	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1	หน่วยที่ 1
	ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสสลับ รหัสวิชา 2105-2003	เวลาเรียนรวม 72 คาบ
	ชื่อหน่วย พื้นฐานไฟฟ้ากระแสสลับ	สอนครั้งที่ 1/18
ชื่อเรื่อง พื้นฐานไฟฟ้ากระแสสลับ		จำนวน 4 คาบ

หัวข้อเรื่อง

- 1.1 การกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ
- 1.2 ความถี่ คาบเวลา แอมพลิจูดและค่าสูงสุด
- 1.3 มุมและความสัมพันธ์กับวิธีเขียนรูปคลื่นไซน์
- 1.4 แรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าตามฟังก์ชันเวลา
- 1.5 ค่าเฉลี่ยของคลื่นไซน์
- 1.6 ค่าใช้งานของคลื่นไซน์
- 1.7 สรุปสาระสำคัญ

สมรรถนะย่อย

แสดงความรู้เกี่ยวกับพื้นฐานไฟฟ้ากระแสสลับ

จุดประสงค์การปฏิบัติ

ด้านความรู้

1. อธิบายการกำเนิดแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ
2. อธิบายลักษณะของรูปคลื่นไฟฟ้ากระแสสลับ
3. คำนวณความถี่
4. คำนวณคาบเวลา
5. บอกความหมายของแอมพลิจูด
6. บอกความหมายของค่าสูงสุด
7. เปลี่ยนหน่วยระหว่างองศากับเรเดียน
8. แสดงมุมของคลื่นไซน์ในหน่วยองศาและเรเดียน
9. เขียนสมการไฟฟ้ากระแสสลับไซน์ชอยด์ตามฟังก์ชันเวลา
10. คำนวณค่าเฉลี่ยของรูปคลื่นไฟฟ้ากระแสสลับ
11. คำนวณค่าใช้งาน

ด้านคุณธรรม จริยธรรม/บูรณาการปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

แสดงออกด้านความสนใจใฝ่รู้ การตรงต่อเวลา ความซื่อสัตย์ สุจริต ความมีน้ำใจและแบ่งปัน
ความร่วมมือ/ยอมรับความคิดเห็นส่วนใหญ่

เนื้อหาสาระ

1.1 การกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ

โดยการเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้าอาศัยหลักการคือ เมื่อขดลวดเคลื่อนที่ต่อเนื่องตัดผ่านสนามแม่เหล็ก หรือสนามแม่เหล็กเคลื่อนที่ตัดผ่านขดลวดเป็นผลให้เกิดแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำขึ้นในขดลวดนั้น เรียกว่า แรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำชั่วขณะ และเมื่อนำภาระทางไฟฟ้า (Load) มาต่อกับปลายขดลวดจะมีกระแสไฟฟ้าไหลไปยังภาระทางไฟฟ้า เรียกกระแสไฟฟ้านี้ว่า กระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำ

1.2 ความถี่ คาบเวลา แอมพลิจูดและค่าสูงสุด

ความถี่ (Frequency: f) คือ จำนวนรอบของรูปคลื่นที่เกิดขึ้นในหนึ่งหน่วยเวลา มีหน่วยเป็น รอบต่อวินาที หรือ เฮิรตซ์ (Hertz: Hz) เขียนความสัมพันธ์ได้ดังสมการ $f = \frac{1}{T}$

คาบเวลา (Period of Time: T) คือ เวลาที่คลื่นใช้ในการเปลี่ยนรูปร่างจนครบ 1 รอบ (Cycle) มีหน่วยเป็นวินาที (Second: s)

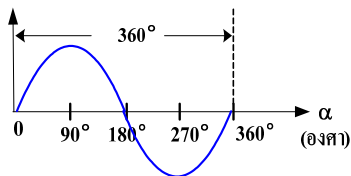
ค่าสูงสุด (Peak Value) ของคลื่นไซน์ คือ ค่ายอดของคลื่นเทียบกับศูนย์

แอมพลิจูด (Amplitude) ของคลื่นไซน์ คือ ระยะระหว่างค่าเฉลี่ยถึงค่าสูงสุด

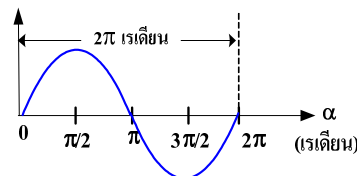
1.3 มุมและความสัมพันธ์กับวิธีเขียนรูปคลื่นไซน์

ความเร็วเชิงมุม (Angular Velocity: ω) คือ อัตราการหมุนรอบวงกลมที่ทำให้ค่าของมุมเปลี่ยนแปลงในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่งเขียนแทนด้วยโอเมก้า (ω) มีหน่วยเป็นเรเดียนต่อวินาที (rad/s)

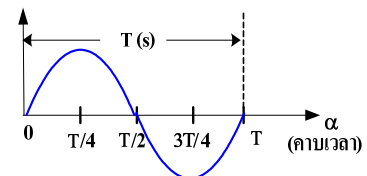
การเขียนรูปคลื่นไซน์โดยใช้หน่วยที่ต่างกัน



ก) องศา (Degrees)



ข) เรเดียน (Radians)



ค) คาบเวลา (Period)

1.4 แรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าตามฟังก์ชันเวลา

เมื่อ $e = E_p \sin \alpha$ และ $\alpha = \omega t$ จะได้

$$e = E_p \sin \omega t$$

ในทำนองเดียวกัน $v = V_p \sin \omega t$

และ $i = I_p \sin \omega t$

1.5 ค่าเฉลี่ยของคลื่นไซน์ รูปคลื่นไซน์มีลักษณะที่เหมือนกันทั้ง 2 ด้านคือพื้นที่ด้านบนแกน X จะเท่ากับพื้นที่ด้านล่างของแกน X เมื่อคิดพื้นที่ใน 1 รอบจะเท่ากับศูนย์ ถ้าไม่คำนึงถึงความถี่และมุมเฟส

ค่าเฉลี่ยของแรงดันไฟฟ้า จะได้ $V_{avg} = 0.637 \times V_p$ (เต็มคลื่น)

$V_{avg} = 0.318 \times V_p$ (ครึ่งคลื่น)

1.6 ค่าใช้งานของคลื่นไซน์

ค่าใช้งาน (Effective (RMS) Values) คือ ค่ากระแสไฟฟ้าหรือแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับที่ทำให้เกิดกำลังไฟฟ้าได้เท่ากับกำลังไฟฟ้าที่ได้จากไฟฟ้ากระแสตรงที่เป็นค่าเทียบ เป็นไปตามสมการ

$$I_{\text{rms}} = I_{\text{eff}} = 0.707 \times I_p$$

$$V_{\text{rms}} = V_{\text{eff}} = 0.707 \times V_p$$

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

1. ครูชี้แจงรายละเอียดเกี่ยวกับจุดประสงค์ สมรรถนะและคำอธิบายรายวิชา การวัดผลและประเมินผลการเรียน คุณลักษณะนิสัยที่ต้องการให้เกิดขึ้น และข้อตกลงในการเรียน
2. นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนหน่วยที่ 1
3. แบ่งกลุ่มนักเรียนเป็นกลุ่มๆ ละ 4-5 คน และครูให้หนังสือเรียน
4. ครูนำเข้าสู่บทเรียน และครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้
5. ครูสอนเนื้อหาสาระ
6. นักเรียนทำแบบฝึกหัดเป็นกลุ่ม ขณะนักเรียนทำแบบฝึกหัดครูจะสังเกตการทำงานกลุ่ม
7. ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยแบบฝึกหัด และร่วมอภิปรายสรุปบทเรียน
8. นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนหน่วยที่ 1

สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. สื่อการเรียนรู้ หนังสือเรียน หน่วยที่ 1, PowerPoint ประกอบการสอน และแบบทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียน
2. แหล่งการเรียนรู้ หนังสือ วารสารเกี่ยวกับคลื่น ไซน์, อินเทอร์เน็ต www.google.com

การวัดและการประเมินผล

การวัดผล (ใช้เครื่องมือ)	การประเมินผล (นำผลเทียบกับเกณฑ์และแปลความหมาย)
1. แบบทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) หน่วยที่ 1	(ไว้เปรียบเทียบกับคะแนนสอบหลังเรียน)
2. แบบสังเกตการทำงานกลุ่มและนำเสนอผลงานกลุ่ม	เกณฑ์ผ่าน 60%
3. แบบฝึกหัดหน่วยที่ 1	เกณฑ์ผ่าน 50%
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

เอกสารอ้างอิง

1. ชำรงศักดิ์ หมินกำหริม. วงจรไฟฟ้ากระแสสลับ รหัสวิชา 2105-2003. (2556).
นนทบุรี: ศูนย์หนังสือเมืองไทย.
2. Baker, Tim. (2002). **Experiments in DC/AC Circuits with Concepts.**
3. Boylestad, Robert. (2003). **Introductory Circuit Analysis.**
4. Cook, Nigel P. (2004). **Electronic. A Complete Course.**
5. _____ . (2005). **Introductory DC/AC Circuits**
6. Floyd, Thomas L. (2001). **Electronic Fundamentals.**
7. Robbins, Allan H. & Miller, Wilhelm C. (2004). **Circuit Analysis with Devices: Theory and Practice.**

บันทึกหลังการสอน

1. ผลการใช้แผนการจัดการเรียนรู้

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

2. ผลการเรียนรู้ของนักเรียน/ผลการสอนของครู/ปัญหาที่พบ

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

3. แนวทางการแก้ปัญหา

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

ลงชื่อ.....


(.....)

ตัวแทนนักเรียน

ลงชื่อ.....

(.....)

ครูผู้สอน

	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2	หน่วยที่ 2
	ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสสลับ รหัสวิชา 2105-2003	เวลาเรียนรวม 72 คาบ
	ชื่อหน่วย จำนวนเชิงซ้อน	สอนครั้งที่ 2/18
ชื่อเรื่อง จำนวนเชิงซ้อน		จำนวน 4 คาบ

หัวข้อเรื่อง

- 2.1 ความหมายและรูปแบบของจำนวนเชิงซ้อน
- 2.2 จำนวนเชิงซ้อนในรูปพิกัดฉาก
- 2.3 จำนวนเชิงซ้อนในรูปเชิงขั้ว
- 2.4 การเปลี่ยนรูประหว่างรูปพิกัดฉากและรูปเชิงขั้ว
- 2.5 การคอนจูเกตจำนวนเชิงซ้อน
- 2.6 การบวกและลบจำนวนเชิงซ้อน
- 2.7 การคูณจำนวนเชิงซ้อน
- 2.8 การหารจำนวนเชิงซ้อน
- 2.9 การคำนวณจำนวนเชิงซ้อนด้วยเครื่องคำนวณ
- 2.10 สรุปสาระสำคัญ

สมรรถนะย่อย

แสดงความรู้เกี่ยวกับจำนวนเชิงซ้อน

จุดประสงค์การปฏิบัติ

ด้านความรู้

1. บอกความหมายและรูปแบบของจำนวนเชิงซ้อน
2. บอกสัญลักษณ์ของจำนวนเชิงซ้อนในรูปพิกัดฉาก
3. บอกสัญลักษณ์ของจำนวนเชิงซ้อนในรูปเชิงขั้ว
4. เปลี่ยนรูประหว่างรูปพิกัดฉากและรูปเชิงขั้ว
5. บวกและลบจำนวนเชิงซ้อนในรูปเชิงขั้วและรูปพิกัดฉาก
6. คูณจำนวนเชิงซ้อนในรูปเชิงขั้วและรูปพิกัดฉาก
7. หารจำนวนเชิงซ้อนในรูปเชิงขั้วและรูปพิกัดฉาก
8. แสดงการคำนวณจำนวนเชิงซ้อนด้วยเครื่องคำนวณ

ด้านคุณธรรม จริยธรรม/บูรณาการปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

แสดงออกด้านการตรงต่อเวลา ความสนใจใฝ่รู้ ไม่หยิ่งหนึ่งที่แก้ปัญหาคือ ความซื่อสัตย์ ความร่วมมือ

เนื้อหาสาระ

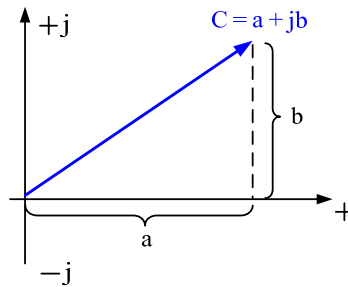
2.1 ความหมายและรูปแบบของจำนวนเชิงซ้อน

จำนวนเชิงซ้อน (Complex Numbers: C) คือ จำนวนที่ประกอบด้วย 2 กลุ่ม กลุ่มหนึ่งเป็นจำนวนจริง (Real Numbers) อีกกลุ่มหนึ่งเป็นจำนวนจินตภาพ (Imaginary Numbers) นำมาเขียนรวมกันเป็นจำนวนเชิงซ้อน โดยใช้สัญลักษณ์ $C = a \pm jb$ โดยที่ a คือ จำนวนจริง b คือ จำนวนจินตภาพ และ j คือ หน่วยจินตภาพ

รูปแบบของจำนวนเชิงซ้อน เขียนได้ 4 รูปแบบ คือ 1) รูปพิกัดฉาก (Rectangular Form) เขียนอยู่ในรูป $C = a \pm jb$ 2) รูปเชิงขั้ว (Polar Form) เขียนอยู่ในรูป $C = r \angle \theta$ 3) รูปตรีโกณมิติ (Trigonometric Form) เขียนอยู่ในรูป $C = r (\cos \theta \pm j \sin \theta)$ และ 4) รูปชี้กำลัง (Exponential Form) เขียนอยู่ในรูป $C = re^{j\theta}$

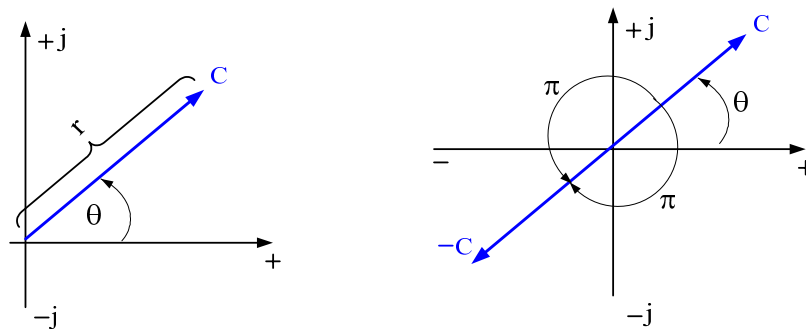
2.2 จำนวนเชิงซ้อนในรูปพิกัดฉาก

จำนวนเชิงซ้อนในรูปพิกัดฉาก (Rectangular Form) เขียนในรูปสมการ $C = a + jb$



2.3 จำนวนเชิงซ้อนในรูปเชิงขั้ว

จำนวนเชิงซ้อนในรูปเชิงขั้ว (Polar Form) เขียนอยู่ในรูปสมการ $C = r \angle \theta$



2.4 การเปลี่ยนรูประหว่างรูปพิกัดฉากและรูปเชิงขั้ว

การเปลี่ยนรูปพิกัดฉาก ($C = a \pm jb$) ไปเป็นรูปเชิงขั้ว ใช้สมการ $r = \sqrt{a^2 + b^2}$ และ

$\theta = \tan^{-1} \frac{b}{a}$ และจัดเข้ารูปเชิงขั้ว คือ $C = r \angle \theta$

การเปลี่ยนรูปเชิงขั้ว ($C = r \angle \theta$) ไปเป็นรูปพิกัดฉาก ใช้สมการ $a = r \cos \theta$ และ

$b = r \sin \theta$ และจัดเข้ารูปพิกัดฉาก คือ $C = a \pm jb$

2.5 การคอนจูเกตจำนวนเชิงซ้อน

การคอนจูเกตจำนวนเชิงซ้อน คือ จำนวนเชิงซ้อนที่ให้จำนวนจริงเท่ากัน และจำนวนจินตภาพตรงกันข้ามกัน โดยเปลี่ยนส่วนจินตภาพในรูปพิกัดฉากให้ตรงกันข้ามหรือใช้มุมตรงกันข้ามในรูปเชิงขั้ว ตัวอย่างการคอนจูเกตรูปพิกัดฉากของ $C = 2 + j3$ คือ $C^* = 2 - j3$

2.6 การบวกและลบจำนวนเชิงซ้อน

การบวกและลบจำนวนเชิงซ้อนโดยวิธีพีชคณิตในรูปพิกัดฉากให้นำส่วนที่เป็นจำนวนจริงมาบวกหรือลบกันและนำส่วนที่เป็นจำนวนจินตภาพมาบวกหรือลบกัน ส่วนการบวกและลบจำนวนเชิงซ้อนในรูปเชิงขั้วไม่สามารถกระทำได้ ยกเว้นถ้ามีมุมเท่ากันหรือที่มุม 0° กับ 180°

2.7 การคูณจำนวนเชิงซ้อน

การคูณจำนวนเชิงซ้อนในรูปเชิงขั้ว ให้นำขนาด (r) มาคูณกันและส่วนมุม (θ) ให้นำมาบวกกัน การคูณจะได้ $C_1 \cdot C_2 = (r_1 \angle \theta_1)(r_2 \angle \theta_2)$ ส่วนการคูณจำนวนเชิงซ้อนในรูปพิกัดฉาก ถ้าให้ $C_1 = a_1 + jb_1$ และ $C_2 = a_2 + jb_2$ การคูณจะได้ $C_1 \cdot C_2 = (a_1a_2 - b_1b_2) + j(b_1a_2 + a_1b_2)$

2.8 การหารจำนวนเชิงซ้อน

การหารจำนวนเชิงซ้อนในรูปเชิงขั้ว ให้นำขนาด (r) มาหารกันและส่วนมุม (θ) จะนำมาลบกัน ถ้าให้ $C_1 = r_1 \angle \theta_1$ และ $C_2 = r_2 \angle \theta_2$ การหารจะได้

$$\frac{C_1}{C_2} = \frac{r_1}{r_2} \angle \theta_1 - \theta_2$$

กิจกรรมการเรียนรู้ (สัปดาห์ที่ 2/18, คาบที่ 2-8/72)

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

สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. สื่อการเรียนรู้ หนังสือเรียน หน่วยที่ 2, PowerPoint ประกอบการสอน และแบบทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียน
2. แหล่งการเรียนรู้ หนังสือ วารสารเกี่ยวกับจำนวนเชิงซ้อน, อินเทอร์เน็ต www.google.com

การวัดและการประเมินผล

การวัดผล (ใช้เครื่องมือ)	การประเมินผล (นำผลเทียบกับเกณฑ์และแปลความหมาย)
1. แบบทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) หน่วยที่ 2	(ไว้เปรียบเทียบกับคะแนนสอบหลังเรียน)
2. แบบสังเกตการทำงานกลุ่มและนำเสนอผลงานกลุ่ม	เกณฑ์ผ่าน 60%
3. แบบฝึกหัดหน่วยที่ 2	เกณฑ์ผ่าน 50%
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

เอกสารอ้างอิง

1. ชำรงศักดิ์ หมินกำหริ่ม. วงจรไฟฟ้ากระแสสลับ รหัสวิชา 2105-2003. (2556).
นนทบุรี: ศูนย์หนังสือเมืองไทย.
2. Baker, Tim. (2002). **Experiments in DC/AC Circuits with Concepts**.
3. Boylestad, Robert. (2003). **Introductory Circuit Analysis**.
4. Cook, Nigel P. (2004). **Electronic. A Complete Course**.
5. _____ . (2005). **Introductory DC/AC Circuits**
6. Floyd, Thomas L. (2001). **Electronic Fundamentals**.
7. Robbins, Allan H. & Miller, Wilhelm C. (2004). **Circuit Analysis with Devices: Theory and Practice**.

บันทึกหลังการสอน

1. ผลการใช้แผนการจัดการเรียนรู้

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

2. ผลการเรียนรู้ของนักเรียน/ผลการสอนของครู/ปัญหาที่พบ

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

3. แนวทางการแก้ปัญหา

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

ลงชื่อ.....


(.....)

ตัวแทนนักเรียน

ลงชื่อ.....

(.....)

ครูผู้สอน

	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3	หน่วยที่ 3
	ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสสลับ รหัสวิชา 2105-2003	เวลาเรียนรวม 72 คาบ
	ชื่อหน่วย เฟสและเฟสเซอร์โคอะแกรม	สอนครั้งที่ 3/18
ชื่อเรื่อง เฟสและเฟสเซอร์โคอะแกรม		จำนวน 4 คาบ

หัวข้อเรื่อง

- 3.1 เฟส
- 3.2 เฟสเซอร์โคอะแกรม
- 3.3 สรุปสาระสำคัญ

ใบงานที่ 1 การใช้ฟังก์ชันเจนเนอเรเตอร์
และออสซิลโลสโคป

สมรรถนะย่อย

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับเฟสและเฟสเซอร์โคอะแกรม
2. ปฏิบัติการต่อวงจร วัดและทดสอบค่าแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า

จุดประสงค์การปฏิบัติ

ด้านความรู้

1. บอกความหมายและรูปแบบของจำนวนเชิงซ้อน
2. บอกสัญลักษณ์ของจำนวนเชิงซ้อนในรูปพิกัดฉาก
3. บอกสัญลักษณ์ของจำนวนเชิงซ้อนในรูปเชิงขั้ว
4. เปลี่ยนรูประหว่างรูปพิกัดฉากและรูปเชิงขั้ว
5. บวกและลบจำนวนเชิงซ้อนในรูปเชิงขั้วและรูปพิกัดฉาก
6. คูณจำนวนเชิงซ้อนในรูปเชิงขั้วและรูปพิกัดฉาก
- 7.หารจำนวนเชิงซ้อนในรูปเชิงขั้วและรูปพิกัดฉาก
8. แสดงการคำนวณจำนวนเชิงซ้อนด้วยเครื่องคำนวณ

ด้านทักษะ

1. ต่่วงจรตามการทดลอง
2. วัดรูปคลื่นแรงดันไฟฟ้า
3. บันทึกข้อมูลในการทดลอง
4. เขียนรูปคลื่นไซน์จากการวัด
5. เขียนสรุปผลการทดลอง

ด้านคุณธรรม จริยธรรม/บูรณาการปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

ความมีวินัย ความมีมนุษยสัมพันธ์ ความรับผิดชอบและความเชื่อมั่นในตนเอง

เนื้อหาสาระ

3.1 เฟส

เฟส (Phase) หมายถึง ความสัมพันธ์ของปริมาณรูปคลื่นตั้งแต่ 2 รูปคลื่นขึ้นไป ใช้แทนปริมาณของแรงดันไฟฟ้าหรือกระแสไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้ากระแสสลับในเทอมของเวลาและถ้าแทนความสัมพันธ์นี้ด้วยค่ามุมที่กำเนิดคลื่นนั้น มุมนั้นเรียกว่า มุมเฟส (Phase Angle)

ความสัมพันธ์เฟสของปริมาณแรงดันไฟฟ้าหรือกระแสไฟฟ้าที่เปลี่ยนแปลงไปตามเวลาจะมีความสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้องกันอยู่เสมอในสถานะใดสถานะหนึ่งในวงจร ได้แก่ เฟสร่วมกัน เฟสนำหน้า และเฟสล้าหลัง

3.2 เฟสเซอร์โคอะแกรม

เฟสเซอร์ (Phasor) หมายถึง ปริมาณเวกเตอร์ที่หมุนเป็นวงรอบมีทั้งขนาดและทิศทางใช้เขียนแทนรูปคลื่นไซน์หรือรูปคลื่นโคไซน์ โดยขนาดของเวกเตอร์จะแทนด้วยค่าสูงสุดของรูปคลื่น ส่วนทิศทางของเวกเตอร์จะแทนด้วยมุมเฟส

เฟสเซอร์โคอะแกรม (Phasor Diagram) หมายถึง แผนภาพเฟสเซอร์ที่ประกอบด้วยเส้นตรงตั้งแต่หนึ่งเส้นขึ้นไปโดยแต่ละเส้นใช้แทนหนึ่งปริมาณที่เขียนลงบนระนาบเชิงซ้อน (Complex Plane) เทียบกับแกนอ้างอิงที่มุม 0° โดยที่ทิศทางหมุนทวนเข็มนาฬิกาเป็นมุมบวกและหมุนตามเข็มนาฬิกาเป็นมุมลบ (โดยทั่วไปจะใช้ค่าใช้งานหรือค่าอาร์เอ็มเอสแทนขนาดของเฟสเซอร์โคอะแกรม)

การใช้เฟสเซอร์แทนรูปคลื่นไซน์นั้นควรจำไว้ว่าคลื่นไซน์และเฟสเซอร์ไม่ใช่เรื่องเดียวกัน แรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าไซนูซอยด์ที่เป็นปริมาณที่แท้จริงนั้นวัดได้ด้วยมิเตอร์เป็นค่าอาร์เอ็มเอส และรูปคลื่นไซน์ที่เห็นนั้นวัดได้จากออสซิลโลสโคป

ปริมาณที่อยู่ในรูปฟังก์ชันเวลาจะเรียกว่า ไทม์โดเมน (Time domain) ปริมาณที่อยู่ในรูป เฟสเซอร์จะเรียกว่า เฟสเซอร์โดเมน (Phasor (or frequency) domain) ดังเช่น $e = 170 \sin \omega t$ อยู่ในรูปไทม์โดเมน และ $V = 120 \angle 0^\circ$ อยู่ในรูปเฟสเซอร์โดเมน เป็นต้น

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

1. ครูทบทวนเนื้อหาการสอนเรื่อง จำนวนเชิงซ้อน
2. นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนหน่วยที่ 3
3. ครูนำเข้าสู่บทเรียน และครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้
4. ครูสอนเนื้อหาสาระ
5. นักเรียนทำแบบฝึกหัดเป็นคนละ 1 ข้อ ขณะนักเรียนทำแบบฝึกหัดครูจะสังเกตการทำงาน
6. ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยแบบฝึกหัดบางข้อ
7. แบ่งกลุ่มนักเรียนเป็นกลุ่มๆ ละ 4-5 คน ทำการทดลองตามใบงานที่ 1
8. นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนหน่วยที่ 3

สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. สื่อการเรียนรู้ หนังสือเรียน หน่วยที่ 3, ใบงานที่ 1, PowerPoint ประกอบการสอน และแบบทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียน
2. แหล่งการเรียนรู้ หนังสือ วารสารเกี่ยวกับเฟสและเฟสเซอร์, อินเทอร์เน็ต www.google.com

การวัดและการประเมินผล

การวัดผล (ใช้เครื่องมือ)	การประเมินผล (นำผลเทียบกับเกณฑ์และแปลความหมาย)
1. แบบทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) หน่วยที่ 3	(ไว้เปรียบเทียบกับคะแนนสอบหลังเรียน)
2. แบบฝึกหัดหน่วยที่ 3	ตรวจแบบฝึกหัด เกณฑ์ผ่าน 60%
3. ใบงานที่ 1	ตรวจตามแบบประเมินผล เกณฑ์ผ่าน 60%
4. แบบทดสอบหลังเรียน (Post-test) หน่วยที่ 2	ตรวจแบบทดสอบ เกณฑ์ผ่าน 50%
5. แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ที่พึงประสงค์	ตรวจตามแบบประเมินผล เกณฑ์ผ่าน 60%

งานที่มอบหมาย

งานที่มอบหมายนอกเหนือเวลาเรียน

1. ให้ทำแบบฝึกหัดให้เรียบร้อย ถูกต้อง สมบูรณ์
2. ให้ทำใบงานให้เรียบร้อย ถูกต้อง สมบูรณ์

ผลงาน/ชิ้นงาน/ความสำเร็จของผู้เรียน

1. ผลการทำและนำเสนอแบบฝึกหัดหน่วยที่ 3
2. ผลการทำและนำเสนอใบงานที่ 1
3. ผลคะแนนจากแบบทดสอบหลังเรียน (Post-test) หน่วยที่ 3
4. ผลคะแนนจากการประเมินคุณธรรม จริยธรรม ที่พึงประสงค์

เอกสารอ้างอิง

1. ชำรงศักดิ์ หมินก้าหริ่ม. วงจรไฟฟ้ากระแสสลับ รหัสวิชา 2105-2003. (2556).
นนทบุรี: ศูนย์หนังสือเมืองไทย.
2. Baker, Tim. (2002). **Experiments in DC/AC Circuits with Concepts.**
3. Boylestad, Robert. (2003). **Introductory Circuit Analysis.**
4. Cook, Nigel P. (2004). **Electronic. A Complete Course.**
5. _____ . (2005). **Introductory DC/AC Circuits**
6. Floyd, Thomas L. (2001). **Electronic Fundamentals.**
7. Robbins, Allan H. & Miller, Wilhelm C. (2004). **Circuit Analysis with Devices: Theory and Practice.**

บันทึกหลังการสอน

1. ผลการใช้แผนการจัดการเรียนรู้

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

2. ผลการเรียนรู้ของนักเรียน/ผลการสอนของครู/ปัญหาที่พบ

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

3. แนวทางการแก้ปัญหา

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

ลงชื่อ.....

(.....)

ตัวแทนนักเรียน

ลงชื่อ.....

(.....)

ครูผู้สอน

	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4	หน่วยที่ 4
	ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสสลับ รหัสวิชา 2105-2003	เวลาเรียนรวม 72 คาบ
	ชื่อหน่วย วงจร R-L-C เพียงอย่างเดียว	สอนครั้งที่ 4-6/18
ชื่อเรื่อง วงจร R-L-C เพียงอย่างเดียว		จำนวน 12 คาบ

หัวข้อเรื่อง

- 4.1 ความหมายของค่าพารามิเตอร์
- 4.2 ความต้านทานเพียงอย่างเดียวในไฟฟ้ากระแสสลับ
- 4.3 ความเหนี่ยวนำเพียงอย่างเดียวในไฟฟ้ากระแสสลับ
- 4.4 ความจุไฟฟ้าเพียงอย่างเดียวในไฟฟ้ากระแสสลับ
- 4.5 อิมพีแดนซ์
- 4.6 สูตรสาระสำคัญ

- ใบงานที่ 2** วงจรไฟฟ้ากระแสสลับที่ประกอบด้วย R เพียงอย่างเดียว
- ใบงานที่ 3** วงจรไฟฟ้ากระแสสลับที่ประกอบด้วย L เพียงอย่างเดียว
- ใบงานที่ 4** วงจรไฟฟ้ากระแสสลับที่ประกอบด้วย C เพียงอย่างเดียว

สมรรถนะย่อย

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับวงจร R-L-C เพียงอย่างเดียวในไฟฟ้ากระแสสลับ
2. ปฏิบัติการต่อวงจร วัดและทดสอบค่าแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า

จุดประสงค์การปฏิบัติ

- | ด้านความรู้ |
|---|
| 1. อธิบายปรากฏการณ์ของความต้านทานในไฟฟ้าสลับ |
| 2. คำนวณค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ในวงจรความต้านทานเพียงอย่างเดียว |
| 3. อธิบายปรากฏการณ์ของความเหนี่ยวนำในไฟฟ้าสลับ |
| 4. บอกผลของความถี่ที่มีต่อตัวเหนี่ยวนำ |
| 5. คำนวณค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ในวงจรความเหนี่ยวนำเพียงอย่างเดียว |
| 6. อธิบายปรากฏการณ์ของความจุไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้าสลับ |
| 7. บอกผลของความถี่ที่มีต่อตัวเก็บประจุ |
| 8. คำนวณค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ในวงจรความจุไฟฟ้า |
| 9. คำนวณค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ โดยใช้อิมพีแดนซ์ |

ด้านทักษะ

1. ต่อวงจรตามการทดลอง
2. วัดรูปคลื่นแรงดันไฟฟ้า
3. บันทึกข้อมูลในการทดลอง
4. เขียนรูปคลื่นไซน์และเฟสเซอร์ไดอะแกรม
5. เขียนสรุปผลการทดลอง

ด้านคุณธรรม จริยธรรม/บูรณาการปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

ความมีวินัย ความมีมนุษยสัมพันธ์ ความรับผิดชอบและความเชื่อมั่นในตนเอง

เนื้อหาสาระ

4.1 ความหมายของค่าพารามิเตอร์

4.2 ความต้านทานเพียงอย่างเดียวในไฟฟ้ากระแสสลับ

วงจรไฟฟ้ากระแสสลับที่ประกอบด้วย R เพียงอย่างเดียว (Pure Resistance) กระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้าในวงจรจะมีเฟสร่วมกัน มุมเฟสมีค่าเท่ากับศูนย์ ($\theta_R = 0^\circ$) และค่าอิมพีแดนซ์ มีค่าเท่ากับค่าความต้านทาน และกำลังไฟฟ้าในวงจรเป็นค่าเฉลี่ย มีหน่วยเป็นวัตต์

4.3 ความเหนี่ยวนำเพียงอย่างเดียวในไฟฟ้ากระแสสลับ

วงจรไฟฟ้ากระแสสลับที่ประกอบด้วย L เพียงอย่างเดียว (Pure Inductance) พลังงานจะสะสมในรูปสนามแม่เหล็กค่ารีแอคแตนซ์จะเป็นอินดักทีฟรีแอคแตนซ์ (Inductive Reactance) ใช้สัญลักษณ์ X_L คุณสมบัติของวงจร คือ

1. เฟสล้าหลัง หมายถึง กระแสไฟฟ้าล้าหลัง (Lag) แรงดันไฟฟ้าเป็นมุม 90°
2. มุมเฟสของกระแสไฟฟ้าเทียบกับแรงดันไฟฟ้าในวงจรมีค่าเท่ากับ -90° หรือ $-\frac{\pi}{2}$ rad
3. กำลังไฟฟ้าเฉลี่ยในวงจรเท่ากับศูนย์วัตต์ ($P_L = 0$ W) จะมีเพียงกำลังไฟฟ้ารีแอคทีฟ

4.4 ความจุไฟฟ้าเพียงอย่างเดียวในไฟฟ้ากระแสสลับ

วงจรไฟฟ้ากระแสสลับที่ประกอบด้วย C เพียงอย่างเดียว (Pure Capacitance) พลังงานจะสะสมในรูปสนามไฟฟ้าค่ารีแอคแตนซ์จะเป็นคาปาซิทีฟรีแอคแตนซ์ (Capacitive Reactance) ใช้สัญลักษณ์ X_C คุณสมบัติของวงจร คือ

1. เฟสนำหน้า หมายถึง กระแสไฟฟ้านำหน้า (Lead) แรงดันไฟฟ้าเป็นมุม 90°
2. มุมเฟสของกระแสไฟฟ้าเทียบกับแรงดันไฟฟ้าในวงจรมีค่าเท่ากับ $+90^\circ$ หรือ $+\frac{\pi}{2}$ rad
3. กำลังไฟฟ้าเฉลี่ยในวงจรเท่ากับศูนย์วัตต์ ($P_C = 0$ W) จะมีเพียงกำลังไฟฟ้ารีแอคทีฟ

4.5 อิมพีแดนซ์

วงจรไฟฟ้ากระแสสลับที่ประกอบด้วย L เพียงอย่างเดียว ค่าอิมพีแดนซ์ของวงจรจะเท่ากับค่าอินดักทีฟรีแอคแตนซ์ นั่นคือ

$$Z_L = jX_L = j\omega L \quad (\Omega)$$

วงจรไฟฟ้ากระแสสลับที่ประกอบด้วย C เพียงอย่างเดียว ค่าอิมพีแดนซ์ของวงจรเท่ากับค่าคาปาซิทีฟรีแอคแตนซ์ นั่นคือ

$$Z_C = -jX_C = -j\frac{1}{\omega C} \quad (\Omega)$$

กิจกรรมการเรียนรู้ (สัปดาห์ที่ 4/18, คาบที่ 13–16/72)

1. ครูทบทวนเนื้อหาการสอนเรื่อง เฟสและเฟสเซอร์
2. นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนหน่วยที่ 4
3. ครูนำเข้าสู่บทเรียน และครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้
4. ครูสอนเนื้อหาสาระ หัวข้อ 4.1-4.2
5. นักเรียนทำแบบฝึกหัดเป็นคนละ 1 ข้อ ขณะนักเรียนทำแบบฝึกหัดครูจะสังเกตการทำงาน
6. ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยแบบฝึกหัดบางข้อ
7. แบ่งกลุ่มนักเรียนเป็นกลุ่มๆ ละ 4-5 คน ทำการทดลองตามใบงานที่ 2
8. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปเรื่องที่เรียน

กิจกรรมการเรียนรู้ (สัปดาห์ที่ 5/18, คาบที่ 17–20/72)

1. ครูทบทวนเนื้อหาการสอนเรื่อง วงจร R เพียงอย่างเดียวในไฟฟ้ากระแสสลับ
2. ครูนำเข้าสู่บทเรียน และครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้
3. ครูสอนเนื้อหาสาระ หัวข้อ 4.3
4. นักเรียนทำแบบฝึกหัดเป็นคนละ 1 ข้อ ขณะนักเรียนทำแบบฝึกหัดครูจะสังเกตการทำงาน
5. ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยแบบฝึกหัดบางข้อ
6. แบ่งกลุ่มนักเรียนเป็นกลุ่มๆ ละ 4-5 คน ทำการทดลองตามใบงานที่ 3
7. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปเรื่องที่เรียน

กิจกรรมการเรียนรู้ (สัปดาห์ที่ 6/18, คาบที่ 21–24/72)

1. ครูทบทวนเนื้อหาการสอนเรื่อง วงจร L เพียงอย่างเดียวในไฟฟ้ากระแสสลับ
2. ครูนำเข้าสู่บทเรียน และครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้
3. ครูสอนเนื้อหาสาระ หัวข้อ 4.4-4-5
4. นักเรียนทำแบบฝึกหัดเป็นคนละ 1 ข้อ ขณะนักเรียนทำแบบฝึกหัดครูจะสังเกตการทำงาน
5. ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยแบบฝึกหัดบางข้อ
6. แบ่งกลุ่มนักเรียนเป็นกลุ่มๆ ละ 4-5 คน ทำการทดลองตามใบงานที่ 4
7. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปเรื่องที่เรียน
8. นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนหน่วยที่ 4

สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. สื่อการเรียนรู้ หนังสือเรียน หน่วยที่ 4, ใบงานที่ 2-4, PowerPoint ประกอบการสอน และแบบทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียน
2. แหล่งการเรียนรู้ หนังสือ วารสารเกี่ยวกับ R-L-C, อินเทอร์เน็ต www.google.com

การวัดและการประเมินผล

การวัดผล (ใช้เครื่องมือ)	การประเมินผล (นำผลเทียบกับเกณฑ์และแปลความหมาย)
1. แบบทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) หน่วยที่ 4	(ไว้เปรียบเทียบกับคะแนนสอบหลังเรียน)
2. แบบฝึกหัดหน่วยที่ 4	ตรวจแบบฝึกหัด เกณฑ์ผ่าน 60%
3. ใบงานที่ 2-4	ตรวจตามแบบประเมินผล เกณฑ์ผ่าน 60%
4. แบบทดสอบหลังเรียน (Post-test) หน่วยที่ 4	ตรวจแบบทดสอบ เกณฑ์ผ่าน 50%
5. แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ที่พึงประสงค์	ตรวจตามแบบประเมินผล เกณฑ์ผ่าน 60%

งานที่มอบหมาย

งานที่มอบหมายนอกเหนือเวลาเรียน

1. ให้ทำแบบฝึกหัดให้เรียบร้อย ถูกต้อง สมบูรณ์
2. ให้ทำใบงานให้เรียบร้อย ถูกต้อง สมบูรณ์

ผลงาน/ชิ้นงาน/ความสำเร็จของผู้เรียน

1. ผลการทำและนำเสนอแบบฝึกหัดหน่วยที่ 4
2. ผลการทำและนำเสนอใบงานที่ 2-4
3. ผลคะแนนจากแบบทดสอบหลังเรียน (Post-test) หน่วยที่ 4
4. ผลคะแนนจากการประเมินคุณธรรม จริยธรรม ที่พึงประสงค์

เอกสารอ้างอิง

1. ชำรงศักดิ์ หมินก้าหริ่ม. วงจรไฟฟ้ากระแสสลับ รหัสวิชา 2105-2003. (2556).
นนทบุรี: ศูนย์หนังสือเมืองไทย.
2. Baker, Tim. (2002). **Experiments in DC/AC Circuits with Concepts.**
3. Boylestad, Robert. (2003). **Introductory Circuit Analysis.**
4. Cook, Nigel P. (2004). **Electronic. A Complete Course.**
5. _____ . (2005). **Introductory DC/AC Circuits**
6. Floyd, Thomas L. (2001). **Electronic Fundamentals.**
7. Robbins, Allan H. & Miller, Wilhelm C. (2004). **Circuit Analysis with Devices: Theory and Practice.**

บันทึกหลังการสอน

1. ผลการใช้แผนการจัดการเรียนรู้

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

2. ผลการเรียนรู้ของนักเรียน/ผลการสอนของครู/ปัญหาที่พบ

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

3. แนวทางการแก้ปัญหา

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

ลงชื่อ.....


(.....)

ตัวแทนนักเรียน

ลงชื่อ.....

(.....)

ครูผู้สอน

	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5	หน่วยที่ 5
	ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสสลับ รหัสวิชา 2105-2003	เวลาเรียนรวม 72 คาบ
	ชื่อหน่วย วงจร R-L-C ต่ออนุกรม	สอนครั้งที่ 7-9/18
ชื่อเรื่อง วงจร R-L-C ต่ออนุกรม		จำนวน 12 คาบ

หัวข้อเรื่อง

- 5.1 แนวคิดพื้นฐานของวงจรไฟฟ้ากระแสสลับอนุกรม
- 5.2 วงจร R-L ต่ออนุกรม
- 5.3 วงจร R-C ต่ออนุกรม
- 5.4 วงจร R-L-C ต่ออนุกรม
- 5.5 สรุปสาระสำคัญ

ใบงานที่ 5 วงจรไฟฟ้ากระแสสลับที่ประกอบด้วย R-L ต่ออนุกรม

ใบงานที่ 6 วงจรไฟฟ้ากระแสสลับที่ประกอบด้วย R-C ต่ออนุกรม

ใบงานที่ 7 วงจรไฟฟ้ากระแสสลับที่ประกอบด้วย R-L-C ต่ออนุกรม

สมรรถนะย่อย

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับวงจร R-L-C ต่ออนุกรม
2. ปฏิบัติการต่อวงจร วัดและทดสอบค่าแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า

จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้

1. คำนวณค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ในวงจร
2. เขียนรูปคลื่นแสดงความสัมพันธ์เฟสของวงจร
3. เขียนเฟสเซอร์ไดอะแกรมของวงจร
4. เขียนอิมพีแดนซ์ไดอะแกรมของวงจร

ด้านทักษะ

1. ต่อวงจรตามการทดลอง
2. วัดรูปคลื่นแรงดันไฟฟ้า
3. บันทึกข้อมูลในการทดลอง
4. เขียนรูปคลื่นไซน์และเฟสเซอร์ไดอะแกรม
5. เขียนสรุปผลการทดลอง

ด้านคุณธรรม จริยธรรม/บูรณาการปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

ความมีวินัย ความมีมนุษยสัมพันธ์ ความรับผิดชอบและความเชื่อมั่นในตนเอง

เนื้อหาสาระ

5.1 แนวคิดพื้นฐานของวงจรไฟฟ้ากระแสสลับอนุกรม

1. วงจร R-L หรือ R-C หรือ R-L-C ต่ออนุกรมกับแหล่งจ่ายไฟสลับ ถ้าวงจรอนุกรมนั้นประกอบด้วย n อิมพีแดนซ์ การหาค่าอิมพีแดนซ์รวมของวงจรหาได้จากผลรวมทางพีชคณิต นั่นคือ $Z_T = Z_1 + Z_2 + Z_3 + \dots + Z_n$ (Ω) หรืออธิบายด้วยอิมพีแดนซ์ไดอะแกรมด้วยองค์ประกอบที่เป็นส่วนจริง ส่วนจินตภาพและส่วนของเวกเตอร์อิมพีแดนซ์รวม ซึ่งอาจแสดงค่าในรูปเชิงขั้วหรือรูปพิกัดฉากก็ได้

2. อิมพีแดนซ์รวมของวงจรจะเกี่ยวข้องกับความสัมพันธ์

3. กำลังไฟฟ้าของวงจร R-L-C ในไฟฟ้ากระแสสลับหาค่าได้จากสมการ

$$P = VI \cos \theta = I^2 Z \cos \theta = \frac{V^2}{Z} \cos \theta \quad (W)$$

เมื่อ V และ I เป็นค่าอาร์เอ็มเอส และ $\cos \theta$ คือ เพาเวอร์แฟกเตอร์ (ตัวประกอบกำลังไฟฟ้า) ของวงจรและ θ คือมุมระหว่าง V และ I

5.2 วงจร R-L ต่ออนุกรม

วงจร R-L ต่ออนุกรม (Series R-L circuit) แรงดันไฟฟ้าตกคร่อมตัวต้านทาน (V_R) จะมีมุมอินเฟสกับกระแสไฟฟ้าในวงจรและแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมตัวเหนี่ยวนำ (V_L) จะมีมุมนำหน้ากระแสไฟฟ้าเป็นมุม 90° ผลรวมของแรงดันไฟฟ้ารวมทางเฟสเซอร์ V_R และ V_L จะมีมุมนำหน้ากระแสไฟฟ้าเท่ากับ θ มีค่ามากกว่า 0° แต่น้อยกว่า 90° เรียกวงจรในสถานะเช่นนี้ว่าวงจรล่าหลังหรือวงจรอินดักทีฟ (กระแสไฟฟ้าล่าหลังแรงดันไฟฟ้า)

5.3 วงจร R-C ต่ออนุกรม

วงจร R-C ต่ออนุกรม (Series R-C circuit) แรงดันไฟฟ้าตกคร่อมตัวต้านทาน (V_R) จะมีมุมเฟสรวมกันกับกระแสไฟฟ้าในวงจรและแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมตัวเก็บประจุ (V_C) จะมีมุมล่าหลังกระแสไฟฟ้าเป็นมุม 90° ผลรวมของแรงดันไฟฟ้ารวมทางเฟสเซอร์ V_R และ V_C จะมีมุมล่าหลังกระแสไฟฟ้าเท่ากับ θ มีค่ามากกว่า 0° แต่น้อยกว่า 90° เรียกวงจรในสถานะเช่นนี้ว่าวงจรนำหน้าหรือวงจรแคปาซิทีฟ (กระแสไฟฟ้านำหน้าแรงดันไฟฟ้า)

5.4 วงจร R-L-C ต่ออนุกรม

วงจร R-L-C ต่ออนุกรม (Series R-L-C circuit) จะมีมุมเฟสนำหน้าหรือล่าหลังขึ้นอยู่กับารชดเชยซึ่งกันและกันของตัวเก็บประจุกับตัวเหนี่ยวนำ

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

1. ครูทบทวนเนื้อหาการสอนเรื่อง วงจร R-L-C เพียงอย่างเดียว
2. นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนหน่วยที่ 5
3. ครูนำเข้าสู่บทเรียน และครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้
4. ครูสอนเนื้อหาสาระ หัวข้อ 5.1-5.2

5. นักเรียนทำแบบฝึกหัดเป็นคนละ 1 ข้อ ขณะนักเรียนทำแบบฝึกหัดครูจะสังเกตการทำงาน
6. ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยแบบฝึกหัดบางข้อ
7. แบ่งกลุ่มนักเรียนเป็นกลุ่มๆ ละ 4-5 คน ทำการทดลองตามใบงานที่ 5
8. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปเรื่องที่เรียน

กิจกรรมการเรียนรู้ (สัปดาห์ที่ 8/18, คาบที่ 29–32/72)

1. ครูทบทวนเนื้อหาการสอนเรื่อง วงจร R-L ต่ออนุกรม
2. ครูนำเข้าสู่บทเรียน และครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้
3. ครูสอนเนื้อหาสาระ หัวข้อ 5.3 วงจร R-C ต่ออนุกรม
4. นักเรียนทำแบบฝึกหัดเป็นคนละ 1 ข้อ ขณะนักเรียนทำแบบฝึกหัดครูจะสังเกตการทำงาน
5. ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยแบบฝึกหัดบางข้อ
6. แบ่งกลุ่มนักเรียนเป็นกลุ่มๆ ละ 4-5 คน ทำการทดลองตามใบงานที่ 6
7. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปเรื่องที่เรียน

กิจกรรมการเรียนรู้ (สัปดาห์ที่ 9/18, คาบที่ 33–36/72)

1. ครูทบทวนเนื้อหาการสอนเรื่อง วงจร R-C ต่ออนุกรม
2. ครูนำเข้าสู่บทเรียน และครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้
3. ครูสอนเนื้อหาสาระ หัวข้อ 5.4 วงจร R-L-C ต่ออนุกรม
4. นักเรียนทำแบบฝึกหัดเป็นคนละ 1 ข้อ ขณะนักเรียนทำแบบฝึกหัดครูจะสังเกตการทำงาน
5. ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยแบบฝึกหัดบางข้อ
6. แบ่งกลุ่มนักเรียนเป็นกลุ่มๆ ละ 4-5 คน ทำการทดลองตามใบงานที่ 7
7. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปเรื่องที่เรียน
8. นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนหน่วยที่ 5

สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. สื่อการเรียนรู้ หนังสือเรียน หน่วยที่ 5, ใบงานที่ 5-7, PowerPoint ประกอบการสอน และแบบทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียน
2. แหล่งการเรียนรู้ หนังสือ วารสารเกี่ยวกับ R-L-C ต่ออนุกรม, อินเทอร์เน็ต www.google.com

การวัดและการประเมินผล

การวัดผล (ใช้เครื่องมือ)	การประเมินผล (นำผลเทียบกับเกณฑ์และแปลความหมาย)
1. แบบทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) หน่วยที่ 5	(ไว้เปรียบเทียบกับคะแนนสอบหลังเรียน)
2. แบบฝึกหัดหน่วยที่ 5	ตรวจแบบฝึกหัด เกณฑ์ผ่าน 60%
3. ใบงานที่ 5-7	ตรวจตามแบบประเมินผล เกณฑ์ผ่าน 60%
4. แบบทดสอบหลังเรียน (Post-test) หน่วยที่ 5	ตรวจแบบทดสอบ เกณฑ์ผ่าน 50%
5. แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ที่พึงประสงค์	ตรวจตามแบบประเมินผล เกณฑ์ผ่าน 60%

งานที่มอบหมาย

งานที่มอบหมายนอกเหนือเวลาเรียน

1. ให้ทำแบบฝึกหัดให้เรียบร้อย ถูกต้อง สมบูรณ์
2. ให้ทำใบงานให้เรียบร้อย ถูกต้อง สมบูรณ์

ผลงาน/ชิ้นงาน/ความสำเร็จของผู้เรียน

1. ผลการทำและนำเสนอแบบฝึกหัดหน่วยที่ 5
2. ผลการทำและนำเสนอใบงานที่ 5-7
3. ผลคะแนนจากแบบทดสอบหลังเรียน (Post-test) หน่วยที่ 5
4. ผลคะแนนจากการประเมินคุณธรรม จริยธรรม ที่พึงประสงค์

เอกสารอ้างอิง

1. ชำรงศักดิ์ หมินก้าหริ่ม. วงจรไฟฟ้ากระแสสลับ รหัสวิชา 2105-2003. (2556).
นนทบุรี: ศูนย์หนังสือเมืองไทย.
2. Baker, Tim. (2002). **Experiments in DC/AC Circuits with Concepts.**
3. Boylestad, Robert. (2003). **Introductory Circuit Analysis.**
4. Cook, Nigel P. (2004). **Electronic. A Complete Course.**
5. _____ . (2005). **Introductory DC/AC Circuits**
6. Floyd, Thomas L. (2001). **Electronic Fundamentals.**
7. Robbins, Allan H. & Miller, Wilhelm C. (2004). **Circuit Analysis with Devices: Theory and Practice.**

บันทึกหลังการสอน

1. ผลการใช้แผนการจัดการเรียนรู้

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

2. ผลการเรียนรู้ของนักเรียน/ผลการสอนของครู/ปัญหาที่พบ

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

3. แนวทางการแก้ปัญหา

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

ลงชื่อ.....


(.....)

ตัวแทนนักเรียน

ลงชื่อ.....

(.....)

ครูผู้สอน

	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6	หน่วยที่ 6
	ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสสลับ รหัสวิชา 2105-2003	เวลาเรียนรวม 72 คาบ
	ชื่อหน่วย วงจร R-L-C ต่อขนาน	สอนครั้งที่ 10-12/18
ชื่อเรื่อง วงจร R-L-C ต่อขนาน		จำนวน 12 คาบ

หัวข้อเรื่อง

- 6.1 ความหมายของค่าพารามิเตอร์
- 6.2 แนวคิดพื้นฐานของวงจรไฟฟ้ากระแสสลับขนาน
- 6.3 วงจร R-L ต่อขนาน
- 6.4 วงจร R-C ต่อขนาน
- 6.5 วงจร R-L-C ต่อขนาน
- 6.6 สรุปสาระสำคัญ

- ใบงานที่ 8 วงจรไฟฟ้ากระแสสลับที่ประกอบด้วย R-L ต่อขนาน
- ใบงานที่ 9 วงจรไฟฟ้ากระแสสลับที่ประกอบด้วย R-C ต่อขนาน
- ใบงานที่ 10 วงจรไฟฟ้ากระแสสลับที่ประกอบด้วย R-L-C ต่อขนาน

สมรรถนะย่อย

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับวงจร R-L-C ต่อขนาน
2. ปฏิบัติการต่อวงจร วัดและทดสอบค่าแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า

จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้

1. คำนวณค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ในวงจร
2. เขียนรูปคลื่นแสดงความสัมพันธ์เฟสของวงจร
3. เขียนเฟสเซอร์ไดอะแกรมของวงจร
4. เขียนแอดมิตแดนซ์ไดอะแกรมของวงจร

ด้านทักษะ

1. ต่อวงจรตามการทดลอง
2. วัดรูปคลื่นแรงดันไฟฟ้า
3. บันทึกข้อมูลในการทดลอง
4. เขียนรูปคลื่นไซน์และเฟสเซอร์ไดอะแกรม
5. เขียนสรุปผลการทดลอง

ด้านคุณธรรม จริยธรรม/บูรณาการปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

ความมีวินัย ความมีมนุษยสัมพันธ์ ความรับผิดชอบและความเชื่อมั่นในตนเอง

เนื้อหาสาระ

6.1 ความหมายของค่าพารามิเตอร์

ความนำ คือ ส่วนกลับของความต้านทาน มีหน่วยเป็น ซีเมนส์ (S) ความนำของความต้านทาน เรียกว่า คอนดักแตนซ์ (G) และความนำของตัวเหนี่ยวนำและตัวเก็บประจุ เรียกว่า ซัสเซปแตนซ์ (B)

6.2 แนวคิดพื้นฐานของวงจรไฟฟ้ากระแสสลับขนาน

6.3 วงจร R-L ต่อขนาน

วงจร R-L ต่อขนาน (Parallel R-L circuit) กระแสไฟฟ้าไหลผ่านตัวต้านทาน (I_R) มีมุมอินเฟสกับแรงดันไฟฟ้าในวงจรและกระแสไฟฟ้าไหลผ่านตัวเหนี่ยวนำ (I_L) มีมุมล่าหลังแรงดันไฟฟ้าเป็นมุม 90° ผลรวมของกระแสไฟฟ้าทางเฟสเซอร์ I_R และ I_L มีมุมล่าหลังแรงดันไฟฟ้าเป็นมุม θ โดยที่ θ มีค่ามากกว่า 0° แต่ไม่ต่ำกว่า 90° เรียกววงจรในสถานะเช่นนี้ว่าวงจรล่าหลังหรือวงจรอินดักตีฟ

6.4 วงจร R-C ต่อขนาน

วงจร R-C ต่อขนาน (Parallel R-C circuit) กระแสไฟฟ้าไหลผ่านตัวต้านทาน (I_R) มีมุมอินเฟสกับแรงดันไฟฟ้าในวงจรและกระแสไฟฟ้าไหลผ่านตัวเก็บประจุ (I_C) มีมุมนำหน้าแรงดันไฟฟ้าเป็นมุม 90° ผลรวมของกระแสไฟฟ้าทางเฟสเซอร์ I_R และ I_C มีมุมนำหน้าแรงดันไฟฟ้าเป็นมุม θ โดยที่ θ มีค่ามากกว่า 0° แต่ไม่ต่ำกว่า 90° เรียกววงจรในสถานะเช่นนี้ว่าวงจรรนำหน้าหรือวงจรคาเปซิตีฟ

6.5 วงจร R-L-C ต่อขนาน

วงจร R-L-C ต่อขนาน (Parallel R-L-C circuit) จะมีมุมเฟสนำหน้าหรือล่าหลังขึ้นอยู่กับการชดเชยซึ่งกันและกันของตัวเก็บประจุกับตัวเหนี่ยวนำ

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

1. ครูทบทวนเนื้อหาการสอนโดยย่อเรื่อง วงจร R-L-C ต่ออนุกรม
2. นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนหน่วยที่ 6
3. ครูนำเข้าสู่บทเรียน และครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้
4. ครูสอนเนื้อหาสาระ หัวข้อ 6.1-6.3
5. นักเรียนทำแบบฝึกหัดเป็นคนละ 1 ข้อ ขณะนักเรียนทำแบบฝึกหัดครูจะสังเกตการทำงาน
6. ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยแบบฝึกหัดบางข้อ
7. แบ่งกลุ่มนักเรียนเป็นกลุ่มๆ ละ 4-5 คน ทำการทดลองตามใบงานที่ 8
8. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปเรื่องที่เรียน

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

1. ครูทบทวนเนื้อหาการสอนโดยย่อเรื่อง วงจร R-L ต่อขนาน
2. ครูนำเข้าสู่บทเรียน และครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้
3. ครูสอนเนื้อหาสาระ หัวข้อ 6.4 วงจร R-C ต่อขนาน

4. นักเรียนทำแบบฝึกหัดเป็นคนละ 1 ข้อ ขณะนักเรียนทำแบบฝึกหัดครูจะสังเกตการทำงาน
5. ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยแบบฝึกหัดบางข้อ
6. แบ่งกลุ่มนักเรียนเป็นกลุ่มๆ ละ 4-5 คน ทำการทดลองตามใบงานที่ 9
7. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปเรื่องที่เรียน

กิจกรรมการเรียนรู้ (สัปดาห์ที่ 12/18, คาบที่ 45–48/72)

1. ครูทบทวนเนื้อหาการสอนโดยย่อเรื่อง วงจร R-C ต่อขนาน
2. ครูนำเข้าสู่บทเรียน และครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้
3. ครูสอนเนื้อหาสาระ หัวข้อ 6.5 วงจร R-L-C ต่อขนาน
4. นักเรียนทำแบบฝึกหัดเป็นคนละ 1 ข้อ ขณะนักเรียนทำแบบฝึกหัดครูจะสังเกตการทำงาน
5. ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยแบบฝึกหัดบางข้อ
6. แบ่งกลุ่มนักเรียนเป็นกลุ่มๆ ละ 4-5 คน ทำการทดลองตามใบงานที่ 10
7. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปเรื่องที่เรียน
8. นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนหน่วยที่ 6

สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. สื่อการเรียนรู้ หนังสือเรียน หน่วยที่ 6, ใบงานที่ 8-10, PowerPoint ประกอบการสอน และแบบทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียน
2. แหล่งการเรียนรู้ หนังสือ วารสารเกี่ยวกับ R-L-C ต่อขนาน, อินเทอร์เน็ต www.google.com

การวัดและการประเมินผล

การวัดผล (ใช้เครื่องมือ)	การประเมินผล (นำผลเทียบกับเกณฑ์และแปลความหมาย)
1. แบบทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) หน่วยที่ 6	(ไว้เปรียบเทียบกับคะแนนสอบหลังเรียน)
2. แบบฝึกหัดหน่วยที่ 6	ตรวจแบบฝึกหัด เกณฑ์ผ่าน 60%
3. ใบงานที่ 8-10	ตรวจตามแบบประเมินผล เกณฑ์ผ่าน 60%
4. แบบทดสอบหลังเรียน (Post-test) หน่วยที่ 6	ตรวจแบบทดสอบ เกณฑ์ผ่าน 50%
5. แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ที่พึงประสงค์	ตรวจตามแบบประเมินผล เกณฑ์ผ่าน 60%

งานที่มอบหมาย

งานที่มอบหมายนอกเหนือเวลาเรียน

1. ให้ทำแบบฝึกหัดให้เรียบร้อย ถูกต้อง สมบูรณ์
2. ให้ทำใบงานให้เรียบร้อย ถูกต้อง สมบูรณ์

ผลงาน/ชิ้นงาน/ความสำเร็จของผู้เรียน

1. ผลการทำและนำเสนอแบบฝึกหัดหน่วยที่ 6
2. ผลการทำและนำเสนอใบงานที่ 8-10
3. ผลคะแนนจากแบบทดสอบหลังเรียน (Post-test) หน่วยที่ 6
4. ผลคะแนนจากการประเมินคุณธรรม จริยธรรม ที่พึงประสงค์

เอกสารอ้างอิง

1. ชำรงค์ศักดิ์ หมินก้าหริม. **วงจรไฟฟ้ากระแสสลับ รหัสวิชา 2105-2003.** (2556).
นนทบุรี: ศูนย์หนังสือเมืองไทย.
2. Baker, Tim. (2002). **Experiments in DC/AC Circuits with Concepts.**
3. Boylestad, Robert. (2003). **Introductory Circuit Analysis.**
4. Cook, Nigel P. (2004). **Electronic. A Complete Course.**
5. _____ . (2005). **Introductory DC/AC Circuits**
6. Floyd, Thomas L. (2001). **Electronic Fundamentals.**
7. Robbins, Allan H. & Miller, Wilhelm C. (2004). **Circuit Analysis with Devices: Theory and Practice.**

บันทึกหลังการสอน

1. ผลการใช้แผนการจัดการเรียนรู้

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

2. ผลการเรียนรู้ของนักเรียน/ผลการสอนของครู/ปัญหาที่พบ

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

3. แนวทางการแก้ปัญหา

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

ลงชื่อ.....


(.....)

ตัวแทนนักเรียน

ลงชื่อ.....

(.....)

ครูผู้สอน

	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7	หน่วยที่ 7
	ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสสลับ รหัสวิชา 2105-2003	เวลาเรียนรวม 72 คาบ
	ชื่อหน่วย วงจร R-L-C ต่อผสม	สอนครั้งที่ 13/18
ชื่อเรื่อง วงจร R-L-C ต่อผสม		จำนวน 4 คาบ

หัวข้อเรื่อง

- 7.1 วงจร R-L-C ต่อผสมแบบอนุกรม-ขนาน
- 7.2 วงจร R-L-C ต่อผสมแบบขนาน-อนุกรม
- 7.3 สรุปสาระสำคัญ

ใบงานที่ 11 วงจรไฟฟ้ากระแสสลับที่ประกอบด้วย R-L-C ต่อผสม

สมรรถนะย่อย

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับวงจร R-L-C ต่อผสม
2. ปฏิบัติการต่อวงจร วัดและทดสอบค่าแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า

จุดประสงค์การปฏิบัติ

ด้านความรู้

1. อธิบายลักษณะของวงจร R-L-C ต่อผสมแบบอนุกรม-ขนาน และแบบขนาน-อนุกรม
2. คำนวณค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ในวงจร
3. เขียนเฟสเซอร์ไดอะแกรมของวงจร

ด้านทักษะ

1. ต่อวงจรตามการทดลอง
2. วัดรูปคลื่นแรงดันไฟฟ้า
3. บันทึกข้อมูลในการทดลอง
4. เขียนรูปคลื่นไซน์และเฟสเซอร์ไดอะแกรม
5. เขียนสรุปผลการทดลอง

ด้านคุณธรรม จริยธรรม/บูรณาการปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

ความมีวินัย ความรักสามัคคีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์และความพึงพอใจในผลงานที่ทำ

เนื้อหาสาระ

7.1 วงจร R-L-C ต่อผสมแบบอนุกรม-ขนาน

วงจรผสมแบบอนุกรม-ขนาน เป็นการนำองค์ประกอบของวงจรต่ออนุกรมกันเป็นชุด ๆ แล้วจึงนำผลการต่ออนุกรมมาต่อขนานภายหลัง ในการคำนวณค่าพารามิเตอร์ของวงจรทำได้โดยใช้คุณสมบัติของวงจรอนุกรมคำนวณก่อน แล้วจึงใช้คุณสมบัติของวงจรขนานหาค่าพารามิเตอร์ของวงจรต่อไป

7.2 วงจร R-L-C ต่อผสมแบบขนาน-อนุกรม

วงจรผสมแบบขนาน-อนุกรม เป็นการนำองค์ประกอบของวงจรต่อขนานกันเป็นจุด ๆ แล้วจึงนำผลการต่อขนานมาต่ออนุกรมอีกครั้ง ในการคำนวณหาค่าพารามิเตอร์ของวงจร ทำได้โดยใช้คุณสมบัติของวงจรขนานหาค่าก่อน แล้วจึงใช้คุณสมบัติของวงจรอนุกรมหาค่าพารามิเตอร์ของวงจรต่อไป

กิจกรรมการเรียนรู้ (สัปดาห์ที่ 13/18, คาบที่ 49–52/72)

1. ครูทบทวนเนื้อหาการสอนโดยย่อเรื่อง วงจร R-L-C ต่อขนาน
2. นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนหน่วยที่ 7
3. ครูนำเข้าสู่บทเรียน และครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้
4. ครูสอนเนื้อหาสาระ หัวข้อ 7.1-7.2
5. นักเรียนทำแบบฝึกหัดเป็นคณะ 1 ข้อ ขณะนักเรียนทำแบบฝึกหัดครูจะสังเกตการทำงาน
6. ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยแบบฝึกหัดบางข้อ
7. แบ่งกลุ่มนักเรียนเป็นกลุ่มๆ ละ 4-5 คน ทำการทดลองตามใบงานที่ 11
8. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปเรื่องที่เรียน
9. นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนหน่วยที่ 7

สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. สื่อการเรียนรู้ หนังสือเรียน หน่วยที่ 7, ใบงานที่ 11, PowerPoint ประกอบการสอน และแบบทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียน
2. แหล่งการเรียนรู้ หนังสือ วารสารเกี่ยวกับ R-L-C ต่อผสม, อินเทอร์เน็ต www.google.com

การวัดและการประเมินผล

การวัดผล (ใช้เครื่องมือ)	การประเมินผล (นำผลเทียบกับเกณฑ์และแปลความหมาย)
1. แบบทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) หน่วยที่ 7	(ไว้เปรียบเทียบกับคะแนนสอบหลังเรียน)
2. แบบฝึกหัดหน่วยที่ 7	ตรวจแบบฝึกหัด เกณฑ์ผ่าน 60%
3. ใบงานที่ 11	ตรวจตามแบบประเมินผล เกณฑ์ผ่าน 60%
4. แบบทดสอบหลังเรียน (Post-test) หน่วยที่ 7	ตรวจแบบทดสอบ เกณฑ์ผ่าน 50%
5. แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ที่พึงประสงค์	ตรวจตามแบบประเมินผล เกณฑ์ผ่าน 60%

งานที่มอบหมาย

งานที่มอบหมายนอกเหนือเวลาเรียน

1. ให้ทำแบบฝึกหัดให้เรียบร้อย ถูกต้อง สมบูรณ์
2. ให้ทำใบงานให้เรียบร้อย ถูกต้อง สมบูรณ์

ผลงาน/ชิ้นงาน/ความสำเร็จของผู้เรียน

1. ผลการทำและนำเสนอแบบฝึกหัดหน่วยที่ 7
2. ผลการทำและนำเสนอใบงานที่ 11
3. ผลคะแนนจากแบบทดสอบหลังเรียน (Post-test) หน่วยที่ 7
4. ผลคะแนนจากการประเมินคุณธรรม จริยธรรม ที่พึงประสงค์

เอกสารอ้างอิง

1. ชำรงค์ศักดิ์ หมินก้าหริม. **วงจรไฟฟ้ากระแสสลับ รหัสวิชา 2105-2003.** (2556).
นนทบุรี: ศูนย์หนังสือเมืองไทย.
2. Baker, Tim. (2002). **Experiments in DC/AC Circuits with Concepts.**
3. Boylestad, Robert. (2003). **Introductory Circuit Analysis.**
4. Cook, Nigel P. (2004). **Electronic. A Complete Course.**
5. _____ . (2005). **Introductory DC/AC Circuits**
6. Floyd, Thomas L. (2001). **Electronic Fundamentals.**
7. Robbins, Allan H. & Miller, Wilhelm C. (2004). **Circuit Analysis with Devices: Theory and Practice.**

บันทึกหลังการสอน

1. ผลการใช้แผนการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. ผลการเรียนรู้ของนักเรียน/ผลการสอนของครู/ปัญหาที่พบ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. แนวทางการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....


(.....)

ตัวแทนนักเรียน

ลงชื่อ.....

(.....)

ครูผู้สอน

	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8	หน่วยที่ 8
	ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสสลับ รหัสวิชา 2105-2003	เวลาเรียนรวม 72 คาบ
	ชื่อหน่วย วงจรเรโซแนนซ์	สอนครั้งที่ 14-15/18
ชื่อเรื่อง วงจรเรโซแนนซ์		จำนวน 8 คาบ

หัวข้อเรื่อง

- 8.1 สภาวะการเกิดวงจรเรโซแนนซ์
- 8.2 สภาวะเรโซแนนซ์ในวงจร R-L-C ต่ออนุกรม
- 8.3 สภาวะเรโซแนนซ์ในวงจร R-L-C ต่อขนาน
- 8.4 สรุปสาระสำคัญ

ใบงานที่ 12 วงจรเรโซแนนซ์อนุกรม

ใบงานที่ 13 วงจรเรโซแนนซ์ขนาน

สมรรถนะย่อย

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับวงจรเรโซแนนซ์
2. ปฏิบัติการต่อวงจร วัดและทดสอบค่าแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า

จุดประสงค์การปฏิบัติ

ด้านความรู้

1. อธิบายการเกิดสภาวะวงจรเรโซแนนซ์
2. คำนวณค่าผลของสภาวะเรโซแนนซ์ในวงจร R-L-C ต่ออนุกรม
3. คำนวณค่าผลของสภาวะเรโซแนนซ์ในวงจร R-L-C ต่อขนาน

ด้านทักษะ

1. ต่อวงจรตามการทดลอง
2. วัดรูปคลื่นแรงดันไฟฟ้า
3. บันทึกข้อมูลในการทดลอง
4. เขียนเฟสเซอร์ไดอะแกรม
5. เขียนสรุปผลการทดลอง

ด้านคุณธรรม จริยธรรม/บูรณาการปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

ความมีวินัย ความสนใจใฝ่รู้ ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์และความพึงพอใจในผลงานที่ทำ

เนื้อหาสาระ

- 8.1 สภาวะการเกิดวงจรเรโซแนนซ์

การเกิดสภาวะเรโซแนนซ์ หมายถึง สภาวะของวงจรที่มีกระแสไฟฟ้ามีเฟสรวมกันกับแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้กับวงจร และ $X_L = X_C$

8.2 สภาวะเรโซแนนซ์ในวงจร R-L-C ต่ออนุกรม

การเกิดสภาวะเรโซแนนซ์ในวงจร R-L-C ต่ออนุกรม หรือ R-L-C ต่อขนาน ซึ่งเกิดจากการปรับเปลี่ยนค่าความถี่ (f) หรือปรับเปลี่ยนค่าอินดักแตนซ์ (L) หรือปรับค่าคาปาซิแตนซ์ (C) ค่าใดค่าหนึ่ง หรือจะปรับเปลี่ยนทั้ง 3 ค่า จนสามารถทำให้ค่า $X_L = X_C$ และเมื่อ $X_L = X_C$ จะหักล้างกันหมดไป ทำให้อิมพีแดนซ์รวมของวงจรคงเหลือเพียงความต้านทานเพียงอย่างเดียว และเรียกความถี่ที่ทำให้เกิดสภาวะเรโซแนนซ์ว่า ความถี่เรโซแนนซ์

8.3 สภาวะเรโซแนนซ์ในวงจร R-L-C ต่อขนาน

กิจกรรมการเรียนรู้ (สัปดาห์ที่ 14/18, คาบที่ 53-56/72)

1. ครูทบทวนเนื้อหาการสอนโดยย่อเรื่อง วงจร R-L-C ต่อผสม
2. นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนหน่วยที่ 8
3. ครูนำเข้าสู่บทเรียน และครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้
4. ครูสอนเนื้อหาสาระ หัวข้อ 8.1-8.2
5. นักเรียนทำแบบฝึกหัดเป็นคนละ 1 ข้อ ขณะนักเรียนทำแบบฝึกหัดครูจะสังเกตการทำงาน
6. ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยแบบฝึกหัดบางข้อ
7. แบ่งกลุ่มนักเรียนเป็นกลุ่มๆ ละ 4-5 คน ทำการทดลองตามใบงานที่ 12
8. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปเรื่องที่เรียน

กิจกรรมการเรียนรู้ (สัปดาห์ที่ 15/18, คาบที่ 57-60/72)

1. ครูทบทวนเนื้อหาการสอนโดยย่อเรื่อง สภาวะเรโซแนนซ์ในวงจร R-L-C ต่ออนุกรม
2. ครูนำเข้าสู่บทเรียน และครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้
3. ครูสอนเนื้อหาสาระ หัวข้อ 8.3 สภาวะเรโซแนนซ์ในวงจร R-L-C ต่อขนาน
4. นักเรียนทำแบบฝึกหัดเป็นคนละ 1 ข้อ ขณะนักเรียนทำแบบฝึกหัดครูจะสังเกตการทำงาน
5. ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยแบบฝึกหัดบางข้อ
6. แบ่งกลุ่มนักเรียนเป็นกลุ่มๆ ละ 4-5 คน ทำการทดลองตามใบงานที่ 13
7. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปเรื่องที่เรียน
8. นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนหน่วยที่ 8

สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. สื่อการเรียนรู้ หนังสือเรียน หน่วยที่ 8, ใบงานที่ 12-13, PowerPoint ประกอบการสอน และแบบทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียน
2. แหล่งการเรียนรู้ หนังสือ วารสารเกี่ยวกับวงจรเรโซแนนซ์, อินเทอร์เน็ต www.google.com

การวัดและการประเมินผล

การวัดผล (ใช้เครื่องมือ)	การประเมินผล (นำผลเทียบกับเกณฑ์และแปลความหมาย)
1. แบบทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) หน่วยที่ 8	(ไว้เปรียบเทียบกับคะแนนสอบหลังเรียน)
2. แบบฝึกหัดหน่วยที่ 8	ตรวจแบบฝึกหัด เกณฑ์ผ่าน 60%
3. ใบงานที่ 12-13	ตรวจตามแบบประเมินผล เกณฑ์ผ่าน 60%
4. แบบทดสอบหลังเรียน (Post-test) หน่วยที่ 8	ตรวจแบบทดสอบ เกณฑ์ผ่าน 50%
5. แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ที่พึงประสงค์	ตรวจตามแบบประเมินผล เกณฑ์ผ่าน 60%

งานที่มอบหมาย

งานที่มอบหมายนอกเหนือเวลาเรียน

1. ให้ทำแบบฝึกหัดให้เรียบร้อย ถูกต้อง สมบูรณ์
2. ให้ทำใบงานให้เรียบร้อย ถูกต้อง สมบูรณ์

ผลงาน/ชิ้นงาน/ความสำเร็จของผู้เรียน

1. ผลการทำและนำเสนอแบบฝึกหัดหน่วยที่ 8
2. ผลการทำและนำเสนอใบงานที่ 12-13
3. ผลคะแนนจากแบบทดสอบหลังเรียน (Post-test) หน่วยที่ 8
4. ผลคะแนนจากการประเมินคุณธรรม จริยธรรม ที่พึงประสงค์

เอกสารอ้างอิง

1. ชำรงศักดิ์ หมินก้าหริ่ม. **วงจรไฟฟ้ากระแสสลับ รหัสวิชา 2105-2003.** (2556).
นนทบุรี: ศูนย์หนังสือเมืองไทย.
2. Baker, Tim. (2002). **Experiments in DC/AC Circuits with Concepts.**
3. Boylestad, Robert. (2003). **Introductory Circuit Analysis.**
4. Cook, Nigel P. (2004). **Electronic. A Complete Course.**
5. _____ . (2005). **Introductory DC/AC Circuits**
6. Floyd, Thomas L. (2001). **Electronic Fundamentals.**
7. Robbins, Allan H. & Miller, Wilhelm C. (2004). **Circuit Analysis with Devices: Theory and Practice.**

บันทึกหลังการสอน

1. ผลการใช้แผนการจัดการเรียนรู้

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

2. ผลการเรียนรู้ของนักเรียน/ผลการสอนของครู/ปัญหาที่พบ

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

3. แนวทางการแก้ปัญหา

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

ลงชื่อ.....


(.....)

ตัวแทนนักเรียน

ลงชื่อ.....

(.....)

ครูผู้สอน

	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9	หน่วยที่ 9
	ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสสลับ รหัสวิชา 2105-2003	เวลาเรียนรวม 72 คาบ
	ชื่อหน่วย กำลังไฟฟ้าและเพาเวอร์แฟกเตอร์	สอนครั้งที่ 16/18
ชื่อเรื่อง กำลังไฟฟ้าและเพาเวอร์แฟกเตอร์		จำนวน 4 คาบ

หัวข้อเรื่อง

- 9.1 กำลังไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ
- 9.2 สามเหลี่ยมกำลังไฟฟ้า
- 9.3 เพาเวอร์แฟกเตอร์และการแก้เพาเวอร์แฟกเตอร์
- 9.4 สรุปสาระสำคัญ

ใบงานที่ 14 กำลังไฟฟ้า

และเพาเวอร์แฟกเตอร์

ใบงานที่ 15 การแก้เพาเวอร์แฟกเตอร์

สมรรถนะย่อย

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับกำลังไฟฟ้าและเพาเวอร์แฟกเตอร์
2. ปฏิบัติการต่อวงจร วัดและทดสอบค่ากำลังไฟฟ้าและเพาเวอร์แฟกเตอร์

จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้

1. อธิบายความหมายของกำลังไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ
2. อธิบายเกี่ยวกับสามเหลี่ยมกำลังไฟฟ้า
3. คำนวณค่ากำลังไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ
4. บอกความหมายของเพาเวอร์แฟกเตอร์
5. อธิบายเกี่ยวกับการแก้เพาเวอร์แฟกเตอร์
6. คำนวณค่าความจุไฟฟ้าที่ใช้แก้เพาเวอร์แฟกเตอร์

ด้านทักษะ

1. ต่อวงจรตามการทดลอง
2. วัดกำลังไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า แรงดันไฟฟ้าและเพาเวอร์แฟกเตอร์
3. บันทึกข้อมูลในการทดลอง
4. อธิบายผลจากข้อมูลในการทดลอง
5. เขียนสรุปผลการทดลอง

ด้านคุณธรรม จริยธรรม/บูรณาการปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

ความมีวินัย ความรับผิดชอบ ความเชื่อมั่นในตนเองและความซื่อสัตย์สุจริต

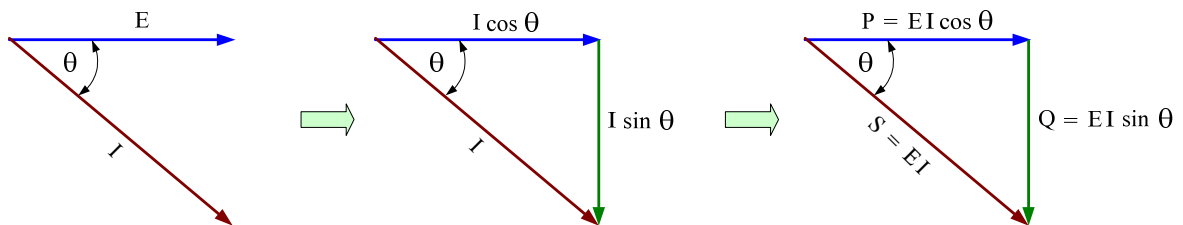
เนื้อหาสาระ

9.1 กำลังไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ

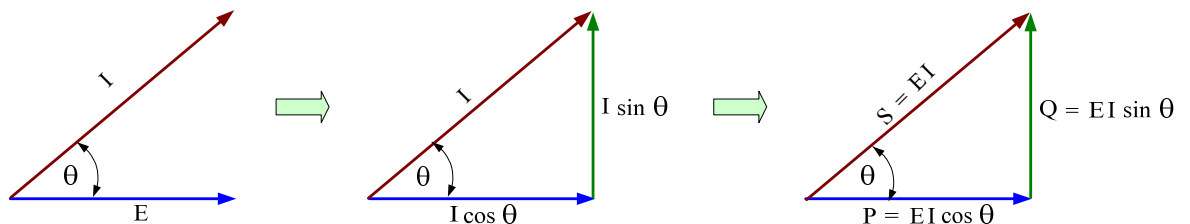
ในวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ ที่มีองค์ประกอบวงจรเป็นตัวต้านทาน ตัวเหนี่ยวนำและตัวเก็บประจุ จะพิจารณากำลังไฟฟ้า เป็น 3 ลักษณะคือกำลังไฟฟ้าแอกติฟ (Active Power: P) หมายถึง กำลังไฟฟ้าที่ทำให้เกิดงาน กำลังไฟฟารีแอกติฟ (Reactive Power: Q) หมายถึงกำลังไฟฟ้าที่ไม่สามารถนำมาใช้ ให้เกิดงาน และกำลังไฟฟ้าปรากฏ (Apparent Power: S) หมายถึงกำลังไฟฟ้าได้มาจากผลคูณของแรงดันไฟฟ้าที่วัดได้จากโวลต์มิเตอร์กับกระแสไฟฟ้าที่วัดได้จากแอมมิเตอร์

9.2 สามเหลี่ยมกำลังไฟฟ้า

สามเหลี่ยมกำลังไฟฟ้าที่มีสภาพโหลดเป็นอินดักทีฟ (Inductive Load) ซึ่งเป็นโหลดที่ประกอบด้วย R-L ไม่ว่าจะต่อแบบอนุกรมหรือแบบขนาน ผลของกระแสไฟฟ้าที่ไหลในวงจรจะล่าหลังแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้วงจรเสมอ เขียนความสัมพันธ์ได้ ดังรูป



สามเหลี่ยมกำลังไฟฟ้าที่มีสภาพโหลดเป็นคาปาซิทีฟ (Capacitive Load) ซึ่งเป็นโหลดที่ประกอบด้วย R-C ไม่ว่าจะต่อแบบอนุกรมหรือแบบขนาน ผลของกระแสไฟฟ้าที่ไหลในวงจรจะนำหน้าแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้วงจรเสมอ เขียนความสัมพันธ์ได้ดังรูป



9.3 เพาเวอร์แฟกเตอร์และการแก้เพาเวอร์แฟกเตอร์

เพาเวอร์แฟกเตอร์ สามารถคำนวณจากอัตราส่วนระหว่างกำลังไฟฟ้าแอกติฟ ต่อกำลังไฟฟ้าปรากฏ ซึ่งมีค่าไม่เกิน 1

การแก้เพาเวอร์แฟกเตอร์ หมายถึง การทำให้เพาเวอร์แฟกเตอร์มีค่าเข้าใกล้ 1 หรือการทำให้ มุมเฟส (θ) ของวงจรเข้าใกล้ 0° โดยการต่อ C ขนานเข้ากับวงจร

กิจกรรมการเรียนรู้ (สัปดาห์ที่ 16/18, คาบที่ 61-64/72)

1. ครูทบทวนเนื้อหาการสอนโดยย่อเรื่อง วงจรเรโซแนนซ์
2. นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนหน่วยที่ 9
3. ครูนำเข้าสู่บทเรียน และครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้
4. ครูสอนเนื้อหาสาระ
5. นักเรียนทำแบบฝึกหัดเป็นคนละ 1 ข้อ ขณะนักเรียนทำแบบฝึกหัดครูจะสังเกตการทำงาน
6. ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยแบบฝึกหัดบางข้อ
7. แบ่งกลุ่มนักเรียนเป็นกลุ่มๆ ละ 4-5 คน ทำการทดลองตามใบงานที่ 14-15
8. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปเรื่องที่เรียน

สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. สื่อการเรียนรู้ หนังสือเรียน หน่วยที่ 9, ใบงานที่ 14-15, PowerPoint ประกอบการสอน และแบบทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียน
2. แหล่งการเรียนรู้ หนังสือ วารสารเกี่ยวกับการแก้เพาเวอร์แฟกเตอร์, อินเทอร์เน็ต
www.google.com

การวัดและการประเมินผล

การวัดผล (ใช้เครื่องมือ)	การประเมินผล (นำผลเทียบกับเกณฑ์และแปลความหมาย)
1. แบบทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) หน่วยที่ 9	(ไว้เปรียบเทียบกับคะแนนสอบหลังเรียน)
2. แบบฝึกหัดหน่วยที่ 9	ตรวจแบบฝึกหัด เกณฑ์ผ่าน 60%
3. ใบงานที่ 14-15	ตรวจตามแบบประเมินผล เกณฑ์ผ่าน 60%
4. แบบทดสอบหลังเรียน (Post-test) หน่วยที่ 9	ตรวจแบบทดสอบ เกณฑ์ผ่าน 50%
5. แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ที่พึงประสงค์	ตรวจตามแบบประเมินผล เกณฑ์ผ่าน 60%

งานที่มอบหมาย

- งานที่มอบหมายนอกเหนือเวลาเรียน
1. ให้ทำแบบฝึกหัดให้เรียบร้อย ถูกต้อง สมบูรณ์
 2. ให้ทำใบงานให้เรียบร้อย ถูกต้อง สมบูรณ์

ผลงาน/ชิ้นงาน/ความสำเร็จของผู้เรียน

1. ผลการทำและนำเสนอแบบฝึกหัดหน่วยที่ 9
2. ผลการทำและนำเสนอใบงานที่ 14-15
3. ผลคะแนนจากแบบทดสอบหลังเรียน (Post-test) หน่วยที่ 9
4. ผลคะแนนจากการประเมินคุณธรรม จริยธรรม ที่พึงประสงค์

เอกสารอ้างอิง

1. ชำรงศักดิ์ หมินก้าหริ่ม. วงจรไฟฟ้ากระแสสลับ รหัสวิชา 2105-2003. (2556).
นนทบุรี: ศูนย์หนังสือเมืองไทย.
2. Baker, Tim. (2002). **Experiments in DC/AC Circuits with Concepts.**
3. Boylestad, Robert. (2003). **Introductory Circuit Analysis.**
4. Cook, Nigel P. (2004). **Electronic. A Complete Course.**
5. _____ . (2005). **Introductory DC/AC Circuits**
6. Floyd, Thomas L. (2001). **Electronic Fundamentals.**
7. Robbins, Allan H. & Miller, Wilhelm C. (2004). **Circuit Analysis with Devices: Theory and Practice.**

บันทึกหลังการสอน

1. ผลการใช้แผนการจัดการเรียนรู้

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

2. ผลการเรียนรู้ของนักเรียน/ผลการสอนของครู/ปัญหาที่พบ

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

3. แนวทางการแก้ปัญหา

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

ลงชื่อ.....


(.....)

ตัวแทนนักเรียน

ลงชื่อ.....

(.....)

ครูผู้สอน

	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 10	หน่วยที่ 10
	ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสสลับ รหัสวิชา 2105-2003	เวลาเรียนรวม 72 คาบ
	ชื่อหน่วย ระบบไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส	สอนครั้งที่ 17/18
ชื่อเรื่อง ระบบไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส		จำนวน 4 คาบ

หัวข้อเรื่อง

- 10.1 เครื่องกำเนิดไฟฟ้า 3 เฟสต่อแบบวาย
- 10.2 ระบบไฟฟ้า 3 เฟสแบบวาย-วาย และวาย-เดลตา
- 10.3 เครื่องกำเนิดไฟฟ้า 3 เฟสต่อแบบเดลตา
- 10.4 ระบบไฟฟ้า 3 เฟสแบบเดลตา-เดลตา และเดลตา-วาย
- 10.5 กำลังไฟฟ้า 3 เฟส
- 10.6 สรุปสาระสำคัญ

สมรรถนะย่อย

แสดงความรู้เกี่ยวกับระบบไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส

จุดประสงค์การปฏิบัติ

ด้านความรู้

1. อธิบายการต่อเครื่องกำเนิดไฟฟ้า 3 เฟสแบบวาย
2. คำนวณระบบไฟฟ้า 3 เฟส ระบบวาย-วาย
3. คำนวณระบบไฟฟ้า 3 เฟส ระบบวาย-เดลตา
4. อธิบายการต่อเครื่องกำเนิดไฟฟ้า 3 เฟสแบบเดลตา
5. คำนวณระบบไฟฟ้า 3 เฟส ระบบเดลตา-วาย
6. คำนวณระบบไฟฟ้า 3 เฟส ระบบเดลตา-เดลตา
7. คำนวณกำลังไฟฟ้า 3 เฟส

ด้านคุณธรรม จริยธรรม/บูรณาการปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

ความมีวินัย ความรับผิดชอบ ความเชื่อมั่นในตนเองและความพึงพอใจต่อผลงานของตนเอง

เนื้อหาสาระ

1. ระบบไฟฟ้า 3 เฟสแบบสมดุล กระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้าจะมีเฟสต่าง 120°
2. เครื่องกำเนิดไฟฟ้า 3 เฟส มีขดลวดเหนี่ยวนำ 3 ชุด ต่อกันแบบ Y หรือแบบ Δ ถ้าต่อแบบ Y จะมี 3 สาย หรือ 4 สาย โดยอีกสายหนึ่งเป็นสายนิวทรัล (N) ถ้าต่อแบบ Δ จะมี 3 สาย
3. การต่อโหลดกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ทำได้ทั้งแบบ Y และแบบ Δ ถ้าโหลดสมดุล จะมีอิมพีแดนซ์ทั้ง 3 เฟสเท่ากัน กระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้ามีขนาดเท่ากัน และมีเฟสต่างกัน 120° ส่วนมุมเฟสที่ต่างกันเป็นมุมเท่าไรนั้นขึ้นอยู่กับชนิดของโหลด และมุมเฟสของแรงดันไอน์ใด ๆ จะเข้าไปใกล้แรงดันเฟสที่ 30°
4. เครื่องกำเนิดไฟฟ้าต่อแบบ Y จะได้ $E_L = \sqrt{3} \times E_\phi$ และ $I_L = I_\phi$
5. เครื่องกำเนิดไฟฟ้าต่อแบบ Δ จะได้ $E_L = E_\phi$ และ $I_L = \sqrt{3} \times I_\phi$
6. ระบบ Y-Y ด้านโหลดจะได้ $E_L = \sqrt{3} \times V_\phi$ และ $I_L = I_\phi$
7. ระบบ Y- Δ ด้านโหลดจะได้ $E_L = V_\phi$ และ $I_L = \sqrt{3} \times I_\phi$
8. ระบบ Δ -Y ด้านโหลดจะได้ $E_L = \sqrt{3} \times V_\phi$ และ $I_L = I_\phi$
9. ระบบ Δ - Δ ด้านโหลดจะได้ $E_L = V_\phi$ และ $I_L = \sqrt{3} \times I_\phi$
10. กำลังไฟฟ้า 3 เฟส เมื่อโหลดสมดุลต่อแบบวายและเดลตา จะคำนวณกำลังไฟฟ้าแอกติฟ กำลังไฟฟ้ารีแอกติฟ และกำลังไฟฟ้าปรากฏ ด้วยกฎสูตรเหมือนกัน

$$\begin{aligned}
 P_T &= 3 V_\phi I_\phi \cos \theta = \sqrt{3} E_L I_L \cos \theta \\
 Q_T &= 3 V_\phi I_\phi \sin \theta = \sqrt{3} E_L I_L \sin \theta \\
 S_T &= 3 V_\phi I_\phi = \sqrt{3} E_L I_L \\
 PF &= \frac{P_T}{S_T} = \cos \theta
 \end{aligned}$$

กิจกรรมการเรียนรู้ (สัปดาห์ที่ 17/18, คาบที่ 65-68/72)

1. ครูทบทวนเนื้อหาการสอนโดยย่อเรื่อง วงจรเรโซแนนซ์
2. นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนหน่วยที่ 10
3. ครูนำเข้าสู่บทเรียน และครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้
4. ครูสอนเนื้อหาสาระ
5. นักเรียนทำแบบฝึกหัดเป็นคณะ 1 ข้อ ขณะนักเรียนทำแบบฝึกหัดครูจะสังเกตการทำงาน
6. ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยแบบฝึกหัดบางข้อ
7. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปเรื่องที่เรียน
8. ทดสอบหลังเรียน

สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. สื่อการเรียนรู้ หนังสือเรียน หน่วยที่ 10, PowerPoint ประกอบการสอน และแบบทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียน

2. แหล่งการเรียนรู้ หนังสือ วารสารเกี่ยวกับการแก้เพาเวอร์แฟกเตอร์, อินเทอร์เน็ต

www.google.com

การวัดและการประเมินผล

การวัดผล (ใช้เครื่องมือ)	การประเมินผล (นำผลเทียบกับเกณฑ์และแปลความหมาย)
1. แบบทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) หน่วยที่ 10	(ไว้เปรียบเทียบกับคะแนนสอบหลังเรียน)
2. แบบฝึกหัดหน่วยที่ 10	ตรวจแบบฝึกหัด เกณฑ์ผ่าน 60%
3. แบบทดสอบหลังเรียน (Post-test) หน่วยที่ 10	ตรวจแบบทดสอบ เกณฑ์ผ่าน 50%
ภ. แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ที่พึงประสงค์	ตรวจตามแบบประเมินผล เกณฑ์ผ่าน 60%

งานที่มอบหมาย

งานที่มอบหมายนอกเหนือเวลาเรียน

1. ให้ทำแบบฝึกหัดให้เรียบร้อย ถูกต้อง สมบูรณ์
2. ให้ทำใบงานให้เรียบร้อย ถูกต้อง สมบูรณ์

ผลงาน/ชิ้นงาน/ความสำเร็จของผู้เรียน

1. ผลการทำและนำเสนอแบบฝึกหัดหน่วยที่ 10
2. ผลคะแนนจากแบบทดสอบหลังเรียน (Post-test) หน่วยที่ 10
3. ผลคะแนนจากการประเมินคุณธรรม จริยธรรม ที่พึงประสงค์

เอกสารอ้างอิง

1. ชำรงค์ดี หมินกำหริม. วงจรไฟฟ้ากระแสสลับ รหัสวิชา 2105-2003. (2556).
นนทบุรี: ศูนย์หนังสือเมืองไทย.
2. Baker, Tim. (2002). **Experiments in DC/AC Circuits with Concepts.**
3. Boylestad, Robert. (2003). **Introductory Circuit Analysis.**
4. Cook, Nigel P. (2004). **Electronic. A Complete Course.**
5. _____ . (2005). **Introductory DC/AC Circuits**

บันทึกหลังการสอน

1. ผลการใช้แผนการจัดการเรียนรู้

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

2. ผลการเรียนรู้ของนักเรียน/ผลการสอนของครู/ปัญหาที่พบ

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

3. แนวทางการแก้ปัญหา

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

ลงชื่อ.....

(.....)

ตัวแทนนักเรียน

ลงชื่อ.....

(.....)

ครูผู้สอน