

ตอบคำถามท้ายปฏิบัติการทดลอง

1. จากการทดลองที่ 1 เรื่องกฎกระแสไฟฟ้าเคอร์ชอฟฟ์ จงเขียนสมการ KCL จากวงจรทดลองที่จุดเชื่อม A จุดเชื่อม B และจุดเชื่อม C และพิสูจน์ว่ากฎกระแสไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์นั้นเป็นจริง โดยใช้ผลการทดลองยืนยัน

ตอบ

$$\begin{aligned}\text{จากกฎ KCL ที่จุด A } I_A &= I_1 + I_2 + I_3 \\ &= 8 + 8 + 4 \\ &= 20\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{จากกฎ KCL ที่จุด B } I_B &= I_1 + I_2 + I_3 \\ 20 &= 8 + 8 + 4 \\ 20 &= 20\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{จากกฎ KCL ที่จุด B } I_B &= I_4 + I_5 \\ 20 &= 12 + 8 \\ 20 &= 20\end{aligned}$$

2. จากการทดลองที่ 3 เรื่องกฎแรงดันไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์ จงเขียนสมการ KVL จากวงจรทดลองและพิสูจน์ว่ากฎแรงดันไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์นั้นเป็นจริง โดยใช้ผลการทดลองยืนยัน

ตอบ

จากกฎเคอร์ชอฟฟ์

$$0 = E_1 + IR_{12} + IR_3 + IR_4 - E_2$$

$$E_1 - E_2 = IR_{12} + IR_3 + IR_4$$

$$15 = I (R_{12} + R_3 + R_4)$$

$$I = 15 / 4166.67$$

$$I = 35.99 \text{ [mA]}$$

หาความต้านทาน Rรวม

$$\begin{aligned}
 R_{\text{รวม}} &= R_{12} + R_3 + R_4 \\
 &= (1/1000 + 1/2000) + 1000 + 1500 + 1000 \\
 &= (3/2000) + 1000 + 1500 + 1000 \\
 &= 666.67 + 1000 + 1500 + 1000 \\
 &= 4166.67 \, [\Omega]
 \end{aligned}$$

แรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อม E₁ หรือ V₁ = 20V

แรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อม E₂ หรือ V₂ = -5V

แรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อม R₅ หรือ V₃

จากกฎโอห์ม $V = IR$

$$\begin{aligned}
 V_{123} &= 35.99 \times 10^{-3} \times 1000 \\
 &= 3.6 \, [V]
 \end{aligned}$$

แรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อม R₄ หรือ V₄

จากกฎโอห์ม $V = IR$

$$\begin{aligned}
 V_{123} &= 35.99 \times 10^{-3} \times 1500 \\
 &= 5.4 \, [V]
 \end{aligned}$$

แรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อม R₃ หรือ V₅

จากกฎโอห์ม $V = IR$

$$\begin{aligned}
 V_{123} &= 35.99 \times 10^{-3} \times 1000 \\
 &= 3.6 \, [V]
 \end{aligned}$$

แรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อม R₁₂ หรือ V₆

จากกฎโอห์ม $V = IR$

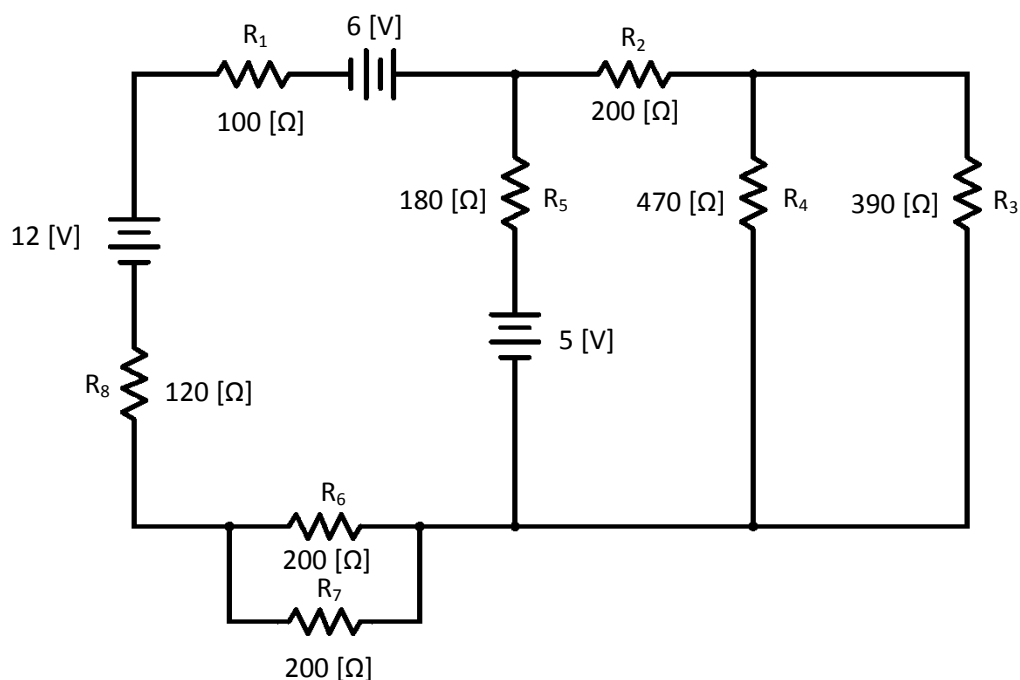
$$\begin{aligned}
 V_{123} &= 35.99 \times 10^{-3} \times 666.67 \\
 &= 2.4 \, [V]
 \end{aligned}$$

ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับค่าทางการทดลองมากๆ ต่างกันเพียงเล็กน้อย

3. จากการทดลองที่ 2 และ 4 เมื่อเกิดลัดวงจรขึ้นในวงจรที่ทดลอง กฎกระแสไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์ยังเป็นความจริงหรือไม่ เพราะเหตุใด จงอธิบาย

ตอบ เมื่อเกิดการลัดวงจรกระแสที่ส่งเข้าไปในวงจรและกระแสที่ส่งของมามีค่าใกล้เคียงกัน เนื่องจากกฎของเคอร์ชอฟฟ์ที่ว่า “ผลรวมของกระแสไฟฟ้าไหลเข้าเท่ากับผลรวมของกระแสไฟฟ้า ไหลออก”

4. จากวงจรความต้านทานไฟฟ้าในรูป จงใช้กฎของเคอร์ชอฟฟ์คำนวณหาค่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านความต้านทานแต่ละตัวในวงจร



ตอบ จากผลรวม $V = 0$ เขียนสมการของวงจรได้ว่า

$$-12 + I_1 R_1 - 6 + (I_1 - I_2) R_5 + 5 + I_1 R_6 + I_1 R_7 + I_1 R_8 = 0$$

คำนวณหาค่า R

$$1/R_{6+7} = 1/200 + 1/200 = 1/100$$

$$R_{6+7} = 100$$

แทนค่าลงสมการ

$$-12 + I_1 R_1 - 6 + (I_1 - I_2) R_5 + 5 + I_1 R_6 + 7 + I_1 R_8 = 0$$

$$-12 + I_1 100 - 6 + (I_1 - I_2) 180 + 5 + I_1 100 + I_1 120 = 0$$

$$-13 + 500 I_1 - 180 I_2 = 0 \quad \text{เป็นสมการที่ 1}$$

$$\text{จากผลรวม } V = 0$$

$$-5 + (I_2 - I_1) R_5 + I_2 R_5 + I_2 R_{3+4} = 0$$

คำนวณค่า R

$$1/R_{3+4} = 1/470 + 1/390 = 860/183300$$

$$R_{3+4} = 183300/860$$

แทนค่าลงสมการ

$$-5 + (I_2 - I_1) R_5 + I_2 R_5 + I_2 R_{3+4} = 0$$

$$-5 + (I_2 - I_1) 180 + I_2 180 + I_2 183300/860 = 0$$

$$-5 + I_2 492900/860 - 180 I_1 = 0 \quad \text{เป็นสมการที่ 2}$$

$$\underline{\text{นำสมการ 1} \times 180 + \text{สมการ 2} \times 500}$$

$$(-2340 + 90000 I_1 - 32400 I_2) + (-2500 + I_2 492900 \times 500/860 - 90000 I_1) = 0$$

$$-4840 + I_2 492900 \times 500/860 - 32400 I_2 = 0 \quad -4840 + 254169.76 I_2 = 0$$

$$I_2 = 0.019 \text{ A} \quad \text{แทน } I_2 \text{ ลงสมการที่ 1}$$

$$-13 + 500 I_1 - 180(0.019) = 0$$

$$-13 + 500 I_1 - 3.42 = 0$$

$$500 I_1 = 16.42 \quad I_1 = 0.032 \text{ A}$$

5. จากการทดลองที่ 5 รูป 4.9(ข) จงคำนวณหาค่ากำลังไฟฟ้าที่แหล่งจ่ายไฟฟ้าจ่ายออกมา และกำลังไฟฟ้าที่เกิดขึ้นกับ R_1 , R_2 และ R_3 เพื่อพิสูจน์ว่ากำลังไฟฟ้าที่แหล่งจ่ายไฟฟ้าเท่ากับผลรวมของกำลังไฟฟ้าที่เกิดขึ้นกับความต้านทานทุกตัวรวมกัน

ผลการคำนวณ											
R_1 [k Ω]	R_2 [k Ω]	R_3 [k Ω]	R_T [k Ω]	I_1 [mA]	I_2 [mA]	I_3 [mA]	I [mA]	V_1 [V]	V_2 [V]	V_3 [V]	E [V]
1000	2000	1000	400	15	7.5	15	37.5	15	15	15	15

ตอบ จากสูตร $P = IV$

$$\text{จะได้ } P = 37.5 \times 15 = 562.5 [\text{W}]$$

หาค่ากำลังไฟฟ้าที่เกิดขึ้นกับ R_1 , R_2 และ R_3

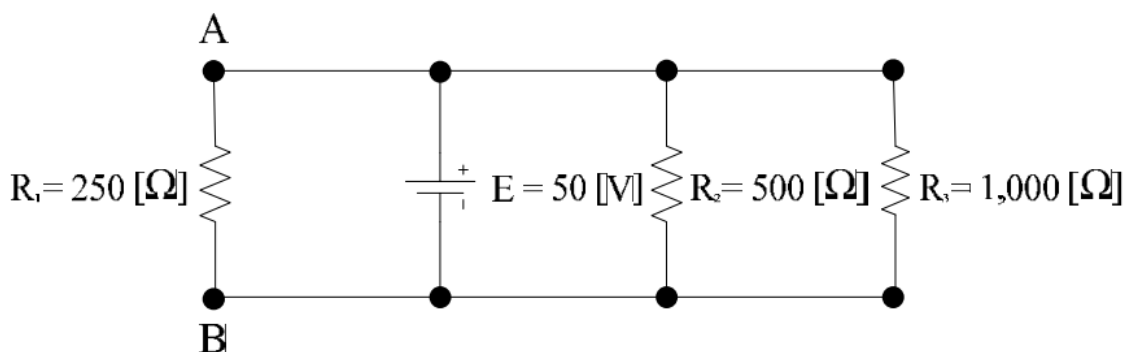
$$P_1 = IV_1 \quad P_1 = 37.5 \times 15 = 225 [\text{W}]$$

$$P_2 = IV_2 \quad P_2 = 7.5 \times 15 = 112.5 [\text{W}]$$

$$P_3 = IV_3 \quad P_3 = 15 \times 15 = 225 [\text{W}]$$

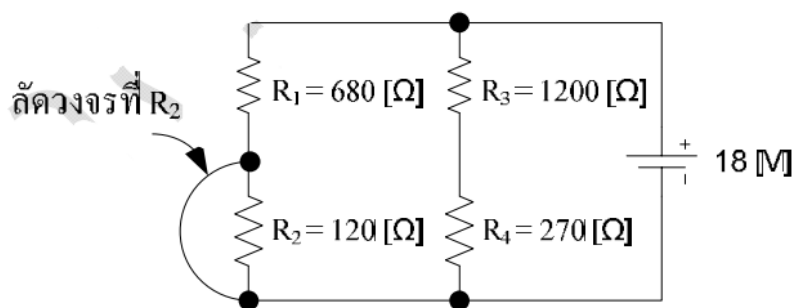
$P = P_1 + P_2 + P_3 = 562.5 [\text{W}]$ สรุปได้ว่ากำลังไฟฟ้าที่แหล่งจ่ายไฟฟ้าเท่ากับผลรวมของกำลังไฟฟ้าที่เกิดขึ้นกับ ความต้านทานทุกตัวรวมกัน

6. จากวงจรตัวต้านทานต่อขนานดังรูป ถ้าเกิดลัดวงจรที่ R_1 ระหว่างจุดเชื่อม A กับจุดเชื่อม B จะเกิดผลเสียอย่างไรต่อวงจร และควรมีวิธีป้องกันอย่างไร จงอธิบาย



ตอบ จากรูปวงจรถ้าเกิดการลัดวงจรที่ R1 ระหว่างจุดเชื่อม A กับ B จะเกิดผลเสียหายต่อวงจรตัวต้านทานต่อขนานเนื่องจาก เมื่อเกิดการลัดวงจรที่ R1 ทำให้กระแสไหลไปในเส้นลัดวงจร ที่ R1 และกระแสจะไหลไปทาง R2 และ R3 ไปน้อยมากๆ จะทำให้มีกระแสไหลมากกว่าที่เส้นลัดวงจร ที่ R1 และวงจรไฟฟ้ามีความเสียหายได้ เป็นต้น วิธีป้องกันคือการเช็คว่ามีอาการลัดวงจรไหมก่อนเปิดสวิตช์

7. จากวงจรตัวต้านทานต่อขนาน ดังรูป จงคำนวณหาค่ากำลังไฟฟ้าที่เกิดขึ้นกับ R₃ และแรงดันตกคร่อม R₁



จะเห็นได้ว่าการต่อแบบขนานของ R1 และ R3, R4 อยู่โดย R3 และ R4 เป็นการต่อแบบอนุกรมจึงทำให้ต้องนำ R3 และ R4 มาบวกกันมีสูตรอนุกรมว่า $E = V_1 + V_2$ ซึ่งการต่อแบบขนานมีสูตรว่า

$$E = V_1 = V_2 = V_n$$

จะได้ว่า

$$18[V] = V_1 = V_3 + V_4$$

$$V_1 = 18[V]$$

ดังนั้นแรงดันตกคร่อมที่ R₁ มีค่าเท่ากับ 18[V]

หา P ที่ตำแหน่งที่ R₃ : เนื่องจาก R3 และ R4 เป็นการต่อแบบอนุกรมฉะนั้น $I_T = I_1 = I_2 = I_n$

หา I_T จากสูตร

$$V = IR$$

$$18 = I(R_3 + R_4)$$

$$18 = I(1200 + 270)$$

$$18 = I(1470)$$

$$I = 18/1470 [A]$$

หา V_3 จากสูตร

$$V = IR$$

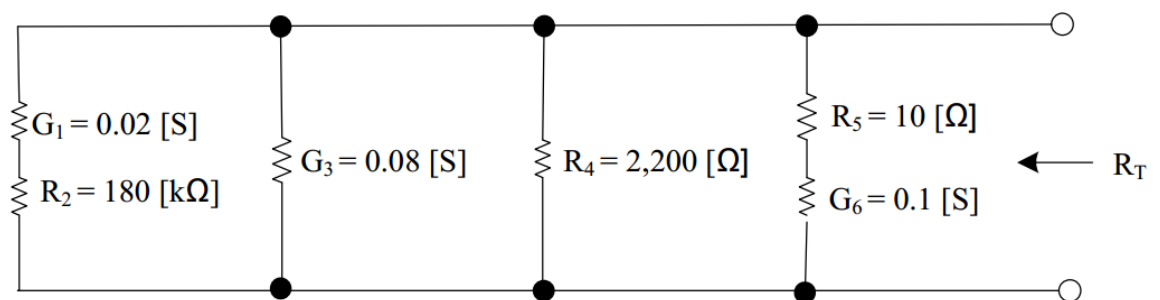
$$V = (18/1470)(1200)$$

$$V = 720/49 \text{ [V]}$$

หา P_3 จากสูตร

$$P = VI = (720/49)(18/1470) = 0.18 \text{ [W]}$$

8. จากวงจรในรูป จงหาค่าความต้านทานรวมของวงจร



ตอบ จากสูตร $G = 1/R$

$$R_1 = 1/G_1 = 1/0.02 = 50\Omega$$

$$R_2 = 1/G_2 = 1/0.08 = 12.5\Omega$$

$$R_3 = 1/G_3 = 1/0.1 = 10\Omega$$

$$\begin{aligned} R_{12} &= R_1 + R_2 \\ &= 50 + 180 \\ &= 230 \Omega \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R_{56} &= R_5 + R_6 \\ &= 10 + 10 \\ &= 20 \\ &= 5 \Omega \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 1/RT &= (1/R_{12}) + (1/R_3) + (1/R_4) + (1/R_{56}) \\ &= (1/230) + (1/12.5) + (1/2200) + (1/20) \end{aligned}$$

$$RT = 7.665\Omega$$

ดังนั้นความต้านทานรวมของวงจร 7.66 Ω

อ้างอิง

เอกสารปฏิบัติการทดลองที่ 4: กฎของเคอร์ชอฟฟ์ 303213 การวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าสำหรับ
วิศวกรรมคอมพิวเตอร์ เขียนโดย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุชาติ แย้มเม่น มหาวิทยาลัย นเรศวร

กฎของเคอร์ชอฟฟ์ (ออนไลน์) แหล่งที่มา : : <https://th.wikipedia.org/wiki/>

คำนวณกฎของเคอร์ชอฟฟ์(ออนไลน์). แหล่งที่มา :
www.rtna.ac.th/departments/elect/Data/EE202/Resistive%20circuit.doc