

แบบทดสอบก่อนเรียน

ทฤษฎีเมชเคอร์เร็น

คำชี้แจง 1. แบบทดสอบชุดนี้มีทั้งหมด 10 ข้อ

2. ให้ทำเครื่องหมายกากบาท (X) ทับข้อที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

3. ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ 30 นาที

1. ข้อใดกล่าวถึงวิธีกระแสเมชได้ถูกต้องที่สุด

ก. วิธีการแก้ปัญหาวงจรหลายแหล่งจ่ายโดยใช้กฎแรงดันไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์ในรอบวงปิด

ข. วิธีการแก้ปัญหาวงจรไฟฟ้าโดยกำหนดกระแสไฟฟ้าเป็นอิสระต่อกันไหลแต่ละรอบวงจรปิด

ค. วิธีการแก้ปัญหาวงจรไฟฟ้าโดยกำหนดขั้วแรงดันไฟฟ้าและทิศทางกระแสในรอบวงจรปิด

ง. วิธีการแก้ปัญหาวงจรไฟฟ้าโดยให้กระแสไฟฟ้าเป็นตัวแปรและหาค่าตัวแปรนั้นด้วยกฎแรงดันไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์

2. ข้อใดกล่าวถึงวิธีการแก้ปัญหาวงจรไฟฟ้าด้วยวิธีกระแสเมชได้ถูกต้อง

ก. ตั้งสมการแรงดันไฟฟ้าโดยใช้ KVL , ระบุขั้วแรงดันไฟฟ้า , กำหนดกระแสไฟฟ้าในแต่ละรอบวงจรปิดตามขั้วแรงดันไฟฟ้า , แทนค่าในสมการและแก้สมการ

ข. ระบุขั้วแรงดันไฟฟ้า , ตั้งสมการแรงดันไฟฟ้าโดยใช้ KVL , กำหนดกระแสไฟฟ้าในแต่ละรอบวงจรปิดตามขั้วแรงดันไฟฟ้า , แทนค่าในสมการและแก้สมการ

ค. กำหนดกระแสไฟฟ้าในแต่ละรอบวงปิด , ระบุขั้วแรงดันไฟฟ้าตามทิศทางกระแสไฟฟ้าที่กำหนด , ตั้งสมการแรงดันไฟฟ้าโดยใช้ KVL , แทนค่าในสมการและแก้สมการ

ง. กำหนดกระแสไฟฟ้าในแต่ละรอบวงปิด , ตั้งสมการแรงดันไฟฟ้าโดยใช้ KVL , แทนค่าในสมการและแก้สมการ

3. การไหลของกระแสไฟฟ้าในแต่ละวงรอบ จะกำหนดให้กระแสไฟฟ้าไหลในทิศทางใด

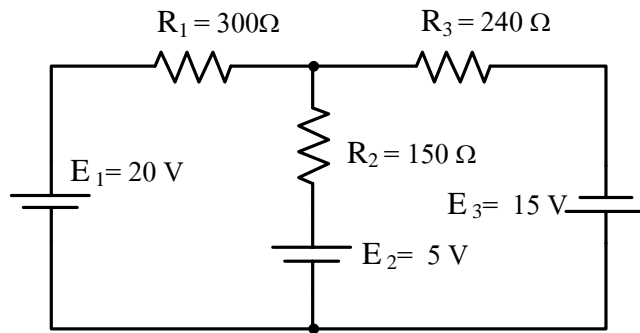
ก. ไปทางไหนก็ได้ที่ง่ายต่อการแก้ปัญหา

ข. ตามเข็มนาฬิกา

ค. ทวนเข็มนาฬิกา

ง. วงซ้าย

จากรูป จงตอบคำถามข้อ 4 - 10



รูปที่ 15.1 สำหรับตอบคำถามข้อ 4 - 10

4. กระแสไฟฟ้าในวงรอบกระแสไฟฟ้า I_1 มีค่าเท่ากับข้อใด

- ก. 88.32 mA
- ข. 73.53 mA
- ค. 57.84 mA
- ง. 15.67 mA

5. กระแสไฟฟ้าในวงรอบกระแสไฟฟ้า I_2 มีค่าเท่ากับข้อใด

- ก. 15.67 mA
- ข. 57.84 mA
- ค. 73.53 mA
- ง. 88.32 mA

6. กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านความต้านทาน R_2 มีค่าเท่ากับข้อใด

- ก. 15.67 mA
- ข. 57.84 mA
- ค. 73.53 mA
- ง. 88.32 mA

7. แรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมความต้านทาน R_2 มีค่าเท่ากับข้อใด

ก. 2.35 V

ข. 4.51 V

ค. 11.57 V

ง. 17.65 V

8. แรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมความต้านทาน R_1 มีค่าเท่ากับข้อใด

ก. 2.35 V

ข. 11.60 V

ค. 13.18 V

ง. 17.35 V

9. แรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมความต้านทาน R_3 มีค่าเท่ากับข้อใด

ก. 2.35 V

ข. 4.51 V

ค. 17.65 V

ง. 19.23 V

10. กำลังไฟฟ้าที่ตัวต้านทาน R_1 คือข้อใด

ก. 1.72 W

ข. 1.01 W

ค. 0.91 W

ง. 0.67 W

หน่วยการเรียนรู้ที่ 15

ทฤษฎีเมชเคอร์เร้น

สาระการเรียนรู้

1. ความหมายของเมชเคอร์เร้นต์
2. เขียนสมการโดยวิธีเมชเคอร์เร้นต์
3. คำนวณวงจรไฟฟ้าโดยวิธีเมชเคอร์เร้นต์

จุดประสงค์การสอน

จุดประสงค์ทั่วไป

เพื่อให้ นักเรียนมีความรู้ และเข้าใจการใช้ทฤษฎีเมชเคอร์เร้นในการแก้ปัญหาวงจรไฟฟ้า

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

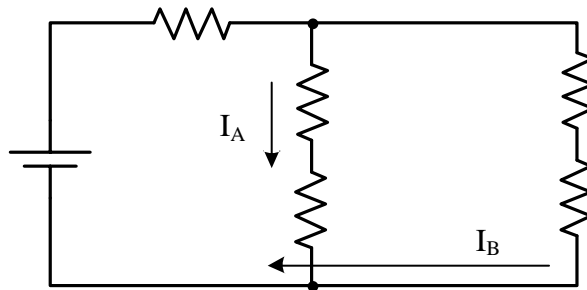
1. บอกความหมายของเมชหรือลูปได้
2. เขียนสมการโดยวิธีเมชหรือลูปได้
3. คำนวณวงจรไฟฟ้าโดยวิธีเมชหรือลูปได้
4. เตรียมความพร้อมในการเรียนและปฏิบัติงานตามที่ได้รับมอบหมาย
5. มีความตั้งใจในการเรียนรู้
6. ให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมที่ได้รับมอบหมาย

บทนำ

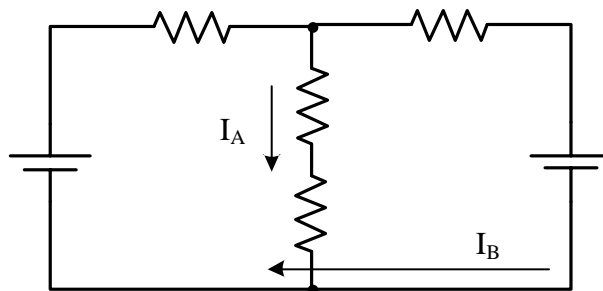
นักฟิสิกส์ชาวอังกฤษ ชื่อ เจม คลาส แมกเวลล์ ได้คิดค้นวิธีการแก้ปัญหาวงจรไฟฟ้าให้รวดเร็วขึ้น โดยกำหนดให้กระแสไฟฟ้าไหลในวงจรไฟฟ้าให้รวดเร็วขึ้น โดยกำหนดให้กระแสไฟฟ้าไหลแต่ละรอบปิด (Closed Loop) นั้นให้มีทิศทางอย่างไรก็ได้กระแสไฟฟ้าแต่ละตัวแปรที่กำหนดขึ้นนั้นเป็นอิสระต่อกัน ทำให้ตัวแปรลดลงและเขียนสมการได้สะดวกกว่าการใช้กฎของเคอร์ชอฟฟ์ วิธีนี้เรียกว่า วิธีกระแสเมช (Mesh Current Method)

ทฤษฎีของเมทเทอร์เร็น

การนำวิธีกระแสเมฆหรือกระแสลูป มาวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าที่มีแหล่งจ่าย โดยใช้กฎแรงดันไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์กับทุกลูปที่มีการกำหนดกระแสไฟฟ้าจะอยู่ในรูปของกระแสเมฆหรือกระแสลูป ดังแสดงในรูปที่ 15.2 และรูปที่ 15.3



ก) กระแสเมฆที่จำกัดวงทั่วไป



ข) กระแสเมฆที่จำกัดวงเดี่ยวเฉพาะวง

รูปที่ 15.2 การกำหนดทิศทางกระแสเมฆ

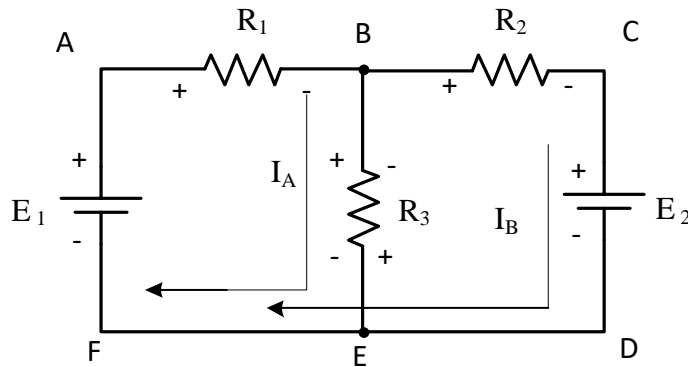
15.1 ขั้นตอนการแก้ไขปัญหาวงจรไฟฟ้าด้วยวิธีกระแสเมฆ

การนำวิธีกระแสเมฆหรือกระแสลูปมาใช้แก้ปัญหาวงจรไฟฟ้ามีวิธีการ ดังนี้

1. กำหนดกระแสไฟฟ้าในแต่ละรอบวงปิด จะให้ตามเข็มนาฬิกาหรือทวนเข็มนาฬิกาก็ได้ดังรูปที่ 15.2 ใช้สัญลักษณ์ของกระแสเมฆ คือ I_1 หรือ I_2 (จำนวนกระแสเมฆต้องเท่ากับจำนวนลูปของวงจร) ในลูป ABEF หรือลูป 1 กำหนดให้ I_1 ไหล ส่วนในลูป DEBC หรือลูป 2 กำหนดให้ I_2 ไหล

2. ระบุเครื่องหมายขั้วแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมตัวต้านทานในแต่ละลูปตามทิศทางของกระแสไฟฟ้าที่กำหนดขึ้นที่ไหลผ่านตัวต้านทานใดให้ใส่เครื่องหมายบวกไว้หน้าตัวต้านทานนั้นและใส่เครื่องหมายลบไว้หลังตัวต้านทานที่กระแสไฟฟ้าไหลออก(หรือกล่าวได้ว่าแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมตัวต้านทานในลูปใดที่กำหนดกระแสไฟฟ้าไหลวนในลูปนั้นมีเครื่องหมายบวกเสมอ)ดังรูปที่ 15.3

ขั้วบวกและลบของแรงดันตกคร่อม R ถูกกำหนดโดยทิศทางของกระแสไฟฟ้า



รูปที่ 15.3 การกำหนดกระแสไฟฟ้าในแต่ละวงรอบ

3. เขียนสมการแรงดันไฟฟ้าโดยใช้กฎแรงดันไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์ ในลูปที่กำหนดซึ่งเป็นการรวมแรงดันไฟฟ้าในลูป ถ้าพบเครื่องหมายบวกให้ใส่เครื่องหมายบวกไว้หน้าแรงดันไฟฟ้า และถ้าพบเครื่องหมายลบให้ใส่เครื่องหมายลบไว้ด้านหน้าแรงดันไฟฟ้า(ถ้าทิศทางกระแสไหลเข้าหาขั้วบวกของแหล่งจ่ายไฟฟ้าให้ใส่เครื่องหมายบวกถ้าไหลเข้าหาขั้วลบให้ใส่เครื่องหมายลบ)แสดงการเขียนสมการแรงดันไฟฟ้า(สมการเมช)ของรูปที่ 15.3 ดังนี้

$$\text{ลูป 1 ; } +I_1 R_1 + (I_1 - I_2) R_3 \quad V_A = 0$$

$$\text{ลูป 2 ; } +(I_2 - I_1) R_3 + I_2 R_2 + E_2 = 0$$

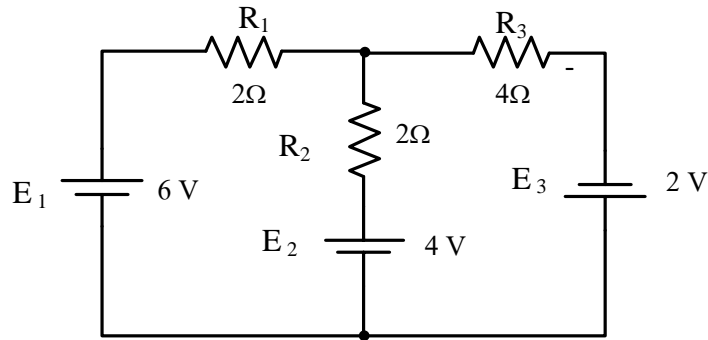
4. แทนค่าความต้านทานหรือค่าอื่นที่ปรากฏในวงจรไฟฟ้าลงในสมการแรงดันไฟฟ้า

5. แก้สมการหากระแสไฟฟ้าตัวที่ไม่ทราบค่า(ถ้ากระแสไฟฟ้าที่ได้มีค่าเป็นลบแสดงว่า การกำหนดทิศทางในข้อ 1) ตรงข้ามกับทิศทางที่กระแสไฟฟ้าไหลจริง

การใช้ทฤษฎีเมทริกซ์เร็นในการแก้ปัญหาวงจรไฟฟ้า

การนำวิธีกระแสเมฆมาใช้วิเคราะห์วงจรเพื่อช่วยแก้ไขปัญหาหาวงจรไฟฟ้านั้น ให้ใช้วิธีการที่กล่าวมาและการกำหนดกระแสเมฆหรือกระแสลูปถ้าไม่จำเป็นก็ไม่ควรกำหนดกระแสไฟฟ้าทุกตัวผ่านแหล่งจ่ายแต่จำเป็นต้องกำหนดกระแสไฟฟ้าผ่านตัวต้านทานในวงจรให้ครบทุกตัว ทั้งนี้เพราะการกำหนดกระแสไฟฟ้าในลูปใดแล้วให้ค่าของแรงดันไฟฟ้าเป็นศูนย์จะทำให้ค่าของดีเทอร์มิแนนต์ ของตัวตั้งมีศูนย์อยู่ทำให้การคำนวณรวดเร็วยิ่งขึ้น

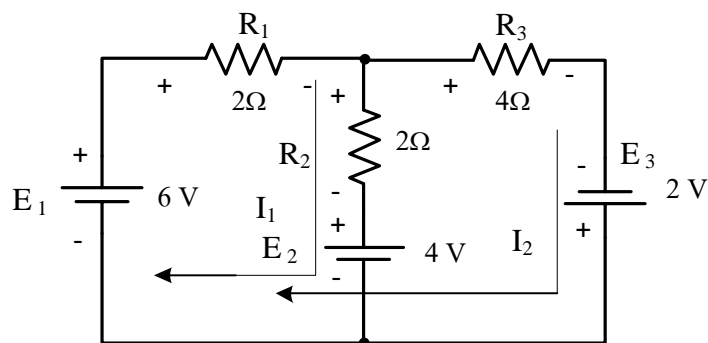
ตัวอย่างที่ 15.1 จากรูปที่ 15.1 จงหาค่ากระแสไฟฟ้าทุกสาขา โดยใช้วิธีกระแสเมฆ



รูปที่ 15.4 แสดงวงจรไฟฟ้าตามตัวอย่างที่ 15.1

วิธีทำ ขั้นที่ 1 กำหนดกระแสเมฆ I_1 และ I_2 ดังรูปที่ 15.4

ขั้นที่ 2 กำหนดขั้วแรงดันไฟฟ้าที่ตัวต้านทานตามทิศทางกระแสเมฆ ดังรูปที่ 15.4 (จะสังเกตว่า R_2 มีขั้วแรงดันไฟฟ้าที่แตกต่างกัน เพราะว่ากระแสเมฆสวนทางกัน)



รูปที่ 15.5 แสดงวงจรที่ใช้กำหนดขั้วแรงดันไฟฟ้าที่ตัวต้านทานตามทิศทางกระแสเมฆ ตามตัวอย่าง

ที่ 15.1

ขั้นที่ 3 เขียนสมการเมช (หรือสมการแรงดันไฟฟ้าตามกฎแรงดันไฟฟ้าของเคอร์-ฮอฟฟ์) จะได้สมการเชิงเส้น ได้สมการดังนี้

$$\text{ลูป } I_1 ; \quad (R_1 + R_2) I_1 - R_2 I_2 + E_2 - E_1 = 0$$

$$\text{ลูป } I_2 ; \quad -R_2 I_1 + (R_2 + R_3) I_2 - E_3 - E_2 = 0$$

ขั้นที่ 4 แทนค่าที่ทราบค่าในวงจรลงในสมการเมช

$$\text{ลูป } I_1 ; (2\Omega + 2\Omega) I_1 - (2\Omega) I_2 + 4V - 6V = 0$$

$$(4\Omega) I_1 - (2\Omega) I_2 - 2V = 0 \dots\dots\dots (1)$$

$$\text{ลูป } I_2 ; -(2\Omega) I_1 + (2\Omega + 4\Omega) I_2 - 2V - 4V = 0$$

$$-(2\Omega) I_1 + (6\Omega) I_2 - 6V = 0 \dots\dots\dots (2)$$

สมการที่ (1) และ (2) เขียนสมการใหม่ จะได้

$$4 I_1 - 2 I_2 = 2 \dots\dots\dots (3)$$

$$-2 I_1 + 6 I_2 = 6 \dots\dots\dots (4)$$

ขั้นที่ 5 แก้สมการโดยใช้ดีเทอร์มิแนนต์ จากสมการที่ (3) และ (4) จะได้

$$I_1 = \begin{bmatrix} 2 & -2 \\ 6 & 6 \end{bmatrix} \quad \begin{vmatrix} 12 & -8 \\ -8 & 8 \end{vmatrix} = \frac{12 + 12}{24 - 4} = \frac{24}{20} = 1.2 \text{ A} \quad \text{ตอบ}$$

$$I_2 = \begin{bmatrix} 4 & 2 \\ -2 & 6 \end{bmatrix} \quad \begin{vmatrix} 4 & -2 \\ -2 & 6 \end{vmatrix} = \frac{24 + 4}{24 - 4} = \frac{28}{20} = 1.4 \text{ A} \quad \text{ตอบ}$$

จะเห็นได้ว่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน R_1 คือ I_1 และกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน R_3 คือ I_2 แต่ในสาขา R_2 จะพบว่าเป็นลูปที่เกี่ยวข้องกับลูปอื่น ดังนั้นกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน R_2 คือ

$$\begin{aligned} I_{R2} &= I_2 - I_1 \\ &= 1.4\text{A} - 1.2\text{A} \end{aligned}$$

$$I_{R2} = 0.2A \text{ (มีทิศทางขึ้นตามทิศทางของ } I_2 \text{) } \quad \text{ตอบ}$$

สรุปสาระสำคัญ

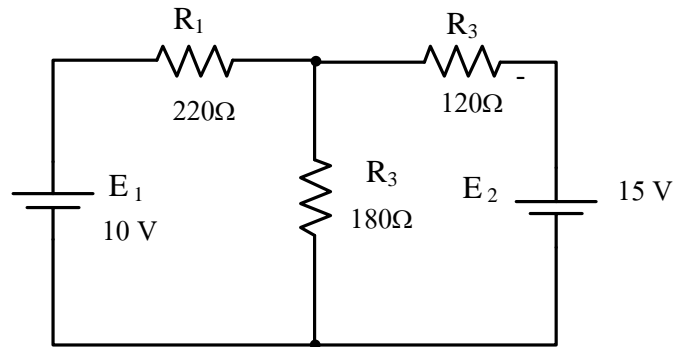
วิธีกระแสเมฆ คือ วิธีการสมมุติกระแสไฟฟ้าไหลวงรอบปิด (Closed Loop) มีลักษณะกระแสไฟฟ้าเป็นวงจะมีทิศทางตามเข็มนาฬิกาหรือทวนเข็มนาฬิกาก็ได้

การนำวิธีกระแสเมฆมาวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า มีวิธีการดังนี้

1. กำหนดหรือสมมุติทิศทางกระแสไฟฟ้าในวงปิด
2. ระบุเครื่องหมายขั้วแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมตัวต้านทานทุกตัวในวงจรโดยกระแสไฟฟ้าไหลเข้าตัวต้านทานให้ใส่เครื่องหมายบวก และกระแสไฟฟ้าไหลออกจากตัวต้านทานให้ใส่เครื่องหมายลบ
3. เขียนสมการแรงดันไฟฟ้าโดยใช้กฎแรงดันไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์ ในรูปที่กำหนดถ้าแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมตัวต้านทานเกิดจากกระแสไฟฟ้าลูปอื่นด้วยให้ถือหลักว่า ทิศทางกระแสไฟฟ้าทั้งสองไปทางเดียวกันให้ใส่เครื่องหมายบวก และถ้ากระแสไฟฟ้าทั้งสองสวนทางกันให้ใส่เครื่องหมายลบ
4. แทนค่าความต้านทานหรือค่าอื่นที่ปรากฏในวงจรไฟฟ้าในสมการแรงดันไฟฟ้า
5. แก้สมการหาตัวแปรที่ไม่ทราบค่า

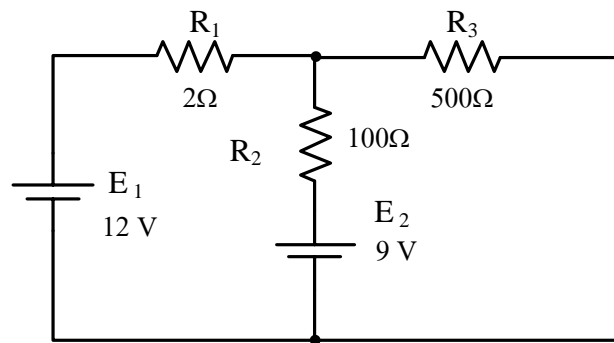
ตอนที่ 2 จงแสดงวิธีทำ

1. จากรูปที่ 15.6 จงหาค่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวต้านทานแต่ละตัวโดยใช้ทฤษฎีเมชเคอร์เร็น



รูปที่ 15.6 รูปที่ ๘-15.1 แบบฝึกหัดตอนที่ 2 ข้อ 1

2. จากรูปที่ 15.7 จงหาค่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวต้านทานแต่ละตัวและแรงดันตกคร่อมตัวต้านทานแต่ละตัวโดยใช้ทฤษฎีเมชเคอร์เร็น



รูปที่ 15.7 รูปที่ ๘-15.2 แบบฝึกหัดตอนที่ 2 ข้อ 2