

แบบทดสอบก่อนเรียน

หน่วยที่ 5 วงจรอนุกรมตัวต้านทานกับตัวเก็บประจุ

คำชี้แจง

- จงทำเครื่องหมายกากบาท (X) เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว
- แบบทดสอบมีจำนวน 10 ข้อ ใช้เวลาทำแบบทดสอบ 10 นาที

1. จากคุณสมบัติของวงจรอนุกรมตัวต้านทานกับตัวเก็บประจุ แรงดันที่ตกคร่อมตัวเก็บประจุ (V_C) จะทำมุมเท่ากับแรงดันที่ตกคร่อมตัวต้านทาน (V_R)

- V_C จะนำหน้า V_R เป็นมุม 45°
- V_C จะมีมุมเดียวกับ V_R
- V_C จะนำหน้า V_R เป็นมุม 135°
- V_C จะล่าหลัง V_R เป็นมุม 90°

2. จากคุณสมบัติของวงจรอนุกรมตัวต้านทานไฟฟ้ากับตัวเก็บประจุ กระแสที่ไหลในวงจรทำมุมเท่ากับแรงดันที่ตกคร่อมตัวเก็บประจุ

- I จะนำหน้า V_C เป็นมุม 45°
- I จะมีมุมเดียวกับ V_C
- I จะนำหน้า V_C เป็นมุม 90°
- I จะล่าหลัง V_C เป็นมุม 90°

3. วงจรอนุกรมตัวต้านทานไฟฟ้าค่า 40Ω กับตัวเก็บประจุ มีกระแสในวงจร $3 \angle 30^\circ \text{ A}$ คาปาซิทีฟรี-แอกแตนซ์ 40Ω จะค่าแรงดันตกคร่อมตัวเก็บประจุเท่าไร

- $40 \angle 100^\circ \text{ V}$
- $120 \angle -60^\circ \text{ V}$
- $40 \angle 30^\circ \text{ V}$
- $60 \angle 30^\circ \text{ V}$

4. วงจรอนุกรมตัวต้านทานไฟฟ้าค่า 40Ω กับตัวเก็บประจุ คาปาซิทีฟรีแอกแตนซ์ 5Ω จะมีค่าอิมพีแดนซ์เท่าไร

- ก. $30 \angle -90^\circ \Omega$
- ข. $40.31 \angle 7.125^\circ \Omega$
- ค. $20 - j10 \Omega$
- ง. $10 - j20 \Omega$

5. วงจรอนุกรมตัวต้านทานไฟฟ้ากับตัวเก็บประจุมีค่าความต้านทาน 80Ω มีค่าคาปาซิทีฟรีแอกแตนซ์ 20Ω ต่อกับแหล่งจ่ายแรงดันขนาด 100 V จะมีค่าอิมพีแดนซ์เท่าใด

- ก. 40.35Ω
- ข. 20.0Ω
- ค. 82.46Ω
- ง. 44.72Ω

6. วงจรอนุกรมตัวต้านทานไฟฟ้ากับตัวเก็บประจุ มีค่าอิมพีแดนซ์ 40Ω ต่อกับแหล่งจ่ายแรงดัน 100 V จะมีค่ากระแสเท่าไร

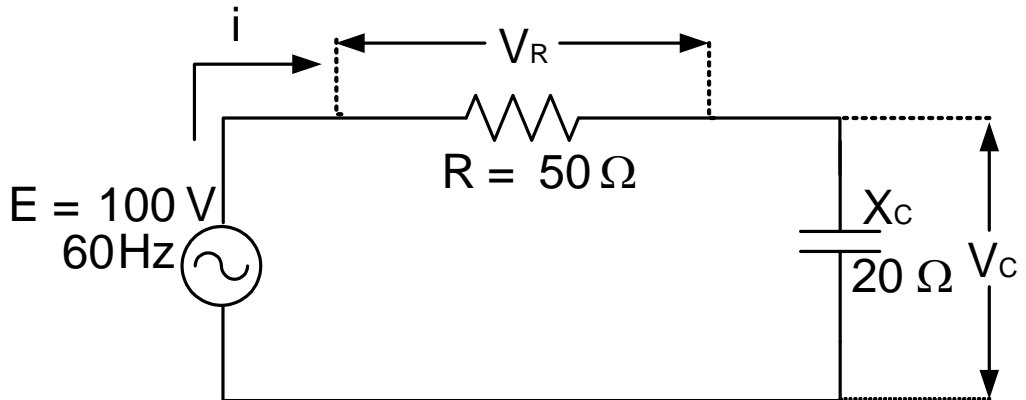
- ก. 5 A
- ข. 2.5 A
- ค. 1600 A
- ง. 100 A

7. วงจรอนุกรมตัวต้านทานไฟฟ้าค่า 40Ω กับตัวเก็บประจุ มีค่า อิมพีแดนซ์ของวงจร 45Ω จะมีค่าพาวเวอร์แฟคเตอร์เท่าไร

- ก. 0.70
- ข. 0.5
- ค. 0.88
- ง. 0.75

8. วงจรอนุกรมตัวต้านทานไฟฟ้ากับตัวเก็บประจุมีค่าแรงดันแหล่งจ่าย 80 V กระแสที่ไหลในวงจร 3 A และมีค่า พาวเวอร์แฟคเตอร์ 0.5 จะมีค่ากำลังไฟฟ้าเท่าไร

- ก. 75 W
- ข. 60 W
- ค. 200 W
- ง. 120 W

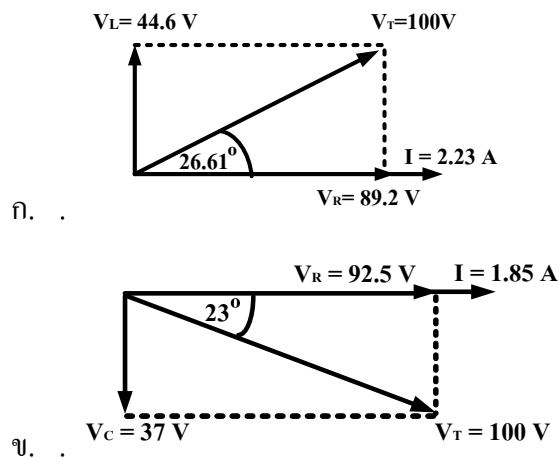


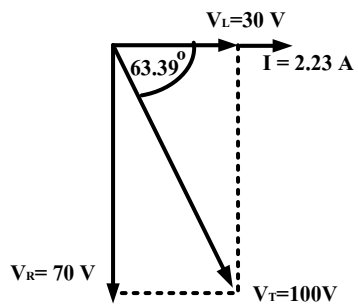
จากรูปนำไปใช้ตอบคำถามในข้อ 9 และข้อ 10

9. จากรูปมุมระหว่างกระแสที่ไหลในวงจรกับแรงดันที่จ่ายให้ในวงจรมีค่าเท่าใด

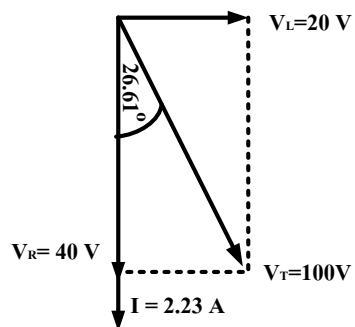
- ก. 26.61°
- ข. 23.0°
- ค. -63.39°
- ง. 63.39°

10. ค่าที่คำนวณได้ในข้อ 9 สามารถนำมาเขียนเฟสเซอร์ไดอะแกรมได้อย่างไร





ก. .



ง. .

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

5

วงจรอนุกรมตัวต้านทานกับตัวเก็บประจุ

สาระสำคัญ

ในวงจรอนุกรมตัวต้านทานกับตัวเก็บประจุที่มีแหล่งจ่ายเป็นไฟฟ้ากระแสสลับ คุณสมบัติของวงจรจะเหมือนกับวงจรอนุกรมต่างๆ ไป กล่าวคือมีกระแสที่ไหลในวงจรเพียงค่าเดียว และแรงดันตกคร่อมรวมทั้งหมดของวงจร มีค่าเท่ากับแหล่งจ่าย ส่วนที่แตกต่างจากวงจรอนุกรมทั่วไปที่มีแหล่งจ่ายเป็นแบบไฟฟ้ากระแสตรงคือ ในการคำนวณหาพารามิเตอร์ต่างๆ ในวงจรจะต้องคำนึงถึงทิศทางเฟสเซอร์ ของกระแสกับแรงดัน ที่ตัวต้านและตัวเก็บประจุ

สาระการเรียนรู้

- 5.1 คุณสมบัติพื้นฐานของวงจรอนุกรมตัวต้านทานกับตัวเก็บประจุ
- 5.2 ค่าแรงดันในวงจรอนุกรมตัวต้านทานกับตัวเก็บประจุ
- 5.3 อิมพีแดนซ์ในวงจรอนุกรมตัวต้านทานกับตัวเก็บประจุ
- 5.4 กระแสไฟฟ้าในวงจรอนุกรมตัวต้านทานกับตัวเก็บประจุ
- 5.5 ค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ (Power Factor) ในวงจรอนุกรมตัวต้านทานกับตัวเก็บประจุ
- 5.6 กำลังไฟฟ้าในวงจรอนุกรมตัวต้านทานกับตัวเก็บประจุ
- 5.7 การคำนวณหาค่าพารามิเตอร์ในวงจรอนุกรมตัวต้านทานกับตัวเก็บประจุ

จุดประสงค์การเรียนรู้

- 5.1 บอกคุณสมบัติพื้นฐานของวงจรอนุกรมตัวต้านทานกับตัวเก็บประจุได้ถูกต้อง
- 5.2 คำนวณหาค่าแรงดันที่ตกคร่อมในวงจรอนุกรมตัวต้านทานกับตัวเก็บประจุได้ถูกต้อง
- 5.3 คำนวณหาค่าอิมพีแดนซ์ในวงจรอนุกรมตัวต้านทานกับตัวเก็บประจุได้ถูกต้อง
- 5.4 คำนวณหาค่ากระแสในวงจรอนุกรมตัวต้านทานกับตัวเก็บประจุได้ถูกต้อง
- 5.5 ค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ (Power Factor) ในวงจรอนุกรมตัวต้านทานกับตัวเก็บประจุ
- 5.6 คำนวณหาค่ากำลังไฟฟ้าในวงจรอนุกรมตัวต้านทานกับตัวเก็บประจุได้ถูกต้อง
- 5.7 คำนวณค่าพารามิเตอร์ของวงจรอนุกรมตัวต้านทานกับตัวเก็บประจุได้ถูกต้อง
- 5.8 เขียนเฟสเซอร์ไดอะแกรมจากค่าพารามิเตอร์ที่คำนวณได้ถูกต้อง

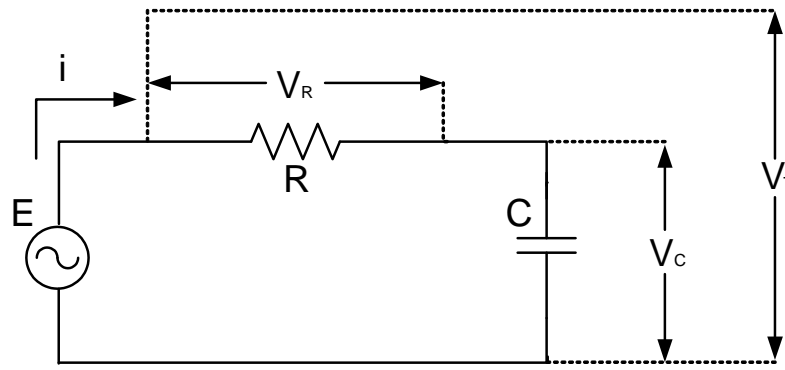
เนื้อหาสาระ

5.1 คุณสมบัติพื้นฐานของวงจรอนุกรมตัวต้านทานกับตัวเก็บประจุ

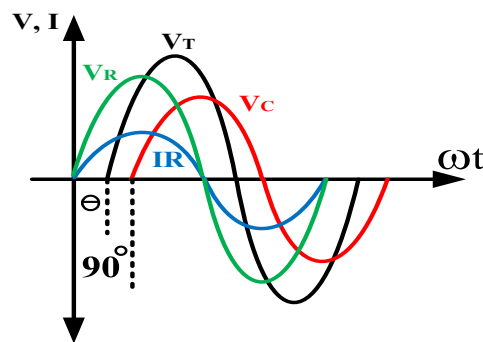
วงจรอนุกรมตัวต้านทานไฟฟ้ากับตัวเก็บประจุ เป็นวงจรที่นำเอาตัวต้านทานและตัวเก็บประจุมาต่ออนุกรมเข้าด้วยกัน โดยใช้แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับเพียงวงจร ซึ่งจะทำให้กระแสไฟฟ้าไหลเท่ากันทั้งวงจร แต่ค่าแรงดันที่ตกคร่อมอุปกรณ์จะมีค่าต่างกันไป โดยตัวต้านทานจะมีค่าเฟสเซอร์ของแรงดันและกระแสไปในทิศทางเดียวกัน ส่วนตัวเก็บประจุจะมีค่าเฟสเซอร์แรงดันล้าหลังกระแสอยู่ 90 องศา

จากวงจรตามรูปที่ 5.1 แสดงให้เห็นวงจรอนุกรมตัวต้านทานไฟฟ้ากับตัวเก็บประจุ โดยจะมีค่าตัวแปรต่างๆดังนี้

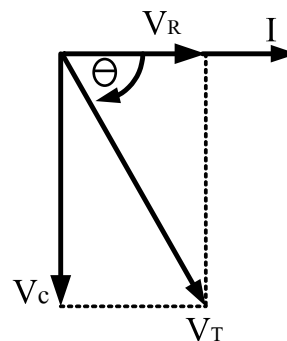
- V_R คือ ค่าแรงดันตกคร่อมตัวต้านทาน
- V_C คือ ค่าแรงดันตกคร่อมตัวเก็บประจุ
- V_T คือ ค่าแรงดันตกคร่อมรวมกันระหว่าง V_R กับ V_C ซึ่งจะมีค่าเท่ากับแหล่งจ่าย
- I คือ ค่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลในวงจร ซึ่งจะมีค่าเท่ากันทั้งวงจร
- θ คือ ค่าเฟสที่แตกต่างกันระหว่างกระแสและแรงดันไฟฟ้า



(ก) วงจรอนุกรมตัวต้านทานกับตัวเก็บประจุ



(ข) รูปคลื่นสัญญาณ



(ค) เฟสเซอร์ไคอะแกรม

รูปที่ 5.1 รูปคลื่นสัญญาณ เฟส และเฟสเซอร์ไคอะแกรมความสัมพันธ์ของกระแสและแรงดันในวงจรอนุกรมตัวต้านทานกับตัวเก็บประจุ

5.2 ค่าแรงดันที่ตกคร่อมในวงจรอนุกรมตัวต้านทานกับตัวเก็บประจุ

วงจรอนุกรมตัวต้านทานไฟฟ้ากับตัวเก็บประจุ เมื่อเราจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับจากแหล่งจ่าย (E) จะทำให้เกิดกระแสที่ไหลในวงจรและแรงดันตกคร่อมอุปกรณ์ดังนี้

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

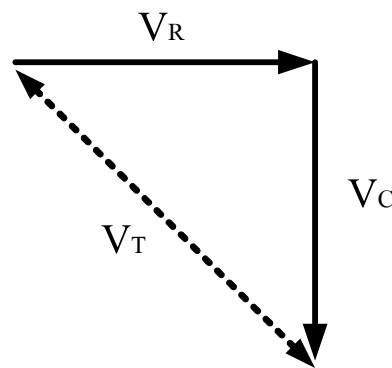
$$\text{แรงดันตกคร่อมตัวเก็บประจุจะล้าหลังกว่า } V_R \text{ จำนวน } 90^\circ \quad V_C = I X_C = V_C \angle -90^\circ$$

$$\text{จากกฎ KVL แรงดันจากแหล่งจ่าย (E) } = V_R + V_C$$

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

$$\mathbf{E} = \mathbf{V}_R + \mathbf{jV}_C$$

ถ้าเราพิจารณาจากรูปเฟสเซอร์ไดอะแกรมค่าความสัมพันธ์ระหว่าง แรงดันตกคร่อมตัวต้านทาน (V_R) แรงดันตกคร่อมตัวเก็บประจุ (V_C) และแรงดันรวม (V_T) ในรูปแบบของสามเหลี่ยมทฤษฎีบทพีทาโกรัส จะสามารถเขียนเป็นสมการเพื่อหาด้าน V_T ได้ดังสมการที่ 5-2



รูปที่ 5.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง V_R V_C และ V_T ตามทฤษฎีบทพีทาโกรัส

สมการที่ 5-1

$$V_T^2 = V_R^2 + V_C^2 \quad (5-1)$$

จากสมการที่ 5-1 หากต้องการหาค่า V_T จะสามารถเขียนได้เป็น

สมการที่ 5-2

$$V_T = \sqrt{V_R^2 + V_C^2} \quad (5-2)$$

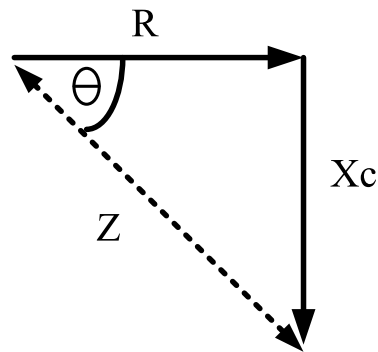
เมื่อ

V_T = ผลรวมของแรงดันที่ตกคร่อมตัวต้านทานกับตัวเก็บประจุ มีหน่วยเป็น โวลต์ (V)

V_R = แรงดันที่ตกคร่อมตัวต้านทาน มีหน่วยเป็น โวลต์ (V)

V_C = แรงดันที่ตกคร่อมตัวเก็บประจุ มีหน่วยเป็น โวลต์ (V)

5.3 การหาค่าอิมพีแดนซ์ในวงจรอนุกรมตัวต้านทานกับตัวเก็บประจุ



รูปที่ 5.3 แสดงความสัมพันธ์ ระหว่างค่า R กับ ค่า X_c และค่าอิมพีแดนซ์ใน
วงจรอนุกรมตัวต้านทานกับตัวเก็บประจุ

รูปที่ 5.3 เป็นการเขียนไดอะแกรมแสดงความสัมพันธ์ ระหว่างค่า R กับ ค่า X_c และค่าอิมพีแดนซ์ในวงจรอนุกรมตัวต้านทานกับตัวเก็บประจุ ซึ่งยังเป็นในรูปแบบของสามเหลี่ยมตามรูปแบบของทฤษฎีบทพีทาโกรัสโดยสามารถเขียนสมการหาค่า อิมพีแดนซ์ได้ดัง สมการที่ 5-3

สมการที่ 5-3

$$Z = \sqrt{R^2 + X_c^2} \quad (5-3)$$

เมื่อ

Z = อิมพีแดนซ์ของวงจร มีหน่วยเป็นโอห์ม (Ω)

R = ค่าความต้านทานของตัวต้านทาน มีหน่วยเป็นโอห์ม (Ω)

X_c = คาปาซิทีฟรีแอกแตนซ์ มีหน่วยเป็นโอห์ม (Ω)

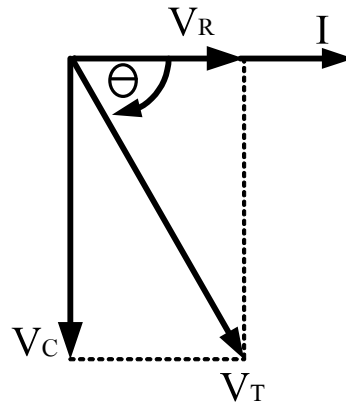
5.4 กระแสไฟฟ้าในวงจรอนุกรมตัวต้านทานกับตัวเก็บประจุ

วงจรอนุกรมตัวต้านทานกับตัวเก็บประจุ ค่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลอยู่ภายในวงจรจะมีคุณลักษณะเช่นเดียวกับวงจรอนุกรมดังรูปที่ 5.5 ค่ากระแสที่ไหลจะมีค่าเท่ากันทั้งวงจร โดยจะมีมุมเท่ากับกับแรงดันที่ตกคร่อมตัวต้านทาน (V_R) แต่จะมีมุมนำหน้าแรงดันตกคร่อมตัวเก็บประจุ (V_C) อยู่ 90 องศา โดยสามารถสรุปได้ดังนี้

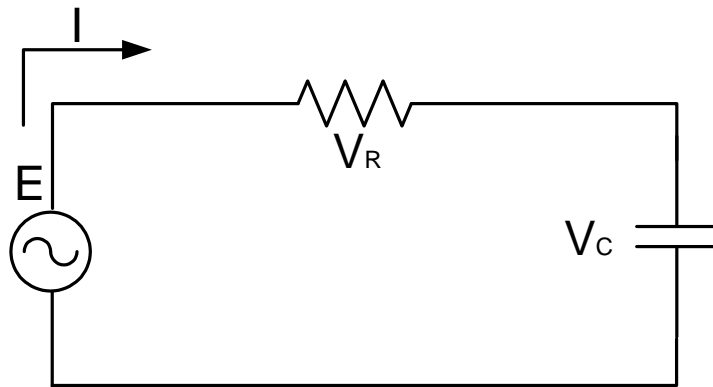
I จะมีมุมเท่ากับ V_R

I จะมีมุมนำหน้า V_C 90 องศา

โดยเขียนสามารถแสดงความสัมพันธ์ของมุมระหว่างค่ากระแสไฟฟ้า กับค่าแรงดันที่ตกคร่อมตัวต้านทาน (V_R) และค่าแรงดันตกคร่อมตัวเก็บประจุ (V_C) ได้ในรูปแบบของเฟสเซอร์ไดอะแกรมดังรูปที่ 5.4



รูปที่ 5.4 เฟสเซอร์ไดอะแกรมแสดงความสัมพันธ์ของค่าแรงดันและกระแสไฟฟ้า



รูปที่ 5.5 กระแสที่ไหลภายในวงจรอนุกรมตัวต้านทานกับตัวเก็บประจุ

โดยเราสามารถหาค่ากระแสที่ไหลอยู่ภายในวงจรอนุกรมตัวต้านทานกับตัวเก็บประจุได้จากสูตร ดังสมการที่ 5-4

$$I = \frac{E}{Z} \quad (5-4)$$

เมื่อ

E = แหล่งจ่าย มีหน่วยเป็น โวลต์ (V)

Z = อิมพีแดนซ์ของวงจร มีหน่วยเป็น โวลต์ (Ω)

I = ค่ากระแสไฟฟ้าภายในวงจร มีหน่วยเป็น แอมแปร์ (A)

5.5 ค่าพาวเวอร์แฟคเตอร์ (Power Factor) ในวงจรอนุกรมตัวต้านทานกับตัวเก็บประจุ

ค่าพาวเวอร์แฟคเตอร์ (Power Factor) หรือเรียกโดยย่อว่าค่า PF คือ ตัวประกอบกำลังหรือปัจจัยที่ทำให้กำลังไฟฟ้ามีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นหรือลดลง

ซึ่งจากรูปที่ 5.3 สามารถหาค่า ทางรูปแบบตรีโกณมิติ ได้จากสมการที่ 5-5 ส่วนค่ามุม θ ที่เป็นมุมระหว่างกระแสกับแรงดันรวม สามารถได้จากสมการที่ 5-6

สมการที่ 5-4

$$\cos\theta = \frac{R}{Z} \quad (5-5)$$

เมื่อ

$\cos\theta$ = ค่าพาวเวอร์แฟคเตอร์ (PF)

R = ค่าความต้านทานของตัวต้านทาน มีหน่วยเป็น โอห์ม (Ω)

Z = อิมพีแดนซ์ของวงจร มีหน่วยเป็น โอห์ม (Ω)

สมการที่ 5-6

$$\theta = \cos^{-1} \frac{R}{Z} \quad (5-6)$$

เมื่อ

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

R = ค่าความต้านทานของตัวต้านทาน มีหน่วยเป็น โอห์ม (Ω)

Z = อิมพีแดนซ์ของวงจร มีหน่วยเป็น โอห์ม (Ω)

5.6 กำลังไฟฟ้าในวงจรอนุกรมตัวต้านทานกับตัวเก็บประจุ

โดยปกติแล้วค่ากำลังไฟฟ้าในวงจรสามารถหาได้จากค่ากระแสรวมที่ไหลในวงจรคูณกับค่าแรงดันจากแหล่งจ่าย แต่ในวงจรอนุกรมตัวต้านทานกับตัวเก็บประจุ จะมีค่าองศา เข้ามาเกี่ยวข้องเพิ่มเติม เราจึงสามารถเขียนสมการหาค่ากำลังไฟฟ้าในวงจรได้ตามสมการที่ 5-7

สมการที่ 5-7

$$P = EI \cos\theta \quad (5-7)$$

เมื่อ

P = กำลังไฟฟ้า มีหน่วยเป็นวัตต์ (W)

E = แรงดันแหล่งจ่าย มีหน่วยเป็นโวลต์ (V)

I = กระแสที่ไหลในวงจร มีหน่วยเป็นแอมป์ (A)

$\cos\theta$ = ค่าพาวเวอร์แฟคเตอร์ (PF)

5.7 การคำนวณค่าพารามิเตอร์ในวงจรอนุกรมตัวต้านทานกับตัวเก็บประจุ

การคำนวณค่าตัวแปรต่างๆในวงจรอนุกรมตัวต้านทานกับตัวเก็บประจุ ก็ยังใช้ตามคุณสมบัติของวงจรอนุกรมคือ กระแสที่ไหลจะมีค่าเท่ากันทั้งวงจร และแรงดันตกคร่อมรวมจะมีค่าเท่ากับแหล่งจ่าย แต่มีรูปแบบพิจารณาอยู่ 2 รูปแบบคือ พิจารณาจากแหล่งจ่ายที่กำหนดคumm กับแหล่งจ่ายที่ไม่มีการกำหนดคumm

5.6.1. แบบแหล่งจ่ายไม่กำหนดคummจะใช้ ทฤษฎีพีทาโกรัส ในการหาค่าแรงดันรวมมีขั้นตอนดังนี้

5.6.1.1 คำนวณค่าคาปาซิทีฟรีแอกแตนซ์ จากสมการ

$$X_C = \frac{1}{2\pi f C}$$

5.6.1.2 คำนวณค่าอิมพีแดนซ์ ของวงจร จากสมการ

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

5.6.1.3 คำนวณค่ากระแสในวงจรจากสมการ

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

5.6.1.4 คำนวณค่าแรงดันตกคร่อม ตัวต้านทานและตัวเก็บประจุจากสมการ

$$V_R = I \times R$$

$$V_C = I \times X_C$$

5.6.1.5 คำนวณหาค่าแรงดันรวม ซึ่งหาไม่มีข้อผิดพลาดใดเกิดขึ้นจะมีค่าเท่ากับแหล่งจ่าย จากสมการ

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

5.6.1.6 คำนวณค่า พาวเวอร์แฟคเตอร์ จากสมการ

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

5.6.1.7 คำนวณค่ามุม θ ที่เป็นมุมระหว่างกระแสที่ไหลในวงจรกับแรงดันที่จ่ายให้ในวงจร

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

5.6.1.8 คำนวณหาค่ากำลังไฟฟ้าของวงจรจากสมการ

$$P = EI \cos\theta$$

5.6.1.9 เขียนเฟสเซอร์ไดอะแกรมของ กระแส, แรงดันที่ตกคร่อมตัวต้านทาน, แรงดันที่ตกคร่อมตัวเก็บประจุ และแรงดันรวมที่มีค่าเท่ากับแหล่งจ่าย โดยเขียนเฟสเซอร์ของกระแสอยู่ในแนวระนาบ

5.6.2. แบบแหล่งจ่ายกำหนดมุมจะใช้ วิธีคำนวณแบบจำนวนเชิงซ้อนมีขั้นตอนดังนี้

5.6.2.1 คำนวณค่าคาปาซิทีฟรีแอกแตนซ์ จากสมการ

$$X_C = \frac{1}{2\pi f C}$$

5.6.2.2 เขียนค่าความต้านทานของตัวต้านทานและค่าคาปาซิทีฟรีแอกแตนซ์ให้อยู่ในรูปสมการเชิงซ้อน

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

5.6.2.3 คำนวณค่าอิมพีแดนซ์ของวงจร โดยใช้หลักการบวกสมการเชิงซ้อน

$$Z = R + X_C$$

5.6.2.4 คำนวณค่ากระแสในวงจรจากสมการ โดยใช้หลักการหารสมการเชิงซ้อน

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

5.6.2.5 คำนวณค่าแรงดันตกคร่อม ตัวต้านทานและตัวเก็บประจุโดยใช้หลักการคูณสมการเชิงซ้อน

$$V_R = I \times R$$

$$V_C = I \times X_C$$

5.6.2.6 คำนวณหาค่าแรงดันรวมซึ่งหาไม่มีข้อผิดพลาดใดเกิดขึ้นจะมีค่าเท่ากับแหล่งจ่าย

$$V_T = I \times Z$$

5.6.2.7 คำนวณค่า พาวเวอร์แฟคเตอร์ จากสมการ

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

5.6.2.8 คำนวณค่ามุม θ ที่เป็นมุมระหว่างกระแสที่ไหลในวงจรกับแรงดันที่จ่ายให้ในวงจร

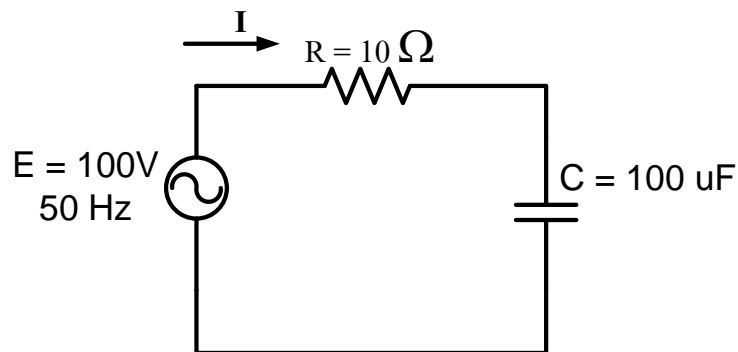
$$\theta = \cos^{-1} \frac{R}{Z}$$

5.6.2.9 คำนวณหาค่ากำลังไฟฟ้าของวงจรจากสมการ

$$P = EI \cos\theta$$

5.6.2.10 เขียนเฟสเซอร์ไคอะแกรมของกระแส แรงดันที่ตกคร่อมตัวต้านทาน แรงดันที่ตกคร่อมตัวเก็บประจุ และแรงดันรวมที่มีค่าเท่ากับแหล่งจ่าย โดยเขียนเฟสเซอร์ของกระแสอยู่ในแนวระนาบ

ตัวอย่างที่ 5-1 จากรูปจงหาค่าดังต่อไปนี้ อิมพีแดนซ์ กระแส แรงดันที่ตกคร่อมตัวต้านทานและตัวเก็บประจุ พร้อมทั้งเขียนเฟสเซอร์ไคอะแกรม



รูปที่ 5.6 วงจรอนุกรมตัวต้านทานกับตัวเก็บประจุ

วิธีทำ

หาค่า คาปาซิทีฟรีแอกแตนซ์ จากสมการ

$$X_C = \frac{1}{2\pi f C}$$

เมื่อ $f = 50 \text{ Hz}$

$$C = 100 \mu\text{F}$$

$$X_C = \frac{1}{2\pi \times 50 \times (100 \times 10^{-6})}$$

$$= 31.847 \Omega$$

หาค่า อิมพีแดนซ์ จากสมการ

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

เมื่อ $R = 10 \Omega$

$$X_C = 31.847 \Omega$$

$$Z = \sqrt{10^2 + 31.847^2}$$

$$= 33.38 \Omega$$

หาค่า กระแส จากสมการ

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

เมื่อ

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

$$Z = 33.38 \ \Omega$$

$$I = \frac{100}{33.38} \\ = 3.0 \text{ A}$$

หาค่า แรงดันตกคร่อมตัวต้านทานและตัวเก็บประจุ

$$V_R = I \times R = 3 \times 10 = 30 \text{ V}$$

$$V_C = I \times X_C = 3 \times 31.847 = 95.54 \text{ V}$$

หาค่า แรงดันตกคร่อมตัวต้านทานรวมกับตัวเก็บประจุ (V_T) จากสมการ

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

5.6.21
เมื่อ

$$V_R = 30 \text{ V}$$

$$V_C = 95.54 \text{ V}$$

$$V_T = \sqrt{30^2 + 95.54^2} \\ = 100 \text{ V}$$

หาค่า พาวเวอร์แฟคเตอร์ จากสมการ

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

5.6.22
เมื่อ

$$R = 10 \ \Omega$$

$$Z = 33.38 \ \Omega$$

$$\text{Cos}\theta = \frac{10}{33.38} = 0.3$$

หาค่า มุม θ

$$\theta = \text{Cos}^{-1} \frac{R}{Z} = \text{Cos}^{-1} 0.3 = 72.54^\circ$$

หาค่า กำลังไฟฟ้า จากสมการ

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

เมื่อ $E = 100 \text{ V}$

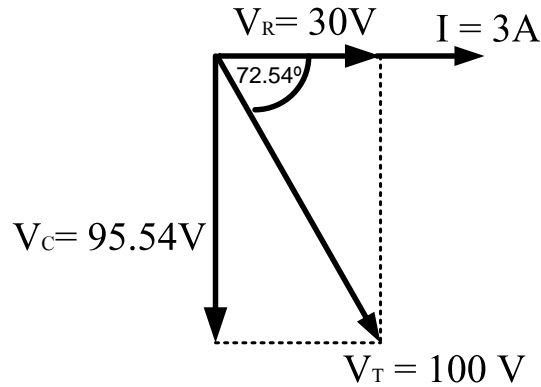
$$I = 3 \text{ A}$$

$$\text{Cos}\theta = 0.3$$

$$P = 100 \times 3 \times 0.3$$

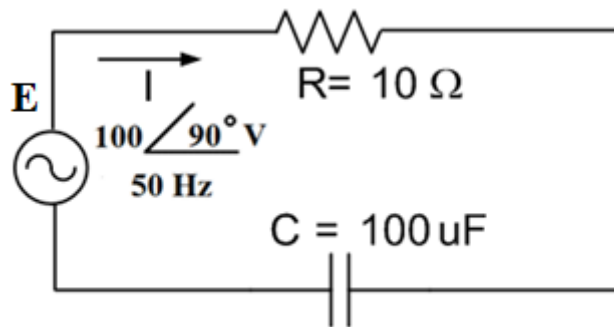
$$= 90 \text{ W}$$

เขียนเฟสเซอร์ไดอะแกรม



ตอบ

ตัวอย่างที่ 5-2 จากรูป จงหาค่าดังต่อไปนี้ อิมพีแดนซ์ กระแส แรงดันที่ตกคร่อมตัวต้านทานและตัวเก็บประจุ พร้อมทั้งเขียนเฟสเซอร์ไดอะแกรม



รูปที่ 5.7 วงจรอนุกรมตัวต้านทานกับตัวเก็บประจุ

วิธีทำ หาค่า คาปาซิทีฟรีแอกแตนซ์ จากสมการ

$$X_C = \frac{1}{2\pi f C}$$

เมื่อ

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

$$C = 100 \mu\text{F}$$

$$X_C = \frac{1}{2\pi \times 50 \times (100 \times 10^{-6})}$$

$$= 31.847 \ \Omega$$

เขียนค่าความต้านทานและ ค่าคาปาซิทีฟรีแอกแตนซ์ ในรูปสมการเชิงซ้อน

$$R = 10 \angle 0^\circ = 10 + j0 \ \Omega$$

$$X_C = 31.847 \angle -90^\circ = 0 - j31.847 \Omega$$

หาค่า อิมพีแดนซ์ จากสมการ

$$Z = R + X_C$$

เมื่อ

$$R = 10 + j0 \Omega$$

$$X_C = 0 - j31.847 \Omega$$

$$Z = (10 + j0) + (0 - j31.847)$$

$$= 10 - j31.847 \Omega$$

$$= 33.38 \angle -72.56^\circ \Omega$$

หาค่า กระแส จากสมการ

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

เมื่อ

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

$$Z = 33.38 \angle -72.56^\circ \Omega$$

$$I = \frac{100 \angle 90^\circ}{33.38 \angle -72.56^\circ}$$

$$= 3 \angle 162.56^\circ \text{ A}$$

หาค่า แรงดันตกคร่อมตัวต้านทาน ตัวเก็บประจุ และ V_T

$$V_R = I \times R = (3 \angle 162.56^\circ) \times (10 \angle 0^\circ) = 81.02 \angle 162.56^\circ \text{ V}$$

$$V_C = I \times X_C = (3 \angle 162.56^\circ) \times (31.847 \angle -90^\circ) = 95.541 \angle 72.56^\circ \text{ V}$$

$$V_T = I \times Z = (3 \angle 162.56^\circ) \times (33.38 \angle -72.56^\circ) = 100 \angle 90^\circ \text{ V}$$

หาค่า พาวเวอร์แฟคเตอร์ จากสมการ

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

5.6.2.43
เมื่อ

$$R = 10 \Omega$$

$$Z = 31.847 \Omega$$

$$\text{Cos}\theta = \frac{10}{31.847} = 0.314$$

หาค่า มุม θ

$$\theta = \text{Cos}^{-1} \frac{R}{Z} = \text{Cos}^{-1} 0.314 = 17.433^\circ$$

หาค่า กำลังไฟฟ้า จากสมการ

$$P = EI \cos\theta$$

เมื่อ

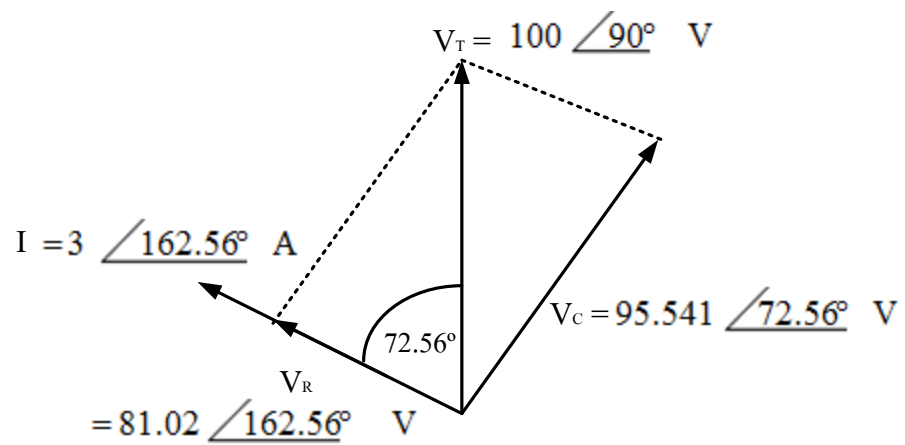
$$E = 100 \text{ V}$$

$$I = 3 \text{ A}$$

$$\cos\theta = 0.314$$

$$\begin{aligned} P &= 100 \times 3 \times 0.314 \\ &= 94.2 \text{ W} \end{aligned}$$

เขียนเฟสเซอร์ไดอะแกรม



ตอบ

สรุปสาระสำคัญ

วงจรอนุกรมตัวต้านทานกับตัวเก็บประจุ มีกระแสไหลในวงจรเพียงค่าเดียว ส่วนค่าแรงดันที่ตกคร่อมทั้งที่ตัวต้านทาน(V_R)และตัวเก็บประจุ(V_C) หากนำมารวมกันหรือที่เรียกว่า V_T จะต้องมีค่าเท่ากับแรงดันของแหล่งจ่าย

อิมพีแดนซ์ของวงจรอนุกรมดังกล่าวนี้จะมากหรือน้อยก็ขึ้นอยู่กับค่าความต้านทานของตัวต้านทานและค่า คาปาซิทีฟรีแอคแตนซ์ โดยที่ตัวแปรที่ทำให้ค่าคาปาซิทีฟรีแอคแตนซ์เปลี่ยนแปลงได้ก็คือ ค่าความจุของตัวเก็บประจุและความถี่ของแหล่งจ่าย ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่าปัจจัยที่ทำให้เกิดค่า อิมพีแดนซ์ของวงจรคือ ค่าความต้านทานของตัวต้านทาน ค่าความจุของตัวเก็บประจุและความถี่ของแหล่งจ่าย

กระแสในวงจรอนุกรมสามารถหาได้จากนำค่าแรงดันของแหล่งจ่ายหารด้วยค่าอิมพีแดนซ์ของวงจร โดยจะอินเฟสกับแรงดันที่ตกคร่อมตัวต้านทาน และนำหน้าแรงดันที่ตกคร่อมตัวเก็บประจุเป็นมุม 90°

กำลังไฟฟ้าของวงจรอนุกรมตัวต้านทานกับตัวเก็บประจุสามารถหาได้จากผลคูณของแรงดันของแหล่งจ่าย กับกระแสที่ไหลในวงจรและคูณด้วยค่าพาวเวอร์แฟคเตอร์

แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน

คำชี้แจงแบบฝึกหัด มีทั้งหมด 2 ตอน

ตอนที่ 1 เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดและทำเครื่องหมาย X ในกระดาษคำตอบ

- แบบฝึกหัดมี 10 ข้อ ใช้เวลา 10 นาที

1. วงจรอนุกรมตัวต้านทานไฟฟ้ากับตัวเก็บประจุ กระแสไฟฟ้าจะอินเฟสกับแรงดันที่ใดในวงจร
 - ก. แรงดันที่ตกคร่อมตัวต้านทาน
 - ข. แรงดันที่ตกคร่อมตัวเก็บประจุ
 - ค. แรงดันของแหล่งจ่าย
 - ง. V_T
2. วงจรอนุกรมตัวต้านทานไฟฟ้ากับตัวเก็บประจุ ค่า θ เป็นมุมระหว่างค่าใด
 - ก. แรงดันที่ตกคร่อมตัวต้านทานกับกระแสที่ไหลในวงจร
 - ข. แรงดันที่ตกคร่อมตัวต้านทานกับแรงดันที่ตกคร่อมตัวเก็บประจุ
 - ค. แรงดันตกคร่อมรวมทั้งวงจรกับกระแสที่ไหลในวงจร
 - ง. แรงดันตกคร่อมรวมทั้งวงจรกับแรงดันที่ตกคร่อมตัวเก็บประจุ
3. วงจรอนุกรมตัวต้านทานไฟฟ้ากับตัวเก็บประจุ มีค่าแรงดันตกคร่อมตัวเก็บประจุ 15V แรงดันตกคร่อมตัวต้านทาน 12 V จะมีค่าแรงดันที่แหล่งจ่ายเท่าไร
 - ก. 17 V
 - ข. 19.2 V
 - ค. 12.4 V
 - ง. 6 V
4. วงจรอนุกรมตัวต้านทานไฟฟ้าค่า 20Ω กับตัวเก็บประจุ คาปาซิตีฟรีแอกแตนซ์ 5Ω จะมีค่าอิมพีแดนซ์เท่าไร
 - ก. $20.61 \angle 14.03^\circ \Omega$
 - ข. $30 \angle -90^\circ \Omega$
 - ค. $10 - j20 \Omega$
 - ง. $20 - j10 \Omega$

5. วงจรอนุกรมตัวต้านทานไฟฟ้ากับตัวเก็บประจุมีค่าความต้านทาน 80Ω มีค่าคาปาซิทีฟรีแอกแตนซ์ 40Ω ต่อกับแหล่งจ่ายแรงดันขนาด 100 V จะมีค่าอิมพีแดนซ์เท่าใด

- ก. 20.0Ω
- ข. 40.35Ω
- ค. 89.44Ω
- ง. 92.46Ω

6. วงจรอนุกรมตัวต้านทานไฟฟ้าค่า 20Ω กับตัวเก็บประจุ คาปาซิทีฟรีแอกแตนซ์ 10Ω ต่อกับแหล่งจ่ายแรงดัน 10 V จะมีค่ากระแสเท่าไร

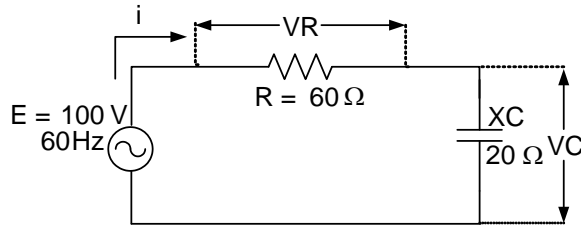
- ก. 0.45 A
- ข. 3.33 A
- ค. 2.24 A
- ง. 3 A

7. วงจรอนุกรมตัวต้านทานไฟฟ้าค่า 50Ω กับตัวเก็บประจุ มีค่า อิมพีแดนซ์ของวงจร 65Ω จะมีค่าพาวเวอร์แฟกเตอร์เท่าไร

- ก. 0.5
- ข. 0.70
- ค. 0.77
- ง. 0.88

8. วงจรอนุกรมตัวต้านทานไฟฟ้ากับตัวเก็บประจุ มีค่าแรงดันแหล่งจ่าย 30 V กระแสที่ไหลในวงจร 2 A และมีค่า พาวเวอร์แฟกเตอร์ 0.7 จะมีค่ากำลังไฟฟ้าเท่าไร

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

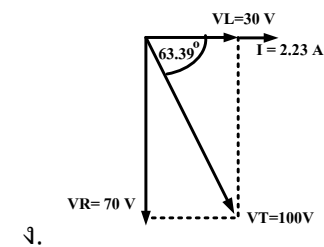
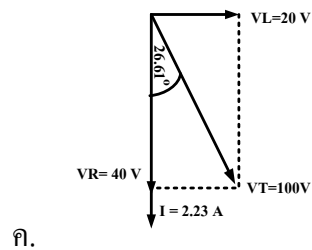
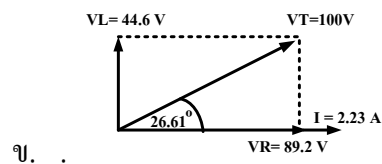
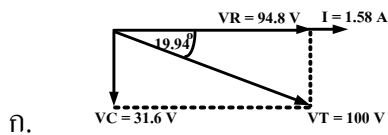


จากรูปใช้ตอบคำถามในข้อ 9 และข้อ 10

9. จากรูปมุมระหว่างกระแสที่ไหลในวงจรกับแรงดันที่จ่ายให้ในวงจรมีค่าเท่าใด

- ก. 19.94°
- ข. 26.61°
- ค. 63.39°
- ง. -63.39°

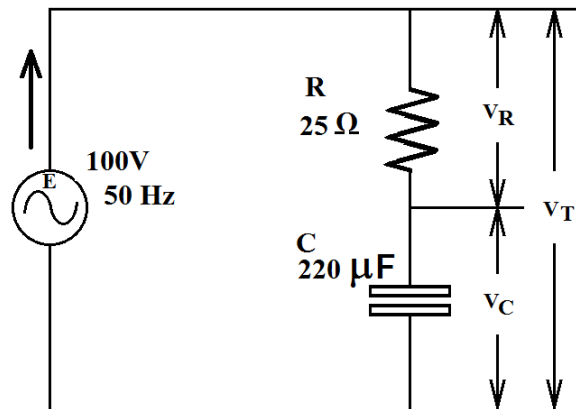
10. ค่าที่คำนวณได้ในข้อ 9 สามารถนำมาเขียนเฟสเซอร์ไดอะแกรมได้อย่างไร



ตอนที่ 2 แบบฝึกหัดมี 2 ข้อ เวลา 10 นาที

- แสดงวิธีทำอย่างเป็นลำดับพร้อมทั้ง เขียนเฟสเซอร์ไดอะแกรม

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



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

