

## วิธีเมชเคอร์เรนต์ หรือลูปเคอร์เรนต์

จัดทำโดย

นายไชยพร ศรีดาเลิศ

ปวส.ชั้นปีที่ 1

รหัสนักศึกษา 6031040059

เสนอ

อาจารย์อภิญญา ขอชิดกาง

รายงานฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของรายวิชาวงจรไฟฟ้า

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559

วิทยาลัยเทคโนโลยีวิศวกรรมแหลมฉบัง

## คำนำ

รายงานเล่มนี้จัดทำขึ้นเพื่อเป็นส่วนหนึ่งของวิชาวงจรไฟฟ้า ชั้นปีที่ 1 เพื่อให้ได้ศึกษาหาความรู้ในเรื่องวิธีเมซเจอร์เรนต์ หรือลูปเคอร์เรนต์และได้ศึกษาอย่างเข้าใจเพื่อเป็นประโยชน์กับการเรียน

ผู้จัดทำหวังว่ารายงานเล่มนี้จะเป็นประโยชน์กับผู้อ่าน หรือนักเรียน นักศึกษาที่กำลังหาข้อมูลเรื่องนี้ อยู่หากมีข้อเสนอแนะหรือข้อผิดพลาดประการใด ผู้จัดทำขอน้อมรับไว้และขออภัยมา ณ ที่นี้ด้วย

ไชยพร ศรีดาเลิศ

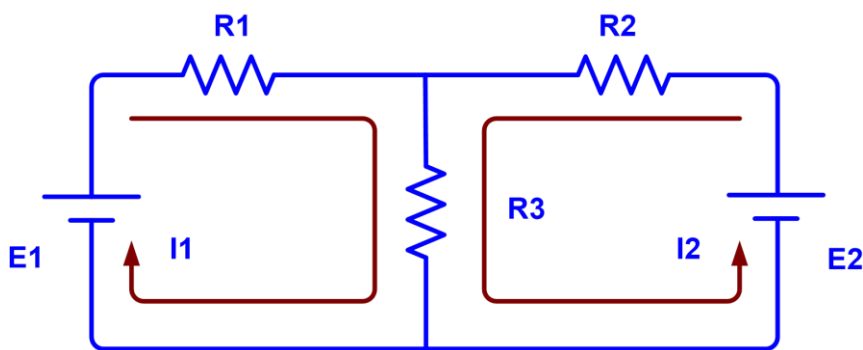
วันที่ 4 มีนาคม 2561

## สารบัญ

เรื่อง	หน้า
ทฤษฎีวิธีเมซเคอร์เรนต์ หรือลูปเคอร์เรนต์	
1.1 หลักการใช้และวิธีเมซเคอร์เรนต์ หรือลูปเคอร์เรนต์	1
1.2 ขั้นตอนและหลักการของเมซเคอร์เรนต์ หรือลูปเคอร์เรนต์	2
1.3 การคำนวณหาค่าต่าง ๆ โดยใช้หลักการและวิธีการของเมซเคอร์เรนต์ หรือลูปเคอร์เรนต์	6
เอกสารอ้างอิง	14

## ทฤษฎีวิธีเมชเคอร์เรนต์ หรือลูปเคอร์เรนต์

**เมชเคอร์เรนต์ (Mesh Current)** หรือ **ลูปเคอร์เรนต์ (Loop Current)** เป็นขบวนการหรือวิธีการอีกรูปแบบหนึ่ง ค้นคิดขึ้นมาโดยนักฟิสิกส์ ชาวอังกฤษ ชื่อ เจมส์ คลาก แมกซ์เวลล์ ที่พัฒนาขึ้นมาจากกฎของเคอร์ชอฟฟ์ โดยการสมมติให้มีกระแสไหลวนอยู่ในวงจรปิด มีกระแสไฟฟ้าที่ไหลแยกเป็นอิสระต่อกัน และจะกำหนดทิศทางกระแสให้ไหลในลักษณะใดก็ได้ ตัวอย่างการกำหนดทิศทางกระแสเมช ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 ตัวอย่างการกำหนดทิศทางกระแสเมช

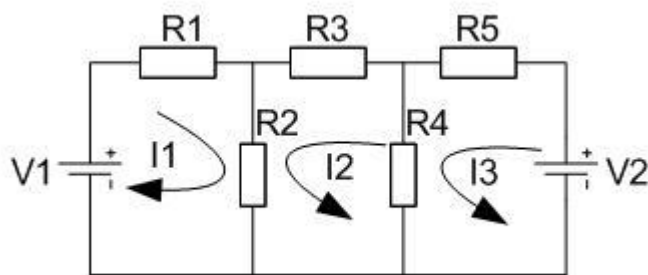
### 1.1 หลักการใช้และวิธีเมชเคอร์เรนต์ หรือลูปเคอร์เรนต์

ในการแก้ปัญหาโจทย์วงจรไฟฟ้าที่มีความยุ่งยากซับซ้อนบางครั้งเมื่อนำกฎของเคอร์ชอฟฟ์มาใช้อาจทำให้ยุ่งยากสับสนและเสียเวลา ดังนั้นนักฟิสิกส์ชาวอังกฤษ เจมส์ คลาก แมกซ์เวลล์ จึงคิดวิธีการแก้ปัญหาวงจรดังกล่าวให้รวดเร็วขึ้น โดยสมมติ ให้มีกระแสไฟฟ้าไหลวนอยู่ในวงจรปิด ซึ่งแบ่งแยกเป็นวงจรย่อยๆ และถือว่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลวนอยู่ในวงจรปิดต่างๆ ต่างเป็นอิสระต่อกัน ส่วนการกำหนดทิศทางของกระแสที่ไหลในวงจรปิดแต่ละวงจรจะให้ ไหลไปทางไหนก็ได้ **วิธีการเมชเคอร์เรนต์** จะกำหนดให้ว่าในวงจรปิดหนึ่งๆ จะมีกระแสไฟฟ้าไหลวนอยู่อย่างต่อเนื่องและเป็นอิสระ ต่อกัน ซึ่งกระแสไฟฟ้าที่ ไหลวนเรียกว่า เมชเคอร์เรนต์ ( Mesh Current ) หรือ ลูปเคอร์เรนต์

วิธีเมชเคอร์เรนต์ เป็นวิธีการแก้โจทย์ปัญหาโจทย์ในวงจรไฟฟ้าที่ใช้กฎของเคอร์ชอฟฟ์ข้อที่2 ที่ว่า “ผลบวกทางพีชคณิตของแรงดันไฟฟ้าในวงจรปิดหนึ่ง ๆ มีค่าเป็น 0 หรือ ผลบวกทางพีชคณิตของแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมส่วนต่าง ๆ ของวงจรปิดหนึ่ง ๆ มีค่าเท่ากับผลบวกทางพีชคณิตของแรงดันไฟฟ้าที่แหล่งจ่ายไฟฟ้าให้กับวงจรปิดนั้น ๆ” ซึ่งวิธีเมชเคอร์เรนต์นี้จะกำหนดให้ว่าในวงจรปิดหนึ่ง ๆ จะมีกระแสไฟฟ้าไหลวนอย่างต่อเนื่องและเป็นอิสระต่อกัน กระแสไฟฟ้าไหลวนนี้ เรียกว่า “เมชเคอร์เรนต์” (Mesh Current Method) หรือ ลูปเคอร์เรนต์ (Loop Current) โดยวิธีเมชเคอร์เรนต์มีวิธีดังต่อไปนี้

1. กำหนดเมชเคอร์เรนต์ลงในวงจรปิดของวงจรที่กำหนดให้
2. สร้างสมการแรงดันไฟฟ้าของแต่ละวงจรปิด โดยยึดหลักที่ว่า
  - 2.1)  $\sum$  แรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมส่วนต่าง ๆ = แรงดันไฟฟ้าที่แหล่งจ่ายไฟจ่ายให้
  - 2.2) ทิศทางของวงจรที่พิจารณา ก็คือ ทิศทางของเมชเคอร์เรนต์ที่เรากำหนดขึ้น
  - 2.3 ) จำนวนสมการแรงดันไฟฟ้าที่ต้องสร้างขึ้นเพื่อหาค่าของตัวแปรต่าง ๆ นั้นจะมีจำนวนเท่ากับจำนวนวงจรปิด นั่นคือ จำนวนสมการที่ต้องการ = จำนวนวงจรปิด

3. จัดสมการที่สร้างขึ้นให้อยู่ในรูปเมตริกและใช้ดีเทอร์มิแนนต์เข้าช่วยในการหาค่าตัวแปรที่เราสร้างขึ้น



จากรูป 4.1 จะพบว่า จำนวนวงจรปิด หรือ เมช หรือ ลูป มีจำนวน = 3

$I_1, I_2, I_3$  คือ เมชเคอร์เรนต์ที่เรากำหนดให้

วงจรปิดที่ 1 หมายถึง วงจรปิดที่มี เป็นเมชเคอร์เรนต์

วงจรปิดที่ 2 หมายถึง วงจรปิดที่มี เป็นเมชเคอร์เรนต์

วงจรปิดที่ 3 หมายถึง วงจรปิดที่มี เป็นเมชเคอร์เรนต์

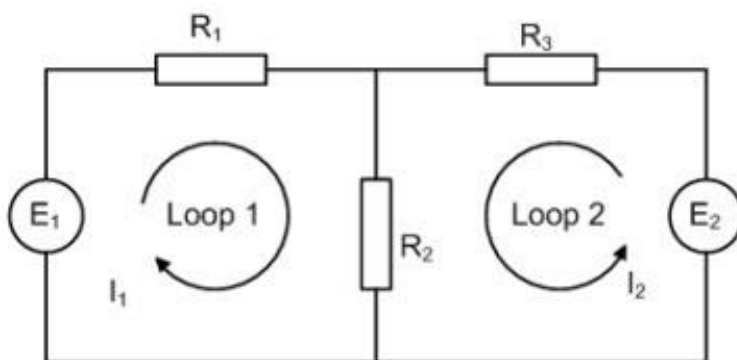
และเวลาที่เราพิจารณาวงจรปิดที่ 1, วงจรปิดที่ 2, วงจรปิดที่ 3 เพื่อสร้าง

สมการแรงดันไฟฟ้าในแต่ละวงจรปิดจะได้ว่าทิศทางของวงจรปิดที่เราพิจารณาคือ ทิศทางของ  $I_1, I_2, I_3$

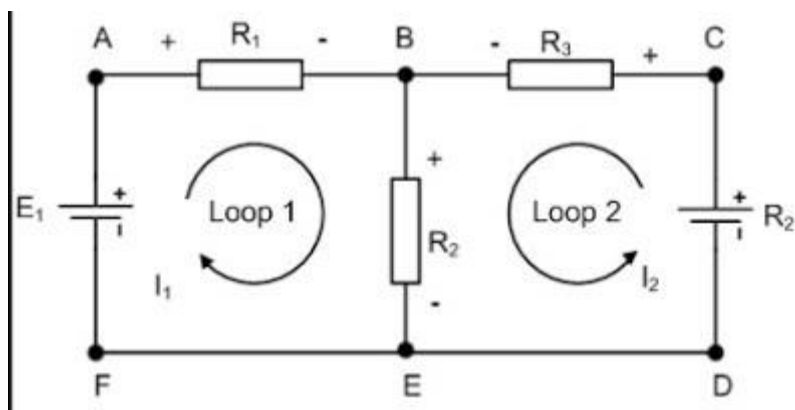
## 1.2 ขั้นตอนและหลักการของเมชเคอร์เรนต์ หรือลูปเคอร์เรนต์

การนำวิธีเมชเคอร์เรนต์ หรือ ลูปเคอร์เรนต์ ((Loop Current) มาแก้ปัญหาในวงจรไฟฟ้ามีลำดับขั้นตอน ดังต่อไปนี้

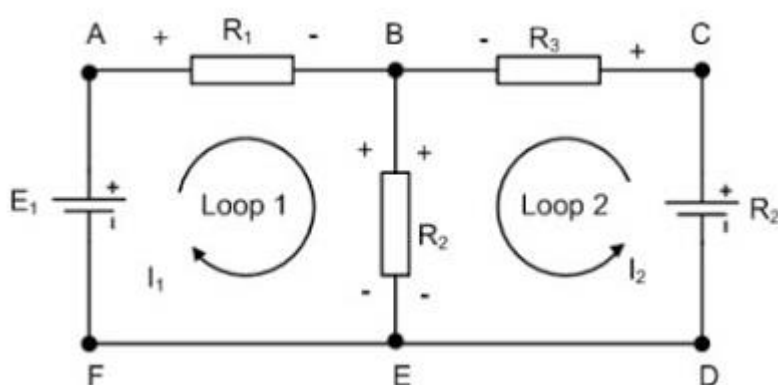
1. สมมติและกำหนดทิศทางการไหลวนของกระแสในวงจรปิดหรือภายในลูปแต่ละลูปก่อน โดยกำหนดทิศทางของกระแสให้ไหลทางใดก็ได้



2. กำหนดขั้วของแหล่งจ่ายและแรงดันตกคร่อมความต้านทานแต่ละตัวโดยกำหนดดังนี้ คือ เครื่องหมายบวก(+) แสดงทิศทางกระแสไฟฟ้าไหลเข้าตัวต้านทาน และเครื่องหมาย (-) แสดงทิศทางกระแสไฟฟ้าไหลออก และกำหนดตัวแปร (ABCDEF) แทนวงลูป



3. เขียนสมการแรงดันโดยใช้ทฤษฎีของเคอร์ชอฟฟ์ (Kirchhoff's Law) ในแต่ละลูป โดยมีข้อสังเกตคือ ถ้ากระแสไหลในทิศทางเดียวกันให้รวมกันและทิศทางกระแสสวนทางกันให้หักล้างกัน โดยเขียนสมการได้ดังนี้



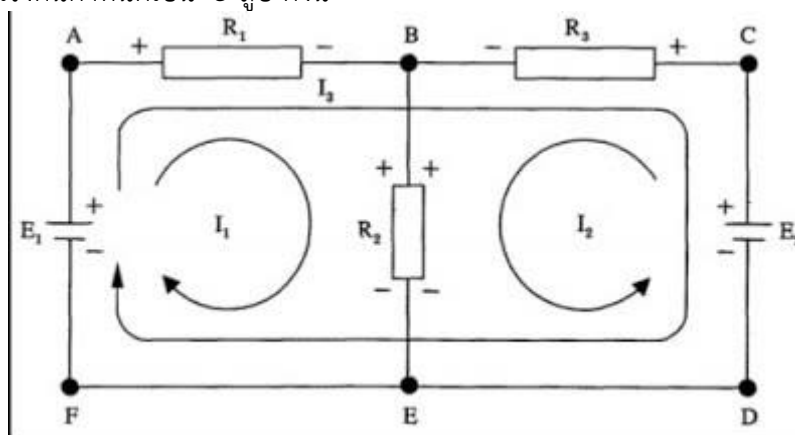
Loop 1 (ABEF)

$$+I_1 R_1 + (I_1 + I_2) R_2 - E_1 = 0 \quad \dots\dots\dots(1)$$

Loop 2 (CBED)

$$+I_2 R_3 + (I_2 + I_1) R_2 - E_2 = 0 \quad \dots\dots\dots(2)$$

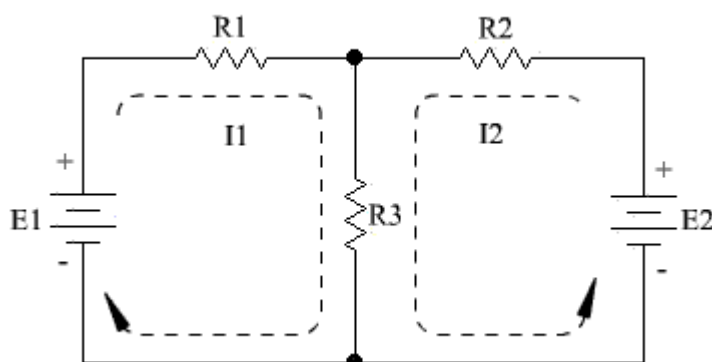
หรือเขียนสมการแรงดันกำหนดเป็น 3 ลูป ดังนี้



$$\begin{aligned}
 \text{Loop 1 (ABEF)} &= I_1 R_1 + (I_1 + I_2) R_2 - E_1 = 0 \\
 &= I_1 R_1 + (I_1 + I_2) R_2 = E_1 \quad \dots\dots\dots(3) \\
 \text{Loop 2 (CBED)} &= I_2 R_3 + (I_2 + I_1) R_2 - E_2 = 0 \\
 &= I_2 R_3 + (I_2 + I_1) R_2 = E_2 \quad \dots\dots\dots(4) \\
 \text{Loop 3 (ABCDEF)} &= (I_1 + I_2) R_1 - (I_2 - I_1) R_3 + E_2 - E_1 = 0 \\
 &= (I_1 + I_2) R_1 - (I_2 - I_1) R_3 = E_1 - E_2 \quad \dots\dots\dots(5)
 \end{aligned}$$

4. แทนค่าความต้านทานไฟฟ้าแต่ละตัวและแรงดันไฟฟ้า ตามสมการแต่ละลูป แล้วจึงแก้สมการหา ค่าตัวแปร  $I_1, I_2, I_3$  ตามลำดับโดยวิธีดีเทอร์มิแนนต์ (Determinants)

5. หาจำนวนสมการของเมชเคอร์เรนต์



รูปที่ 1 การไหลของกระแสไฟฟ้า ก.

จากวงจรรูปที่ 1 กระแสไฟฟ้าที่ไหลในแต่ละสาขาของวงจร คือ กระแสไฟฟ้าไหลวน  $I_1$  และ  $I_2$  นั่นเอง แต่กระแสไฟฟ้าที่ไหลในบางสาขาจะได้มาจากผลรวมระหว่างกระแสไฟฟ้าไหลวน  $I_1$  และ  $I_2$  ดังจะเห็นว่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวความต้านทาน  $R_1$  มีค่าเท่ากับกระแสไฟฟ้า  $I_1$  กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวต้านทาน  $R_2$  มีค่าเท่ากับกระแสไฟฟ้า  $I_2$  ส่วนกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวต้านทาน  $R_3$  มีค่าเท่ากับ  $I_1 + I_2$  จากกฎแรงดันของเคอร์ชอฟฟ์ (Kirchhoff Voltage Law) สามารถเขียนสมการได้ดังนี้

ในวงที่ 1 ใช้กระแสไฟฟ้าไหลวน  $I_1$  เป็นหลักในการเขียนสมการจะได้

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

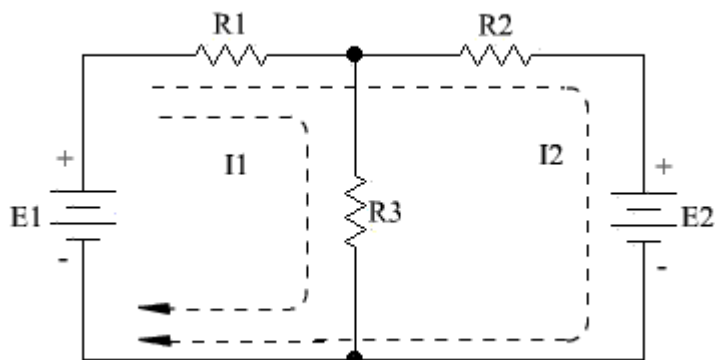
$$(R_1 + R_3) I_1 + R_3 I_2 = E_1$$

ในวงที่ 2 ใช้กระแสไฟฟ้าไหลวน  $I_2$  เป็นหลักในการเขียนสมการจะได้

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

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

จากวงจรในรูปที่ 1 ถ้ากำหนดให้ค่าของกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวต้านทาน  $R_3$  เพียงค่าเดียวเราก็เลือกกระแสไฟฟ้าไหลวนใหม่ โดยสมมติให้กระแสไฟฟ้าไหลวน  $I_1$  และ  $I_2$  มีทิศทางดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 การไหลของกระแสไฟฟ้า ข.

จากวงจรรูปที่ 2 พิจารณาเห็นว่าเมื่อคำนวณหาค่ากระแสไฟฟ้าไหลวน  $I_1$  ออกมาแล้วจะได้ค่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวต้านทาน  $R_3$  ในทันทีเพราะกระแสไฟฟ้า  $I_1$  ก็คือกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวต้านทาน  $R_3$  นั้นเอง โดยไม่จำเป็นต้องคำนวณหาค่าของกระแสไฟฟ้า  $I_2$  ซึ่งการสมมติกระแสไฟฟ้าไหลวนแบบนี้ จะช่วยลดขั้นตอนในการแก้ปัญหาโจทย์ให้ลดน้อยลงได้

จากรูปที่ 2 เมื่ออาศัยกฎแรงดันของเคอร์ชอฟฟ์ (Kirchhoff Voltage Law) จะเขียนสมการได้ดังนี้  
ในวงที่ 1 ใช้กระแสไฟฟ้าไหลวน  $I_1$  เป็นหลักในการเขียนสมการจะได้

$$(R_1 + R_3)I_1 + R_1I_2 = E_1$$

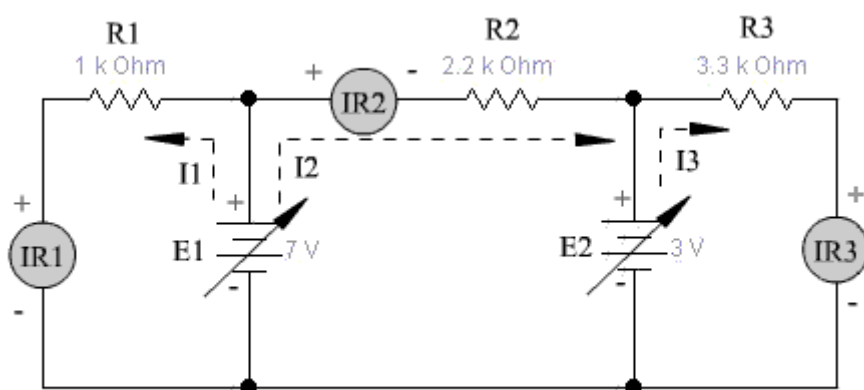
ในวงที่ 2 ใช้กระแสไฟฟ้าไหลวน  $I_2$  เป็นหลักในการเขียนสมการจะได้

$$R_1I_1 + (R_1 + R_2)I_2 = E_1 - E_2$$



### 1.3 การคำนวณค่าต่าง ๆ โดยใช้หลักการและวิธีการของเมชเคอร์เรนต์ หรือลูปเคอร์เรนต์

**ตัวอย่างที่ 1** จากวงจรรูปที่ 3 ให้แสดงวิธีการคำนวณหากระแสไฟฟ้าไหลผ่านตัวต้านทาน  $R_1, R_2$  และ  $R_3$  เมื่อแหล่งจ่ายไฟตรง  $E_1$  มีค่า 7 V และแหล่งจ่ายไฟตรง  $E_2$  มีค่า 3 V



รูปที่ 1.1

#### วิธีทำ

สมมติให้กระแสไฟฟ้าไหลวน  $I_1$ ,  $I_2$  และ  $I_3$  มีทิศทางดังรูปที่ 1 จากกฎแรงดันของเคอร์ชอฟฟ์ จะเขียนสมการได้ดังนี้

ในวงที่ 1 จะได้  $R_1 I_1 = E_1$

$$1I_1 = 7 \quad \dots\dots\dots (1)$$

ในวงที่ 2 จะได้  $R_2 I_2 = E_1 - E_2$

$$2.2I_2 = 7 - 3 \quad \dots\dots\dots (2)$$

ในวงที่ 3 จะได้  $R_3 I_3 = E_2$

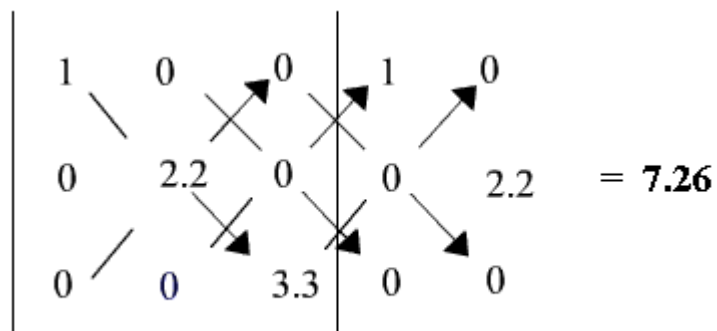
$$3.3I_3 = 3 \quad \dots\dots\dots (3)$$

ใช้เมตริกซ์และดีเทอร์มิแนนท์แก้สมการ 3 ตัวแปร

- นำสมการที่ (1), (2) และ (3) เขียนในรูปของเมตริกซ์จะได้

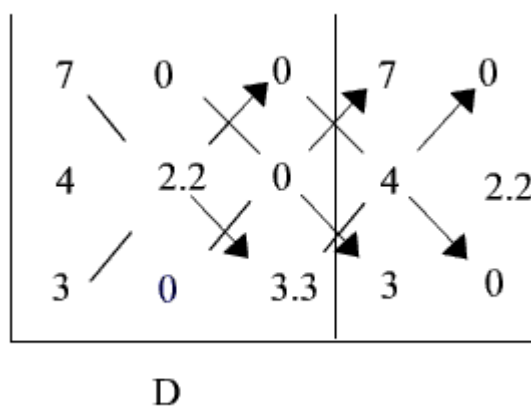
$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 2.2 & 0 \\ 0 & 0 & 3.3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \\ I_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 7 \\ 4 \\ 3 \end{bmatrix}$$

- นำค่าสัมประสิทธิ์ของ  $I_1$ ,  $I_2$  และ  $I_3$  มาหาค่าของดีเทอร์มิแนนท์ (D) โดยการคูณไขว้นั้นคือคูณลงเป็นบวกคูณขึ้นเป็นลบ โดยคูณให้ครบทั้ง 3 ตำแหน่ง



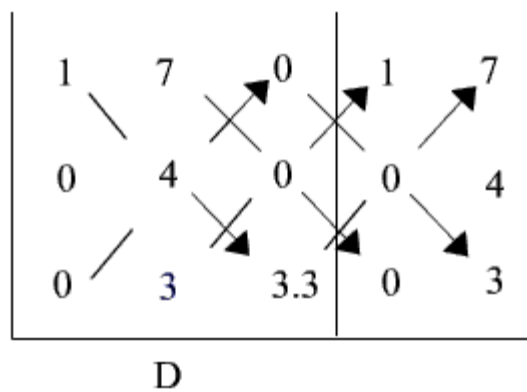
$$\begin{aligned} D &= (1 \times 2.2 \times 3.3) + (0 \times 0 \times 0) + (0 \times 0 \times 0) - (0 \times 2.2 \times 0) - (0 \times 0 \times 1) - (3.3 \times 0 \times 0) \\ &= 7.26 + 0 + 0 - 0 - 0 - 0 \\ &= 7.26 \end{aligned}$$

3. หาค่าตัวแปร  $I_1$  โดยการนำคอลัมน์ค่าคงที่ของสมการในข้อ 1 แทนลงในคอลัมน์สัมประสิทธิ์  $I_1$  และหารด้วยดีเทอร์มิแนนต์ (D) ซึ่งการหาค่า  $I_1$  จะอาศัยการคูณไขว้



$$\begin{aligned} I_1 &= (7 \times 2.2 \times 3.3) + (0 \times 0 \times 3) + (0 \times 4 \times 0) - (3 \times 2.2 \times 0) - (0 \times 0 \times 7) - (3.3 \times 4 \times 0) / D \\ &= 50.82 / D \\ &= 50.82 / 7.26 \\ &= 7 \text{ mA} \end{aligned}$$

4. หาค่าตัวแปร  $I_2$  โดยการนำคอลัมน์ค่าคงที่ของสมการในข้อ 1 แทนลงในคอลัมน์สัมประสิทธิ์  $I_2$  และหารด้วยดีเทอร์มิแนนต์ (D) ซึ่งการหาค่า  $I_2$  จะอาศัยการคูณไขว้เช่นกัน

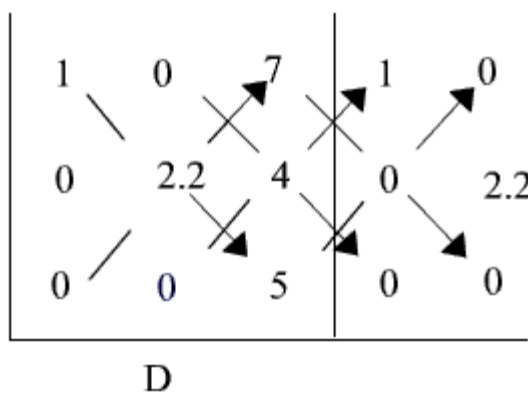


$$= ((1 \times 4 \times 3.3) + (7 \times 0 \times 0) + (0 \times 0 \times 3) - (0 \times 4 \times 0) - (3 \times 0 \times 1) - (3.3 \times 0 \times 7))$$

$$= 13.2 / 7.26$$

$$= 1.818 \text{ mA}$$

5. หาค่าตัวแปร  $I_3$  โดยการนำคอลัมน์ค่าคงที่ของสมการในข้อ 1 แทนลงในคอลัมน์สัมประสิทธิ์  $I_3$  และหารด้วยดีเทอร์มิแนนท์ (D) ซึ่งการหาค่า  $I_3$  จะอาศัยการคูณไขว้เช่นกัน

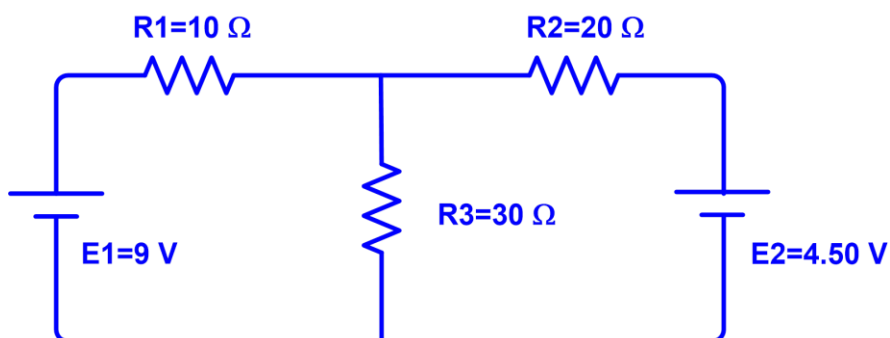


$$= ((1 \times 2.2 \times 5) + (0 \times 4 \times 0) + (7 \times 0 \times 0) - (0 \times 2.2 \times 7) - (0 \times 4 \times 1) - (5 \times 0 \times 0)) / D$$

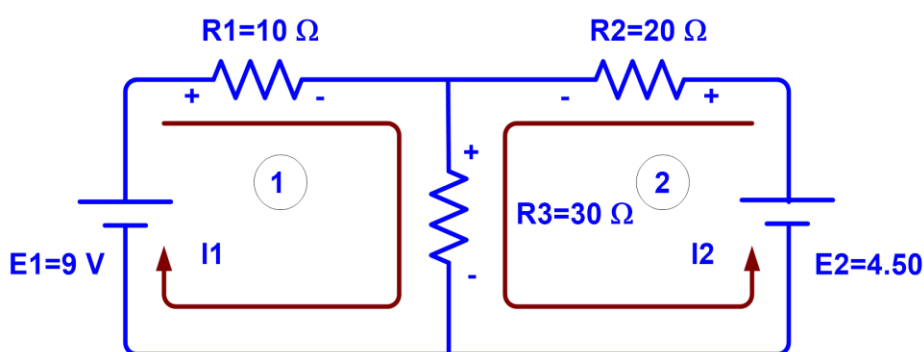
$$= 11 / 7.26$$

$$= 1.515 \text{ mA}$$

ตัวอย่างที่ 2 จากวงจรต่อไปนี้ จงคำนวณหากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านภาระทางไฟฟ้าแต่ละตัว



รูปที่ 2.1 ตัวอย่างวงจรไฟฟ้า 1



รูปที่ 2.2 การกำหนดทิศทางของกระแสเมฆ

### วิธีทำ

1. กำหนดทิศทางกระแสให้ไหลครบวงจรหรือครบloop
2. ตั้งสมการโดยใช้กฎแรงเคลื่อนของเคอร์ชอฟฟ์

Loop ที่ 1 ได้ 
$$-E1 + R1I1 + R3I1 + R3I2 = 0$$
$$(R1 + R3)I1 + R3I2 = E1$$

แทนค่า 
$$(10 + 30)I1 + 30I2 = 9V$$
$$40I1 + 30I2 = 9V$$

Loop ที่ 2 ได้ 
$$-E2 + R2I2 + R3I2 + R3I1 = 0$$
$$R3I1 + (R2 + R3)I2 = E2$$

แทนค่า 
$$30I1 + (20 + 30)I2 = 4.5V$$
$$30I1 + 50I2 = 4.5V$$

3. แก่สมการโดยใช้เมทริกซ์และดีเทอร์มิแนนต์

$$40I_1 + 30I_2 = 9V$$

$$30I_1 + 50I_2 = 4.5V$$

นำสมการมาเขียนในรูปเมทริกซ์

$$\begin{bmatrix} 40 & 30 \\ 30 & 50 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 9 \\ 4.5 \end{bmatrix}$$

$$\Delta = \begin{vmatrix} 40 & 30 \\ 30 & 50 \end{vmatrix}$$

$$\Delta = \begin{vmatrix} 40 & 30 \\ 30 & 50 \end{vmatrix}$$

$$\Delta = (40 \times 50) + \{(-1) \times 30 \times 30\}$$

$$\Delta = 2,000 + (-900) = 1,100$$

$$\Delta I_1 = \begin{vmatrix} 9 & 30 \\ 4.5 & 50 \end{vmatrix}$$

$$\Delta = \begin{vmatrix} 9 & 30 \\ 4.5 & 50 \end{vmatrix}$$

$$\Delta I_1 = (9 \times 50) + \{(-1) \times 4.5 \times 30\}$$

$$\Delta I_1 = 450 + (-135) = 315$$

$$\Delta I_2 = \begin{vmatrix} 40 & 9 \\ 30 & 4.5 \end{vmatrix}$$

$$\Delta I_2 = \begin{vmatrix} 40 & 9 \\ 30 & 4.5 \end{vmatrix}$$

$$\Delta I_2 = (40 \times 4.5) + \{(-1) \times 30 \times 9\}$$

$$\Delta I_2 = 180 + (-270) = -90$$

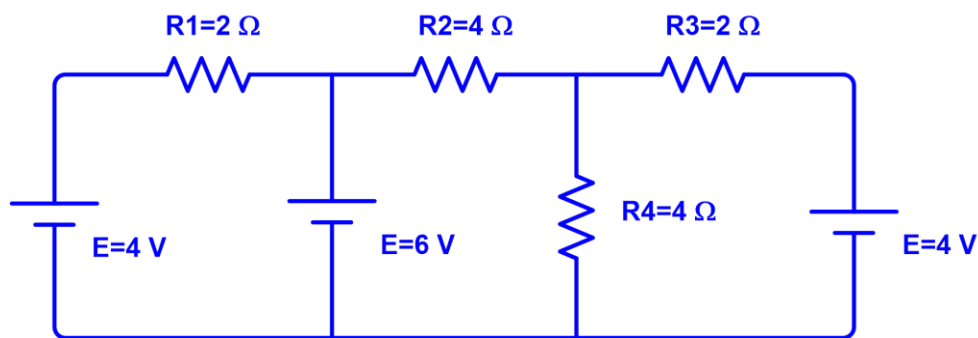
$$I_1 = \Delta I_1 / \Delta = 315 / 1100 = 0.28A$$

$$I_2 = \Delta I_2 / \Delta = -90 / 1100 = -0.081A$$

$$I_3 = I_1 + I_2 = 0.28 + (-0.081) = 0.199A$$

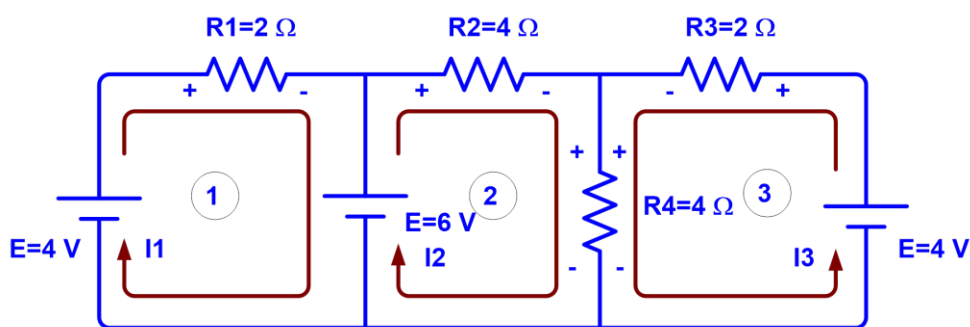
∴ กระแสที่ไหลผ่าน  $R_1$  มีค่าเท่ากับ 0.28 แอมแปร์ กระแสที่ไหลผ่าน  $R_2$  มีค่าเท่ากับ -0.081 แอมแปร์ และกระแสที่ไหลผ่าน  $R_3$  มีค่าเท่ากับ 0.199 แอมแปร์ ซึ่งกระแส  $I_2$  ที่ติดลบก็เป็นเพราะว่าทิศทางที่สมมุติขึ้นสวนทางกับความเป็นจริง

ตัวอย่างที่ 3 จากวงจรต่อไปนี้ จงคำนวณหาค่าแรงเคลื่อนตกคร่อมภาระแต่ละตัว



รูปที่ 3.1

วิธีทำ



แทนค่า  $2I1 = 4 - 6$

$$2I1 = -2V$$

Loop ที่ 2 ได้  $-E2 + (R2 + R4)I2 + R4I3 = 0$

$$(R2 + R4)I2 + R4I3 = E2$$

แทนค่า  $(4 + 4)I2 + 4I3 = 6V$

$$8I2 + 4I3 = 6V$$

Loop ที่ 3 ได้  $-E3 + (R3 + R4)I3 + R4I2 = 0$

$$R4I2 + (R3 + R4)I3 = E3$$

แทนค่า  $4I2 + (2 + 4)I3 = 4V$

$$4I2 + 6I3 = 4V$$

แก้สมการโดยใช้เมทริกซ์และดีเทอร์มิแนนต์

$$2I1 = -2V$$

$$8I2 + 4I3 = 6V$$

$$4I2 + 6I3 = 4V$$

นำสมการมาเขียนในรูปของเมทริกซ์

$$\begin{bmatrix} 2 & 0 & 0 \\ 0 & 8 & 4 \\ 0 & 4 & 6 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I1 \\ I2 \\ I3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -2 \\ 6 \\ 4 \end{bmatrix}$$

$$\Delta = \begin{vmatrix} 2 & 0 & 0 \\ 0 & 8 & 4 \\ 0 & 4 & 6 \end{vmatrix}$$

$$\Delta = \begin{vmatrix} 2 & 0 & 0 \\ 0 & 8 & 4 \\ 0 & 4 & 6 \end{vmatrix} \begin{vmatrix} 2 & 0 \\ 0 & 8 \\ 0 & 6 \end{vmatrix}$$

$$\Delta = (2 \times 8 \times 6) + (0 \times 4 \times 0) + (0 \times 0 \times 6) + \{(-1) \times 0 \times 8 \times 0\} + \{(-1) \times 4 \times 4 \times 2\} + \{(-1) \times 6 \times 0 \times 0\}$$

$$\Delta = 96 + (-32) = 64$$

$$\Delta I1 = \begin{vmatrix} -2 & 0 & 0 \\ 6 & 8 & 4 \\ 4 & 4 & 6 \end{vmatrix}$$

$$\Delta I1 = \begin{vmatrix} -2 & 0 & 0 \\ 6 & 8 & 4 \\ 4 & 4 & 6 \end{vmatrix} \begin{vmatrix} -2 & 0 \\ 6 & 8 \\ 4 & 4 \end{vmatrix}$$

$$\Delta I1 = \{(-2) \times 8 \times 6\} + (0 \times 4 \times 4) + (0 \times 6 \times 4) + \{(-1) \times 4 \times 8 \times 0\} + \{(-1) \times 4 \times 4 \times (-2)\} + \{(-1) \times 6 \times 6 \times 0\}$$

$$\Delta I1 = -96 + 32 = -64$$

$$\Delta I2 = \begin{vmatrix} 2 & -2 & 0 \\ 0 & 6 & 4 \\ 0 & 4 & 6 \end{vmatrix}$$

$$\Delta I2 = \begin{vmatrix} 2 & -2 & 0 \\ 0 & 6 & 4 \\ 0 & 4 & 6 \end{vmatrix} \begin{vmatrix} 2 & -2 \\ 0 & 6 \\ 0 & 4 \end{vmatrix}$$

$$\Delta I_2 = (2 \times 6 \times 6) + \{(-2) \times 4 \times 0\} + (0 \times 0 \times 4) + \{(-1) \times 0 \times 6 \times 0\} + \{(-1) \times 4 \times 4 \times 2\} + \{(-1) \times 6 \times 0 \times (-3)\}$$

$$\Delta I_2 = 72 + (-32) = 40$$

$$\Delta I_3 = \begin{vmatrix} 2 & 0 & -2 \\ 0 & 8 & 6 \\ 0 & 4 & 4 \end{vmatrix}$$

$$\Delta I_3 = \begin{vmatrix} 2 & 0 & -2 & 2 & 0 \\ 0 & 8 & 6 & 0 & 8 \\ 0 & 4 & 4 & 0 & 4 \end{vmatrix}$$

$$\begin{aligned} \Delta I_3 &= (2 \times 8 \times 4) + (0 \times 6 \times 0) + \{(-2) \times 0 \times 4\} + \{(-1) \times 0 \times 8 \times (-2)\} + \{(-1) \times 4 \times 6 \times 2\} + \{(-1) \times 4 \times 0 \times 0\} \\ \Delta I_3 &= 64 + (-48) = 16 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I_1 &= \Delta I_1 / \Delta &= (-64) / 64 &= -1A \\ I_2 &= \Delta I_2 / \Delta &= 40 / 64 &= 0.625A \\ I_3 &= \Delta I_3 / \Delta &= 16 / 64 &= 0.25A \end{aligned}$$

แรงเคลื่อนตกคร่อมภาระแต่ละตัว

$$\begin{aligned} V_1 &= R_1 \times I_1 &= 2 \times 1 &= 2V \\ V_2 &= R_2 \times I_2 &= 4 \times 0.625 &= 2.5V \\ V_3 &= R_3 \times I_3 &= 2 \times 0.25 &= 0.5V \\ V_4 &= R_4 \times (I_2 + I_3) &= 4 \times (0.625 + 0.25) &= 3.5V \end{aligned}$$

∴ แรงเคลื่อนที่ตกคร่อม  $R_1, R_2, R_3$  และ  $R_4$  มีค่าเท่ากับ 0.2 โวลต์, 2.5 โวลต์, 0.5 โวลต์ และ 3.5 โวลต์ ตามลำดับ ส่วนค่ากระแส  $I_1$  ที่ติดค่าลบเกิดจากการกำหนดทิศทางการไหลที่สวนทางกับความเป็นจริง



## เอกสารอ้างอิง

[1] เมชเคอร์เรนต์ [ออนไลน์] เข้าถึงจาก:

[bpc.ac.th/knowledge/article/faiifa17.doc](http://bpc.ac.th/knowledge/article/faiifa17.doc) (วันที่สืบค้นข้อมูล: 4 มีนาคม 2561)

[2] เมชเคอร์เรนต์ [ออนไลน์] เข้าถึงจาก:

<https://sites.google.com/site/krupornsakat/dc13> (วันที่สืบค้นข้อมูล: 4 มีนาคม 2561)

[3] วิธีเมชเคอร์เรนต์ [ออนไลน์] เข้าถึงจาก:

<http://www.oocities.org/hs60144/Saranaroo/CirNet/lesson2.htm> (วันที่สืบค้นข้อมูล: 4 มีนาคม 2561)