

ใบเนื้อหา เรื่อง กฎของโอห์ม กำลังไฟฟ้า และพลังงานไฟฟ้า

4.1 ศักย์ไฟฟ้าและประจุไฟฟ้า

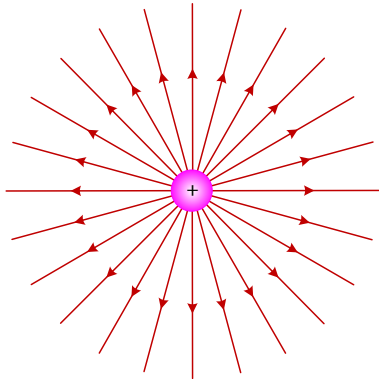
ประจุไฟฟ้า (Electric Charge) และศักย์ไฟฟ้า (Electric Potential) เป็นปริมาณทางไฟฟ้าที่เกิดขึ้นมาในเวลาพร้อมกัน มีความสัมพันธ์และเกี่ยวข้องกันอย่างใกล้ชิด จนไม่สามารถแยกปริมาณทั้งสองออกจากกันได้ การกล่าวถึงศักย์ไฟฟ้าจะต้องมีประจุไฟฟ้าเข้ามาเกี่ยวข้องด้วย และถ้ากล่าวถึงประจุไฟฟ้าจะต้องมีศักย์ไฟฟ้าเข้ามาเกี่ยวข้องด้วยเช่นกัน ปริมาณไฟฟ้าทั้งสองเป็นตัวแสดงให้ทราบถึงจำนวนไฟฟ้าที่กำเนิดขึ้นมาว่ามีมากน้อยเพียงไร ความหมายของประจุไฟฟ้าและศักย์ไฟฟ้า เป็นดังนี้

ประจุไฟฟ้า คือ ขั้วของไฟฟ้าที่แตกต่างกัน แบ่งออกได้เป็น 2 ขั้ว คือ ขั้วบวก (+) หรือ **ประจุบวก** (Positive Charge) และขั้วลบ (-) หรือ **ประจุลบ** (Negative Charge) ในทุกๆ อะตอมจะประกอบด้วยประจุบวกหรือโปรตอน และประจุลบหรืออิเล็กตรอนรวมกันอยู่ ในสภาวะปกติประจุไฟฟ้าทั้งสองมีค่าสมดุลกัน หรือเท่ากัน

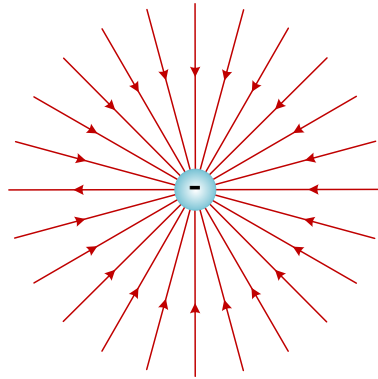
ศักย์ไฟฟ้า คือ ค่าของไฟฟ้า หรือปริมาณของไฟฟ้าที่แสดงออกมาในขณะเกิดความไม่สมดุลของประจุไฟฟ้า แบ่งออกได้เป็น 2 ค่า คือ **ศักย์บวก** (Positive Potential) หมายถึง การมีประจุไฟฟ้าบวกมากกว่าประจุไฟฟ้าลบ และ **ศักย์ลบ** (Negative Potential) หมายถึง การมีประจุไฟฟ้าลบมากกว่าประจุไฟฟ้าบวก

ประจุไฟฟ้าและศักย์ไฟฟ้ามีพลังงานในตัวเอง สามารถเคลื่อนที่และเปลี่ยนแปลงค่าได้ และพร้อมจะเคลื่อนที่และเปลี่ยนแปลงค่าตลอดเวลา เมื่ออยู่ในสภาวะที่เหมาะสมและเอื้ออำนวย ประจุไฟฟ้าหรือศักย์ไฟฟ้ามีอำนาจไฟฟ้าแผ่ออกรอบตัวเองในรูปของ **เส้นแรง** (Line of Force) เรียกว่า **เส้นแรงสนามไฟฟ้า** (Electric Field Lines) ส่งผลต่อพลังงานหรือแรงที่เกิดขึ้น

เส้นแรงสนามไฟฟ้าเกิดขึ้นที่ประจุไฟฟ้ามีลักษณะดังนี้ ถ้าเป็นประจุไฟฟ้าบวก (+) เส้นแรงสนามไฟฟ้าจะเคลื่อนที่ออกจากประจุ ถ้าเป็นประจุไฟฟ้าลบ (-) เส้นแรงสนามไฟฟ้าจะเคลื่อนที่เข้าหาประจุ เส้นแรงสนามไฟฟ้าจะเกิดขึ้นมากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับปริมาณศักย์ไฟฟ้าที่เกิดขึ้น เส้นแรงสนามไฟฟ้าที่เกิดขึ้นรอบประจุไฟฟ้า แสดงดังรูปที่ 4.1



(ก) ประจุไฟฟ้าบวก



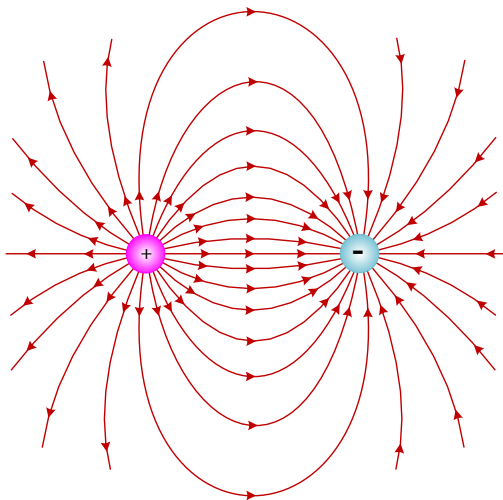
(ข) ประจุไฟฟ้าลบ

รูปที่ 4.1 เส้นแรงแสนามไฟฟ้าเกิดขึ้นรอบประจุไฟฟ้า

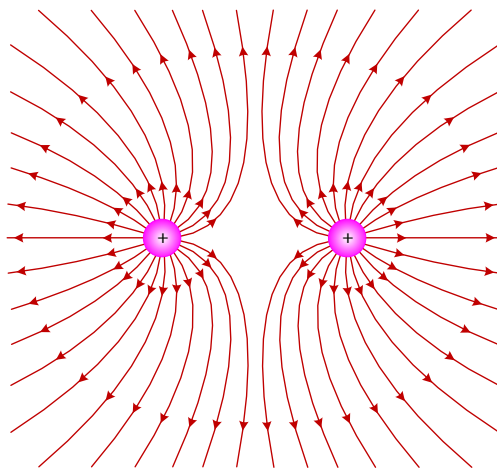
คุณสมบัติของประจุไฟฟ้าและศักย์ไฟฟ้าแต่ละชนิด เป็นดังนี้

➤ ประจุไฟฟ้าและศักย์ไฟฟ้ามีค่าต่างกันจะดึงดูดกัน เช่น ประจุไฟฟ้าบวกดึงดูดกับประจุไฟฟ้าลบ เกิดเส้นแรงแสนามไฟฟ้ารวมกันจากประจุไฟฟ้าทั้งสองรวมเป็นชุดเดียวกัน

➤ ประจุไฟฟ้าและศักย์ไฟฟ้ามีค่าเหมือนกันจะผลักรัน เช่น ประจุไฟฟ้าบวกผลักรันกับประจุไฟฟ้าบวก หรือประจุไฟฟ้าลบผลักรันกับประจุไฟฟ้าลบ เกิดเส้นแรงแสนามไฟฟ้าแยกจากกันของประจุไฟฟ้าแต่ละตัว การดึงดูดกันและการผลักรันของประจุไฟฟ้า แสดงดังรูปที่ 4.2



(ก) ประจุไฟฟ้าต่างกันดึงดูดกัน



(ข) ประจุไฟฟ้าเหมือนกันผลักรัน

รูปที่ 4.2 การดึงดูดกันและการผลักรันของประจุไฟฟ้า

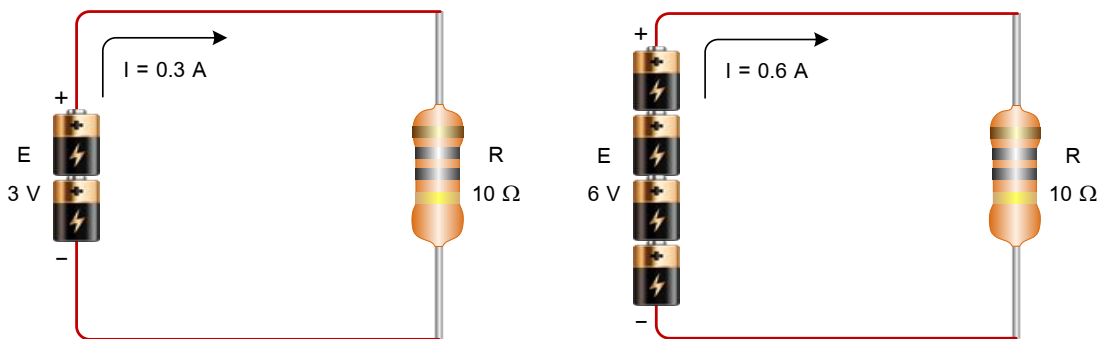
4.2

กฎของโอห์ม

กฎของโอห์ม (Ohm's Law) ถูกค้นพบโดยนักวิทยาศาสตร์ชาวเยอรมันชื่อ จอร์จ ซีมอน โอห์ม (George Simon Ohm) กฎของโอห์มกำหนดขึ้นมาจากความสัมพันธ์ของแรงดัน กระแส และความต้านทาน เกิดขึ้นตามความเป็นจริงของการทำงานในวงจรไฟฟ้า คือ วงจรไฟฟ้าวงจรหนึ่งต้องประกอบด้วยส่วนประกอบอย่างน้อย 3 ส่วน คือ แรงดัน กระแส และความต้านทาน จึงจะสามารถทำให้วงจรไฟฟ้าวงจรนั้นทำงานได้ เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงไปของแต่ละส่วนที่สัมพันธ์กัน ย่อมมีผลต่อการทำให้วงจรไฟฟ้าทำงานเปลี่ยนแปลงไปด้วย

ความสัมพันธ์ของปริมาณไฟฟ้าทั้งสามเกี่ยวข้องกัน ตามหน่วยมาตรฐาน คือ กระแสมีหน่วยเป็นแอมแปร์ (A) แรงดันมีหน่วยเป็นโวลต์ (V) และความต้านทานมีหน่วยเป็นโอห์ม (Ω) มีความสัมพันธ์กันดังนี้ **จำนวนกระแสที่ไหลในวงจรไฟฟ้า เปลี่ยนแปลงตามค่าแรงดันที่จ่ายให้กับวงจรนั้น แต่เปลี่ยนแปลงเป็นส่วนกลับกับความต้านทานในวงจร** คำกล่าวนี้สามารถเขียนออกมาเป็นสภาวะการทำงานได้ 2 สภาวะดังนี้

1. ถ้ากำหนดให้ความต้านทาน (R) ในวงจรคงที่ กระแส (I) ในวงจรจะไหลได้มากเมื่อจ่ายแรงดัน (E) ให้วงจรมาก และกระแส (I) ในวงจรจะไหลได้น้อย เมื่อจ่ายแรงดัน (E) ในวงจรมีน้อย เขียนความสัมพันธ์ออกมาได้ดังรูปที่ 4.3 และเขียนเป็นสมการได้ดังสมการที่ (4 - 1)



(ก) แรงดันน้อยกระแสไหลน้อย

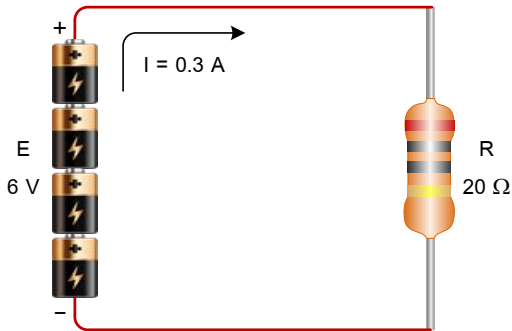
(ข) แรงดันมากกระแสไหลมาก

รูปที่ 4.3 เมื่อความต้านทานคงที่ กระแสไหลเปลี่ยนแปลงตามแรงดัน

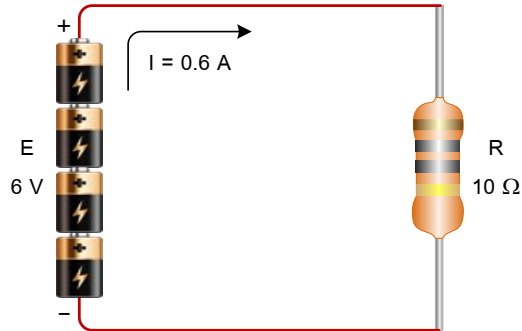
$$I \propto E \quad \text{เมื่อ } R \text{ คงที่}$$

$$\dots(4-1)$$

2. ถ้ากำหนดให้แรงดัน (E) ในวงจรคงที่ กระแส (I) ในวงจรจะไหลได้มากเมื่อต่อตัวต้านทานในวงจรมีค่าความต้านทาน (R) น้อย และกระแส (I) ในวงจรจะไหลได้น้อยเมื่อต่อตัวต้านทานในวงจรมีค่าความต้านทาน (R) มาก เขียนความสัมพันธ์ออกมาได้ดังรูปที่ 4.4 และเขียนเป็นสมการได้ดังสมการที่ (4 - 2)



(ก) ความต้านทานมากกระแสไหลน้อย



(ข) ความต้านทานน้อยกระแสไหลมาก

รูปที่ 4.4 เมื่อแรงดันคงที่ กระแสไหลเปลี่ยนแปลงตามความต้านทาน

$$I \propto \frac{1}{R} \text{ เมื่อ } E \text{ คงที่}$$

.....(4-2)

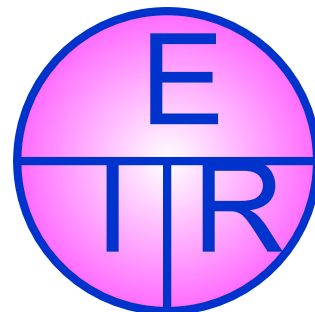
จากสมการที่ (4 - 1) และ (4 - 2) นำมาเขียนเป็นสมการทางไฟฟ้า เรียกว่ากฎของโอห์มเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

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

.....(4-3)

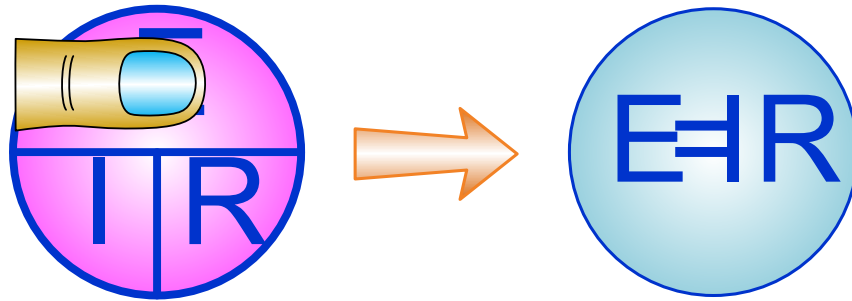
เมื่อ I = กระแส หน่วยแอมแปร์ (A)
E = แรงดัน หน่วยโวลต์ (V)
R = ความต้านทาน หน่วยโอห์ม (Ω)

จากสมการที่ 4-3 เป็นการหาค่ากระแส (I) โดยสามารถย้ายสมการเพื่อหาค่าแรงดัน (E) หรือค่าความต้านทาน (R) ได้เช่นเดียวกัน เพื่อให้เข้าใจง่ายขึ้น จะนำสมการกฎของโอห์มมาเขียนไว้ในวงกลม แสดงดังรูปที่ 4.5

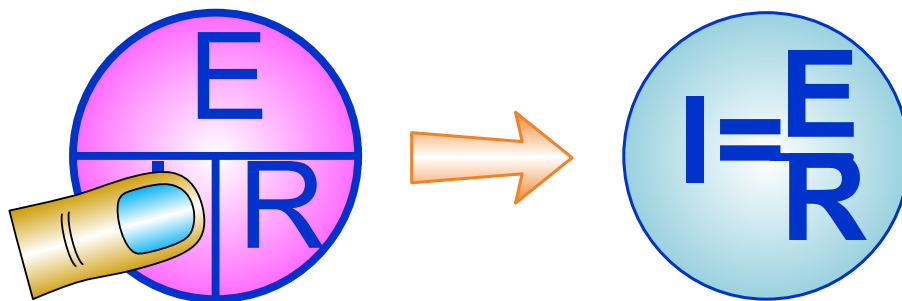


รูปที่ 4.5 วงกลมสมการกฎของโอห์ม

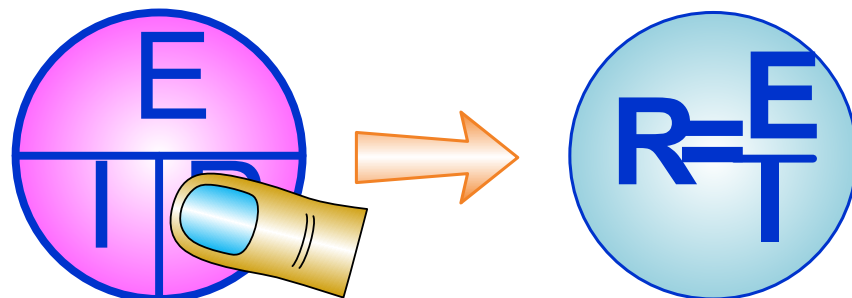
การหาสมการในแต่ละส่วนของวงกลม ทำได้โดยใช้นิ้วมือปิดส่วนที่ต้องการหาไว้ ส่วนที่เหลือคือสูตรที่ใช้ในการคำนวณ สมการที่ได้ถ้าอยู่ในแถวเดียวกันเป็นการคูณกัน และถ้าสมการที่ได้อยู่ต่างแถวกันเป็นการหารกัน การหาค่าแรงดัน กระแส และความต้านทาน จากวงกลมสมการกฎของโอห์ม แสดงได้ดังรูปที่ 4.6



(ก) สมการหาค่าแรงดัน (E)



(ข) สมการหาค่ากระแส (I)



(ค) สมการหาค่าความต้านทาน (R)

รูปที่ 4.6 การหาค่าแรงดัน กระแส และความต้านทานจากวงกลมสมการกฎของโอห์ม

4.3

การแก้ปัญหาวงจรไฟฟ้าด้วยกฎของโอห์ม

เราสามารถนำกฎของโอห์มไปช่วยแก้ปัญหาคำนวณค่าต่างๆ ในวงจรไฟฟ้าได้ โดยการแทนค่าปริมาณไฟฟ้าด้วยกฎของโอห์ม คำนวณหาปริมาณไฟฟ้าที่ต้องการออกมา ช่วยให้เกิดความสะดวกต่อการทำงานทางไฟฟ้า ช่วยลดขั้นตอนในการปฏิบัติงานลง และทำให้เกิดความปลอดภัยในการทำงานของวงจรไฟฟ้า สิ่งสำคัญของการใช้กฎของโอห์ม คือการแทนค่าในการคำนวณทุกครั้ง จำเป็นต้องทำให้ค่าปริมาณไฟฟ้าทั้งหมดที่ใช้คำนวณ อยู่ในหน่วยมาตรฐานที่ถูกต้อง จึงจะทำให้ค่าที่คำนวณได้มีความถูกต้อง ส่วนผลลัพธ์ที่คำนวณได้ ควรแสดงค่าตัวเลข ให้มีหลักที่เหมาะสม และบอกบทที่เหมาะสมกำกับไว้ เพื่อลดความผิดพลาดจากการเขียนค่า และการอ่านค่าเหล่านั้น

ตัวอย่างที่ 4.1 เต้าไฟฟ้าใช้แรงดันไฟสลับ 220 V มีกระแสไหลผ่าน 5 A จงหาค่าความต้านทานของเต้าไฟฟ้าเครื่องนี้

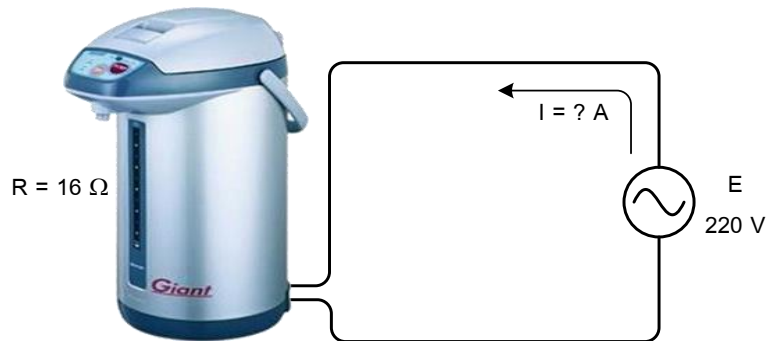


รูปที่ 4.7 วงจรเต้าไฟฟ้าต้องการหาความต้านทาน

วิธีทำ

สูตร	$R = \frac{E}{I}$	
เมื่อ	$R = ?$	
	$E = 220 \text{ V}$	
	$I = 5 \text{ A}$	
แทนค่า	$R = \frac{220 \text{ V}}{5 \text{ A}} = 44 \Omega$	
$\therefore$	ความต้านทานของเต้าไฟฟ้า	$= 44 \Omega$ ตอบ

ตัวอย่างที่ 4.2 กระทิกต้มน้ำไฟฟ้ามีความต้านทาน $16\ \Omega$ ใช้กับแรงดันไฟสลับ 220 V จะมีกระแสไหลผ่านกระทิกน้ำร้อนเท่าไร



รูปที่ 4.8 วงจรกระทิกน้ำร้อนต้องการหาค่ากระแส

วิธีทำ

สูตร
$$I = \frac{E}{R}$$

เมื่อ
$$I = ?$$

$$E = 220\text{ V}$$

$$R = 16\ \Omega$$

แทนค่า
$$I = \frac{220\text{ V}}{16\ \Omega} = 13.75\text{ A}$$

$\therefore$ กระแสไหลผ่านกระทิกต้มน้ำไฟฟ้า = 13.75 A **ตอบ**

ตัวอย่างที่ 4.3 เครื่องขยายเสียงมีความต้านทาน $240\ \Omega$ ขณะทำงานมีกระแสไหลในวงจร 0.5 A จะมีแรงดันจ่ายให้เครื่องขยายเสียงเท่าไร



รูปที่ 4.9 วงจรเครื่องขยายเสียงต้องการหาค่าแรงดัน

วิธีทำ

สูตร $E = IR$

เมื่อ $E = ?$

$$I = 0.5 \text{ A}$$

$$R = 240 \text{ }\Omega$$

แทนค่า $E = 0.5 \text{ A} \times 240 \text{ }\Omega = 120 \text{ V}$

$\therefore$ แรงดันจ่ายให้เครื่องขยายเสียง = 120 V ตอบ

4.4

กำลังไฟฟ้าสัมพันธ์กับกฎของโอห์ม

กำลัง (Power) คือ อัตราการทำงานในหนึ่งหน่วยเวลา โดยกำลังจะมีความสัมพันธ์กับเวลาเสมอ กำลังมีหน่วยเป็นวัตต์ (W) เมื่อกำลังถูกใช้งานทางด้านไฟฟ้า จึงเรียกว่า กำลังไฟฟ้า (Electrical Power ; P) คือ อัตราการใช้พลังงานไฟฟ้า (W) มีหน่วยเป็นจูล (J) ทำให้อิเล็กตรอนเคลื่อนที่จากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง ในเวลา (t) มีหน่วยเป็นวินาที (s) เขียนออกมาเป็นสมการได้ดังนี้

$$P = \frac{W}{t}$$

.....(4-4)

เมื่อ $P =$ กำลังไฟฟ้า หน่วยวัตต์ (W)

$W =$ พลังงานไฟฟ้าหรืองาน หน่วยจูล (J)

$t =$ เวลา หน่วยวินาที (s)

กำลังไฟฟ้าเมื่อถูกนำมาใช้งานร่วมกับกฎของโอห์ม สามารถเขียนความสัมพันธ์กันได้ดังนี้ กำลังไฟฟ้า (P) 1 วัตต์ (W) คือ อัตราของงานที่ถูกกระทำในวงจรไฟฟ้าซึ่งเกิดกระแส (I) ไหล 1 แอมแปร์ (A) เมื่อมีแรงดัน (E) จ่ายให้วงจร 1 โวลต์ (V) กำลังไฟฟ้าหาได้จากผลคูณของแรงดัน มีหน่วยเป็นโวลต์ คูณด้วยกระแส มีหน่วยเป็นแอมแปร์ เขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$P = EI$$

.....(4-5)

เมื่อ $P =$ กำลังไฟฟ้า หน่วยวัตต์ (W)

$E =$ แรงดัน หน่วยโวลต์ (V)

$I =$ กระแส หน่วยแอมแปร์ (A)

จากสมการที่ 4 – 5 เป็นการหาค่ากำลังไฟฟ้า (P) เราสามารถย้ายสมการเพื่อหาค่าแรงดัน (E) หรือ ค่ากระแส (I) ได้เช่นเดียวกัน เพื่อให้เข้าใจง่ายขึ้น โดย นำสมการหาค่ากำลังไฟฟ้ามาเขียนไว้ในวงกลม แสดง ดังรูปที่ 4.10



รูปที่ 4.10 วงกลมสมการกำลังไฟฟ้า

ต้องการหาปริมาณไฟฟ้าใด ให้ใช้นิ้วมือปิด ปริมาณไฟฟ้านั้นไว้ ส่วนที่เหลือคือค่าสมการที่หาได้ สมการที่ได้อยู่ในแถวเดียวกัน คือการคูณกัน สมการที่ได้อยู่ต่างแถวกัน คือการหารกัน

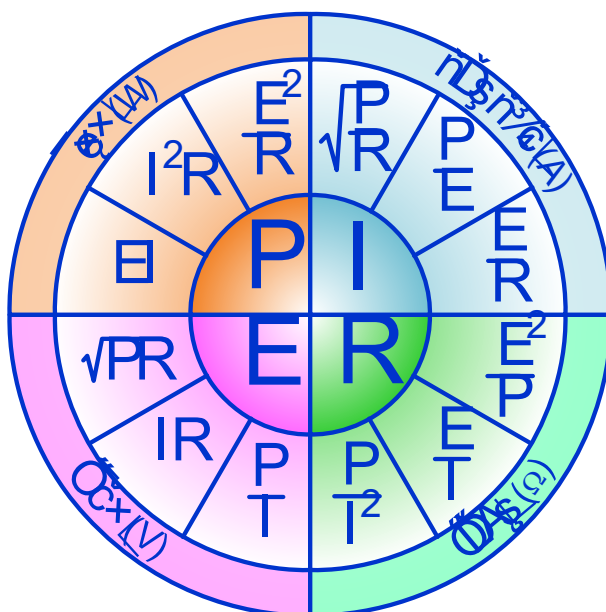
เมื่อนำกฎของโอห์มมาแทนค่าลงในสมการหาค่ากำลังไฟฟ้า ทำให้สมการใช้คำนวณกำลัง ไฟฟ้าเกิดการ เปลี่ยนแปลงไป สมการมีความสัมพันธ์กัน แสดงให้เห็นได้ดังตัวอย่างดังนี้

จากสมการกำลังไฟฟ้า $P = EI$

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

จะได้ $P = E \times \frac{E}{R} = \frac{E^2}{R}$ เป็นต้น

เมื่อนำสมการกฎของโอห์มและสมการกำลังไฟฟ้า มาเขียนรวมกันในรูปวงกลม สามารถเขียนออกมาได้ หลายค่า แสดงดังรูปที่ 4.11



รูปที่ 4.11 วงกลมสมการกฎของโอห์มสัมพันธ์กับกำลังไฟฟ้า

4.5 การแปลงหน่วยปริมาณไฟฟ้า

ปริมาณไฟฟ้าทั้ง 4 ค่า ได้แก่ แรงดัน กระแส ความต้านทาน และกำลังไฟฟ้า ที่นำไปใช้งาน หรือใช้ในการคำนวณค่า โดยปกติหน่วยของปริมาณไฟฟ้าเหล่านั้นจะต้องอยู่ในหน่วยมาตรฐาน คือแรงดัน (E) มีหน่วยเป็นโวลต์ (V) กระแส (I) มีหน่วยเป็นแอมแปร์ (A) ความต้านทาน (R) มีหน่วยเป็นโอห์ม (Ω) และกำลังไฟฟ้า (P) มีหน่วยเป็นวัตต์ (W) แต่การใช้งานแต่ละครั้งมีโอกาสดำเนินการใช้หน่วยปริมาณไฟฟ้าที่แตกต่างไปจากหน่วยปกติ จึงจำเป็นต้องแปลงหน่วยใช้งานให้อยู่ในหน่วยปกติก่อนการคำนวณค่าเสมอ เพราะถ้าใช้หน่วยไม่ถูกต้อง จะทำให้ผลลัพธ์ที่คำนวณได้เกิดความผิดพลาด หน่วยของปริมาณไฟฟ้าทั้ง 4 ค่า แบ่งย่อยออกได้ดังนี้

1. หน่วยแรงดัน แบ่งออกเป็นหน่วยย่อย คือ ไมโครโวลต์ (μV) มิลลิโวลต์ (mV) โวลต์ (V) กิโลโวลต์ (kV) และเมกะโวลต์ (MV) ความสัมพันธ์ของหน่วยย่อยเป็นดังนี้

1 โวลต์ (V)	= 1,000 มิลลิโวลต์ (mV)	= 1×10^3 มิลลิโวลต์ (mV)
	= 1,000,000 ไมโครโวลต์ (μV)	= 1×10^6 ไมโครโวลต์ (μV)
1 มิลลิโวลต์ (mV)	= $\frac{1}{1,000}$ โวลต์ (V)	= 1×10^{-3} โวลต์ (V)
1 ไมโครโวลต์ (μV)	= $\frac{1}{1,000,000}$ โวลต์ (V)	= 1×10^{-6} โวลต์ (V)
1 กิโลโวลต์ (kV)	= 1,000 โวลต์ (V)	= 1×10^3 โวลต์ (V)
1 เมกะโวลต์ (MV)	= 1,000,000 โวลต์ (V)	= 1×10^6 โวลต์ (V)

2. หน่วยกระแส แบ่งออกเป็นหน่วยย่อย คือ ไมโครแอมแปร์ (μA) มิลลิแอมแปร์ (mA) แอมแปร์ (A) กิโลแอมแปร์ (kA) และเมกะแอมแปร์ (MA) ความสัมพันธ์ของหน่วยย่อยเป็นดังนี้

1 แอมแปร์ (A)	= 1,000 มิลลิแอมแปร์ (mA)	= 1×10^3 มิลลิแอมแปร์ (mA)
	= 1,000,000 ไมโครแอมแปร์ (μA)	= 1×10^6 ไมโครแอมแปร์ (μA)
1 มิลลิแอมแปร์ (mA)	= $\frac{1}{1,000}$ แอมแปร์ (A)	= 1×10^{-3} แอมแปร์ (A)
1 ไมโครแอมแปร์ (μA)	= $\frac{1}{1,000,000}$ แอมแปร์ (A)	= 1×10^{-6} แอมแปร์ (A)
1 กิโลแอมแปร์ (kA)	= 1,000 แอมแปร์ (A)	= 1×10^3 แอมแปร์ (A)
1 เมกะแอมแปร์ (MA)	= 1,000,000 แอมแปร์ (A)	= 1×10^6 แอมแปร์ (A)

3. หน่วยความต้านทาน แบ่งออกเป็นหน่วยย่อย คือ ไมโครโอห์ม ($\mu\Omega$) มิลลิโอห์ม (m Ω) โอห์ม (Ω) กิโลโอห์ม (k Ω) และเมกะโอห์ม (M Ω) ความสัมพันธ์ของหน่วยย่อยเป็นดังนี้

1 โอห์ม (Ω)	= 1,000 มิลลิโอห์ม ($m\Omega$)	= 1×10^3 มิลลิโอห์ม ($m\Omega$)
	= 1,000,000 ไมโครโอห์ม ($\mu\Omega$)	= 1×10^6 ไมโครโอห์ม ($\mu\Omega$)
1 มิลลิโอห์ม ($m\Omega$)	= $\frac{1}{1,000}$ โอห์ม (Ω)	= 1×10^{-3} โอห์ม (Ω)
1 ไมโครโอห์ม ($\mu\Omega$)	= $\frac{1}{1,000,000}$ โอห์ม (Ω)	= 1×10^{-6} โอห์ม (Ω)
1 กิโลโอห์ม ($k\Omega$)	= 1,000 โอห์ม (Ω)	= 1×10^3 โอห์ม (Ω)
1 เมกะโอห์ม ($M\Omega$)	= 1,000,000 โอห์ม (Ω)	= 1×10^6 โอห์ม (Ω)

4. หน่วยกำลังไฟฟ้า แบ่งออกเป็นหน่วยย่อย คือ มิลลิวัตต์ (mW) วัตต์ (W) กิโลวัตต์ (kW) และเมกะวัตต์ (MW) ความสัมพันธ์ของหน่วยย่อยเป็นดังนี้

1 วัตต์ (W)	= 1,000 มิลลิวัตต์ (mW)	= 1×10^3 มิลลิวัตต์ (mW)
1 มิลลิวัตต์ (mW)	= $\frac{1}{1,000}$ วัตต์ (W)	= 1×10^{-3} วัตต์ (W)
1 กิโลวัตต์ (kW)	= 1,000 วัตต์ (W)	= 1×10^3 วัตต์ (W)
1 เมกะวัตต์ (MW)	= 1,000,000 วัตต์ (W)	= 1×10^6 วัตต์ (W)

ตัวอย่างที่ 4.4 แปลงหน่วยปริมาณไฟฟ้าให้อยู่ในบทที่ต้องการ

- (1) 632,850 V ให้เป็นหน่วย kV
- (2) 412,900 μV ให้เป็นหน่วย mV
- (3) 25,800 μV ให้เป็นหน่วย V
- (4) 5,620 mA ให้เป็นหน่วย A
- (5) 0.075 A ให้เป็นหน่วย mA
- (6) 4,750,000 μA ให้เป็นหน่วย A
- (7) 2.65 M Ω ให้เป็นหน่วย Ω
- (8) 68.5 k Ω ให้เป็นหน่วย Ω
- (9) 560,000 Ω ให้เป็นหน่วย k Ω
- (10) 8,490,000 W ให้เป็นหน่วย MW
- (11) 42,800 mW ให้เป็นหน่วย W
- (12) 560 MW ให้เป็นหน่วย kW

วิธีทำ

$$(1) \text{ เป็นหน่วย kV } 632,850 \text{ V} = \frac{632,850}{1,000} \text{ V} = 632.85 \text{ kV}$$

$$(2) \text{ เป็นหน่วย mV } 412,900 \text{ }\mu\text{V} = \frac{412,900}{1,000} \text{ mV} = 412.9 \text{ mV}$$

$$(3) \text{ เป็นหน่วย V } 25,800 \text{ }\mu\text{V} = \frac{25,800}{1,000,000} \text{ V} = 0.0258 \text{ V}$$

$$(4) \text{ เป็นหน่วย A } 5,620 \text{ mA} = \frac{5,620}{1,000} \text{ A} = 5.62 \text{ A}$$

$$(5) \text{ เป็นหน่วย mA } 0.075 \text{ A} = 0.075 \times 1,000 \text{ mA} = 75 \text{ mA}$$

$$(6) \text{ เป็นหน่วย A } 4,750,000 \text{ }\mu\text{A} = \frac{4,750,000}{1,000,000} \text{ A} = 4.75 \text{ A}$$

$$(7) \text{ เป็นหน่วย }\Omega 2.65 \text{ M}\Omega = 2.65 \times 1,000,000 \Omega = 2,650,000 \Omega$$

$$(8) \text{ เป็นหน่วย }\Omega 68.5 \text{ k}\Omega = 68.5 \times 1,000 \Omega = 68,500 \Omega$$

$$(9) \text{ เป็นหน่วย k}\Omega 560,000 \Omega = \frac{560,000}{1,000} \text{ k}\Omega = 560 \text{ k}\Omega$$

$$(10) \text{ เป็นหน่วย MW } 8,490,000 \text{ W} = \frac{8,490,000}{1,000,000} \text{ MW} = 8.49 \text{ MW}$$

$$(11) \text{ เป็นหน่วย W } 42,800 \text{ mW} = \frac{42,800}{1,000} \text{ W} = 42.8 \text{ W}$$

$$(12) \text{ เป็นหน่วย kW } 560 \text{ MW} = 560 \times 1,000 \text{ kW} = 560,000 \text{ kW} \quad \text{ตอบ}$$

4.6

การคำนวณค่ากำลังไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้า

ส่วนใหญ่กำลังไฟฟ้าจะถูกบอกค่ากำกับไว้ที่เครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ เช่น เต้าไฟฟ้า กระจกต้มน้ำไฟฟ้า เต้ารีดไฟฟ้า หม้อหุงข้าวไฟฟ้า เต้าไมโครเวฟ และหลอดไฟฟ้า เป็นต้น นอกจากนั้นยังถูกบอกไว้กับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อีกหลายชนิด เช่น เครื่องเสียง ลำโพง ตัวต้านทาน และหัวแร้งไฟฟ้า เป็นต้น กำลังไฟฟ้าของอุปกรณ์ไฟฟ้า และเครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ เป็นตัวบอกให้ทราบถึงค่าการใช้กระแสของอุปกรณ์ไฟฟ้า และเครื่องใช้ไฟฟ้าเหล่านั้น ทำให้ทราบถึงค่าความสิ้นเปลืองการใช้ไฟฟ้า การคำนวณหาค่ากำลังไฟฟ้าทำได้หลายวิธีด้วยกัน โดยใช้สูตรคำนวณในวงกลมสมการกฎของโอห์มสัมพันธ์กับกำลังไฟฟ้าตามรูปที่ 4.11

ตัวอย่างที่ 4.5 หม้อหุงข้าวไฟฟ้าใช้แรงดัน 220 V มีกระแสไหลผ่าน 7.5 A จงหาค่ากำลังไฟฟ้าของหม้อหุงข้าวไฟฟ้าเครื่องนี้



รูปที่ 4.12 หม้อหุงข้าวไฟฟ้าต้องการหาค่ากำลังไฟฟ้า

วิธีทำ

สูตร $P = EI$

เมื่อ $P = ?$

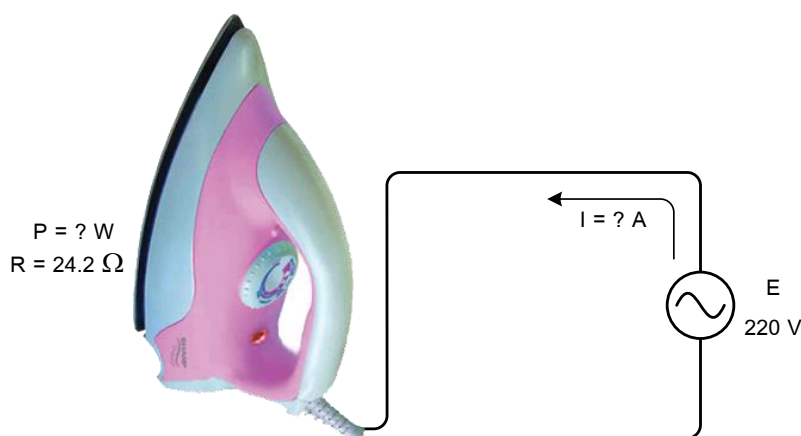
$E = 220 \text{ V}$

$I = 7.5 \text{ A}$

แทนค่า $P = 220 \text{ V} \times 7.5 \text{ A} = 1,650 \text{ W}$

$\therefore$ หม้อหุงข้าวไฟฟ้าใช้กำลังไฟฟ้า $= 1,650 \text{ W}$ **ตอบ**

ตัวอย่างที่ 4.6 เตารีดไฟฟ้ามีความต้านทาน 24.2 Ω ใช้กับแรงดัน 220 V จงหาค่ากระแส และกำลังไฟฟ้าของเตารีดไฟฟ้าเครื่องนี้



รูปที่ 4.13 เตารีดไฟฟ้าต้องการหาค่ากระแส และกำลังไฟฟ้า

วิธีทำ

1. หากระแสที่ไหลในวงจร จากสูตร $I = \frac{E}{R}$

เมื่อ $I = ?$

$$E = 220 \text{ V}$$

$$R = 24.2 \, \Omega$$

แทนค่า $I = \frac{220 \text{ V}}{24.2 \, \Omega} = 9.09 \text{ A}$

2. หากำลังไฟฟ้าของเตารีดไฟฟ้า จากสูตร $P = \frac{E^2}{R}$

เมื่อ $P = ?$

$$E = 220 \text{ V}$$

$$R = 24.2 \, \Omega$$

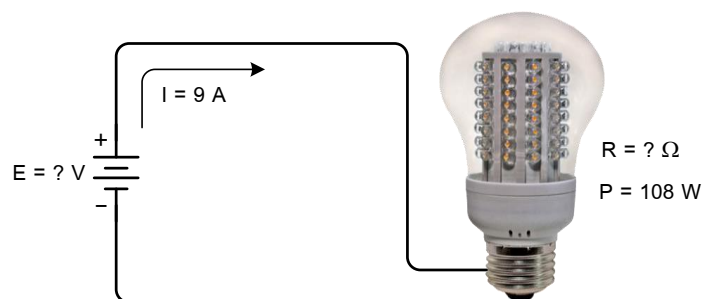
แทนค่า $P = \frac{(220 \text{ V})^2}{24.2 \, \Omega} = \frac{48,400 \text{ V}^2}{24.2 \, \Omega} = 2,000 \text{ W}$

$\therefore$ กระแสที่ไหลในวงจร $= 9.09 \text{ A}$

$\therefore$ กำลังไฟฟ้าของเตารีดไฟฟ้า $= 2,000 \text{ W}$

ตอบ

ตัวอย่างที่ 4.7 หลอดไฟฟ้าขนาด 108 W เมื่อทำงานมีกระแสไหลผ่าน 9 A จงหาค่าแรงดันที่จ่ายให้วงจร และค่าความต้านทานของหลอดไฟฟ้าหลอดนี้



รูปที่ 4.14 หลอดไฟฟ้าต้องการหาค่าแรงดัน และความต้านทาน

วิธีทำ

1. หาแรงดันที่จ่ายให้วงจร จากสูตร

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

เมื่อ $E = ?$

$$P = 108 \text{ W}$$

$$I = 9 \text{ A}$$

$$\text{แทนค่า} \quad E = \frac{108 \text{ W}}{9 \text{ A}} = 12 \text{ V}$$

2. หาความต้านทานของหลอดไฟฟ้า จากสูตร $R = \frac{P}{I^2}$

เมื่อ $R = ?$

$$P = 108 \text{ W}$$

$$I = 9 \text{ A}$$

$$\text{แทนค่า} \quad R = \frac{108 \text{ W}}{(9 \text{ A})^2} = \frac{108 \text{ W}}{81 \text{ A}^2} = 1.33 \, \Omega$$

$$\therefore \text{แรงดันที่จ่ายให้วงจร} = 12 \text{ V}$$

$$\therefore \text{ความต้านทานของหลอดไฟฟ้า} = 1.33 \, \Omega$$

ตอบ

4.7

พลังงานไฟฟ้า

พลังงาน (Energy) คือ ความสามารถของสิ่งใดๆ ที่เมื่อทำงานแล้วได้งาน (Work) ออกมา เมื่อพลังงานถูกใช้งานทางด้านไฟฟ้า จึงเรียกว่า พลังงานไฟฟ้า (Electrical Energy ; W) คือ พลังงานที่ต้องการสำหรับเคลื่อนย้ายประจุไฟฟ้า จำนวน 1 คูลอมบ์ (C) ผ่านเข้าไปในที่มีความต่างศักย์ไฟฟ้า 1 โวลต์ (V) หรือ 1 คูลอมบ์ โวลต์ (CV)

อีกความหมายหนึ่งของพลังงานไฟฟ้า คือ พลังงานที่ใช้ไปหรือสร้างขึ้นใหม่จากกำลัง ไฟฟ้าที่ส่งเข้ามาหรือส่งออกไป โดยมีความสัมพันธ์กับเวลา เช่นใช้กำลังไฟฟ้า 1 วัตต์ (W) ต่อเนื่อง กันเป็นเวลา 1 วินาที (s) หรือ 1 วัตต์ วินาที (Ws) ปกติพลังงานไฟฟ้าแสดงหน่วยไว้เป็นจูล (J) เขียนออกมาเป็นสมการได้ดังนี้

$$W = Pt$$

.....(4-6)

เมื่อ W = พลังงานไฟฟ้า หน่วยจูล (J)
 P = กำลังไฟฟ้า หน่วยวัตต์ (W)
 t = เวลา หน่วยวินาที (s)

ไฟฟ้ากระแสสลับที่ถูกจ่ายไปใช้งานตามบ้านเรือน และในงานอุตสาหกรรมต่างๆ อย่างแพร่หลายในปัจจุบันถูกผลิตขึ้นมาจากหน่วยงานที่ผลิตไฟฟ้าออกจำหน่าย เช่น การไฟฟ้านครหลวง และการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค เป็นต้น การนำไฟฟ้ามาใช้งานจำเป็นต้องซื้อไฟฟ้ามาใช้ การคิดค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ไป ไม่ได้บอกหน่วยพลังงานไฟฟ้าออกมาเป็นจูล (J) แต่จะบอกออกมาในหน่วยกิโลวัตต์ – ชั่วโมง (Kilowatt – Hour ; kWh) มักจะถูกเรียกว่า หน่วย หรือยูนิต (Unit) โดยใช้เครื่องวัดพลังงานไฟฟ้า มีชื่อเรียกว่า วัตต์อวาร์มิเตอร์ (Watthour Meter) ติดตั้งไว้ตามฝาผนังบ้านเรือน หรือเสาไฟฟ้าใกล้บ้าน รูปร่างและการติดตั้งวัตต์อวาร์มิเตอร์ แสดงดังรูปที่ 4.15



(ก) รูปร่าง



(ข) การติดตั้งใช้งาน

รูปที่ 4.15 วัตต์อวาร์มิเตอร์

การคำนวณค่าพลังงานไฟฟ้าใน 1 หน่วย หรือ 1 ยูนิต ที่วัดออกมาได้ด้วยวัตต์อวาร์มิเตอร์ โดยการวัดค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าไป 1 กิโลวัตต์ (kW) เป็นเวลา 1 ชั่วโมง (h) ใช้สูตรคำนวณในสมการที่ (4 – 6) ได้ดังนี้

$$W = Pt$$

เมื่อ W = พลังงานไฟฟ้าหน่วยกิโลวัตต์-ชั่วโมง (kWh) หรือหน่วย, ยูนิต์

P = กำลังไฟฟ้า หน่วยกิโลวัตต์ (kW)

t = เวลา หน่วยชั่วโมง (h)

ตัวอย่างที่ 4.8 เต้าไมโครเวฟขนาด 1,600 W ใช้งานเป็นเวลา 25 ชั่วโมง จะใช้พลังงานไฟฟ้าไปเท่าไร และค่าพลังงานไฟฟ้าหน่วยละ 3.1381 บาท จะต้องเสียค่าใช้จ่ายเท่าไร



รูปที่ 4.16 วัดตัวอาร์มิเตอร์

วิธีทำ

1. หาพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ไป จากสูตร $W = Pt$

เมื่อ $W = ?$

$$P = 1,600 \text{ W} = \frac{1,600 \text{ W}}{1,000} = 1.6 \text{ kW}$$

$$t = 25 \text{ h}$$

$$\text{แทนค่า} \quad W = 1.6 \text{ kW} \times 25 \text{ h} = 40 \text{ หน่วย}$$

2. หาค่าใช้จ่ายในการใช้ไฟฟ้า

ค่าพลังงานไฟฟ้าหน่วยละ 3.1381 บาท

ใช้ไฟฟ้าไป 40 หน่วย

$$\text{เสียค่าใช้จ่ายในการใช้ไฟฟ้า} = 3.1381 \text{ บาท} \times 40 \text{ หน่วย} = 125.52 \text{ บาท}$$

$$\therefore \text{พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ไป} = 40 \text{ หน่วย}$$

$$\therefore \text{เสียค่าใช้จ่ายในการใช้ไฟฟ้า} = 125.52 \text{ บาท}$$

ตอบ

4.8

บทสรุป

กฎของโอห์มกำหนดขึ้นมาจากความสัมพันธ์ของ แรงดัน กระแส และความต้านทาน การทำงานใน วงจรไฟฟ้าต้องประกอบด้วยส่วนประกอบอย่างน้อย 3 ส่วน คือ แรงดัน กระแส และความต้านทาน วงจรไฟฟ้าจึง สามารถทำงานได้ กฎของโอห์มเขียนออกมาเป็นสูตรได้ $E = IR$ หน่วยปริมาณไฟฟ้าต้องอยู่ในหน่วยพื้นฐาน คือ กระแสเป็นแอมแปร์ (A) แรงดันเป็นโวลต์ (V) และความต้านทานเป็นโอห์ม (Ω)

กำลังไฟฟ้า (P) 1W คือ อัตราของงานที่ถูกกระทำในวงจรซึ่งเกิดกระแส (I) 1A เมื่อมีแรงดัน (E) 1V เขียนเป็นสูตรออกมาได้ $P = EI$ นอกจากนั้นยังสามารถนำสมการกฎของโอห์มมาแทนค่าสมการของกำลังไฟฟ้า (P) ได้ ทำให้สูตรใช้ในการคำนวณทางไฟฟ้าเพิ่มขึ้น

พลังงานไฟฟ้า (W) คือ พลังงานที่ถูกใช้ไปหรือถูกสร้างขึ้นใหม่ จากกำลังไฟฟ้าที่ส่งเข้ามาหรือส่งออก ไป โดยมีความสัมพันธ์กับเวลา พลังงานไฟฟ้าที่ถูกนำมาใช้งานตามบ้านเรือนอยู่ในรูปไฟฟ้ากระแสสลับ จะคิด ออกมาเป็นกิโลวัตต์-ชั่วโมง (kWh) โดยใช้เครื่องวัดพลังงานไฟฟ้า เรียกว่า วัดต์อวาร์มิเตอร์

การคำนวณหาค่าพลังงานไฟฟ้าใน 1 หน่วย หรือ 1 ยูนิต ที่วัดออกมาได้ด้วยวัดต์อวาร์มิเตอร์ โดยการ วัดค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าไป 1 กิโลวัตต์ (kW) เป็นเวลา 1 ชั่วโมง (h) เขียนเป็นสูตรออกมาได้ $W = Pt$