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

1. ข้อใดคือความหมายของกำลังไฟฟ้าชั่ว

ก. ผลคูณของแรงดันไฟฟ้าชั่วขณะยกกระแสไฟฟ้าชั่วขณะยกกำลังสอง ที่เวลาใด ๆ

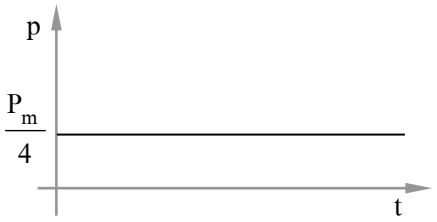
ข. ผลคูณของแรงดันไฟฟ้าชั่วขณะกับกระแสไฟฟ้าชั่วขณะยกกำลังสอง ที่เวลาใด ๆ

ค. ผลคูณของแรงดันไฟฟ้าชั่วขณะยกกำลังสองกับกระแสไฟฟ้าชั่วขณะ ที่เวลาใด ๆ

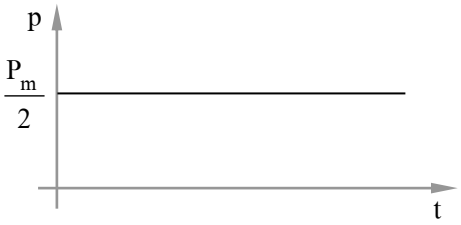
ง. ผลคูณของแรงดันไฟฟ้าชั่วขณะกับกระแสไฟฟ้าชั่วขณะ ที่เวลาใด ๆ

2. ข้อใดเป็นรูปคลื่นกำลังไฟฟ้าเฉลี่ยของวงจรตัวต้านทานเพียงอย่างเดียว

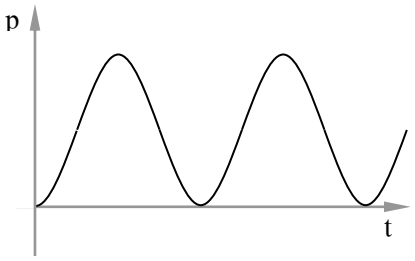
ก.



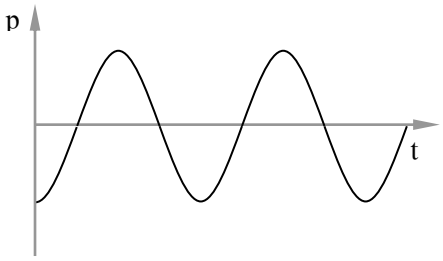
ข.



ค.



ง.



3. ข้อใดไม่ใช่ชื่อของกำลังไฟฟ้าที่เกิดจากตัวต้านทาน

ก. กำลังไฟฟ้าใช้งาน

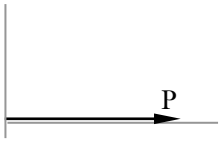
ข. กำลังไฟฟ้าประสิทธิผล

ค. กำลังไฟฟ้าประสิทธิภาพ

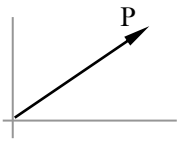
ง. กำลังไฟฟ้าจริง

4. ขนาดและทิศทางของกำลังไฟฟ้าที่จริงของวงจรตัวต้านทานเพียงอย่างเดียวคือข้อใด

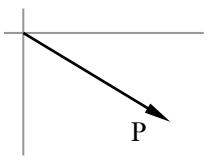
ก.



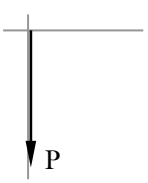
ข.



ค.



ง.



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

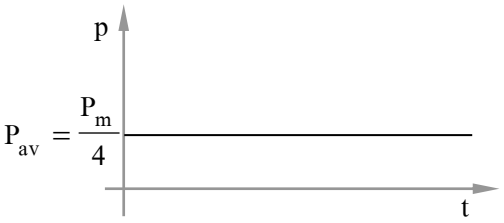
5. กระแสไฟฟ้าสลับขนาด 2 A ไหลผ่านตัวต้านทาน 15 Ω กำลังไฟฟ้ามีค่าเท่าไร

ก. 80 W ข. 60 W

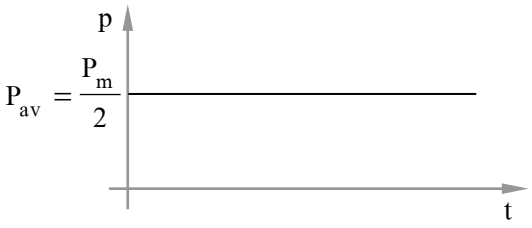
ค. 50 W ง. 40 W

6. ข้อใดเป็นรูปคลื่นกำลังไฟฟ้าเฉลี่ยของว[illegible]ยวนำเพียงอย่างเดียว

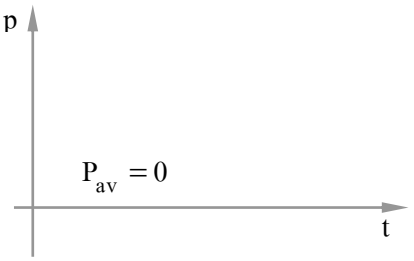
ก.



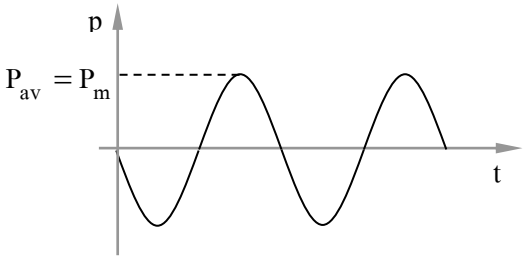
ข.



ค.

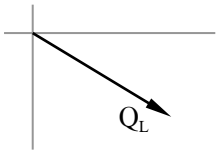


ง.

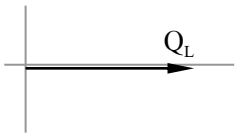


7. ขนาดและทิศทางของกำลังไฟฟ้ารีแอกตีฟของวงจรตัวเหนี่ยวนำคือข้อใด

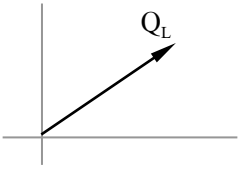
ก.



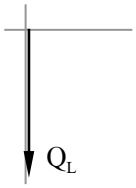
ข.



ค.



ง.



จากโจทย์ที่กำหนดให้ จงตอบคำถามข้อ 8–9

จ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับขนาด 120 V ความถี่ 50 Hz ให้กับตัวเหนี่ยวนำค่า 2 H

8. รีแอกแตนซ์เชิงตัวเหนี่ยวนำมีค่าเท่าไร

ก. 628 Ω ข. 513 Ω

ค. 436 Ω ง. 314 Ω

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

9. กำลังไฟฟ้ารีแอกตีฟมีค่าเท่าไร

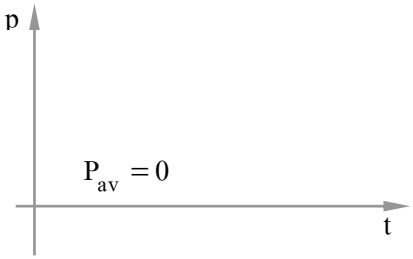
ก. 28.26 var
ข. 22.93 var
ค. 16.34 var
ง. 9.36 var

10. ตัวเหนี่ยวนำใช้กับแรงดันไฟฟ้าสลับ 2[illegible] กำลังไฟฟ้ารีแอกตีฟ 72 var กระแสไฟฟ้ามีค่าเท่าไร

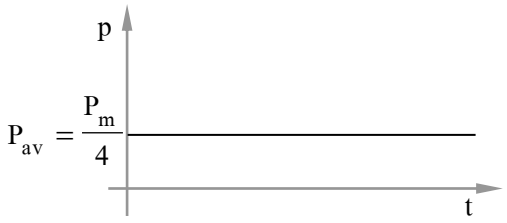
ก. 1 A
ข. 2 A
ค. 3 A
ง. 4 A

11. ข้อใดเป็นรูปคลื่นกำลังไฟฟ้าเฉลี่ยของวงจรตัวเก็บประจุเพียงอย่างเดียว

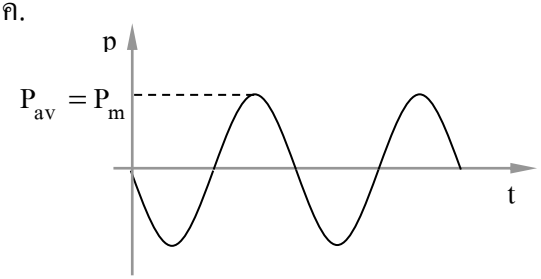
ก.



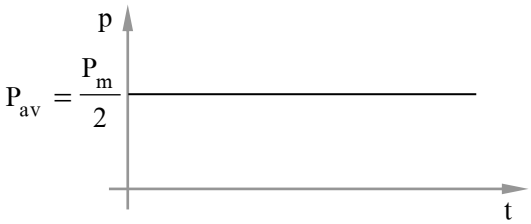
ข.



ค.

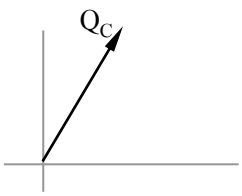


ง.

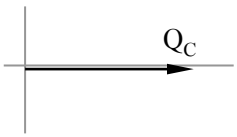


12. ขนาดและทิศทางของกำลังไฟฟ้ารีแอกตีฟของวงจรตัวเก็บประจุคือข้อใด

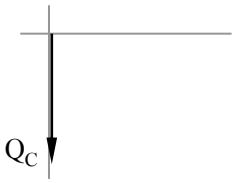
ก.



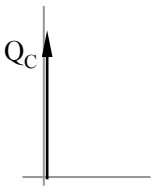
ข.



ค.



ง.



จากโจทย์ที่กำหนดให้ จงตอบคำถามข้อ 13–14

จ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับขนาด 220 V ความถี่ 50 Hz ให้กับตัวเก็บประจุค่า 6.8 μF

13. รีแอกแตนซ์เชิงตัวเก็บประจุมีค่าเท่าไร

ก. 518.6 Ω
ข. 468.3 Ω
ค. 416.6 Ω
ง. 384.3 Ω

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

14. กำลังไฟฟ้ารีแอกตีฟมีค่าเท่าไร

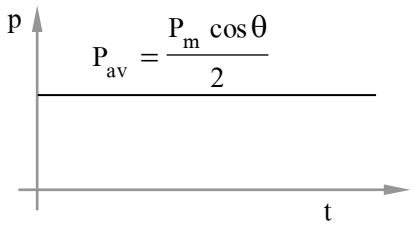
ก. 208.63 var
ข. 184.78 var
ค. 143.56 var
ง. 103.44 var

15. ตัวเก็บประจุมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน 3 [illegible] ไฟฟ้ารีแอกตีฟ 108 var รีแอกแตนซ์เชิงตัวเก็บประจุมีค่าเท่าไร

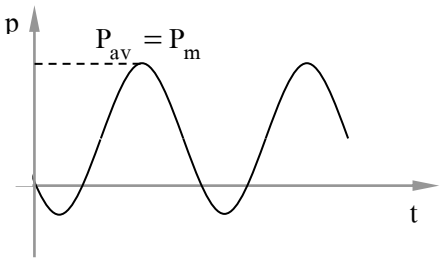
ก. 20 Ω
ข. 16 Ω
ค. 12 Ω
ง. 8 Ω

16. ข้อใดเป็นรูปคลื่นกำลังไฟฟ้าเฉลี่ยของวงจร RL ที่ต่อแบบขนาน

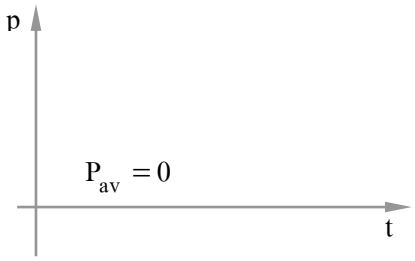
ก.



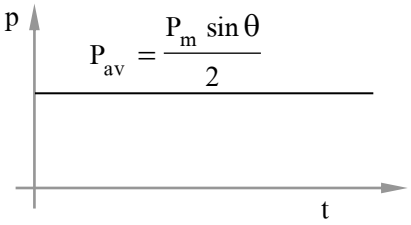
ข.



ค.

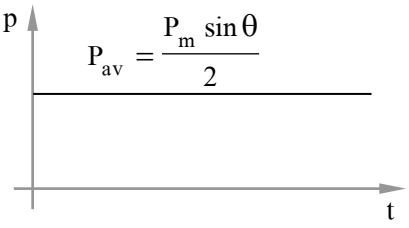


ง.

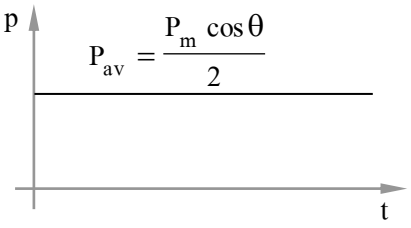


17. ข้อใดเป็นรูปคลื่นกำลังไฟฟ้าเฉลี่ยของวงจร RC ที่ต่อแบบอนุกรม

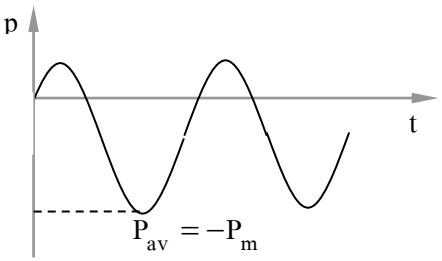
ก.



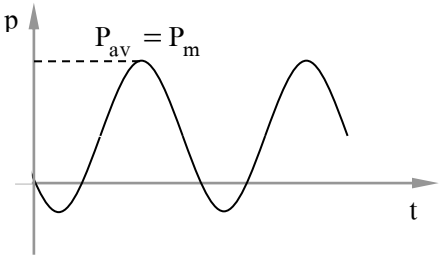
ข.



ค.



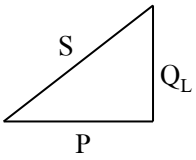
ง.



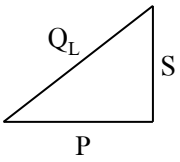
Protected by PDF Anti-Copy Free
(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

18. สามเหลี่ยมกำลังไฟฟ้าในวงจร RL คือข้อใด

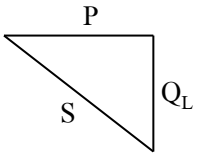
ก.



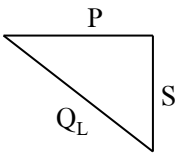
ข.



ค.

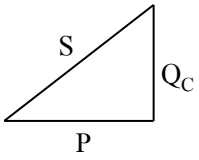


ง.

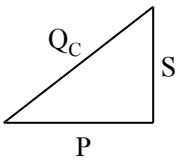


19. สามเหลี่ยมกำลังไฟฟ้าในวงจร RC คือข้อใด

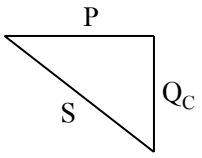
ก.



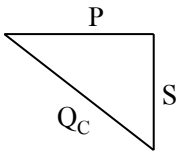
ข.



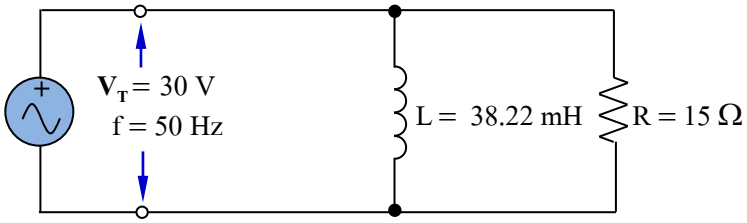
ค.



ง.



จากโจทย์ที่กำหนดให้ จงตอบคำถามข้อ 20–22



20. กำลังไฟฟ้าจริงมีค่าเท่าไร

ก. 90 W

ข. 80 W

ค. 70 W

ง. 60 W

21. กำลังไฟฟ้ารีแอกตีฟมีค่าเท่าไร

ก. 80 var

ข. 75 var

ค. 60 var

ง. 55 var

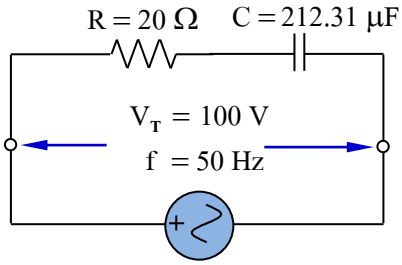
Protected by PDF Anti-Copy Free
(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

22. กำลังไฟฟ้าที่ปรากฏมีค่าเท่าไร

ก. 144 VA ข. 125 VA

ค. 112 VA ง. 96 VA

จากโจทย์ที่กำหนดให้ จงตอบคำถามข้อ 23



23. กำลังไฟฟ้าจริงมีค่าเท่าไร

ก. 400 W ข. 360 W

ค. 320 W ง. 280 W

24. กำลังไฟฟ้ารีแอกตีฟมีค่าเท่าไร

ก. 192 var ข. 246 var

ค. 326 var ง. 345 var

25. กำลังไฟฟ้าที่ปรากฏมีค่าเท่าไร

ก. 440 VA ข. 400 VA

ค. 360 VA ง. 300 VA

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

หน่วยที่ 12 กำลังไฟฟ้ากระแสสลับ

หัวข้อเรื่อง

12.1 ความหมายของกำลังไฟฟ้าชั่วขณะ
12.2 กำลังไฟฟ้าในวงจรตัวต้านทานเพียงอย่างเดียว
12.3 การคำนวณหากำลังไฟฟ้าในวงจรตัวต้านทาน
12.4 กำลังไฟฟ้าในวงจรตัวเหนี่ยวนำเพียงอย่างเดียว
12.5 การคำนวณหากำลังไฟฟ้ารีแอกตีฟในวงจรตัวเหนี่ยวนำ
12.6 กำลังไฟฟ้าในวงจรตัวเก็บประจุเพียงอย่างเดียว
12.7 การคำนวณหากำลังไฟฟ้ารีแอกตีฟในวงจรตัวเก็บประจุ
12.8 กำลังไฟฟ้าในวงจร RL และ RC
12.9 สามเหลี่ยมกำลังไฟฟ้า
12.10 การคำนวณหากำลังไฟฟ้าในวงจร RL และ RC

สมรรถนะย่อย

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับกำลังไฟฟ้ากระแสสลับ
2. ปฏิบัติการวัดค่ากำลังไฟฟ้าในวงจร R, L, C, RL และ RC

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. บอกความหมายของกำลังไฟฟ้าชั่วขณะได้
2. อธิบายกำลังไฟฟ้าในวงจรตัวต้านทานเพียงอย่างเดียวได้
3. คำนวณหากำลังไฟฟ้าในวงจรตัวต้านทานได้
4. อธิบายกำลังไฟฟ้าในวงจรตัวเหนี่ยวนำเพียงอย่างเดียวได้
5. คำนวณหากำลังไฟฟ้ารีแอกตีฟในวงจรตัวเหนี่ยวนำได้
6. อธิบายกำลังไฟฟ้าในวงจรตัวเก็บประจุเพียงอย่างเดียวได้
7. คำนวณหากำลังไฟฟ้ารีแอกตีฟในวงจรตัวเก็บประจุได้
8. อธิบายกำลังไฟฟ้าในวงจร RL และ RC ได้
9. อธิบายสามเหลี่ยมกำลังไฟฟ้าได้
10. คำนวณหากำลังไฟฟ้าในวงจร RL และ RCได้

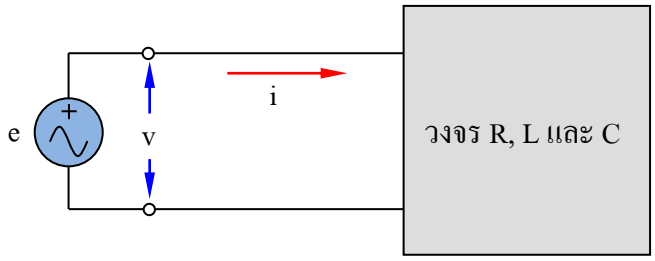
Protected by PDF Anti-Copy Free
(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

บทนำ

ในวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ จะมีกำ[illegible]ขณะ เมื่อจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับให้กับวงจรตัวต้านทาน วงจรตัวเหนี่ยวนำ ทำให้กำลั[illegible]งจรตัวต้านทานเพียงอย่างเดียว กำลังไฟฟ้าในวงจรตัวเหนี่ยวนำเพียงอย่างเดียว กำลังไฟฟ้าในวงจรตัวเก็บประจุเพียงอย่างเดียว และกำลังไฟฟ้าในวงจร RL และ RC เป็นต้น จะส่งผลให้เกิดสามเหลี่ยมกำลังไฟฟ้า

12.1 ความหมายของกำลังไฟฟ้าชั่วขณะ

กำลังไฟฟ้าชั่วขณะ (Instantaneous power) หมายถึง ผลคูณของกระแสไฟฟ้าชั่วขณะกับแรงดันไฟฟ้าชั่วขณะที่เวลาใด ๆ ดังรูปที่ 12.1 เมื่อจ่ายแรงดันไฟฟ้าเข้าไปในวงจร R, L และ C ทำให้มีกระแสไฟฟ้าไหลเข้าไป ดังนั้นก็ทำให้เกิดกำลังไฟฟ้าชั่วขณะขึ้นที่วงจร R, L และ C และมีค่าเปลี่ยนแปลงไปตามขนาดของกระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้าสลับและเป็นค่าชั่วขณะเช่นเดียวกัน



รูปที่ 12.1 วงจร R, L และ C เมื่อต่อเข้ากับแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ

ดังนั้นกำลังไฟฟ้าชั่วขณะ $p = v\,i$ .....(12.1)

เมื่อ p = กำลังไฟฟ้าชั่วขณะที่เวลาใด ๆ

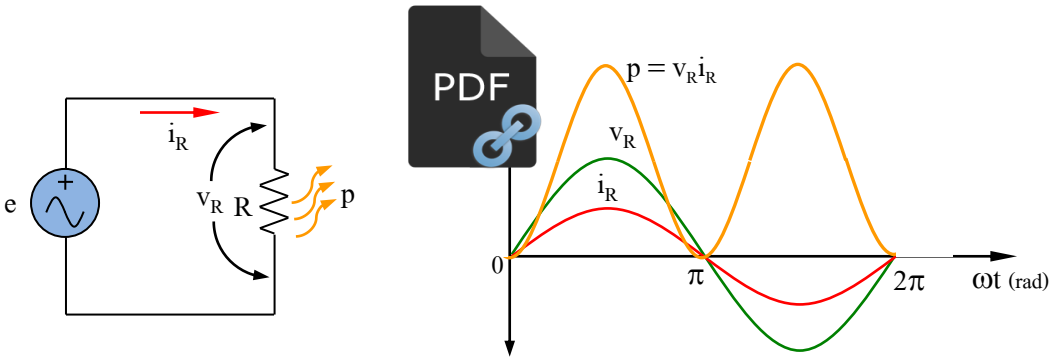
v = แรงดันไฟฟ้าชั่วขณะที่เวลาใด ๆ

i = กระแสไฟฟ้าชั่วขณะที่เวลาใด ๆ

12.2 กำลังไฟฟ้าในวงจรตัวต้านทานเพียงอย่างเดียว

ดังรูปที่ 12.2 (ก) เป็นวงจรตัวต้านทานเพียงอย่างเดียว ดังนั้นแรงดัน v_R กับกระแส i_R ร่วมเฟสกัน และทำให้เกิดกำลังไฟฟ้าขึ้นที่ตัวต้านทาน ดังรูปที่ 12.2 (ข) เห็นว่าช่วงมุม $0–\pi$ เมื่อนำผลคูณของ v_R กับ i_R จะได้กำลังไฟฟ้าชั่วขณะ p ซึ่งรูปคลื่นของ v_R กับ i_R เปลี่ยนแปลงในทางครึ่งไซเกิลบวกก็ทำให้ p เปลี่ยนแปลงไปทางบวกด้วย และช่วงมุม $\pi–2\pi$ รูปคลื่นของ v_R กับ i_R เปลี่ยนแปลงในทางครึ่งไซเกิลลบ แต่ทำให้ p เปลี่ยนแปลงไปทางบวก $\{(-v_R)\times(-i_R) = +p\}$

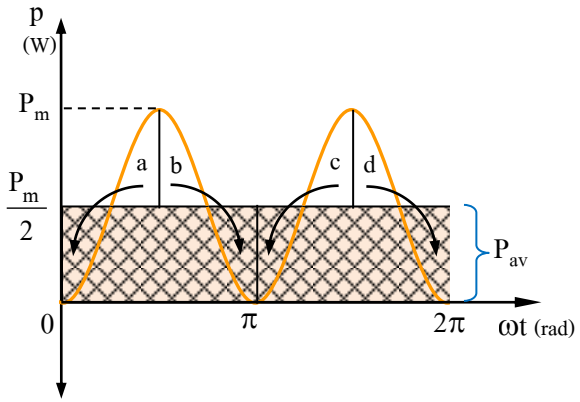
Protected by PDF Anti-Copy Free
(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)



(ก) วงจร (ข) รูปคลื่นแรงดัน v_R กระแส i_R และกำลังไฟฟ้า p

รูปที่ 12.2 วงจรตัวต้านทานเพียงอย่างเดียวและรูปคลื่น

12.2.1 กำลังไฟฟ้าเฉลี่ย (Average power) จากรูปที่ 12.2 เมื่อนำรูปคลื่นของกำลังไฟฟ้า p มาพิจารณาใหม่ดังรูปที่ 12.3 เห็นว่าตั้งแต่มุม 0 ถึง 2π กำลังไฟฟ้ามีค่าเป็นบวก โดยมีกำลังไฟฟ้าสูงสุดเป็น P_m เมื่อแบ่งครึ่งความสูงของ P_m และแบ่งครึ่งด้านบนเป็น 4 ส่วน คือ ส่วน a, b, c และ d จากนั้นพลิกลงตามลูกศร ทำให้ได้ค่าเฉลี่ยรูปคลื่นเต็มพื้นที่และเท่ากันตลอด ซึ่งเห็นว่ามีค่าเป็นบวกซึ่งเท่ากับ $\frac{P_m}{2}$ (พื้นที่แรเงา) นั่นหมายความว่ามีกำลังไฟฟ้าที่แหล่งจ่ายส่งให้กับตัวต้านทานหรือเกิดกำลังไฟฟ้าจริงขึ้นที่ตัวต้านทาน



รูปที่ 12.3 เฉลี่ยรูปคลื่นของกำลังไฟฟ้า p

เมื่อพิจารณาจากรูปที่ 12.3 และทำการเฉลี่ยรูปคลื่นแรเงาจะได้เป็นกำลังไฟฟ้าเฉลี่ย (P_{av}) หาได้ดังนี้

$$P_{av} = \frac{P_m}{2}$$

$$= \frac{V_{Rm} I_{Rm}}{2}$$

$$= \frac{\sqrt{2}\, V_R \sqrt{2}\, I_R}{2}$$

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

$$P_{av} = V_R I_R = P \qquad \text{.....(12.2)}$$

เมื่อ P = กำลังไฟฟ้าหรือกำลังไฟฟ้าจริง (W)

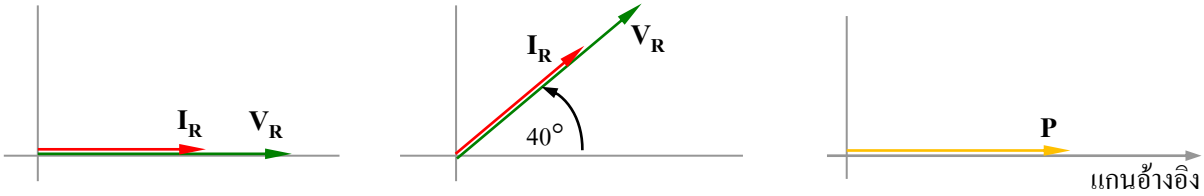
V_R = แรงดันไฟฟ้าที่วัดได้ที่ตัวต้านทาน (V)

I_R = กระแสไฟฟ้าที่วัดได้ที่ตัวต้านทาน (A)

กำลังไฟฟ้าที่เกิดขึ้นในตัวต้านทานได้จากการเฉลี่ยจึงเรียกว่า กำลังไฟฟ้าเฉลี่ย และยังมีชื่อเรียกได้หลายชื่อ เช่น กำลังไฟฟ้าจริง (Real power) กำลังไฟฟ้าใช้งาน (Active power) กำลังไฟฟ้าประสิทธิผล (Effective power) ซึ่งหาได้จากสมการดังนี้

$$P = V_R I_R = I_R^2 R = \frac{V_R^2}{R} \qquad \text{.....(12.3)}$$

12.2.2 ทิศทางของกำลังไฟฟ้าจริง เนื่องจากแรงดัน V_R กับกระแส I_R มีทั้งขนาดและทิศทาง จึงส่งผลให้กำลังไฟฟ้าจริงมีทั้งขนาดและทิศทางด้วย หรือเขียนอยู่ในรูปของจำนวนเชิงซ้อน ดังนั้นจะต้องทำการคอนจุเกตเฟสเซอร์ของแรงดัน $\mathbf{V_R^*}$ ก่อนจึงจะได้ค่าที่ถูกต้อง



(ก) $\mathbf{V_R}$ กับ $\mathbf{I_R}$ เริ่มต้นที่มุมศูนย์ (ข) $\mathbf{V_R}$ กับ $\mathbf{I_R}$ เริ่มต้นที่มุมใด ๆ (40°) (ค) แผนภาพกำลังไฟฟ้าจริง

รูปที่ 12.4 แผนภาพเฟสเซอร์ $\mathbf{V_R}$ กับ $\mathbf{I_R}$ และแผนภาพกำลังไฟฟ้าจริง

จากรูปที่ 12.4 (ก)

$$\mathbf{P} = \mathbf{V_R^* I_R}$$
$$= V_R \angle 0° \times I_R \angle 0°$$
$$\mathbf{P} = P \angle 0° \qquad \text{.....(12.4)}$$

จากรูปที่ 12.4 (ข)

$$\mathbf{P} = \mathbf{V_R I_R}$$
$$= V_R \angle 40° \times I_R \angle 40°$$
$$= P \angle 80°$$

จะเห็นว่าขนาดถูกต้องแต่ทิศทางผิดจากความเป็นจริง เมื่อคอนจุเกตแรงดัน (V_R*) จะได้ $V_R \angle -40°$

$$\mathbf{P} = V_R \angle -40° \times I_R \angle 40°$$
$$\mathbf{P} = P \angle 0°$$

แผนภาพกำลังไฟฟ้าจริงแสดงดังรูปที่ 12.4 (ค) โดยขนาดและทิศทางของกำลังไฟฟ้าจริงต้องเขียนอยู่ที่แกนอ้างอิงเสมอ

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

12.3 การคำนวณหากำลังไฟฟ้าในวงจรตัวต้านทาน

ตัวอย่างที่ 12.1 ตัวต้านทานมีค่าเท่ มีแรงดันที่ตกคร่อมตัวต้านทาน 120 V จงคำนวณหา

ก. กระแสไฟฟ้าที่ ตัวต้านทาน

ข. กำลังไฟฟ้าจริ

วิธีทำ

ก. กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวต้านทาน

$$I_R = \frac{V_R}{R} = \frac{120}{80}$$

$$I_R = 1.5 \text{ A}$$

กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวต้านทานมีค่าเท่ากับ 1.5 A **ตอบ**

ข. กำลังไฟฟ้าจริง

$$P = I_R^2 R = (1.5)^2 \times 80$$

$$P = 180 \text{ W}$$

กำลังไฟฟ้าจริงมีค่าเท่ากับ 180 W **ตอบ**

ตัวอย่างที่ 12.2 เตารีดไฟฟ้าทำจากขดลวดความร้อน เมื่อต่อเข้ากับแรงดันไฟฟ้า 220 V ให้กำลังไฟฟ้าจริงเท่ากับ 880 W จงคำนวณหากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านเตารีดไฟฟ้า

วิธีทำ

จากสมการ $P = V_R I_R$

ดังนั้น $$I_R = \frac{P}{V_R} = \frac{880}{220}$$

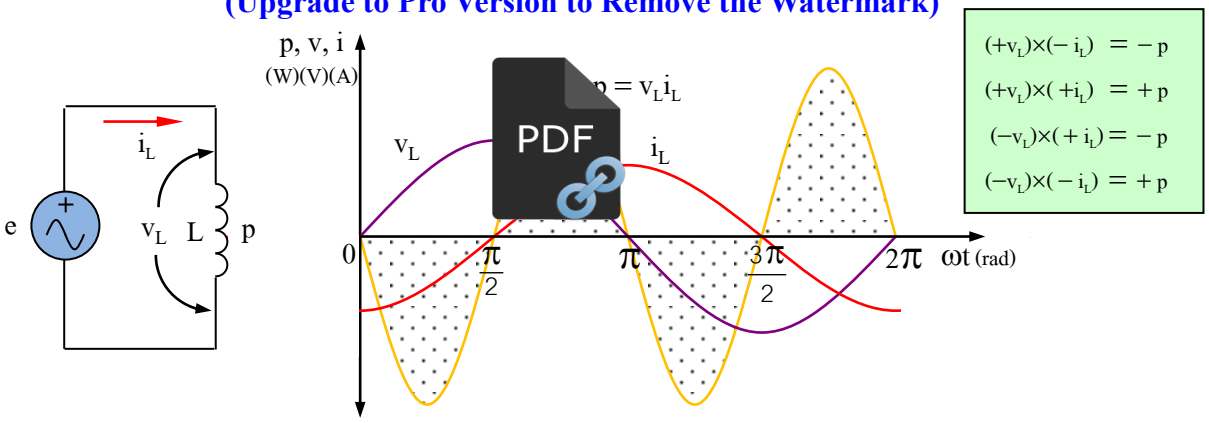
$$I_R = 4 \text{ A}$$

กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านเตารีดไฟฟ้ามีค่าเท่ากับ 4 A **ตอบ**

12.4 กำลังไฟฟ้าในวงจรตัวเหนี่ยวนำเพียงอย่างเดียว

ดังรูปที่ 12.5 (ก) เป็นวงจรตัวเหนี่ยวนำเพียงอย่างเดียว โดยกระแส i_L ล้าหลังแรงดัน v_L เป็นมุม 90° และทำให้เกิดกำลังไฟฟ้าชั่วขณะขึ้นที่ตัวเหนี่ยวนำ ดังรูปที่ 12.5 (ข) เห็นว่าช่วงมุม $0 - \frac{\pi}{2}$ โดย v_L เปลี่ยนแปลงไปทางบวก ส่วน i_L เปลี่ยนแปลงไปทางลบ เมื่อนำผลคูณของ v_L กับ i_L จะได้กำลังไฟฟ้าชั่วขณะ p ซึ่งเปลี่ยนแปลงในทางลบ ช่วงมุม $\frac{\pi}{2} - \pi$ โดย v_L เปลี่ยนแปลงไปทางบวก ส่วน i_L เปลี่ยนแปลงไปทางบวกเช่นกัน เมื่อนำผลคูณของ v_L กับ i_L จะได้กำลังไฟฟ้าชั่วขณะ p ซึ่งเปลี่ยนแปลงในทางบวก ในทำนองเดียวกัน ช่วงมุม $\pi - 2\pi$ ก็เกิดขึ้นในลักษณะเดียวกันกับช่วงมุม $0 - \frac{\pi}{2}$ และ $\frac{\pi}{2} - \pi$ และจะเห็นได้อีกว่าความถี่ของ p มีความถี่เป็น 2 เท่าของความถี่แรงดัน v_L หรือกับกระแส i_L

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



(ก) วงจร (ข) รูปคลื่นแรงดัน v_L กระแส i_L และกำลังไฟฟ้า p

รูปที่ 12.5 วงจรตัวเหนี่ยวนำเพียงอย่างเดียวและรูปคลื่น

12.4.1 กำลังไฟฟ้ารีแอกตีฟ (Reactive power) จากรูปที่ 12.5 (ข) เมื่อพิจารณารูปคลื่นของกำลังไฟฟ้า p จากตัวเหนี่ยวนำ เห็นว่าพื้นที่ทางครึ่งไซเกิลลบเท่ากับพื้นที่ทางครึ่งไซเกิลบวกตลอดระยะเวลาของช่วงคลื่น ถ้าทำการเฉลี่ยรูปคลื่นของกำลังไฟฟ้าชั่วขณะทำให้กำลังไฟฟ้าเฉลี่ยมีค่าเท่ากับศูนย์ นั่นคือไม่เกิดกำลังไฟฟ้าจริงในตัวเหนี่ยวนำและไม่สามารถจะนำไปใช้งานได้ แต่เนื่องจากจ่ายแรงดันไฟฟ้าเข้าไปและมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน ดังนั้นจึงทำให้เกิดกำลังไฟฟ้าขึ้นในตัวเหนี่ยวนำเรียกว่า **กำลังไฟฟ้ารีแอกตีฟ** (Reactive power) โดยใช้อักษรตัว Q_L มีหน่วยเป็น var (อ่านว่าวาร์) โดย var มาจากคำว่า volt ampere reactive โดย Q_L หาได้จาก

$$Q_L = V_L I_L = I_L^2 X_L = \frac{V_L^2}{X_L} \qquad \text{.....(12.5)}$$

เมื่อ Q_L = กำลังไฟฟ้ารีแอกตีฟจากตัวเหนี่ยวนำ (var)

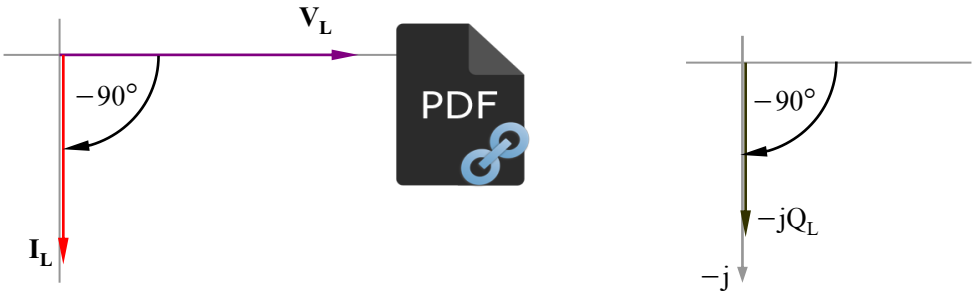
V_L = แรงดันไฟฟ้าที่วัดได้ที่ตัวเหนี่ยวนำ (V)

I_L = กระแสไฟฟ้าที่วัดได้ที่ตัวเหนี่ยวนำ (A)

X_L = รีแอกแตนซ์เชิงตัวเหนี่ยวนำ (Ω)

12.4.2 ทิศทางของกำลังไฟฟ้ารีแอกตีฟ เนื่องจากแรงดัน V_L กับกระแส I_L มีทั้งขนาดและทิศทางดังแผนภาพเฟสเซอร์รูปที่ 12.6 (ก) จึงส่งผลให้กำลังไฟฟ้ารีแอกตีฟมีทั้งขนาดและทิศทางด้วยหรือเขียนอยู่ในรูปของจำนวนเชิงซ้อน โดยจะต้องทำการคอนจูเกตเฟสเซอร์ของแรงดัน $\mathbf{V}_L^*$ ก่อนจึงจะได้ค่าที่ถูกต้อง

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



(ก) แผนภาพเฟสเซอร์ (ข) แผนภาพกำลังไฟฟ้ารีแอกตีฟจากตัวเหนี่ยวนำ

รูปที่ 12.6 แผนภาพเฟสเซอร์ $\mathbf{V_L}$ กับ $\mathbf{I_L}$ และแผนภาพกำลังไฟฟ้ารีแอกตีฟ

จากรูปที่ 12.6 (ก)

$$\mathbf{Q_L} = \mathbf{V_L^* I_L}$$
$$= V_L \angle 0° \times I_L \angle -90°$$
$$\mathbf{Q_L} = Q_L \angle -90° = -jQ_L \qquad \text{.....(12.6)}$$

เมื่อแรงดัน $\mathbf{V_L} = V_L \angle 60°$ กับกระแส $\mathbf{I_L} = I_L \angle -30°$ เริ่มต้นที่มุมใด ๆ จะได้

$$\mathbf{Q_L} = \mathbf{V_L^* I_L}$$
$$= V_L \angle -60° \times I_L \angle -30°$$
$$\mathbf{Q_L} = Q_L \angle -90°$$

แผนภาพกำลังไฟฟ้ารีแอกตีฟแสดงดังรูปที่ 12.6 (ข) โดยขนาดและทิศทางของกำลังไฟฟ้ารีแอกตีฟจากตัวเหนี่ยวนำต้องเขียนอยู่ที่แกนจำนวนจินตภาพทางลบ (–j) เสมอ

12.5 การคำนวณหากำลังไฟฟ้ารีแอกตีฟในวงจรตัวเหนี่ยวนำ

ตัวอย่างที่ 12.3 ตัวเหนี่ยวนำมีค่าความเหนี่ยวนำ 2 H ต่อเข้ากับแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ 110 V 50 Hz จงคำนวณหากำลังไฟฟ้ารีแอกตีฟ

วิธีทำ

จากสมการ $$Q_L = \frac{V_L^2}{X_L}$$

แต่ $$X_L = 2\pi fL = 2 \times 3.1416 \times 50 \times 2$$
$$X_L = 628.32\ \Omega$$

แทนค่า $$Q_L = \frac{V_L^2}{X_L} = \frac{(110)^2}{628.32}$$
$$= 19.257 \text{ var}$$

กำลังไฟฟ้ารีแอกตีฟมีค่าเท่ากับ 19.257 var **ตอบ**

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

ตัวอย่างที่ 12.4 ตัวเหนี่ยวนำเมื่อต่อเข้ากับแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ 380 V 60 Hz เกิดกำลังไฟฟ้ารีแอกตีฟ 400 var จงคำนวณหา

ก. กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวเหนี่ยวนำ

ข. ค่าความเหนี่ยวนำ

วิธีทำ

ก. กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวเหนี่ยวนำ

จากสมการ $$Q_L = \frac{V_L^2}{X_L}$$

ดังนั้น $$X_L = \frac{V_L^2}{Q_L} = \frac{(380)^2}{400}$$

$$= 361 \ \Omega$$

$$I_L = \frac{V_L}{X_L} = \frac{380}{361}$$

$$I_L = 1.052 \ A$$

กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวเหนี่ยวนำมีค่าเท่ากับ 1.052 A **ตอบ**

ข. ค่าความเหนี่ยวนำ

$$X_L = 2\pi fL$$

ดังนั้น $$L = \frac{X_L}{2\pi f} = \frac{361}{2 \times 3.1416 \times 60}$$

$$L = 0.957 \ H$$

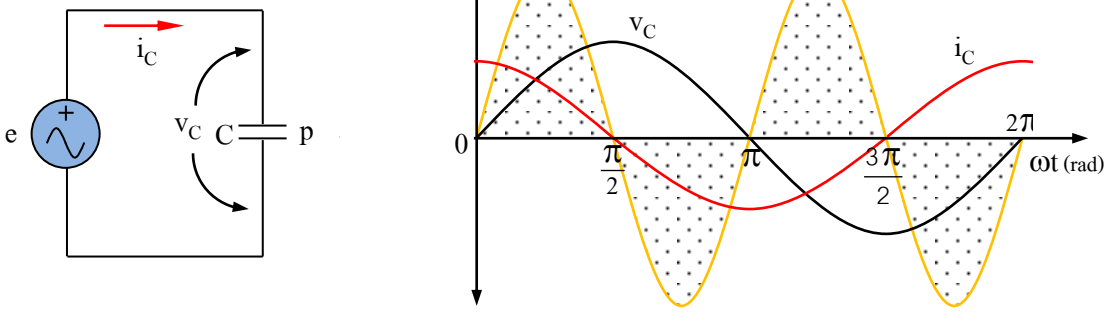
ความเหนี่ยวนำมีค่าเท่ากับ 0.957 H **ตอบ**

12.6 กำลังไฟฟ้าในวงจรตัวเก็บประจุเพียงอย่างเดียว

ดังรูปที่ 12.7 (ก) เป็นวงจรตัวเก็บประจุเพียงอย่างเดียว โดยกระแส i_C นำหน้าแรงดัน v_C เป็นมุม 90° และทำให้เกิดกำลังไฟฟ้าชั่วขณะขึ้นที่ตัวเก็บประจุ ดังรูปที่ 12.7 (ข) เห็นว่าช่วงมุม $0 - \frac{\pi}{2}$ โดย v_C เปลี่ยนแปลงไปทางบวก ส่วน i_C เปลี่ยนแปลงไปทางบวกเช่นกัน เมื่อนำผลคูณของ v_C กับ i_C จะได้กำลังไฟฟ้าชั่วขณะ p ซึ่งเปลี่ยนแปลงในทางบวก ช่วงมุม $\frac{\pi}{2} - \pi$ โดย v_C เปลี่ยนแปลงไปทางบวก ส่วนกระแส i_C เปลี่ยนแปลงไปทางลบ เมื่อนำผลคูณของ v_C กับ i_C จะได้กำลังไฟฟ้าชั่วขณะซึ่งเปลี่ยนแปลงในทางลบ ใน

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

ทำนองเดียวกัน ช่วงมุม $\pi - 2\pi$ ก็เกิดขึ้นในลักษณะเดียวกันกับช่วงมุม $0 - \frac{\pi}{2}$ และ $\frac{\pi}{2} - \pi$ และเห็นได้อีกว่าความถี่ของ p มีความถี่เป็น 2 เท่าของความถี่ หรือกับกระแส i_C



(ก) วงจร (ข) รูปคลื่นแรงดัน v_C กระแส i_C และกำลังไฟฟ้า p

รูปที่ 12.7 วงจรตัวเก็บประจุเพียงอย่างเดียวและรูปคลื่น

12.6.1 กำลังไฟฟ้ารีแอกตีฟ (Reactive power) จากรูปที่ 12.7 (ข) เมื่อพิจารณารูปคลื่นของกำลัง ไฟฟ้า p จากตัวเก็บประจุ เห็นว่าพื้นที่ทางครึ่งไซเกิลบวกเท่ากับพื้นที่ทางครึ่งไซเกิลลบตลอดระยะเวลาของช่วงคลื่น ถ้าทำการเฉลี่ยรูปคลื่นของกำลังไฟฟ้าชั่วขณะทำให้กำลังไฟฟ้าเฉลี่ยมีค่าเท่ากับศูนย์ นั่นคือไม่เกิดกำลังไฟฟ้าจริงในตัวเก็บประจุและไม่สามารถจะนำไปใช้งานได้ แต่เนื่องจากจ่ายแรงดันไฟฟ้าและมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน ดังนั้นจึงทำให้เกิดกำลังไฟฟ้าขึ้นในตัวเก็บประจุเรียกว่า **กำลังไฟฟ้ารีแอกตีฟ** โดยใช้อักษรตัว Q_C มีหน่วยเป็น var เช่นเดียวกันกับตัวเหนี่ยวนำโดย Q_C หาได้จาก

$$Q_C = V_C I_C = I_C^2 X_C = \frac{V_C^2}{X_C} \qquad \text{.....(12.7)}$$

เมื่อ Q_C = กำลังไฟฟ้ารีแอกตีฟจากตัวเก็บประจุ (var)
V_C = แรงดันไฟฟ้าที่วัดได้ที่ตัวเก็บประจุ (V)
I_C = กระแสไฟฟ้าที่วัดได้ที่ตัวเก็บประจุ (A)
X_C = รีแอกแตนซ์เชิงตัวเก็บประจุ (Ω)

12.6.2 ทิศทางของกำลังไฟฟ้ารีแอกตีฟ เนื่องจากแรงดัน V_C กับกระแส I_C มีทั้งขนาดและทิศทางดังแผนภาพเฟสเซอร์รูปที่ 12.8 (ก) จึงส่งผลให้กำลังไฟฟ้ารีแอกตีฟมีทั้งขนาดและทิศทางด้วยหรือเขียนอยู่ในรูปของจำนวนเชิงซ้อน โดยจะต้องทำการคอนจูเกตเฟสเซอร์ของแรงดัน $\mathbf{V}_C^*$ ก่อนจึงจะได้ค่าที่ถูกต้อง

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

(ก) แผนภาพเฟสเซอร์ (ข) แผนภาพกำลังไฟฟ้ารีแอกตีฟจากตัวเก็บประจุ

รูปที่ 12.8 แผนภาพเฟสเซอร์ $\mathbf{V}_C$ กับ $\mathbf{I}_C$ และแผนภาพกำลังไฟฟ้ารีแอกตีฟ

จากรูปที่ 12.8 (ก)

$$\mathbf{Q}_C = \mathbf{V}_C^* \mathbf{I}_C$$
$$= V_C \angle 0° \times I_C \angle 90°$$
$$\mathbf{Q}_C = Q_C \angle 90° = jQ_C \qquad \text{.....(12.8)}$$

เมื่อแรงดัน $\mathbf{V}_C = V_C \angle 60°$ กับกระแส $\mathbf{I}_C = I_C \angle 150°$ และเริ่มต้นที่มุมใด ๆ จะได้

$$\mathbf{Q}_C = \mathbf{V}_C^* \mathbf{I}_C$$
$$= V_C \angle -60° \times I_C \angle 150°$$
$$\mathbf{Q}_C = Q_C \angle 90°$$

แผนภาพกำลังไฟฟ้ารีแอกตีฟแสดงดังรูปที่ 12.8 (ข) โดยขนาดและทิศทางของกำลังไฟฟ้ารีแอกตีฟจากตัวเก็บประจุต้องเขียนอยู่ที่แกนจำนวนจินตภาพทางบวก (+j) เสมอ

12.7 การคำนวณหากำลังไฟฟ้ารีแอกตีฟในวงจรตัวเก็บประจุ

ตัวอย่างที่ 12.5 แรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ 220 V 50 Hz จ่ายให้กับตัวเก็บประจุมีค่าความจุไฟฟ้า 5 μF จงคำนวณหา

ก. กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวเก็บประจุ

ข. กำลังไฟฟ้ารีแอกตีฟ

วิธีทำ

ก. กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวเก็บประจุ

$$X_C = \frac{1}{2\pi fC} = \frac{1}{2 \times 3.1416 \times 50 \times 5 \times 10^{-6}}$$
$$X_C = 636.61\ \Omega$$
$$I_C = \frac{V_C}{X_C} = \frac{220}{636.61}$$
$$I_C = 0.345\ \text{A}$$

กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวเก็บประจุมีค่าเท่ากับ 0.345 A **ตอบ**

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

ข. กำลังไฟฟ้ารีแอกตีฟ

$$X_C = (0.345)^2 \times 636.61$$

$$= 75.77 \text{ var}$$

กำลังไฟฟ้ารีแอกตีฟมีค่าเท่ากับ 75.77 var ตอบ

ตัวอย่างที่ 12.6 ตัวเก็บประจุต่อเข้ากับแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้า 600 V ความถี่ 50 Hz มีกระแส ไฟฟ้าไหลผ่าน 20 A จงคำนวณหา

ก. กำลังไฟฟ้ารีแอกตีฟ

ข. ความจุไฟฟ้าของตัวเก็บประจุ

วิธีทำ

ก. กำลังไฟฟ้ารีแอกตีฟ

จากสมการ $Q_C = V_C I_C = 600 \times 20$

$$Q_C = 12000 \text{ var}$$

กำลังไฟฟ้ารีแอกตีฟมีค่าเท่ากับ 12000 var ตอบ

ข. ความจุไฟฟ้าของตัวเก็บประจุ

$$X_C = \frac{V_C^2}{Q_C} = \frac{(600)^2}{12000}$$

$$X_C = 30 \ \Omega$$

แต่ $X_C = \frac{1}{2\pi fC}$

ดังนั้น $C = \frac{1}{2\pi f X_C}$

$$= \frac{1}{2 \times 3.1416 \times 50 \times 30}$$

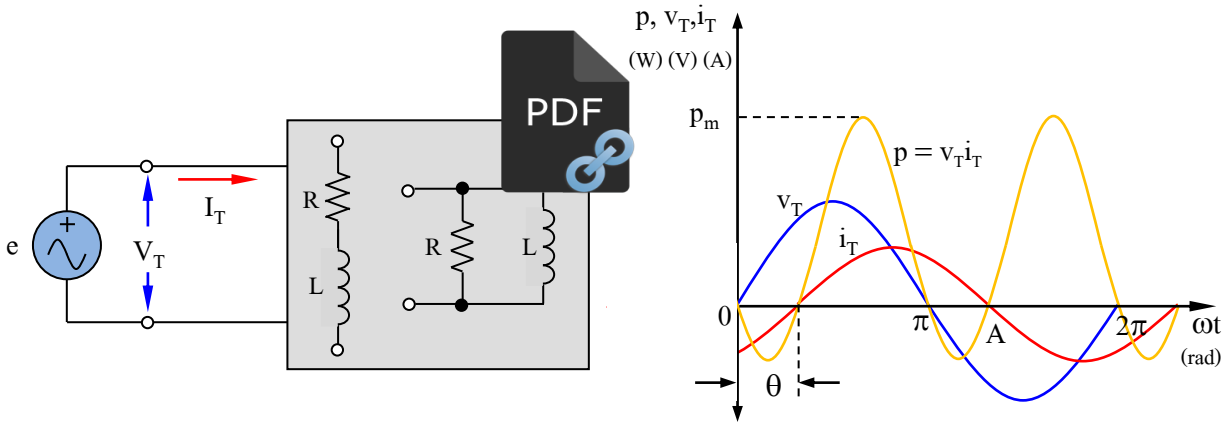
$$C = 106.1 \times 10^{-6} \text{ F}$$

ความจุไฟฟ้าของตัวเก็บประจุมีค่าเท่ากับ 106.1 μF ตอบ

12.8 กำลังไฟฟ้าในวงจร RL และ RC

12.8.1 กำลังไฟฟ้าในวงจร RL ดังรูปที่ 12.9 (ก) เป็นวงจรที่ประกอบด้วยตัวต้านทานและตัวเหนี่ยวนำที่ต่อแบบอนุกรมกันหรือต่อแบบขนานกัน เมื่อต่อเข้ากับแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับผลทำให้กระแสไฟฟ้ารวมของวงจรล้าหลังแรงดันไฟฟ้าเป็นมุม θ

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

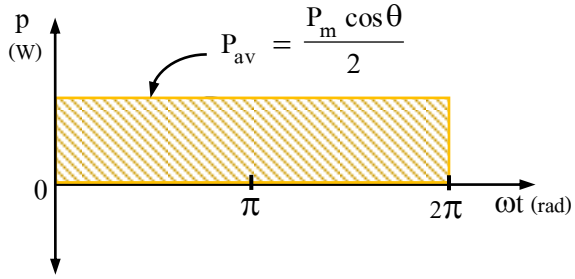


(ก) วงจร RL ที่ต่อแบบอนุกรมและแบบขนาน (ข) รูปคลื่น แรงดัน v_T กระแส i_T และกำลังไฟฟ้า p

รูปที่ 12.9 วงจร RL ที่ต่อแบบอนุกรมและแบบขนาน และรูปคลื่น

จากรูปที่ 12.9 (ข) กระแส i_T ล้าหลังแรงดัน v_T ซึ่งกำลังไฟฟ้า p ได้จากผลคูณของ v_T กับ i_T เห็นว่าช่วงมุม $0-\theta$ โดย v_T เปลี่ยนแปลงไปทางบวก ส่วน i_T เปลี่ยนแปลงไปทางลบ เมื่อนำผลคูณของ v_T กับ i_T จะได้กำลังไฟฟ้าชั่วขณะ p ซึ่งเปลี่ยนแปลงในทางลบ ช่วงจากมุม $\theta-\pi$ โดย v_T ยังเปลี่ยนแปลงไปทางบวก ส่วน i_T เปลี่ยนแปลงไปทางบวกเช่นกัน จะได้กำลังไฟฟ้าชั่วขณะซึ่งเปลี่ยนแปลงในทางบวก และที่มุม π ถึง A โดย v_T เปลี่ยนแปลงทางลบ ส่วน i_T เปลี่ยนแปลงทางบวก จะทำให้ p เปลี่ยนแปลงทางลบและช่วงมุม $A-2\pi$ โดย v_T เปลี่ยนแปลงทางลบ ส่วน i_T ก็เปลี่ยนแปลงทางลบเช่นกันจึงทำให้ p เปลี่ยนแปลงทางบวกซึ่งครบ 1 รอบพอดี เนื่องจากวงจร RL ที่ต่อแบบอนุกรมและต่อแบบขนานมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านพร้อมมีแรงดันตกคร่อมตัวเหนี่ยวนำ ดังนั้นจึงทำให้เกิดกำลังไฟฟ้ารีแอกตีฟ ($Q_L = V_L I_L$) ขึ้นที่ตัวเหนี่ยวนำด้วย นั่นหมายความว่าวงจร RL ที่ต่อแบบอนุกรมและต่อแบบขนานมีทั้งกำลังไฟฟ้าจริงและกำลังไฟฟ้ารีแอกตีฟ

จากรูปที่ 12.9 (ข) เมื่อพิจารณาเฉพาะรูปคลื่นของกำลังไฟฟ้าชั่วขณะ เห็นว่าเมื่อทำการเฉลี่ยรูปคลื่นจะมีค่าไม่เท่ากับศูนย์ (รูปคลื่นขึ้นไปทางบวกมากกว่าทางลบ) และเมื่อทำการเฉลี่ยรูปคลื่นกำลังไฟฟ้าทำให้ได้รูปคลื่นดังรูปที่ 12.10 ซึ่งมีค่าเท่ากันตลอด (ตามพื้นที่แรเงา) ซึ่งเป็นกำลังไฟฟ้าจริงที่ตัวต้านทานซึ่งมีค่าเท่ากับกำลังไฟฟ้าเฉลี่ย



รูปที่ 12.10 รูปคลื่นของกำลังไฟฟ้าเมื่อเฉลี่ยของวงจร RL

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

ขนาดของกำลังไฟฟ้าเฉลี่ยเมื่อพิจารณาจากรูปที่ 12.10 จะได้

$$P = \frac{P_m \cos\theta}{2}$$

$$= \frac{V_{Tm} \cos\theta}{2}$$

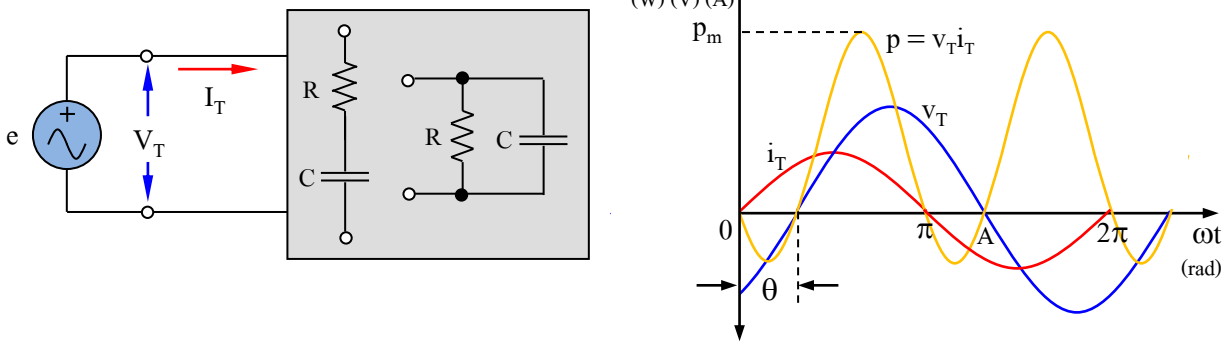
$$= \frac{\sqrt{2}\, V_T \sqrt{2}\, I_T \cos\theta}{2}$$

$$= V_T I_T \cos\theta$$

นั่นคือเกิดกำลังไฟฟ้าจริงขึ้นในวงจร RL ทั้งต่อแบบอนุกรมและต่อแบบขนาน โดยมีค่าเท่ากับ

$$P = V_T I_T \cos\theta$$

12.8.2 กำลังไฟฟ้าในวงจร RC ดังรูปที่ 12.11 (ก) เป็นวงจรที่ประกอบด้วยตัวต้านทานและตัวเก็บประจุที่ต่อแบบอนุกรมกันหรือต่อแบบขนานกัน เมื่อต่อเข้ากับแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับผลทำให้กระแสไฟฟ้ารวมของวงจรนำหน้าแรงดันไฟฟ้าเป็นมุม θ



(ก) วงจร RC ที่ต่อแบบอนุกรมและแบบขนาน (ข) รูปคลื่นแรงดัน v_T กระแส i_T และกำลังไฟฟ้า p

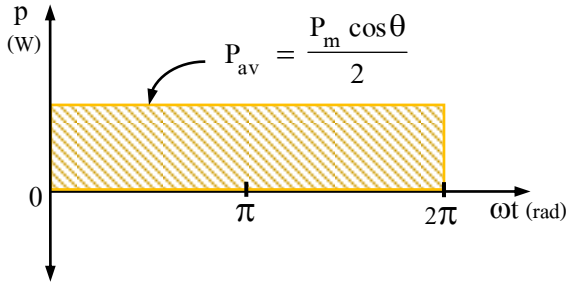
รูปที่ 12.11 วงจร RC ที่ต่อแบบอนุกรมและแบบขนานและรูปคลื่น

จากรูปที่ 12.11 (ข) กระแส i_T นำหน้าแรงดัน v_T ซึ่งกำลังไฟฟ้า p ได้จากผลคูณของ v_T กับ i_T เห็นว่าช่วงมุม $0 - \theta$ โดย v_T เปลี่ยนแปลงไปทางลบ ส่วน i_T เปลี่ยนแปลงไปทางบวก เมื่อนำผลคูณของ v_T กับ i_T จะได้กำลังไฟฟ้าชั่วขณะ p ซึ่งเปลี่ยนแปลงในทางลบ ช่วงจากมุม $\theta - \pi$ โดย i_T ยังเปลี่ยนแปลงไปทางบวก ส่วน v_T เปลี่ยนแปลงไปทางบวกเช่นกัน จะได้กำลังไฟฟ้าชั่วขณะซึ่งเปลี่ยนแปลงในทางบวก และที่มุม π ถึง A โดย i_T เปลี่ยนแปลงทางลบ ส่วน v_T ยังเปลี่ยนแปลงทางบวก ทำให้ p เปลี่ยนแปลงทางลบและช่วงมุม A – 2π โดย i_T เปลี่ยนแปลงทางลบ ส่วน v_T ก็เปลี่ยนแปลงทางลบเช่นกันจึงทำให้ p เปลี่ยนแปลงทางบวกซึ่งครบ 1 รอบพอดี เนื่องจากวงจร RC ที่ต่อแบบอนุกรมและต่อแบบขนานมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านพร้อมมีแรงดัน

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

ตกคร่อมตัวเก็บประจุ ดังนั้นจึงทำให้เกิดกำลังไฟฟ้ารีแอกตีฟ ($Q_C = V_C I_C$) ขึ้นที่ตัวเก็บประจุด้วย นั่นหมายความว่าวงจร RC ที่ต่อแบบอนุกรมและต่อแบบขนานมีทั้งกำลังไฟฟ้าจริงและกำลังไฟฟ้ารีแอกตีฟ

จากรูปที่ 12.11 (ข) เมื่อพิจารณาเฉพาะของกำลังไฟฟ้าชั่วขณะ เห็นว่าเมื่อทำการเฉลี่ยรูปคลื่นจะมีค่าไม่เท่ากับศูนย์ (รูปคลื่นขึ้นไปทางบวกมากกว่าทางลบ) และเมื่อทำการเฉลี่ยรูปคลื่นกำลังไฟฟ้าทำให้ได้รูปคลื่นดังรูปที่ 12.12 ซึ่งมีค่าเท่ากันตลอด (ตามพื้นที่แรเงา) ซึ่งเป็นกำลังไฟฟ้าจริงที่ตัวต้านทานซึ่งมีค่าเท่ากับกำลังไฟฟ้าเฉลี่ย



รูปที่ 12.12 รูปคลื่นของกำลังไฟฟ้าเมื่อเฉลี่ยของวงจร RC

ขนาดของกำลังไฟฟ้าเฉลี่ยเมื่อพิจารณาจากรูปที่ 12.12 จะได้

$$P_{av} = P = \frac{P_m \cos\theta}{2}$$

$$= \frac{V_{Tm} I_{Tm} \cos\theta}{2}$$

$$= \frac{\sqrt{2}\, V_T \sqrt{2}\, I_T \cos\theta}{2}$$

$$= V_T I_T \cos\theta$$

นั่นคือเกิดกำลังไฟฟ้าจริงขึ้นในวงจร RC ทั้งต่อแบบอนุกรมและต่อแบบขนาน โดยมีค่าเท่ากับ

$$P = V_T I_T \cos\theta$$

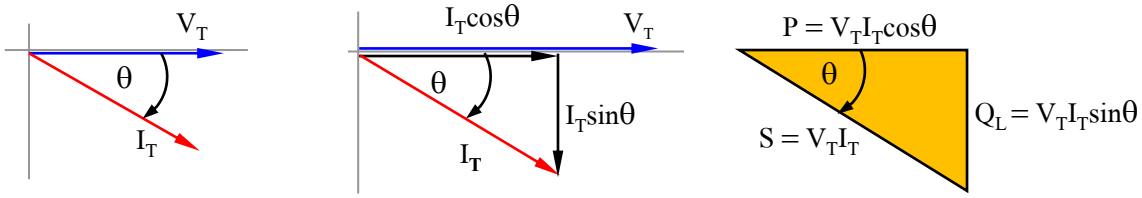
12.8.3 กำลังไฟฟ้าที่ปรากฏ (Apparent power) หมายถึง กำลังไฟฟ้าที่ได้จากผลคูณของแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้กับกระแสไฟฟ้ารวมของวงจร ใช้ S เป็นอักษรกำกับ มีหน่วยเป็นโวลต์แอมแปร์ (VA) โดยขนาดของกำลังไฟฟ้าที่ปรากฏหาได้จากสมการ

$$S = V_T I_T = I_T^2 Z = \frac{V_T^2}{Z} \qquad \text{.....(12.9)}$$

12.9 สามเหลี่ยมกำลังไฟฟ้า

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

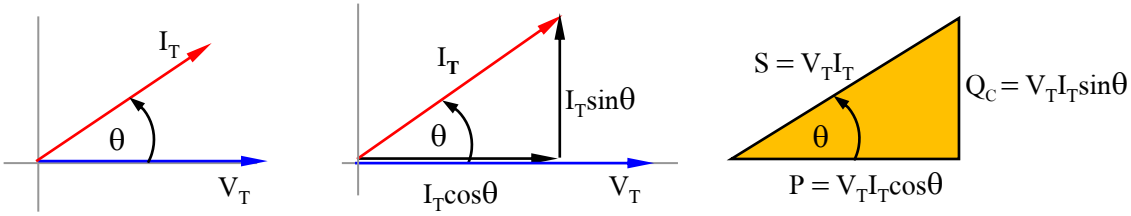
12.9.1 ในวงจร RL ดังรูปที่ 12.13 (ก) จะเห็นว่าเฟสเซอร์กระแส I_T ล้าหลังเฟสเซอร์แรงดัน V_T เป็นมุม θ และดังรูปที่ 12.13 (ข) เมื่อพิจารณามุม θ เป็นค่าบวก เมื่อจำแนกเฟสเซอร์ I_T ในแนวประชิดมุมได้ $I_T\cos\theta$ และแนวตรงข้ามมุมได้ $I_T\sin\theta$ ทิศทางชี้ลง และดังรูปที่ 12.13 (ค) ผลคูณของ $V_TI_T\cos\theta$ ได้กำลังไฟฟ้าจริงคือ P ผลคูณของ $V_TI_T\sin\theta$ ได้กำลังรีแอกตีฟ คือ Q_L และผลคูณ V_TI_T ได้กำลังไฟฟ้าที่ปรากฏคือ S โดยมีทิศทางเป็นมุม θ



(ก) แผนภาพเฟสเซอร์ (ข) เฟสเซอร์ I_T เมื่อจำแนก (ค) สามเหลี่ยมกำลังไฟฟ้า

รูปที่ 12.13 สามเหลี่ยมกำลังไฟฟ้าในวงจร RL

12.9.2 ในวงจร RC ดังรูปที่ 12.14 (ก) จะเห็นว่าเฟสเซอร์กระแส I_T นำหน้าเฟสเซอร์แรงดัน V_T เป็นมุม θ และดังรูปที่ 12.14 (ข) เมื่อพิจารณามุม θ เป็นค่าบวก เมื่อจำแนกเฟสเซอร์ I_T ในแนวประชิดมุมได้ $I_T\cos\theta$ แนวตรงข้ามมุมได้ $I_T\sin\theta$ ทิศทางชี้ขึ้นและดังรูปที่ 12.14 (ค) ผลคูณของ $V_TI_T\cos\theta$ ได้กำลังไฟฟ้าจริง คือ P ผลคูณของ $V_TI_T\sin\theta$ ได้กำลังรีแอกตีฟ คือ Q_C และผลคูณ V_TI_T ได้กำลังไฟฟ้าที่ปรากฏคือ S โดยมีทิศทางเป็นมุม θ



(ก) แผนภาพเฟสเซอร์ (ข) เฟสเซอร์ I_T เมื่อจำแนก (ค) สามเหลี่ยมกำลังไฟฟ้า

รูปที่ 12.14 สามเหลี่ยมกำลังไฟฟ้าในวงจร RC

จากรูปที่ 12.13 (ค) และรูปที่ 12.14 (ค) ถ้าแทนกำลังไฟฟ้าทั้งสามด้วยสามเหลี่ยมมุมฉากทำให้ได้สามเหลี่ยมกำลังไฟฟ้า ซึ่งกำลังไฟฟ้าจริง กำลังไฟฟ้ารีแอกตีฟและกำลังไฟฟ้าที่ปรากฏมีความสัมพันธ์ต่อกัน โดยการหากำลังไฟฟ้าส่วนต่าง ๆ หาได้ดังนี้

กำลังไฟฟ้าจริง $$P = V_TI_T\cos\theta$$ **.....(12.10)**

กำลังไฟฟ้ารีแอกตีฟจากตัวเหนี่ยวนำ $$Q_L = V_TI_T\sin\theta$$ **.....(12.11)**

กำลังไฟฟ้ารีแอกตีฟจากตัวเก็บประจุ $$Q_C = V_TI_T\sin\theta$$ **.....(12.12)**

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

กำลังไฟฟ้าที่ปรากฏ $S = V_T I_T$ .....(12.13)

หรือ $= \sqrt{P^2 + Q_L^2}$ .....(12.14)

หรือ $= \sqrt{P^2 + Q_C^2}$ .....(12.15)

หรือเขียนอยู่ในรูปของกำลังไฟฟ้าเชิงซ้อน $S = P - jQ_L$ .....(12.16)

$S = P + jQ_C$ .....(12.17)

เมื่อ P = กำลังไฟฟ้าจริง (W)

S = กำลังไฟฟ้าที่ปรากฏ (VA)

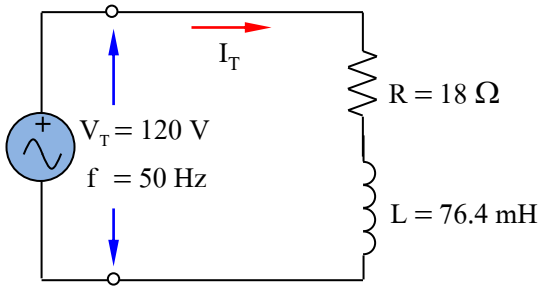
Q_L = กำลังไฟฟ้ารีแอกตีฟจากตัวเหนี่ยวนำ (var)

Q_C = กำลังไฟฟ้ารีแอกตีฟจากตัวเก็บประจุ (var)

θ = มุมต่างเฟสระหว่างแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้กับกระแสไฟฟ้ารวม (deg)

12.10 การคำนวณหากำลังไฟฟ้าในวงจร RL และ RC

ตัวอย่างที่ 12.7 จากวงจรรูปที่ 12.15 จงคำนวณหา



ก. กำลังไฟฟ้าจริง

ข. กำลังไฟฟ้ารีแอกตีฟ

ค. กำลังไฟฟ้าที่ปรากฏ

ง. เขียนสามเหลี่ยมกำลังไฟฟ้า

รูปที่ 12.15 วงจรของตัวอย่างที่ 12.7

วิธีทำ หาค่า **Z**, θ และ I_T ก่อน ตามลำดับดังนี้

$$X_L = 2\pi fL$$

$$= 2 \times 3.1416 \times 50 \times 76.4 \times 10^{-3}$$

$$X_L = 24\ \Omega$$

$$\mathbf{Z} = R + jX_L = 18 + j24$$

$$\mathbf{Z} = 30 \angle 53.13^\circ\ \Omega$$

$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{X_L}{R}\right) = \tan^{-1}\left(\frac{24}{18}\right)$$

$$\theta = 53.13^\circ$$

$$I_T = \frac{V_T}{Z} = \frac{120}{30}$$

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

$I_T = 4\ A$

$I_R = I_L = 4\ A$

วิธีทำที่ 1

ก. กำลังไฟฟ้าจริง

$$P = I_R^2 R = 4^2 \times 18$$

$$P = 288\ W$$

กำลังไฟฟ้าจริงมีค่าเท่ากับ 288 W **ตอบ**

ข. กำลังไฟฟ้ารีแอกตีฟ

$$Q_L = I_L^2 X_L = 4^2 \times 24$$

$$Q_L = 384\ var$$

กำลังไฟฟ้ารีแอกตีฟมีค่าเท่ากับ 384 var **ตอบ**

ค. กำลังไฟฟ้าที่ปรากฏ

$$S = I_T^2 Z = (4)^2 \times 30$$

$$S = 480\ VA$$

กำลังไฟฟ้าที่ปรากฏมีค่าเท่ากับ 480 VA **ตอบ**

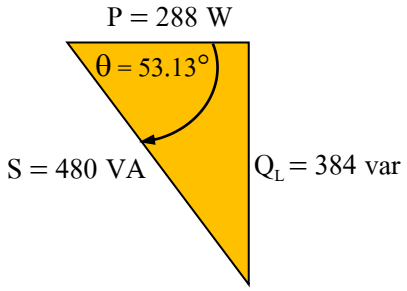
วิธีทำที่ 2

$$P = V_T I_T \cos\theta$$
$$= 120 \times 4 \times \cos 53.13^\circ$$
$$P = 288\ W \quad \textbf{ตอบ}$$

$$Q_L = V_T I_T \sin\theta$$
$$= 120 \times 4 \times \sin 53.13^\circ$$
$$Q_L = 384\ var \quad \textbf{ตอบ}$$

$$S = V_T I_T$$
$$= 120 \times 4$$
$$S = 480\ VA \quad \textbf{ตอบ}$$

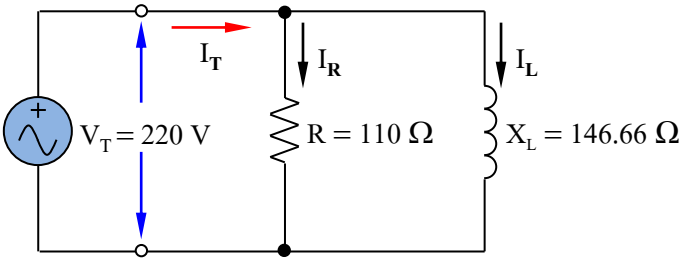
ง. สามเหลี่ยมกำลังไฟฟ้าแสดงดังรูปที่ 12.16



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

รูปที่ 12.16 สามเหลี่ยมกำลังไฟฟ้าของตัวอย่างที่ 12.7

ตัวอย่างที่ 12.8 วงจรดังรูปที่ 12.17 จงคำนวณหา



ก. กำลังไฟฟ้าจริง
ข. กำลังไฟฟ้ารีแอกตีฟ
ค. กำลังไฟฟ้าที่ปรากฏ
ง. เขียนสามเหลี่ยมกำลังไฟฟ้า

รูปที่ 12.17 วงจรของตัวอย่างที่ 12.8

วิธีทำ หาค่า I_R, I_L, I_T และ θ ก่อน ตามลำดับดังนี้

$$I_R = \frac{V_T}{R} = \frac{220}{110} = 2\ \text{A}$$

$$I_L = \frac{V_T}{X_L} = \frac{220}{146.66} = 1.5\ \text{A}$$

$$I_T = \sqrt{I_R^2 + I_L^2} = \sqrt{(2)^2 + (1.5)^2}$$

$$I_T = \sqrt{6.25} = 2.5\ \text{A}$$

$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{I_L}{I_R}\right) = \tan^{-1}\left(\frac{1.5}{2}\right)$$

$$= 36.87^\circ$$

ก. กำลังไฟฟ้าจริง

$$P = V_T I_T \cos\theta$$

$$= 220 \times 2.5 \times \cos 36.87^\circ$$

$$P = 440\ \text{W}$$

กำลังไฟฟ้าจริงมีค่าเท่ากับ 440 W **ตอบ**

ข. กำลังไฟฟ้ารีแอกตีฟ

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

$$Q_L = V_T I_T \sin\theta$$

$$= 220 \times 2.5 \times \sin 36.87^\circ$$

$$Q = 330 \text{ var}$$

กำลังไฟฟ้ารีแอกตีฟมีค่าเท่ากับ 330 var ตอบ

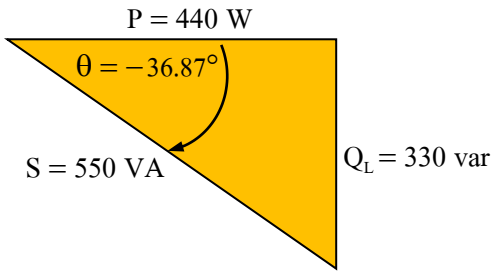
ค. กำลังไฟฟ้าที่ปรากฏ

$$S = V_T I_T = 220 \times 2.5$$

$$S = 550 \text{ VA}$$

กำลังไฟฟ้าที่ปรากฏมีค่าเท่ากับ 550 VA ตอบ

ง. สามเหลี่ยมกำลังไฟฟ้าแสดงดังรูปที่ 12.18



รูปที่ 12.18 สามเหลี่ยมกำลังไฟฟ้าของตัวอย่างที่ 12.8

ดังรูปที่ 12.18 สามารถหา S ได้อีก 2 วิธีดังนี้

$$S = \sqrt{P^2 + Q_L^2}$$

$$= \sqrt{(440)^2 + (330)^2}$$

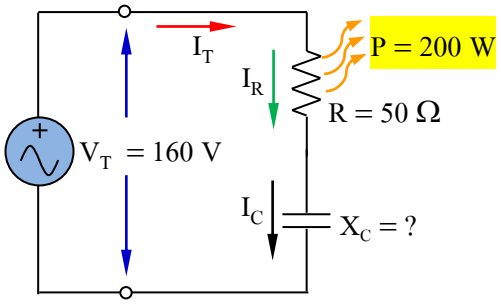
$$= 550 \text{ VA}$$

$$\mathbf{S} = P - jQ_L$$

$$= 440 - j330$$

$$= 550 \angle -36.87^\circ \text{ VA}$$

ตัวอย่างที่ 12.9 วงจรดังรูปที่ 12.19 มีกำลังไฟฟ้าจริงที่เกิดจากตัวต้านทาน 200 W จงคำนวณหา



รูปที่ 12.19 วงจรของตัวอย่างที่ 12.9

ก. กระแสไฟฟ้ารวม

ข. กำลังไฟฟ้าที่ปรากฏ

ค. กำลังไฟฟ้ารีแอกตีฟ

ง. รีแอกแตนซ์เชิงตัวเก็บประจุ

จ. เขียนสามเหลี่ยมกำลังไฟฟ้า

วิธีทำ

ก. กระแสไฟฟ้ารวม $P = I_R^2 R$

ดังนั้น $I_R = \sqrt{\frac{P}{R}} = \sqrt{\frac{200}{50}}$

$= \sqrt{4} = 2 \text{ A}$

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

แต่ $I_T = I_R = I_C = 2\ A$

กระแสไฟฟ้ารวมมีค่าเท่ากับ 2 A ตอบ

ข. กำลังไฟฟ้าที่ปรากฏ

$$S = V_T I_T = 160 \times 2$$

$$S = 320\ VA$$

กำลังไฟฟ้าที่ปรากฏมีค่าเท่ากับ 320 VA ตอบ

ค. กำลังไฟฟ้ารีแอกตีฟ

$$S^2 = P^2 + Q_C^2$$

ดังนั้น

$$Q_C = \sqrt{S^2 - P^2} = \sqrt{(320)^2 - (200)^2}$$

$$Q_C = \sqrt{62400}$$

$$= 249.8\ var$$

กำลังไฟฟ้ารีแอกตีฟมีค่าเท่ากับ 249.8 var ตอบ

ง. รีแอกแตนซ์เชิงตัวเก็บประจุ

$$Q_C = I_C^2 X_C$$

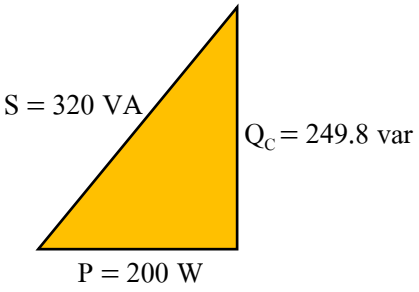
ดังนั้น

$$X_C = \frac{Q_C}{I_C^2} = \frac{249.8}{(2)^2}$$

$$X_C = 62.45\ \Omega$$

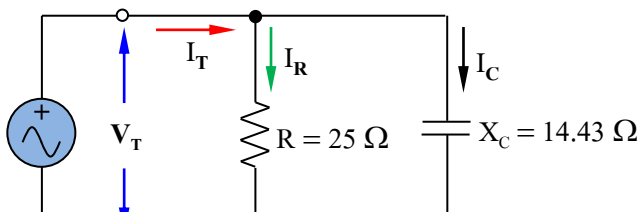
รีแอกแตนซ์เชิงตัวเก็บประจุมีค่าเท่ากับ 62.45 Ω ตอบ

ง. สามเหลี่ยมกำลังไฟฟ้าแสดงดังรูปที่ 12.20



รูปที่ 12.20 สามเหลี่ยมกำลังไฟฟ้าของตัวอย่างที่ 12.9

ตัวอย่างที่ 12.10 วงจรดังรูปที่ 12.21 มีกำลังไฟฟ้าที่ปรากฏ 800 VA และมีมุมต่างเฟสระหว่าง V_T กับ I_T เท่ากับ 60° (หรือทิศทางของกำลังไฟฟ้าที่ปรากฏ) จงคำนวณหา



ก. กำลังไฟฟ้าจริงและกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวต้านทาน

ข. กำลังไฟฟ้ารีแอกตีฟและกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวเก็บประจุ

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

รูปที่ 12.21 วงจรของตัวอย่างที่ 12.10

วิธีทำ โจทย์กำหนดให้ $\theta = 60°$ และ $S = 800$ VA โดย $S = V_T I_T$

ก. กำลังไฟฟ้าจริงและกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวต้านทาน

$$P = V_T I_T \cos\theta$$

หรือ $$P = S\cos\theta = 800\cos 60°$$

$$P = 400 \text{ W}$$

และ $$I_R = \sqrt{\frac{P}{R}} = \sqrt{\frac{400}{25}}$$

$$I_R = \sqrt{16} = 4 \text{ A}$$

กำลังไฟฟ้าจริงมีค่าเท่ากับ 400 W **ตอบ**

กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวต้านทานมีค่าเท่ากับ 4 A **ตอบ**

ข. กำลังไฟฟ้ารีแอกตีฟและกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวเก็บ

$$Q_C = V_T I_T \sin\theta$$

หรือ $$Q_C = S\sin\theta = 800\sin 60°$$

$$Q_C = 692.8 \text{ var}$$

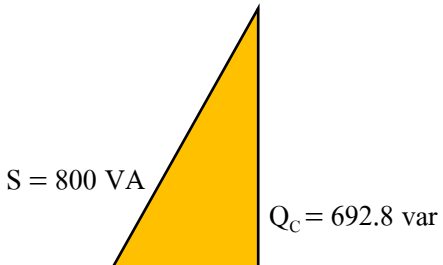
และ $$I_C = \sqrt{\frac{Q_C}{X_C}} = \sqrt{\frac{692.8}{14.43}}$$

$$I_C = \sqrt{48} = 6.928 \text{ A}$$

กำลังไฟฟ้ารีแอกตีฟมีค่าเท่ากับ 692.8 var **ตอบ**

กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวเก็บประจุมีค่าเท่ากับ 6.928 A **ตอบ**

ค. สามเหลี่ยมกำลังไฟฟ้าแสดงดังรูปที่ 12.22



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

รูปที่ 12.22 สามเหลี่ยมกำลังไฟฟ้าของตัวอย่างที่ 12.10

สรุป

กำลังไฟฟ้าชั่วขณะ คือ ผลคูณของกระแสไฟฟ้าชั่วขณะกับแรงดัน ไฟฟ้าชั่วขณะที่เวลาใด ๆ ส่วนกำลังไฟฟ้าในวงจรตัวต้านทานเพียงอย่างเดียว ดังนั้นแรงดัน v_R กับกระแส i_R ร่วมเฟสกันและทำให้เกิดกำลังไฟฟ้าขึ้นที่ตัวต้านทาน กำลังไฟฟ้าเฉลี่ย เมื่อนำรูปคลื่นของกำลังไฟฟ้า p มาพิจารณา เห็นว่าตั้งแต่มุม 0 ถึง 2π กำลังไฟฟ้ามีค่าเป็นบวก กำลังไฟฟ้าที่เกิดขึ้นในตัวต้านทานได้จากการเฉลี่ยจึงเรียกว่ากำลังไฟฟ้าเฉลี่ย และยังมีชื่อเรียกได้หลายชื่อ เช่น กำลังไฟฟ้าจริง (Real power) กำลังไฟฟ้าใช้งาน (Active power) กำลังไฟฟ้าประสิทธิผล (Effective power) ส่วนกำลังไฟฟ้าในวงจรตัวเหนี่ยวนำเพียงอย่างเดียว โดยกระแส i_L ล้าหลังแรงดัน v_L เป็นมุม 90°และทำให้เกิดกำลังไฟฟ้าชั่วขณะขึ้นที่ตัวเหนี่ยวนำ กำลังไฟฟ้ารีแอกตีฟ (Reactive power) เมื่อพิจารณารูปคลื่นของกำลังไฟฟ้า p จากตัวเหนี่ยวนำ เห็นว่าพื้นที่ทางครึ่งไซเกิลลบเท่ากับพื้นที่ทางครึ่งไซเกิลบวกตลอดระยะเวลาของช่วงคลื่น ถ้าทำการเฉลี่ยรูปคลื่นของกำลังไฟฟ้าชั่วขณะทำให้กำลังไฟฟ้าเฉลี่ยมีค่าเท่ากับศูนย์ ส่วนกำลังไฟฟ้าในวงจรตัวเก็บประจุเพียงอย่างเดียว โดยกระแส i_C นำหน้าแรงดัน v_C เป็นมุม 90°และทำให้เกิดกำลังไฟฟ้าชั่วขณะขึ้นที่ตัวเก็บประจุ กำลังไฟฟ้ารีแอกตีฟ (Reactive power) เมื่อพิจารณารูปคลื่นของกำลัง ไฟฟ้า p จากตัวเก็บประจุ เห็นว่าพื้นที่ทางครึ่งไซเกิลบวกเท่ากับพื้นที่ทางครึ่งไซเกิลลบตลอดระยะเวลาของช่วงคลื่น ถ้าทำการเฉลี่ยรูปคลื่นของกำลังไฟฟ้าชั่วขณะทำให้กำลังไฟฟ้าเฉลี่ยมีค่าเท่ากับศูนย์ กำลังไฟฟ้าในวงจร RL เป็นวงจรที่ประกอบด้วยตัวต้านทานและตัวเหนี่ยวนำ ที่ต่อแบบอนุกรมกันหรือต่อแบบขนานกัน เมื่อต่อเข้ากับแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับผลทำให้กระแสไฟฟ้ารวมของวงจรล้าหลังแรงดันไฟฟ้าเป็นมุม θ กำลังไฟฟ้าในวงจร RC เป็นวงจรที่ประกอบด้วยตัวต้านทานและตัวเก็บประจุ ที่ต่อแบบอนุกรมกันหรือต่อแบบขนานกัน เมื่อต่อเข้ากับแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับผลทำให้กระแสไฟฟ้ารวมของวงจรนำหน้าแรงดันไฟฟ้าเป็นมุม θ กำลังไฟฟ้าที่ปรากฏ (Apparent power) หมายถึง กำลังไฟฟ้าที่ได้จากผลคูณของแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้กับกระแสไฟฟ้ารวมของวงจร ในส่วนสามเหลี่ยมกำลังไฟฟ้า ในวงจร RL จะเห็นว่าเฟสเซอร์กระแส I_T ล้าหลัง

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

เฟสเซอร์แรงดัน V_T เป็นมุม θ ในวงจร RC ดังรูปที่ 12.14 (ก) จะเห็นว่าเฟสเซอร์กระแส I_T นำหน้าเฟสเซอร์แรงดัน V_T เป็นมุม θ

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

จุดประสงค์ทั่วไป

เพื่อให้นักเรียนสามารถวัดค่ากระแ[illegible]ันไฟฟ้า กำลังไฟฟ้าจริง และกำลังไฟฟ้ารีแอกตีฟ ในวงจรกำลังไฟฟ้ากระแสสลับ

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. ต่อวงจร R, L, C, RL และ RC ในการวัดกำลังไฟฟ้าได้ถูกต้อง
2. วัดค่ากระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้าด้วยดิจิตอลมัลติมิเตอร์ได้ถูกต้อง
3. วัดค่ากำลังไฟฟ้าจริง กำลังไฟฟ้ารีแอกตีฟ ด้วยอิเล็กทรอนิกส์วัตต์มิเตอร์ได้ถูกต้อง
4. คำนวณหาค่ากำลังจริง กำลังไฟฟ้ารีแอกตีฟ และกำลังไฟฟ้าที่ปรากฏจากการทดลองได้

เครื่องมือวัดและอุปกรณ์การทดลอง

1.	หม้อแปลงไฟฟ้าแรงดัน 220 V/24 V 5 A	1	ตัว
2.	มัลติมิเตอร์แบบดิจิตอลหรือแบบเข็มชี้	2	ตัว
3.	อิเล็กทรอนิกส์วัตต์มิเตอร์	1	ตัว
4.	ตัวต้านทานค่า 100 Ω 20 W	2	ตัว
5.	ตัวเหนี่ยวนำแบบเลือกค่าได้ 0.3 H	1	ตัว
6.	ตัวเก็บประจุค่า 4.7 μF, 10 μF อย่างละ	2	ตัว
7.	แผงทดลองพร้อมสายต่อวงจร 10 เส้น	1	ชุด

คำนำ ทางปฏิบัติงาน

ในวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ จะมีกำลังไฟฟ้าชั่วขณะ เมื่อจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับให้กับวงจรตัวต้านทาน วงจรตัวเหนี่ยวนำ ทำให้กำลังไฟฟ้าในวงจรตัวต้านทานเพียงอย่างเดียว กำลังไฟฟ้าในวงจรตัวเหนี่ยวนำเพียงอย่างเดียว กำลังไฟฟ้าในวงจรตัวเก็บประจุเพียงอย่างเดียว และกำลังไฟฟ้าในวงจร RL และ RC เป็นต้น จะส่งผลให้เกิดสามเหลี่ยมกำลังไฟฟ้า

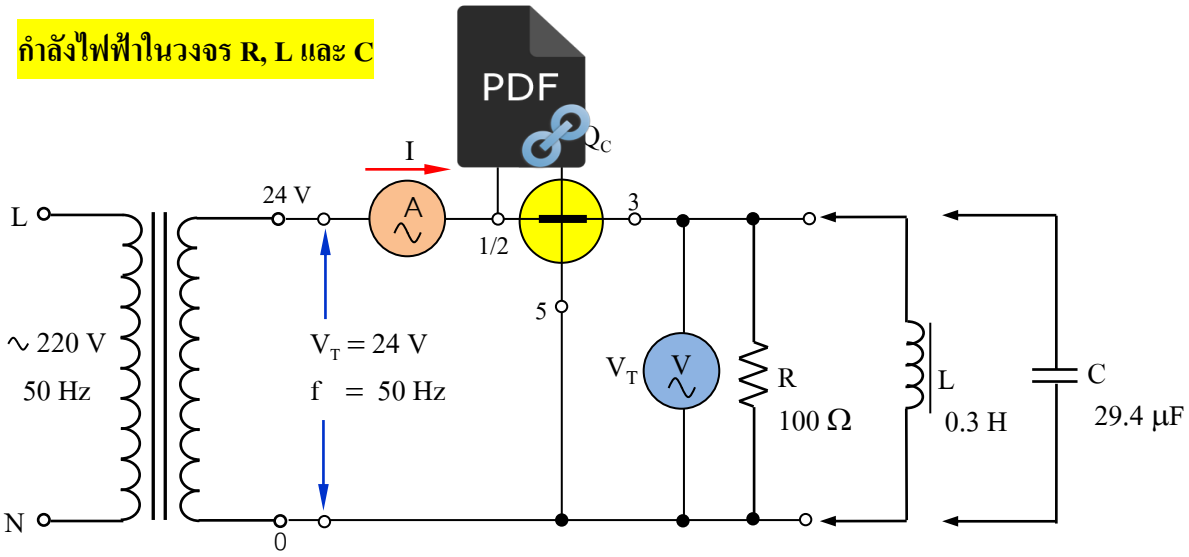
ข้อเสนอแนะและข้อควรระวังก่อนการทดลอง

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

กำลังไฟฟ้าในวงจร R, L และ C



รูปที่ 12.23 การวัดกระแสไฟฟ้า แรงดันไฟฟ้า และกำลังไฟฟ้าของวงจร R, L และ C

หมายเหตุ

1. ค่า C = 29.4 μF ใช้ค่า C = 4.7 μF จำนวน 2 ตัว และค่า C = 10 μF จำนวน 2 ตัว มาต่อขนานกันทั้ง 4 ตัว
2. ที่อิเล็กทรอนิกส์วัตต์มิเตอร์เลือกย่านวัดแรงดันไว้ที่ 30 V และย่านวัดกระแส 0.3 A
3. การวัดกำลังไฟฟ้าจริงให้เลือกมาที่ตำแหน่ง P และการวัดกำลังไฟฟ้ารีแอกตีฟสำหรับตัวเหนี่ยวนำให้เลือกมาที่ตำแหน่ง Q_L สำหรับตัวเก็บประจุให้เลือกมาที่ตำแหน่ง Q_C

ลำดับขั้นการทดลอง

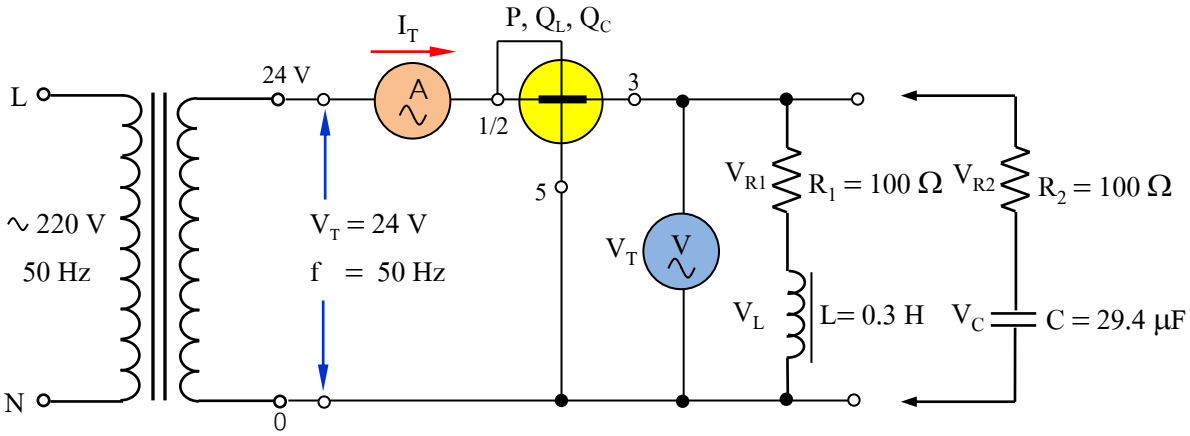
1. ต่อวงจรตามรูปที่ 12.23 พร้อมตรวจสอบความถูกต้อง
2. ที่หม้อแปลงไฟฟ้าใช้ขนาดแรงดันไฟฟ้าทางเอาต์พุต 24 V เพื่อต่อให้กับโหลด R, L และ C
3. ต่อตัวต้านทานค่า 100 Ω เข้ากับแหล่งจ่าย V_T บันทึกค่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวต้านทาน (I_R) แรงดันที่ตกคร่อมตัวต้านทาน (V_R) กำลังไฟฟ้าจริง (P) ลงในตารางที่ 12.1
4. ปลดตัวต้านทานออกจากวงจร จากนั้นนำตัวเหนี่ยวนำค่า 0.3 H มาต่อเข้ากับแหล่งจ่าย V_T บันทึกค่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวเหนี่ยวนำ (I_L) แรงดันที่ตกคร่อมตัวเหนี่ยวนำ (V_L) กำลังไฟฟ้ารีแอกตีฟ (Q_L) ลงในตารางที่ 12.1
5. ปลดตัวเหนี่ยวนำออกจากวงจร จากนั้นนำตัวเก็บประจุค่า 29.4 μF มาต่อเข้ากับแหล่งจ่าย V_T บันทึกค่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวเก็บประจุ (I_C) แรงดันที่ตกคร่อมตัวเก็บประจุ (V_C) กำลังไฟฟ้ารีแอกตีฟ (Q_C) ลงในตารางที่ 12.1

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

ตารางที่ 12.1 ผลการทดลองจากลำดับขั้นการทดลองที่ 3–5

		00 Ω	L = 0.3 H	C = 29.4 μF
ค่าที่ได้จากการวัด	V (V)	V	V_L =.....V	V_C =.....V
	I (A)	I_R =..... A	I_L =.....A	I_C =..... A
	P (W)			
	Q_L (var)			
	Q_C (var)			

กำลังไฟฟ้าในวงจร RL และ RC



รูปที่ 12.24 การวัดกระแสไฟฟ้า แรงดันไฟฟ้า และกำลังไฟฟ้าของวงจร RL และ RC

ลำดับขั้นการทดลอง (ต่อ)

6. ต่อวงจรตามรูปที่ 12.24 พร้อมตรวจสอบความถูกต้อง
7. ที่หม้อแปลงไฟฟ้าใช้ขนาดแรงดันไฟฟ้าทางเอาต์พุต 24 V เพื่อต่อให้กับโหลด RL และ RC
8. นำวงจร RL ที่ต่ออนุกรมกันเข้ากับแหล่งจ่าย V_T บันทึกค่าของกระแสไฟฟ้ารวม (I_T) กำลังไฟฟ้าจริง กำลังไฟฟ้ารีแอกตีฟ และแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้ (V_T) บันทึกค่าลงในตารางที่ 12.2
9. นำโวลต์มิเตอร์วัดแรงดันตกคร่อมตัวต้านทาน R_1 (V_{R1}) และวัดแรงดันตกคร่อมตัวเหนี่ยวนำ (V_L) บันทึกค่าลงในตารางที่ 12.2
10. ปลดวงจร RL ที่ต่ออนุกรมออกจากวงจร แล้วนำวงจร RC ที่ต่ออนุกรมกันเข้ากับแหล่งจ่าย V_T บันทึกค่าของกระแสไฟฟ้ารวม กำลังไฟฟ้าจริง กำลังไฟฟ้ารีแอกตีฟ และแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้ (V_T) ลงในตารางที่ 12.2

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

11. นำโวลต์มิเตอร์วัดแรงดันตกคร่อมตัวต้านทาน $R_2(V_{R2})$ และวัดแรงดันตกคร่อมตัวเก็บประจุ (V_C) บันทึกค่าลงในตารางที่ 12.2

12. นำค่าที่ได้จากการวัดมาคำนวณหามุมต่างเฟสระหว่างแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้กับกระแสไฟฟ้ารวม แล้วนำค่าที่คำนวณได้ใส่ลงในตารางที่ 12.2 ของวงจร ดังนี้

12.1 คำนวณหาค่ากำลังไฟฟ้าที่ปรากฏ จากสูตร $S = V_T I_T$

12.2 คำนวณหาค่ามุมต่างเฟสของวงจร RL อนุกรม จากสูตร $\theta_1 = \tan^{-1}\left(\frac{V_L}{V_{R1}}\right)$

12.3 คำนวณหาค่ามุมต่างเฟสของวงจร RC อนุกรม จากสูตร $\theta_2 = \tan^{-1}\left(\frac{V_C}{V_{R2}}\right)$

ตารางที่ 12.2 ผลการทดลองจากลำดับขั้นการทดลองที่ 8–12

	ค่าที่ได้จากการวัด									ค่าที่คำนวณ		
วงจร	V_T (V)	I_T (A)	P (W)	Q_L (var)	Q_C (var)	V_{R1} (V)	V_{R2} (V)	V_L (V)	V_C (V)	S (VA)	θ_1 (deg)	θ_2 (deg)
RL												
RC												

ประเมินผลการทดลอง

1. กำลังไฟฟ้าที่เกิดจากตัวต้านทานเพียงอย่างเดียวเป็นกำลังไฟฟ้าอะไร ให้ทำเครื่องหมาย ✓ ที่กรอบสี่เหลี่ยม

☐ กำลังไฟฟ้าจริง ☐ กำลังไฟฟ้ารีแอกตีฟ ☐ กำลังไฟฟ้าที่ปรากฏ

2. จากวงจรการทดลองรูปที่ 12.23 คำนวณหา I_R, และ P ของวงจรตัวต้านทานเพียงอย่างเดียว

วิธีทำ

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

3. กำลังไฟฟ้าที่เกิดจากตัวเหนี่ยวนำเพียงอย่างเดียวเป็นกำลังไฟฟ้าอะไร ให้ทำเครื่องหมาย ✓ ที่กรอบสี่เหลี่ยม

☐ กำลังไฟฟ้าจริง ☐ กำลังไฟฟ้ารีแอกตีฟ ☐ กำลังไฟฟ้าที่ปรากฏ

4. จากวงจรการทดลองรูปที่ 12.23 คำนวณหา X_L, I_L และ Q_L ของวงจรตัวเหนี่ยวนำเพียงอย่างเดียว

วิธีทำ

5. วงจรที่ประกอบด้วยตัวเหนี่ยวนำบริสุทธิ์วัตต์มิเตอร์อ่านค่าได้เท่ากับศูนย์ แต่จากลำดับขั้นการทดลองข้อ 4 วัตต์มิเตอร์อ่านค่ากำลังไฟฟ้าจริงได้เล็กน้อยเพราะอะไร

6. กำลังไฟฟ้าที่เกิดจากตัวเก็บประจุเพียงอย่างเดียวเป็นกำลังไฟฟ้าอะไร ให้ทำเครื่องหมาย ✓ ที่กรอบสี่เหลี่ยม

☐ กำลังไฟฟ้าจริง ☐ กำลังไฟฟ้ารีแอกตีฟ ☐ กำลังไฟฟ้าที่ปรากฏ

7. จากวงจรการทดลองรูปที่ 12.23 คำนวณหา X_C, I_C และ Q_C ของวงจรตัวเก็บประจุเพียงอย่างเดียว

วิธีทำ

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

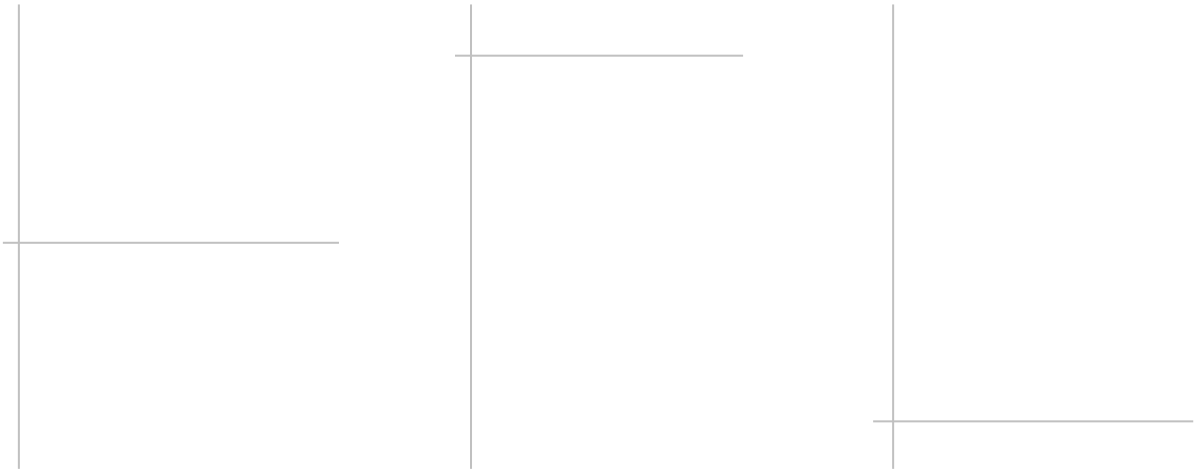
8. จากลำดับขั้นการทดลองข้อ 5 วัตต์มิเตอร์อ่านค่ากำลังไฟฟ้าจริงที่ตัวเก็บประจุหรือได้หรือไม่ เพราะเหตุใด

.....

.....

.....

9. จงเขียนขนาดและทิศทางของกำลังไฟฟ้าของวงจร R, L และ C ที่ได้จากตารางที่ 12.1 โดยใช้อัตราส่วนกำลังไฟฟ้าจริง 1 W/cm และใช้มาตราส่วนกำลังไฟฟ้ารีแอกตีฟ 1 var/cm



ตัวต้านทานเพียงอย่างเดียว ตัวเหนี่ยวนำเพียงอย่างเดียว ตัวเก็บประจุเพียงอย่างเดียว

10. จากวงจรการทดลองรูปที่ 12.24 (วงจร RL แบบอนุกรม) วัตต์มิเตอร์เมื่อเลือกมาที่ตำแหน่ง P วัตต์มิเตอร์อ่านกำลังไฟฟ้าอะไรและได้จากโหลดประเภทใด ให้ทำเครื่องหมาย ✓ ที่กรอบสี่เหลี่ยม

☐ กำลังไฟฟ้าจริงจากตัวต้านทาน ☐ กำลังไฟฟ้าจริงจากตัวเหนี่ยวนำ

☐ กำลังไฟฟ้ารีแอกตีฟจากตัวต้านทาน ☐ กำลังไฟฟ้ารีแอกตีฟจากตัวเหนี่ยวนำ

11. จากวงจรการทดลองรูปที่ 12.24 (วงจร RL แบบอนุกรม) วัตต์มิเตอร์เมื่อเลือกมาที่ตำแหน่ง Q_L วัตต์มิเตอร์อ่านกำลังไฟฟ้าอะไรและได้จากโหลดประเภทใด ให้ทำเครื่องหมาย ✓ ที่กรอบสี่เหลี่ยม

☐ กำลังไฟฟ้าจริงจากตัวต้านทาน ☐ กำลังไฟฟ้าจริงจากตัวเหนี่ยวนำ

☐ กำลังไฟฟ้ารีแอกตีฟจากตัวต้านทาน ☐ กำลังไฟฟ้ารีแอกตีฟจากตัวเหนี่ยวนำ

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

12. จากวงจรการทดลองรูปที่ 12.24 (วงจร RC แบบอนุกรม) วัตต์มิเตอร์เมื่อเลือกมาที่ตำแหน่ง P วัตต์มิเตอร์อ่านกำลังไฟฟ้าอะไรและได้จากโหลดประเภทใด ให้ทำเครื่องหมาย ✓ ที่กรอบสี่เหลี่ยม

☐ กำลังไฟฟ้าจริงจากตัวต้านทาน ☐ กำลังไฟฟ้าจริงจากตัวเก็บประจุ

☐ กำลังไฟฟ้ารีแอกตีฟจากตัวต้านทาน ☐ กำลังไฟฟ้ารีแอกตีฟจากตัวเก็บประจุ

13. จากวงจรการทดลองรูปที่ 12.24 (วงจร RC แบบอนุกรม) วัตต์มิเตอร์เมื่อเลือกมาที่ตำแหน่ง Q_C วัตต์มิเตอร์อ่านกำลังไฟฟ้าอะไรและได้จากโหลดประเภทใด ให้ทำเครื่องหมาย ✓ ที่กรอบสี่เหลี่ยม

☐ กำลังไฟฟ้าจริงจากตัวต้านทาน ☐ กำลังไฟฟ้าจริงจากตัวเก็บประจุ

☐ กำลังไฟฟ้ารีแอกตีฟจากตัวต้านทาน ☐ กำลังไฟฟ้ารีแอกตีฟจากตัวเก็บประจุ

14. จากวงจรการทดลองรูปที่ 12.24 (วงจร RL แบบอนุกรม) นำค่าที่ได้จากการวัดของตารางที่ 12.2 มาคำนวณหาค่ากำลังไฟฟ้าจริง จากสูตร $P = V_T I_T \cos\theta_1$ และกำลังไฟฟ้ารีแอกตีฟ จากสูตร $Q_L = V_T I_T \sin\theta_1$ แล้วเปรียบเทียบผลที่ได้จากวัตต์มิเตอร์

วิธีทำ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

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

15. จากวงจรการทดลองรูปที่ 12.24 (วงจร RC แบบอนุกรม) นำค่าที่ได้จากการวัดของตารางที่ 12.2 มาคำนวณหาค่ากำลังไฟฟ้าจริง จากสูตร $P = V_T I_T \cos\theta_2$ และกำลังไฟฟ้ารีแอกตีฟ จากสูตร $Q_C = V_T I_T \sin\theta_2$ แล้วเปรียบเทียบผลที่ได้จากวัตต์มิเตอร์

วิธีทำ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

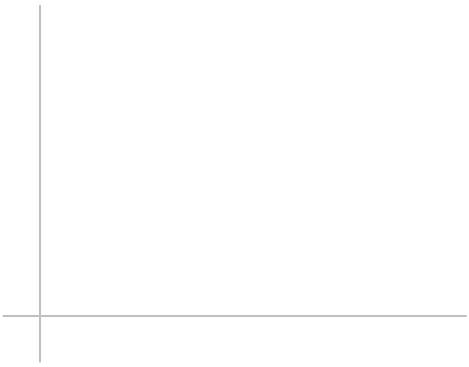
.....

.....

.....

16. นำค่าจากตารางที่ 12.2 มาเขียนสามเหลี่ยมกำลังไฟฟ้า ใช้มาตราส่วนกำลังไฟฟ้าจริง 1 W/cm และอัตราส่วนกำลังไฟฟ้ารีแอกตีฟ 1 var/cm

วงจร RL แบบอนุกรม



วงจร RC แบบอนุกรม

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 วัดและอ่านค่ากำลังไฟฟ้าจากวัตต์มิเตอร์	 3 2 2		
2	ผลของการทดลอง **(4 คะแนน)** 2.1 ค่าต่าง ๆ ที่บันทึกลงในทุกตารางมีค่าถูกต้อง	 4		
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 38
รหัส 2104-2003	การสั่งไฟฟ้ากระแสสลับ	หน่วยที่ 12

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)

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