

วิชา วงจรไฟฟ้ากระแสสลับ	แบบทดสอบก่อนการเรียน	หน้า 1
รหัส 2104-2003	Protected by PDF Anti-Copy Free RLC ในวงจรแบบอนุกรม	หน่วยที่ 7

(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

- คำชี้แจง 1. จงทำเครื่องหมาย X ทับ ก ข ค หรือ ง ที่เห็นว่าถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว
2. อนุญาตให้ใช้เครื่องคำนวณได้

จากโจทย์ที่กำหนดให้ จงตอบคำถามข้อ 1-

วงจร RLC แบบอนุกรม มีสมการชั่วขณะของกระแสไฟฟ้า $i = I_m \sin(100t + 120^\circ)$ A

1. สมการชั่วขณะของแรงดันตกคร่อมตัวเก็บประจุคือข้อใด

- ก. $v_C = V_{Cm} \sin(100t + 30^\circ)$ V ข. $v_C = V_{Cm} \sin(100t + 90^\circ)$ V
- ค. $v_C = V_{Cm} \sin(100t - 30^\circ)$ V ง. $v_C = V_{Cm} \sin(100t - 90^\circ)$ V

2. สมการชั่วขณะของแรงดันตกคร่อมตัวเหนี่ยวนำคือข้อใด

- ก. $v_L = V_{Lm} \sin(100t + 30^\circ)$ V ข. $v_L = V_{Lm} \sin(100t + 90^\circ)$ V
- ค. $v_L = V_{Lm} \sin(100t + 120^\circ)$ V ง. $v_L = V_{Lm} \sin(100t + 210^\circ)$ V

จากโจทย์ที่กำหนดให้ จงตอบคำถามข้อ 3-4

วงจร RLC แบบอนุกรม มีสมการเฟสของแรงดัน $V_L = V_L \angle 40^\circ$ V

3. สมการเฟสเซอร์ของกระแสไฟฟ้าคือข้อใด

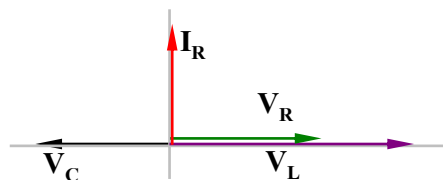
- ก. $I = I \angle 90^\circ$ A ข. $I = I \angle 130^\circ$ A
- ค. $I = I \angle -50^\circ$ A ง. $I = I \angle 0^\circ$ A

4. สมการเฟสเซอร์ของแรงดันตกคร่อมตัวต้านทานคือข้อใด

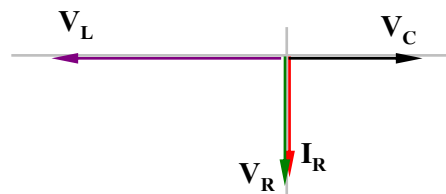
- ก. $V_R = V_R \angle -30^\circ$ V ข. $V_R = V_R \angle -50^\circ$ V
- ค. $V_R = V_R \angle 0^\circ$ V ง. $V_R = V_R \angle 40^\circ$ V

5. ข้อใดเป็นแผนภาพเฟสเซอร์ในวงจร RLC แบบอนุกรม ถ้ากำหนดให้ X_L มากกว่า X_C

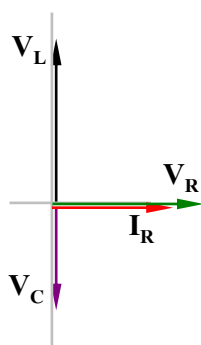
ก.



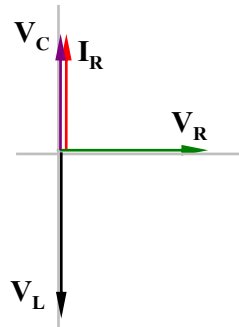
ข.



ค.



ง.

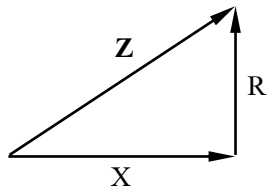


วิชา วงจรไฟฟ้ากระแสสลับ	แบบทดสอบก่อนการเรียน	หน้า 2
รหัส 2104-2003	Protected by PDF Anti-Copy Free RLC ในวงจรแบบอนุกรม	หน่วยที่ 7

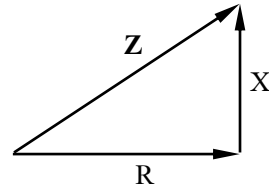
(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

6. ข้อใดเป็นแผนภาพอิมพีแดนซ์ในวงจร RLC แบบอนุกรม ถ้ากำหนดให้ X_L มากกว่า X_C

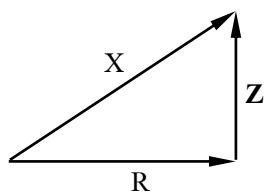
ก.



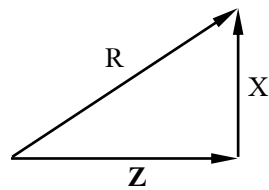
ข.



ค.

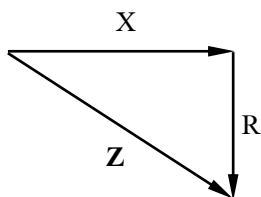


ง.

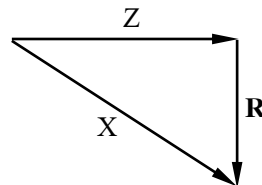


7. ข้อใดเป็นแผนภาพอิมพีแดนซ์ในวงจร RLC แบบอนุกรม ถ้ากำหนดให้ X_C มากกว่า X_L

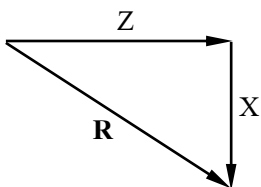
ก.



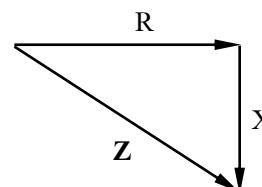
ข.



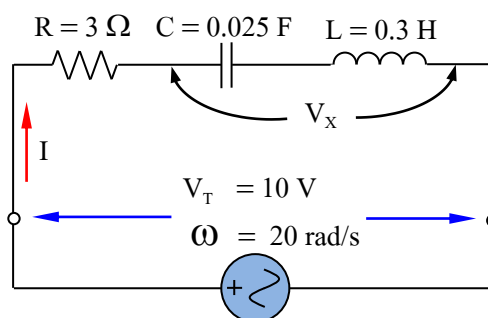
ค.



ง.



จากวงจรที่กำหนดให้ จงตอบคำถามข้อ 8-16



8. รีแอกแตนซ์เชิงตัวเก็บประจุมีค่าเท่าไร

ก. 1Ω

ข. 2Ω

ค. 3Ω

ง. 4Ω

วิชา วงจรไฟฟ้ากระแสสลับ	แบบทดสอบก่อนการเรียน	หน้า 3
รหัส 2104-2003	Protected by PDF Anti-Copy Free RLC ในวงจรแบบอนุกรม	หน่วยที่ 7

(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

9. รีแอกแตนซ์เชิงตัวเหนี่ยวนำมีค่าเท่าไร

ก. 6Ω

ค. 4Ω

ข. 5Ω

ง. 3Ω

10. อิมพีแดนซ์ของวงจรมีค่าเท่าไร

ก. 10Ω

ค. 6Ω

ข. 8Ω

ง. 5Ω

11. กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านวงจรมีค่าเท่าไร

ก. 2.5 A

ค. 1.5 A

ข. 2 A

ง. 1 A

12. แรงดันตกคร่อมตัวต้านทานมีค่าเท่าไร

ก. 8 V

ค. 6 V

ข. 7 V

ง. 5 V

13. แรงดันตกคร่อมตัวเก็บประจุค่าเท่าไร

ก. 6 V

ค. 4 V

ข. 5 V

ง. 3 V

14. แรงดัน V_x มีค่าเท่าไร

ก. 9 V

ค. 7 V

ข. 8 V

ง. 6 V

15. มุมต่างเฟสระหว่างกระแสไฟฟ้ากับแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้ มีค่าเท่าไร

ก. 64.51°

ค. 56.87°

ข. 61.28°

ง. 53.13°

16. ผลของกระแสไฟฟ้ากับแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้เป็นอย่างไร

ก. แรงดันนำหน้ากระแส

ค. กระแสนำหน้าแรงดัน

ข. แรงดันล้าหลังกระแส

ง. กระแสร่วมเฟสกับแรงดัน

วิชา วงจรไฟฟ้ากระแสสลับ	ใบเนื้อหา	หน้า 4
รหัส 2104-2003	Protected by PDF Anti-Copy Free RLC ในวงจรแบบอนุกรม	หน่วยที่ 7

(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

หน่วยที่ 7 ในวงจรแบบอนุกรม



หัวข้อเรื่อง

- 7.1 รูปคลื่น สมการชั่วขณะ สมการเฟสเซอร์ ของวงจร RLC แบบอนุกรม
- 7.2 อิมพีแดนซ์ของวงจร RLC แบบอนุกรม
- 7.3 มุมเฟสของวงจร RLC แบบอนุกรม
- 7.4 การคำนวณหาค่าต่าง ๆ ของวงจร RLC แบบอนุกรม

สมรรถนะย่อย

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

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. อธิบายรูปคลื่น สมการชั่วขณะ สมการเฟสเซอร์ ของวงจร RLC แบบอนุกรมได้
2. อธิบายอิมพีแดนซ์ของวงจร RLC แบบอนุกรมได้
3. อธิบายมุมเฟสของวงจร RLC แบบอนุกรมได้
4. คำนวณหาค่าต่าง ๆ ของวงจร RLC แบบอนุกรมได้

วิชา วงจรไฟฟ้ากระแสสลับ	ใบเนื้อหา	หน้า 5
รหัส 2104-2003	Protected by PDF Anti-Copy Free RLC ในวงจรแบบอนุกรม	หน่วยที่ 7

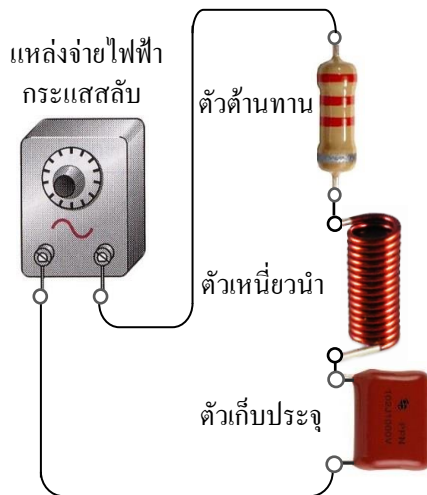
(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

บทนำ

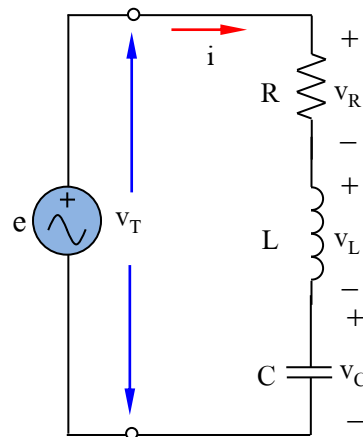
ในวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ จะมีวงจรตัวเก็บประจุ และวงจรตัวเหนี่ยวนำ ทำให้มีวงจร RLC แบบอนุกรม เมื่อจ่ายแรงดันไฟฟ้าสลับให้กับวงจร ทำให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านตัวต้านทาน และตัวเหนี่ยวนำเท่ากัน ทำให้เกิดรูปคลื่น สมการชั่วขณะ สมการเฟสเซอร์ ของวงจร RLC แบบอนุกรม อิมพีแดนซ์ของวงจร RLC แบบอนุกรม มุมเฟสของวงจร RLC แบบอนุกรม เป็นต้น

7.1 รูปคลื่น สมการชั่วขณะ สมการเฟสเซอร์ ของวงจร RLC แบบอนุกรม

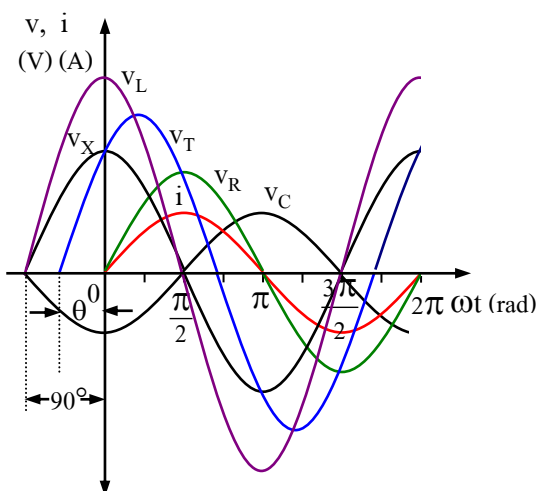
ดังรูปที่ 7.1 (ก) เป็นวงจรการต่อของจริง ส่วนรูปที่ 7.1 (ข) เขียนวงจรอยู่ในรูปแบบของสัญลักษณ์ เมื่อจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับให้กับวงจร ทำให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านตัวต้านทาน ตัวเหนี่ยวนำ และตัวเก็บประจุมีค่าเท่ากัน ผลทำให้เกิดแรงดันตกคร่อมตัวต้านทาน ตัวเหนี่ยวนำและตัวเก็บประจุตามลำดับ



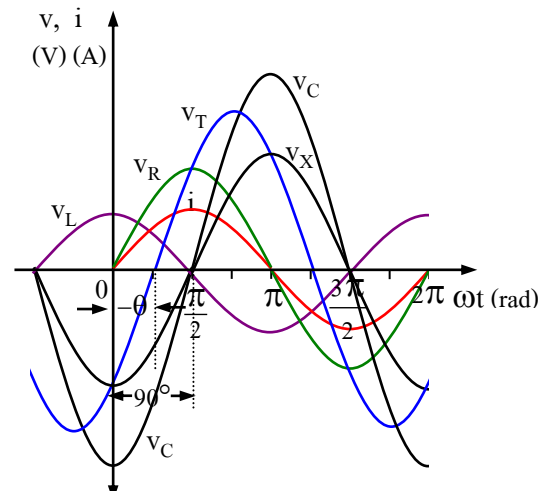
(ก) วงจรการต่อของจริง



(ข) วงจรในรูปแบบของสัญลักษณ์



(ค) รูปคลื่นของแรงดันและกระแสเมื่อ $v_L > v_C$



(ง) รูปคลื่นของแรงดันและกระแสเมื่อ $v_C > v_L$

รูปที่ 7.1 วงจร RLC แบบอนุกรมและรูปคลื่น

วิชา วงจรไฟฟ้ากระแสสลับ	ใบเนื้อหา	หน้า 6
รหัส 2104-2003	Protected by PDF Anti-Copy Free RLC ในวงจรแบบอนุกรม	หน่วยที่ 7

(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

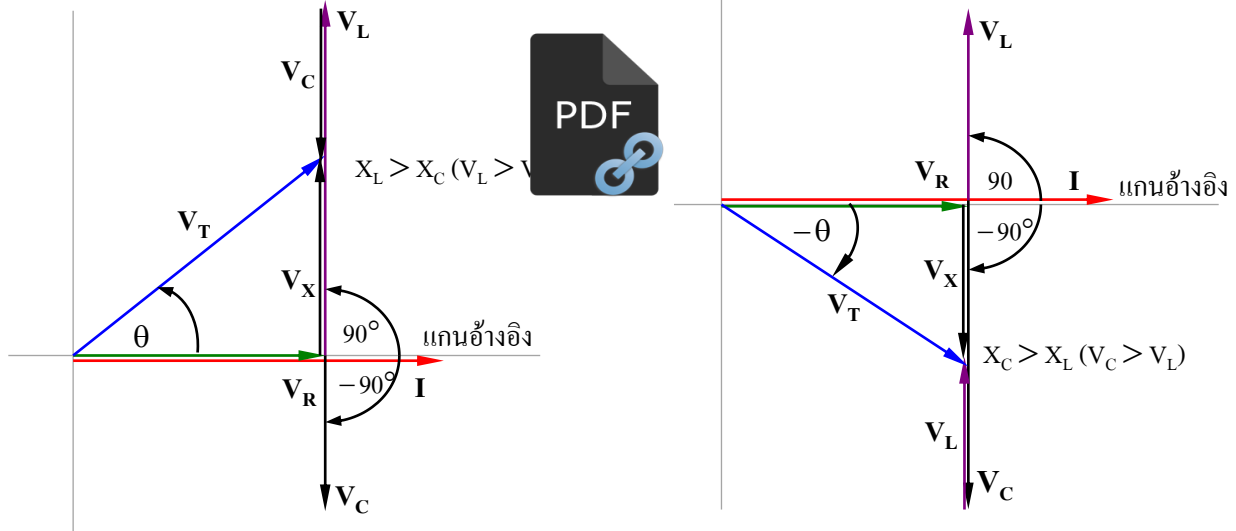
จากรูปที่ 7.1 (ค) แสดงรูปคลื่นของแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า โดยให้กระแสเป็นจุดอ้างอิงในการเขียนรูปคลื่น เมื่อให้ v_L มากกว่า v_C ซึ่งมีแรงดันรวมเฟสกับกระแส i และแรงดัน v_L นำหน้ากระแส i เป็นมุม 90° และมีขนาดมากกว่า v_C (ผลจาก $X_L > X_C$) แรงดัน v_C ถ้าหลังกระแส i เป็นมุม 90° ส่วนแรงดัน v_X ได้จากผลรวมของรูปคลื่น v_L กับ v_C จะเห็นได้ว่ารูปคลื่นแรงดัน v_L กับ v_C ต่างเฟสกัน 180° จึงหักล้างกันโดยแรงดัน v_X รวมเฟสไปกับขนาดของแรงดันที่มากกว่า (v_L หรือ v_C) ในที่นี้รวมเฟสไปกับแรงดัน v_L ส่วนแรงดัน v_T ได้จากผลรวมของแรงดัน v_R กับแรงดัน v_X ที่เวลาใด ๆ โดยแรงดัน v_T นำหน้ากระแส i เป็นมุม θ มุมหนึ่ง และจากรูปที่ 7.1 (ง) แสดงรูปคลื่นของแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าเมื่อให้ $v_C > v_L$ โดยแรงดัน v_X รวมเฟสไปกับขนาดของแรงดัน v_C ส่วนแรงดัน v_T ได้จากผลรวมของแรงดัน v_R กับแรงดัน v_X ที่เวลาใด ๆ โดยแรงดัน v_T ถ้าหลังกระแส i เป็นมุม $-\theta$ มุมหนึ่ง จากรูปที่ 7.1 (ค) และรูปที่ 7.1 (ง) เขียนเป็นสมการชั่วขณะและสมการเฟสเซอร์ได้ดังนี้

สมการชั่วขณะ	สมการเฟสเซอร์
$i = I_m \sin(\omega t + 0^\circ) \text{ A}$	$\mathbf{I} = I \angle 0^\circ$
$v_R = V_{Rm} \sin(\omega t + 0^\circ) \text{ V}$	$\mathbf{V}_R = V_R \angle 0^\circ$
$v_L = V_{Lm} \sin(\omega t + 90^\circ) \text{ V}$	$\mathbf{V}_L = V_L \angle 90^\circ$
$v_X = v_L + v_C$	$\mathbf{V}_X = \mathbf{V}_L + \mathbf{V}_C$
$v_T = v_R + v_X$	$\mathbf{V}_T = \mathbf{V}_R + \mathbf{V}_X$
$v_T = V_{Tm} \sin(\omega t \pm \theta) \text{ V}$	$\mathbf{V}_T = V_T \angle \pm \theta$

จากสมการชั่วขณะของแรงดัน v_T มุม θ เป็นค่าบวกเมื่อแรงดัน v_T นำหน้ากระแส i และมุม θ เป็นค่าลบเมื่อแรงดัน v_T ถ้าหลังกระแส i และในวงจร RLC แบบอนุกรมขนาดของแรงดัน V_L กับ V_C ค่าใดจะมากกว่ากันนั้นขึ้นอยู่กับค่าของ X_L หรือ X_C ว่าค่าใดมีค่ามากกว่ากัน ดังนั้นแผนภาพเฟสเซอร์จึงเขียนได้ 2 สถานะ คือ $X_L > X_C$ และ $X_C > X_L$ ดังรูปที่ 7.2

วิชา วงจรไฟฟ้ากระแสสลับ	ใบเนื้อหา	หน้า 7
รหัส 2104-2003	Protected by PDF Anti-Copy Free RLC ในวงจรแบบอนุกรม	หน่วยที่ 7

(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)



(ก) $X_L > X_C$ แรงดัน V_T นำหน้ากระแส I

(ข) $X_C > X_L$ แรงดัน V_T ถ้าหลังกระแส I

รูปที่ 7.2 แผนภาพเฟสเซอร์ทั้ง 2 สภาวะ

จากรูปที่ 7.2 (ก) ให้เฟสเซอร์ของกระแส I เขียนทับแกนอ้างอิง (ทิศทางมุม 0°) โดยมีเฟสเซอร์ของแรงดัน V_R ร่วมเฟสกับกระแส I และเฟสเซอร์ของแรงดัน V_L มีทิศทางชี้ขึ้นในแกนตั้งทำมุม 90° และเฟสเซอร์ของแรงดัน V_C มีทิศทางชี้ลงทำมุม -90° ส่วนเฟสเซอร์แรงดัน V_X ได้จากเฟสเซอร์แรงดัน V_L หัก ล้างกับเฟสเซอร์แรงดัน V_C โดยเฟสเซอร์แรงดัน V_T ได้จากผลรวมของเฟสเซอร์แรงดัน V_R กับ V_X และเฟสเซอร์แรงดัน V_T นำหน้าเฟสเซอร์กระแส I เป็นมุม θ ส่วนรูปที่ 7.2 (ข) เฟสเซอร์ของแรงดัน V_T ถ้าหลังเฟสเซอร์กระแส I เป็นมุม $-\theta$

7.2 อิมพีแดนซ์ของวงจร RLC แบบอนุกรม

ถ้านำค่าแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้หารด้วยค่าของกระแสไฟฟ้าที่ไหลในวงจร ซึ่งเป็นค่าของอิมพีแดนซ์ ดังนั้นในวงจร RLC แบบอนุกรมก็หาเช่นเดียวกัน นั่นคือ

$$Z = \frac{V_T}{I} \quad \dots(7.1)$$

ในการหาค่าอิมพีแดนซ์ของวงจร RLC แบบอนุกรม สามารถพิจารณาได้ 2 ลักษณะ ดังนี้

วิชา วงจรไฟฟ้ากระแสสลับ	ใบเนื้อหา	หน้า 8
รหัส 2104-2003	Protected by PDF Anti-Copy Free RLC ในวงจรแบบอนุกรม	หน่วยที่ 7

(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

7.2.1 เมื่อ $X_L > X_C$ จากแผนภาพเฟสเซอร์รูปที่ 7.2 (ก)

จากสมการเฟสเซอร์

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

สมการในรูปแบบเชิงขั้ว

$$V_T \angle 0^\circ = V_R \angle 0^\circ + V_L \angle 90^\circ + V_C \angle -90^\circ$$

นำ $I \angle 0^\circ$ หารตลอด

$$\frac{V_T \angle 0^\circ}{I \angle 0^\circ} = \frac{V_R \angle 0^\circ}{I \angle 0^\circ} + \frac{V_L \angle 90^\circ}{I \angle 0^\circ} + \frac{V_C \angle -90^\circ}{I \angle 0^\circ}$$

ดังนั้นจะได้

$$Z \angle \theta = R \angle 0^\circ + X_L \angle 90^\circ + X_C \angle -90^\circ$$

สมการในรูปแบบพิกัดฉาก

$$\begin{aligned} Z &= R + jX_L - jX_C \\ &= R + j(X_L - X_C) \end{aligned}$$

$$Z = R + jX$$

.....(7.2)

โดย $X = X_L - X_C$ เมื่อ $X_L > X_C$

7.2.2 เมื่อ $X_C > X_L$ จากแผนภาพเฟสเซอร์รูปที่ 7.2 (ข)

$$Z = R - j(X_C - X_L)$$

$$Z = R - jX$$

.....(7.3)

โดย $X = X_C - X_L$ เมื่อ $X_C > X_L$

เมื่อ $Z =$ อิมพีแดนซ์ของวงจร (Ω)

$R =$ ค่าความต้านทาน (Ω)

$X_L =$ ค่ารีแอเจนซ์เชิงตัวเหนี่ยวนำ (Ω)

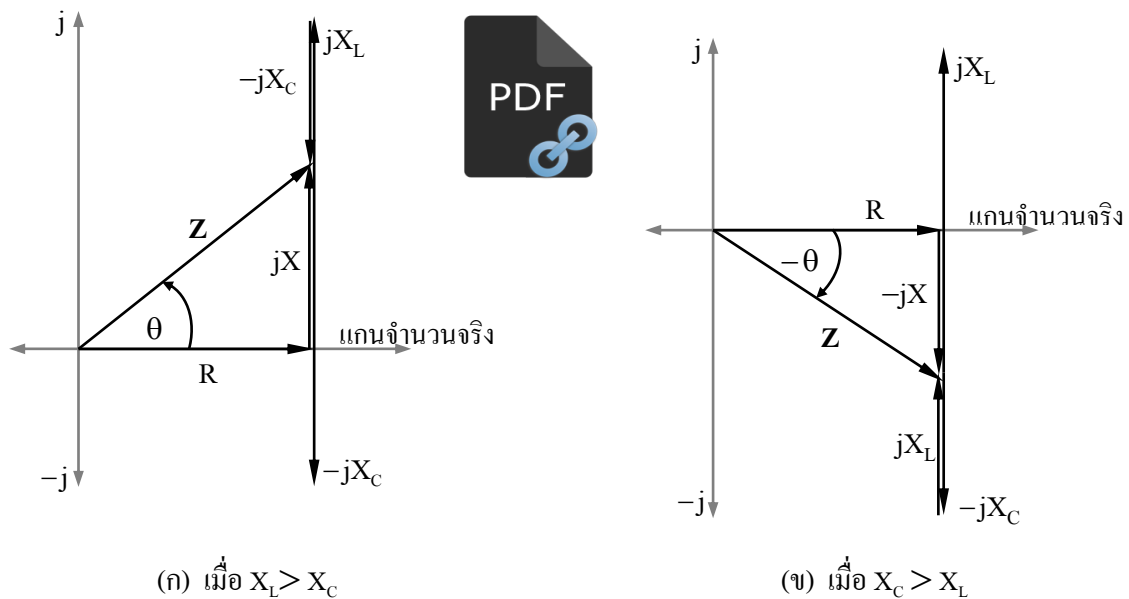
$X_C =$ ค่ารีแอเจนซ์เชิงตัวเก็บประจุ (Ω)

$X =$ ค่ารีแอเจนซ์ (Ω)

จากสมการที่ (7.2) และสมการที่ (7.3) นำไปเขียนเป็นแผนภาพอิมพีแดนซ์ได้ดังรูปที่ 7.3 (ก) และรูปที่ 7.3 (ข) การเขียนแผนภาพอิมพีแดนซ์ให้ค่า R เขียนทับกับแกนจำนวนจริง ส่วนค่า X_L เขียนมีทิศทางชี้ขึ้นในแกน $+j$ และค่า X_C เขียนมีทิศทางชี้ลงในแกน $-j$ ส่วนค่า X ได้จาก $X_L - X_C$ ($X_L > X_C$) โดยค่า Z ได้จากผลรวมของค่า R กับค่า jX โดยทิศทางของ Z เป็นมุม $+\theta$ เมื่อ $X_L > X_C$ และทิศทางของ Z เป็นมุม $-\theta$ เมื่อ $X_C > X_L$ ดังรูปที่ 7.3 (ข)

วิชา วงจรไฟฟ้ากระแสสลับ	ใบเนื้อหา	หน้า 9
รหัส 2104-2003	Protected by PDF Anti-Copy Free RLC ในวงจรแบบอนุกรม	หน่วยที่ 7

(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)



รูปที่ 7.3 แผนภาพอิมพีแดนซ์ทั้ง 2 สถานะ

จากรูปที่ 7.3 (ก) และรูปที่ 7.3 (ข) ยังสามารถหาค่าอิมพีแดนซ์โดยใช้ทฤษฎีของพีทาโกรัส ได้ดังนี้

$$Z^2 = R^2 + X^2$$

$$Z = \sqrt{R^2 + X^2}$$

ดังนั้น

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} \quad \text{.....(7.4)}$$

และ

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_C - X_L)^2} \quad \text{.....(7.5)}$$

7.3 มุมเฟสของวงจร RLC อนุกรม

มุมเฟส หมายถึง มุมต่างเฟสระหว่างแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้กับกระแสไฟฟ้าที่ไหลในวงจร ซึ่งพิจารณาได้ 2 สถานะ ดังนี้

7.3.1 เมื่อ $X_L > X_C$ จากรูปที่ 7.3 (ก) จะได้ว่า

$$\tan \theta = \frac{\text{ด้านตรงข้ามมุม}}{\text{ด้านประชิดมุม}} = \frac{X}{R}$$

$$\theta = \tan^{-1} \left(\frac{X_L - X_C}{R} \right) \quad \text{.....(7.6)}$$

วิชา วงจรไฟฟ้ากระแสสลับ	ใบเนื้อหา	หน้า 10
รหัส 2104-2003	Protected by PDF Anti-Copy Free RLC ในวงจรแบบอนุกรม	หน่วยที่ 7

(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

7.3.2 เมื่อ $X_C > X_L$ จากรูปที่ 7.3 (ข) จะได้ว่า

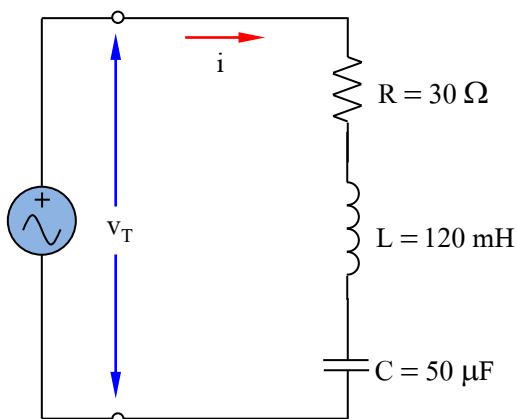
$$\tan \theta = \frac{\text{แรงข้ามมุม}}{\text{ประชิดมุม}} = \frac{X}{R}$$

$$\theta = \tan^{-1} \left(\frac{X_C - X_L}{R} \right) \quad \text{.....(7.7)}$$

เมื่อ θ = มุมต่างเฟสระหว่างแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้กับกระแสไฟฟ้า (deg)

7.4 การคำนวณค่าต่าง ๆ ของวงจร RLC แบบอนุกรม

ตัวอย่างที่ 7.1 วงจรรูปที่ 7.4 ถ้าแรงดันไฟฟ้า $v_T = 30.58 \sin(500t - 20^\circ)$ V จ่ายให้กับวงจรจงคำนวณหา



- อิมพีแดนซ์ของวงจร
- กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านวงจร
- แรงดันตกคร่อมตัวต้านทาน
- แรงดันตกคร่อมตัวเหนี่ยวนำ
- แรงดันตกคร่อมตัวเก็บประจุ
- มุมต่างเฟสระหว่างแรงดัน V_T กับกระแส I
- เขียนเฟสเซอร์ไดอะแกรม

รูปที่ 7.4 วงจรของตัวอย่างที่ 7.1

วิธีทำ

ก. อิมพีแดนซ์ของวงจร

$$X_L = \omega L = 500 \times 120 \times 10^{-3}$$

$$X_L = 60 \, \Omega$$

และ

$$X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{500 \times 50 \times 10^{-6}}$$

$$X_C = 40 \, \Omega$$

$$Z = R + jX_L - jX_C = 30 + j60 - j40$$

$$Z = 30 + j20 = 36.055 / 33.7^\circ \, \Omega$$

อิมพีแดนซ์ของวงจรมีค่าเท่ากับ

$$36.055 / 33.7^\circ \, \Omega \quad \text{ตอบ}$$

วิชา วงจรไฟฟ้ากระแสสลับ	ใบเนื้อหา	หน้า 11
รหัส 2104-2003	Protected by PDF Anti-Copy Free RLC ในวงจรแบบอนุกรม	หน่วยที่ 7

(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

ข. กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านวงจร

$$\begin{aligned}
 I &= \frac{0.707 V_{Tm} \angle -20^\circ}{36.055 \angle 33.7^\circ} \\
 &= \frac{0.7 \times 30.58 \angle -20^\circ}{36.055 \angle 33.7^\circ} \\
 &= \frac{21.63 \angle -20^\circ}{36.055 \angle 33.7^\circ} \\
 I &= 0.6 \angle -53.7^\circ \text{ A}
 \end{aligned}$$

กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านวงจรมีค่าเท่ากับ $0.6 \angle -53.7^\circ \text{ A}$ **ตอบ**

ค. แรงดันตกคร่อมตัวต้านทาน

$$\begin{aligned}
 V_R &= IR \\
 &= 0.6 \angle -53.7^\circ \times 30 \angle 0^\circ \\
 V_R &= 18 \angle -53.7^\circ \text{ V}
 \end{aligned}$$

แรงดันตกคร่อมตัวต้านทานมีค่าเท่ากับ $18 \angle -53.7^\circ \text{ V}$ **ตอบ**

ง. แรงดันตกคร่อมตัวเหนี่ยวนำ

$$\begin{aligned}
 V_L &= I(jX_L) \\
 &= 0.6 \angle -53.7^\circ \times 60 \angle 90^\circ \\
 V_L &= 36 \angle 36.3^\circ \text{ V}
 \end{aligned}$$

แรงดันตกคร่อมตัวเหนี่ยวนำมีค่าเท่ากับ $36 \angle 36.3^\circ \text{ V}$ **ตอบ**

จ. แรงดันตกคร่อมตัวเก็บประจุ

$$\begin{aligned}
 V_C &= I(-jX_C) \\
 &= 0.6 \angle -53.7^\circ \times 40 \angle -90^\circ \\
 V_C &= 24 \angle -143.7^\circ \text{ V}
 \end{aligned}$$

แรงดันตกคร่อมตัวเก็บประจุมีค่าเท่ากับ $24 \angle -143.7^\circ \text{ V}$ **ตอบ**

ฉ. มุมต่างเฟสระหว่างแรงดัน V_T กับกระแส I

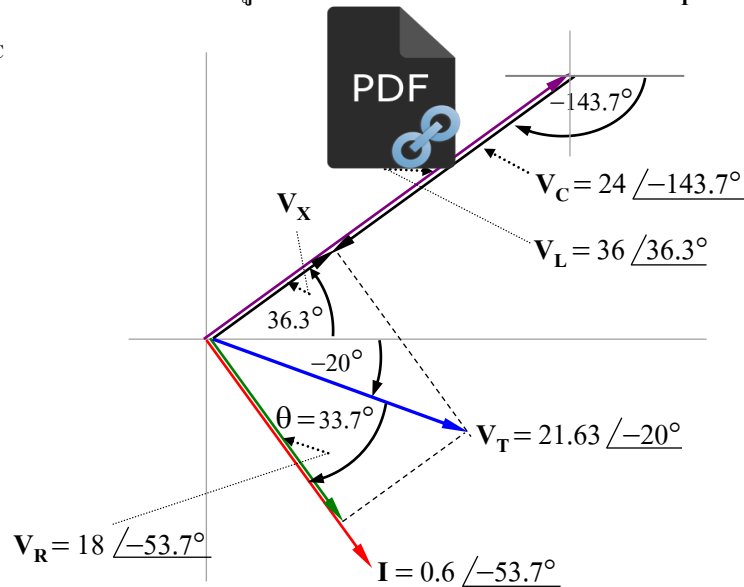
$$\begin{aligned}
 \theta &= \tan^{-1} \left(\frac{X_L - X_C}{R} \right) = \tan^{-1} \left(\frac{60 - 40}{30} \right) \\
 \theta &= 33.7^\circ
 \end{aligned}$$

มุมต่างเฟสระหว่างแรงดัน V_T กับกระแส I มีค่าเท่ากับ 33.7° **ตอบ**

วิชา วงจรไฟฟ้ากระแสสลับ	ใบเนื้อหา	หน้า 12
รหัส 2104-2003	Protected by PDF Anti-Copy Free RLC ในวงจรแบบอนุกรม	หน่วยที่ 7

(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

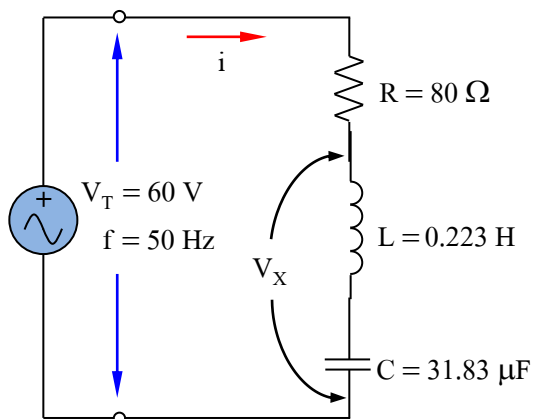
ข. แผนภาพเฟสเซอร์แสดงดังรูปที่ 7.5 โดยกระแส I ถัดหลังแรงดัน V_T เป็นมุม 33.7° ทั้งนี้เพราะว่าผลของ $X_L > X_C$



รูปที่ 7.5 แผนภาพเฟสเซอร์ของตัวอย่างที่ 7.1

ตัวอย่างที่ 7.2

วงจรดังรูปที่ 7.6 จงคำนวณหา



รูปที่ 7.6 วงจรของตัวอย่างที่ 7.2

วิธีทำ

ก. อิมพีแดนซ์ของวงจร

$$X_L = 2\pi fL = 2 \times 3.1416 \times 50 \times 0.223$$

$$X_L = 70 \, \Omega$$

และ

$$X_C = \frac{1}{2\pi fC} = \frac{1}{2 \times 3.1416 \times 50 \times 31.83 \times 10^{-6}}$$

$$X_C = 100 \, \Omega$$

เนื่องจาก $X_C > X_L$ ดังนั้น

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_C - X_L)^2}$$

$$= \sqrt{80^2 + (100 - 70)^2} = \sqrt{7300}$$

ก. อิมพีแดนซ์ของวงจร

ข. กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านวงจร

ค. แรงดันตกคร่อมตัวต้านทาน

ง. แรงดันตกคร่อมตัวเหนี่ยวนำ

จ. แรงดันตกคร่อมตัวเก็บประจุ

ฉ. แรงดัน V_X

ช. มุมต่างเฟสระหว่างแรงดัน V_T กับกระแส I

วิชา วงจรไฟฟ้ากระแสสลับ	ใบเนื้อหา	หน้า 13
รหัส 2104-2003	Protected by PDF Anti-Copy Free RLC ในวงจรแบบอนุกรม	หน่วยที่ 7

(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

$$Z = 85.44 \, \Omega$$

อิมพีแดนซ์ของวงจรมีค่าเท่ากับ

$$85.44 \, \Omega$$

ตอบ

ข. กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านวงจร

$$I = \frac{V}{Z} = \frac{60}{85.44}$$

$$I = 0.702 \, \text{A}$$

กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านวงจรมีค่าเท่ากับ

$$0.702 \, \text{A}$$

ตอบ

ค. แรงดันตกคร่อมตัวต้านทาน

$$V_R = IR = 0.702 \times 80$$

$$V_R = 56.16 \, \text{V}$$

แรงดันตกคร่อมตัวต้านทานมีค่าเท่ากับ

$$56.16 \, \text{V}$$

ตอบ

ง. แรงดันตกคร่อมตัวเหนี่ยวนำ

$$V_L = I X_L = 0.702 \times 70$$

$$V_L = 49.14 \, \text{V}$$

แรงดันตกคร่อมตัวเหนี่ยวนำมีค่าเท่ากับ

$$49.14 \, \text{V}$$

ตอบ

จ. แรงดันตกคร่อมตัวเก็บประจุ

$$V_C = I X_C = 0.702 \times 100 = 70.2 \, \text{V}$$

แรงดันตกคร่อมตัวเก็บประจุมีค่าเท่ากับ

$$70.2 \, \text{V}$$

ตอบ

ฉ. แรงดัน V_X

$$V_X = V_C - V_L = 70.2 - 49.14 = 21.06 \, \text{V}$$

แรงดัน V_X มีค่าเท่ากับ

$$21.06 \, \text{V}$$

ตอบ

ช. มุมต่างเฟสระหว่างแรงดัน V_T กับกระแส I

$$\theta = \tan^{-1} \left(\frac{X_C - X_L}{R} \right) = \tan^{-1} \left(\frac{100 - 70}{80} \right)$$

$$\theta = 20.55^\circ$$

มุมต่างเฟสระหว่างแรงดัน V_T กับกระแส I มีค่าเท่ากับ

$$20.55^\circ$$

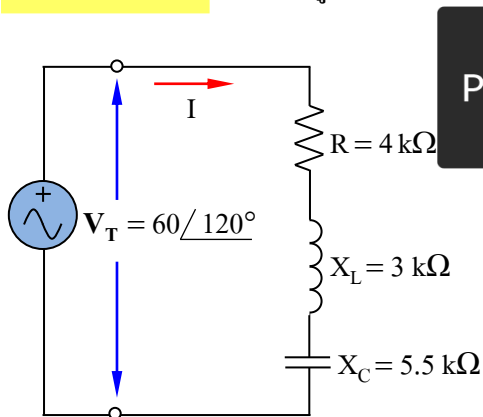
ตอบ

วิชา วงจรไฟฟ้ากระแสสลับ	ใบเนื้อหา	หน้า 14
รหัส 2104-2003	Protected by PDF Anti-Copy Free RLC ในวงจรแบบอนุกรม	หน่วยที่ 7

(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

ตัวอย่างที่ 7.3

วงจรดังรูปที่ 7.7 จงคำนวณหา



ก. อิมพีแดนซ์ของวงจร

ข. กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านวงจร

ค. แรงดันตกคร่อมตัวต้านทาน

ง. แรงดันตกคร่อมตัวเหนี่ยวนำ

จ. แรงดันตกคร่อมตัวเก็บประจุ

ฉ. มุมต่างเฟสระหว่างแรงดัน V_T กับกระแส I

ช. เขียนแผนภาพเฟสเซอร์

รูปที่ 7.7 วงจรของตัวอย่างที่ 7.3

วิธีทำ

ก. อิมพีแดนซ์ของวงจร

$$Z = R + jX_L - jX_C = (4 + j3 - j5.5) \text{ k}\Omega$$

$$Z = 4.717 \angle -32^\circ \text{ k}\Omega$$

อิมพีแดนซ์ของวงจรมีค่าเท่ากับ

$4.717 \angle -32^\circ \text{ k}\Omega$ **ตอบ**

ข. กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านวงจร

$$I = \frac{V_T}{Z} = \frac{60 \angle 120^\circ}{4.717 \times 10^3 \angle -32^\circ}$$

$$I = 12.72 \times 10^{-3} \angle 152^\circ \text{ A}$$

กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านวงจรมีค่าเท่ากับ

$12.72 \angle 152^\circ \text{ mA}$ **ตอบ**

ค. แรงดันตกคร่อมตัวต้านทาน

$$V_R = IR$$

$$= (12.72 \times 10^{-3} \angle 152^\circ) \times (4 \times 10^3 \angle 0^\circ)$$

$$V_R = 50.88 \angle 152^\circ \text{ V}$$

แรงดันตกคร่อมตัวต้านทานมีค่าเท่ากับ

$50.88 \angle 152^\circ \text{ V}$ **ตอบ**

ง. แรงดันตกคร่อมตัวเหนี่ยวนำ

$$V_L = I(jX_L)$$

$$= (12.72 \times 10^{-3} \angle 152^\circ) \times (3 \times 10^3 \angle 90^\circ)$$

$$V_L = 38.16 \angle 242^\circ \text{ V}$$

แรงดันตกคร่อมตัวเหนี่ยวนำมีค่าเท่ากับ

$38.16 \angle 242^\circ \text{ V}$ **ตอบ**

วิชา วงจรไฟฟ้ากระแสสลับ	ใบเนื้อหา	หน้า 15
รหัส 2104-2003	Protected by PDF Anti-Copy Free RLC ในวงจรแบบอนุกรม	หน่วยที่ 7

(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

จ. แรงดันตกคร่อมตัวเก็บประจุ

$$V_C = I \times (-jX_C) = 12.72 \times 10^{-3} \angle 152^\circ \times (5.5 \times 10^3 \angle -90^\circ) = 70 \angle 62^\circ \text{ V}$$

แรงดันตกคร่อมตัวเก็บประจุมีค่าเท่ากับ

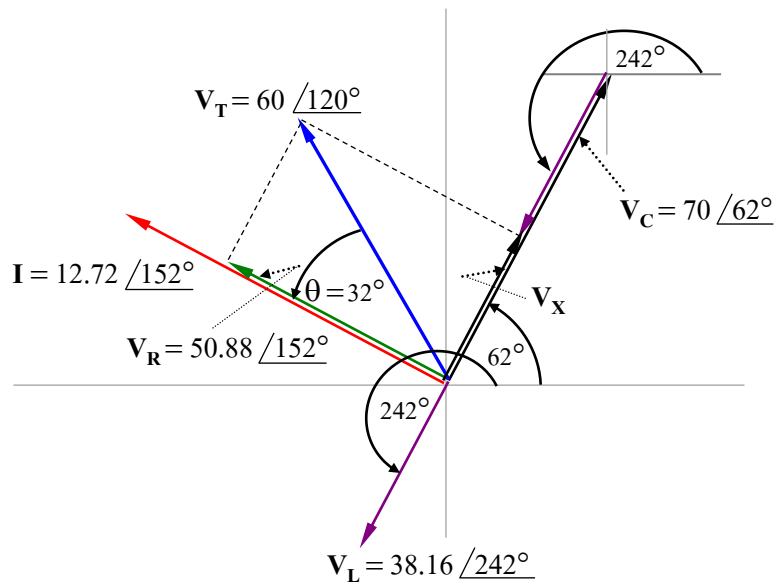
$$70 \angle 62^\circ \text{ V}$$

ตอบ

ฉ. มุมต่างเฟสระหว่างแรงดัน V_T กับกระแส I

$$\begin{aligned} \theta &= \tan^{-1} \left(\frac{X_C - X_L}{R} \right) \\ &= \tan^{-1} \left(\frac{5.5 \text{ k} - 3 \text{ k}}{4 \text{ k}} \right) \\ \theta &= 32^\circ \end{aligned}$$

ช. แผนภาพเฟสเซอร์ดังรูปที่ 7.8 โดยกระแส I นำหน้าแรงดัน V_T เป็นมุม 32°



รูปที่ 7.8 แผนภาพเฟสเซอร์ของตัวอย่างที่ 7.3

สรุป

รูปคลื่น สมการชั่วขณะ สมการเฟสเซอร์ ของวงจร RLC แบบอนุกรม เมื่อจ่ายแรงดันไฟฟ้า กระแสสลับให้กับวงจร ทำให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านตัวต้านทาน ตัวเหนี่ยวนำ และตัวเก็บประจุมีค่าเท่ากัน ผลทำให้เกิดแรงดันตกคร่อมตัวต้านทาน ตัวเหนี่ยวนำและตัวเก็บประจุ อิมพีแดนซ์ของวงจร RLC แบบอนุกรม ถ้านำค่าแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้หารด้วยค่าของกระแสไฟฟ้าที่ไหลในวงจร ซึ่งเป็นค่าของอิมพีแดนซ์ ดังนั้นในวงจร RLC แบบอนุกรม มุมเฟสของวงจร RLC อนุกรม มุมต่างเฟสระหว่างแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้กับกระแสไฟฟ้าที่ไหลในวงจร ซึ่งพิจารณาได้ 2 สภาวะ

วิชา วงจรไฟฟ้ากระแสสลับ	ใบงาน	หน้า 16
รหัส 2104-2003	Protected by PDF Anti-Copy Free RLC ในวงจรแบบอนุกรม	หน่วยที่ 7

(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

จุดประสงค์ทั่วไป

เพื่อให้นักเรียนสามารถวัดค่ากระแสไฟฟ้าและวัดหามุมต่างเฟส ในวงจร RLC แบบอนุกรม



วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. ต่อดวงจร RLC ในวงจรแบบอนุกรมได้อย่างถูกต้อง
2. วัดค่ากระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้าด้วยมัลติมิเตอร์ได้ถูกต้อง
3. วัดหามุมต่างเฟสระหว่างแรงดันไฟฟ้ากับกระแสไฟฟ้าด้วยออสซิลโลสโคปได้ถูกต้อง
4. คำนวณหาค่าต่าง ๆ จากวงจรการทดลองได้

เครื่องมือวัดและอุปกรณ์การทดลอง

- | | | |
|---|---|---------|
| 1. ออสซิลโลสโคปชนิด 2 แฉกพร้อมสายวัด | 1 | เครื่อง |
| 2. ฟังก์ชันเจนเนอเรเตอร์ | 1 | เครื่อง |
| 3. มัลติมิเตอร์แบบดิจิตอลหรือแบบเข็มชี้ | 2 | ตัว |
| 4. ตัวต้านทานค่า 330 Ω | 1 | ตัว |
| 5. ตัวเหนี่ยวนำแบบเลือกค่าได้ 0.3 H และ 1.2 H | 1 | ตัว |
| 6. ตัวเก็บประจุค่า 4.7 μF และ 10 μF อย่างละ | 1 | ตัว |
| 7. ชุดทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสสลับพร้อมสายต่อวงจร 10 เส้น | 1 | ชุด |

คำแนะนำทางปฏิบัติงาน

วงจร RLC แบบอนุกรม เมื่อจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับให้กับวงจร ทำให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านตัวต้านทาน และตัวเหนี่ยวนำเท่ากัน ทำให้เกิดรูปคลื่น สมการชั่วขณะ สมการเฟสเซอร์ ของวงจร RLC แบบอนุกรม อิมพีแดนซ์ของวงจร RLC แบบอนุกรม มุมเฟสของวงจร RLC แบบอนุกรม เป็นต้น

ข้อเสนอแนะและข้อควรระวังก่อนการทดลอง

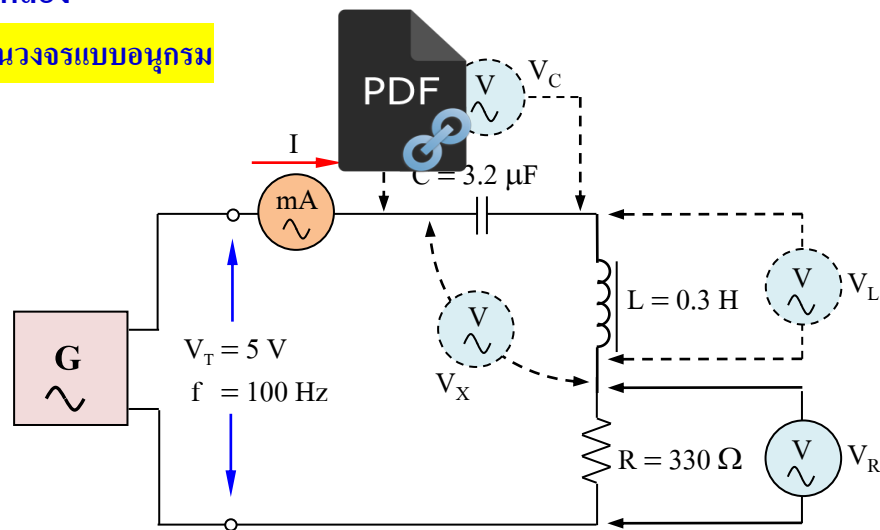
ในขณะที่ต่อวงจรไม่ควรเปิดแหล่งจ่ายไฟฟ้าไว้ เพราะถ้าต่อวงจรผิด จะทำให้อุปกรณ์เสียหายได้ ตรวจสอบการต่อวงจรให้ถูกต้อง ก่อนใช้งานออสซิลโลสโคป ควรศึกษาหน้าที่ของสวิตช์ ปุ่มและขั้วต่อต่าง ๆ ของออสซิลโลสโคป เพื่อให้การใช้งานเป็นไปอย่างถูกต้องและเกิดประสิทธิภาพสูงสุด การปรับปุ่ม

วิชา วงจรไฟฟ้ากระแสสลับ	ใบงาน	หน้า 17
รหัส 2104-2003	Protected by PDF Anti-Copy Free RLC ในวงจรแบบอนุกรม	หน่วยที่ 7

(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

วงจรการทดลอง

RLC ในวงจรแบบอนุกรม



รูปที่ 7.9 การวัดแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าของ RLC ในวงจรแบบอนุกรม

หมายเหตุ ค่า $C = 3.2 \mu\text{F}$ ใช้ค่า $C = 4.7 \mu\text{F}$ และค่า $C = 10 \mu\text{F}$ อย่างละ 1 ตัว มาต่ออนุกรมกัน

ลำดับขั้นการทดลอง

1. ต่อวงจรตามรูปที่ 7.9 พร้อมตรวจสอบความถูกต้อง
2. ที่ฟังก์ชันเจนเนอเรเตอร์ตั้งความถี่ไว้ที่ 100 Hz จากนั้นปรับแรงดันไฟฟ้าให้ได้แรงดันไฟฟ้าที่วัดได้ 5 V เพื่อจ่ายให้กับวงจร
3. จ่ายแรงดันไฟฟ้าให้กับวงจร บันทึกค่าของกระแสไฟฟ้า (I) แรงดันที่ตกคร่อมตัวต้านทาน (V_R) และนำมัลติมิเตอร์วัดแรงดันที่ตกคร่อมตัวเหนี่ยวนำ (V_L) แรงดันที่ตกคร่อมตัวเก็บประจุ (V_C) และแรงดัน V_X (สัญลักษณ์เส้นประ) ลงในตารางที่ 7.1
4. นำค่าที่ได้จากการวัดมาคำนวณหาค่าตามที่กำหนดให้ แล้วนำค่าไปใส่ลงในตารางที่ 7.1 ดังนี้

$$4.1 \text{ อิมพีแดนซ์ของวงจร จากสูตร } Z = \frac{V_T}{I}$$

$$4.2 \text{ รีแอกแตนซ์เชิงตัวเหนี่ยวนำ จากสูตร } X_L = \frac{V_L}{I}$$

$$4.3 \text{ รีแอกแตนซ์เชิงตัวเก็บประจุ จากสูตร } X_C = \frac{V_C}{I}$$

$$4.4 \text{ มุมต่างเฟสระหว่างแรงดันไฟฟ้ากับกระแสไฟฟ้า จากสูตร } \theta = \tan^{-1} \frac{V_X}{V_R}$$

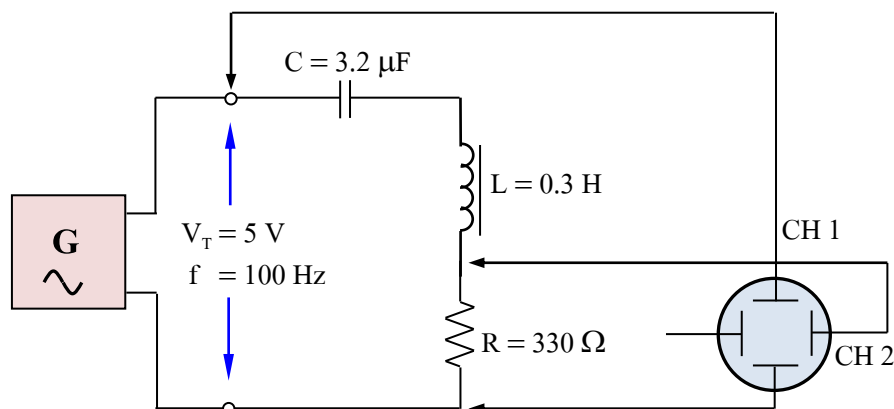
วิชา วงจรไฟฟ้ากระแสสลับ	ใบงาน	หน้า 18
รหัส 2104-2003	Protected by PDF Anti-Copy Free RLC ในวงจรแบบอนุกรม	หน่วยที่ 7

(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

ตารางที่ 7.1 ผลการทดลองของลำดับขั้นตอนการทดลองที่ 3-4

ค่าที่ได้จากการวัด					ค่าที่คำนวณจากการวัด				
V_T (V)	I (mA)	V_R (V)	V_L (V)	V_X (V)	Z (Ω)	X_L (Ω)	X_C (Ω)	θ (deg)	
5									

5. ต่อวงจรตามรูปที่ 7.10 พร้อมตรวจสอบความถูกต้อง



รูปที่ 7.10 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 | 2 |
| 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

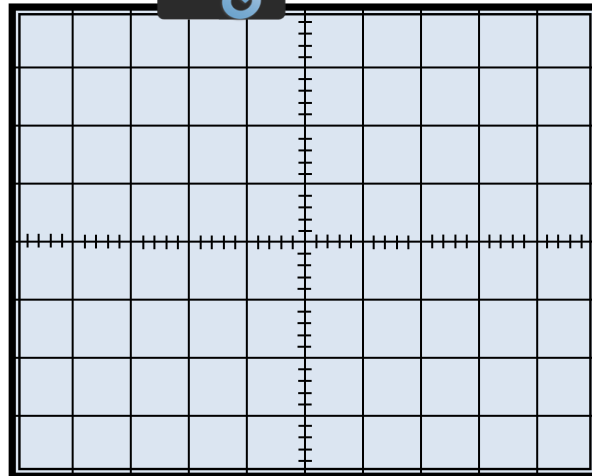
8. ที่ฟังก์ชันเจนเนอเรเตอร์ตั้งความถี่ไว้ที่ 100 Hz จากนั้นปรับแรงดันไฟฟ้าให้ได้แรงดันไฟฟ้าที่วัดได้ 5 V เพื่อจ่ายให้กับวงจร

9. ปรับปุ่ม POSITION (ซ้าย-ขวา) เพื่อเลือกตำแหน่งรูปคลื่นของ CH 1 (V_T) ให้มีมุมเริ่มต้นของแกนตั้งที่ด้านซ้ายของจอยออสซิลโลสโคปโดยที่ตำแหน่งนี้กำหนดให้มุมเริ่มต้นที่ศูนย์องศา ($\theta = 0^\circ$)

วิชา วงจรไฟฟ้ากระแสสลับ	ใบงาน	หน้า 19
รหัส 2104-2003	Protected by PDF Anti-Copy Free RLC ในวงจรแบบอนุกรม	หน่วยที่ 7

(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

10. เขียนรูปคลื่นที่ได้จากจอสซิโลสโคป ลงบนจอจำลองที่กำหนดให้ในรูปที่ 7.11 ที่ได้จาก CH 1 (วัด V_T) และ CH 2 (วัด V_R) อ่านและบันทึกค่า T และค่า t (ระยะรูปคลื่นในครึ่งไซเคิลของ V_R ที่ห่างจากรูปคลื่นของ V_T)



รูปที่ 7.11 จอจำลองของออสซิลโลสโคป

ระยะ T แนวแกนนอนในครึ่งไซเคิลของ V_T =cm

ระยะ t แนวแกนนอนในครึ่งไซเคิลของ V_R =cm

11. ใช้วงจรการทดลองรูปที่ 7.9 แต่เปลี่ยนค่าความเหนี่ยวนำจากค่า 0.3 H เป็นค่า 1.2 H จากนั้นทำการทดลองเช่นเดียวกันกับลำดับขั้นการทดลองที่ 3 และ 4 ตามลำดับ บันทึกค่าลงในตารางที่ 7.2

ตารางที่ 7.2 ผลการทดลองของลำดับขั้นการทดลองที่ 11

ค่าที่ได้จากการวัด						ค่าที่คำนวณจากการวัด			
V_T (V)	I (mA)	V_R (V)	V_L (V)	V_C (V)	V_X (V)	Z (Ω)	X_L (Ω)	X_C (Ω)	θ (deg)
5									

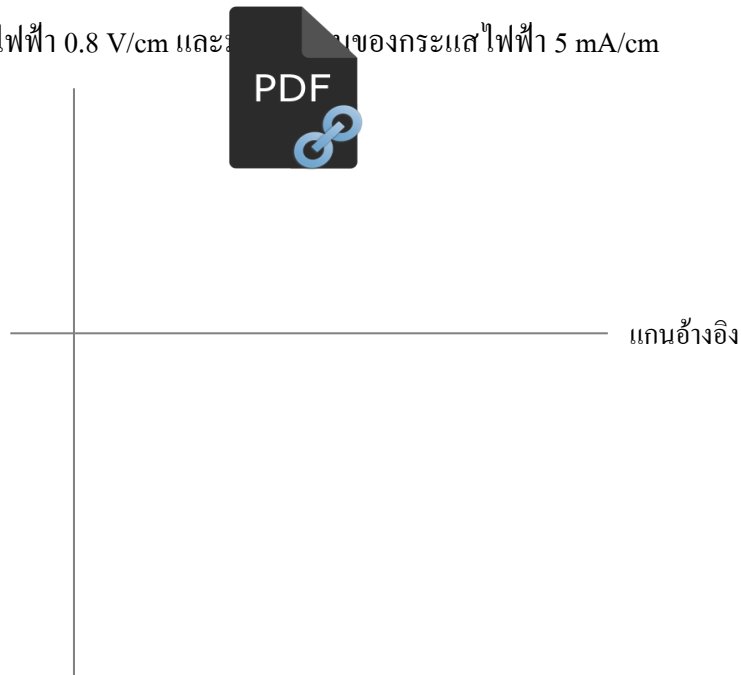
12. ใช้วงจรการทดลองรูปที่ 7.10 แต่เปลี่ยนค่าความเหนี่ยวนำจากค่า 0.3 H เป็นค่า 1.2 H จากนั้นทำการทดลองเช่นเดียวกันกับลำดับขั้นการทดลองที่ 9–10 ตามลำดับ

13. เขียนรูปคลื่นที่ได้จากจอสซิโลสโคป ลงบนจอจำลองที่กำหนดให้ในรูปที่ 7.12 ที่ได้จาก CH 1 (วัด V_T) และ CH 2 (วัด V_R) อ่านและบันทึกค่า T และค่า t (ระยะรูปคลื่นในครึ่งไซเคิลของ V_R ที่ห่างจากรูปคลื่นของ V_T)

วิชา วงจรไฟฟ้ากระแสสลับ	ใบงาน	หน้า 21
รหัส 2104-2003	Protected by PDF Anti-Copy Free RLC ในวงจรแบบอนุกรม	หน่วยที่ 7

(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

2. นำค่าที่ได้จากตารางที่ 7.1 มาเขียนเป็นแผนภาพเฟสเซอร์ โดยให้กระแสไฟฟ้าเป็นแกนอ้างอิง โดยใช้มาตราส่วนแรงดันไฟฟ้า 0.8 V/cm และขนาดของกระแสไฟฟ้า 5 mA/cm



3. จากลำดับขั้นตอนการทดลองข้อ 10 และรูปที่ 7.11 จงคำนวณหามุมต่างเฟสระหว่างแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้กับกระแสไฟฟ้า โดยใช้สูตร $\theta = 180^\circ \times \frac{t}{T}$

วิธีทำ

.....

.....

.....

4. รูปคลื่นที่ได้จากออสซิลโลสโคปรูปที่ 7.11 ผลของกระแสไฟฟ้ามีเฟสเป็นอย่างไรกับแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้ ให้ทำเครื่องหมาย ✓ ที่กรอบสี่เหลี่ยม

☐ ร่วมเฟส ☐ นำหน้า ☐ ล้าหลัง

5. จากตารางที่ 7.1 ค่าของ X_L และค่าของ X_C ผลของค่าทั้งสองเป็นอย่างไร ให้ทำเครื่องหมาย ✓ หน้ากรอบสี่เหลี่ยม

☐ $X_L = X_C$ ☐ $X_L < X_C$ ☐ $X_L > X_C$

วิชา วงจรไฟฟ้ากระแสสลับ	ใบงาน	หน้า 23
รหัส 2104-2003	Protected by PDF Anti-Copy Free RLC ในวงจรแบบอนุกรม	หน่วยที่ 7

(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

8. จากลำดับขั้นตอนการทดลองข้อ 13 และรูปที่ 7.12 จงคำนวณหามุมต่างเฟสระหว่างแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้กับกระแสไฟฟ้า โดยใช้สูตร $\theta = 1$

วิธีทำ



9. รูปคลื่นที่ได้จากออสซิลโลสโคปรูปที่ 7.12 ผลของกระแสไฟฟ้ามีเฟสเป็นอย่างไรกับแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้ ให้ทำเครื่องหมาย ✓ ที่กรอบสี่เหลี่ยม

☐ ร่วมเฟส ☐ นำหน้า ☐ ล้าหลัง

10. จากตารางที่ 7.2 ค่าของ X_L และค่าของ X_C ผลของค่าทั้งสองเป็นอย่างไร ให้ทำเครื่องหมาย ✓ หน้ากรอบสี่เหลี่ยม

☐ $X_L = X_C$ ☐ $X_L < X_C$ ☐ $X_L > X_C$

11. ผลของ X_L มากกว่า X_C ผลของกระแสไฟฟ้ามีเฟสเป็นอย่างไรกับแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้ ให้ทำเครื่องหมาย ✓ ที่กรอบสี่เหลี่ยม

☐ ร่วมเฟส ☐ นำหน้า ☐ ล้าหลัง

12. ผลของ X_C มากกว่า X_L ผลของกระแสไฟฟ้ามีเฟสเป็นอย่างไรกับแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้ ให้ทำเครื่องหมาย ✓ ที่กรอบสี่เหลี่ยม

☐ ร่วมเฟส ☐ นำหน้า ☐ ล้าหลัง

วิชา วงจรไฟฟ้ากระแสสลับ	ใบงาน	หน้า 24
รหัส 2104-2003	Protected by PDF Anti-Copy Free RLC ในวงจรแบบอนุกรม	หน่วยที่ 7

(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

แบบประเมินผลปฏิบัติงานการทดลอง

ที่	รายการประเมิน	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้	หมายเหตุ
1	การต่อวงจรถูกต้อง (7 คะแนน) 1.1 ต่ออุปกรณ์การทดลอง 3 1.2 วัดและอ่านค่าแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้าด้วยมัลติมิเตอร์ 2 1.3 วัดและอ่านค่าแรงดันไฟฟ้า มุมต่างเฟสระหว่างแรงดันกับกระแสด้วยออสซิลโลสโคป 2			
2	ผลของการทดลอง (4 คะแนน) 2.1 ค่าต่าง ๆ ที่บันทึกลงในทุกตารางมีค่าถูกต้อง 2 2.2 รูปคลื่นที่ได้จากจอจำลองของออสซิลโลสโคปมีความถูกต้องและเป็นรูปคลื่นไซน์ 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 ไชยชมพู่)

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

วิชา วงจรไฟฟ้ากระแสสลับ	ใบงาน	หน้า 25
รหัส 2104-2003	Protected by PDF Anti-Copy Free RLC ในวงจรแบบอนุกรม	หน่วยที่ 7

(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.)

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