1. กฎของโอห์ม

ทำไมจึงต้องศึกษาในเรื่องกฎของโอห์ม ?

กระแสไฟฟ้าที่ไหลในวงจรไฟฟ้าได้นั้น เกิดจากแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้กับวงจรและปริมาณกระแสไฟฟ้าภายในวงจรจะถูกจำกัดโดยความต้านทานไฟฟ้าภายในวงจรไฟฟ้านั้นๆ ดังนั้นปริมาณกระแสไฟฟ้าภายในวงจรจะขึ้นอยู่กับแรงดันไฟฟ้าและค่าความต้านทานของวงจร ซึ่งจากคำกล่าวข้างต้นสามารถใช้กฎของโอห์มอธิบายความสัมพันธ์ได้

ผลลัพธ์

1. เมื่อนักเรียนได้ศึกษาโมดูลเรื่องกฎของโอห์มแล้วนักเรียนจะมีความรู้ ความเข้าใจเรื่องความสัมพันธ์ของกระแส แรงดันและความต้านทานไฟฟ้าอย่างถูกต้อง
2. เมื่อนักเรียนได้ศึกษาโมดูลเรื่องกฎของโอห์มแล้วนักเรียนจะสามารถใช้มัลติมิเตอร์วัดค่าต่างๆในวงจร ไฟฟ้ากระแสตรงได้ถูกต้อง

วัตถุประสงค์

1.1 อธิบายกฎของโอห์มได้ถูกต้อง
1.2 ใช้กฎของโอห์มอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างกระแสแรงดัน และความต้านทานได้ถูกต้อง
1.3 คำนวณความสัมพันธ์ระหว่างกระแส แรงดัน และความต้านทานได้ถูกต้อง
1.4 สรุปกฎของโอห์มได้ถูกต้อง
1.5 ปฏิบัติการวัดค่ากระแสไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้าเพื่อพิสูจน์กฎของโอห์มได้ถูกต้อง

บทนำ

ในวงจรไฟฟ้าใด ๆ จะประกอบด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วนคือ แหล่งจ่ายพลังงานไฟฟ้า ตัวนำไฟฟ้าหรือสายไฟและตัวต้านทานหรืออุปกรณ์ ไฟฟ้าที่จะใส่เข้าไปในวงจรไฟฟ้านั้น ๆ เพราะฉะนั้น ความสำคัญของวงจรที่จะต้องคำนึงถึงเมื่อมีการต่อวงจรไฟฟ้าใดๆ เกิดขึ้นคือทำอย่างไรจึงจะไม่ให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านเข้าไปในวงจรมากเกินไป ซึ่งจะทำให้อุปกรณ์ไฟฟ้าชำรุดเสียหาย หรือวงจรไหม้เสียหายได้ ดังนั้นเพื่อเป็นการป้องกันปัญหาดังกล่าว จึงมีการสร้างกฎความสัมพันธ์ของกระแสไฟฟ้า แรงดันไฟฟ้า และความต้านทานไฟฟ้าขึ้น เพื่อใช้ในการคำนวณคาดการณ์ล่วงหน้า นักเรียนทราบหรือไม่ว่ากฎนั้นคือกฎอะไร

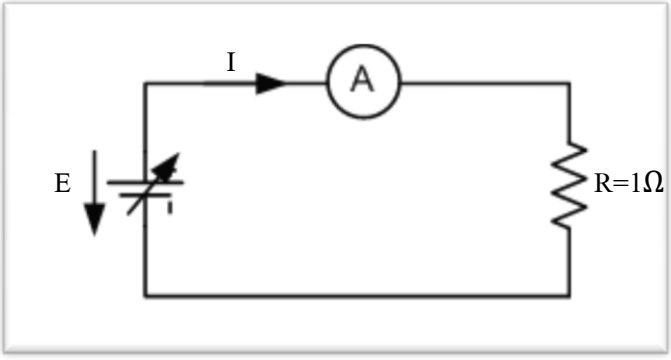
วัตถุประสงค์ข้อที่ 1.1

เมื่อนักเรียนศึกษาวัตถุประสงค์ข้อนี้แล้ว นักเรียนจะสามารถอธิบายกฎของโอห์มได้ถูกต้อง

เนื้อหา

ความหมายกฎของโอห์ม

ในปี ค.ศ. 1826 นักฟิสิกส์ชาวเยอรมัน ชื่อ ไซมอน โอห์ม (George Simon Ohm) โดยโอห์มได้นำเอาความต้านทานแบบลิเนียร์ขนาด 1 โอห์มต่อเข้ากับแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงตามรูปที่ 1-1 จากนั้นทำการวัดค่าของกระแสไฟฟ้า โดยเพิ่มค่าของแรงดันไฟฟ้าขึ้นไปเรื่อยๆ ทำให้โอห์มพบว่า “ปริมาณไฟฟ้าจะแปรผกผันกับความยาวของสายไฟและจะแปรผันตรงกับพื้นที่หน้าตัดของสายไฟ” โดยหลักการนี้ทำให้โอห์มพบความสัมพันธ์ระหว่างกระแส แรงดัน และความต้านทานที่เกิดขึ้น เรียกว่า กฎของโอห์ม (Ohm’s Law) โดยกล่าวว่า ในวงจรไฟฟ้าใด ๆ กระแสไฟฟ้าจะแปรผันตรงกับแรงดันไฟฟ้าและผกผันกับความต้านทาน คือ $I \propto E$ และ $I \propto \frac{1}{R}$



รูปที่ 1-1 แสดงการต่อวงจรไฟฟ้ากระแสตรง

รูปที่ 1-2 ยอร์ช ไซมอน โอห์ม ผู้ค้นพบกฎของโอห์ม

วัตถุประสงค์ข้อที่ 1.2

เมื่อนักเรียนศึกษาวัตถุประสงค์ข้อนี้แล้ว นักเรียนจะสามารถใช้กฎของโอห์มอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างกระแสแรงดัน และความต้านทานได้ถูกต้อง

เนื้อหา

กฎของโอห์มอธิบายความสัมพันธ์ต่าง ๆ

ความสัมพันธ์ระหว่างกระแส แรงดัน และความต้านทาน ความสัมพันธ์ตามกฎของโอห์ม สามารถหาค่าต่าง ๆ ดังสูตร

$$I = \frac{E}{R} \qquad \text{..... (1.1)}$$

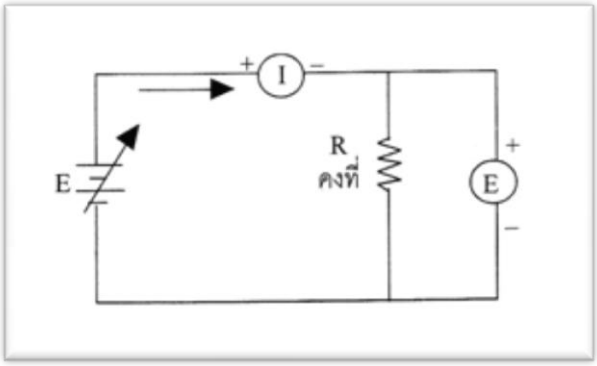
เมื่อ I = กระแสไฟฟ้า หน่วย แอมแปร์ (A)

E = แรงดันไฟฟ้า หน่วย โวลต์ (V)

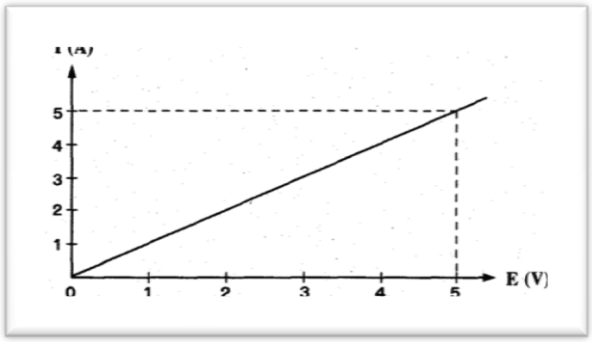
R = ความต้านทาน หน่วย โอห์ม (Ω)

จากสมการที่ 1.1 จะพบว่ากฎของโอห์มจะประกอบไปด้วย แรงดันไฟฟ้า (Voltage ; E) กระแสไฟฟ้า (Current ; I) และความต้านทาน (Resistor ; R) การศึกษากฎของโอห์ม สามารถทำได้ 2 กรณี คือ

กรณีที่ 1 เมื่อความต้านทาน R คงที่และเพิ่มค่าแรงดันไฟฟ้าให้สูงขึ้น เป็นสองเท่า จะส่งผลให้กระแสไฟฟ้า I เพิ่มขึ้นเป็นสองเท่าด้วย แต่ถ้าแรงดันไฟฟ้าถูกลดลงครึ่งหนึ่ง กระแสไฟฟ้าก็จะถูกลดลงครึ่งหนึ่งเช่นกัน ดังแสดงในรูปที่ 1-4



รูปที่ 1-3 วงจรการต่อเมื่อความต้านทานคงที่

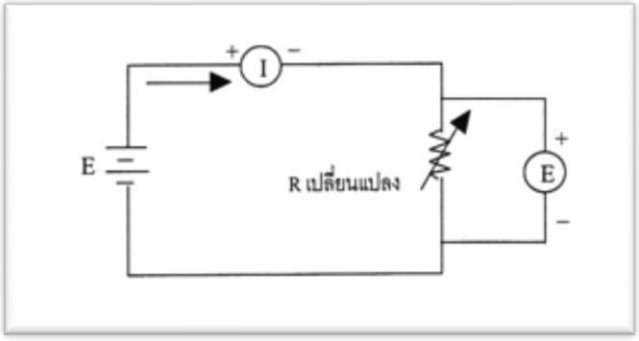


รูปที่ 1-4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า

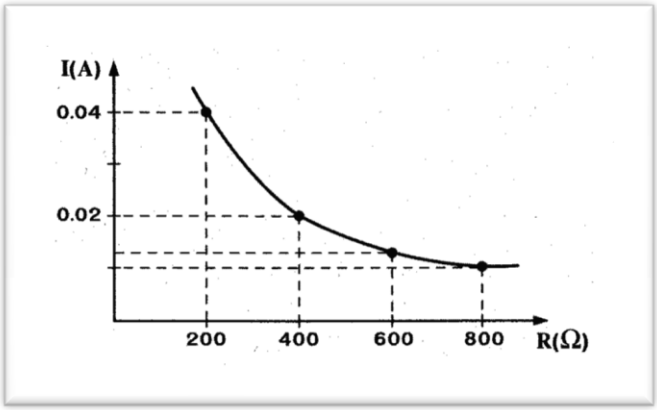
จากรูปที่ 1-4 จะเห็นว่าเมื่อแรงดันไฟฟ้า E เพิ่มขึ้นจะทำให้กระแสไฟฟ้าเพิ่มขึ้นด้วย เมื่อความต้านทานคงที่ R จึงกล่าวได้ว่ากระแสไฟฟ้าจะแปรผันเป็นสัดส่วนโดยตรงกับแรงดันไฟฟ้า

$$I \sim E \qquad \text{..... (1.2)}$$

กรณีที่ 2 ในทำนองเดียวกัน ถ้านำความต้านทานที่ปรับค่าได้มาต่อเข้ากับแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้าที่มีค่าแรงดันไฟฟ้าคงที่ แล้ววัดค่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลในวงจร พบว่า เมื่อค่าความต้านทานมีค่าสูงขึ้น กระแสไฟฟ้าจะไหลผ่านได้น้อยลง แต่ถ้าความต้านทานมีค่าน้อย กระแสไฟฟ้าจะไหลผ่านได้มากขึ้น ดังแสดงในรูปที่ 1-6



รูปที่ 1-5 วงจรการต่อเมื่อความต้านทานไม่คงที่



รูปที่ 1-6 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างกระแสและความต้านทาน

จากรูปที่ 1-6 จะเห็นว่าเมื่อความต้านทาน R เพิ่มขึ้นจะทำให้กระแสไฟฟ้า I ลดลงเมื่อแรงดันไฟฟ้า E คงที่ ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่า “กระแสไฟฟ้าจะแปรผันเป็นส่วนกลับหรือแปรผกผันกับความต้านทาน”

$$I \sim \frac{1}{R} \qquad \text{..... (1.3)}$$

จากความสัมพันธ์ของกระแสไฟฟ้า แรงดันไฟฟ้า และความต้านทานทั้ง 2 กรณี ทำให้เราทราบว่า กระแสไฟฟ้า (I) เปลี่ยนแปลงเป็นสัดส่วนโดยตรงกับแรงดันไฟฟ้า (E) และกระแสไฟฟ้า (I) จะเป็นสัดส่วนกลับความต้านทาน (R) ดังนั้น จึงสามารถสรุปเป็นกฎของโอห์มได้ดังนี้ คือ กระแสจะแปรผันตรงกับแรงดันไฟฟ้า และจะแปรผันกลับกับความต้านทาน ดังสมการที่ 1.1 ข้างต้นคือ

$$I = \frac{E}{R}$$

จากสมการกฎของโอห์ม สามารถแปลงสูตรได้ว่า

$$E = IR$$

และ $$R = \frac{E}{I}$$

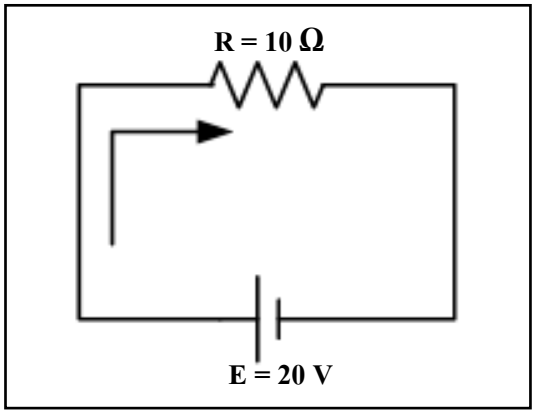
วัตถุประสงค์ข้อที่ 1.3

เมื่อนักเรียนศึกษาวัตถุประสงค์ข้อนี้แล้ว นักเรียนจะสามารถคำนวณความสัมพันธ์ระหว่างกระแส แรงดัน และความต้านทานได้ถูกต้อง

เนื้อหา

การคำนวณความสัมพันธ์ระหว่างกระแส แรงดัน และความต้านทาน

ตัวอย่างที่ 1.1 จงคำนวณหาค่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลในวงจร เมื่อต่อกับแบตเตอรี่ 20 โวลต์ และค่าความต้านทานเท่ากับ 10 โอห์ม



รูปที่ 1-7 วงจรแสดงตัวอย่างที่ 1.1

<u>วิธีทำ</u>

จากกฎของโอห์ม $I = \frac{E}{R}$

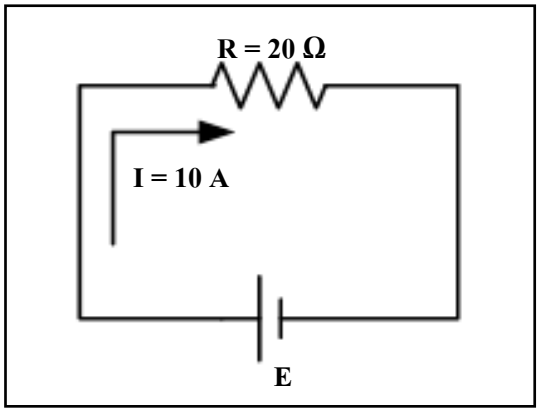
$$I = \frac{20\ V}{10\ \Omega}$$

$$= 2\ A$$

∴ กระแสไฟฟ้าที่ไหลในวงจรมีค่าเท่ากับ 2 A

ตัวอย่างที่ 1.2 จงคำนวณหาค่าแรงดันไฟฟ้าของแหล่งจ่าย เมื่อมีกระแสไฟฟ้า 10 แอมแปร์ไหลผ่านค่าความต้านทาน 20 โอห์ม

<u>วิธีทำ</u>



รูปที่ 1-8 วงจรแสดงตัวอย่างที่ 1.2

จากกฎของโอห์ม $E = IR$

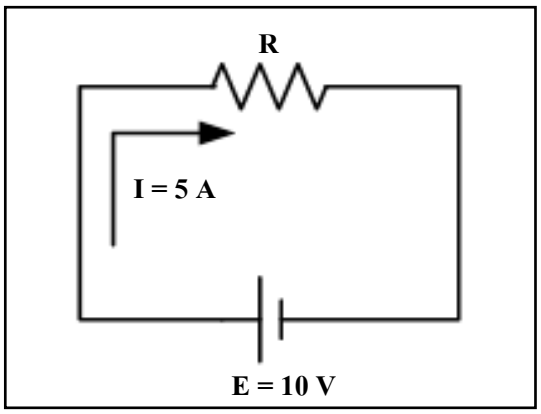
$$= 10\ A \times 20\ \Omega$$

$$= 200\ V$$

∴ แรงดันไฟฟ้าของแหล่งจ่ายมีค่าเท่ากับ 200 V

ตัวอย่างที่ 1.3 จงคำนวณหาค่าความต้านทานของวงจร เมื่อมีกระแสไหลในวงจรเท่ากับ 5 แอมแปร์ และมีแหล่งจ่ายเท่ากับ 10 โวลต์

วิธีทำ



รูปที่ 1-9 วงจรแสดงตัวอย่างที่ 1.3

จากกฎของโอห์ม $R = \frac{E}{I}$

$$I = \frac{10\ V}{5\ A}$$

$$= 2\ \Omega$$

∴ ค่าความต้านทานของวงจรมีค่าเท่ากับ 2 Ω

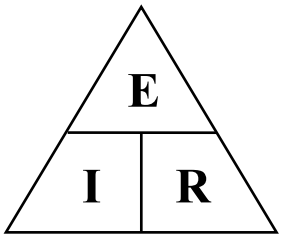
วัตถุประสงค์ข้อที่ 1.4

เมื่อนักเรียนศึกษาวัตถุประสงค์ข้อนี้แล้ว นักเรียนจะสามารถสรุปกฎของโอห์มได้ถูกต้อง

เนื้อหา

สรุปกฎของโอห์ม

หรือสรุปสูตรจากสามเหลี่ยมกฎของโอห์ม ดังรูป



รูปที่ 1-10 แสดงสามเหลี่ยมกฎของโอห์ม

จากรูปที่ 1-10 เมื่อต้องการหาค่ากระแสไฟฟ้า (I) ก็ให้ปิดกระแสไฟฟ้าไว้จะมองเห็น $\frac{E}{R}$ (แรงดันไฟฟ้าหารด้วยความต้านทานไฟฟ้า) ส่วนค่าอื่นๆ ก็กระทำเช่นเดียวกัน จะได้ความสัมพันธ์ ดังนี้

$$E = IR \quad \text{..... (2)}$$

และ $R = \frac{E}{I}$ ..... (3)

วัตถุประสงค์ข้อที่ 1.5

เมื่อนักเรียนศึกษาวัตถุประสงค์ข้อนี้แล้ว นักเรียนจะสามารถ ปฏิบัติการวัดค่ากระแสไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้าเพื่อพิสูจน์กฎของโอห์มได้ถูกต้อง

เนื้อหา

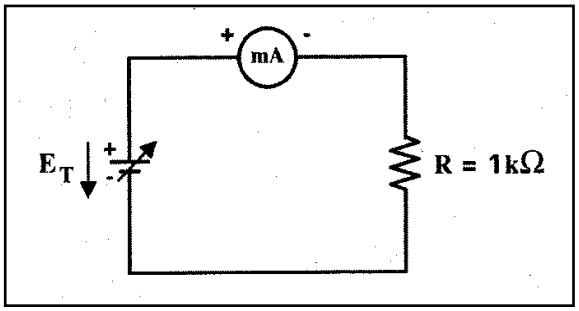
ใบงานที่ 1.1 เรื่อง การวัดค่ากระแสไฟฟ้า เมื่อความต้านทานคงที่

<u>เครื่องมือและอุปกรณ์การทดลอง</u>

1. ชุดทดลองวิชาวงจรไฟฟ้า 1 1 ชุด
2. มัลติมิเตอร์ 1 เครื่อง

<u>ลำดับขั้นการทดลอง</u>

1. ต่อวงจรตามรูปที่ 1-11 ใช้ค่าความต้านทาน 1 kΩ ปรับค่าแรงดันไฟฟ้าตามตารางบันทึกค่ากระแสไฟฟ้าที่วัดได้ และบันทึกค่ากระแสไฟฟ้าที่คำนวณได้ลงในตารางที่ 1.1

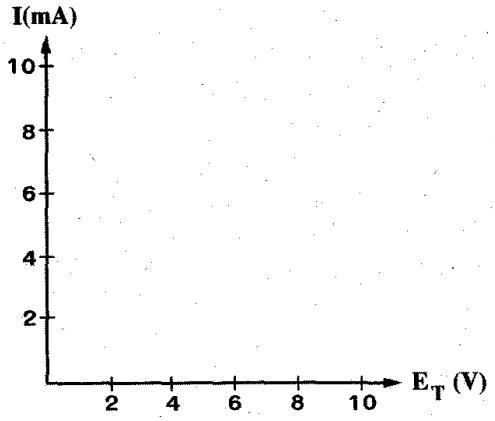


รูปที่ 1-11

ตารางที่ 1.1

E_T(V)	2	4	6	8	10
กระแสไฟฟ้าที่วัดได้ (mA)					
กระแสไฟฟ้าที่คำนวณ (mA)					

2. เปรียบเทียบกระแสไฟฟ้าที่ได้จากการวัดและการคำนวณแสดงค่าที่ (<u>เท่ากัน / ไม่เท่ากัน</u>)
3. นำข้อมูลของกระแสไฟฟ้าที่ได้จากการวัดและแรงดันไฟฟ้า (V) จากตารางที่ 1.1 เขียนลงในกราฟรูปที่ 1-12



กราฟรูปที่ 1-12

4. จากกราฟที่ได้ เมื่อค่าความต้านทานคงที่ แรงดันไฟฟ้าเพิ่มขึ้นกระแสไฟฟ้าในวงจรจะ (เพิ่มขึ้น / ลดลง)

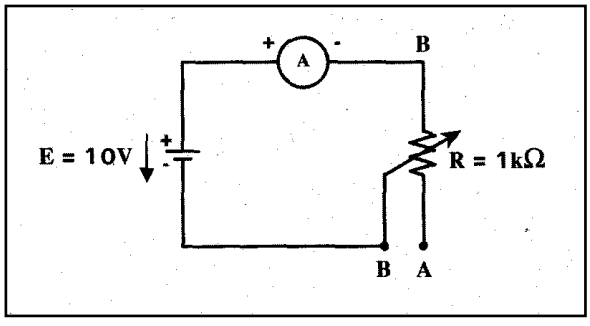
ใบงานที่ 1.2 เรื่อง การวัดค่ากระแสไฟฟ้า เมื่อ แรงดันคงที่

เครื่องมือและอุปกรณ์การทดลอง

1. ชุดทดลองวิชาวงจรไฟฟ้า 1 1 ชุด
2. มัลติมิเตอร์ 1 เครื่อง

ลำดับขั้นการทดลอง

1. ต่อวงจรตามรูปที่ 1-13 ใช้ค่าแรงดันคงที่ที่ 10 โวลต์ ปรับค่าความต้านทานระหว่างจุด BC ให้ได้ตามตารางบันทึกที่ 1.2 แล้วบันทึกค่ากระแสไฟฟ้าที่วัดได้ และค่ากระแสไฟฟ้าที่คำนวณได้ลงในตารางที่ 1.2



รูปที่ 1-13

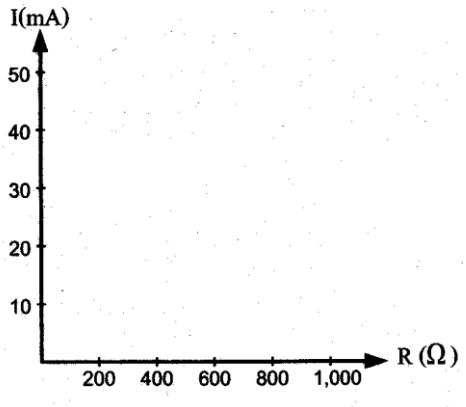
ตารางที่ 1.2

R(Ω)	200	400	600	800	1,000
กระแสไฟฟ้าที่วัดได้ (mA)					
กระแสไฟฟ้าที่คำนวณ (mA)					

2. เปรียบเทียบกระแสไฟฟ้าที่ได้จากการวัดและการคำนวณ จะแสดงค่า (เท่ากัน / ไม่เท่ากัน) ถ้าไม่เท่ากัน เพราะเหตุใด .....

.....

3. นำข้อมูลของกระแสไฟฟ้าที่ได้จากการวัด และค่าความต้านทานจากตารางที่ 1.2 เขียนลงในกราฟรูปที่ 1-14



กราฟรูปที่ 1-14

4. จากกราฟ เมื่อแรงดันไฟฟ้าคงที่ ค่าความต้านทานเพิ่มขึ้นกระแสไฟฟ้าในวงจรจะ (เพิ่มขึ้น / ลดลง)

หนังสืออ้างอิง

จิราภรณ์ จันแดง. **วงจรไฟฟ้า 1.** กรุงเทพ ฯ : เอมพันธ์, 2551.

ธวัชชัย จารุจิตร์ , ไวพจน์ ศรีธัญ. **วงจรไฟฟ้า 1.** กรุงเทพ ฯ : วังอักษร, 2549.

มงคล พรหมเทศ. **งานไฟฟ้าทั่วไป.** กรุงเทพฯ : เอมพันธ์, 2542.

มงคล พรหมเทศ, ณรงค์ชัย กล่อมสุนทร. **ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น.** กรุงเทพ ฯ : เอมพันธ์, 2546.

ไวพจน์ ศรีธัญ. **วงจรไฟฟ้ากระแสตรง.** กรุงเทพ ฯ : วังอักษร, 2549.

อดุลย์ กัลยาแก้ว และคณะ. **วงจรไฟฟ้า 1.** กรุงเทพ ฯ : ศูนย์ส่งเสริมอาชีวะ, 2546.