กฎของเคอร์ชอฟฟ์

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (BEHAVIORAL OBJECTIVES)

หลังจากศึกษาจบบทเรียนนี้แล้ว นักศึกษาจะมีความสามารถดังนี้

1. อธิบายกฎกระแสไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์ได้
2. คำนวณกฎแรงดันไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์ได้
3. อธิบายการนำกฎของเคอร์ชอฟฟ์ไปใช้งานในวงจรไฟฟ้าได้

ในวงจรไฟฟ้ากระแสตรง การวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าเมื่อคำนวณหาค่าต่างๆ ในวงจรนั้น หากเป็นวงจรที่ไม่ยุ่งยากซับซ้อน สามารถจะคำนวณหาค่าได้โดยการใช้กฎของโอห์มแทนค่าในสมการ

แต่ในกรณีที่วงจรไฟฟ้ามีความซับซ้อนเพิ่มมากขึ้น ทำให้ไม่สามารถใช้กฎของโอห์มหาค่าได้นั้น จึงจำเป็นต้องใช้วิธีการอื่นในการวิเคราะห์วงจร ในปี ค.ศ. 1847 นักฟิสิกส์ชาวเยอรมันชื่อนายกุสตาฟ อาร์ เคอร์ชอฟฟ์ (Gustav R. Kirchhoff) ได้คิดค้นวิธีการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า และให้สามารถใช้แก้ปัญหาโจทย์ได้ง่ายและรวดเร็วยิ่งขึ้น เรียกว่า “กฎของเคอร์ชอฟฟ์” (Kirchhoff’s Law)

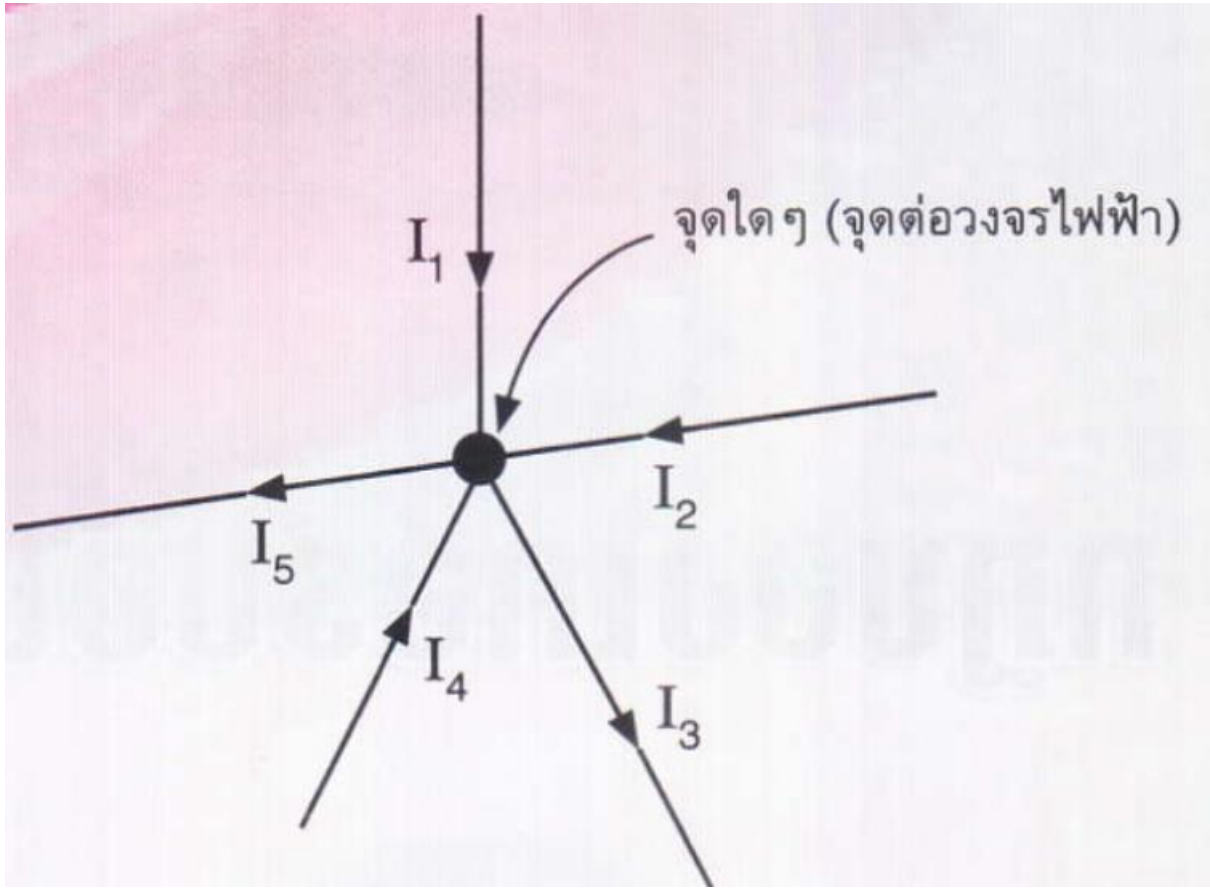
ซึ่งการใช้กฎของเคอร์ชอฟฟ์จะแยกพิจารณาได้ 2 แบบ คือ

1. การใช้กฎกระแสไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์ (Kirchhoff's Current Law ; KCL)
2. การใช้กฎแรงดันไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์ (Kirchhoff's Voltage Law ; KVL)

กฎกระแสไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์ KCL

เคอร์ชอฟฟ์กล่าวไว้ว่า “ณ จุดใดๆ ในวงจรไฟฟ้า ผลรวมทางพีชคณิตของกระแสไฟฟ้าที่ไหลเข้าจุดใดๆ และไหลออกจากจุดใดๆ มีค่าเท่ากับศูนย์” (จุดใดๆ หมายถึง จุดต่อวงจรไฟฟ้า หรือ “ณ จุดใดๆ ในวงจรไฟฟ้า ผลรวมทางพีชคณิตของกระแสไฟฟ้าที่ไหลเข้าจุด มีค่าเท่ากับผลรวมของกระแสไฟฟ้าที่ไหลออกจากจุด” เขียนเป็นสมการได้ดังนี้

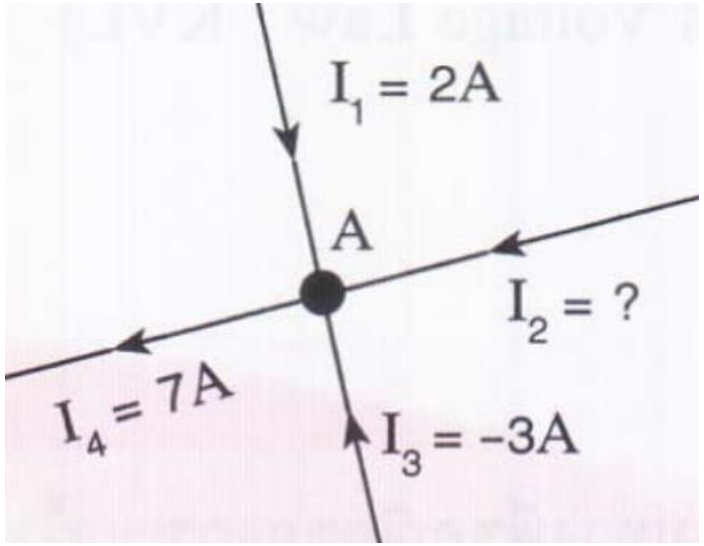
ผลรวมของกระแสไฟฟ้าที่ไหลเข้า = ผลรวมของกระแสไฟฟ้าที่ไหลออก



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

หรือ $I_1 + I_2 + I_4 - I_3 - I_5 = 0$

ตัวอย่างที่ 8.1 จงคำนวณหาค่ากระแสไฟฟ้า I_2 เมื่อ $I_1 = 2A$ $I_3 = -3A$ และ $I_4 = 7A$

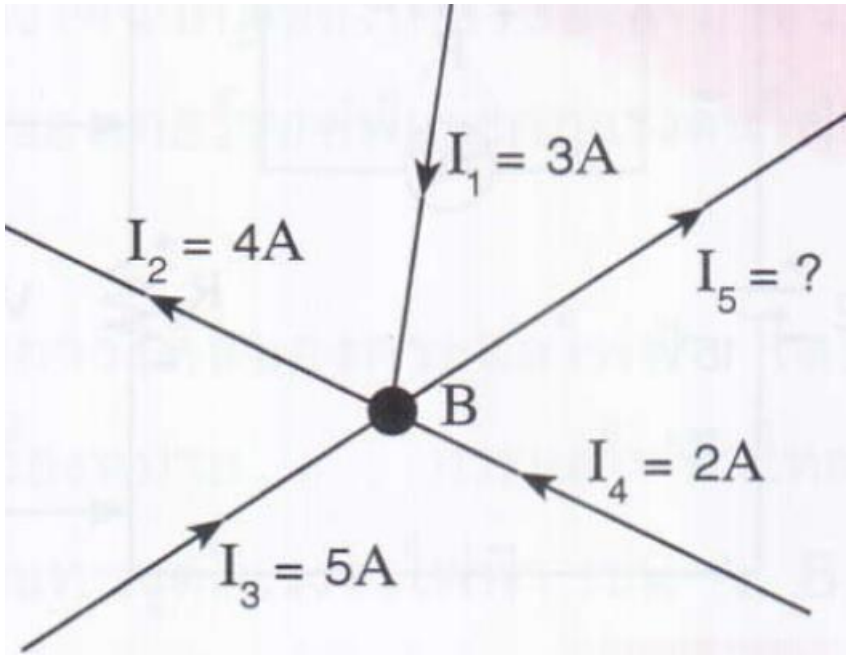


ผลรวมของกระแสไฟฟ้าที่ไหลเข้า = ผลรวมของกระแสไฟฟ้าที่ไหลออก

KCL จุด A I1 + I2 + I3 = I4

ตัวอย่างที่ 8.2 จงคำนวณหาค่ากระแสไฟฟ้า I_5

เมื่อ $I_1 = 3A$, $I_2 = 4\ A$, $I_3 = 5A$ และ $I_4 = 2A$

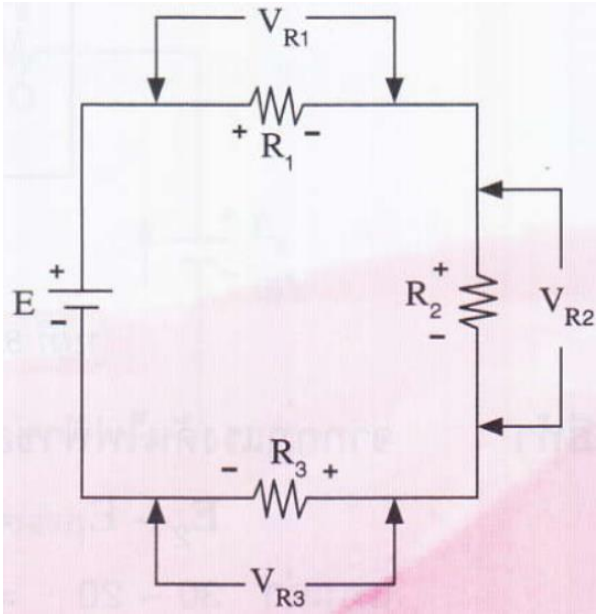


ผลรวมของกระแสไฟฟ้าที่ไหลเข้า = ผลรวมของกระแสไฟฟ้าที่ไหลออก

KCL จุด B I1 + I3 + I4 = I2 + I5

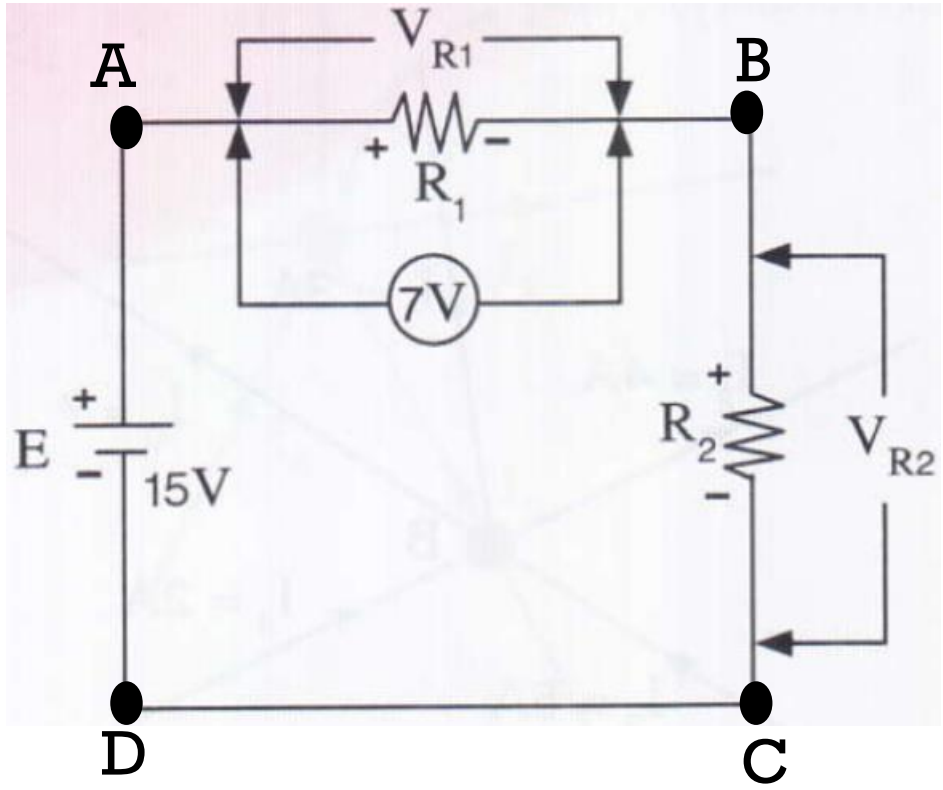
กฎแรงดันไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์

เคอร์ชอฟฟ์กล่าวว่า “ณ วงจรปิดใดๆ ผลรวมทางพีชคณิตของแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมความต้านทานที่ต่อในวงจรปิดนั้น มีค่าเท่ากับแรงดันไฟฟ้าของแหล่งจ่ายที่จ่ายให้แก่วงจร” หรือ “ณ วงจรปิดใดๆ ผลรวมทางพีชคณิตของแรงดันไฟฟ้าในวงจรปิดใดๆ นั้นมีค่าเท่ากับศูนย์”



$$E = V_{R1} + V_{R2} + V_{R3}$$

ตัวอย่างที่ 8.3 จงหาค่าแรงดันไฟฟ้า V_{R2} เมื่อแหล่งจ่าย $E = 15\ V$ และแรงดันไฟฟ้า $V_{R1} = 7\ V$

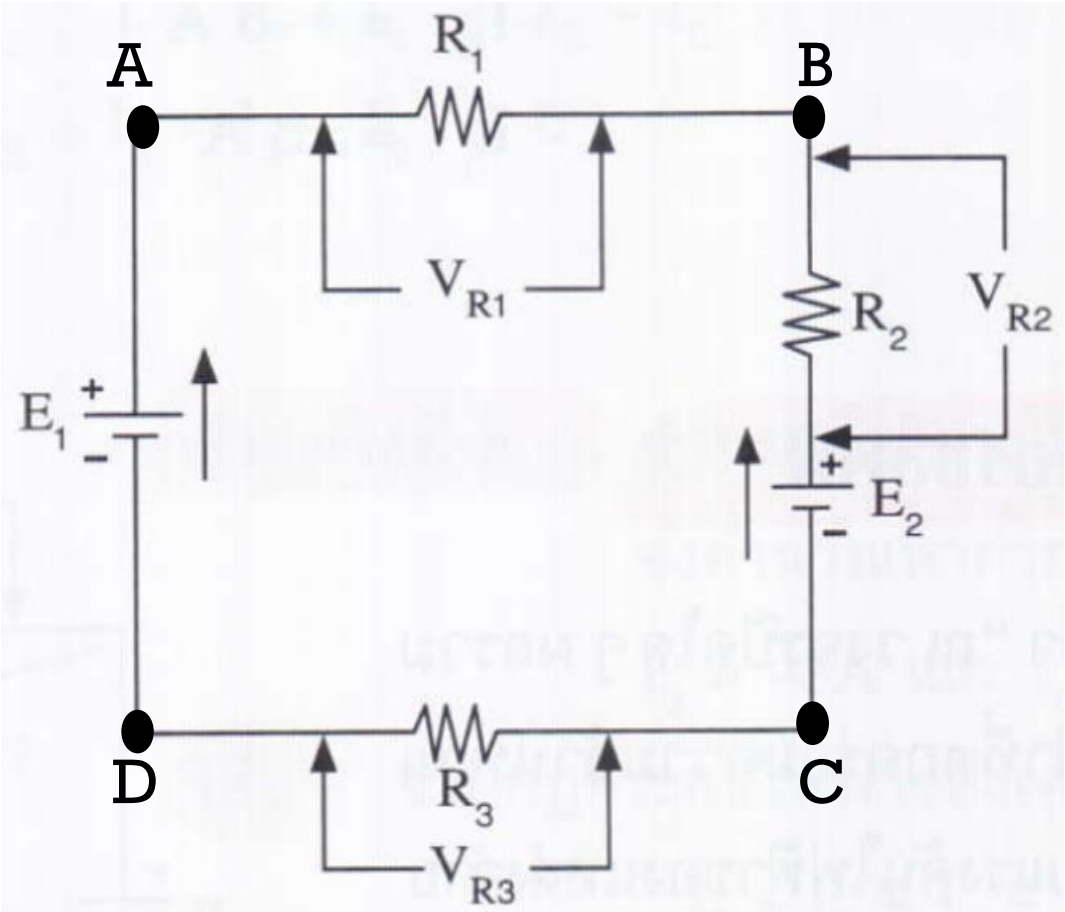


KCL ที่วง ABCDA

$$V_{R1} + V_{R2} - E = 0$$

$$V_{R1} + V_{R2} = E$$

ตัวอย่างที่ 8.4 จงหาค่าแรงดันไฟฟ้า V_{R3} เมื่อ $E_1 = 20$ V, $E_2 = 30$ V, $V_{R1} = 5$ V, และ $V_{R2} = 4$ V



KCL ที่วง BADCB

$$V_{R1} + E_1 + V_{R3} - E_2 + V_{R2} = 0$$

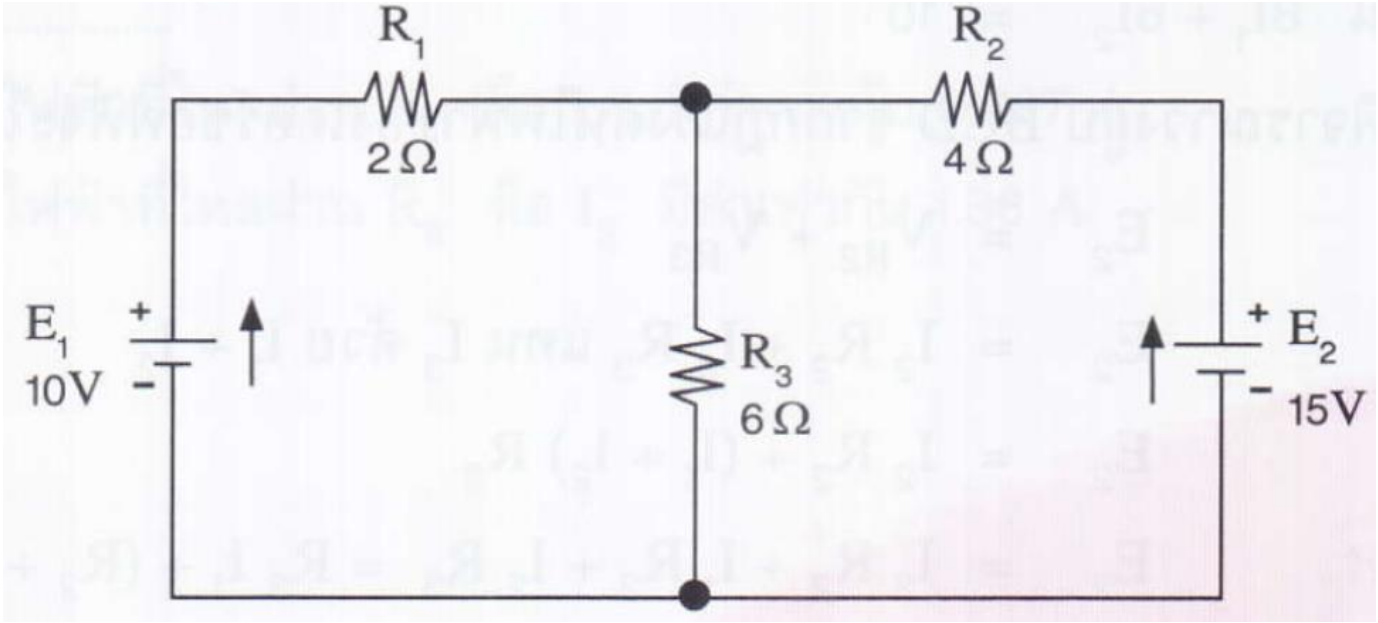
$$V_{R1} + V_{R2} + V_{R3} = E_2 - E_1$$

การนำกฎของเคอร์ชอฟฟ์มาใช้งาน

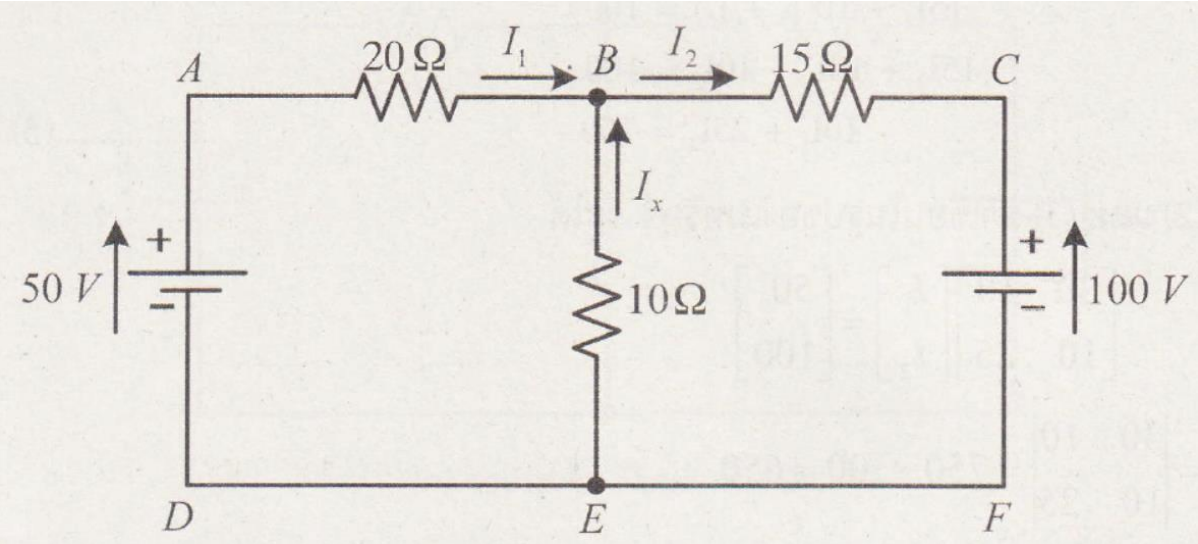
1. กำหนดทิศทางการไหลของกระแสไฟฟ้า
   กระแสไฟฟ้าไหลเข้า แทนเครื่องหมาย +
   กระแสไฟฟ้าไหลออก แทนเครื่องหมาย –
2. กำหนดตัวอักษรแทนจุดในวงจรไฟฟ้า เช่น A, B, C
3. เขียนสมการจากกฎกระแสไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์
   และกฎแรงดันไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์
4. แก้ปัญหาโจทย์ หาค่าต่างๆ โดยใช้เมทริกซ์และดีเทอร์มิแนนต์
5. พิจารณาผลการคำนวณ
   ผลลัพธ์เมื่อกระแสไฟฟ้าเป็นบวก (+) แสดงว่าการกำหนดทิศทางการไหลของกระแสไฟฟ้าถูกต้อง

   ผลลัพธ์เมื่อกระแสไฟฟ้าเป็นลบ (–) แสดงว่าการกำหนดทิศทางการไหลของกระแสไฟฟ้าตรงข้ามกับการไหลของกระแสไฟฟ้าจริงในวงจร

ตัวอย่างที่ 8.5 จงคำนวณหาค่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน R_1



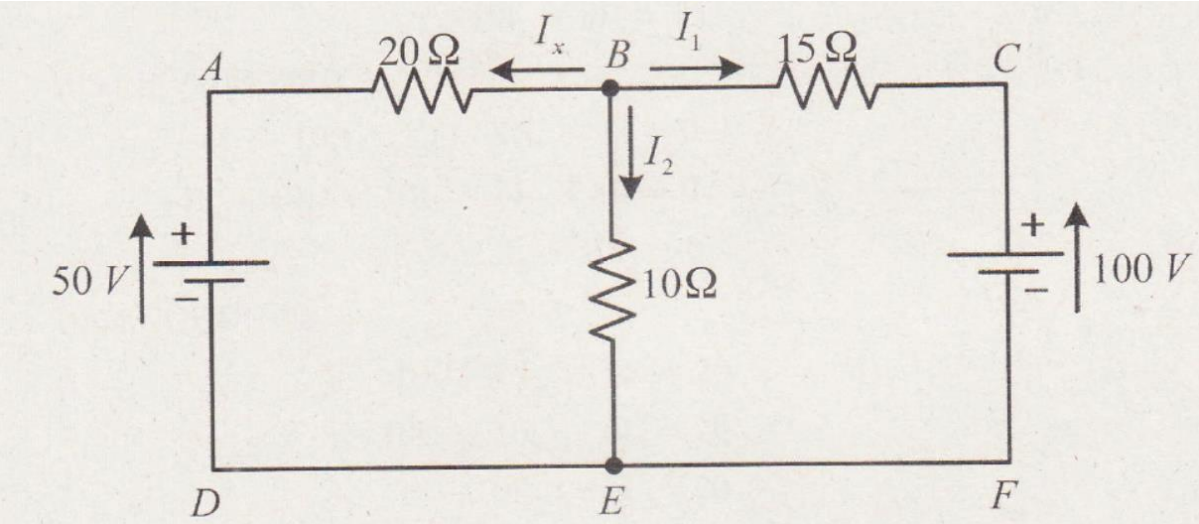
เขียนสมการด้วยกฎแรงดันของเคอร์ชอฟฟ์



ในวง ABEDA

ในวง BCFEB

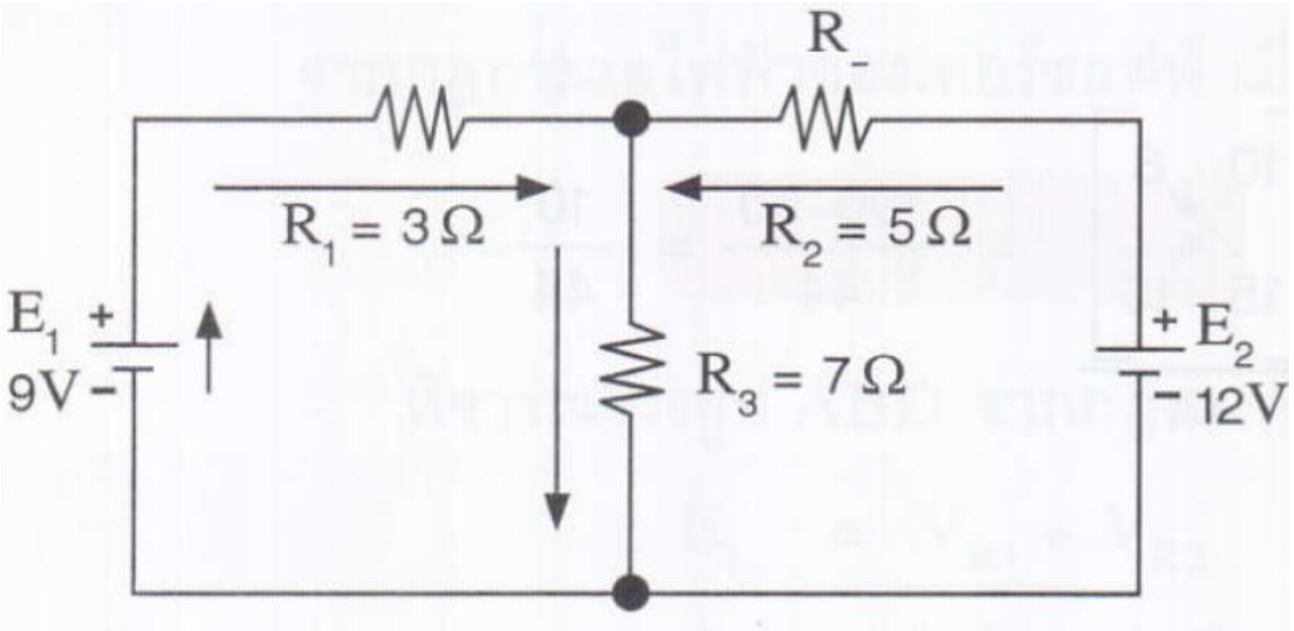
เขียนสมการด้วยกฎแรงดันของเคอร์ชอฟฟ์



ในวง ABCFEDA

ในวง BCFEB

จงคำนวณหาค่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านความต้านทาน R_1, R_2 และ R_3



จงคำนวณหาค่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านความต้านทานแต่ละตัว