

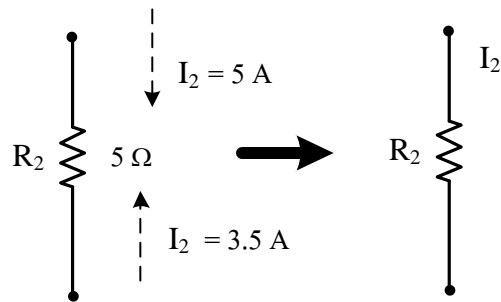
แบบทดสอบก่อนเรียน

หน่วยที่ 16 ทฤษฎีการวางซ้อน

- คำชี้แจง**
1. แบบทดสอบชุดนี้มีทั้งหมด 10 ข้อ
 2. ให้ทำเครื่องหมายกากบาท (X) ทับข้อที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว
 3. ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ 20 นาที

1. ข้อใดบอกความหมายของทฤษฎีการวางซ้อนได้ถูกต้องที่สุด
 - ก. การหาค่ากระแสไฟฟ้าแต่ละสาขาและนำมารวมกันทางพีชคณิตตามทิศทางของกระแสไฟฟ้า
 - ข. การหาค่ากระแสไฟฟ้าแต่ละสาขาโดยใช้กฎสูตรต่างๆ ที่เกี่ยวข้องและนำค่าที่ได้มารวมกัน
 - ค. การหาค่ากระแสไฟฟ้าสาขาที่เกิดจากแหล่งจ่ายครั้งละแหล่งจ่ายของทุกแหล่งจ่ายในวงจรและให้แหล่งจ่ายอื่นลัดวงจร กระแสไฟฟ้ารวมในสาขาที่ต้องการหาค่าคือผลรวมทางพีชคณิตของกระแสไฟฟ้าสาขาที่เกิดขึ้นแต่ละครั้งนั้น
 - ง. การหาค่ากระแสไฟฟ้าสาขาที่เกิดจากแหล่งจ่ายครั้งละหลายแหล่งจ่ายของทุกแหล่งจ่ายในวงจร และให้แหล่งจ่ายอื่นเป็นศูนย์กระแสไฟฟ้าสาขาที่เกิดขึ้นแต่ละครั้งนั้น
2. ข้อใดบอกขั้นตอนการแก้ปัญหาวงจรไฟฟ้าโดยใช้ทฤษฎีการวางซ้อนได้ถูกต้องที่สุด
 - ก. 1) กำหนดให้มีแหล่งจ่ายครั้งละ 1 แหล่งจ่าย แหล่งจ่ายที่เหลืออื่นให้ลัดวงจร แล้วจึงหาค่ากระแสไฟฟ้าหรือแรงดันไฟฟ้า จากแหล่งจ่าย 1 แหล่งจ่าย ครั้งที่ 1 2) กำหนดแหล่งจ่ายครั้งที่ 2 ต่อเข้าไปในวงจรที่จุดเดิม ที่แหล่งจ่ายกำหนดครั้งที่ 1 ลัดวงจร 3) นำค่ากระแสไฟฟ้าจากครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 มารวมกัน
 - ข. 1) กำหนดให้มีแหล่งจ่ายครั้งละ 1 แหล่งจ่าย แล้วจึงหาค่ากระแสไฟฟ้าหรือแรงดันไฟฟ้า จากแหล่งจ่าย ครั้งที่ 1 2) กำหนดแหล่งจ่ายครั้งที่ 2 ต่อเข้าไปในวงจรที่จุดเดิม ที่แหล่งจ่ายที่กำหนดครั้งที่ 1 ให้ลัดวงจร 3) นำค่ากระแสไฟฟ้าหรือแรงดันไฟฟ้าจากครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 มารวมกัน
 - ค. 1) กำหนดให้มีแหล่งจ่ายครั้งละ 1 แหล่งจ่าย แหล่งจ่ายที่เหลืออื่นเป็นศูนย์ แล้วจึงหาค่ากระแสไฟฟ้าหรือแรงดันไฟฟ้า จากแหล่งจ่าย 1 แหล่งจ่าย ครั้งที่ 1 2) กำหนดแหล่งจ่ายครั้งที่ 2 ต่อเข้าไปในวงจรที่จุดเดิม ที่แหล่งจ่ายที่กำหนดครั้งที่ 1 ให้เป็นศูนย์ 3) นำค่ากระแสไฟฟ้าหรือแรงดันไฟฟ้าจากครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 มารวมกันทางพีชคณิต
 - ง. ถูกทุกข้อ

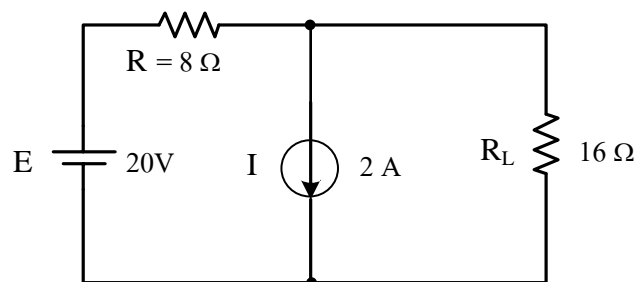
3. จากรูป ถ้าตัวต้านทาน R_2 มีกระแสไฟฟ้าไหลที่เกิดจาก 2 แหล่งจ่าย กระแสไฟฟ้ารวมจะมีค่าเท่าไร



รูปที่ ก-16.1 สำหรับตอบคำถามข้อที่ 3

- ก. $I_2 = 3.5A - 5A = -1.5 A$ มีทิศทางการตาม I_2''
- ข. $I_2 = 5A + 3.5A = 8.5 A$ มีทิศทางการตาม I_2'
- ค. $I_2 = 5A - 3.5A = 1.5 A$ มีทิศทางการตาม I_2'
- ง. $I_2 = 3.5A - 5A = -1.5 A$ มีทิศทางการตาม I_2''

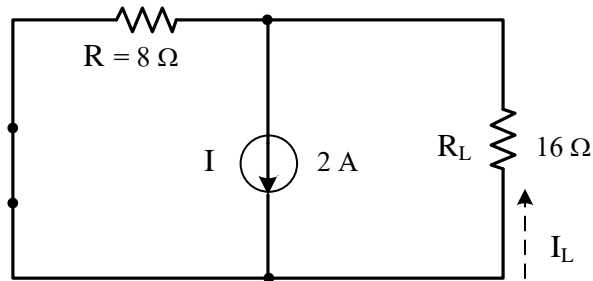
จากรูปที่ ก-16.1 ใช้ตอบคำถามข้อ 4-7



รูปที่ ก-16.2 สำหรับตอบคำถามข้อ 4-7

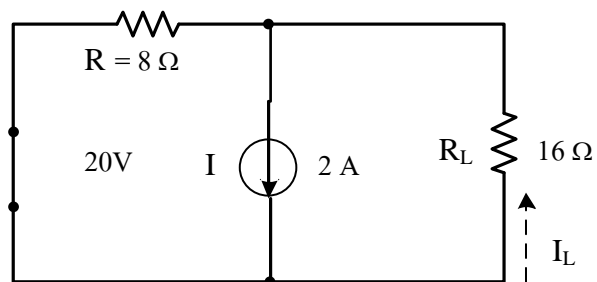
4. จากรูป ต้องการหาค่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน R_L โดยใช้ทฤษฎีการวางซ้อน จะหาค่ากระแสไฟฟ้าครั้งที่ 1 ได้ตรงตามข้อใด

ก.



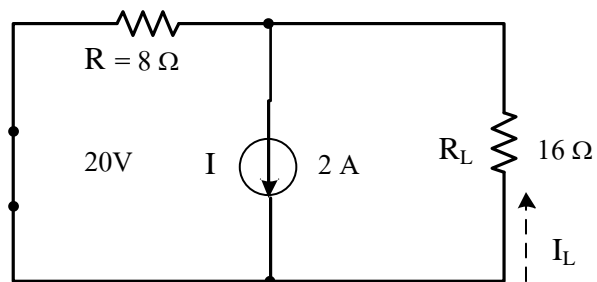
$$I'_L = \left(\frac{8\Omega}{24\Omega} \right) \times 2 \text{ A} = 0.67 \text{ A}$$

ข.



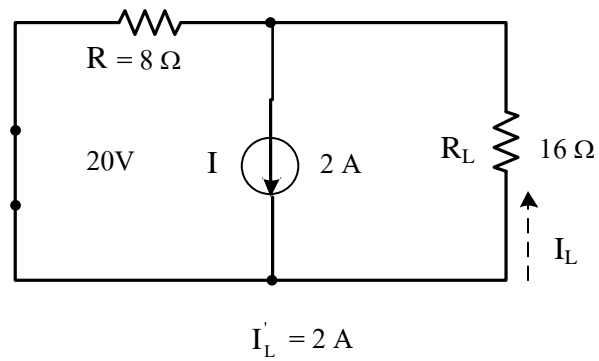
$$I'_L = \left(\frac{8\Omega}{24\Omega} \right) \times 2 \text{ A} = 1 \text{ A}$$

ค.



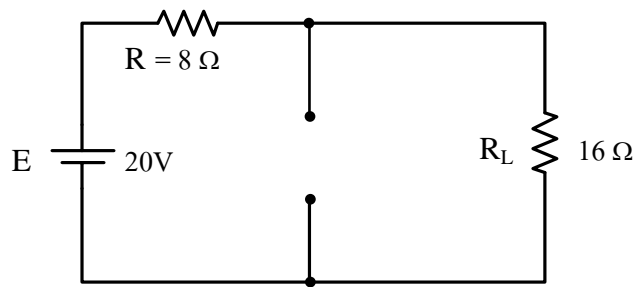
$$I'_L = \left(\frac{16\Omega}{24\Omega} \right) \times 2 \text{ A} = 1.33 \text{ A}$$

ง.



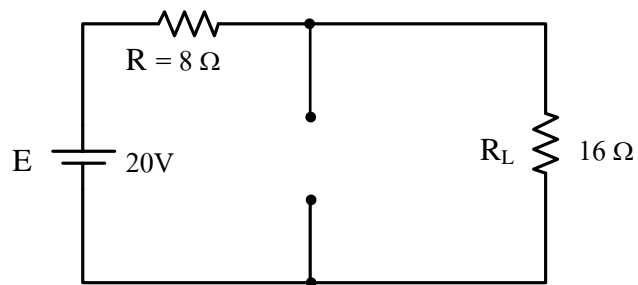
5. จากรูป ต้องการหาค่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน R_L โดยใช้ทฤษฎีการวางซ้อน จะหาค่ากระแสไฟฟ้าครั้งที่ 2 (ต่อเนื่องจากข้อ 4) ได้ตรงตามข้อใด

ก.



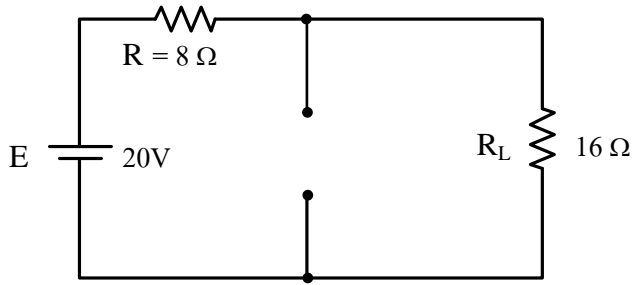
$$I_L'' = \left(\frac{20\text{V}}{8\Omega} \right) = 2.5 \text{ A}$$

ข.



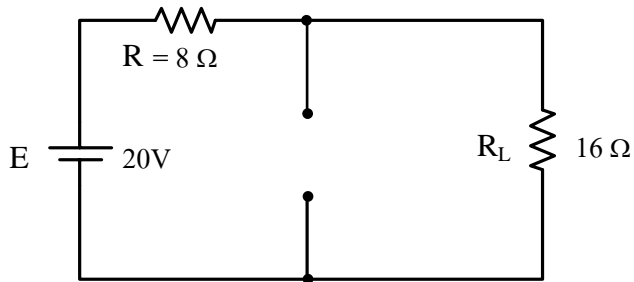
$$I_L'' = \left(\frac{20\text{V}}{16\Omega} \right) = 1.25 \text{ A}$$

ค.



$$I_L'' = \left(\frac{20V}{8\Omega} \right) = 0.83 \text{ A}$$

ง.



$$I_L'' = \left(\frac{20V}{8\Omega} \right) = 2.5 \text{ A}$$

6. จากรูป กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน R_L มีค่าเท่าไร

ก. $I_L = I_L' - I_L'' = 1A - 1.25A = -0.25A$

ข. $I_L = I_L' + I_L'' = 0.67A - 0.83A = 1.5A$

ค. $I_L = I_L' \times I_L'' = 0.16 \text{ A} - 0.83A = -0.16A$

ง. $I_L = I_L' - I_L'' = 1.33A - 2.5 \text{ A} = -1.17A$

7. จากรูป แรงดันไฟฟ้าตกคร่อม R_L มีค่าเท่าไร

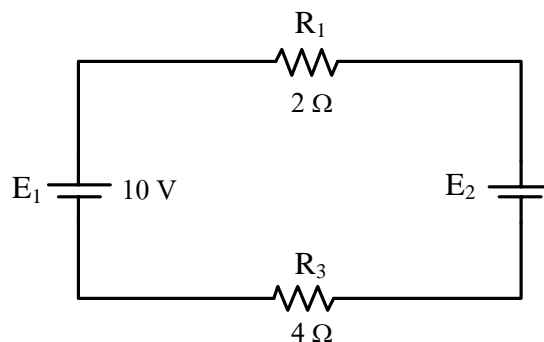
ก. $V_L = I_L \times R_L = 0.16A \times 16\Omega = 4V$

ข. $V_L = I_L \times R_L = 1.5A \times 16\Omega = 24V$

ค. $V_L = I_L \times R_L = 0.16A \times 16\Omega = 9.6V$

ง. $V_L = I_L \times R_L = 1.17A \times 16\Omega = 18.72V$

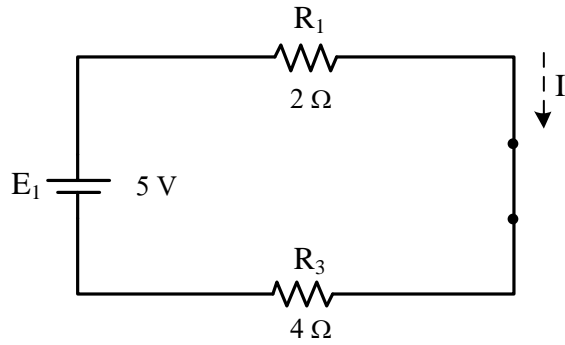
จากรูปที่ ก-16.2 ใช้ตอบคำถามข้อ 8-10



รูปที่ ก-16.2 สำหรับตอบคำถามข้อ 8-10

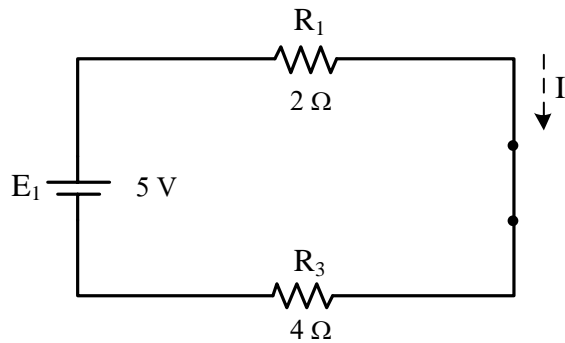
8. จากรูป ต้องการหาค่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลในวงจร โดยใช้ทฤษฎีการวางซ้อน จะหาค่ากระแสไฟฟ้าครั้งที่ 1 ได้ตรงตามข้อใด

ก.



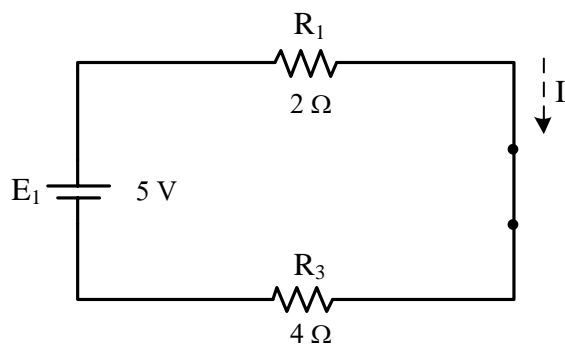
$$I' = 0.83\text{ A}$$

ข.



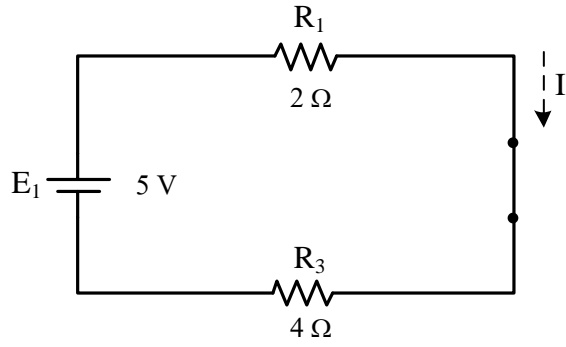
$$I' = 2.5\text{ A}$$

ค.



$$I' = 1.25\text{ A}$$

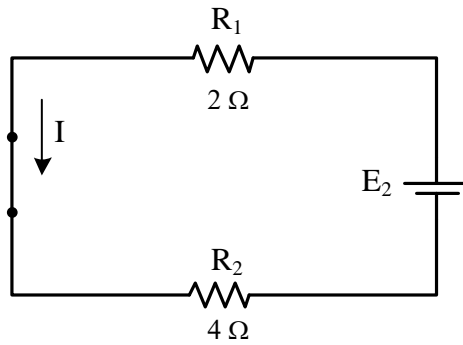
ง.



$$I' = 1.2 \text{ A}$$

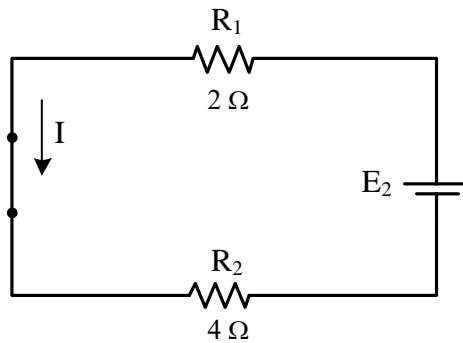
9. จากรูป ต้องการหาค่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลในวงจร โดยใช้ทฤษฎีการวางซ้อน จะหาค่ากระแสไฟฟ้าครั้งที่ 2 ได้ตรงตามข้อใด

ก.



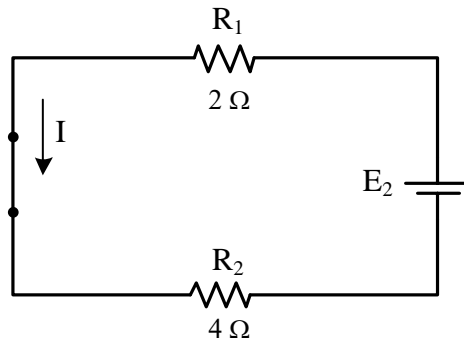
$$I_L'' = 5 \text{ A}$$

ข.



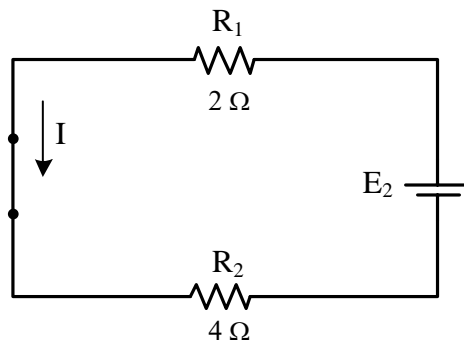
$$I_L'' = 2.5 \text{ A}$$

ก.



$$I_L'' = 1.67\text{ A}$$

ง.



$$I_L'' = 0.6\text{ A}$$

10. จากรูป กระแสไฟฟ้าที่ไหลในวงจรมีค่าเท่าไร

ก. 0.42A

ข. 0.84A

ค. 2.5A

ง. 1.3A

หน่วยที่ 16

ทฤษฎีการวางซ้อน

สาระการเรียนรู้

1. ทฤษฎีการวางซ้อน
2. ขั้นตอนการแก้ปัญหาวงจรไฟฟ้าด้วยทฤษฎีการวางซ้อน
3. การแก้ปัญหาโจทย์วงจรไฟฟ้าโดยใช้ทฤษฎีการวางซ้อน

จุดประสงค์การสอน

จุดประสงค์ทั่วไป

เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ และเข้าใจการใช้ทฤษฎีของการวางซ้อนในการแก้ปัญหาวงจรไฟฟ้า

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. บอกความหมายของทฤษฎีของการวางซ้อนได้
2. บอกขั้นตอนการนำทฤษฎีการวางซ้อนมาใช้แก้ปัญหาวงจรไฟฟ้าได้
3. คำนวณหาค่าในวงจรไฟฟ้าโดยใช้ทฤษฎีการวางซ้อนได้

ทฤษฎีการวางซ้อน (Superposition Theorem) ที่จะใช้หาค่ากระแสไฟฟ้าหรือแรงดันไฟฟ้าของวงจรเชิงเส้นที่มีหลายแหล่งจ่าย ซึ่งจะช่วยให้การแก้ปัญหาวงจรไฟฟ้าได้ง่ายขึ้นและสามารถใช้ร่วมกับทฤษฎีอื่นๆ ได้ เช่น ทฤษฎีเทวินิน เป็นต้น

16.1 แนวคิดของทฤษฎีการวางซ้อน

ทฤษฎีการวางซ้อน (Superposition Theorem) ที่จะใช้หาค่ากระแสไฟฟ้าหรือแรงดันไฟฟ้าของวงจรเชิงเส้นที่มีหลายแหล่งจ่าย โดยหาค่าครึ่งละแหล่งจ่ายและให้แหล่งจ่ายที่เหลืออื่นเป็นศูนย์ที่จุดต่อของแหล่งจ่ายนั้นและทำซ้ำจนกว่าจะครบทุกแหล่งจ่าย ซึ่งต้องพึงระลึกไว้ว่าแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้าในอุดมคติจะมีความต้านทานภายในเท่ากับศูนย์

ทฤษฎีการวางซ้อนได้กล่าวไว้ว่า “กระแสไฟฟ้าในสาขาใดๆ ของวงจรเชิงเส้นหลายแหล่งจ่ายสามารถหาค่าได้จากกระแสไฟฟ้าสาขาที่เกิดจากแหล่งจ่ายครึ่งละแหล่งจ่ายของทุกแหล่งจ่ายในวงจรและให้

แหล่งจ่ายอื่นเป็นศูนย์ กระแสไฟฟ้ารวมในสาขาที่ต้องการหาค่าคือผลรวมทางพีชคณิตของกระแสไฟฟ้าสาขาที่เกิดขึ้นครั้งละแหล่งจ่ายในสาขาที่ต้องการหาค่านั้น"

16.1.1 ขั้นตอนการแก้ปัญหาวงจรไฟฟ้าโดยใช้ทฤษฎีการวางซ้อน

ขั้นตอนหาค่ากระแสไฟฟ้าหรือแรงดันไฟฟ้าของวงจรเชิงเส้นที่มีหลายแหล่งจ่าย โดยหาค่าครั้งละแหล่งจ่ายและให้แหล่งจ่ายที่เหลืออื่นเป็นศูนย์ มีขั้นตอนกรณีวงจรไฟฟ้ามี 2 แหล่งจ่าย ดังนี้ (Floyd Thomas L.; 2001:259)

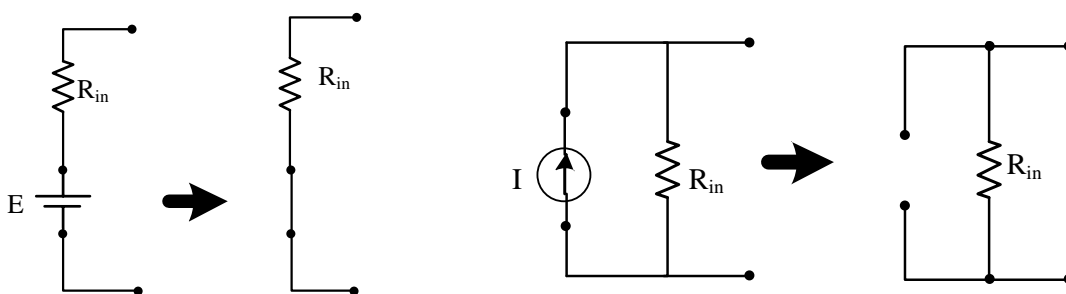
1. กำหนดให้มีแหล่งจ่ายครั้งละ 1 แหล่งจ่าย แหล่งจ่ายที่เหลืออื่นเป็นศูนย์ ถ้าเป็นแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้าให้ลัดวงจร (ความต้านทานที่ขั้วลัดวงจรเป็นศูนย์) และถ้าเป็นแหล่งจ่ายกระแสไฟฟ้าให้เปิดวงจร แล้วจึงหาค่ากระแสไฟฟ้าหรือแรงดันไฟฟ้าตอนใดที่กำหนด จากแหล่งจ่าย 1 ครั้งที 1 ดังรูปที่ 16.1-16.2



ก) แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้าให้ลัดวงจร

ข) แหล่งจ่ายกระแสไฟฟ้าให้เปิดวงจร

รูปที่ 16.1 การนำแหล่งจ่ายออกจากวงจรเพื่อให้แหล่งจ่ายเป็นศูนย์



ก) จุดที่มีแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้าให้ลัดวงจร

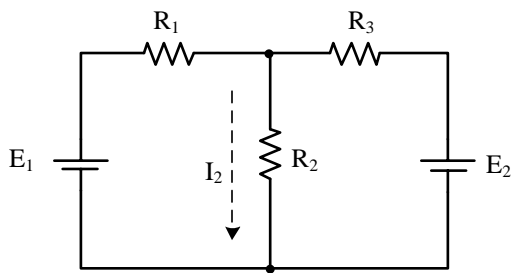
ข) จุดที่มีแหล่งจ่ายกระแสไฟฟ้าให้เปิดวงจร

รูปที่ 16.2 ตัวอย่างผลจากการนำแหล่งจ่ายออกจากวงจร

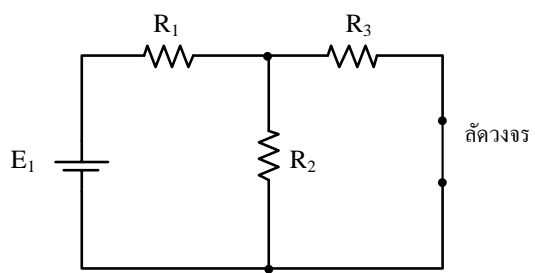
2. กำหนดแหล่งจ่ายครั้งที่ 2 ต่อเข้าไปในวงจรที่จุดเดิม ที่แหล่งจ่ายที่กำหนดครั้งที่ 1 ให้เป็นศูนย์ แล้วจึงหาค่ากระแสไฟฟ้าหรือแรงดันไฟฟ้าตามโจทย์กำหนด จากแหล่งจ่าย 1 แหล่งจ่าย ครั้งที่ 2

3. นำค่ากระแสไฟฟ้าหรือแรงดันไฟฟ้าจากครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 มารวมกันทางพีชคณิตจะได้ กระแสไฟฟ้าหรือแรงดันตามโจทย์ต้องการ

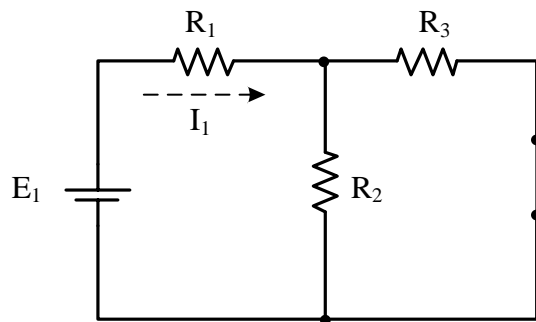
จากขั้นตอนการประยุกต์ใช้ทฤษฎีการวางซ้อน อธิบายประกอบดังรูปที่ 10.3 ซึ่งเป็นวงจรผสมที่มี 2 แหล่งจ่าย ดังนี้ (Floyd Thomas L.; 2001:260)



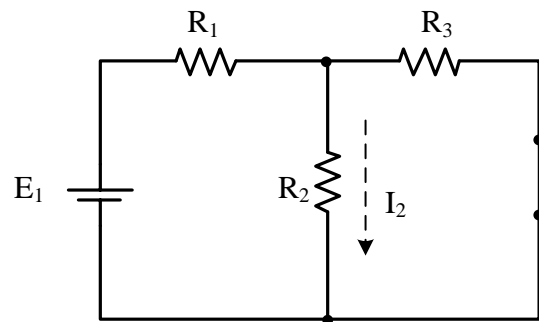
ก) ปัญหาคือต้องการหาค่า I_2



ข) ลัดวงจร E_2 ให้ความต้านทานเป็นศูนย์



ค) หาค่า R_{T1} และ I_1 มองจาก E_1

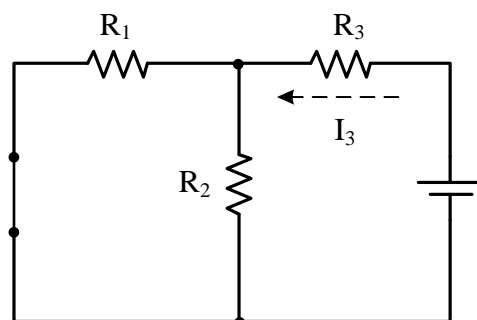
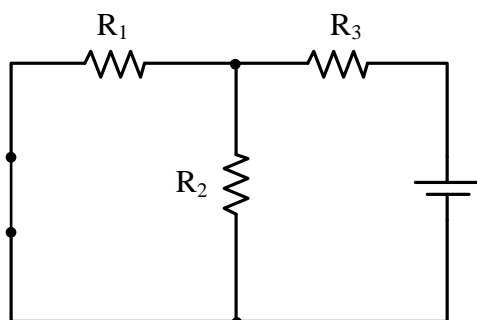


ง) หาค่า I_2' โดยประยุกต์ใช้กฎการแบ่ง

กระแส

$$R_{T1} = R_1 + R_1 // R_3 \text{ และ } I_1 = E_1 / R_{T1}$$

$$I_2' = \frac{R_3}{R_2 + R_3} \times I_1$$

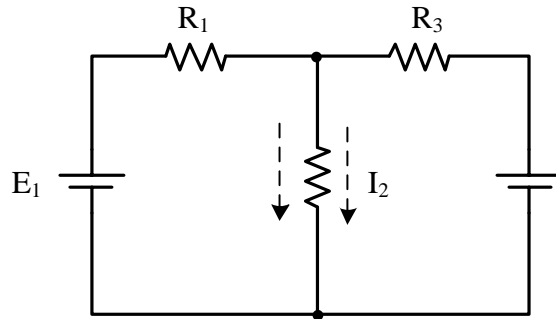
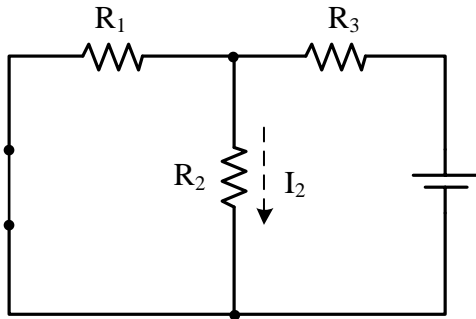


จ) ถัดวงจร E_1 ให้ความต้านทานเป็นศูนย์

ฉ) หาค่า R_{T2} และ I_3 มองจาก E_2

$$I_2'' = \frac{R_1}{R_1 + R_2} \times I_3$$

$$R_{T2} = R_3 + R_1 // R_2 \text{ และ } I_3 = E_2 / R_{T2}$$



ช) หาค่า I_2'' โดยประยุกต์ใช้กฎการแบ่งกระแสไฟฟ้า

ซ) แหล่งจ่ายวงจรเดิมมีกระแสไฟฟ้าไหล 2 ค่า

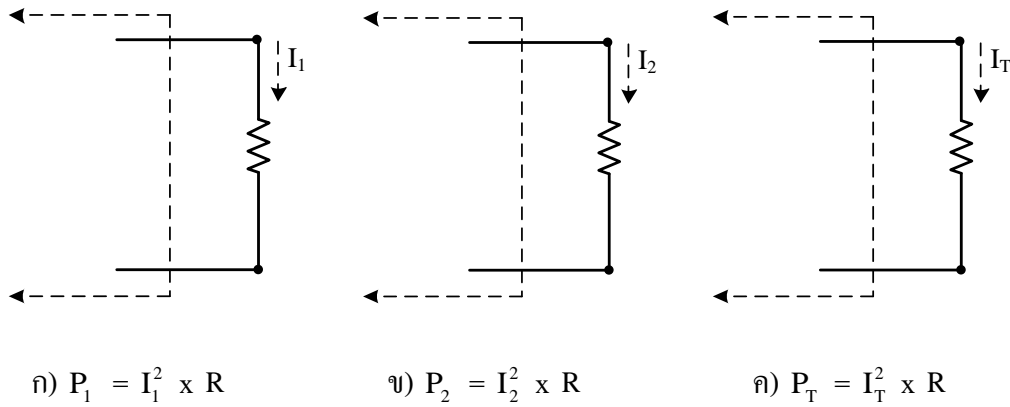
$$\text{มีทิศทางเดียวกันดังนั้น } I_2 = I_2' + I_2''$$

รูปที่ 16.3 การประยุกต์ใช้ทฤษฎีการวางซ้อน

16.1.2 หลักการวางซ้อนไม่ประยุกต์ใช้กับกำลังไฟฟ้า

กระแสไฟฟ้ารวมที่ไหลผ่านจุดใดๆ ในวงจรโครงข่ายจะเท่ากับผลรวมทางพีชคณิตของกระแสไฟฟ้าที่เกิดจากแหล่งจ่ายอิสระทุกแหล่งจ่ายในวงจรโครงข่ายนั้น ดังนั้นสำหรับวงจรที่มีสองแหล่งจ่าย ถ้าแหล่งจ่ายหนึ่งจ่ายหนึ่งจ่ายกระแสไฟฟ้าไปทิศทางหนึ่ง อีกแหล่งจ่ายหนึ่งจ่ายกระแสไฟฟ้าไปในทิศทางตรงกันข้ามกับแหล่งจ่ายแรกผ่านตัวต้านทานตัวเดียวกัน ทิศทางของกระแสไฟฟ้าที่เหลือจากการหักล้างจะมีทิศทางตามกระแสไฟฟ้าของแหล่งจ่ายกระแสไฟฟ้ามากกว่า และกระแสไฟฟ้าที่เหลือนั้นคือผลรวมของกระแสไฟฟ้าของสองแหล่งจ่ายนั้นและที่กล่าวมานั้นได้นำมาใช้สำหรับกำหนดขีดแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมให้ถูกต้องด้วย

หลักการวางซ้อน (Superposition Principle) ไม่ประยุกต์ใช้กับกำลังไฟฟ้า เนื่องจากกำลังไฟฟ้าที่สูญเสียที่ตัวต้านทานจะแปรผันไม่เป็นเชิงเส้นกับกระแสไฟฟ้าหรือแรงดันไฟฟ้า ดังตัวอย่างกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวต้านทาน R ของรูปที่ 16.4



รูปที่ 16.4 พิสูจน์ข้อเท็จจริงว่าการวางซ้อนนั้นไม่ประยุกต์ใช้กับกำลังไฟฟ้า

จากรูปที่ 16.4 ก)-ข) ถ้า I_1 เกิดจากแหล่งจ่ายหนึ่งของวงจร และ I_2 เกิดจากอีกแหล่งจ่ายหนึ่งของวงจร (ที่มี 2 แหล่งจ่าย) ไหลผ่านตัวต้านทานตัวเดียวกัน เมื่อประยุกต์ใช้ทฤษฎีบทการวางซ้อนจะได้กระแสไฟฟ้ารวมที่ไหลผ่านตัวต้านทานที่เกิดจากทั้ง 2 แหล่งจ่าย คือ I_T ดังรูปที่ 16.4 ค) ดังนั้น

$$I_T = I_1 + I_2$$

กำลังไฟฟ้าที่ส่งถึงตัวต้านทานในรูปที่ 16.4 ก) คือ $P_1 = I_1^2 \times R$ เช่นเดียวนั้นกำลังไฟฟ้าที่ส่งถึงตัวต้านทานในรูปที่ 16.4 ข) คือ $P_2 = I_2^2 \times R$ ถ้าสมมุติว่ากำลังไฟฟ้ารวมในรูปที่ 16.4ค) สามารถเพิ่มขึ้นได้จากการส่งกำลังไฟฟ้าของทุกแหล่งจ่าย เราจะได้

$$P_T = P_1 + P_2 = (I_1^2 \times R) + (I_2^2 \times R) = I_T^2 \times R$$

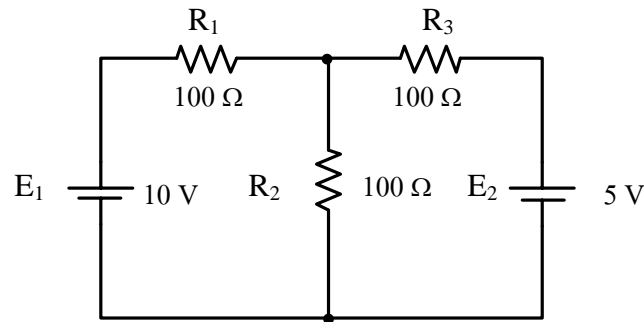
$$\text{หรือ } I_T^2 = I_1^2 + I_2^2$$

ดังนั้นความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้านี้จึง ไม่ถูกต้อง ซึ่งความแตกต่างกำลังไฟฟ้าที่กล่าวมานั้นทำให้แน่ใจได้ว่าเราไม่ใช่หลักการวางซ้อนกับกำลังไฟฟ้า ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่า "กำลังไฟฟ้ารวมที่ส่งถึงองค์ประกอบวงจรที่มีความต้านทาน หาค่าได้โดยใช้กระแสไฟฟ้ารวมที่ไหลผ่านหรือใช้แรงดันไฟฟ้าตกคร่อมองค์ประกอบนั้นและไม่สามารถหาค่าโดยใช้ผลรวมของกำลังไฟฟ้าแต่ละแหล่งจ่ายได้"

16.2 การนำทฤษฎีการวางซ้อนมาใช้แก้ปัญหาวงจรไฟฟ้า

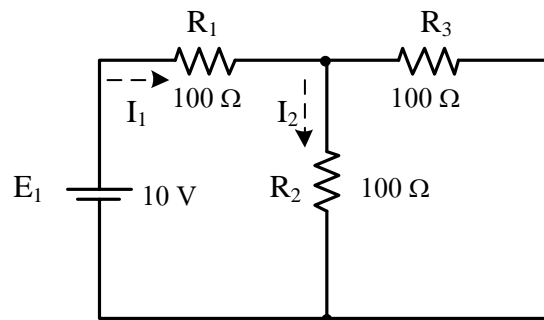
การนำทฤษฎีการวางซ้อนมาใช้แก้ปัญหาวงจรไฟฟ้าใช้ขั้นตอนที่กล่าวมาแล้ว ขอให้พิจารณาตัวอย่างต่อไปนี้ เพื่อจะได้เข้าใจยิ่งขึ้น

ตัวอย่างที่ 16.1 จากรูป จงหาค่ากระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้าตกคร่อม R_2 โดยใช้ทฤษฎีการวางซ้อน
(Floy, Thomas L., 2001:261)



รูปที่ 16.5 วงจรไฟฟ้าตามตัวอย่างที่ 16.1

วิธีทำ ขั้นที่ 1 ลัดวงจร E_2 เพื่อหาค่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน R_2 ที่เกิดจากแหล่งจ่าย E_1 และประยุกต์ใช้กฎการแบ่งกระแสไฟฟ้า ดังรูป 16.6



รูปที่ 16.6 การประยุกต์ใช้กฎการแบ่งกระแสไฟฟ้า

$$R_{T1} = R_1 + \frac{R_2}{2} = 100 \Omega + \frac{100}{2} = 150 \Omega$$

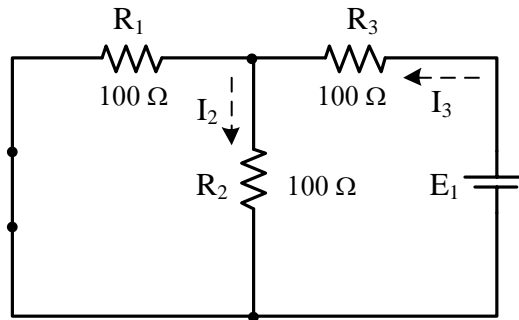
$$I_1 = \frac{E_1}{R_{T1}} = \frac{10V}{150 \Omega} = 66.7 \text{ mA}$$

ประยุกต์ใช้กฎการแบ่งกระแสไฟฟ้าเพื่อหาค่า I_2'

$$I_2' = \left(\frac{R_3}{R_2 + R_3} \right) \times I_1 = \left(\frac{100 \Omega}{200 \Omega} \right) \times 66.7 \text{ mA}$$

$$I_2' = \frac{6670\text{mA}}{200} = 33.3\text{mA}$$

ขั้นที่ 2 ลัดวงจร E_1 เพื่อหากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน R_2 ที่เกิดจากแหล่งจ่าย E_2 และประยุกต์ใช้กฎการแบ่งกระแสไฟฟ้า ดังรูป 16.7



รูปที่ 16.7 ลัดวงจร E_1 เพื่อหากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน R_2 ที่เกิดจากแหล่งจ่าย E_2

$$R_{T2} = R_3 + \frac{R_1}{2} = 100 \Omega + \frac{100 \Omega}{2} = 150 \Omega$$

$$I_3 = \frac{E_1}{R_{T2}} = \frac{5\text{V}}{150 \Omega} = 33.3 \text{ mA}$$

ประยุกต์ใช้กฎการแบ่งกระแสไฟฟ้าเพื่อหาค่า I_2''

$$I_2'' = \left(\frac{R_1}{R_1 + R_2} \right) \times I_3 = \left(\frac{100 \Omega}{200 \Omega} \right) \times 33.3 \text{ mA}$$

$$I_2'' = \frac{3330\text{mA}}{200 \Omega} = 16.7\text{mA}$$

ขั้นที่ 3 นำค่ากระแสไฟฟ้าจากครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 มารวมกันทางพีชคณิตจะได้กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน R_2

$$I_2 = I_2' + I_2'' = 33.3\text{mA} + 16.7\text{mA}$$

$$I_2 = 50\text{mA}$$

ตอบ

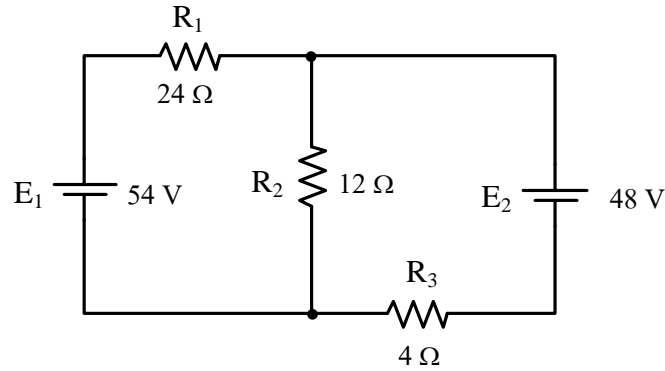
แรงดันไฟฟ้าตกคร่อม R_2 จะได้

$$V_2 = I_2 \times R_2$$

$$V_2 = 5V$$

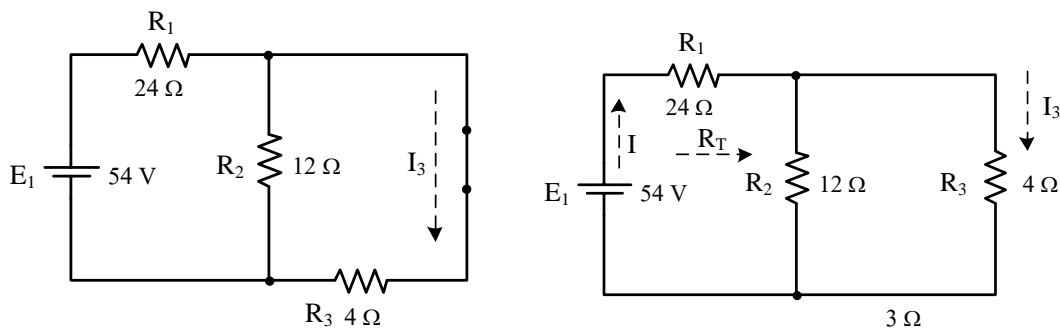
ตอบ

ตัวอย่างที่ 16.2 จากรูปที่ 16.8 จงหากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน R_3 โดยใช้ทฤษฎีการวางซ้อน



รูปที่ 16.8 วงจรไฟฟ้าตามตัวอย่างที่ 16.2

วิธีทำ ขั้นที่ 1 ลัดวงจร E_2 เพื่อหาค่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน R_3 ที่เกิดจากแหล่งจ่าย E_1 และหาค่า I_3 ดังรูป



รูปที่ 16.9 ลัดวงจร E_2 เพื่อหาค่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน R_3 และหาค่า I_3

$$R_T = R_1 + \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3} = 24 \Omega + \frac{12 \Omega \times 4 \Omega}{12 \Omega + 4 \Omega}$$

$$R_T = 24 \Omega + 3 \Omega = 27 \Omega$$

$$I = \frac{E_1}{R_T} = \frac{54 \Omega}{27 \Omega}$$

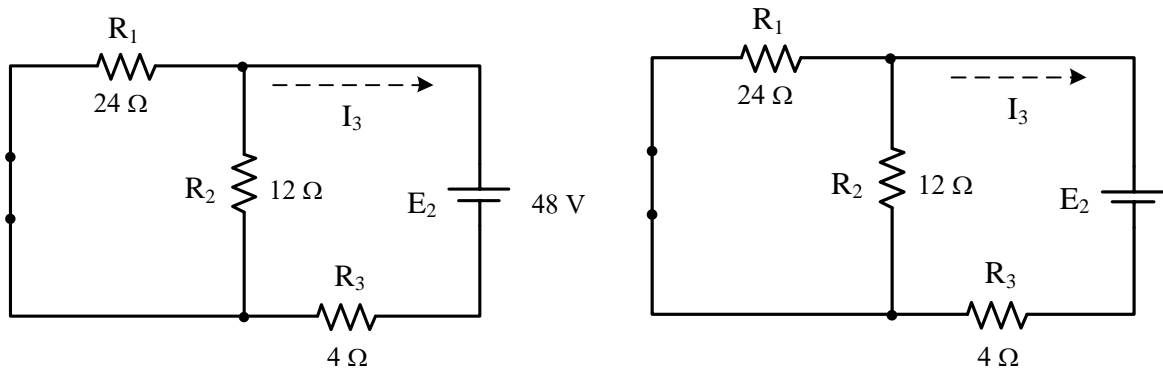
$$I = 2 \text{ A}$$

ประยุกต์ใช้กฎการแบ่งกระแสไฟฟ้า จะได้

$$I'_3 = \left(\frac{R_1}{R_1 + R_2} \right) \times I_3 = \left(\frac{12 \Omega}{12 \Omega + 4 \Omega} \right) \times 2 \text{ A}$$

$$I'_3 = \frac{24 \text{ A}}{16} = 1.5 \text{ A}$$

ขั้นที่ 2 ลัดวงจร E_1 เพื่อหาค่า I''_3 ที่เกิดจากแหล่งจ่าย E_2 ดังรูป



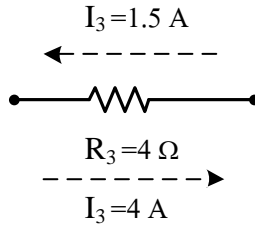
รูปที่ 16.10 ลัดวงจร E_1 เพื่อหาค่า I''_3 ที่เกิดจากแหล่งจ่าย E_2

$$R_T = R_3 + \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = 4 \Omega + \frac{12 \Omega \times 4 \Omega}{12 \Omega + 4 \Omega}$$

$$R_T = 4 \Omega + 8 \Omega = 12 \Omega$$

$$I''_3 = \frac{E_2}{R_T} = \frac{48 \text{ V}}{12 \Omega} = 4 \text{ A}$$

ขั้นที่ 3 นำค่ากระแสไฟฟ้าจากครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 มารวมกันทางพีชคณิตจะได้กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน R_3 ไหลสวนทางกันดังรูป



รูปที่ 16.10 กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน R_3 ไหลสวนทางกัน

$I_3 = I_3'' + I_3' = 4\text{A} - 1.5\text{A} = 2.5\text{A}$ (มีทิศทางตาม I_3') ตอบ

16.3 สรุปสาระสำคัญ

ทฤษฎีการวางซ้อนกล่าวไว้ว่า “กระแสไฟฟ้าในสาขาใด ๆ ของวงจรเชิงเส้นหลายแหล่งจ่ายสามารถหาค่าได้จากกระแสไฟฟ้าสาขาที่เกิดจากแหล่งจ่ายครั้งละแหล่งจ่ายของทุกแหล่งจ่ายของทุกแหล่งจ่ายในวงจร และให้แหล่งจ่ายอื่นเป็นศูนย์ กระแสไฟฟ้ารวมในสาขาที่ต้องการหาค่า คือผลรวมทางพีชคณิตของกระแสไฟฟ้าสาขาที่เกิดขึ้นครั้งละแหล่งจ่ายในสาขาที่ต้องการหาค่านั้น”

การนำทฤษฎีการวางซ้อนไปใช้แก้ปัญหาวงจรไฟฟ้า มีขั้นตอนสำคัญ ดังนี้

1. กำหนดให้มีแหล่งจ่ายครั้งละ 1 แหล่งจ่าย แหล่งจ่ายที่เหลืออื่นเป็นศูนย์ ถ้าเป็นแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้าให้ลัดวงจร (ความต้านทานที่ขั้วลัดวงจรเป็นศูนย์) และถ้าเป็นแหล่งจ่ายกระแสไฟฟ้าให้เปิดวงจร แล้วจึงหาค่ากระแสไฟฟ้าหรือแรงดันไฟฟ้าตามโจทย์กำหนด จากแหล่งจ่าย 1 แหล่งจ่ายครั้งที่ 1
2. กำหนดแหล่งจ่ายครั้งที่ 2 ต่อเข้าไปในวงจรที่จุดเดิม ที่แหล่งจ่ายที่กำหนดครั้งที่ 1 ให้เป็นศูนย์ แล้วจึงหาค่ากระแสไฟฟ้าหรือแรงดันไฟฟ้าตามโจทย์กำหนด จากแหล่งจ่าย 1 แหล่งจ่าย ครั้งที่ 2
3. นำค่ากระแสไฟฟ้าหรือแรงดันไฟฟ้าจากครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 มารวมกันทางพีชคณิตจะได้กระแสไฟฟ้าหรือแรงดันไฟฟ้าตามโจทย์ต้องการ

แบบฝึกหัด

หน่วยที่ 16 ทฤษฎีการวางซ้อน

ตอนที่ 1 จงเติมคำในช่องว่างหรือให้ความหมายของคำต่อไปนี้

10.1 ทฤษฎีการวางซ้อนหมายถึง

10.2 การนำทฤษฎีการวางซ้อนไปแก้ปัญหาวงจรไฟฟ้ามีขั้นตอน คือ

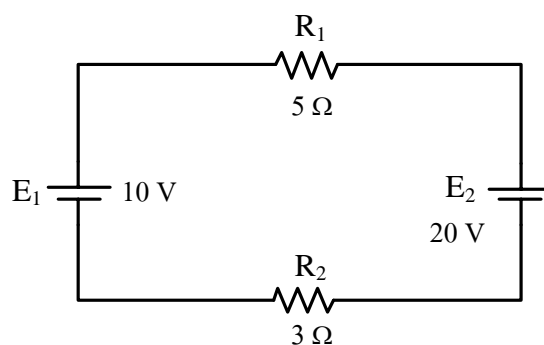
.....

.....

.....
.....
.....

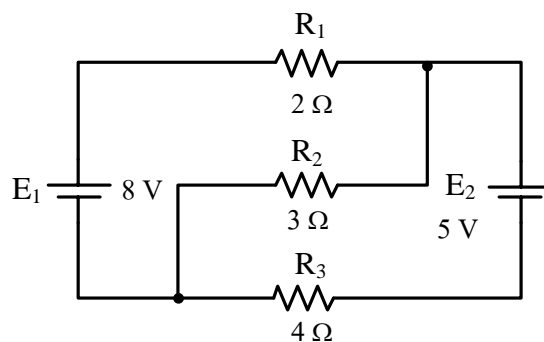
ตอนที่ 2 จงแสดงวิธีทำ

1. จากวงจรไฟฟ้าในรูปที่ ฝ-16.1 จงหาค่ากระแสไฟฟ้าในวงจร โดยใช้ทฤษฎีการวางซ้อน



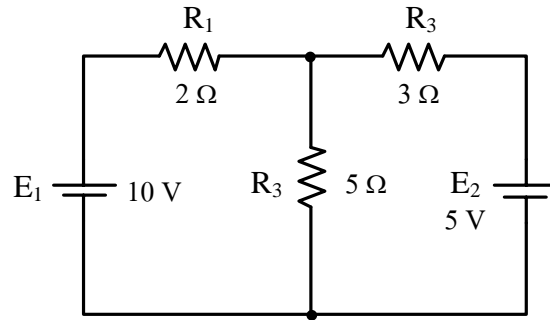
รูปที่ ฝ-16.1 แบบฝึกหัดตอนที่ 2 ข้อ 1

2. จากรูปที่ ฝ-16.2 จงหาค่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวต้านทานทุกตัว โดยใช้ทฤษฎีการวางซ้อน



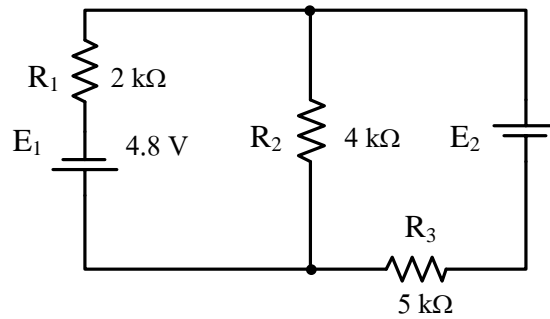
รูปที่ ฝ-16.2 แบบฝึกหัดตอนที่ 2 ข้อ 2

3. จากรูปที่ ฝ-16.3 จงหาค่าต่อไปนี้ โดยใช้ทฤษฎีการวางซ้อน กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวต้านทาน R3



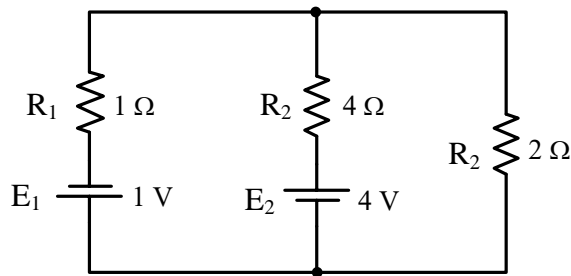
รูปที่ ฝ-16.3 แบบฝึกหัดตอนที่ 2 ข้อ 3

4. จากรูปที่ ฝ-16.4 จงหากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน R_2 โดยใช้ทฤษฎีการวางซ้อน



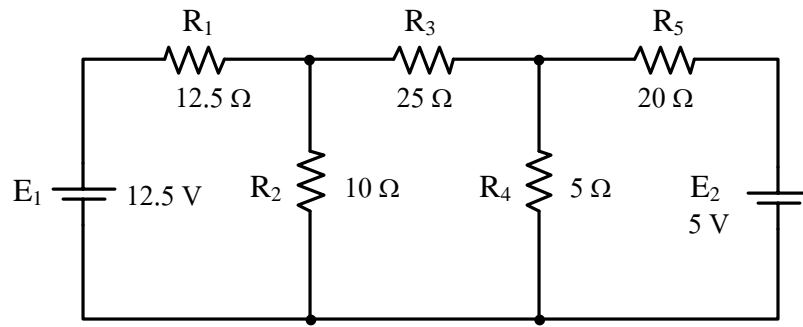
รูปที่ ฝ-16.4 แบบฝึกหัดตอนที่ 2 ข้อ 4

5. จากที่ ฝ-16.5 จงหากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน R_3 โดยใช้ทฤษฎีการวางซ้อน



รูปที่ ฝ-16.5 แบบฝึกหัดตอนที่ 2 ข้อ 5

6. จากรูปที่ ฝ-16.6 จงหากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวต้านทาน 25 โอห์ม โดยใช้ทฤษฎีการวางซ้อน



รูปที่ ฝ-16.6 แบบฝึกหัดตอนที่ 2 ข้อ 6