Lecture 10 : ไฟฟ้ากระแส

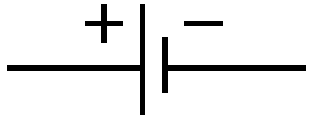
- ส่วนประกอบพื้นฐานของวงจรไฟฟ้า
- กฎของโอห์ม
- การต่อตัวต้านทานแบบอนุกรม
- การต่อตัวต้านทานแบบขนาน
- ตัวต้านทานในวงจรไฟฟ้า
- วงจรไฟฟ้าในบ้าน

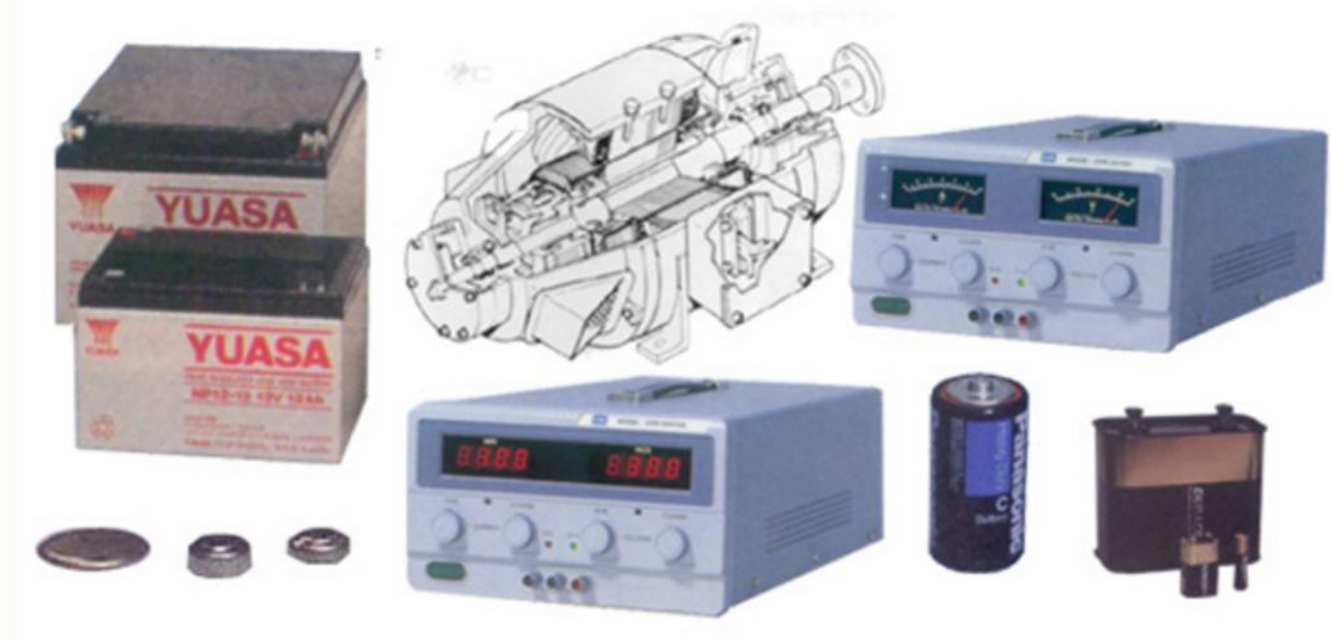
ส่วนประกอบพื้นฐานของวงจรไฟฟ้า

1. แหล่งจ่ายไฟฟ้า คือ อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ในการจ่ายแรงดันและกระแสให้กับวงจร เช่น แบตเตอรี่, ถ่านไฟฉาย, เครื่องจ่ายไฟ, ไดนาโม เป็นต้น

ค่าแรงเคลื่อนไฟฟ้าของแหล่งจ่ายไฟฟ้ามีหน่วยเป็น โวลต์ (V)

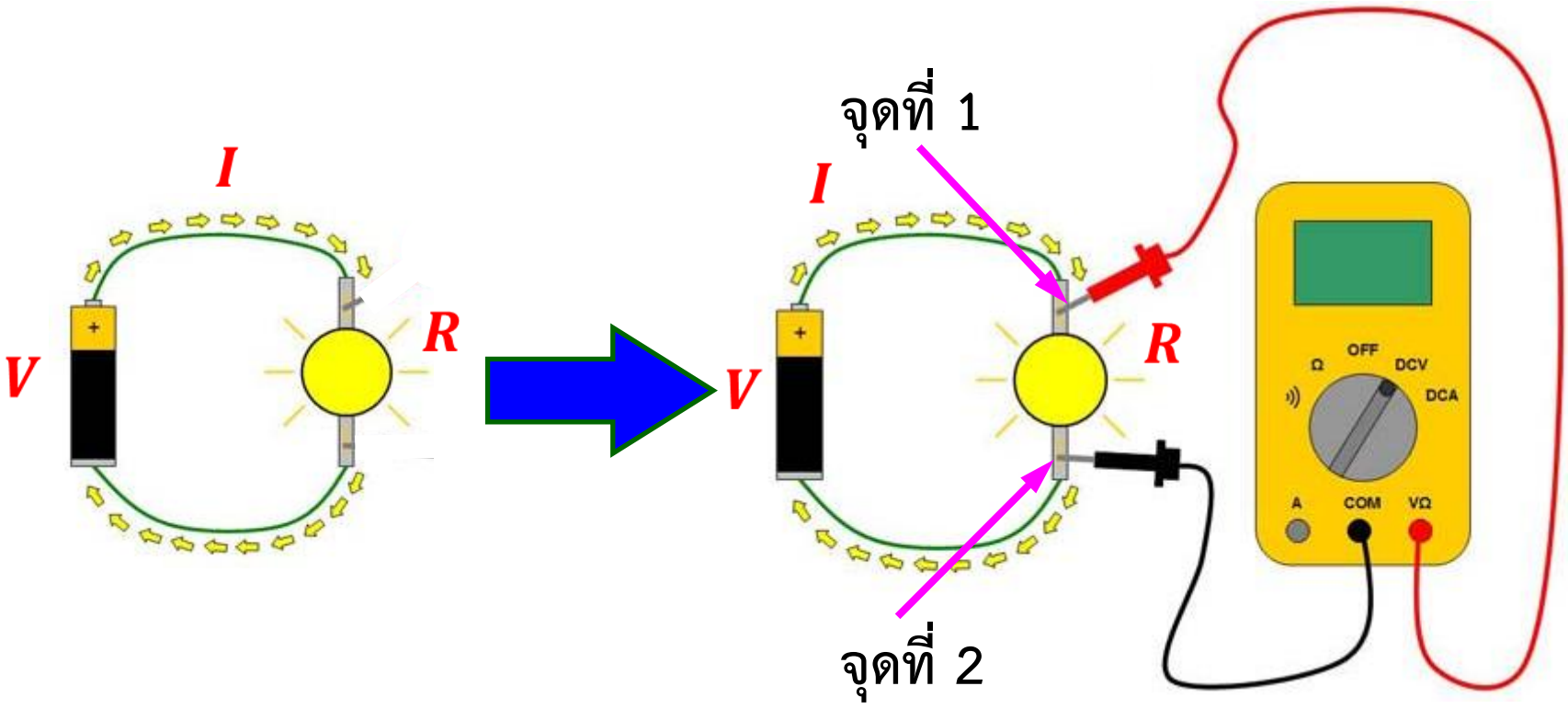
สัญลักษณ์ :





ส่วนประกอบพื้นฐานของวงจรไฟฟ้า

โวลต์มิเตอร์ : เครื่องมือวัดความต่างศักย์ของแหล่งจ่ายไฟฟ้า



การต่อ : ต่อแบบขนานกับอุปกรณ์ที่ต้องการวัดค่ากระแสไฟฟ้า

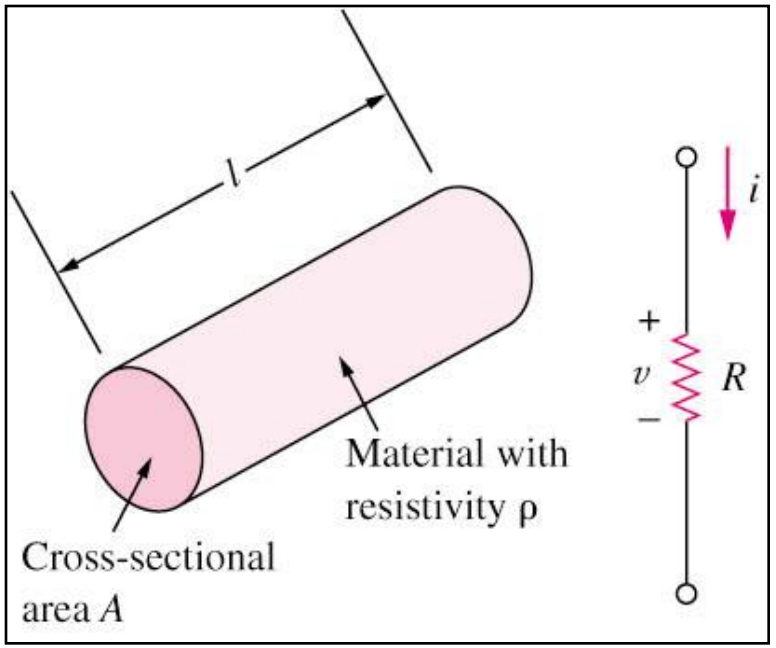
http://nergiza.com/como-funciona-un-multimetro-digital/

http://www.sciencebuddies.org/science-fair-projects/how-to-use-a-multimeter.shtml

ส่วนประกอบพื้นฐานของวงจรไฟฟ้า

2. ตัวต้านทาน (R): อุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีคุณสมบัติในการต้านการไหลของกระแสไฟฟ้า มีหน่วยเป็น โอห์ม (Ω)

$$R = \frac{\rho \ell}{A}$$



R = ความต้านทาน (Ω)

ρ = สภาพต้านทานของวัสดุ ($\Omega.m$)

ℓ = ความยาวของวัสดุ (m)

A = พื้นที่หน้าตัด (m^2)

ส่วนประกอบพื้นฐานของวงจรไฟฟ้า

ตัวอย่างค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าของวัสดุ

สาร	สภาพต้านทานไฟฟ้า (Ωm)	สาร	สภาพต้านทานไฟฟ้า (Ωm)
เงิน	1.6×10^{-8}	นิโครม	9.8×10^{-7}
ทองแดง	1.7×10^{-8}	เจอร์มาเนียม	0.46
อะลูมิเนียม	2.7×10^{-8}	ซิลิคอน	2.5×10^{3}
แพลทินัม	10.6×10^{-8}	แก้ว	$10^{10} - 10^{14}$
แมงกานิน	4.4×10^{-7}	ไมกา	$10^{11} - 10^{15}$
คอนสแตนแตน	4.8×10^{-7}	พีวีซี	$10^{14} - 10^{18}$

ส่วนประกอบพื้นฐานของวงจรไฟฟ้า

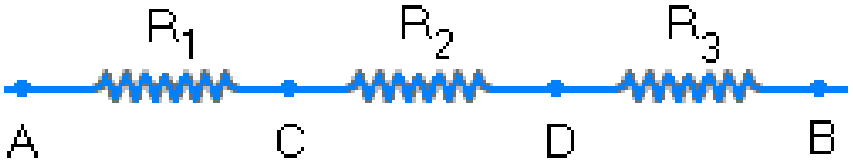
ตัวอย่างที่ 1 : อะลูมิเนียมเส้นหนึ่งยาว 1 m มีสภาพต้านทาน 2.7×10^{-8} $\Omega \cdot m$ และมีพื้นที่หน้าตัด 2 mm^2 จงคำนวณหาความต้านทานของลวดอะลูมิเนียม

$$R = \rho \frac{\ell}{A}$$

$$R = \frac{2.7 \times 10^{-8} \times 1}{2 \times 10^{-6}}$$

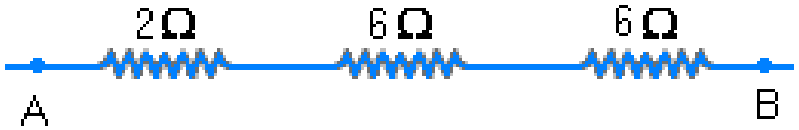
$$R = 1.35 \times 10^{-2} \quad \Omega$$

การต่อตัวต้านทานแบบอนุกรมหรืออันดับ (series)



ความต้านทานรวม : $R_{รวม} = R_1 + R_2 + R_3$

ตัวอย่าง จากรูป จงหาค่าความต้านทานรวมระหว่างจุด A กับ B



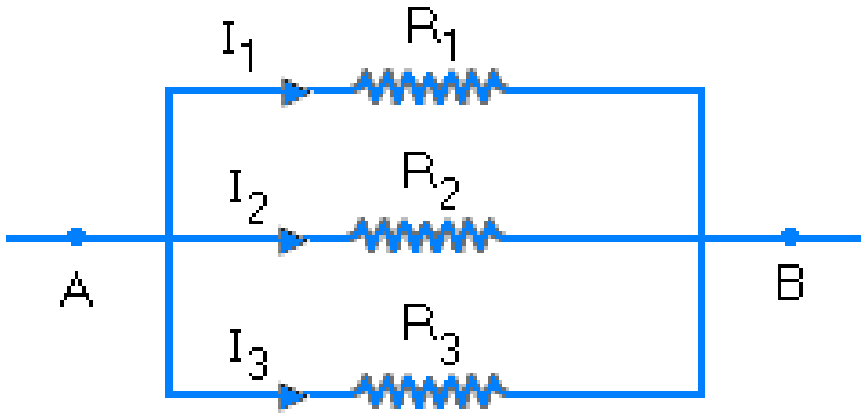
$$R_{AB} = R_1 + R_2 + R_3$$

$$R_{AB} = 2 + 6 + 6$$

$$R_{AB} = 14\ \Omega$$

ส่วนประกอบพื้นฐานของวงจรไฟฟ้า

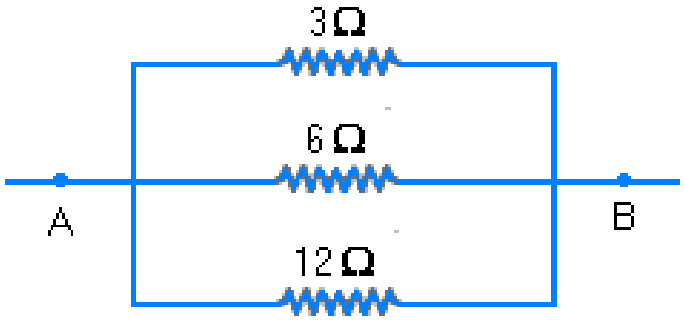
การต่อตัวต้านทานแบบขนาน (parallel)



ความต้านทานรวม :

$$\frac{1}{R_{AB}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

ตัวอย่าง จากรูป จงหาค่าความต้านทานรวมระหว่างจุด A กับ B



$$\frac{1}{R_{AB}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

$$\frac{1}{R_{AB}} = \frac{1}{3} + \frac{1}{6} + \frac{1}{12}$$

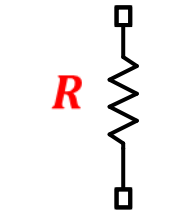
$$\frac{1}{R_{AB}} = \frac{4+2+1}{12} = \frac{7}{12}$$

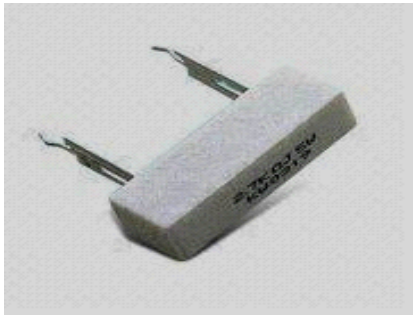
$$R_{AB} = \frac{12}{7}\ \Omega$$

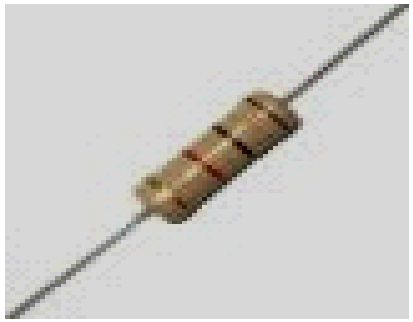
ส่วนประกอบพื้นฐานของวงจรไฟฟ้า

ตัวอย่างของตัวต้านทาน

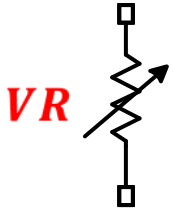
สัญลักษณ์

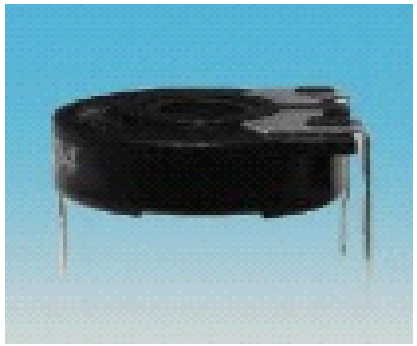






แบบค่าคงที่



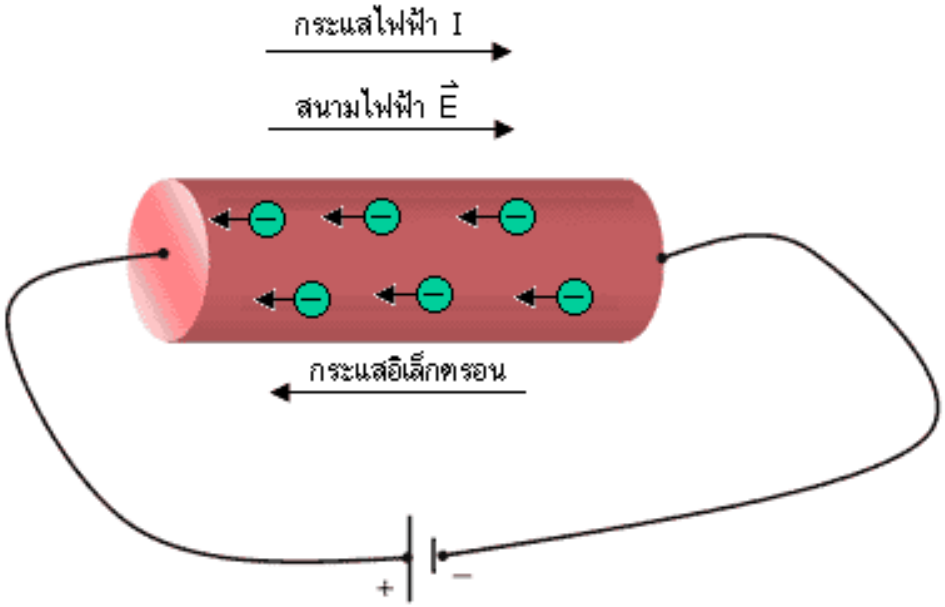


แบบปรับค่าได้

ส่วนประกอบพื้นฐานของวงจรไฟฟ้า

3. กระแสไฟฟ้า : ปริมาณประจุบวกสมมุติที่เคลื่อนที่ในวงจรไฟฟ้าต่อหนึ่งหน่วยเวลา มีหน่วยเป็น แอมแปร์ (A)

$$I = \frac{q}{t}$$



I = กระแสไฟฟ้า (A หรือ C/s)

q = ปริมาณประจุบวก (C)*

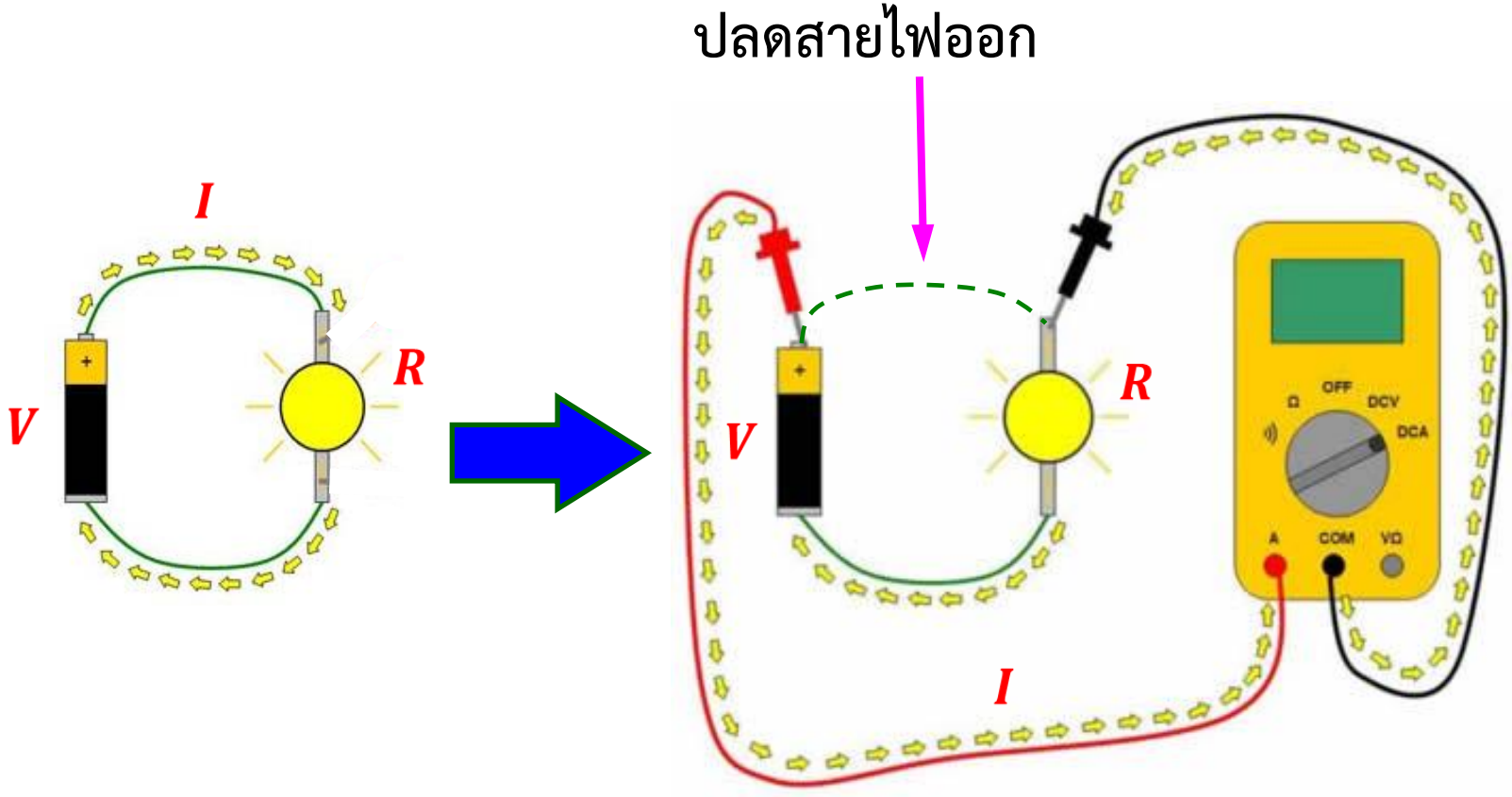
t = เวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่ (s)

หมายเหตุ * : ปริมาณประจุบวกสมมุติจะมีค่าเท่ากับปริมาณอิเล็กตรอน และเคลื่อนที่สวนทางกันกับกระแสอิเล็กตรอน

http://www.thaigoodview.com/library/studentshow/2549/khonkhan/electric/content/4_2.htm

ส่วนประกอบพื้นฐานของวงจรไฟฟ้า

แอมมิเตอร์ : เครื่องมือวัดค่ากระแสไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้า



การต่อ : ต่อแบบอนุกรมกับอุปกรณ์ที่ต้องการวัดค่ากระแสไฟฟ้า

http://nergiza.com/como-funciona-un-multimetro-digital/

http://www.sciencebuddies.org/science-fair-projects/how-to-use-a-multimeter.shtml

กฎของโอห์ม (Ohm's Law)

โอห์มได้ทดลองต่อปลายของลวดนิโครม ซึ่งเป็นโลหะผสมระหว่างนิกเกิลกับโครเมียมเข้ากับแหล่งกำเนิดไฟฟ้า เขาพบความสัมพันธ์ว่า "ถ้าอุณหภูมิคงตัว กระแสไฟฟ้าที่ผ่านตัวนำจะมีค่าแปรผันตรงกับความต่างศักย์ระหว่างปลายของตัวนำนั้น" ซึ่งสามารถสรุปเป็นความสัมพันธ์ได้ดังสมการ

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

เมื่อ V คือ ความต่างศักย์ไฟฟ้ามีหน่วยเป็น โวลต์ (V)

R คือ ความต้านทานไฟฟ้ามีหน่วยเป็น โอห์ม (Ω)

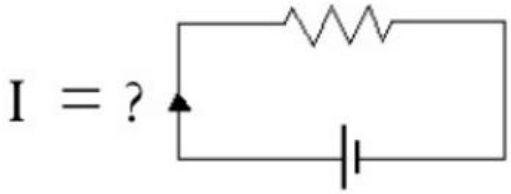
I คือกระแสไฟฟ้ามีหน่วยโวลต์ต่อโอห์ม หรือแอมแปร์ (A)

กฎของโอห์ม

ตัวอย่างที่ 2 ถ้าลวดนิโครมมีความต้านทาน 50 โอห์ม ต่ออยู่กับเซลล์ไฟฟ้าขนาด 1.5 โวลต์ จะมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านลวดนิโครมเท่าใด

วิธีทำ

$$R = 50\ \Omega$$



$$V = 1.5\ V$$

จากสมการ $$I = \frac{V}{R}$$

$$I = \frac{1.5}{50}\ \frac{V}{\Omega}$$

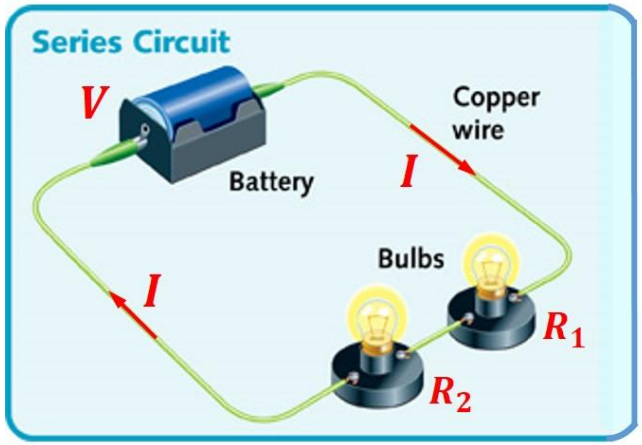
$$I = 0.03\ A$$

กฎของโอห์ม

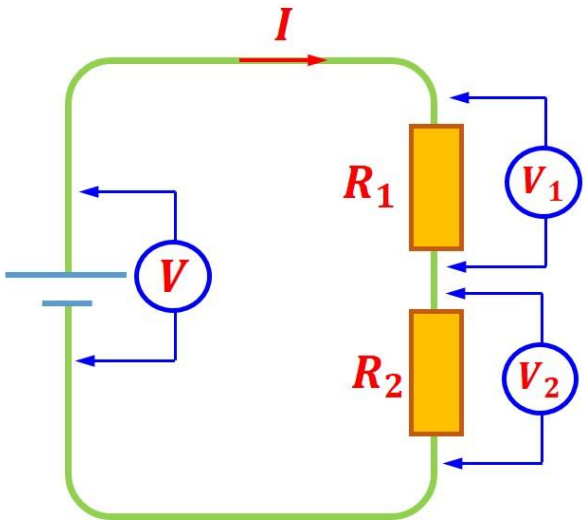
การบ้าน 2 : ลวดทองแดงต่ออยู่กับเซลไฟฟ้าขนาด 3.0 V จะมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านลวดทองแดง 50 mA อยากทราบว่า ลวดทองแดงมีความต้านทานเท่าใด (60 Ω)

กฎของโอห์ม

วงจรอนุกรม



เขียนในรูปแบบสัญลักษณ์



1. กระแสไฟฟ้า (I) ผ่านตัวต้านทานทุกตัวเท่ากัน

$$I_{รวม} = I_1 = I_2 = I_3$$

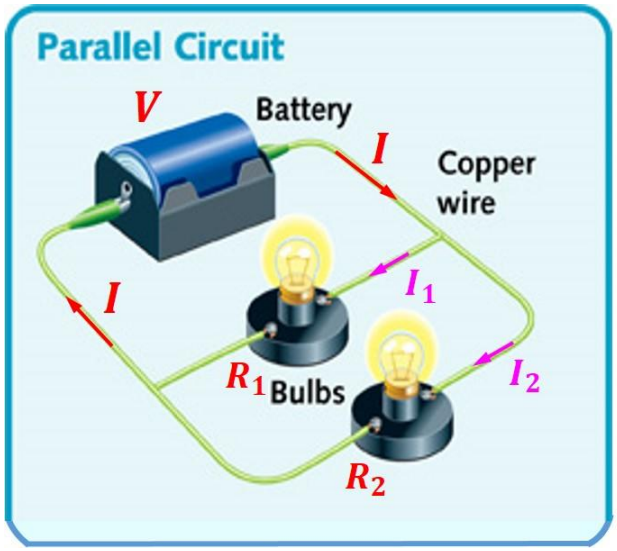
2. ความต่างศักย์ไฟฟ้ารวมเท่ากับผลรวมของความต่างศักย์ไฟฟ้าย่อย

$$V_{รวม} = V_1 + V_2 + V_3$$

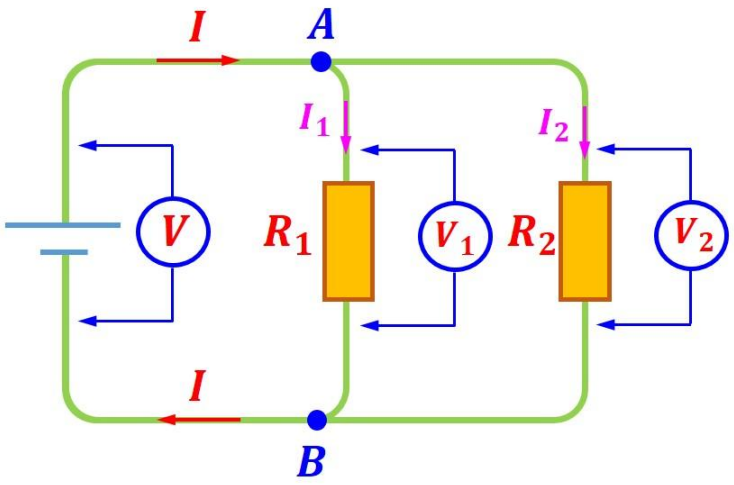
http://science.jrank.org/kids/pages/232/All-in-Circuit.html

กฎของโอห์ม

วงจรขนาน



เขียนในรูปแบบสัญลักษณ์



1. ความต่างศักย์ (V) ตกคร่อมตัวต้านทานทุกตัวเท่ากัน

$$V_{รวม} = V_1 = V_2 = V_3$$

2. กระแสไฟฟ้ารวมเท่ากับผลรวมของกระแสไฟฟ้าย่อย

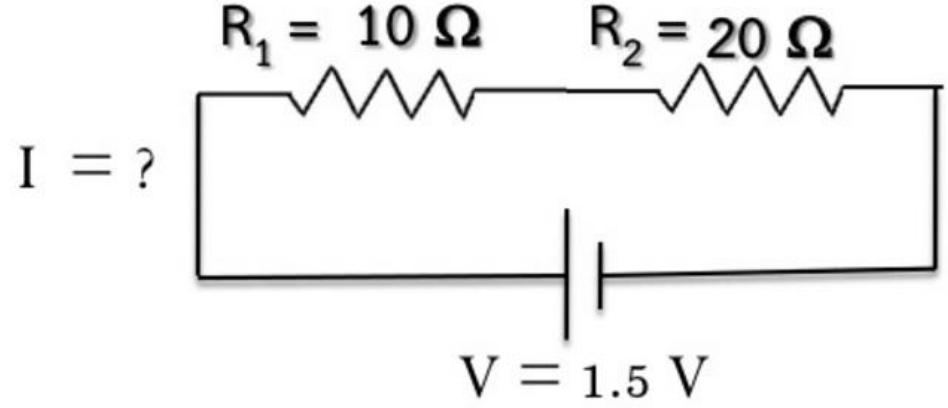
$$I_{รวม} = I_1 + I_2 + I_3$$

http://science.jrank.org/kids/pages/232/All-in-Circuit.html

กฎของโอห์ม

ตัวอย่างที่ 3 ถ้าต่อเซลล์ไฟฟ้าขนาด 1.5 โวลต์ เข้ากับตัวต้านทานขนาด 10 และ 20 โอห์ม ดังรูป จะมีกระแสไฟฟ้าไหลในวงจร และผ่านตัวต้านทานแต่ละตัวเท่าใด

วิธีทำ



คำนวณหาความต้านทานรวมจากสมการ $R_{รวม} = R_1 + R_2 + \ldots$

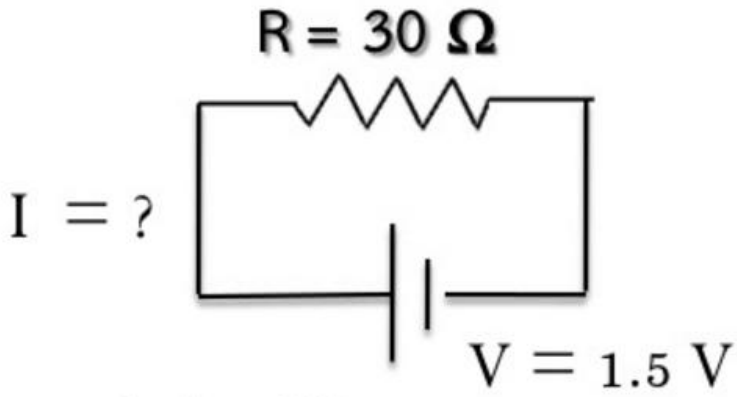
ความต้านทานรวม เท่ากับ $R_{รวม} = 10 + 20 = 30\ \Omega$

$$R = 30\ \Omega$$

กฎของโอห์ม

ตัวอย่างที่ 3 (ต่อ)

วิธีทำ



$$I = \frac{1.5}{30}\ \frac{V}{\Omega}$$

$$I = 0.05\ A$$

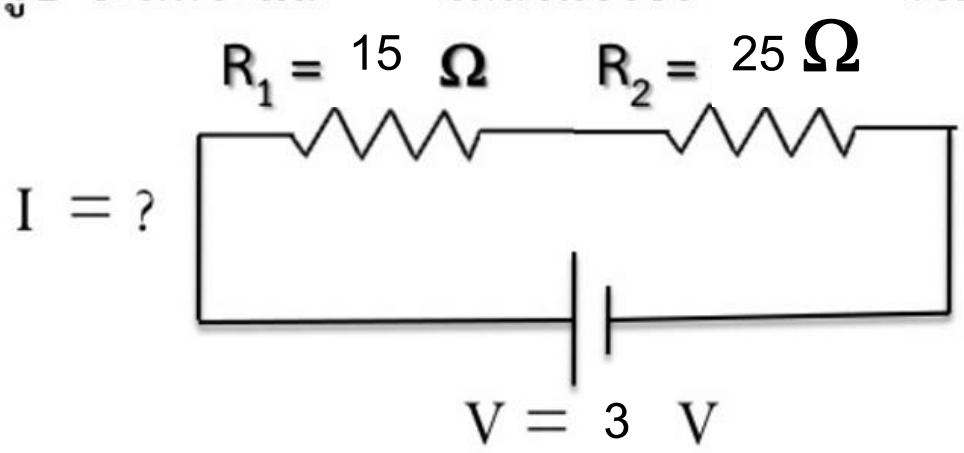
เนื่องจากเป็นการตัวต้านทานแบบอนุกรม จะทำให้กระแสไหลเท่ากันทุกจุด

ตอบ มีกระแสไหลผ่านในวงจร 0.05 แอมแปร์

กฎของโอห์ม

การบ้าน 3 ถ้าต่อเซลล์ไฟฟ้าขนาด 3 โวลต์ เข้ากับตัวต้านทานขนาด 15 และ 25 โอห์ม ดังรูป จะมีกระแสไฟฟ้าไหลในวงจร และผ่านตัวต้านทานแต่ละตัวเท่าใด

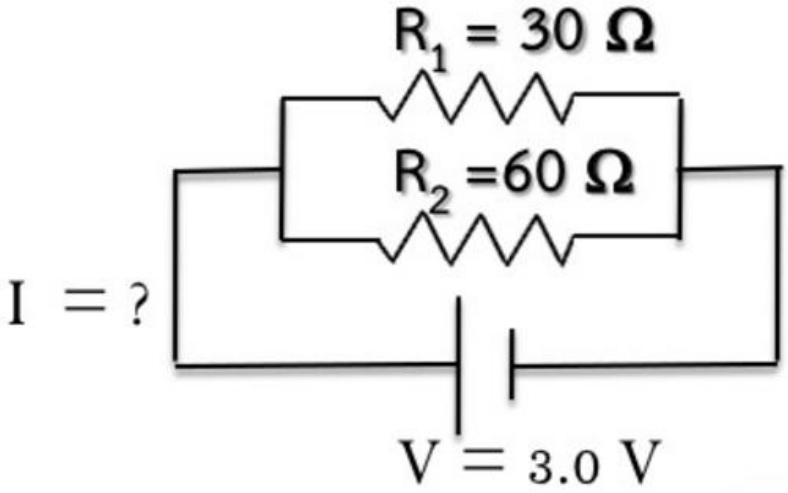
วิธีทำ



กฎของโอห์ม

ตัวอย่างที่ 4 ถ้าต่อเซลล์ไฟฟ้าขนาด 3.0 โวลต์ เข้ากับตัวต้านทานขนาด 30 และ 60 โอห์ม ดังรูป จะมีกระแสไฟฟ้าไหลในวงจร และผ่านตัวต้านทานแต่ละตัวเท่าใด

วิธีทำ



คำนวณหาความต้านทานรวมจากสมการ $\frac{1}{R}=\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}+\ldots$

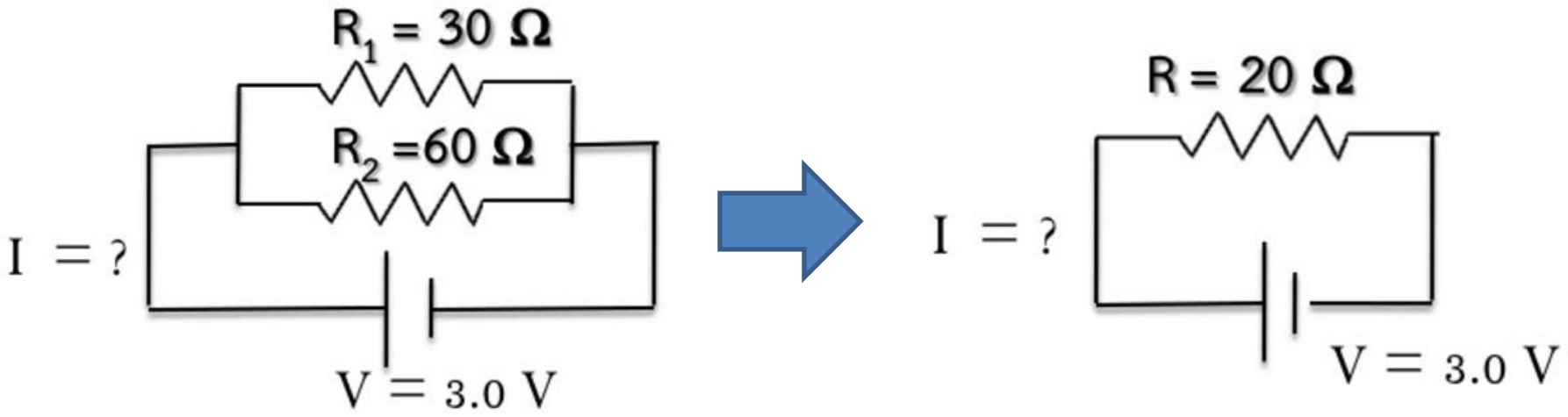
ความต้านทานรวม เท่ากับ $\frac{1}{R}=\frac{1}{30}+\frac{1}{60}$

$$\frac{1}{R}=\frac{2}{60}+\frac{1}{60}=\frac{3}{60} \qquad \therefore R=\frac{60}{3}=20\ \Omega$$

http://www.slideshare.net/krutee22/2-14442780?next_slideshow=1

กฎของโอห์ม

ตัวอย่างที่ 4 (ต่อ)

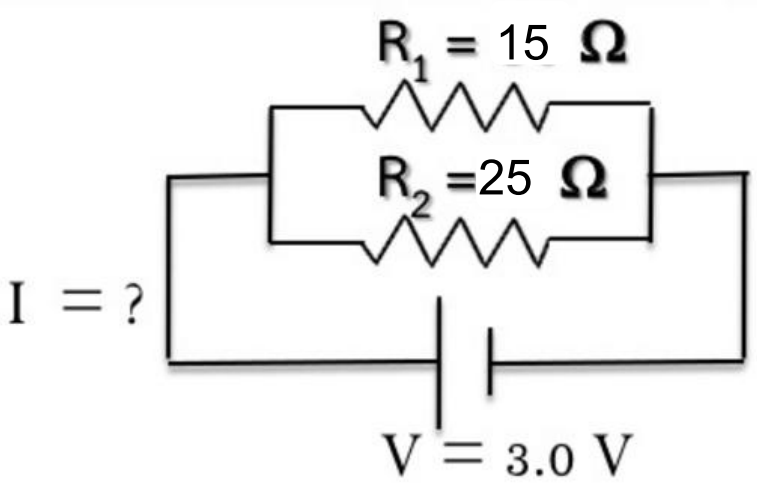


แทนค่าลงในสมการเพื่อหาค่ากระแสได้ดังนี้

$$I = \frac{V}{R} = \frac{3\ V}{20\ \Omega} = 0.15\ A$$

กฎของโอห์ม

การบ้าน 4 ถ้าต่อเซลล์ไฟฟ้าขนาด 3 โวลต์ เข้ากับตัวต้านทานขนาด 15 และ 25 โอห์ม ดังรูป จะมีกระแสไฟฟ้าไหลในวงจร และผ่านตัวต้านทานแต่ละตัวเท่าใด



http://www.slideshare.net/krutee22/2-14442780?next_slideshow=1

วงจรไฟฟ้าและเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน

วงจรไฟฟ้าในบ้าน

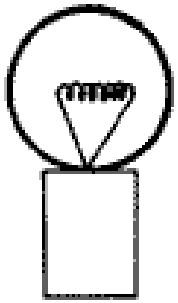
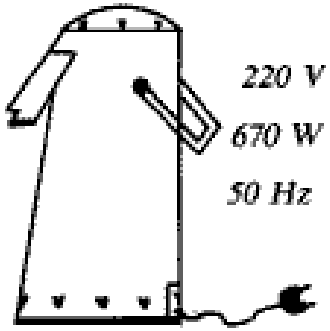
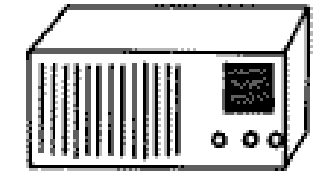
- ใช้ไฟฟ้ากระแสสลับมีความต่างศักย์ไฟฟ้าเฉลี่ย 220 V ความถี่ 50 Hz
- สายไฟที่เข้ามาในบ้านจะมี 2 สาย ต่อจากสายหลักที่เสาไฟฟ้าผ่านมาตรกิโลวัตต์-ชั่วโมง แล้วเข้าไปในบ้าน โดยสาย 2 สายนั้น

  1. สายกลาง (N)
  2. สายมีศักย์ไฟฟ้า (L) จะต่อผ่านฟิวส์ซึ่งจะเป็นตัวป้องกันอันตรายที่เกิดจากไฟฟ้าช็อตหรือการใช้กระแสไฟฟ้ามากเกินขนาดที่ฟิวส์จะทนได้

http://www.thaigoodview.com/library/studentshow/2549/khonkhan/electric/content/12_1.htm

วงจรไฟฟ้าและเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน

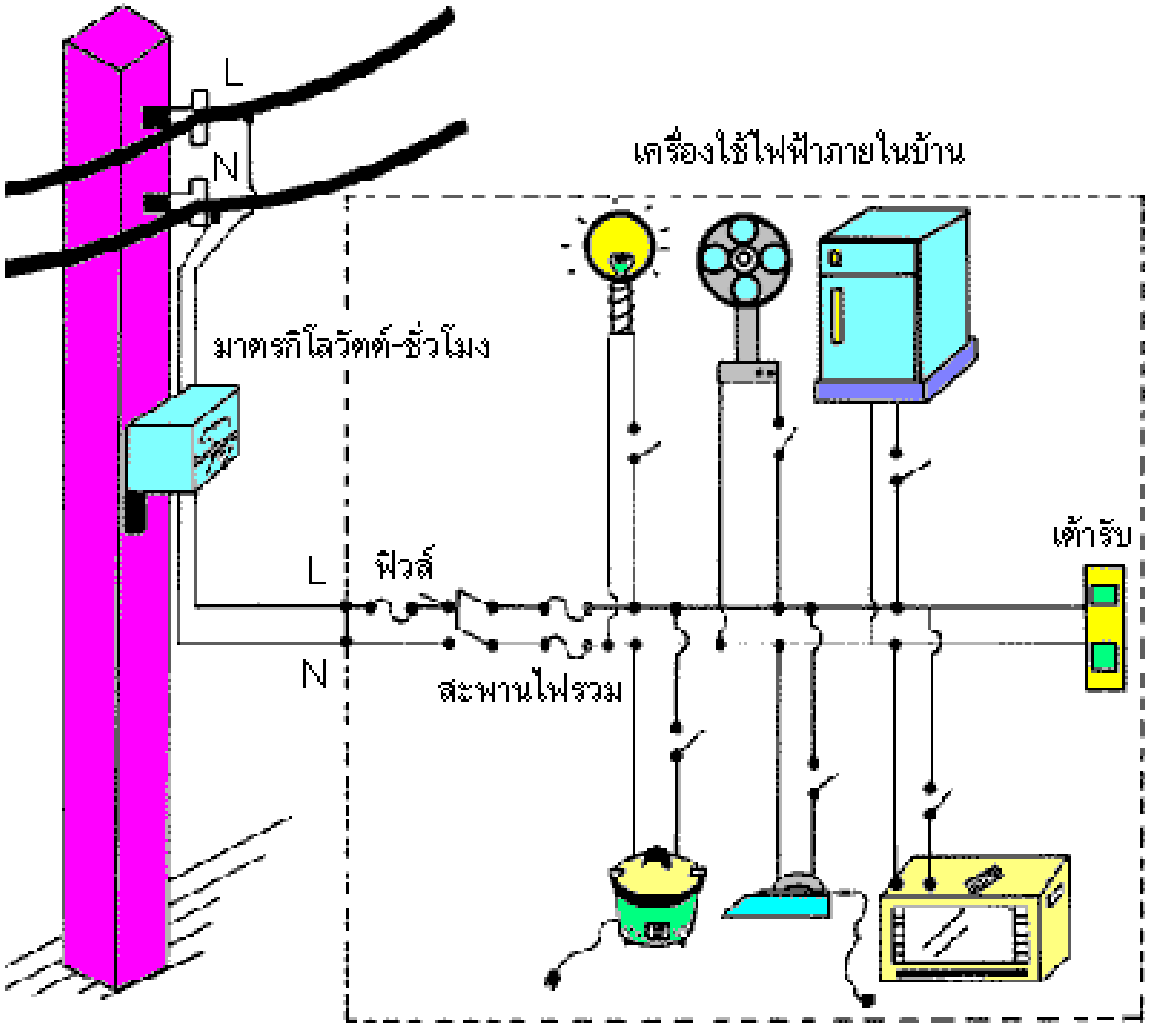
เครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้าน

อุปกรณ์	ความหมาย	R	I_{max}
	เมื่อใช้กับไฟฟ้า 220 โวลต์ หลอดไฟจะให้กำลัง 60 วัตต์	$\frac{(220)^2}{60}\ \Omega$	$\frac{60}{220}$ A
	เมื่อใช้กับไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ ความถี่ 50 เฮิรตซ์ กระติกน้ำร้อนไฟฟ้าจะให้กำลังไฟ 670 วัตต์	$\frac{(220)^2}{670}\ \Omega$	$\frac{670}{220}$ A
	ต้องใช้กับไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ ความถี่ 50 เฮิรตซ์ เครื่องปรับอากาศจึงจะให้กำลัง 1,000 วัตต์ เมื่อไฟตกน้อยกว่า 220 โวลต์ ไม่ควรใช้	$\frac{(220)^2}{1,000}\ \Omega$	$\frac{1,000}{220}$ A

http://www.thaigoodview.com/library/studentshow/2549/khonkhan/electric/content/12_1.htm

วงจรไฟฟ้าและเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน

เครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้านจะต่อกันแบบขนาน ดังรูป



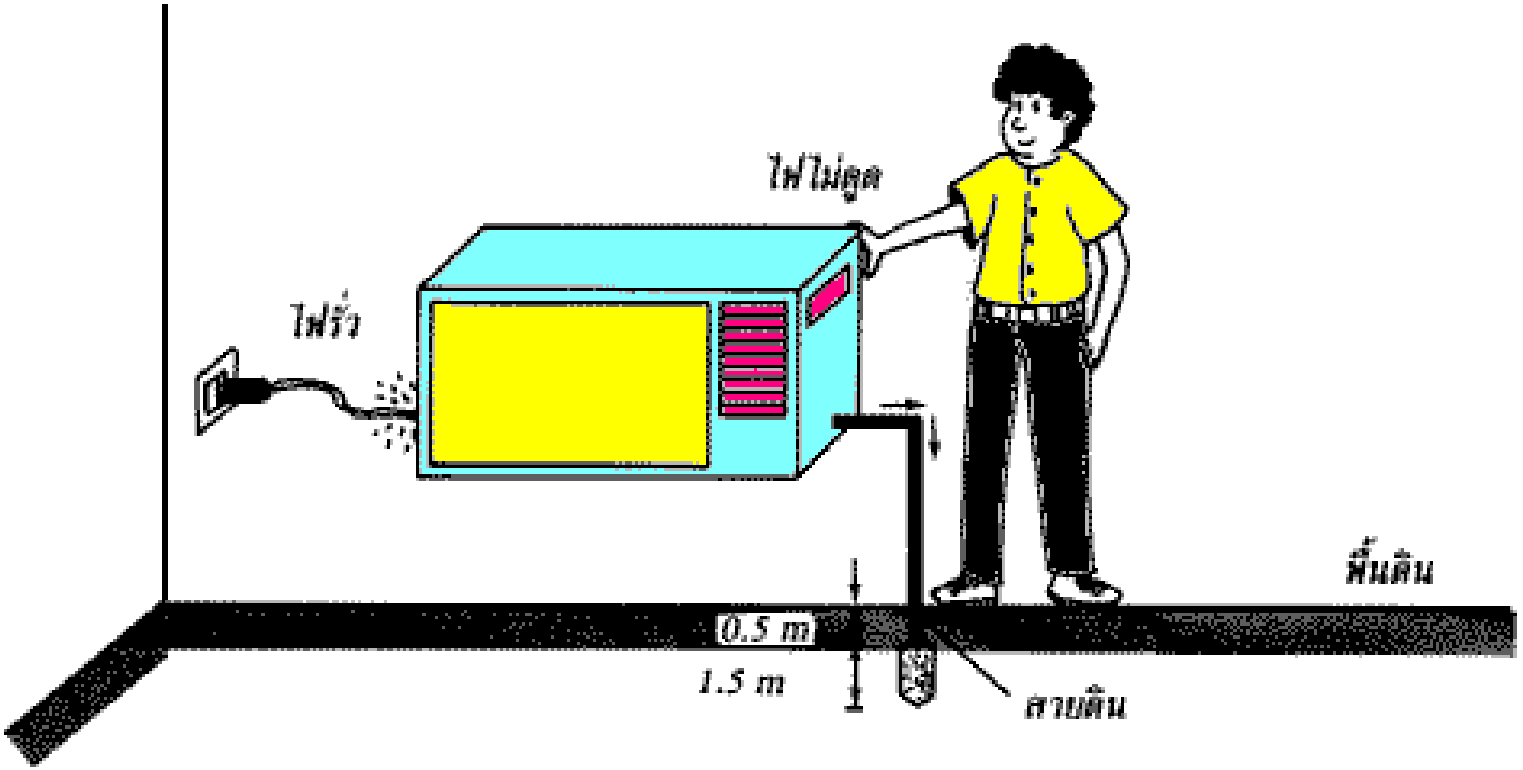
เครื่องใช้ไฟฟ้าต่างจะต่อวงจรแบบขนานทั้งสิ้น เนื่องจากต้องการให้เครื่องใช้ไฟฟ้าเหล่านั้นได้รับความต่างศักย์เท่ากันและเท่ากับที่กำหนดไว้บนเครื่องใช้ไฟฟ้า จึงจะเกิดกำลังตามที่กำหนด และถ้าเครื่องมือใดชำรุดเสียหาย ก็จะเสียหายเฉพาะเครื่องใช้ไฟฟ้าเครื่องนั้น ไม่เกี่ยวกับเครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดอื่น

http://www.thaigoodview.com/library/studentshow/2549/khonkhan/electric/content/12_1.htm

วงจรไฟฟ้าและเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน

การต่อสายดิน

สายดินทำด้วยลวดทองแดงความต้านทานต่ำมากต่อกับตัวถังของเครื่องใช้ไฟฟ้าปลายหนึ่งอีกปลายหนึ่งต่อกับแท่งโลหะยาวประมาณ 1.5 เมตร ฝังดินไว้ เมื่อมีไฟรั่วเข้าตัวถังของเครื่องใช้ไฟฟ้า กระแสไฟที่รั่วจะเลือกไหลลงดินผ่านทางสายดิน เพราะตัวเรามีความต้านทานสูง ทำให้เราปลอดภัยจากไฟฟ้าดูด



http://www.thaigoodview.com/library/studentshow/2549/khonkhan/electric/content/12_1.htm