

บทที่ 2

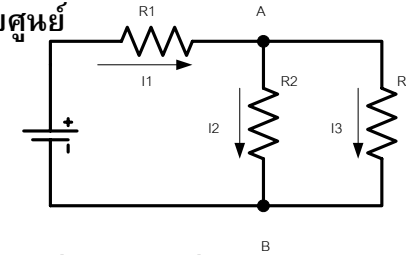
การวิเคราะห์วงจรไฟฟ้ากระแสตรง (DC Circuit Analysis)

การหาค่าในวงจรไฟฟ้ากระแสตรงสามารถหาได้จาก

- วิธีของกฎเคอร์ชอฟฟ์ (Kirchoff's Law)
- วิธีของเมช (Mesh method)
- วิธีของโนด (Node method)

วิธีของกฎเคอร์ชอฟฟ์ (Kirchoff's Law) มี 2 กฎ คือ

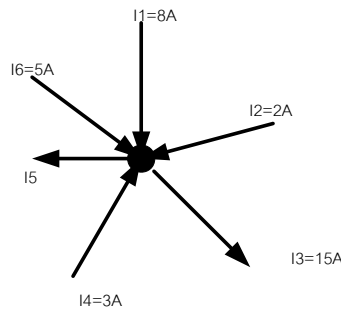
1.1 กฎของกระแส (Kirchoff's Current Law) ซึ่งกล่าวว่าผลรวมของกระแสไฟฟ้า ณ จุดใด ๆ ในวงจรไฟฟ้า จะเท่ากับศูนย์



ที่จุด A หรือที่จุด B จะได้สมการ

$$I_1 = I_2 + I_3$$
$$\therefore I_1 - I_2 - I_3 = 0$$
$$\sum I = 0$$

ตัวอย่าง จากรูปจงคำนวณหาค่ากระแส I_5



จากรูปที่ 1-2 ค่ากระแส I_5

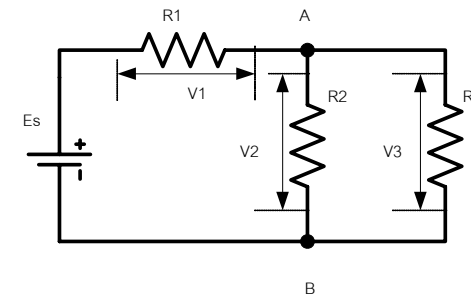
กระแสไหลเข้า = กระแสไหลออก

$$I_1 + I_2 + I_4 + I_6 = I_3 + I_5$$

$$8A + 2A + 3A + 5A = 15A + I_5$$

$$\therefore I_5 = 18A - 15A = 3A$$

1.2 กฎของแรงดันไฟฟ้า (Kirchoff's Voltage Law) ซึ่งกล่าวว่าผลรวมของแรงดันไฟฟ้า ในวงจรปิดใด ๆ จะเท่ากับศูนย์



ใช้คุณสมบัติของวงจรถุนุกรมและวงจรรขนานจะได้

$$E_s = V_1 + V_2 \quad (\text{วงจรถุนุกรม})$$

$$V_2 = V_3 \quad (\text{วงจรรขนาน})$$

ดังนั้นในวงจรปิดใด ๆ จะได้

$$E_s - V_1 - V_2 = 0$$

$$\Sigma V = 0$$

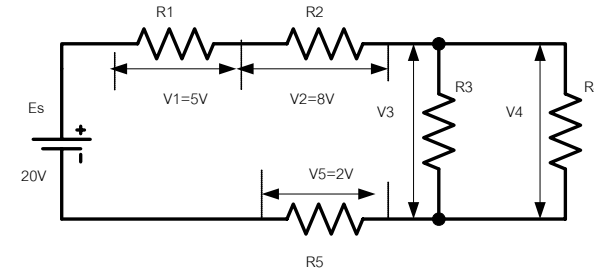
หรือ

$$V_2 - V_3 = 0$$

$$\Sigma V = 0$$



ตัวอย่าง 1 จากวงจรดังรูปที่ 1-4 จงคำนวณหาค่าแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมความต้านทาน R_3 โดยวิธีของเคอร์ชอฟฟ์



$$V_3 = V_4$$

$$E_s = V_1 + V_2 + V_3 + V_5$$

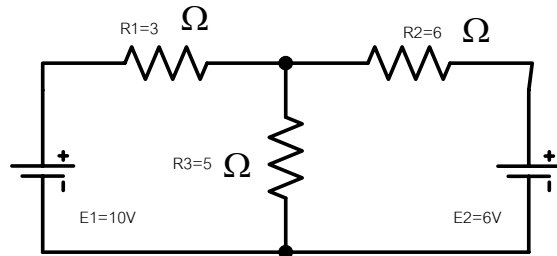
$$V_3 = 20V - (5V + 8V + 2V)$$

$$V_3 = 5V$$



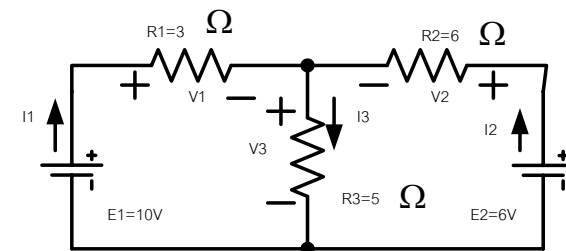
ตัวอย่าง 2 จากวงจรดังรูปที่ 1-5 จงคำนวณหาค่ากระแสไฟฟ้าผ่านความต้านทานแต่ละตัว

วิธีทำ



ขั้นตอนการคำนวณ

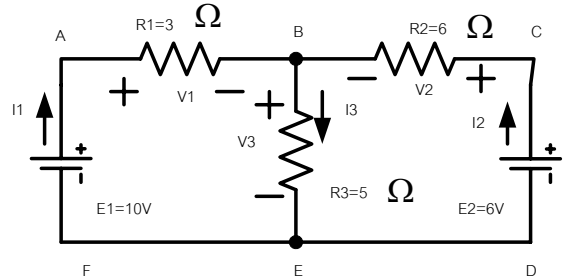
- กำหนดทิศทางกระแสที่ไหลออกจากแหล่งจ่ายแต่ละอันโดยกำหนดให้กระแสไหลออกจากขั้วบวกของแหล่งจ่ายและกระแสไหลผ่านความต้านทานตัวที่ไม่มีแหล่งจ่าย (R_2)
- กำหนดขั้วของแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมตัวความต้านทานโดยกำหนดให้จุดที่กระแสไหลเข้าเป็นขั้วบวก เสมอรูปที่ 1-6



รูปที่ 1-6



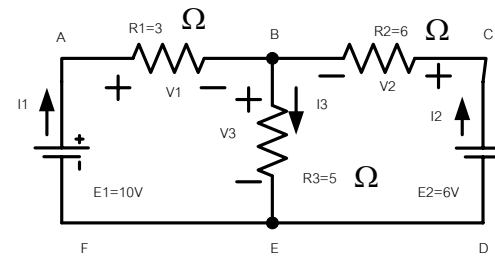
3. กำหนดอักษรกำกับในแต่ละจุดเพื่อตั้งสมการรูปที่ 1-7



รูปที่ 1-7

4. ตั้งสมการโดยกำหนดวง(Loop) ของการคำนวณจากอักษรที่กำหนด เช่น ABEFA จะได้สมการตาม กฎข้อที่ 2 ของเคอร์ชอฟฟ์ดังนี้

ณ ที่จุด B สมการกระแสจะได้ $I_1 + I_2 = I_3$



$$V_1 + V_3 = E_1$$

$$I_1 \cdot R_1 + I_3 \cdot R_3 = E_1$$

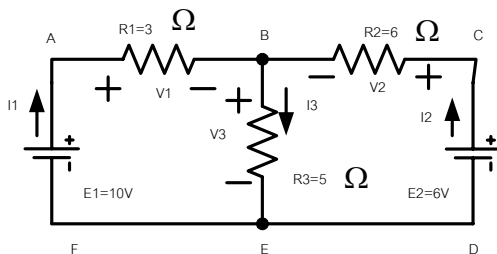
$$\therefore I_1 + I_2 = I_3$$

$$I_1 \cdot R_1 + (I_1 + I_2) \cdot R_3 = E_1$$

$$I_1 \cdot R_1 + I_1 \cdot R_3 + I_2 \cdot R_3 = E_1$$

$$I_1 (R_1 + R_3) + I_2 \cdot R_3 = E_1$$

5. ตั้งสมการโดยกำหนดวง(Loop) ของการคำนวณจากอักษรที่กำหนด เช่น BCDEB จะได้สมการตาม กฎข้อที่ 2 ของเคอร์ชอฟฟ์ดังนี้



$$V_2 + V_3 = E_2$$

$$I_2 \cdot R_2 + I_3 \cdot R_3 = E_2$$

$$\therefore I_1 + I_2 = I_3$$

$$I_2 \cdot R_2 + (I_1 + I_2) R_3 = E_2$$

$$I_2 \cdot R_2 + I_1 \cdot R_3 + I_2 \cdot R_3 = E_2$$

$$I_1 \cdot R_3 + I_2 (R_2 + R_3) = E_2$$

จากสมการ $I_1 (R_1 + R_3) + I_2 \cdot R_3 = E_1$

$$I_1 \cdot R_3 + I_2 (R_2 + R_3) = E_2$$

กำหนดในฟอร์มของเมทริกซ์ได้ดังนี้

$$\begin{bmatrix} (R_1 + R_3) & R_3 \\ R_3 & (R_2 + R_3) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} E_1 \\ E_2 \end{bmatrix}$$

แทนค่าในฟอร์มของดีเทอร์มิแนนท์

$$\begin{vmatrix} 3+5 & 5 \\ 5 & 6+5 \end{vmatrix} \begin{vmatrix} I_1 \\ I_2 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 10 \\ 6 \end{vmatrix}$$

$$\begin{vmatrix} 8 & 5 \\ 5 & 11 \end{vmatrix} \begin{vmatrix} I_1 \\ I_2 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 10 \\ 6 \end{vmatrix}$$

กำหนดให้

$$\Delta R = \begin{vmatrix} 8 & 5 \\ 5 & 11 \end{vmatrix} = (8 \times 11) - (5 \times 5)$$

$$\Delta R = 63$$

แทนค่าเพื่อหาค่า I_1

$$I_1 = \frac{\begin{vmatrix} 10 & 5 \\ 6 & 11 \end{vmatrix}}{\Delta R} = \frac{(10 \times 11) - (6 \times 5)}{63}$$

$$I_1 = 1.27 \text{ A}$$



แทนค่าเพื่อหาค่า I_2

$$I_2 = \frac{\begin{vmatrix} 8 & 10 \\ 5 & 6 \end{vmatrix}}{\Delta R} = \frac{(8 \times 6) - (5 \times 10)}{63}$$

$$I_2 = -0.03 \text{ A}$$

ดังนั้น

$$I_3 = I_1 + I_2$$

$$I_3 = 1.27 + (-0.03)$$

$$I_3 = 1.24 \text{ A}$$



2. วิธีของเมช (Mesh method)

ขั้นตอนการคำนวณ

2.1 กำหนดทิศทางของกระแสในแต่ละวงจร (Loop)

2.2 ตั้งสมการของแรงดันไฟฟ้าโดยพิจารณาจากทิศทางของกระแสที่ละวงจรที่ไหลผ่านความต้านทานในวงจรมันให้ครบถ้วนก่อน จึงมาพิจารณาทิศทางของกระแสที่ไหลผ่านความต้านทานร่วมกัน

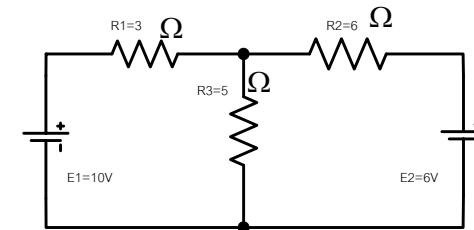
ถ้าทิศทางของกระแสเสริมกันให้นำมาบวกกัน ถ้าทิศทางกระแสไหลสวนทางกันให้นำมาลบกัน

2.3 พิจารณากระแสในวงจรถัดมาในลักษณะทำนองเดียวกัน



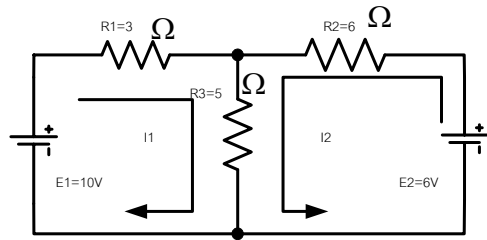
ตัวอย่าง 3 จากวงจรดังรูปที่ 1-8 จงคำนวณหาค่ากระแสไฟฟ้าผ่านความต้านทานแต่ละตัวโดยวิธีของเมช

วิธีทำ



ขั้นตอนการคำนวณ

1. กำหนดทิศทางของกระแสในแต่ละวงจร (Loop) รูปที่ 1-9



2. ตั้งสมการของแรงดันไฟฟ้าโดยพิจารณาจากทิศทางของกระแสที่ลวดวงจรที่ไหลผ่านความต้านทานในวงจรมันให้ครบถ้วนก่อน จึงมาพิจารณาทิศทางของกระแสที่ไหลผ่านความต้านทานร่วมกัน ถ้าทิศทางของกระแสเสริมกันให้นำมาบวกกัน ถ้าทิศทางกระแสไหลสวนทางกันให้นำมาลบกัน

ไฟฟ้า ราชมงคลล้านนา 17

$$(R_1 + R_3)I_1 + R_3I_2 = E_1 \quad \text{--- 1}$$

3. พิจารณากระแสในวงจรถัดมาในลักษณะทำนองเดียวกัน

$$R_3I_1 + (R_2 + R_3)I_2 = E_2 \quad \text{--- 2}$$

- นำสมการ 1 และ 2 มากำหนดในฟอร์มของเมทริกซ์ได้ดังนี้

$$\begin{bmatrix} (R_1+R_3) & R_3 \\ R_3 & (R_2+R_3) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} E_1 \\ E_2 \end{bmatrix}$$



ไฟฟ้า ราชมงคลล้านนา 18

แทนค่าในฟอร์มของดีเทอร์มิแนนท์

$$\begin{vmatrix} 3+5 & 5 \\ 5 & 6+5 \end{vmatrix} \begin{vmatrix} I_1 \\ I_2 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 10 \\ 6 \end{vmatrix}$$

$$\begin{vmatrix} 8 & 5 \\ 5 & 11 \end{vmatrix} \begin{vmatrix} I_1 \\ I_2 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 10 \\ 6 \end{vmatrix}$$

กำหนดให้

$$\Delta R = \begin{vmatrix} 8 & 5 \\ 5 & 11 \end{vmatrix} = (8 \times 11) - (5 \times 5)$$

$$\Delta R = 63$$



ไฟฟ้า ราชมงคลล้านนา 19

แทนค่าเพื่อหาค่า I_1

$$I_1 = \frac{\begin{vmatrix} 10 & 5 \\ 6 & 11 \end{vmatrix}}{\Delta R} = \frac{(10 \times 11) - (6 \times 5)}{63}$$

$$I_1 = 1.27 \text{ A}$$

แทนค่าเพื่อหาค่า I_2

$$I_2 = \frac{\begin{vmatrix} 8 & 10 \\ 5 & 6 \end{vmatrix}}{\Delta R} = \frac{(8 \times 6) - (5 \times 10)}{63}$$

$$I_2 = -0.03 \text{ A}$$



ไฟฟ้า ราชมงคลล้านนา 20

ดังนั้น

$$I_3 = I_1 + I_2$$

$$I_3 = 1.27 + (-0.03)$$

$$I_3 = 1.24 \text{ A}$$



3. วิธีของโหนด (Node method)

ขั้นตอนการคำนวณ

3.1 กำหนดปมหรือ Node อ่างอิง

3.2 กำหนดปมหลักหรือ Principle Node

3.3 กำหนดให้ศักย์ไฟฟ้าของปมหลักหรือ Principle Node มี

ศักย์ไฟฟ้าสูงที่สุดเมื่อเทียบกับปมอ่างอิง

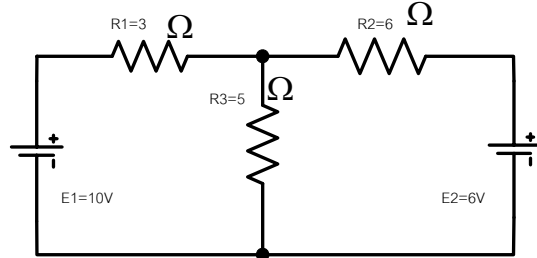
3.4 ตั้งสมการกระแสจากจุดปมหลัก

3.5 แทนค่าสมการกระแสในเทอมของแรงดันไฟฟ้าและค่าความต้านทาน



ตัวอย่าง จากวงจรดังรูปที่ 1-10 จงคำนวณหาค่ากระแสไฟฟ้าผ่านความต้านทานแต่ละตัวโดยวิธีของโหนด

วิธีทำ

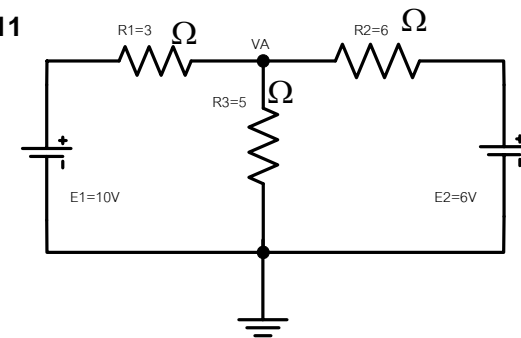


ขั้นตอนการคำนวณ

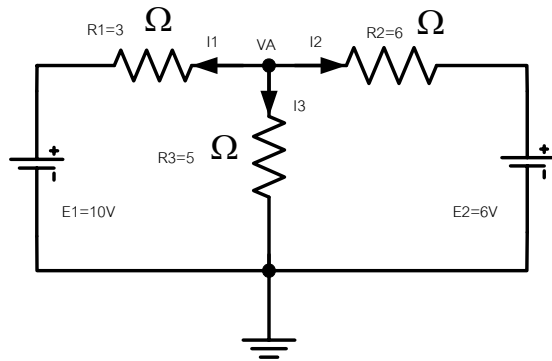
1. กำหนดปมหรือ Node อ่างอิง คือจุดกราวนด์ในวงจร

2. กำหนดปมหลักหรือ Principle Node คือจุด VA ในวงจร

รูปที่ 1-11



3. กำหนดให้ศักย์ไฟฟ้าของปมหลักหรือ Principle Node มี ศักย์ไฟฟ้าสูงที่สุดเมื่อเทียบกับปมอ้างอิง



4. ตั้งสมการกระแสจากจุดปมหลักจะได้สมการดังนี้

$$I_1 + I_2 + I_3 = 0$$

5. แทนค่าสมการกระแสในเทอมของแรงดันไฟฟ้าและค่า ความต้านทานจะได้ดังนี้

$$I_1 = \frac{V_A - E_1}{R_1}$$

$$I_2 = \frac{V_A - E_2}{R_2}$$

$$I_3 = \frac{V_A}{R_3}$$

แทนค่าในสมการกระแสจะได้

$$\left(\frac{V_A - E_1}{R_1}\right) + \left(\frac{V_A - E_2}{R_2}\right) + \frac{V_A}{R_3} = 0$$

แทนค่าแรงดันไฟฟ้าและค่าความต้านทานจะได้

$$\left(\frac{V_A - 10}{3}\right) + \left(\frac{V_A - 6}{6}\right) + \frac{V_A}{5} = 0$$

$$\frac{10V_A - 100 + 5V_A - 30 + 6V_A}{30} = 0$$

$$21V_A = 130$$

$$V_A = \frac{130}{21} = 6.19 \text{ V}$$

แทนค่า V_A หาค่า I_1 , I_2 และ I_3 จะได้ดังนี้

$$I_1 = \left(\frac{6.19\text{V} - 10\text{V}}{3\Omega}\right) = -1.27 \text{ A}$$

$$I_2 = \left(\frac{6.19\text{V} - 6\text{V}}{6\Omega}\right) = 0.03 \text{ A}$$

$$I_3 = \left(\frac{6.19\text{V}}{5\Omega}\right) = 1.24 \text{ A}$$

จะเห็นว่ากระแสค่า I_1 มีเครื่องหมายติดลบแสดงว่าทิศทาง ของกระแส I_1 ไหลในทิศทางตรงกันข้ามกับที่กำหนดในวงจร