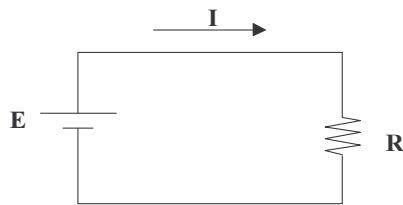


## หน่วยที่ 2

### กฎของโอห์ม

#### 1. กฎของโอห์ม ( Ohm's Law )

กฎของโอห์มเป็นกฎของความสัมพันธ์กันระหว่างกระแสไฟฟ้า แรงเคลื่อนไฟฟ้า และความต้านทาน ผู้คนพบความสัมพันธ์ดังกล่าว คือนักวิทยาศาสตร์ชาวเยอรมันชื่อ ขอร์จ ไซมอน โอห์ม ( George Simon Ohm ) ซึ่งได้ทำการทดลองพบว่า “ในวงจรไฟฟ้าใด ๆ ค่าของกระแสจะแปรผันตรงกับแรงดันไฟฟ้า และแปรผกผันกับความต้านทาน”<sup>๑</sup>

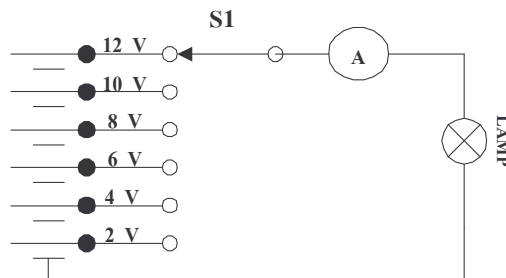


รูปที่ 2.1 แสดงวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย

- เมื่อ  $I$  เท่ากับ กระแสไฟฟ้า มีหน่วยเป็น แอมแปร์ ( A )  
 $E$  เท่ากับ แรงดันไฟฟ้า มีหน่วยเป็น โวลต์ ( V )  
 $R$  เท่ากับ ความต้านทาน มีหน่วยเป็น โอห์ม (  $\Omega$  )

#### 1.1 กฎกระแสไฟฟ้าของโอห์ม

ในวงจรไฟฟ้ากระแสตรงอย่างง่าย ดังรูป



รูปที่ 2.2 แสดงวงจรไฟฟ้าที่แหล่งจ่ายแรงดันหลาย ๆ ค่า

<sup>๑</sup> บรรจง จันทมาศ , กฎของโอห์ม , พิมพ์ครั้งที่ 5 ( กรุงเทพฯ : ทฤษฎีวงจรไฟฟ้ากระแสตรง , 2538 ) , หน้า 20 .

เมื่อปรับสวิตช์ S1 ไปที่แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 12 โวลต์ จะเกิดกระแสไฟฟ้าจำนวนหนึ่งไหลผ่านหลอดไฟฟ้าทำให้หลอดสว่างที่สุด และเมื่อปรับสวิตช์ไปที่แหล่งจ่าย 10 โวลต์ หลอดไฟจะลดความสว่างลงและถ้าค่าแรงดันแหล่งจ่ายมีค่าลดลงอีก ความสว่างของหลอดไฟฟ้าก็จะลดลง แสดงว่ากระแสที่ไหลในวงจรลดลงด้วย ความสัมพันธ์ของกระแสไฟฟ้าขึ้นอยู่กับ อัตราส่วนระหว่างค่าแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงกับค่าความต้านทานในวงจรไฟฟ้านั้น ดังสมการ

กระแสไฟฟ้าจะแปรผันตรงกับค่าแรงดันไฟฟ้าและจะแปรผกผันกับค่าความต้านทานไฟฟ้า

$$\text{สมการ} \quad \text{กระแสไฟฟ้า} = \frac{\text{แรงดันไฟฟ้า}}{\text{ความต้านทานไฟฟ้า}}$$

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

เมื่อ I คือ กระแสไฟฟ้า มีหน่วยเป็น แอมแปร์ (A)

E คือ แรงดันไฟฟ้า มีหน่วยเป็น โวลต์ (V)

R คือ ความต้านทานไฟฟ้า มีหน่วยเป็น โอห์ม ( $\Omega$ )

จากสมการเขียนให้อยู่ในรูปหน่วยทางไฟฟ้าได้ว่า

$$\text{แอมแปร์} = \frac{\text{โวลต์}}{\text{โอห์ม}}$$

วงจรไฟฟ้ากระแสตรงอย่างง่ายวงจรหนึ่งประกอบไปด้วยแบตเตอรี่ 6 โวลต์ ต่อกับความต้านทานค่า 3 โอห์ม วงจรไฟฟ้าดังกล่าวจะมีกระแสไฟฟ้า (I) ไหลผ่านตัวต้านทาน (R) คือ

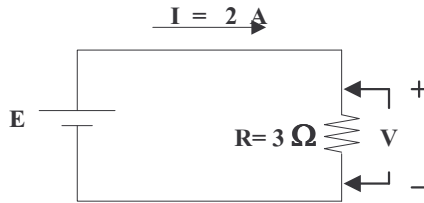
$$I = \frac{E}{R} = \frac{6 \text{ V}}{3 \Omega}$$

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

## 1.2 กฎแรงดันไฟฟ้าของโอห์ม

แรงดันไฟฟ้าที่เกิดขึ้นและตกคร่อมอุปกรณ์ไฟฟ้าใด ๆ จะมีค่าเท่ากับผลคูณของกระแสไฟฟ้ากับค่าความต้านทานของอุปกรณ์ไฟฟ้านั้น พิจารณาจากรูปที่ 2.3 แสดงการต่อวงจรไฟฟ้ากระแสตรงอย่างง่าย จะเห็นได้ว่าค่าแรงดันที่ตกคร่อมตัวต้านทาน 3 โอห์ม จะมีค่าเท่ากับ 6 โวลต์

แรงดันไฟฟ้าจะแปรผันโดยตรงกับค่ากระแสไฟฟ้าและแปรผันโดยตรงกับความต้านทานไฟฟ้า



รูปที่ 2.3 แสดงวงจรความต้านทานที่ต่ออยู่กับแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง

สมการ แรงดันไฟฟ้า = กระแสไฟฟ้า x ความต้านทานไฟฟ้า

$$E = I \times R$$

จากสมการเขียนให้อยู่ในรูปหน่วยทางไฟฟ้าได้ว่า

$$\text{โวลต์} = \text{แอมแปร์} \times \text{โอห์ม}$$

จากรูปที่ 2.3 แรงดันที่ตกคร่อมความต้านทานสามารถหาได้จาก

$$\begin{aligned} E &= I \times R \\ &= 2 \text{ A} \times 3 \Omega \end{aligned}$$

$$\text{แรงดันที่ตกคร่อมความต้านทาน} = 6 \text{ V}$$

### 1.3 กฎความต้านทานของโอห์ม

ค่าความต้านทานไฟฟ้า คือ อัตราส่วนระหว่างค่าแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมตัวต้านทานกับค่ากระแสไฟฟ้าที่ผ่านตัวต้านทานนั้น

ค่าความต้านทานจะแปรผันโดยตรงกับค่าแรงดันไฟฟ้าและจะแปรผันแบบผกผันกับค่าของกระแสไฟฟ้า

$$\text{สมการ} \quad \text{ความต้านทานไฟฟ้า} = \frac{\text{แรงดันไฟฟ้า}}{\text{กระแสไฟฟ้า}}$$

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

จากสมการเขียนให้อยู่ในรูปหน่วยทางไฟฟ้าได้ว่า

$$\text{โอห์ม} = \frac{\text{โวลต์}}{\text{แอมแปร์}}$$

จากรูปที่ 2.3 ค่าความต้านทานของวงจรเท่ากับ 3 โอห์ม สามารถหาได้จากสมการต่อไปนี้

$$\begin{aligned} R &= \frac{E}{I} \\ &= \frac{6\text{ V}}{2\text{ A}} \\ \text{ค่าความต้านทานเท่ากับ} &= 3 \text{ โอห์ม} \end{aligned}$$

#### 1.4 กฎของโอห์มในเทอมของความนำ

##### 1.4.1 กฎกระแสไฟฟ้าของโอห์ม ในเทอมของความนำ

สมการ กระแสไฟฟ้า = แรงดันไฟฟ้า x ความนำ

$$I = E \times G$$

เมื่อ I คือ กระแสไฟฟ้า มีหน่วยเป็น แอมแปร์ (A)

E คือ แรงดันไฟฟ้า มีหน่วยเป็น โวลต์ (V)

G คือ ความนำ มีหน่วยเป็น ซีเมนต์ (S)

จากสมการเขียนให้อยู่ในรูปหน่วยทางไฟฟ้าได้ว่า

$$\text{แอมแปร์} = \text{โวลต์} \times \text{ซีเมนต์}$$

##### 1.4.2 กฎแรงดันไฟฟ้าของโอห์ม ในเทอมของความนำ

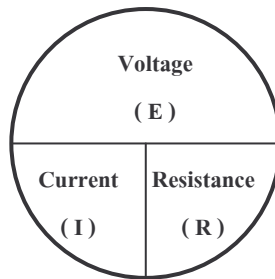
$$\text{สมการ} \quad E = \frac{I}{G}$$

### 1.4.3 กฎความนำ ของโอห์ม

$$\text{สมการ} \quad G = \frac{I}{E}$$

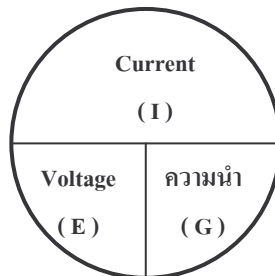
### 2. ความสัมพันธ์ของกฎของโอห์ม

จากกฎกระแส กฎแรงดัน และกฎความต้านทาน ของโอห์ม ซึ่งสามารถที่จะนำมาเขียนความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณทั้ง 3 จำนวน ในรูปวงกลมของโอห์มได้ดังรูปที่ 2.4



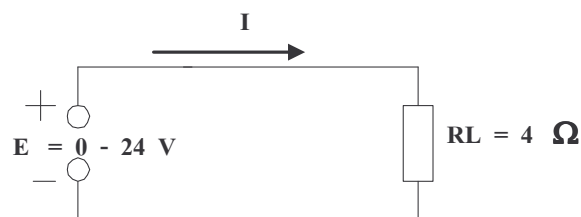
รูปที่ 2.4 แสดงวงกลมของโอห์มในเทอมของความต้านทาน

จากกฎของโอห์มในเทอมของความนำสามารถที่จะนำมาเขียนความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณทั้ง 3 จำนวนได้เช่นกันดังรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 แสดงวงกลมของโอห์มในเทอมของความนำ

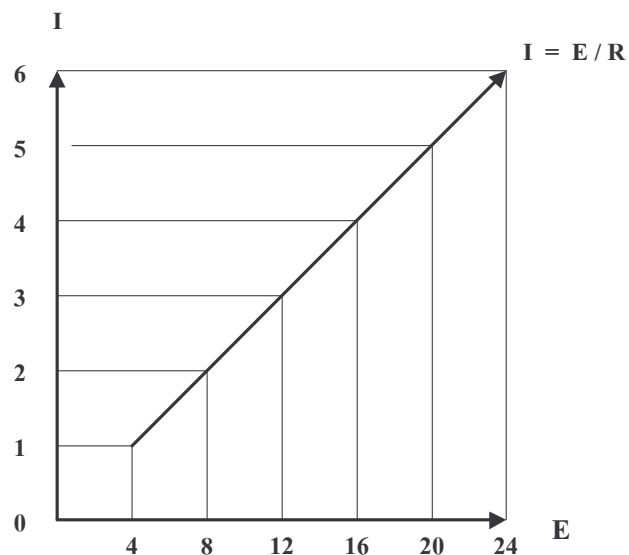
ตามปกติในวงจรไฟฟ้าใด ๆ เมื่อกำหนดให้ค่าความต้านทานในวงจรนั้นคงที่ เมื่อเพิ่มแรงดันไฟฟ้าให้มากขึ้น ก็จะได้กระแสไฟฟ้าเพิ่มขึ้นตามไปด้วย กล่าวคือ เมื่อเพิ่มแรงดัน 2 เท่า กระแสในวงจรก็จะเพิ่มขึ้น 2 เท่าด้วย และเมื่อใดลดแรงดันลง 2 เท่า กระแสก็จะลดลง 2 เท่าเช่นกัน



รูปที่ 2.6 แสดงวงจรความสัมพันธ์ของ  $R_L = 4$  โอห์ม ต่อกับแหล่งจ่าย 0-24 โวลต์

Volt	Ohms	Ampere
0	4	0
4	4	1
8	4	2
12	4	3
16	4	4
20	4	5
24	4	6

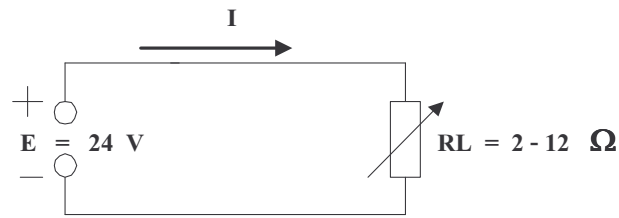
ตารางที่ 2.1 แสดงผลการวัดค่ากระแส I เมื่อ E เปลี่ยนแปลงไป



รูปที่ 2.7 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของกระแสและแรงดัน

จากรูปที่ 2.7 กราฟที่ได้จะเป็นเส้นตรงซึ่งเป็นสมการของกระแส  $I = \frac{E}{4}$  ตัวคงที่ 4 นั้นเป็นค่าของความต้านทานของวงจร ดังนั้น กราฟจะแสดงให้เห็นคุณสมบัติที่สำคัญของกฎเบื้องต้น กล่าวคือ “เมื่อความต้านทานของวงจรไฟฟ้าคงที่ กระแสไฟฟ้าในวงจรจะแปรผันโดยตรงกับค่าของแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้กับวงจรนั้น”

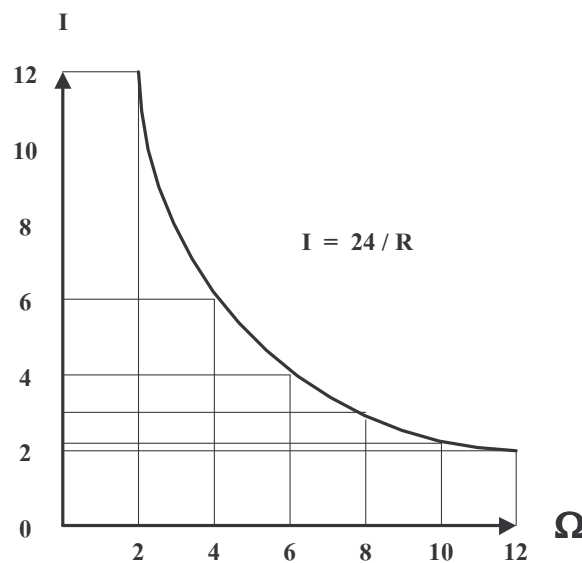
กำหนดให้แรงดันในวงจรเป็นตัวคงที่บ้าง คือ 24 โวลต์ และให้ค่าความต้านทานเป็นตัวเปลี่ยนแปลงไปจาก 2 – 12 โอห์ม จะพบว่ากระแสจะเปลี่ยนแปลงแปรผกผันกับความต้านทานนั้น



รูปที่ 2.8 แสดงวงจรความสัมพันธ์ของความต้านทาน  $R_L$  ที่ปรับค่าได้จาก 2 - 12 โอห์ม

Volt	Ohms	Ampere
24	2	12
24	4	6
24	6	4
24	8	3
24	10	2.4
24	12	2

ตารางที่ 2.2 แสดงตารางผลการวัดค่ากระแส  $I$  เมื่อความต้านทาน  $R$  เปลี่ยนแปลงไป



รูปที่ 2.9 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกระแสและความต้านทาน

จากรูปที่ 2.9 เป็นสมการ  $I = \frac{24}{R}$  ให้แรงดันที่จ่ายเข้าไปในวงจรคงที่คือ 24 โวลต์ กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านโหลดจะขึ้นอยู่กับความต้านทานของโหลด เช่น ถ้าความต้านทานเป็น 12 โอห์ม กระแสจะเป็น  $\frac{24}{12} = 2$  แอมแปร์ ถ้าความต้านทานลดลงครึ่งหนึ่งคือ 6 โอห์ม กระแสจะเพิ่มขึ้นเป็น 4 แอมแปร์ คือ เพิ่มขึ้นสองเท่า นั่นก็คือ เมื่อแรงดันไฟฟ้าคงที่ กระแสจะแปรผกผันกับความต้านทาน

กฎของโอห์มนั้น สามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาวงจรไฟฟ้าได้ ทั้งกระแสไฟตรงและกระแสไฟสลับและเป็นรากฐานในการประยุกต์กฎและหลักการใหม่ที่ซับซ้อนอีกหลายอย่าง เช่น กฎของเคอร์ชอฟฟ์ หรือ ทฤษฎีกระแสเมฆ เป็นต้น

### 3. กำลังไฟฟ้าจากกฎของโอห์ม

กำลังไฟฟ้า หมายถึงอัตราการเปลี่ยนแปลงพลังงาน หรืออัตราของการทำงานจากลักษณะหนึ่งไปสู่อีกลักษณะหนึ่ง เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ P และมีหน่วยเป็น วัตต์ (W)

กำลังไฟฟ้าจากกฎของโอห์ม เป็นผลคูณของแรงดันไฟฟ้ากับกระแสไฟฟ้า

$$\text{สมการ} \quad P = E \times I$$

เมื่อ P คือ กำลังไฟฟ้า มีหน่วยเป็น วัตต์ (W)

E คือ แรงดันไฟฟ้า มีหน่วยเป็น โวลต์ (V)

I คือ กระแสไฟฟ้า มีหน่วยเป็น โอห์ม

$$\text{จากกฎของโอห์ม} \quad E = I \cdot R$$

แทนค่า E ในสมการ จะได้

$$\begin{aligned} \text{สมการ} \quad P &= (I \cdot R) \times I \\ &= I^2 \times R \end{aligned}$$

$$\text{ดังนั้น} \quad P = I^2 \cdot R$$

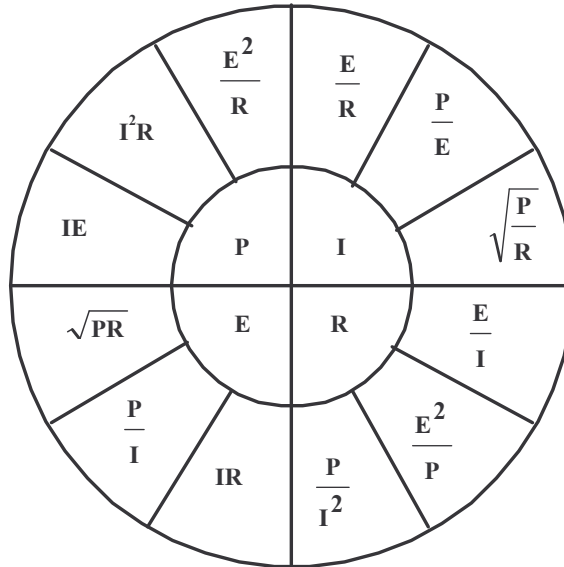
$$\text{จากกฎของโอห์ม} \quad I = \frac{E}{R}$$

แทนค่า I ในสมการ จะได้

$$\begin{aligned} \text{สมการ} \quad P &= E \times \frac{E}{R} \\ &= \frac{E^2}{R} \end{aligned}$$

$$\text{ดังนั้น} \quad P = \frac{E^2}{R}$$

จากสมการทั้งหมด สามารถเขียนเป็นแผนผังความสัมพันธ์ของสมการต่าง ๆ ในรูปของวงกลมได้ดังรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.10 แสดงความสัมพันธ์สมการต่างๆ ของโอห์ม