



# งานไฟฟ้ารถยนต์ (Automotive Electrical) รหัสวิชา 20101-2005



โดย  
ประภาส พวงชิน

## สารบัญ

หน่วยที่ 1 หลักการไฟฟ้า

หน่วยที่ 2 พื้นฐานระบบไฟฟ้าในรถยนต์เบื้องต้น

หน่วยที่ 3 เครื่องมือวัดทางไฟฟ้า

หน่วยที่ 4 แบตเตอรี่

หน่วยที่ 5 ระบบสตาร์ท

หน่วยที่ 6 ระบบจุดระเบิด

## สารบัญ

หน่วยที่ 7 ระบบไฟชาร์จ

หน่วยที่ 8 ระบบไฟแสงสว่าง

หน่วยที่ 9 ระบบไฟสัญญาณ

หน่วยที่ 10 มาตรฐานวัดรวมรถยนต์

หน่วยที่ 11 ระบบอำนวยความสะดวก

หน่วยที่ 12 การคิดประมาณราคาค่าบริการ



# หน่วยที่ 1

## หลักการไฟฟ้าเบื้องต้น





## หัวข้อเรื่อง (Topics)

1.1 การกำเนิดกระแสไฟฟ้า

1.2 แหล่งกำเนิดพลังงานไฟฟ้า

1.3 ชนิดของกระแสไฟฟ้า

1.4 ตัวนำไฟฟ้า ฉนวนไฟฟ้า และตัวต้านทานไฟฟ้า

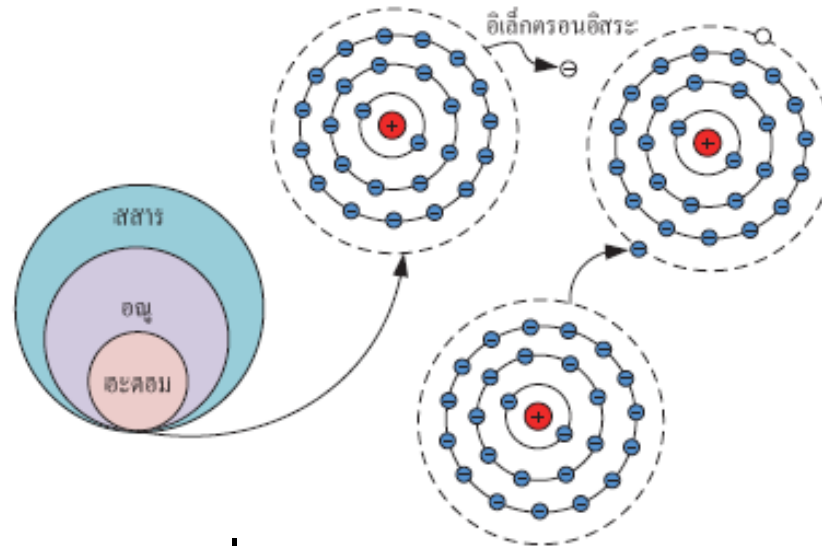
1.5 หน่วยวัดทางไฟฟ้า

1.6 กฎของโอห์ม

1.7 การต่อวงจรไฟฟ้า



## 1.1 การกำเนิดกระแสไฟฟ้า

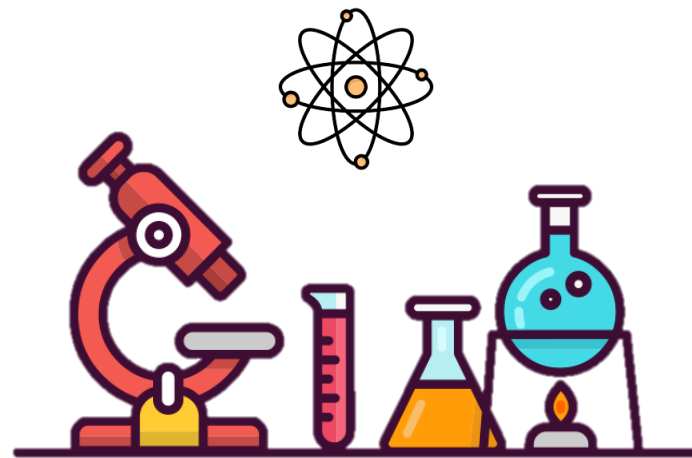


รูปที่ 1.1 โครงสร้างของอะตอม

นิวเคลียส (Nucleus) จะมีสภาพอยู่นิ่งไม่เคลื่อนที่แต่มีอิเล็กตรอนวิ่งอยู่รอบ ๆ ภายในนิวเคลียสประกอบด้วยนิวตรอนซึ่งมีคุณสมบัติเป็นกลางทางไฟฟ้า ส่วนโปรตอนจะแสดงคุณสมบัติทางไฟฟ้าเป็นประจุไฟฟ้าบวก



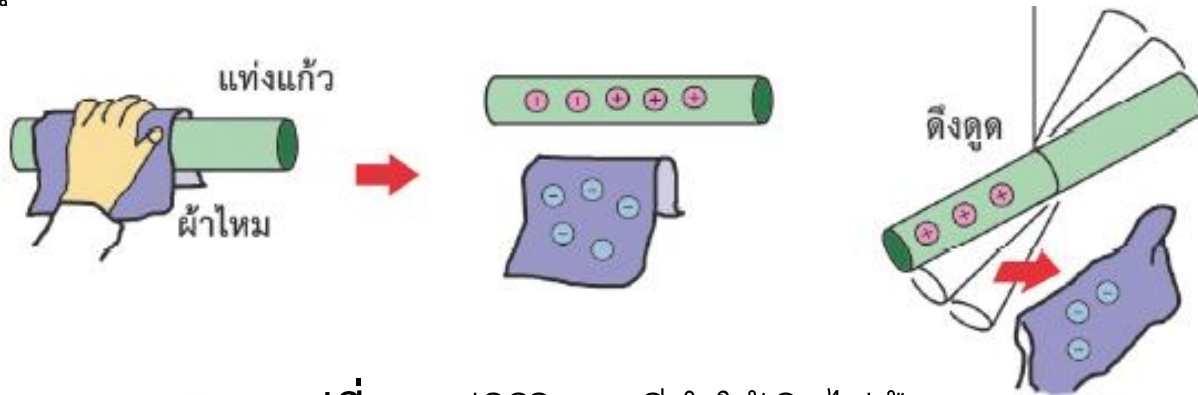
อิเล็กตรอน (Electron) เป็นอนุภาคที่เล็กที่สุดของอะตอม มีประจุไฟฟ้าเป็นประจุลบ วิ่งโคจรรอบนิวเคลียสด้วยความเร็วสูง หากมีพลังงานทำให้อิเล็กตรอนหลุดออกจากวงโคจรที่เรียกว่า “อิเล็กตรอนอิสระ” จากอะตอมหนึ่งไปยังวงโคจรของอะตอมอื่นได้เป็นจำนวนมากและเคลื่อนที่ไปทิศทางเดียวกันเราเรียกว่า “กระแสไฟฟ้า” ดังนั้นกระแสไฟฟ้าจึงหมายถึง ปริมาณการเคลื่อนที่ของกลุ่มอิเล็กตรอนอิสระนั่นเอง





## 1.2 แหล่งกำเนิดพลังงานไฟฟ้า

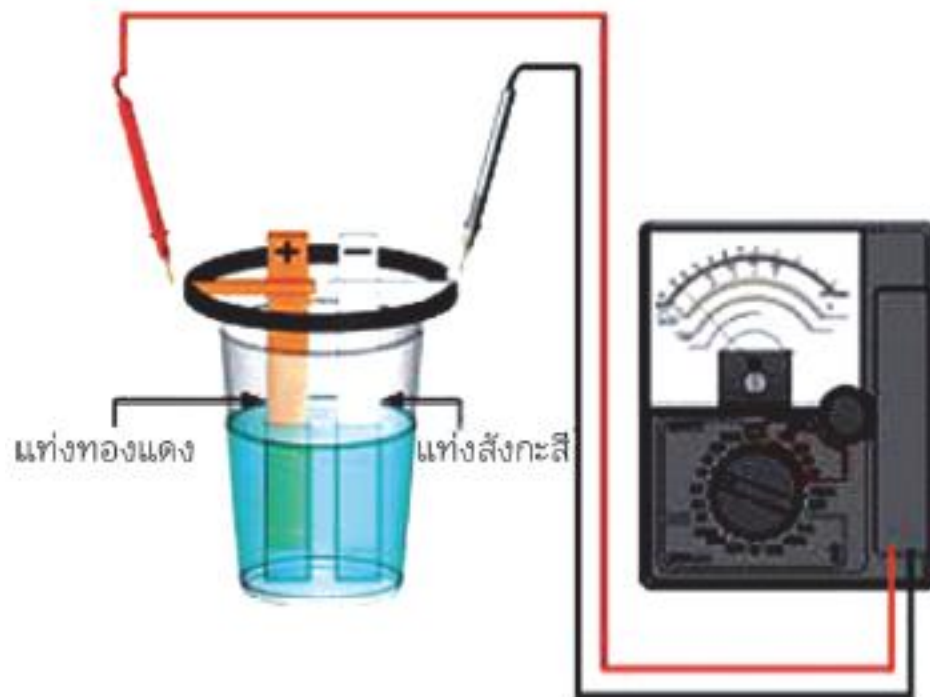
1.2.1 พลังงานไฟฟ้าเกิดจากการเสียดสีของวัตถุ 2 ชนิด ตัวอย่างเช่น การนำแท่งแก้วกับผ้าไหม แท่งแก้วจะเกิดประจุไฟฟ้าบวก ผ้าไหมจะเกิดประจุไฟฟ้าลบ เมื่อนำวัตถุทั้ง 2 ชนิดมาใกล้กันประจุไฟฟ้าที่ต่างกันจะทำให้เกิดการดูดกัน และหากทำให้ประจุไฟฟ้าเหมือนกันจะทำให้เกิดการผลักกัน



รูปที่ 1.3 ปฏิกริยาเคมีทำให้เกิดไฟฟ้า



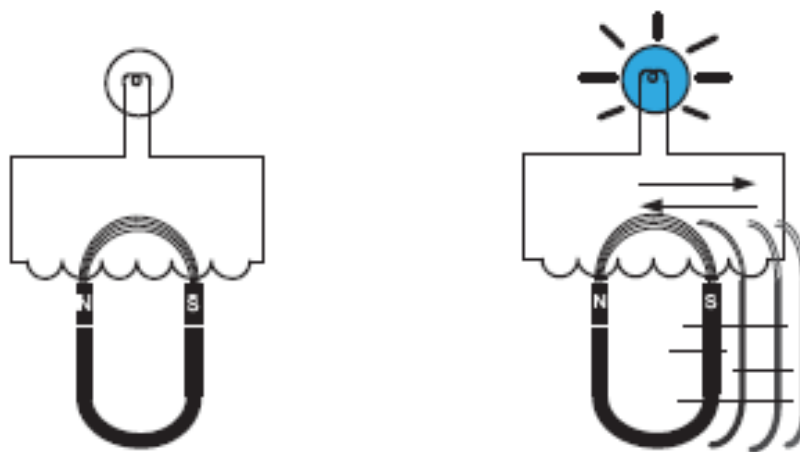
1.2.2 พลังงานไฟฟ้าเกิดจากปฏิกิริยาเคมี การนำแท่งทองแดงและแท่งสังกะสีใส่ลงในสารเคมีทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมีระหว่างโลหะกับสารเคมี เกิดประจุไฟฟ้าที่ต่างกัน ตัวอย่างเช่น ถ่านไฟฉาย หรือแบตเตอรี่



รูปที่ 1.3 ปฏิกิริยาเคมีทำให้เกิดไฟฟ้า



1.2.3 พลังงานไฟฟ้าเกิดจากสนามแม่เหล็ก เมื่อนำขดลวดตัวนำไฟฟ้า เช่น ขดลวดทองแดงเคลื่อนผ่านไปมา ระหว่างสนามแม่เหล็กจะเกิดกระแสไฟฟ้าไหลในขดลวด ตัวอย่างเช่น เครื่องกำเนิดไฟฟ้า(Generator)



รูปที่ 1.4 กระแสไฟฟ้าที่เกิดจากสนามแม่เหล็ก



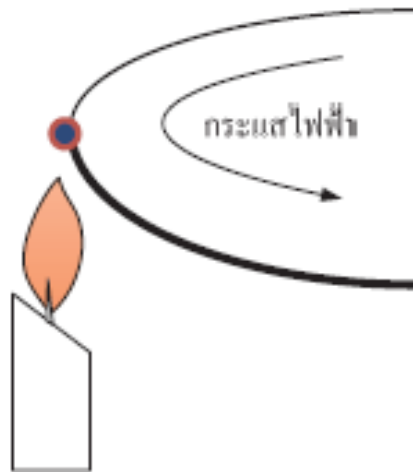
1.2.4 พลังงานไฟฟ้าเกิดจากการสั่นสะเทือน มีสารประกอบหลายชนิดมีคุณสมบัติพิเศษเมื่อทำให้ถูกกระแทกจนเกิดการขยายตัว และหดตัวทำให้เกิดการปล่อยกระแสไฟฟ้าออกมาได้ ตัวอย่างเช่นไมโครโฟน



รูปที่ 1.5 ไมโครโฟน



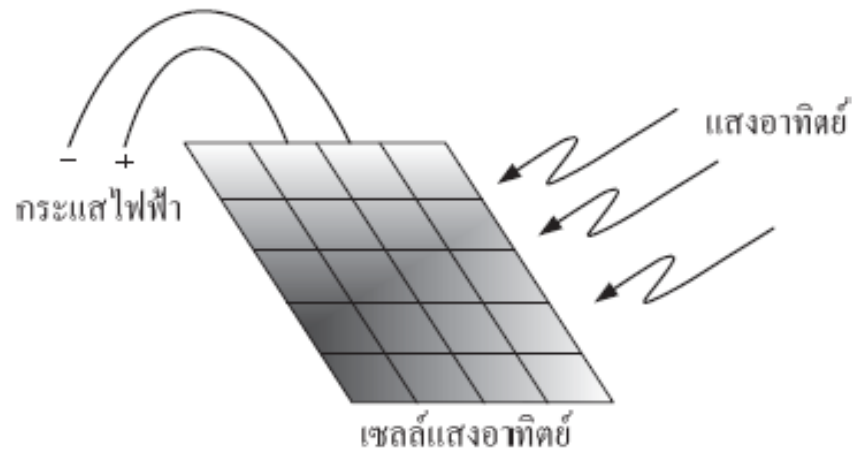
1.2.5 พลังงานไฟฟ้าเกิดจากพลังงานความร้อน หากนำปลายโลหะ 2 ชนิดที่ต่างกันมาเชื่อมติดกันแล้วนำไปโดนความร้อนจะทำให้ปลายโลหะทั้งสองด้านมีอุณหภูมิต่างกัน ทำให้มีกระแสไฟฟ้าไหลวนในโลหะทั้งสองได้



รูปที่ 1.6 พลังงานไฟฟ้าจากความร้อน



1.2.6 พลังงานไฟฟ้าเกิดจากแสง เมื่อมีแสงตกกระทบบนอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำที่เรียกว่า“เซลล์แสงอาทิตย์” (Solar cell) จะทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าขึ้น

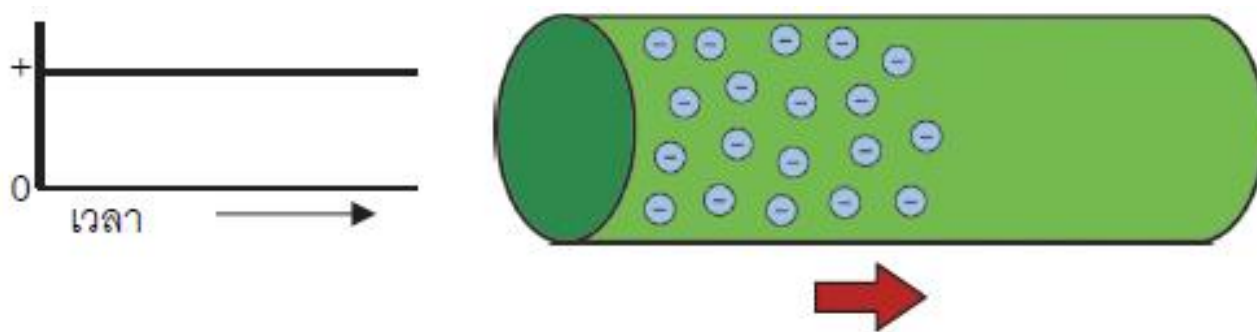


รูปที่ 1.7 พลังงานจากเซลล์แสงอาทิตย์



## 1.3 ชนิดของกระแสไฟฟ้า

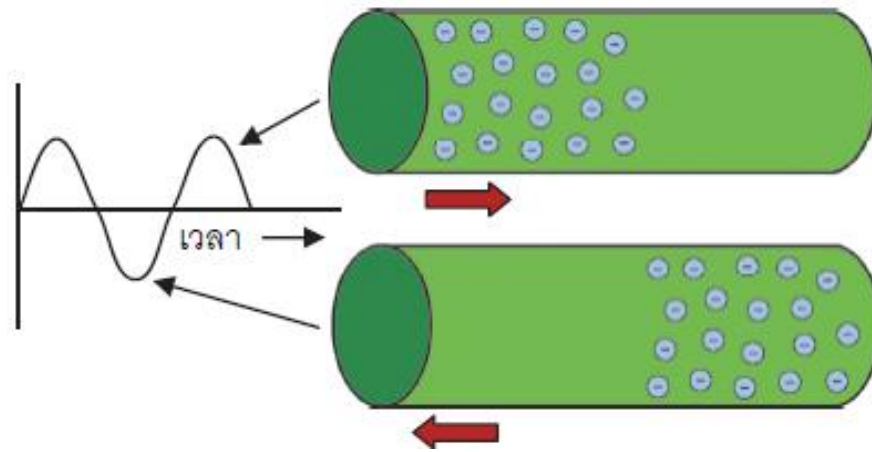
1.3.1 ไฟฟ้ากระแสตรง คือ กระแสไฟฟ้าที่มีการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระในวัตถุตัวนำไปในทิศทางเดียวกันตลอดอย่างสม่ำเสมอ เช่น กระแสไฟฟ้าจากถ่านไฟฉาย หรือแบตเตอรี่



รูปที่ 1.8 ไฟฟ้ากระแสตรง



1.3.2 ไฟฟ้ากระแสสลับ คือ กระแสไฟฟ้าที่มีทิศทางการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระเปลี่ยนทิศทางการไหลเป็นระยะ โดยชั่วประจุไฟฟ้าจะสลับไปมาระหว่างบวกและลบตลอดเวลา



รูปที่ 1.9 ไฟฟ้ากระแสสลับ



## 1.4 ตัวนำไฟฟ้า ฉนวนไฟฟ้า และตัวต้านทานไฟฟ้า

1.4.1 **ตัวนำไฟฟ้า** คือ สารที่ทำให้เกิดอิเล็กตรอนอิสระเคลื่อนที่ได้ง่าย และไหลผ่านได้ดี ตัวอย่างของตัวนำไฟฟ้าได้แก่ ทอง ทองแดง อะลูมิเนียม

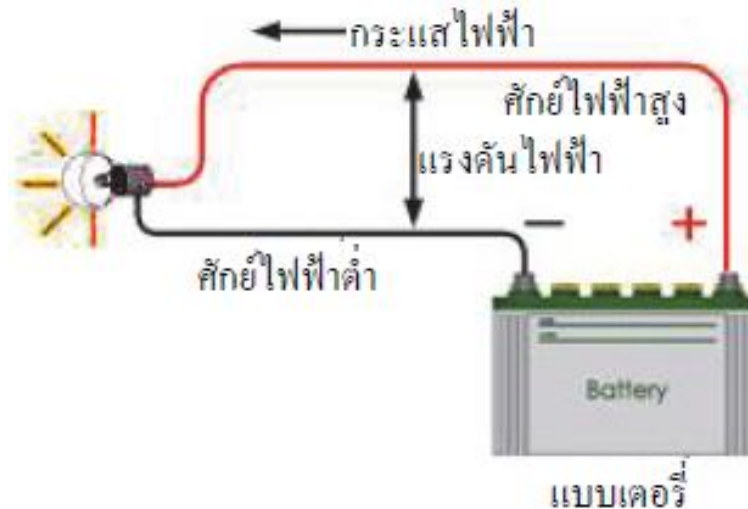
1.4.2 **ฉนวนไฟฟ้า** คือ สารที่ทำให้เกิดอิเล็กตรอนอิสระได้ยาก มีผลทำให้กระแสอิเล็กตรอนไหลผ่านได้น้อยมาก ๆ ตัวอย่าง เช่น แก้ว พลาสติก กระดาษ

1.4.3 **ตัวต้านทานไฟฟ้า** คือ สารประเภทที่นำไฟฟ้าได้ไม่ค่อยดี เช่น สารประกอบจำพวกโลหะออกไซด์ต่าง ๆ



## 1.5 หน่วยวัดทางไฟฟ้า

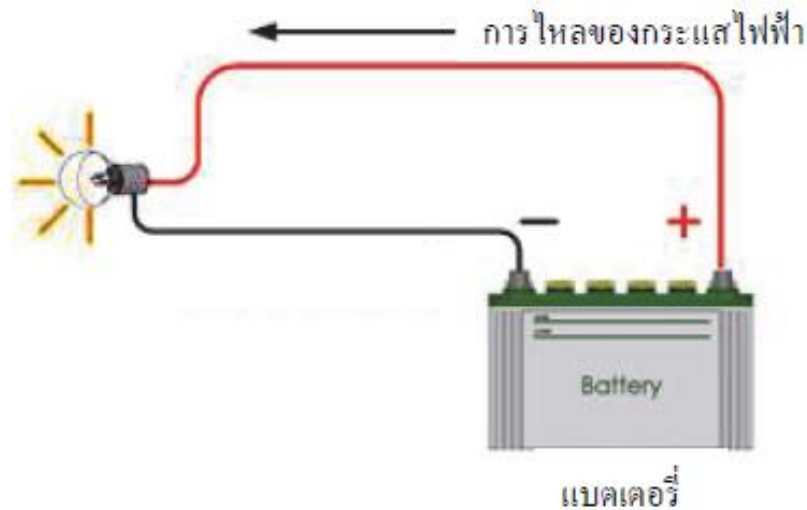
1.5.1 แรงดันไฟฟ้า (Electrical Voltage) หมายถึง แรงที่ผลักดันให้อิเล็กตรอนอิสระเกิดการเคลื่อนที่ในวัตถุตัวนำไฟฟ้าจากจุดที่มีแรงดันไฟฟ้ามากไปยังจุดที่มีแรงดันไฟฟ้าน้อยกว่าซึ่งเรียกว่าแรงดันไฟฟ้า เขียนแทนด้วยตัวอักษร  $E$  มีหน่วยวัดเป็น โวลต์ (V) ถ้าแทนด้วยตัวอักษร  $V$  จะแทนแรงดันไฟฟ้าตกคร่อม



รูปที่ 1.10 แรงดันไฟฟ้าศักย์ที่สูงจะไหลไปยังแรงดันไฟฟ้าศักย์ต่ำกว่า



1.5.2 กระแสไฟฟ้า (Electrical Current) หมายถึง ปริมาณอิเล็กตรอนอิสระที่เคลื่อนที่ผ่านวัตถุตัวนำไฟฟ้าจากประจุลบไปยังประจุบวก แต่การกำหนดค่าของกระแสไฟฟ้าทั่วไปจะกำหนดตรงข้ามกับการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระ กล่าวคือ อิเล็กตรอนอิสระจะเคลื่อนจากขั้วลบไปยังขั้วบวก ส่วนกระแสไฟฟ้าทั่วไปจะกำหนดให้ไหลจากขั้วบวกไปยังขั้วลบ กระแสไฟฟ้าเขียนแทนด้วยตัวอักษร  $I$  มีหน่วยวัดเป็นแอมแปร์ (A) 1 แอมแปร์ มีค่าเท่ากับอิเล็กตรอนอิสระจำนวน  $6.25 \times 10^{18}$  ที่สามารถเดินทางผ่านตัวนำได้ต่อเวลา 1 วินาที



รูปที่ 1.11 การไหลของกระแสไฟฟ้า



1.5.3 ความต้านทานไฟฟ้า (Electrical Resistance) หมายถึง ความต้านทานการไหลของกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านวัตถุนั้น ๆ ค่าความต้านทานเขียนแทนด้วยอักษร R มีหน่วยวัดเป็นโอห์ม ( $\Omega$ )



รูปที่ 1.12 ความต้านทานไฟฟ้า

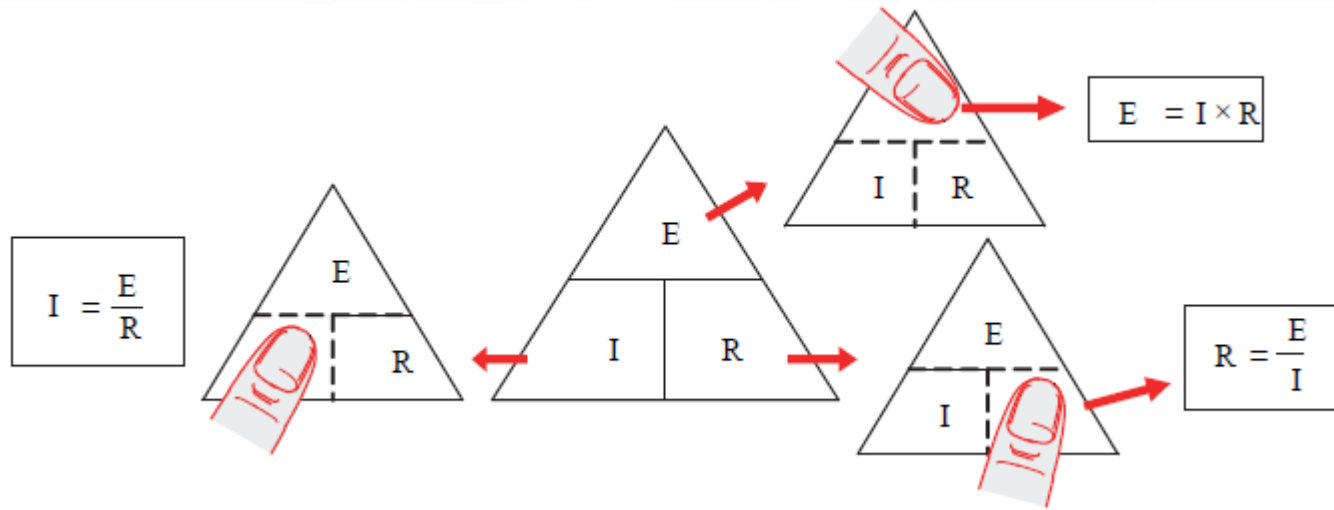


## 1.6 กฎของโอห์ม

ปัญหาเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้าในรถยนต์ ส่วนใหญ่มักมีสาเหตุที่มาจากค่าความต้านทานหรือแรงดันไฟฟ้าที่ไม่ถูกต้องภายในวงจร กรณีนี้สามารถนำกฎของโอห์มมาใช้เพื่อช่วยให้เข้าใจว่าความต้านทานในวงจรนั้นมีผลกระทบต่อแรงดันและกระแสไฟฟ้าได้อย่างไร นอกจากนี้กฎของโอห์มจะช่วยให้เราทราบถึงสาเหตุของปัญหาในระบบไฟฟ้า และใช้เวลาแก้ไขปัญหาวงจรไฟฟ้าได้รวดเร็วขึ้น

เกออร์ก ซีมอน โอห์ม (Georg Simon Ohm) นักฟิสิกส์ชาวเยอรมัน พบว่าในวงจรไฟฟ้าใด ๆ ก็ตาม “กระแสไฟฟ้าจะมีค่าแปรผันตรงกับแรงดันไฟฟ้า และจะแปรผกผันกับความต้านทานไฟฟ้า” ซึ่งเรียกว่า “กฎของโอห์ม” สามารถเขียนเป็นสูตรได้ดังนี้

|     |                 |       |     |     |                               |
|-----|-----------------|-------|-----|-----|-------------------------------|
| $E$ | $= I \times R$  | เมื่อ | $I$ | $=$ | กระแสไฟฟ้า (A)                |
| $I$ | $= \frac{E}{R}$ |       | $E$ | $=$ | แรงดันไฟฟ้า (V)               |
| $R$ | $= \frac{E}{I}$ |       | $R$ | $=$ | ความต้านทานไฟฟ้า ( $\Omega$ ) |



รูปที่ 1.13 การใช้สามเหลี่ยมกฎของโอห์ม เมื่อต้องการหาค่าใดก็ปิดค่านั้น

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

(ก) แรงดันไฟฟ้าเพิ่ม กระแสไฟฟ้าเพิ่ม

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

(ข) แรงดันไฟฟ้าลด กระแสไฟฟ้าลด

รูปที่ 1.14 เมื่อให้ความต้านทานไฟฟ้าคงที่



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

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

(ก) ความต้านทานไฟฟ้าเพิ่ม กระแสไฟฟ้าลด      (ข) ความต้านทานไฟฟ้าลด กระแสไฟฟ้าเพิ่ม

**รูปที่ 1.15** เมื่อให้แรงดันไฟฟ้าคงที่

**ตัวอย่างที่ 1.1** จากรูปที่ 1.16 จงหาค่าแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมตัวต้านทาน  $100 \, \Omega$  มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน  $2 \, A$

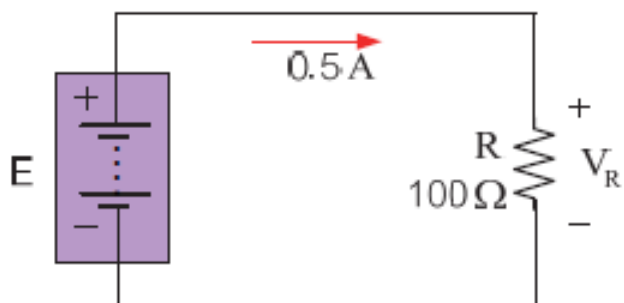
**วิธีทำ**

$E = VR$  (เนื่องจากมี  $R$  ตัวเดียวต่อक्रमแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้า)

$$= I \times R$$

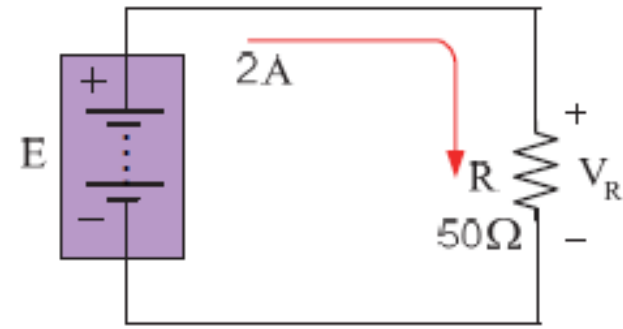
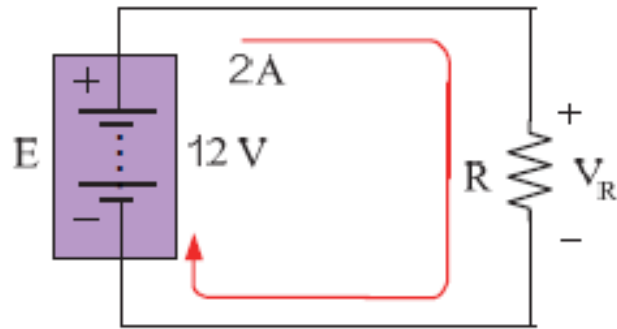
$$= (0.5 \, A)(100 \, \Omega)$$

$$E = 50 \, V$$





ตัวอย่างที่ 1.2 จากรูปที่ 1.17 จงหาค่ากำลังไฟฟ้าของวงจรต่อไปนี้



รูปที่ 1.17 ประกอบตัวอย่างที่ 1.2

วิธีทำ จากรูปที่ 1.17 (ก) เราทราบค่า E และ I ค่ากำลังไฟฟ้า จะได้

$$\begin{aligned} P &= E \times I \\ &= (12 \text{ V})(2 \text{ A}) \end{aligned}$$

$$P = 24 \text{ W}$$

จากรูปที่ 1.17 (ข) เราทราบค่า I และ R ค่ากำลังไฟฟ้า จะได้

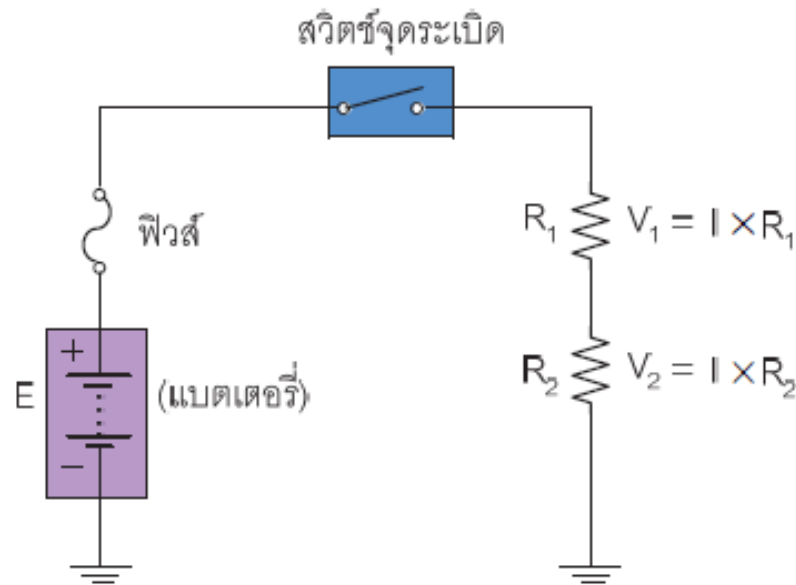
$$\begin{aligned} P &= I^2 R \\ &= (2 \text{ A})^2(50) \end{aligned}$$

$$P = 200 \text{ W}$$



## 1.7 การต่อวงจรไฟฟ้า

1.7.1 การต่อแบบอนุกรม (Series Connection) บางครั้งเรียกว่าการต่อแบบอันดับเป็นการต่อตัวต้านทานเรียงลำดับตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไป จะมีเส้นทางเดินของกระแสไฟฟ้าเพียงเส้นเดียว (กระแสไฟฟ้าไหลมีเพียงค่าเดียว) ดังรูปที่ 1.18 ค่าความต้านทานรวมจะมีค่าเท่ากับค่าความต้านทานแต่ละตัวรวมกัน



รูปที่ 1.18 การต่อตัวต้านทานแบบอนุกรม



จากรูปที่ 1.18 เมื่อมีกระแสไฟฟ้า  $I$  ไหลในวงจรผ่านตัวต้านทาน  $R_1$  และ  $R_2$  ทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าตกคร่อม  $V_1$  และ  $V_2$  จากกฎของโอห์มสามารถหาค่า  $V_1$  และ  $V_2$  ได้จาก

$$V_1 = I \times R_1$$

$$V_2 = I \times R_2$$

มีข้อสังเกตที่ควรจำ คือ กระแสไฟฟ้าในวงจรมีเพียงค่าเดียวดังนั้นกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน  $R_1$  และ  $R_2$  จะมีค่าเท่ากัน ผลรวมของแรงดันไฟฟ้าตกคร่อม ( $V_T$ ) ของตัวต้านทานทั้งหมดมีค่าเท่ากับแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้วงจรนั้น ดังนั้น

$$V_1 + V_2 = V_T = E$$

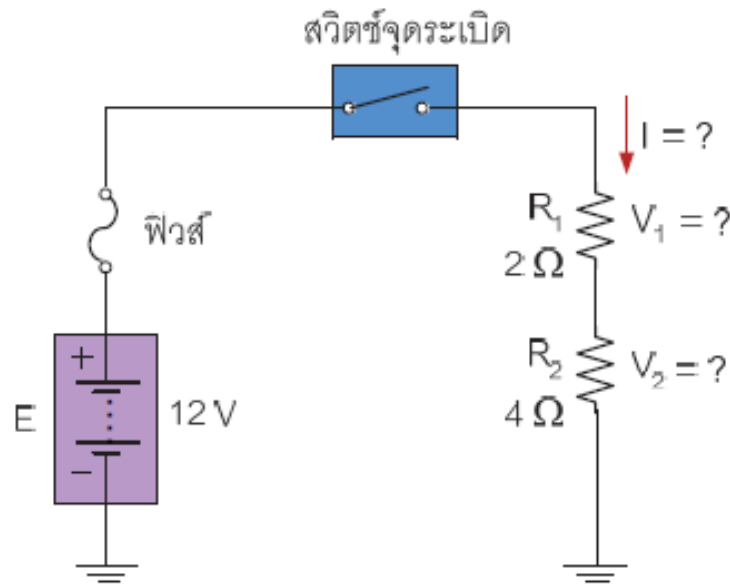


ตัวอย่างที่ 1.3 จากรูปที่ 1.19 จงหาค่าต่อไปนี้

(ก) กระแสไฟฟ้าที่ไหลในวงจร

(ข) แรงดันไฟฟ้าตกคร่อมตัวต้านทาน  $R_1$  และ  $R_2$

(ค) กำลังไฟฟ้าที่ตัวต้านทาน  $R_1$



รูปที่ 1.19 การหาค่าความต้านทานรวม กระแสไฟฟ้า  
และแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมในวงจรอนุกรม



วิธีทำ (ก) หากระแสไฟฟ้าที่ไหลในวงจร

$$\text{ความต้านทานรวม} : R_T = R_1 + R_2 = 2\Omega + 4\Omega$$

$$R_T = 6\Omega$$

$$\text{กระแสไฟฟ้ารวม} : I_T = \frac{E}{R_T} = \frac{12V}{6\Omega}$$

$$I_T = 2A$$

(ข) หาแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมตัวต้านทาน  $R_1$  และ  $R_2$

$$\text{แรงดันไฟฟ้าตกคร่อม } R_1 : V_1 = I \times R_1$$

$$= 2A \times 2\Omega$$

$$V_1 = 4V$$

$$\text{แรงดันไฟฟ้าตกคร่อม } R_2 : V_2 = I \times R_2$$

$$= 2A \times 4\Omega$$

$$V_2 = 8V$$



(ค) หากำลังไฟฟ้าที่ตัวต้านทาน  $R_1$

$$P_1 = I \times V_1$$

$$= 2A \times 4V$$

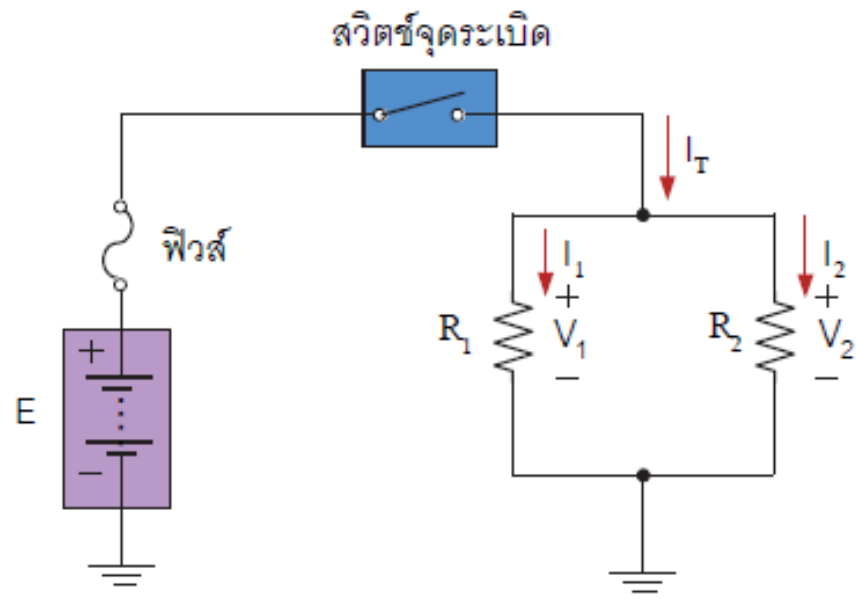
$$P_1 = 8 \text{ W}$$

ดังนั้นตัวต้านทาน  $R_1$  จะต้องมีอัตรากำลังไฟฟ้าไม่ต่ำกว่า 8 W





1.7.2 การต่อแบบขนาน (Parallel Connection) ในการนำค่าความต้านทาน  $R_1$  และ  $R_2$  ต่อปลายด้านหนึ่งของความต้านทานแต่ละตัวเข้ากับด้านศักย์สูง (+) ของวงจรและปลายอีกด้านต่อกับด้านศักย์ต่ำ (-) ดังแสดงในรูปที่ 1.20 คือการต่อวงจรแบบขนาน คุณสมบัติที่มีคือ แรงดันไฟฟ้าตกคร่อมตัวต้านทานแต่ละตัวจะมีค่าเท่ากับแรงดันไฟฟ้าที่แหล่งจ่าย



รูปที่ 1.20 การต่อวงจรไฟฟ้าแบบขนาน



จากรูปที่ 1.20 ความต้านทานรวมทั้งหมดภายในวงจร กรณีตัวต้านทาน 2 ตัว ต่อขนานกันคำนวณหาได้จาก

$$R_T = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}} \quad \text{หรือ} \quad R_T = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2} \quad \text{หรือ} \quad \frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

ถ้าตัวต้านทานมากกว่า 2 ตัว เป็น  $n$  ตัว ต่อขนานกัน ค่าความต้านทานรวมจะได้

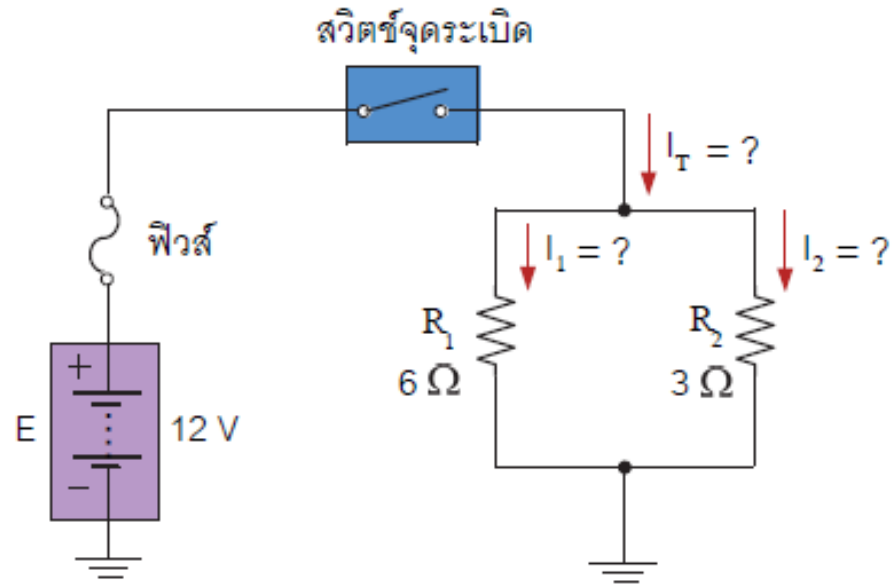
$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}$$

เมื่อแรงดันไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ ถูกจ่ายให้ตัวต้านทาน  $R_1$  และ  $R_2$  เท่า ๆ กัน เนื่องจากเป็นการต่อแบบขนาน ( $E = V_1 = V_2$ ) ค่าของกระแส  $I_1$  และ  $I_2$  สามารถหาได้จากกฎของโอห์มดังนี้

$$I_1 = \frac{V_1}{R_1} \quad \text{และ} \quad I_2 = \frac{V_2}{R_2}$$



ตัวอย่างที่ 1.4 จากรูปที่ 1.21 จงหากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวต้านทาน  $R_1$   $R_2$



รูปที่ 1.21 การหากระแสที่ไหลในวงจรขนาน



## วิธีทำ

$$\text{ความต้านทานรวม: } R_T = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2} = \frac{6 \times 3}{6 + 3} \\ 18 \Omega$$

$$R_T = \frac{18 \Omega}{9} = 2 \Omega$$

$$\text{กระแสไฟฟ้ารวม: } I_T = \frac{E}{R_T} = \frac{12 \text{ V}}{2 \Omega}$$

$$I_T = 6 \text{ A}$$

$$\text{กระแสที่ไหลผ่าน R1: } I_1 = \frac{V_1}{R_1} = \frac{12 \text{ V}}{6 \Omega}$$

$$I_1 = 2 \text{ A}$$

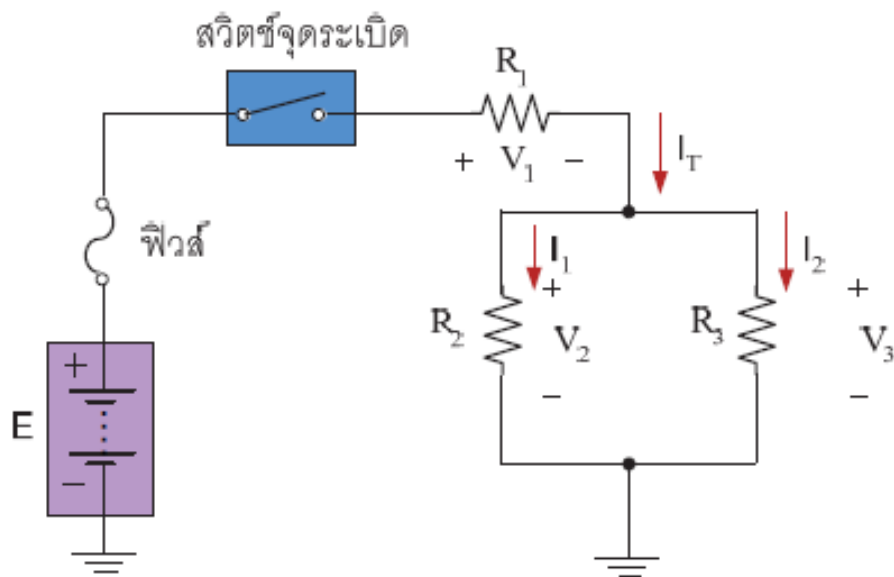
$$\text{กระแสที่ไหลผ่าน R2 : } I_2 = \frac{V_2}{R_2} = \frac{12 \text{ V}}{3 \Omega}$$

$$I_2 = 4 \text{ A}$$

พิสูจน์  $I_T = I_1 + I_2$  จะได้  $6 \text{ A} = 2 \text{ A} + 4 \text{ A} = 6 \text{ A}$  แสดงว่าผลการคำนวณถูกต้อง



1.7.3 การต่อแบบผสม เป็นการต่อร่วมกันระหว่างการต่อแบบอนุกรมกับแบบขนาน ดังรูปที่ 1.22  $R_1$  ต่ออนุกรมกับ  $R_2$  ขนานกับ  $R_3$



รูปที่ 1.22 การต่อแบบผสม

จากรูปที่ 1.22  $R_T = R_1 + \frac{R_2 \times R_3}{R_2 + R_3}$

และ  $E = V_1 + V_2 = V_1 + V_3$

และ  $I_T = I_1 + I_2 = \frac{E}{R_T}$