

เฉลยแบบทดสอบกลางภาคที่ 1 ปีการศึกษา 2557

วิชา การวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า (3105-1001)หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.)

สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยสารพัดช่างนครราชสีมา

คำชี้แจง ข้อสอบแบบบรรยาย/คำนวณ มีจำนวน 8 ข้อ เขียนลงในกระดาษคำตอบแบบบรรยาย

1. จงแปลงระบบหน่วยต่อไปนี้

1.1 อุณหภูมิ 150°C ให้เป็นหน่วยวัด $^{\circ}\text{F}$

1.2 อุณหภูมิ 985°F ให้เป็นหน่วยวัด $^{\circ}\text{C}$

1.3 อุณหภูมิ 2557°C ให้เป็นหน่วยวัด $^{\circ}\text{K}$

1.4 มุมทางไฟฟ้า 250° ให้เป็นมุมทางไฟฟ้าในหน่วยเรเดียน

เฉลย

1.1 อุณหภูมิ 150°C ให้เป็นหน่วยวัด $^{\circ}\text{F}$

$$\begin{aligned}\text{จากสูตร } \quad {}^{\circ}\text{F} &= \left(\frac{9}{5} \times {}^{\circ}\text{C}\right) + 32 \\ &= \left(\frac{9}{5} \times 150^{\circ}\text{C}\right) + 32 \\ &= \left(\frac{9}{5} \times 150^{\circ}\text{C}\right) + 32 \\ &= 270 + 32^{\circ}\text{F} \\ &= 302^{\circ}\text{F}\end{aligned}$$

$$\text{ดังนั้น } 150^{\circ}\text{C} = 302^{\circ}\text{F}$$

ตอบ

1.2 อุณหภูมิ 985°F ให้เป็นหน่วยวัด $^{\circ}\text{C}$

$$\begin{aligned}\text{จากสูตร } \quad {}^{\circ}\text{C} &= \frac{5}{9} \times ({}^{\circ}\text{F} - 32) \\ &= \frac{5}{9} \times (985^{\circ}\text{F} - 32) \\ &= \frac{5}{9} \times 953 \\ &= 529.44^{\circ}\text{C}\end{aligned}$$

$$\text{ดังนั้น } 985^{\circ}\text{F} = 529.44^{\circ}\text{C}$$

ตอบ

1.3 อุณหภูมิ 2557 °C ให้เป็นหน่วยวัด °K

$$\begin{aligned}\text{จากสูตร } \quad \text{°K} &= \text{°C} + 273.15 \\ &= 2557 + 273.15 \text{ °K} \\ &= 2830.15 \text{ °K}\end{aligned}$$

$$\text{ดังนั้น } 2557 \text{ °C} = 2830.15 \text{ °K} \quad \text{ตอบ}$$

1.4 มุมทางไฟฟ้า 250 ° ให้เป็นมุมทางไฟฟ้าในหน่วยเรเดียน

$$\begin{aligned}\text{จากสูตร } 180^\circ &= \pi \text{ rad} \\ 1^\circ &= \frac{\pi}{180} \text{ rad} \\ 250^\circ &= \frac{\pi}{180} \times 250 \text{ rad} \\ &= 4.365 \text{ rad}\end{aligned}$$

$$\text{ดังนั้น } 250^\circ = 4.365 \text{ rad} \quad \text{ตอบ}$$

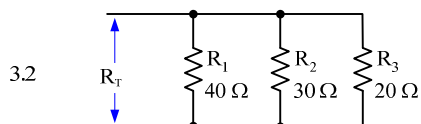
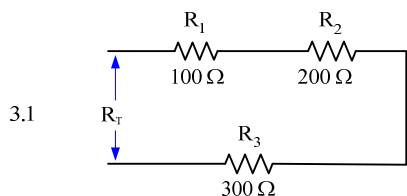
2. ที่จุด ๆ หนึ่งของวงจรไฟฟ้ามีประจุไหลผ่าน 90.5 เมกกะคูลอมป์ ในเวลา 3.2 วินาที จงคำนวณหากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านจุดนี้

เฉลย

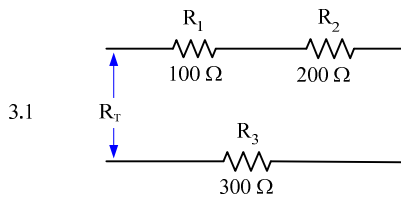
$$\begin{aligned}\text{จากสูตร } \quad I &= \frac{Q}{t} \\ &= \frac{90.5 \times 10^6 \text{ C}}{3.2 \text{ s}} \\ &= 28.28 \times 10^6 \text{ A}\end{aligned}$$

$$\text{ดังนั้น } I = 28.28 \times 10^6 \text{ A} \quad \text{ตอบ}$$

3. จงคำนวณหาความต้านทานรวม (R_T) ของวงจรต่อไปนี้



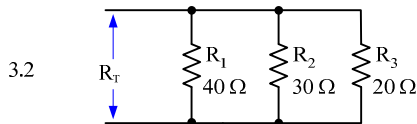
เฉลย



จากรูปด้านบนเป็นการต่อตัวต้านทานแบบอนุกรม

$$\begin{aligned} \text{จากสูตร } R_T &= R_1 + R_2 + R_3 \\ &= 100 \Omega + 200 \Omega + 300 \Omega \\ &= 600 \Omega \end{aligned}$$

ดังนั้น R_T ของวงจร = 600 Ω **ตอบ**



จากรูปด้านบนเป็นการต่อตัวต้านทานแบบขนาน

$$\begin{aligned} \text{จากสูตร } \frac{1}{R_T} &= \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \\ &= \frac{1}{40} + \frac{1}{30} + \frac{1}{20} \\ &= \frac{3 \times 1 + 4 \times 1 + 6 \times 1}{120} \end{aligned}$$

$$\frac{1}{R_T} = \frac{13}{120}$$

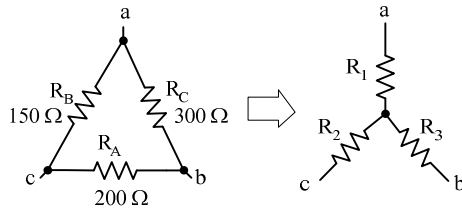
$$R_T = \frac{120}{13} \Omega$$

$$= 9.23 \Omega$$

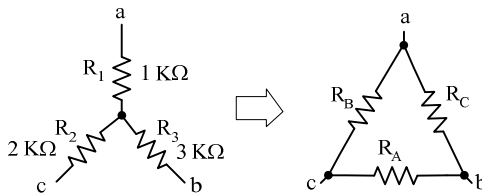
ดังนั้น R_T ของวงจร = 9.23 Ω **ตอบ**

4. จงเปลี่ยนโครงข่ายไฟฟ้าต่อไปนี้

4.1 เปลี่ยนจาก Δ เป็น Y

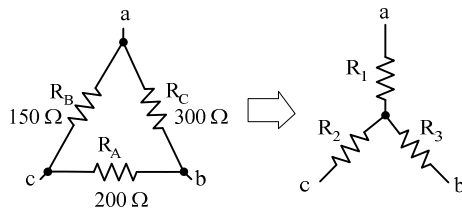


4.2 เปลี่ยนจาก Y เป็น Δ



เฉลย

4.1 เปลี่ยนจาก Δ เป็น Y



$$\begin{aligned} \text{จากสูตร} \quad R_1 &= \frac{R_B R_C}{R_A + R_B + R_C} \\ &= \frac{150 \Omega \times 300 \Omega}{200 \Omega + 150 \Omega + 300 \Omega} \end{aligned}$$

$$R_1 = 69.23 \Omega$$

$$\begin{aligned} \text{จากสูตร} \quad R_2 &= \frac{R_A R_B}{R_A + R_B + R_C} \\ &= \frac{200 \Omega \times 150 \Omega}{200 \Omega + 150 \Omega + 300 \Omega} \end{aligned}$$

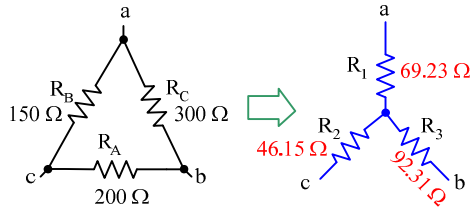
$$R_2 = 46.15 \Omega$$

$$\begin{aligned} \text{จากสูตร} \quad R_3 &= \frac{R_A R_C}{R_A + R_B + R_C} \end{aligned}$$

$$= \frac{200 \Omega \times 300 \Omega}{200 \Omega + 150 \Omega + 300 \Omega}$$

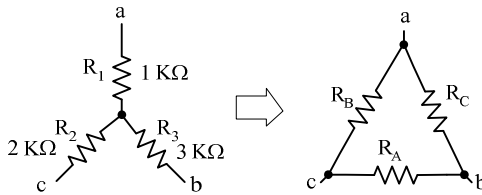
$$R_3 = 92.31 \Omega$$

ดังนั้น เปลี่ยนจาก Δ เป็น Y ได้ดังนี้



ตอบ

4.2 เปลี่ยนจาก Y เป็น Δ



จากสูตร $R_A = \frac{R_1 R_2 + R_2 R_3 + R_3 R_1}{R_1}$

$$= \frac{1 \text{ K}\Omega \times 2 \text{ K}\Omega + 2 \text{ K}\Omega \times 3 \text{ K}\Omega + 3 \text{ K}\Omega \times 1 \text{ K}\Omega}{1 \text{ K}\Omega}$$

$$= \frac{2 \text{ K}\Omega^2 + 6 \text{ K}\Omega^2 + 3 \text{ K}\Omega^2}{1 \text{ K}\Omega}$$

$$R_A = \frac{11 \text{ K}\Omega^2}{1 \text{ K}\Omega}$$

$$= 11 \text{ K}\Omega$$

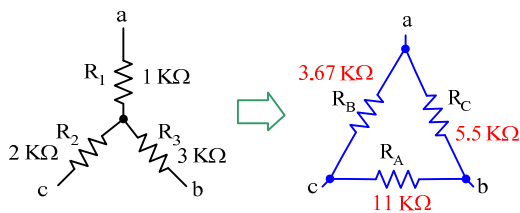
จากสูตร $R_B = \frac{R_1 R_2 + R_2 R_3 + R_3 R_1}{R_3}$

$$= \frac{1 \text{ K}\Omega \times 2 \text{ K}\Omega + 2 \text{ K}\Omega \times 3 \text{ K}\Omega + 3 \text{ K}\Omega \times 1 \text{ K}\Omega}{3 \text{ K}\Omega}$$

$$= \frac{2 \text{ K}\Omega^2 + 6 \text{ K}\Omega^2 + 3 \text{ K}\Omega^2}{3 \text{ K}\Omega}$$

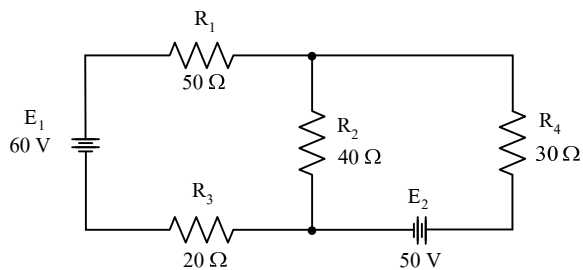
$$\begin{aligned}
 &= \frac{11 \text{ K}\Omega^2}{3 \text{ K}\Omega} \\
 &= 3.67 \text{ K}\Omega \\
 \text{จากสูตร} \quad R_C &= \frac{R_1 R_2 + R_2 R_3 + R_3 R_1}{R_2} \\
 &= \frac{1 \text{ K}\Omega \times 2 \text{ K}\Omega + 2 \text{ K}\Omega \times 3 \text{ K}\Omega + 3 \text{ K}\Omega \times 1 \text{ K}\Omega}{2 \text{ K}\Omega} \\
 &= \frac{2 \text{ K}\Omega^2 + 6 \text{ K}\Omega^2 + 3 \text{ K}\Omega^2}{2 \text{ K}\Omega} \\
 &= \frac{11 \text{ K}\Omega^2}{2 \text{ K}\Omega} \\
 &= 5.5 \text{ K}\Omega
 \end{aligned}$$

ดังนั้น เปลี่ยนจาก Y เป็น Δ ได้ดังนี้



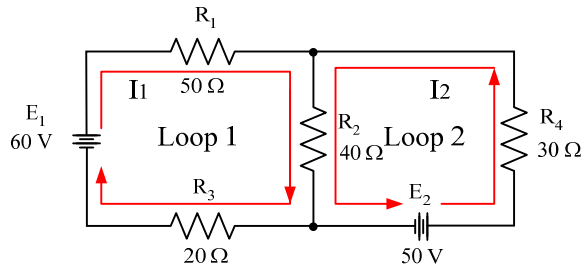
ตอบ

5. จากวงจรในรูปด้านล่าง จงคำนวณหาปริมาณกระแสที่ไหลผ่าน R_1 , R_2 , R_3 และ R_4 โดยวิธีกระแสเมฆ



เฉลย

กำหนดทิศทางกระแส



ที่ Loop 1

$$50I_1 + 40(I_1 + I_2) + 20I_1 - 60 = 0$$

$$50I_1 + 40I_1 + 40I_2 + 20I_1 - 60 = 0$$

$$110I_1 + 40I_2 - 60 = 0$$

$$110I_1 + 40I_2 = 60$$

ที่ Loop 2

$$30I_2 + 40(I_1 + I_2) - 50 = 0$$

$$30I_2 + 40I_1 + 40I_2 - 50 = 0$$

$$40I_1 + 70I_2 - 50 = 0$$

$$40I_1 + 70I_2 = 50$$

ดังนั้นเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$110I_1 + 40I_2 = 60$$

$$40I_1 + 70I_2 = 50$$

เขียนในรูปเมตริกได้ดังนี้

$$\begin{vmatrix} 110 & 40 \\ 40 & 70 \end{vmatrix} \begin{vmatrix} I_1 \\ I_2 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 60 \\ 50 \end{vmatrix}$$

$$\begin{vmatrix} 110 & 40 \\ 40 & 70 \end{vmatrix} \begin{vmatrix} I_1 \\ I_2 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 60 \\ 50 \end{vmatrix}$$

คำนวณหา det

$$\det = (110 \times 70) - (40 \times 40)$$

$$= 7700 - 1600$$

$$= 6100$$

คำนวณหา I_1

$$\begin{aligned} I_1 &= \frac{\begin{vmatrix} 60 & 40 \\ 50 & 70 \end{vmatrix}}{\det} \\ &= \frac{4200 - 2000}{6100} \\ &= 0.3606 \text{ A} \end{aligned}$$

คำนวณหา I_2

$$\begin{aligned} I_2 &= \frac{\begin{vmatrix} 110 & 60 \\ 40 & 50 \end{vmatrix}}{\det} \\ &= \frac{5500 - 2400}{6100} \\ &= 0.5082 \text{ A} \end{aligned}$$

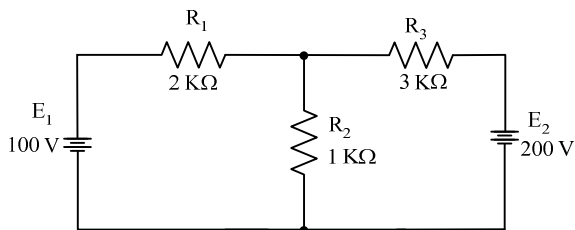
ดังนั้น กระแสที่ไหลผ่าน $R_1 = I_1 = 0.3606 \text{ A}$ **ตอบ**

กระแสที่ไหลผ่าน $R_2 = I_1 + I_2 = 0.3606 \text{ A} + 0.5082 \text{ A} = 0.8691 \text{ A}$ **ตอบ**

กระแสที่ไหลผ่าน $R_3 = I_2 = 0.5082 \text{ A}$ **ตอบ**

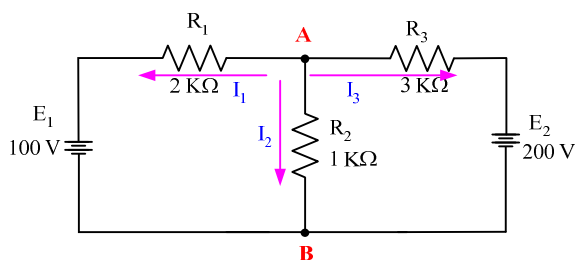
กระแสที่ไหลผ่าน $R_4 = I_2 = 0.5082 \text{ A}$ **ตอบ**

6. จากรูปด้านล่าง จงคำนวณหาปริมาณกระแสที่ไหลผ่าน R_1 , R_2 และ R_3 โดยวิธีแรงดัน โนด



เฉลย

กำหนดโหนดและทิศทางการไหลของกระแส



จากรูป แรงดันโหนดคือที่จุด A
แรงดันอ้างอิงคือที่จุด B

$$I_1 + I_2 + I_3 = 0$$

$$I_1 + I_2 + I_3 = 0$$

$$\frac{V_A - E_1}{R_1} + \frac{V_A - V_B}{R_2} + \frac{V_A - E_1}{R_3} = 0$$

$$\frac{V_A - 100}{2 \text{ K}\Omega} + \frac{V_A - 0}{1 \text{ K}\Omega} + \frac{V_A - 200}{3 \text{ K}\Omega} = 0$$

นำ 6 KΩ คูณตลอด

$$6 \text{ K}\Omega \times \frac{V_A - 100}{2 \text{ K}\Omega} + 6 \text{ K}\Omega \times \frac{V_A - 0}{1 \text{ K}\Omega} + 6 \text{ K}\Omega \times \frac{V_A - 200}{3 \text{ K}\Omega} = 0$$

$$3(V_A - 100) + 6(V_A - 0) + 2(V_A - 200) = 0$$

$$(3V_A - 300) + (6V_A - 0) + (2V_A - 400) = 0$$

$$6V_A - 300 + 3V_A - 0 + 2V_A - 400 = 0$$

$$11V_A - 700 = 0$$

$$11V_A = 700$$

$$V_A = \frac{700}{11}$$

$$= 63.636 \text{ V}$$

ดังนั้น กระแสที่ไหลผ่าน $R_1 = I_1$

$$= \frac{V_A - E_1}{R_1}$$

$$= \frac{63.636 - 100}{2 \text{ K}\Omega}$$

$$= \frac{-36.364 \text{ V}}{2 \text{ K}\Omega}$$

$$= -18.182 \text{ mA} \text{ แสดงว่ากำหนดทิศทางของกระแสผิด}$$

กระแสที่ไหลผ่าน $R_2 = I_2$

$$= \frac{V_A - 0}{R_2}$$

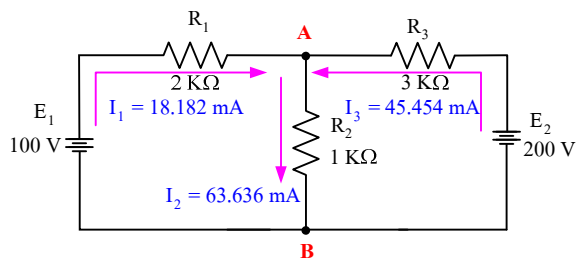
$$= \frac{63.636 - 0}{1 \text{ K}\Omega}$$

$$= \frac{63.636 \text{ V}}{1 \text{ K}\Omega}$$

$$= 63.636 \text{ mA} \text{ แสดงว่ากำหนดทิศทางของกระแสถูกต้อง}$$

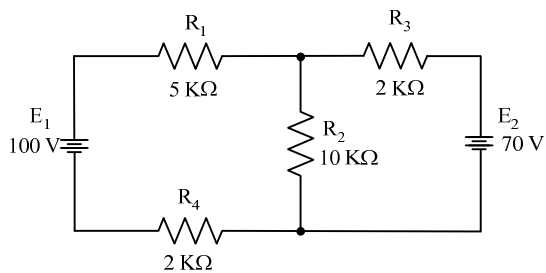
$$\begin{aligned}
 \text{ดังนั้น กระแสที่ไหลผ่าน } R_3 &= I_3 \\
 &= \frac{V_A - E_2}{R_3} \\
 &= \frac{63.636 - 200}{3 \text{ K}\Omega} \\
 &= \frac{-136.364 \text{ V}}{3 \text{ K}\Omega} \\
 &= -45.454 \text{ mA} \text{ แสดงว่ากำหนดทิศทางของกระแสผิด}
 \end{aligned}$$

เขียนทิศทางและปริมาณกระแสที่ไหลผ่าน R_1 , R_2 และ R_3



ตอบ

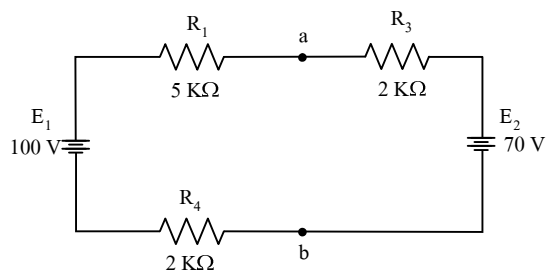
7. จากวงจรในรูปด้านล่าง จงคำนวณหากระแสที่ไหลผ่าน R_2 และ R_3 โดยใช้ทฤษฎีเฮวินิน



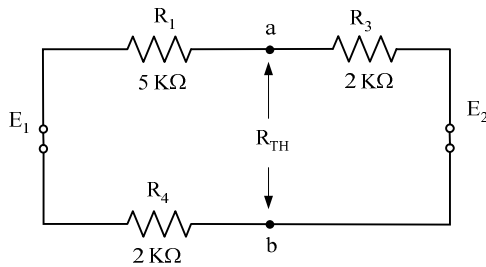
เฉลย

คำนวณหากระแสที่ไหลผ่าน R_2

1) ปลด R_2 ออกจากวงจร

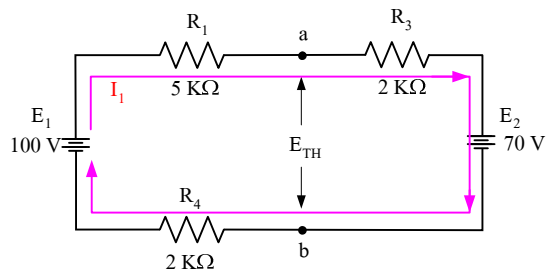


2) ปรับแหล่งจ่ายให้เป็น 0



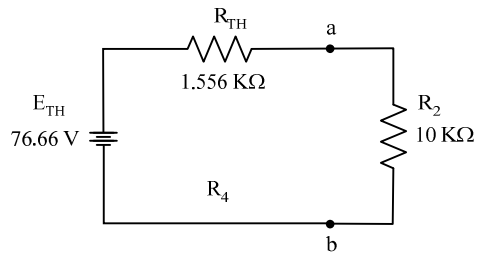
$$\begin{aligned}
 R_{TH} &= (R_1 + R_4) // R_3 \\
 &= \frac{(R_1 + R_4) \times R_3}{(R_1 + R_4) + R_3} \\
 &= \frac{(5 \text{ K}\Omega + 2 \text{ K}\Omega) \times 2 \text{ K}\Omega}{(5 \text{ K}\Omega + 2 \text{ K}\Omega) + 2 \text{ K}\Omega} \\
 &= 1.556 \text{ K}\Omega
 \end{aligned}$$

3) คำนวณหา E_{TH}



$$\begin{aligned}
 5 \text{ K}\Omega \times I_1 + 2 \text{ K}\Omega \times I_1 + 70 + 2 \text{ K}\Omega \times I_1 - 100 &= 0 \\
 9 \text{ K}\Omega \times I_1 - 30 &= 0 \\
 9 \text{ K}\Omega \times I_1 &= 30 \\
 I_1 &= \frac{30 \text{ V}}{9 \text{ K}\Omega} \\
 &= 3.33 \text{ mA} \\
 \text{ดังนั้น } V_{TH} &= 2 \text{ K}\Omega \times I_1 + 70 \text{ V} \\
 &= 2 \text{ K}\Omega \times 3.33 \text{ mA} + 70 \text{ V} \\
 &= 2 \text{ K}\Omega \times 3.33 \text{ mA} + 70 \text{ V} \\
 &= 76.66 \text{ V}
 \end{aligned}$$

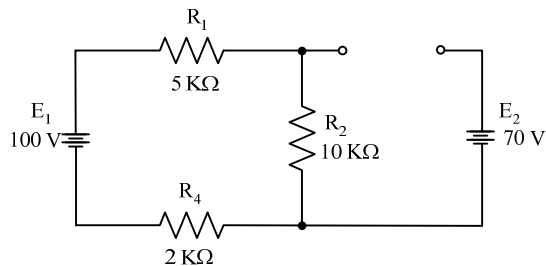
เขียนเป็นวงจรสมมูลของเทวินิน



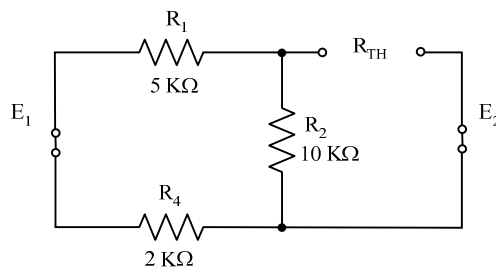
$$\begin{aligned}
 \text{ดังนั้นกระแสที่ไหลผ่าน } R_2 &= \frac{V_{TH}}{R_{TH} + R_2} \\
 &= \frac{76.66 \text{ V}}{1.556 \text{ K}\Omega + 10 \text{ K}\Omega} \\
 &= 6.63 \text{ mA} \qquad \text{ตอบ}
 \end{aligned}$$

คำนวณหากระแสที่ไหลผ่าน R_3

1) ปลด R_3 ออกจากวงจร

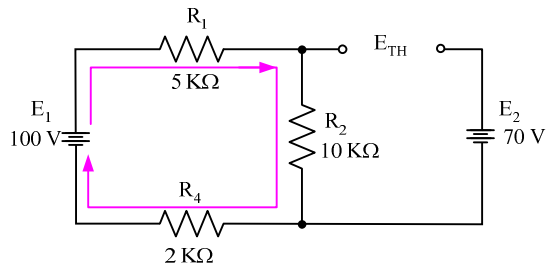


2) ปรับแหล่งจ่ายให้เป็น 0



$$\begin{aligned}
 R_{TH} &= (R_1 + R_4) // R_2 \\
 &= \frac{(R_1 + R_4) \times R_2}{(R_1 + R_4) + R_2} \\
 &= \frac{(5 \text{ K}\Omega + 2 \text{ K}\Omega) \times 10 \text{ K}\Omega}{(5 \text{ K}\Omega + 2 \text{ K}\Omega) + 10 \text{ K}\Omega} \\
 &= 4.118 \text{ K}\Omega
 \end{aligned}$$

3) คำนวณหา E_{TH}



$$\begin{aligned}
 E_{R2} &= \frac{100 \text{ V} \times R_2}{R_1 + R_2 + R_3} \\
 &= \frac{100 \text{ V} \times 10 \text{ K}\Omega}{5 \text{ K}\Omega + 10 \text{ K}\Omega + 2 \text{ K}\Omega} \\
 &= \frac{100 \text{ V} \times 10 \text{ K}\Omega}{17 \text{ K}\Omega}
 \end{aligned}$$

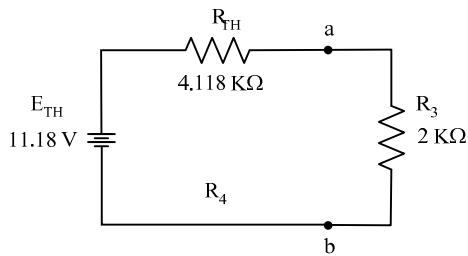
$$= 58.82 \text{ V}$$

$$E_{TH} = 70 \text{ V} - E_{R2}$$

$$= 70 \text{ V} - 58.82 \text{ V}$$

$$= 11.18 \text{ V}$$

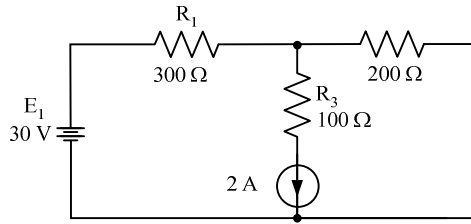
เขียนเป็นวงจรสมมูลของเทวินิน



$$\begin{aligned}
 \text{ดังนั้นกระแสที่ไหลผ่าน } R_3 &= \frac{V_{TH}}{R_{TH} + R_3} \\
 &= \frac{11.18 \text{ V}}{4.118 \text{ K}\Omega + 2 \text{ K}\Omega} \\
 &= 1.83 \text{ mA}
 \end{aligned}$$

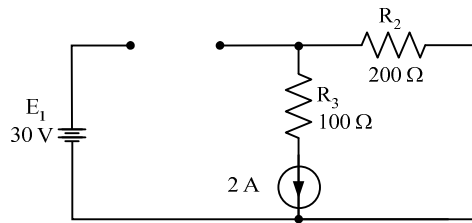
ตอบ

8. จากวงจรในรูปด้านล่าง จงคำนวณหากระแสที่ไหลผ่าน R_1 โดยใช้ทฤษฎี Norton

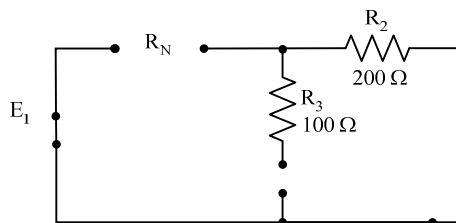


เฉลย

1) ปลด R_1 ออกจากวงจร



2) ปรับแหล่งจ่ายให้เป็น 0 (ถ้าเป็นแหล่งจ่ายกระแสให้ *Open* ถ้าเป็นแหล่งจ่ายแรงดันให้ *Close*)

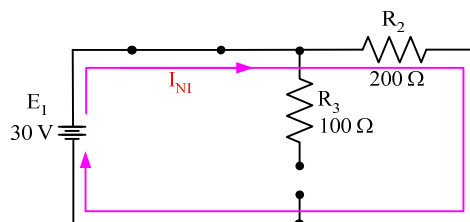


คำนวณหา R_N

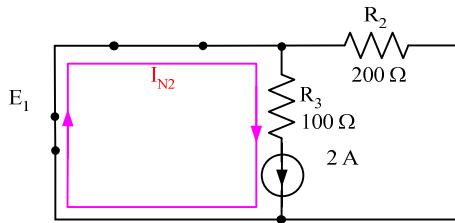
$$\begin{aligned} R_N &= R_2 \\ &= 200 \Omega \end{aligned}$$

คำนวณหา I_N

เนื่องจากมีแหล่งจ่าย 2 แหล่ง ให้คำนวณทีละแหล่ง โดยให้แหล่งจ่ายที่เหลือเป็น 0



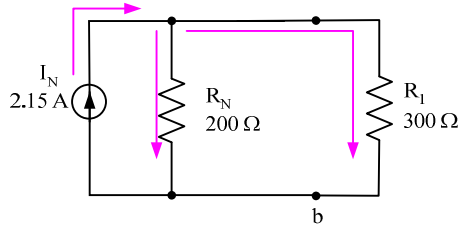
$$I_{N1} = \frac{E_1}{R_2} = \frac{30 \text{ V}}{200 \Omega} = 0.15 \text{ A}$$



ดังนั้น

$$\begin{aligned}
 I_{N2} &= 2 \text{ A} \\
 I_N &= I_{N1} + I_{N2} \\
 &= 0.15 \text{ A} + 2 \text{ A} \\
 &= 2.15 \text{ A}
 \end{aligned}$$

เขียนเป็นวงจรสมมูลของนอร์ตัน



กระแสที่ไหลผ่าน R_1

$$\begin{aligned}
 &= \frac{I_N \times R_N}{R_N + R_1} \\
 &= \frac{2.15 \text{ A} \times 200 \Omega}{200 \Omega + 300 \Omega} \\
 &= 0.86 \text{ A}
 \end{aligned}$$

ตอบ