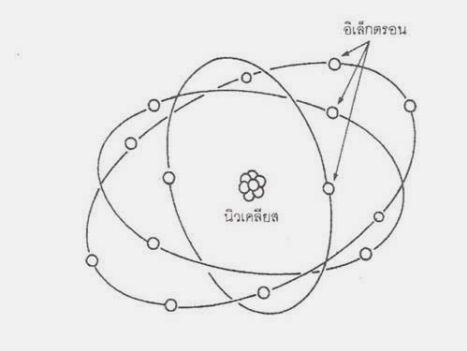
บทที่1
หลักการไฟฟ้าเบื้องต้น
(PRINCIPLE OF BASIC ELECTRICAL)

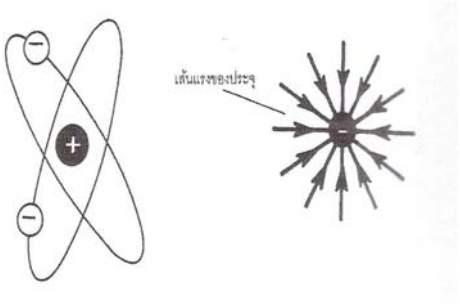
1.1 ทฤษฎีอะตอม

สสาร (Matter) ประกอบขึ้นจากอนุภาคที่เล็กลงไปที่เรียกว่าโมเลกุล (Molecule) โมเลกุลประกอบด้วย (Atom) หลายๆอะตอมจะประกอบด้วยอนุภาคเล็กๆ คืออิเล็กตรอน (Elactron) โปรตรอน (Proton) และนิวตรอน (Neutron) โปรตรอน และนิวตรอน จะอยู่ตรงกลางของอะตอมซึ่งเรียกว่านิวเคลียส (Neucleus) อิเล็กตรอนจะวิ่งรอบๆ นิวเคลียสเป็นวงจรดังรูปที่1.1



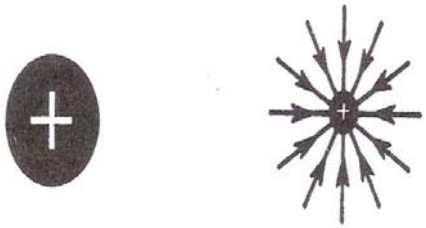
รูปที่1.1

อิเล็กตรอนมีขนาดโตกว่าโปรตรอนคือมีเส้นผ่านศูนย์กลางโตเป็น 3 เท่าของขนาดโปรตรอน(ประมาณ 0.22 ในล้านล้านส่วนของนิ้ว) และมีมวลประมาณ 9.1091×10^{-31} กิโลกรัม (เบากว่าโปรตรอน 1840 เท่า) อิเล็กตรอนมีประจุไฟฟ้าลบ (-) จึงมีเส้นแรงไฟฟ้าพุ่งตรงเข้าสู่ตัวมันในทุกทิศทางดังรูปที่ 1.2



รูปที่ 1.2

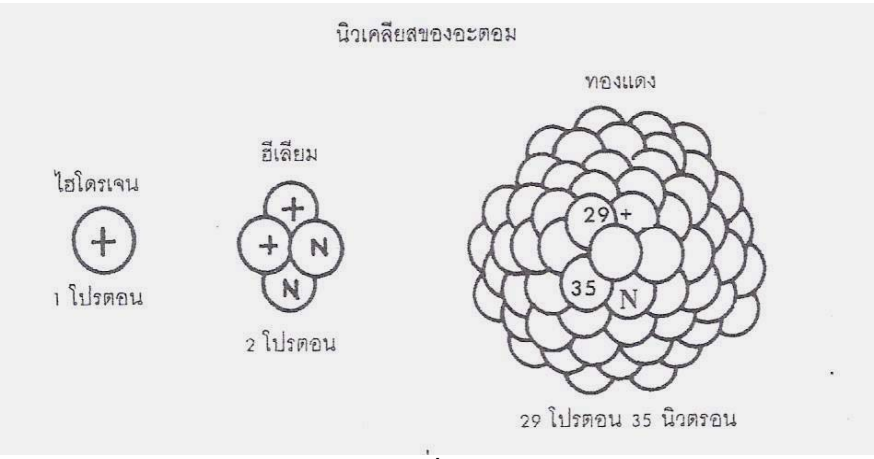
โปรตรอนเป็นอนุภาคขนาดเล็กมีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 0.07 ในล้านล้านส่วนของนิ้ว และมีมวลประมาณ 1.677252×10^{-27} กิโลกรัม (หนักว่าอิเล็กตรอนประมาณ 1840 เท่า) โปรตรอนมีประจุไฟฟ้าลบ (+) จึงมีเส้นแรงไฟฟ้าพุ่งออกจากตัวมันในทุกทิศทางดังรูปที่ 1.3



รูปที่ 2.3

รูปที่ 1.3

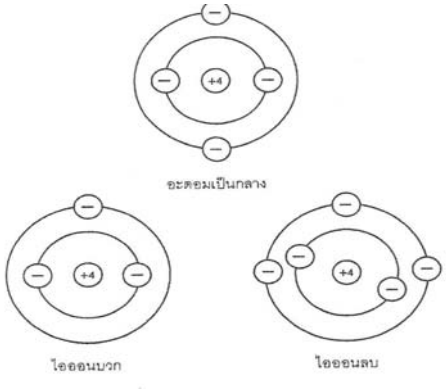
นิวตรอนเป็นอนุภาคพื้นฐานอีกชนิดหนึ่ง อนุภาคนี้ไม่มีประจุไฟฟ้าและมีมวลประมาณ 1.67482×10^{-27} กิโลกรัม นิวเคลียสเป็นศูนย์กลางของอะตอมประกอบด้วยนิวตรอนและโปรตรอนของอะตอมจำนวนโปรตรอนในนิวเคลียสจะแสดงให้ทราบถึงอะตอมจองแต่ละธาตุแตกต่างกันไป จำนวนโปรตรอนที่มีอยู่ในนิวเคลียสของอะตอมเรียกว่าเลขเชิงอะตอม (Atom Number) ซึ่งเลขเชิงอะตอมนี้ใช้บอกชนิดของธาตุได้ดังรูปที่ 1.4



รูปที่ 1.4

สภาวะปกติของอะตอมจะมีจำนวนอิเล็กตรอนและโปรตรอนเท่ากัน อะตอมจึงมีประจุไฟฟ้าบวกและลบเท่ากัน ประจุทั้งสองจึงทำลายอำนาจกันหมดพอดี อะตอมจึงมีสถานะเป็นกลางทางไฟฟ้า

อะตอมที่มีอิเล็กตรอนน้อยกว่าโปรตรอน อะตอมก็จะมีประจุไฟฟ้าบวก และถ้าอะตอมมีอิเล็กตรอนมากกว่าโปรตรอนอะตอมก็จะมีประจุไฟฟ้าลบ อะตอมที่มีประจุไฟฟ้าบวกหรือลบเรียกว่าไอออน (Ion) ดังรูปที่ 1.5



รูปที่ 1.5

เมื่ออิเล็กตรอนหลุดจากอะตอมไฟฟ้าจะเกิดขึ้น อิเล็กตรอนจะหลุดพ้นจากอะตอมหรือเกิดไฟฟ้าขึ้นได้โดย วิธี 1) ถูกันระหว่างวัตถุต่างชนิดกัน 2 ชนิด 2) ปฏิกิริยาทางเคมี 3) อำนาจแม่เหล็ก 4) ความร้อน 5) ความกดดัน 6) แสงสว่าง

1.2 หน่วยวัดทางไฟฟ้า

หน่วยวัดไฟฟ้าเบื้องต้นได้แก่ แรงเคลื่อนไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า ความต้านทานไฟฟ้า กำลังไฟฟ้า พลังงานไฟฟ้า ดังนี้

1.2.1 แรงเคลื่อนไฟฟ้า (Voltage, E)

แรงเคลื่อนไฟฟ้าคือแรงดันไฟฟ้าที่เกิดจากการสะสมตัวของประจุไฟฟ้าระหว่างจุดสองจุด ทำให้อิเล็กตรอนเคลื่อนที่จากประจุลบไปประจุบวก ทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าไหลในวงจร

แรงเคลื่อนไฟฟ้ามีหน่วยเป็นโวลท์ (Volt) ใช้สัญลักษณ์ V

1 กิโลโวลท์ (kV) = 1,000 โวลท์ (V)

1 โวลท์ (V) = 1,000 มิลลิโวลท์ (mV)

1 มิลลิโวลท์ (mV) = 1,000 ไมโครโวลท์ (μV)

1.2.2 กระแสไฟฟ้า (Current , I)

กระแสไฟฟ้าคืออิเล็กตรอนที่เคลื่อนที่จากอะตอมหนึ่งไปสู่อีกอะตอมหนึ่ง เป็นการเคลื่อนที่แบบต่อเนื่องขณะนำเอาวัตถุที่มีประจุไฟฟ้าต่างกันวางไว้ใกล้กัน อิเล็กครอนจะเคลื่อนที่จากวัตถุที่มีประจุไฟฟ้าลบไปยังวัตถุที่มีประจุไฟฟ้าบวก กระแสไฟฟ้ามีหน่วยเป็นแอมแปร์ (Ampere) ใช้สัญลักษณ์ A

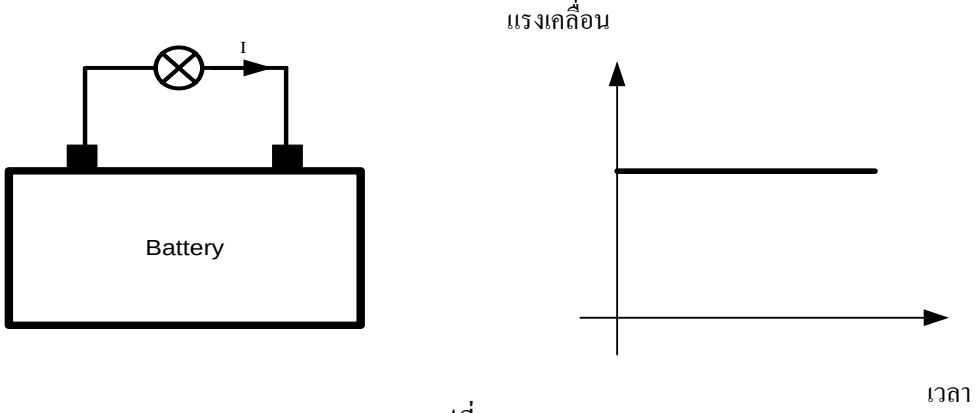
1 กิโลแอมแปร์(kA) = 1,000 แอมแปร์ (A)

1 แอมแปร์ (A) = 1,000 มิลลิแอมแปร์ (mA)

1 มิลลิ แอมแปร์ (mA) = 1,000 ไมโครแอมแปร์ (μA)

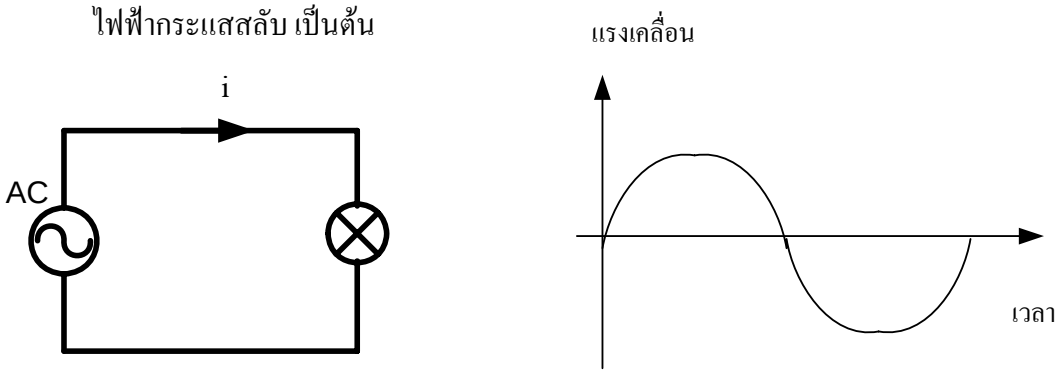
กระแสไฟฟ้ามี 2 ชนิด

ก. ไฟฟ้ากระแสตรง (Direct Current) คือไฟฟ้าที่มีทิศทางการไหลของอิเล็กตรอนไปในทิศทางเดียวตลอดดังรูปที่ 1.6 ได้แก่ เซลไฟฟ้า , แบตเตอรี่ เป็นต้น



รูปที่ 1.6

ข. ไฟฟ้ากระแสสลับ (Alternating Current) คือไฟฟ้าที่มีทิศทางการไหลของกระแสอิเล็กตรอนไปในทิศทางในค่าบวกและค่าลบตลอดเวลาดังรูปที่ 1.7 ได้แก่ไฟฟ้าที่ใช้ในบ้านพักอาศัย, เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ เป็นต้น



รูปที่ 1.7

1.2.3 ความต้านทานไฟฟ้า (Resistance, R)

ความต้านทานไฟฟ้า คือวัตถุที่ต้านการไหลของกระแสไฟฟ้า ซึ่งจะต้านการไหลของกระแสไฟฟ้ามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของวัตถุนั้นๆ ถ้าวัตถุมีความต้านทานมากกระแสไฟฟ้าจะไหลผ่านได้น้อย ถ้าวัตถุมีความต้านทานน้อยกระแสไฟฟ้าจะไหลผ่านได้มาก ความต้านทานไฟฟ้ามีหน่วยเป็นโอห์มใช้สัญลักษณ์ Ω

1 เมกะโอห์ม (MΩ) = 1,000 กิโลโอห์ม (kΩ)

1 กิโลโอห์ม (kΩ) = 1,000 โอห์ม(Ω)

1.2.4 กฎของโอห์ม (Ohm Law)

$$\text{กระแสไฟฟ้า} = \frac{\text{แรงเคลื่อนไฟฟ้า}}{\text{ความต้านทาน}} \quad (\text{แอมแปร์ , A})$$

$$I = \frac{E}{R} \quad \left[\frac{V}{\Omega} = A\right]$$

<u>ตัวอย่างที่1</u> แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงตัวหนึ่งมีค่าแรงเคลื่อน 12 V เมื่อนำความต้านทานค่า 40 Ω มาต่อกับแหล่งจ่ายจะมีค่ากระแสไหลในวงจรเท่าใด ?

<u>วิธีทำ</u> จากกฎของโอห์ม

$$\text{กระแสไฟฟ้า} = \frac{\text{แรงเคลื่อนไฟฟ้า}}{\text{ความต้านทาน}}$$

$$I = \frac{12V}{40\Omega} = 0.3\ A$$

$$\therefore\ I = 300\ mA$$

1.2.5 กำลังไฟฟ้า (Electric Power ,P)

กำลังไฟฟ้า คืออัตราการเปลี่ยนแปลงพลังงาน หรืออัตราการทำงาน กำลังไฟฟ้ามีหน่วยเป็นวัตต์ (W)

สมการกำลังไฟฟ้า

กำลังไฟฟ้า (P) = แรงเคลื่อนไฟฟ้า(E) X กระแสไฟฟ้า(I)

$$\therefore\ P = E \cdot I = I^2 \cdot R = \frac{E^2}{R}$$

เมื่อ P คือกำลังไฟฟ้า มีหน่วยเป็นวัตต์ (W)

E คือแรงเคลื่อนไฟฟ้ามีหน่วยเป็นโวลท์(V)

I คือกระแสไฟฟ้ามีหน่วยเป็นแอมแปร์(A)

R คือความต้านทานไฟฟ้ามีหน่วยเป็นโอห์ม(Ω)

1 เมกะวัตต์ (MW) = 1000 กิโลวัตต์ (kW)

1 กิโลวัตต์ (kW) = 1000 วัตต์ (W)

1 วัตต์ (W) = 1000 มิลลิวัตต์ (mW)

1.2.6 พลังงานไฟฟ้า (Electric Energy ,W)

พลังงานไฟฟ้า คือกำลังไฟฟ้าที่นำไปใช้ในระยะเวลาหนึ่ง พลังงานไฟฟ้ามีหน่วยเป็นวัตต์-ชั่วโมง (Wh) พลังงานไฟฟ้า 1000 วัตต์-ชั่วโมง จะเท่ากับ 1 ยูนิต (Unit) หรือ 1 หน่วย เครื่องวัดพลังงานไฟฟ้าตามบ้านพักอาศัยเรียกว่ากิโลวัตต์ฮาวมิเตอร์ (Kilowatt Hour Meter)

สมการพลังงานไฟฟ้า

พลังงานไฟฟ้า (W) = กำลังไฟฟ้า (P) x เวลา (t)

$$\therefore \quad W = P \cdot t = E \cdot I \cdot t = I^2 \cdot R \cdot t = \frac{E^2}{R} \cdot t$$

1.3 วงจรไฟฟ้า

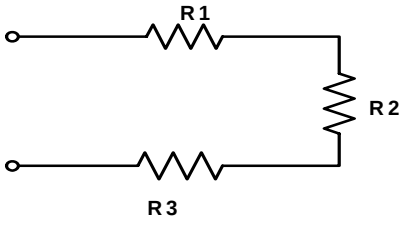
วงจรไฟฟ้ามี 3 ประเภท

1.วงจรอนุกรม (Series Circuit)

2.วงจรขนาน (Parallel Circuit)

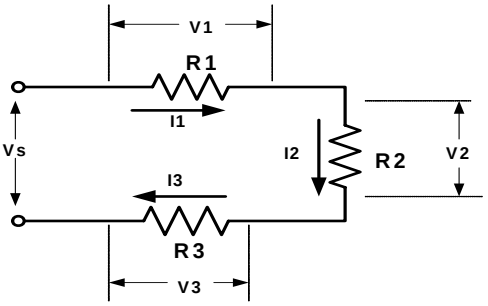
3.วงจรผสม (Compound Circuit)

1. วงจรอนุกรมคือการนำเอาภาระหรือโหลด(Load) มาต่อเรียงลำดับกันดัง



รูป

คุณสมบัติของวงจรอนุกรม



1.1. กระแสที่ไหลในวงจรจะเท่ากันจะได้ $\boxed{I_t = I_1 = I_2 = I_3}$

1.2. แรงเคลื่อนของแหล่งจ่ายจะเท่ากับแรงเคลื่อนที่ตกคร่อมที่ความต้านทานแต่ละตัว รวมกันดังนั้น $\boxed{V_t = V_1 + V_2 + V_3}$

3. ค่าความต้านทานรวมของวงจรจะเท่ากับค่าความต้านทานของแต่ละตัวรวมกัน ดังนั้น $\boxed{R_t = R_1 + R_2 + R_3}$

<u>ตัวอย่าง</u> ความต้านทาน 3 ตัวถูกต่อเป็นแบบอนุกรมมีค่า 10 Ω , 20 Ω และ30 Ω ตามลำดับเมื่อนำมาต่อกับแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงค่า 24 V จงคำนวณหาค่า ก. ความต้านทานรวมของวงจร

ก. กระแสไฟฟ้าในวงจร

ข.แรงเคลื่อนตกคร่อมความต้านทาน

ค. กำลังไฟฟ้าของความต้านทาน

<u>วิธีทำ</u> ก) จากสูตร $\boxed{R_t = R_1 + R_2 + R_3}$

$= 10 + 20 + 30$

$= 60\ \Omega$

ข) จากกฎของโอห์ม $I = \frac{E}{R} = \frac{24V}{60\Omega}$

$I = 0.4\ A$

ค) $V_{R1} = 0.4 \times 10 = 4\ V$

$V_{R2} = 0.4 \times 20 = 8\ V$

$V_{R3} = 0.4 \times 30 = 12\ V$

ง) $P_1 = 0.4A \times 4V = 1.6\ W$

$P_2 = 0.4A \times 8V = 3.2\ W$

$P_3 = 0.4A \times 12V = 4.8\ W$

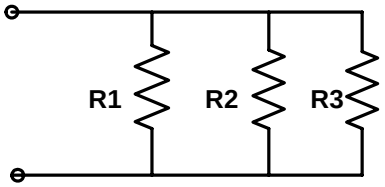
$Pt = P1 + P2 + P3$

$= 1.6 + 3.2 + 4.8$

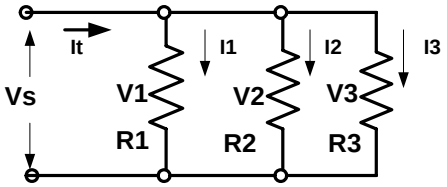
$= 9.6\ W$

หรือ $Pt = 0.4\ A \times 24\ V = 9.6\ W$

2. วงจรขนานคือการนำเอาภาระหรือโหลด(Load) มาต่อขนานกันดังรูป



คุณสมบัติของวงจรขนาน



2.1 กระแสที่ไหลรวมจะเท่ากับกระแสในแต่ละสาขารวมกันจะได้ $\boxed{I_t = I_1 + I_2 + I_3}$

2.2 แรงเคลื่อนของแหล่งจ่ายจะเท่ากับแรงเคลื่อนที่ตกคร่อมที่ความต้านทานแต่ละตัวในสาขาจะเท่ากันดังนั้น

$\boxed{V_t = V_1 = V_2 = V_3}$

2.3 ค่าความต้านทานรวมของวงจรจะเท่ากับสมการ

ดังนั้น $\boxed{\frac{1}{R_t} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}}$

<u>ตัวอย่าง</u> ความต้านทาน 3 ตัวถูกต่อเป็นแบบขนานมีค่า 12 Ω , 20 Ω และ30 Ω ตามลำดับเมื่อนำมาต่อกับแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงค่า 24 V จงคำนวณหาค่า ก.ความต้านทานรวมของวงจร

ข. กระแสไฟฟ้ารวมของวงจร

ค. กระแสไฟฟ้าที่ความต้านทานแต่ละตัว

ง. กำลังไฟฟ้าของความต้านทานแต่ละตัว

<u>วิธีทำ</u> ก) จากสูตร $\frac{1}{R_t} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} ..... + \frac{1}{R_N}$

$\therefore \quad \frac{1}{R_t} = \frac{1}{10\Omega} + \frac{1}{20\Omega} + \frac{1}{30\Omega}$

$R_t = 6 \ \Omega$

ข) จากกฎของโอห์ม $I = \frac{E}{R}$

$I = \frac{24V}{6\Omega} = 4A$

ค) $I_{R1} = \frac{24V}{12\Omega} = 2A$

$I_{R2} = \frac{24V}{20\Omega} = 1.2A$

$I_{R3} = \frac{24V}{30\Omega} = 0.8A$

ง) P_1 = 2 A x 24 V = 48 W

P_2 = 1.2 A x 24 V = 28.8 W

P_3 = 0.8 A x 24 V = 19.2 W

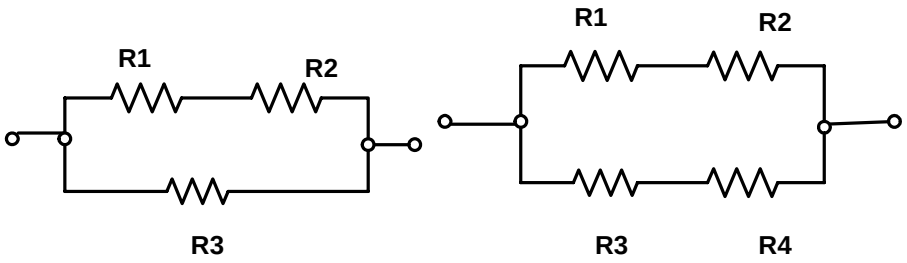
Pt $= P_1 + P_2 + P_3$

$= 48 + 28.8 + 19.2$

= 96 W

หรือ Pt = 4 A x 24 V = 96 W

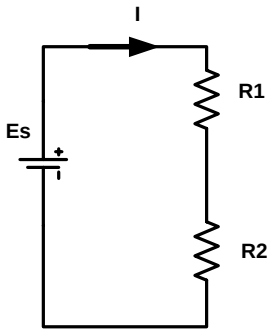
3.วงจรผสมคือการนำเอาภาระหรือโหลด(Load) มาต่อรวมกันทั้งแบบอนุกรมและขนานดัง



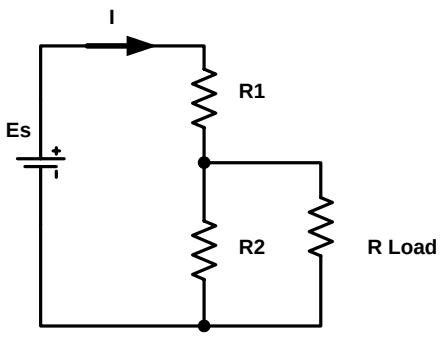
รูป

<u>การประยุกต์วงจรอนุกรม - ขนานมาใช้งาน</u>

1. วงจรแบ่งแรงดัน (Voltage divider)



รูป ก ขณะยังไม่ต่อโหลด



รูป ข ขณะต่อโหลด

จากวงจรในรูป ก

$$V_1 = E \times \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$

$$V_2 = E \times \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

จากวงจรในรูป ข

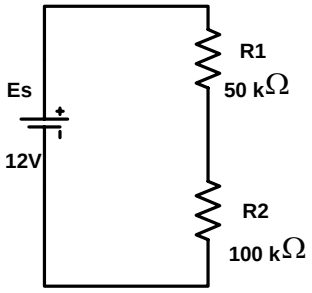
$$V_1 = E \times \frac{R_1}{R_1 + (R_2 // R_{Load})}$$

$$V_2 = E \times \frac{(R_2 // R_{Load})}{R_1 + (R_2 // R_{Load})}$$

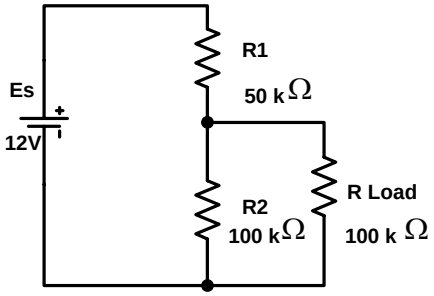
<u>ตัวอย่าง</u> วงจร Voltage divider วงจรหนึ่งมีค่าดังแสดงในวงจร

จงคำนวณหา ก. แรงดันไฟฟ้าตกคร่อม R2 ขณะไม่มีโหลด

ข. แรงดันไฟฟ้าตกคร่อม R2 ขณะมีโหลด 100 kΩ มาต่อ



รูป ก ขณะยังไม่ต่อโหลด



รูป ข ขณะต่อโหลด

<u>วิธีทำ</u> ก. จากสูตร

$$V_2 = E \times \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

แทนค่าจะได้

$$V_2 = 12V \times \frac{100k}{50k + 100k}$$

$$V_2 = 8\ V$$

ข. หาค่า V_2 ขณะต่อโหลด

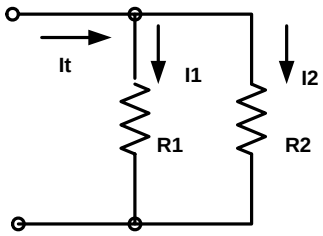
จากสูตร $V_2 = E \times \frac{(R_2 // R_{Load})}{R_1 + (R_2 // R_{Load})}$

แทนค่าจะได้

$$V_2 = 12V \times \frac{(100k // 100k)}{50k + (100k // 100k)}$$

$$V_2 = 6\ V$$

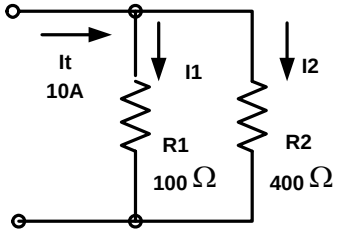
<u>วงจรแบ่งกระแส</u> (Current divider)



$$I_1 = I_t \bullet \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

$$I_2 = I_t \bullet \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$

<u>ตัวอย่าง</u> วงจร Current divider วงจรหนึ่งมีค่ากระแส It เท่ากับ 10 A จงคำนวณหาค่ากระแสที่ไหลผ่าน R_2



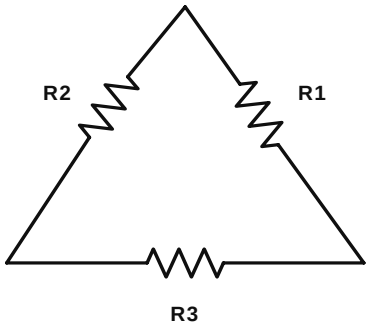
จากสูตร $I_2 = I_t \bullet \frac{R_1}{R_1 + R_2}$

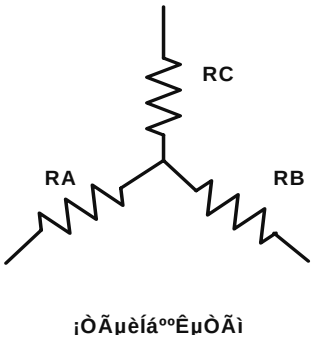
แทนค่าในสูตร

$$I_2 = 10A \bullet \frac{100\Omega}{100\Omega + 400\Omega}$$

$$I_2 = 2A$$

การแปลงวงจรแบบสตาร์ (Y) และแบบเดลต้า (Δ)





¡ÒÃµèÍá°ºÊµÒÃì

การแปลงวรจรจากเดลต้าเป็นสตาร์

$$R_A = \frac{R_2 \bullet R_3}{R_1 + R_2 + R_3}$$

$$R_B = \frac{R_1 \bullet R_3}{R_1 + R_2 + R_3}$$

$$R_C = \frac{R_1 \bullet R_2}{R_1 + R_2 + R_3}$$

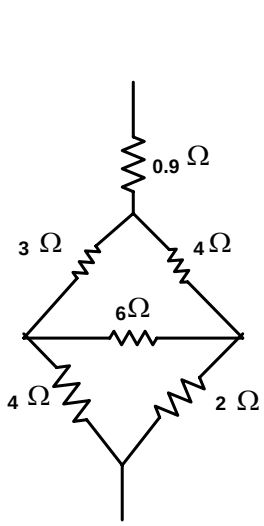
การแปลงวรจรจากสตาร์เป็นเดลต้า

$$R_1 = \frac{R_A \bullet R_B + R_A \bullet R_C + R_B \bullet R_C}{R_A}$$

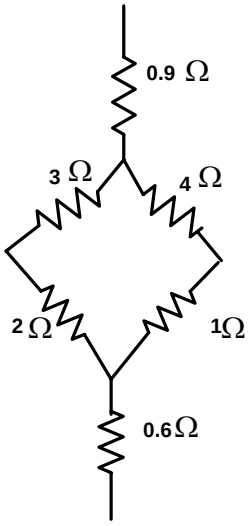
$$R_2 = \frac{R_A \bullet R_B + R_A \bullet R_C + R_B \bullet R_C}{R_B}$$

$$R_3 = \frac{R_A \bullet R_B + R_A \bullet R_C + R_B \bullet R_C}{R_C}$$

ตัวอย่าง จากรูป จงจงคำนวณหาค่าความต้านทานรวมของวงจร (Rt)



รูป ก



รูป ข

วิธีทำ

จากรูป ก เปลี่ยนวงจรเดลต้าในกรอบเส้นประเป็นแบบวาย

จะได้ $Ra = \frac{4*6}{12} = 2\ \Omega$

$Rb = \frac{6*2}{12} = 1\ \Omega$

$Rc = \frac{4*2}{12} = 0.6\ \Omega$

รูป ข แสดงการเปลี่ยนจากวงจรเดลต้าเป็นแบบวาย

ยุบวงจรผสมจะได้ $5\ \Omega /\!/ 5\ \Omega = 2.5\ \Omega$

$\therefore\ Rt = 0.9 + 2.5 + 0.6$

$= 4\ \Omega$