



แผนการจัดการเรียนรู้

ชื่อวิชา หม้อแปลงไฟฟ้า รหัสวิชา 20104-2105 ทฤษฎี 1 ปฏิบัติ 3 หน่วยกิต 2

หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ

ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาไฟฟ้ากำลัง

สาขางานไฟฟ้ากำลัง

จัดทำโดย

นางสาววรัญญา พรหมสาขา ณ สกลนคร

วิทยาลัยการอาชีวศึกษาบ้านผือ

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ



หลักสูตรรายวิชา

ชื่อวิชา หม้อแปลงไฟฟ้า

รหัสวิชา 20104-2105

ทฤษฎี 1 ปฏิบัติ 3 หน่วยกิต 2

หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ

สาขาวิชาไฟฟ้ากำลัง

สาขางานไฟฟ้ากำลัง

จุดประสงค์รายวิชา

1. เพื่อให้รู้เข้าใจโครงสร้าง หลักการทำงาน ชนิดและขนาดของหม้อแปลงไฟฟ้า
2. เพื่อให้มีทักษะการพันหม้อแปลง การนำไปใช้งานและการบำรุงรักษา
3. เพื่อให้มีเจตคติและกิจนิสัยที่ดีในการทำงาน มีความละเอียดรอบคอบ ปลอดภัย เป็นระเบียบ สะอาด ตรงต่อเวลา มีความซื่อสัตย์และรับผิดชอบ

สมรรถนะรายวิชา


1. แสดงความรู้เกี่ยวกับโครงและหลักการทำงานขึงหม้อแปลงไฟฟ้า
2. ปฏิบัติงานถอด พันขดลวดต่อวงจร ประกอบชิ้นส่วนและทดสอบหม้อแปลงไฟฟ้า
3. ซ่อมบำรุงรักษาหม้อแปลงไฟฟ้า

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาและปฏิบัติเกี่ยวกับโครงสร้าง ชนิด ขนาดของหม้อแปลงไฟฟ้าและหม้อแปลงความถี่สูง หลักการเกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำ สมการแรงเคลื่อนไฟฟ้า อัตราส่วนการเปลี่ยนแปลง หม้อแปลง ประกอบเครื่องวัดไฟฟ้า การออกแบบหม้อแปลงขนาดเล็ก งานถอดประกอบชิ้นส่วนและแปลงไฟฟ้า งานแบบและสร้างอบบิแปลงไฟฟ้างานต่อหม้อแปลงไฟฟ้าแบบสตาร์ เดลต้า งานทดสอบหาค่าการสูญเสียและแปลงไฟฟ้า งานกำหนดขั้วหม้อแปลงไฟฟ้า งานขนานหม้อแปลงไฟฟ้า งานบำรุงรักษาหม้อแปลงไฟฟ้า

หน่วยการเรียนรู้

หน่วยที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	จำนวนชั่วโมง	สัปดาห์ที่
1	วงจรแม่เหล็กและการเหนี่ยวนำแม่เหล็ก	8	1-2
2	โครงสร้างและการทำงานของหม้อแปลงไฟฟ้า	8	3-4
3	หม้อแปลงไฟฟ้าเมื่อไม่มีโหลด	8	5-6
4	หม้อแปลงไฟฟ้าเมื่อมีโหลด	8	7-8
5	วงจรสมมูลของหม้อแปลงไฟฟ้า	8	9-10
6	การทดสอบหม้อแปลงไฟฟ้า	8	11-12
7	ประสิทธิภาพของหม้อแปลงไฟฟ้า	8	13-14
8	เครื่องหมายแสดงขั้วและการขนานหม้อแปลงไฟฟ้า	8	15-16
9	การต่อหม้อแปลงไฟฟ้า 1 เฟส เข้ากับไฟฟ้า 3 เฟส	8	17
10	วัดผลสัมฤทธิ์ปลายภาคเรียน	4	18
	รวม	72	

	แผนการจัดการเรียนรู้	หน่วยการเรียนรู้ที่ 1
	ชื่อวิชาหม้อแปลงไฟฟ้า	รวม 8 ชั่วโมง
	ชื่อหน่วยวงจรแม่เหล็กและการเหนี่ยวนำแม่เหล็ก	สอนครั้งที่ 1-2
ชื่อเรื่องวงจรแม่เหล็กและการเหนี่ยวนำแม่เหล็ก		จำนวน 8 ชั่วโมง

1. สารสำคัญ

ขดลวดที่พันรอบแกนเหล็กเมื่อจ่ายกระแสไฟฟ้าเข้าไปจะทำให้เกิดเส้นแรงแม่เหล็กเดินทางผ่านแกนเหล็กที่มีพื้นที่หน้าตัดจำนวนหนึ่ง ซึ่งส่วนประกอบของวงจรแม่เหล็กขั้นพื้นฐานได้แก่ ความหนาแน่นของเส้นแรงแม่เหล็ก แรงดันแม่เหล็ก ความเข้มของสนามแม่เหล็ก ความซาบซึมได้ และความต้านทานแม่เหล็ก

วงจรแม่เหล็กแบ่งเป็นวงจรแม่เหล็กแบบอนุกรม ซึ่งวงจรแม่เหล็กแบบอนุกรมเป็นวงจรแม่เหล็กที่มีทางเดินของเส้นแรงแม่เหล็กที่ครบวงจรเพียงเส้นทางเดียว ส่วนวงจรแม่เหล็กแบบขนานเป็นวงจรแม่เหล็กที่มีทางเดินของเส้นแรงแม่เหล็กที่ครบวงจรมากกว่าหนึ่งเส้นทาง โดยการคำนวณเกี่ยวกับวงจรแม่เหล็กของหน่วยนี้จะใช้กราฟของเส้นโค้งความสัมพันธ์ ระหว่าง B กับ H ซึ่งเป็นการคำนวณขั้นพื้นฐานและเข้าใจได้ง่าย

ตัวนำหรือตัวนำที่พันเป็นขดลวดเมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านจะทำให้เกิดเส้นแรงแม่เหล็กรอบตัวนำและรอบขดลวด ถ้ามีการเปลี่ยนแปลงของกระแสไฟฟ้าจะเป็นผลให้เส้นแรงแม่เหล็กเกิดการเปลี่ยนแปลงไปด้วยและตัดกับตัวนำ เรียกแรงดันไฟฟ้าที่เกิดขึ้นนี้ว่า แรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำในตัวเอง ถ้าเกิดมีการเปลี่ยนแปลงของเส้นแรงแม่เหล็กจากขดลวดหนึ่งไปคล้องตัดกับอีกขดลวดหนึ่ง ก็จะทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำขึ้นกับขดลวดที่ไปคล้องเรียกแรงดันไฟฟ้านี้ว่า แรงดันไฟฟ้าของการเหนี่ยวนำร่วม

2. สมรรถนะประจำหน่วย

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับวงจรแม่เหล็กและการเหนี่ยวนำแม่เหล็ก
2. ต่อบริการทดลองการเกิดแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำเมื่อต่อเข้ากับไฟฟ้ากระแสตรงและไฟฟ้ากระแสสลับ

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 ด้านความรู้

1. อธิบายส่วนประกอบของวงจรแม่เหล็ก
2. อธิบายเส้นโค้งความสัมพันธ์ระหว่าง B กับ H
3. อธิบายวงจรแม่เหล็กแบบอนุกรม
4. อธิบายวงจรแม่เหล็กแบบขนาน
5. คำนวณหาค่าต่าง ๆ ในวงจรแม่เหล็ก
6. อธิบายการเหนี่ยวนำแม่เหล็ก

3.2 ด้านทักษะ

1. วัดค่ากระแสไฟฟ้าและคำนวณหาแรงดันแม่เหล็ก
2. วัดหาแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงเส้นแรงแม่เหล็กโดยต่อเข้ากับไฟฟ้ากระแสตรง
3. วัดหาแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงเส้นแรงแม่เหล็กโดยต่อเข้ากับไฟฟ้ากระแสสลับ

4. สารการเรียนรู้

- 1.1 ส่วนประกอบของวงจรแม่เหล็ก
 - 1.1.1 ความหนาแน่นของเส้นแรงแม่เหล็ก
 - 1.1.2 แรงดันแม่เหล็ก
 - 1.1.3 ความเข้มของสนามแม่เหล็ก
 - 1.1.4 ความซาบซึมได้
 - 1.1.5 ความต้านทานแม่เหล็ก
- 1.2 เส้นโค้งความสัมพันธ์ระหว่าง B กับ H
- 1.3 วงจรแม่เหล็กแบบอนุกรม
 - 1.3.1 แบบไม่มีช่องอากาศ
 - 1.3.2 แบบมีช่องอากาศ
- 1.4 วงจรแม่เหล็กแบบขนาน
- 1.5 การคำนวณหาค่าต่าง ๆ ในวงจรแม่เหล็ก
- 1.6 การเหนี่ยวนำแม่เหล็ก
 - 1.6.1 กฎของเลนซ์
 - 1.6.2 กฎของฟาราเดย์

5.1 การนำเข้าสู่บทเรียน

1. ครูชี้แจงรายละเอียดเกี่ยวกับจุดประสงค์ สมรรถนะและคำอธิบายรายวิชา การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้ คุณลักษณะนิสัยที่ต้องการให้เกิดขึ้น และข้อตกลงในการเรียน
2. ครูให้หนังสือเรียน
3. ครูนำเข้าสู่บทเรียน และครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้
4. ครูสอนเนื้อหาสาระข้อ 1.1 – 1.6
5. นักเรียนทำแบบฝึกหัด
6. ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยแบบฝึกหัด และร่วมอภิปรายสรุปบทเรียน
7. ให้นักเรียนทำตามใบงานที่ 1 ครูจะสังเกตการทำงานกลุ่ม
8. นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนหน่วยที่ 1

6.สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้

6.1 สื่อสิ่งพิมพ์

สื่อการเรียนรู้ หนังสือเรียน หน่วยที่ 1

6.2 สื่อโสตทัศน (ถ้ามี)


PowerPoint ประกอบการสอน

7. เอกสารประกอบการจัดการเรียนรู้ (ใบความรู้ ใบงาน ใบมอบหมายงาน ฯลฯ)

8. การบูรณาการ/ความสัมพันธ์กับวิชาอื่น

9. การวัดและประเมินผล

การวันผล (ใช้เครื่องมือ)	การประเมินผล (นำผลเทียบกับเกณฑ์และแปลความหมาย)
1.แบบสังเกตการณ์ทำงานกลุ่มและนำเสนอผลงานกลุ่ม	เกณฑ์ผ่าน 60%
2. แบบฝึกหัดหน่วยที่ 1	เกณฑ์ผ่าน 50%
3. ใบงานที่ 1	เกณฑ์ผ่าน 60%
4 .แบบทดสอบก่อนเรียน หน่วยที่ 1	เกณฑ์ผ่าน 50%
5. แบบทดสอบหลังเรียนหน่วยที่ 1	เกณฑ์ผ่าน 60%

	แผนการจัดการเรียนรู้	หน่วยการเรียนรู้ที่ 2
	ชื่อวิชาหม้อแปลงไฟฟ้า	รวม 8 ชั่วโมง
	ชื่อหน่วยโครงสร้างและการทำงานของหม้อแปลงไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 3-4 จำนวน 8 ชั่วโมง
ชื่อเรื่องโครงสร้างและการทำงานของหม้อแปลงไฟฟ้า		

1. สาระสำคัญ

หม้อแปลงไฟฟ้าเป็นเครื่องกลไฟฟ้าที่ไม่มีส่วนใดเคลื่อนที่ ซึ่งทำหน้าที่เพิ่มหรือลดระดับแรงดันไฟฟ้าตามลักษณะเพื่อใช้ในการส่งจ่ายกำลังไฟฟ้าที่ระดับแรงดันสูงที่พอเหมาะ แล้วจึงลดระดับแรงดันลงมาเพื่อใช้งานตามสถานที่นั้น ๆ ต้องการ หม้อแปลงไฟฟ้าจะทำหน้าที่ก็ต่อเมื่อจ่ายไฟเข้าทางด้านปฐมภูมิเป็นไฟฟ้ากระแสสลับ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงของไฟฟ้าสลับทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของเส้นแรงแม่เหล็ก นั่นคือ เกิดการยุบและการขยายตัวของสนามแม่เหล็กไปตัดกับขดลวดทำให้เกิดการเหนี่ยวนำไฟฟ้าขึ้น โดยขนาดของหม้อแปลงไฟฟ้าจะบอกเป็นหน่วยกำลังไฟฟ้าที่หม้อแปลงไฟฟ้าทนได้เป็นโวลต์แอมแปร์ (VA) กิโลโวลต์แอมแปร์ (kVA) หรือเมกะโวลต์แอมแปร์ (MVA) และจะบอกระดับแรงดันที่ใช้ เช่น หม้อแปลงไฟฟ้าขนาด 10 kVA 1200/220 V และ 500 kVA 115/24 kV เป็นต้น

2. สมรรถนะประจำหน่วย

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับโครงสร้างและการทำงานของหม้อแปลงไฟฟ้า
2. ต่อย่างจรทดลองการทำงานของหม้อแปลงไฟฟ้าและอัตราส่วนของหม้อแปลงไฟฟ้า

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 ด้านความรู้

1. บอกขนาดและมาตรฐานของหม้อแปลงไฟฟ้า
2. อธิบายโครงสร้างและชนิดของหม้อแปลงไฟฟ้า
3. อธิบายหม้อแปลงไฟฟ้าในอุดมคติและการทำงานเบื้องต้น
4. บอกสมการแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำ อัตราส่วน และพิกัดของหม้อแปลงไฟฟ้า
5. คำนวณหาค่าต่าง ๆ ในการทำงานของหม้อแปลงไฟฟ้า

3.2 ด้านทักษะ

1. วัดแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าของหม้อแปลงไฟฟ้าแบบลดแรงดัน
2. วัดแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าของหม้อแปลงไฟฟ้าแบบเพิ่มแรงดัน
3. คำนวณหาค่าอัตราส่วนของหม้อแปลงไฟฟ้าแบบลดแรงดันและเพิ่มแรงดัน

4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้

- 2.1 ขนาดและมาตรฐานของหม้อแปลงไฟฟ้า

- 2.1.1 หม้อแปลงไฟฟ้าขนาดเล็ก
- 2.1.2 หม้อแปลงไฟฟ้าขนาดกลาง
- 2.1.3 หม้อแปลงไฟฟ้าขนาดใหญ่
- 2.2 โครงสร้างและชนิดของหม้อแปลงไฟฟ้า
 - 2.2.1 โครงสร้างของหม้อแปลงไฟฟ้า
 - 2.2.2 ชนิดของหม้อแปลงไฟฟ้า
- 2.3 หม้อแปลงไฟฟ้าในอุดมคติและการทำงานเบื้องต้น
 - 2.3.1 การทำงานของหม้อแปลงไฟฟ้าในอุดมคติ
 - 2.3.2 เฟสเซอร์ไดอะแกรมของหม้อแปลงไฟฟ้าในอุดมคติ
- 2.4 สมการแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำ อัตราส่วน และพิกัดของหม้อแปลงไฟฟ้า
 - 2.4.1 อัตราส่วนของหม้อแปลงไฟฟ้า
 - 2.4.2 พิกัดของหม้อแปลงไฟฟ้า
- 2.5 การคำนวณหาค่าต่าง ๆ ในการทำงานของหม้อแปลงไฟฟ้า

5. การนำเข้าสู่บทเรียน

1. ครูทบทวนเนื้อหาการสอน
2. นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนหน่วยที่ 2
3. แบ่งกลุ่มนักเรียนเป็นกลุ่มๆ ละ 4-5 คน
4. ครูนำเข้าสู่บทเรียน และครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้
5. ครูสอนเนื้อหาสาระ
6. นักเรียนทำแบบฝึกหัดเป็นกลุ่ม ขณะนักเรียนทำแบบฝึกหัดครูจะสังเกตการทำงานกลุ่ม
7. ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยแบบฝึกหัด และร่วมอภิปรายสรุปบทเรียน
8. นักเรียนปฏิบัติตามใบงานที่ 2
9. นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนหน่วยที่ 2

6. สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้

6.1 สื่อสิ่งพิมพ์

สื่อการเรียนรู้ หนังสือเรียน หน่วยที่ 2

6.2 สื่อโสตทัศน (ถ้ามี)


PowerPoint ประกอบการสอน

7. เอกสารประกอบการจัดการเรียนรู้ (ใบความรู้ ใบงาน ใบมอบหมายงาน ฯลฯ)

8. การบูรณาการ/ความสัมพันธ์กับวิชาอื่น

9.การวัดและประเมินผล

การวันผล (ใช้เครื่องมือ)	การประเมินผล (นำผลเทียบกับเกณฑ์และแปลความหมาย)
1.แบบสังเกตการณ์ทำงานกลุ่มและนำเสนอผลงานกลุ่ม	เกณฑ์ผ่าน 60%
2. แบบฝึกหัดหน่วยที่ 2	เกณฑ์ผ่าน 50%
3. ใบงานที่ 2	เกณฑ์ผ่าน 60%
4 .แบบทดสอบก่อนเรียน หน่วยที่ 2	เกณฑ์ผ่าน 50%
5. แบบทดสอบหลังเรียนหน่วยที่ 2	เกณฑ์ผ่าน 60%

	แผนการจัดการเรียนรู้	หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 รวม 8 ชั่วโมง
	ชื่อวิชาหม้อแปลงไฟฟ้า	
	ชื่อหน่วยหม้อแปลงไฟฟ้าเมื่อไม่มีโหลด	สอนครั้งที่ 5-6 จำนวน 8 ชั่วโมง
ชื่อเรื่องหม้อแปลงไฟฟ้าเมื่อไม่มีโหลด		

1. สาระสำคัญ

หม้อแปลงไฟฟ้าที่ใช้งานจริงนั้น เมื่อต่อเข้ากับแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของเส้นแรงแม่เหล็กรอบแกนซึ่งจะทำให้เกิดการสูญเสียที่แกนเหล็กและการสูญเสียแม่เหล็กรั่วไหล นอกจากนี้ยังมีค่าความต้านทานจากขดลวดทั้งสองชุดที่พันรอบแกนเหล็ก ซึ่งส่งผลให้เกิดการสูญเสียที่ขดลวดทองแดง ซึ่งในการพิจารณาการทำงานของหม้อแปลงไฟฟ้าสามารถพิจารณาได้ 2 กรณีคือ หม้อแปลงไฟฟ้าเมื่อไม่มีโหลดและหม้อแปลงไฟฟ้าเมื่อมีโหลด

หม้อแปลงไฟฟ้าเมื่อไม่มีโหลด หมายถึง การที่ขดลวดทางด้านทุติยภูมิไม่มีโหลดต่ออยู่หรือเปิดวงจรทางด้านทุติยภูมิ เมื่อจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับให้กับขดลวดทางด้านปฐมภูมิจะทำให้มีกระแสไฟฟ้าไหลไปที่ขดลวดปฐมภูมิเรียกกระแสไฟฟ้านี้ว่า กระแสไฟฟ้าขณะไม่มีโหลดหรือกระแสกระตุ้น (Exciting current) ซึ่งกระแสไฟฟ้าค่านี้จะมีค่าเพียงเล็กน้อย (ประมาณ 4-8 เปอร์เซ็นต์ของกระแสเต็มพิกัดของหม้อแปลงไฟฟ้า) และกระแสไฟฟ้าค่านี้จะพิจารณาเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนของกระแสไฟฟ้าที่ทำให้เกิดการสูญเสียในแกนเหล็กและส่วนกระแสไฟฟ้าที่ใช้ในการสร้างเส้นแรงแม่เหล็ก

2. สมรรถนะประจำหน่วย

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับการทำงานของหม้อแปลงไฟฟ้าเมื่อไม่มีโหลด
2. ต่อดวงจรทดลองหม้อแปลงไฟฟ้าเมื่อไม่มีโหลด

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 ด้านความรู้

1. อธิบายการทำงานของหม้อแปลงไฟฟ้าที่ใช้งานจริง
2. อธิบายการทำงานของหม้อแปลงไฟฟ้าเมื่อไม่มีโหลด
3. เขียนวงจรสมมูลและเฟสเซอร์ไดอะแกรมของหม้อแปลงไฟฟ้าเมื่อไม่มีโหลด
4. คำนวณหาค่าต่าง ๆ ของหม้อแปลงไฟฟ้าเมื่อไม่มีโหลด

3.2 ด้านทักษะ

1. วัดหาแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า ของหม้อแปลงไฟฟ้าเมื่อไม่มีโหลด
2. คำนวณหาค่าพารามิเตอร์และเขียนวงจรสมมูลของหม้อแปลงไฟฟ้าเมื่อไม่มีโหลด
3. เขียนและอธิบายกราฟของหม้อแปลงไฟฟ้าเมื่อไม่มีโหลด

4. สารการเรียนรู้

3.1 หม้อแปลงไฟฟ้าที่ใช้งานจริง

หม้อแปลงไฟฟ้าที่ใช้งานจริงนั้น เมื่อต่อเข้ากับแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของเส้นแรงแม่เหล็กกรอบแกน ซึ่งจะทำให้เกิดการสูญเสียในแกนเหล็กและการสูญเสียจากเส้นแรงแม่เหล็กรั่วไหล นอกจากนี้ยังมีค่าความต้านทานจากขดลวดทั้งสองชุดที่พันรอบแกนเหล็ก ซึ่งส่งผลให้เกิดการสูญเสียในขดลวดทองแดง ซึ่งในการพิจารณาการทำงาน of หม้อแปลงไฟฟ้าสามารถพิจารณาได้ 2 กรณี คือ หม้อแปลงไฟฟ้าเมื่อไม่มีโหลดและหม้อแปลงไฟฟ้าเมื่อมีโหลด

3.2 การทำงานของหม้อแปลงไฟฟ้าเมื่อไม่มีโหลด

3.3 วงจรสมมูลและเฟสเซอร์ไดอะแกรมของหม้อแปลงไฟฟ้าเมื่อไม่มีโหลดการพิจารณากระแสไฟฟ้าขณะไม่มีโหลดพิจารณาได้ 2 ส่วน คือ

1. ส่วนของกระแสไฟฟ้าที่ทำให้เกิดการสูญเสียในแกนเหล็ก ซึ่งกระแสไฟฟ้าส่วนนี้จะร่วมเฟสกับแรงดันไฟฟ้า V₁ และจะนำหน้าเส้นแรงแม่เหล็กเป็นมุม 90 องศา ทางไฟฟ้า
2. ส่วนของกระแสไฟฟ้าที่ใช้ในการสร้างเส้นแรงแม่เหล็ก ซึ่งกระแสไฟฟ้าส่วนนี้จะล่าหลัง แรงดันไฟฟ้า V₁ เป็นมุม 90 องศา ทางไฟฟ้า และจะร่วมเฟสกับเส้นแรงแม่เหล็ก

3.4 การคำนวณหาค่าต่าง ๆ ของหม้อแปลงไฟฟ้าเมื่อไม่มีโหลด

5. การนำเข้าสู่บทเรียน

1. ครูทบทวนเนื้อหาการสอน
2. แบ่งกลุ่มนักเรียนเป็นกลุ่มๆ ละ 4-5 คน
3. ครูนำเข้าสู่บทเรียน ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้และสอนเนื้อหาสาระ
4. นักเรียนทำแบบฝึกหัดเป็นกลุ่ม ขณะนักเรียนทำแบบฝึกหัดครูจะสังเกตการทำงานกลุ่ม
5. ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยแบบฝึกหัด และร่วมอภิปรายสรุปบทเรียน
6. นักเรียนปฏิบัติตามใบงานที่ 3
7. นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนหน่วยที่ 3

6. สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้

6.1 สื่อสิ่งพิมพ์

สื่อการเรียนรู้ หนังสือเรียน หน่วยที่ 3

6.2 สื่อโสตทัศน (ถ้ามี)


PowerPoint ประกอบการสอน

7. เอกสารประกอบการจัดการเรียนรู้ (ใบความรู้ ใบงาน ใบมอบหมายงาน ฯลฯ)

8. การบูรณาการ/ความสัมพันธ์กับวิชาอื่น

9.การวัดและประเมินผล

การวันผล (ใช้เครื่องมือ)	การประเมินผล (นำผลเทียบกับเกณฑ์และแปลความหมาย)
1.แบบสังเกตการณ์ทำงานกลุ่มและนำเสนอผลงานกลุ่ม	เกณฑ์ผ่าน 60%
2. แบบฝึกหัดหน่วยที่ 3	เกณฑ์ผ่าน 50%
3. ใบงานที่ 3	เกณฑ์ผ่าน 60%
4 .แบบทดสอบก่อนเรียน หน่วยที่ 3	เกณฑ์ผ่าน 50%
5. แบบทดสอบหลังเรียนหน่วยที่ 3	เกณฑ์ผ่าน 60%

	แผนการจัดการเรียนรู้	หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 รวม 8 ชั่วโมง
	ชื่อวิชาหม้อแปลงไฟฟ้า	
	ชื่อหน่วยหม้อแปลงไฟฟ้าเมื่อมีโหลด	สอนครั้งที่ 7-8 จำนวน 8 ชั่วโมง
ชื่อเรื่องหม้อแปลงไฟฟ้าเมื่อมีโหลด		

1. สาระสำคัญ

เมื่อจ่ายแรงดันไฟฟ้าให้กับขดลวดทางด้านปฐมภูมิ โดยขดลวดทางด้านทุติยภูมิไม่มีโหลดต่ออยู่จะมีเพียงกระแส I_0 ไหลเข้าไปที่ขดลวดปฐมภูมิและสร้างเส้นแรงแม่เหล็กเปลี่ยนแปลงไปรอบแกนเหล็กและไปคล้องตัดกับขดลวดทั้งสอง ทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำขึ้นที่ขดลวดปฐมภูมิคือ E_1 และเกิดแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำขึ้นที่ขดลวดทุติยภูมิคือ E_2 ตามลำดับ เมื่อต่อโหลดเข้ากับขดลวดทางด้านทุติยภูมิทำให้เกิดการไหลของกระแสไฟฟ้าด้านทุติยภูมิเป็นกระแส I_2 และสร้างแรงดันแม่เหล็กเป็น N_2I_2 ซึ่งเรียกว่า แอมแปร์-ทอนลดเส้นแรงแม่เหล็ก ซึ่งกระแส I_2 จะสร้างเส้นแรงแม่เหล็กขึ้นมา โดยมีทิศทางตรงข้ามกับ I_0 ที่สร้างจากกระแส I_0 เป็นผลให้เส้นแรงแม่เหล็กลดลงและทำให้แรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำ E_1 ทางด้านปฐมภูมิลดลงด้วยทำให้เกิดผลต่างของแรงดันไฟฟ้า V_1 กับ E_1 ทำให้หม้อแปลงไฟฟ้ามีกระแสไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายเพิ่มขึ้นเรียกกระแสไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นนี้ว่า กระแสโหลดทางด้านปฐมภูมิ มีค่าเป็น I_2 และมีเฟสตรงกันข้ามกับ I_2

2. สมรรถนะประจำหน่วย

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับการทำงานของหม้อแปลงไฟฟ้าเมื่อมีโหลด
2. ต่อบางจรทดลองหม้อแปลงไฟฟ้าเมื่อมีโหลด

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 ด้านความรู้

1. บอกชนิดของโหลดที่ต่อเข้ากับหม้อแปลงไฟฟ้า
2. อธิบายการทำงานของหม้อแปลงไฟฟ้าเมื่อมีโหลด
3. เขียนเฟสเซอร์ไดอะแกรมของหม้อแปลงไฟฟ้าเมื่อมีโหลด
4. คำนวณหาค่าต่าง ๆ ของหม้อแปลงไฟฟ้าเมื่อมีโหลด

3.2 ด้านทักษะ

1. วัดหาแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า ของหม้อแปลงไฟฟ้าเมื่อมีโหลด
2. คำนวณหาค่ากำลังไฟฟ้าทางด้านปฐมภูมิและทุติยภูมิของหม้อแปลงไฟฟ้าเมื่อมีโหลด
3. เขียนและอธิบายกราฟของหม้อแปลงไฟฟ้าเมื่อมีโหลด

4. สาระการเรียนรู้

- 4.1 ชนิดของโหลดที่ต่อเข้ากับหม้อแปลงไฟฟ้า

- 4.1.1 โหลดที่เป็นตัวต้านทานอย่างเดียว
- 4.1.2 โหลดที่เป็นตัวต้านทานกับตัวเหนี่ยวนำ
- 4.1.3 โหลดที่เป็นตัวต้านทานกับตัวเก็บประจุ
- 4.2 การทำงานของหม้อแปลงไฟฟ้าเมื่อมีโหลด
- 4.3 เฟสเซอร์ไดอะแกรมของหม้อแปลงไฟฟ้าเมื่อมีโหลด
- 4.3.1 ถ้าพิจารณาโหลดเป็นแบบตัวประกอบกำลังเท่ากับ 1
- 4.3.2 ถ้าพิจารณาโหลดเป็นแบบตัวประกอบกำลังล่าช้า
- 4.4 การคำนวณหาค่าต่าง ๆ ของหม้อแปลงไฟฟ้าเมื่อมีโหลด

5. การนำเข้าสู่บทเรียน

1. ครูทบทวนเนื้อหาการสอน
2. แบ่งกลุ่มนักเรียนเป็นกลุ่มๆ ละ 4-5 คน
3. ครูนำเข้าสู่บทเรียน ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้และสอนเนื้อหาสาระ
4. นักเรียนทำแบบฝึกหัดเป็นกลุ่ม ขณะนักเรียนทำแบบฝึกหัดครูจะสังเกตการทำงานกลุ่ม
5. ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยแบบฝึกหัด และร่วมอภิปรายสรุปบทเรียน
6. นักเรียนปฏิบัติตามใบงานที่ 4
7. นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนหน่วยที่ 4

6. สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้

6.1 สื่อสิ่งพิมพ์

สื่อการเรียนรู้ หนังสือเรียน หน่วยที่ 4


6.2 สื่อโสตทัศน (ถ้ามี)

PowerPoint ประกอบการสอน

7.เอกสารประกอบการจัดการเรียนรู้ (ใบความรู้ ใบงาน ใบมอบหมายงาน ฯลฯ)

8.การวัดและประเมินผล

การวันผล (ใช้เครื่องมือ)	การประเมินผล (นำผลเทียบกับเกณฑ์และแปลความหมาย)
1.แบบสังเกตการณ์ทำงานกลุ่มและนำเสนอผลงานกลุ่ม	เกณฑ์ผ่าน 60%
2. แบบฝึกหัดหน่วยที่ 4	เกณฑ์ผ่าน 50%
3. ใบงานที่ 4	เกณฑ์ผ่าน 60%
4 .แบบทดสอบก่อนเรียน หน่วยที่ 4	เกณฑ์ผ่าน 50%
5. แบบทดสอบหลังเรียนหน่วยที่ 4	เกณฑ์ผ่าน 60%

	แผนการจัดการเรียนรู้	หน่วยการเรียนรู้ที่ 5
	ชื่อวิชาหม้อแปลงไฟฟ้า	รวม 8 ชั่วโมง
	ชื่อหน่วยวงจรมูลของหม้อแปลงไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 9-10
ชื่อเรื่องวงจรมูลของหม้อแปลงไฟฟ้า		จำนวน 8 ชั่วโมง

1. สาระสำคัญ

วงจรมูลของหม้อแปลงไฟฟ้าหรือค่าเทียบเท่าที่ใช้แทนพารามิเตอร์ต่างๆ ที่อยู่ในหม้อแปลงไฟฟ้าเช่น ค่าความต้านทาน คาร์แรกแตนซ์ ค่าอิมพีแดนซ์ เป็นต้น ซึ่งค่าเหล่านี้จะถูกกำหนดขึ้นมาเพื่อให้การคำนวณค่าต่างๆ ของหม้อแปลงไฟฟ้า มีความสะดวกและรวดเร็ว โดยการนำค่าต่าง ๆ เหล่านี้ไปไว้ทางด้านใดด้านหนึ่ง กล่าวคือนำค่าต่าง ๆ จากทางด้านทุติยภูมิไปไว้ทางด้านปฐมภูมิหรือค่าจากทางด้านปฐมภูมิไปไว้ทางด้านทุติยภูมิซึ่งเรียกว่า วิธีย้าย หรือ ถ่ายโอน (Transfer) ซึ่งค่าต่าง ๆ ที่ย้ายไปนี้จะมีความสัมพันธ์กับค่าอัตราส่วนของหม้อแปลงไฟฟ้า โดยค่าต่าง ๆ ที่ย้ายไปนี้จะไม่ทำให้คุณสมบัติของหม้อแปลงไฟฟ้าเปลี่ยนไป

เมื่อหม้อแปลงไฟฟ้ามีโหลดทำให้เกิดมีกระแส I₂ โหลดที่ขดลวดทุติยภูมิและกระแส I₁ โหลดที่ขดลวดปฐมภูมิแล้วสร้างเส้นแรงแม่เหล็กขึ้นมาทั้งสองด้านโดยมีอากาศเป็นทางเดิน เรียกเส้นแรงแม่เหล็กนี้ว่าเส้นแรงแม่เหล็กรั่วไหล กำหนดให้เป็น L₁ และ L₂ ตามลำดับ และเส้นแรงแม่เหล็กรั่วไหลนี้จะเปลี่ยนแปลงไปตามไฟฟ้ากระแสสลับไปคล้องตัดกับขดลวดแต่ละขด เกิดแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมจากเส้นแรงแม่เหล็กรั่วไหล (Leakage reactance drop) ดังนั้นจึงถือว่าขดลวดแต่ละขด มีคาร์แรกแตนซ์และมีหน่วยเป็นโอห์ม

2. สมรรถนะประจำหน่วย

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับการทดสอบหม้อแปลงไฟฟ้าในการหาค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ
2. ต่อดวงจรถดลองการทดสอบหม้อแปลงไฟฟ้าในการกำหนดค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ให้กับวงจรมูล

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 ด้านความรู้

1. บอกความหมายวงจรมูลของหม้อแปลงไฟฟ้า
2. อธิบายความต้านทานสมมูลของหม้อแปลงไฟฟ้าและวิธีการย้ายค่า
3. อธิบายการเกิดเส้นแรงแม่เหล็กรั่วไหลและรีแอกแตนซ์
4. อธิบายรีแอกแตนซ์สมมูลของหม้อแปลงไฟฟ้าและวิธีการย้ายค่า
5. อธิบายอิมพีแดนซ์สมมูลของหม้อแปลงไฟฟ้าและวิธีการย้ายค่า
6. คำนวณหาค่าต่าง ๆ ของวงจรมูล

3.2 ด้านทักษะ

1. วัดหาแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า กำลังไฟฟ้าของหม้อแปลงไฟฟ้าเมื่อไม่มีโหลด
2. คำนวณหาค่าพารามิเตอร์ของหม้อแปลงไฟฟ้าเมื่อไม่มีโหลด
3. เขียนวงจรสมมูลของหม้อแปลงไฟฟ้าจากการทดลองและการกำหนดค่า

4. สารการเรียนรู้

5.1 ความหมายวงจรสมมูลของหม้อแปลงไฟฟ้า วงจรสมมูลของหม้อแปลงไฟฟ้า หมายถึง การแทนค่าต่าง ๆ ของหม้อแปลงไฟฟ้าให้อยู่ในรูปแบบของวงจรไฟฟ้า เช่น ขดลวดของหม้อแปลงไฟฟ้าที่พันรอบแกนเหล็กทั้ง 2 ด้าน สามารถแทนด้วยค่าความต้านทานและค่ารีแอคแตนซ์ ทั้งนี้เพื่อให้การวิเคราะห์เกี่ยวกับหม้อแปลงไฟฟ้ามีความสะดวกและรวดเร็ว

5.2 ความต้านทานสมมูลของหม้อแปลงไฟฟ้าและวิธีการย้ายค่า

5.2.1 ค่าความต้านทานสมมูลของหม้อแปลงไฟฟ้า

5.2.2 วิธีย้ายค่าความต้านทานสมมูลของหม้อแปลงไฟฟ้า

5.3 การเกิดเส้นแรงแม่เหล็กรั่วไหลและรีแอคแตนซ์

5.4 รีแอคแตนซ์สมมูลของหม้อแปลงไฟฟ้าและวิธีการย้ายค่า

5.4.1 ค่ารีแอคแตนซ์สมมูลของหม้อแปลงไฟฟ้า

5.4.2 วิธีการย้ายค่ารีแอคแตนซ์สมมูลของหม้อแปลงไฟฟ้า

5.5 อิมพีแดนซ์สมมูลของหม้อแปลงไฟฟ้าและวิธีการย้ายค่า

5.6 การคำนวณหาค่าต่าง ๆ ของวงจรสมมูล

5. การนำเข้าสู่บทเรียน

1. ครูทบทวนเนื้อหาการสอน
2. แบ่งกลุ่มนักเรียนเป็นกลุ่มๆ ละ 4-5 คน
3. ครูนำเข้าสู่บทเรียน ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้และสอนเนื้อหาสาระ
4. นักเรียนทำแบบฝึกหัดเป็นกลุ่ม ขณะนักเรียนทำแบบฝึกหัดครูจะสังเกตการทำงานกลุ่ม
5. ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยแบบฝึกหัด และร่วมอภิปรายสรุปบทเรียน
6. นักเรียนปฏิบัติตามใบงานที่ 5
7. นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนหน่วยที่ 5

6. สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้

6.1 สื่อสิ่งพิมพ์

สื่อการเรียนรู้ หนังสือเรียน หน่วยที่ 5

6.2 สื่อโสตทัศน (ถ้ามี)


PowerPoint ประกอบการสอน

7. เอกสารประกอบการจัดการเรียนรู้ (ใบความรู้ ใบงาน ใบมอบหมายงาน ฯลฯ)

8. การบูรณาการ/ความสัมพันธ์กับวิชาอื่น

9.การวัดและประเมินผล

การวัดผล (ใช้เครื่องมือ)	การประเมินผล (นำผลเทียบกับเกณฑ์และแปลความหมาย)
1. แบบสังเกตการทำงานกลุ่มและนำเสนอผลงานกลุ่ม	เกณฑ์ผ่าน 60%
2. แบบฝึกหัดหน่วยที่ 5	เกณฑ์ผ่าน 50%
3. ใบงานที่ 5	เกณฑ์ผ่าน 60%
4. แบบทดสอบหลังเรียน หน่วยที่ 5	เกณฑ์ผ่าน 50%
5.แบบทดสอบหลังเรียน หน่วยที่ 5	เกณฑ์ผ่าน 60%

	แผนการจัดการเรียนรู้	หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 รวม 8 ชั่วโมง
	ชื่อวิชาหม้อแปลงไฟฟ้า	
	ชื่อหน่วยการทดสอบหม้อแปลงไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 11-12 จำนวน 8 ชั่วโมง
ชื่อเรื่องการทดสอบหม้อแปลงไฟฟ้า		

1. สาระสำคัญ

จากที่กล่าวมาแล้วว่าวงจรสมมูลของหม้อแปลงไฟฟ้าในสภาวะไม่มีโหลดจะมีค่าความต้านทานเท่าของแกนเหล็ก และค่ารีแอคแตนซ์ของแกนเหล็ก โดยที่กัลังไฟฟ้าขณะไม่มีโหลดกำลังไฟฟ้าสูญเสียในแกนเหล็กทั้งหมด และเนื่องจากขดลวดของหม้อแปลงไฟฟ้าทั้งสองด้านจะมีค่าความต้านทานและค่ารีแอคแตนซ์ที่ขดลวด ซึ่งรวมกันเรียกว่า อิมพีแดนซ์ของหม้อแปลงไฟฟ้า โดยค่าต่างๆเหล่านี้สามารถย้ายค่าไปทางด้านใดด้านหนึ่งของหม้อแปลงไฟฟ้าได้ และเมื่อหม้อแปลงไฟฟ้ามีโหลดจะทำให้มีกระแสไหลผ่านขดลวด ซึ่งทำให้เกิดกำลังไฟฟ้าที่สูญเสียในขดลวดทองแดง โดยค่าต่างๆ เหล่านี้ของหม้อแปลงไฟฟ้าสามารถหาค่าได้โดยนำหม้อแปลงไฟฟ้ามาทำการทดสอบ ซึ่งการทดสอบหม้อแปลงไฟฟ้ามี 2 วิธี คือ การทดสอบหม้อแปลงไฟฟ้าในสภาวะเปิดวงจร และ การทดสอบหม้อแปลงไฟฟ้าในสภาวะลัดวงจร โดยมีเครื่องมือวัดที่ใช้ในการทดสอบหม้อแปลงไฟฟ้านี้ประกอบด้วย โวลต์มิเตอร์ แอมมิเตอร์ และวัตต์มิเตอร์ จากนั้นนำค่าต่าง ๆ ที่ได้จากการทดสอบมาคำนวณหาค่าต่าง ๆ ที่ได้กล่าวมาแล้วได้ตามลำดับ นอกจากนี้ยังนำไปคำนวณหาประสิทธิภาพของหม้อแปลงไฟฟ้าได้อีกด้วย

2. สมรรถนะประจำหน่วย

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับการทดสอบหม้อแปลงไฟฟ้าในการหาค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ
2. ต่อย่างจรทดลองการทดสอบหม้อแปลงไฟฟ้าในการกำหนดค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ให้กับวงจรสมมูล

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 ด้านความรู้

1. บอกจุดประสงค์ของการทดสอบหม้อแปลงไฟฟ้า
2. อธิบายการทดสอบหม้อแปลงไฟฟ้าในสภาวะเปิดวงจร
3. อธิบายการทดสอบหม้อแปลงไฟฟ้าในสภาวะลัดวงจร
4. คำนวณหาค่าต่าง ๆ ในการทดสอบหม้อแปลงไฟฟ้า

3.2 ด้านทักษะ

1. ต่อย่างจรและทดสอบหม้อแปลงไฟฟ้าในสภาวะเปิดวงจรและสภาวะลัดวงจร
2. คำนวณหาค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ของหม้อแปลงไฟฟ้าจากการทดสอบทั้ง 2 สภาวะ
3. เขียนและอธิบายกราฟของกำลังไฟฟ้าที่ได้จากการทดสอบหม้อแปลงไฟฟ้า

4. สารการเรียนรู้

6.1 จุดประสงค์ของการทดสอบหม้อแปลงไฟฟ้า

จุดประสงค์ของการทดสอบหม้อแปลงไฟฟ้า เพื่อต้องการหาค่าการสูญเสียที่เกิดขึ้นภายในหม้อแปลงไฟฟ้า ซึ่งประกอบด้วย การสูญเสียในแกนเหล็กและการสูญเสียในขดลวดทองแดง และนำไปสู่การหาประสิทธิภาพของหม้อแปลงไฟฟ้า นอกจากนี้การทดสอบหม้อแปลงไฟฟ้ายังใช้หาค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการเขียนวงจรสมมูลเพื่อใช้ในการวิเคราะห์หม้อแปลงไฟฟ้า ซึ่งการทดสอบหม้อแปลงไฟฟ้ามี 2 วิธี คือ

การทดสอบในสภาวะเปิดวงจรและการทดสอบในสภาวะลัดวงจร

6.2 การทดสอบหม้อแปลงไฟฟ้าในสภาวะเปิดวงจร

6.3 การทดสอบหม้อแปลงไฟฟ้าในสภาวะลัดวงจร

6.4 การคำนวณหาค่าต่าง ๆ ในการทดสอบหม้อแปลงไฟฟ้า

5.การนำเข้าสู่บทเรียน

1. ครูทบทวนเนื้อหาการสอน

2. แบ่งกลุ่มนักเรียนเป็นกลุ่มๆ ละ 4-5 คน

3. ครูนำเข้าสู่บทเรียน ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้และสอนเนื้อหาสาระ

4. นักเรียนทำแบบฝึกหัดเป็นกลุ่ม ขณะนักเรียนทำแบบฝึกหัดครูจะสังเกตการทำงานกลุ่ม

5. ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยแบบฝึกหัด และร่วมอภิปรายสรุปบทเรียน

6. นักเรียนปฏิบัติตามใบงานที่ 6

7. นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนหน่วยที่ 6

6. สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้

6.1 สื่อสิ่งพิมพ์

สื่อการเรียนรู้ หนังสือเรียน หน่วยที่ 6

6.2 สื่อโสตทัศน (ถ้ามี)


PowerPoint ประกอบการสอน

7. เอกสารประกอบการจัดการเรียนรู้ (ใบความรู้ ใบงาน ใบมอบหมายงาน ฯลฯ)

8. การบูรณาการ/ความสัมพันธ์กับวิชาอื่น

9.การวัดและประเมินผล

การวัดผล (ใช้เครื่องมือ)	การประเมินผล (นำผลเทียบกับเกณฑ์และแปลความหมาย)
1. แบบสังเกตการทำงานกลุ่มและนำเสนอผลงานกลุ่ม	เกณฑ์ผ่าน 60%
2. แบบฝึกหัดหน่วยที่ 6	เกณฑ์ผ่าน 50%
3. ใบงานที่ 6	เกณฑ์ผ่าน 60%
4. แบบทดสอบก่อนเรียน หน่วยที่ 6	เกณฑ์ผ่าน 50%
5.แบบทดสอบหลังเรียน หน่วยที่ 6	เกณฑ์ผ่าน 60%

	แผนการจัดการเรียนรู้	หน่วยการเรียนรู้ที่ 7 รวม 8 ชั่วโมง
	ชื่อวิชาหม้อแปลงไฟฟ้า	
	ชื่อหน่วยประสิทธิภาพของหม้อแปลงไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 13-14 จำนวน 8 ชั่วโมง
ชื่อเรื่องประสิทธิภาพของหม้อแปลงไฟฟ้า		

1. สาระสำคัญ

หม้อแปลงไฟฟ้าเป็นเครื่องกลไฟฟ้าที่ไม่มีส่วนใดเคลื่อนที่ ดังนั้นตัวหม้อแปลงไฟฟ้าจึงมีการสูญเสียเพียง 2 ส่วนใหญ่ๆ คือ การสูญเสียในแกนเหล็กและการสูญเสียในขดลวดทองแดง โดยการสูญเสียในแกนเหล็กจะเกิดจากฮิสเทอรีซิสและกระแสไหลวนในแกนเหล็ก ซึ่งการสูญเสียส่วนนี้จะมีค่าคงที่จะไม่เปลี่ยนแปลงไปตามกระแสไฟฟ้าที่ไหลต ในกรณีการลดการสูญเสียในแกนเหล็กทำได้โดยทำให้เป็นเหล็กแผ่นบางๆแล้วนำมาอัดซ้อนกัน ส่วนการสูญเสียในขดลวดทองแดงเกิดจากขดลวดทองแดงมีความต้านทาน ดังนั้นเมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านจะทำให้เกิดการสูญเสียออกมาอยู่ในรูปของความร้อน ซึ่งการสูญเสียในขดลวดทองแดงนี้จะมีค่าเปลี่ยนแปลงไปตามกระแสไฟฟ้าที่ไหลต โดยกำลังอินพุตที่จ่ายให้กับหม้อแปลงไฟฟ้าจะเป็นกำลังไฟฟ้าและมีกำลังไฟฟ้าบางส่วนได้สูญเสียไปในแกนเหล็กและในขดลวด โดยกำลังที่เหลือจะเป็นกำลังไฟฟ้าทางเอาต์พุตหรือกำลังไฟฟ้าที่ไหลต

2. สมรรถนะประจำหน่วย

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับกำลังไฟฟ้าสูญเสียและประสิทธิภาพของหม้อแปลงไฟฟ้า
2. ต่อบรรณการทดลองหาประสิทธิภาพของหม้อแปลงไฟฟ้า

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 ด้านความรู้

1. บอกการสูญเสียในหม้อแปลงไฟฟ้า
2. อธิบายการสูญเสียในแกนเหล็ก
3. อธิบายการสูญเสียในขดลวดทองแดง
4. อธิบายการหาลำดับกำลังไฟฟ้าสูญเสียในขดลวดทองแดงที่พิกัดใด ๆ ของหม้อแปลงไฟฟ้า
5. บอกประสิทธิภาพของหม้อแปลงไฟฟ้า
6. คำนวณหาค่าต่าง ๆ ในการหาประสิทธิภาพของหม้อแปลงไฟฟ้า

3.2 ด้านทักษะ

1. วัดหาแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และกำลังไฟฟ้าของหม้อแปลงไฟฟ้าเมื่อมีโหลด
2. คำนวณหาค่าประสิทธิภาพของหม้อแปลงไฟฟ้าเมื่อมีโหลด
3. เขียนและอธิบายกราฟประสิทธิภาพของหม้อแปลงไฟฟ้าเมื่อมีโหลด

4. สารการเรียนรู้

- 7.1 การสูญเสียในหม้อแปลงไฟฟ้า
- 7.2 การสูญเสียในแกนเหล็ก
- 7.3 การสูญเสียในขดลวดทองแดง
- 7.4 การหาค่าล้งไฟฟ้าสูญเสียในขดลวดทองแดงที่พิกัดใด ๆ ของหม้อแปลงไฟฟ้า
- 7.5 ประสิทธิภาพของหม้อแปลงไฟฟ้า
- 7.6 การคำนวณหาค่าต่าง ๆ ในการหาประสิทธิภาพของหม้อแปลงไฟฟ้า

5.การนำเข้าสู่บทเรียน

1. ครูทบทวนเนื้อหาการสอน
2. นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนหน่วยที่ 7
3. แบ่งกลุ่มนักเรียนเป็นกลุ่มๆ ละ 4-5 คน
4. ครูนำเข้าสู่บทเรียน ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้และสอนเนื้อหาสาระ
5. นักเรียนทำแบบฝึกหัดเป็นกลุ่ม ขณะนักเรียนทำแบบฝึกหัดครูจะสังเกตการทำงานกลุ่ม
6. ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยแบบฝึกหัด และร่วมอภิปรายสรุปบทเรียน
7. นักเรียนปฏิบัติตามใบงานที่ 7
8. นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนหน่วยที่ 7

6. สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้

6.1 สื่อสิ่งพิมพ์

สื่อการเรียนรู้ หนังสือเรียน หน่วยที่ 7


6.2 สื่อโสตทัศน (ถ้ามี)

PowerPoint ประกอบการสอน

7. เอกสารประกอบการจัดการเรียนรู้ (ใบความรู้ ใบงาน ใบมอบหมายงาน ฯลฯ)

8.การวัดและประเมินผล

การวัดผล (ใช้เครื่องมือ)	การประเมินผล (นำผลเทียบกับเกณฑ์และแปลความหมาย)
1. แบบสังเกตการทำงานกลุ่มและนำเสนอผลงานกลุ่ม	เกณฑ์ผ่าน 60%
2. แบบฝึกหัดหน่วยที่ 7	เกณฑ์ผ่าน 50%
3. ใบงานที่ 7	เกณฑ์ผ่าน 60%
4. แบบทดสอบก่อนเรียน หน่วยที่ 7	เกณฑ์ผ่าน 50%
5.แบบทดสอบหลังเรียน หน่วยที่ 7	เกณฑ์ผ่าน 60%

	แผนการจัดการเรียนรู้	หน่วยการเรียนรู้ที่ 8 รวม 8 ชั่วโมง
	ชื่อวิชาหม้อแปลงไฟฟ้า	
	ชื่อหน่วยเครื่องหมายแสดงชั่วโมงและการขนานหม้อแปลงไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 15-16 จำนวน 8 ชั่วโมง
ชื่อเรื่องเครื่องหมายแสดงชั่วโมงและการขนานหม้อแปลงไฟฟ้า		

1. สาระสำคัญ

หม้อแปลงไฟฟ้า 1 เฟส ถ้าต้องการให้หม้อแปลงไฟฟ้ามีแรงดันไฟฟ้าสูงขึ้นต้องนำขดลวดทางด้านทุติยภูมิ 2 ขดมาต่ออนุกรมกัน หรือต้องการให้หม้อแปลงไฟฟ้าจ่ายกระแสให้มากขึ้น ต้องนำขดลวดทางด้านทุติยภูมิ 2 ขดมาต่อขนานกัน หากต้องการให้หม้อแปลงไฟฟ้าช่วยกันจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับโหลดต้องนำหม้อแปลงไฟฟ้า 1 เฟส จำนวนสองตัวหรือมากกว่ามาต่อขนานกัน นอกจากนี้ยังสามารถนำหม้อ-แปลงไฟฟ้า 1 เฟสจำนวนสองตัวหรือมากกว่าสองตัวต่อเข้ากับไฟฟ้า 3 เฟส ได้อีกด้วย จากที่กล่าวมาในการต่อหม้อแปลงไฟฟ้าให้ถูกต้องและไม่เกิดอันตรายกับตัวหม้อแปลงไฟฟ้า จะต้องมีการตรวจสอบหาขั้วของหม้อแปลงไฟฟ้าก่อน ซึ่งในการหาขั้วมี 2 วิธี คือ แบบขั้วเสริมกัน (Additive polarity) และแบบขั้วหักล้างกัน (Subtractive polarity)

หม้อแปลงไฟฟ้า 1 ตัวเมื่อจ่ายโหลดเต็มพิกัดแล้ว เมื่อมีโหลดมาต่อเพิ่มอีกจะทำให้หม้อแปลงไฟฟ้านั้นจ่ายโหลดเกินพิกัดซึ่งจะเป็นอันตรายต่อตัวหม้อแปลงไฟฟ้า ดังนั้นจึงไม่เพียงพอกับความต้องการของโหลดที่เพิ่มขึ้นจึงต้องมีการขนานหม้อแปลงไฟฟ้าเข้ากับระบบเพื่อช่วยกันจ่ายโหลด

2. สมรรถนะประจำหน่วย

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับเครื่องหมายแสดงชั่วโมงและการขนานหม้อแปลงไฟฟ้า
2. ต่องจรทดลองหาขั้วของหม้อแปลงไฟฟ้าและการขนานหม้อแปลงไฟฟ้าจากการตรวจสอบหาขั้ว

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 ด้านความรู้

1. อธิบายการทดสอบหาขั้วของหม้อแปลงไฟฟ้า
2. อธิบายตัวอย่างการต่อหม้อแปลงไฟฟ้า
3. อธิบายการขนานหม้อแปลงไฟฟ้า
4. คำนวณหาค่าต่าง ๆ ในการขนานหม้อแปลงไฟฟ้า

3.2 ด้านทักษะ

1. ต่องจรและทดสอบหาขั้วของหม้อแปลงไฟฟ้าแบบต่าง ๆ

2. ต่อวงจรโดยการนำหม้อแปลงไฟฟ้าสองตัวมาต่อขนานกัน
3. กำหนดขั้วของหม้อแปลงไฟฟ้าและบอกลำดับชั้นการทดสอบหาขั้วของหม้อแปลงไฟฟ้า

4. สารการเรียนรู้

- 8.1 การทดสอบหาขั้วของหม้อแปลงไฟฟ้า
 - 8.1.1 แบบขั้วเสริมกัน (Additive polarity)
 - 8.1.2 แบบขั้วหักล้างกัน (Subtractive polarity)
- 8.2 ตัวอย่างการต่อหม้อแปลงไฟฟ้า
- 8.3 การขนานหม้อแปลงไฟฟ้า
- 8.4 การคำนวณหาค่าต่าง ๆ ในการขนานหม้อแปลงไฟฟ้า

5.การนำเข้าสู่บทเรียน

1. ครูทบทวนเนื้อหาการสอน
2. แบ่งกลุ่มนักเรียนเป็นกลุ่มๆ ละ 4-5 คน
3. ครูนำเข้าสู่บทเรียน ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้และสอนเนื้อหาสาระ
4. นักเรียนทำแบบฝึกหัดเป็นกลุ่ม ขณะนักเรียนทำแบบฝึกหัดครูจะสังเกตการทำงานกลุ่ม
5. ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยแบบฝึกหัด และร่วมอภิปรายสรุปบทเรียน
6. นักเรียนปฏิบัติตามใบงานที่ 8
7. นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนหน่วยที่ 8

6.สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้

6.1 สื่อสิ่งพิมพ์


สื่อการเรียนรู้ หนังสือเรียน หน่วยที่ 8

6.2 สื่อโสตทัศน (ถ้ามี)

PowerPoint ประกอบการสอน

9.การวัดและประเมินผล

การวัดผล (ใช้เครื่องมือ)	การประเมินผล (นำผลเทียบกับเกณฑ์และแปลความหมาย)
1. แบบสังเกตการทำงานกลุ่มและนำเสนอผลงานกลุ่ม	เกณฑ์ผ่าน 60%
2. แบบฝึกหัดหน่วยที่ 8	เกณฑ์ผ่าน 50%
3. ใบงานที่ 8	เกณฑ์ผ่าน 60%
4. แบบทดสอบก่อนเรียน หน่วยที่ 8	เกณฑ์ผ่าน 50%
5. แบบทดสอบหลังเรียน หน่วยที่ 8	เกณฑ์ผ่าน 60%

	แผนการจัดการเรียนรู้	หน่วยการเรียนรู้ที่ 9 รวม 4 ชั่วโมง
	ชื่อวิชาหม้อแปลงไฟฟ้า	
	ชื่อหน่วย การต่อหม้อแปลงไฟฟ้า 1 เฟส เข้ากับไฟฟ้า 3 เฟส	สอนครั้งที่ 17 จำนวน 4 ชั่วโมง
ชื่อเรื่อง การต่อหม้อแปลงไฟฟ้า 1 เฟส เข้ากับไฟฟ้า 3 เฟส		

1. สาระสำคัญ

ในการต่อโหลดเข้ากับไฟฟ้า 3 เฟส จะมีด้วยกัน 2 แบบ คือ แบบวายและแบบเดลตา โดยหม้อแปลงไฟฟ้าถือว่าเป็นโหลดของไฟฟ้า 3 เฟสเช่นเดียวกันซึ่งมีการต่อแบบวายและเดลตา การต่อทั้งสองแบบจะให้ความสัมพันธ์ของแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าที่ต่างกันออกไป

ถ้านำหม้อแปลงไฟฟ้า 1 เฟส จำนวน 3 ตัวมาต่อเข้ากับไฟฟ้า 3 เฟส โดยขดปฐมภูมิและขดทุติยภูมิของหม้อแปลงไฟฟ้าสามารถต่อได้ทั้งแบบเดลตาและแบบวาย ดังนั้นก่อนที่จะนำหม้อแปลงไฟฟ้า 1 เฟส มาต่อเข้ากับไฟฟ้า 3 เฟส หม้อแปลงไฟฟ้าต้องมีขั้วที่เหมือนกัน ส่วนการต่อหม้อแปลงไฟฟ้าในขั้นพื้นฐานนี้จะกล่าวถึงการต่อเพียง 4 แบบ ได้แก่ แบบวาย-วาย (Y-Y) แบบเดลตา-เดลตา (A-A) แบบเดลตา-วาย (A-Y)แบบวาย-เดลตา (Y-A) โดยการต่อแบบเดลตาจะให้แรงดันไฟฟ้าที่สายเท่ากับแรงดันไฟ(VL = VP) และกระแสไฟฟ้าที่สายมีค่าเป็น $\frac{1}{3}$ เท่าของกระแสไฟฟ้าที่เฟส ($IL = \frac{1}{3} IP$) ส่วนการต่อแบบวายจะให้แรงดันไฟฟ้าที่สายมีค่าเป็น $\frac{1}{3}$ เท่าของแรงดันไฟฟ้าที่เฟส ($VL = \frac{1}{3} VP$) และกระแสไฟฟ้าที่สายเท่ากับกระแสไฟฟ้าที่เฟส ($IL = IP$)

2. สมรรถนะประจำหน่วย

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับการต่อหม้อแปลงไฟฟ้า 1 เฟส เข้ากับไฟฟ้า 3 เฟส
2. ต่อดวงจรทดลองโดยนำหม้อแปลงไฟฟ้า 1 เฟส จำนวน 3 ตัว ต่อเข้ากับไฟฟ้า 3 เฟสแบบต่าง ๆ

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 ด้านความรู้

1. อธิบายความสัมพันธ์ของแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าของไฟฟ้า 3 เฟส
2. อธิบายการต่อแบบวาย-วาย (Y-Y)
3. อธิบายการต่อแบบเดลตา-เดลตา (A-A)
4. อธิบายการต่อแบบเดลตา-วาย (A-Y)
5. อธิบายการต่อแบบวาย-เดลตา (Y-A)
6. คำนวณหาค่าต่าง ๆ ในการต่อหม้อแปลงไฟฟ้า 1 เฟสเข้ากับไฟฟ้า 3 เฟส

3.2 ด้านทักษะ

1. ต้องจรรยาบรรณแปลงไฟฟ้า 1 เฟส เข้ากับไฟฟ้า 3 เฟส แบบต่าง ๆ

2. วัดหาแรงดันไฟฟ้าที่สาย แรงดันไฟฟ้าที่เฟส กระแสไฟฟ้าที่สาย กระแสไฟฟ้าที่เฟส ในการต่อหม้อ-แปลงไฟฟ้า 1 เฟส เข้ากับไฟฟ้า 3 เฟส แบบต่าง ๆ

3. คำนวณหาแรงดันไฟฟ้าที่สาย แรงดันไฟฟ้าที่เฟส กระแสไฟฟ้าที่สาย กระแสไฟฟ้าที่เฟส ในการต่อหม้อแปลงไฟฟ้า 1 เฟส เข้ากับไฟฟ้า 3 เฟส แบบต่าง ๆ ทางด้านทฤษฎี

4. สารการเรียนรู้

9.1 ความสัมพันธ์ของแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าของไฟฟ้า 3 เฟส

9.1.1 แบบเดลตา

9.1.2 แบบวาย

9.2 การต่อแบบวาย-วาย (Y-Y)

9.3 การต่อแบบเดลตา-เดลตา (A-A)

9.4 การต่อแบบเดลตา-วาย (A-Y)

9.5 การต่อแบบวาย-เดลตา (Y-A)

9.6 การคำนวณค่าต่าง ๆ ในการต่อหม้อแปลงไฟฟ้า 1 เฟส เข้ากับไฟฟ้า 3 เฟส

5.การนำเข้าสู่บทเรียน

1. ครูทบทวนเนื้อหาการสอน

2. แบ่งกลุ่มนักเรียนเป็นกลุ่มๆ ละ 4-5 คน

3. ครูนำเข้าสู่บทเรียน ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้และสอนเนื้อหาสาระ

4. นักเรียนทำแบบฝึกหัดเป็นกลุ่ม ขณะนักเรียนทำแบบฝึกหัดครูจะสังเกตการทำงานกลุ่ม

5. ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยแบบฝึกหัด และร่วมอภิปรายสรุปบทเรียน

6. นักเรียนปฏิบัติตามใบงานที่ 9 งานตรวจสอบระบบไฟฟ้าและอุปกรณ์ป้องกันในสถานศึกษา

7. นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนหน่วยที่ 9

6. สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้

6.1 สื่อสิ่งพิมพ์

สื่อการเรียนรู้ หนังสือเรียน หน่วยที่ 9

6.2 สื่อโสตทัศน (ถ้ามี)


PowerPoint ประกอบการสอน

7. เอกสารประกอบการจัดการเรียนรู้ (ใบความรู้ ใบงาน ใบมอบหมายงาน ฯลฯ)

8. การบูรณาการ/ความสัมพันธ์กับวิชาอื่น

9.การวัดและประเมินผล

การวัดผล (ใช้เครื่องมือ)	การประเมินผล (นำผลเทียบกับเกณฑ์และแปลความหมาย)
1. แบบสังเกตการทำงานกลุ่มและนำเสนอผลงานกลุ่ม	เกณฑ์ผ่าน 60%
2. แบบฝึกหัดหน่วยที่ 9	เกณฑ์ผ่าน 50%
3. ใบงานที่ 9	เกณฑ์ผ่าน 60%
4. แบบทดสอบก่อนเรียน หน่วยที่ 9	เกณฑ์ผ่าน 50%
5. แบบทดสอบหลังเรียน หน่วยที่ 9	เกณฑ์ผ่าน 60%

	แผนการจัดการเรียนรู้	หน่วยการเรียนรู้ที่ 10 รวม 4 ชั่วโมง
	ชื่อวิชาหม้อแปลงไฟฟ้า	
	ชื่อหน่วยหม้อแปลงไฟฟ้าแบบออโต	สอนครั้งที่ 10 จำนวน 4 ชั่วโมง
ชื่อเรื่องหม้อแปลงไฟฟ้าแบบออโต		

1.สาระสำคัญ

หม้อแปลงไฟฟ้าแบบออโต หมายถึง หม้อแปลงไฟฟ้าที่มีขดลวดเพียงชุดเดียว โดยขดลวดชุดเดียวนี้จะทำหน้าที่เป็นทั้งขดลวดปฐมภูมิและทุติยภูมิ บางครั้งเรียกหม้อแปลงไฟฟ้าแบบนี้ว่าหม้อแปลงไฟฟ้ารวมขดลวด แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ หม้อแปลงไฟฟ้าแบบออโตชนิดแปลงแรงดันไฟฟ้าลดลงและหม้อแปลงไฟฟ้าแบบออโตชนิดแปลงแรงดันไฟฟ้าขึ้น โดยกำลังไฟฟ้าที่หม้อแปลงไฟฟ้าแบบออโต จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ กำลังไฟฟ้านำและกำลังไฟฟ้าถ่ายโยง

หม้อแปลงไฟฟ้าแบบแยกขดลวด โดยมีขดลวดปฐมภูมิกับขดลวดทุติยภูมิพันแยกกันและอยู่บนแกนเหล็กเดียวกันหรือเรียกว่า หม้อแปลงไฟฟ้าแบบสองขด โดยหม้อแปลงไฟฟ้าแบบแยกขดนี้สามารถนำมาต่อเป็นหม้อแปลงไฟฟ้าแบบออโตได้ ทั้งแบบชนิดแปลงแรงดันไฟฟ้าลงและชนิดแปลงแรงดันไฟฟ้าขึ้นซึ่งการนำมาต่อจะต้องดูเครื่องหมายที่ขั้วให้ถูกต้อง โดยทั่วไปนิยมการต่อแบบขั้วหากล้าง

หม้อแปลงไฟฟ้าปรับค่าแรงดันไฟฟ้าได้ เป็นหม้อแปลงไฟฟ้าแบบออโตแบบหนึ่งซึ่งมีขดลวดเพียงชุดเดียวที่ทำหน้าที่เป็นทั้งขดปฐมภูมิและขดทุติยภูมิ โดยแรงดันไฟฟ้าทางด้านทุติยภูมิสามารถปรับค่าได้อย่างต่อเนื่อง ซึ่งเรียกหม้อแปลงไฟฟ้าแบบนี้ว่าหม้อแปลงไฟฟ้าแบบออโตปรับค่าแรงดันไฟฟ้าได้

2.สมรรถนะประจำหน่วย

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับหม้อแปลงไฟฟ้าแบบออโตชนิดแปลงแรงดันไฟฟ้าลงและแปลงแรงดันไฟฟ้าขึ้น
2. ต่อดวงจรทดลองหม้อแปลงไฟฟ้าแบบออโตชนิดแปลงแรงดันไฟฟ้าลงและแปลงแรงดันไฟฟ้าขึ้น

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 ด้านความรู้

1. บอกความหมายของหม้อแปลงไฟฟ้าแบบออโต
2. อธิบายชนิดของหม้อแปลงไฟฟ้าแบบออโต
3. อธิบายหม้อแปลงไฟฟ้าแบบออโตชนิดแปลงแรงดันไฟฟ้าลง
4. อธิบายหม้อแปลงไฟฟ้าแบบออโตชนิดแปลงแรงดันไฟฟ้าขึ้น
5. อธิบายการนำหม้อแปลงไฟฟ้าแบบแยกขดลวดมาต่อเป็นหม้อแปลงไฟฟ้าแบบออโต
6. คำนวณหาค่าต่าง ๆ ของหม้อแปลงไฟฟ้าแบบออโต
7. อธิบายหม้อแปลงไฟฟ้าปรับค่าแรงดันไฟฟ้าได้

3.2 ด้านทักษะ

1. วัดหาแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า ของหม้อแปลงไฟฟ้าแบบออโตเมื่อมีโหลด
2. คำนวณหาค่ากำลังไฟฟ้าทางด้านปฐมภูมิและทุติยภูมิของหม้อแปลงไฟฟ้าแบบออโตเมื่อมีโหลด
3. เขียนและอธิบายกราฟของหม้อแปลงไฟฟ้าแบบออโตเมื่อมีโหลด

4.สาระการเรียนรู้

10.1 ความหมายของหม้อแปลงไฟฟ้าแบบออโต หม้อแปลงไฟฟ้าแบบออโต (Auto-transformer) หมายถึง หม้อแปลงไฟฟ้าที่มีขดลวดเพียงชุดเดียว โดยขดลวดชุดเดียวนี้อาจทำหน้าที่เป็นทั้งขดลวดปฐมภูมิและทุติยภูมิ บางครั้งเรียกหม้อแปลงไฟฟ้าแบบนี้ว่า หม้อแปลงไฟฟ้าร่วมขดลวด

10.2 ชนิดของหม้อแปลงไฟฟ้าแบบออโต

10.2.1 หม้อแปลงไฟฟ้าแบบออโตชนิดแปลงแรงดันไฟฟ้าลง

10.2.2 หม้อแปลงไฟฟ้าแบบออโตชนิดแปลงแรงดันไฟฟ้าขึ้น

10.3 หม้อแปลงไฟฟ้าแบบออโตชนิดแปลงแรงดันไฟฟ้าลงหม้อแปลงไฟฟ้าแบบออโตชนิดแปลงแรงดันไฟฟ้าลง เป็นหม้อแปลงไฟฟ้าแบบออโตที่มีแรงดัน ไฟฟ้าทางด้านทุติยภูมิน้อยกว่าแรงดันไฟฟ้าทางด้านปฐมภูมิและเมื่อต่อโหลดเข้าทางด้านทุติยภูมิ

10.4 หม้อแปลงไฟฟ้าแบบออโตชนิดแปลงแรงดันไฟฟ้าขึ้น หม้อแปลงไฟฟ้าแบบออโตชนิดแปลงแรงดันไฟฟ้าขึ้น เป็นหม้อแปลงไฟฟ้าแบบออโตที่มีแรงดัน ไฟฟ้าทางด้านทุติยภูมิมากกว่าแรงดันไฟฟ้าทางด้านปฐมภูมิและเมื่อต่อโหลดเข้าทางด้านทุติยภูมิ

10.5 การนำหม้อแปลงไฟฟ้าแบบแยกขดลวดมาต่อเป็นหม้อแปลงไฟฟ้าแบบออโต

10.6 การคำนวณหาค่าต่าง ๆ ของหม้อแปลงไฟฟ้าแบบออโต

10.7 หม้อแปลงไฟฟ้าปรับค่าแรงดัน ไฟฟ้าได้

5. การนำเข้าสู่บทเรียน

1. ครูทบทวนเนื้อหาการสอน
2. แบ่งกลุ่มนักเรียนเป็นกลุ่มๆ ละ 4-5 คน
3. ครูนำเข้าสู่บทเรียน ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้และสอนเนื้อหาสาระ
4. นักเรียนทำแบบฝึกหัดเป็นกลุ่ม ขณะนักเรียนทำแบบฝึกหัดครูจะสังเกตการทำงานกลุ่ม
5. ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยแบบฝึกหัด และร่วมอภิปรายสรุปบทเรียน
6. นักเรียนปฏิบัติตามใบงานที่ 10 งานตรวจสอบระบบไฟฟ้าและอุปกรณ์ป้องกันในสถานศึกษา
7. นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนหน่วยที่ 10

6.สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้

6.1 สื่อสิ่งพิมพ์

สื่อการเรียนรู้ หนังสือเรียน หน่วยที่ 10

6.2 สื่อโสตทัศน (ถ้ามี)


PowerPoint ประกอบการสอน

7. เอกสารประกอบการจัดการเรียนรู้ (ใบความรู้ ใบงาน ใบมอบหมายงาน ฯลฯ)

8. การบูรณาการ/ความสัมพันธ์กับวิชาอื่น

9.การวัดผลและประเมินผล

การวัดผล (ใช้เครื่องมือ)	การประเมินผล (นำผลเทียบกับเกณฑ์และแปลความหมาย)
1. แบบสังเกตการทำงานกลุ่มและนำเสนอผลงานกลุ่ม	เกณฑ์ผ่าน 60%
2. แบบฝึกหัดหน่วยที่ 10	เกณฑ์ผ่าน 50%
3. ใบงานที่ 10	เกณฑ์ผ่าน 60%
4. แบบทดสอบก่อนเรียน หน่วยที่ 10	เกณฑ์ผ่าน 50%
5.แบบทดสอบหลังเรียน หน่วยที่ 10	เกณฑ์ผ่าน 60%

	แผนการจัดการเรียนรู้	หน่วยการเรียนรู้ที่ 11
	ชื่อวิชาหม้อแปลงไฟฟ้า	รวม 4 ชั่วโมง
	ชื่อหน่วยหม้อแปลงไฟฟ้าประกอบเครื่องวัดไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 11
ชื่อเรื่องหม้อแปลงไฟฟ้าประกอบเครื่องวัดไฟฟ้า		จำนวน 4 ชั่วโมง

1.สาระสำคัญ

หม้อแปลงแรงดันไฟฟ้า เป็นหม้อแปลงไฟฟ้าที่ทำหน้าที่แปลงแรงดันไฟฟ้าที่ขดลวดปฐมภูมิที่ต่อวัตต์มิเตอร์ และเพาเวอร์แฟกเตอร์มิเตอร์ เมื่อต้องการทราบว่าแรงดันไฟฟ้าของขดลวดปฐมภูมิหรือแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้กับโหลดมีค่าเท่าไรนั้น ให้นำค่าของแรงดันไฟฟ้าที่อ่านได้จากโวลต์มิเตอร์ไปคูณกับค่าอัตราส่วนของหม้อแปลงแรงดันไฟฟ้า

หม้อแปลงกระแสไฟฟ้า เป็นหม้อแปลงไฟฟ้าที่ทำหน้าที่แปลงกระแสไฟฟ้าที่ขดลวดปฐมภูมิที่ต่ออยู่กับระบบไฟฟ้าที่มีค่าสูง ให้มีค่าต่ำลง เพื่อให้มีความเหมาะสมกับย่านวัดกระแสไฟฟ้าของแอมมิเตอร์วัตต์มิเตอร์ และเพาเวอร์แฟกเตอร์มิเตอร์ เมื่อต้องการทราบว่ากระแสไฟฟ้าของขดลวดปฐมภูมิหรือกระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้กับโหลดมีค่าเท่าไรให้นำค่ากระแสไฟฟ้าที่อ่านได้จากแอมมิเตอร์ไปคูณค่าอัตราส่วนของหม้อแปลงกระแสไฟฟ้า

วัตต์มิเตอร์ เป็นเครื่องมือวัดที่ใช้สำหรับวัดกำลังไฟฟ้าโดยวัตต์มิเตอร์ 1 เฟส ประกอบด้วยขดลวด 2 ชุด คือ ขดลวดกระแสไฟฟ้า (Current coil) และขดลวดแรงดันไฟฟ้า (Potential coil) โดยค่าของกำลังไฟฟ้าที่อ่านได้จากวัตต์มิเตอร์จะเป็นกำลังไฟฟ้าจริงมีหน่วยเป็นวัตต์

2. สมรรถนะประจำหน่วย

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับหม้อแปลงแรงดันไฟฟ้าและหม้อแปลงกระแสไฟฟ้า
2. ต่อบรรจุทดลองหม้อแปลงแรงดันไฟฟ้าและหม้อแปลงกระแสไฟฟ้า

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 ด้านความรู้

1. อธิบายโครงสร้างและการทำงานของหม้อแปลงแรงดันไฟฟ้า
2. อธิบายโครงสร้างและการทำงานของหม้อแปลงกระแสไฟฟ้า
3. อธิบายการต่อวัตต์มิเตอร์ร่วมกับหม้อแปลงแรงดันไฟฟ้าและหม้อแปลงกระแสไฟฟ้า
4. คำนวณหาค่าต่าง ๆ ของหม้อแปลงไฟฟ้าประกอบเครื่องวัดไฟฟ้า

3.2 ด้านทักษะ

1. ต่อบรรจุและวัดแรงดันไฟฟ้าของหม้อแปลงแรงดันไฟฟ้า
2. ต่อบรรจุและวัดกระแสไฟฟ้าของหม้อแปลงกระแสไฟฟ้า
3. คำนวณหาค่าอัตราส่วนหม้อแปลงแรงดันไฟฟ้า หม้อแปลงกระแสไฟฟ้าจากการทดลอง

4. สารการเรียนรู้

11.1 หม้อแปลงแรงดันไฟฟ้า

11.1.1 โครงสร้างและการทำงานของหม้อแปลงแรงดันไฟฟ้า

11.1.2 การต่อวงจรและการอ่านค่า

11.2 หม้อแปลงกระแสไฟฟ้า

11.2.1 โครงสร้างและการทำงานของหม้อแปลงกระแสไฟฟ้า

11.2.2 การต่อวงจรและการอ่านค่า

11.3 การต่อวัตต์มิเตอร์ร่วมกับหม้อแปลงแรงดันไฟฟ้าและหม้อแปลงกระแสไฟฟ้า

11.4 การคำนวณหาค่าต่าง ๆ ของหม้อแปลงไฟฟ้าประกอบเครื่องวัดไฟฟ้า

5. การนำเข้าสู่บทเรียน

1. ครูทบทวนเนื้อหาการสอน

2. แบ่งกลุ่มนักเรียนเป็นกลุ่มๆ ละ 4-5 คน

3. ครูนำเข้าสู่บทเรียน ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้และสอนเนื้อหาสาระ

4. นักเรียนทำแบบฝึกหัดเป็นกลุ่ม ขณะนักเรียนทำแบบฝึกหัดครูจะสังเกตการทำงานกลุ่ม

5. ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยแบบฝึกหัด และร่วมอภิปรายสรุปบทเรียน

6. นักเรียนปฏิบัติตามใบงานที่ 11 งานตรวจสอบระบบไฟฟ้าและอุปกรณ์ป้องกันในสถานศึกษา

6. สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้

6.1 สื่อสิ่งพิมพ์


สื่อการเรียนรู้ หนังสือเรียน หน่วยที่ 11

6.2 สื่อโสตทัศน (ถ้ามี)

PowerPoint ประกอบการสอน

7.การวัดผลและประเมินผล

การวัดผล (ใช้เครื่องมือ)	การประเมินผล (นำผลเทียบกับเกณฑ์และแปลความหมาย)
1. แบบสังเกตการทำงานกลุ่มและนำเสนอผลงานกลุ่ม	เกณฑ์ผ่าน 60%
2. แบบฝึกหัดหน่วยที่ 11	เกณฑ์ผ่าน 50%
3. ใบงานที่ 11	เกณฑ์ผ่าน 60%
4. แบบทดสอบก่อนเรียน หน่วยที่ 11	เกณฑ์ผ่าน 50%
5.แบบทดสอบหลังเรียน หน่วยที่ 11	เกณฑ์ผ่าน 60%

	แผนการจัดการเรียนรู้	หน่วยการเรียนรู้ที่ 12 รวม 22 ชั่วโมง
	ชื่อวิชาหม้อแปลงไฟฟ้า	
	ชื่อหน่วยการสร้างหม้อแปลงไฟฟ้าขนาดเล็ก	สอนครั้งที่ 12-17 จำนวน 22 ชั่วโมง
ชื่อเรื่องการสร้างหม้อแปลงไฟฟ้าขนาดเล็ก		

1. สาระสำคัญ

ในการสร้างและออกแบบหม้อแปลงไฟฟ้าขนาดเล็กที่ใช้งานทั่วไปนั้น สามารถออกแบบได้ง่าย โดยมีขั้นตอนเป็นไปตามลำดับขั้น ซึ่งในการสร้างและออกแบบหม้อแปลงไฟฟ้าขนาดเล็กจะต้องคำนึงว่ามีจุดประสงค์การใช้งานอย่างไร ใช้กับงานอะไร พิกัดกำลังการใช้งานนั้นมีมากน้อยเพียงใดแล้วจึงพิจารณาขนาดของหม้อแปลงไฟฟ้าที่จะทำการสร้าง โดยให้เหมาะสมกับขนาดของงานเพื่อให้หม้อแปลงไฟฟ้านั้นทำงานอย่างปลอดภัยและเต็มกำลังพเหมาะสมกับขนาดของงานที่ต้องการให้หม้อแปลงไฟฟ้าจ่ายโหลด เช่น ถ้ามีอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้กับขนาดแรงดัน 110 โวลต์ และใช้กระแสไฟฟ้า 10 แอมแปร์ แสดงว่าอุปกรณ์ไฟฟ้ามีพิกัดกำลังไฟฟ้า 1100 โวลต์แอมแปร์ ซึ่งจะต้องสร้างหม้อแปลงไฟฟ้าที่มีพิกัดกำลังไฟฟ้ามากกว่าพิกัดกำลังของอุปกรณ์ โดยปกติจะต้องใช้หม้อแปลงไฟฟ้าที่มีพิกัดกำลังไฟฟ้าสูงกว่าประมาณ 1.1-1.3 เท่า

2. สมรรถนะประจำหน่วย

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับการสร้างหม้อแปลงแรงดันไฟฟ้าขนาดเล็ก
2. ปฏิบัติการออกแบบ การทำบอบบิน การพันขดลวด และทดสอบหม้อแปลงไฟฟ้าที่ได้จากการสร้าง

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 ด้านทักษะ

1. อธิบายขั้นตอนการสร้างหม้อแปลงไฟฟ้าขนาดเล็ก
2. คำนวณหาค่าต่าง ๆ ในการสร้างหม้อแปลงไฟฟ้าขนาดเล็ก
3. อธิบายการพันขดลวดของหม้อแปลงไฟฟ้า
4. บอกการประกอบแกนเหล็กของหม้อแปลงไฟฟ้า

3.2 ด้านทักษะ

1. คำนวณหาค่าต่าง ๆ ในการสร้างหม้อแปลงไฟฟ้าขนาดเล็ก
2. ทำฟอร์มขดลวดด้วยกระดาษไฟเบอร์และแกนไม้
3. พันขดลวดหม้อแปลงไฟฟ้าด้วยเครื่องพันขดลวด
4. ประกอบแกนเหล็กตัว E และตัว I
5. ทดสอบแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าขณะไม่มีโหลดของหม้อแปลงไฟฟ้าที่ได้จากการสร้าง

4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้

12.1 ขั้นตอนการสร้างหม้อแปลงไฟฟ้าขนาดเล็ก

1. กำหนดขนาดพิกัดกำลังของหม้อแปลงไฟฟ้า
2. คำนวณพื้นที่หน้าตัดของแกนเหล็ก
3. คำนวณจำนวนรอบของขดลวด
4. หาขนาดของขดลวด
5. ทำแบบไม้
6. ทำฟอร์มกระดาษไฟเบอร์

12.2 การคำนวณค่าต่าง ๆ ในการสร้างหม้อแปลงไฟฟ้าขนาดเล็ก

12.3 การพันขดลวดของหม้อแปลงไฟฟ้า

12.4 การประกอบแกนเหล็กของหม้อแปลงไฟฟ้า

5.การนำเข้าสู่บทเรียน

1. ครูทบทวนเนื้อหาการสอน
2. นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนหน่วยที่ 12
3. แบ่งกลุ่มนักเรียนเป็นกลุ่มๆ ละ 4-5 คน
4. ครูนำเข้าสู่บทเรียน ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้และสอนเนื้อหาสาระ
5. นักเรียนทำแบบฝึกหัดเป็นกลุ่ม ขณะนักเรียนทำแบบฝึกหัดครูจะสังเกตการทำงานกลุ่ม
6. ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยแบบฝึกหัด และร่วมอภิปรายสรุปบทเรียน
7. นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนหน่วยที่ 12
8. นักเรียนปฏิบัติตามใบงานที่ 12 ต่อเนื่องจนถึงสัปดาห์ที่ 17

6. สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้

6.1 สื่อสิ่งพิมพ์

สื่อการเรียนรู้ หนังสือเรียน หน่วยที่ 12

6.2 สื่อโสตทัศน (ถ้ามี)

PowerPoint ประกอบการสอน

7. เอกสารประกอบการจัดการเรียนรู้ (ใบความรู้ ใบงาน ใบมอบหมายงาน ฯลฯ)

8. การบูรณาการ/ความสัมพันธ์กับวิชาอื่น

9. การวัดผลและประเมินผล

การวัดผล (ใช้เครื่องมือ)	การประเมินผล (นำผลเทียบกับเกณฑ์และแปลความหมาย)
1. แบบสังเกตการทำงานกลุ่มและนำเสนอผลงานกลุ่ม	เกณฑ์ผ่าน 60%
2. แบบฝึกหัดหน่วยที่ 12	เกณฑ์ผ่าน 50%
3. ใบงานที่ 12	เกณฑ์ผ่าน 60%
4. แบบทดสอบก่อนเรียน หน่วยที่ 12	เกณฑ์ผ่าน 50%
5. แบบทดสอบหลังเรียน หน่วยที่ 12	เกณฑ์ผ่าน 60%