้วยเครื่องควบคุมอัตโนมัติ

เนื่องจากเมื่อโหลดมีการเปลี่ยนแปลง กระแสของโหลดและเพาเวอร์แฟกเตอร์ของโหลดจะเปลี่ยนแปลงไปเป็นเหตุทำให้แรงดันไฟฟ้าที่ปลายสายมีการเปลี่ยนแปลงไปด้วย เพื่อที่จะรักษาระดับของแรงดันไฟฟ้าที่ปลายสายหรือแรงดันที่ป้อนให้โหลดมีค่าคงที่อย่างสม่ำเสมอ จึงใช้เครื่องควบคุมแรงดันไฟฟ้าแบบอัตโนมัติ (automatic voltage regulator)

2. โวลต์เตจเรกูเลชัน

เมื่อโหลดมีการเปลี่ยนแปลงไม่ว่ากรณีใดๆ ก็ตาม จะเป็นเหตุให้แรงดันไฟฟ้าที่ปลายสายมีการเปลี่ยนแปลงด้วยแรงดันไฟฟ้าที่ปลายสายนั้นนอกจากจะเปลี่ยนแปลงไปเมื่อโหลดเปลี่ยนแปลงแล้วยังเปลี่ยนแปลงเมื่อเพาเวอร์แฟกเตอร์ของโหลดเปลี่ยนแปลงด้วย ดังได้กล่าวมาแล้ว และจำเป็นจะต้องมีการควบคุมการเปลี่ยนแปลงของแรงดันที่ปลายสาย ให้มีการเปลี่ยนแปลงน้อยที่สุดถึงแม้ว่าโหลดหรือเพาเวอร์แฟกเตอร์จะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างมากมายก็ตาม ถ้าแรงดันปลายสายมีการเปลี่ยนแปลงน้อยการควบคุมก็ดี และโดยปกติจะคำนวณหาค่าโวลต์เตจเรกูเลชันที่โหลดเมื่อเครื่องกำเนิดทำงานที่ฟูลโหลด (เต็มพิกัด) แต่อย่างไรก็ตามสามารถจะคำนวณหาค่าโวลต์เตจเรกูเลชันที่โหลดขนาดเท่าใดก็ได้ซึ่งโวลต์เตจเรกูเลชันนี้หมายถึง ผลหารของความแตกต่างของแรงดันไฟฟ้าที่ปลายสายเมื่อไม่มีโหลดกับเมื่อมีโหลด และแรงดันไฟฟ้าที่ปลายสายเมื่อมีโหลด

3. ประสิทธิภาพของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสลับ

เนื่องจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับมีความสูญเสียต่างๆ เหมือนกันกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง คือ ความสูญเสียคงที่ (fixed losses) ซึ่งได้แก่ ความสูญเสียเนื่องจากความเสียดทานของแปรง และแปรงถ่าน ความสูญเสียเนื่องจากลม (windage losses) และความสูญเสียเนื่องจากเหล็ก (iron losses) ความสูญเสียอันนี้ก็คือความสูญเสียเนื่องจากกระแสไหลวน (eddy current losses) และฮิสเตอร์เรซิส (hysteresis losses) และความสูญเสียเนื่องจากทองแดงนี้หมายความว่า ความสูญเสียที่ขดลวดอาร์มาเจอร์ และกำลังสูญเสียที่ขดลวดสนามแม่เหล็ก บางทีเรียกว่าคอปเปอร์ลอสม

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 5
	ชื่อหน่วย การควบคุมเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ	สอนครั้งที่ 10-12
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

4. การขนานเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ

ในสถานผลิตกระแสไฟฟ้าจะไม่ใช้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดใหญ่ๆ เพียงตัวเดียว แต่จะใช้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าหลายตัวขนานกันให้ทำงานร่วมกัน โดยมีเหตุผลดังนี้

1. การที่มีเครื่องกำเนิดไฟฟ้าหลายเครื่อง
2. เนื่องจากโหลดมีการเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่องตลอดเวลา
3. กระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้แต่ละแห่งนั้นจะเพิ่มขึ้นตามความต้องการอยู่เรื่อยๆ

ในการขนานเครื่องกำเนิดไฟฟ้าตรงสองเครื่องเข้าด้วยกันนั้น สิ่งที่ต้องคำนึงถึงก็คือแรงดันของเครื่องกำเนิดทั้งสองต้องเท่ากัน และลำดับขั้วเหมือนกันเท่านั้น แต่ถ้าเป็นการขนานเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสลับของเครื่องเข้าด้วยกัน จะต้องคำนึงถึงสิ่งที่สำคัญดังนี้

1. แรงดันเท่ากัน
2. ความถี่เท่ากัน
3. แรงดันจะต้องมีลำดับเฟสเหมือนกันและเกิดพร้อมกัน

เมื่อเครื่องกำเนิดทั้งสองเครื่องที่จะนำมาขนานกันผลิตแรงดันได้ครบเงื่อนไขทั้งสามข้อข้างบนแล้วก็สามารถจะขนานกันได้ทันที

ขบวนการในการขนานเครื่องกำเนิดสองเครื่องเข้าด้วยกัน จะมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. เครื่องกำเนิดเครื่องที่ผลิตและป้อนกระแสไฟให้กับโหลดอยู่แล้ว
2. เครื่องกำเนิดเครื่องที่จะนำมาขนานด้วย
3. ปรับลำดับเฟส (phase sequence) ของอินคัมมิงอัลเทอร์เนเตอร์ให้เหมือนกับรันนิ่งอัลเทอร์เนเตอร์และเกิดพร้อมกันซึ่งมีวิธีตรวจสอบได้ในวิธีขนานเครื่องดังต่อไปนี้
 1. วิธีขนานเครื่องด้วยหลอดไฟแบบ Three dark method
 2. วิธีขนานเครื่องด้วยหลอดไฟแบบ Two bright one dark method
 3. วิธีขนานเครื่องด้วยซิงโครสโคป (synchroscope)
 5. การแบ่งโหลด (Share Load)

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 5
	ชื่อหน่วย การควบคุมเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ	สอนครั้งที่ 10-12
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

เครื่องกำเนิดแต่ละตัวจะทำงานด้วยความเร็วคงที่อันหนึ่งโดยผลิตแรงดันป้อนให้กับโหลดด้วยค่าหนึ่งตลอดเวลา และจะมีความถี่ที่ตลอดเวลาด้วย ถ้าปรับความเข้มของสนามแม่เหล็กให้มากขึ้นจะทำให้แรงดันไฟฟ้าสูงขึ้น และถ้าปรับความเร็วให้สูงขึ้นจะทำให้ความถี่มากขึ้น

6. การแกว่งของเครื่องกำเนิดไฟสลับ (Hunting)

ถ้าแรงบิดของต้นกำลัง (prime mover) ไม่สม่ำเสมอหรือแกว่ง เป็นสาเหตุทำให้โรเตอร์ของเครื่องกำเนิดหมุนเร็วบ้าง ช้าบ้างไม่เท่ากับความเร็วปกติ เช่น ในกรณีเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ขับเคลื่อนด้วยเครื่องยนต์ดีเซลซึ่งความเร็วไม่สม่ำเสมอจะทำให้ความเร็วรอบของโรเตอร์ของเครื่องกำเนิดเร็วบ้าง ช้าบ้าง การที่ความเร็วรอบไม่สม่ำเสมอนี้เรียกว่า pulsating หรือ oscillating หรือเรียกว่า hunting เป็นเหตุทำให้กระแสที่ไหลในเครื่องกำเนิดที่กำลังขนานกันอยู่นั้นสูงบ้าง ต่ำบ้าง และอาจจะเป็นสาเหตุทำให้โอเวอร์โหลด รีเลย์ (over load relay) ทำงานเปิดวงจรได้

7. การระบายความร้อน

วิธีระบายความร้อนมีหลายวิธีดังนี้

1. วิธีระบายความร้อนแบบเรเดียล (radial-ventilation)
2. วิธีระบายความร้อนแบบแอกเซียล (axial-ventilation)
3. วิธีระบายความร้อนแบบผสม เรเดียลแอกเซียล (combination radial and axial ventilation)
4. วิธีระบายความร้อนแบบวงจรรปิด (totally enclosed)

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 5
	ชื่อหน่วย การควบคุมเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ	สอนครั้งที่ 10-12
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

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

- 1 หนังสือ เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ
- 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

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 5
	ชื่อหน่วย การควบคุมเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ	สอนครั้งที่ 10-12
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

- ทดสอบก่อนเรียน เปรียบเทียบกับคะแนนสอบหลังเรียน

9.2 ขณะเรียน

- ใบงาน เกณฑ์ผ่าน 50%
- แบบประเมินด้านคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์เกณฑ์ผ่าน 70%

9.3 หลังเรียน

- แบบทดสอบหลังเรียน เกณฑ์ผ่าน 50%

10. บันทึกหลังสอน

10.1 ผลการใช้แผนการจัดการเรียนรู

10.2 ผลการเรียนรู้ของนักเรียน นักศึกษา

10.3 แนวทางการพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 5
	ชื่อหน่วย การควบคุมเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ	สอนครั้งที่ 10-12
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

แบบฝึกหัดก่อนเรียน/หลังเรียน

- จากสมการ $V = E$ อักษร V หมายถึงข้อใด
 - แรงดันไฟฟ้าที่ปลายสาย
 - แรงดันเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำที่ขดลวดอาร์เมเจอร์
 - แรงดันโหลด
 - กระแสโหลด
- เมื่อไม่มีโหลดมาต่อที่ปลายของขดลวดอาร์เมเจอร์จะส่งผลอย่างไร
 - วงจรครบวงจร
 - ไม่มีกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำเกิดขึ้น
 - ไม่มีแรงเคลื่อนไฟฟ้า
 - ถูกทุกข้อ
- เครื่องกำเนิดสามเฟส 4 โพล 50 ไซเคิล 6,000 โวลท์ มี 60 สล๊อต แต่ละสล๊อตมี 2 ตัวนำ และพันเป็นแบบ 2 ชั้น แต่ละสล๊อตห่างกันเท่าใด
 - 10°
 - 11°
 - 12°
 - 15°
- ข้อใดคือสาเหตุการที่แรงดันไฟฟ้าที่ปลายสายเมื่อมีโหลดมาต่อลดลงจากเดิม
 - เนื่องจากความต้านทานของขดลวดอาร์เมเจอร์
 - เนื่องจากลิกเกจ รีแอ็กแตนซ์
 - เนื่องจากอาร์เมเจอร์ รีแอ็กชัน รีแอ็กแตนซ์
 - ถูกทุกข้อ

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 5
	ชื่อหน่วย การควบคุมเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ	สอนครั้งที่ 10-12
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

5. การเกิดลัดวงจร รีเลย์ตัดและอาร์เมเจอร์ รีเลย์ขั้น รีเลย์ตัด รีเลย์ตัด รีเลย์ตัด มารวมกันเรียกว่า

ก. ชิงโครนัส

ข. ชิงล์

ค. ลิงค์

ง. ยูส



	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 5
	ชื่อหน่วย การควบคุมเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ	สอนครั้งที่ 10-12
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

บันทึกหลังการสอน

วิชา เครื่องวัดกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ (20104-2104) 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	หน่วยที่ 6
	ชื่อหน่วย คุณสมบัติของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ	สอนครั้งที่ 13-15
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

1. สารสำคัญ

เมื่อให้ตัวต้นกำลังหมุนขับเคลื่อนที่ของเครื่องกำเนิด ส่วนเคลื่อนที่ได้เป็นขดลวดสนามแม่เหล็กขดลวดสนามแม่เหล็กจะหมุนตัดกับขดลวดอาร์มาเจอร์ ทำให้เกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำ แรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำที่เกิดขึ้นจะเป็นไปตามหลักของฟLEMING และปริมาณแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำเกิดขึ้นมากน้อยเป็นไปตามหลักของฟาราเดย์

2. สมรรถนะประจำหน่วย

คำนวณแรงดันตกคร่อม

คำนวณหาซิงโคไนส์ อิมพีแดนซ์และซิงโคไนส์รีแอกแตนซ์

คำนวณหาค่ากระแส แรงบิด และกำลังไฟฟ้า

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 ด้านความรู้

ความต้านของขดลวดอาร์มาเจอร์

อาร์มาเจอร์รีแอกแตนซ์

ความกำลังไฟฟ้าซิงโคไนส์

3.2 ด้านทักษะ

แรงดันตกคร่อมเนื่องจากอิมพีแดนซ์ของขดลวดอาร์มาเจอร์

ซิงโคไนส์อิมพีแดนซ์

แรงบิดซิงโครไนส์

3.3 คุณลักษณะที่พึงประสงค์

คำนวณหาค่าต่างๆ ได้อย่างถูกต้องตามหลักการ

4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้

1. ความต้านทานของขดลวดอาร์มาเจอร์ (Armature Effective Resistance, R_s)

เนื่องจากขดลวดอาร์มาเจอร์พันด้วยเส้นลวดที่มีพื้นที่หน้าตัดเล็กจึงทำให้ขดลวดมีความต้านทานในขดลวดเดียวกัน ถ้าป้อนแรงดันไฟสลับและแรงดันไฟตรงด้วยขนาดแรงดันเท่าใดก็ตามความต้านทานของขดลวดที่คำนวณได้จาก

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 6
	ชื่อหน่วย คุณสมบัติของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ	สอนครั้งที่ 13-15
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

กรณีทั้งสองจะไม่เท่ากัน และความต้านทานที่ได้จากการป้อนแรงดันไฟตรงเรียกว่าความต้านทานไฟตรง และความต้านทานที่ได้จากการป้อนแรงดันไฟสลับเรียกว่า ความต้านทานยังผล ซึ่งความต้านทานไฟสลับหรือความต้านทานยังผลนี้จะมีค่ามากกว่าความต้านทานไฟตรงเสมอ

2. อาร์มาเจอร์ลิกเกจรีแอคแตนซ์ (Armature Leakage Reactance, XL)

เมื่อมีกระแสไฟไหลผ่านขดลวดอาร์มาเจอร์ จะเกิดเส้นแรงแม่เหล็กขึ้นมารอบๆ ตัวนำหรือรอบๆ ขดลวดอาร์มาเจอร์ที่อยู่ในสล๊อตต่างๆ เมื่อเกิดขึ้นแล้วก็จะยุบตัวและขยายตัวเร็วหรือช้าขึ้นอยู่กับความถี่ เส้นแรงแม่เหล็กนี้เรียกว่าเส้นแรงแม่เหล็กรั่วไหลเพราะไม่ได้นำไปใช้ประโยชน์อย่างอื่นเลย หรือเรียกว่า ลิกเกจฟลักซ์ ค่าลิกเกจฟลักซ์จะขึ้นอยู่กับกระแส I ที่ไหลผ่านขดลวดอาร์มาเจอร์ และขึ้นอยู่กับมุมต่างเฟสระหว่างกระแสและแรงดัน เมื่อลิกเกจฟลักซ์มีการเปลี่ยนแปลงตามความถี่จะตัดกับขดลวดทำให้เกิดเซล์ฟอินดักแตนซ์ L (self inductance) และเกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำขึ้นมา ที่เรียกว่า เซล์ฟ อินดิวส์ อี.เอ็ม.เอฟ. (self induced emf) ซึ่งมีทิศทางตรงข้ามกับแรงดันที่ทำให้มันเกิดขึ้นส่วนล่างของสล๊อตที่มีเส้นแรงแม่เหล็กตัดอย่างหนาแน่นกว่าจะเกิดเซล์ฟอินดักแตนซ์มากกว่าส่วนบน ถ้านำตัวที่ฝังอยู่ในสล๊อตแต่ละสล๊อตเป็นแท่ง ความหนาแน่นของกระแสไฟฟ้าในส่วนบนของตัวนำในสล๊อตจะมากกว่าส่วนล่าง ดังนั้นตัวนำที่ใช้พันเป็นขดลวดอาร์มาเจอร์จึงต้องพันด้วยลวดเส้นเล็กๆ เพื่อให้ความหนาแน่นของกระแส (current density) กระจายไปเท่าๆ กัน

3. อาร์มาเจอร์รีแอคชั่น (Armature Reaction)

อาร์มาเจอร์รีแอคชั่นมาหลายลักษณะได้แก่

1. อาร์มาเจอร์รีแอคชั่นในเครื่องกำเนิดหนึ่งเฟส
2. อาร์มาเจอร์รีแอคชั่นในเครื่องกำเนิดหนึ่งเฟส เมื่อกระแสล้าหลังแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำ 90 องศาไฟฟ้า
3. อาร์มาเจอร์รีแอคชั่นในเครื่องกำเนิดหนึ่งเฟส เมื่อกระแสนำหน้าแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำ 90 องศาไฟฟ้า
4. เส้นแรงแม่เหล็กไฟฟ้าในขดลวดอาร์มาเจอร์ของเครื่องกำเนิดสามเฟส (armature magnetomotive force; mmf) เมื่อกระแสสมดุล
5. แรงเคลื่อนแม่เหล็กไฟฟ้ารวมในเครื่องกำเนิดสามเฟสเมื่อเกิดอาร์มาเจอร์รีแอคชั่น

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 6
	ชื่อหน่วย คุณสมบัติของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ	สอนครั้งที่ 13-15
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

4. แรงดันตกคร่อมเนื่องจากอิมพีแดนซ์ของขดลวดอาร์มาเจอร์ (Armature Impedance Drop)

เมื่อมีกระแสไหลในขดลวดอาร์มาเจอร์และขดลวดมีค่าอิมพีแดนซ์ จะเกิดแรงดันไฟฟ้า ตกคร่อมที่ขดลวดอาร์มาเจอร์เนื่องจากอิมพีแดนซ์นั้น จะเป็นผลทำให้แรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำเมื่อยังไม่มีโหลดลดลง

5. ซิงโครนัสอิมพีแดนซ์ (Synchronous Impedance, Z_s)

ก่อนที่จะหาค่าซิงโครนัสอิมพีแดนซ์นั้น จำเป็นจะต้องศึกษาเกี่ยวกับคุณสมบัติบางประการของเครื่องกำเนิดไฟสลับเสียก่อนดังนี้

1. คุณสมบัติวงจรเปิด
2. คุณสมบัติวงจรลัด
3. วิธีหาค่าซิงโครนัสอิมพีแดนซ์ของเครื่องกำเนิดหนึ่งเฟส
4. วิธีหาซิงโครนัสอิมพีแดนซ์ของเครื่องกำเนิดสามเฟสแบบสตาร์ (star or wye)
5. วิธีหาซิงโครนัสอิมพีแดนซ์ของเครื่องกำเนิดสามเฟสแบบเดลต้า (delta)
6. กระแสซิงโครไนซ์ (Synchronizing Current)

เมื่อเครื่องกำเนิดสองเครื่องขนานกัน (synchronized) เรียบร้อยแล้ว เครื่องกำเนิดทั้งสองจะทำงานจ่ายพลังงานไฟฟ้าให้โหลดไปด้วยกัน สมมติว่าจะเป็นด้วยเหตุใดๆก็ตามที่ทำให้เครื่องกำเนิดตัวหนึ่งตัวใดหลุดจากการขนาน (drop out of synchronism) จะมีแรงบิดซิงโครไนซ์ (synchronizing torque) มาฉุดให้เครื่องกำเนิดนั้นกลับเข้าสู่สภาวะซิงโครนิซึม (synchronism) อีก โดยเมื่อเครื่องกำเนิดตัวหนึ่งตัวใดหลุดจากการขนานจะเป็นผลทำให้เกิดกระแสซิงโครไนซ์และเกิดแรงบิดซิงโครไนซ์ ดังนั้นจึงต้องเร่งความเร็วของเครื่องกำเนิดที่ช้าขึ้นและลดความเร็วของเครื่องกำเนิดตัวที่เร็วลงเพื่อให้เครื่องกำเนิดทั้งสองอยู่ในสภาวะซิงโครนิซึมอีก กระแส I_s นี้ จะรวมกับกระแสโหลดขณะเมื่อเครื่องกำเนิดทั้งสองจ่ายโหลดอยู่ คือ กระแสจะเพิ่มขึ้นจากกระแสโหลดปกติ

7. กำลังไฟฟ้าซิงโครไนซ์ (Synchronizing Power)

เมื่อเครื่องกำเนิด No.2 หลุดจากการขนาน หมายความว่า ความเร็วลดลง ดังนั้น เครื่องกำเนิด No.1 จะป้อนกำลังไฟฟ้าให้กับเครื่องกำเนิด No.2 ทำให้เครื่องกำเนิด No.2 เร่งตัวมีความเร็วเพิ่มขึ้น และกลับเข้าสู่สภาวะการขนาน (ซิงโครไนซ์) อีก กำลังไฟฟ้าที่ป้อนให้กับเครื่องกำเนิด No.2 นี้เรียกว่า กำลังไฟฟ้าซิงโครไนซ์

8. แรงบิดซิงโครไนซ์ (Synchronizing torque)

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 6
	ชื่อหน่วย คุณสมบัติของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ	สอนครั้งที่ 13-15
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

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

1. หนังสือ เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ
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

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 6
	ชื่อหน่วย คุณสมบัติของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ	สอนครั้งที่ 13-15
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

- ทดสอบก่อนเรียน เปรียบเทียบกับคะแนนสอบหลังเรียน

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	หน่วยที่
	ชื่อหน่วย คุณสมบัติของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ	6
		สอนครั้งที่
		13-15
		ชั่วโมงรวม
		4
		จำนวนชั่วโมง
		4

แบบฝึกหัดก่อนเรียน/หลังเรียน

- จากสมการ $V = E$ อักษร V หมายถึงข้อใด
 - แรงดันไฟฟ้าที่ปลายสาย
 - แรงดันเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำที่ขดลวดอาร์เมเจอร์
 - แรงดันโพล
 - กระแสโพล
- เมื่อไม่มีโพลมาต่อที่ปลายของขดลวดอาร์เมเจอร์จะส่งผลอย่างไร
 - วงจรครบวงจร
 - ไม่มีกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำเกิดขึ้น
 - ไม่มีแรงเคลื่อนไฟฟ้า
 - ถูกทุกข้อ
- เครื่องกำเนิดสามเฟส 4 โพล 50 ไซเคิล 6,000 โวลท์ มี 60 สล๊อต แต่ละสล๊อตมี 2 ตัวนำ และพันเป็นแบบ 2 ชั้น แต่ละสล๊อตห่างกันเท่าใด
 - 10°
 - 11°
 - 12°
 - 15°
- ข้อใดคือสาเหตุการที่แรงดันไฟฟ้าที่ปลายสายเมื่อมีโพลมาต่อลดลงจากเดิม
 - เนื่องจากความต้านทานของขดลวดอาร์เมเจอร์
 - เนื่องจากลิกเกจ รีแอคแตนซ์
 - เนื่องจากอาร์เมเจอร์ รีแอคชั่น รีแอคแตนซ์
 - ถูกทุกข้อ

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 6
	ชื่อหน่วย คุณสมบัติของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ	สอนครั้งที่ 13-15
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

5. การเกิดลัดวงจร รีเลย์ตัดและอาร์เมเจอร์ รีเลย์ชั้น รีเลย์ตัดชั้น มารวมกันเรียกว่า

ก. ชิงโครนัส

ข. ชิงล์

ค. ลิงค์

ง. ยูส



	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 6
	ชื่อหน่วย คุณสมบัติของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ	สอนครั้งที่ 13-15
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

บันทึกหลังการสอน

วิชา เครื่องวัดกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ (20104-2104) 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	หน่วยที่ 7
	ชื่อหน่วย ข้อขัดข้องและการแก้ไขบำรุงรักษา	สอนครั้งที่ 16-18
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

1. สาระสำคัญ

เครื่องกำเนิดไฟฟ้าเหมือนกับเครื่องยนต์ทั่วไป คือ เมื่อใช้ไปนานๆ แล้ว ย่อมมีชำรุด เสียหายเกิดขึ้นได้ เมื่อใดก็ตามหากเครื่องมีการชำรุดแล้ว ก็จำเป็นต้องมีการซ่อมแซมแก้ไขให้ใช้งานได้ แต่เพื่อให้อายุของเครื่องยืด ยืนนานทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ เมื่อถึงระยะเวลาอันสมควรแล้วจะต้องมีการบำรุงรักษาทันที เป็นการป้องกัน ไม่ให้เกิดความชำรุดเสียหายขึ้นได้

2. สมรรถนะประจำหน่วย

- ตรวจสอบบำรุงรักษา และทดสอบการทำงานเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 ด้านความรู้

ขณะทำงานมีเสียงดังผิดปกติ

ความร้อนสูงผิดปกติ

แรงดันเอาต์พุตสูงผิดปกติ

ขดลวดสนามแม่เหล็กร้อนเกินไป

แรงดันเอาต์พุตสูงๆ ต่ำ

3.2 ด้านทักษะ

ตรวจสอบบำรุงรักษา และทดสอบการทำงานเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

โครงเครื่องกำเนิดแล้วไฟช็อค (ดูด)

3.3 คุณลักษณะที่พึงประสงค์

ตรวจสอบบำรุงรักษา และทดสอบการทำงานเครื่องกำเนิดไฟฟ้าได้อย่างถูกต้องตามหลักการ

4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้

1. ขณะทำงานมีเสียงดังผิดปกติ

สาเหตุ : อาจเกิดจากโหลดไม่สมดุล

แก้ไข : ตรวจสอบและแก้ไขโหลดให้สมดุล

สาเหตุ : ตัวเชื่อม Coupling หลวม หรือการ Coupling ไม่ได้ระดับ

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 7
	ชื่อหน่วย ข้อขัดข้องและการแก้ไขบำรุงรักษา	สอนครั้งที่ 16-18
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

แก้ไข : ปรับการ Coupling ให้ได้ระดับ และทำให้แน่น

สาเหตุ : ระยะช่องว่างระหว่างโรเตอร์ และสเตเตอร์ไม่ดี

แก้ไข : ตรวจสอบสายพาน ลูกปืนหลวมหรือเสีย ให้ปรับและจัดระดับเพลลา หรือเปลี่ยนลูกปืนใหม่

สาเหตุ : แผ่นเหล็กบาง (lamination) หลวม

แก้ไข : กวดนัทให้แน่น หรืออาบวานิชและอบใหม่

2. ความร้อนสูงผิดปกติ

สาเหตุ : ทำงานเกินพิกัด (over load)

แก้ไข : วัดกระแสเทียบกับขนาดบนแผ่นป้าย (name plate) และลดโหลด

สาเหตุ : โหลดไม่สมดุล

แก้ไข : จัดโหลดให้สมดุล

สาเหตุ : พิวส์ต่อสายไปโหลดขาด

แก้ไข : เปลี่ยนฟิวส์ใหม่

สาเหตุ : การระบายความร้อนไม่ดี

แก้ไข : ทำความสะอาด และเอาสิ่งกีดขวางทางระบายความร้อนออก

สาเหตุ : ขดลวดโรเตอร์ลัดวงจรหรือขดลวดไม่ครบวงจร หรือขดลวดรั่วลงดิน

แก้ไข : ตรวจสอบและเปลี่ยนขดลวดที่ชำรุดใหม่

สาเหตุ : ขดลวดสเตเตอร์ลัดวงจรหรือขดลวดไม่ครบวงจร หรือขดลวดรั่วลงดิน

แก้ไข : ตรวจสอบและเปลี่ยนขดลวดที่ชำรุดใหม่

สาเหตุ : ลูกปืน (bearings)

แก้ไข : ตรวจสอบลูกปืนว่าหลวมหรือแห้งหรือแตกหรือมีน้ำมันหล่อลื่นมากเกินไป เปลี่ยนลูกปืนที่หลวมหรือแตกหล่อลื่นลูกปืนที่แห้งแล้วเติมน้ำมันหล่อลื่นในลูกปืนที่มีน้ำมันหล่อลื่นมากเกินไป

3. ขณะทำงานไม่มีแรงดันเอาต์พุต

สาเหตุ : ขดลวดสเตเตอร์ลัดวงจรหรือขดลวดวงจรเปิด

แก้ไข : ตรวจสอบและเปลี่ยนขดลวดที่ชำรุดใหม่

สาเหตุ : ขดลวดโรเตอร์ลัดวงจรหรือขดลวดวงจรเปิด

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่
	ชื่อหน่วย ข้อขัดข้องและการแก้ไขบำรุงรักษา	7
		สอนครั้งที่
		16-18
		ชั่วโมงรวม
		4
		จำนวนชั่วโมง
		4

- แก้ไข : ตรวจสอบและเปลี่ยนขดลวดที่ชำรุดใหม่
- สาเหตุ : สลลปริงลัดวงจร
- แก้ไข : ปลดสายไฟวงจรฟิลด์ ตรวจสอบความต้านทานฉนวน สลลปริง ด้วยเมกเกอร์แล้วแก้ไขให้ดี
- สาเหตุ : ความชื้นภายใน
- แก้ไข : ตรวจสอบความต้านทานของขดลวด แล้วอบให้แห้ง
- สาเหตุ : ไม่มีแรงดันไฟตรงที่แปรงถ่านบนสลลปริง หรือไม่มีแรงดันไฟตรงจากเอกซ์ไซด์เตอร์
- แก้ไข : ตรวจสอบดูความบกพร่องของสวิทช์ ตรวจสอบดูฟิวส์จากสายไฟเอกซ์ไซด์เตอร์ ซ่อมหรือเปลี่ยนสวิทช์ เปลี่ยนฟิวส์
- สาเหตุ : โวลท์มิเตอร์บกพร่อง
- แก้ไข : ใช้โวลท์มิเตอร์ที่ดีตรวจสอบ ถ้าโวลท์มิเตอร์เกิดบกพร่องหรือเสียให้แก้ไข หรือเปลี่ยนใหม่
- สาเหตุ : ชั้น (shunt) ของแอมมิเตอร์วงจรเปิด
- แก้ไข : เปลี่ยนแอมมิเตอร์ และชั้นใหม่
- สาเหตุ : ข้อต่อที่สลลปริงไม่ดี
- แก้ไข : ทำความสะอาดสลลปริงและแปรงถ่าน ปรับแปรงถ่านให้สัมผัสแน่น
- สาเหตุ : หลักดต่อสายหลวม
- แก้ไข : ทำความสะอาดและปรับหน้าสัมผัสให้แน่น
- สาเหตุ : ลืมปรับโวลท์เตจเรกกูเลเตอร์ และกัฟเวอร์เนอร์ควบคุมความเร็ว
- แก้ไข : ปรับกัฟเวอร์เนอร์ควบคุมความเร็ว และปรับโวลท์เตจเรกกูเลเตอร์

4. แรงดันอาร์คพุทสูงผิดปกติ

- สาเหตุ : ความเร็วสูงเกินไป
- แก้ไข : ปรับกัฟเวอร์เนอร์ควบคุมความเร็วให้เปิดน้อยลง
- สาเหตุ : บ่อนฟิลด์มากเกินไป
- แก้ไข : ปรับโวลท์เตจเรกกูเลเตอร์
- สาเหตุ : ขดลวดสเตเตอร์ที่ต่อแบบเดลตัววงจรเปิดชุดหนึ่ง
- แก้ไข : ต่อ หรือซ่อม หรือเปลี่ยนขดลวดที่ชำรุดใหม่

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 7
	ชื่อหน่วย ข้อขัดข้องและการแก้ไขบำรุงรักษา	สอนครั้งที่ 16-18
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

5. ความถี่ไม่ถูกต้อง หรือเปลี่ยนแปลงอยู่เรื่อยๆ

สาเหตุ : ความถี่ไม่ถูกต้อง หรือเปลี่ยนแปลงอยู่เรื่อยๆ

แก้ไข : ปรับกัฟเวอร์เนอร์ควบคุมความเร็ว

สาเหตุ : แรงดันไฟตรงที่ป้อนฟิลต์ไม่คงที่

แก้ไข : ปรับสายพานขับเคลื่อนซีไซด์เตอร์ให้ตึง

6. แรงดันเอาต์พุตสูงๆ ต่ำๆ

สาเหตุ : หน้าสัมผัสโวลต์เตจเรกกูเลเตอร์สกปรก

แก้ไข : ทำความสะอาด และ ปรับหน้าสัมผัสให้แน่น

สาเหตุ : ความต้านทานฟิลต์ภายนอกไม่แน่น

แก้ไข : ต่อและปรับหน้าสัมผัสให้แน่น

7. สเตเตอร์ร้อนเป็นจุดๆ

สาเหตุ : ขดลวดอาร์มาเจอร์บางเฟสลัดวงจร

แก้ไข : ตรวจสอบและเปลี่ยนขดลวดที่ชำรุดใหม่

สาเหตุ : โรเตอร์ไม่ได้ศูนย์กลาง (ระยะช่องว่างระหว่างโรเตอร์และสเตเตอร์ไม่เสมอ)

แก้ไข : ตรวจสอบการโค้งงอของเพลลา ตรวจสอบลูกปืนแตกหรือหลวม แล้วตัด-ปรับเพลลาให้ตรง เปลี่ยนลูกปืนใหม่

สาเหตุ : ขดลวดแต่ละวงจรไม่สมดุล

แก้ไข : ปรับขดลวดแต่ละวงจรให้สมดุล

สาเหตุ : ข้อต่อขดลวดไม่แน่น

แก้ไข : ทำข้อต่อขดลวดให้แน่น

สาเหตุ : การต่อลำดับเฟสของขดลวดผิด

แก้ไข : ต่อลำดับเฟสของขดลวดให้ถูกต้อง

8. ขดลวดสนามแม่เหล็กร้อนเกินไป

สาเหตุ : ขดลวดสนามแม่เหล็กลัดวงจร

แก้ไข : ตรวจสอบและเปลี่ยนขดลวดที่ชำรุดใหม่

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 7
	ชื่อหน่วย ข้อขัดข้องและการแก้ไขบำรุงรักษา	สอนครั้งที่ 16-18
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

สาเหตุ : กระแสไฟตรงป้อนฟิลต์สูงเกินไป

แก้ไข : ลดกระแสไฟตรงจากเอกซ์ไซด์เตอร์ลง โดยปรับที่โวลท์เตจเรกกูเลเตอร์

สาเหตุ : การระบายความร้อนไม่ดี

แก้ไข : ทำความสะอาดส่วนต่างๆ เอาสิ่งสกปรกที่กีดขวางทางระบายความร้อนออก

9. เมื่อสัมผัสโครงเครื่องกำเนิดแล้วไฟช็อต (ดูด)

สาเหตุ : ต่อขดลวดสนามแม่เหล็กที่สเตเตอร์กลับทาง

แก้ไข : ตรวจสอบลำดับขั้ว และต่อลำดับขั้วสายไฟให้ถูกต้อง

สาเหตุ : ประจุไฟฟ้าสถิต หรือ ขดลวดสนามแม่เหล็กรั่วลงดิน

แก้ไข : ตรวจสอบข้อต่อสายดินของโครงเครื่องกำเนิด ทำความสะอาดและต่อใหม่ให้แน่น ซ่อมหรือเปลี่ยนขดลวดสนามแม่เหล็ก

สาเหตุ : ขดลวดอาร์มาเจอร์รั่วลงดิน

แก้ไข : ตรวจสอบการรั่วลงดินของขดลวดอาร์มาเจอร์ ซ่อมหรือเปลี่ยนขดลวดอาร์มาเจอร์ใหม่

5.3 การสรุป

1. ครูผู้สอนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนซักถามข้อสงสัยที่เกิดขึ้นระหว่างการเรียนการสอน ตอบข้อซักถามและสรุปเนื้อหาโดยสรุป

5.4 การวัดและประเมินผล

1. นักเรียนทำทดสอบแบบทดสอบ

2. นักเรียนรับฟังคำเฉลยแบบทดสอบ

3. ครูบันทึกผลการประเมิน

6. สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้

6.1 สื่อสิ่งพิมพ์

1 หนังสือ เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 7
	ชื่อหน่วย ข้อขัดข้องและการแก้ไขบำรุงรักษา	สอนครั้งที่ 16-18
		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 ผลการใช้แผนการจัดการเรียนรู้รูป

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 7
	ชื่อหน่วย ข้อขัดข้องและการแก้ไขบำรุงรักษา	สอนครั้งที่ 16-18
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

10.2 ผลการเรียนรู้ของนักเรียน นักศึกษา

.....

.....

.....

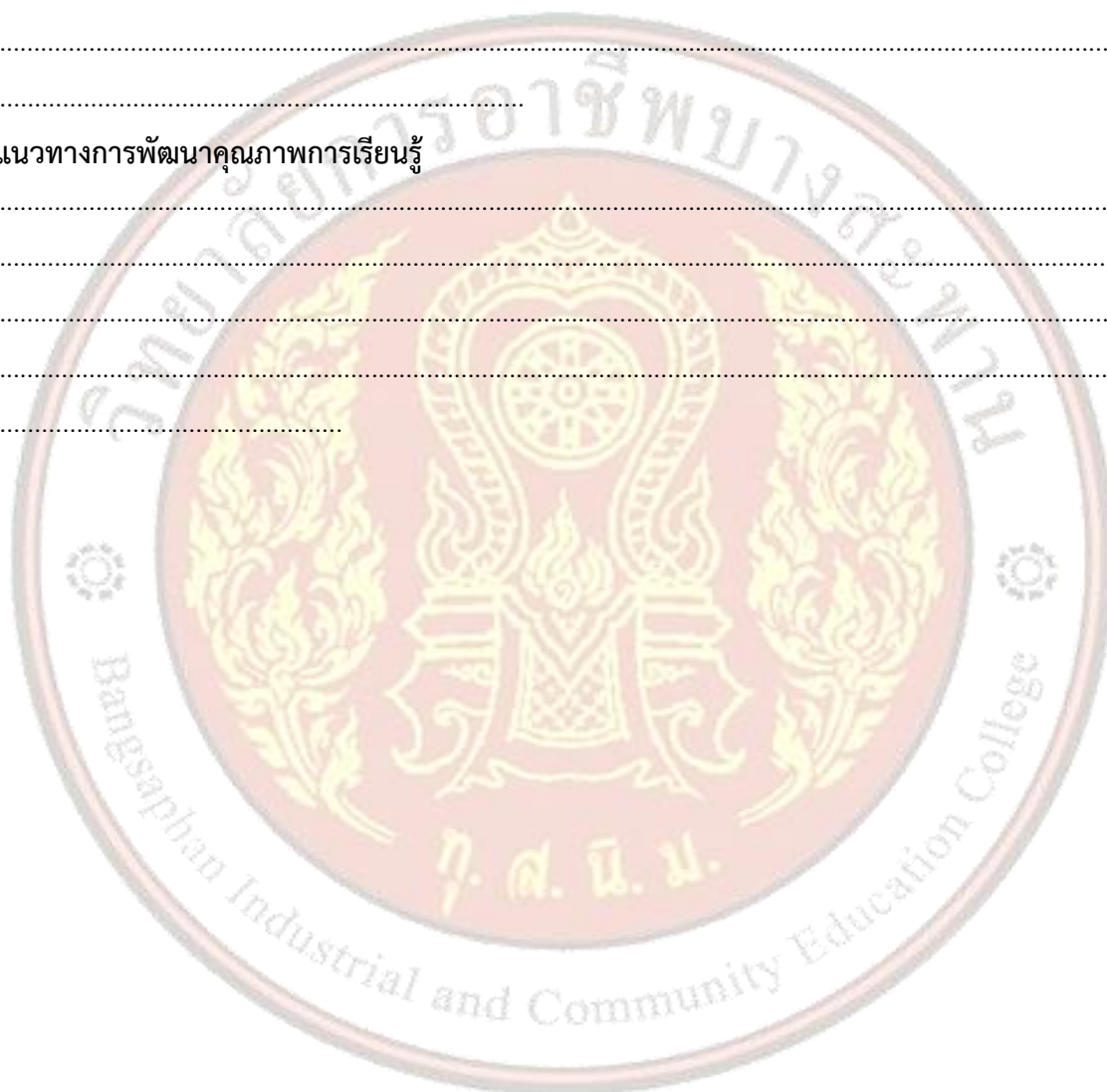
10.3 แนวทางการพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....



	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บุคลากรหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 7
	ชื่อหน่วย ข้อขัดข้องและการแก้ไขบำรุงรักษา	สอนครั้งที่ 16-18
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

แบบฝึกหัดก่อนเรียน/หลังเรียน

- จากสมการ $V = E$ อักษร V หมายถึงข้อใด
 - แรงดันไฟฟ้าที่ปลายสาย
 - แรงดันเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำที่ขดลวดอาร์เมเจอร์
 - แรงดันโพลด
 - กระแสโพลด
- เมื่อไม่มีโหลดมาต่อที่ปลายของขดลวดอาร์เมเจอร์จะส่งผลอย่างไร
 - วงจรครบวงจร
 - ไม่มีกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำเกิดขึ้น
 - ไม่มีแรงเคลื่อนไฟฟ้า
 - ถูกทุกข้อ
- เครื่องกำเนิดสามเฟส 4 โพล 50 ไซเคิล 6,000 โวลท์ มี 60 สล็อต แต่ละสล็อตมี 2 ตัวนำ และพันเป็นแบบ 2 ชั้น แต่ละสล็อตห่างกันเท่าใด
 - 10°
 - 11°
 - 12°
 - 15°
- ข้อใดคือสาเหตุการที่แรงดันไฟฟ้าที่ปลายสายเมื่อมีโหลดมาต่อลดลงจากเดิม
 - เนื่องจากความต้านทานของขดลวดอาร์เมเจอร์
 - เนื่องจากลิกเกจ รีแอคแตนซ์
 - เนื่องจากอาร์เมเจอร์ รีแอคชั่น รีแอคแตนซ์
 - ถูกทุกข้อ

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 7
	ชื่อหน่วย ข้อขัดข้องและการแก้ไขบำรุงรักษา	สอนครั้งที่ 16-18
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

5. การเกิดลึกลับ รีดอกแทนซ์และอาร์เมเจอร์ รีดอกชั่น รีดอกแทนซ์ มารวมกันเรียกว่า

- ก. ซิงโครนัส
- ข. ซิงล์
- ค. ลิงค์
- ง. ยูส



	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 7
	ชื่อหน่วย ข้อขัดข้องและการแก้ไขบำรุงรักษา	สอนครั้งที่ 16-18
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

บันทึกหลังการสอน

วิชา เครื่องวัดกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ (20104-2104) 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