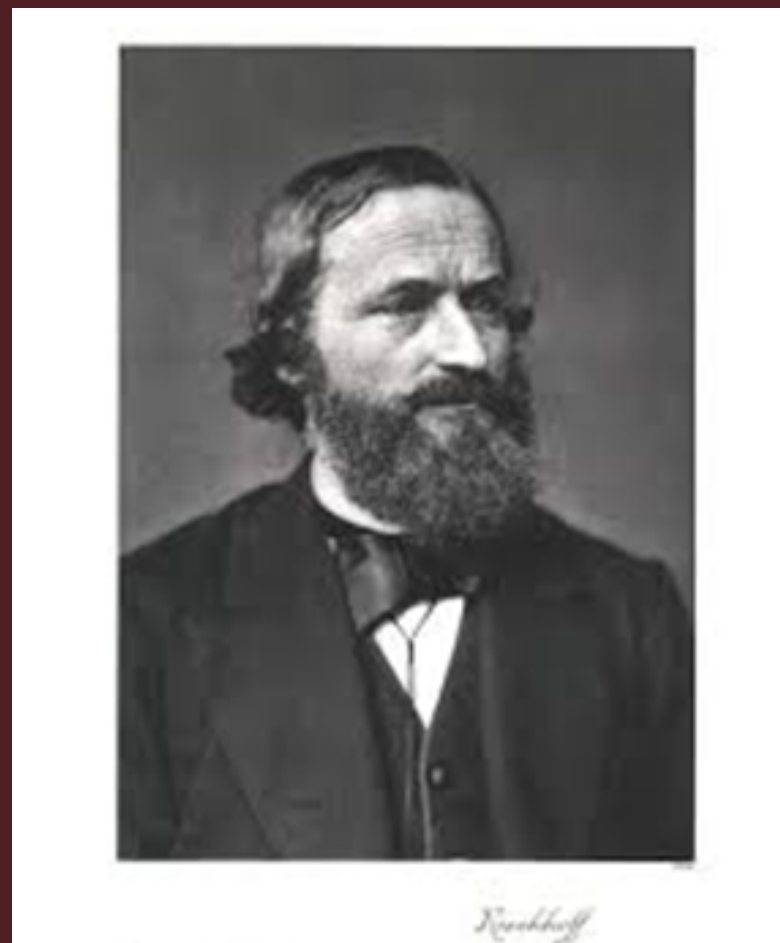


(Kirchoff's Law)

กฎของเคอร์ชอฟ



กุหลาบ เคอร์ชอฟฟ์



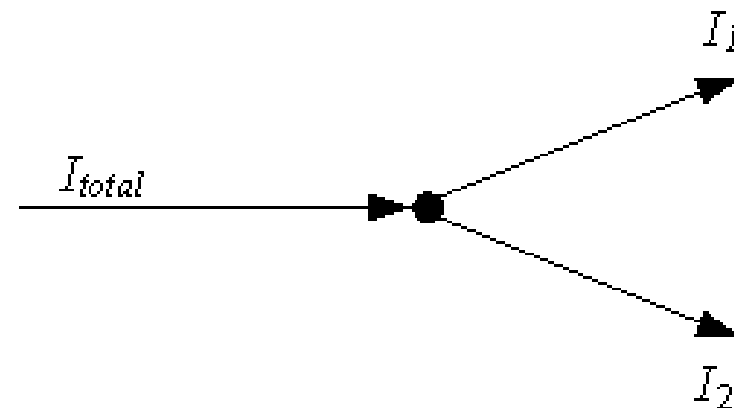
แยกเป็น 2 ข้อหลักได้แก่

1. กฎทางด้านกระแสไฟฟ้า (Kirchhoff's Current Law, KCL)
กล่าวคือ กระแสไฟฟ้าที่ไหลเข้าจุดใดจุดหนึ่งใน วงจรไฟฟ้าจะ
เท่ากับกระแสไฟฟ้าที่ไหลออกจากจุดนั้น

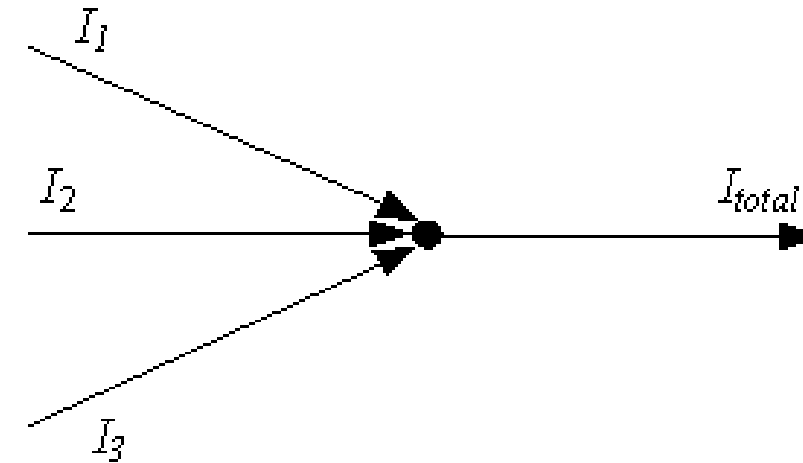
2. กฎในเรื่องแรงดันไฟฟ้า (Kirchhoff's Voltage Law, KVL)
กล่าวคือ ผลบวกของแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้ในวงจรไฟฟ้าปิดจะมีค่า
เท่ากับผลบวกของแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมความต้านทานในวงจร
ไฟฟ้าปิดนั้น

กฎทางด้านกระแสไฟฟ้า (Kirchhoff's Current Law, KCL)

$$I_{\text{total}} = I_1 + I_2$$



$$I_1 + I_2 + I_3 = I_{\text{total}}$$



กฎกระแสของเคอร์ชอฟฟ์ (KCL)

$$\sum I_{\text{กระแสไหลเข้า}} = \sum I_{\text{กระแสไหลออก}}$$

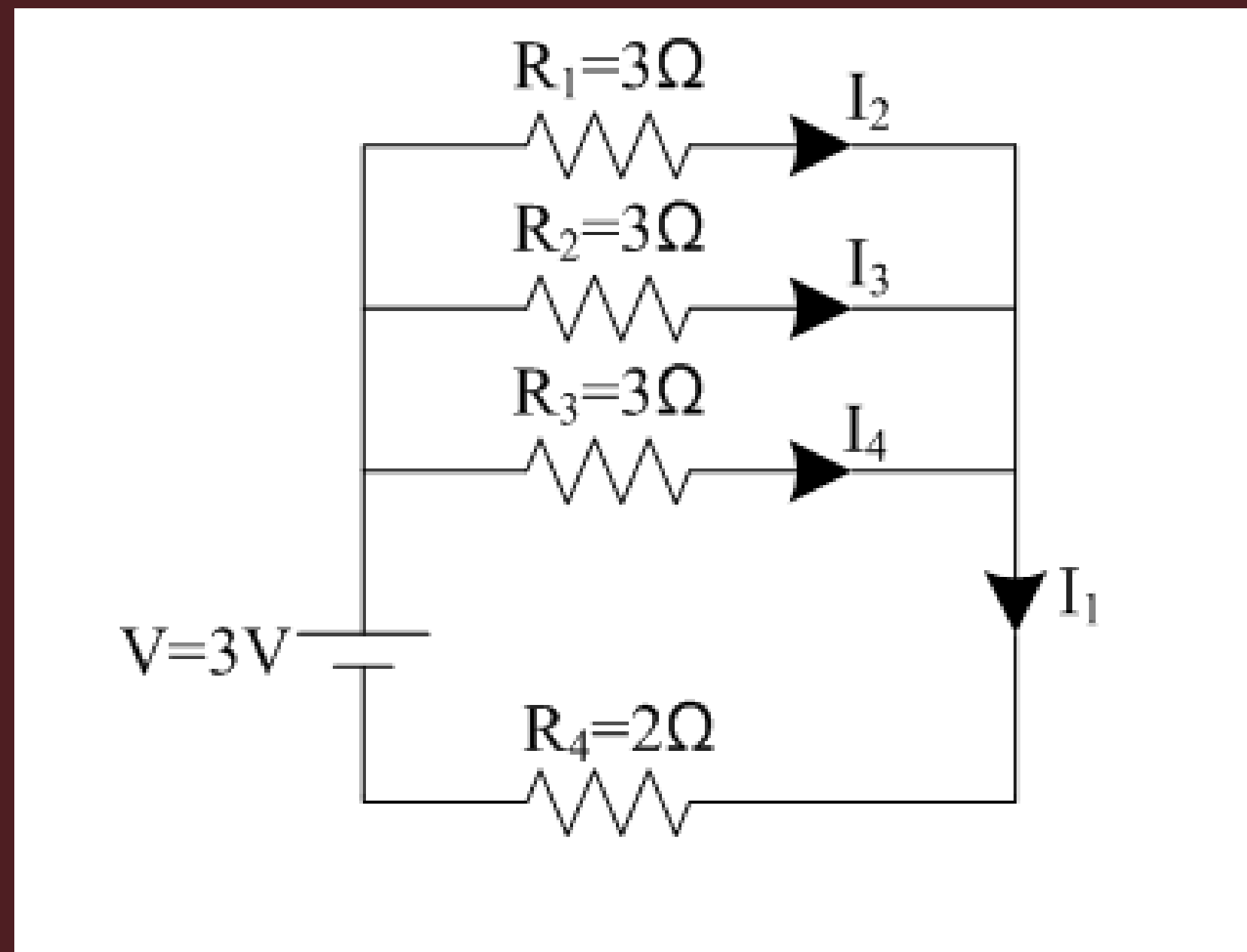
กฎทางด้านกระแสไฟฟ้า (Kirchhoff's Current Law, KCL)

ในทางไฟฟ้าเรานิยมให้ปริมาณไฟฟ้าที่ไหลเข้ามายังจุดที่สนใจเป็น + และไหลออกจากจุดที่สนใจเป็น - ดังนั้น กฎกระแสของเคอร์ชอฟฟ์ (KCL) จึงสามารถเขียนในรูปทั่วไปได้ดังนี้

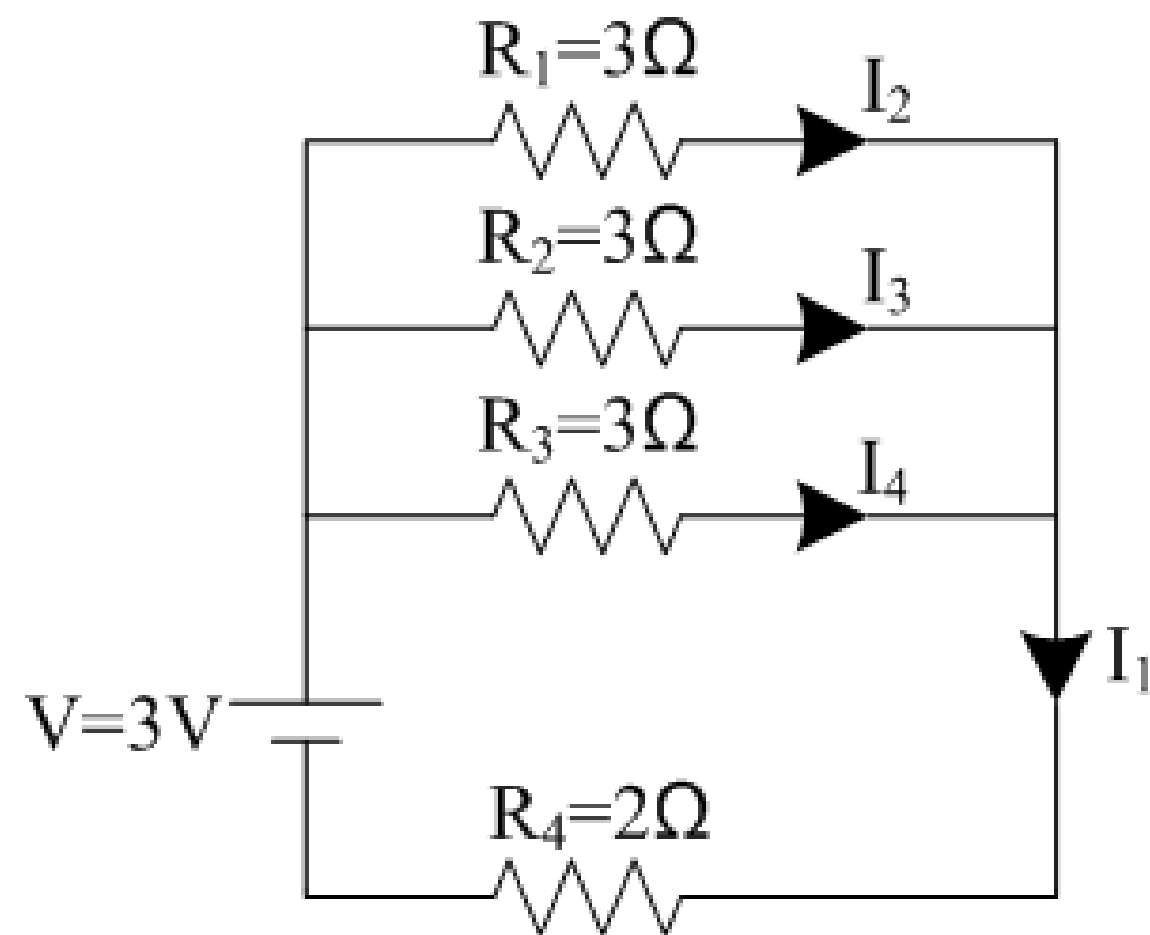
$$\sum I_{\text{กระแสไหลเข้า}} - \sum I_{\text{กระแสไหลออก}} = \sum I = 0$$

ตัวอย่าง

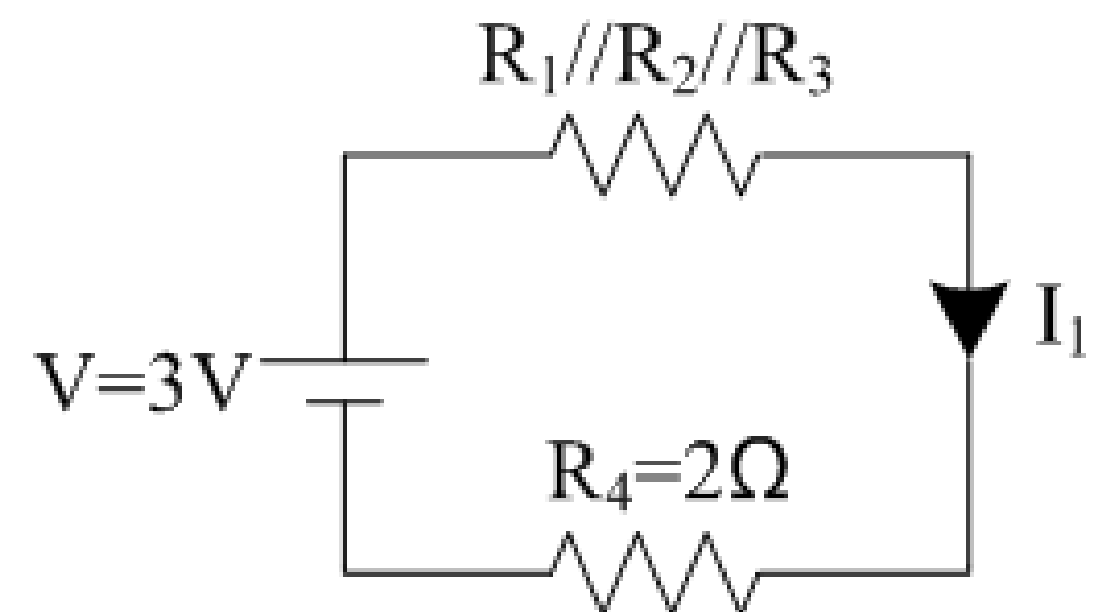
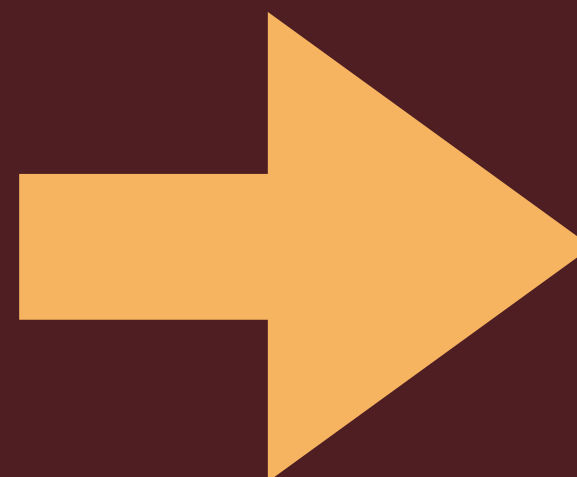
จากรูปให้คำนวณค่า I_1, I_2, I_3, I_4



ตัวอย่าง จากรูปให้คำนวณค่า I_1, I_2, I_3, I_4



คำนวณหาค่า
 $R_1//R_2//R_3$

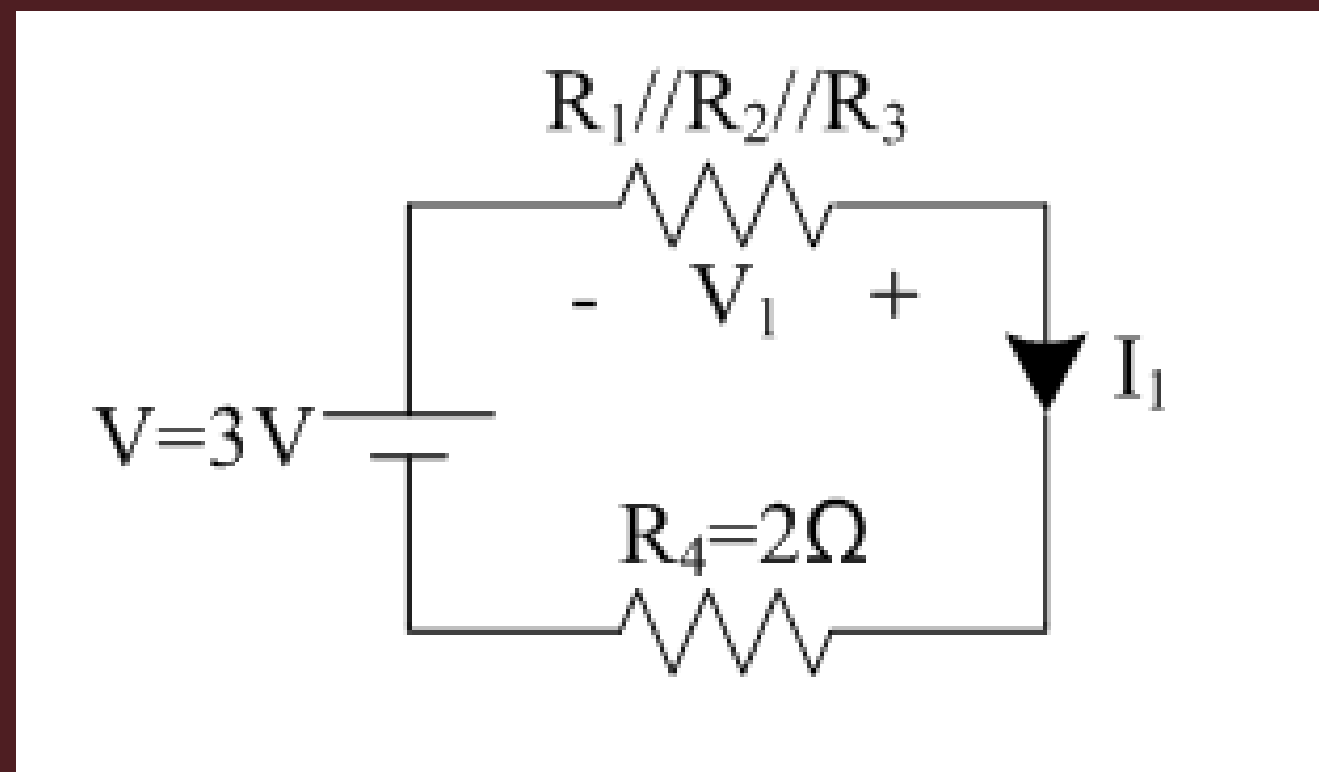


ตัวอย่าง จากรูปให้คำนวณค่า I1, I2, I3, I4

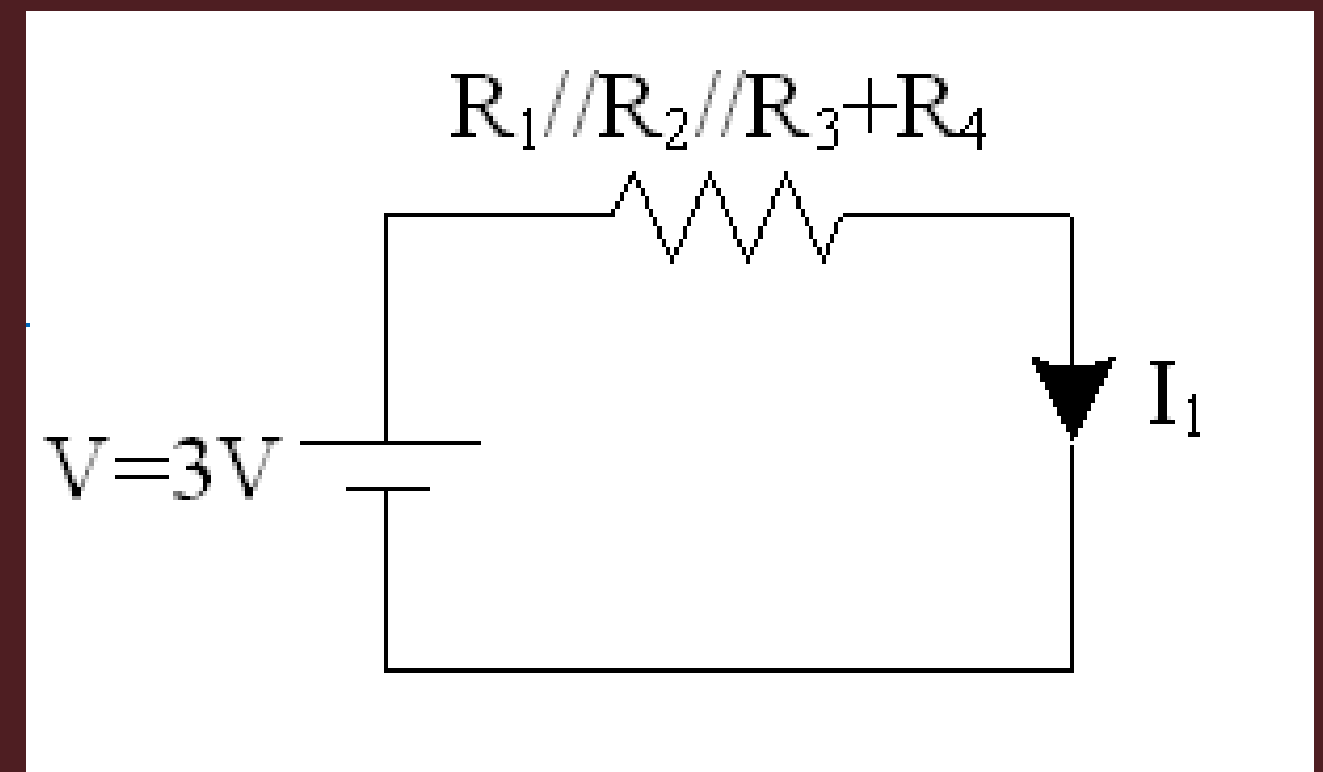
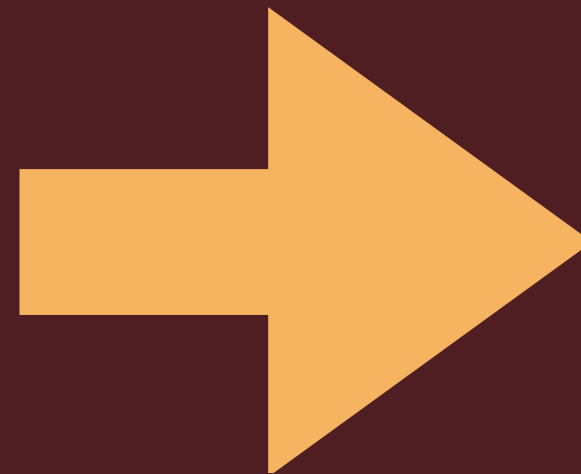
คำนวณหาค่า R1//R2//R3

$$\begin{aligned} R1//R2//R3 &= \frac{1}{\frac{1}{R1} + \frac{1}{R2} + \frac{1}{R3}} \\ &= \frac{1}{\frac{1}{3} + \frac{1}{3} + \frac{1}{3}} \\ &= \frac{1}{3} \\ &= 1 \Omega \end{aligned}$$

ตัวอย่าง จากรูปให้คำนวณค่า I_1, I_2, I_3, I_4



คำนวณหาค่า
 $R_1 // R_2 // R_3 + R_4$



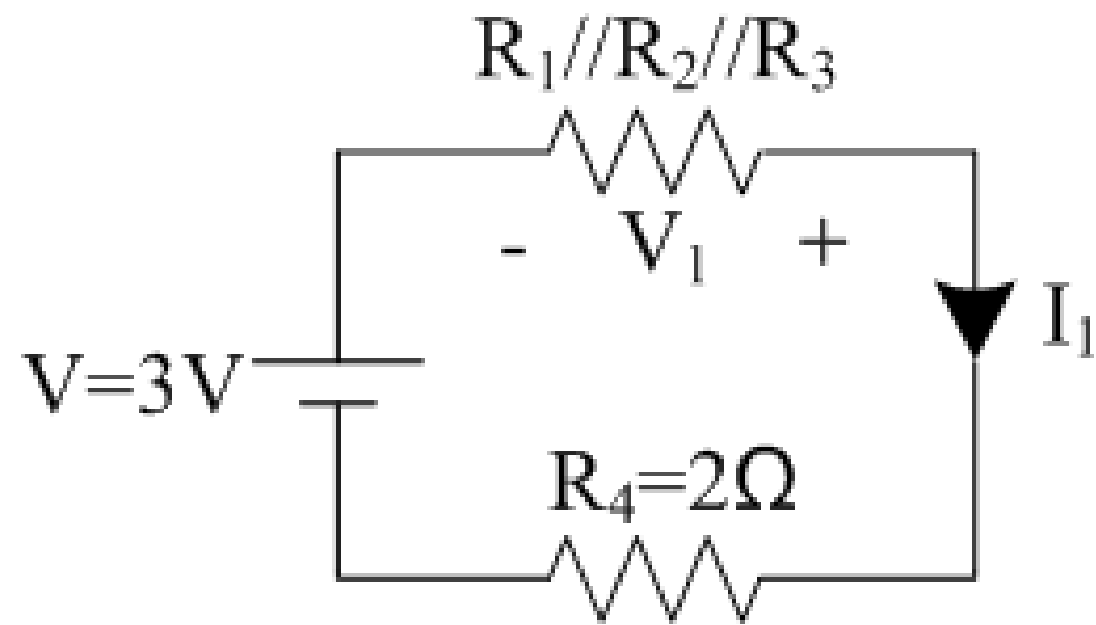
ตัวอย่าง จากรูปให้คำนวณค่า I1, I2, I3, I4

คำนวณหาค่า $R1//R2//R3+R4$

$$\therefore R1//R2//R3+R4 = 1+2=3 \Omega$$

$$\text{คำนวณค่า } I1 = \frac{V}{R} = \frac{3}{3} = 1 \text{ A}$$

ตัวอย่าง จากรูปให้คำนวณค่า I1, I2, I3, I4



หาแรงดันไฟฟ้าตกคร่อม $R1 // R2 // R3$

$$V1 = I1 \times R1 // R2 // R3 = 1 \times 1 = 1 \text{ V}$$

หากระแสไฟฟ้า

$$I2 = \frac{V1}{R1} = \frac{1}{3} \text{ A}$$

เนื่องจาก

$$R1 = R2 = R3$$

ดังนั้น

$$I2 = I3 = I4 = \frac{1}{3} \text{ A}$$

เมื่อ

I1

เป็นกระแสไฟฟ้าไหลออก

ตัวอย่าง จากรูปให้คำนวณค่า I_1, I_2, I_3, I_4

$$I_2 + I_3 + I_4 - I_1 = 0A$$

แทนค่า

$$\frac{1}{3} + \frac{1}{3} + \frac{1}{3} = I_1 = 0A$$

$$I_1 = 1A \quad \underline{\underline{\text{ตอบ}}}$$

สรุปได้ว่า กระแสไฟฟ้าไหลเข้า = กระแสไฟฟ้าไหลออก

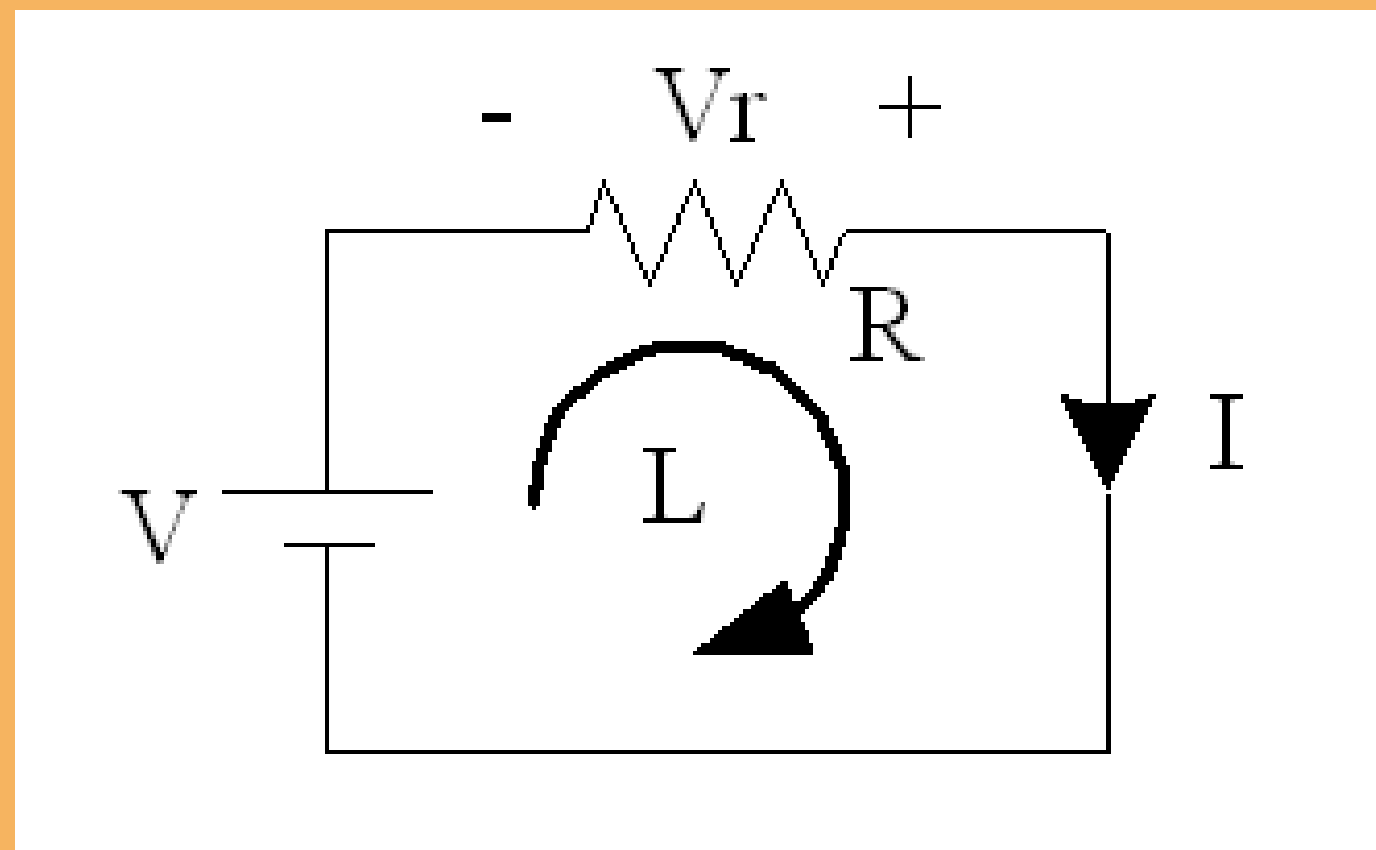
$$\text{กระแสไฟฟ้าไหลเข้า} - \text{กระแสไฟฟ้าไหลออก} = 0$$

$$\text{ผลรวมของกระแสไฟฟ้าไหลเข้า} = \text{ผลรวมของกระแสไฟฟ้าไหลออก}$$

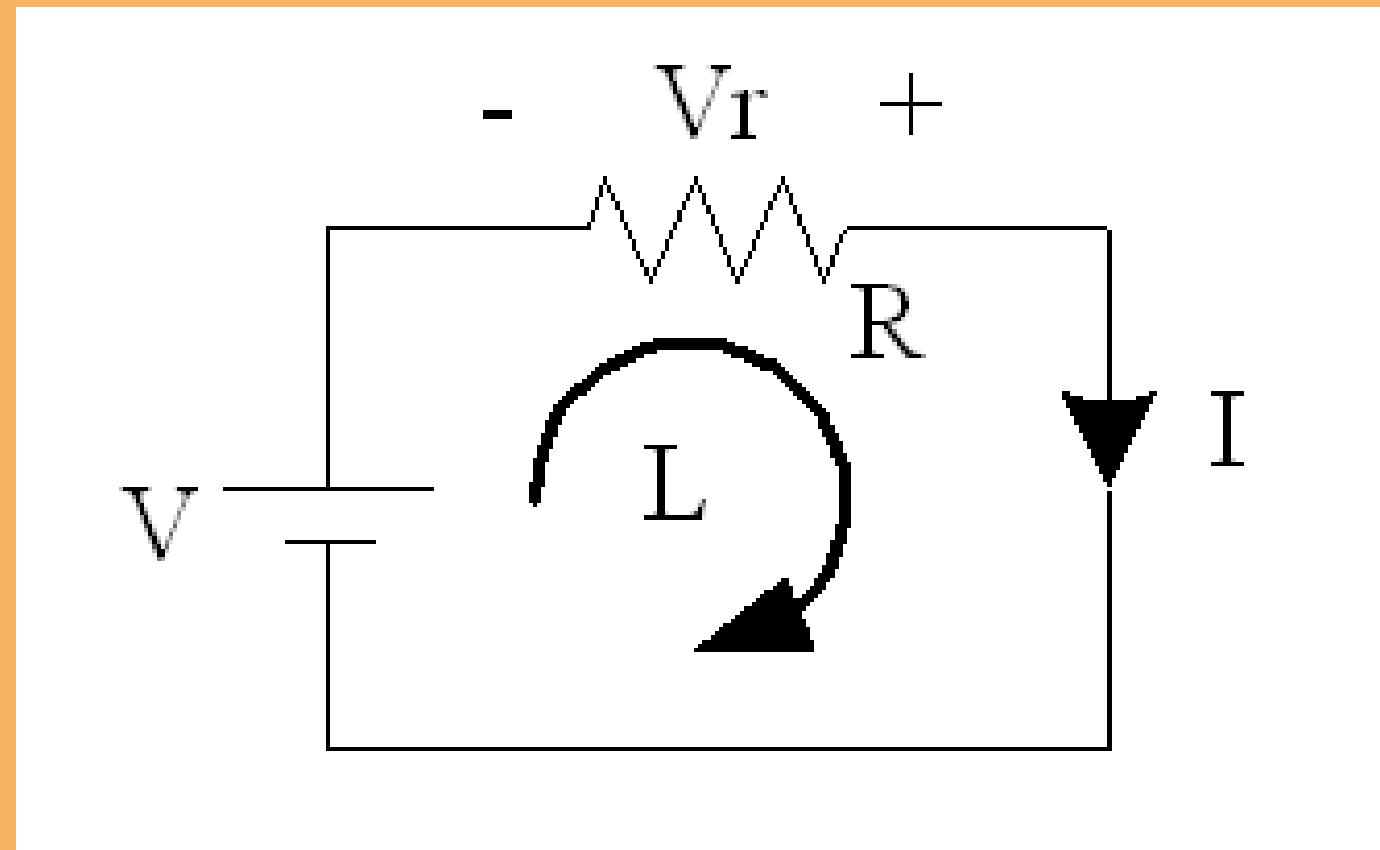
กฎในเรื่องแรงดันไฟฟ้า (Kirchhoff's Voltage Law, KVL)

ผลบวกของแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้ในวงจรไฟฟ้าปิดจะมีค่าเท่ากับผลบวกของแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมความต้านทานในวงจรไฟฟ้าปิดนั้น

วงจรไฟฟ้าปิด หรือ ลูป (Loop) ของวงจรไฟฟ้า หมายถึงเส้น
ทางใด ๆ ก็ตามในวงจรไฟฟ้า ถ้าหากเริ่มจากจุดหนึ่งไปตาม
เส้นทางนั้นแล้วสามารถกลับมายังจุดนั้นได้อีกเรียกว่า ลูป
(Loop) เช่น



เครื่องหมายของ แรงดันในสมการ **KVL** จะมีค่าไปตาม
เครื่องหมายที่ กระแสเดินทางไปเจอ



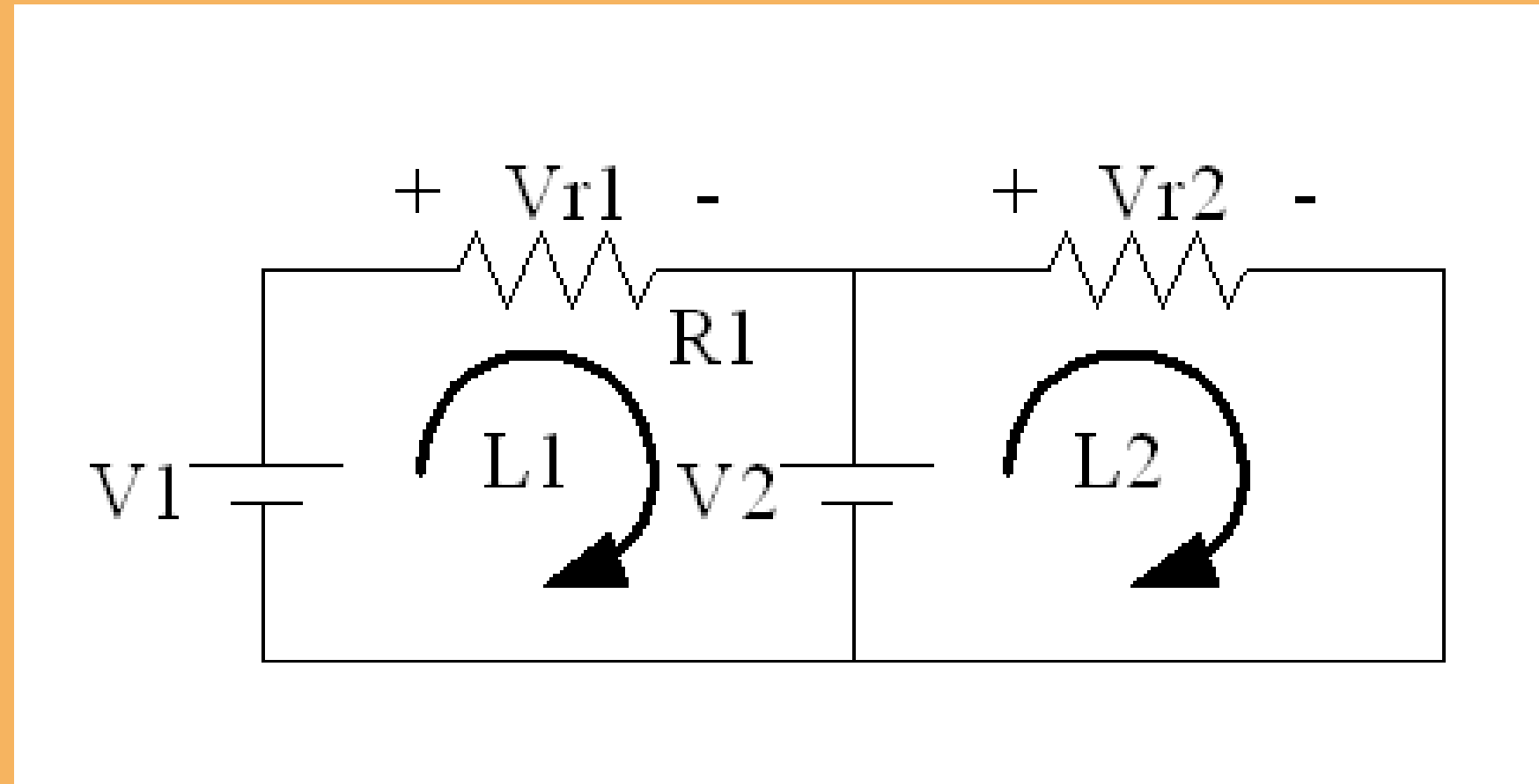
ทำให้เกิดนิยามกฎแรงดันไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์ว่า
แรงดันตกคร่อม R คือ $-V - V_r = 0$ หรือ $V_r = -V$

ทำให้เกิดนิยามกฎแรงดันไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์ว่า
แรงดันตกคร่อม R คือ $-V - V_r = 0$ หรือ $V_r = -V$

สามารถเขียนสมการแรงดันได้ในรูปสมการ KVL

$$\sum E = 0 \text{ เมื่อกระแสน้ำวนทางครบทั้ง Loop}$$

จากวงจรที่ซับซ้อนขึ้น



เมื่อพิจารณาจากนิยามกฎแรงดันไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์จะได้ว่า

$$-V_1 + V_{r1} + V_2 = 0 \quad \text{สมการที่ 1}$$

$$-V_2 + V_{r2} = 0 \quad \text{สมการที่ 2}$$

การเขียนสมการแรงดันไฟฟ้าโดยใช้กฎของเคอร์ชอฟฟ์

1. ให้สมมติกระแสไฟฟ้าที่ไม่ทราบค่าพร้อมทิศทาง

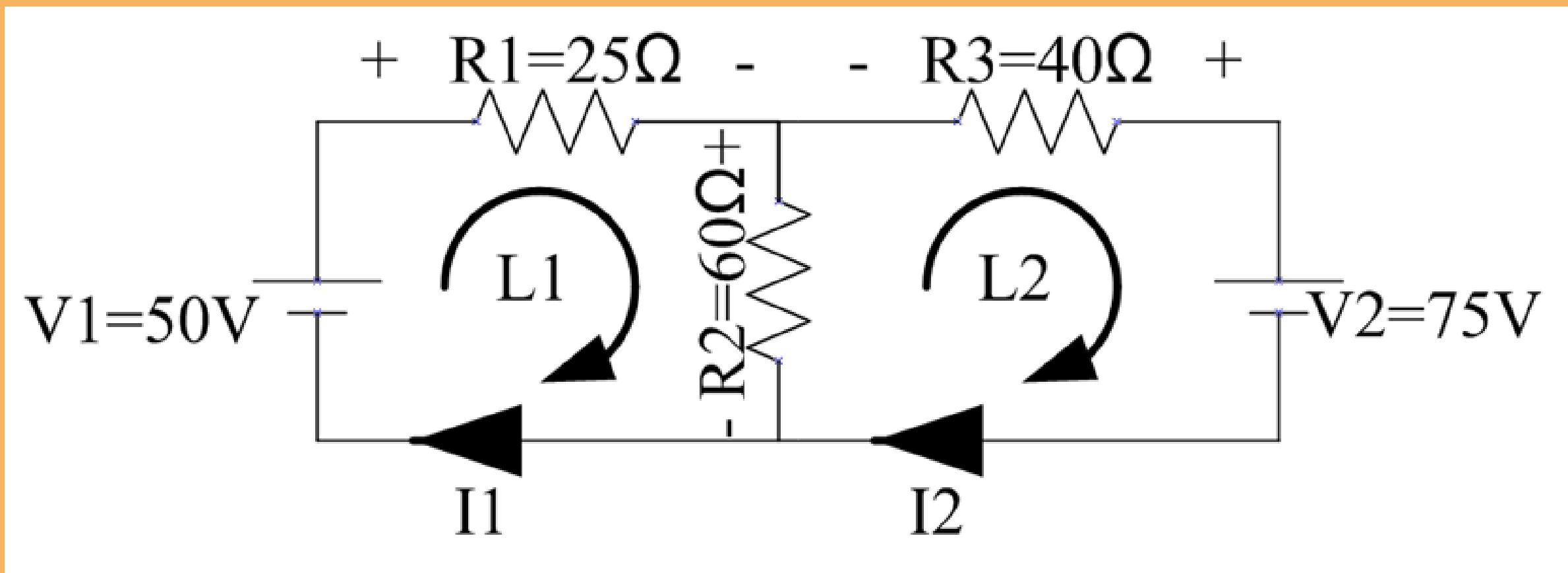
2. กำหนดขั้วแรงดันไฟฟ้าให้แก่อุปกรณ์ในวงจรทุกตัว ตามทิศทางการไหลของกระแสไฟฟ้าในวงจร โดยกำหนดให้ด้านที่กระแสไฟฟ้าไหลเข้ามีศักย์ไฟฟ้าเป็นบวกและด้านที่กระแสไฟฟ้าไหลออกจากอุปกรณ์มีศักย์ไฟฟ้าเป็นลบ

3. เขียนสมการแรงดันไฟฟ้าตามกฎของเคอร์ชอฟฟ์ในวงจรต่างๆที่เป็นไปได้และใส่เครื่องหมายหน้าแรงดันไฟฟ้าให้ถูกต้อง

4. โดยทั่ว ๆ ไปสมการเหล่านี้ ตัวที่ไม่รู้ค่าจะเป็นกระแสไฟฟ้าส่วนตัวต้านทานจะกำหนดค่ามาให้ ดังนั้นจะต้องพยายามหาค่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านส่วนต่าง ๆ ของวงจรให้ได้ถ้าหากกระแสไฟฟ้าที่คำนวณออกมาได้ค่าเป็นลบ (-) แสดงว่ากระแสไฟฟ้าที่แท้จริงมีทิศทางตรงข้ามกับที่สมมติไว้

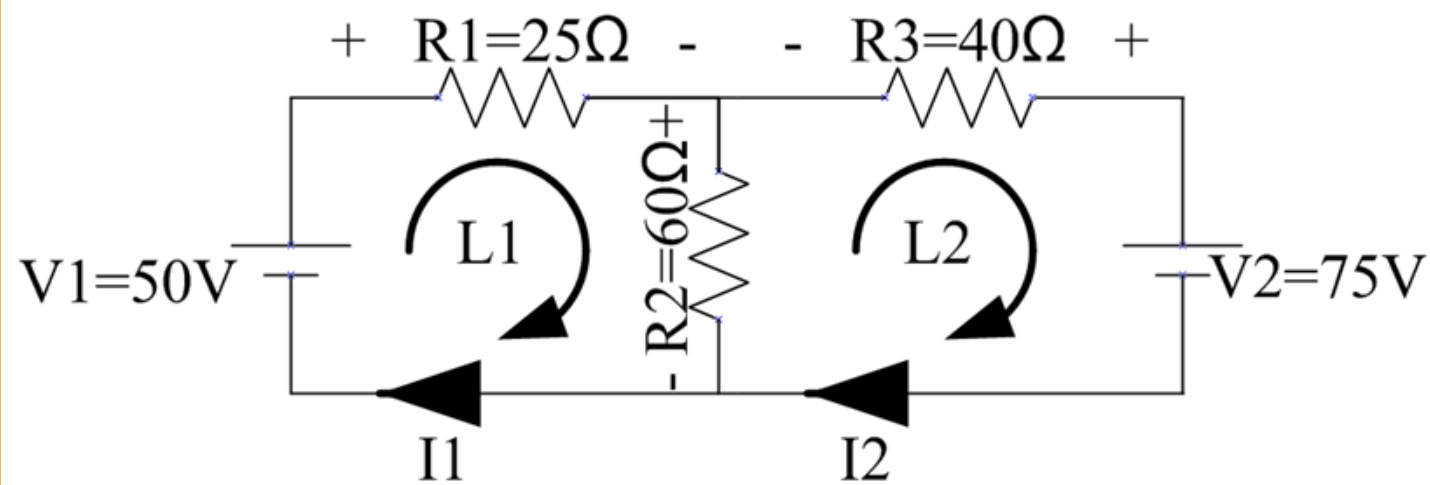
5. ในการเขียนสมการแรงดันไฟฟ้าให้เริ่มที่จุดใดจุดหนึ่งไล่ไปเรื่อย ๆ พบบวก(+) ให้ใส่เครื่องหมายบวก(+) ถ้าพบลบ(-) ให้ใส่เครื่องหมายลบ(-) จนครบวงจร

ตัวอย่าง จงหาค่ากระแสไฟฟ้า I_1 และ I_2 ในวงจร



ตัวอย่าง จงหาค่ากระแสไฟฟ้า I_1 และ I_2 ในวงจร

วิธีทำ จะได้สมการดังนี้



Loop 1 $I_1 R_1 + I_1 R_2 - I_2 R_2 - V_1 = 0$

$$I_1 R_1 + I_1 R_2 - I_2 R_2 = V_1$$

แทนค่าในสมการ $25 I_1 + 60 I_1 - 60 I_2 = 50$

$$85 I_2 - 60 I_2 = 50 \dots\dots\dots (1)$$

Loop2 $I_2 R_3 + I_2 R_2 - I_1 R_2 + V_2 = 0$

$$I_2 R_3 + I_2 R_2 - I_1 R_2 = -V_2$$

แทนค่าในสมการ $40 I_2 + 60 I_2 - 60 I_1 = -75$

$$100 I_2 - 60 I_1 = -75$$

$$-60 I_1 + 100 I_2 = -75 \dots\dots\dots (2)$$

ตัวอย่าง จงหาค่ากระแสไฟฟ้า I_1 และ I_2 ในวงจร

หาค่า I_1 จากสมการที่ (1)

$$85 I_1 - 60 I_2 = 50$$

$$85 I_1 = 50 + 60 I_2$$

$$I_1 = \frac{50 + 60 I_2}{85} \dots\dots\dots (3)$$

แทนค่า I_1 ในสมการที่ (2) จะได้

$$-60 I_1 + 100 I_2 = -75$$

$$-\frac{60(50 + 60 I_2)}{85} + 100 I_2 = -75$$

คูณ 60 เข้าไปในวงเล็บจะได้

$$-\frac{3,000}{85} - \frac{3,600 I_2}{85} + 100 I_2 = -75$$

ตัวอย่าง จงหาค่ากระแสไฟฟ้า I_1 และ I_2 ในวงจร

เอา 85 คูณตลอดเพื่อกำจัดตัวส่วนให้หมดไปจะได้

$$-\left(\frac{3,000}{85} \times 85\right) - \left(\frac{3,600I_2}{85} \times 85\right) + (100I_2 \times 85) = -75 \times 85$$

$$-3,000 - 3,600I_2 + 8,500I_2 = -6,375$$

$$(8,500 - 3,600)I_2 = -6,375 + 3,000$$

$$4,900I_2 = -3,375$$

$$I_2 = -\frac{3,375}{4,900}$$

$$= -0.69 \text{ A}$$

ตัวอย่าง จงหาค่ากระแสไฟฟ้า I_1 และ I_2 ในวงจร

แทนค่า I_2 ในสมการที่ (3)

$$\begin{aligned} I_1 &= \frac{50 + 60I_2}{85} \\ &= \frac{50 + 60(-0.69)}{85} \\ &= 0.1 \text{ A} \end{aligned}$$

$$\therefore I_1 = 0.1 \text{ A หรือ } 100 \text{ mA}$$

$$I_2 = -0.69 \text{ A หรือ } -690 \text{ mA} \quad \underline{\underline{\text{ตอบ}}}$$