

แบบทดสอบก่อนเรียน

หน่วยที่ 4 วงจรอนุกรมตัวต้านทานกับขดลวดเหนี่ยวนำ

คำชี้แจง

- จงทำเครื่องหมายกากบาท (X) เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว
 - แบบทดสอบมีจำนวน 10 ข้อ ใช้เวลาทำแบบทดสอบ 10 นาที
- จากคุณสมบัติของวงจรอนุกรมตัวต้านทานกับขดลวดเหนี่ยวนำ แรงดันที่ตกคร่อมขดลวดเหนี่ยวนำ (V_L) จะทำมุมเท่ากับแรงดันที่ตกคร่อมตัวต้านทาน (V_R)
 - V_L จะนำหน้า V_R เป็นมุม 90°
 - V_L จะล่าหลัง V_R เป็นมุม 90°
 - V_L จะนำหน้า V_R เป็นมุม θ
 - V_L จะล่าหลัง V_R เป็นมุม θ
 - จากคุณสมบัติของวงจรอนุกรมตัวต้านทานไฟฟ้ากับขดลวดเหนี่ยวนำ กระแสที่ไหลในวงจรทำมุมเท่ากับแรงดันที่ตกคร่อมขดลวดเหนี่ยวนำ
 - I จะนำหน้า V_L เป็นมุม 90°
 - I จะล่าหลัง V_L เป็นมุม 90°
 - I จะนำหน้า V_L เป็นมุม θ
 - I จะล่าหลัง V_L เป็นมุม θ
 - วงจรอนุกรมตัวต้านทานไฟฟ้ากับขดลวดเหนี่ยวนำ มีค่าแรงดันตกคร่อมขดลวดเหนี่ยวนำไฟฟ้า 60 V มีค่าแรงดันตกคร่อมตัวต้านทาน 80 V จะมีค่าแรงดันตกคร่อมรวมในวงจรเท่าไร
 - 90 V
 - 50 V
 - 240 V
 - 100 V

4. วงจรอนุกรมตัวต้านทานไฟฟ้าค่า 50Ω กับขดลวดเหนี่ยวนำ อินдукทีฟรีแอกแตนซ์ 20Ω จะมีค่าอิมพีแดนซ์ในรูปของจำนวนเชิงซ้อนรูปเชิงขั้ว (Polar Form) เท่าไร

- ก. $30 \angle 90^\circ \Omega$
- ข. $53.85 \angle 21.80^\circ \Omega$
- ค. $20 + j10 \Omega$
- ง. $10 + j20 \Omega$

5. วงจรอนุกรมตัวต้านทานไฟฟ้ากับขดลวดเหนี่ยวนำมีค่าความต้านทาน 40Ω มีค่าอินдукทีฟรีแอกแตนซ์ 30Ω ต่อกับแหล่งจ่ายแรงดันขนาด 100 V จะมีค่าอิมพีแดนซ์เท่าใด

- ก. 70Ω
- ข. 50Ω
- ค. 40Ω
- ง. 20Ω

6. วงจรอนุกรมตัวต้านทานไฟฟ้ากับขดลวดเหนี่ยวนำมีค่าความต้านทาน 40Ω มีค่าอินдукทีฟรีแอกแตนซ์ 30Ω ต่อกับแหล่งจ่ายแรงดันขนาด 120 V จะมีค่ากระแสภายในวงจรเท่าใด

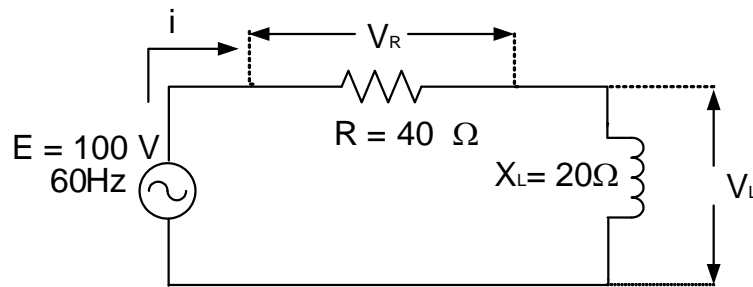
- ก. 2.4 A
- ข. 2.0 A
- ค. 12.5 A
- ง. 160 A

7. วงจรอนุกรมตัวต้านทานไฟฟ้าค่า 25Ω กับขดลวดเหนี่ยวนำ มีค่าอิมพีแดนซ์ของวงจร 50Ω จะมีค่าพาวเวอร์แฟกเตอร์เท่าไร

- ก. 50
- ข. 0.5
- ค. 10
- ง. 600

8. วงจรอนุกรมตัวต้านทานไฟฟ้ากับขดลวดเหนี่ยวนำมีค่าแรงดันแหล่งจ่าย 60 V กระแสที่ไหลในวงจร 5 A และมีค่า พาวเวอร์แฟคเตอร์ 0.5 จะมีค่ากำลังไฟฟ้าเท่าไร

- ก. 75.5 W
- ข. 60 W
- ค. 300 W
- ง. 150 W

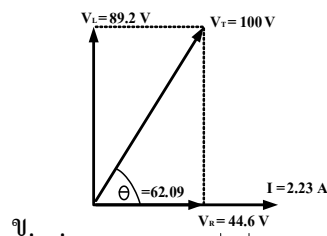
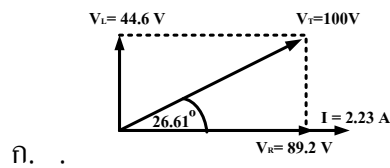


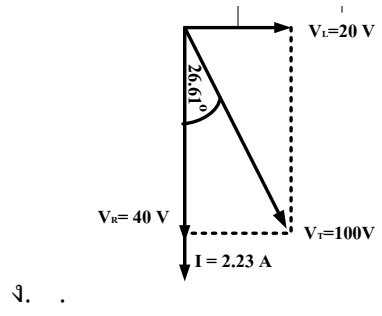
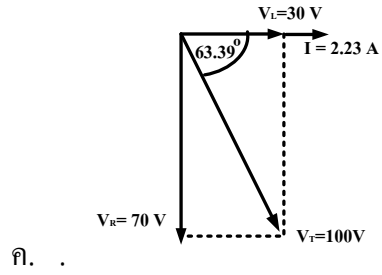
จากรูปนำไปใช้ตอบคำถามในข้อ 9 และข้อ 10

9. จากรูปแรงดันตกคร่อมตัวต้านทาน (V_R) และแรงดันตกคร่อมขดลวดเหนี่ยวนำ (V_L) มีค่าเท่าใด

- ก. $V_R = 70.0 \text{ V}$ $V_L = 30.0 \text{ V}$
- ข. $V_R = 40.0 \text{ V}$ $V_L = 20.0 \text{ V}$
- ค. $V_R = 89.2 \text{ V}$ $V_L = 44.6 \text{ V}$
- ง. $V_R = 44.6 \text{ V}$ $V_L = 89.2 \text{ V}$

10. ค่าที่คำนวณได้ในข้อ 9 สามารถนำมาเขียนเฟสเซอร์ไดอะแกรมได้อย่างไร





กระดาษคำตอบแบบทดสอบก่อนเรียน

คำสั่ง จงทำเครื่องหมายกากบาท (X) เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว ลงในช่องของกระดาษคำตอบ

ชื่อ - สกุล เลขที่ ชั้น

ข้อ	ก	ข	ค	ง
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

สรุปผล

เต็ม	10
ได้	

เกณฑ์การประเมิน

ทำแบบทดสอบได้	9 - 10	คะแนน	ระดับคุณภาพ	ดีมาก
ทำแบบทดสอบได้	7 - 8	คะแนน	ระดับคุณภาพ	ดี
ทำแบบทดสอบได้	5 - 6	คะแนน	ระดับคุณภาพ	พอใช้
ทำแบบทดสอบได้	0 - 4	คะแนน	ระดับคุณภาพ	ปรับปรุง

หน่วยที่

4

วงจรอนุกรมตัวต้านทานกับขดลวดเหนี่ยวนำ

สาระสำคัญ

วงจรที่ประกอบไปด้วยแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ ตัวต้านทาน และขดลวดเหนี่ยวนำ ต่อในลักษณะอนุกรม การพิจารณาค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ในวงจรจะมีความคล้ายคลึงกับวงจรอนุกรมที่ใช้แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง คือ กระแสจะไหลเท่ากันทั้งวงจร และแรงดันตกคร่อมรวมทั้งหมดทางเวกเตอร์ของวงจรจะมีค่าเท่ากับแหล่งจ่าย แต่สิ่งที่แตกต่างกันออกไปคือ วงจรที่ใช้แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับจะต้องพิจารณาค่าพารามิเตอร์เฟสเซอร์ของแรงดันและกระแสที่มีทิศทางแตกต่างกันไป

สาระการเรียนรู้

- 4.1 คุณสมบัติพื้นฐานของวงจรอนุกรมตัวต้านทานกับขดลวดเหนี่ยวนำ
- 4.2 ค่าแรงดันในวงจรอนุกรมตัวต้านทานกับขดลวดเหนี่ยวนำ
- 4.3 อิมพีแดนซ์ในวงจรอนุกรมตัวต้านทานกับขดลวดเหนี่ยวนำ
- 4.4 กระแสไฟฟ้าในวงจรอนุกรมตัวต้านทานกับขดลวดเหนี่ยวนำ
- 4.5 ค่าเพาเวอร์เฟคเตอร์ ในวงจรอนุกรมตัวต้านทานกับขดลวดเหนี่ยวนำ
- 4.6 กำลังไฟฟ้าในวงจรอนุกรมตัวต้านทานกับขดลวดเหนี่ยวนำ
- 4.7 ค่าพารามิเตอร์ในวงจรอนุกรมตัวต้านทานกับขดลวดเหนี่ยวนำ

จุดประสงค์การเรียนรู้

- 4.1 บอกคุณสมบัติพื้นฐานของวงจรอนุกรมตัวต้านทานกับขดลวดเหนี่ยวนำได้ถูกต้อง
- 4.2 คำนวณหาค่าแรงดันตกคร่อมในวงจรอนุกรมตัวต้านทานกับขดลวดเหนี่ยวนำได้ถูกต้อง
- 4.3 คำนวณหาค่าอิมพีแดนซ์ในวงจรอนุกรมตัวต้านทานกับขดลวดเหนี่ยวนำได้ถูกต้อง
- 4.4 คำนวณหาค่ากระแสไฟฟ้าในวงจรอนุกรมตัวต้านทานกับขดลวดเหนี่ยวนำได้ถูกต้อง
- 4.5 คำนวณหาค่าเพาเวอร์เฟคเตอร์ ในวงจรอนุกรมตัวต้านทานกับขดลวดเหนี่ยวนำได้ถูกต้อง
- 4.6 คำนวณหาค่ากำลังไฟฟ้าในวงจรอนุกรมตัวต้านทานกับขดลวดเหนี่ยวนำได้ถูกต้อง
- 4.7 คำนวณค่าพารามิเตอร์ของวงจรอนุกรมตัวต้านทานกับขดลวดเหนี่ยวนำได้ถูกต้อง
- 4.8 เขียนเฟสเซอร์ไดอะแกรมจากค่าพารามิเตอร์ที่คำนวณได้ถูกต้อง

4.1 คุณสมบัติพื้นฐานของวงจรอนุกรมตัวต้านทานกับขดลวดเหนี่ยวนำ

วงจรอนุกรมตัวต้านทานไฟฟ้ากับขดลวดเหนี่ยวนำ เป็นวงจรที่นำเอาตัวต้านทานและขดลวดเหนี่ยวนำมาต่ออนุกรมเข้าด้วยกัน โดยใช้แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับเลี้ยงวงจร ซึ่งจะทำให้กระแสไฟฟ้าไหลเท่ากันทั้งวงจร แต่ค่าแรงดันที่ตกคร่อมอุปกรณ์จะมีค่าต่างกันไป โดยตัวต้านทานจะมีค่าเฟสเซอร์ของแรงดันและกระแสไปในทิศทางเดียวกัน ส่วนตัวขดลวดเหนี่ยวนำจะมีค่าเฟสเซอร์แรงดันนำหน้ากระแสอยู่ 90 องศา

จากวงจรตามรูปที่ 4.1 แสดงให้เห็นวงจรอนุกรมตัวต้านทานไฟฟ้ากับขดลวดเหนี่ยวนำ โดยจะมีค่าตัวแปรต่างๆดังนี้

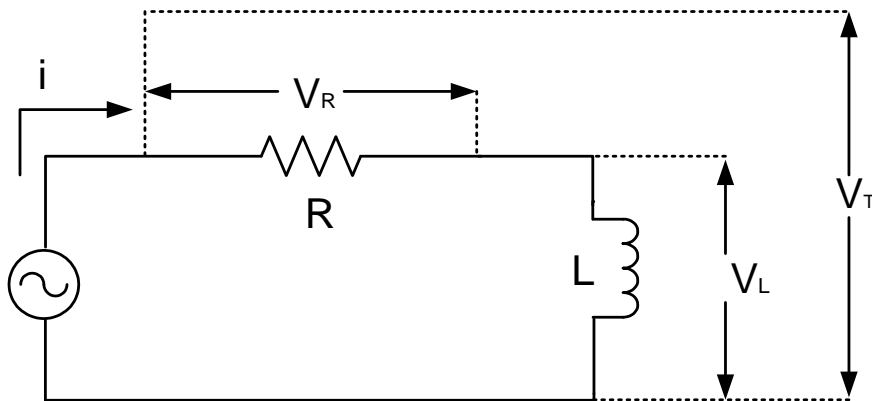
V_R คือ ค่าแรงดันตกคร่อมตัวต้านทาน

V_L คือ ค่าแรงดันตกคร่อมขดลวดเหนี่ยวนำ

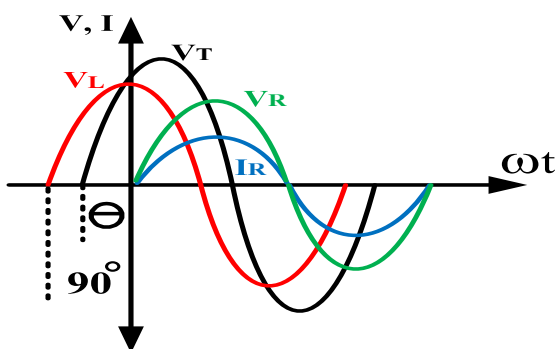
V_T คือ ค่าแรงดันตกคร่อมรวมกันระหว่าง V_R กับ V_L ซึ่งจะมีค่าเท่ากับแหล่งจ่าย

I คือค่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลในวงจร ซึ่งจะมีค่าเท่ากันทั้งวงจร

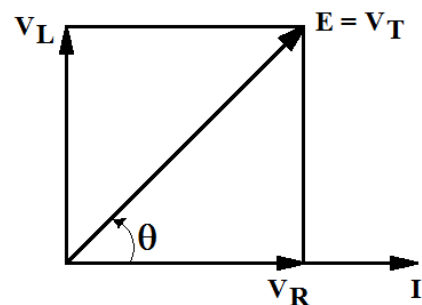
θ คือ ค่าเฟสที่แตกต่างกันระหว่างกระแสและแรงดันไฟฟ้า



(ก) วงจรอนุกรมตัวต้านทานกับขดลวดเหนี่ยวนำ



(ข) รูปคลื่นสัญญาณ



(ค) เฟสเซอร์ไคอะแกรม

รูปที่ 4.1 รูปคลื่นสัญญาณ เฟส และเฟสเซอร์ไคอะแกรมความสัมพันธ์ของกระแสและแรงดันในวงจรอนุกรมตัวต้านทานกับขดลวดเหนี่ยวนำ

4.2 ค่าแรงดันในวงจรอนุกรมตัวต้านทานกับขดลวดเหนี่ยวนำ

วงจรอนุกรมตัวต้านทานกับขดลวดเหนี่ยวนำ เมื่อเราจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับจากแหล่งจ่ายเข้าไปในวงจรจะทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าอยู่ในวงจรเท่ากันทั้งวงจร และทำให้มีค่าแรงดันตกคร่อมอุปกรณ์ดังนี้

$$\text{แรงดันตกคร่อมตัวต้านทาน } V_R = I_R = V_R \angle 0^\circ$$

$$\text{แรงดันตกคร่อมตัวเหนี่ยวนำ } V_L = I_{XL} = V_L \angle 90^\circ$$

(ค่า X_L คือค่าอินดักทีฟรีแอกแตนซ์ สามารถหาได้จากสูตร $X_L = 2\pi FL$)

$$\text{แรงดันรวมในวงจร } V_T = V_R + V_L = V_R \angle 0^\circ + V_L \angle 90^\circ$$

$$\text{เขียนในรูปแบบจำนวนเชิงซ้อนจะได้ } V_T = V_R + jV_L$$

จากรูปเฟสเซอร์ไดอะแกรมจะเห็นว่าเฟสเซอร์ของ V_R V_L และ V_T อยู่ในรูปของสามเหลี่ยมมุมฉากตามทฤษฎีบทพีทาโกรัส จะสามารถเขียนเป็นสมการเพื่อหาด้าน V_T ได้ดังสมการที่ 4-2

สมการที่ 4-1

$$V_T^2 = V_R^2 + V_L^2 \quad (4-1)$$

จากสมการที่ 5-1 หากต้องการหาค่า V_T จะสามารถเขียนได้เป็น

สมการที่ 4-2

$$V_T = \sqrt{V_R^2 + V_L^2} \quad (4-2)$$

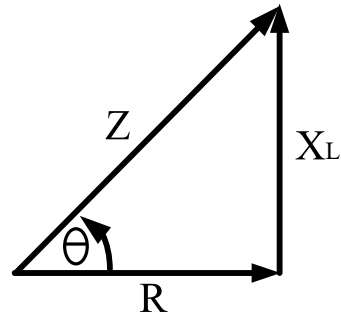
เมื่อ

V_T = ผลรวมของแรงดันที่ตกคร่อมตัวต้านทานกับขดลวดเหนี่ยวนำ มีหน่วยเป็นโวลต์ (V)

V_R = แรงดันที่ตกคร่อมตัวต้านทาน มีหน่วยเป็นโวลต์ (V)

V_L = แรงดันที่ตกคร่อมขดลวดเหนี่ยวนำ มีหน่วยเป็นโวลต์ (V)

4.3 อิมพีแดนซ์ในวงจรอนุกรมตัวต้านทานกับขดลวดเหนี่ยวนำ



รูปที่ 4.2 แสดงความสัมพันธ์ ระหว่างค่า R กับ ค่า X_L และค่าอิมพีแดนซ์ในวงจรอนุกรมตัวต้านทานกับขดลวดเหนี่ยวนำ

รูปที่ 4.2 เป็นการเขียนไดอะแกรมแสดงความสัมพันธ์ ระหว่างค่า R กับ ค่า X_L และค่าอิมพีแดนซ์ในวงจรอนุกรมตัวต้านทานกับขดลวดเหนี่ยวนำ ซึ่งยังเป็นในรูปแบบของสามเหลี่ยมตามรูปแบบของทฤษฎีบทพีทาโกรัส โดยสามารถเขียนสมการหาค่า อิมพีแดนซ์ได้ดัง สมการที่ 4-3

$$Z = \sqrt{R^2 + X_L^2} \quad (4-3)$$

เมื่อ

Z = อิมพีแดนซ์ของวงจร มีหน่วยเป็น โอห์ม (Ω)

R = ค่าความต้านทานของตัวต้านทาน มีหน่วยเป็น โอห์ม (Ω)

X_L = อินดักทีฟรีแอกแตนซ์ มีหน่วยเป็น โอห์ม (Ω)

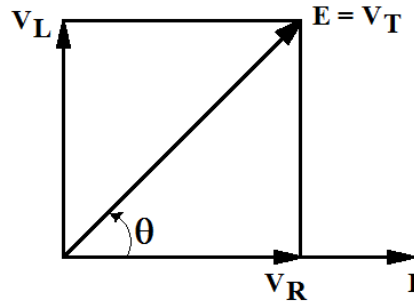
4.4 กระแสไฟฟ้าในวงจรอนุกรมตัวต้านทานกับขดลวดเหนี่ยวนำ

วงจรอนุกรมตัวต้านทานกับขดลวดเหนี่ยวนำ ค่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลอยู่ภายในวงจรจะมีคุณลักษณะเช่นเดียวกับวงจรอนุกรมดังรูปที่ 4.4 โดยค่ากระแสที่ไหลจะมีค่าเท่ากันทั้งวงจรโดยจะมีมุมเท่ากับกับแรงดันที่ตกคร่อมตัวต้านทาน (V_R) แต่จะมีมุมล่าหลังแรงดันตกคร่อมขดลวดเหนี่ยวนำ (V_L) อยู่ 90 องศา โดยสามารถสรุปได้ดังนี้

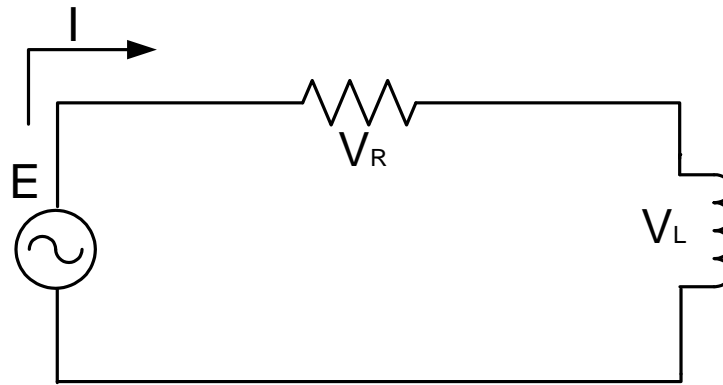
I จะมีมุมเท่ากับ V_R

I จะมีมุมล่าหลัง V_L 90 องศา

โดยเขียนสามารถแสดงความสัมพันธ์ของมุมระหว่างค่ากระแสไฟฟ้า กับค่าแรงดันที่ตกคร่อมตัวต้านทาน (V_R) และค่าแรงดันตกคร่อมขดลวดเหนี่ยวนำ (V_L) ได้ในรูปแบบของเฟสเซอร์ไดอะแกรมดังรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.3 เฟสเซอร์ไดอะแกรมแสดงความสัมพันธ์ของค่าแรงดันและกระแสไฟฟ้า



รูปที่ 4.4 กระแสที่ไหลภายในวงจรอนุกรมตัวต้านทานกับขดลวดเหนี่ยวนำ

โดยเราสามารถหาค่ากระแสที่ไหลอยู่ภายในวงจรอนุกรมตัวต้านทานกับขดลวดเหนี่ยวนำได้จากสูตร ดังสมการที่ 4-4

$$I = \frac{E}{Z} \quad (4-4)$$

เมื่อ

E = แหล่งจ่าย มีหน่วยเป็น โวลต์ (V)

Z = อิมพีแดนซ์ของวงจร มีหน่วยเป็น โอห์ม (Ω)

I = ค่ากระแสไฟฟ้าภายในวงจร มีหน่วยเป็น แอมแปร์ (A)

4.5 ค่าพาวเวอร์แฟคเตอร์ในวงจรอนุกรมตัวต้านทานกับขดลวดเหนี่ยวนำ

ค่าพาวเวอร์แฟคเตอร์ (Power Factor) หรือเรียกโดยย่อว่าค่า PF คือ ตัวประกอบกำลังหรือปัจจัยที่ทำให้กำลังไฟฟ้ามีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นหรือลดลง

ซึ่งจากรูปที่ 4.2 สามารถหา Power Factor (PF) ได้ดังสมการที่ 4-5 และหาค่ามุม θ ที่เป็นมุมระหว่างกระแสกับแรงดันรวมได้ดังสมการที่ 4-6

สมการที่ 4-4

$$\text{Cos}\theta = \frac{R}{Z} \quad (4-5)$$

เมื่อ

$\text{Cos}\theta$ = ค่าพาวเวอร์แฟคเตอร์ (PF)

R = ค่าความต้านทานของตัวต้านทาน มีหน่วยเป็น โอห์ม (Ω)

Z = อิมพีแดนซ์ของวงจร มีหน่วยเป็น โอห์ม (Ω)

สมการที่ 4-5

$$\theta = \text{Cos}^{-1} \frac{R}{Z} \quad (4-6)$$

เมื่อ

θ = มุมต่างเฟสของกระแสกับ V_T มีหน่วยเป็นองศา ($^{\circ}$)

R = ค่าความต้านทานของตัวต้านทาน มีหน่วยเป็น โอห์ม (Ω)

Z = อิมพีแดนซ์ของวงจร มีหน่วยเป็น โอห์ม (Ω)

4.6 กำลังไฟฟ้าในวงจรอนุกรมตัวต้านทานกับขดลวดเหนี่ยวนำ

โดยปกติแล้วค่ากำลังไฟฟ้าในวงจรสามารถหาได้จากค่ากระแสรวมที่ไหลในวงจรคูณกับค่าแรงดันจากแหล่งจ่าย แต่ในวงจรอนุกรมตัวต้านทานกับขดลวดเหนี่ยวนำ จะมีค่าองศาเข้ามาเกี่ยวข้องเพิ่มเติม เราจึงสามารถเขียนสมการหาค่ากำลังไฟฟ้าในวงจรได้ตามสมการที่ 4-7

สมการที่ 4-7

$$P = EI \text{Cos}\theta \quad (4-7)$$

เมื่อ

P = กำลังไฟฟ้า มีหน่วยเป็นวัตต์ (W)

E = แรงดันแหล่งจ่าย มีหน่วยเป็นโวลต์ (V)

I = กระแสที่ไหลในวงจร มีหน่วยเป็นแอมป์ (A)

$\text{Cos}\theta$ = ค่าพาวเวอร์แฟคเตอร์ (PF)

4.7 ค่าพารามิเตอร์ในวงจรอนุกรมตัวต้านทานกับขดลวดเหนี่ยวนำ

การคำนวณค่าตัวแปรต่างๆในวงจรอนุกรมตัวต้านทานกับขดลวดเหนี่ยวนำ ก็ยังใช้ตามคุณสมบัติของวงจรอนุกรมคือกระแสที่ไหลจะมีค่าเท่ากันทั้งวงจร และแรงดันตกคร่อมรวมจะมีค่าเท่ากับแหล่งจ่าย แต่มีรูปแบบพิจารณาอยู่ 2 รูปแบบคือ พิจารณาจากแหล่งจ่ายที่กำหนดมุม กับแหล่งจ่ายที่ไม่มีการกำหนดมุม

4.7.1 แหล่งจ่ายไม่กำหนดมุมจะใช้ ทฤษฎีพีทาโกรัส ในการหาค่าแรงดันรวมมีขั้นตอนดังนี้

4.7.1.1 คำนวณค่าอินดักทีฟรีแอกแตนซ์ ในกรณีที่วงจรให้ค่าความเหนี่ยวนำของขดลวดจากสมการ

$$X_L = 2\pi fL$$

4.7.1.2 คำนวณค่าอิมพีแดนซ์ ของวงจร จากสมการ

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

4.7.1.3 คำนวณค่ากระแสในวงจรจากสมการ

$$I = \frac{E}{Z}$$

4.7.1.4 คำนวณค่าแรงดันตกคร่อม ตัวต้านทานและขดลวดเหนี่ยวนำจากสมการ

$$V_R = I \times R$$

$$V_L = I \times X_L$$

4.7.1.5 คำนวณหาค่าแรงดันรวมซึ่งหาไม่มีข้อผิดพลาดใดเกิดขึ้นจะมีค่าเท่ากับแหล่งจ่ายจากสมการ

$$V_T = \sqrt{V_R^2 + V_L^2}$$

4.7.1.6 คำนวณค่า พาวเวอร์แฟคเตอร์ จากสมการ

$$\cos\theta = \frac{R}{Z}$$

4.7.1.7 คำนวณค่ามุม θ ที่เป็นมุมระหว่างกระแสที่ไหลในวงจรกับแรงดันที่จ่ายให้ในวงจร

$$\theta = \cos^{-1} \frac{R}{Z}$$

4.6.1.8 คำนวณหาค่ากำลังไฟฟ้าของวงจรจากสมการ

$$P = EI \cos\theta$$

4.6.1.9 เขียนเฟสเซอร์ไดอะแกรมของกระแส, แรงดันที่ตกคร่อมตัวต้านทาน, แรงดันที่ตกคร่อมขดลวดเหนี่ยวนำ และแรงดันรวมที่มีค่าเท่ากับแหล่งจ่าย โดยเขียนเฟสเซอร์ของกระแสอยู่ในแนวระนาบ

4.7.2 แหล่งจ่ายกำหนดมุมจะใช้ วิธีคำนวณแบบจำนวนเชิงซ้อนมีขั้นตอนดังนี้

4.7.2.1 คำนวณค่าอินดักทีฟรีแอกแตนซ์ ในกรณีที่วงจรให้ค่าความเหนี่ยวนำของขดลวด จากสมการ

$$X_L = 2\pi f L$$

4.7.2.2 เขียนค่าความต้านทานของตัวต้านทานและค่าอินดักทีฟรีแอกแตนซ์ให้อยู่ในรูปสมการเชิงซ้อน

- รูปแกนมุมฉาก(Rectangular Form) $R + j0$; $0 + j X_L$
- รูปเชิงขั้ว(Polar Form) $R \angle 0^\circ$; $X_L \angle 90^\circ$

4.7.2.3 คำนวณค่าอิมพีแดนซ์ของวงจร โดยใช้หลักการบวกสมการเชิงซ้อน

$$Z = R + X_L$$

4.7.2.4 คำนวณค่ากระแสในวงจรจากสมการ โดยใช้หลักการหารสมการเชิงซ้อน

$$I = \frac{E}{Z}$$

4.7.2.5 คำนวณค่าแรงดันตกคร่อม ตัวต้านทานและตัวเก็บประจุโดยใช้หลักการคูณสมการเชิงซ้อน

$$V_R = I \times R$$

$$V_L = I \times X_L$$

4.7.2.6 คำนวณหาค่าแรงดันรวมซึ่งหาไม่มีข้อผิดพลาดใดเกิดขึ้นจะมีค่าเท่ากับแหล่งจ่าย

$$V_T = I \times Z$$

4.7.2.7 คำนวณค่า พาวเวอร์แฟกเตอร์ จากสมการ

$$\text{Cos}\theta = \frac{R}{Z}$$

4.7.2.8 คำนวณค่ามุม θ ที่เป็นมุมระหว่างกระแสที่ไหลในวงจรกับแรงดันที่จ่ายไว้ในวงจร

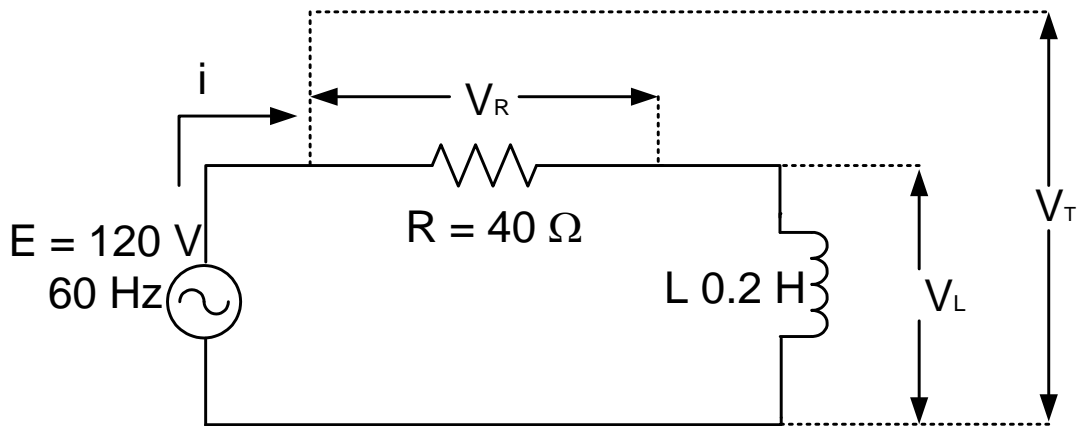
$$\theta = \text{Cos}^{-1} \frac{R}{Z}$$

4.7.2.9 คำนวณหาค่ากำลังไฟฟ้าของวงจรจากสมการ

$$P = EI \text{Cos}\theta$$

4.7.2.10 เขียนเฟสเซอร์ไดอะแกรมของกระแส แรงดันที่ตกคร่อมตัวต้านทาน แรงดันที่ตกคร่อมขดลวดเหนี่ยวนำ และแรงดันรวมที่มีค่าเท่ากับแหล่งจ่าย โดยเขียนเฟสเซอร์ของกระแสอยู่ในแนวระนาบ

ตัวอย่างที่ 4-1 จากรูปที่ 4.5 จงหาค่าดังต่อไปนี้ อิมพีแดนซ์ กระแส แรงดันที่ตกคร่อมตัวต้านทานและขดลวด พร้อมทั้งเขียนเฟสเซอร์ไดอะแกรม



รูปที่ 4.5 วงจรอนุกรมตัวต้านทานกับขดลวดเหนี่ยวนำ

วิธีทำ

หาค่า อินดักทีฟรีแอกแตนซ์ จากสมการ

$$X_L = 2\pi f L$$

เมื่อ

$$f = 60 \text{ Hz}$$

$$L = 0.2 \text{ H}$$

$$\begin{aligned} X_L &= 2\pi \times 60 \times 0.2 \\ &= 75.36 \text{ } \Omega \end{aligned}$$

หาค่า อิมพีแดนซ์ จากสมการ

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

เมื่อ

$$R = 40 \text{ } \Omega$$

$$X_L = 75.36 \text{ } \Omega$$

$$\begin{aligned} Z &= \sqrt{40^2 + 75.36^2} \\ &= 85.31 \text{ } \Omega \end{aligned}$$

หาค่ากระแสในวงจร จากสมการ

$$I = \frac{E}{Z}$$

เมื่อ

$$E = 120 \text{ V}$$

$$Z = 85.31 \text{ } \Omega$$

$$I = \frac{120}{85.31}$$

$$= 1.4 \text{ A}$$

หาค่าแรงดันตกคร่อมตัวต้านทานและขดลวดเหนี่ยวนำ

$$V_R = I \times R = 1.4 \times 40 = 56 \text{ V}$$

$$V_L = I \times X_L = 1.4 \times 75.36 = 105.5 \text{ V}$$

หาค่าแรงดันตกคร่อมตัวต้านทานรวมกับขดลวดเหนี่ยวนำ (V_T) จากสมการ

$$V_T = \sqrt{V_R^2 + V_L^2}$$

เมื่อ

$$V_R = 56 \text{ V}$$

$$V_L = 105.5 \text{ V}$$

$$V_T = \sqrt{56^2 + 105.5^2}$$

$$= 120 \text{ V}$$

หาค่า พาวเวอร์แฟคเตอร์ จากสมการ

$$\text{Cos}\theta = \frac{R}{Z}$$

เมื่อ

$$R = 40 \text{ } \Omega$$

$$Z = 85.31 \text{ } \Omega$$

$$\text{Cos}\theta = \frac{40}{85.31} = 0.468$$

หาค่า มุม θ

$$\theta = \text{Cos}^{-1} \frac{R}{Z} = \text{Cos}^{-1} 0.468 = 62.09^\circ$$

หาค่า กำลังไฟฟ้า จากสมการ

$$P = EI \text{ Cos}\theta$$

เมื่อ

$$E = 120 \text{ V}$$

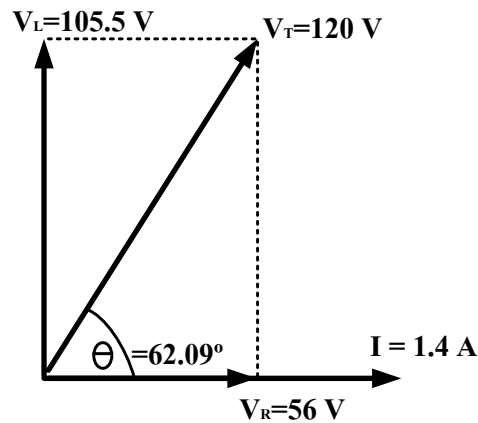
$$I = 1.4 \text{ A}$$

$$\cos\theta = 0.468$$

$$P = 120 \times 1.4 \times 0.468$$

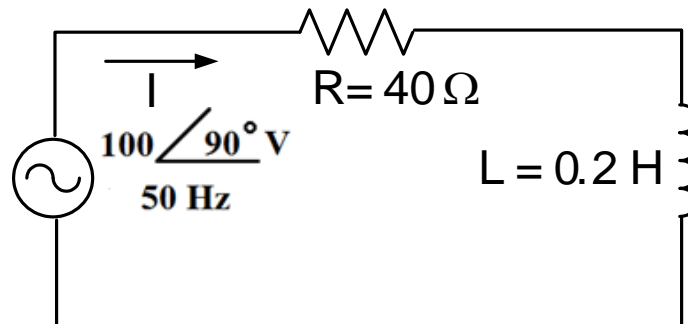
$$= 78.624 \text{ W}$$

เขียนเฟสเซอร์ไดอะแกรม



ตอบ

ตัวอย่างที่ 4-2 จากรูปที่ 4.6 จงหาค่าดังต่อไปนี้ อิมพีแดนซ์ กระแส แรงดันตกคร่อมตัวต้านทานและขดลวด พร้อมทั้งเขียนเฟสเซอร์ไดอะแกรม



รูปที่ 4.6 วงจรอนุกรมตัวต้านทานกับขดลวดเหนี่ยวนำ

วิธีทำ

หาค่า อินดักทีฟรีแอกแตนซ์ จากสมการ

$$X_L = 2\pi f L$$

เมื่อ

$$f = 50 \text{ Hz}$$

$$L = 0.1 \text{ H}$$

$$X_L = 2\pi \times 50 \times 0.2$$

$$= 62.8 \ \Omega$$

เขียนค่าความต้านทานและ ค่าอินดักติฟรีแอกแตนซ์ ในรูปสมการเชิงซ้อน

$$R = 40 \angle 0^\circ = 40 + j0 \ \Omega$$

$$X_L = 62.8 \angle 90^\circ = 0 + j62.8 \ \Omega$$

หาค่า อิมพีแดนซ์ จากสมการ

$$Z = R + X_L$$

เมื่อ

$$R = 40 + j0 \ \Omega$$

$$X_L = 0 + j62.8 \ \Omega$$

$$Z = (40 + j0) + (0 + j62.8)$$

$$= 40 + j62.8 \ \Omega$$

$$= 74.456 \angle 57.50^\circ \ \Omega$$

หาค่า กระแส จากสมการ

$$I = \frac{E}{Z}$$

เมื่อ

$$E = 100 \angle 90^\circ \text{ V}$$

$$Z = 74.456 \angle 57.50^\circ \ \Omega$$

$$I = \frac{100 \angle 90^\circ}{74.456 \angle 57.50^\circ}$$

$$= 1.343 \angle 32.50^\circ \text{ A}$$

หาค่า แรงดันตกคร่อมตัวต้านทาน ขดลวดเหนี่ยวนำและ V_T

$$V_R = I \times R = (1.343 \angle 32.50^\circ) \times (40 \angle 0^\circ) = 53.72 \angle 32.50^\circ \text{ V}$$

$$V_L = I \times X_L = (1.343 \angle 32.50^\circ) \times (62.8 \angle 90^\circ) = 84.34 \angle 122.5^\circ \text{ V}$$

$$V_T = I \times Z = (1.343 \angle 32.50^\circ) \times (74.456 \angle 57.50^\circ) = 100 \angle 90^\circ \text{ V}$$

หาค่า พาวเวอร์แฟคเตอร์ จากสมการ

$$\text{Cos}\theta = \frac{R}{Z}$$

เมื่อ

$$R = 40 \ \Omega$$

$$Z = 74.456 \ \Omega$$

$$\cos\theta = \frac{40}{74.456} = 0.537$$

หาค่า มุม θ

$$\theta = \cos^{-1} \frac{R}{Z} = \cos^{-1} 0.537 = 57.50^\circ$$

หาค่า กำลังไฟฟ้า จากสมการ

$$P = EI \cos\theta$$

เมื่อ

$$E = 100 \text{ V}$$

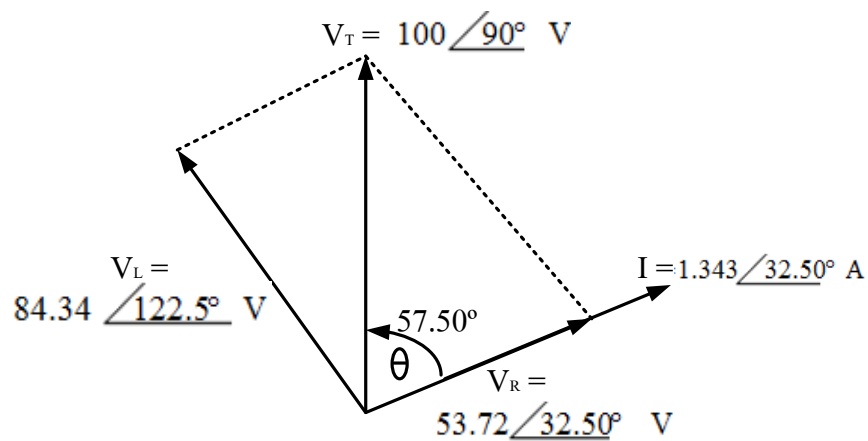
$$I = 1.343 \text{ A}$$

$$\cos\theta = 0.537$$

$$P = 100 \times 1.343 \times 0.537$$

$$= 72.119 \text{ W}$$

เขียนเฟสเซอร์ไดอะแกรม



ตอบ

สรุปสาระสำคัญ

วงจรอนุกรมตัวต้านทานกับขดลวดเหนี่ยวนำนั้น จะมีกระแสไหลในวงจรเพียงค่าเดียว ส่วนค่าแรงดันที่ตกคร่อมทั้งที่ตัวต้านทาน(V_R)และขดลวดเหนี่ยวนำ(V_L) หากนำมารวมกันหรือที่เรียกว่า V_T จะต้องมียุทธศาสตร์เท่ากับแรงดันของแหล่งจ่าย

อิมพีแดนซ์ของวงจรอนุกรมดังกล่าวนี้จะมากหรือน้อยก็ขึ้นอยู่กับค่าความต้านทานของตัวต้านทานและค่าอินดักทีฟรีแอกแตนซ์ โดยที่ตัวแปรที่ทำให้ค่าอินดักทีฟรีแอกแตนซ์เปลี่ยนแปลงได้ก็คือ ค่าความเหนี่ยวนำของขดลวดและความถี่ของแหล่งจ่าย ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่าปัจจัยที่ทำให้เกิดค่า อิมพีแดนซ์ของวงจรคือ ค่าความต้านทานของตัวต้านทาน ค่าความเหนี่ยวนำของขดลวด และความถี่ของแหล่งจ่าย

กระแสในวงจรอนุกรมสามารถหาได้จากนำค่าแรงดันของแหล่งจ่ายหารด้วยค่าอิมพีแดนซ์ของวงจร โดยจะอินเฟสกับ แรงดันที่ตกคร่อมตัวต้านทาน และล้าหลังแรงดันที่ตกคร่อมขดลวดเหนี่ยวนำเป็นมุม 90°

กำลังไฟฟ้าของวงจรอนุกรมตัวต้านทานกับขดลวดเหนี่ยวนำสามารถ หาได้จากผลคูณของแรงดันของแหล่งจ่าย กับกระแสที่ไหลในวงจรและคูณด้วยค่าพาวเวอร์แฟกเตอร์

แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน

คำชี้แจงแบบฝึกหัด มีทั้งหมด 2 ตอน

ตอนที่ 1 เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดและทำเครื่องหมาย X ในกระดาษคำตอบ

- แบบฝึกหัดมี 10 ข้อ ใช้เวลา 10 นาที

1. คุณสมบัติของวงจรอนุกรมตัวต้านทานไฟฟ้ากับขดลวดเหนี่ยวนำข้อใดไม่ถูกต้อง

 - ก. V_L นำหน้า V_R เป็นมุม 90 องศา
 - ข. V_R ล้าหลัง V_L เป็นมุม 90 องศา
 - ค. V_R และ V_L มีเฟสร่วมกัน
 - ง. V_R และ I มีเฟสร่วมกัน
2. วงจรอนุกรมตัวต้านทานไฟฟ้ากับขดลวดเหนี่ยวนำกระแสไฟฟ้าจะอินเฟสกับแรงดันที่ใดในวงจร

 - ก. แรงดันที่ตกคร่อมตัวต้านทาน
 - ข. แรงดันที่ตกคร่อมขดลวดเหนี่ยวนำ
 - ค. แรงดันของแหล่งจ่าย
 - ง. V_T
3. วงจรอนุกรมตัวต้านทานไฟฟ้ากับขดลวดเหนี่ยวนำ มีค่าแรงดันตกคร่อมตัวต้านทาน 15 V แรงดันตกคร่อมขดลวดเหนี่ยวนำ 10 V จะมีค่าแรงดันตกคร่อมรวมในวงจรเท่าใด

 - ก. 18 V
 - ข. 24 V
 - ค. 12 V
 - ง. 6 V
4. วงจรอนุกรมตัวต้านทานไฟฟ้าค่า 40Ω กับขดลวดเหนี่ยวนำอินดักทีฟรีแอกแตนซ์ 20Ω จะมีค่าอิมพีแดนซ์เท่าไร

 - ก. 40Ω
 - ข. 44.72Ω
 - ค. 20Ω
 - ง. 60Ω

5. วงจรอนุกรมตัวต้านทานไฟฟ้าค่า 45Ω กับขดลวดเหนี่ยวนำ อินดักทีฟรีแอกแตนซ์ 20Ω จะมีค่าอิมพีแดนซ์เท่าไร

- ก. $10 + j20 \Omega$
- ข. $25 + j45 \Omega$
- ค. $45 + j20 \Omega$
- ง. $45 + j65 \Omega$

6. วงจรอนุกรมตัวต้านทานไฟฟ้าค่า 20Ω กับขดลวดเหนี่ยวนำ อินดักทีฟรีแอกแตนซ์ 10Ω ต่อกับแหล่งจ่ายแรงดัน 10 V จะมีค่ากระแสเท่าไร

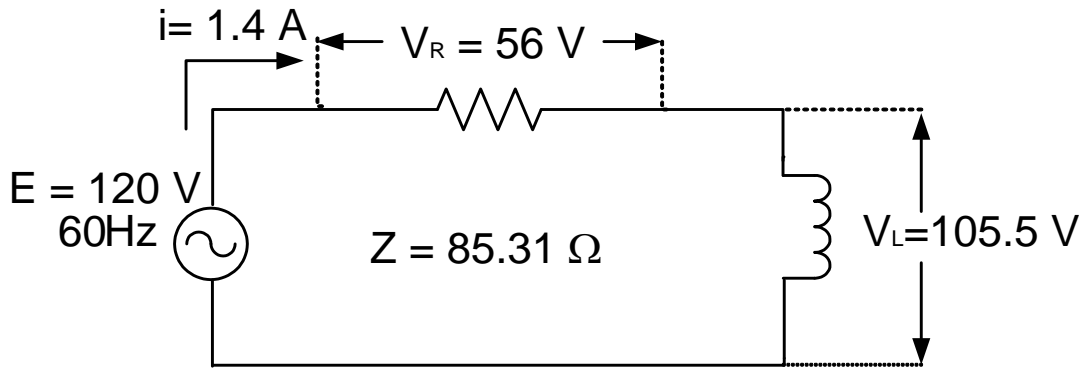
- ก. 0.45 A
- ข. 3.33 A
- ค. 2.24 A
- ง. 3 A

7. วงจรอนุกรมตัวต้านทานไฟฟ้าค่า 40Ω กับขดลวดเหนี่ยวนำ มีค่าอินดักทีฟรีแอกแตนซ์ 10Ω จะมีค่าพาวเวอร์แฟกเตอร์เท่าไร

- ก. 0.45
- ข. 0.50
- ค. 0.75
- ง. 0.97

8. วงจรอนุกรมตัวต้านทานไฟฟ้ากับขดลวดเหนี่ยวนำมีค่าแรงดันแหล่งจ่าย 30 V กระแสที่ไหลในวงจร 2 A และมีค่า พาวเวอร์แฟกเตอร์ 0.7 จะมีค่ากำลังไฟฟ้าเท่าไร

- ก. 60 W
- ข. 15 W
- ค. 42 W
- ง. 21 W

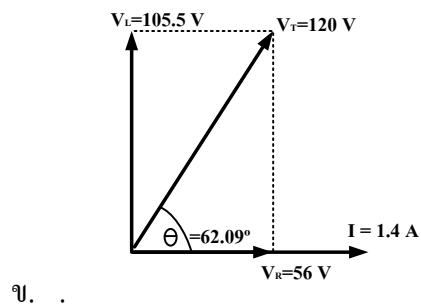
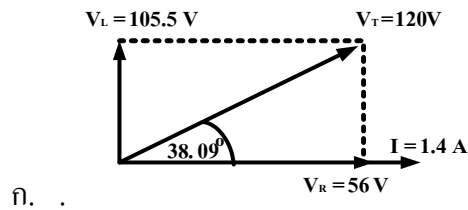


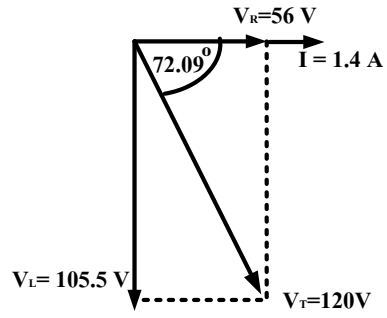
จากรูปนำไปใช้ตอบคำถามในข้อ 9 และข้อ 10

9. จากรูปมุมต่างเฟสของกระแสกับ V_T มีค่าเท่าใด

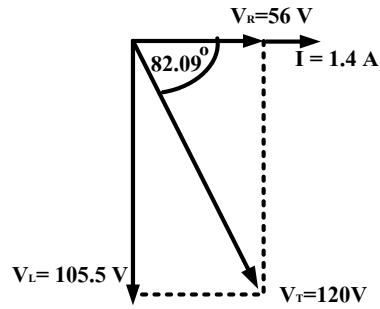
- ก. 38.09°
- ข. 62.09°
- ค. 72.09°
- ง. 82.09°

10. ค่าที่คำนวณได้ในข้อ 9 สามารถนำมาเขียนเฟสเซอร์ไดอะแกรมได้อย่างไร





ก. .

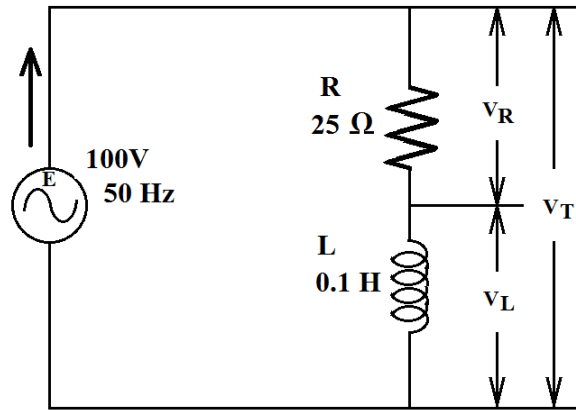


ง. .

ตอนที่ 2 แบบฝึกหัดมี 2 ข้อ เวลา 10 นาที

- แสดงวิธีทำอย่างเป็นลำดับพร้อมทั้ง เขียนเฟสเซอร์ไดอะแกรม

1. จากรูปวงจร จงหาค่าดังต่อไปนี้ อิมพีแดนซ์ กระแส แรงดันที่ตกคร่อมตัวต้านทานและขดลวดเหนี่ยวนำ ค่าพาวเวอร์เฟคเตอร์ ค่ามุม θ ค่ากำลังไฟฟ้า พร้อมทั้งเขียนเฟสเซอร์ไดอะแกรม



2. จากรูปวงจร จงหาค่าดังต่อไปนี้ อิมพีแดนซ์ กระแส แรงดันที่ตกคร่อมตัวต้านทานและขดลวดเหนี่ยวนำ ค่าพาวเวอร์เฟคเตอร์ ค่ามุม θ ค่ากำลังไฟฟ้า พร้อมทั้งเขียนเฟสเซอร์ไดอะแกรม

