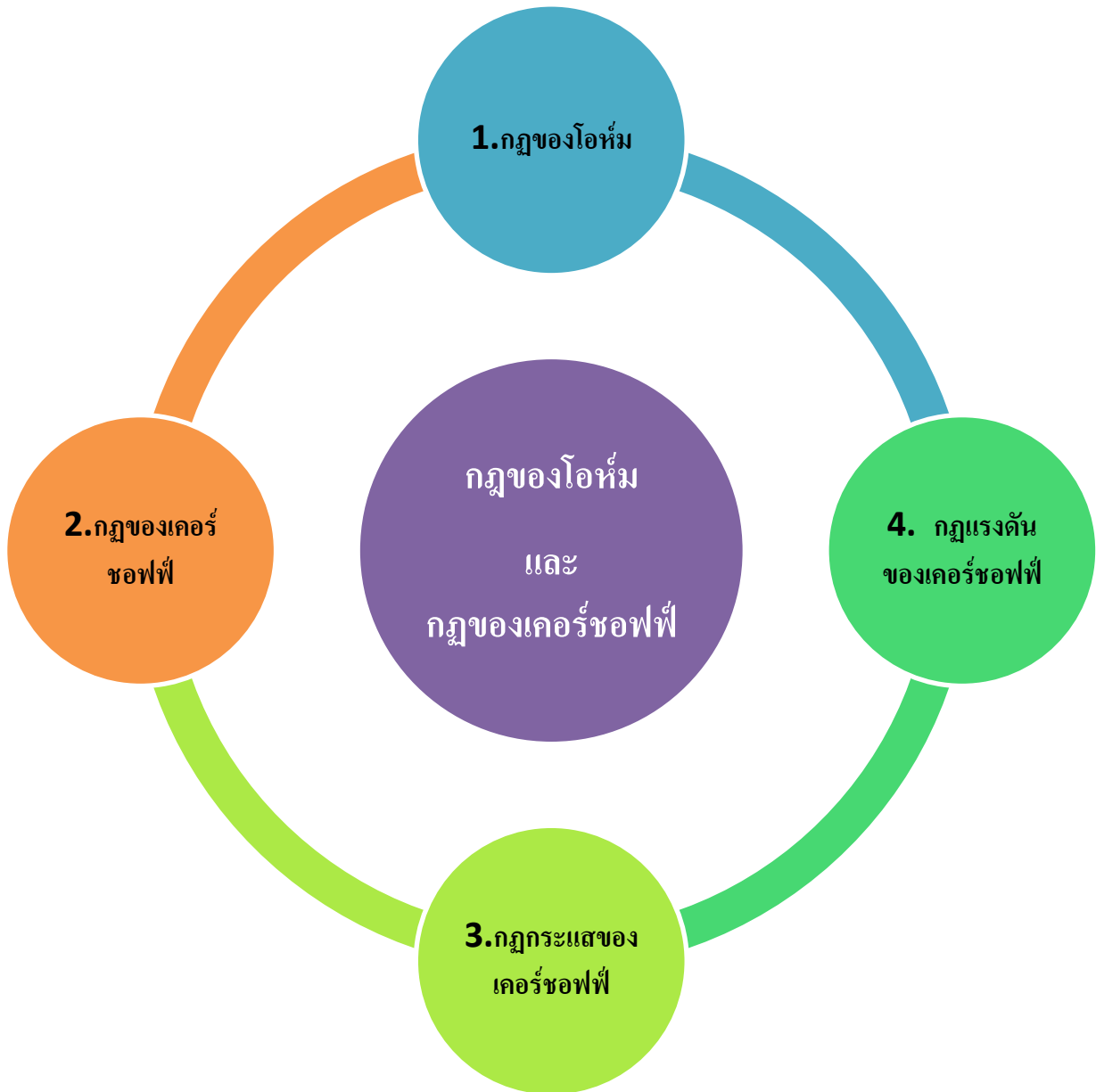


หน่วยที่ 1
เรื่อง กฎของโอห์ม และกฎของเคอร์ชอฟฟ์



รูปที่ 1.1 แผนภูมิรูปภาพ เรื่อง กฎของโอห์ม และ กฎของเคอร์ชอฟฟ์
ที่มา : รุ่งอำไพ เพศแพง ,2557.

สาระการเรียนรู้

กฎของโอห์มเป็นหลักการเบื้องต้นของระบบไฟฟ้า ประกอบด้วยค่าความต้านทานไฟฟ้าค่ากระแสไฟฟ้า และค่าของแรงดันไฟฟ้า โดยที่กฎของโอห์ม กล่าวว่า ปริมาณการไหลของกระแสไฟฟ้าเมื่อผ่านความต้านทาน ย่อมทำให้เกิดค่าแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมตัวต้านทานตัวนั้น ในขณะที่ค่ากำลังไฟฟ้า หมายถึง ปริมาณการไหลของกระแสไฟฟ้าที่คูณกับแรงดันไฟฟ้า หน่วยงานของค่าความต้านทาน มีหน่วยเป็นโอห์ม ค่ากระแสไฟฟ้ามีหน่วยเป็นแอมแปร์ ค่าแรงดันไฟฟ้ามีหน่วยเป็นโวลต์ และค่ากำลังไฟฟ้ามีหน่วยเป็นวัตต์

กฎของเคอร์ชอฟฟ์ใช้แก้ปัญหาวงจรไฟฟ้าที่ยุ่งยากซับซ้อน กฎของเคอร์ชอฟฟ์จะช่วยแก้ปัญหาได้ โดยสรุปเป็นกฎของเคอร์ชอฟฟ์ กล่าวว่า “ กระแสไฟฟ้าที่ไหลเข้าจุดใดจุดหนึ่งในวงจรไฟฟ้า จะเท่ากับกระแสไฟฟ้าที่ไหลออกจากจุดนั้น ” และกฎแรงดันไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์ กล่าวว่า “ แรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้กับ วงจรไฟฟ้าปิดใด ๆ จะมีค่าเท่ากับผลบวกของแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อม ความต้านทานในวงจรไฟฟ้าปิดนั้น ”

หัวข้อเรื่อง

- 1.1 กฎของโอห์ม
- 1.2 กฎของเคอร์ชอฟฟ์
- 1.3 กฎกระแสไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์
- 1.4 กฎแรงดันไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์

จุดประสงค์การเรียนรู้

เพื่อให้ผู้เรียนสามารถอธิบาย หรือบอกรายละเอียดเนื้อหาแต่ละหัวข้อดังต่อไปนี้ได้

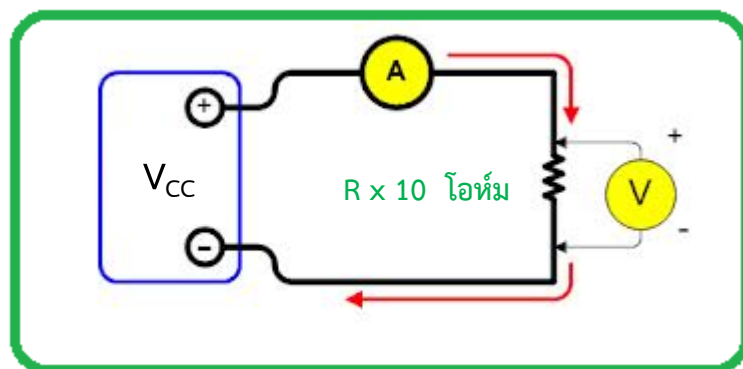
1. บอกรวิธีการคำนวณวงจรไฟฟ้าโดยใช้กฎของโอห์มได้
2. บอกความหมายของกฎแรงดันไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์ได้
3. บอกลำดับขั้นตอนการใช้กฎของเคอร์ชอฟฟ์ได้

หน่วยที่ 1

กฎของโอห์ม และ กฎของเคอร์ชอฟฟ์

ในวงจรไฟฟ้าใด ๆ ก็ตาม ย่อมโอห์ม มีตัวแปรพื้นฐานที่เกี่ยวข้อง กับกฎของ (Ohm 's Law) นั่นคือจะต้องมีกระแสไฟฟ้า (Current) ไหลผ่านในวงจรกระแสไฟฟ้าได้ โดยหน่วยของกระแสไฟฟ้ามีหน่วยเป็นแอมแปร์ (A) ขณะเดียวกันจะต้องมีค่าความต้านทาน ทำหน้าที่เป็นภาระ (Load) ให้กับวงจร ซึ่งค่าความต้านทานนั้นมีหน่วยเป็นโอห์ม (Ω) และประการสุดท้าย ต้องมีแหล่งจ่ายแรงเคลื่อนไฟฟ้าจากภายนอกมาจ่ายให้กับระบบของวงจรไฟฟ้า โดยหน่วยของแรงเคลื่อนไฟฟ้ามีหน่วยเป็นโวลต์ (V) ทั้ง 3 สิ่งดังที่กล่าวมาแล้ว ทำให้เกิดงานทางด้านไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เช่น หลอดไฟทำให้เกิดความสว่างแก่บ้านเรือนและที่פקอาศัย พัดลมหมุนได้เนื่องจากมอเตอร์ ได้รับกระแสไฟฟ้า เครื่องรับโทรทัศน์ทำให้เกิดระบบภาพและเสียงขึ้น เป็นต้น

1.1 กฎของโอห์ม



รูปที่ 1.1 แสดงวงจรไฟฟ้าเบื้องต้นที่เกี่ยวข้องกับกฎของโอห์ม
ที่มา : รุ่งอำไพ เพศแพง , 2556.

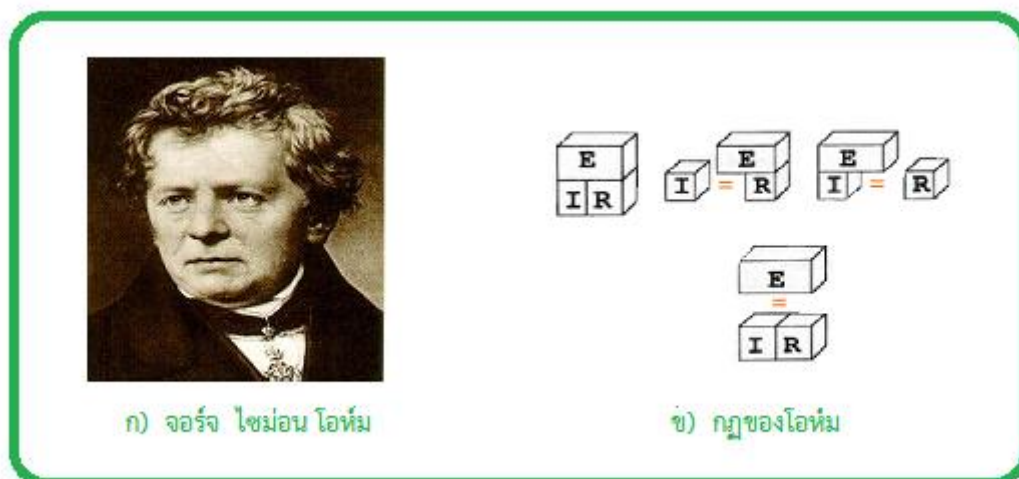
หน่วยที่ 1 เรื่อง กฎของโอห์ม และ กฎของเคอร์ชอฟฟ์

กฎของโอห์มสามารถได้ ในรูปที่ 1.11 มีรายละเอียดดังนี้คือ

1) แรงดันไฟฟ้ามีหน่วยเป็นโวลต์ (Volt, V) เป็นแหล่งจ่ายพลังงานภายนอกที่ทำให้เกิดกระแสไฟฟ้า
 2) โหลด คือ ภาระที่ทำให้เกิดความต้านทานไฟฟ้า มีหน่วยเป็นโอห์ม (Ohm , Ω) ซึ่งเป็นปฏิกิริยาผกผันกับค่ากระแสไฟฟ้า กล่าวคือ หากค่าความต้านทานของค่าโหลดมีค่าต่ำยอมทำให้ค่าของกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านนั้นมีค่าสูงขึ้น ในทำนองตรงกันข้าม เมื่อค่าความต้านทานของโหลดมีค่าสูงขึ้น ลักษณะเช่นนี้ยอมทำให้ค่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านโหลดนั้นมีค่าลดลง

3) กระแสไฟฟ้า มีหน่วยเป็นแอมแปร์ (Ampere , A) หมายถึง อัตราส่วนระหว่างค่าของแรงดันไฟฟ้าที่มีต่อความต้านทานไฟฟ้า หากกำหนดให้แรงดันไฟฟ้ามีค่าสูงขึ้นปริมาณการไหลของกระแสไฟฟ้าย่อมสูงขึ้นตามไปด้วย แต่ถ้าหากว่าแรงดันไฟฟ้ามีค่าต่ำลง ลักษณะนี้ยอมทำให้กระแสไฟฟ้ามีค่าต่ำลงนั่นเอง

กฎของโอห์มนั้นถูกคิดค้นขึ้นโดยนักวิทยาศาสตร์ชาวเยอรมัน ที่ชื่อ จอร์จ ซีมอน โอห์ม (George Simon Ohm) กล่าวไว้ว่า ปริมาณการไหลของกระแสไฟฟ้าเมื่อผ่านค่าความต้านทานไฟฟ้าย่อมทำให้เกิดค่าของแรงดันไฟฟ้า



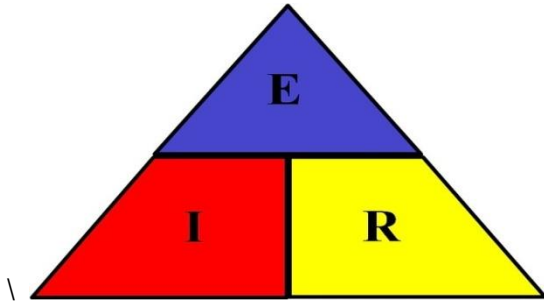
รูปที่ 1.2 กฎของโอห์มนั้นถูกคิดค้นขึ้นโดยนักวิทยาศาสตร์ชาวเยอรมัน จอร์จ ซีมอน โอห์ม
 ที่มา <http://www.google.co.th/imgres?biw>

หน่วยที่ 1 เรื่อง กฎของโอห์ม และ กฎของเคอร์ชอฟฟ์
กำหนดให้

I คือ ปริมาณกระแสไฟฟ้า

R คือ ความต้านทานของกระแสไฟฟ้า

E คือ ปริมาณแรงดันไฟฟ้า



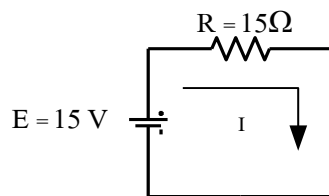
เมื่อต้องการทราบค่าใดให้ใช้นิ้วปิดที่ค่านั้นจะได้สูตรความสัมพันธ์ กฎของโอห์มที่ต้องการได้ดังนี้

ดังนั้น กระแสไฟฟ้า $I = \frac{E}{R}$ มีหน่วยเป็นแอมแปร์

ดังนั้น แรงดันไฟฟ้า $E = IR$ มีหน่วยเป็นโวลต์

ดังนั้น ความต้านทาน $R = \frac{E}{I}$ มีหน่วยเป็นโอห์ม

ตัวอย่างที่ 1.1 ให้คำนวณหาค่ากระแสไฟฟ้าของวงจร



รูปที่ 1.3 การคำนวณหาค่ากระแสไฟฟ้าของวงจร
ที่มา : รุ่งอำไพ เพศแพง ,2557.

วิธีทำ จากสูตร $I = \frac{E}{R}$

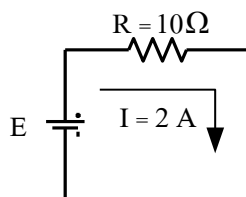
$$= \frac{15}{15}$$

$$= 1 \text{ A } \#$$

หน่วยที่ 1 เรื่อง กฎของโอห์ม และ กฎของเคอร์ชอฟฟ์

ตัวอย่างที่ 1.2

ให้คำนวณหาค่าแรงดันไฟฟ้าของวงจร



รูปที่ 1.4 การคำนวณหาค่าแรงดันไฟฟ้าของวงจร
ที่มา : รุ่งอำไพ เพศแพง ,2557.

วิธีทำ

$$\text{จากสูตร } E = IR$$

$$= 2 \times 10$$

$$= 20 \text{ V } \#$$

1.1.1 หน่วยต่าง ๆ ทางไฟฟ้า

กฎของโอห์มประกอบด้วย ค่ากระแสไฟฟ้า แรงดันไฟฟ้า และความต้านทานไฟฟ้า ซึ่งการแปลงหน่วยทางไฟฟ้าดังกล่าวจำเป็นต้องทำความเข้าใจอย่างลึกซึ้ง มิเช่นนั้น อาจทำให้การคำนวณวงจรไฟฟ้าเกิดความผิดพลาดได้ง่าย มีรายละเอียดดังนี้

1.1.1.1 หน่วยความต้านทานไฟฟ้า

หน่วยของความต้านทานไฟฟ้าที่มีใช้อยู่จริง ประกอบด้วยโอห์ม(Ω) กิโลโอห์ม ($K\Omega$) และเมกะโอห์ม ($M\Omega$)

$$\begin{aligned} 1 \text{ กิโลโอห์ม}(K\Omega) &= 1,000 \text{ โอห์ม } (\Omega) \\ 1000 \text{ กิโลโอห์ม}(K\Omega) &= 1 \text{ เมกะโอห์ม } (M\Omega) \\ 1 \text{ เมกะโอห์ม } (M\Omega) &= 1,000,000 \text{ โอห์ม } (\Omega) \end{aligned}$$

1.1.1.2 หน่วยกระแสไฟฟ้า

กระแสไฟฟ้าที่มีการใช้งานจริง คือ แอมป์ (A) มิลลิแอมป์ (mA) และไมโครแอมป์ (μA)

$$\begin{aligned} 1 \text{ มิลลิแอมป์ } (mA) &= 1,000 \text{ ไมโครแอมป์ } (\mu A) \\ 1 \text{ แอมป์ } (A) &= 1,000 \text{ มิลลิแอมป์ } (mA) \\ 1 \text{ กิโลแอมป์ } (KA) &= 1,000 \text{ แอมป์ } (A) \\ 1 \text{ เมกะแอมป์ } (MA) &= 1,000,000 \text{ แอมป์ } (A) \end{aligned}$$

หน่วยที่ 1 เรื่อง กฎของโอห์ม และ กฎของเคอร์ชอฟฟ์

1.1.1.3 แรงดันไฟฟ้า

แรงดันไฟฟ้าใช้งานจริง คือกิโลโวลต์(Kv) โวลต์ (V) มิลลิโวลต์ (mV) ไมโครโวลต์ (μ V) โดยการแปลงหน่วย จากกิโลโวลต์มาเป็นโวลต์ มีวิธีการเช่นเดียวกับหน่วย ของความต้านทาน กล่าวคือ $1 = 1000$ ซึ่งการแปลงหน่วย * และมีวิธีการแปลงหน่วยเช่นเดียวกับกระแสไฟฟ้า

1 มิลลิโวลต์ (mV)	=	1,000 ไมโครโวลต์ (μ V)
1 โวลต์ (V)	=	1,000 มิลลิโวลต์ (mV)
1 กิโลโวลต์ (KV)	=	1,000 โวลต์ (V)
1 เมกกะโวลต์ (MV)	=	1,000,000 โวลต์ (V)

1.2 กฎของเคอร์ชอฟฟ์ (Kirchoff's Low)

วงจรไฟฟ้าต่าง ๆ ที่ผ่านมา เป็นวงจรอย่างง่ายที่สามารถนำเอากฎของโอห์มมาใช้ในการแก้ปัญหาได้โดยตรง แต่ถ้าเป็นปัญหาโจทย์ที่ยุ่งยากและสลับซับซ้อนมาก ๆ แล้วจะไม่สามารถใช้กฎของโอห์มแก้ปัญหาได้โดยตรง วงจรเหล่านี้จะประกอบด้วยแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้าหลายตัวและอุปกรณ์ต่าง ๆ ต่ออยู่หลายสาขา

วิธีการแก้ปัญหาโจทย์ของวงจรที่ซับซ้อนเหล่านี้ ให้ได้จนปัจจุบันมีหลายวิธีด้วยกันวิธีการหนึ่งที่คิดขึ้นแก้ปัญหาวงจรที่ซับซ้อนนี้ ได้มาจากผลการทดลองของ นักฟิสิกส์ชาวเยอรมันชื่อว่า กุสตาฟ อาร์ เคอร์ชอฟฟ์ ในราวปี พ.ศ. 2400 เคอร์ชอฟฟ์ได้ตั้งข้อสรุปผลจากการทดลองของเขาขึ้นมา 2 ข้อรู้จักกันในชื่อว่ากฎของเคอร์ชอฟฟ์ ซึ่งกล่าวไว้ดังนี้ มีอยู่ด้วยกัน 2 กฎ คือ กฎกระแสของเคอร์ชอฟฟ์ที่กล่าวว่า ปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ไหลเข้า ณ จุดใด ๆ ของวงจรไฟฟ้า ย่อมมีค่าเท่ากับปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ไหลออก ณ จุดจุดนั้นของวงจร อีกกฎหนึ่งก็คือ กฎแรงดันของเคอร์ชอฟฟ์ ที่กล่าวว่า ผลรวมของแรงดันไฟฟ้าในวงจรรอบปิด เมื่อมารวมกันแล้วจะต้องมีค่าเท่ากับ ศูนย์

1.2.1 กฎกระแสไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์ กล่าวว่า “ กระแสไฟฟ้าที่ไหลเข้าจุดใดจุดหนึ่งใน วงจรไฟฟ้า จะเท่ากับกระแสไฟฟ้าที่ไหลออกจากจุดนั้น ”

1.2.2 กฎแรงดันไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์ กล่าวว่า “ ผลบวกของแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้ในวงจรไฟฟ้าปิดจะมีค่าเท่ากับผลบวกของแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมความต้านทานในวงจรไฟฟ้าปิดนั้น ”

1.3 กฎเคอร์ชอฟฟ์ว่าด้วยกระแสไฟฟ้า (Kirchhoff's current Law)

กล่าวว่า ปริมาณการไหลของกระแสไฟฟ้าที่ไหลเข้า ณ จุดใด ๆ ย่อมมีค่าเท่ากับปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ไหลออก หรือกล่าวได้ว่า ผลรวมของกระแสไฟฟ้าที่ไหลเข้าและกระแสไฟฟ้าที่ไหลออกมีค่าเท่ากับศูนย์ ซึ่งกฎเคอร์ชอฟฟ์ว่าด้วยกระแสไฟฟ้า เรียกว่า ศัพท์ คือ เคอร์ชอฟฟ์ เคอร์เรนต์ ลอว์ (Kirchhoff Current Law , KCL)

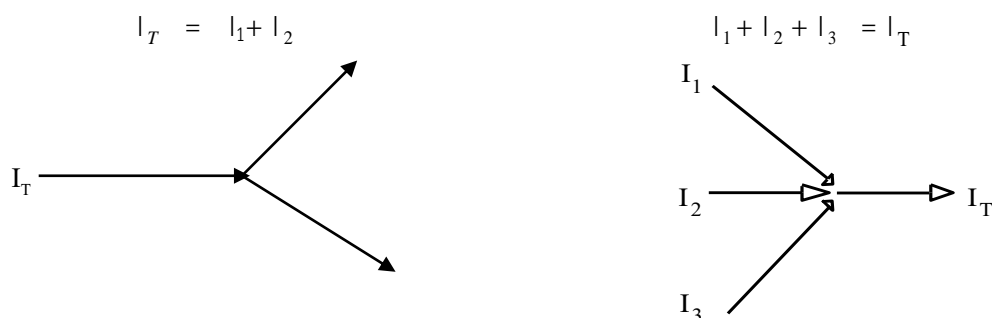


รูปที่ 1.4 Kirchhoff Current Law

ที่มา : <http://www.wicac.ac.th>

กฎกระแสของเคอร์ชอฟฟ์ กล่าวว่า “กระแสที่ไหลเข้าจุดใดจุดหนึ่งในวงจรไฟฟ้า จะมีค่าเท่ากับกระแสที่ไหลออกจากจุดนั้น” จากคำกล่าวที่ผ่านมามีสามารถนำมาเขียนเป็นสมการอย่างง่ายได้ดังนี้

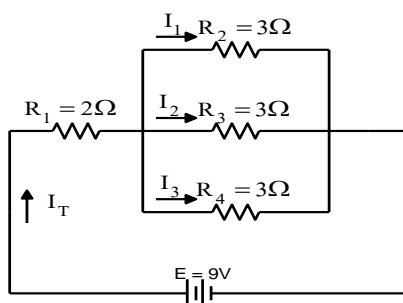
ผลรวมของกระแสไหลเข้า = ผลรวมของกระแสที่ไหลออก



รูปที่ 1.5 ความหมายของกฎกระแสของเคอร์ชอฟฟ์

ที่มา : รุ่งอำไพ เพศแพง ,2557.

ตัวอย่างที่ 3.1

จากรูปให้คำนวณค่า I_T , I_1 , I_2 , I_3 

รูปที่ 1.5 วงจรไฟฟ้าตามกฎของเคอร์ชอฟฟ์
ที่มา : รุ่งอำไพ เพศแพง ,2557.

วิธีทำ หาค่าความต้านทานรวมของวงจร $R_2 // R_3 // R_4$

$$R_{T1} = \frac{\text{ค่าของR}}{\text{จำนวนR}} \quad (\text{ตัวต้านทานค่าเท่ากัน}) = \frac{3}{3} = 1 \Omega \#$$

$$\therefore R_T = R_1 + R_{T1} = 2 + 1 = 3 \Omega \#$$

$$\text{คำนวณค่า} \quad I_T = \frac{E}{R} = \frac{9}{3} = 3 \text{ A} \#$$

หาแรงดันไฟฟ้าตกคร่อม $R_2 // R_3 // R_4$

$$V_1 = I \cdot R_{T1} = 3 \times 1 = 3 \text{ V} \#$$

$$\text{หากระแสไฟฟ้า} \quad I_2 = \frac{E}{R_2} = \frac{3}{3} = 1 \text{ A} \#$$

$$\text{เนื่องจาก} \quad R_2 = R_3 = R_4$$

$$\text{ดังนั้น} \quad I_2 = I_3 = I_4 = 1 \text{ A} \#$$

เมื่อ I_T เป็นกระแสไฟฟ้าไหลเข้า

I_2, I_3, I_4 เป็นกระแสไฟฟ้าไหลออก

$$I_T = I_1 + I_2 + I_3$$

$$\text{แทนค่า} \quad 3 = 1 + 1 + 1$$

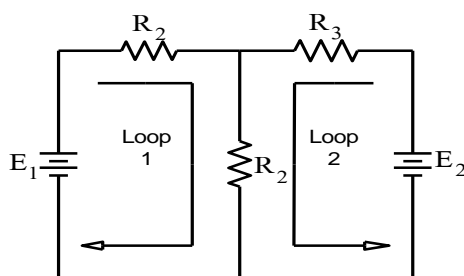
$$3 = 3 \quad \#$$

หน่วยที่ 1 เรื่อง กฎของโอห์ม และ กฎของเคอร์ชอฟฟ์

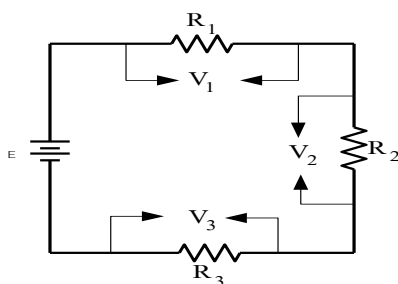
สรุปได้ว่า กระแสไฟฟ้าไหลเข้า = กระแสไฟฟ้าไหลออก หรือ
 กระแสไฟฟ้าไหลเข้า - กระแสไฟฟ้าไหลออก = 0 หรือ
 ผลรวมของกระแสไฟฟ้าไหลเข้า = ผลรวมของกระแสไฟฟ้าไหลออก

1.3 กฎของเคอร์ชอฟฟ์ว่าด้วยแรงดันไฟฟ้า

กล่าวโดยสรุปได้ว่า “ในวงจรไฟฟ้าใด ๆ ผลรวมทางพีชคณิตของแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้แก่วงจร มีค่าเท่ากับผลรวมของแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมความต้านทานในวงจรไฟฟ้าปิดนั้น ” ลักษณะของวงจรไฟฟ้าปิด หรือที่เรียกกันทั่ว ๆ ไปว่าลูป (Loop) หมายถึง เส้นทางใด ๆ ก็ตามในวงจรไฟฟ้า ถ้าหากเริ่มจากจุดหนึ่ง ไปตามเส้นทางนั้นแล้วสามารถกลับมายังจุดนั้นได้อีก เรียกว่า ลูป (Loop) เช่น



รูปที่ 1.6 แสดงลูปของวงจร
 ที่มา : รุ่งอำไพ เพศแพง ,2557.



รูปที่ 1.7 แสดงวงจรอนุกรม
 ที่มา : ที่มา : รุ่งอำไพ เพศแพง ,2557.

จากนิยามกฎแรงดันไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์จะได้ว่า

$$\begin{aligned} E &= V_1 + V_2 + V_3 \\ &= I.R_1 + I.R_2 + I.R_3 \end{aligned}$$

$$E - I.R_1 - I.R_2 - I.R_3 = 0$$

$$E - (I.R_1 + I.R_2 + I.R_3) = 0$$

$$E + (- I.R_1 - I.R_2 - I.R_3) = 0$$

จากสมการสรุปกฎแรงดันไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์ได้อีกอย่างหนึ่งว่า “ผลรวมของแรงดัน -ไฟฟ้าทั้งหมดในวงจรไฟฟ้าปิดใด ๆ จะเท่ากับศูนย์”

หน่วยที่ 1 เรื่อง กฎของโอห์ม และ กฎของเคอร์ชอฟฟ์

1.4.1 การเขียนสมการแรงดันไฟฟ้าโดยใช้กฎของเคอร์ชอฟฟ์

1.4.1.1 ให้สมมติกระแสไฟฟ้าที่ไม่ทราบค่าพร้อมทิศทาง

1) กำหนดชั่วแรงดันไฟฟ้าให้แก่อุปกรณ์ในวงจรทุกตัว ตามทิศทางการไหล ของกระแส ไฟฟ้าในวงจร โดยกำหนดให้ด้านที่กระแสไฟฟ้าไหลเข้ามีศักย์ไฟฟ้าเป็นบวกและด้านที่กระแสไฟฟ้าไหลออกจากอุปกรณ์มีศักย์ไฟฟ้าเป็นลบ

2) เขียนสมการแรงดันไฟฟ้าตามกฎของเคอร์ชอฟฟ์ในวงจรต่างๆที่เป็นไปได้และใส่เครื่องหมายหน้าแรงดันไฟฟ้าให้ถูกต้อง

โดยทั่ว ๆ ไปสมการเหล่านี้ ตัวที่ไม่รู้ค่าจะเป็นกระแสไฟฟ้าส่วนตัวต้านทานจะกำหนดค่ามาให้ ดังนั้นจะต้องพยายามหาค่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านส่วนต่าง ๆ ของวงจรให้ได้ หากกระแสไฟฟ้าที่คำนวณออกมาได้ค่าเป็นลบ (-) แสดงว่ากระแสไฟฟ้าที่แท้จริงมีทิศทางตรงข้ามกับที่สมมติไว้

1.4.1.2 กฎการคูณ และการหารเครื่องหมายดังนี้

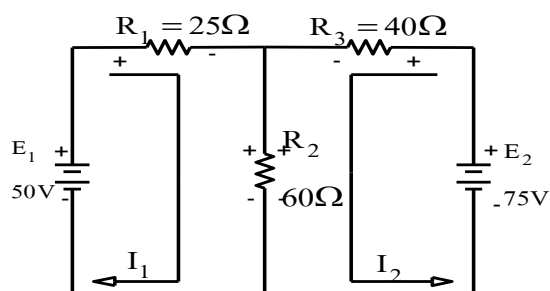
(+)	คูณ	(+)	ได้	(+)
(+)	หาร	(+)	ได้	(+)
(+)	คูณ	(-)	ได้	(-)
(+)	หาร	(-)	ได้	(-)
(-)	คูณ	(-)	ได้	(+)
(-)	หาร	(-)	ได้	(+)
(-)	คูณ	(+)	ได้	(-)
(-)	หาร	(+)	ได้	(-)

1.4.1.3 ข้อกำหนดในการใส่เครื่องหมายหน้าแรงดันไฟฟ้าให้ถูกต้อง

1) ใส่เครื่องหมายบวก (+) ด้านทางที่กระแสไฟฟ้าไหลเข้าและใส่เครื่องหมายลบ (-) ปลายทางที่กระแสไฟฟ้าไหลออก

2) ในการเขียนสมการแรงดันไฟฟ้าให้เริ่มที่จุดใดจุดหนึ่งไล่ไปเรื่อย ๆ พบบวก (+) ให้ใส่เครื่องหมายบวก (+) ถ้าพบลบ (-) ให้ใส่เครื่องหมายลบ (-) จนครบวงจร

ตัวอย่างที่ 1.2

จงหาค่ากระแสไฟฟ้า I_1 และ I_2 ในวงจร

รูปที่ 1.8 วงจรตามกฎของเคอร์ชอฟฟ์

ที่มา : รุ่งอำไพ เพศแพง ,2557.

วิธีทำ จากวงจรกำหนดทิศทางกระแสไฟฟ้าจากขั้วบวกไปหาขั้วลบ จะได้

$$\text{สมการดังนี้ Loop 1 } +I_1 R_1 + I_1 R_2 + I_2 R_2 - E_1 = 0$$

$$I_1 R_1 + I_1 R_2 + I_2 R_2 = E_1$$

$$\text{แทนค่าในสมการ } 25 I_1 + 60 I_1 + 60 I_2 = 50$$

$$85 I_1 + 60 I_2 = 50 \quad \dots\dots\dots(1)$$

$$\text{Loop2 } +I_2 R_3 + I_2 R_2 + I_1 R_2 - E_2 = 0$$

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

$$\text{แทนค่าในสมการ } 40 I_2 + 60 I_2 + 60 I_1 = 75$$

$$100 I_2 + 60 I_1 = 75$$

$$60 I_1 + 100 I_2 = 75 \quad \dots\dots\dots(2)$$

$$\text{หาค่า } I_1 \text{ จากสมการที่ (1) } 85 I_1 + 60 I_2 = 50$$

$$85 I_1 = 50 - 60 I_2$$

หน่วยที่ 1 เรื่อง กฎของโอห์ม และ กฎของเคอร์ชอฟฟ์

$$I_1 = \frac{50 - 60I_2}{85} \dots\dots\dots(3)$$

แทนค่า I_1 ในสมการที่ (2) จะได้

$$60 I_1 + 100 I_2 = 75 \text{ \#}$$

$$\frac{60(50 - 60I_2)}{85} + 100 I_2 = 75 \text{ \#}$$

คูณ 60 เข้าไปในวงเล็บจะได้

$$\frac{3,000}{85} - \frac{3,600I_2}{85} + 100 I_2 = 75 \text{ \#}$$

เอา 85 คูณตลอดเพื่อกำจัดตัวส่วนให้หมดไปจะได้

$$\left(\frac{3,000}{85} \times 85 \right) - \left(\frac{3,600I_2}{85} \times 85 \right) + (100I_2 \times 85) = 75 \times 85$$

$$3,000 - 3,600I_2 + 8,500 I_2 = 6,375 \text{ \#}$$

$$(8,500 - 3,600)I_2 = 6,375 - 3,000$$

$$4,900I_2 = 3,375$$

$$I_2 = \frac{3,375}{4,900}$$

$$= 0.69 \text{ A \#}$$

แทนค่า I_2 ในสมการที่ (3)

$$I_1 = \frac{50 - 60I_2}{85}$$

$$= \frac{50 - 60(0.69)}{85}$$

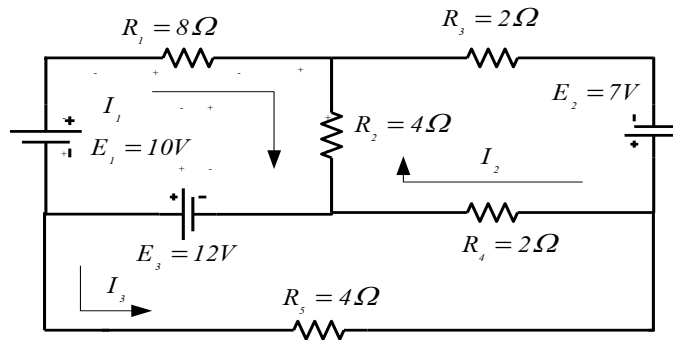
$$= 0.1 \text{ A \#}$$

หน่วยที่ 1 เรื่อง กฎของโอห์ม และ กฎของเคอร์ชอฟฟ์

$$\therefore I_1 = 0.1 \text{ A หรือ } 100 \text{ mA \#}$$

$$I_2 = 0.69 \text{ A หรือ } 690 \text{ mA \#}$$

ตัวอย่างที่ 1.3 จงหาค่ากระแสไฟฟ้า I_1 , I_2 และ I_3 ในวงจร



รูปที่ 1.9 วงจรตามกฎของเคอร์ชอฟฟ์

ที่มา : รุ่งอำไพ เพศแพง ,2557.

วิธีทำ Loop 1 ,
$$I_1 R_1 + I_1 R_2 - I_2 R_2 - E_3 - E_1 = 0$$

$$8I_1 + 4I_1 - 4I_2 - 12 - 10 = 0$$

$$12I_1 - 4I_2 = 22$$

Loop 2 ,
$$-I_1 R_2 + I_2 R_2 + I_2 R_3 + I_2 R_4 + I_3 R_4 - E_2 = 0$$

$$-4I_1 + 4I_1 + 2I_2 + 2I_2 + 2I_3 - 7 = 0$$

$$-4I_1 + 8I_2 + 2I_3 = 7$$

Loop 3 ,
$$I_3 R_5 + I_3 R_4 + I_2 R_4 - E_3 = 0$$

$$4I_3 + 2I_3 + 2I_2 - 12 = 0$$

$$2I_2 + 6I_3 = 12$$

จะได้สมการ
$$12I_1 - 4I_2 = 22$$

$$-4I_1 + 8I_2 + 2I_3 = 7$$

หน่วยที่ 1 เรื่อง กฎของโอห์ม และ กฎของเคอร์ชอฟฟ์
 $2I_2 + 6I_3 = 12$

เขียนในรูปแมทริกซ์

$$\begin{bmatrix} 12 & -4 & 0 \\ -4 & 8 & 2 \\ 0 & 2 & 6 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \\ I_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 22 \\ 7 \\ 12 \end{bmatrix}$$

หาค่าดีเทอร์มิแนนท์

$$D = \begin{vmatrix} 12 & -4 & 0 & 12 & -4 \\ -4 & 8 & 2 & -4 & 8 \\ 0 & 2 & 6 & 0 & 2 \end{vmatrix}$$

$$= (576 + 0 + 0) - (0 + 48 + 96)$$

$$= 576 - 144 = 432 \#$$

$$DI_1 = \begin{vmatrix} 22 & -4 & 0 & 22 & -4 \\ 7 & 8 & 2 & 7 & 8 \\ 12 & 2 & 6 & 12 & 2 \end{vmatrix}$$

$$= (1056 - 96 + 0) - (0 + 88 - 168)$$

$$= 960 + 80 = 1040 \#$$

$$I_1 = \frac{DI_1}{D}$$

$$= \frac{1040}{432} = 2.41 \text{ A} \#$$

$$DI_2 = \begin{vmatrix} 12 & 22 & 0 & 12 & 22 \\ -4 & 7 & 2 & -4 & 7 \\ 0 & 12 & 6 & 0 & 12 \end{vmatrix}$$

$$= (504 + 0 + 0) - (0 + 288 - 528)$$

หน่วยที่ 1 เรื่อง กฎของโอห์ม และ กฎของเคอร์ชอฟฟ์

$$= 504 + 240$$

$$= 744 \text{ \#}$$

$$I_2 = \frac{DI_2}{D}$$

$$= \frac{744}{432} = 1.72 \text{ A \#}$$

$$DI_3 = \begin{vmatrix} 12 & -4 & 22 & 12 & -4 \\ -4 & 8 & 7 & -4 & 8 \\ 0 & 2 & 12 & 0 & 0 \end{vmatrix}$$

$$= (1152 + 0 - 176) - (0 + 168 + 96)$$

$$= 976 + 264 = 712 \text{ \#}$$

$$I_3 = \frac{DI_3}{D}$$

$$= \frac{712}{432} = 1.65 \text{ A \#}$$

จะได้กระแสไฟฟ้า $I_1 = 2.41 \text{ A}$, $I_2 = 1.72 \text{ A}$ และ $I_3 = 1.65 \text{ A \#}$

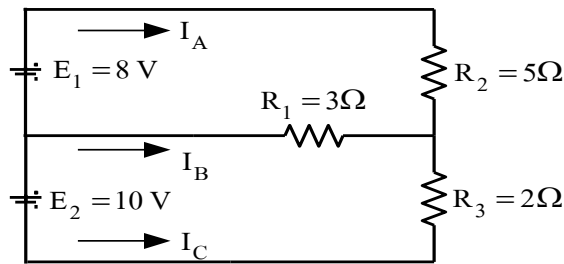
หน่วยที่ 1 เรื่อง กฎของโอห์ม และ กฎของเคอร์ชอฟฟ์

.....

.....

.....

6. จากวงจรดังรูป 1.11 ให้คำนวณหาค่าของ I_A , I_B และ I_C



รูปที่ 1.11

.....

.....

.....

.....

.....

.....

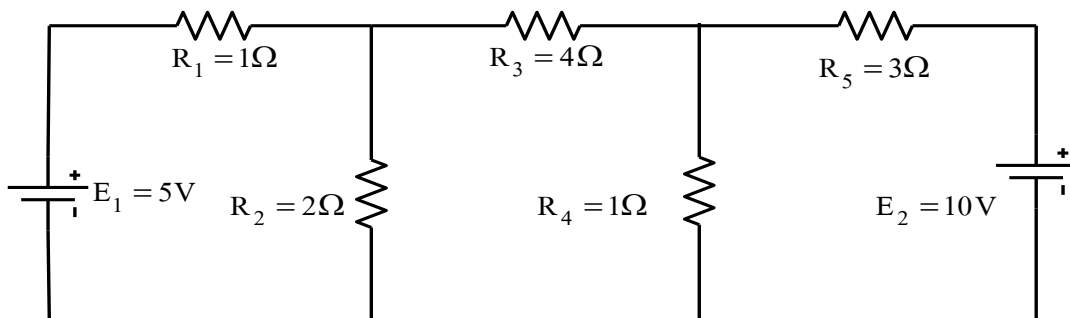
.....

.....

.....

.....

7. ให้คำนวณจากวงจร ในรูปที่ 1.12 หากกระแสไฟฟ้าของตัวต้านทาน R_2 และ R_4



รูปที่ 1.12

หน่วยที่ 1 เรื่อง กฎของโอห์ม และ กฎของเคอร์ชอฟฟ์

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ใบงานที่ 1.1

เรื่อง กฎของโอห์ม และ กฎของเคอร์ชอฟฟ์

วัตถุประสงค์

- 1) เพื่อศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่าง ความต่างศักย์ กระแสไฟฟ้าและความต้านทาน
- 2) เพื่อศึกษาถึงความต้านทานรวมของวงจรอนุกรมและวงจรขนาน

อุปกรณ์การทดลอง

- 1) มัลติมิเตอร์ชนิดเข็มชี้วัด
- 2) ถ่านไฟฉายชนิด 9 โวลต์
- 3) ถ่านไฟฉายชนิด 1.5 โวลต์ จำนวน 5 ก้อน
- 4) ตัวต้านทาน ไม่ทราบค่า ที่มีความต้านทานเท่ากัน จำนวน 5 ตัวต้านทาน

ทฤษฎี

กฎของโอห์มกล่าวถึงความสัมพันธ์ระหว่าง กระแสไฟฟ้า ความต่างศักย์และความต้านทานไว้ว่า “กระแสไฟฟ้าที่ไหลในวงจร จะแปรผันตรงกับความต่างศักย์ และแปรผกผันกับความต้านทานรวมภายในวงจร” ดังนั้นจะได้สมการรูปแบบความสัมพันธ์เป็นความสัมพันธ์เชิงเส้น

$$V = IR$$

ดังนั้นหากเรานำเอาความต่างศักย์และกระแสไฟฟ้าซึ่งอ่านค่าได้จากมัลติมิเตอร์ไปเขียนกราฟ ความสัมพันธ์ จะได้เส้นกราฟที่มีลักษณะเป็นเส้นตรง และมีความชันของเส้นตรงเท่ากับค่าความต้านทานรวมของวงจรมันเอง

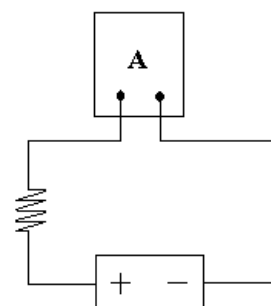
คำถามท้ายการทดลอง

1. การต่อตัวต้านทานแบบวงจรขนาน หรือวงจรอนุกรมมีค่าความต้านทานมากกว่ากัน
2. เมื่อตัวต้านทานทั้ง 5 ตัวมีค่าความต้านทานเท่ากัน จงเปรียบเทียบหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวต้านทาน 1 ตัวกับ ตัวต้านทาน 2 ตัวต่ออนุกรมกัน
3. เมื่อตัวต้านทานทั้ง 5 ตัวมีค่าความต้านทานเท่ากัน จงเปรียบเทียบหาความสัมพันธ์ระหว่าง ตัวต้านทาน 1 ตัวกับ ตัวต้านทาน 2 ตัวต่อขนานกัน

หน่วยที่ 1 เรื่อง กฎของโอห์ม และ กฎของเคอร์ชอฟฟ์

วิธีการทดลองตอนที่ 1 ตัวตัวทาน 1 ตัว

1. ให้ใช้มัลติมิเตอร์ชนิดเข็มชี้วัด วัดความต่างศักย์ของถ่านไฟฉายชนิด 1.5 โวลต์ต่อกันแบบอนุกรม 1 ก้อน , 2 ก้อน , 3 ก้อน , 4 ก้อน , 5 ก้อน และ ถ่านไฟฉายชนิด 9 โวลต์ บันทึกค่าความต่างศักย์ที่อ่านได้ลงในตาราง 1.1
2. ปรับมัลติมิเตอร์ชนิดเข็มชี้วัดให้อยู่ในย่านสำหรับการวัดไฟฟ้ากระแสตรง $DCmA$ โดยให้อยู่ที่ย่าน $0.25A$
3. ให้ทำการต่อวงจรตัวต้านทานตามรูปที่ 1.1 เพื่ออ่านค่ากระแสในวงจร บันทึกค่าลงในตาราง 1.1
4. เปลี่ยนค่าความต่างศักย์โดยเพิ่มจำนวนถ่านไฟฉายตามตาราง 1.1 บันทึกค่ากระแสที่ได้
5. นำความต่างศักย์ และ กระแสไฟฟ้าที่วัดได้นำไปเขียนกราฟหาความสัมพันธ์รวมของวงจร โดยให้ความต่างศักย์เป็นแกน y และ กระแสไฟฟ้าเป็นแกน x



รูปที่ 1.13 การต่อวงจรเพื่อวัดกระแสไฟฟ้า
ที่มา : รุ่งอำไพ เพศแพง ,2557.

ตารางที่ 1.1

ชนิด/จำนวน ถ่านไฟฉาย	ความต่างศักย์ที่วัด ได้ (โวลต์)	กระแสไฟฟ้าที่วัดได้ (mA)			
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย

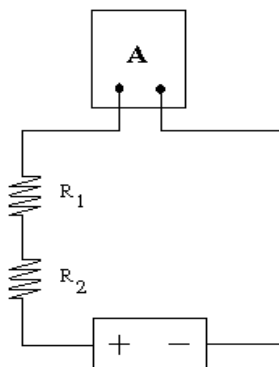
หน่วยที่ 1 เรื่อง กฎของโอห์ม และ กฎของเคอร์ชอฟฟ์

1.5 V	1 ก้อน				
1.5 V	2 ก้อน				
1.5 V	3 ก้อน				
1.5 V	4 ก้อน				
1.5 V	5 ก้อน				
9 V	1 ก้อน				

ความต้านทานที่หาได้มีค่าเท่ากับ.....โอห์ม

วิธีการทดลองตอนที่ 2 ตัวตัวทาน 2 ตัว ต่ออนุกรม

1. ปรับมัลติมิเตอร์ชนิดเข็มชี้วัดให้อยู่ในย่านสำหรับการวัดไฟฟ้ากระแสตรง DCmA โดยให้อยู่ที่ย่าน 0.25A
2. ให้ทำการต่อวงจรตัวต้านทานตามรูปที่ 1.2 เพื่ออ่านค่ากระแสในวงจร บันทึกค่าลงในตาราง 1.2
3. เปลี่ยนค่าความต่างศักย์โดยเพิ่มจำนวนถ่านไฟฉายตามตาราง 1.2 บันทึกค่ากระแสที่ได้
4. นำความต่างศักย์ และกระแสไฟฟ้าที่วัดได้นำไปเขียนกราฟหาความต้านทานรวมของวงจร โดยให้ความต่างศักย์เป็นแกน y และ กระแสไฟฟ้าเป็นแกน X



รูปที่ 1.14 การต่อวงจรเพื่อวัดกระแสไฟฟ้า
ที่มา : รุ่งอำไพ เพศแพง ,2557.

ตารางที่ 1.2

ชนิด/จำนวน ถ่านไฟฉาย	ความต่างศักย์ที่วัด ได้ (โวลต์)	กระแสไฟฟ้าที่วัดได้ (mA)			
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
1.5 V	1 ก้อน				
1.5 V	2 ก้อน				

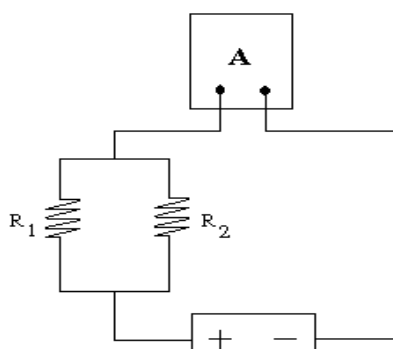
หน่วยที่ 1 เรื่อง กฎของโอห์ม และ กฎของเคอร์ชอฟฟ์

1.5 V	3 ก้อน					
1.5 V	4 ก้อน					
1.5 V	5 ก้อน					
9 V	1 ก้อน					

ความต้านทานที่หาได้มีค่าเท่ากับ.....โอห์ม

วิธีการทดลองตอนที่ 3 ตัวตัวทาน 2 ตัว ต่อแบบขนาน

1. ปรับมัลติมิเตอร์ชนิดเข็มชี้วัดให้อยู่ในย่านสำหรับการวัดไฟฟ้ากระแสตรง $DCmA$ โดยให้อยู่ที่ย่าน $0.25A$
2. ให้ทำการต่อวงจรตัวต้านทานตามรูปที่ 1.3 เพื่ออ่านค่ากระแสในวงจร บันทึกค่าลงในตาราง 1.3
3. เปลี่ยนค่าความต่างศักย์โดยเพิ่มจำนวนถ่านไฟฉายตามตาราง 1.3 บันทึกค่ากระแสที่ได้
4. นำความต่างศักย์ และกระแสไฟฟ้าที่วัดได้นำไปเขียนกราฟหาความต้านทานรวมของวงจร โดยให้ความต่างศักย์เป็นแกน y และ กระแสไฟฟ้าเป็นแกน x



รูปที่ 1.15 การต่อวงจรเพื่อวัดกระแสไฟฟ้า
ที่มา : รุ่งอำไพ เพศแพง ,2557.

ตารางที่ 1.3

ชนิด/จำนวน ถ่านไฟฉาย	ความต่างศักย์ที่วัด ได้ (โวลต์)	กระแสไฟฟ้าที่วัดได้ (mA)			
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
1.5 V	1 ก้อน				
1.5 V	2 ก้อน				
1.5 V	3 ก้อน				
1.5 V	4 ก้อน				

หน่วยที่ 1 เรื่อง กฎของโอห์ม และ กฎของเคอร์ชอฟฟ์

1.5 V	5 ก้อน					
9 V	1 ก้อน					

ความต้านทานที่หาได้มีค่าเท่ากับ.....โอห์ม

ใบงานที่ 2.2

เรื่อง กฎของเคอร์ชอฟ

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. เพื่อให้นักเรียนเข้าใจการแก้ปัญหาวงจรไฟฟ้าโดยใช้กฎของเคอร์ชอฟฟ์

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

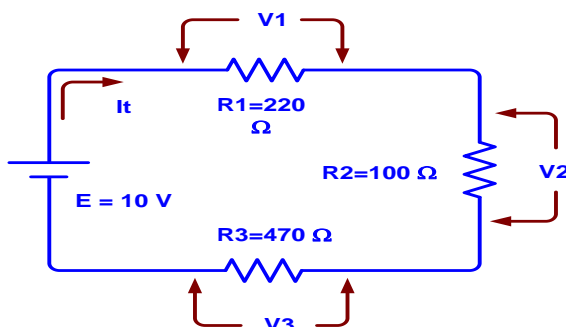
1. ต่ วงจรทางไฟฟ้าได้ถูกต้อง
2. วัดค่าปริมาณทางไฟฟ้าในวงจรโดยใช้กฎของเคอร์ชอฟฟ์ ได้ถูกต้อง
3. คำนวณค่าต่าง ๆ ของวงจรไฟฟ้าด้วยกฎของเคอร์ชอฟฟ์ได้ถูกต้อง
4. อธิบายความสัมพันธ์ของของค่าปริมาณทางไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้าตามกฎของเคอร์ชอฟฟ์ ได้ถูกต้อง

เครื่องมือและอุปกรณ์การทดลอง

1. แผงทดลองพร้อมอุปกรณ์
2. DC Power Supply
3. มัลติมิเตอร์
4. ตัวต้านทาน 100 Ω, 220 Ω และ 470 Ω จำนวน 3 ตัว

ขั้นตอนการทดลอง กฎแรงดันของเคอร์ชอฟฟ์

1. ต่ วงจรไฟฟ้าตามรูปที่



หน่วยที่ 1 เรื่อง กฎของโอห์ม และ กฎของเคอร์ชอฟฟ์

รูปที่ 1.16 วงจรอนุกรม
ที่มา : รุ่งอำไพ เพศแพง,2557.

2. ป้อนแรงดันไฟฟ้าที่แหล่งจ่ายให้มีขนาด 10V
3. วัดค่าแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมตัวต้านทานแต่ละตัว V_1, V_2, V_3 แล้วบันทึกค่าที่วัดได้ลงในตาราง

ตารางที่ 1.2 แสดงค่าแรงเคลื่อนไฟฟ้า

แรงเคลื่อนไฟฟ้า	ค่าที่ได้จากการทดลอง	ค่าที่ได้จากการคำนวณ
E (V)		
V_1 (V)		
V_2 (V)		
V_3 (V)		

4. จากรูปที่ 3.12 นำมาคำนวณค่าตามกฎของเคอร์ชอฟฟ์ แล้วบันทึกค่าลงในตาราง 3.2

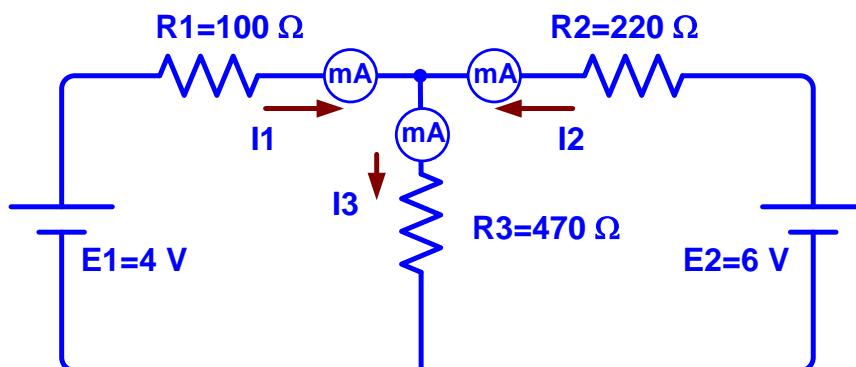
.....

สรุปผลการทดลอง

.....

ขั้นตอนการทดลอง กฎกระแสของเคอร์ชอฟฟ์

2. ต่อวงจรไฟฟ้าตามรูปที่ 1.17



หน่วยที่ 1 เรื่อง กฎของโอห์ม และ กฎของเคอร์ชอฟฟ์

รูปที่ 1.17 การต่อวงจร

ที่มา : รุ่งอำไพ เพศแพง, 2557.

2. ป้อนแรงดันไฟฟ้าที่แหล่งจ่ายให้มีขนาด 4V และ 6V
3. วัดค่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวต้านทานแต่ละตัว I_1 , I_2 , I_3 แล้วบันทึกค่าที่วัดได้ลงในตาราง

ตารางที่ 1.3 แสดงค่ากระแสไฟฟ้า

กระแสไฟฟ้า	ค่าที่ได้จากการทดลอง	ค่าที่ได้จากการคำนวณ
I_1		
I_2		
I_3		

4. จากรูปที่ 3.13 นำมาคำนวณค่าตามกฎของเคอร์ชอฟฟ์ แล้วบันทึกค่าลงในตาราง 1.3

.....

.....

.....

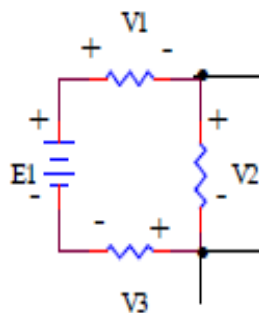
สรุปผลการทดลอง

.....

.....

แบบทดสอบก่อนเรียน หลังเรียน
เรื่อง กฎของโอห์ม และ กฎของเคอร์ชอฟฟ์

1. วงจรไฟฟ้าดังรูป 1.18 เขียนสมการตามกฎของแรงดันไฟฟ้ากฎของเคอร์ชอฟฟ์ ได้ตามข้อใด



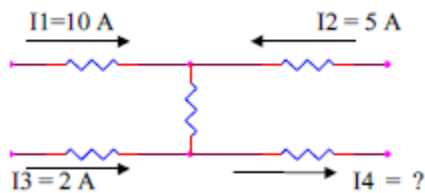
ก. $E_1 + V_1 + V_2 + V_3 = 0$

ข. $E_1 - V_1 + V_2 + V_3 = 0$

ค. $V_1 + V_2 + V_3 = E_1$

ง. $V_1 + V_2 - V_3 = -E_1$

2. ในวงจรไฟฟ้าตามรูป 1.19 เมื่อพิจารณาด้วยกฎกระแสไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์ I_4 มีค่าเท่าไร



ก. 7 A

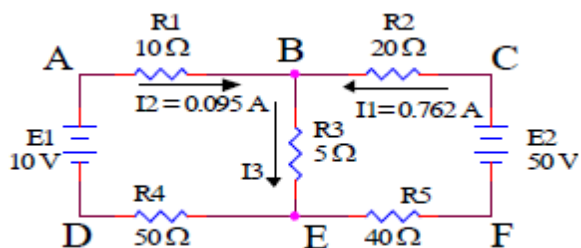
ข. 8 A

ค. 12 A

ง. 17A

จงวิเคราะห์ห้วงจรไฟฟ้าตามรูป 1.20 โดยใช้หลักการของเคอร์ชอฟฟ์ แล้วตอบคำถามตามข้อ 3 – 10

หน่วยที่ 1 เรื่อง กฎของโอห์ม และ กฎของเคอร์ชอฟฟ์



3. ข้อใดถูกต้อง เมื่อพิจารณา จุด B ด้วยกฎกระแสของเคอร์ชอฟฟ์

ก. $I_1 = I_2 - I_3$

ข. $I_1 + I_2 = I_3$

ค. $I_2 = I_1 - I_3$

ง. $I_1 + I_2 + I_3 = 0$

4. ข้อใดถูกต้อง เมื่อพิจารณาด้วยกฎแรงดันของเคอร์ชอฟฟ์

ก. $V_{R1} + V_{R3} + V_{R4} = -E_1$

ข. $V_{R2} + V_{R3} + V_{R5} = E_2$

ค. $V_{R1} - V_{R3} + V_{R4} = E_1$

ง. $V_{R2} - V_{R3} + V_{R5} = -E_2$

5. กระแส I_3 มีค่าเท่าใด

ก. 0.86 A

ข. 0.53 A

ค. 0.28 A

ง. 0.24 A

6. แรงดันตกคร่อม R_3 (V_{R3}) มีค่าเท่าใด

ก. 1.40 V

ข. 2.65 V

ค. 4.30 V

ง. 11.2 V

7. กำลังไฟฟ้าเกิดขึ้นที่ R_1 (P_{R1}) มีค่าเท่าใด

ก. 2.06 W

ข. 1.42 W

ค. 0.78 W

ง. 0.09 W

8. แรงดันตกคร่อม R_5 (V_{R5}) มีค่าเท่าใด

ก. 30.48 V

ข. 34 V

ค. 40.5 V

ง. 47 V

9. ข้อใดกล่าวถูกต้อง ในกรณี R_5 เปิดวงจร

ก. แรงดันตกคร่อม R_3 จะลดลง

ข. กระแส I_2 ไหลกลับทิศทาง

ค. กระแส I_3 ไหลกลับทิศทาง

ง. แรงดันตกคร่อม R_1 จะลดลง

8. ถ้าเพิ่มค่า R_3 มีผลอย่างไรต่อวงจร

- ก. กระแส I_1 จะเพิ่มขึ้น
- ค. กระแส I_2 จะลดลง

- หน่วยที่ 1 เรื่อง กฎของโอห์ม และ กฎของเคอร์ชอฟฟ์
- ข. แรงดันตกคร่อม R_5 จะเพิ่มขึ้น
 - ง. แรงดันตกคร่อม R_3 จะลดลง