วิชา วงจรไฟฟ้ากระแสสลับ	แบบทดสอบก่อนการเรียน	หน้า 1
รหัส 2104-2003	เฟส เฟสเซอร์และแผนภาพเฟสเซอร์	หน่วยที่ 4

Protected by PDF Anti-Copy Free
(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

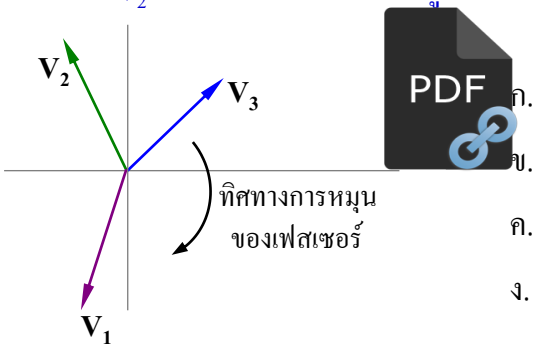
คำชี้แจง 1. จงทำเครื่องหมาย ✕ ทับ ก ข ค หรือ ง ที่เห็นว่าถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว

2. อนุญาตให้ใช้เครื่องคำนวณไ

1. ความหมายของเฟสคือข้อใด
   - ก. ปริมาณทางไฟฟ้าจำนวนสองรูปคลื่นหรือมากกว่าไม่มีความสัมพันธ์กับฐานเวลา
   - ข. ปริมาณทางไฟฟ้าจำนวนสองรูปคลื่นหรือมากกว่ามีความสัมพันธ์กับฐานเวลา
   - ค. จำนวนเฟสเซอร์สองเฟสเซอร์หรือมากกว่าไม่มีความสัมพันธ์กับฐานเวลา
   - ง. จำนวนเฟสเซอร์สองเฟสเซอร์หรือมากกว่ามีความสัมพันธ์กับฐานเวลา
2. ในการพิจารณาเฟสของรูปคลื่นไฟฟ้าต้องพิจารณาจากอะไร
   - ก. ที่ขนาดเดียวกัน
   - ข. ที่ความถี่ต่างกัน
   - ค. ที่ขนาดต่างกัน
   - ง. ที่ความถี่เดียวกัน
3. ถ้าเฟสของ v_1 เกิดขึ้นก่อนเฟส v_2 ลักษณะของเฟสเป็นอย่างอย่างไร
   - ก. เฟสร่วมกัน
   - ข. เฟสเดียวกัน
   - ค. เฟสนำหน้า
   - ง. เฟสล้าหลัง
4. ความหมายของเฟสเซอร์คือข้อใด
   - ก. เป็นจำนวนเชิงซ้อนที่ใช้แทนทั้งขนาดและมุมเฟส
   - ข. เป็นจำนวนเชิงซ้อนที่ใช้แทนเพียงขนาด
   - ค. เป็นจำนวนเชิงซ้อนที่ใช้แทนทั้งขนาดที่เฟสเดียวกัน
   - ง. เป็นจำนวนเชิงซ้อนที่ใช้แทนเพียงมุมเฟส
5. ความสัมพันธ์ระหว่างสมการชั่วขณะกับสมการเฟสเซอร์จะพิจารณาส่วนใด
   - ก. ค่าความเร็วเชิงมุมกับมุมเฟส
   - ข. ค่าสูงสุดกับความเร็วเชิงมุม
   - ค. ค่าชั่วขณะกับมุมเฟส
   - ง. ค่าสูงสุดกับมุมเฟส
6. ในการหาขนาดของเฟสเซอร์รูปคลื่นไซน์นิยมใช้ค่าใด
   - ก. ค่าสูงสุด
   - ข. ค่าเฉลี่ย
   - ค. ค่าที่วัดได้
   - ง. ค่าชั่วขณะ
7. $v = 16.98\sin(377t - 120°)$ V สมการเฟสเซอร์ **V** มีค่าเท่าไร
   - ก. $\mathbf{V} = 0.707 \times 16.98 \angle -120°$ V
   - ข. $\mathbf{V} = \dfrac{16.98 \angle -120°}{0.707}$ V
   - ค. $\mathbf{V} = 16.98 \angle -120°$ V
   - ง. $\mathbf{V} = 0.707 + 16.98 \angle -120°$ V
8. ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับแผนภาพเฟสเซอร์เมื่อหมุนรอบแกน x และแกน y
   - ก. ขนาดเปลี่ยนแปลง มุมเฟสเปลี่ยนแปลง
   - ข. ขนาดคงที่ มุมเฟสเปลี่ยนแปลง
   - ค. ขนาดเปลี่ยนแปลง มุมเฟสคงที่
   - ง. ขนาดคงที่ มุมเฟสคงที่

Protected by PDF Anti-Copy Free
(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

9. ถ้าให้เฟสเซอร์ V_2 เป็นตัวเทียบ ข้อใดกล่าวถูกต้อง



ก. $\mathbf{V}_3$ ล้าหลัง $\mathbf{V}_2$ และ $\mathbf{V}_2$ นำหน้า $\mathbf{V}_1$

ข. $\mathbf{V}_3$ ล้าหลัง $\mathbf{V}_2$ และ $\mathbf{V}_1$ นำหน้า $\mathbf{V}_2$

ค. $\mathbf{V}_3$ นำหน้า $\mathbf{V}_2$ และ $\mathbf{V}_1$ นำหน้า $\mathbf{V}_2$

ง. $\mathbf{V}_3$ นำหน้า $\mathbf{V}_2$ และ $\mathbf{V}_1$ ล้าหลัง $\mathbf{V}_2$

10. รูปคลื่น 2 รูปคลื่นมีคาบเวลาเท่ากันถ้านำมารวมกันผลลัพธ์ของรูปใหม่ ข้อใดกล่าวถูกต้อง

ก. มุมเฟสไม่เปลี่ยนแปลง

ข. ความถี่มีค่าเปลี่ยนแปลง

ค. คาบเวลาไม่เปลี่ยนแปลง

ง. ขนาดมีค่าคงที่

11. เฟสเซอร์ 2 เฟสเซอร์ถ้านำมาบวกกันต้องจำแนกแต่ละเฟสเซอร์ให้อยู่ในรูปแบบใด

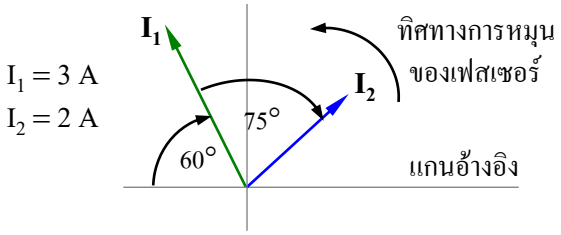
ก. แบบตรีโกณมิติ

ข. แบบพิกัดฉาก

ค. แบบเอกซ์โพเนนเชียล

ง. แบบเชิงขั้ว

กำหนดให้แผนภาพเฟสเซอร์ $\mathbf{I}_1$ และ $\mathbf{I}_2$ จงตอบคำถามข้อ 12–15



12. สมการเฟสเซอร์ $\mathbf{I}_1$ มีค่าเท่าไร

ก. $\mathbf{I}_1 = 3\angle 120°$ A

ข. $\mathbf{I}_1 = 3\angle -60°$ A

ค. $\mathbf{I}_1 = 3\angle 120°$ A

ง. $\mathbf{I}_1 = 3\angle 75°$ A

13. สมการเฟสเซอร์ $\mathbf{I}_2$ มีค่าเท่าไร

ก. $\mathbf{I}_2 = 2\angle 75°$ A

ข. $\mathbf{I}_2 = 2\angle 135°$ A

ค. $\mathbf{I}_2 = 2\angle 45°$ A

ง. $\mathbf{I}_2 = 2\angle -135°$ A

14. เฟสเซอร์ $\mathbf{I}_1 + \mathbf{I}_2$ มีค่าเท่าไร

ก. $\mathbf{I}_1 + \mathbf{I}_2 = 5\angle 75°$ A

ข. $\mathbf{I}_1 + \mathbf{I}_2 = 4\angle 15°$ A

ค. $\mathbf{I}_1 + \mathbf{I}_2 = 5\angle 105°$ A

ง. $\mathbf{I}_1 + \mathbf{I}_2 = 4\angle 91.2°$ A

15. ถ้าให้เฟสเซอร์มีทิศทางการหมุนตามที่กำหนด ข้อใดกล่าวถูกต้อง

ก. $\mathbf{I}_1$ ล้าหลัง $\mathbf{I}_2$

ข. $\mathbf{I}_1$ นำหน้า $\mathbf{I}_2$

ค. $\mathbf{I}_2$ นำหน้า $\mathbf{I}_1$

ง. $\mathbf{I}_2$ นำหน้า $\mathbf{I}_1$ เป็นมุม 75°

Protected by PDF Anti-Copy Free
(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

หน่วยที่ 4 เฟส เฟสเซอร์ และแผนภาพเฟสเซอร์

หัวข้อเรื่อง

4.1 ความหมายของเฟส

4.2 เฟสเซอร์และแผนภาพเฟสเซอร์

4.3 ความสัมพันธ์ระหว่างสมการชั่วขณะกับสมการเฟสเซอร์

4.4 การนำหน้าและล้าหลังของเฟสเซอร์

4.5 การบวกรูปคลื่นและเฟสเซอร์

4.6 การคำนวณหาผลบวกของเฟสเซอร์

สมรรถนะย่อย

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับเฟส เฟสเซอร์และแผนภาพเฟสเซอร์
2. ปฏิบัติวัดหารูปคลื่น เขียนสมการเฟสเซอร์และเขียนแผนภาพเฟสเซอร์

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. บอกความหมายของเฟสได้
2. อธิบายเฟสเซอร์และแผนภาพเฟสเซอร์ได้
3. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างสมการชั่วขณะกับสมการเฟสเซอร์ได้
4. อธิบายการนำหน้าและล้าหลังของเฟสเซอร์ได้
5. อธิบายการบวกรูปคลื่นและเฟสเซอร์ได้
6. คำนวณหาผลบวกของเฟสเซอร์ได้

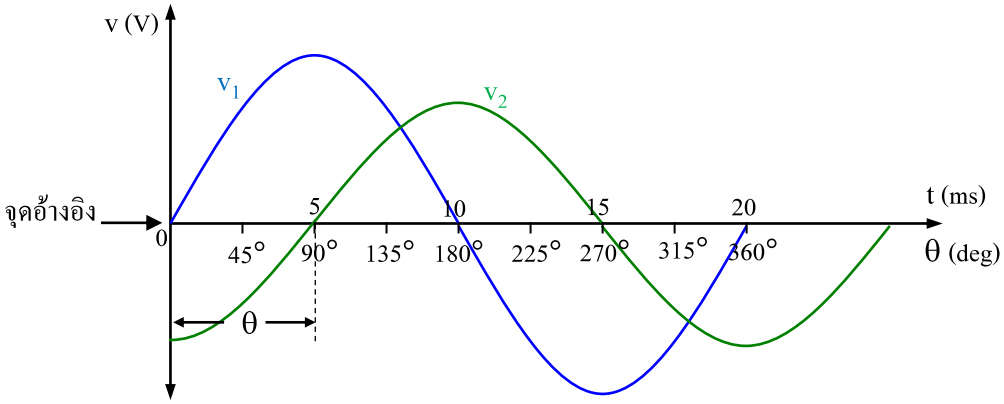
Protected by PDF Anti-Copy Free
(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

บทนำ

เฟส คือ ปริมาณทางไฟฟ้าจำนวนสอ[illegible]รือมากกว่า เฟสเซอร์ คือ ปริมาณทางเวกเตอร์ที่มีทั้งขนาดและทิศทางเพื่อเขียนแทนรูปคลื่นแบ[illegible]อกล่าวอีกอย่างหนึ่งว่าเฟสเซอร์เป็นจำนวนเชิงซ้อนที่ใช้แทนทั้งขนาดและมุมเฟสของสัญญาณรูป[illegible] แผนภาพเฟสเซอร์คือเฟสเซอร์ที่ใช้ในการเขียนลงบนแกน x กับแกน y เทียบกับแอนอ้างอิง

4.1 ความหมายของเฟส

เฟส (Phase) หมายถึง ปริมาณทางไฟฟ้าจำนวนสองรูปคลื่นหรือมากกว่า โดยรูปคลื่นที่เกิดขึ้นนี้มีความสัมพันธ์บนฐานเวลาเดียวกัน (ชัด อินทะสี, 2541: 76) ซึ่งความสัมพันธ์ดังกล่าวนี้แสดงให้เห็นด้วยค่าของมุมเรียกว่า **มุมเฟส** (Phase angle; θ) ในการพิจารณาเฟสของรูปคลื่นไฟฟ้ากระแสสลับต้องพิจารณาจากปริมาณทางไฟฟ้าที่มีความถี่เดียวกัน ถึงแม้ขนาดของเฟสจะต่างกันหรือเท่ากันก็ตาม



รูปที่ 4.1 รูปคลื่นของเฟส v_1 และ v_2

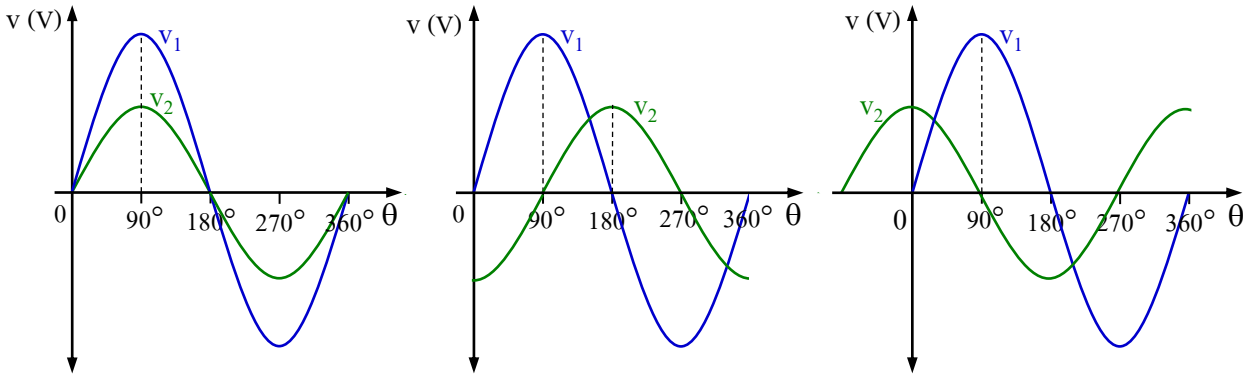
จากรูปที่ 4.1 เห็นว่าเฟสของ v_1 มีจุดเริ่มต้นที่ 0 (ตำแหน่งอ้างอิง) ส่วนเฟสของ v_2 มีจุดกำเนิดล้าหลังของเฟส v_1 โดยมีมุมเฟสต่างกัน 90° หรือเฟส v_2 มีระยะห่างกับเฟส v_1 เป็นระยะเวลา 5 ms โดยลักษณะของเฟสแบ่งออกเป็น 3 ลักษณะ ดังนี้

4.1.1 เฟสร่วมกัน (In phase) เป็นจำนวนเฟสตั้งแต่ 2 เฟสขึ้นไปที่มีจุดกำเนิดที่จุดเดียวกัน ดังรูปที่ 4.2 (ก) เห็นว่าเฟส v_1 และเฟส v_2 มีจุดเริ่มต้นที่ 0 เมื่อเวลาเปลี่ยนแปลงไปทำให้มีค่าสูงสุดพร้อมกันที่เวลาเดียวกันตลอดทั้งคาบเวลา

4.1.2 เฟสล้าหลัง (Lagging phase) เป็นจำนวนเฟสตั้งแต่ 2 เฟสขึ้นไปที่มีจุดกำเนิดที่จุดต่างกันหรือไม่พร้อมกัน ดังรูปที่ 4.2 (ข) เห็นว่าเฟส v_1 มีจุดเริ่มต้นที่ 0 ส่วนเฟส v_2 มีจุดเริ่มต้นที่ล้าหลังเฟส v_1 เป็นมุม 90° เมื่อเวลาเปลี่ยนแปลงไปทำให้มีค่าสูงสุดไม่พร้อมกันตลอดทั้งคาบเวลา

Protected by PDF Anti-Copy Free
(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

4.1.3 เฟสนำหน้า (Leading phase) เป็นจำนวนเฟสตั้งแต่ 2 เฟสขึ้นไปที่มีจุดกำเนิดที่จุดต่างกัน หรือไม่พร้อมกัน ดังรูปที่ 4.2 (ค) เห็นว่าเฟ เริ่มต้นที่ 0 ส่วนเฟส v_2 มีจุดเริ่มต้นที่นำหน้าเฟส v_1 เป็นมุม 90° เมื่อเวลาเปลี่ยนแปลงไปทำให้มี ่พร้อมกันตลอดทั้งคาบเวลา



(ก) เฟสร่วมกัน โดย v_2 ร่วมเฟส v_1 (ข) เฟสล้าหลัง โดย v_2 ล้าหลัง v_1 (ค) เฟสนำหน้า โดย v_2 นำหน้า v_1

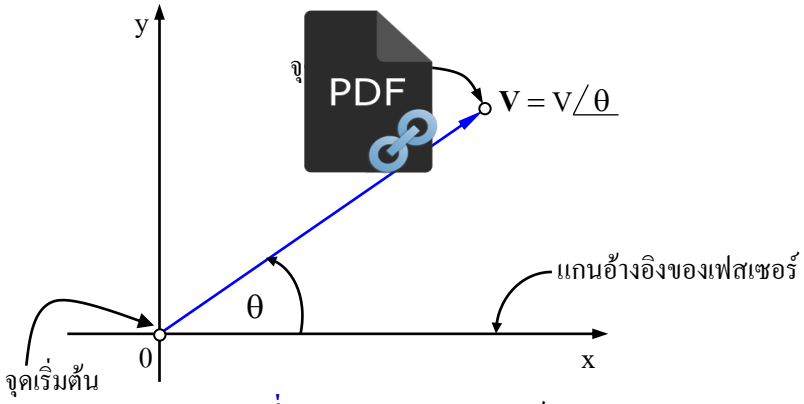
รูปที่ 4.2 ลักษณะของเฟสแบบต่าง ๆ

4.2 เฟสเซอร์และแผนภาพเฟสเซอร์

4.2.1 เฟสเซอร์ (Phasor) คือ ปริมาณทางเวกเตอร์ที่มีทั้งขนาดและทิศทางเพื่อเขียนแทนรูปคลื่นแบบ-ไซน์ หรือกล่าวอีกอย่างหนึ่งว่าเฟสเซอร์เป็นจำนวนเชิงซ้อนที่ใช้แทนทั้งขนาดและ มุมเฟสของสัญญาณรูปคลื่นไซน์ (สุริภณ สมควรพาณิชย์และขนิษฐา แซ่ตั้ง, 2553: 444) โดยขนาดแทนด้วยค่าที่วัดได้หรือค่าประสิทธิผล

4.2.2 แผนภาพเฟสเซอร์ (Phasor diagram) คือ เฟสเซอร์ที่ใช้ในการเขียนลงบนแกน x กับแกน y เทียบกับแอนอ้างอิง (Reference) ดังรูปที่ 4.3 ถ้าแทนขนาดของเฟสเซอร์ **V** ด้วยความยาวของเส้นและลูกศรจากจุดเริ่มต้น (จุด 0) ถึงจุดที่กำหนด ซึ่งแปรผันตามขนาดและให้ทำมุม (θ) กับแกนอ้างอิงก็จะได้มุมเฟสของเฟสเซอร์ โดยแผนภาพเฟสเซอร์นั้นจะเขียนเทียบกับแกนอ้างอิงเสมอ

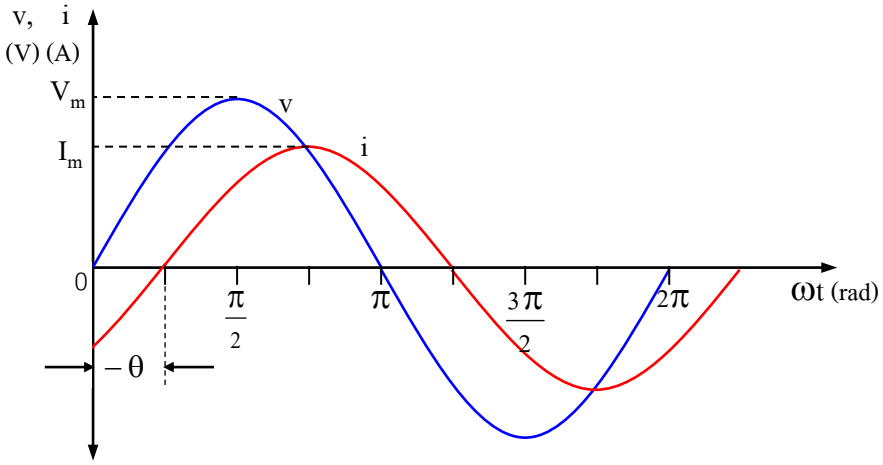
Protected by PDF Anti-Copy Free
(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)



รูปที่ 4.3 แผนภาพเฟสเซอร์ของ **V**

4.3 ความสัมพันธ์ระหว่างสมการชั่วขณะกับสมการเฟสเซอร์

เมื่อพิจารณาดังรูปที่ 4.4 ซึ่งเป็นรูปคลื่นแรงดันไฟฟ้าชั่วขณะ (v) และกระแสไฟฟ้าชั่วขณะ (i) ของรูปคลื่นไซน์ โดยให้รูปคลื่นของแรงดันไฟฟ้ามีจุดเริ่มต้นที่ศูนย์ ($\theta = 0°$) และรูปคลื่นของกระแสไฟฟ้ามีเฟสล้าหลังแกนอ้างอิง ($-\theta$)



รูปที่ 4.4 รูปคลื่นแรงดันไฟฟ้าชั่วขณะและกระแสไฟฟ้าชั่วขณะ

จากรูปที่ 4.4 เขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$v = V_m \sin(\omega t + 0°) \qquad \text{.....(4.1)}$$

$$i = I_m \sin(\omega t - \theta) \qquad \text{.....(4.2)}$$

จากสมการชั่วขณะทั้งสองรูปคลื่นนั้นจะประกอบด้วย 3 ส่วนที่ต้องพิจารณาก็คือ ขนาดของค่าสูงสุด (V_m, I_m) ความเร็วเชิงมุม (ω) และมุมเฟส (θ) แต่ค่าของความเร็วเชิงมุมนั้นจะมีค่าคงที่ ดังนั้นจะเหลือเพียง 2 ส่วน คือ ค่าสูงสุดกับมุมเฟส ซึ่งทำให้สามารถเขียนอยู่ในรูปของเฟสเซอร์ ซึ่งสมการเฟสเซอร์จะเขียนอยู่ในรูปแบบเชิงขั้ว ดังนั้นจากสมการ (4.1) และ (4.2) จะเขียนสมการได้ดังนี้

Protected by PDF Anti-Copy Free
(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

$$\mathbf{V} = V_m \angle 0° \qquad \text{.....(4.3)}$$

$$\mathbf{I} = I \angle -\theta \qquad \text{.....(4.4)}$$

จากสมการ (4.3) และ (4.4) เป็นสมการเฟสเซอร์ที่ไม่มีความสัมพันธ์เกี่ยวกับเวลา ดังนั้นขนาดของเฟสเซอร์จะมีค่าคงที่ และขนาดของเฟสเซอร์ส่วนมากนิยมใช้ขนาดของค่าที่วัดได้ (หรือค่าใช้งาน) เพราะว่าค่าที่วัดได้นี้จะมีค่าคงที่ตลอดเวลา โดยค่าที่วัดได้จะมีค่าเท่ากับ $\frac{V_m}{\sqrt{2}}$ กรณีที่เป็นแรงดันไฟฟ้าและ $\frac{I_m}{\sqrt{2}}$ กรณีที่เป็นกระแสไฟฟ้า ดังนั้นเขียนเป็นสมการเฟสเซอร์ได้ดังนี้

$$\mathbf{V} = \frac{V_m \angle 0°}{\sqrt{2}} = 0.707\, V_m \angle 0°$$

$$\mathbf{V} = V \angle 0° \qquad \text{.....(4.5)}$$

$$\mathbf{I} = \frac{I_m \angle -\theta}{\sqrt{2}} = 0.707\, I_m \angle -\theta$$

$$\mathbf{I} = I \angle -\theta \qquad \text{.....(4.6)}$$

เมื่อ $\mathbf{V, I}$ = เฟสเซอร์ของแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า

V, I = ขนาดของแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า

θ = มุมเฟสของรูปคลื่นเทียบกับแกนอ้างอิง

หมายเหตุ สัญลักษณ์ของเฟสเซอร์อาจเขียนได้หลายอย่างเช่น $\bar{V}$ (มีขีดอยู่ด้านบน) และ **V** (อักษรตัวทึบหนา) แต่เอกสารประกอบการสอนเล่มนี้ใช้อักษรตัวทึบหนา

เพื่อให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างสมการชั่วขณะของรูปคลื่นและสมการเฟสเซอร์จะเปรียบเทียบได้ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 เปรียบเทียบสมการชั่วขณะกับสมการเฟสเซอร์

สมการชั่วขณะ	สมการเฟสเซอร์
$v = V_m \sin(\omega t + 0°)$	$\mathbf{V} = V \angle 0°$
$i = I_m \sin(\omega t - \theta°)$	$\mathbf{I} = I \angle -\theta$

Protected by PDF Anti-Copy Free
(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

ตัวอย่างที่ 4.1 จงหาเฟสเซอร์และเขียนแผนภาพเฟสเซอร์ จากสมการชั่วขณะต่อไปนี้

ก. $v_1 = 21.23 \sin(\quad 150°)$ V

ข. $v_2 = 35.36 \sin(\quad 60°)$ V

ค. $v_3 = 14.15 \sin(\quad 60°)$ V

วิธีทำ

ก. สมการเฟสเซอร์ของ $\mathbf{V_1}$

$$\mathbf{V_1} = 0.707\, V_{m1} \angle 150°$$
$$= 0.707 \times 21.23 \angle 150°$$
$$\mathbf{V_1} = 15 \angle 150° \text{ V}$$

สมการเฟสเซอร์ของ $\mathbf{V_1}$ มีค่าเท่ากับ $15 \angle 150°$ V **ตอบ**

ข. สมการเฟสเซอร์ของ $\mathbf{V_2}$

$$\mathbf{V_2} = 0.707\, V_{m2} \angle -60°$$
$$= 0.707 \times 35.36 \angle -60°$$
$$\mathbf{V_2} = 25 \angle -60° \text{ V}$$

สมการเฟสเซอร์ของ $\mathbf{V_2}$ มีค่าเท่ากับ $25 \angle -60°$ V **ตอบ**

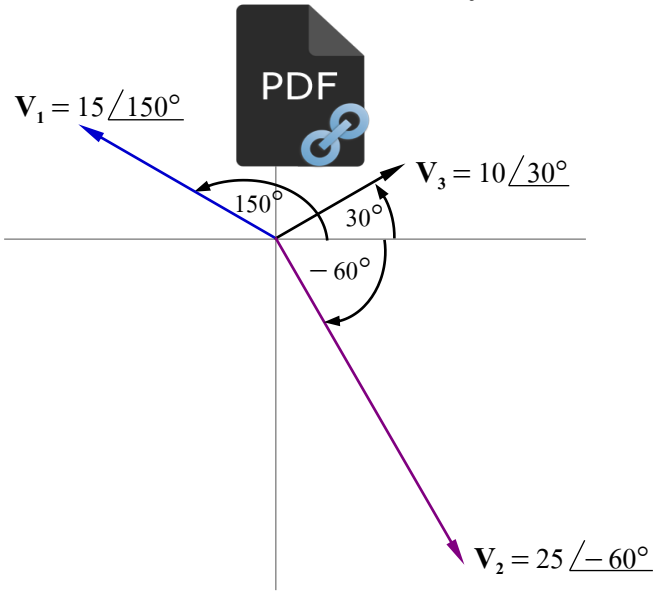
ค. สมการเฟสเซอร์ของ $\mathbf{V_3}$ เนื่องจากสมการที่กำหนดมาให้เป็นฟังก์ชัน cos ดังนั้นต้องเปลี่ยนให้เป็นฟังก์ชัน sin โดย $\cos A = \sin(A + 90°)$ ซึ่งหาค่าได้ดังนี้

$$v_3 = 14.15 \sin(314t - 60° + 90°)$$
$$= 14.15 \sin(314t + 30°)$$
$$\mathbf{V_3} = 0.707\, V_{m3} \angle 30°$$
$$= 0.707 \times 14.15 \angle 30°$$
$$\mathbf{V_3} = 10 \angle 30° \text{ V}$$

สมการเฟสเซอร์ของ $\mathbf{V_3}$ มีค่าเท่ากับ $10 \angle 30°$ V **ตอบ**

Protected by PDF Anti-Copy Free
(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

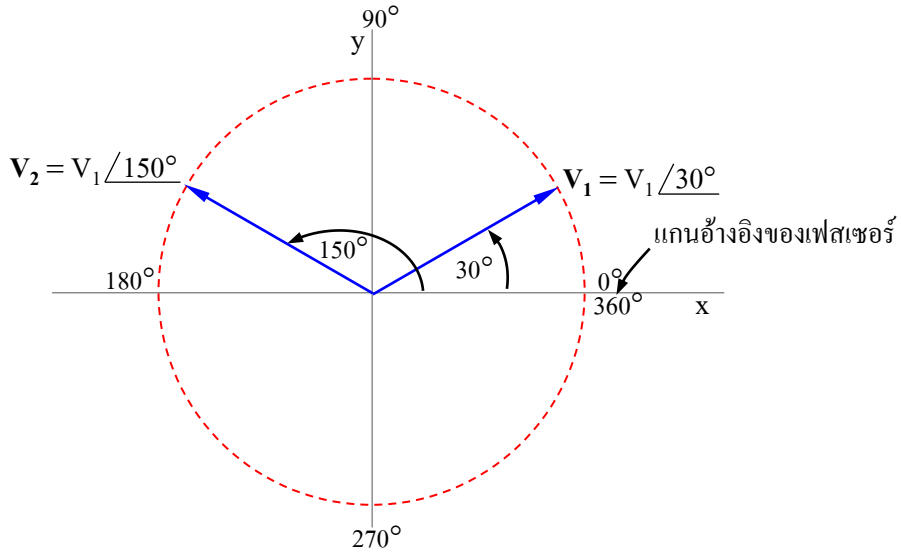
นำเฟสเซอร์ที่คำนวณได้ไปเขียนเป็นแผนภาพเฟสเซอร์ดังรูปที่ 4.5



รูปที่ 4.5 แผนภาพเฟสเซอร์ของตัวอย่างที่ 4.1

4.4 การนำหน้าและล้าหลังของเฟสเซอร์

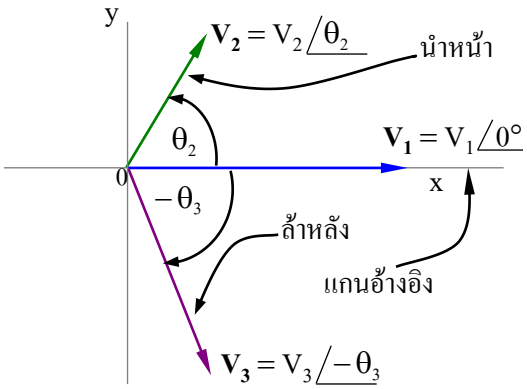
เฟสเซอร์นั้นสามารถเคลื่อนที่หมุนรอบแกน x และ y โดยจะอยู่ที่ตำแหน่งใดก็ได้โดยขนาดจะมีค่าคงที่แต่มุมเฟสจะเปลี่ยนไป ดังรูปที่ 4.6 กำหนดให้เฟสเซอร์ $\mathbf{V}_1 = V_1\angle 30°$ โดยมีขนาดเท่ากับ V_1 ทำมุม 30° กับแกนอ้างอิง เมื่อให้หมุนทวนเข็มนาฬิกาไปอีก 120° ก็ทำให้เฟสเซอร์เปลี่ยนไปเป็น $\mathbf{V}_2 = V_1\angle 150°$ (ขนาด V_1 ยังมีค่าเท่าเดิม)



รูปที่ 4.6 การเคลื่อนที่หมุนรอบแกน x และ y ของเฟสเซอร์

Protected by PDF Anti-Copy Free
(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

จากการเคลื่อนที่หมุนของเฟสเซอร์ ถ้าเฟสเซอร์นั้นเคลื่อนที่หมุนจากแกนอ้างอิงไปในทิศทางทวนเข็มนาฬิกา จะได้มุมเฟสเป็นมุมบวก (+) และถ้าเฟสเซอร์นั้นเคลื่อนที่หมุนจากแกนอ้างอิงไปในทิศทางตามเข็มนาฬิกา จะได้มุมเฟสเป็นมุมลบ (–) ดังรูปที่ 4.7 เฟสเซอร์ V_2 หมุนทวนเข็มนาฬิกาจากแกนอ้างอิง จะได้มุมเฟสเป็นมุมบวก ($+\theta_2$) และเฟสเซอร์ V_3 นั้นเคลื่อนที่หมุนจากแกนอ้างอิงไปในทิศทางตามเข็มนาฬิกาจะได้มุมเฟสเป็นมุมลบ ($-\theta_3$)



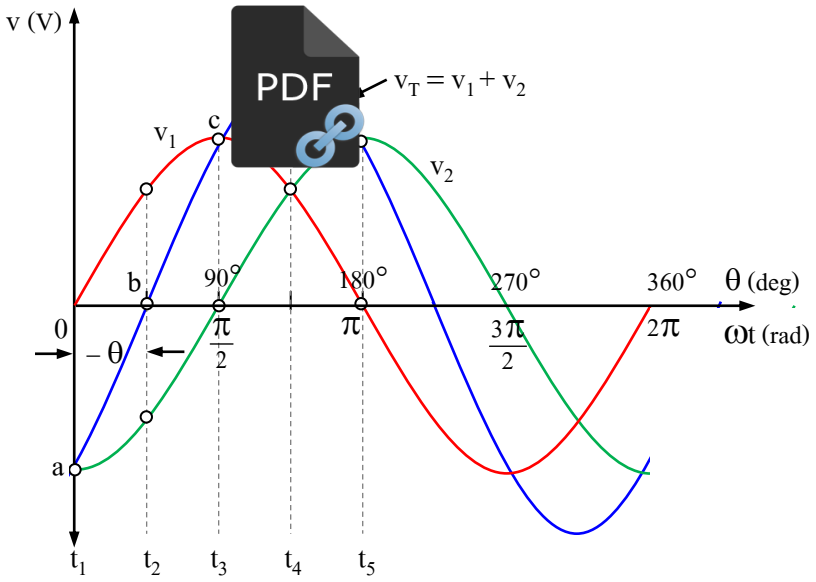
รูปที่ 4.7 แผนภาพเฟสเซอร์ มุมเฟส การนำหน้าและล้าหลัง

จากรูปที่ 4.7 การที่จะเรียกว่าเฟสเซอร์ใดนำหน้าหรือเฟสเซอร์ใดล้าหลัง ต้องยึดเฟสเซอร์อันใดอันหนึ่งเป็นตัวเทียบ จากนั้นพิจารณาทิศทางประกอบ จะเห็น $\mathbf{V_2}$ นำหน้า $\mathbf{V_1}$ เพราะทิศทางทวนเข็มนาฬิกา (โดยให้ $\mathbf{V_1}$ เป็นตัวเทียบ) หรือกล่าวว่า $\mathbf{V_1}$ ล้าหลัง $\mathbf{V_2}$ เพราะทิศทางตามเข็มนาฬิกา (โดยให้ $\mathbf{V_2}$ เป็นตัวเทียบ) ในทำนองเดียวกัน $\mathbf{V_1}$ นำหน้า $\mathbf{V_3}$ เพราะทิศทางทวนเข็มนาฬิกา (ให้ $\mathbf{V_3}$ เป็นตัวเทียบ) หรือกล่าวว่า $\mathbf{V_3}$ ล้าหลัง $\mathbf{V_1}$ เพราะทิศทางตามเข็มนาฬิกา

4.5 การบวกรูปคลื่นและเฟสเซอร์

4.5.1 การบวกรูปคลื่น รูปคลื่นไฟฟ้ากระแสสลับตั้งแต่ 2 รูปคลื่นขึ้นไป สามารถนำรูปคลื่นมาบวกทางพีชคณิตได้ โดยการนำขนาดของค่าชั่วขณะที่บนแกนเวลาเดียวกันมาบวกกัน ดังนั้นทำให้ได้รูปคลื่นใหม่ขึ้นมา โดยมีขนาดและมุมเฟสเปลี่ยนไป แต่คาบเวลาไม่เปลี่ยนแปลง (ถ้ากำหนดให้รูปคลื่นทั้งสองมีคาบเวลาเท่ากัน) โดยคาบเวลาจะเท่ากับรูปคลื่นทั้งสอง

Protected by PDF Anti-Copy Free
(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)



รูปที่ 4.8 การบวกรูปคลื่น v_1 และ v_2 ได้ v_T

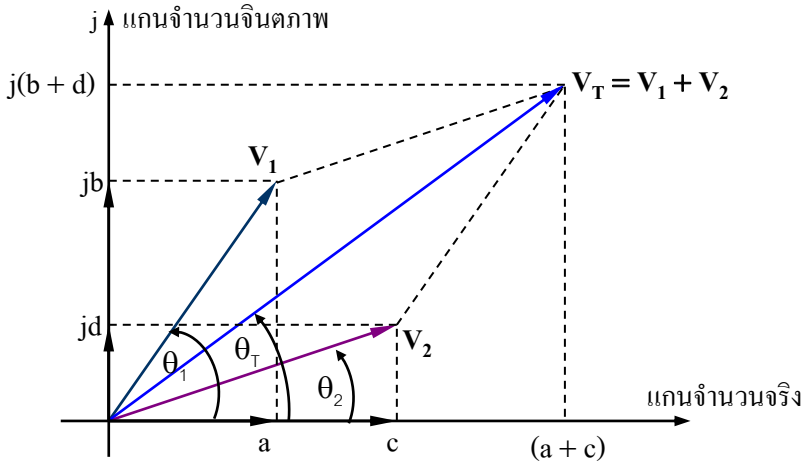
การบวกรูปคลื่นนั้นกระทำได้ดังนี้ ที่บนแกนเวลา t_1 เดียวกัน จากรูปที่ 4.8 เห็นว่าค่าชั่วขณะของ v_1 มีค่าเท่ากับศูนย์ แต่ v_2 มีค่าสูงสุดเป็นลบ เมื่อนำรวมกันจะได้เป็นค่าของ v_T ทางค่าลบกำหนดให้เป็นจุด a ที่เวลา t_2 ค่าชั่วขณะ v_1 มีค่าเป็นบวก แต่ v_2 มีค่าเป็นลบและมีขนาดเท่ากันทั้งสองรูปคลื่น เมื่อนำรวมกันจะมีขนาดเท่ากับศูนย์ กำหนดให้เป็นจุด b ที่เวลา t_3 ค่าชั่วขณะ v_1 มีค่าสูงสุดและเป็นบวก แต่ v_2 มีค่าเท่ากับศูนย์ เมื่อนำมารวมกันจะได้เป็นค่าของ v_T ทางค่าบวก กำหนดให้เป็นจุด c และที่เวลา t_4 ค่าชั่วขณะ v_1 และ v_2 มีค่าเป็นบวก และมีขนาดเท่ากัน เมื่อนำรวมกันมีขนาดเป็น 2 เท่า กำหนดให้เป็นจุด d และที่ค่าเวลาต่อ ๆ ไปก็ทำในลักษณะเดียวกันจนหมดรูปคลื่น จากนั้นทำการลากเส้นจากจุด a ไป b, c และ d ตามลำดับจนหมดรูปคลื่น ถ้าแบ่งแกนเวลาให้ละเอียดแล้วทำการลากเส้นก็ทำให้ได้รูปคลื่นไซน์ โดยมีขนาดและมุมเฟสเปลี่ยนไปโดยมีคาบเวลาเท่ากับรูปคลื่นทั้งสอง จากรูปที่ 4.8 เขียนเป็นสมการชั่วขณะและสมการเฟสเซอร์ได้ดังนี้

สมการชั่วขณะ	สมการเฟสเซอร์
$v_1 = V_{1m}\sin(\omega t + 0°)$	$\mathbf{V_1} = V_1 \angle 0°$
$v_2 = V_{2m}\sin(\omega t - 90°)$	$\mathbf{V_2} = V_2 \angle -90°$
$v_T = v_1 + v_2$	$\mathbf{V_T} = \mathbf{V_1} + \mathbf{V_2}$
$v_T = V_{Tm}\sin(\omega t - \theta)$	$\mathbf{V_T} = V_T \angle -\theta$

Protected by PDF Anti-Copy Free
(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

ในการคำนวณหาขนาดของ V_T และมุมเฟส ในรูปของสมการชั่วขณะทำได้ลำบากและไม่สะดวก เพราะมีความสัมพันธ์กับเวลา ดังนั้นถ้าทำ[illegible]องสมการเฟสเซอร์ แล้วนำสมการเฟสเซอร์ทั้งสองมาบวกกันก็ได้เฟสเซอร์ของ V_T พร้อมมุมเ[illegible]งนำมาเขียนอยู่ในรูปของสมการชั่วขณะอีกครั้งหนึ่ง เห็นว่าสมการชั่วขณะและสมการเฟสเซอร์จะมีความสัมพันธ์กันอยู่

4.5.2 การบวกเฟสเซอร์ สมการเฟสเซอร์นั้นส่วนมากเขียนอยู่ในรูปแบบเชิงขั้ว จึงเป็นการง่ายเมื่อนำจำนวนเชิงซ้อนมาประยุกต์ใช้ โดยการจำแนกค่าของเฟสเซอร์แต่ละเฟสเซอร์ให้เป็นค่าของจำนวนจริงกับจำนวนจินตภาพ โดยผลรวมของเฟสเซอร์จะเท่ากับผลบวกของจำนวนจริงกับผลบวกของจำนวนจินตภาพ ดังรูปที่ 4.9 โดยเฟสเซอร์ $\mathbf{V_1}$ จำแนกเป็นจำนวนจริง คือ a และจำนวนจินตภาพ คือ jb ส่วนเฟสเซอร์ $\mathbf{V_2}$ จำแนกเป็นจำนวนจริง คือ c และจำนวนจินตภาพ คือ jd โดยผลรวมของเฟสเซอร์ $\mathbf{V_T}$ ได้จากผลรวมของเฟสเซอร์ $\mathbf{V_1}$ กับ $\mathbf{V_2}$



รูปที่ 4.9 การจำแนกเฟสเซอร์ $\mathbf{V_1}$ และ $\mathbf{V_2}$ ได้ผลบวกเฟสเซอร์ $\mathbf{V_T}$

จากรูปที่ 4.9 จะจำแนกเฟสเซอร์ $\mathbf{V_1}$ และ $\mathbf{V_2}$ ได้ดังนี้

$$\mathbf{V_1} = a + jb$$

$$\mathbf{V_2} = c + jd$$

$$\mathbf{V_T} = \mathbf{V_1} + \mathbf{V_2} = (a+c) + j(b+d)$$

และขนาดของมุมเฟส $\theta_T = \tan^{-1}\left(\frac{b+d}{a+c}\right)$

ดังนั้น $\mathbf{V_T} = V_T \angle \theta_T$

Protected by PDF Anti-Copy Free
(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

4.6 การคำนวณหาผลบวกของเฟสเซอร์

ตัวอย่างที่ 4.2 จงหาผลบวกของแรง $\mathbf{V}_1 = 20\angle 0°$ V กับ $\mathbf{V}_2 = 30\angle 60°$ V

วิธีทำ จำแนกเฟสเซอร์ $\mathbf{V}_1$ และ $\mathbf{V}_2$ จากรูปแบบเชิงขั้วให้อยู่ในรูปแบบพิกัดฉากจะได้

$$\begin{aligned}\mathbf{V}_1 &= 20\angle 0° \\ &= 20 + j0 \\ \mathbf{V}_2 &= 30\angle 60° \\ &= 15 + j25.98\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\mathbf{V}_1 + \mathbf{V}_2 &= (20+15) + j(0+25.98) \\ &= 35 + j25.98\end{aligned}$$

หรือในรูปแบบเชิงขั้ว $\mathbf{V}_1 + \mathbf{V}_2 = 43.58\angle 36.58°$ V

ผลบวกของแรงดันไฟฟ้า $\mathbf{V}_1$ กับ $\mathbf{V}_2$ มีค่าเท่ากับ $43.58\angle 36.58°$ V **ตอบ**

ตัวอย่างที่ 4.3 จงหาผลบวกของกระแสไฟฟ้า $\mathbf{I}_1 = 20\angle 120°$ A กับ $\mathbf{I}_2 = 15\angle -150°$ A

วิธีทำ จำแนกเฟสเซอร์ $\mathbf{I}_1$ และ $\mathbf{I}_2$ จากรูปแบบเชิงขั้วให้อยู่ในรูปแบบพิกัดฉากจะได้

$$\begin{aligned}\mathbf{I}_1 &= 20\angle 120° \\ &= -10 + j17.32 \\ \mathbf{I}_2 &= 15\angle -150° \\ &= -13 - j7.5\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\mathbf{I}_1 + \mathbf{I}_2 &= (-10 + j17.32) + (-13 - j7.5) \\ &= -10 + j17.32 - 13 - j7.5 \\ &= -23 + j9.82\end{aligned}$$

$$\mathbf{I}_1 + \mathbf{I}_2 = 25\angle 156.87° \text{ A}$$

ผลบวกของกระแสไฟฟ้า $\mathbf{I}_1$ กับ $\mathbf{I}_2$ มีค่าเท่ากับ $25\angle 156.87°$ A **ตอบ**

Protected by PDF Anti-Copy Free
(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

ตัวอย่างที่ 4.4 จงหาผลบวกของเฟสเซอร์พร้อมเขียนแผนภาพเฟสเซอร์ของสมการชั่วขณะดังนี้

$i_1 = 16.98 \sin(377t$

$i_2 = 25.46 \sin(377$

วิธีทำ

สมการเฟสเซอร์ของ $\mathbf{I}_1$

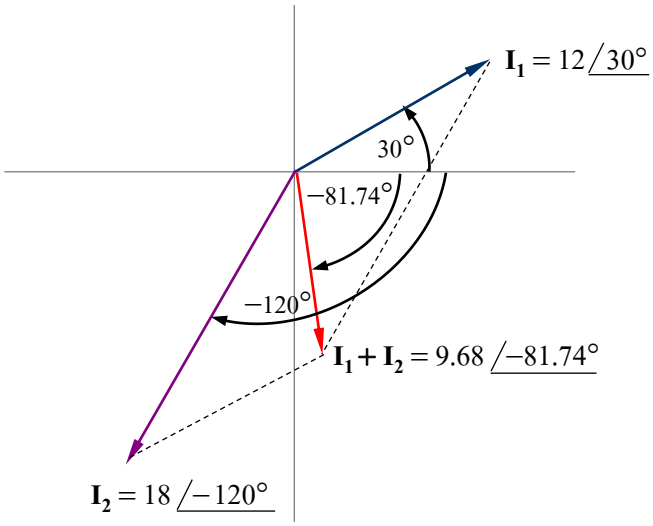
$$\mathbf{I}_1 = 0.707\, I_{1m} \angle 30^\circ$$
$$= 0.707 \times 16.98 \angle 30^\circ$$
$$= 12 \angle 30^\circ$$
$$\mathbf{I}_1 = (10.39 + j6)$$

สมการเฟสเซอร์ของ $\mathbf{I}_2$

$$\mathbf{I}_2 = 0.707\, I_{2m} \angle -120^\circ$$
$$= 0.707 \times 25.46 \angle -120^\circ$$
$$= 18 \angle -120^\circ$$
$$\mathbf{I}_2 = (-9 - j15.58)$$
$$\mathbf{I}_1 + \mathbf{I}_2 = (10.39 + j6) + (-9 - j15.58)$$
$$= 1.39 - j9.58$$
$$\mathbf{I}_1 + \mathbf{I}_2 = 9.68 \angle -81.74^\circ \text{ A}$$

ผลบวกของเฟสเซอร์ $\mathbf{I}_1$ กับ $\mathbf{I}_2$ มีค่าเท่ากับ $9.68 \angle -81.74^\circ$ A **ตอบ**

นำเฟสเซอร์ที่ได้ไปเขียนแผนภาพเฟสเซอร์ดังรูปที่ 4.10



รูปที่ 4.10 ผลบวกของเฟสเซอร์ $\mathbf{I}_1$ กับ $\mathbf{I}_2$ ของตัวอย่างที่ 4.4

Protected by PDF Anti-Copy Free
(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

สรุป

ความหมายของเฟส หมายถึง ปริมาณ[illegible]จำนวนสองรูปคลื่นหรือมากกว่า โดยรูปคลื่นที่เกิดขึ้นมีความสัมพันธ์บนฐานเวลาเดียวกัน ลักษณ[illegible]บ่งออกเป็น 3 ลักษณะ ดังนี้ เฟสร่วมกัน เฟสล้าหลัง และเฟสนำหน้า เป็นต้น เฟสเซอร์และแผน[illegible]เซอร์ เฟสเซอร์ คือ ปริมาณทางเวกเตอร์ที่มีทั้งขนาดและทิศทางเพื่อเขียนแทนรูปคลื่นแบบไซน์หรือกล่าวอีกอย่างหนึ่งว่าเฟสเซอร์เป็นจำนวนเชิงซ้อนที่ใช้แทนทั้งขนาดและมุมเฟสของสัญญาณรูปคลื่นไซน์ แผนภาพเฟสเซอร์ คือ เฟสเซอร์ที่ใช้ในการเขียนลงบนแกน x กับแกน y เทียบกับแอนอ้างอิง ความสัมพันธ์ระหว่างสมการชั่วขณะกับสมการเฟสเซอร์ ซึ่งเป็นรูปคลื่นแรงดันไฟฟ้าชั่วขณะ (v) และกระแสไฟฟ้าชั่วขณะ (i) ของรูปคลื่นไซน์ โดยให้รูปคลื่นของแรงดันไฟฟ้ามีจุดเริ่มต้นที่ศูนย์ และรูปคลื่นของกระแสไฟฟ้ามีเฟสล้าหลังแกนอ้างอิง การนำหน้าและล้าหลังของเฟสเซอร์ เฟสเซอร์นั้นสามารถเคลื่อนที่หมุนรอบแกน x และ y โดยจะอยู่ที่ตำแหน่งใดก็ได้โดยขนาดจะมีค่าคงที่แต่มุมเฟสจะเปลี่ยนไป การบวกรูปคลื่นและเฟสเซอร์การบวกรูปคลื่นรูปคลื่นไฟฟ้ากระแสสลับตั้งแต่ 2 รูปคลื่นขึ้นไป สามารถนำรูปคลื่นมาบวกทางพีชคณิตได้ โดยการนำขนาดของค่าชั่วขณะที่บนแกนเวลาเดียวกันมาบวกกัน ดังนั้นทำให้ได้รูปคลื่นใหม่ขึ้นมา โดยมีขนาดและมุมเฟสเปลี่ยนไป แต่คาบเวลาไม่เปลี่ยนแปลง การบวกเฟสเซอร์ สมการเฟสเซอร์นั้นส่วนมากเขียนอยู่ในรูปแบบเชิงขั้ว จึงเป็นการง่ายเมื่อนำจำนวนเชิงซ้อนมาประยุกต์ใช้ โดยการจำแนกค่าของเฟสเซอร์แต่ละเฟสเซอร์ให้เป็นค่าของจำนวนจริงกับจำนวนจินตภาพ โดยผลรวมของเฟสเซอร์จะเท่ากับผลบวกของจำนวนจริงกับผลบวกของจำนวนจินตภาพ

Protected by PDF Anti-Copy Free
(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

วัตถุประสงค์ทั่วไป

เพื่อให้นักเรียน วัดรูปคลื่นแรงดันไ ณหาค่าต่าง ๆ และเขียนแผนภาพเฟสเซอร์

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. ต่อวงจรการทดลองได้อย่างถูกต้อง
2. วัดรูปคลื่นแรงดันไฟฟ้าในส่วนต่าง ๆ ของวงจรด้วยออสซิลโลสโคปได้ถูกต้อง
3. คำนวณหาค่าต่าง ๆ จากวงจรการทดลองได้
4. เขียนแผนภาพเฟสเซอร์จากวงจรการทดลองได้

เครื่องมือวัดและอุปกรณ์การทดลอง

1. ออสซิลโลสโคปชนิด 2 เส้นภาพพร้อมสายวัด	1	เครื่อง
2. ฟังก์ชันเจเนอเรเตอร์	1	เครื่อง
3. ตัวต้านทานค่า 330 Ω และ 560 Ω อย่างละ	1	ตัว
4. ตัวเหนี่ยวนำแบบเลือกค่าได้ 1 H	1	ตัว
5. ตัวเก็บประจุค่า 4.7 μF	1	ตัว
6. ชุดทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสสลับพร้อมสายต่อวงจร 10 เส้น	1	ชุด

คำนำทางใบงาน

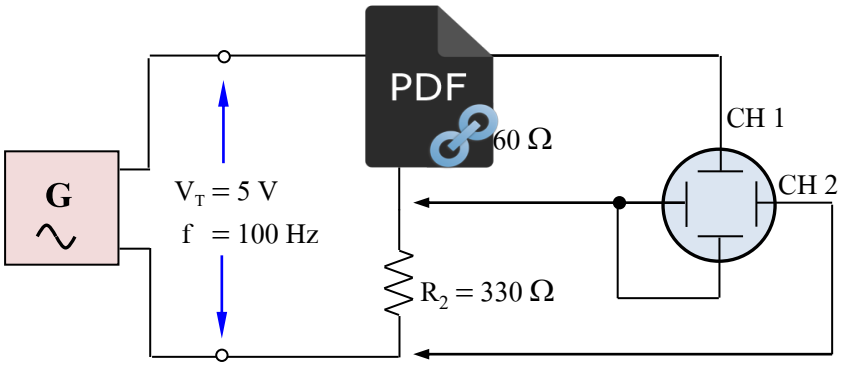
เฟส (Phase) หมายถึงปริมาณทางไฟฟ้าจำนวนสองรูปคลื่นหรือมากกว่าโดยรูปคลื่นที่เกิดขึ้นนี้มีความสัมพันธ์บนฐานเวลาเดียวกัน เฟสเซอร์ (Phasor) คือ ปริมาณทางเวกเตอร์ที่มีทั้งขนาดและทิศทางเพื่อเขียนแทนรูปคลื่นแบบ-ไซน์ หรือกล่าวอีกอย่างหนึ่งว่าเฟสเซอร์เป็นจำนวนเชิงซ้อนที่ใช้แทนทั้งขนาดและมุมเฟสของสัญญาณรูปคลื่นไซน์ (สุริภณ สมควรพาณิชย์และขนิษฐา แซ่ตั้ง, 2553: 444) โดยขนาดแทนด้วยค่าที่วัดได้หรือค่าประสิทธิผล แผนภาพเฟสเซอร์ (Phasor diagram) คือ เฟสเซอร์ที่ใช้ในการเขียนลงบนแกน x กับแกน y เทียบกับแอนอ้างอิง (Reference) ดังรูปที่ 4.3 ถ้าแทนขนาดของเฟสเซอร์ V ด้วยความยาวของเส้นและลูกศรจากจุดเริ่มต้น (จุด 0) ถึงจุดที่กำหนด ซึ่งแปรผันตามขนาดและให้ทำมุม(θ)กับแกนอ้างอิงก็จะได้มุมเฟสของเฟสเซอร์ โดยแผนภาพเฟสเซอร์นั้นจะเขียนเทียบกับแกนอ้างอิงเสมอ

ข้อเสนอแนะและข้อควรระวังก่อนการทดลอง

ในขณะต่อวงจรไม่ควรเปิดแหล่งจ่ายไฟฟ้าไว้ เพราะถ้าต่อวงจรผิด จะทำให้อุปกรณ์เสียหายได้ ตรวจสอบการต่อวงจรให้ถูกต้อง ก่อนใช้งานออสซิลโลสโคป ควรศึกษาหน้าที่ของสวิตซ์ ปุ่มและขั้วต่อต่าง ๆ ของออสซิลโลสโคป เพื่อให้การใช้งานเป็นไปอย่างถูกต้องและเกิดประสิทธิภาพสูงสุด การปรับปุ่มต่าง ๆ ก่อนเปิดเครื่อง ควรปรับปุ่มต่าง ๆ ให้อยู่ตำแหน่งที่เหมาะสมก่อนทำการวัดรูปคลื่นแรงดันและรูปคลื่นความถี่

Protected by PDF Anti-Copy Free
(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

วงจรการทดลอง



รูปที่ 4.11 การวัดรูปคลื่นแรงดันไฟฟ้าของวงจร R_1 และ R_2 ด้วยออสซิลโลสโคป

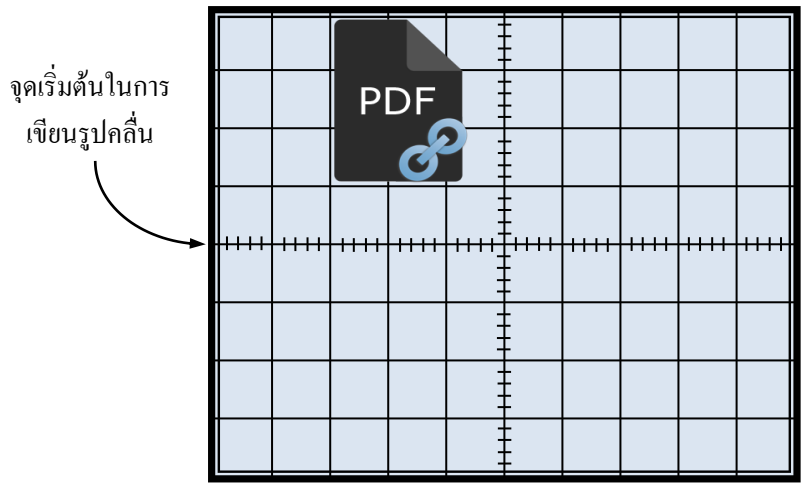
ลำดับขั้นการทดลอง

1. ต่อวงจรตามรูปที่ 4.11 พร้อมตรวจสอบความถูกต้อง
2. เตรียมออสซิลโลสโคปเพื่อทำการวัดสัญญาณตามรายการต่าง ๆ ดังนี้

รายการ	ตำแหน่ง
2.1 เลือกตำแหน่ง TIME/DIV	1 mS
2.2 เลือกสวิตช์ VERT. MODE	DUAL
2.3 ปรับปุ่มสวิตช์ VOLTS/DIV ของ CH 1	2
2.4 ปรับปุ่มสวิตช์ VOLTS/DIV ของ CH 2 และกดปุ่ม INV (เพื่อกลับภาพของรูปคลื่น)	2
2.5 เลือกสวิตช์ SOURC	CH 1
2.6 เลือกสวิตช์สัญญาณที่วัดของ CH 1 และ CH 2	AC

3. ก่อนทำการวัดให้ปรับเส้นภาพของ CH 1 และ CH 2 ให้ทับกันพอดี โดยปรับปุ่ม POSITION ↕ (ขึ้น–ลง) ของ CH 1 และ CH 2
4. ที่ฟังก์ชันเจเนอเรเตอร์ตั้งความถี่ไว้ที่ 100 Hz จากนั้นปรับแรงดันไฟฟ้าให้ได้แรงดันไฟฟ้าที่วัดได้ 5 V เพื่อจ่ายให้กับวงจร
5. ปรับปุ่ม POSITION ↔ (ซ้าย–ขวา) เพื่อเลือกตำแหน่งรูปคลื่นของ CH 2 (V_{R2}) ให้มีมุมเริ่มต้นของแกนตั้งที่ด้านซ้ายของจอออสซิลโลสโคปโดยที่ตำแหน่งนี้กำหนดให้มุมเริ่มต้นที่ศูนย์องศา ($\theta = 0°$)
6. เขียนรูปคลื่นที่ได้จากจอออสซิลโลสโคป ลงบนจอจำลองที่กำหนดให้ในรูปที่ 4.12 บันทึกค่าแรงดันไฟฟ้าสูงสุดที่ R_1 (V_{R1m}) ที่ R_2 (V_{R2m}) และมุมเริ่มต้นของรูปคลื่นที่ได้จาก CH 1 และ CH 2 ตาม ลำดับ

Protected by PDF Anti-Copy Free
(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

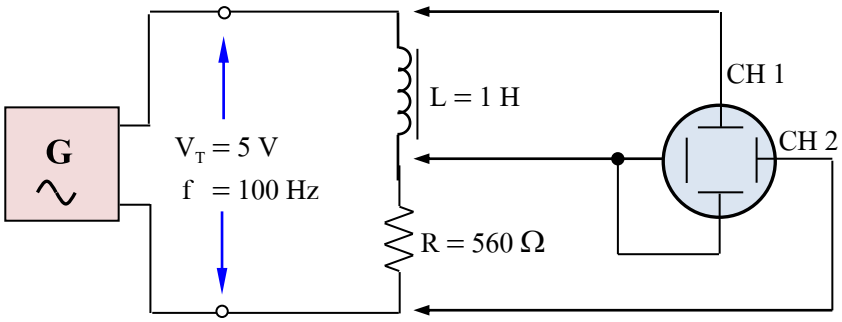


รูปที่ 4.12 จอจำลองของออสซิลโลสโคป

V_{R1m} = ... V, มุมเริ่มต้นของรูปคลื่น.....องศา

V_{R2m} = ... V, มุมเริ่มต้นของรูปคลื่น..... องศา

7. ต่อวงจรตามรูปที่ 4.13 พร้อมตรวจสอบความถูกต้อง



รูปที่ 4.13 การวัดรูปคลื่นแรงดันไฟฟ้าของวงจร R และ L ด้วยออสซิลโลสโคป

8. เตรียมออสซิลโลสโคปเพื่อทำการวัดสัญญาณตามลำดับขั้นการทดลองข้อ 2

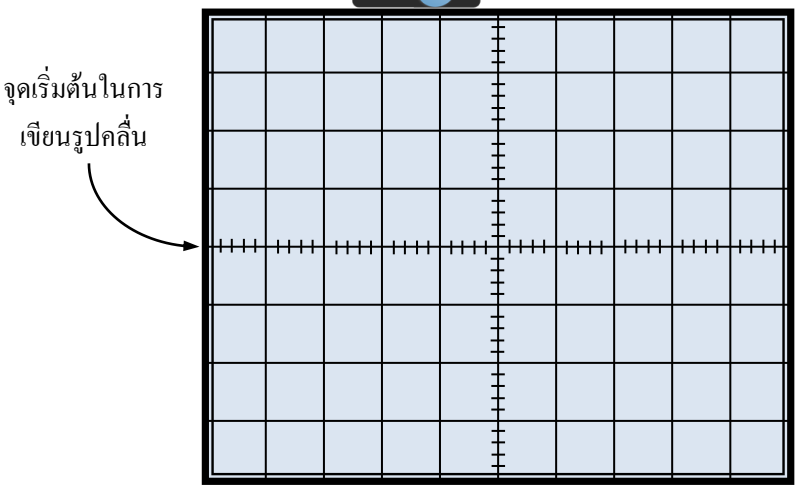
9. ก่อนทำการวัดให้ปรับเส้นภาพของ CH 1 และ CH 2 ให้ทับกันพอดี โดยปรับปุ่ม POSITION ↕ (ขึ้น–ลง) ของ CH 1 และ CH 2

10. ที่ฟังก์ชันเจเนอเรเตอร์ตั้งความถี่ไว้ที่ 100 Hz จากนั้นปรับแรงดันไฟฟ้าให้ได้แรงดันไฟฟ้าที่วัดได้ 5 V เพื่อจ่ายให้กับวงจร

11. ปรับปุ่ม POSITION ↔ (ซ้าย–ขวา) เพื่อเลือกตำแหน่งรูปคลื่นของ CH 2 (V_{R2}) ให้มีมุมเริ่มต้นของแกนตั้งที่ด้านซ้ายของจอออสซิลโลสโคปโดยที่ตำแหน่งนี้กำหนดให้มุมเริ่มต้นที่ศูนย์องศา ($\theta = 0°$)

Protected by PDF Anti-Copy Free
(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

12. เขียนรูปคลื่นที่ได้จากออสซิลโลสโคป ลงบนจอจำลองที่กำหนดให้ในรูปที่ 4.14 บันทึกค่าแรงดันไฟฟ้าสูงสุดที่ตัวต้านทาน (V_{Rm}) ที่ตัวเก็บประจุ (V_{Lm}) และมุมเริ่มต้นของรูปคลื่นที่ได้จาก CH 1 และ CH 2 ตามลำดับ

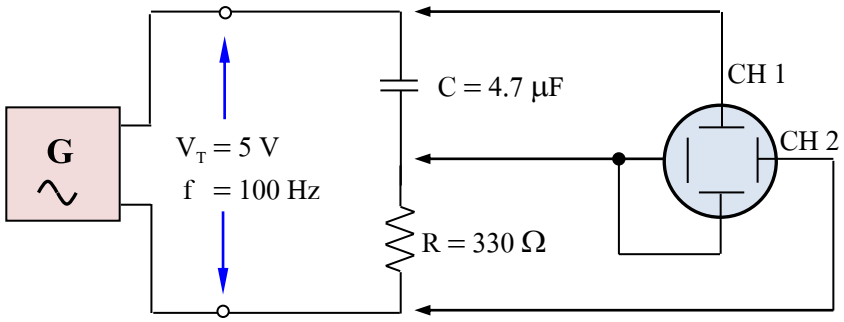


รูปที่ 4.14 จอจำลองของออสซิลโลสโคป

V_{Rm} = ... V, มุมเริ่มต้นของรูปคลื่น.....องศา

V_{Lm} = ... V, มุมเริ่มต้นของรูปคลื่น..... องศา

13. ต่อวงจรตามรูปที่ 4.15 พร้อมตรวจสอบความถูกต้อง



รูปที่ 4.15 การวัดรูปคลื่นแรงดันไฟฟ้าของวงจร R และ C ด้วยออสซิลโลสโคป

14. เตรียมออสซิลโลสโคปเพื่อทำการวัดสัญญาณตามลำดับขั้นการทดลองข้อ 2

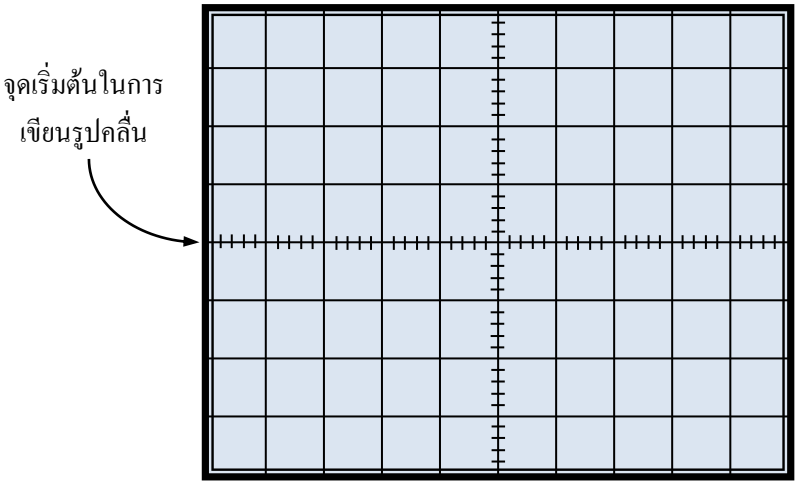
15. ก่อนทำการวัดให้ปรับเส้นภาพของ CH 1 และ CH 2 ให้ทับกันพอดี โดยปรับปุ่ม POSITION ↕ (ขึ้น–ลง) ของ CH 1 และ CH 2

16. ที่ฟังก์ชันเจเนอเรเตอร์ตั้งความถี่ไว้ที่ 100 Hz จากนั้นปรับแรงดันไฟฟ้าให้ได้แรงดันไฟฟ้าที่วัดได้ 5 V เพื่อจ่ายให้กับวงจร

Protected by PDF Anti-Copy Free
(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

17. ปรับปุ่ม POSITION ↔ (ซ้าย–ขวา) เพื่อเลือกตำแหน่งรูปคลื่นของ CH 2 (V_{R2}) ให้มีมุมเริ่มต้นของแกนตั้งที่ด้านซ้ายของจอออสซิลโลสโ[illegible]ำแหน่งนี้กำหนดให้มุมเริ่มต้นที่ศูนย์องศา ($\theta = 0°$)

18. เขียนรูปคลื่นที่ได้จากจอออสซิ[illegible]ลงบนจอจำลองที่กำหนดให้ในรูปที่ 4.16 บันทึกค่าแรงดันไฟฟ้าสูงสุดที่ตัวต้านทาน (V_{Rm}) ที่ตัวเก็บประจุ (V_{Cm}) และมุมเริ่มต้นของรูปคลื่นที่ได้จาก CH 1 และ CH 2 ตามลำดับ



รูปที่ 4.16 จอจำลองของออสซิลโลสโคป

V_{Rm} = ... V, มุมเริ่มต้นของรูปคลื่น.....องศา

V_{Cm} = ... V, มุมเริ่มต้นของรูปคลื่น..... องศา

ประเมินผลการทดลอง

1. จากจอจำลองออสซิลโลสโคป รูปที่ 4.12 จงเขียนสมการชั่วขณะของ v_{R1} และ v_{R2} (ในฟังก์ชันไซน์)

วิธีทำ

.....

.....

.....

.....

.....

Protected by PDF Anti-Copy Free
(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

2. จากจอจำลองออสซิลโลสโคป รูปที่ 4.12 จงคำนวณหาขนาดของเฟสเซอร์ $\mathbf{V_{R1}}$ และ $\mathbf{V_{R2}}$ พร้อมเขียนสมการเฟสเซอร์และแผนภาพเฟสเซอ

วิธีทำ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. จากจอจำลองออสซิลโลสโคป รูปที่ 4.14 จงเขียนสมการชั่วขณะของ v_R และ v_L (ในฟังก์ชันไซน์)

วิธีทำ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. จากจอจำลองออสซิลโลสโคป รูปที่ 4.14 จงคำนวณหาขนาดของเฟสเซอร์ $\mathbf{V_R}$ และ $\mathbf{V_L}$ พร้อมเขียนสมการเฟสเซอร์และแผนภาพเฟสเซอร์

วิธีทำ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Protected by PDF Anti-Copy Free
(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

5. จากจอจำลองออสซิลโลสโคป รูปที่ 4.16 จงเขียนสมการชั่วขณะของ v_R และ v_C (ในฟังก์ชันไซน์)

วิธีทำ

6. จากจอจำลองออสซิลโลสโคป รูปที่ 4.16 จงคำนวณหาขนาดของเฟสเซอร์ $\mathbf{V_R}$ และ $\mathbf{V_C}$ พร้อมเขียนสมการเฟสเซอร์และแผนภาพเฟสเซอร์

วิธีทำ

วิชา วงจรไฟฟ้ากระแสสลับ	ใบงาน	หน้า 23
รหัส 2104-2003	เฟส เฟสเซอร์ และแผนภาพเฟสเซอร์	หน่วยที่ 4

Protected by PDF Anti-Copy Free
(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

แบบประเมินผลปฏิบัติงานการทดลอง

ที่	รายการประเมิน	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้	หมายเหตุ
1	การต่อวงจรถูกต้อง **(7 คะแนน)** 1.1 ต่ออุปกรณ์การทดลอง 1.2 วัดและอ่านค่าแรงดันไฟฟ้าด้วยออสซิลโลสโคป	 3 4		
2	ผลของการทดลอง **(4 คะแนน)** 2.1 รูปคลื่นที่ได้จากจอจำลองของออสซิลโลสโคป มีความถูกต้องและเป็นรูปคลื่นไซน์	4		
3	การประเมินผลท้ายการทดลอง	5		
4	การเก็บเครื่องมือและอุปกรณ์การทดลอง	2		
5	ผลงานสำเร็จและส่งงานภายในชั่วโมงของการเรียน	2		
คะแนนเต็ม		**20**		

ผลการประเมิน

- ☐ 16–20 คะแนน อยู่ในเกณฑ์ดีมาก
- ☐ 14–15 คะแนน อยู่ในเกณฑ์ดี
- ☐ 12–13 คะแนน อยู่ในเกณฑ์ปานกลาง
- ☐ 10–11 คะแนน อยู่ในเกณฑ์พอใช้
- ☐ ต่ำกว่า 10 คะแนน อยู่ในเกณฑ์ไม่ผ่านและต้องปรับปรุง

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นายไมตรี ไชยชมพู)

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

วิชา วงจรไฟฟ้ากระแสสลับ	ใบงาน	หน้า 24
รหัส 2104-2003	เฟส เฟสเซอร์ และแผนภาพเฟสเซอร์	หน่วยที่ 4

Protected by PDF Anti-Copy Free
(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

แบบประเมินใบประเมินผลเจตคติที่พึงประสงค์

ที่	รายการประเมิน	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้	หมายเหตุ
1	เข้าเรียนตรงต่อเวลา	2		
2	ส่งใบงานตรงตามเวลาที่กำหนด	2		
3	มีความรับผิดชอบในการปฏิบัติงาน	2		
4	มีความเชื่อมั่นในตนเอง	2		
5	มีความสนใจใฝ่รู้	2		
6	มีความรักสามัคคีภายในกลุ่ม	2		
7	มีความซื่อสัตย์สุจริต	2		
8	มีมนุษยสัมพันธ์ในการทำงาน	2		
9	การแต่งกายถูกต้องตามระเบียบสถานศึกษา	2		
10	ปฏิบัติตามกฎระเบียบ ข้อบังคับ ของสถานศึกษา	2		
	คะแนนเต็ม	**20**		

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นายไมตรี ไชยชมพู)

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