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

จากโจทย์ที่กำหนดให้ จงตอบคำถามข้อ 1–

วงจร RLC แบบขนาน มีสมการชั่วขณะของแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้ $v_T = V_{Tm}\sin(200t - 150°)$ V

1. สมการชั่วขณะของกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวเก็บประจุคือข้อใด

ก. $i_C = I_{Cm}\sin(200t + 90°)$ A
ข. $i_C = I_{Cm}\sin(200t + 30°)$ A
ค. $i_C = I_{Cm}\sin(200t - 60°)$ A
ง. $i_C = I_{Cm}\sin(200t - 30°)$ A

2. สมการชั่วขณะของกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวเหนี่ยวนำคือข้อใด

ก. $i_L = I_{Lm}\sin(200t - 240°)$ A
ข. $i_L = I_{Lm}\sin(200t - 90°)$ A
ค. $i_L = I_{Lm}\sin(200t + 90°)$ A
ง. $i_L = I_{Lm}\sin(100t + 30°)$ A

จากโจทย์ที่กำหนดให้ จงตอบคำถามข้อ 3–4

วงจร RLC แบบขนาน มีสมการเฟสเซอร์ของแรงดัน $\mathbf{V_C} = V_C \angle 130°$ V

3. สมการเฟสเซอร์ของกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวเก็บประจุคือข้อใด

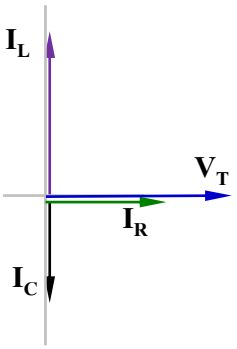
ก. $\mathbf{I_C} = I_C \angle -50°$ A
ข. $\mathbf{I_C} = I_C \angle 40°$ A
ค. $\mathbf{I_C} = I_C \angle 90°$ A
ง. $\mathbf{I_C} = I_C \angle 220°$ A

4. สมการเฟสเซอร์ของกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวต้านทานคือข้อใด

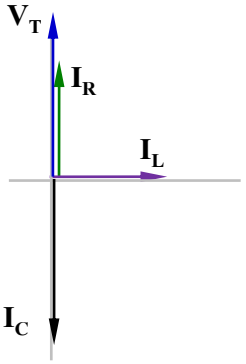
ก. $\mathbf{I_R} = I_R \angle 40°$ A
ข. $\mathbf{I_R} = I_R \angle 170°$ A
ค. $\mathbf{I_R} = I_R \angle 120°$ A
ง. $\mathbf{I_R} = I_R \angle 0°$ A

5. ข้อใดเป็นแผนภาพเฟสเซอร์ในวงจร RLC แบบขนาน ถ้ากำหนดให้ B_L น้อยกว่า B_C

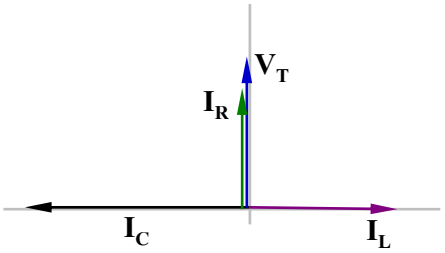
ก.



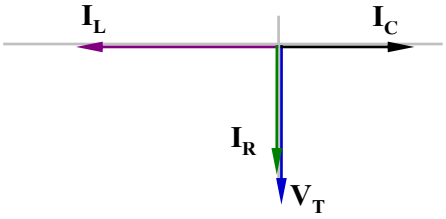
ข.



ค.



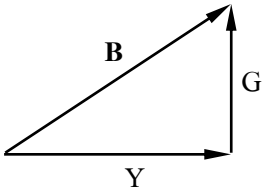
ง.



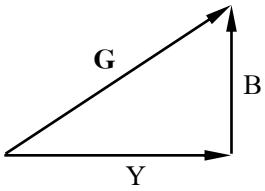
Protected by PDF Anti-Copy Free
(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

6. ข้อใดเป็นแผนภาพแอดมิตแตนซ์ในวงจร RLC แบบขนาน ถ้ากำหนดให้ B_C มากกว่า B_L

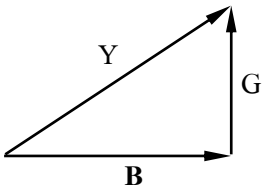
ก.



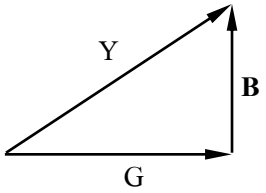
ข.



ค.

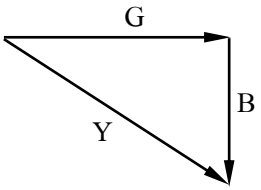


ง.

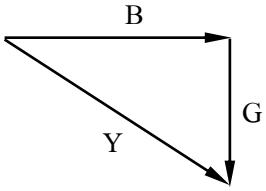


7. ข้อใดเป็นแผนภาพแอดมิตแตนซ์ในวงจร RLC แบบขนาน ถ้ากำหนดให้ B_L มากกว่า B_C

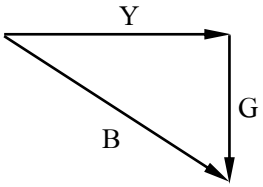
ก.



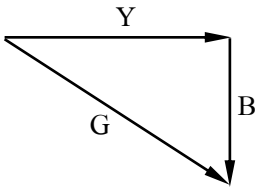
ข.



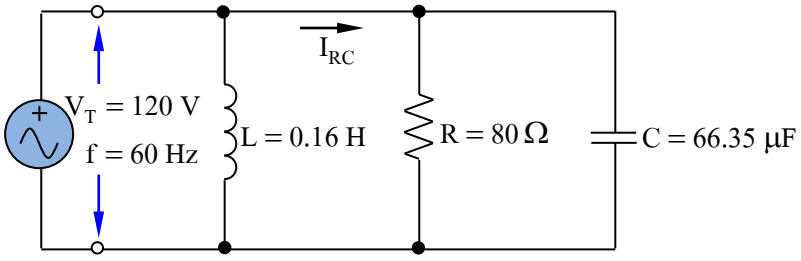
ค.



ง.



จากวงจรที่กำหนดให้ จงตอบคำถามข้อ 8–16



8. ซัสเซปแตนซ์เชิงตัวเก็บประจุมีค่าเท่าไร

ก 30 mS

ข. 25 mS

ค. 20 mS

ง. 15 mS

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

9. ซัสเซปแตนซ์เชิงตัวเหนี่ยวนำมีค่าเท่าไร

ก 16.6 mS ข. 12.5 mS

ค. 8.3 mS ง. 5.6 mS

10. แอดมิตแตนซ์ของวงจรมีค่าเท่าไร

ก 28.13 mS ข. 23.56 mS

ค. 18.64 mS ง. 15.06 mS

11. กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวต้านทานมีค่าเท่าไร

ก 2.5 A ข. 2 A

ค. 1.5 A ง. 1 A

12. กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวเก็บประจุมีค่าเท่าไร

ก 4 A ข. 3 A

ค. 2 A ง. 1 A

13. ผลรวมของกระแสที่ไหลผ่าน R กับ C (I_{RC}) มีค่าเท่าไร

ก 4.5 A ข. 3.75 A

ค. 3.35 A ง. 3.15 A

14. กระแสไฟฟ้ารวมที่ไหลผ่านวงจรมีค่าเท่าไร

ก. 4.5 A ข. 3.8 A

ค. 2.5 A ง. 1.8 A

15. มุมต่างเฟสระหว่างกระแสไฟฟ้ารวมกับแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้มีค่าเท่าไร

ก 53.13° ข. 33.7°

ค. 46.3° ง. 28.7°

16. ผลของกระแสไฟฟ้ารวมกับแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้เป็นอย่างไร

ก. แรงดันล้าหลังกระแส ข. แรงดันนำหน้ากระแส

ค. กระแสล้าหลังแรงดัน ง. กระแสร่วมเฟสกับแรงดัน

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

หน่วยที่ 9 RLC ในวงจรแบบขนาน

หัวข้อเรื่อง

9.1 รูปคลื่น สมการชั่วขณะ สมการเฟสเซอร์ ของวงจร RLC แบบขนาน

9.2 แอดมิตแตนซ์ของวงจร RLC แบบขนาน

9.3 มุมเฟสของวงจร RLC แบบขนาน

9.4 การคำนวณหาค่าต่าง ๆ ของวงจร RLC แบบขนาน

สมรรถนะย่อย

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับวงจร RLC แบบขนาน
2. ปฏิบัติการวัดค่าต่าง ๆ ของวงจร RLC แบบขนาน

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. อธิบายรูปคลื่น สมการชั่วขณะ สมการเฟสเซอร์ ของวงจร RLC แบบขนานได้
2. อธิบายแอดมิตแตนซ์ของวงจร RLC แบบขนานได้
3. อธิบายมุมเฟสของวงจร RLC แบบขนานได้
4. คำนวณหาค่าต่าง ๆ ของวงจร RLC แบบขนานได้

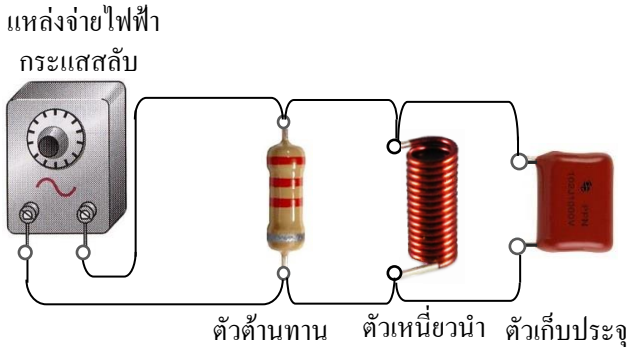
Protected by PDF Anti-Copy Free
(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

บทนำ

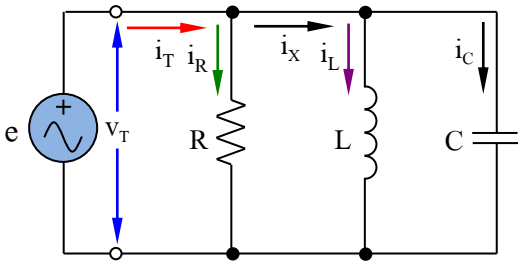
ในวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ จะมีวงจร[PDF] วงจรตัวเก็บประจุ และวงจรตัวเหนี่ยวนำ ทำให้มีวงจร RLC แบบขนาน เมื่อจ่ายแรงดันไ[PDF]สสลับให้กับวงจร ทำให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านตัวต้านทาน และตัวเหนี่ยวนำเท่ากัน ทำให้เกิดรูปคลื่น สมการชั่วขณะ สมการเฟสเซอร์ ของวงจร RLC แบบขนาน แอดมิตแตนซ์ของวงจร RLC แบบขนาน มุมเฟสของวงจร RLC แบบขนาน เป็นต้น

9.1 รูปคลื่น สมการชั่วขณะ สมการเฟสเซอร์ ของวงจร RLC แบบขนาน

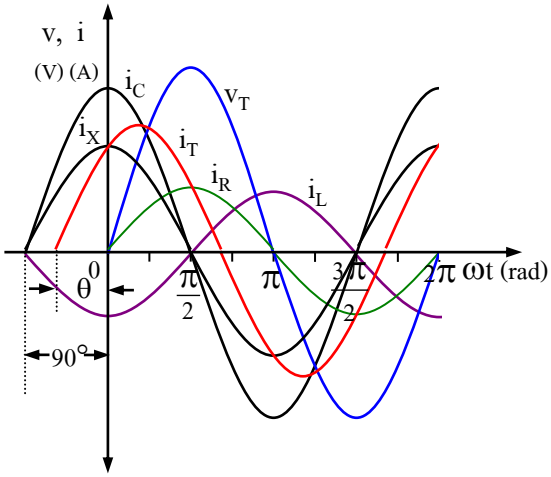
ดังรูปที่ 9.1 (ก) เป็นวงจรการต่อของจริง ส่วนรูปที่ 9.1 (ข) เขียนวงจรอยู่ในรูปแบบของสัญลักษณ์ เมื่อจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับให้กับวงจร ทำให้มีแรงดันตกคร่อมตัวต้านทาน แรงดันตกคร่อมตัวเหนี่ยวนำ และแรงดันตกคร่อมตัวเก็บประจุเท่ากันและเท่ากับแหล่งจ่าย โดยมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านตัวต้านทาน ตัวเหนี่ยวนำและตัวเก็บประจุตามลำดับ



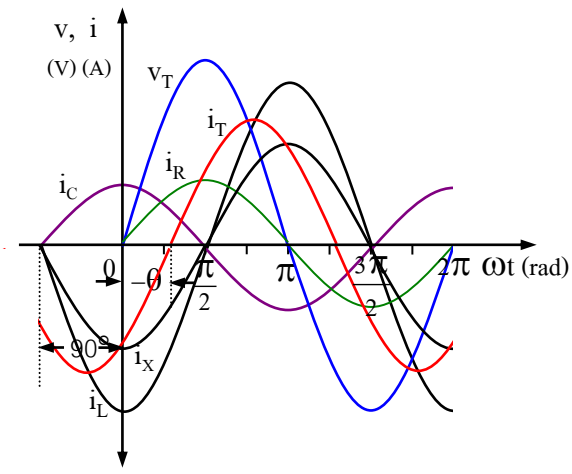
(ก) วงจรการต่อของจริง



(ข) วงจรในรูปแบบของสัญลักษณ์



(ค) รูปคลื่นของแรงดันและกระแสเมื่อ $i_C > i_L$



(ง) รูปคลื่นของแรงดันและกระแสเมื่อ $i_L > i_C$

รูปที่ 9.1 วงจร RLC แบบขนานและรูปคลื่น

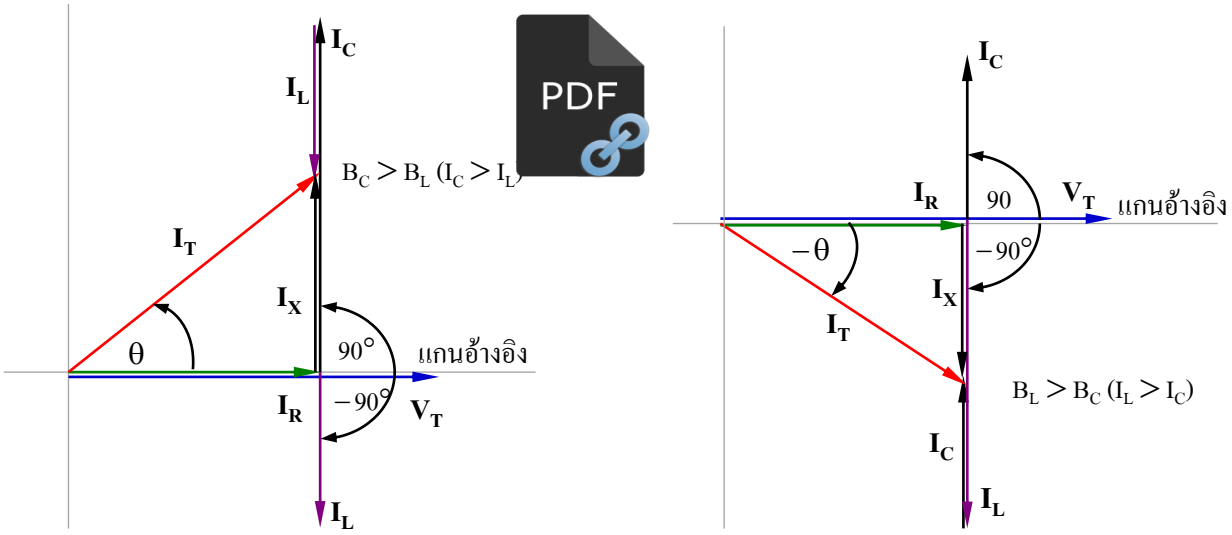
Protected by PDF Anti-Copy Free
(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

จากรูปที่ 9.1 (ค) แสดงรูปคลื่นของแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า โดยให้กระแสเป็นจุดอ้างอิงในการเขียนรูปคลื่น เมื่อให้ i_C มากกว่า i_L ซึ่งมีกร[illegible]มเฟสกับแรงดัน v_T และกระแส i_C นำหน้าแรงดัน v_T เป็นมุม 90° และมีขนาดมากกว่า i_L (ผลจา[illegible] โดยกระแส i_L ล้าหลังแรงดัน v_T เป็นมุม –90° ส่วนกระแส i_X ได้จากผลรวมของรูปคลื่น i_C กับ i_L จะเห็นได้อีกว่ารูปคลื่นกระแส i_C กับ i_L ต่างเฟสกัน180° จึงหักล้างกัน โดยกระแส i_X ร่วมเฟสไปกับขนาดของกระแสที่มากกว่า (i_C หรือ i_L) ในที่นี้ร่วมเฟสไปกับกระแส i_C ส่วนกระแส i_T ได้จากผลรวมของกระแส i_R กับกระแส i_X ที่เวลาใด ๆ โดยกระแส i_T นำหน้าแรงดัน v_T เป็นมุม θ มุมหนึ่ง และจากรูปที่ 9.1 (ง) แสดงรูปคลื่นของแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าเมื่อให้ $i_L > i_C$ โดยกระแส i_X ร่วมเฟสไปกับขนาดของกระแส i_L ส่วนกระแส i_T ได้จากผลรวมของกระแส i_R กับกระแส i_X ที่เวลาใด ๆ โดยกระแส i_T ล้าหลังแรงดัน v_T เป็นมุม –θ มุมหนึ่ง จากรูปที่ 9.1 (ค) และรูปที่ 9.1 (ง) เขียนเป็นสมการชั่วขณะและสมการเฟสเซอร์ได้ดังนี้

สมการชั่วขณะ	สมการเฟสเซอร์
$v_T = V_{Tm} \sin(\omega t + 0°)$ V	$\mathbf{V_T} = V_T \angle 0°$
$i_R = I_{Rm} \sin(\omega t + 0°)$ A	$\mathbf{I_R} = I_R \angle 0°$
$i_L = I_{Lm} \sin(\omega t - 90°)$ A	$\mathbf{I_L} = I_L \angle -90°$
$i_C = I_{Cm} \sin(\omega t + 90°)$ A	$\mathbf{I_C} = I_C \angle 90°$
$i_X = i_L + i_C$	$\mathbf{I_X} = \mathbf{I_L} + \mathbf{I_C}$
$i_T = i_R + i_X$	$\mathbf{I_T} = \mathbf{I_R} + \mathbf{I_X}$
$i_T = I_{Tm} \sin(\omega t \pm \theta)$ A	$\mathbf{I_T} = I_T \angle \pm\theta$

จากสมการชั่วขณะของกระแส i_T มุม θ เป็นค่าบวกเมื่อกระแส i_T นำหน้าแรงดัน v_T และมุม θ เป็นค่าลบเมื่อกระแส i_T ล้าหลังแรงดัน v_T และในวงจร RLC แบบขนานขนาดของกระแส I_L กับ I_C ค่าใดจะมากกว่ากันนั้น ขึ้นอยู่กับค่าของ B_C หรือ B_L ว่าค่าใดมีค่ามากกว่ากัน ดังนั้นแผนภาพเฟสเซอร์จึงเขียนได้ 2 สภาวะ คือ $B_C > B_L$ และ $B_L > B_C$ ดังรูปที่ 9.2

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



(ก) $B_C > B_L$ กระแส $\mathbf{I_T}$ นำหน้าแรงดัน $\mathbf{V_T}$ (ข) $B_L > B_C$ กระแส $\mathbf{I_T}$ ล้าหลังแรงดัน $\mathbf{V_T}$

รูปที่ 9.2 แผนภาพเฟสเซอร์ทั้ง 2 สภาวะ

จากรูปที่ 9.2 (ก) ให้เฟสเซอร์ของแรงดัน $\mathbf{V_T}$ เขียนทับแกนอ้างอิง (ทิศทางมุม 0°) โดยมีเฟสเซอร์ของกระแส $\mathbf{I_R}$ ร่วมเฟสกับแรงดัน $\mathbf{V_T}$ และเฟสเซอร์ของกระแส $\mathbf{I_C}$ มีทิศทางชี้ขึ้นในแกนตั้งทำมุม 90° และเฟสเซอร์ของกระแส $\mathbf{I_L}$ มีทิศทางชี้ลงทำมุม $-90°$ ส่วนเฟสเซอร์ของกระแส $\mathbf{I_X}$ ได้จากเฟสเซอร์กระแส $\mathbf{I_C}$ หักล้างกับเฟสเซอร์ของกระแส $\mathbf{I_L}$ โดยเฟสเซอร์กระแส $\mathbf{I_T}$ ได้จากผลรวมของเฟสเซอร์กระแส $\mathbf{I_R}$ กับ $\mathbf{I_X}$ และเฟสเซอร์กระแส $\mathbf{I_T}$ นำหน้าเฟสเซอร์แรงดัน $\mathbf{V_T}$ เป็นมุม θ ส่วนรูปที่ 9.2 (ข) เฟสเซอร์กระแส $\mathbf{I_T}$ ล้าหลังเฟสเซอร์แรงดัน $\mathbf{V_T}$ เป็นมุม $-\theta$ ซึ่งเป็นผลจาก B_L มีค่ามากกว่า B_C

9.2 แอดมิตแตนซ์ของวงจร RLC แบบขนาน

ถ้านำค่ากระแสไฟฟ้ารวมจากแหล่งจ่ายหารด้วยค่าแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้ เรียกค่านี้ว่า แอดมิตแตนซ์ (Admittance) หรือค่าส่วนกลับของอิมพีแดนซ์ ดังนั้น

$$\mathbf{Y} = \frac{\mathbf{I_T}}{\mathbf{V_T}} \qquad \text{.....(9.1)}$$

ในการหาค่าแอดมิตแตนซ์ของวงจร RLC แบบขนาน สามารถพิจารณาได้ 2 สภาวะ ดังนี้

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

9.2.1 เมื่อ $B_C > B_L$ จากแผนภาพเฟสเซอร์รูปที่ 9.2 (ก)

จากสมการเฟสเซอร์ $\mathbf{I_T = I_R + I_C + I_L}$

สมการในรูปแบบเชิงขั้ว $I_T\angle\theta = I_R\angle 0° + I_C\angle 90° + I_L\angle -90°$

$$\frac{V_T\angle 0°}{Z\angle -\theta} = \frac{V_T\angle 0°}{R\angle 0°} + \frac{V_T\angle 0°}{X_C\angle -90°} + \frac{V_T\angle 0°}{X_L\angle 90°}$$

นำ $V_T\angle 0°$ หารตลอด

$$\frac{1}{Z\angle -\theta} = \frac{1}{R\angle 0°} + \frac{1}{X_C\angle -90°} + \frac{1}{X_L\angle 90°}$$

$$Y\angle \theta = G\angle 0° + B_C\angle 90° + B_L\angle -90°$$

สมการในรูปแบบพิกัดฉาก $Y\angle\theta = G + jB_C - jB_L$

$$Y\angle\theta = G + j(B_C - B_L)$$

$$\mathbf{Y = G + jB} \qquad \text{.....(9.2)}$$

โดย $B = B_C - B_L$

9.2.2 เมื่อ $B_L > B_C$ จากแผนภาพเฟสเซอร์รูปที่ 9.2 (ข)

$$\mathbf{Y = G - j(B_L - B_C)}$$

$$\mathbf{Y = G - jB} \qquad \text{.....(9.3)}$$

โดย $B = B_L - B_C$

เมื่อ $Y = \frac{1}{Z}$ = แอดมิตแตนซ์ของวงจร (S)

$G = \frac{1}{R}$ = ค่าความนำของตัวต้านทาน (S)

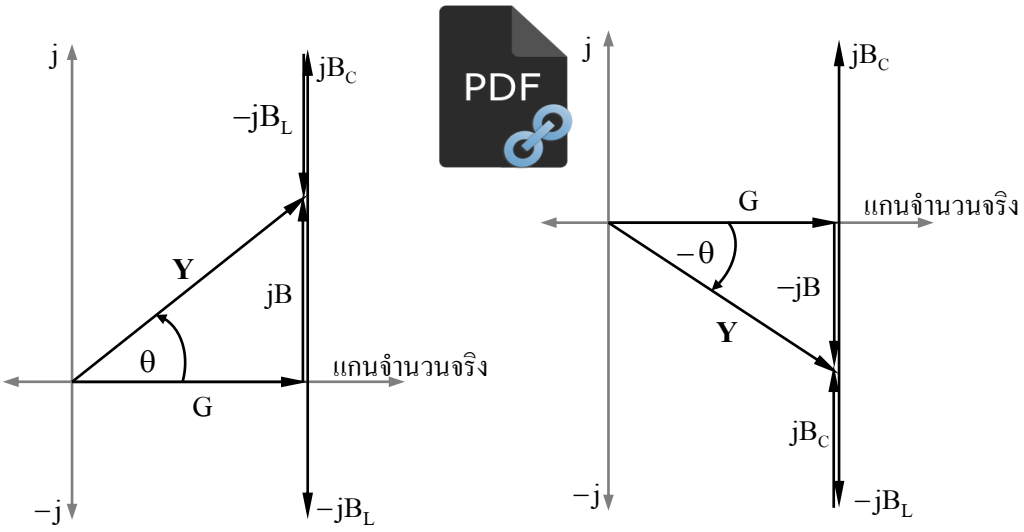
$B_C = \frac{1}{X_C}$ = ซัสเซปแตนซ์เชิงตัวเก็บประจุ (S)

$B_L = \frac{1}{X_L}$ = ซัสเซปแตนซ์เชิงตัวเหนี่ยวนำ (S)

$B = \frac{1}{X}$ = ซัสเซปแตนซ์ (S)

จากสมการที่ (9.2) และสมการที่ (9.3) นำไปเขียนเป็นแผนภาพแอดมิตแตนซ์ได้ดังรูปที่ 9.3 (ก) และรูปที่ 9.3 (ข) การเขียนแผนภาพแอดมิตแตนซ์ให้ค่า G เขียนทับกับแกนจำนวนจริง ส่วนค่า B_C เขียนมีทิศทางชี้ขึ้นในแกน +j และค่า B_L เขียนมีทิศทางชี้ลงในแกน –j ส่วนค่า B ได้จาก $B_C - B_L$ ($B_C > B_L$) โดยค่า Y ได้จากผลรวมของค่า G รวมกับค่า jB โดยทิศทางของ Y เป็นมุม $+\theta$ และดังรูปที่ 9.3 (ข) ทิศทางของ Y เป็นมุม $-\theta$ เพราะผลของ $B_L > B_C$

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



(ก) เมื่อ $B_C > B_L$ (ข) เมื่อ $B_L > B_C$

รูปที่ 9.3 แผนภาพแอดมิตแตนซ์ทั้ง 2 สภาวะ

จากรูปที่ 9.3 (ก) และรูปที่ 9.3 (ข) ยังสามารถหาค่าแอดมิตแตนซ์โดยใช้ทฤษฎีของพิทากอรัส ได้ดังนี้

$$Y^2 = G^2 + B^2$$

$$Y = \sqrt{G^2 + B^2}$$

ดังนั้น

$$Y = \sqrt{G^2 + (B_C - B_L)^2} \qquad \text{.....(9.4)}$$

และ

$$Y = \sqrt{G^2 + (B_L - B_C)^2} \qquad \text{.....(9.5)}$$

9.3 มุมเฟสของวงจร RL แบบขนาน

มุมเฟส หมายถึง มุมต่างเฟสระหว่างแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้กับกระแสไฟฟ้ารวมที่ไหลในวงจร ซึ่งพิจารณาได้ 2 สภาวะ ดังนี้

9.3.1 เมื่อ $B_C > B_L$ จากรูปที่ 9.3 (ก) จะได้ว่า

$$\tan\theta = \frac{\text{ด้านตรงข้ามมุม}}{\text{ด้านประชิดมุม}} = \frac{B}{G}$$

$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{B_C - B_L}{G}\right) \qquad \text{.....(9.6)}$$

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

9.3.2 เมื่อ $B_L > B_C$ จากรูปที่ 9.3 (ข) จะได้ว่า

$$\tan\theta = \frac{\text{ด้านตรงข้ามมุม}}{\text{ด้านประชิดมุม}} = \frac{B}{G}$$

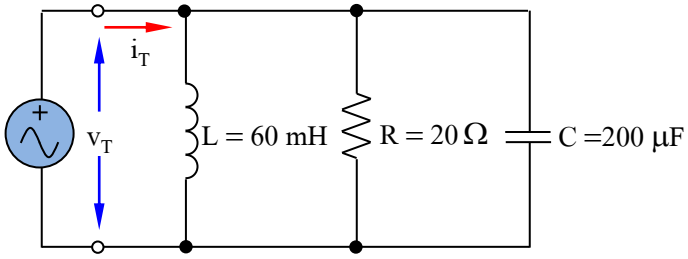
$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{B_L - B_C}{G}\right) \qquad \text{.....(9.7)}$$

เมื่อ θ = มุมต่างเฟสระหว่างแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้กับกระแสไฟฟ้ารวม (deg)

7.4 การคำนวณหาค่าต่าง ๆ ของวงจร RLC แบบขนาน

ตัวอย่างที่ 9.1 วงจรรูปที่ 9.4 ถ้าแรงดันไฟฟ้า $v_T = 12.73\sin(500t + 110°)$ V จ่ายให้ กับวงจร จงคำนวณหา

ก. แอดมิตแตนซ์ของวงจร
ข. กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวต้านทาน
ค. กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวเหนี่ยวนำ
ง. กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวเก็บประจุ
จ. กระแสไฟฟ้ารวมของวงจร
ฉ. มุมต่างเฟสระหว่างแรงดัน V_T กับกระแส I_T
ช. เขียนแผนภาพเฟสเซอร์



รูปที่ 9.4 วงจรของตัวอย่างที่ 9.1

วิธีทำ

ก. แอดมิตแตนซ์ของวงจร

$$B_L = \frac{1}{X_L} = \frac{1}{\omega L}$$

$$B_L = \frac{1}{500 \times 60 \times 10^{-3}} = 0.0333 \text{ S}$$

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

$$B_C = 500 \times 200 \times 10^{-6} = 0.1 \text{ S}$$

$$G = \frac{1}{R} = \frac{1}{20}$$

$$G = 0.05 \text{ S}$$

$$\mathbf{Y} = G + jB_C - jB_L = (0.05 + j0.1 - j0.0333)$$

$$\mathbf{Y} = (0.05 + j0.0667) = 0.083 \angle 53.14° \text{ S}$$

แอดมิตแตนซ์ของวงจรมีค่าเท่ากับ $0.083 \angle 53.14°$ S **ตอบ**

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

ข. กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวต้านทาน

$$\mathbf{V_T} = 0.707\,V_{Tm}\angle 110^\circ = 0.707\times 12.73\angle 110^\circ$$

$$= 9\angle 110^\circ \text{ V}$$

$$\mathbf{I_R} = 0.05\angle 0^\circ \times 9\angle 110^\circ$$

$$\mathbf{I_R} = 0.45\angle 110^\circ \text{ A}$$

กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวต้านทานมีค่าเท่ากับ 0.45 $\angle 110^\circ$ A ตอบ

ค. กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวเหนี่ยวนำ

$$\mathbf{I_L} = (-jB_L)\mathbf{V_T} = 0.0334\angle -90^\circ \times 9\angle 110^\circ$$

$$\mathbf{I_L} = 0.3\angle 20^\circ \text{ A}$$

กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวเหนี่ยวนำมีค่าเท่ากับ 0.3 $\angle 20^\circ$ A ตอบ

ง. กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวเก็บประจุ

$$\mathbf{I_C} = (jB_C)\mathbf{V_T} = 0.1\angle 90^\circ \times 9\angle 110^\circ$$

$$\mathbf{I_C} = 0.9\angle 200^\circ \text{ A}$$

กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวเก็บประจุมีค่าเท่ากับ 0.3 $\angle 200^\circ$ A ตอบ

จ. กระแสไฟฟ้ารวมของวงจร

$$\mathbf{I_T} = \mathbf{Y}\mathbf{V_T} = 0.083\angle 53.14^\circ \times 9\angle 110^\circ$$

$$\mathbf{I_T} = 0.747\angle 163.14^\circ \text{ A}$$

กระแสไฟฟ้ารวมของวงจรมีค่าเท่ากับ 0.747 $\angle 163.14^\circ$ A ตอบ

ฉ. มุมต่างเฟสระหว่างแรงดัน V_T กับกระแส I_T

$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{B_C - B_L}{G}\right)$$

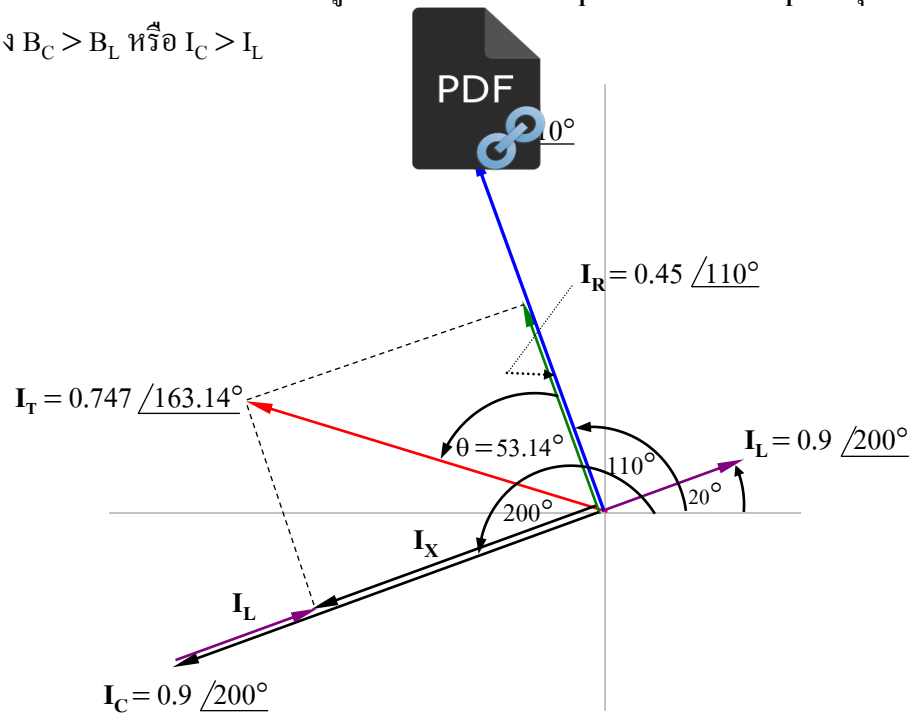
$$= \tan^{-1}\left(\frac{0.1 - 0.0334}{0.05}\right)$$

$$\theta = 53.14^\circ$$

มุมต่างเฟสระหว่างแรงดัน V_T กับกระแส I มีค่าเท่ากับ 53.14° ตอบ

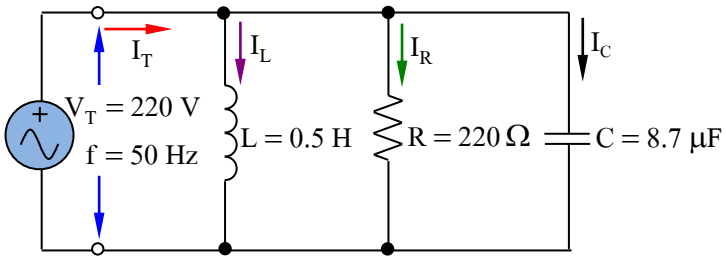
Protected by PDF Anti-Copy Free
(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

ช. แผนภาพเฟสเซอร์แสดงดังรูปที่ 9.5 โดยกระแส $\mathbf{I_T}$ ล้าหลังแรงดัน $\mathbf{V_T}$ เป็นมุม 53.14° ทั้งนี้เพราะว่าผลของ $B_C > B_L$ หรือ $I_C > I_L$



รูปที่ 9.5 แผนภาพเฟสเซอร์ของตัวอย่างที่ 9.1

ตัวอย่างที่ 9.2 วงจรดังรูปที่ 9.6 จงคำนวณหา



รูปที่ 9.6 วงจรของตัวอย่างที่ 9.2

ก. แอดมิตแตนซ์ของวงจร

ข. กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวต้านทาน

ค. กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวเหนี่ยวนำ

ง. กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวเก็บประจุ

จ. กระแสไฟฟ้ารวมของวงจร

ฉ. มุมต่างเฟสระหว่างแรงดัน V_T กับกระแส I_T

วิธีทำ

ก. แอดมิตแตนซ์ของวงจร

$$B_L = \frac{1}{X_L} = \frac{1}{2\pi fL}$$

$$B_L = \frac{1}{2 \times 3.1416 \times 50 \times 0.5} = 6.366 \times 10^{-3}\ \text{S}$$

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

$$B_C = \frac{1}{X_C} = 2\pi fC$$

$$B_C = 2\times3.1416\times50\times8.7\times10^{-6} = 2.733\times10^{-3}\ S$$

$$G_R = \frac{1}{220}$$

$$G = 4.545\times10^{-3}\ S$$

เนื่องจาก $B_L > B_C$ ดังนั้น

$$Y = \sqrt{G^2+(B_L-B_C)^2}$$

$$= \left(\sqrt{(4.545)^2+(6.366-2.733)^2}\right)\times10^{-3}$$

$$= \left(\sqrt{33.855}\right)\times10^{-3}$$

$$Y = 5.818\times10^{-3}\ S$$

แอดมิตแตนซ์ของวงจรมีค่าเท่ากับ 5.818×10^{-3} S ตอบ

ข. กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวต้านทาน

$$I_R = GV_T = 4.545\times10^{-3}\times220$$

$$I_R = 1\ A$$

กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวต้านทานมีค่าเท่ากับ 1 A ตอบ

ค. กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวเหนี่ยวนำ

$$I_L = B_L V_T = 6.366\times10^{-3}\times220$$

$$I_L = 1.4\ A$$

กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวเหนี่ยวนำมีค่าเท่ากับ 1.4 A ตอบ

ง. กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวเก็บประจุ

$$I_C = B_C V_T = 2.733\times10^{-3}\times220$$

$$I_C = 0.6\ A$$

กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวเก็บประจุมีค่าเท่ากับ 0.6 A ตอบ

จ. กระแสไฟฟ้ารวมของวงจร

เนื่องจาก $I_L > I_C$ ดังนั้น

$$I_T = \sqrt{I_R^2+(I_L-I_C)^2}$$

$$= \sqrt{(1)^2+(1.4-0.6)^2} = \sqrt{1.64}$$

$$I_T = 1.28\ A$$

หรือหาได้จาก

$$I_T = YV_T = 5.818\times10^{-3}\times220$$

$$I_T = 1.28\ A$$

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

กระแสไฟฟ้ารวมของวงจรมีค่าเท่ากับ 1.28 A **ตอบ**

ฉ. มุมต่างเฟสระหว่างแรงดัน V_T กับ

$$= \left(\frac{B_L - B_C}{G}\right)$$

$$= \tan^{-1}\left(\frac{6.366\times10^{-3} - 2.733\times10^{-3}}{4.545\times10^{-3}}\right)$$

$$= \tan^{-1}(0.8)$$

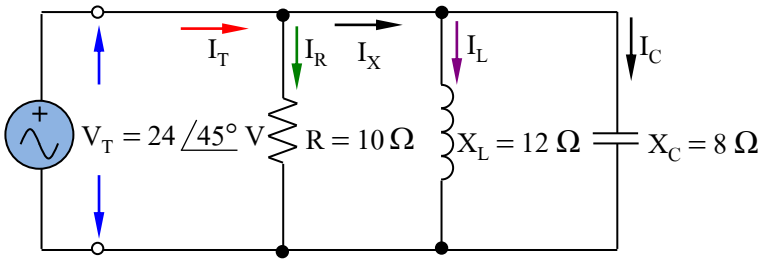
$$\theta = 38.66^\circ$$

มุมต่างเฟสระหว่างแรงดัน V_T กับกระแส I_T มีค่าเท่ากับ 38.66° **ตอบ**

จากคำตอบเห็นได้อีกว่ากระแส I_T ล้าหลังแรงดัน V_T ทั้งนี้เพราะว่าผลของกระแส I_L มากกว่ากระแส I_C หรือผลของ B_L มากกว่า B_C

ตัวอย่างที่ 9.3 วงจรดังรูปที่ 9.7 จงคำนวณหา

ก. กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวต้านทาน
ข. กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวเหนี่ยวนำ
ค. กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวเก็บประจุ
ง. กระแสไฟฟ้ารวมของวงจร
จ. มุมต่างเฟสระหว่างแรงดัน V_T กับกระแส I_T
ฉ. เขียนแผนภาพเฟสเซอร์



รูปที่ 9.7 วงจรของตัวอย่างที่ 9.3

วิธีทำ

ก. กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวต้านทาน

$$\mathbf{I_R} = \mathbf{GV_T} = \left(\frac{1}{\mathbf{R}}\right)\mathbf{V_T}$$

$$\mathbf{I_R} = \frac{\mathbf{V_T}}{\mathbf{R}} = \frac{24\angle45^\circ}{10\angle0^\circ}$$

$$\mathbf{I_R} = 2.4\angle45^\circ \text{ A}$$

กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวต้านทานมีค่าเท่ากับ $2.5\angle45^\circ$ A **ตอบ**

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

ข. กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวเหนี่ยวนำ

$$\mathbf{I}_L = \mathrm{j}B_L\mathbf{V}_T = \left(\frac{1}{\mathrm{j}X_L}\right)\mathbf{V}_T$$

$$= \frac{\mathbf{V}_T}{\mathrm{j}X_L} = \frac{24\angle 45^\circ}{12\angle 90^\circ}$$

$$\mathbf{I}_L = 2\angle -45^\circ \text{ A}$$

กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวเหนี่ยวนำมีค่าเท่ากับ $2\angle -45^\circ$ A ตอบ

ค. กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวเก็บประจุ

$$\mathbf{I}_C = \mathrm{j}B_C\mathbf{V}_T = \left(\frac{1}{-\mathrm{j}X_C}\right)\mathbf{V}_T$$

$$= \frac{\mathbf{V}_T}{-\mathrm{j}X_C} = \frac{24\angle 45^\circ}{8\angle -90^\circ}$$

$$\mathbf{I}_C = 3\angle 135^\circ \text{ A}$$

กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวเก็บประจุมีค่าเท่ากับ $3\angle 135^\circ$ A ตอบ

ง. กระแสไฟฟ้ารวมของวงจร

$$\mathbf{I}_T = \mathbf{I}_R + \mathbf{I}_L + \mathbf{I}_C$$

$$= 2.4\angle 45^\circ + 2\angle -45^\circ + 3\angle 135^\circ$$

$$= (1.697 + \mathrm{j}1.697) + (1.414 - \mathrm{j}1.414) + (-2.121 + \mathrm{j}2.121)$$

$$\mathbf{I}_T = 0.99 + \mathrm{j}2.404 = 2.6\angle 67.62^\circ \text{ A}$$

กระแสไฟฟ้ารวมของวงจรมีค่าเท่ากับ $2.6\angle 67.62^\circ$ A ตอบ

จ. มุมต่างเฟสระหว่างแรงดัน V_T กับกระแส I_T

$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{I_C - I_L}{I_R}\right)$$

$$= \tan^{-1}\left(\frac{3-2}{2.4}\right)$$

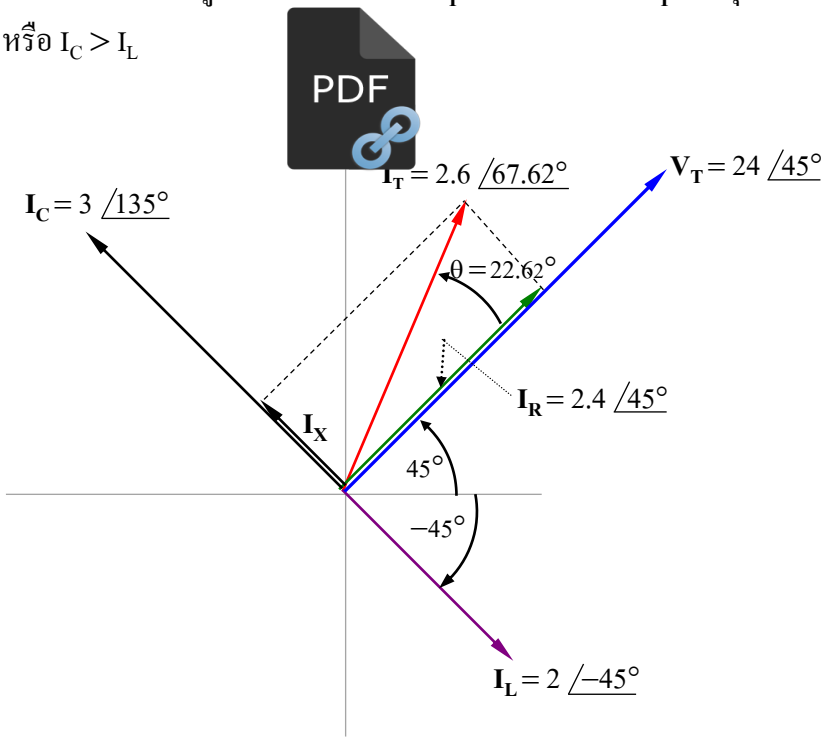
$$= \tan^{-1}(0.417)$$

$$\theta = 22.62^\circ$$

มุมต่างเฟสระหว่างแรงดัน V_T กับกระแส I_T มีค่าเท่ากับ 22.62° ตอบ

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

ฉ. แผนภาพเฟสเซอร์แสดงดังรูปที่ 9.8 โดยกระแส $\mathbf{I_T}$ นำหน้าแรงดัน $\mathbf{V_T}$ เป็นมุม 22.62° ทั้งนี้เพราะว่าผลของ $B_C > B_L$ หรือ $I_C > I_L$



รูปที่ 9.8 แผนภาพเฟสเซอร์ของตัวอย่างที่ 9.3

สรุป

รูปคลื่น สมการชั่วขณะ สมการเฟสเซอร์ ของวงจร RLC แบบขนาน เมื่อจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับให้กับวงจร ทำให้มีแรงดันตกคร่อมตัวต้านทาน แรงดันตกคร่อมตัวเหนี่ยวนำ และแรงดันตกคร่อมตัวเก็บประจุเท่ากันและเท่ากับแหล่งจ่าย โดยมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านตัวต้านทาน ตัวเหนี่ยวนำและตัวเก็บประจุแอดมิตแตนซ์ของวงจร RLC แบบขนาน ถ้านำค่ากระแสไฟฟ้ารวมจากแหล่งจ่ายหารด้วยค่าแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้ เรียกค่านี้ว่า แอดมิตแตนซ์ (Admittance) หรือค่าส่วนกลับของอิมพีแดนซ์ ในการหาค่าแอดมิตแตนซ์ของวงจร RLC แบบขนาน สามารถพิจารณาได้ 2 สภาวะ

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

จุดประสงค์ทั่วไป

เพื่อให้นักเรียนสามารถวัดค่ากระแสและแรงดันไฟฟ้าและวัดหามุมต่างเฟส ในวงจรRLC แบบขนาน

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. ต่อวงจร RLC ในวงจรแบบขนานได้อย่างถูกต้อง
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 และ 820 Ω อย่างละ	1	ตัว
5.	ตัวเหนี่ยวนำแบบเลือกค่าได้ 1 H	1	ตัว
6.	ตัวเก็บประจุค่า 4.7 μF และ 10 μF อย่างละ	2	ตัว
7.	ชุดทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสสลับพร้อมสายต่อวงจร 10 เส้น	1	ชุด

คำนำ ทางปฏิบัติงาน

วงจรไฟฟ้ากระแสสลับ จะมีวงจรตัวต้านทาน วงจรตัวเก็บประจุ และวงจรตัวเหนี่ยวนำ ทำให้มีวงจร RLC แบบขนาน เมื่อจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับให้กับวงจร ทำให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านตัวต้านทาน และตัวเหนี่ยวนำเท่ากัน ทำให้เกิดรูปคลื่น สมการชั่วขณะ สมการเฟสเซอร์ ของวงจร RLC แบบขนาน แอดมิตแตนซ์ของวงจร RLC แบบขนาน มุมเฟสของวงจร RLC แบบขนาน เป็นต้น

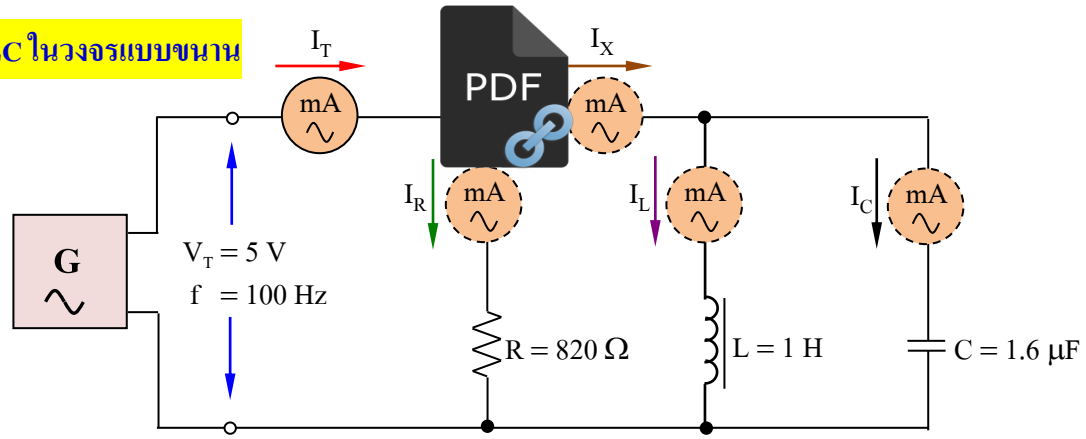
ข้อเสนอแนะและข้อควรระวังก่อนการทดลอง

ในขณะต่อวงจรไม่ควรเปิดแหล่งจ่ายไฟฟ้าไว้ เพราะถ้าต่อวงจรผิด จะทำให้อุปกรณ์เสียหายได้ ตรวจสอบการต่อวงจรให้ถูกต้อง ก่อนใช้งานออสซิลโลสโคป ควรศึกษาหน้าที่ของสวิตซ์ ปุ่มและขั้วต่อต่าง ๆ ของออสซิลโลสโคป เพื่อให้การใช้งานเป็นไปอย่างถูกต้องและเกิดประสิทธิภาพสูงสุด การปรับปุ่ม

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

วงจรการทดลอง

RLC ในวงจรแบบขนาน



รูปที่ 9.9 การวัดแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าของ RLC ในวงจรแบบขนาน

หมายเหตุ ค่า C = 1.6 μF ใช้ค่า C = 4.7 μF จำนวน 2 ตัว และค่า C = 10 μF จำนวน 2 ตัว มาต่ออนุกรมกันทั้งหมด 4 ตัว

ลำดับขั้นการทดลอง

1. ต่อวงจรตามรูปที่ 9.9 พร้อมตรวจสอบความถูกต้อง
2. ที่ฟังก์ชันเจเนอเรเตอร์ตั้งความถี่ไว้ที่ 100 Hz จากนั้นปรับแรงดันไฟฟ้าให้ได้แรงดันไฟฟ้าที่วัดได้ 5 V จากนั้นจ่ายแรงดันไฟฟ้าให้กับวงจร
3. บันทึกค่าของกระแสไฟฟ้ารวม (I_T) จากนั้นใช้มัลติมิเตอร์ตัวเดิมวัดกระแสไฟฟ้าที่ไหผ่านตัว-ต้านทาน (I_R) กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวเหนี่ยวนำ (I_L) กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวเก็บประจุ (I_C) และกระแส I_X ตามสัญลักษณ์เส้นประ แล้วบันทึกค่าลงในตารางที่ 9.1
4. นำค่าที่ได้จากการวัดมาคำนวณหาค่าตามที่กำหนดให้ แล้วนำค่าไปใส่ลงในตารางที่ 9.1 ดังนี้

4.1 แอดมิตแตนซ์ของวงจร จากสูตร $Y = \frac{I_T}{V_T}$

4.2 ซัสเซปแตนซ์เชิงตัวเหนี่ยวนำ จากสูตร $B_L = \frac{I_L}{V_T}$

4.3 ซัสเซปแตนซ์เชิงตัวเก็บประจุ จากสูตร $B_C = \frac{I_C}{V_T}$

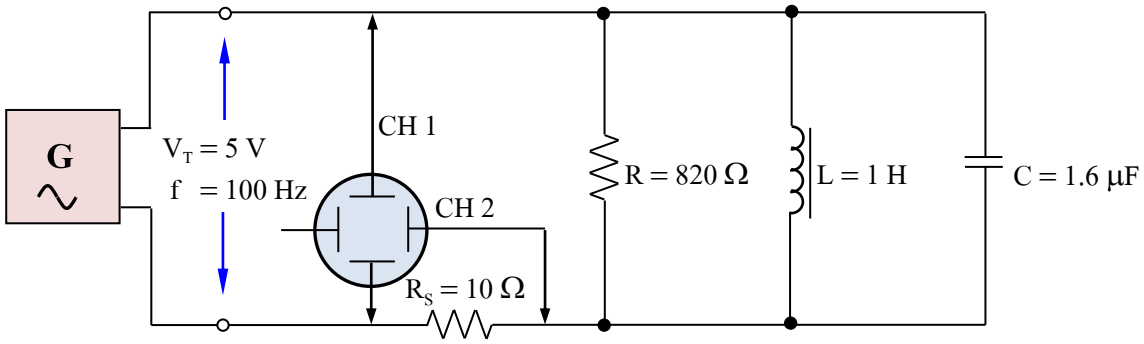
4.4 มุมต่างเฟสระหว่างแรงดันไฟฟ้ากับกระแสไฟฟ้ารวม จากสูตร $\theta = \tan^{-1}\frac{I_X}{I_R}$

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

ตารางที่ 9.1 ผลการทดลองของลำดับขั้นการทดลองที่ 3–4

ค่าที่ได้จากการ						ค่าที่คำนวณจากการวัด			
V_T (V)	I_T (mA)	I_R (mA)	I_L (mA)	(mA)	I_X (mA)	Y (S)	B_L (S)	B_C (S)	θ (deg)
5									

5. ต่อวงจรตามรูปที่ 9.10 พร้อมตรวจสอบความถูกต้อง



รูปที่ 9.10 การวัดหามุมต่างเฟสระหว่างแรงดันไฟฟ้ากับกระแสไฟฟ้าด้วยออสซิลโลสโคป

ลำดับขั้นการทดลอง (ต่อ)

6. เตรียมออสซิลโลสโคปเพื่อทำการวัดสัญญาณตามรายการต่าง ๆ ดังนี้

รายการ	**ตำแหน่ง**
6.1 เลือกตำแหน่ง TIME/DIV	1 mS
รายการ	**ตำแหน่ง**
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

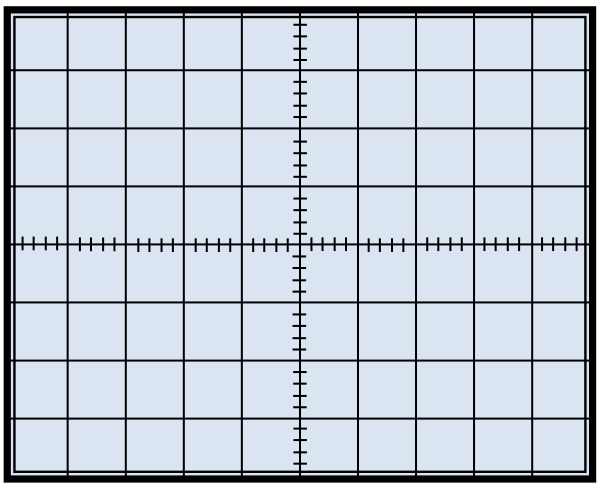
7. ก่อนทำการวัดให้ปรับเส้นภาพของ CH 1 และ CH 2 ให้ทับกันพอดี โดยปรับปุ่ม POSITION ↕ (ขึ้น–ลง) ของ CH 1 และ CH 2

8. ที่ฟังก์ชันเจเนอเรเตอร์ตั้งความถี่ไว้ที่ 100 Hz จากนั้นปรับแรงดันไฟฟ้าให้ได้แรงดันไฟฟ้าที่วัดได้ 5 V เพื่อจ่ายให้กับวงจร

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

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

10. เขียนรูปคลื่นที่ได้จากจอออสซ ลงบนจอจำลองที่กำหนดให้ในรูปที่ 9.11 ที่ได้จาก CH 1 (วัด V_T) และ CH 2 (วัด V_R ในรูปแบบของกระแสไฟฟ้ารวม) อ่านและบันทึกค่า T และค่า t (ระยะรูปคลื่นในครึ่งไซเกิลของ V_R ที่ห่างจากรูปคลื่นของ V_T)



รูปที่ 9.11 จอจำลองของออสซิลโลสโคป

ระยะ T แนวแกนนอนในครึ่งไซเกิลของ V_T = ...cm

ระยะ t แนวแกนนอนในครึ่งไซเกิลของ V_R = ...cm

11. ใช้วงจรการทดลองรูปที่ 9.9 แต่เปลี่ยนค่าความจุไฟฟ้าจากค่า 1.6 µF เป็นค่า 4.7 µF จากนั้นทำการทดลองเช่นเดียวกันกับลำดับขั้นการทดลองที่ 3 และ 4 ตามลำดับ บันทึกค่าลงในตารางที่ 9.2

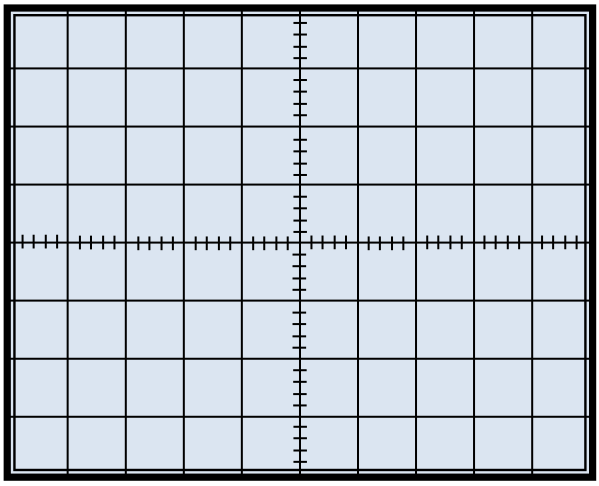
ตารางที่ 9.2 ผลการทดลองของลำดับขั้นการทดลองที่ 11

ค่าที่ได้จากการวัด						ค่าที่คำนวณจากการวัด			
V_T (V)	I_T (mA)	I_R (mA)	I_L (mA)	I_C (mA)	I_X (mA)	Y (S)	B_L (S)	B_C (S)	θ (deg)
5									

12. ใช้วงจรการทดลองรูปที่ 9.10 แต่เปลี่ยนค่าความจุไฟฟ้าจากค่า 1.6 µF เป็นค่า 4.7 µF จากนั้นทำการทดลองเช่นเดียวกันกับลำดับขั้นการทดลองที่ 6 – 9 ตามลำดับ

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

13. เขียนรูปคลื่นที่ได้จากจอออสซิลโลสโคป ลงบนจอจำลองที่กำหนดให้ในรูปที่ 9.12 ที่ได้จาก CH 1 (วัด V_T) และ CH 2 (วัด V_R) อ่านและ[illegible]T และค่า t (ระยะรูปคลื่นในครึ่งไซเกิลของ V_R ที่ห่างจากรูปคลื่นของ V_T)



รูปที่ 9.12 จอจำลองของออสซิลโลสโคป

ระยะ T แนวแกนนอนในครึ่งไซเกิลของ V_T = ...cm

ระยะ t แนวแกนนอนในครึ่งไซเกิลของ V_R = ...cm

ประเมินผลการทดลอง

1. จากวงจรการทดลองของรูปที่ 9.9 จงคำนวณหา B_L, B_C, Y, I_T, I_R, I_L, I_C, I_X และมุม θ ที่ค่าความจุไฟฟ้าเท่ากับ 1.6 μF แล้วเปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากการทดลอง

วิธีทำ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

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

.....

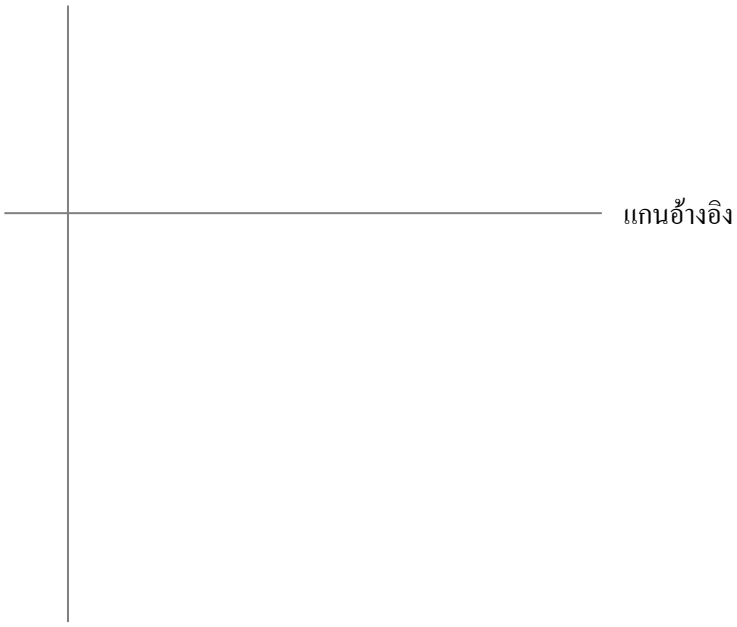
.....

.....

.....

.....

2. นำค่าที่ได้จากตารางที่ 9.1 มาเขียนเป็นแผนภาพเฟสเซอร์ โดยให้แรงดันไฟฟ้าเป็นแกนอ้างอิง โดยใช้มาตราส่วนแรงดันไฟฟ้า 1 V/cm และมาตราส่วนของกระแสไฟฟ้า 2 mA/cm



3. จากลำดับขั้นการทดลองข้อ 10 และรูปที่ 9.11 จงคำนวณหามุมต่างเฟสระหว่างแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้กับกระแสไฟฟ้ารวม โดยใช้สูตร $\theta = 180^\circ \times \frac{t}{T}$

วิธีทำ

.....

.....

.....

4. รูปคลื่นที่ได้จากออสซิลโลสโคปรูปที่ 9.11 ผลของกระแสไฟฟ้ารวมมีเฟสเป็นอย่างไรกับแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้ ให้ทำเครื่องหมาย ✓ ที่กรอบสี่เหลี่ยม

☐ ร่วมเฟส ☐ นำหน้า ☐ ล้าหลัง

5. จากตารางที่ 9.1 ค่าของ B_L และค่าของ B_C ผลของค่าทั้งสองเป็นอย่างไร ให้ทำเครื่องหมาย ✓ หน้ากรอบสี่เหลี่ยม

☐ $B_L = B_C$ ☐ $B_L < B_C$ ☐ $B_L > B_C$

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

6. จากวงจรการทดลองของรูปที่ 9.9 จงคำนวณหา B_L, B_C, Y, I_T, I_R, I_L, I_C, I_X และมุม θ เมื่อเปลี่ยนค่าความจุไฟฟ้าเป็น 4.7 μF แล้วเปรียบเทียบ[illegible]จากการทดลอง

วิธีทำ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

7. นำค่าที่ได้จากตารางที่ 9.2 มาเขียนเป็นแผนภาพเฟสเซอร์ โดยให้แรงดันไฟฟ้าเป็นแกนอ้างอิง โดยใช้มาตราส่วนแรงดันไฟฟ้า 1 V/cm และมาตราส่วนของกระแสไฟฟ้า 2 mA/cm

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

8. จากลำดับขั้นการทดลองข้อ 13 และรูปที่ 9.12 จงคำนวณหามุมต่างเฟสระหว่างแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้กับกระแสไฟฟ้ารวม โดยใช้สูตร $\theta \frac{t}{T}$

วิธีทำ

.....

.....

.....

9. รูปคลื่นที่ได้จากออสซิลโลสโคปรูปที่ 9.12 ผลของกระแสไฟฟ้ารวมมีเฟสเป็นอย่างไรกับแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้ ให้ทำเครื่องหมาย ✓ ที่กรอบสี่เหลี่ยม

☐ ร่วมเฟส ☐ นำหน้า ☐ ล้าหลัง

10. จากตารางที่ 9.2 ค่าของ B_L และค่าของ B_C ผลของค่าทั้งสองเป็นอย่างไร ให้ทำเครื่องหมาย ✓ หน้ากรอบสี่เหลี่ยม

☐ $B_L = B_C$ ☐ $B_L < B_C$ ☐ $B_L > B_C$

11. ผลของ B_L มากกว่า B_C ผลของกระแสไฟฟ้ารวมมีเฟสเป็นอย่างไรกับแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้ ให้ทำเครื่องหมาย ✓ ที่กรอบสี่เหลี่ยม

☐ ร่วมเฟส ☐ นำหน้า ☐ ล้าหลัง

12. ผลของ B_C มากกว่า B_L ผลของกระแสไฟฟ้ารวมมีเฟสเป็นอย่างไรกับแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้ ให้ทำเครื่องหมาย ✓ ที่กรอบสี่เหลี่ยม

☐ ร่วมเฟส ☐ นำหน้า ☐ ล้าหลัง

วิชา วงจรไฟฟ้ากระแสสลับ	ใบงาน	หน้า 25
รหัส 2104-2003	RLC ในวงจรแบบขนาน	หน่วยที่ 9

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 26
รหัส 2104-2003	RLC ในวงจรแบบขนาน	หน่วยที่ 9

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)

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