บทที่ 5

วงจรแบ่งแรงดันและวงจรแบ่งกระแส

สาระการเรียนรู้

- 1. วงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้า
- 2. วงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้าแบบไม่มีภาระ
- 3. วงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้าแบบมีภาระ
- 4. วงจรแบ่งกระแสไฟฟ้า
- 5. บทสรุป

1.วงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้า

วงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้า (Voltage Divider)

คือ วงจรทำหน้าที่แบ่งแรงดันไฟฟ้าในวงจรออกเป็นส่วนๆ ทำให้เกิดศักย์ไ

การพิจารณาวงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้าโดยใช้กฎของโอห์ม

ต้องพิจารณาจากส่วนประกอบ 3 ส่วน คือ

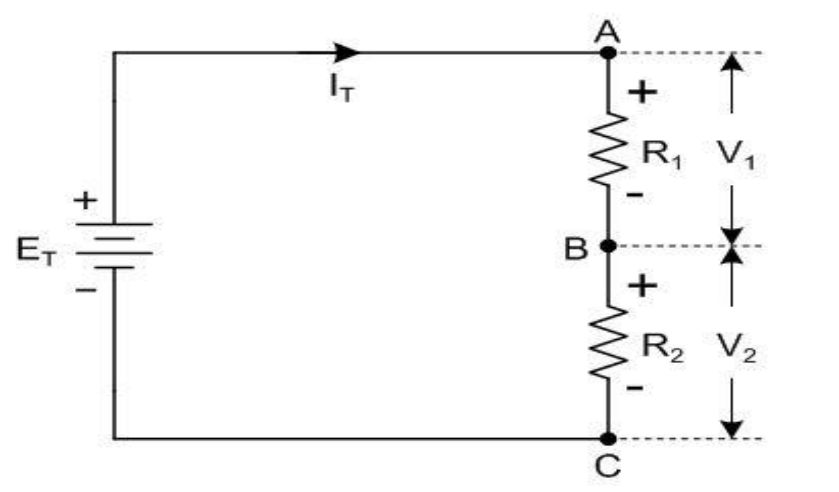
แรงดันไฟฟ้า (E)

กระแสไฟฟ้า (I)

และความต้านทาน (R)

ลักษณะวงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้าถูกจัดวงจรไฟฟ้าในแบบวงจรอนุกรม กำหนดที

ผลการไหลของกระแสไฟฟ้าผ่านตัวต้านทาน ทำให้เกิดศักย์ไฟฟ้าตกคร่อมตัวต้านทานแต่ละตัวแตกต่างกันไป ตามค่าความต้านทานที่กำหนดในวงจร ลักษณะวงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้า



จากรูปแสดงวงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้า ประกอบด้วยตัวต้านทาน 2 ตัว ต่ออนุกรมกัน เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านวงจร เกิดแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมตัวต้านทานแต่ละตัว ศักย์ไฟฟ้าที่เกิดขึ้นบนตัวต้านทาน ใช้ทิศทางการไหลของกระแสบวก กระแสไหลเข้าตัวต้านทานได้ศักย์ ไฟฟ้าบวก

กระแสไหลออกตัวต้านทานได้ศักย์ไฟฟ้าลบ แรงดัน V_1 และ V_2 มีศักย์ด้านบนเป็นบวก ด้านล่างเป็นลบ หาค่าแรงดันไฟฟ้าโดยใช้กฎของโอห์ม

$$E = IR$$

วงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้าแบ่งวงจรออกได้ 2 ชนิด คือ

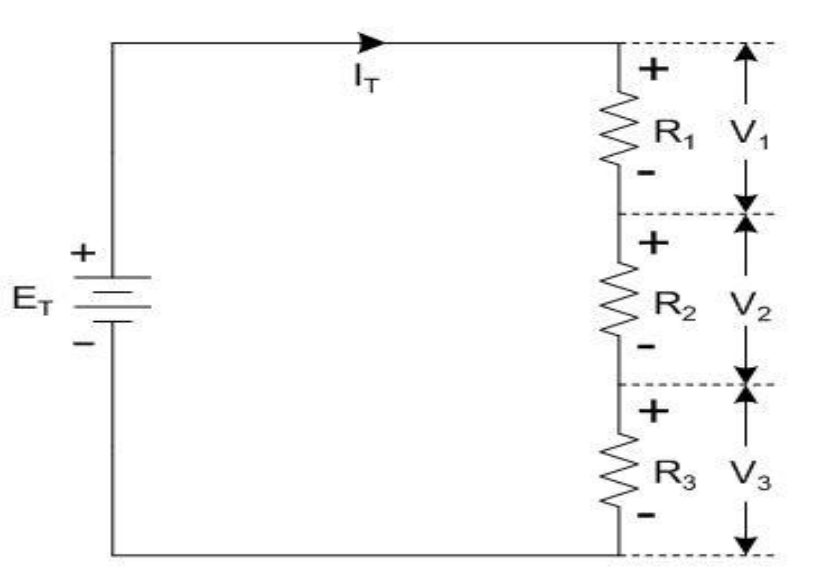
1. วงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้าแบบไม่มีภาระ (Unloaded Voltage Divider)
2. วงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้าแบบมีภาระ (Loaded Voltage Divider)

2.วงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้าแบบไม่มีภาระ

วงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้าแบบไม่มีภาระ

คือ วงจรแบ่งแรงดันที่ยังไม่ถูกนำไปใช้งาน วงจรยังไม่มีภาระต่อเข้าวงจร การจัดวงจร

วงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้าแบบไม่มีภาระ



จากรูปหาค่าต่างๆ ได้ดังนี้

หาความต้านทานรวม

$$R_T = R_1 + R_2 + R_3$$

หากระแสไฟฟ้าในวงจร

$$I_T = \frac{E_T}{R_T}$$

หาแรงดันไฟฟ้าตกคร่อม R_1 จาก $V_1 = I_T R_1$

$$V_1 = \frac{E_T}{R_T} R_1$$

หาแรงดันไฟฟ้าตกคร่อม R_2 จาก $V_2 = I_T R_2$

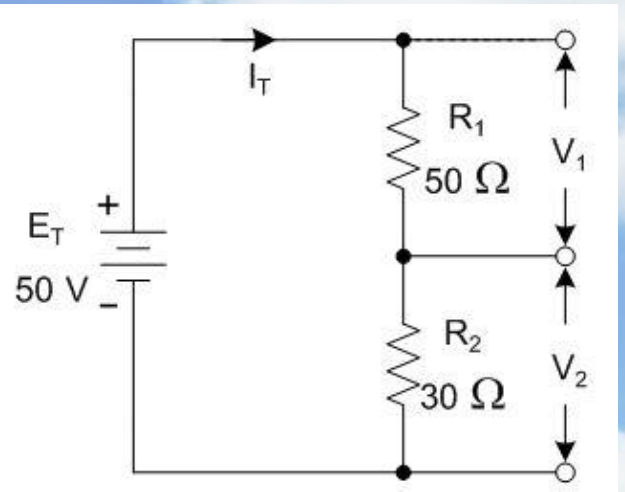
$$V_2 = \frac{E_T}{R_T} R_2$$

หาแรงดันไฟฟ้าตกคร่อม R_3 จาก $V_3 = I_T R_3$

$$V_3 = \frac{E_T}{R_T} R_3$$

ตัวอย่างที่ 1 วงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้าตามรูป

จงหาค่า V_1 และ V_2



วิธีทำ

1. หาค่าความต้านทานรวม (R_T) จาก $R_T = R_1 + R_2$

แทนค่า $R_T = 50\ \Omega + 30\ \Omega = 80\ \Omega$

2. หาแรงดันไฟฟ้าตกคร่อม R_1, R_2 (V_1, V_2)

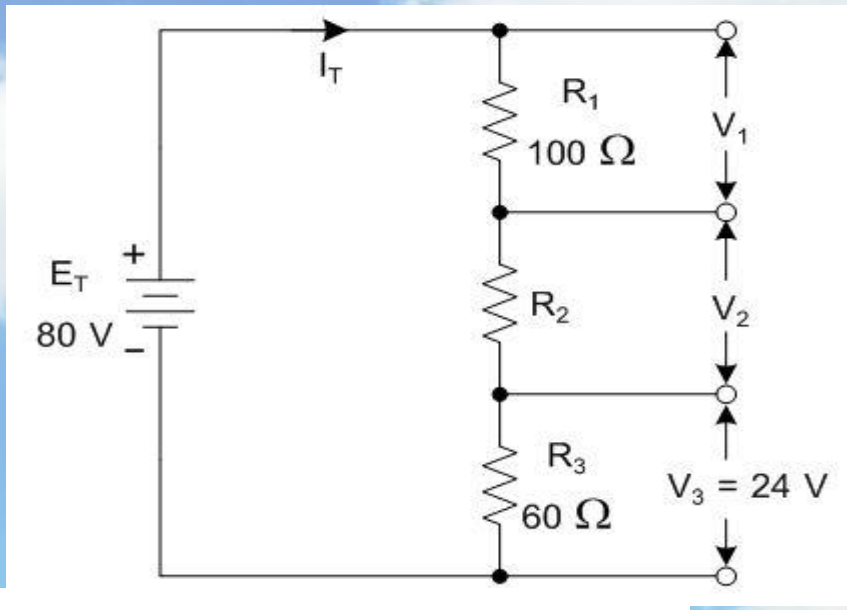
จาก $V_1 = \dfrac{E_T}{R_T} R_1$

แทนค่า $V_1 = \dfrac{50\ V}{80\ \Omega} \times 50\ \Omega = 31.25\ V$

จาก $V_2 = \dfrac{E_T}{R_T} R_2$

แทนค่า $V_2 = \dfrac{50\ V}{80\ \Omega} \times 30\ \Omega = 18.75\ V$ ตอบ

ตัวอย่างที่ 2 วงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้าตามรูป จงหาค่า R_2, V_1 และ V_2



วิธีทำ

1. หาค่ากระแสไฟฟ้ารวมในวงจร (I_T) จาก $I_T = \frac{V_3}{R_3}$

แทนค่า $I_T = \frac{24\,V}{60\,\Omega} = 0.4\ A$

2. หาค่าความต้านทาน R_T และ R_2 จาก $R_T = \frac{E_T}{I_T}$

แทนค่า $R_T = \frac{80\,V}{0.4\,A} = 200\ \Omega$

และ $R_2 = R_T - (R_1 + R_3) = 200\ \Omega - (100\ \Omega + 60\ \Omega) = 40\ \Omega$

3. หาแรงดันไฟฟ้าตกคร่อม V_1 และ V_2 จาก $V_X = \frac{E_T}{R_T} R_X$

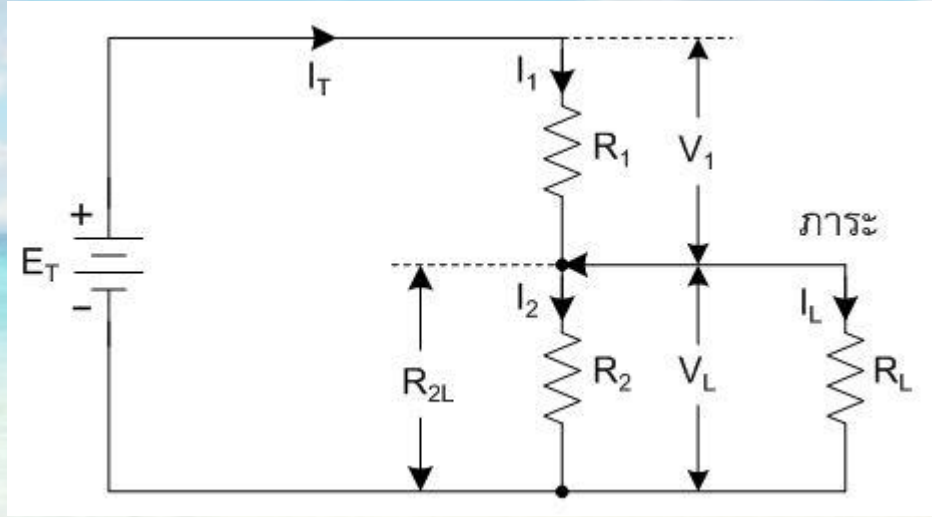
แทนค่า $V_1 = \frac{E_T}{R_T} R_1 = \frac{80V}{200\Omega} 100\ \Omega = 40\ V$

และ $V_2 = \frac{E_T}{R_T} R_2 = \frac{80V}{200\Omega} 40\ \Omega = 16\ V$ ตอบ

3.วงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้าแบบมีภาระ

วงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้าแบบมีภาระ คือ

วงจรแบ่งแรงดันที่ถูกนำไปใช้งาน โดยต่อภาระร่วมในวงจรด้วย การจัดวงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้าแบบมีภาระ จัดได้เช่นเดียวกับวงจรแบ่งแรงดัน ไฟฟ้าแบบไม่มีภาระ เพียงต่อเพิ่มภาระเข้ารับแรงดันไฟฟ้าในตำแหน่งที่ต้องการ ส่งผลให้ระดับแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมวงจรแบ่งแรงดันแต่ละส่วนเปลี่ยนแปลงไป วงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้าแบบมีภาระ



จากรูป หาค่าต่างๆ ได้ดังนี้

หาความต้านทานขนาน R_{2L}

$$R_{2L} = \frac{R_2 R_L}{R_2 + R_L}$$

หาความต้านทานรวม R_T จาก $R_T = R_1 + R_{2L}$

$$R_T = R_1 + \frac{R_2 R_L}{R_2 + R_L}$$

หากระแสไฟฟ้ารวม

$$I_T = \frac{E_T}{R_T}$$

หาแรงดันไฟฟ้าตกคร่อม R_1 จาก $V_1 = I_T R_1$

$$V_1 = \frac{E_T}{R_T} R_1$$

หาแรงดันไฟฟ้าตกคร่อม R_L จาก $V_L = I_T R_{2L}$

$$V_L = \frac{E_T}{R_T} R_{2L}$$

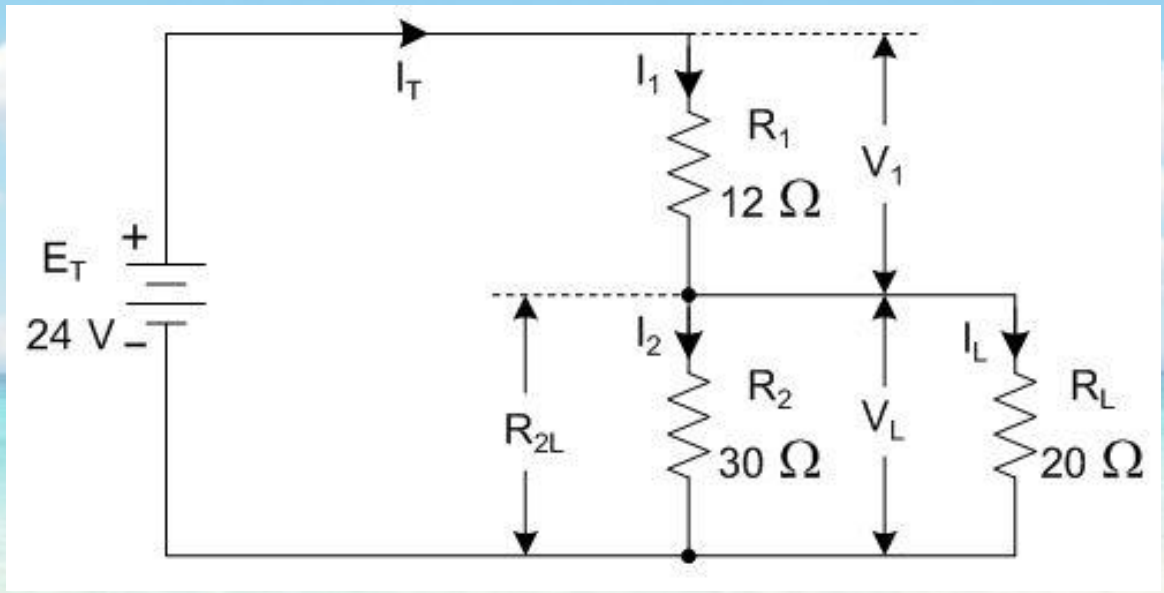
หากระแสไฟฟ้า I_2

$$I_2 = \frac{V_L}{R_2}$$

หากระแสไฟฟ้า I_L

$$I_L = \frac{V_L}{R_L}$$

ตัวอย่างที่ 3 วงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้าตามรูปจงหาค่า I_T, I_2, I_L, V_1 และ V_L



วิธีทำ

1. หาค่าความต้านทาน R_{2L} และ R_T จาก $R_{2L} = \dfrac{R_2 R_L}{R_2 + R_L}$

แทนค่า $R_{2L} = \dfrac{30\Omega \times 20\Omega}{30\Omega + 20\Omega} = 12\ \Omega$

และ $R_T = R_1 + R_{2L} = 12\ \Omega + 12\ \Omega = 24\ \Omega$

2. หาค่ากระแสไฟฟ้ารวมในวงจร (I_T) จาก $I_T = \dfrac{E_T}{R_T}$

แทนค่า $I_T = \dfrac{24V}{24\Omega} = 1\ A$

3. หาแรงดันไฟฟ้าตกคร่อม V_1 และ V_L จาก $V_X = \dfrac{E_T}{R_T} R_X$

แทนค่า $V_1 = \dfrac{E_T}{R_T} R_1 = \dfrac{24V}{24\Omega} 12\ \Omega = 12\ V$

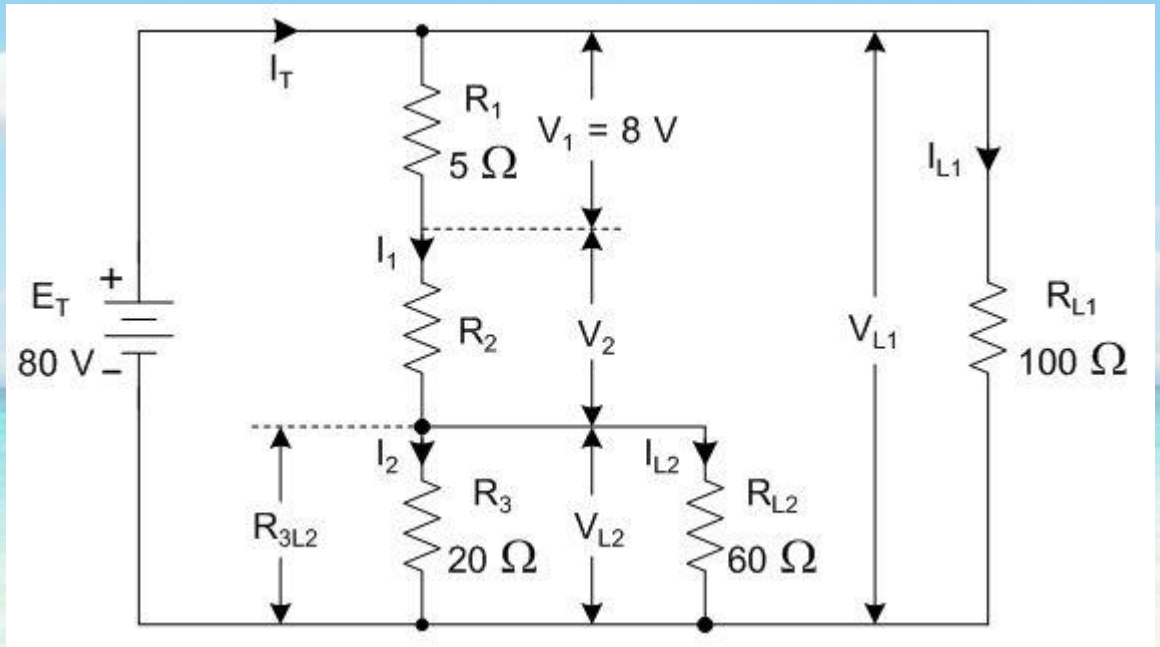
แทนค่า $V_L = \dfrac{E_T}{R_T} R_{2L} = \dfrac{24V}{24\Omega} 12\ \Omega = 12\ V$

4. หาค่ากระแสไฟฟ้า I_2 และ I_L จาก $I = \frac{E}{R}$

แทนค่า $I_2 = \frac{V_L}{R_2} = \frac{12V}{30\Omega} = 0.4\ A$

แทนค่า $I_L = \frac{V_L}{R_L} = \frac{12V}{20\Omega} = 0.6\ A$ ตอบ

ตัวอย่างที่ 4 วงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้าตามรูปจงหาค่า I_T, I_1, I_2, I_{L1}, I_{L2}, V_2, V_{L2} และ R_2



2. หาค่ากระแสไฟฟ้า I_1 จาก $I_1 = \frac{V_1}{R_1}$

แทนค่า $I_1 = \frac{8V}{5\Omega} = 1.6\ A$

3. หาแรงดันไฟฟ้าตกคร่อม V_{L2} จาก $V_{L2} = I_1 R_{3L2}$

แทนค่า $V_{L2} = 1.6\ A \times 15\ \Omega = 24\ V$

4. หาแรงดันไฟฟ้าตกคร่อม V_2 จาก $V_2 = E_T - (V_1 + V_{L2})$

แทนค่า $V_2 = 80\ V - (8\ V + 24\ V) = 48\ V$

5. หาค่าความต้านทาน R_2 จาก $R_2 = \frac{V_2}{I_1}$

แทนค่า $R_2 = \frac{48V}{1.6A} = 30\ \Omega$

6. หาค่ากระแสไฟฟ้า I_T, I_2, I_{L1} และ I_{L2} จาก $I = \frac{E}{R}$

แทนค่า $I_{L1} = \frac{E_T}{R_{L1}} = \frac{80V}{100\Omega} = 0.8\ A$

แทนค่า $I_2 = \frac{V_{L2}}{R_3} = \frac{24V}{20\Omega} = 1.2\ A$

แทนค่า $I_{L2} = \frac{V_{L2}}{R_{L2}} = \frac{24V}{60\Omega} = 0.4\ A$

แทนค่า $I_T = I_1 + I_{L1} = 1.6\ A + 0.8\ A = 2.4\ A$ ตอบ

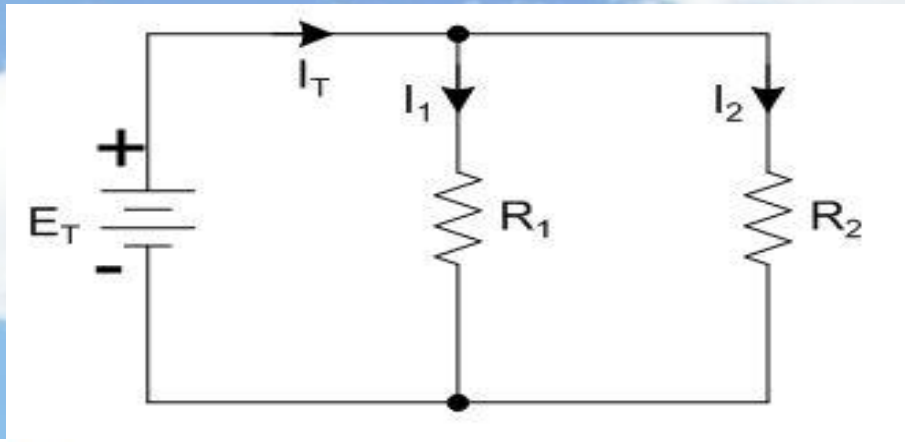
4.วงจรแบ่งกระแสไฟฟ้า

วงจรแบ่งกระแสไฟฟ้า (Current Divider)

คือ วงจรทำหน้าที่แบ่งกระแสไฟฟ้าในวงจรออกเป็นส่วนๆ ตามตัวต้านทานที่ต่อ

ลักษณะวงจรแบ่งกระแสไฟฟ้า

จากรูปหาค่าต่างๆ ได้ดังนี้



หากระแสไฟฟ้า I_1, I_2 และ I_T ได้ $I_1 = \frac{E_T}{R_1}$

$I_2 = \frac{E_T}{R_2}$

$I_T = I_1 + I_2$

แทน $I_2 = \frac{E_T}{R_2}$ ลงในสมการ I_T ได้ $I_T = I_1 + \frac{E_T}{R_2}$

แทน E_T ด้วย I_1R_1 $I_T = I_1 + \frac{I_1R_1}{R_2} = I_1\left(1+\frac{R_1}{R_2}\right) = I_1\left(\frac{R_2+R_1}{R_2}\right)$

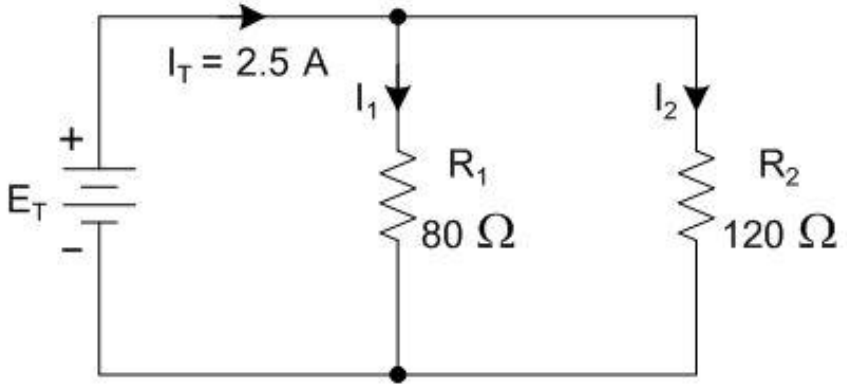
$$\therefore \quad I_1 = I_T\left(\frac{R_2}{R_1 + R_2}\right) \qquad \text{.....(5-14)}$$

แทน $I_1 = \frac{E_T}{R_1}$ ลงในสมการ I_T ได้ $I_T = \frac{E_T}{R_1} + I_2$

แทน E_T ด้วย I_2R_2 $I_T = \frac{I_2R_2}{R_1} + I_2 = I_2\left(\frac{R_2}{R_1} + 1\right) = I_2\left(\frac{R_2 + R_1}{R_1}\right)$

$$\therefore \quad I_2 = I_T\left(\frac{R_1}{R_1 + R_2}\right) \qquad \text{.....(5-15)}$$

ตัวอย่างที่ 5 วงจรไฟฟ้าตามรูปจงหาค่า I_1 และ I_2 โดยวิธีวงจรแบ่งกระแสไฟฟ้า



วิธีทำ

จาก $$I_1 = I_T\left(\frac{R_2}{R_1+R_2}\right)$$

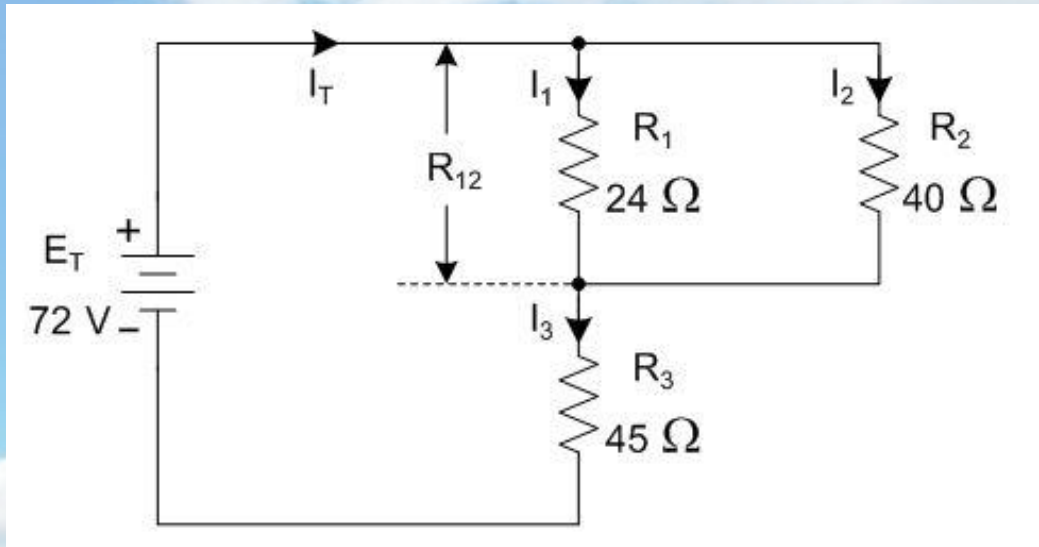
แทนค่า $$I_1 = 2.5\text{ A}\left(\frac{120\Omega}{80\Omega+120\Omega}\right) = 1.5\text{ A}$$

จาก $$I_2 = I_T\left(\frac{R_1}{R_1+R_2}\right)$$

แทนค่า $$I_2 = 2.5\text{ A}\left(\frac{80\Omega}{80\Omega+120\Omega}\right) = 1\text{ A}$$ ตอบ

ตัวอย่างที่ 6 วงจรไฟฟ้าตามรูปจงหาค่า I_T, I_1 และ I_2

โดยวิธีวงจรแบ่งกระแสไฟฟ้า



วิธีทำ

$$R_{12} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{24\Omega \times 40\Omega}{24\Omega + 40\Omega} = 15\ \Omega$$

$$R_T = R_{12} + R_3 = 15\ \Omega + 45\ \Omega = 60\ \Omega$$

$$I_T = \frac{E_T}{R_T} = \frac{72V}{60\Omega} = 1.2\ A$$

จาก $$I_1 = I_T\left(\frac{R_2}{R_1 + R_2}\right)$$

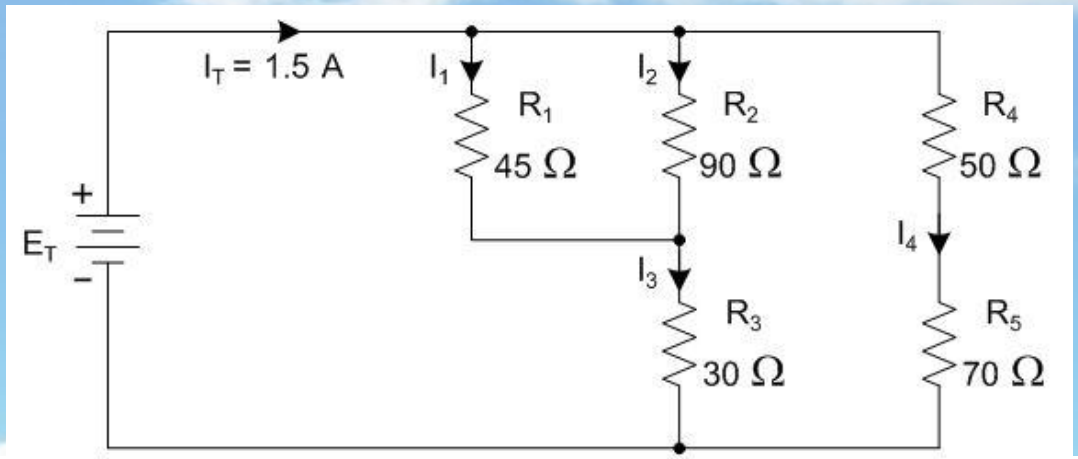
แทนค่า $$I_1 = 1.2\ A\left(\frac{40\Omega}{24\Omega + 40\Omega}\right) = 0.75\ A$$

จาก $$I_2 = I_T\left(\frac{R_1}{R_1 + R_2}\right)$$

แทนค่า $$I_2 = 1.2\ A\left(\frac{24\Omega}{24\Omega + 40\Omega}\right) = 0.45\ A$$ ตอบ

ตัวอย่างที่ 7 วงจรไฟฟ้าตามรูป จงหาค่า I_1, I_2, I_3 และ I_4

โดยวิธีวงจรแบ่งกระแสไฟฟ้า



วิธีทำ

$$R_{12} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{45\Omega \times 90\Omega}{45\Omega + 90\Omega} = 30\ \Omega$$

$$R_{123} = R_{12} + R_3 = 30\ \Omega + 30\ \Omega = 60\ \Omega$$

$$R_{45} = R_4 + R_5 = 50\ \Omega + 70\ \Omega = 120\ \Omega$$

$$I_3 = I_T \frac{R_{45}}{R_{123} + R_{45}} = 1.5\ \text{A} \frac{120\Omega}{60\Omega + 120\Omega} = 1\ \text{A}$$

$$I_4 = I_T \frac{R_{123}}{R_{123} + R_{45}} = 1.5\ \text{A} \frac{60\Omega}{60\Omega + 120\Omega} = 0.5\ \text{A}$$

$$I_1 = I_3 \frac{R_2}{R_1 + R_2} = 1\ \text{A} \frac{90\Omega}{45\Omega + 90\Omega} = 0.67\ \text{A}$$

$$I_2 = I_3 \frac{R_1}{R_1 + R_2} = 1\ \text{A} \frac{45\Omega}{45\Omega + 90\Omega} = 0.33\ \text{A}$$ ตอบ

5.บทสรุป

วงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้า

เป็นวงจรทำหน้าที่แบ่งแรงดันไฟฟ้าในวงจรออกเป็นส่วนๆ ทำให้เกิดศักย์ไฟฟ้าแต่ละส่วนตามความต้องการ วงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้าใช้ตัวต้านทานหลายตัวต่อวงจรในแบบอนุกรมทำหน้าที่แบ่งแรงดันไฟฟ้า วงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้าถูกพัฒนามาจากกฎของโอห์ม เพื่อให้การคำนวณหาค่าทำได้ง่ายและสะดวกรวดเร็ว

วงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้าแบบไม่มีภาระ

เป็นวงจรแบ่งแรงดันที่ยังไม่ถูกนำไปใช้งาน วงจรยังไม่มีภาระต่อเข้าวงจร การจัดวงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้าแบบไม่มีภาระ ประกอบด้วยตัวต้านทานตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไป ต่อวงจรแบบอนุกรม แรงดันไฟฟ้าตกคร่อมตัวต้านทานแต่ละตัว คือแรงดัน ไฟฟ้าที่จ่ายออกเป็นแหล่งจ่ายแรงดันแต่ละจุด

วงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้าแบบมีภาระ

เป็นวงจรแบ่งแรงดันที่ถูกนำไปใช้งาน โดยต่อภาระร่วมในวงจรด้วย การจัดวงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้าแบบมีภาระ จัดได้เช่นเดียวกับวงจรแบ่งแรงดัน ไฟฟ้าแบบไม่มีภาระ เพียงต่อเพิ่มภาระเข้ารับแรงดันไฟฟ้าในตำแหน่งที่ต้องการ ส่งผลให้ระดับแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมวงจรแบ่งแรงดันแต่ละส่วนเปลี่ยนแปลงไป

วงจรแบ่งกระแสไฟฟ้า

เป็นวงจรทำหน้าที่แบ่งกระแสไฟฟ้าในวงจรออกเป็นส่วนๆ ตามตัวต้านทานที่ต่อขนานในวงจรตั้งแต่สองตัวขึ้นไป มีผลให้เกิดกระแสไฟฟ้าแยกไหลไปตามสาขาต่างๆ ค่ากระแสไฟฟ้าแต่ละสาขาจะถูกจำกัดด้วยค่าความต้านทานแต่ละตัวในวงจรขนาน การคำนวณหาค่าสามารถใช้กฎของโอห์มช่วยในการคำนวณได้ แต่ทำได้ช้าและไม่สะดวก สามารถทำได้ง่ายและสะดวก เมื่อใช้การคำนวณด้วยวิธีของวงจรแบ่งกระแสไฟฟ้า