



แผนการจัดการเรียนรู้  
เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ  
รหัสวิชา 20104-2014

หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)  
พุทธศักราช 2567  
ประเภทวิชาอุตสาหกรรม  
กลุ่มงานอาชีพพลังงาน ไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์  
สาขาวิชาช่างไฟฟ้า

เรียบเรียงโดย  
ว่าที่ร้อยตรีหญิงศุภรัตน์ ประลําภู

**รายการตรวจสอบและอนุญาตให้ใช้**  
**ชื่อวิชา เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ รหัสวิชา 20104-2014**  
**ผู้สอน ครูศุภรัตน์ ประลัญ**

ควรอนุญาตให้ใช้การสอนได้

ควรปรับปรุงเกี่ยวกับ

.....  
 .....

ลงชื่อ.....

(นายสุรสิทธิ์ แสงเสนานะ)

หัวหน้าแผนกวิชา

...../...../.....

เห็นควรอนุญาตให้ใช้การสอนได้

ควรปรับปรุงดังเสนอ

อื่น ๆ .....

.....

ลงชื่อ.....

(นางอริยา อรุณศิวกุล)

รองผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ

...../...../.....

อนุญาตให้ใช้การสอนได้

อื่น ๆ .....

.....

ลงชื่อ.....

(นายณัฐวรธรณ์ สุวรรณศรี)

ผู้อำนวยการ

...../...../.....

## คำนำ

แผนการจัดการเรียนรู้ มุ่งเน้นฐานสมรรถนะและบูรณาการปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง วิชา เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ รหัสวิชา 20104-2014 เล่มนี้ได้จัดทำขึ้นเพื่อใช้เป็นคู่มือประกอบการสอน หรือ เป็นแนวทางการสอนในรายวิชาเพื่อพัฒนาผู้เรียนเป็นสำคัญ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2567 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

การจัดทำได้มีการพัฒนาเพื่อให้เหมาะสมกับผู้เรียน โดยแบ่งเนื้อหาออกเป็น 9 หน่วย การจัดกิจกรรม การเรียนการสอนยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ มีการบูรณาการปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง และคุณธรรมจริยธรรม ไว้ในหน่วยการเรียนรู้ตามความเหมาะสม สอดคล้องกับเนื้อหา มีแบบฝึกหัด แบบทดสอบหลังเรียน พร้อมเฉลย มีใบงาน และสื่อการเรียนการสอนต่าง ๆ เพื่อให้เกิดประสิทธิผลแก่ผู้เรียนมากยิ่งขึ้น


ผู้จัดทำหวังว่าแผนการจัดการเรียนรู้เล่มนี้คงจะเป็น แนวทาง และเป็นประโยชน์ต่อครู-อาจารย์และ นักเรียน หากมีข้อเสนอแนะประการใด ผู้จัดทำยินดีน้อมรับไว้เพื่อปรับปรุงแก้ไขในครั้งต่อไป

ลงชื่อ

(ว่าที่ร้อยตรีหญิงศุภรัตน์ ประล่ำภู)

## สารบัญ

	หน้า
รายงานตรวจสอบและอนุญาตให้ใช้.....	ข
คำนำ .....	ค
สารบัญ .....	ง
หลักสูตรรายวิชา .....	จ
หน่วยการเรียนรู้ .....	ฉ
หน่วยการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับสมรรถนะรายวิชา .....	ช
โครงการจัดการเรียนรู้ .....	ช
การวัดผลและประเมินผล .....	ฉ
ตารางวิเคราะห์หลักสูตรรายวิชา .....	ญ
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 โครงสร้างและส่วนประกอบของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ.....	1
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 หลักการทำงานและการเกิดรูปคลื่นไซน์.....	5
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 การพันขดลวดอาร์เมเจอร์.....	9
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 ตัวประกอบ การพันขดลวด.....	13
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 การทำงานและแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำ.....	16
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 คุณลักษณะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ.....	20
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 การขนานเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ.....	24
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 ประสิทธิภาพและการบำรุงรักษาเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ.....	28
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9 การพันเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับขนาดเล็ก.....	31

	<b>หลักสูตรรายวิชา</b>	
	ชื่อวิชา _____ เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ _____ รหัส _____ 20104-2014 ท-ป-น _____ 1-3-2 จำนวนคาบสอน _____ 4 คาบ: สัปดาห์ ระดับชั้น _____ ปวช.	
<b>รหัสวิชา</b> 20104-2014	<b>ชื่อวิชา</b> เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ	<b>ท-ป-น</b> 1-3-2

### อ้างอิงมาตรฐาน

1. มาตรฐานฝีมือแรงงานแห่งชาติ กรมพัฒนาฝีมือแรงงาน สาขาช่างไฟฟ้าอุตสาหกรรม ระดับ 1
2. มาตรฐานฝีมือแรงงานแห่งชาติ กรมพัฒนาฝีมือแรงงาน สาขาช่างเทคนิคไฟฟ้าในโรงงานอุตสาหกรรม ระดับ 1
3. มาตรฐานฝีมือแรงงานแห่งชาติ กรมพัฒนาฝีมือแรงงาน สาขาช่างเทคนิคบำรุงรักษาเครื่องจักรกลสำหรับอุตสาหกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ระดับ 1

### ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับรายวิชา

ถอด ประกอบชิ้นส่วน พันขดลวด ทดสอบการทำงาน วัดค่าแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำ ความเร็วรอบ ความถี่ การควบคุมและบำรุงรักษาเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับด้วยความละเอียดรอบคอบ ปลอดภัยและมีความรับผิดชอบ

### จุดประสงค์รายวิชา เพื่อให้


1. รู้และเข้าใจเกี่ยวกับ โครงสร้าง หลักการทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ
2. มีทักษะเกี่ยวกับการตรวจสอบ ถอดประกอบ พันขดลวด บำรุงรักษา การควบคุมเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ
3. มีเจตคติและกิริยาที่ดีในการปฏิบัติงานด้วยความละเอียดรอบคอบ ปลอดภัย เป็นระเบียบ สะอาด ตรงต่อเวลา มีความซื่อสัตย์และมีความรับผิดชอบ
4. มีความสามารถในการประยุกต์ใช้การถอดประกอบชิ้นส่วน ทดสอบ วัดค่าทางไฟฟ้าและควบคุมเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ

### สมรรถนะรายวิชา

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับ โครงสร้างและหลักการทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ
2. ปฏิบัติงานถอดและประกอบชิ้นส่วนและการพันขดลวด
3. ทดสอบและวัดค่าแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำ ความเร็วรอบและความถี่
4. ตรวจสอบ บำรุงรักษาและทดสอบการทำงานเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
5. ประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับการถอดประกอบชิ้นส่วน ทดสอบ วัดค่าทางไฟฟ้าและควบคุมเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ

### คำอธิบายรายวิชา


ศึกษาและปฏิบัติเกี่ยวกับ โครงสร้างและส่วนประกอบของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ การเกิดรูปคลื่นไซน์ สมการแรงเคลื่อนไฟฟ้า ความสัมพันธ์ของความถี่รอบ ขั้วแม่เหล็กและความถี่ การทำงาน คุณลักษณะและการบำรุงรักษา เครื่องกำเนิดไฟฟ้า งานถอดประกอบอัลเทอร์เนเตอร์รถยนต์ เครื่องกำเนิดที่ขับเคลื่อนด้วยเครื่องยนต์ งานพันขดลวดเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส และ 3 เฟส งานต่อขดลวดแบบสตาร์-เดลตา งานทดสอบแรงดัน กระแสขณะมีโหลดและไม่มีโหลด ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส และ 3 เฟส งานตรวจสอบเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส และ 3 เฟส งานควบคุมเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ งานบำรุงรักษาเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ

	<b>หน่วยการเรียนรู้</b> <b>ชื่อวิชา</b> _____ <b>เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ</b> _____ <b>รหัส</b> 20104-2014 <b>ท-ป-น</b> 1-3-2 <b>จำนวนคาบสอน</b> 4 <b>คาบ: สัปดาห์ ระดับชั้น</b> ปวช.
---	--

หน่วย	ชื่อหน่วย	จำนวน คาบ	ที่มา								
			A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	โครงสร้างและส่วนประกอบของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ	4	/	/				/	/		
2	หลักการทำงานและการเกิดรูปคลื่นไซน์	8	/	/				/	/		
3	การพันขดลวดอาร์เมเจอร์	4	/	/	/		/	/	/	/	
4	ตัวประกอบการพันขดลวด	4	/	/	/		/	/		/	/
5	การทำงานและแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำ	4	/	/		/		/		/	
6	คุณลักษณะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ	8	/	/	/	/		/		/	/
7	การขนานเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ	8	/	/		/		/		/	/
8	ประสิทธิภาพและการบำรุงรักษาเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ	4	/	/	/	/		/		/	/
9	การพันเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับขนาดเล็ก	24	/	/	/	/		/		/	/
	วัดผลและประเมินผลปลายภาคเรียน	4									
	รวม	72									

- หมายเหตุ**
- A = หลักสูตรรายวิชา
  - B = เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ: ศูนย์หนังสือเมืองไทย
  - C = เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ
  - D = เครื่องกลไฟฟ้า 2
  - E = เครื่องกลไฟฟ้ากระแสสลับ
  - F = ELECTRIC MACHINERY FUNDAMENTALS
  - G = วิศวกรรมไฟฟ้าเบื้องต้น
  - H = คู่มือการทดลองเครื่องกลไฟฟ้ากระแสสลับ
  - I = คู่มือการทดลองเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ



	<b>โครงการจัดการเรียนรู้</b>	
	ชื่อวิชา	เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ รหัส 20104-2014
ท-ป-น 1-3-2 จำนวนคาบสอน 4 คาบ: สัปดาห์ ระดับชั้น ปวช.		

สัปดาห์ที่	รายการสอน		จำนวนคาบ	
			ทฤษฎี	ปฏิบัติ
1	หน่วยที่ 1 โครงสร้างและส่วนประกอบของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ	ใบงานที่ 1 โครงสร้างและส่วนประกอบของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ	1	3
2-3	หน่วยที่ 2 หลักการทำงานและการเกิดรูปคลื่นไซน์	ใบงานที่ 2 หลักการทำงานและการเกิดรูปคลื่นไซน์	2	6
4	หน่วยที่ 3 การพันขดลวดอาร์เมเจอร์	ใบงานที่ 3 การพันขดลวดอาร์เมเจอร์	1	3
5	หน่วยที่ 4 ตัวประกอบ การพันขดลวด	ใบงานที่ 4 ตัวประกอบ การพันขดลวด	1	3
6	หน่วยที่ 5 การทำงานและแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำ	ใบงานที่ 5 การทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส	1	3
7-8	หน่วยที่ 6 คุณลักษณะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ	ใบงานที่ 6 คุณลักษณะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ	2	6
9-10	หน่วยที่ 7 การขนานเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ	ใบงานที่ 7 การขนานเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส	2	6
11	หน่วยที่ 8 ประสิทธิภาพและการบำรุงรักษาเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ	ใบงานที่ 8 ประสิทธิภาพของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ	1	3
12-17	หน่วยที่ 9 การพันเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับขนาดเล็ก	ใบงานที่ 9 การพันเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส	3	21
18	วัดผลและประเมินผลปลายภาคเรียน		4	
<b>รวม</b>			<b>72</b>	



## การวัดผลและประเมินผล

ชื่อวิชา \_\_\_\_\_ เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ \_\_\_\_\_ รหัส \_\_\_\_\_ 20104-2014  
 ท-ป-น \_\_\_\_\_ 1-3-2 จำนวนคาบสอน \_\_\_\_\_ 4 คาบ: สัปดาห์ ระดับชั้น \_\_\_\_\_ ปวช.

### 1. คะแนนการวัดผล

- พุทธิพิสัย	1) แบบฝึกหัด	10 %
	2) ทดสอบหลังเรียน	15 %
	3) วัดผลสัมฤทธิ์ (ปลายภาค)	10 %
- ทักษะพิสัย	1) ใบงาน	30 %
	2) ทดสอบภาคปฏิบัติ	15 %
- จิตพิสัย	รวม	<u>20 %</u>
	รวมทั้งหมด	<u>100 %</u>


(คะแนนทดสอบก่อนเรียนไว้สำหรับเปรียบเทียบกับคะแนนทดสอบหลังเรียน)

	<b>คะแนนระหว่างภาค/ปลายภาค</b>	<b>75:25</b>
ระหว่างภาค	1) แบบฝึกหัด	10 %
	2) ทดสอบหลังเรียน	15 %
	3) ใบงาน	30 %
	4) จิตพิสัย	<u>20 %</u>
	รวม	<u>75 %</u>
ปลายภาค	1) วัดผลสัมฤทธิ์ (ปลายภาค)	10 %
	2) ทดสอบภาคปฏิบัติ	<u>15 %</u>
	รวม	<u>25 %</u>

### 2. คะแนนการประเมินผล (อิงเกณฑ์)

80 – 100	คะแนน ได้ผลการเรียน	4.0	หมายถึง ผลการเรียนอยู่ในเกณฑ์ดีเยี่ยม
75 – 79	คะแนน ได้ผลการเรียน	3.5	หมายถึง ผลการเรียนอยู่ในเกณฑ์ดีมาก
70 – 74	คะแนน ได้ผลการเรียน	3.0	หมายถึง ผลการเรียนอยู่ในเกณฑ์ดี
65 – 69	คะแนน ได้ผลการเรียน	2.5	หมายถึง ผลการเรียนอยู่ในเกณฑ์ดีพอใช้
60 – 64	คะแนน ได้ผลการเรียน	2.0	หมายถึง ผลการเรียนอยู่ในเกณฑ์พอใช้
55 – 59	คะแนน ได้ผลการเรียน	1.5	หมายถึง ผลการเรียนอยู่ในเกณฑ์อ่อน
50 – 54	คะแนน ได้ผลการเรียน	1.0	หมายถึง ผลการเรียนอยู่ในเกณฑ์อ่อนมาก
< 50	คะแนน ได้ผลการเรียน	0	หมายถึง ผลการเรียนต่ำกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำ



	<b>แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1</b>	<b>หน่วยที่ 1</b>
	<b>ชื่อวิชา</b> เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ รหัสวิชา 20104-2014	เวลาเรียนรวม 72 คาบ
	<b>ชื่อหน่วย</b> โครงสร้างและส่วนประกอบของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ	สอนครั้งที่ 1/18
<b>ชื่อเรื่อง</b>	จำนวน 4 คาบ	

### หัวข้อเรื่อง

- 1.1 หลักการเบื้องต้นของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ
- 1.2 โครงสร้างและส่วนประกอบของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบขั้วแม่เหล็กหมุน
- 1.3 ขดลวดแฉกแปเปอร์
- 1.4 เอ็กไซเตอร์ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ

### สมรรถนะย่อย

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับโครงสร้างและส่วนประกอบของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ
2. ปฏิบัติในการถอดประกอบและวัดหาค่าต่าง ๆ ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ

### จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

#### ด้านความรู้

1. อธิบายหลักการเบื้องต้นของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับได้
2. อธิบายโครงสร้างและส่วนประกอบของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบขั้วแม่เหล็กหมุนได้
3. อธิบายขดลวดแฉกแปเปอร์ได้
4. อธิบายเอ็กไซเตอร์ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับได้

#### ด้านทักษะ

1. บันทึกข้อมูลบนแผ่นป้ายของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส แบบซิงโครนัสได้
2. อธิบายข้อมูลต่าง ๆ บนแผ่นป้ายของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส แบบซิงโครนัสได้
3. ถอดประกอบเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส แบบซิงโครนัสได้
4. ตรวจสอบหาขดลวดต่าง ๆ ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส แบบซิงโครนัสได้

#### ด้านคุณธรรม จริยธรรม/บูรณาการปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

แสดงออกด้านความสนใจใฝ่รู้ การตรงต่อเวลา ความซื่อสัตย์ สุจริต ความมีน้ำใจและแบ่งปัน  
 ความร่วมมือ/ยอมรับความคิดเห็นส่วนใหญ่

## เนื้อหาสาระ

### 1.1 หลักการเบื้องต้นของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ

เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับมีชื่อเรียกว่า เครื่องกำเนิดไฟฟ้าซิงโครนัส (Synchronous generator) หรือมีชื่อเรียกกันโดยทั่วไปว่า อัลเทอร์เนเตอร์ (Alternator) ซึ่งมีหน้าที่เปลี่ยนพลังงานกลเป็นพลังงานไฟฟ้า โดยกำลังไฟฟ้าที่ได้จะเป็นไฟฟ้ากระแสสลับ ซึ่งจะมี 2 แบบ คือ

1.1.1 แบบอาร์เมเจอร์หมุน (Rotating armature)

1.1.2 แบบขั้วแม่เหล็กหมุน (Rotating field)

### 1.2 โครงสร้างและส่วนประกอบของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบขั้วแม่เหล็กหมุน

1.2.1 ส่วนที่อยู่กับที่

1.2.2 ส่วนที่หมุน

### 1.3 ขดลวดแดมเปอร์

ขดลวดแดมเปอร์ (Damper winding) หรือบางครั้งเรียกว่าขดลวดหน่วง ทำมาจากแท่งทองแดงและฝังไว้ที่บริเวณหน้าขั้วแม่เหล็กของโรเตอร์แบบขั้วแม่เหล็กยื่น โดยปลายทั้งสองข้างของแท่งทองแดงเหล่านี้จะถูกลัดวงจรด้วยวงแหวนทองแดงทั้งสองด้านคล้ายกับขดลวดกรงกระรอก ดังรูปที่ 1.7 หน้าที่ของขดลวดแดมเปอร์นี้มีไว้เพื่อป้องกันการสั่นหรือการแกว่งของโรเตอร์เนื่องจากการหมุนของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ไม่สม่ำเสมอเนื่องจากการเพิ่มหรือลดโหลดลงในทันทีทันใด

1.4 เอ็กไซเตอร์ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ **เอ็กไซเตอร์ (Exciter)** เป็นแหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง ทำหน้าที่จ่ายไฟฟ้ากระแสไฟตรงให้กับขดลวดสนามแม่เหล็กของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าหลักของโรเตอร์แบบขั้วแม่เหล็กหมุน โดยทั่วไปมี 2 แบบ คือ

1.4.1 แบบใช้แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงจากภายนอก (External direct current source)

1.4.2 แบบใช้แหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้ากระแสตรงพิเศษ (Special direct current power source)

## กิจกรรมการเรียนรู้ (สัปดาห์ที่ 1/18 คาบที่ 1-4/72)

1. ครูชี้แจงรายละเอียดเกี่ยวกับจุดประสงค์ สมรรถนะและคำอธิบายรายวิชา การวัดผลและประเมินผลการเรียน คุณลักษณะนิสัยที่ต้องการให้เกิดขึ้น และข้อตกลงในการเรียน

2. ครูให้หนังสือเรียน

3. ครูนำเข้าสู่บทเรียน และครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้

4. ครูสอนเนื้อหาสาระข้อ 1.1 – 1.4

5. นักเรียนทำแบบฝึกหัด

6. ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยแบบฝึกหัด และร่วมอภิปรายสรุปบทเรียน

7. ให้นักเรียนทำตามใบงานที่ 1 ครูจะสังเกตการทำงานกลุ่ม

8. นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนหน่วยที่ 1

## สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. สื่อการเรียนรู้ หนังสือเรียน หน่วยที่ 1 PowerPoint ประกอบการสอน และแบบทดสอบหลังเรียน
2. แหล่งการเรียนรู้ หนังสือเกี่ยวกับเครื่องกำเนิดกระแสสลับ อินเทอร์เน็ต [www.google.com](http://www.google.com)

## การวัดและการประเมินผล

การวัดผล (ใช้เครื่องมือ)	การประเมินผล (นำผลเทียบกับเกณฑ์และแปลความหมาย)
1. แบบสังเกตการทำงานกลุ่มและนำเสนอผลงานกลุ่ม	เกณฑ์ผ่าน 60%
2. แบบฝึกหัดหน่วยที่ 1	เกณฑ์ผ่าน 50%
3. ใบงานที่ 1	เกณฑ์ผ่าน 60%
4. แบบทดสอบหลังเรียน (Post-test) หน่วยที่ 1	เกณฑ์ผ่าน 50%
5. แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ตามสภาพจริง	เกณฑ์ผ่าน 60%

## งานที่มอบหมาย

งานที่มอบหมายนอกเหนือเวลาเรียน ให้ทำแบบฝึกหัดให้เรียบร้อย ถูกต้อง สมบูรณ์

## ผลงาน/ชิ้นงาน/ความสำเร็จของผู้เรียน

1. ผลการทำและนำเสนอแบบฝึกหัดหน่วยที่ 1
2. คะแนนแบบทดสอบหลังเรียน (Post-test) หน่วยที่ 1
3. ผลการทำใบงานที่ 1

## เอกสารอ้างอิง

สุธน แก่นตัน (2562). เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ. นนทบุรี : ศูนย์หนังสือเมืองไทย.

บันทึกหลังการสอน

1. ผลการใช้แผนการจัดการเรียนรู้

.....  
.....  
.....

2. ผลการเรียนรู้ของนักเรียน/ผลการสอนของครู/ปัญหาที่พบ

.....  
.....  
.....

3. แนวทางการแก้ปัญหา


.....  
.....  
.....  
.....

ลงชื่อ.....  
(.....)

ตัวแทนนักเรียน

ลงชื่อ.....  
(.....)

ครูผู้สอน

	<b>แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2</b>	<b>หน่วยที่ 2</b>
	<b>ชื่อวิชา</b> เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ รหัสวิชา 20104-2014	เวลาเรียนรวม 72 คาบ
	<b>ชื่อหน่วย</b> หลักการทำงานและการเกิดรูปคลื่นไซน์	สอนครั้งที่ 2-3/18
<b>ชื่อเรื่อง</b> หลักการทำงานและการเกิดรูปคลื่นไซน์		จำนวน 8 คาบ

### หัวข้อเรื่อง

- 2.1 การเกิดแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำ
- 2.2 ทิศทางของแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำและกระแส
- 2.3 ค่าที่มีผลต่อแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำ
- 2.4 การเกิดรูปคลื่นของแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ
- 2.5 ความสัมพันธ์ต่าง ๆ ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ
- 2.6 การคำนวณหาค่าต่าง ๆ ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ

### สมรรถนะย่อย

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับหลักการทำงานและการเกิดรูปคลื่นไซน์
2. ต่อบรรจุการทดลองการเกิดแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำ

### จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

#### ด้านความรู้

1. อธิบายการเกิดแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำได้
2. บอกทิศทางของแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำและกระแสได้
3. อธิบายค่าที่มีผลต่อแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำได้
4. อธิบายการเกิดรูปคลื่นของแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับได้
5. อธิบายความสัมพันธ์ต่าง ๆ ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับได้
6. คำนวณหาค่าต่าง ๆ ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับได้

#### ด้านทักษะ

1. วัดหารูปคลื่นและเขียนรูปคลื่นของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับด้วยออสซิลโลสโคปได้
2. คำนวณหาค่าความถี่ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับได้
3. เขียนและอธิบายกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความถี่กับความเร็วรอบของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

กระแสสลับได้

#### ด้านคุณธรรม จริยธรรม/บูรณาการปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

แสดงออกด้านการตรงต่อเวลา ความสนใจใฝ่รู้ ไม่หยดนิ่งที่จะแก้ปัญหา ความซื่อสัตย์ ความร่วมมือ

## เนื้อหาสาระ

### 2.1 การเกิดแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำ

จากกฎของฟาราเดย์ เมื่อเคลื่อนที่ตัวนำตัดกับเส้นแรงแม่เหล็กหรือมีการเปลี่ยนแปลงเส้นแรงแม่เหล็กที่ตัวนำวางอยู่ ย่อมทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำขึ้นบนตัวนำนั้น โดยทิศทางของแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำจะขึ้นอยู่กับทิศเคลื่อนที่ของตัวนำกับการวางขั้วแม่เหล็กที่แตกต่างกัน ตัวนำจะวางอยู่ระหว่างขั้วแม่เหล็กเหนือ (N) กับขั้วแม่เหล็กใต้ (S) เมื่อเคลื่อนที่ที่ตัวนำขึ้นจะตัดกับเส้นแรงแม่เหล็กทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำ สมมติให้เข็มของกัลวานอมิเตอร์บ่ายเบนไปทางขวา และเมื่อเคลื่อนที่ลงก็จะตัดกับเส้นแรงแม่เหล็กอีกครั้งหนึ่ง ทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำเช่นเดียวกัน ทำให้เข็มของกัลวานอมิเตอร์บ่ายเบนไปทางซ้าย

### 2.2 ทิศทางของแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำและกระแส

การหาทิศทางของแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำ จะใช้กฎมือขวา โดยกางมือขวาออกและให้นิ้วหัวแม่มือตั้งฉากกับนิ้วทั้งสี่ ถ้ากำหนดให้เส้นแรงแม่เหล็กที่พุ่งออกจากขั้วเหนือ (N) พุ่งเข้าหาอุ้งมือ และนิ้วหัวแม่มือชี้ทิศทางเคลื่อนที่ของตัวนำ ดังนั้นนิ้วทั้งสี่จะชี้ทิศทางของแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำ ถ้านิ้วทั้งสี่ชี้เข้าจะแทนด้วยกระแสไหลเข้า และถ้านิ้วทั้งสี่ชี้ออก จะแทนด้วยกระแสไหลออก

### 2.3 ค่าที่มีผลต่อแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำ

#### 2.3.1 ความหนาแน่นของเส้นแรงแม่เหล็ก (B)

#### 2.3.2 ความยาวของตัวนำ (l)

#### 2.3.3 ความเร็วในการเคลื่อนที่ (v)

#### 2.3.4 ตัวนำเคลื่อนที่ในแนวเฉียง

### 2.4 การเกิดรูปคลื่นของแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ

หากกำหนดให้ตัวนำมีการพันเพียง 1 รอบ โดยปลายตัวนำของขดลวดจะถูกต่อกับวงแหวนสลิปริง (Slip ring) ซึ่งแยกกันโดยอิสระและมีแปรงถ่าน a และ b สัมผัสอยู่ที่วงแหวน เพื่อจะได้นำแรงดันไฟฟ้าที่เหนี่ยวนำขึ้นไปใช้งาน ดังนั้นถ้ามีตัวขับเคลื่อน (Prime mover) มาขับเคลื่อนตัวนำให้เคลื่อนที่ผ่านเส้นแรงแม่เหล็กในทิศทางใดทิศทางหนึ่งก็ได้ ก็จะทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำขึ้นที่ปลายทั้งสองของขดลวด

### 2.5 ความสัมพันธ์ต่าง ๆ ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ

#### 2.5.1 ความสัมพันธ์ระหว่างองศาทางไฟฟ้ากับองศาทางกล

#### 2.5.2 ความสัมพันธ์ระหว่างความถี่ ความเร็วรอบ และจำนวนขั้วแม่เหล็ก

### 2.6 การคำนวณหาค่าต่าง ๆ ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ

### กิจกรรมการเรียนรู้ (สัปดาห์ที่ 2/18 คาบที่ 5-8/72)

1. ครูทบทวนเนื้อหาการสอน
2. แบ่งกลุ่มนักเรียนเป็นกลุ่มๆ ละ 4-5 คน
3. ครูนำเข้าสู่บทเรียน และครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้
4. ครูสอนเนื้อหาสาระ 2.1-2.3
5. นักเรียนทำแบบฝึกหัดเป็นกลุ่ม ขณะนักเรียนทำแบบฝึกหัดครูจะสังเกตการทำงานกลุ่ม
6. ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยแบบฝึกหัด และร่วมอภิปรายสรุปบทเรียน
7. นักเรียนปฏิบัติตามใบงานที่ 2 แม่เหล็กไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำ

### กิจกรรมการเรียนรู้ (สัปดาห์ที่ 3/18 คาบที่ 9-12/72)

1. ครูทบทวนเนื้อหาการสอน
2. แบ่งกลุ่มนักเรียนเป็นกลุ่มๆ ละ 4-5 คน
3. ครูนำเข้าสู่บทเรียน และครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้
4. ครูสอนเนื้อหาสาระ 2.4-2.6
5. นักเรียนทำแบบฝึกหัดเป็นกลุ่ม ขณะนักเรียนทำแบบฝึกหัดครูจะสังเกตการทำงานกลุ่ม
6. ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยแบบฝึกหัด และร่วมอภิปรายสรุปบทเรียน
7. นักเรียนปฏิบัติตามใบงานที่ 2 (ต่อ)
8. นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนหน่วยที่ 2

### สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. สื่อการเรียนรู้ หนังสือเรียน หน่วยที่ 2 PowerPoint ประกอบการสอน และแบบทดสอบหลังเรียน
2. แหล่งการเรียนรู้ หนังสือเกี่ยวกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ อินเทอร์เน็ต [www.google.com](http://www.google.com)

### การวัดผลและประเมินผล

การวัดผล (ใช้เครื่องมือ)	การประเมินผล (นำผลเทียบกับเกณฑ์และแปลความหมาย)
1. แบบสังเกตการทำงานกลุ่มและนำเสนอผลงานกลุ่ม	เกณฑ์ผ่าน 60%
2. แบบฝึกหัดหน่วยที่ 2	เกณฑ์ผ่าน 50%
3. ใบงานที่ 2	เกณฑ์ผ่าน 60%
4. แบบทดสอบหลังเรียน (Post-test) หน่วยที่ 2	เกณฑ์ผ่าน 50%
5. แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ตามสภาพจริง	เกณฑ์ผ่าน 60%

**งานที่มอบหมาย**

งานที่มอบหมายนอกเหนือเวลาเรียน ให้ทำแบบฝึกหัดให้เรียบร้อย ถูกต้อง สมบูรณ์

**ผลงาน/ชิ้นงาน/ความสำเร็จของผู้เรียน**

- 1. ผลการทำและนำเสนอแบบฝึกหัดหน่วยที่ 2
- 2. คะแนนแบบทดสอบหลังเรียน (Post-test) หน่วยที่ 2
- 3. ผลการปฏิบัติตามใบงานที่ 2

**เอกสารอ้างอิง**

สุธน แก่นตัน (2562). เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ. นนทบุรี : ศูนย์หนังสือเมืองไทย.

**บันทึกหลังการสอน**

**1. ผลการใช้แผนการจัดการเรียนรู้**

.....

.....

.....

.....

**2. ผลการเรียนรู้ของนักเรียน/ผลการสอนของครู/ปัญหาที่พบ**

.....

.....

.....

.....

**3. แนวทางการแก้ปัญหา**

.....

.....

.....


.....

ลงชื่อ.....  
 (.....)

ตัวแทนนักเรียน

ลงชื่อ.....  
 (.....)

ครูผู้สอน

	<b>แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3</b>	<b>หน่วยที่ 3</b>
	<b>ชื่อวิชา</b> เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ รหัสวิชา 20104-2014	เวลาเรียนรวม 72 คาบ
	<b>ชื่อหน่วย</b> การพันขดลวดอาร์เมเจอร์	สอนครั้งที่ 4/18
<b>ชื่อเรื่อง</b> การพันขดลวดอาร์เมเจอร์		จำนวน 4 คาบ

### หัวข้อเรื่อง

- 3.1 ความหมายของค่าต่าง ๆ ในการพันขดลวด
- 3.2 การพันขดลวดอาร์เมเจอร์ที่สเตเตอร์
- 3.3 สูตรการคำนวณหาค่าต่าง ๆ ในการพันขดลวดอาร์เมเจอร์
- 3.4 การคำนวณหาค่าต่าง ๆ ในการพันและฝั้งการลงขดลวดอาร์เมเจอร์

### สมรรถนะย่อย

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับการพันขดลวดอาร์เมเจอร์
2. ปฏิบัติการลงขดลวดแบบภาพคลี่ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า 1 เฟส และ 3 เฟส ทั้งแบบขั้นเดียวและสองชั้น

### จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

#### ด้านความรู้

1. บอกความหมายของค่าต่าง ๆ ในการพันขดลวดได้
2. อธิบายการพันขดลวดอาร์เมเจอร์ที่สเตเตอร์ได้
3. บอกสูตรการคำนวณหาค่าต่าง ๆ ในการพันขดลวดอาร์เมเจอร์ได้
4. คำนวณหาค่าต่าง ๆ ในการพันและฝั้งการลงขดลวดอาร์เมเจอร์ได้

#### ด้านทักษะ

1. คำนวณหาค่าต่าง ๆ ในการพันขดลวดอาร์เมเจอร์ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับได้
2. เขียนฝั้งการลงขดลวดแบบภาพคลี่และการต่อกรู๊ปขดลวดได้
3. นำเสนอผลงานที่ได้จากการคำนวณและฝั้งการลงแบบภาพคลี่ได้

#### ด้านคุณธรรม จริยธรรม/บูรณาการปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

แสดงออกด้านการตรงต่อเวลา ความสนใจใฝ่รู้ ไม่หยดนิ่งที่จะแก้ปัญหา ความซื่อสัตย์ ความร่วมมือ

## เนื้อหาสาระ

### 3.1 ความหมายของค่าต่าง ๆ ในการพันขดลวด

3.1.1 พิตช์ขดลวด (Coil pitch) คือ ระยะห่างของขดลวดระหว่างคอยล์ด้านซ้ายกับคอยล์ด้านขวาของขดลวดชุดเดียวกัน

3.1.2 พิตช์ขั้วแม่เหล็ก (Pole pitch) คือ ระยะห่างของขั้วแม่เหล็กระหว่างจุดกึ่งกลางของขั้วแม่เหล็กเหนือ (N) กับขั้วแม่เหล็กใต้ (S) ที่อยู่ประชิดกัน ซึ่งมีค่าเท่ากับ  $180^\circ$  ทางไฟฟ้า

3.1.3 พิตช์เต็ม (Full pitch) คือ ระยะห่างของขดลวดระหว่างคอยล์ด้านซ้ายกับคอยล์ด้านขวาของขดลวดชุดเดียวกัน ซึ่งมีระยะห่างเท่ากับพิตช์ขั้วแม่เหล็ก หรือเท่ากับ  $180^\circ$  ทางไฟฟ้า

3.1.4 พิตช์เศษส่วนหรือพิตช์สั้น (Fractional pitch or short pitch) คือ ระยะห่างของขดลวดระหว่างคอยล์ด้านซ้ายกับคอยล์ด้านขวาของขดลวดชุดเดียวกัน ซึ่งมีระยะห่างน้อยกว่าพิตช์ขั้วแม่เหล็ก หรือน้อยกว่า  $180^\circ$  ทางไฟฟ้า

3.1.5 มุมของร่อง (Slot angle) คือ มุมระหว่างร่อง 2 ร่องที่อยู่ประชิดกัน กำหนดด้วยอักษรกรีกเป็น  $\beta$  (อ่านว่าเบตา) มีหน่วยเป็นองศาทางไฟฟ้า

3.1.6 เลเยอร์ (Layer) คือ จำนวนชั้นของขดลวดใน 1 ร่องที่สเตเตอร์

### 3.2 การพันขดลวดอาร์เมเจอร์ที่สเตเตอร์

3.2.1 เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส

3.2.2 เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส

### 3.3 สูตรการคำนวณหาค่าต่าง ๆ ในการพันขดลวดอาร์เมเจอร์

### 3.4 การคำนวณหาค่าต่าง ๆ ในการพันและผังการลงขดลวดอาร์เมเจอร์

## กิจกรรมการเรียนรู้ (สัปดาห์ที่ 4/18 คาบที่ 13-16/72)

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

## สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. สื่อการเรียนรู้ หนังสือเรียน หน่วยที่ 3 PowerPoint ประกอบการสอน และแบบทดสอบหลังเรียน
2. แหล่งการเรียนรู้ หนังสือเกี่ยวกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ อินเทอร์เน็ต [www.google.com](http://www.google.com)

## การวัดผลและประเมินผล

การวัดผล (ใช้เครื่องมือ)	การประเมินผล (นำผลเทียบกับเกณฑ์และแปลความหมาย)
1. แบบสังเกตการทำงานกลุ่มและนำเสนอผลงานกลุ่ม	เกณฑ์ผ่าน 60%
2. แบบฝึกหัดหน่วยที่ 3	เกณฑ์ผ่าน 50%
3. ใบงานที่ 3	เกณฑ์ผ่าน 60%
4. แบบทดสอบหลังเรียน (Post-test) หน่วยที่ 3	เกณฑ์ผ่าน 50%
5. แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ตามสภาพจริง	เกณฑ์ผ่าน 60%

### งานที่มอบหมาย

งานที่มอบหมายนอกเหนือเวลาเรียน ให้ทำแบบฝึกหัดให้เรียบร้อย ถูกต้อง สมบูรณ์

### ผลงาน/ชิ้นงาน/ความสำเร็จของผู้เรียน

1. ผลการทำและนำเสนอแบบฝึกหัดหน่วยที่ 3
2. คะแนนแบบทดสอบหลังเรียน (Post-test) หน่วยที่ 3
3. ผลการปฏิบัติตามใบงานที่ 3

### เอกสารอ้างอิง

สุชน แก่นตัน (2562). เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ. นนทบุรี : ศูนย์หนังสือเมืองไทย.

บันทึกหลังการสอน

1. ผลการใช้แผนการจัดการเรียนรู้

.....  
.....  
.....

2. ผลการเรียนรู้ของนักเรียน/ผลการสอนของครู/ปัญหาที่พบ

.....  
.....  
.....

3. แนวทางการแก้ปัญหา


.....  
.....  
.....  
.....

ลงชื่อ.....  
(.....)

ตัวแทนนักเรียน

ลงชื่อ.....  
(.....)

ครูผู้สอน

	<b>แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4</b>	<b>หน่วยที่ 4</b>
	<b>ชื่อวิชา</b> เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ รหัสวิชา 20104-2014	เวลาเรียนรวม 72 คาบ
	<b>ชื่อหน่วย</b> ตัวประกอบการพันขดลวด	สอนครั้งที่ 5/18
<b>ชื่อเรื่อง</b> ตัวประกอบการพันขดลวด		จำนวน 4 คาบ

### หัวข้อเรื่อง

- 4.1 ตัวประกอบพิตซ์
- 4.2 ตัวประกอบการกระจาย
- 4.3 การคำนวณหาค่าตัวประกอบการพันขดลวด

### สมรรถนะย่อย

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับตัวประกอบการพันขดลวด
2. ปฏิบัติการหาตัวประกอบการพันขดลวดที่ลงในร่องสเตเตอร์ตามแนวระนาบ

### จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

#### ด้านความรู้

1. อธิบายตัวประกอบพิตซ์ได้
2. อธิบายตัวประกอบการกระจายได้
3. คำนวณหาค่าตัวประกอบการพันขดลวดได้

#### ด้านทักษะ

1. คำนวณหาค่าต่าง ๆ ในการพันขดลวดอาร์เมเจอร์ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับได้
2. พิจารณาการลงขดลวดในร่องสเตเตอร์ตามแนวระนาบที่กำหนดให้ได้
3. นำเสนอผลงานที่ได้จากการคำนวณได้

#### ด้านคุณธรรม จริยธรรม/บูรณาการปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

แสดงออกด้านการตรงต่อเวลา ความสนใจใฝ่รู้ ไม่หยดนิ่งที่จะแก้ปัญหา ความซื่อสัตย์ ความร่วมมือ

### เนื้อหาสาระ

#### 4.1 ตัวประกอบพิตซ์

ตัวประกอบพิตซ์ (Pitch factor) หมายถึง ตัวประกอบที่เกิดจากการพันขดลวดอาร์เมเจอร์ในร่องสเตเตอร์ เพื่อเป็นตัวประกอบที่ใช้คูณเข้าไปในสมการแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำ

- 4.1.1 ลงขดลวดแบบพิตซ์เต็ม
- 4.1.2 ลงขดลวดแบบพิตซ์เศษส่วน

#### 4.2 ตัวประกอบการกระจาย

ตัวประกอบการกระจาย (Distributed factor) หมายถึง ตัวประกอบที่เกิดจากการพันขดลวดอาร์เมเจอร์ใน 1 กรู๊ปที่ได้กระจายลงในร่องสเตเตอร์ เพื่อเป็นตัวประกอบที่ใช้คูณเข้าไปในสมการแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำ จะกำหนดให้เป็นค่า  $K_d$

#### 4.3 การคำนวณหาค่าตัวประกอบการพันขดลวด

### กิจกรรมการเรียนรู้ (สัปดาห์ที่ 5/18 คาบที่ 17-20/72)

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

### สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. สื่อการเรียนรู้ หนังสือเรียน หน่วยที่ 4 PowerPoint ประกอบการสอน และแบบทดสอบหลังเรียน
2. แหล่งการเรียนรู้ หนังสือเกี่ยวกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ, อินเทอร์เน็ต [www.google.com](http://www.google.com)

### การวัดผลและประเมินผล

การวัดผล (ใช้เครื่องมือ)	การประเมินผล (นำผลเทียบกับเกณฑ์และแปลความหมาย)
1. แบบสังเกตการทำงานกลุ่มและนำเสนอผลงานกลุ่ม	เกณฑ์ผ่าน 60%
2. แบบฝึกหัดหน่วยที่ 4	เกณฑ์ผ่าน 50%
3. ใบงานที่ 4	เกณฑ์ผ่าน 60%
4. แบบทดสอบหลังเรียน (Post-test) หน่วยที่ 4	เกณฑ์ผ่าน 50%
5. แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ตามสภาพจริง	เกณฑ์ผ่าน 60%

### งานที่มอบหมาย

งานที่มอบหมายนอกเหนือเวลาเรียน ให้ทำแบบฝึกหัดให้เรียบร้อย ถูกต้อง สมบูรณ์

**ผลงาน/ชิ้นงาน/ความสำเร็จของผู้เรียน**

- 1. ผลการทำและนำเสนอแบบฝึกหัดหน่วยที่ 4
- 2. คะแนนแบบทดสอบหลังเรียน (Post-test) หน่วยที่ 4
- 3. ผลการทำใบงานที่ 4

**เอกสารอ้างอิง**

สุธน แก่นตัน (2562). เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ. นนทบุรี : ศูนย์หนังสือเมืองไทย.

**บันทึกหลังการสอน**

**1. ผลการใช้แผนการจัดการเรียนรู้**

.....

.....

.....

.....

**2. ผลการเรียนรู้ของนักเรียน/ผลการสอนของครู/ปัญหาที่พบ**

.....

.....

.....

.....

**3. แนวทางการแก้ปัญหา**

.....

.....

.....


.....

ลงชื่อ.....  
(.....)

ตัวแทนนักเรียน

ลงชื่อ.....  
(.....)

ครูผู้สอน

	<b>แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5</b>	<b>หน่วยที่ 5</b>
	<b>ชื่อวิชา</b> เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ รหัสวิชา 20104-2014	เวลาเรียนรวม 72 คาบ
	<b>ชื่อหน่วย</b> การทำงานและแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำ	สอนครั้งที่ 6/18
<b>ชื่อเรื่อง</b> การทำงานและแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำ		จำนวน 4 คาบ

### หัวข้อเรื่อง

- 5.1 การทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส
- 5.2 การทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส
- 5.3 การต่อขดลวดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส
- 5.4 การคำนวณหาแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส

### สมรรถนะย่อย

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับการทำงานและแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำ
2. ต่อดวงจรการทดลองในการทำงานเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส

### จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

#### ด้านความรู้

1. อธิบายการทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟสได้
2. อธิบายการทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟสได้
3. อธิบายการต่อขดลวดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟสได้
4. คำนวณหาแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟสได้

#### ด้านทักษะ

1. วัดหาแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับเมื่อต่อแบบวายและแบบเดลตาได้
2. คำนวณหาค่าอัตราส่วนของแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า เมื่อต่อแบบวายและแบบเดลตาได้
3. เขียนและอธิบายกราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันไฟฟ้ากับกระแสไฟฟ้าที่ขดลวดสนามแม่เหล็กได้

#### ด้านคุณธรรม จริยธรรม/บูรณาการปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

ความมีวินัย ความมีมนุษยสัมพันธ์ ความรับผิดชอบและความเชื่อมั่นในตนเอง

## เนื้อหาสาระ

### 5.1 การทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส

ตัวนำทั้งหมดที่พันอยู่บนอาร์เมเจอร์เมื่อเคลื่อนที่ตัดผ่านเส้นแรงแม่เหล็ก จะทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำขึ้นที่อาร์เมเจอร์ ซึ่งเป็นไปตามกฎของฟาราเดย์ที่กล่าวมาแล้วในหน่วยที่ 2 เมื่อใช้กฎมือขวาจะเห็นว่ากลุ่มตัวนำที่ตัดขั้ว N เป็นกระแสไหลเข้าและกลุ่มตัวนำที่ตัดขั้ว S เป็นกระแสไหลออก โดยแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำที่เกิดขึ้นทั้งหมดบนตัวนำที่ต่ออนุกรมกัน โดยต้นและปลายมาต่อเข้ากับวงแหวนสลิปริง โดยแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำจะได้จากวงแหวนสลิปริงผ่านแปรงถ่านที่สัมผัสอยู่

### 5.2 การทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส

ในเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส ส่วนมากแล้วขดลวดอาร์เมเจอร์จะวางอยู่กับที่และมีขั้วแม่เหล็กเคลื่อนที่หมุนไปตัดกับขดลวดอาร์เมเจอร์ที่วางอยู่กับที่ จากรูปที่ 5.2 (ก) จะมีขดลวดอาร์เมเจอร์อยู่ 3 ชุด ชุดที่ 1 คือ aa' ชุดที่ 2 คือ bb' และชุดที่ 3 คือ cc' โดยแต่ละชุดวางห่างกัน  $120^\circ$  ทางไฟฟ้า ที่ได้กล่าวมาแล้วในหน่วยที่ 2 และหน่วยที่ 3 เมื่อเคลื่อนที่ขั้วแม่เหล็กไปตัดกับขดลวดทั้ง 3 ชุด ก็จะทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำขึ้นที่ขดลวดทั้ง 3 ชุดเหมือนกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า 1 เฟส คือ  $e_a$ ,  $e_b$  และ  $e_c$  เพียงแต่รูปคลื่นที่เกิดขึ้นของแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำจะมีมุมเฟสต่างกัน  $120^\circ$  ทางไฟฟ้า

### 5.3 การต่อขดลวดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส

#### 5.3.1 การต่อแบบวาย (Y)

#### 5.3.2 การต่อขดลวดแบบเดลตา ( $\Delta$ )

### 5.4 การคำนวณหาแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส

## กิจกรรมการเรียนรู้ (สัปดาห์ที่ 6/18 คาบที่ 21-24/72)

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

## สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. สื่อการเรียนรู้ หนังสือเรียน หน่วยที่ 5 ใบงาน PowerPoint ประกอบการสอน และแบบทดสอบหลังเรียน
2. แหล่งการเรียนรู้ หนังสือเกี่ยวกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ อินเทอร์เน็ต [www.google.com](http://www.google.com)

## การวัดผลและประเมินผล

การวัดผล (ใช้เครื่องมือ)	การประเมินผล (นำผลเทียบกับเกณฑ์และแปลความหมาย)
1. แบบสังเกตการทำงานกลุ่มและนำเสนอผลงานกลุ่ม	เกณฑ์ผ่าน 60%
2. แบบฝึกหัดหน่วยที่ 5	เกณฑ์ผ่าน 50%
3. ใบงานที่ 5	เกณฑ์ผ่าน 60%
4. แบบทดสอบหลังเรียน (Post-test) หน่วยที่ 5	เกณฑ์ผ่าน 50%
5. แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ตามสภาพจริง	เกณฑ์ผ่าน 60%

### งานที่มอบหมาย

งานที่มอบหมายนอกเหนือเวลาเรียน ให้ทำแบบฝึกหัดให้เรียบร้อย ถูกต้อง สมบูรณ์

### ผลงาน/ชิ้นงาน/ความสำเร็จของผู้เรียน

1. ผลการทำและนำเสนอแบบฝึกหัดหน่วยที่ 5
2. คะแนนแบบทดสอบหลังเรียน (Post-test) หน่วยที่ 5
3. ผลการปฏิบัติตามใบงานที่ 5

### เอกสารอ้างอิง

สุชน แก่นตัน (2562). **เครื่องกลไฟฟ้ากระแสตรง**. นนทบุรี : ศูนย์หนังสือเมืองไทย.

บันทึกหลังการสอน

1. ผลการใช้แผนการจัดการเรียนรู้

.....  
.....  
.....

2. ผลการเรียนรู้ของนักเรียน/ผลการสอนของครู/ปัญหาที่พบ

.....  
.....  
.....

3. แนวทางการแก้ปัญหา

.....  
.....  
.....  
.....

ลงชื่อ.....


(.....)

ตัวแทนนักเรียน

ลงชื่อ.....

(.....)

ครูผู้สอน

	<b>แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6</b>	<b>หน่วยที่ 6</b>
	<b>ชื่อวิชา</b> เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ รหัสวิชา 20104-2014	เวลาเรียนรวม 72 คาบ
	<b>ชื่อหน่วย</b> คุณลักษณะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ	สอนครั้งที่ 7-8/18
<b>ชื่อเรื่อง</b> คุณลักษณะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ		จำนวน 8 คาบ

### หัวข้อเรื่อง

- 6.1 การทำงานและคุณลักษณะเมื่อไม่มีโหลด
- 6.2 การทำงานและคุณลักษณะเมื่อมีโหลด
- 6.3 ซิงโครไนส์รีแอกแตนซ์และซิงโครไนส์อิมพีแดนซ์
- 6.4 วงจรสมมูลและเฟสเซอร์ไดอะแกรม
- 6.5 การคำนวณหาค่าต่าง ๆ ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ

### สมรรถนะย่อย

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับคุณลักษณะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ
2. ต่อย่างจรการทดลองในการหาคุณลักษณะเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ

### จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

#### ด้านความรู้

1. อธิบายการทำงานและคุณลักษณะเมื่อไม่มีโหลดได้
2. อธิบายการทำงานและคุณลักษณะเมื่อมีโหลดได้
3. อธิบายซิงโครไนส์รีแอกแตนซ์และซิงโครไนส์อิมพีแดนซ์ได้
4. เขียนวงจรสมมูลและเฟสเซอร์ไดอะแกรมได้
5. คำนวณหาค่าต่าง ๆ ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับได้

#### ด้านทักษะ

1. วัดหาแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับเมื่อมีโหลดชนิดต่าง ๆ ได้
2. เขียนและอธิบายกราฟคุณลักษณะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับเมื่อมีโหลดต่าง ๆ ได้

#### ด้านคุณธรรม จริยธรรม/บูรณาการปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

ความมีวินัย ความมีมนุษยสัมพันธ์ ความรับผิดชอบและความเชื่อมั่นในตนเอง

## เนื้อหาสาระ

### 6.1 การทำงานและคุณลักษณะเมื่อไม่มีโหลด

เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส แบบขั้วแม่เหล็กหมุน โดยเส้นแรงแม่เหล็กที่แกนขั้วได้จากแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงจากภายนอกมากระตุ้นที่ขดลวดสนามแม่เหล็ก เมื่อหมุนขั้วแม่เหล็กจะทำให้เส้นแรงแม่เหล็กไปตัดกับขดลวดอาร์เมเจอร์ที่วางอยู่กับที่ ทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำ (E) ขึ้นที่อาร์เมเจอร์และจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับให้กับโหลดได้โดยตรง

### 6.2 การทำงานและคุณลักษณะเมื่อมีโหลด

เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับเมื่อไม่มีโหลด แรงดันไฟฟ้าที่ขั้วของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะเท่ากับแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำที่อาร์เมเจอร์ เมื่อนำโหลดมาต่อเข้ากับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะมีกระแสไฟฟ้าที่อาร์เมเจอร์ออกจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าไปยังโหลด และถ้ากระแสไฟฟ้าที่อาร์เมเจอร์เปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นผลจะทำให้แรงดันไฟฟ้าที่ขั้วของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเปลี่ยนแปลงลดลง อันเนื่องจาก 3 สาเหตุ คือ แรงดันไฟฟ้าตกคร่อมจากขดลวดอาร์เมเจอร์ ( $I_a R_a$ ) แรงดันไฟฟ้าลดลงเนื่องจากลิกเกจรีแอกแตนซ์ ( $I_a X_L$ ) และแรงดันไฟฟ้าลดลงเนื่องจากอาร์เมเจอร์รีแอกแตนซ์ ( $I_a X_a$ )

#### 6.2.1 ความต้านทานของขดลวดอาร์เมเจอร์

#### 6.2.2 อาร์เมเจอร์ลิกเกจรีแอกแตนซ์

#### 6.2.3 อาร์เมเจอร์รีแอกแตนซ์

### 6.3 ซิงโครนัสรีแอกแตนซ์และซิงโครนัสอิมพีแดนซ์

เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับถ้าถูกขั้วให้ความเร็วรอบคงที่เท่ากับพิกัด ซึ่งแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำจะขึ้นอยู่กับกระแสไฟฟ้าที่ขดลวดสนามแม่เหล็กถ้าให้กระแสไฟฟ้านี้คงที่ จะทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำขึ้นมาค่าหนึ่ง เมื่อเครื่องกำเนิดไฟฟ้ามีโหลดและสมมติให้มีค่าตัวประกอบกำลังล่าช้าอยู่ค่าหนึ่ง ผลทำให้แรงดันไฟฟ้าที่ขั้วของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ามีค่าลดลงมี 3 สาเหตุหลัก คือ

1. แรงดันไฟฟ้าตกคร่อมเนื่องจากความต้านทานอาร์เมเจอร์ ( $I_a R_a$ )
2. แรงดันไฟฟ้าลดลงเนื่องจากลิกเกจรีแอกแตนซ์ ( $I_a X_L$ )
3. แรงดันไฟฟ้าลดลงเนื่องจากอาร์เมเจอร์รีแอกแตนซ์ ( $I_a X_a$ )

### 6.4 วงจรสมมูลและเฟสเซอร์ไดอะแกรม

#### 6.4.1 วงจรสมมูลของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ

#### 6.4.2 เฟสเซอร์ไดอะแกรม

### 6.5 การคำนวณหาค่าต่าง ๆ ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ

### กิจกรรมการเรียนรู้ (สัปดาห์ที่ 7/18 คาบที่ 25-28/72)

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

### กิจกรรมการเรียนรู้ (สัปดาห์ที่ 8/18 คาบที่ 29-32/72)

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

### สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. สื่อการเรียนรู้ หนังสือเรียน หน่วยที่ 6 ใบงาน PowerPoint ประกอบการสอน และแบบทดสอบหลังเรียน
2. แหล่งการเรียนรู้ หนังสือเกี่ยวกับเครื่องกลกระแสดตรง อินเทอร์เน็ต [www.google.com](http://www.google.com)

### การวัดผลและประเมินผล

การวัดผล (ใช้เครื่องมือ)	การประเมินผล (นำผลเทียบกับเกณฑ์และแปลความหมาย)
1. แบบสังเกตการทำงานกลุ่มและนำเสนอผลงานกลุ่ม	เกณฑ์ผ่าน 60%
2. แบบฝึกหัดหน่วยที่ 5	เกณฑ์ผ่าน 50%
3. ใบงานที่ 6	เกณฑ์ผ่าน 60%
4. แบบทดสอบหลังเรียน (Post-test) หน่วยที่ 6	เกณฑ์ผ่าน 50%
5. แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ตามสภาพจริง	เกณฑ์ผ่าน 60%

**งานที่มอบหมาย**

งานที่มอบหมายนอกเหนือเวลาเรียน ให้ทำแบบฝึกหัดให้เรียบร้อย ถูกต้อง สมบูรณ์

**ผลงาน/ชิ้นงาน/ความสำเร็จของผู้เรียน**

- 1. ผลการทำและนำเสนอแบบฝึกหัดหน่วยที่ 6
- 2. คะแนนแบบทดสอบหลังเรียน (Post-test) หน่วยที่ 6
- 3. ผลการปฏิบัติตามใบงานที่ 6

**เอกสารอ้างอิง**

สุชน แก่นตัน (2562). เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ. นนทบุรี : ศูนย์หนังสือเมืองไทย.

**บันทึกหลังการสอน**

**1. ผลการใช้แผนการจัดการเรียนรู้**

.....

.....

.....

.....

**2. ผลการเรียนรู้ของนักเรียน/ผลการสอนของครู/ปัญหาที่พบ**

.....

.....

.....

.....

**3. แนวทางการแก้ปัญหา**

.....

.....

.....


.....

ลงชื่อ.....  
(.....)

ตัวแทนนักเรียน

ลงชื่อ.....  
(.....)

ครูผู้สอน

	<b>แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7</b>	<b>หน่วยที่ 7</b>
	<b>ชื่อวิชา</b> เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ รหัสวิชา 20104-2014	เวลาเรียนรวม 72 คาบ
	<b>ชื่อหน่วย</b> การขนานเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ	สอนครั้งที่ 9-10/18
<b>ชื่อเรื่อง</b> การขนานเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ		จำนวน 8 คาบ

### หัวข้อเรื่อง

- 7.1 เหตุผลในการขนานเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
- 7.2 การตรวจสอบค่าต่าง ๆ ในการขนานเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
- 7.3 การขนานเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส
- 7.4 การขนานเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส ด้วยหลอดไฟ
- 7.5 การขนานเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส ด้วยชิงโครสโคป

### สมรรถนะย่อย

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับการขนานเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ
2. ต่อดวงจรการทดลองในการขนานเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส

### จุดประสงค์การปฏิบัติ

#### ด้านความรู้

1. บอกเหตุผลในการขนานเครื่องกำเนิดไฟฟ้าได้
2. อธิบายการตรวจสอบค่าต่าง ๆ ในการขนานเครื่องกำเนิดไฟฟ้าได้
3. อธิบายการขนานเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟสได้
4. อธิบายการขนานเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส ด้วยหลอดไฟได้
5. อธิบายการขนานเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส ด้วยชิงโครสโคปได้

#### ด้านทักษะ

1. ต่อดวงจรการขนานเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส แบบหลอดดับ 3 หลอดได้
2. ต่อดวงจรการขนานเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส แบบหลอดดับ 1 หลอด สว่าง 2 หลอดได้

#### ด้านคุณธรรม จริยธรรม/บูรณาการปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

ความมีวินัย ความรักสามัคคีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์และความพึงพอใจในผลงานที่ทำ

### เนื้อหาสาระ

- 7.1 เหตุผลในการขนานเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

ในระบบผลิตของโรงจักรไฟฟ้าจะไม่ใช้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดใหญ่เพียงเครื่องเดียว แต่จะใช้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าจำนวนหลายเครื่องมาต่อขนานกัน ทั้งนี้เพื่อช่วยในการจ่ายกำลังไฟฟ้าให้กับโหลด

## 7.2 การตรวจสอบค่าต่าง ๆ ในการขนานเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

ในการขนานเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับสองเครื่อง ต้องคำนึงถึงสิ่งที่สำคัญดังนี้

1. แรงดันไฟฟ้าที่ขั้วของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทั้งสองต้องเท่ากัน โดยสังเกตจากโวลต์มิเตอร์ที่วัดแรงดันไฟฟ้าที่สายของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทั้งสอง
2. ความเร็วรอบของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทั้งสองจะต้องทำให้ได้ความถี่เท่ากัน โดยสังเกตจากเครื่องวัดความถี่ (Frequency meter) ที่วัดที่สายของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทั้งสอง
3. แรงดันไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทั้งสองต้องมีลำดับเฟส (Phase sequence) เหมือนกัน และเกิดขึ้นพร้อมกัน โดยสังเกตจากหลอดซิงโครไนซ์ (Synchronizing lamp) หรือได้จากเครื่องวัดที่เรียกว่า ซิงโครสโคป (Synchroscope)

### 7.2.1 การตรวจสอบแรงดันไฟฟ้า

### 7.2.2 การตรวจสอบความถี่

### 7.2.3 การตรวจสอบลำดับเฟส

## 7.3 การขนานเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส

### 7.3.1 แบบหลอดดับ 2 หลอด

### 7.3.2 แบบหลอดสว่าง 2 หลอด

## 7.4 การขนานเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส ด้วยหลอดไฟ

### 7.4.1 แบบหลอดดับ 1 หลอด สว่าง 2 หลอด

### 7.4.2 แบบหลอดดับ 3 หลอด

## 7.5 การขนานเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส ด้วยซิงโครสโคป

ซิงโครสโคป เป็นเครื่องวัดมุมระหว่างรูปคลื่นของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทั้งสองเครื่องที่จะขนานกันเข้าไปโดยมุมจะเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาตามการเปลี่ยนแปลงของความถี่ เรียกมุมนี้ว่า มุมที่คลาดเคลื่อน (Error angle) จากรูปที่ 7.8 แสดงรูปคลื่นแรงดันไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเครื่องที่ 1 และเครื่องที่ 2 เป็น  $e_1$  และ  $e_2$  ตามลำดับ โดยรูปคลื่น  $e_2$  มีความถี่มากกว่ารูปคลื่น  $e_1$  จะเห็นวาระยะ  $a$  เป็นมุมคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นที่มีค่ามากและมีระยะน้อยลงเรื่อย ๆ เป็นระยะ  $b$  และระยะ  $c$  โดยที่ระยะ  $c$  จะมีค่าเท่ากับศูนย์ ซึ่งที่จุดนี้รูปคลื่นของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทั้งสองเครื่องจะเกิดขึ้นพร้อมกันและทับกันสนิทเรียกว่า **สถานะซิงโครไนซ์**

## กิจกรรมการเรียนรู้ (สัปดาห์ที่ 9/18 คาบที่ 33-36/72)

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

## กิจกรรมการเรียนรู้ (สัปดาห์ที่ 10/18 คาบที่ 37-40/72)

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

## สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. สื่อการเรียนรู้ หนังสือเรียน หน่วยที่ 7 ใบงาน PowerPoint ประกอบการสอน และแบบทดสอบหลังเรียน
2. แหล่งการเรียนรู้ หนังสือเกี่ยวกับเครื่องกลกระแสดตรง อินเทอร์เน็ต [www.google.com](http://www.google.com)

## การวัดผลและประเมินผล

การวัดผล (ใช้เครื่องมือ)	การประเมินผล (นำผลเทียบกับเกณฑ์และแปลความหมาย)
1. แบบสังเกตการทำงานกลุ่มและนำเสนอผลงานกลุ่ม	เกณฑ์ผ่าน 60%
2. แบบฝึกหัดหน่วยที่ 7	เกณฑ์ผ่าน 50%
3. ใบงานที่ 7	เกณฑ์ผ่าน 60%
4. แบบทดสอบหลังเรียน (Post-test) หน่วยที่ 7	เกณฑ์ผ่าน 50%
5. แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ตามสภาพจริง	เกณฑ์ผ่าน 60%

## งานที่มอบหมาย

งานที่มอบหมายนอกเหนือเวลาเรียน ให้ทำแบบฝึกหัดให้เรียบร้อย ถูกต้อง สมบูรณ์

## ผลงาน/ชิ้นงาน/ความสำเร็จของผู้เรียน

1. ผลการทำและนำเสนอแบบฝึกหัดหน่วยที่ 7
2. คะแนนแบบทดสอบหลังเรียน (Post-test) หน่วยที่ 7
3. ผลการปฏิบัติตามใบงานที่ 7

## เอกสารอ้างอิง

สุธน แก่นตัน (2562). เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ. นนทบุรี : ศูนย์หนังสือเมืองไทย.

บันทึกหลังการสอน

1. ผลการใช้แผนการจัดการเรียนรู้

.....  
.....  
.....

2. ผลการเรียนรู้ของนักเรียน/ผลการสอนของครู/ปัญหาที่พบ

.....  
.....  
.....

3. แนวทางการแก้ปัญหา

.....  
.....  
.....  
.....

ลงชื่อ.....


(.....)

ตัวแทนนักเรียน

ลงชื่อ.....

(.....)

ครูผู้สอน

	<b>แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8</b>	<b>หน่วยที่ 8</b>
	<b>ชื่อวิชา</b> เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ รหัสวิชา 20104-2014	เวลาเรียนรวม 72 คาบ
	<b>ชื่อหน่วย</b> ประสิทธิภาพและการบำรุงรักษาเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ	สอนครั้งที่ 11/18
<b>ชื่อเรื่อง</b>	จำนวน 4 คาบ	

### หัวข้อเรื่อง

- 8.1 การสูญเสียในเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ
- 8.2 ประสิทธิภาพของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ
- 8.3 การคำนวณหาประสิทธิภาพของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ
- 8.4 การบำรุงรักษาเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ

### สมรรถนะย่อย

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับประสิทธิภาพและการบำรุงรักษาเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ
2. ต่อย่างจรการทดลองและคำนวณหาประสิทธิภาพของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ

### จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

#### ด้านความรู้

1. อธิบายการสูญเสียในเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับได้
2. บอกประสิทธิภาพของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับได้
3. คำนวณหาประสิทธิภาพของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับได้
4. อธิบายการบำรุงรักษาเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับได้

#### ด้านทักษะ

1. วัดหาแรงดัน กระแส ความต้านทานอาร์เมเจอร์ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟสได้
2. คำนวณหาค่ากำลังไฟฟ้าในส่วนต่าง ๆ และประสิทธิภาพของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟสได้
3. เขียนและอธิบายกราฟความสัมพันธ์ระหว่างกำลังไฟฟ้าเอาต์พุต ประสิทธิภาพกับกระแสที่ไหลได้

#### ด้านคุณธรรม จริยธรรม/บูรณาการปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

ความมีวินัย ความรักสามัคคีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์และความพึงพอใจในผลงานที่ทำ

## เนื้อหาสาระ

### 8.1 การสูญเสียในเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ

เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับเมื่อยังไม่มีโหลดหรือมีโหลดก็ตาม จะมีการสูญเสียในเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ ซึ่งแบ่งออกได้เป็น 3 กลุ่มใหญ่ ๆ ได้แก่ การสูญเสียในขดลวดทองแดง การสูญเสียในแกนเหล็ก และการสูญเสียในทางกล เหมือนกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง

#### 8.1.1 การสูญเสียในขดลวดทองแดง (Copper losses)

#### 8.1.2 การสูญเสียในแกนเหล็ก (Core losses)

#### 8.1.3 การสูญเสียในทางกล (Mechanical losses)

### 8.2 ประสิทธิภาพของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ

### 8.3 การคำนวณหาประสิทธิภาพของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ

### 8.4 การบำรุงรักษาเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ

เครื่องกำเนิดไฟฟ้าเป็นเครื่องกลไฟฟ้าที่ทำหน้าที่ผลิตกำลังไฟฟ้าโดยอาศัยพลังงานกลมาขับเคลื่อนดังนั้นเมื่อใช้งานไปนาน ๆ หรือใช้งานไม่ถูกต้องย่อมมีการชำรุดและเกิดการเสียหายขึ้นได้ ดังนั้น จึงมีความจำเป็นต้องมีการซ่อมแซมหรือบำรุงรักษาให้ใช้งานได้เพื่อให้อายุการใช้งานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าให้นานขึ้นและทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้ต้องศึกษาคู่มือการใช้งานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้านั้น ๆ ด้วย

## กิจกรรมการเรียนรู้ (สัปดาห์ที่ 11/18 คาบที่ 41-44/72)

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

## สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. สื่อการเรียนรู้ หนังสือเรียน หน่วยที่ 8 ใบงาน PowerPoint ประกอบการสอน และแบบทดสอบหลังเรียน
2. แหล่งการเรียนรู้ หนังสือเกี่ยวกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ อินเทอร์เน็ต [www.google.com](http://www.google.com)

## การวัดผลและประเมินผล

การวัดผล (ใช้เครื่องมือ)	การประเมินผล (นำผลเทียบกับเกณฑ์และแปลความหมาย)
1. แบบสังเกตการทำงานกลุ่มและนำเสนอผลงานกลุ่ม	เกณฑ์ผ่าน 60%
2. แบบฝึกหัดหน่วยที่ 8	เกณฑ์ผ่าน 50%
3. ใบงานที่ 8	เกณฑ์ผ่าน 60%
4. แบบทดสอบหลังเรียน (Post-test) หน่วยที่ 8	เกณฑ์ผ่าน 50%
5. แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ตามสภาพจริง	เกณฑ์ผ่าน 60%

## งานที่มอบหมาย

งานที่มอบหมายนอกเหนือเวลาเรียน ให้ทำแบบฝึกหัดให้เรียบร้อย ถูกต้อง สมบูรณ์

## ผลงาน/ชิ้นงาน/ความสำเร็จของผู้เรียน

1. ผลการทำและนำเสนอแบบฝึกหัดหน่วยที่ 8
2. คะแนนแบบทดสอบหลังเรียน (Post-test) หน่วยที่ 8
3. ผลการปฏิบัติตามใบงานที่ 8

## เอกสารอ้างอิง

สุชน แก่นตัน (2562). เครื่องกลไฟฟ้ากระแสตรง. นนทบุรี : ศูนย์หนังสือเมืองไทย.

บันทึกหลังการสอน

1. ผลการใช้แผนการจัดการเรียนรู้

.....  
.....  
.....

2. ผลการเรียนรู้ของนักเรียน/ผลการสอนของครู/ปัญหาที่พบ

.....  
.....  
.....

3. แนวทางการแก้ปัญหา

.....  
.....  
.....  
.....

ลงชื่อ.....


(.....)

ตัวแทนนักเรียน

ลงชื่อ.....

(.....)

ครูผู้สอน

	<b>แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9</b>	<b>หน่วยที่ 9</b>
	<b>ชื่อวิชา</b> เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ รหัสวิชา 20104-2014	เวลาเรียนรวม 72 คาบ
	<b>ชื่อหน่วย</b> การพันเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับขนาดเล็ก	สอนครั้งที่ 12-17/18
<b>ชื่อเรื่อง</b> การพันเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับขนาดเล็ก		จำนวน 24 คาบ

### หัวข้อเรื่อง

- 9.1 การบันทึกข้อมูล
- 9.2 การถอดประกอบและการรีอซดลวด
- 9.3 การใช้ฉนวนรองร่องที่สเตเตอร์
- 9.4 การขึ้นรูปและการลงขดลวด
- 9.5 การต่อวงจรขดลวด

### สมรรถนะย่อย

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับการพันเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับขนาดเล็ก
2. ปฏิบัติการพันขดลวดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับขนาดเล็กพร้อมที่จะนำไปทดสอบ

### จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

#### ด้านความรู้

1. อธิบายการบันทึกข้อมูลได้
2. อธิบายการถอดประกอบและการรีอซดลวดได้
3. อธิบายการใช้ฉนวนรองร่องที่สเตเตอร์ได้
4. อธิบายการขึ้นรูปและการลงขดลวดได้
5. อธิบายการต่อวงจรขดลวดได้

#### ด้านทักษะ

1. ศึกษาและถอดแยกชิ้นส่วนของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส ที่ใช้กับรถยนต์ได้
2. บันทึกค่าต่าง ๆ ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับก่อนการรีอซดลวดได้
3. ทำฉนวนรองร่องและแบบไม้เพื่อขึ้นรูปขดลวดได้
4. ลงขดลวดและต่อกรู๊ปขดลวดได้
5. ประกอบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ได้จากการพันและส่วนประกอบต่าง ๆ เข้าด้วยกันได้

#### ด้านคุณธรรม จริยธรรม/บูรณาการปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

ความมีวินัย ความรักสามัคคีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์และความพึงพอใจในผลงานที่ทำ

## เนื้อหาสาระ

- 9.1 การบันทึกข้อมูล
- 9.2 การถอดประกอบและการรีเซ็ตลวด
- 9.3 การใช้ฉนวนร่องร่องที่สเตเตอร์
- 9.4 การขึ้นรูปและการลงขดลวด
- 9.5 การต่อวงจรขดลวด

## กิจกรรมการเรียนรู้ (สัปดาห์ที่ 12/18 คาบที่ 45-48/72)

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

## กิจกรรมการเรียนรู้ (สัปดาห์ที่ 13-17/18 คาบที่ 49-68/72)

1. นักเรียนปฏิบัติตามใบงานที่ 9 ต่อเนื่อง

## สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. สื่อการเรียนรู้ หนังสือเรียน หน่วยที่ 9 ใบงาน PowerPoint ประกอบการสอน และแบบทดสอบหลังเรียน
2. แหล่งการเรียนรู้ หนังสือเกี่ยวกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ อินเทอร์เน็ต [www.google.com](http://www.google.com)

## การวัดผลและประเมินผล

การวัดผล (ใช้เครื่องมือ)	การประเมินผล (นำผลเทียบกับเกณฑ์และแปลความหมาย)
1. แบบสังเกตการทำงานกลุ่มและนำเสนอผลงานกลุ่ม	เกณฑ์ผ่าน 60%
2. แบบฝึกหัดหน่วยที่ 9	เกณฑ์ผ่าน 50%
3. ใบงานที่ 9	เกณฑ์ผ่าน 60%
4. แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ตามสภาพจริง	เกณฑ์ผ่าน 60%

## งานที่มอบหมาย

ให้ทำแบบฝึกหัดให้เรียบร้อย ถูกต้อง สมบูรณ์

## ผลงาน/ชิ้นงาน/ความสำเร็จของผู้เรียน

ผลการทำและนำเสนอแบบฝึกหัดหน่วยที่ 9 คะแนนแบบทดสอบหลังเรียน (Post-test) หน่วยที่ 9  
ผลการปฏิบัติตามใบงานที่ 9

## เอกสารอ้างอิง

สุชน แก่นตัน (2562). เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ. นนทบุรี : ศูนย์หนังสือเมืองไทย.

## บันทึกหลังการสอน

### 1. ผลการใช้แผนการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

### 2. ผลการเรียนรู้ของนักเรียน/ผลการสอนของครู/ปัญหาที่พบ

.....

.....

.....

.....

### 3. แนวทางการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(.....)

ตัวแทนนักเรียน

ลงชื่อ.....

(.....)

ครูผู้สอน