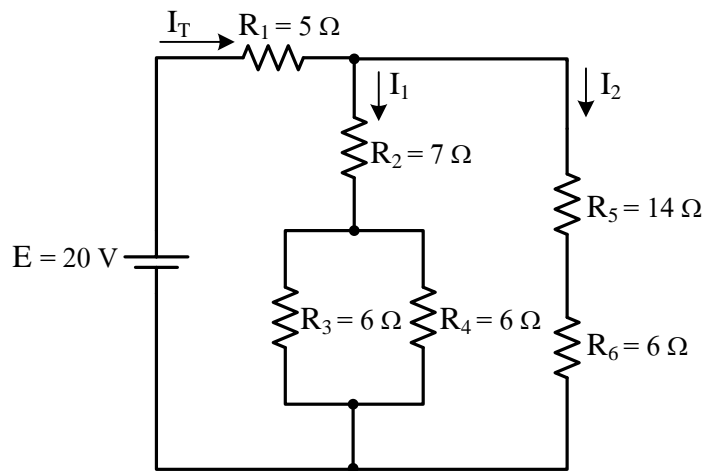


แบบทดสอบก่อนเรียน
หน่วยที่ 7 วงจรไฟฟ้าแบบผสม

- คำชี้แจง**
1. แบบทดสอบชุดนี้มีทั้งหมด 18 ข้อ
 2. ให้ทำเครื่องหมายกากบาท (X) ทับข้อที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว
 3. ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ 25 นาที

1. ข้อใดคือวงจรไฟฟ้าแบบผสม
 - ก. วงจรที่มีโหนดต่อกันทั้งแบบขนานและอนุกรม
 - ข. วงจรที่มีโหนดต่อกันทั้งแบบอนุกรมและขนาน
 - ค. วงจรที่มีโหนดต่อกันหลากหลายรูปแบบ ไม่มีมาตรฐานตายตัว
 - ง. ถูกทุกข้อ

จากวงจรไฟฟ้าในรูปที่ ก-7.1 ใช้ตอบคำถามข้อที่ 2-10



รูปที่ ก-7.1 สำหรับตอบคำถามข้อที่ 2-10

2. ความต้านทานรวมมีค่าเท่าใด
 - ก. 14.33 Ω
 - ข. 13.67 Ω
 - ค. 12.33 Ω
 - ง. 11.67 Ω
3. กระแสไฟฟ้ารวมมีค่าเท่าใด
 - ก. 1.82 A
 - ข. 1.71 A
 - ค. 1.62 A
 - ง. 1.51 A

หน่วยที่ 6

วงจรไฟฟ้าแบบผสม

สาระการเรียนรู้

- 6.1 ความหมายของวงจรไฟฟ้าแบบผสม
- 6.2 การคำนวณหาค่าต่าง ๆ ในวงจรไฟฟ้าแบบผสม

จุดประสงค์การสอน

จุดประสงค์ทั่วไป

เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ และเข้าใจการต่อวงจรไฟฟ้าแบบผสม การคำนวณหาค่า กระแสไฟฟ้า แรงดันไฟฟ้า ความต้านทานและกำลังไฟฟ้าของวงจรไฟฟ้าแบบผสม

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. บอกความหมายของวงจรไฟฟ้าแบบผสมได้
2. คำนวณหาค่าความต้านทานในวงจรไฟฟ้าแบบผสมได้
3. คำนวณหาค่ากระแสไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้าแบบผสมได้
4. คำนวณหาค่าแรงดันไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้าแบบผสมได้
5. คำนวณหาค่ากำลังไฟฟ้าของวงจรไฟฟ้าแบบผสมได้

วงจรไฟฟ้าแบบผสม

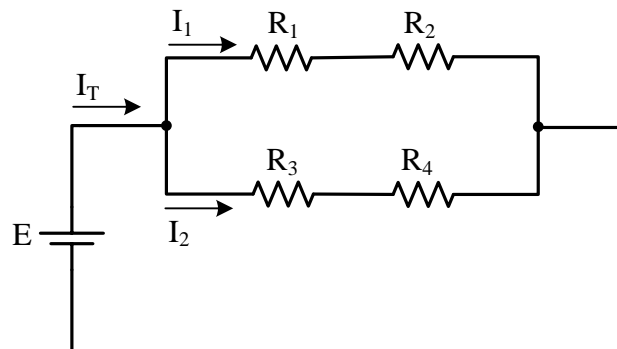
บทนำ

ในหน่วยนี้จะกล่าวถึงวงจรไฟฟ้าแบบผสม เป็นวงจรที่มีลักษณะการต่อทั้งแบบอนุกรม และแบบขนานในวงจรเดียวกัน การแก้ปัญหาทางวงจรไฟฟ้าจึงต้องพิจารณาลักษณะการต่อวงจรทีละ ส่วนว่าต่อแบบใด แล้วใช้ลักษณะสมบัติของวงจรมานั้น ๆ ในการแก้ปัญหาเป็นขั้นตอน

7.1 ความหมายของวงจรไฟฟ้าแบบผสม

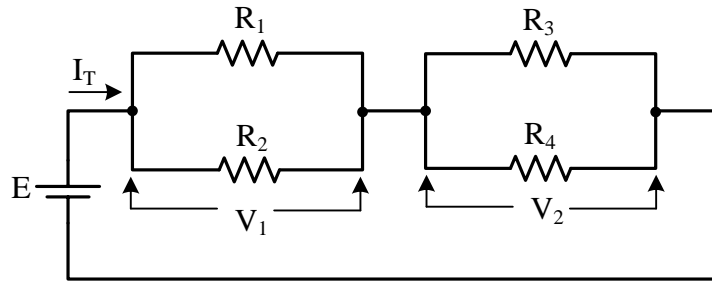
วงจรไฟฟ้าแบบผสม หมายถึง การต่อวงจรไฟฟ้าโดยการต่อรวมกันระหว่างวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรมกับวงจรไฟฟ้าแบบขนาน ภายในวงจรไหลคบางตัวต่อวงจรแบบอนุกรม และไหลคบางตัวต่อวงจรแบบขนาน การต่อวงจรไม่มีมาตรฐานตายตัว เปลี่ยนแปลงไปตามลักษณะการต่อวงจรตามต้องการ การวิเคราะห์แก้ปัญหาของวงจรผสม ต้องอาศัยหลักการทํางานตลอดจนอาศัยลักษณะสมบัติของวงจรไฟฟ้าทั้งแบบอนุกรมและแบบขนาน วงจรไฟฟ้าแบบผสมพิจารณาจากการต่อวงจร แบ่งได้ 2 แบบ คือ

7.1.1 วงจรไฟฟ้าแบบอนุกรม-ขนาน คือ วงจรไฟฟ้าที่มีการต่ออนุกรมกันก่อนในแต่ละกลุ่ม แล้วจึงมาต่อขนานกันภายหลัง ดังรูปที่ 7.1



รูปที่ 7.1 วงจรไฟฟ้าแบบอนุกรม-ขนาน

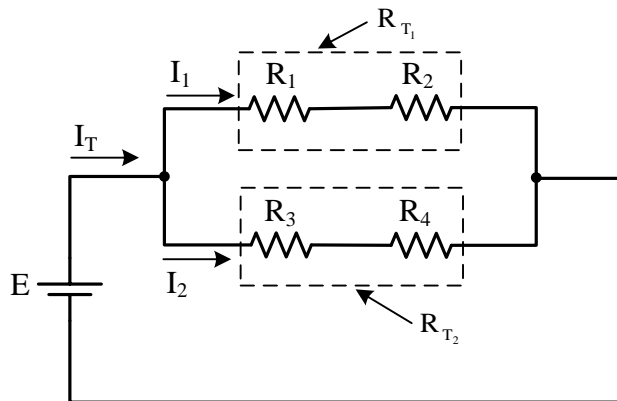
6.1.2 วงจรไฟฟ้าแบบขนาน-อนุกรม คือ วงจรไฟฟ้าที่มีการต่อขนานกันก่อนในแต่ละกลุ่ม แล้วจึงมาต่ออนุกรมกันภายหลัง ดังรูปที่ 7.2



รูปที่ 7.2 วงจรไฟฟ้าแบบขนาน-อนุกรม

6.2 การคำนวณหาค่าต่าง ๆ ในวงจรไฟฟ้าแบบผสม

6.2.1 วงจรไฟฟ้าแบบอนุกรม-ขนาน



รูปที่ 7.3 วงจรไฟฟ้าแบบอนุกรม-ขนาน

จากวงจรในรูปที่ 7.3 คำนวณหาค่าต่าง ๆ ได้ดังนี้

หาค่าความต้านทานรวม โดยคำนวณหาค่าความต้านทานรวมในส่วนที่ต่ออนุกรมกันก่อน แล้วจึงนำมาขนานกัน

$$R_{T_1} = R_1 + R_2 \quad (7-1)$$

$$R_{T_2} = R_3 + R_4 \quad (7-2)$$

$$R_T = \frac{R_{T_1} R_{T_2}}{R_{T_1} + R_{T_2}} \quad (7-3)$$

หากระแสไฟฟ้าในวงจร

$$I_1 = \frac{E}{R_{T_1}} \quad (\text{กระแสไฟฟ้า } I_1 \text{ ไหลผ่าน } R_1 \text{ และ } R_2) \quad (7-4)$$

$$I_2 = \frac{E}{R_{T_2}} \quad (\text{กระแสไฟฟ้า } I_2 \text{ ไหลผ่าน } R_3 \text{ และ } R_4) \quad (7-5)$$

$$I_T = I_1 + I_2 \quad (7-6)$$

หรือ

$$I_T = \frac{E}{R_T} \quad (7-7)$$

หาแรงดันไฟฟ้าในวงจร

$$V_{R_1} = I_1 R_1 \quad (7-8)$$

$$V_{R_2} = I_1 R_2 \quad (7-9)$$

$$V_{R_3} = I_2 R_3 \quad (7-10)$$

$$V_{R_4} = I_2 R_4 \quad (7-11)$$

หาค่ากำลังไฟฟ้าในวงจร

$$P_1 = V_{R_1} I_1 \quad (7-12)$$

$$P_2 = V_{R_2} I_1 \quad (7-13)$$

$$P_3 = V_{R_3} I_2 \quad (7-14)$$

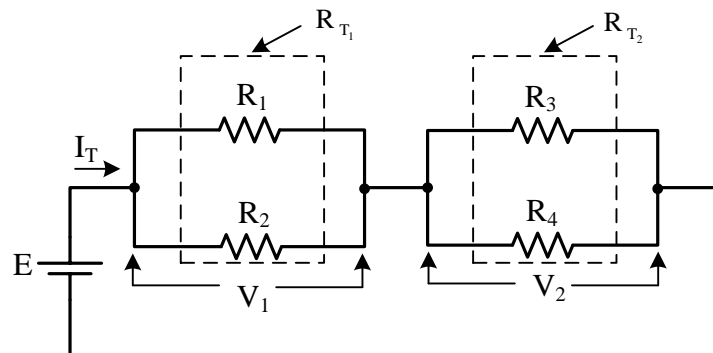
$$P_4 = V_{R_4} I_2 \quad (7-15)$$

$$P_T = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 \quad (7-16)$$

หรือ

$$P_T = EI_T \quad (7-17)$$

7.3.1 วงจรไฟฟ้าแบบขนาน-อนุกรม



รูปที่ 7.4 วงจรไฟฟ้าแบบขนาน-อนุกรม

จากวงจรในรูปที่ 7.4 คำนวณหาค่าต่าง ๆ ได้ดังนี้

หาค่าความต้านทานรวม โดยคำนวณหาความต้านทานรวมในส่วนที่ต่อขนานกันก่อน แล้วจึงนำมาอนุกรมกัน

$$R_{T_1} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \quad (7-18)$$

$$R_{T_2} = \frac{R_3 R_4}{R_3 + R_4} \quad (7-19)$$

$$R_T = R_{T_1} + R_{T_2} \quad (7-20)$$

หากระแสไฟฟ้ารวมในวงจร

$$I_T = \frac{E}{R_T} \quad (7-21)$$

แรงดันไฟฟ้าในวงจร

V_1 คือ แรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อม R_1 และ R_2 ดังนั้น

$$V_1 = I_T R_{T_1} \quad (7-22)$$

V_2 คือแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อม R_3 และ R_4 ดังนั้น

$$V_2 = I_T R_{T_2} \quad (7-23)$$

กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวต้านทานแต่ละตัว

$$I_{R_1} = \frac{V_1}{R_1} \quad (7-24)$$

$$I_{R_2} = \frac{V_1}{R_2} \quad (7-25)$$

$$I_{R_3} = \frac{V_2}{R_3} \quad (7-26)$$

$$I_{R_4} = \frac{V_2}{R_4} \quad (7-27)$$

หาค่ากำลังไฟฟ้าในวงจร

$$P_1 = V_1 I_{R_1} \quad (7-28)$$

$$P_2 = V_1 I_{R_2} \quad (7-29)$$

$$P_3 = V_2 I_{R_3} \quad (7-30)$$

$$P_4 = V_2 I_{R_4} \quad (7-31)$$

$$P_T = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 \quad (7-32)$$

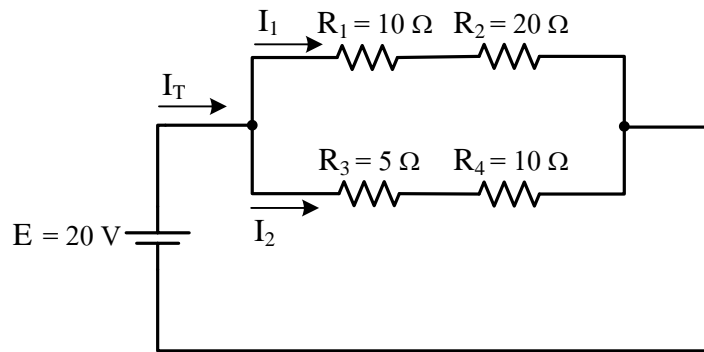
หรือ

$$P_T = EI_T \quad (7-33)$$

ในวงจรไฟฟ้าผสมที่มีความซับซ้อน ต้องพิจารณาเป็นกรณีไปว่าจะต้องคำนวณหาความต้านทานในส่วนใดก่อน โดยใช้หลักการดังที่แสดงมาข้างต้น

ตัวอย่างที่ 7.1 จากวงจรในรูปที่ 7.5 จงคำนวณหา

- ก. ความต้านทานรวม (R_T)
- ข. กระแสไฟฟ้ารวม (I_T)
- ค. แรงดันไฟฟ้าในวงจร V_{R_1} , V_{R_2} , V_{R_3} และ V_{R_4}
- ง. กำลังไฟฟ้าในวงจร P_1 , P_2 , P_3 , P_4 และ P_T



รูปที่ 7.5 วงจรไฟฟ้าแบบอนุกรม-ขนาน ตามตัวอย่างที่ 6.1

วิธีทำ

- ก. ความต้านทานรวม (R_T)

$$\begin{aligned} R_{T_1} &= R_1 + R_2 \\ &= 10 + 20 = 30 \Omega \\ R_{T_2} &= R_3 + R_4 \\ &= 5 + 10 = 15 \Omega \\ R_T &= \frac{R_{T_1} R_{T_2}}{R_{T_1} + R_{T_2}} \\ &= \frac{30 \times 15}{30 + 15} = 10 \Omega \end{aligned}$$

ตอบ

- ข. กระแสไฟฟ้ารวม (I_T)

$$\begin{aligned} I_1 &= \frac{E}{R_{T_1}} \\ &= \frac{20}{30} = 0.67 \text{ A} \\ I_2 &= \frac{E}{R_{T_2}} \end{aligned}$$

$$= \frac{20}{15} = 1.33 \text{ A}$$

$$\begin{aligned} I_T &= I_1 + I_2 \\ &= 0.67 + 1.33 = 2 \text{ A} \end{aligned} \quad \text{ตอบ}$$

หรือ

$$\begin{aligned} I_T &= \frac{E}{R_T} \\ &= \frac{20}{10} = 2 \text{ A} \end{aligned} \quad \text{ตอบ}$$

ค. แรงดันไฟฟ้าในวงจร V_{R_1} , V_{R_2} , V_{R_3} และ V_{R_4}

$$\begin{aligned} V_{R_1} &= I_1 R_1 \\ &= 0.67 \times 10 = 6.7 \text{ V} \end{aligned} \quad \text{ตอบ}$$

$$\begin{aligned} V_{R_2} &= I_1 R_2 \\ &= 0.67 \times 20 = 13.4 \text{ V} \end{aligned} \quad \text{ตอบ}$$

$$\begin{aligned} V_{R_3} &= I_2 R_3 \\ &= 1.33 \times 5 = 6.65 \text{ V} \end{aligned} \quad \text{ตอบ}$$

$$\begin{aligned} V_{R_4} &= I_2 R_4 \\ &= 1.33 \times 10 = 13.3 \text{ V} \end{aligned} \quad \text{ตอบ}$$

จากการคำนวณหาแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมตัวต้านทาน จะเห็นว่าเมื่อ V_{R_1} รวมกับ V_{R_2} และ V_{R_3} รวมกับ V_{R_4} จะเท่ากับแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้กับวงจร

ง. กำลังไฟฟ้าในวงจร P_1 , P_2 , P_3 , P_4 และ P_T

$$\begin{aligned} P_1 &= V_{R_1} I_1 \\ &= 6.7 \times 0.67 = 4.49 \text{ W} \end{aligned} \quad \text{ตอบ}$$

$$\begin{aligned} P_2 &= V_{R_2} I_1 \\ &= 13.4 \times 0.67 = 8.97 \text{ W} \end{aligned} \quad \text{ตอบ}$$

$$\begin{aligned} P_3 &= V_{R_3} I_2 \\ &= 6.65 \times 1.33 = 8.84 \text{ W} \end{aligned} \quad \text{ตอบ}$$

$$\begin{aligned} P_4 &= V_{R_4} I_2 \\ &= 13.3 \times 1.33 = 17.69 \text{ W} \end{aligned} \quad \text{ตอบ}$$

$$P_T = P_1 + P_2 + P_3 + P_4$$

$$= 4.49 + 8.97 + 8.84 + 17.69 = 39.99 \text{ W} \quad \text{ตอบ}$$

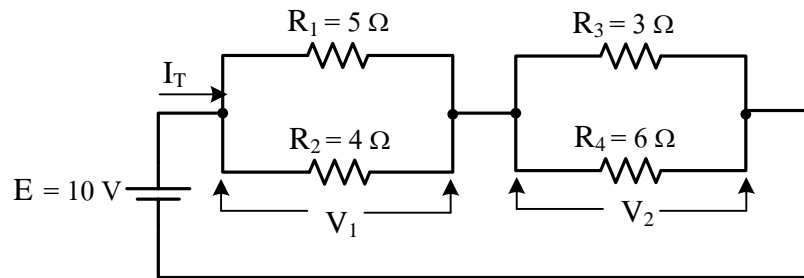
หรือ

$$P_T = EI_T$$

$$= 20 \times 2 = 40 \text{ W} \quad \text{ตอบ}$$

ตัวอย่างที่ 7.2 จากวงจรในรูปที่ 7.6 จงคำนวณหา

- ก. ความต้านทานรวม (R_T)
- ข. กระแสไฟฟ้ารวม (I_T)
- ค. แรงดันไฟฟ้าในวงจร V_{R_1} , V_{R_2} , V_{R_3} และ V_{R_4}
- ง. กระแสไฟฟ้าในวงจร I_{R_1} , I_{R_2} , I_{R_3} และ I_{R_4}
- จ. กำลังไฟฟ้าในวงจร P_1 , P_2 , P_3 , P_4 และ P_T



รูปที่ 7.6 วงจรไฟฟ้าแบบขนาน-อนุกรม ตามตัวอย่างที่ 7.2

วิธีทำ

- ก. ความต้านทานรวม (R_T)

$$R_{T_1} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

$$= \frac{5 \times 4}{5 + 4} = 2.22 \Omega$$

$$R_{T_2} = \frac{R_3 R_4}{R_3 + R_4}$$

$$= \frac{3 \times 6}{3 + 6} = 2 \Omega$$

$$R_T = R_{T_1} + R_{T_2}$$

$$= 2.22 + 2 = 4.22 \Omega$$

ตอบ

ข. กระแสไฟฟ้ารวม (I_T)

$$\begin{aligned} I_T &= \frac{E}{R_T} \\ &= \frac{10}{4.22} = 2.37 \text{ A} \end{aligned} \quad \text{ตอบ}$$

ค. แรงดันไฟฟ้าในวงจร V_{R_1} , V_{R_2} , V_{R_3} และ V_{R_4}

$$\begin{aligned} V_1 &= I_T R_{T_1} \\ &= 2.37 \times 2.22 = 5.26 \text{ V} \\ V_2 &= I_T R_{T_2} \\ &= 2.37 \times 2 = 4.74 \text{ V} \end{aligned}$$

ดังนั้น

$$\begin{aligned} V_{R_1} &= V_{R_2} = V_1 = 5.26 \text{ V} \\ V_{R_3} &= V_{R_4} = V_2 = 4.74 \text{ V} \end{aligned} \quad \text{ตอบ}$$

ง. กระแสไฟฟ้าในวงจร I_{R_1} , I_{R_2} , I_{R_3} และ I_{R_4}

$$\begin{aligned} I_{R_1} &= \frac{V_1}{R_1} \\ &= \frac{5.26}{5} = 1.05 \text{ A} \end{aligned} \quad \text{ตอบ}$$

$$\begin{aligned} I_{R_2} &= \frac{V_1}{R_2} \\ &= \frac{5.26}{4} = 1.32 \text{ A} \end{aligned} \quad \text{ตอบ}$$

$$\begin{aligned} I_{R_3} &= \frac{V_2}{R_3} \\ &= \frac{4.74}{3} = 1.58 \text{ A} \end{aligned} \quad \text{ตอบ}$$

$$\begin{aligned} I_{R_4} &= \frac{V_2}{R_4} \\ &= \frac{4.74}{6} = 0.79 \text{ A} \end{aligned} \quad \text{ตอบ}$$

จ. กำลังไฟฟ้าในวงจร P_1 , P_2 , P_3 , P_4 และ P_T

$$P_1 = V_1 I_{R_1}$$

$$= 5.26 \times 1.05 = 5.52 \text{ W} \quad \text{ตอบ}$$

$$P_2 = V_1 I_{R_2} \\ = 5.26 \times 1.32 = 6.94 \text{ W} \quad \text{ตอบ}$$

$$P_3 = V_2 I_{R_3} \\ = 4.74 \times 1.58 = 7.49 \text{ W} \quad \text{ตอบ}$$

$$P_4 = V_2 I_{R_4} \\ = 4.74 \times 0.79 = 3.74 \text{ W} \quad \text{ตอบ}$$

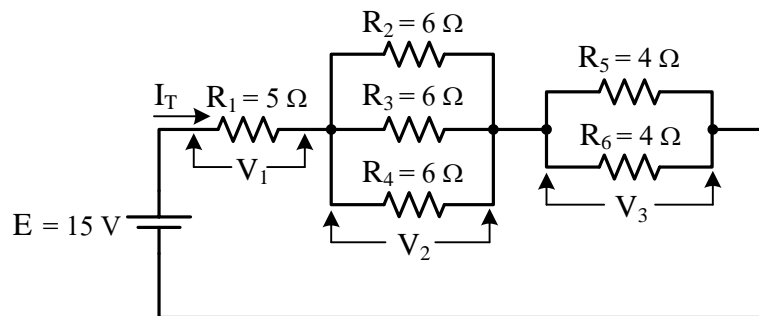
$$P_T = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 \\ = 5.52 + 6.94 + 7.49 + 3.74 = 23.69 \text{ W} \quad \text{ตอบ}$$

หรือ

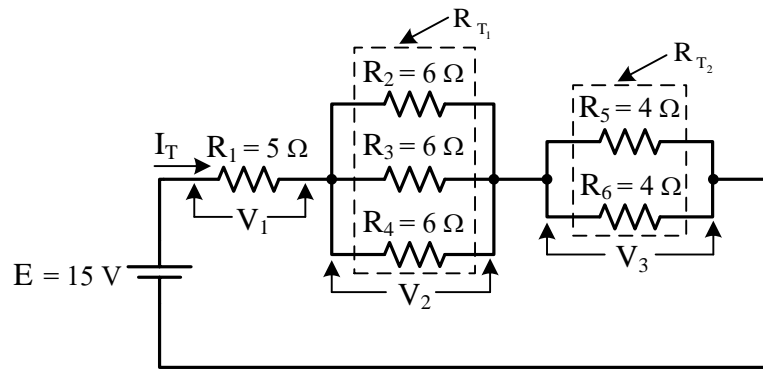
$$P_T = EI_T \\ = 10 \times 2.37 = 23.7 \text{ W} \quad \text{ตอบ}$$

ตัวอย่างที่ 6.3 จากวงจรรูปที่ 7.7 จงคำนวณหา

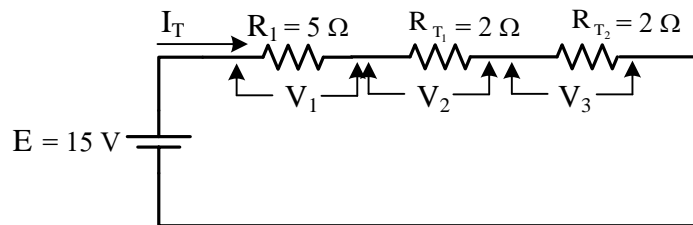
- ก. ความต้านทานรวม (R_T)
- ข. กระแสไฟฟ้ารวม (I_T)
- ค. แรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมตัวต้านทานแต่ละตัว
- ง. กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวต้านทานแต่ละตัว



รูปที่ 7.7 วงจรไฟฟ้าแบบผสมตามตัวอย่างที่ 6.3



(ก)



(ข)

รูปที่ 7.8 แสดงขั้นตอนการแก้ปัญหาวงจรไฟฟ้าตามตัวอย่างที่ 6.3

วิธีทำ

ก. ความต้านทานรวม (R_T)

เนื่องจาก R_2 , R_3 และ R_4 ขนานกัน และมีค่าความต้านทานเท่ากัน การหาความต้านทานรวม R_{T_1} จึงใช้ค่าความต้านทานหารด้วยจำนวนตัวต้านทาน และทำเช่นเดียวกันในการหาความต้าน R_{T_2} ซึ่งมี R_5 และ R_6 ขนานกัน

$$R_{T_1} = \frac{R}{n}$$

$$= \frac{6}{3} = 2 \Omega$$

$$R_{T_2} = \frac{R}{n}$$

$$= \frac{4}{2} = 2 \Omega$$

$$R_T = R_1 + R_{T_1} + R_{T_2}$$

$$= 5 + 2 + 2 = 9 \Omega$$

ตอบ

ข. กระแสไฟฟ้ารวม (I_T)

$$\begin{aligned} I_T &= \frac{E}{R_T} \\ &= \frac{15}{9} = 1.67 \text{ A} \end{aligned}$$

ตอบ

ค. แรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมตัวต้านทานแต่ละตัว

$$\begin{aligned} V_1 &= I_T R_1 \\ &= 1.67 \times 5 = 8.35 \text{ V} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_2 &= I_T R_{T_1} \\ &= 1.67 \times 2 = 3.34 \text{ V} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_3 &= I_T R_{T_2} \\ &= 1.67 \times 2 = 3.34 \text{ V} \end{aligned}$$

หรือ

$$\begin{aligned} V_3 &= E - (V_1 + V_2) \\ &= 15 - (8.35 + 3.34) = 3.31 \text{ V} \end{aligned}$$

ดังนั้น

$$V_{R_1} = V_1 = 8.35 \text{ V}$$

$$V_{R_2} = V_{R_3} = V_{R_4} = V_2 = 3.34 \text{ V}$$

$$V_{R_5} = V_{R_6} = V_3 = 3.34 \text{ V}$$

ตอบ

ง. กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวต้านทานแต่ละตัว

$$I_{R_1} = I_T = 1.67 \text{ A}$$

ตอบ

$$\begin{aligned} I_{R_2} &= \frac{V_2}{R_2} \\ &= \frac{3.34}{6} = 0.56 \text{ A} \end{aligned}$$

ตอบ

$$\begin{aligned} I_{R_3} &= \frac{V_2}{R_3} \\ &= \frac{3.34}{6} = 0.56 \text{ A} \end{aligned}$$

ตอบ

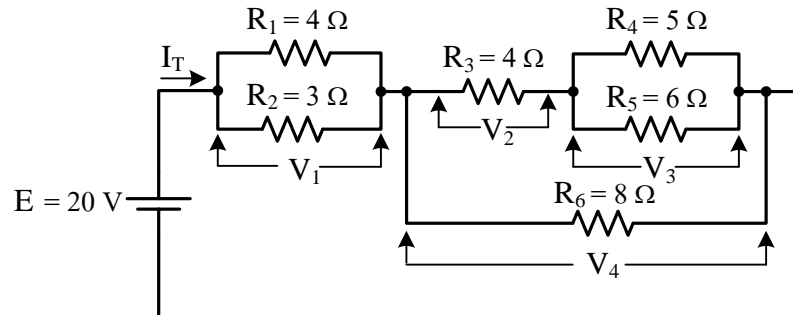
$$\begin{aligned} I_{R_4} &= \frac{V_2}{R_4} \\ &= \frac{3.34}{6} = 0.56 \text{ A} \end{aligned}$$

ตอบ

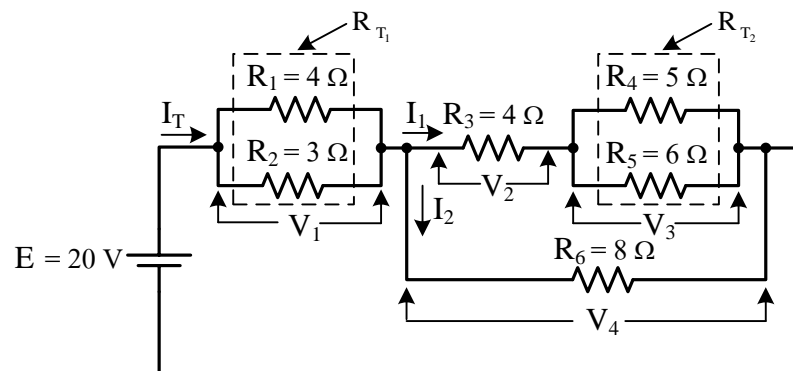
$$\begin{aligned}
 I_{R_5} &= \frac{V_3}{R_5} \\
 &= \frac{3.34}{4} = 0.835 \text{ A} && \text{ตอบ} \\
 I_{R_6} &= \frac{V_3}{R_6} \\
 &= \frac{3.34}{4} = 0.835 \text{ A} && \text{ตอบ}
 \end{aligned}$$

ตัวอย่างที่ 7.4 จากวงจรรูปที่ 7.9 จงคำนวณหา

- ก. ความต้านทานรวม (R_T)
- ข. กระแสไฟฟ้ารวม (I_T)
- ค. แรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมตัวต้านทานแต่ละตัว และกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวต้านทานแต่ละตัว
- ง. กำลังไฟฟ้ารวม (P_T)

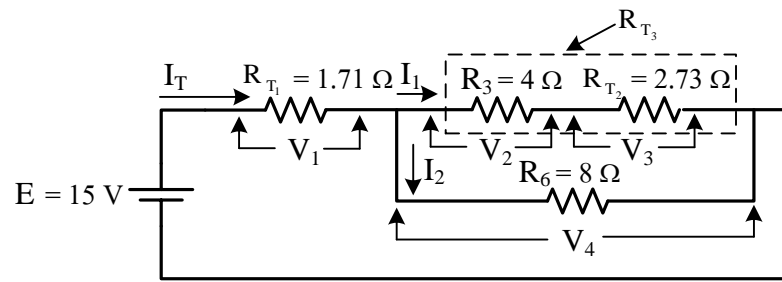


รูปที่ 7.9 วงจรไฟฟ้าแบบแบบผสมตามตัวอย่างที่ 6.4

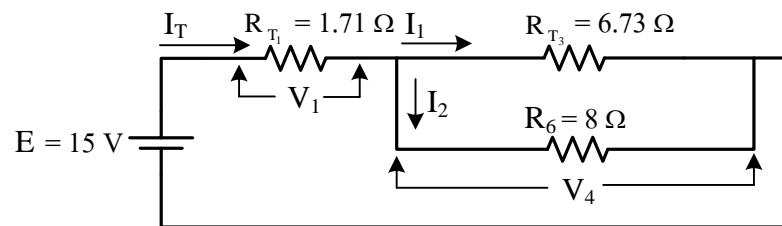


(ก)

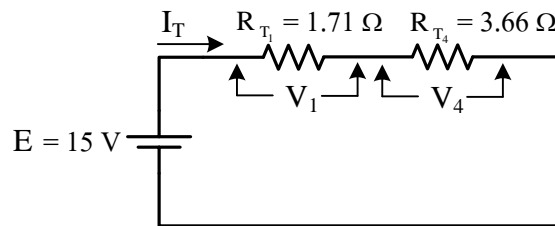
รูปที่ 7.10 แสดงขั้นตอนการแก้ปัญหาวงจรไฟฟ้าตามตัวอย่างที่ 6.4



(ข)



(ค)



(ง)

รูปที่ 7.10 แสดงขั้นตอนการแก้ปัญหาทางจรไฟฟ้าตามตัวอย่างที่ 6.4 (ต่อ)

วิธีทำ

ก. ความต้านทานรวม (R_T)

หา R_{T_1} ได้จาก R_1 ขนานกับ R_2 จะได้

$$\begin{aligned} R_{T_1} &= \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \\ &= \frac{4 \times 3}{4 + 3} = 1.71 \Omega \end{aligned}$$

หา R_{T_2} ได้จาก R_4 ขนานกับ R_5 จะได้

$$R_{T_2} = \frac{R_4 R_5}{R_4 + R_5}$$

$$= \frac{5 \times 6}{5 + 6} = 2.73 \Omega$$

หา R_{T_3} ได้จาก R_{T_2} อนุกรมกับ R_3 จะได้

$$\begin{aligned} R_{T_3} &= R_{T_2} + R_3 \\ &= 2.73 + 4 = 6.73 \Omega \end{aligned}$$

หา R_{T_4} ได้จาก R_{T_3} ขนานกับ R_6 จะได้

$$\begin{aligned} R_{T_4} &= \frac{R_{T_3} R_6}{R_{T_3} + R_6} \\ &= \frac{6.73 \times 8}{6.73 + 8} = 3.66 \Omega \end{aligned}$$

หา R_T ได้จาก R_{T_4} อนุกรมกับ R_{T_1} จะได้

$$\begin{aligned} R_T &= R_{T_4} + R_{T_1} \\ &= 3.66 + 1.71 = 5.37 \Omega \end{aligned} \quad \text{ตอบ}$$

ข. กระแสไฟฟ้ารวม (I_T)

$$\begin{aligned} I_T &= \frac{E}{R_T} \\ &= \frac{20}{5.37} = 3.72 \text{ A} \end{aligned} \quad \text{ตอบ}$$

ค. แรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมตัวต้านทานแต่ละตัว และกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวต้านทานแต่ละตัว

$$\begin{aligned} V_1 &= I_T R_{T_1} \\ &= 3.72 \times 1.71 = 6.36 \text{ V} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I_{R_1} &= \frac{V_1}{R_1} \\ &= \frac{6.36}{4} = 1.59 \text{ A} \end{aligned} \quad \text{ตอบ}$$

$$\begin{aligned} I_{R_2} &= \frac{V_1}{R_2} \\ &= \frac{6.36}{3} = 2.12 \text{ A} \end{aligned} \quad \text{ตอบ}$$

$$\begin{aligned} V_4 &= I_T R_{T_4} \\ &= 3.72 \times 3.66 = 13.62 \text{ V} \end{aligned}$$

หรือ

$$\begin{aligned} V_4 &= E - V_1 \\ &= 20 - 6.36 = 13.64 \text{ V} \end{aligned}$$
$$\begin{aligned} I_2 &= \frac{V_4}{R_6} \\ &= \frac{13.62}{8} = 1.70 \text{ A} \end{aligned}$$

ดังนั้น

$$\begin{aligned} I_{R_6} &= I_2 = 1.70 \text{ A} && \text{ตอบ} \\ I_1 &= I_T - I_2 \\ &= 3.72 - 1.70 = 2.02 \text{ A} \end{aligned}$$
$$\begin{aligned} V_2 &= I_1 R_3 \\ &= 2.02 \times 4 = 8.08 \text{ V} \end{aligned}$$
$$\begin{aligned} I_{R_3} &= \frac{V_2}{R_3} \\ &= \frac{8.08}{4} = 2.02 \text{ A} && \text{ตอบ} \end{aligned}$$

หรือ

$$\begin{aligned} I_{R_3} &= I_1 = 2.02 \text{ A} && \text{ตอบ} \\ V_3 &= I_1 R_{T_2} \\ &= 2.02 \times 2.73 = 5.51 \text{ V} \end{aligned}$$

หรือ

$$\begin{aligned} V_3 &= V_4 - V_2 \\ &= 13.62 - 8.08 = 5.54 \text{ V} \end{aligned}$$
$$\begin{aligned} I_{R_4} &= \frac{V_3}{R_4} \\ &= \frac{5.51}{5} = 1.10 \text{ A} && \text{ตอบ} \end{aligned}$$
$$\begin{aligned} I_{R_5} &= \frac{V_3}{R_5} \\ &= \frac{5.51}{6} = 0.92 \text{ A} && \text{ตอบ} \end{aligned}$$

ดังนั้น

$$\begin{aligned} V_{R_1} &= V_{R_2} = V_1 = 6.36 \text{ V} \\ V_{R_3} &= V_2 = 8.08 \text{ V} \\ V_{R_4} &= V_{R_5} = V_3 = 5.51 \text{ V} \end{aligned}$$

$$V_{R_6} = V_4 = 13.62 \text{ V}$$

ตอบ

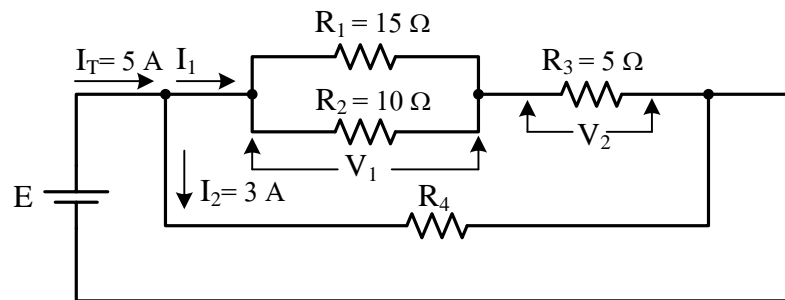
ง. กำลังไฟฟ้ารวม (P_T)

$$\begin{aligned} P_T &= \frac{E^2}{R_T} \\ &= \frac{20^2}{5.37} = 74.49 \text{ W} \end{aligned}$$

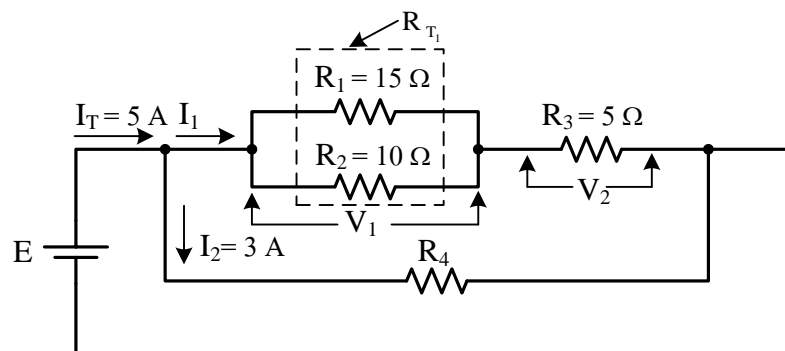
ตอบ

ตัวอย่างที่ 7.5 จากวงจรรูปที่ 7.11 จงคำนวณหา

- ก. กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวต้านทานแต่ละตัว
- ข. แรงดันไฟฟ้าที่แหล่งจ่าย (E)
- ค. ความต้านทาน (R_4)

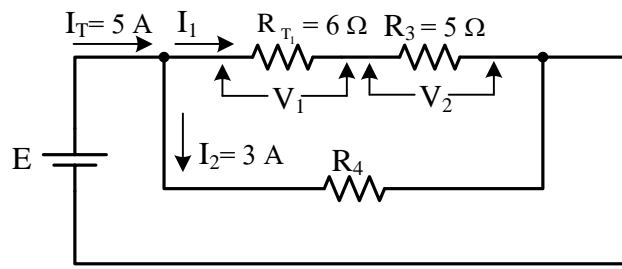


รูปที่ 7.11 วงจรไฟฟ้าแบบแบบผสมตามตัวอย่างที่ 7.5



(ก)

รูปที่ 7.12 แสดงขั้นตอนการแก้ปัญหาวงจรไฟฟ้าตามตัวอย่างที่ 7.5



(ข)

รูปที่ 7.12 แสดงขั้นตอนการแก้ปัญหาวงจรไฟฟ้าตามตัวอย่างที่ 7.5 (ต่อ)

วิธีทำ

ก. กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวต้านทานแต่ละตัว

$$\begin{aligned} I_1 &= I_T - I_2 \\ &= 5 - 3 = 2\text{ A} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R_{T1} &= \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \\ &= \frac{15 \times 10}{15 + 10} = 6\ \Omega \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_1 &= I_1 R_{T1} \\ &= 2 \times 6 = 12\text{ V} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I_{R1} &= \frac{V_1}{R_1} \\ &= \frac{12}{15} = 0.8\text{ A} \end{aligned} \quad \text{ตอบ}$$

$$\begin{aligned} I_{R2} &= \frac{V_1}{R_2} \\ &= \frac{12}{10} = 1.2\text{ A} \end{aligned} \quad \text{ตอบ}$$

$$\begin{aligned} V_2 &= I_1 R_3 \\ &= 2 \times 5 = 10\text{ V} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I_{R3} &= \frac{V_2}{R_3} \\ &= \frac{10}{5} = 2\text{ A} \end{aligned} \quad \text{ตอบ}$$

หรือ

$$I_{R3} = I_1 = 2\text{ A}$$

$$I_{R4} = I_2 = 3\text{ A} \quad \text{ตอบ}$$

ข. แรงดันไฟฟ้าที่แหล่งจ่าย (E)

$$\begin{aligned} E &= V_1 + V_2 \\ &= 12 + 10 = 22 \text{ V} \end{aligned}$$

ตอบ

ค. ความต้านทาน (R_4)

$$\begin{aligned} R_4 &= \frac{E}{I_2} \\ &= \frac{22}{3} = 7.33 \text{ } \Omega \end{aligned}$$

ตอบ

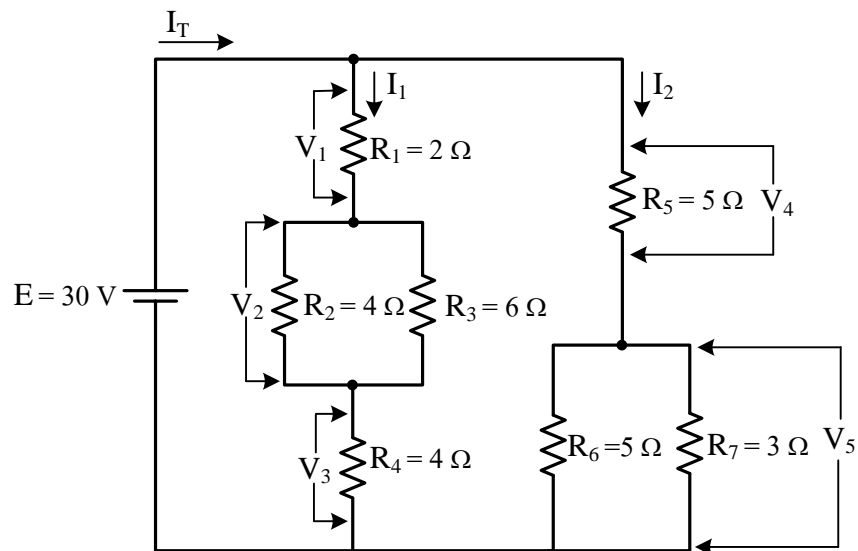
ตัวอย่างที่ 7.6 จากวงจรไฟฟ้าในรูปที่ 7.13 จงคำนวณหา

ก. ความต้านทานรวม (R_T)

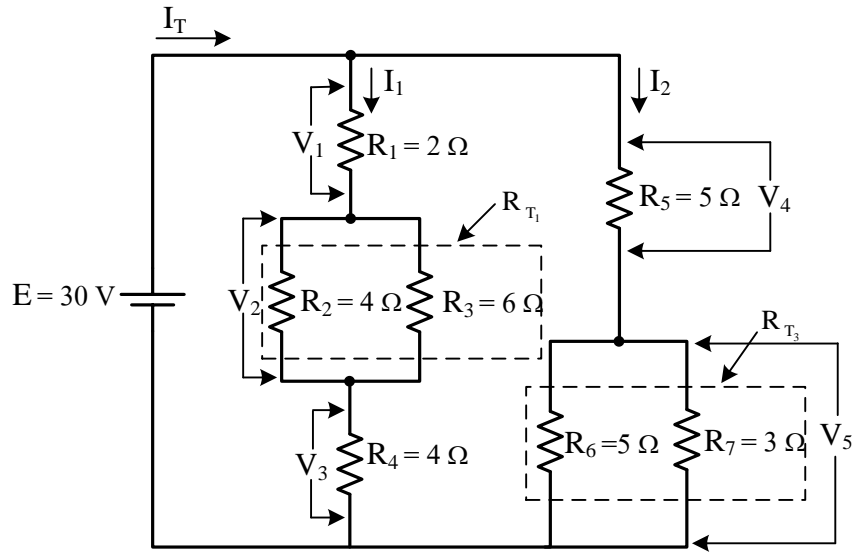
ข. กระแสไฟฟ้ารวม (I_T)

ค. แรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมตัวต้านทานแต่ละตัว และกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวต้านทานแต่ละตัว

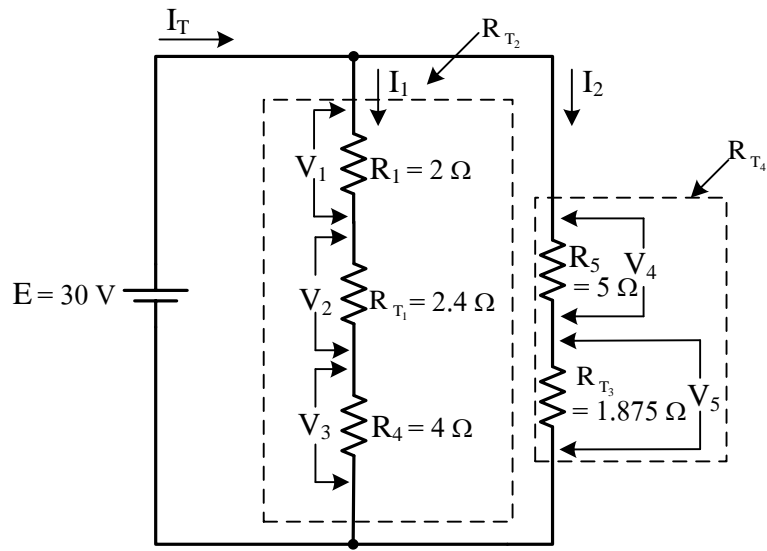
ง. กำลังไฟฟ้ารวม (P_T)



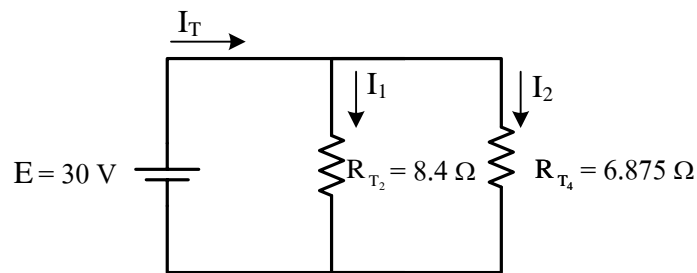
รูปที่ 7.13 วงจรไฟฟ้าแบบแบบผสมตามตัวอย่างที่ 7.6



(ก)



(ข)



(ค)

รูปที่ 7.14 แสดงขั้นตอนการแก้ปัญหาทางจรไฟฟ้าตามตัวอย่างที่ 7.6

วิธีทำ

ก. ความต้านทานรวม (R_T)

$$\begin{aligned} R_{T_1} &= \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3} \\ &= \frac{4 \times 6}{4 + 6} = 2.4 \, \Omega \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R_{T_2} &= R_{T_1} + R_1 + R_4 \\ &= 2.4 + 2 + 4 = 8.40 \, \Omega \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R_{T_3} &= \frac{R_6 R_7}{R_6 + R_7} \\ &= \frac{5 \times 3}{5 + 3} = 1.875 \, \Omega \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R_{T_4} &= R_{T_3} + R_5 \\ &= 1.875 + 5 = 6.875 \, \Omega \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R_T &= \frac{R_{T_2} R_{T_4}}{R_{T_2} + R_{T_4}} \\ &= \frac{8.4 \times 6.875}{8.4 + 6.875} = 3.78 \, \Omega \end{aligned}$$

ตอบ

ข. กระแสไฟฟ้ารวม (I_T)

$$\begin{aligned} I_T &= \frac{E}{R_T} \\ &= \frac{30}{3.78} = 7.94 \, \text{A} \end{aligned}$$

ตอบ

ค. แรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมตัวต้านทานแต่ละตัว และกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวต้านทานแต่ละตัว

$$\begin{aligned} I_1 &= \frac{E}{R_{T_2}} \\ &= \frac{30}{8.4} = 3.57 \, \text{A} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I_2 &= I_T - I_1 \\ &= 7.94 - 3.57 = 4.37 \, \text{A} \end{aligned}$$

$$I_{R_1} = I_{R_4} = I_1 = 3.57 \, \text{A}$$

ตอบ

$$V_1 = I_1 R_1$$

$$= 3.57 \times 2 = 7.14 \text{ V}$$

$$\begin{aligned} V_2 &= I_1 R_{T_1} \\ &= 3.57 \times 2.4 = 8.57 \text{ V} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_3 &= I_1 R_4 \\ &= 3.57 \times 4 = 14.28 \text{ V} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I_{R_2} &= \frac{V_2}{R_2} \\ &= \frac{8.57}{4} = 2.14 \text{ A} \end{aligned} \quad \text{ตอบ}$$

$$\begin{aligned} I_{R_3} &= \frac{V_2}{R_3} \\ &= \frac{8.57}{6} = 1.43 \text{ A} \end{aligned} \quad \text{ตอบ}$$

$$\begin{aligned} V_4 &= I_2 R_4 \\ &= 4.37 \times 5 = 21.85 \text{ V} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_5 &= I_2 R_{T_3} \\ &= 4.37 \times 1.875 = 8.19 \text{ V} \end{aligned}$$

$$I_{R_5} = I_2 = 4.37 \text{ A} \quad \text{ตอบ}$$

$$\begin{aligned} I_{R_6} &= \frac{V_5}{R_6} \\ &= \frac{8.19}{5} = 1.64 \text{ A} \end{aligned} \quad \text{ตอบ}$$

$$\begin{aligned} I_{R_7} &= \frac{V_5}{R_7} \\ &= \frac{8.19}{3} = 2.73 \text{ A} \end{aligned} \quad \text{ตอบ}$$

ดังนั้น

$$V_{R_1} = V_1 = 7.14 \text{ V}$$

$$V_{R_2} = V_{R_3} = V_2 = 8.57 \text{ V}$$

$$V_{R_4} = V_3 = 14.28 \text{ V}$$

$$V_{R_5} = V_4 = 21.85 \text{ V}$$

$$V_{R_6} = V_{R_7} = V_5 = 8.19 \text{ V} \quad \text{ตอบ}$$

ง. กำลังไฟฟ้ารวม (P_T)

$$P_T = I_T^2 R_T$$

$$= 7.94^2 \times 3.78 = 238.30 \text{ W} \quad \text{ตอบ}$$

สรุป

ในวงจรไฟฟ้าแบบผสม มีการต่อหลายลักษณะ ในการแก้ปัญหาวงจรจะต้องพิจารณาว่ามีตัวต้านทานใดที่ต่อแบบอนุกรมหรือต่อแบบขนาน โดยตัวต้านทานที่ต่อแบบอนุกรมจะมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านเท่ากัน ส่วนตัวต้านทานที่ต่อแบบขนานจะมีแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมเท่ากัน

บรรณานุกรม

บรรจง จันทมาศ. **ทฤษฎีวงจรไฟฟ้ากระแสตรง**. พิมพ์ครั้งที่ 12. กรุงเทพฯ :

บริษัท ส.เอเชียเพรส จำกัด, 2543.

มงคล ทองสงคราม. **ทฤษฎีวงจรไฟฟ้า 1**. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ :

ห้างหุ้นส่วนจำกัด วิ.เจ พรินติ้ง, 2540.

ไมตรี วรวิจิตรรยากุล. **ทฤษฎีวงจรไฟฟ้าเล่ม 1 (ฉบับปรับปรุงใหม่)**. พิมพ์ครั้งที่ 2. ฉะเชิงเทรา :

ศูนย์การพิมพ์พลชัย, 2538.

อดุลย์ กัลยาแก้วและคณะ. **วงจรไฟฟ้า 1 (วงจรไฟฟ้ากระแสตรง)**. กรุงเทพฯ : ศูนย์ส่งเสริมอาชีพ,

2546.

สุชน แก่นตัน. **ปฏิบัติวงจรไฟฟ้ากระแสตรง เล่ม 2**. กรุงเทพฯ : ฟิสิกส์เซ็นเตอร์, มปป.

Thomas L. Floyd. **Principles of Electric Circuits Conventional Current** .Seventh Edition.

New Jersey : Prentice-Hall, 2003.

Tony R. Kuphaldt. **Lessons In Electric Circuits, Volume I-DC**. [online]. Available from :

<http://www.openbookproject.net//electricCircuits/DC/DC.pdf> (10 Mar 2009).

แบบฝึกหัด

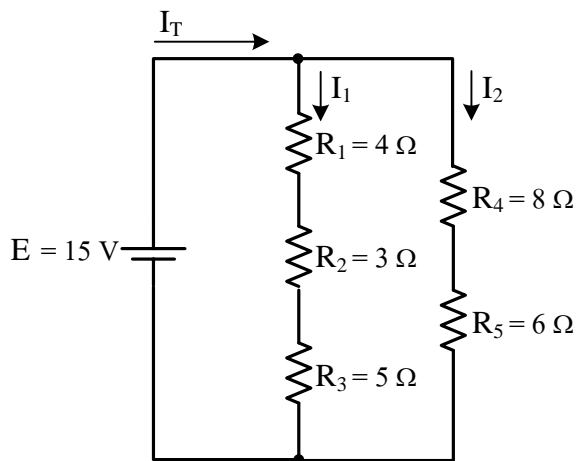
หน่วยที่ 7 วงจรไฟฟ้าแบบผสม

ตอนที่ 1 จงเติมคำในช่องว่างหรือให้ความหมายของคำต่อไปนี้

1. วงจรไฟฟ้าแบบผสม คือ.....
.....
2. วงจรไฟฟ้าแบบผสมแบ่งตามลักษณะการต่อวงจรได้ 2 แบบ คือ
1).....
2).....

ตอนที่ 2 จงแสดงวิธีทำ

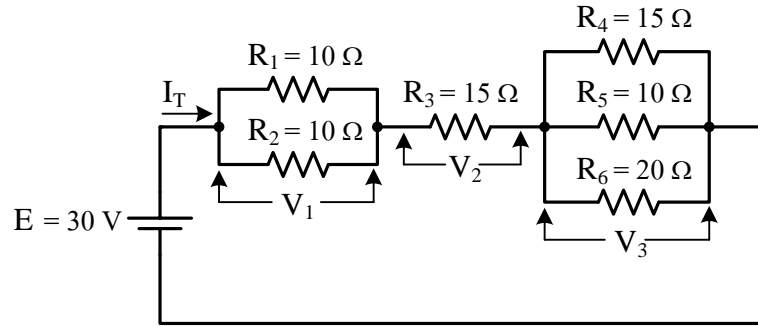
1. จากวงจรไฟฟ้าในรูปที่ ๗-7.1 จงคำนวณหาค่า
 - ก. ความต้านทานรวม (R_T)
 - ข. กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวต้านทานแต่ละตัว และกระแสไฟฟ้ารวม (I_T)
 - ค. แรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมตัวต้านทานแต่ละตัว
 - ง. กำลังไฟฟ้าที่ตัวต้านทานแต่ละตัว และกำลังไฟฟ้ารวม (P_T)



รูปที่ ๗-7.1 แบบฝึกหัดตอนที่ 2 ข้อ 1

2. จากวงจรไฟฟ้าในรูปที่ ๗-7.2 จงคำนวณหาค่า
 - ก. ความต้านทานรวม (R_T)

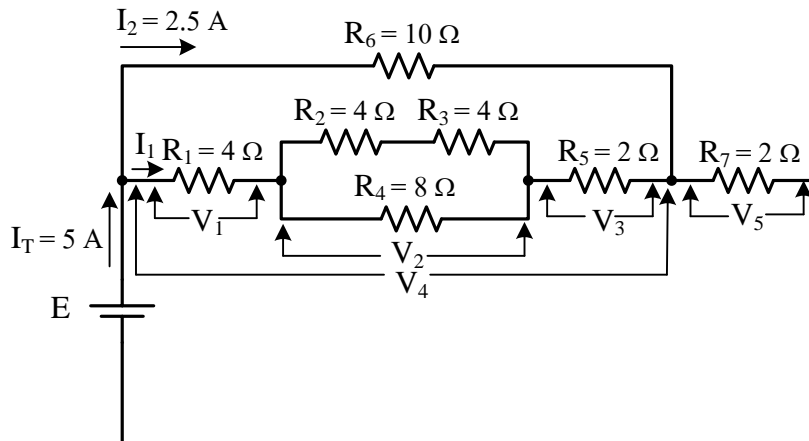
- ข. กระแสไฟฟ้ารวม (I_T)
- ค. แรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมตัวต้านทานแต่ละตัว
- ง. กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวต้านทานแต่ละตัว
- จ. กำลังไฟฟ้ารวม (P_T)



รูปที่ ๗-7.2 แบบฝึกหัดตอนที่ 2 ข้อ 2

3. จากวงจรไฟฟ้าในรูปที่ ๗-7.3 จงคำนวณหาค่า

- ก. กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน R_2
- ข. แรงดันไฟฟ้าที่แหล่งจ่าย (E)



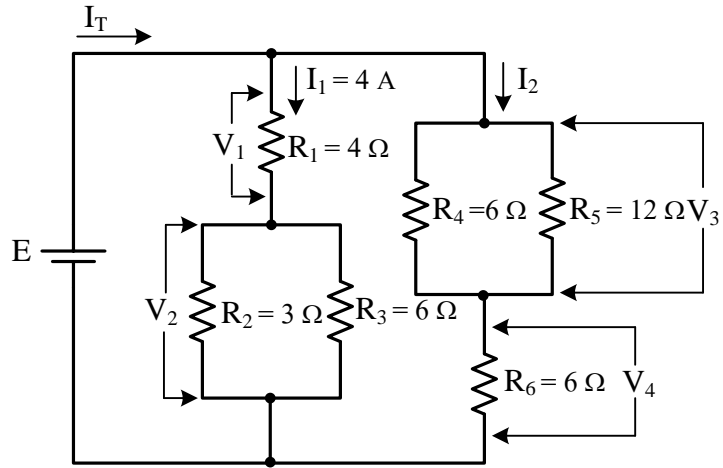
รูปที่ ๗-7.3 แบบฝึกหัดตอนที่ 2 ข้อ 3

4. จากวงจรไฟฟ้าในรูปที่ ๗-7.4 จงคำนวณหาค่า

- ก. ความต้านทานรวม
- ข. แรงดันไฟฟ้า V_1 และ V_2
- ค. แรงดันไฟฟ้าที่แหล่งจ่าย (E)

ง. กระแสไฟฟ้ารวม (I_T)

จ. กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน R_3 และ R_5



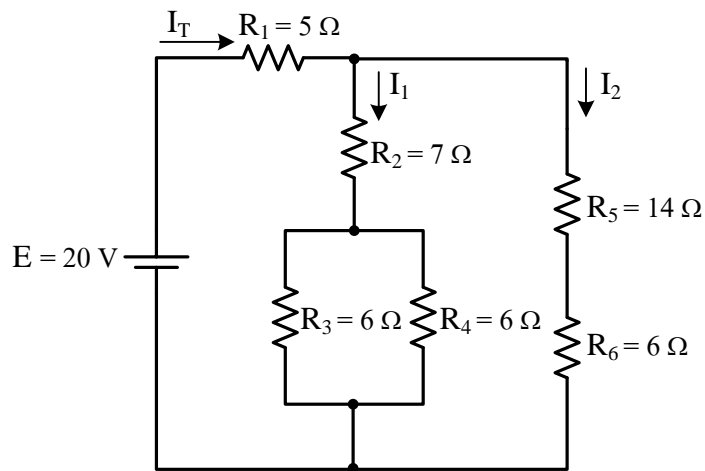
รูปที่ ๗-7.4 แบบฝึกหัดตอนที่ 2 ข้อ 4

แบบทดสอบหลังเรียน
หน่วยที่ 7 วงจรไฟฟ้าแบบผสม

- คำชี้แจง**
1. แบบทดสอบชุดนี้มีทั้งหมด 18 ข้อ
 2. ให้ทำเครื่องหมายกากบาท (X) ทับข้อที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว
 3. ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ 25 นาที

1. ข้อใดคือวงจรไฟฟ้าแบบผสม
 - ก. วงจรที่มีโหลดต่อกันทั้งแบบอนุกรมและขนาน
 - ข. วงจรที่มีโหลดต่อกันทั้งแบบขนานและอนุกรม
 - ค. วงจรที่มีโหลดต่อกันหลากหลายรูปแบบ ไม่มีมาตรฐานตายตัว
 - ง. ถูกทุกข้อ

จากวงจรไฟฟ้าในรูปที่ ล-7.1 ใช้ตอบคำถามข้อที่ 2-10



รูปที่ ล-7.1 สำหรับตอบคำถามข้อที่ 2-10

2. ความต้านทานรวมมีค่าเท่าใด
 - ก. 11.67 Ω
 - ข. 12.33 Ω
 - ค. 13.67 Ω
 - ง. 14.33 Ω
3. กระแสไฟฟ้ารวมมีค่าเท่าใด
 - ก. 1.51 A
 - ข. 1.62 A
 - ค. 1.71 A
 - ง. 1.82 A

รูปที่ ๓-7.2 สำหรับตอบคำถามข้อที่ 11-18

11. ความต้านทานรวมมีค่าเท่าใด
 - ก. 5Ω
 - ข. 10Ω
 - ค. 15Ω
 - ง. 20Ω
12. กระแสไฟฟ้ารวมมีค่าเท่าใด
 - ก. 4 A
 - ข. 6 A
 - ค. 8 A
 - ง. 10 A
13. แรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมตัวต้านทาน R_5 มีค่าเท่าใด
 - ก. 10 V
 - ข. 20 V
 - ค. 50 V
 - ง. 100 V
14. แรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมตัวต้านทาน R_4 มีค่าเท่าใด
 - ก. 10 V
 - ข. 20 V
 - ค. 50 V
 - ง. 100 V
15. แรงดันไฟฟ้าที่แหล่งจ่ายมีค่าเท่าใด
 - ก. 40 V
 - ข. 60 V
 - ค. 80 V
 - ง. 100 V
16. แรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อม R_1 มีค่าเท่าใด
 - ก. 20 V
 - ข. 30 V
 - ค. 40 V
 - ง. 50 V
17. กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน R_2 มีค่าเท่าใด
 - ก. 1.5 A
 - ข. 2 A
 - ค. 2.5 A
 - ง. 3 A
18. กำลังไฟฟ้า R_1 มีค่าเท่าใด
 - ก. 50 W
 - ข. 75 W
 - ค. 100 W
 - ง. 150 W