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. อนุญาตให้ใช้เครื่องคำนวณได้

1. กระแสไหลผ่านตัวต้านทานอย่างเดียว $i = \sin(200\,t + 60°)$ A สมการเฟสเซอร์คือข้อใด

ก. $\mathbf{I}_R = 2.83\angle -60°$ A

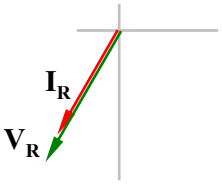
ข. $\mathbf{I}_R = 2\angle -60°$ A

ค. $\mathbf{I}_R = 2.83\angle 60°$ A

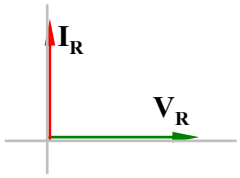
ง. $\mathbf{I}_R = 2\angle 60°$ A

2. แผนภาพเฟสเซอร์ในวงจรตัวต้านทานเพียงอย่างเดียวคือข้อใด

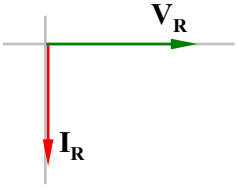
ก.



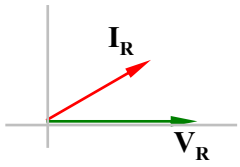
ข.



ค.



ง.



จากโจทย์ที่กำหนดให้ จงตอบคำถามข้อ 3–6

แรงดัน $\mathbf{V}_R = 12\angle -30°$ V จ่ายให้กับตัวต้านทานที่มีค่าความต้านทาน 6 Ω

3. สมการเฟสเซอร์ของกระแสไฟฟ้ามีค่าเท่าไร

ก. $\mathbf{I}_R = 2\angle 30°$ A

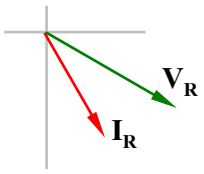
ข. $\mathbf{I}_R = 2\angle -30°$ A

ค. $\mathbf{I}_R = 2\angle -60°$ A

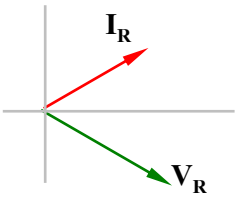
ง. $\mathbf{I}_R = 2\angle 0°$ A

4. แผนภาพเฟสเซอร์คือข้อใด

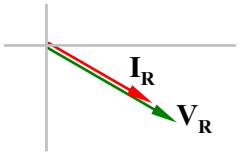
ก.



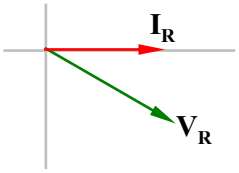
ข.



ค.



ง.



5. อิมพีแดนซ์จากตัวต้านทานมีค่าเท่าไร

ก. $\mathbf{Z}_R = 6\angle 60°\ \Omega$

ข. $\mathbf{Z}_R = 6\angle 0°\ \Omega$

ค. $\mathbf{Z}_R = 6\angle -90°\ \Omega$

ง. $\mathbf{Z}_R = 6\angle 90°\ \Omega$

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

6. ถ้าต้องการกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน 0.2 A ความต้านทานมีค่าเท่าไร

ก. 60 Ω ข. 70 Ω

ค. 80 Ω ง. 90 Ω

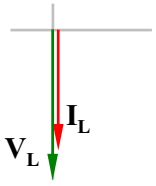
7. จ่ายแรงดันไฟฟ้า $v_L = V_{Lm}\sin(200t + \quad)$ ให้กับตัวเหนี่ยวนำเพียงอย่างเดียว สมการชั่วขณะของกระแสไฟฟ้า คือข้อใด

ก. $i_L = I_{Lm}\sin(200t + 90°)$ A ข. $i_L = I_{Lm}\sin(200t + 45°)$ A

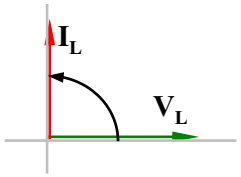
ค. $i_L = I_{Lm}\sin(200t - 90°)$ A ง. $i_L = I_{Lm}\sin(200t - 45°)$ A

8. แผนภาพเฟสเซอร์ในวงจรตัวเหนี่ยวนำเพียงอย่างเดียวคือข้อใด

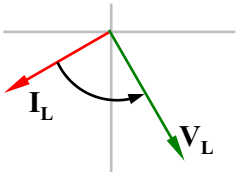
ก.



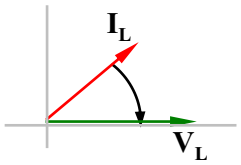
ข.



ค.



ง.



9. ตัวเหนี่ยวนำที่มีค่ารีแอกแตนซ์เชิงตัวเหนี่ยวนำ 12 Ω อิมพีแดนซ์มีค่าเท่าไร

ก. $\mathbf{Z_L} = 12\angle -90°\ \Omega$ ข. $\mathbf{Z_L} = 12\angle 90°\ \Omega$

ค. $\mathbf{Z_L} = 12\angle 60°\ \Omega$ ง. $\mathbf{Z_L} = 12\angle 0°\ \Omega$

10. ถ้าความถี่เพิ่มขึ้นผลของค่ารีแอกแตนซ์เชิงตัวเหนี่ยวนำมีค่าเป็นอย่างไร

ก. มีค่าเพิ่มขึ้น ข. มีค่าลดลง

ค. มีค่าเท่าเดิม ง. มีค่าเท่ากับศูนย์

จากโจทย์ที่กำหนดให้ จงตอบคำถามข้อ 11–13

แรงดัน $\mathbf{V_L} = 24\angle 60°$ V ที่ความถี่ 40 Hz จ่ายให้กับตัวเหนี่ยวนำที่มีค่าความเหนี่ยวนำ 0.5 H

11. รีแอกแตนซ์เชิงตัวเหนี่ยวนำมีค่าเท่าไร

ก. 176.43 Ω ข. 125.66 Ω

ค. 125.66 Ω ง. 98.67 Ω

12. เฟสเซอร์ของกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวเหนี่ยวนำมีค่าเท่าไร

ก. $\mathbf{I_L} = 0.16\angle -30°$ A ข. $\mathbf{I_L} = 0.16\angle -90°$ A

ค. $\mathbf{I_L} = 0.19\angle -90°$ A ง. $\mathbf{I_L} = 0.19\angle -30°$ A

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

13. ถ้าต้องการกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน 0.3 A ความเหนี่ยวนำมีค่าเท่าไร

ก. 0.32 H ข. 0.24 H

ค. 0.16 H ง. 0.12 H

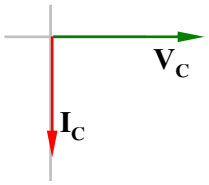
14. จ่ายแรงดันไฟฟ้า $\mathbf{V_C} = V_C \angle 80°$ V ใ ประจุเพียงอย่างเดียว สมการเฟสเซอร์ของกระแส ไฟฟ้าคือข้อใด

ก. $\mathbf{I_C} = I_C \angle 90°$ A ข. $\mathbf{I_C} = I_C \angle 10°$ A

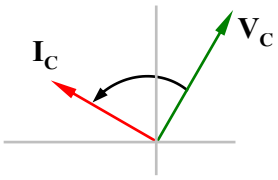
ค. $\mathbf{I_C} = I_C \angle 170°$ A ง. $\mathbf{I_C} = I_C \angle 120°$ A

15. แผนภาพเฟสเซอร์ในวงจรตัวเก็บประจุเพียงอย่างเดียวคือข้อใด

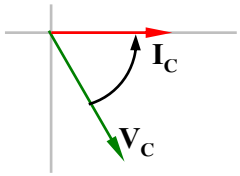
ก.



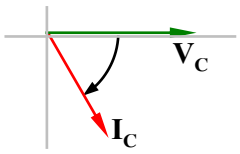
ข.



ค.



ง.



16. ตัวเก็บประจุที่มีค่ารีแอกแตนซ์เชิงตัวเก็บประจุ 25 Ω อิมพีแดนซ์มีค่าเท่าไร

ก. $\mathbf{Z_C} = 25 \angle 60°\ \Omega$ ข. $\mathbf{Z_C} = 25 \angle 90°\ \Omega$

ค. $\mathbf{Z_C} = 25 \angle 0°\ \Omega$ ง. $\mathbf{Z_C} = 25 \angle -90°\ \Omega$

17. ถ้าความจุไฟฟ้าเพิ่มขึ้นผลของค่ารีแอกแตนซ์เชิงตัวเก็บประจุมีค่าเป็นอย่างไร

ก. มีค่าลดลง ข. มีค่าเพิ่มขึ้น

ค. มีค่าเท่าเดิม ง. มีค่าเท่ากับศูนย์

จากโจทย์ที่กำหนดให้ จงตอบคำถามข้อ 18–20

แรงดัน $\mathbf{V_C} = 103 \angle -70°$ V ที่ความถี่ 120 Hz จ่ายให้กับตัวประจุที่มีค่าความจุไฟฟ้า 40 μF

18. รีแอกแตนซ์เชิงตัวเก็บประจุมีค่าเท่าไร

ก. 45.35 Ω ข. 33.15 Ω

ค. 25.75 Ω ง. 12.65 Ω

19. เฟสเซอร์ของกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวเก็บประจุมีค่าเท่าไร

ก. $\mathbf{I_C} = 4 \angle -160°$ A ข. $\mathbf{I_C} = 2.27 \angle -160°$ A

ค. $\mathbf{I_C} = 4 \angle -20°$ A ง. $\mathbf{I_C} = 2.27 \angle -90°$ A

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

20. ถ้าต้องการกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน 1 A ความจุไฟฟ้ามีค่าเท่าไร

ก. 47.12 μF ข. 33.64 μF

ค. 22.28 μF ง. 12.87 μF

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

หน่วยที่ 5 R, L และ C ในวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ

หัวข้อเรื่อง

5.1 รูปคลื่น สมการชั่วขณะ สมการเฟสเซอร์ ของวงจรตัวต้านทานเพียงอย่างเดียว
5.2 อิมพีแดนซ์ของวงจรตัวต้านทานเพียงอย่างเดียว
5.3 การคำนวณหาค่าต่าง ๆ ของวงจรตัวต้านทานเพียงอย่างเดียว
5.4 รูปคลื่น สมการชั่วขณะ สมการเฟสเซอร์ของวงจรตัวเหนี่ยวนำเพียงอย่างเดียว
5.5 รีแอกแตนซ์เชิงตัวเหนี่ยวนำ
5.6 การคำนวณหาค่าต่าง ๆ ของวงจรตัวเหนี่ยวนำเพียงอย่างเดียว
5.7 รูปคลื่น สมการชั่วขณะ สมการเฟสเซอร์ของวงจรตัวเก็บประจุเพียงอย่างเดียว
5.8 รีแอกแตนซ์เชิงตัวเก็บประจุ
5.9 การคำนวณหาค่าต่าง ๆ ของวงจรตัวเก็บประจุเพียงอย่างเดียว

สมรรถนะย่อย

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับ R, L และ C ในวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ
2. ปฏิบัติการวัดค่าต่าง ๆ ของ R, L และ C ในวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. อธิบายรูปคลื่น สมการชั่วขณะ สมการเฟสเซอร์ ของวงจรตัวต้านทานเพียงอย่างเดียวได้
2. อธิบายอิมพีแดนซ์ของวงจรตัวต้านทานเพียงอย่างเดียวได้
3. คำนวณหาค่าต่าง ๆ ของวงจรตัวต้านทานเพียงอย่างเดียวได้
4. อธิบายรูปคลื่น สมการชั่วขณะ สมการเฟสเซอร์ของวงจรตัวเหนี่ยวนำเพียงอย่างเดียวได้
5. อธิบายรีแอกแตนซ์เชิงตัวเหนี่ยวนำได้
6. คำนวณหาค่าต่าง ๆ ของวงจรตัวเหนี่ยวนำเพียงอย่างเดียวได้
7. อธิบายรูปคลื่น สมการชั่วขณะ สมการเฟสเซอร์ของวงจรตัวเก็บประจุเพียงอย่างเดียวได้
8. อธิบายรีแอกแตนซ์เชิงตัวเก็บประจุได้
9. คำนวณหาค่าต่าง ๆ ของวงจรตัวเก็บประจุเพียงอย่างเดียวได้

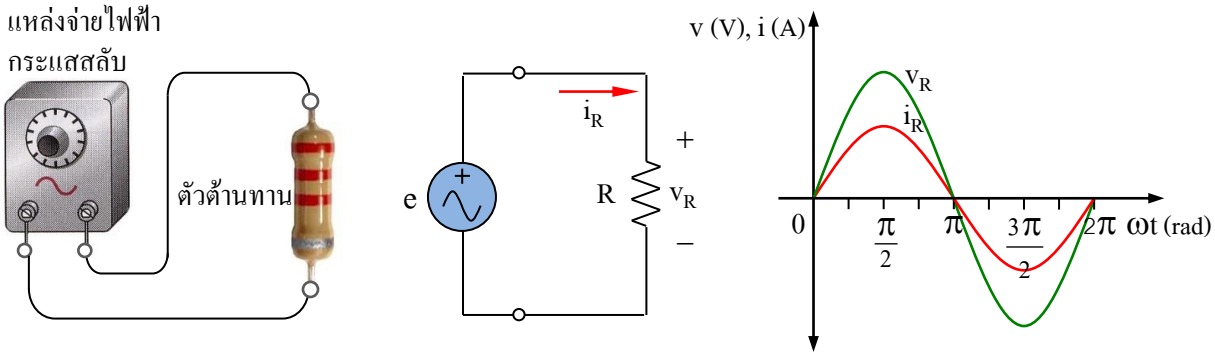
Protected by PDF Anti-Copy Free
(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

บทนำ

ส่วนประกอบของวงจรไฟฟ้ากระแ[illegible]ก่ ตัวต้านทาน (R) ตัวเก็บประจุ (C) และขดลวด-เหนี่ยวนำ (L) โดยวงจรตัวต้านทาน (R) เ[illegible]รไฟฟ้ากระแสสลับที่มีกระแสไฟฟ้า I และมีความต่างศักย์ V จะมีสมบัติเหมือนกันและคำนวณหาความต้านทาน (R)โดยใช้กฎของโอห์มจึงได้ว่า “ กระแสสลับที่ผ่านตัวต้านทาน และความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่างปลายของตัวต้านทานมีเฟสตรงกัน” ส่วนวงจรตัวเก็บประจุ (C) เมื่ออยู่ในวงจรไฟฟ้ากระแสสลับที่มีกระแสไฟฟ้า I และมีความต่างศักย์ V แสดงว่า กระแสไฟฟ้าในวงจรตัวเก็บประจุจะมีเฟสนำหน้าความต่างศักย์ไฟฟ้าของตัวเก็บประจุอยู่ 90 องศา และวงจรขดลวดเหนี่ยวนำ (L) เมื่ออยู่ในวงจรไฟฟ้ากระแสสลับที่มีกระแสไฟฟ้า I และมีความต่างศักย์ V แสดงว่า กระแสไฟฟ้าในวงจรตัวเหนี่ยวนำจะมีเฟสตามความต่างศักย์ไฟฟ้าของตัวเก็บประจุอยู่ 90 องศา

5.1 รูปคลื่น สมการชั่วขณะ สมการเฟสเซอร์ ของวงจรตัวต้านทานเพียงอย่างเดียว

ดังรูปที่ 5.1 (ก) เป็นวงจรการต่อของจริง ส่วนรูปที่ 5.1 (ข) เขียนวงจรอยู่ในรูปแบบของสัญลักษณ์ เมื่อจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับให้กับตัวต้านทานทำให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านตัวต้านทาน (i_R) และทำให้เกิดแรงดันตกคร่อมตัวต้านทาน (v_R)



(ก) วงจรการต่อของจริง (ข) วงจรในรูปแบบของสัญลักษณ์ (ค) รูปคลื่น

รูปที่ 5.1 วงจรตัวต้านทานและรูปคลื่น

จากรูปที่ 5.1 (ค) โดยให้แรงดัน v_R เป็นจุดอ้างอิงในการเขียนรูปคลื่น (เริ่มที่มุม 0°) เห็นว่ากระแส i_R มีขนาดเปลี่ยนแปลงไปพร้อมกันกับขนาดของแรงดัน นั่นคือเมื่อแรงดัน v_R เปลี่ยนแปลงไปถึงค่าสูงสุดก็ส่งผลให้กระแส i_R เปลี่ยนแปลงถึงค่าสูงสุดเช่นกันและเมื่อแรงดัน v_R เปลี่ยนแปลงลดลงมาเป็นศูนย์ ก็ส่งผลให้กระแส i_R เปลี่ยนแปลงลดลงมาเป็นศูนย์เช่นเดียวกัน นั่นหมายความว่าแรงดัน v_R กับกระแส i_R มีเฟสเกิดขึ้นพร้อมกัน (In phase) และจากรูปที่ 5.1 (ค) เขียนเป็นสมการชั่วขณะและสมการเฟสเซอร์ได้ดังนี้

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

สมการชั่วขณะ	สมการเฟสเซอร์	แผนภาพเฟสเซอร์
$v_R = V_{Rm} \sin(\omega t + 0°)$ V	$\mathbf{V_R} =$	$\mathbf{I_R}$ $\mathbf{V_R}$ แกนอ้างอิง
$i_R = I_{Rm} \sin(\omega t + 0°)$ A	$\mathbf{I_R} =$	

รูปที่ 5.2 แผนภาพเฟสเซอร์ของ $\mathbf{V_R}$ กับ $\mathbf{I_R}$

แผนภาพเฟสเซอร์ จากสมการเฟสเซอร์และรูปที่ 5.2 เฟสเซอร์ของแรงดัน $\mathbf{V_R}$ มีขนาดเท่ากับ V_R ทิศทางมุม 0° ซึ่งเขียนทับแกนอ้างอิง โดยมีเฟสเซอร์ของกระแส $\mathbf{I_R}$ มีขนาดเท่ากับ I_R ทิศทางมุม 0^o ทับกับเฟสเซอร์ของแรงดัน $\mathbf{V_R}$

5.2 อิมพีแดนซ์ของวงจรตัวต้านทานเพียงอย่างเดียว

เมื่อจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับให้กับตัวต้านทานทำให้มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน นั่นคือตัวต้านทานมีค่าความต้านทานทางไฟสลับเรียกว่า **อิมพีแดนซ์** (Impedance) กำหนดให้เป็น $\mathbf{Z_R}$ มีหน่วยเป็นโอห์ม (Ω) ซึ่งอิมพีแดนซ์ของวงจรตัวต้านทานหาได้จาก

$$\mathbf{Z} = \frac{\mathbf{V}}{\mathbf{I}} \qquad \text{.....(5.1)}$$

เมื่อ $\mathbf{Z}$ = อิมพีแดนซ์ของวงจร (Ω)

$\mathbf{V}$ = เฟสเซอร์ของแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้ (V)

$\mathbf{I}$ = เฟสเซอร์ของกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านวงจร (A)

ดังนั้นในวงจรที่ประกอบด้วยตัวต้านทางเพียงอย่างเดียว

$$\mathbf{Z_R} = \frac{\mathbf{V_R}}{\mathbf{I_R}} = \frac{V_R \angle 0°}{I_R \angle 0°}$$
$$= R \angle 0°$$

$$\mathbf{Z_R} = R \angle 0° \qquad \text{.....(5.2)}$$

สรุป ในวงจรไฟฟ้ากระแสสลับที่ประกอบด้วยตัวต้านทานเพียงอย่างเดียวแรงดันไฟฟ้า และกระแสไฟฟ้ามีเฟสไปพร้อมกัน และอิมพีแดนซ์มีค่าเท่ากับความต้านทาน ($Z_R = R$)

5.3 การคำนวณหาค่าต่าง ๆ ของวงจรตัวต้านทานเพียงอย่างเดียว

ตัวอย่างที่ 5.1 จ่ายแรงดันดันไฟฟ้า $v_R = 35.36 \sin(250t - 45°)$ V ให้กับตัวต้านทานค่า 10 Ω จงคำนวณหากระแสไฟฟ้าและเขียนแผนภาพเฟสเซอร์

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

วิธีทำ

$$= \frac{0.707\,V_{Rm}\angle -45^\circ}{10\angle 0^\circ}$$

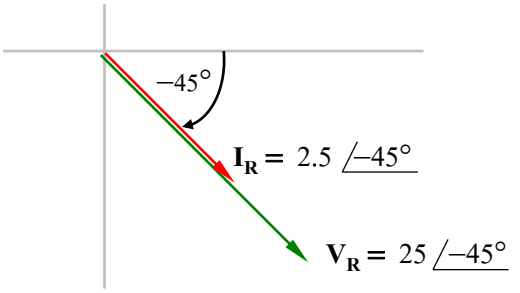
$$= \frac{0.707 \times 35.36\angle -45^\circ}{10\angle 0^\circ}$$

$$= \frac{25}{10}\angle -45^\circ - 0^\circ$$

$$\mathbf{I_R} = 2.5\angle -45^\circ \text{ A}$$

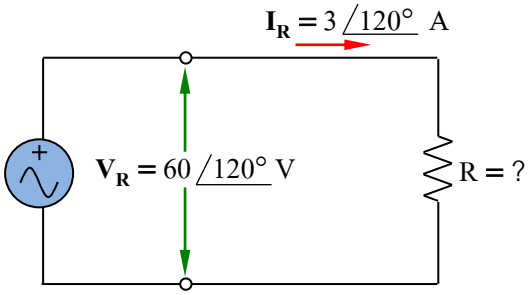
กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวต้านทานมีค่าเท่ากับ $2.5\angle -45^\circ$ A **ตอบ**

แผนภาพเฟสเซอร์แสดงดังรูปที่ 5.3



รูปที่ 5.3 แผนภาพเฟสเซอร์ของ $\mathbf{V_R}$ กับ $\mathbf{I_R}$ ของตัวอย่างที่ 5.1

ตัวอย่างที่ 5.2 วงจรดังรูปที่ 5.4 จงคำนวณหาค่าอิมพีแดนซ์ของตัวต้านทาน



รูปที่ 5.4 วงจรของตัวอย่างที่ 5.2

วิธีทำ

$$\mathbf{Z_R} = \frac{\mathbf{V_R}}{\mathbf{I_R}}$$

$$\mathbf{Z_R} = \frac{60\angle 120^\circ}{3\angle 120^\circ}$$

$$= \frac{60}{3}\angle 120^\circ - (120^\circ)$$

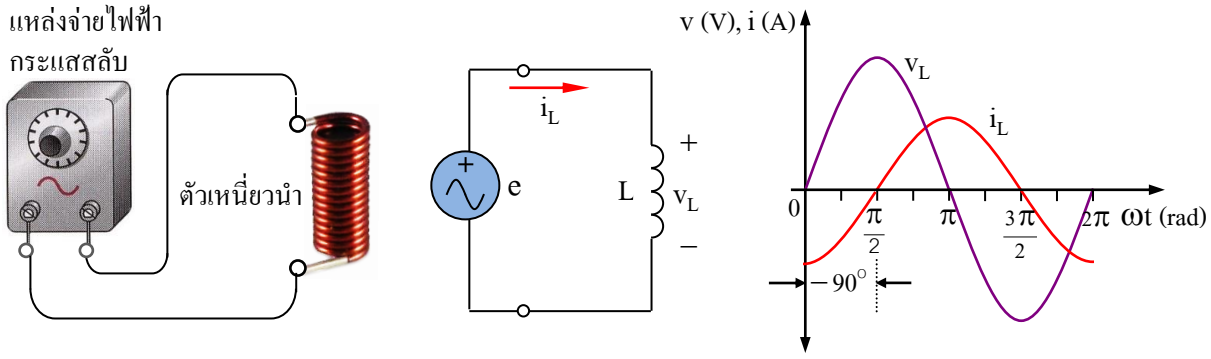
$$\mathbf{Z_R} = 20\angle 0^\circ\ \Omega$$

อิมพีแดนซ์ของตัวต้านทานมีค่าเท่ากับ $20\angle 0^\circ\ \Omega$ **ตอบ**

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

5.4 รูปคลื่น สมการชั่วขณะ สมการเฟสเซอร์ของวงจรตัวเหนี่ยวนำเพียงอย่างเดียว

ดังรูปที่ 5.5 (ก) เป็นวงจรการต่อของจ[illegible]ที่ 5.5 (ข) เขียนวงจรอยู่ในรูปแบบของสัญลักษณ์ เมื่อจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับให้กับตัวเหนี่[illegible]ห้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านตัวเหนี่ยวนำ (i_L) และทำให้เกิดแรงดันตกคร่อมตัวเหนี่ยวนำ (v_L)

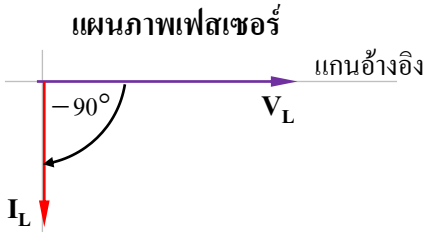


(ก) วงจรการต่อของจริง (ข) วงจรในรูปแบบของสัญลักษณ์ (ค) รูปคลื่น

รูปที่ 5.5 วงจรตัวเหนี่ยวนำและรูปคลื่น

จากรูปที่ 5.5 (ค) โดยให้แรงดัน v_L เป็นจุดอ้างอิงในการเขียนรูปคลื่น จากรูปคลื่นเห็นว่าเมื่อขนาดของแรงดัน v_Lค่อย ๆ เปลี่ยนแปลงจากค่าสูงสุดลดลงมาถึงศูนย์ (จาก $\pi/2$ ถึง π) ซึ่งขนาดของกระแส i_Lจะค่อย ๆ เปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นจากศูนย์ไปถึงค่าสูงสุด (จาก $\pi/2$ ถึง π) นั่นหมายความว่าแรงดัน v_Lกับกระแส i_L มีเฟสเกิดขึ้นไม่พร้อมกัน โดยกระแส i_L เกิดขึ้นล้าหลังแรงดัน v_L เป็นมุม 90° จากรูปที่ 5.5 (ค) เขียนเป็นสมการชั่วขณะและสมการเฟสเซอร์ ได้ดังนี้

สมการชั่วขณะ	สมการเฟสเซอร์
$v_L = V_{Lm} \sin(\omega t + 0°)$ V	$\mathbf{V_L} = V_L \angle 0°$
$i_L = I_{Lm} \sin(\omega t - 90°)$ A	$\mathbf{I_L} = I_L \angle -90°$



รูปที่ 5.6 แผนภาพเฟสเซอร์ของ $\mathbf{V_L}$ กับ $\mathbf{I_L}$

แผนภาพเฟสเซอร์ จากสมการเฟสเซอร์และจากรูปที่ 5.6 เฟสเซอร์ของแรงดัน $\mathbf{V_L}$ มีขนาดเท่ากับ V_L ทิศทางมุม 0° ซึ่งเขียนทับแกนอ้างอิงโดยมีเฟสเซอร์ของกระแส $\mathbf{I_L}$ มีขนาดเท่ากับ I_L ซึ่งมีทิศทางชี้ลงทำมุม $-90°$ กับเฟสเซอร์ของแรงดัน $\mathbf{V_L}$

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

5.5 รีแอกแตนซ์เชิงตัวเหนี่ยวนำ

เมื่อจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับให้[illegible]ี่ยวนำ ซึ่งทำให้มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน นั่นคือตัว-เหนี่ยวนำมีค่าความต้านทานทางไฟสลับ[illegible]**อกแตนซ์เชิงตัวเหนี่ยวนำ (Inductive reactance)** กำหนดให้เป็น $\mathbf{X_L}$ มีหน่วยเป็นโอห์ม (Ω) ซึ่งหาได้ดังนี้

$$\mathbf{X_L} = \frac{\mathbf{V_L}}{\mathbf{I_L}} \qquad \text{.....(5.3)}$$

ดังนั้นรีแอกแตนซ์เชิงตัวเหนี่ยวนำ ก็คือค่าอิมพีแดนซ์ในวงจรตัวเหนี่ยวนำเพียงอย่างเดียว กำหนดให้เป็น $\mathbf{Z_L}$ หาได้จาก

$$\mathbf{Z_L} = \frac{\mathbf{V_L}}{\mathbf{I_L}} = \frac{V_L \angle 0°}{I_L \angle -90°}$$

$$\mathbf{Z_L} = X_L \angle 90° = jX_L \qquad \text{.....(5.4)}$$

โดยค่าของ X_L ยังแปรค่าเป็นสัดส่วนโดยตรงกับความถี่และค่าความเหนี่ยวนำ (Inductance) หาได้ดังนี้

$$X_L = 2\pi fL = \omega L \qquad \text{.....(5.5)}$$

เมื่อ X_L = รีแอกแตนซ์เชิงตัวเหนี่ยวนำ (Ω)

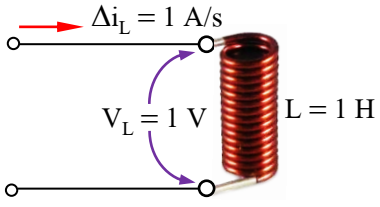
f = ความถี่ของไฟฟ้ากระแสสลับ (Hz)

ω = ความเร็วเชิงมุม (rad/s)

L = ค่าความเหนี่ยวนำ (H)

หมายเหตุ หน่วย H มาจากคำว่า Henry อ่านว่า เฮนรี ซึ่งใช้เป็นอักษรกำกับหน่วยของค่าความเหนี่ยวนำ

ค่าความเหนี่ยวนำ 1 เฮนรี หมายถึง อัตราการเปลี่ยนแปลงของกระแสไฟฟ้า 1 แอมแปร์/วินาที ผลทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำที่ขดลวดนั้น 1 โวลต์ ดังรูปที่ 5.7

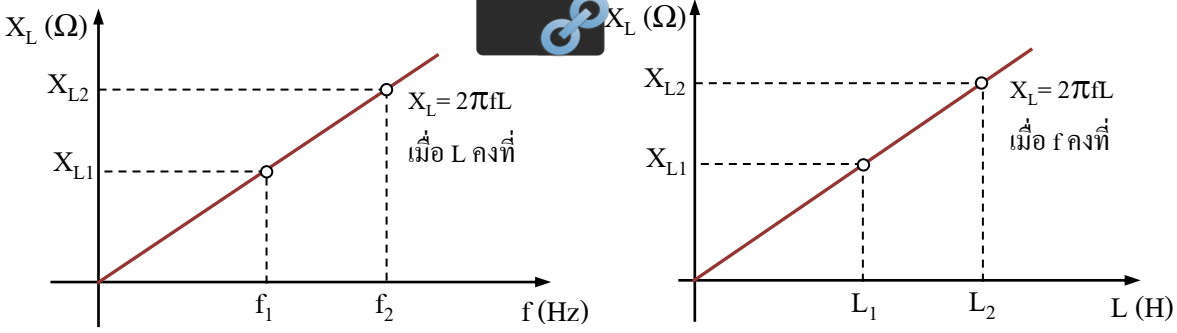


รูปที่ 5.7 ค่าความเหนี่ยวนำ 1 H

ดังรูปที่ 5.8 (ก) เป็นความสัมพันธ์ระหว่างค่า X_L กับความถี่ เมื่อให้ค่าความเหนี่ยวนำคงที่ ที่ความถี่ f_1 จะได้ค่ารีแอกแตนซ์เชิงตัวเหนี่ยวนำเป็น X_{L1} และที่ความถี่ f_2 จะได้ค่ารีแอกแตนซ์เชิงตัวเหนี่ยวนำเป็น X_{L2} ซึ่งได้กราฟเป็นเส้นตรง ส่วนรูปที่ 5.8 (ข) เป็นความสัมพันธ์ระหว่างค่า X_L กับค่าความเหนี่ยวนำ เมื่อให้

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

ความถี่คงที่โดยที่ค่าความเหนี่ยวนำ L_1 ได้ค่ารีแอกแตนซ์เชิงตัวเหนี่ยวนำเป็น X_{L1} และที่ค่าความเหนี่ยวนำ L_2 ได้ค่ารีแอกแตนซ์เชิงตัวเหนี่ยวนำเป็น X_{L2} กราฟเป็นเส้นตรงเช่นเดียวกัน



(ก) เมื่อความถี่เปลี่ยนแปลง (ข) เมื่อค่าความเหนี่ยวนำเปลี่ยนแปลง

รูปที่ 5.8 ความสัมพันธ์ระหว่างค่า X_L กับค่าความถี่และค่าความเหนี่ยวนำ

สรุป **ในวงจรไฟฟ้ากระแสสลับที่ประกอบด้วยตัวเหนี่ยวนำเพียงอย่างเดียวผลของกระแสไฟฟ้าจะล้าหลังแรงดันที่ตกคร่อมตัวเหนี่ยวนำเป็นมุม 90° และค่าอิมพีแดนซ์เท่ากับค่ารีแอกแตนซ์เชิงตัวเหนี่ยวนำ ($\mathbf{Z} = jX_L$)**

5.6 การคำนวณหาค่าต่าง ๆ ของวงจรตัวเหนี่ยวนำเพียงอย่างเดียว

ตัวอย่างที่ 5.3 จ่ายแรงดันไฟฟ้า $v_L = 56.58 \sin(200t + 60°)$ V ให้กับตัวเหนี่ยวนำที่มีค่าความเหนี่ยวนำ 0.4 H จงคำนวณหา

ก. รีแอกแตนซ์เชิงตัวเหนี่ยวนำ

ข. กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวเหนี่ยวนำ

ค. เขียนแผนภาพเฟสเซอร์

วิธีทำ

ก. รีแอกแตนซ์เชิงตัวเหนี่ยวนำ

$$X_L = \omega L$$
$$= 200 \times 0.4$$
$$X_L = 80\ \Omega$$

รีแอกแตนซ์เชิงตัวเหนี่ยวนำมีค่าเท่ากับ 80 Ω ตอบ

ข. กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวเหนี่ยวนำ

$$\mathbf{V_L} = 0.707\, V_{Lm}$$
$$= 0.707 \times 56.58 \angle 60°$$
$$\mathbf{V_L} = 40 \angle 60°$$

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

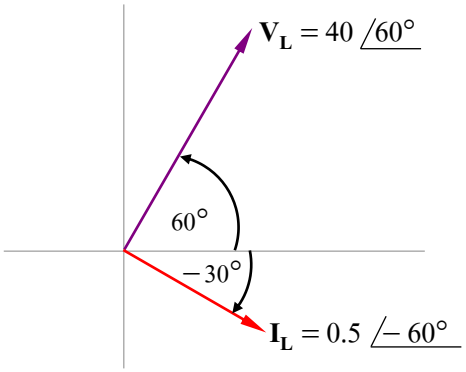
$$\mathbf{I_L} = \frac{\mathbf{V_L}}{jX_L} = \frac{40\angle 60^\circ}{j80}$$

$$\mathbf{I_L} = \frac{40\angle 60^\circ}{80\angle 90^\circ}$$

$$\mathbf{I_L} = 0.5\angle -30^\circ \text{ A}$$

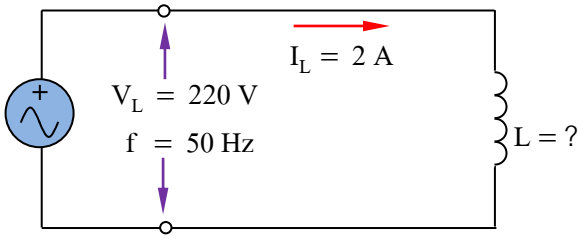
กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวเหนี่ยวนำมีค่าเท่ากับ $0.5\angle -30^\circ$ A **ตอบ**

ค. แผนภาพเฟสเซอร์ดังรูปที่ 5.9



รูปที่ 5.9 แผนภาพเฟสเซอร์ $\mathbf{V_L}$ กับ $\mathbf{I_L}$ ของตัวอย่างที่ 5.3

ตัวอย่าง 5.4 วงจรดังรูปที่ 5.10 จงคำนวณหาค่าความเหนี่ยวนำ



รูปที่ 5.10 วงจรของตัวอย่างที่ 5.4

วิธีทำ จากสมการ $I_L = \frac{V_L}{X_L}$

ดังนั้น $X_L = \frac{V_L}{I_L}$

$$X_L = \frac{220}{2} = 110\ \Omega$$

แต่ $X_L = 2\pi fL$

ดังนั้น $L = \frac{X_L}{2\pi f} = \frac{110}{2\times 3.1416\times 50}$

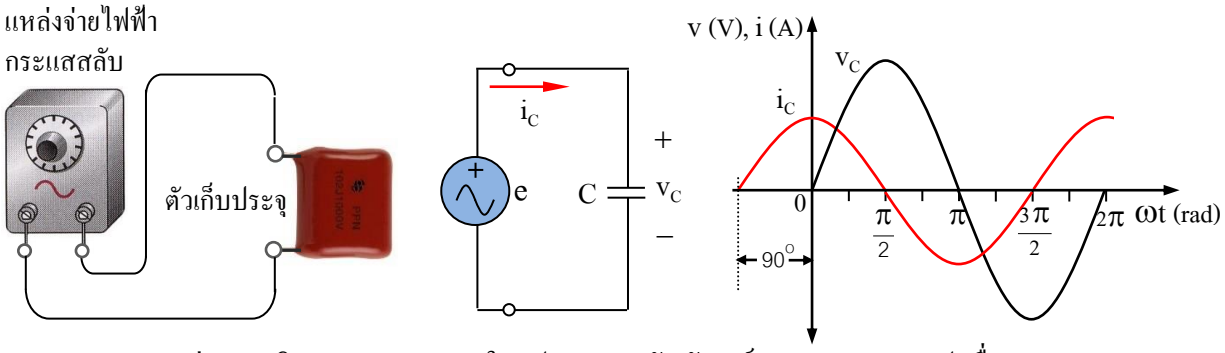
$$L = 0.35 \text{ H}$$

ความเหนี่ยวนำมีค่าเท่ากับ 0.35 H **ตอบ**

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

5.7 รูปคลื่น สมการชั่วขณะ สมการเฟสเซอร์ของวงจรตัวเก็บประจุเพียงอย่างเดียว

ดังรูปที่ 5.11 (ก) เป็นวงจรการต่อของจ[illegible]ที่ 5.11 (ข) เขียนวงจรอยู่ในรูปแบบของสัญลักษณ์ เมื่อจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับให้กับตัวเก็บ[illegible]ห้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านตัวเก็บประจุ (i_C) และทำให้เกิดแรงดันตกคร่อมตัวเก็บประจุ (v_C)

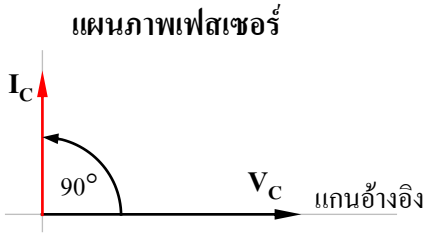


(ก) วงจรการต่อของจริง (ข) วงจรในรูปแบบของสัญลักษณ์ (ค) รูปคลื่น

รูปที่ 5.11 วงจรตัวเก็บประจุและรูปคลื่น

จากรูปที่ 5.11 (ค) ให้แรงดัน v_C เป็นจุดอ้างอิงในการเขียนรูปคลื่น จากรูปคลื่นจะเห็นว่าเมื่อขนาดของแรงดัน v_C ค่อย ๆ เปลี่ยนแปลงจากค่าศูนย์ไปถึงค่าสูงสุด (จาก 0 ถึง $\pi/2$) ซึ่งขนาดของกระแส i_C จะค่อย ๆ เปลี่ยนแปลงลดลงจากค่าสูงสุดมาถึงค่าศูนย์ (จาก 0 ถึง $\pi/2$) นั่นหมายความว่าแรงดัน v_C กับกระแส i_C มีเฟสเกิดขึ้นไม่พร้อมกัน โดยกระแส i_C เกิดขึ้นนำหน้าแรงดัน v_C เป็นมุม 90° และจากรูปที่ 5.11 (ค) เขียนเป็นสมการชั่วขณะและสมการเฟสเซอร์ ได้ดังนี้

สมการชั่วขณะ	สมการเฟสเซอร์
$v_C = V_{Cm} \sin(\omega t + 0°)$ V	$\mathbf{V_C} = V_C \angle 0°$
$i_C = I_{Cm} \sin(\omega t + 90°)$ A	$\mathbf{I_C} = I_C \angle 90°$



รูปที่ 5.12 แผนภาพเฟสเซอร์ของ $\mathbf{V_C}$ กับ $\mathbf{I_C}$

เฟสเซอร์ไดอะแกรม จากสมการเฟสเซอร์และจากรูปที่ 5.12 เฟสเซอร์ของแรงดัน $\mathbf{V_C}$ มีขนาดเท่ากับ V_C ทิศทางมุม 0° ซึ่งเขียนทับแกนอ้างอิง โดยมีเฟสเซอร์ของกระแส $\mathbf{I_C}$ มีขนาดเท่ากับ I_C ซึ่งมีทิศทางชี้ขึ้นในแกนตั้งทำมุม 90° กับเฟสเซอร์ของแรงดัน $\mathbf{V_C}$

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

5.8 รีแอกแตนซ์เชิงตัวเก็บประจุ

เมื่อจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับให้กับตัวเก็บประจุ ซึ่งทำให้มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน นั่นคือ ตัวเก็บประจุมีค่าความต้านทานทางไฟสลับเรียกว่า **รีแอกแตนซ์เชิงตัวเก็บประจุ** (Capacitive reactance) กำหนดให้เป็น $\mathbf{X_C}$ มีหน่วยเป็นโอห์ม (Ω) ซึ่งหาได้ดังนี้

$$\mathbf{X_C} = \frac{\mathbf{V_C}}{\mathbf{I_C}} \qquad \text{.....(5.6)}$$

ดังนั้นรีแอกแตนซ์เชิงตัวเก็บประจุ ก็คือค่าอิมพีแดนซ์ในวงจรตัวเก็บประจุเพียงอย่างเดียว กำหนดให้เป็น $\mathbf{Z_C}$ หาได้จาก

$$\mathbf{Z_C} = \frac{\mathbf{V_C}}{\mathbf{I_C}} = \frac{V_C \angle 0°}{I_C \angle 90°}$$

$$\mathbf{Z_C} = X_C \angle -90° = -jX_C \qquad \text{.....(5.7)}$$

โดยค่าของ X_C แปรค่าเป็นสัดส่วนผกผันกับค่าความถี่และค่าความจุไฟฟ้า (Capacitance) หมาย ความว่า ถ้าความถี่เพิ่มขึ้นหรือค่าความจุไฟฟ้าเพิ่มขึ้น ผลทำให้ค่าของ X_C ลดลง ซึ่งหาได้ดังนี้

$$X_C = \frac{1}{2\pi fC} = \frac{1}{\omega C} \qquad \text{.....(5.8)}$$

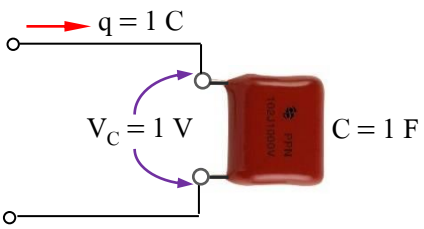
เมื่อ X_C = รีแอกแตนซ์เชิงตัวเก็บประจุ (Ω)

f = ความถี่ของไฟฟ้ากระแสสลับ (Hz)

C = ค่าความจุไฟฟ้า (F)

หมายเหตุ หน่วย F มาจากคำว่า Farad อ่านว่า ฟารัด ซึ่งใช้เป็นอักษรแทนหน่วยของค่าความจุไฟฟ้า

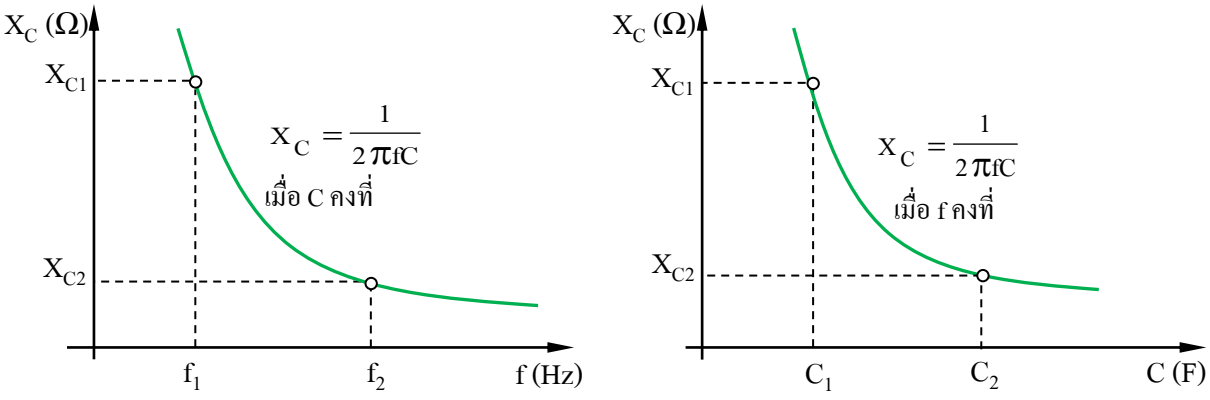
ค่าความจุไฟฟ้า 1 ฟารัด หมายถึง จำนวนประจุไฟฟ้า 1 คูลอมป์ ที่ไปประจุบนแผ่นตัวนำทั้งสองของตัวเก็บประจุ ผลทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าที่ตัวเก็บประจุนั้น 1 โวลต์ ดังรูปที่ 5.13



รูปที่ 5.13 ค่าความจุไฟฟ้า 1 F

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

ดังรูปที่ 5.14 (ก) เป็นความสัมพันธ์ระหว่างค่า X_C กับความถี่ เมื่อให้ค่าความจุไฟฟ้าคงที่ ที่ความถี่ f_1 ได้ค่ารีแอกแตนซ์เชิงตัวเก็บประจุเป็น X_{C1} ที่ความถี่ f_2 ได้ค่ารีแอกแตนซ์เชิงตัวเก็บประจุเป็น X_{C2} ซึ่งได้กราฟเป็นเส้นโค้งที่ลดลง ส่วนรูปที่ 5.14 (ข) เป็นความสัมพันธ์ระหว่างค่า X_C กับค่าความจุไฟฟ้า เมื่อให้ค่าความถี่คงที่โดยที่ค่าความจุไฟฟ้า C_1 ได้ค่ารีแอกแตนซ์เชิงตัวเก็บประจุเป็น X_{C1} และที่ค่าความจุไฟฟ้า C_2 ได้ค่ารีแอกแตนซ์เชิงตัวเก็บประจุเป็น X_{C2} ซึ่งได้กราฟเป็นเส้นโค้งที่ลดลงเช่นเดียวกัน



(ก) เมื่อความถี่เปลี่ยนแปลง (ข) เมื่อค่าความจุไฟฟ้าเปลี่ยนแปลง

รูปที่ 5.14 ความสัมพันธ์ระหว่างค่า X_C กับค่าความถี่และค่าความจุไฟฟ้า

สรุป **ในวงจรไฟฟ้ากระแสสลับที่ประกอบด้วยตัวเก็บประจุเพียงอย่างเดียว ผลของกระแสไฟฟ้าจะนำหน้าแรงดันที่ตกคร่อมตัวเก็บประจุเป็นมุม 90° และค่าอิมพีแดนซ์เท่ากับค่ารีแอกแตนซ์เชิงตัวเก็บประจุ** ($\mathbf{Z} = -jX_C$)

5.9 การคำนวณหาค่าต่าง ๆ ของวงจรตัวเก็บประจุเพียงอย่างเดียว

ตัวอย่างที่ 5.5 จ่ายแรงดันไฟฟ้า $v_C = 84.87 \sin(1250t + 70°)$ V ให้กับตัวเก็บประจุที่มีค่าความจุไฟฟ้า 16 μF จงคำนวณหา

ก. รีแอกแตนซ์เชิงตัวเก็บประจุ

ข. กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวเก็บประจุ

ค. เขียนแผนภาพเฟสเซอร์

วิธีทำ

ก. รีแอกแตนซ์เชิงตัวเก็บประจุ

$$X_C = \frac{1}{\omega C}$$

$$= \frac{1}{1250 \times 16 \times 10^{-6}}$$

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

$$X_C = 50\ \Omega$$

รีแอกแตนซ์เชิงตัวประจุมีค่าเท่ากับ 50 Ω ตอบ

ข. กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวเก็บป

$$\mathbf{V_C} = 0.707\ V_{Lm}$$

$$= 0.707 \times 84.87 \angle 70°$$

$$\mathbf{V_C} = 60 \angle 70°$$

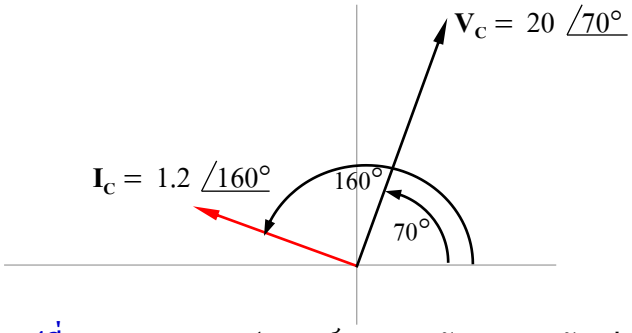
$$\mathbf{I_C} = \frac{\mathbf{V_C}}{-jX_C} = \frac{60 \angle 70°}{-j50}$$

$$= \frac{60 \angle 70°}{50 \angle -90°}$$

$$\mathbf{I_C} = 1.2 \angle 160°\ A$$

กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวเก็บประจุมีค่าเท่ากับ 1.2 ∠160° A ตอบ

ค. แผนภาพเฟสเซอร์แสดงดังรูปที่ 5.15

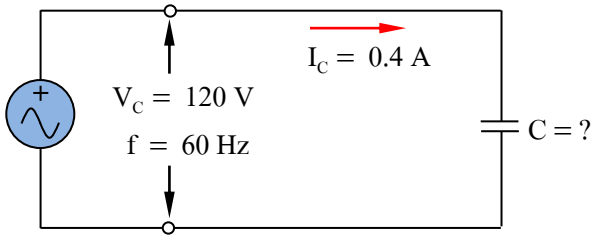


รูปที่ 5.15 แผนภาพเฟสเซอร์ของ $\mathbf{V_C}$ กับ $\mathbf{I_C}$ ของตัวอย่างที่ 5.5

ตัวอย่างที่ 5.6 วงจรดังรูปที่ 5.16 จงคำนวณหา

ก. ค่าความจุไฟฟ้า

ข. กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวเก็บประจุเมื่อความถี่เพิ่มขึ้นเป็น 100 Hz



รูปที่ 5.16 วงจรของตัวอย่างที่ 5.6

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

วิธีทำ

ก. ค่าความจุไฟฟ้า

จากสมการ I_C ดังนั้น $X_C = \dfrac{V_C}{I_C}$

$$X_C = \frac{120}{0.4} = 300\ \Omega$$

แต่ $$X_C = \frac{1}{2\pi fC}$$

ดังนั้น $$C = \frac{1}{2\pi f X_C} = \frac{1}{2\times 3.1416\times 60\times 300}$$

$$= 8.84\times 10^{-6}\ \text{F}$$

$$C = 8.84\ \mu\text{F}$$

ความจุไฟฟ้ามีค่าเท่ากับ 8.84 μF **ตอบ**

ข. กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวเก็บประจุเมื่อความถี่เพิ่มขึ้นเป็น 100 Hz

จากสมการ $$X_C = \frac{1}{2\pi fC}$$

$$= \frac{1}{2\times 3.1416\times 100\times 8.84\times 10^{-6}}$$

$$X_C = 180\ \Omega$$

และ $$I_C = \frac{V_C}{X_C}$$

$$= \frac{120}{180}$$

$$I_C = 0.667\ \text{A}$$

กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวเก็บประจุมีค่าเท่ากับ 0.667 A **ตอบ**

สรุป

รูปคลื่น สมการชั่วขณะ สมการเฟสเซอร์ ของวงจรตัวต้านทานเพียงอย่างเดียว เป็นวงจรการต่อของจริง เขียนวงจรอยู่ในรูปแบบของสัญลักษณ์ เมื่อจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับให้กับตัวต้านทานทำให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านตัวต้านทาน (i_R) และทำให้เกิดแรงดันตกคร่อมตัวต้านทาน (v_R) อิมพีแดนซ์ของวงจรตัวต้านทานเพียงอย่างเดียว เมื่อจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับให้กับตัวต้านทานทำให้มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านนั่นคือตัวต้านทานมีค่าความต้านทานทางไฟสลับเรียกว่า อิมพีแดนซ์ (Impedance) กำหนดให้เป็น Z_R มีหน่วยเป็นโอห์ม (Ω) ในวงจรไฟฟ้ากระแสสลับที่ประกอบด้วยตัวต้านทานเพียงอย่างเดียวแรงดันไฟฟ้า

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

และกระแสไฟฟ้ามีเฟสไปพร้อมกัน และอิมพีแดนซ์มีค่าเท่ากับความต้านทาน ($Z_R = R$) รูปคลื่น สมการชั่วขณะ สมการเฟสเซอร์ของวงจรตัวเหนี่ยวนำเพียงอย่างเดียว เป็นวงจรการต่อของจริง เขียนวงจรอยู่ในรูปแบบของสัญลักษณ์ เมื่อจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับให้กับตัวเหนี่ยวนำ ทำให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านตัวเหนี่ยวนำ (i_L) และทำให้เกิดแรงดันตกคร่อมตัวเหนี่ยวนำ (v_L) เมื่อจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับให้กับตัวเหนี่ยวนำ ซึ่งทำให้มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน นั่นคือตัวเหนี่ยวนำมีค่าความต้านทานทางไฟสลับเรียกว่า รีแอกแตนซ์เชิงตัวเหนี่ยวนำ (Inductive reactance) กำหนดให้เป็น $\mathbf{X_L}$ มีหน่วยเป็นโอห์ม (Ω) ในวงจรไฟฟ้ากระแสสลับที่ประกอบด้วยตัวเหนี่ยวนำเพียงอย่างเดียวผลของกระแสไฟฟ้าจะล้าหลังแรงดันที่ตกคร่อมตัวเหนี่ยวนำเป็นมุม 90° และค่าอิมพีแดนซ์เท่ากับค่ารีแอกแตนซ์เชิงตัวเหนี่ยวนำ ($Z = jX_L$) รูปคลื่นสมการชั่วขณะ สมการเฟสเซอร์ของวงจรตัวเก็บประจุเพียงอย่างเดียว เป็นวงจรการต่อของจริง เขียนวงจรอยู่ในรูปแบบของสัญลักษณ์ เมื่อจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับให้กับตัวเก็บประจุ ทำให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านตัวเก็บประจุ (i_C) และทำให้เกิดแรงดันตกคร่อมตัวเก็บประจุ (v_C) เมื่อจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับให้กับตัวเก็บประจุ ซึ่งทำให้มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน นั่นคือ ตัวเก็บ-ประจุมีค่าความต้านทานทางไฟสลับเรียกว่า รีแอกแตนซ์เชิงตัวเก็บประจุ (Capacitive reactance) กำหนดให้เป็น $\mathbf{X_C}$ มีหน่วยเป็นโอห์ม (Ω) ในวงจรไฟฟ้ากระแสสลับที่ประกอบด้วยตัวเก็บประจุเพียงอย่างเดียว ผลของกระแสไฟฟ้าจะนำหน้าแรงดันที่ตกคร่อมตัวเก็บประจุเป็นมุม 90° และค่าอิมพีแดนซ์เท่ากับค่ารีแอกแตนซ์เชิงตัวเก็บประจุ ($Z = -jX_C$)

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

จุดประสงค์ทั่วไป

เพื่อให้นักเรียนสามารถ วัดค่ากระแสและแรงดันและวัดหามุมต่างเฟส ในวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ R, L และ C

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. ต่อวงจรตัวต้านทาน ตัวเหนี่ยวนำ ตัวเก็บประจุได้อย่างถูกต้อง
2. วัดค่ากระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้าด้วยมัลติมิเตอร์ได้ถูกต้อง
3. วัดหามุมต่างเฟสระหว่างแรงดันไฟฟ้ากับกระแสไฟฟ้าด้วยออสซิลโลสโคปได้ถูกต้อง
4. คำนวณหาค่าต่าง ๆ จากวงจรการทดลองได้

เครื่องมือวัดและอุปกรณ์การทดลอง

1.	ออสซิลโลสโคปชนิด 2 เส้นภาพพร้อมสายวัด	1	เครื่อง
2.	ฟังก์ชันเจเนอเรเตอร์	1	เครื่อง
3.	มัลติมิเตอร์แบบดิจิตอลหรือแบบเข็มชี้	2	ตัว
4.	ตัวต้านทานค่า 10 Ω, 100 Ω, 220 Ω, 330 Ω, 560 Ω, 820 Ω อย่างละ	1	ตัว
5.	ตัวเหนี่ยวนำแบบเลือกค่าได้ 0.3 H, 0.6 H, 0.8 H, 1 H และ 1.2 H	1	ตัว
6.	ตัวเก็บประจุค่า 4.7 μF และ 10 μF อย่างละ	2	ตัว
7.	ชุดทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสสลับพร้อมสายต่อวงจร 10 เส้น	1	ชุด

คำนำ ทางใบปฏิบัติงาน

ส่วนประกอบของวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ ได้แก่ ตัวต้านทาน (R) ตัวเก็บประจุ (C) และขดลวด-เหนี่ยวนำ (L) โดยวงจรตัวต้านทาน (R) เมื่ออยู่ในวงจรไฟฟ้ากระแสสลับที่มีกระแสไฟฟ้า I และมีความต่างศักย์ V จะมีสมบัติเหมือนกันและคำนวณหาความต้านทาน (R)โดยใช้กฎของโอห์มจึงได้ว่า “ กระแสสลับที่ผ่านตัวต้านทาน และความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่างปลายของตัวต้านทานมีเฟสตรงกัน” ส่วนวงจรตัวเก็บประจุ (C) เมื่ออยู่ในวงจรไฟฟ้ากระแสสลับที่มีกระแสไฟฟ้า I และมีความต่างศักย์ V แสดงว่า กระแสไฟฟ้าในวงจรตัวเก็บประจุจะมีเฟสนำหน้าความต่างศักย์ไฟฟ้าของตัวเก็บประจุอยู่ 90 องศา และวงจรขดลวดเหนี่ยวนำ (L) เมื่ออยู่ในวงจรไฟฟ้ากระแสสลับที่มีกระแสไฟฟ้า I และมีความต่างศักย์ V แสดงว่า กระแสไฟฟ้าในวงจรตัวเหนี่ยวนำจะมีเฟสตามความต่างศักย์ไฟฟ้าของตัวเก็บประจุอยู่ 90 องศา

ข้อเสนอแนะและข้อควรระวังก่อนการทดลอง

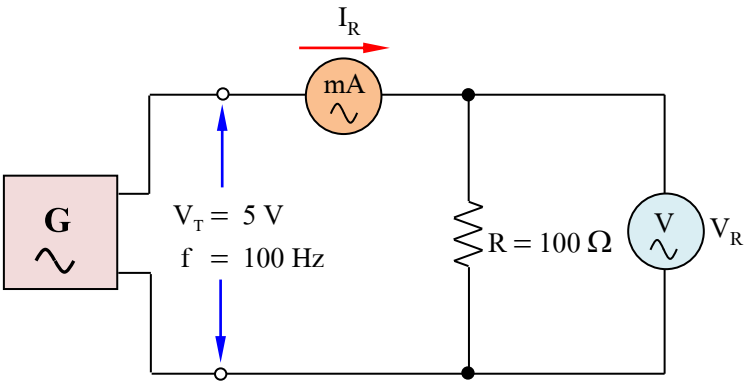
ในขณะต่อวงจรไม่ควรเปิดแหล่งจ่ายไฟฟ้าไว้ เพราะถ้าต่อวงจรผิด จะทำให้อุปกรณ์เสียหายได้ ตรวจสอบการต่อวงจรให้ถูกต้อง ก่อนใช้งานออสซิลโลสโคป ควรศึกษาหน้าที่ของสวิตช์ ปุ่มและขั้วต่อ

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

ต่าง ๆ ของออสซิลโลสโคป เพื่อให้การใช้งานเป็นไปอย่างถูกต้องและเกิดประสิทธิภาพสูงสุด การปรับปุ่มต่าง ๆ ก่อนเปิดเครื่อง ควรปรับปุ่มต่าง ๆ ไ[illegible]ง่ที่เหมาะสมก่อนทำการวัดรูปคลื่นแรงดันและรูปคลื่นความถี่

วงจรการทดลอง

วงจรตัวต้านทานเพียงอย่างเดียว



รูปที่ 5.17 การวัดแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าของวงจรตัวต้านทาน

ลำดับขั้นการทดลอง

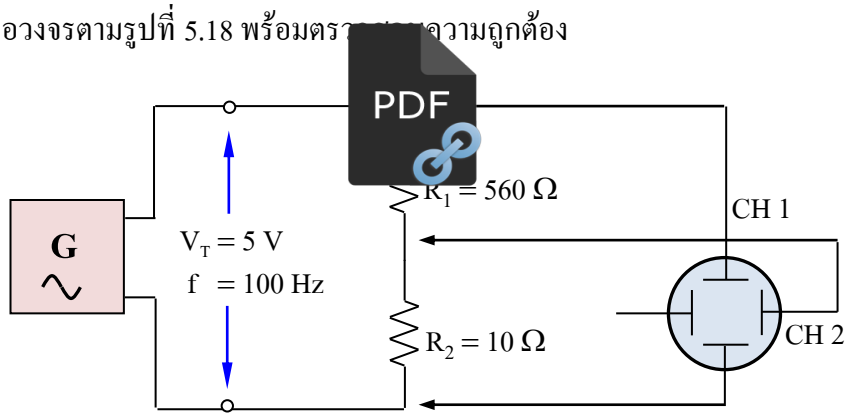
1. ต่อวงจรตามรูปที่ 5.17 พร้อมตรวจสอบความถูกต้อง
2. ที่ฟังก์ชันเจเนอเรเตอร์ตั้งความถี่ไว้ที่ 100 Hz จากนั้นปรับแรงดันไฟฟ้าให้ได้แรงดันไฟฟ้าที่วัดได้ 5 V เพื่อจ่ายให้กับวงจร
3. จ่ายแรงดันไฟฟ้าให้กับวงจร บันทึกค่าของกระแสไฟฟ้า (I_R) และแรงดันที่ตกคร่อมตัวต้าน ทาน V_R) ลงในตารางที่ 5.1
4. เปลี่ยนค่าความต้านทานไปตามตารางที่ 5.1 บันทึกค่าของกระแสไฟฟ้าและแรงดันที่ตกคร่อมตัวต้านทานลงในตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 ผลการทดลองของลำดับขั้นการทดลองที่ 3–4

R (Ω)	100	220	330	560	820	1040
I_R (mA)						
V_R (V)						

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

5. ต่อวงจรตามรูปที่ 5.18 พร้อมตรวจความถูกต้อง



รูปที่ 5.18 การวัดหามุมต่างเฟสระหว่างแรงดันไฟฟ้ากับกระแสไฟฟ้าด้วยออสซิลโลสโคป

6. เตรียมออสซิลโลสโคปเพื่อทำการวัดสัญญาณตามรายการต่าง ๆ ดังนี้

รายการ	ตำแหน่ง
6.1 เลือกตำแหน่ง TIME/DIV	1 mS
6.2 เลือกสวิตช์ VERT. MODE	DUAL
6.3 ปรับปุ่มสวิตช์ VOLTS/DIV ของ CH 1	2
6.4 ปรับปุ่มสวิตช์ VOLTS/DIV ของ CH 2	0.1
6.5 เลือกสวิตช์ SOURC	CH 1
6.6 เลือกสวิตช์สัญญาณที่วัดของ CH 1 และ CH 2	AC

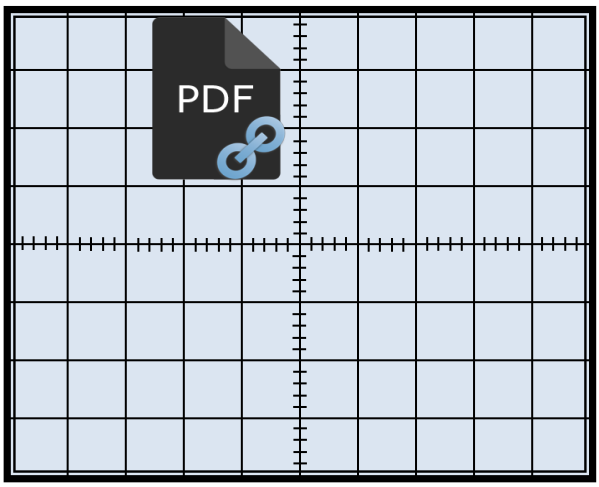
7. ก่อนทำการวัดให้ปรับเส้นภาพของ CH 1 และ CH 2 ให้ทับกันพอดี โดยปรับปุ่ม POSITION ↕ (ขึ้น–ลง) ของ CH 1 และ CH 2

8. ที่ฟังก์ชันเจเนอเรเตอร์ตั้งความถี่ไว้ที่ 100 Hz จากนั้นปรับแรงดันไฟฟ้าให้ได้แรงดันไฟฟ้าที่วัดได้ 5 V เพื่อจ่ายให้กับวงจร

9. ปรับปุ่ม POSITION ↔ (ซ้าย–ขวา) เพื่อเลือกตำแหน่งรูปคลื่นของ CH 1 (V_T) ให้มีมุมเริ่มต้นของแกนตั้งที่ด้านซ้ายของจอออสซิลโลสโคปโดยที่ตำแหน่งนี้กำหนดให้มุมเริ่มต้นที่ศูนย์องศา ($\theta = 0°$)

10. เขียนรูปคลื่นที่ได้จากจอออสซิลโลสโคป ลงบนจอจำลองที่กำหนดให้ในรูปที่ 5.19 ที่ได้จาก CH 1 (วัด V_T) และ CH 2 (วัด V_{R2}) อ่านและบันทึกค่า T (ระยะคาบเวลาแนวแกนนอนในครึ่งไซเคิลของ V_T) และค่า t (ระยะรูปคลื่นในครึ่งไซเกิลของ V_{R2} ที่ห่างจากรูปคลื่นของ V_T)

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

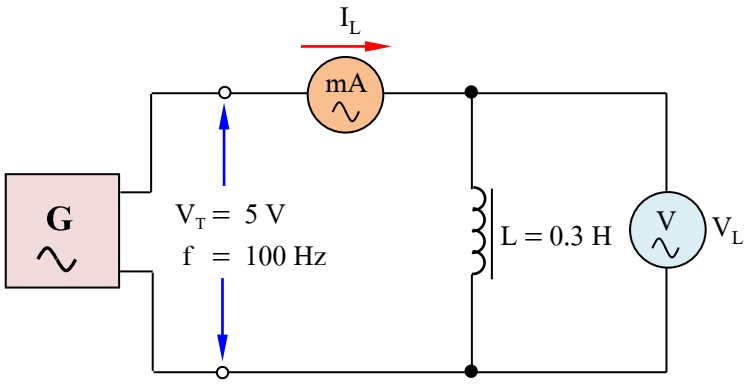


รูปที่ 5.19 จอจำลองของออสซิลโลสโคป

ระยะ T แนวแกนนอนในครึ่งไซเกิลของ V_T = ...cm

ระยะ t แนวแกนนอนในครึ่งไซเกิลของ V_{R2} = ...cm

วงจรตัวเหนี่ยวนำเพียงอย่างเดียว



รูปที่ 5.20 การวัดแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าของวงจรตัวเหนี่ยวนำ

ลำดับขั้นการทดลอง (ต่อ)

11. ต่อวงจรตามรูปที่ 5.20 พร้อมตรวจสอบความถูกต้อง

12. ที่ฟังก์ชันเจเนอเรเตอร์ตั้งความถี่ไว้ที่ 100 Hz จากนั้นปรับแรงดันไฟฟ้าให้ได้แรงดันไฟฟ้าที่วัดได้ 5 V เพื่อจ่ายให้กับวงจร

13. จ่ายแรงดันไฟฟ้าให้กับวงจร บันทึกค่าของกระแสไฟฟ้า (I_L) และแรงดันที่ตกคร่อมตัวเหนี่ยวนำ (V_L) ลงในตารางที่ 5.2

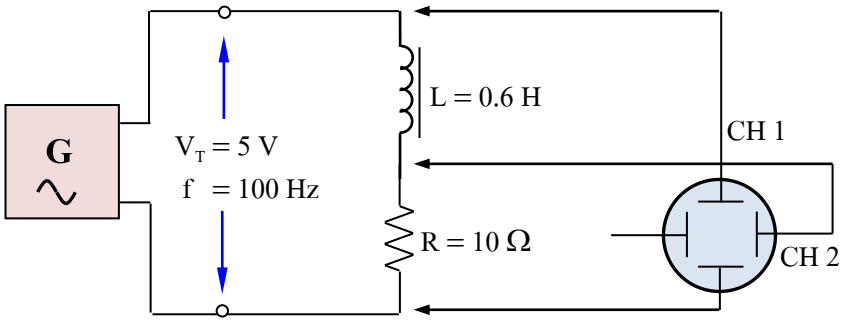
Protected by PDF Anti-Copy Free
(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

14. เปลี่ยนค่าความเหนี่ยวนำไปตามตารางที่ 5.2 บันทึกค่าของกระแสไฟฟ้าและแรงดันที่ตกคร่อมตัวเหนี่ยวนำลงในตารางที่ 5.2

ตารางที่ 5.2 ผลการทดลองของล ทดลองที่ 13–14

L (H)	0.3	0.6	0.8	1	1.2
I_L (mA)					
V_L (V)					

15. ต่อวงจรตามรูปที่ 5.21 พร้อมตรวจสอบความถูกต้อง



รูปที่ 5.21 การวัดหามุมต่างเฟสระหว่างแรงดันไฟฟ้ากับกระแสไฟฟ้าด้วยออสซิลโลสโคป

16. เตรียมออสซิลโลสโคปเพื่อทำการวัดสัญญาณตามลำดับขั้นการทดลองข้อ 6

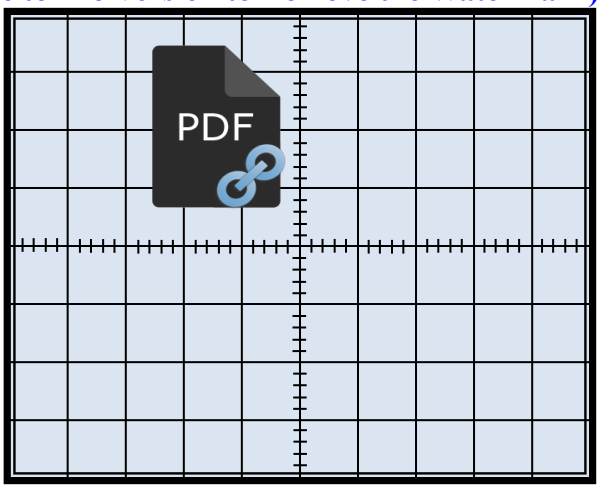
17. ก่อนทำการวัดให้ปรับเส้นภาพของ CH 1 และ CH 2 ให้ทับกันพอดี โดยปรับปุ่ม POSITION ↕ (ขึ้น–ลง) ของ CH 1 และ CH 2

18. ที่ฟังก์ชันเจเนอเรเตอร์ตั้งความถี่ไว้ที่ 100 Hz จากนั้นปรับแรงดันไฟฟ้าให้ได้แรงดันไฟฟ้าที่วัดได้ 5 V เพื่อจ่ายให้กับวงจร

19. ปรับปุ่ม POSITION ↔ (ซ้าย–ขวา) เพื่อเลือกตำแหน่งรูปคลื่นของ CH 1 (V_T) ให้มีมุมเริ่มต้นของแกนตั้งที่ด้านซ้ายของจอออสซิลโลสโคปโดยที่ตำแหน่งนี้กำหนดให้มุมเริ่มต้นที่ศูนย์องศา ($\theta = 0°$)

20. เขียนรูปคลื่นที่ได้จากจอออสซิลโลสโคป ลงบนจอจำลองที่กำหนดให้ในรูปที่ 5.22 ที่ได้จาก CH 1 (วัด V_T) และ CH 2 (วัด V_R) อ่านและบันทึกค่า T (ระยะคาบเวลาแนวแกนนอนในครึ่งไซเคิลของ V_T) และค่า t (ระยะรูปคลื่นในครึ่งไซเกิลของ V_R ที่ห่างจากรูปคลื่นของ V_T)

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

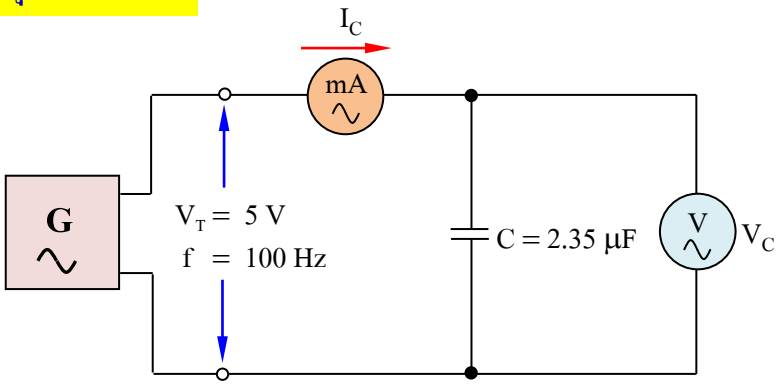


รูปที่ 5.22 จอจำลองของออสซิลโลสโคป

ระยะ T แนวแกนนอนในครึ่งไซเกิลของ V_T = ...cm

ระยะ t แนวแกนนอนในครึ่งไซเกิลของ V_R = ...cm

วงจรตัวเก็บประจุเพียงอย่างเดียว



รูปที่ 5.23 การวัดแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าของวงจรตัวเก็บประจุ

หมายเหตุ ค่า C = 2.35 µF ใช้ค่า C = 4.7 µF จำนวน 2 ตัว มาต่ออนุกรมกัน

ลำดับขั้นการทดลอง (ต่อ)

21. ต่อวงจรตามรูปที่ 5.23 พร้อมตรวจสอบความถูกต้อง

22. ที่ฟังก์ชันเจเนอเรเตอร์ตั้งความถี่ไว้ที่ 100 Hz จากนั้นปรับแรงดันไฟฟ้าให้ได้แรงดันไฟฟ้าที่วัดได้ 5 V เพื่อจ่ายให้กับวงจร

23. จ่ายแรงดันไฟฟ้าให้กับวงจร บันทึกค่าของกระแสไฟฟ้า (I_C) และแรงดันที่ตกคร่อมตัวเก็บประจุ (V_C) ลงในตารางที่ 5.3

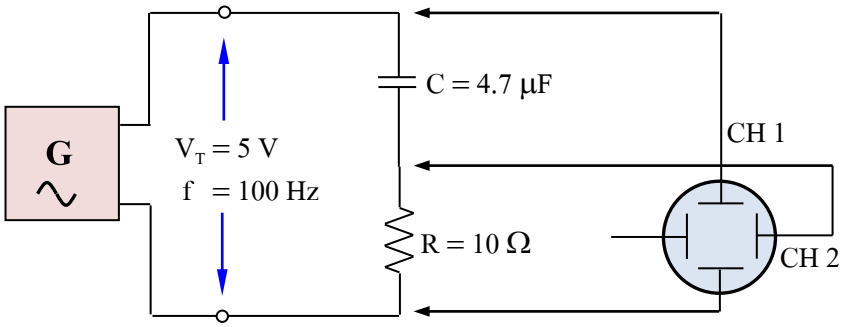
24. เปลี่ยนค่าความจุไฟฟ้าไปตามตารางที่ 5.3 บันทึกค่าของกระแสไฟฟ้าและแรงดันที่ตกคร่อมตัวเก็บประจุลงในตารางที่ 5.3

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

ตารางที่ 5.3 ผลการทดลองของลำดับขั้นการทดลองที่ 23–24

C (μF)	2.35	4.7		14.7	20
I_C (mA)					
V_C (V)					

25. ต่อวงจรตามรูปที่ 5.24 พร้อมตรวจสอบความถูกต้อง



รูปที่ 5.24 การวัดหามุมต่างเฟสระหว่างแรงดันไฟฟ้ากับกระแสไฟฟ้าด้วยออสซิลโลสโคป

26. เตรียมออสซิลโลสโคปเพื่อทำการวัดสัญญาณตามลำดับขั้นการทดลองข้อ 6

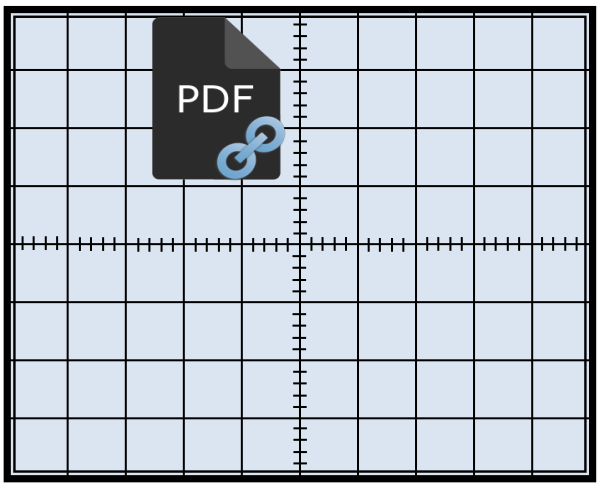
27. ก่อนทำการวัดให้ปรับเส้นภาพของ CH 1 และ CH 2 ให้ทับกันพอดี โดยปรับปุ่ม POSITION ↕ (ขึ้น–ลง) ของ CH 1 และ CH 2

28. ที่ฟังก์ชันเจเนอเรเตอร์ตั้งความถี่ไว้ที่ 100 Hz จากนั้นปรับแรงดันไฟฟ้าให้ได้แรงดันไฟฟ้าที่วัดได้ 5 V เพื่อจ่ายให้กับวงจร

29. ปรับปุ่ม POSITION ↔ (ซ้าย–ขวา) เพื่อเลือกตำแหน่งรูปคลื่นของ CH 1 (V_T) ให้มีมุมเริ่มต้นของแกนตั้งที่ด้านซ้ายของจอออสซิลโลสโคปโดยที่ตำแหน่งนี้กำหนดให้มุมเริ่มต้นที่ศูนย์องศา ($\theta = 0°$)

30. เขียนรูปคลื่นที่ได้จากจอออสซิลโลสโคป ลงบนจอจำลองที่กำหนดให้ในรูปที่ 5.25 ที่ได้จาก CH 1 (วัด V_T) และ CH 2 (วัด V_R) อ่านและบันทึกค่า T (ระยะคาบเวลาแนวแกนนอนในครึ่งไซเคิลของ V_T) และค่า t (ระยะรูปคลื่นในครึ่งไซเกิลของ V_R ที่ห่างจากรูปคลื่นของ V_T)

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



รูปที่ 5.25 จอจำลองของออสซิลโลสโคป

ระยะ T แนวแกนนอนในครึ่งไซเกิลของ V_T = ...cm

ระยะ t แนวแกนนอนในครึ่งไซเกิลของ V_R = ...cm

ประเมินผลการทดลอง

1. จากวงจรการทดลองรูปที่ 5.17 จงแสดงการคำนวณหากระแสไฟฟ้าที่ไหลในวงจร ที่ค่าความต้านทาน 560 Ω แล้วเปรียบเทียบผลกับค่าที่ได้จากการทดลอง

วิธีทำ

.....

.....

.....

.....

2. จากตารางที่ 5.1 เมื่อค่าความต้านทานเพิ่มขึ้น มีผลอย่างไรกับกระแสไฟฟ้าที่ไหลในวงจร

.....

.....

3. นำค่าของแรงดัน V_R และกระแส I_R ที่ค่าความต้านทาน 220 Ω ที่ได้จากตารางที่ 5.1 มาเขียนเป็นแผนภาพเฟสเซอร์ โดยใช้มาตราส่วนแรงดันไฟฟ้า 1 V/cm และมาตราส่วนของกระแสไฟฟ้า 10 mA/cm

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

4. จากลำดับขั้นการทดลองข้อ 10 และรูปที่ 5.19 จงคำนวณหามุมต่างเฟสระหว่างแรงดันไฟฟ้ากับกระแสไฟฟ้า โดยใช้สูตร $\theta = 180^\circ \times \frac{t}{T}$ และรูปคลื่นทั้งสองมีเฟสที่เกิดขึ้นอย่างไร

วิธีทำ

.....

.....

.....

.....

5. จากวงจรการทดลองรูปที่ 5.20 จงแสดงการคำนวณหาค่ารีแอกแตนซ์เชิงตัวเหนี่ยวนำ และกระแส-ไฟฟ้าที่ไหลในวงจรที่ค่าความเหนี่ยวนำ 0.8 H แล้วเปรียบเทียบผลกับค่าที่ได้จากการทดลอง

วิธีทำ

.....

.....

.....

.....

.....

6. จากตารางที่ 5.2 เมื่อค่าความเหนี่ยวนำเพิ่มขึ้น มีผลอย่างไรกับกระแสไฟฟ้าที่ไหลในวงจร

.....

7. นำค่าของแรงดัน V_L และกระแส I_L ที่ค่าความเหนี่ยวนำ 0.8 H ที่ได้จากตารางที่ 5.2 มาเขียนเป็นแผนภาพเฟสเซอร์ โดยใช้มาตราส่วนแรงดันไฟฟ้า 1 V/cm และมาตราส่วนของกระแสไฟฟ้า 5 mA/cm

8. จากลำดับขั้นการทดลองข้อ 20 และรูปที่ 5.22 จงคำนวณหามุมต่างเฟสระหว่างแรงดันไฟฟ้ากับกระแสไฟฟ้า โดยใช้สูตร $\theta = 180^\circ \times \frac{t}{T}$ และรูปคลื่นทั้งสองมีเฟสที่เกิดขึ้นอย่างไร

วิธีทำ

.....

.....

.....

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

9. จากวงจรการทดลองรูปที่ 5.23 จงแสดงการคำนวณหาค่ารีแอกแตนซ์เชิงตัวเก็บประจุ และกระแส-ไฟฟ้าที่ไหลในวงจรที่ค่าความจุไฟฟ้า 4.7 μF แล้วเปรียบเทียบผลกับค่าที่ได้จากการทดลอง

วิธีทำ

.....

.....

.....

.....

.....

10. จากตารางที่ 5.3 เมื่อค่าความจุไฟฟ้าเพิ่มขึ้น มีผลอย่างไรกับกระแสไฟฟ้าที่ไหลในวงจร

.....

.....

.....

.....

11. นำค่าของแรงดัน V_C และกระแส I_C ที่ค่าความจุไฟฟ้า 4.7 μF ที่ได้จากตารางที่ 5.3 มาเขียนเป็นแผนภาพเฟสเซอร์ โดยใช้มาตราส่วนแรงดันไฟฟ้า 1 V/cm และมาตราส่วนของกระแสไฟฟ้า 5 mA/cm

12. จากลำดับขั้นการทดลองข้อ 30 และรูปที่ 5.25 จงคำนวณหามุมต่างเฟสระหว่างแรงดันไฟฟ้ากับกระแสไฟฟ้า โดยใช้สูตร $\theta = 180^\circ \times \frac{t}{T}$ และรูปคลื่นทั้งสองมีเฟสที่เกิดขึ้นอย่างไร

วิธีทำ

.....

.....

.....

.....

.....

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 วัดและอ่านค่าแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้าด้วยมัลติมิเตอร์ 1.3 วัดและอ่านค่าแรงดันไฟฟ้า มุมต่างเฟสระหว่างแรงดันกับกระแสด้วยออสซิลโลสโคป	 3 2 2		
2	ผลของการทดลอง **(4 คะแนน)** 2.1 ค่าต่าง ๆ ที่บันทึกลงในทุกตารางมีค่าถูกต้อง 2.2 รูปคลื่นที่ได้จากจอจำลองของออสซิลโลสโคปมีความถูกต้องและเป็นรูปคลื่นไซน์	 2 2		
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 30
รหัส 2104-2003	R, L และ C ในวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ	หน่วยที่ 5

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)

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