

CIRCUITOS ELÉCTRICOS

Alvaro Acosta Agón

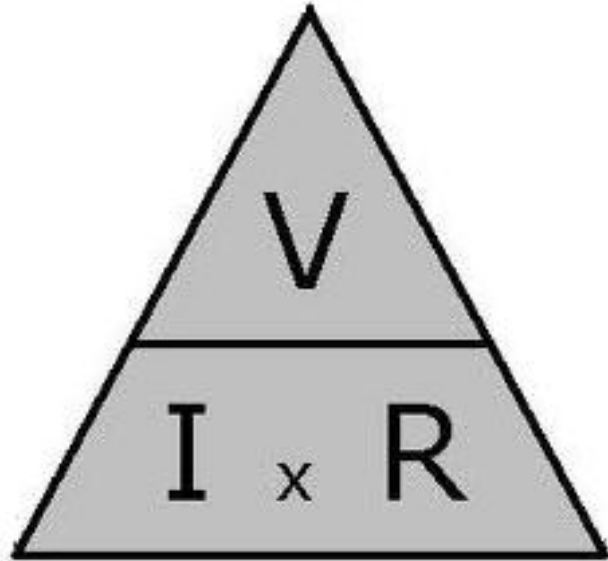
Magister en Educación
Magister en Educación

LEY DE OHM

Desarrollada por el físico alemán Georg Simón Ohm (1787 - 1854).



"La intensidad de la corriente eléctrica que circula por un conductor eléctrico es directamente proporcional al voltaje aplicado e inversamente proporcional a la resistencia del mismo".



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

$$V = I \cdot R$$

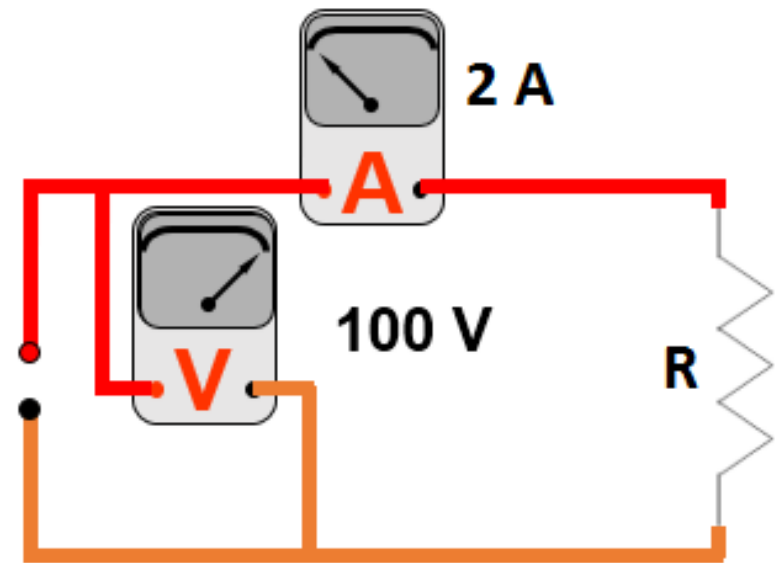
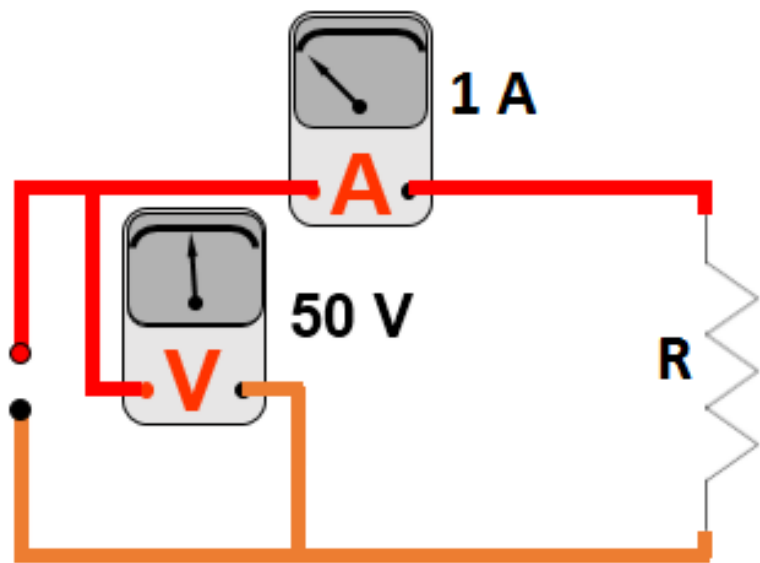
(Voltios)

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

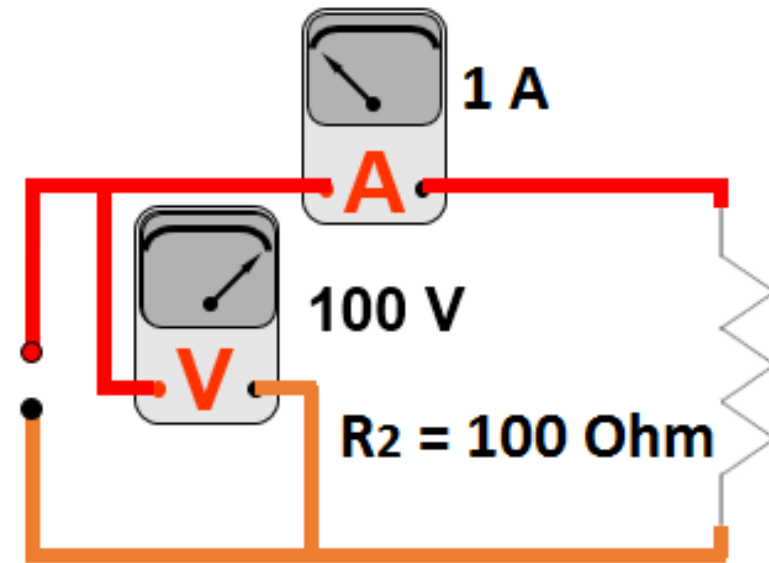
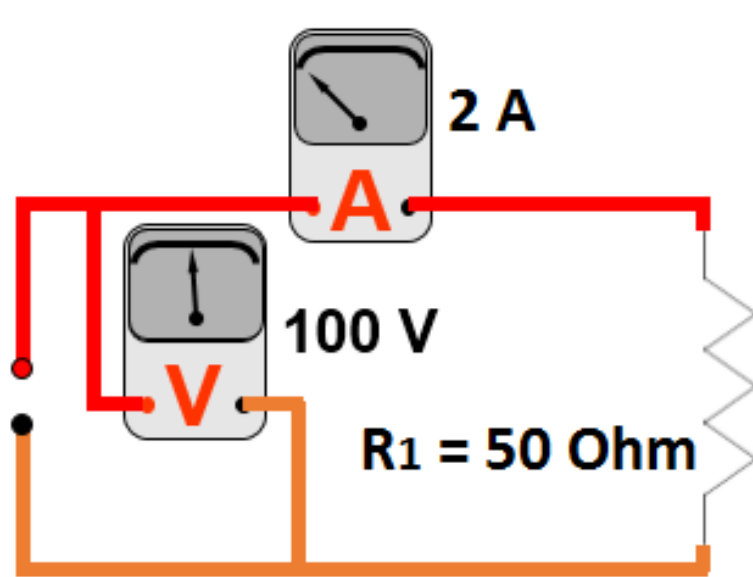
(Amperios)

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

(Ohmios Ω)



Manteniendo la Resistencia fija pero variando la Tensión, la Corriente varía en la misma proporción

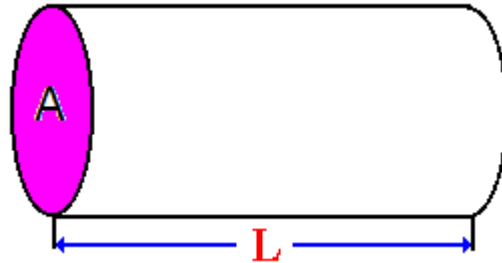


Manteniendo la Tensión fija pero variando la Resistencia, la Corriente varía inversamente

RESISTIVIDAD DE UN CONDUCTOR

EL MATERIAL
LA LONGITUD
EL ÁREA TRANSVERSAL
LA TEMPERATURA

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



$$\rho = \frac{1}{\sigma}$$

ρ = (rho) = es una característica del material que se conoce como constante de **resistividad** (es diferente para cada material) ($\Omega \text{ mm}^2 / \text{m}$)

L = longitud (m)

A = Área transversal (mm^2)

σ = Conductividad

$$\sigma = n \mu_n \cdot e \cdot$$

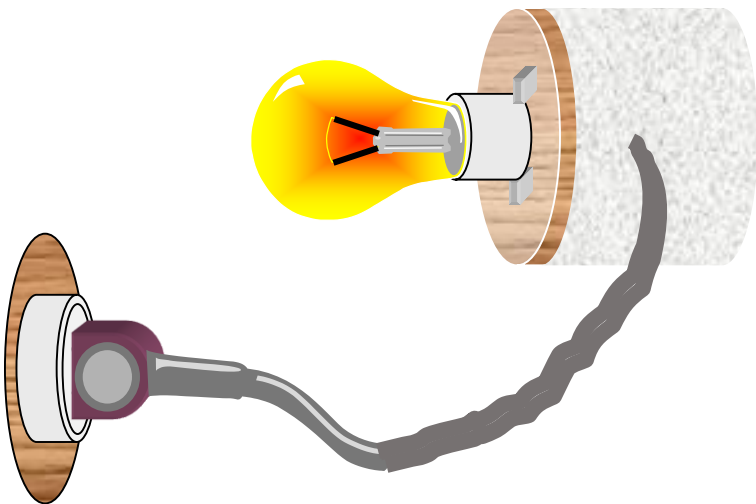
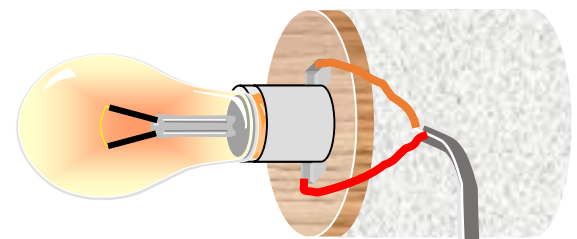
n = número de electrones libres por m^3

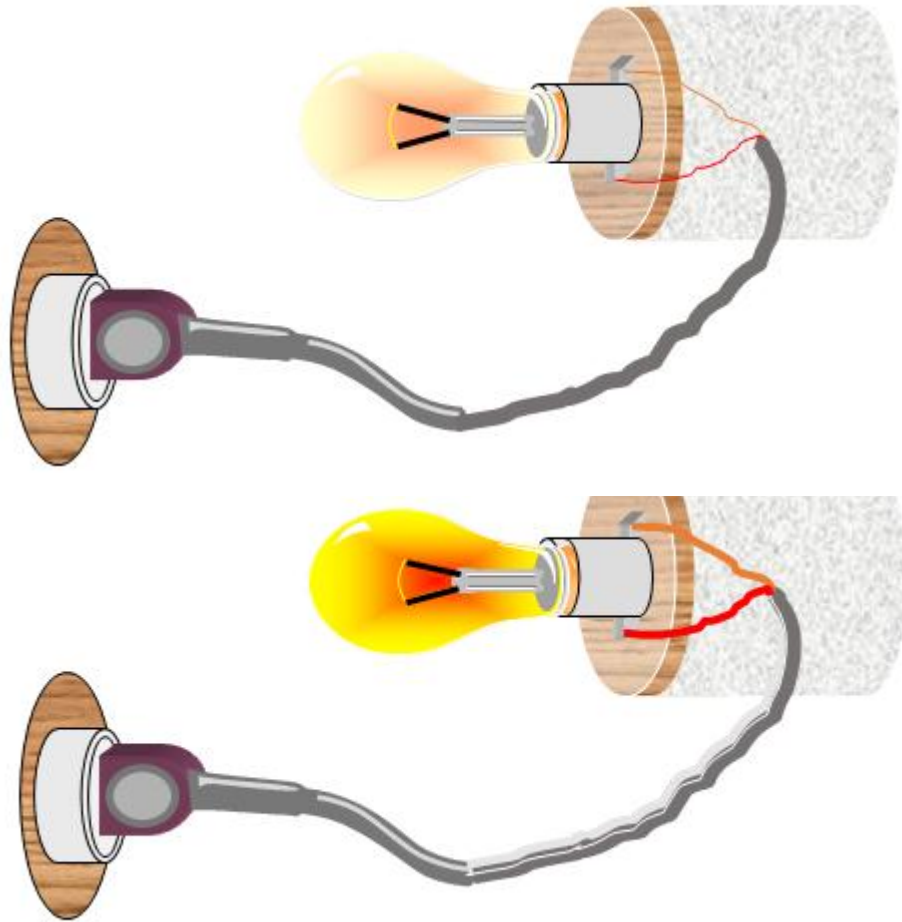
μ_n = movilidad del electrón en el carbón

e = carga del electrón ($1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$)

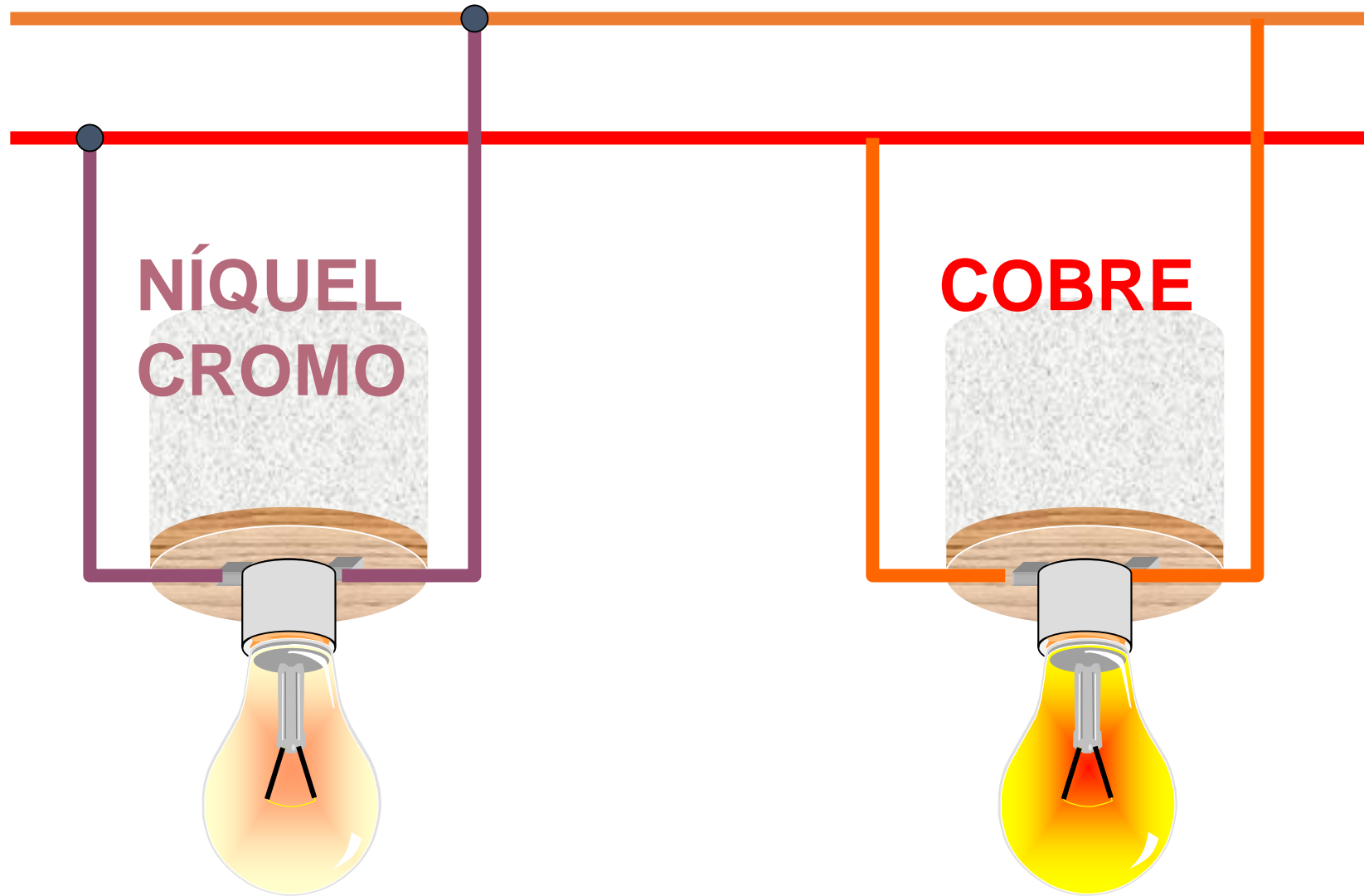


Mientras más largo sea el conductor, menor será la Intensidad de la Corriente Eléctrica que circula





Mientras mayor sea la sección del conductor, mayor será la Intensidad de Corriente Eléctrica circulando por el conductor

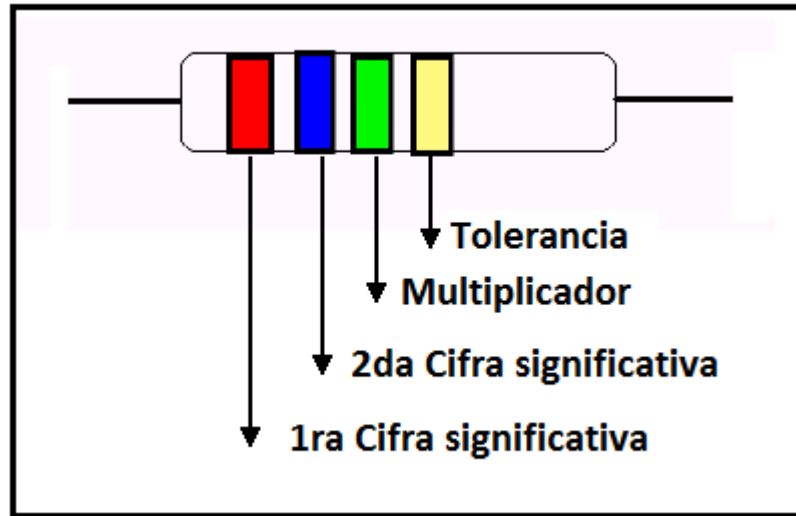




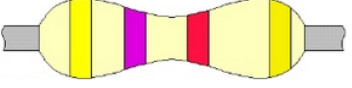



Algunos materiales ofrecen mayor o menor resistencia al paso de la corriente







RESISTORES

Código de Colores

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	Negro								
1	Café								
2	Rojo								
3	Naranja								
4	Amarillo								
5	Verde								
6	Azul								
7	Violeta								
8	Gris								
9	Blanco								
$\pm 1\%$	Café								
$\pm 2\%$	Rojo								
$\pm 5\%$	Dorado								
$\pm 10\%$	Plateado								



MATEMÁTICAS DE LOS RESISTORES

RESISTORES EN SERIE

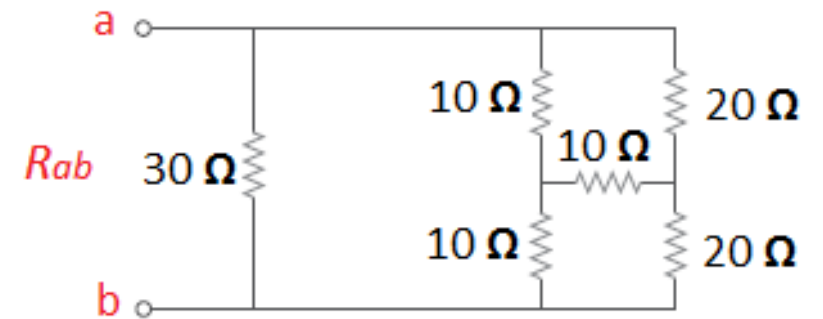
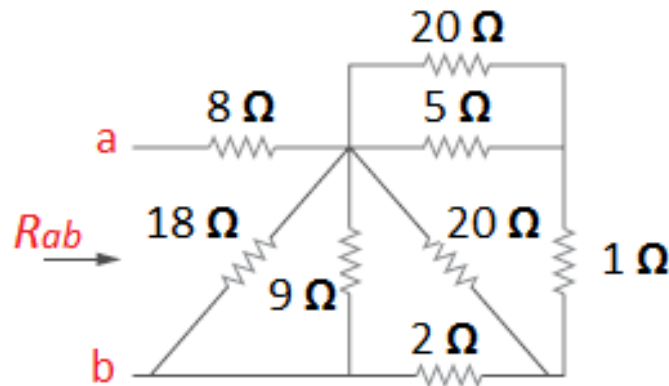
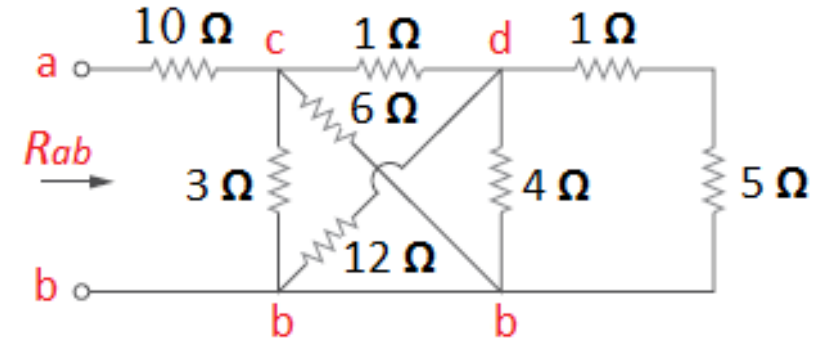
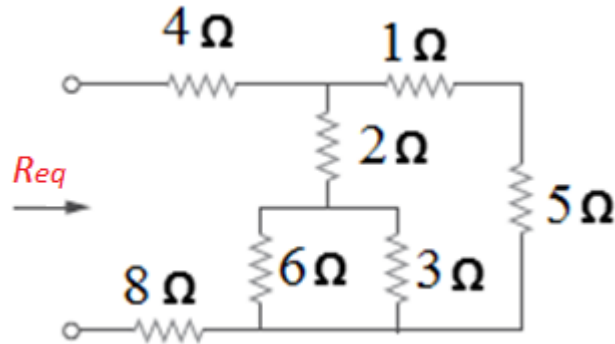
$$R_{eq} = R_1 + R_2 + \dots + R_N = \sum_{n=1}^N R_n$$

RESISTORES EN PARALELO

$$R_{eq} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

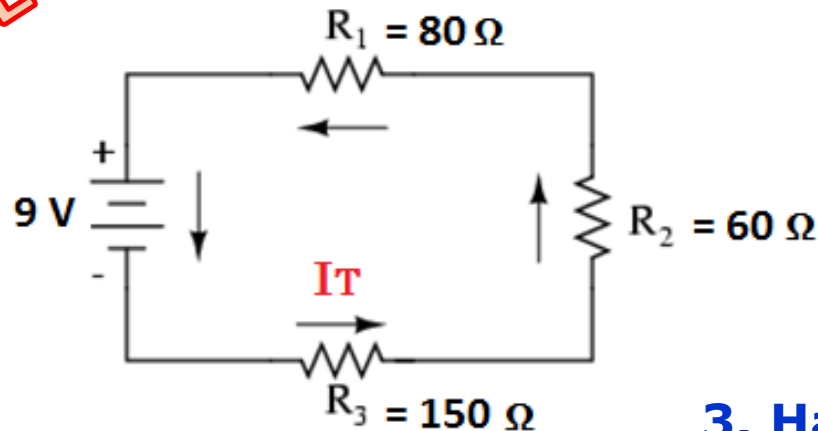
$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_N}$$

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



Desarrollo de un Circuito Serie

CIRCUITO SERIE

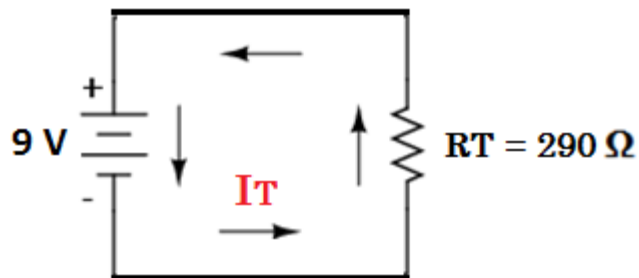


1. Hallar la Resistencia total del circuito

$$R_T = R_1 + R_2 + R_3$$

$$R_T = 80 \Omega + 60 \Omega + 150 \Omega = \mathbf{290 \Omega}$$

2. Redibujar el circuito



3. Hallar la Intensidad total del circuito

$$\text{Ley de Ohm: } \mathbf{I = \frac{V}{R}}$$

$$\mathbf{I = V / R_T = 9/290 = 0,031... \text{ Amperios} = 31 \text{ mA}}$$

4. Voltaje parcial en cada resistencia

$$\mathbf{V_{R1} = I_T R_1}$$

$$\mathbf{V_{R2} = I_T R_2}$$

$$\mathbf{V_{R3} = I_T R_3}$$

$$V_1 = (0,031\text{A})(80 \Omega) = 2.482 \text{ V}$$

$$V_2 = (0,031\text{A})(60 \Omega) = 1.862 \text{ V}$$

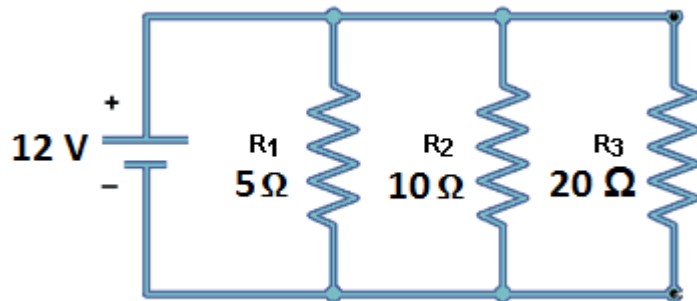
$$V_3 = (0,031\text{A})(150 \Omega) = 4.655 \text{ V}$$

$$\mathbf{V_T = 2.482 \text{ V} + 1.862 \text{ V} + 4.655}$$

$$\mathbf{V_T = 8.999 \text{ V}}$$

Desarrollo de un Circuito Paralelo

**CIRCUITO
PARALELO**

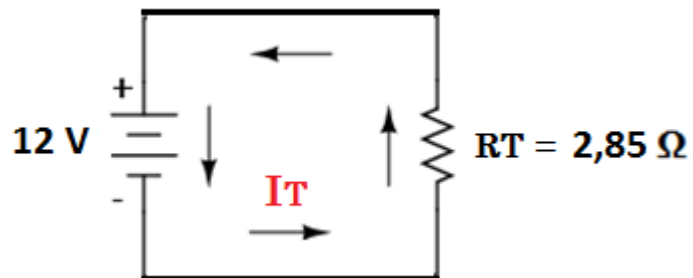


1. Hallar la Resistencia total del circuito

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_N}$$

$$(1/R_T): (1/5\Omega + 1/10\Omega + 1/20\Omega) = (1/R_T) = (1/0,35\Omega) = 2,85 \Omega$$

2. Redibujar el circuito



3. Hallar la Intensidad total del circuito

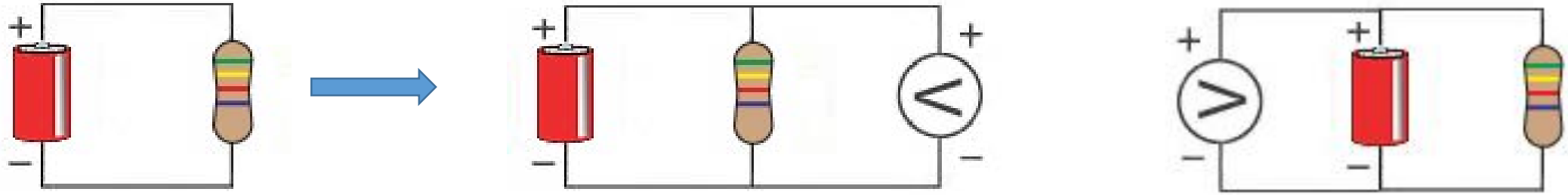
$$I = V/R_T = 12/2,85 = 4,21 \text{ amperios}$$

4. Corriente parcial en cada resistencia

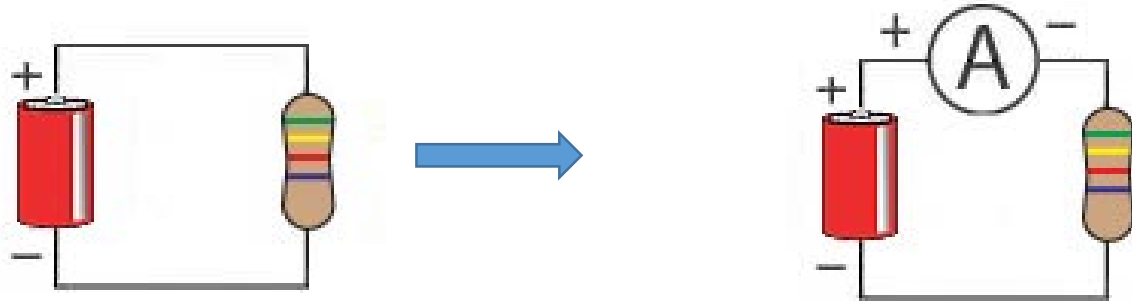
$I_{R1} = V_T / R1$	$I_{R1} = 12 \text{ V} / 5 \Omega$	$= 2.4 \text{ A}$
$I_{R2} = V_T / R2$	$I_{R2} = 12 \text{ V} / 10 \Omega$	$= 1.2 \text{ A}$
$I_{R3} = V_T / R3$	$I_{R3} = 12 \text{ V} / 20 \Omega$	$= 0.6 \text{ A}$
$I_T = 2.4 \text{ A} + 1.2 \text{ A} + 0.6 \text{ A}$		$I_T = 4.2 \text{ A}$

MANEJO DEL MULTÍMETRO

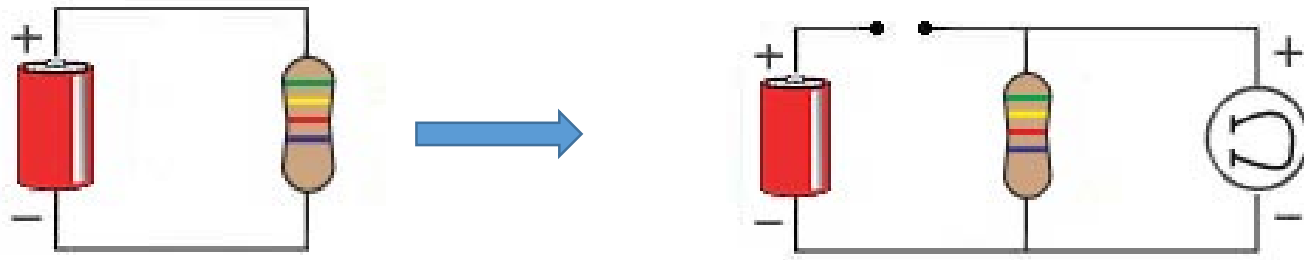
Voltímetro

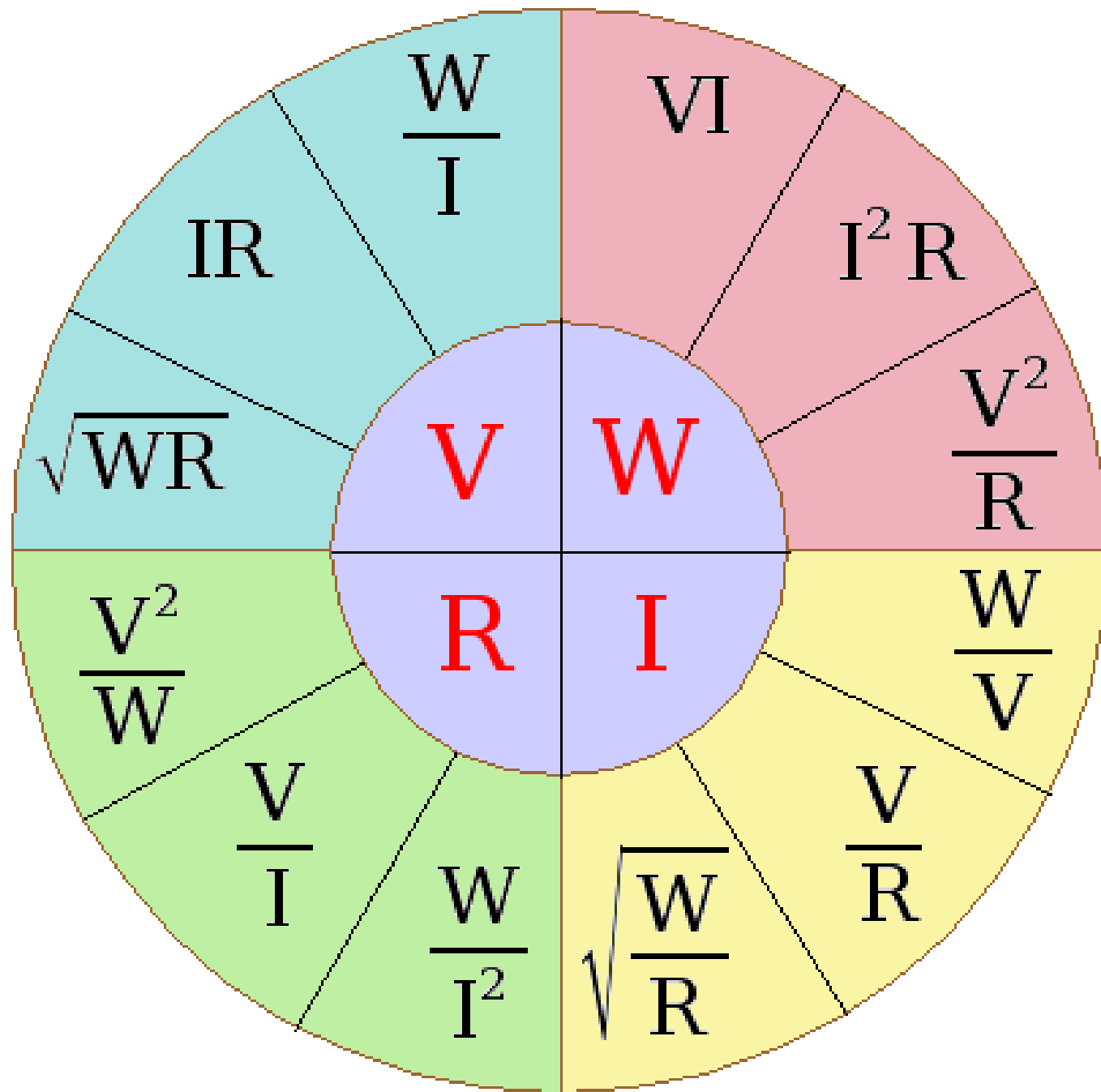


Amperímetro



Óhmetro





MÚLTIPLOS

Multiplicador	Prefijo	Símbolo
10^{18}	Exa	E
10^{15}	Peta	P
10^{12}	Tera	T
10^9	Giga	G
10^6	Mega	M
10^3	Kilo	K

SUBMÚLTIPLOS

Multiplicador	Prefijo	Símbolo
10^{-3}	mili	m
10^{-6}	micro	μ
10^{-9}	nano	n
10^{-12}	pico	p
10^{-15}	femto	f
10^{-18}	atto	a

INTENSIDAD DE CORRIENTE

El movimiento o flujo de electrones se denomina corriente. Para producirla, los electrones deben moverse por efecto de una diferencia de potencial. La corriente se denota con el símbolo **I**. La unidad básica para medirla es el amperio (A). Un amperio de corriente se define como el movimiento de un Coulomb que pasa por cualquier punto de un conductor durante un segundo

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

$$\text{Amperio} = \frac{\text{Coulombs}}{\text{segundos}}$$

$$i \triangleq \frac{dq}{dt}$$

$$Q \triangleq \int_{t_0}^t i dt$$

CARGA ELÉCTRICA

La carga eléctrica **q** puede clasificarse como carga eléctrica positiva (protones) y carga eléctrica negativa (electrones). Se conoce como carga eléctrica de un cuerpo al exceso o defecto de electrones que éste.

Simulación de generación de energía eléctrica

<http://gemini.udistrital.edu.co/comunidad/grupos/gispud/RAIZDC/contenidoprogramatico/capitulo1/carga.html>

DIFERENCIA DE POTENCIAL

El voltaje, tensión o diferencia de potencial es la presión que ejerce una fuente de suministro de energía eléctrica o fuerza electromotriz (**FEM**) sobre las cargas eléctricas o electrones en un circuito eléctrico cerrado, para que se establezca el flujo de una corriente eléctrica.

$$V = \frac{E}{q}$$

$$\text{Voltios} = \frac{\text{Joules}}{\text{Coulombs}}$$

$$v_{ab} \triangleq \frac{dw}{dq}$$

La carga de un electrón $e = 1.6021 \times 10^{-19} \text{ C}$.

TIPOS DE CORRIENTE

CORRIENTE CONTINUA

Es aquella en que la intensidad es constante en el tiempo mientras permanezcan constantes los demás parámetros del circuito.

La Corriente Continua pura procede de pilas o baterías, aunque puede obtenerse de la rectificación de corrientes alternas.

CORRIENTE ALTERNA

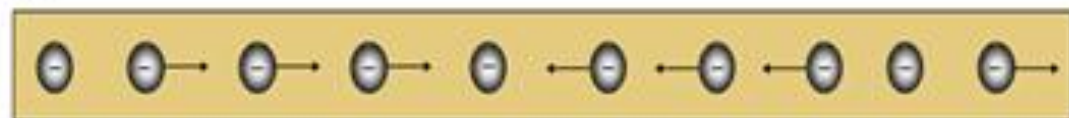
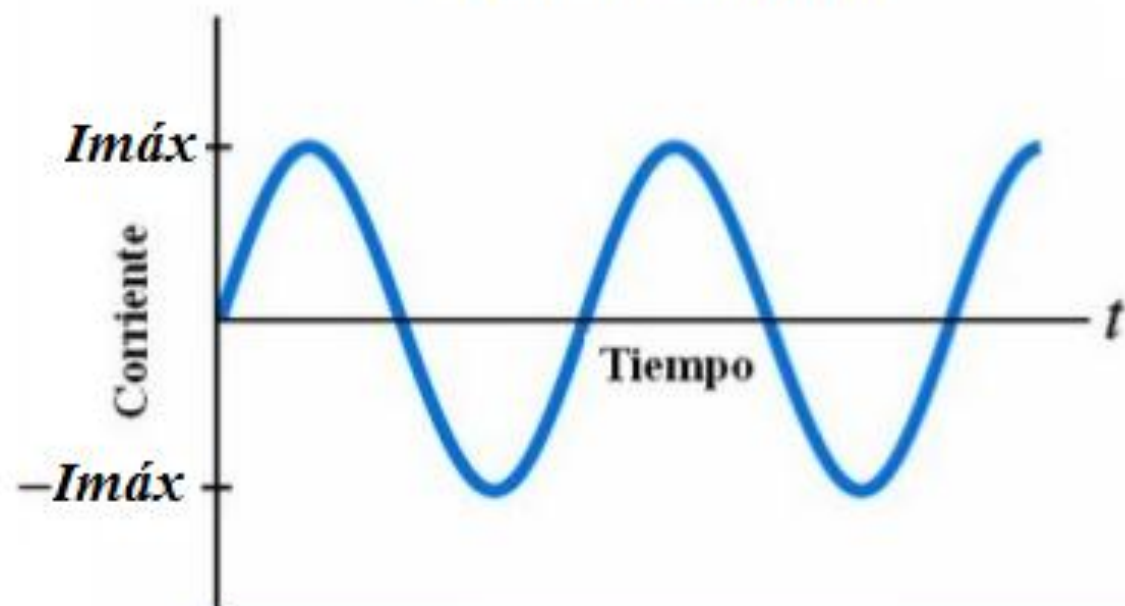
Es aquella de forma armónica oscila de un valor máximo en un sentido, hasta el mismo valor pero en sentido contrario y viceversa, pasando por cero cada vez y repitiendo los valores alcanzados de forma periódica senoidal e indefinida.

La Corriente Alterna es producida en las centrales eléctricas por medio de unas máquinas rotativas que son los GENERADORES, también denominados Alternadores.

Corriente Continua



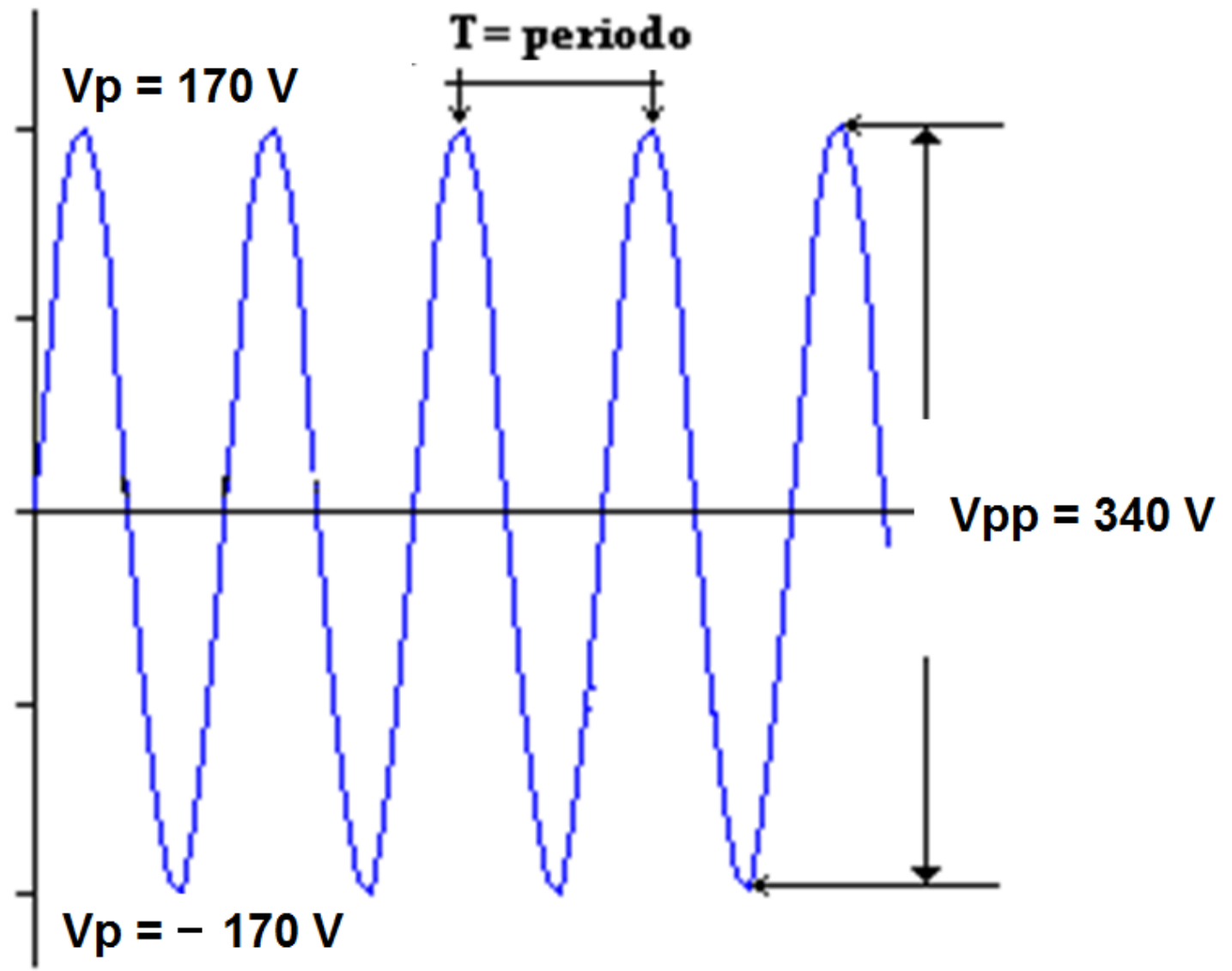
Corriente Alterna



Fuente: <http://es.slideshare.net/>

Voltaje Pico

Voltaje RMS



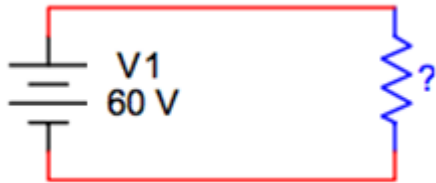
$$V_{RMS} = 0,707 (V_p)$$

$$\text{Frecuencia} = \frac{1}{T}$$

(1). Si el foco de la Figura tiene una resistencia de 100Ω , y por ella circula una corriente de 1 A , ¿Cuál es la tensión eléctrica en la fuente?. Calcular la potencia disipada usando solamente la información de corriente y resistencia.



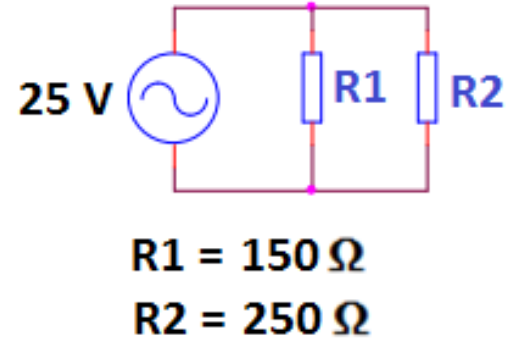
(2). ¿Cuál es la resistencia si al aplicarse un voltaje de 60 V , circula una corriente de 3 A ? ¿Cuánta potencia se disipa?



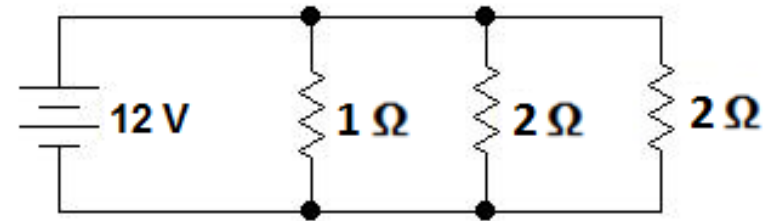
(3). La tensión a través de un tostador de 1.1 kW que produce una corriente de 10 A es de:

- a) 11 kV b) 1100 V
- b) c) 110 V d) 11 V

(4). Sobre el siguiente circuito, calcular: I_{R1} , I_{R2} (corriente que circula por $R1$ y por $R2$).



(5). Hallar las corrientes que hay en cada una de las ramas del circuito:





LEY DE KIRCHHOFF

Desarrollada por el físico alemán Gustav Kirchhoff (1824 - 1887).

LEY DE CORRIENTES DE KIRCHHOFF - LCK

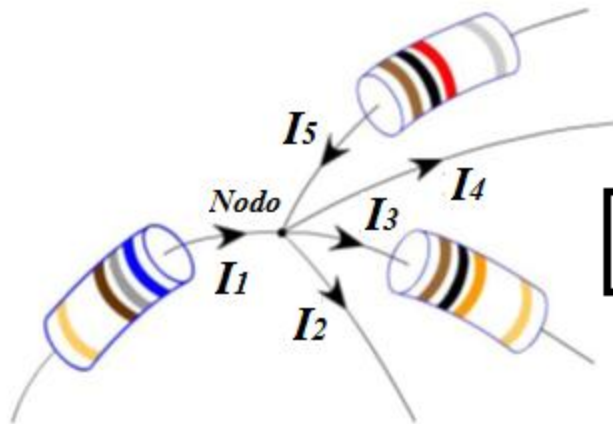
“En cualquier nodo, la suma de la corriente que entra en ese nodo es igual a la suma de la corriente que sale”. De igual manera, “la suma de todas las corrientes que pasan por el nodo es igual a cero”.

Nodo en un circuito, es un punto donde confluyen tres o más conductores. Por los conductores que concurren al **Nodo** circula corriente, y no hay acumulación de carga.

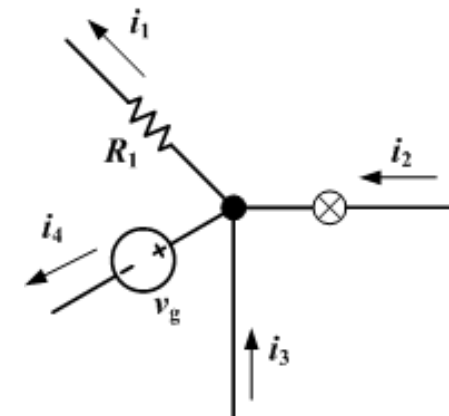
$$\sum_{k=1}^n I_k = I_1 + I_2 + I_3 \dots + I_n = 0$$

La corriente que pasa por un nodo es igual a la corriente que sale del mismo.

$$i_1 + i_4 = i_2 + i_3$$



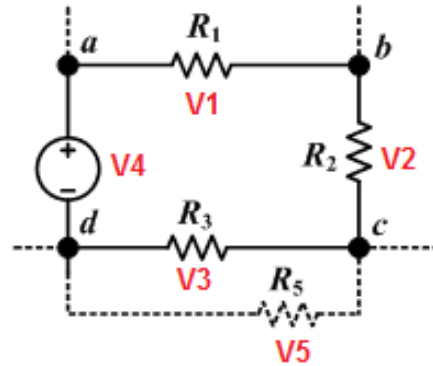
$$I_1 + I_5 - I_2 - I_3 - I_4 = 0$$



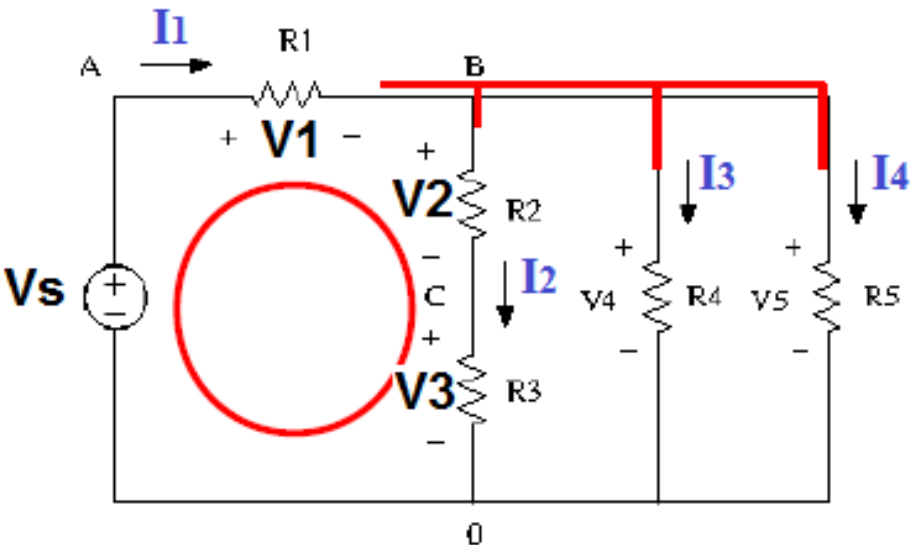
LEY DE VOLTAJES DE KIRCHHOFF - LVK

Segunda Ley de Kirchhoff, **Ley de Lazos**: “En toda malla la suma de todas las caídas de tensión es igual a la suma de todas las subidas de tensión”. De forma equivalente, En toda malla la suma algebraica de las diferencias de potencial eléctrico es igual a 0.

$$\sum_{k=1}^n V_k = V_1 + V_2 + V_3 \dots + V_n = 0$$

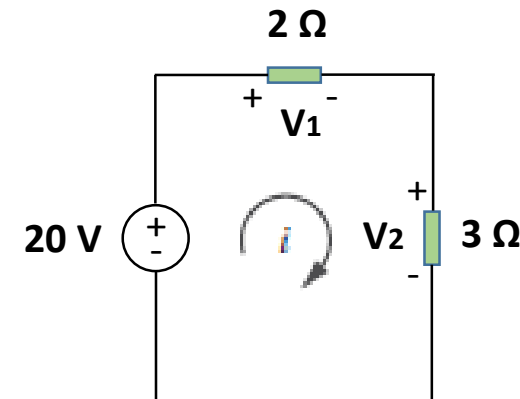


En este caso $v_4 = v_1 + v_2 + v_3$. No se tiene en cuenta a v_5 porque no hace parte de la malla que se está analizando.



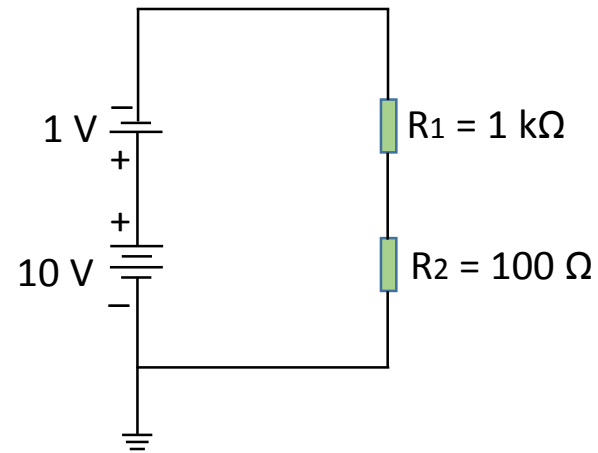
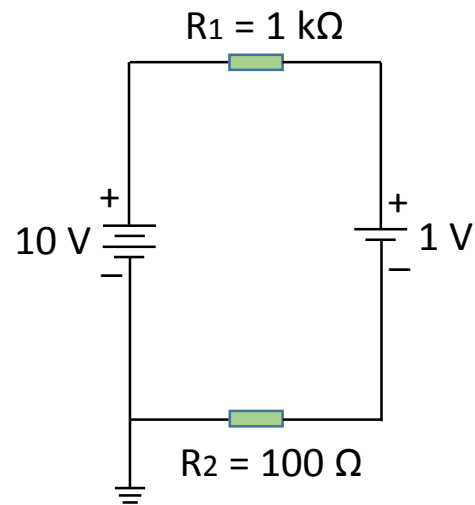
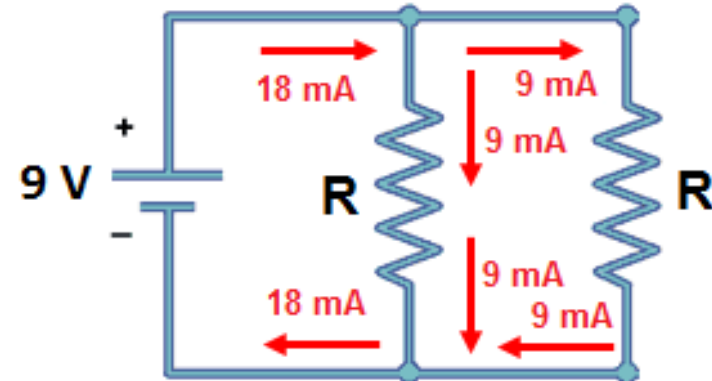
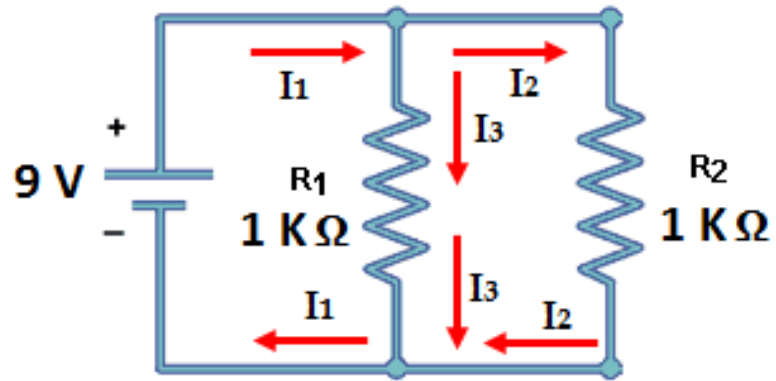
$$V_s - V_1 - V_2 - V_3 = 0$$

$$I_1 - I_2 - I_3 - I_4 = 0$$



$$\begin{aligned} V_s + V_1 + V_2 &= 0 \\ -20 + V_1 + V_2 &= 0 \\ -20 + 2(i) + 3(i) &= 0 \\ -20 + 5(i) &= 0 \\ 5(i) &= 20 \\ i &= 4 \text{ A} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_1 &= 8 \text{ V} \\ V_2 &= 12 \text{ V} \end{aligned}$$



$$I = V_t / (R_1 + R_2)$$

$$I = (10V - 1V) / (1000\Omega + 100\Omega)$$

$$I = 0,00817A \text{ o } \mathbf{8,17 \text{ mA}}$$

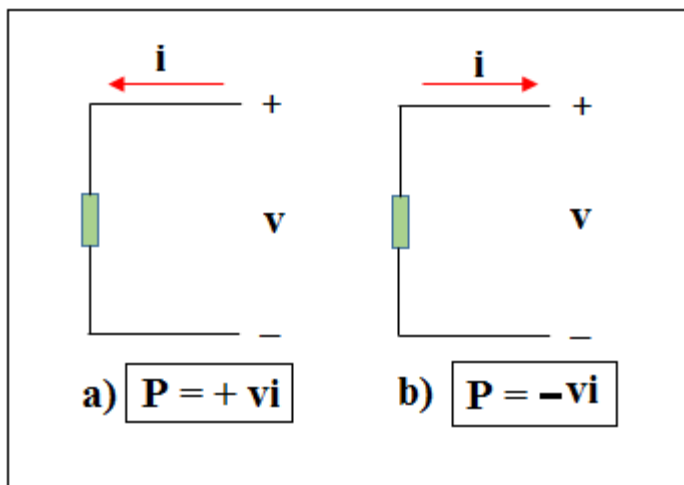
$$V_{R_1} = R_1 \cdot I = 1000 \cdot 8,17 \text{ mA} = \mathbf{8,17 \text{ V}}$$

$$V_{R_2} = R_2 \cdot I = 100 \cdot 8,17 \text{ mA} = \mathbf{817 \text{ mV}}$$

$$10V - 8,17V - 1V - 0,817 = 0 \text{ V}$$

POTENCIA Y ENERGÍA

Potencia es la variación respecto del tiempo de entrega o absorción de la energía, medida en Watts (W).



- a) Absorción de potencia
- b) Suministro de potencia

Convención Pasiva de Signos: la corriente entra por la polaridad positiva de la tensión.

En este caso, $P = +vi$ implica que el elemento está absorbiendo potencia.

Si la corriente entra por la termina negativa, $P = -vi$ implica que el elemento está liberando o suministrando potencia.



FUENTES DE TENSIÓN

Componente que genera un voltaje que es independiente a la corriente

PILAS:

Conformada por una celda química: 1,5 V

BATERIAS:

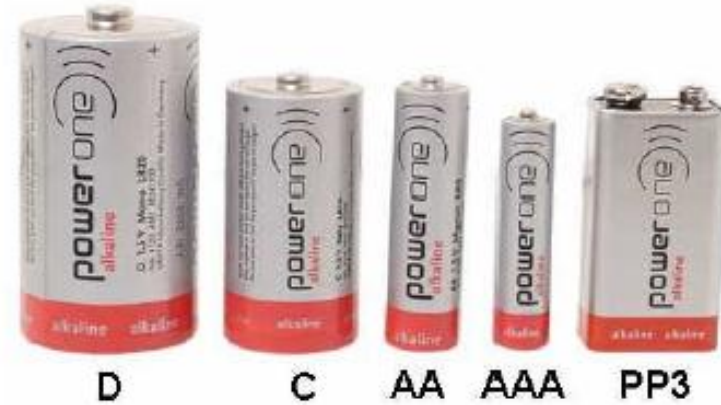
Conjunto de dos o más celdas químicas.

BATERÍAS PRIMARIAS:

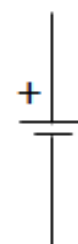
Las que no se pueden recargar; son las convencionales o alcalinas y se usan en múltiples aplicaciones, algunas tan vitales como la alimentación de marcapasos.

BATERÍAS SECUNDARIAS:

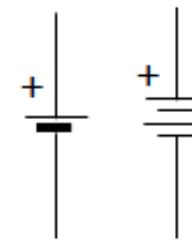
Las que se pueden recargar. Actualmente existen dos tipos de baterías recargables que dominan el mercado: las baterías de plomo y las de níquel-cadmio.



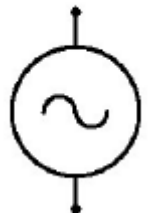
Pila



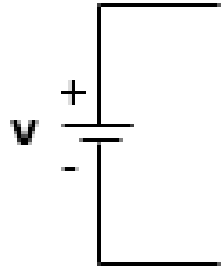
Bateria



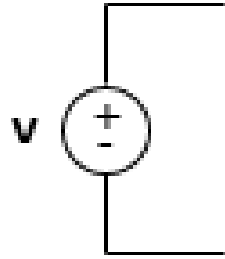
AC



FUENTES DE TENSION INDEPENDIENTES

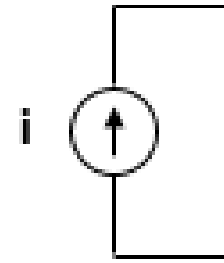


Tensión Constante

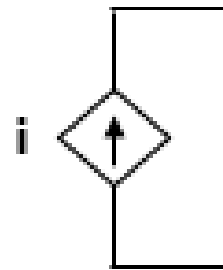
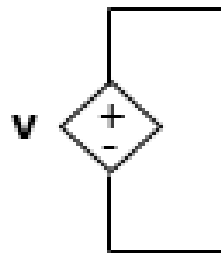


Tensión Constante o
que varía con el tiempo

FUENTE DE CORRIENTE INDEPENDIENTE

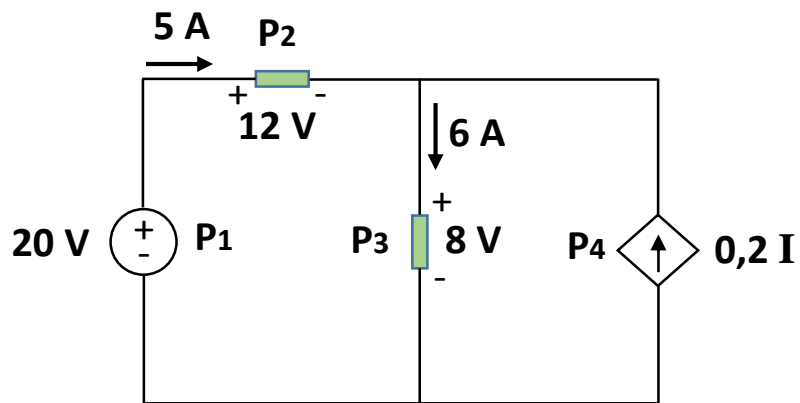


FUENTES DEPENDIENTES DE TENSION Y CORRIENTE



Una fuente dependiente controlada es un elemento activo en el que la magnitud de la fuente se controla por medio de otra tensión o corriente

Calcular la potencia suministrada o absorbida por cada elemento del circuito dado



En el caso de P_1 , la corriente de 5 A sale de la terminal positiva (o entra a la terminal negativa)

$$P_1 = (20)(-5) = -100 \text{ W} \quad \text{Potencia Suministrada}$$

En P_2 y P_3 , los flujos de corriente entran a la terminal positiva del elemento

$$P_2 = (12)(5) = 60 \text{ W} \quad \text{Potencia Absorbida}$$

$$P_3 = (8)(6) = 48 \text{ W} \quad \text{Potencia Absorbida}$$

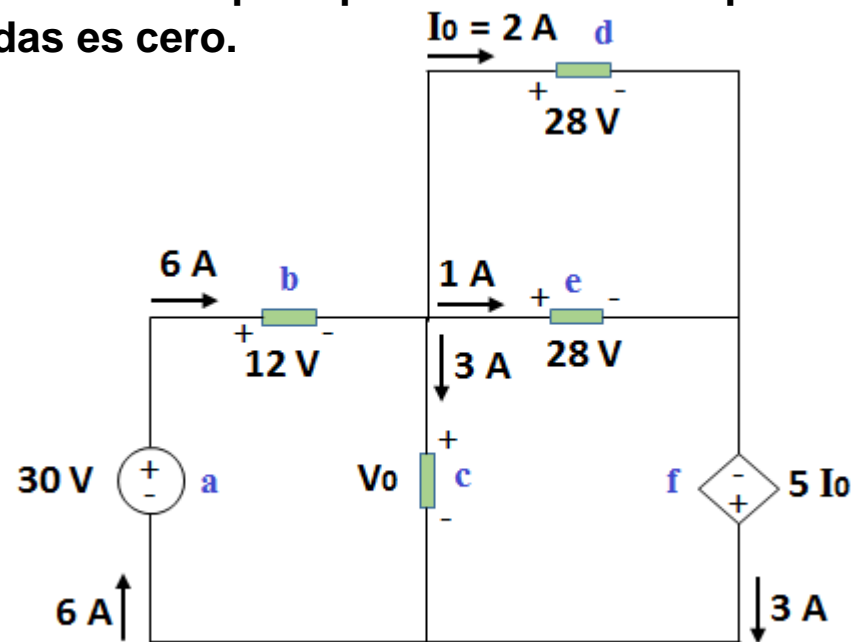
$$P_4 = (8)(-0,2I) = (8)(-0,2 \times 5) = -8 \text{ W} \quad \text{Potencia Suministrada}$$

$$P_1 + P_2 + P_3 + P_4 = 0$$

$$-100\text{W} + 60\text{W} + 48\text{W} - 8\text{W} = 0$$

La potencia total suministrada equivale a la potencia total absorbida

Halle la tensión V_0 en el circuito de la Figura y la potencia absorbida por cada uno de los elementos del mismo. Verifique que la suma de potencias absorbidas es cero.



Malla Izquierda

$$-30\text{V} + 12\text{V} + V_0 = 0 \quad V_0 = 18\text{V}$$

$$P_a = (30\text{V})(-6\text{A}) = -180 \text{ W}$$

$$P_b = (12\text{V})(6\text{A}) = 72 \text{ W}$$

$$P_c = (18\text{V})(3\text{A}) = 54 \text{ W}$$

$$P_d = (28\text{V})(2\text{A}) = 56 \text{ W}$$

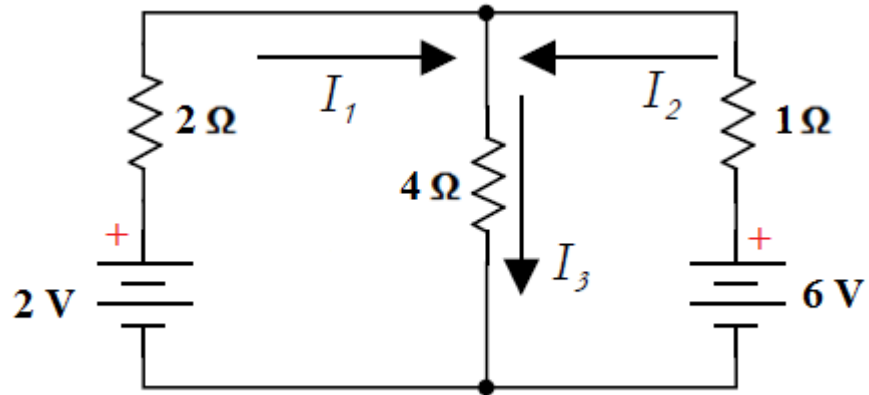
$$P_e = (28\text{V})(1\text{A}) = 28 \text{ W}$$

$$P_f = (10\text{V})(-3\text{A}) = -30 \text{ W}$$

$$P_a + P_b + P_c + P_d + P_e + P_f = 0; \quad P_a + P_f = P_b + P_c + P_d + P_e$$

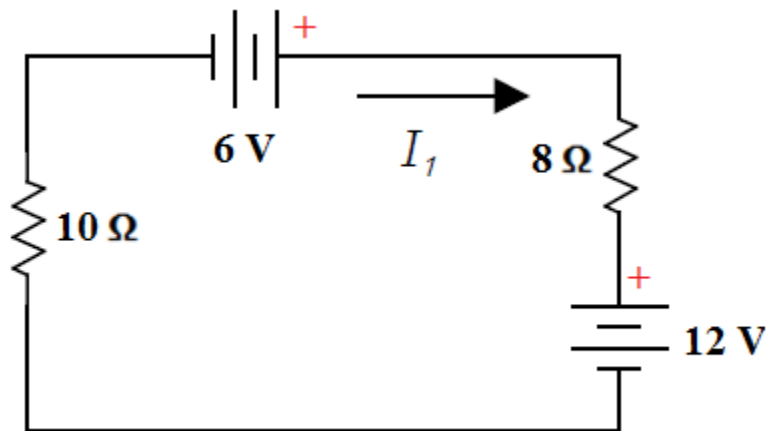
$$-180\text{W} + 72\text{W} + 54\text{W} + 56\text{W} + 28\text{W} - 30\text{W} = 0$$

(1). Utilizando las Leyes de Kirchhoff, encuentre las corrientes I_1 , I_2 e I_3 .



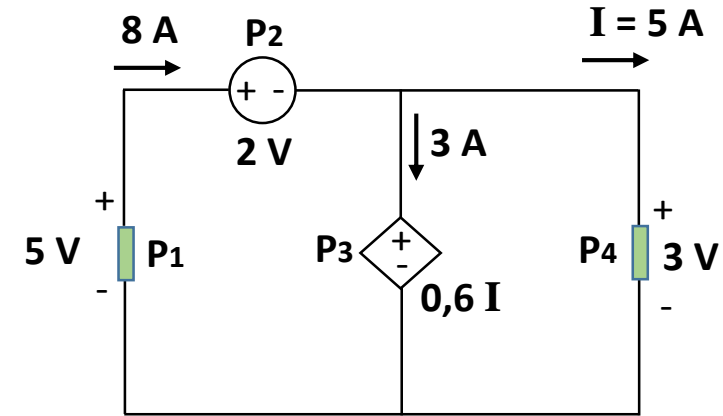
Rta: $I_1 = -1\text{A}$; $I_2 = 2\text{A}$; $I_3 = 1\text{A}$

(2). Utilizando las Leyes de Kirchhoff, encuentre la corriente I_1 , ¿cuál es la potencia disipada en cada resistencia?, ¿cuál es la potencia entregada/absorbida por las fuentes?

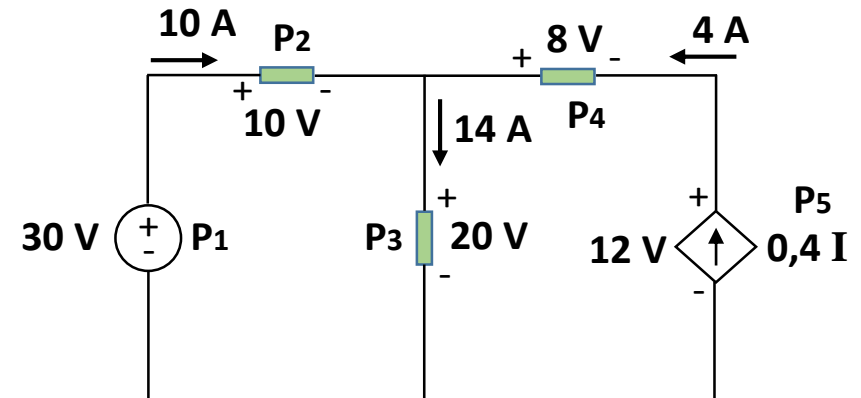


Rta: $I_1 = -1/3\text{ A}$; $P_1 = 8/9\text{ W}$; $P_2 = 10/9\text{ W}$; $P_6 = -2\text{ W}$; $P_{12} = 4\text{ W}$

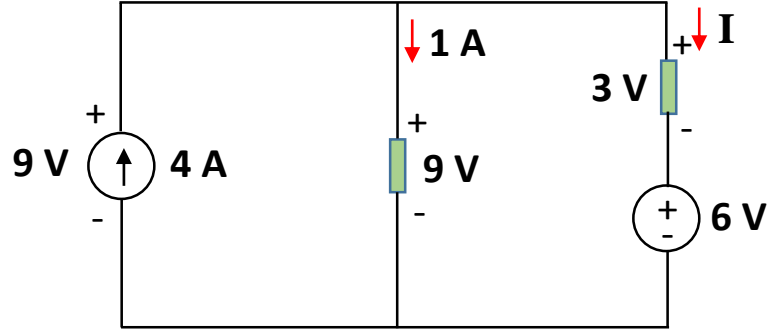
(3). Calcular la potencia absorbida o suministrada por cada componente del circuito de la figura



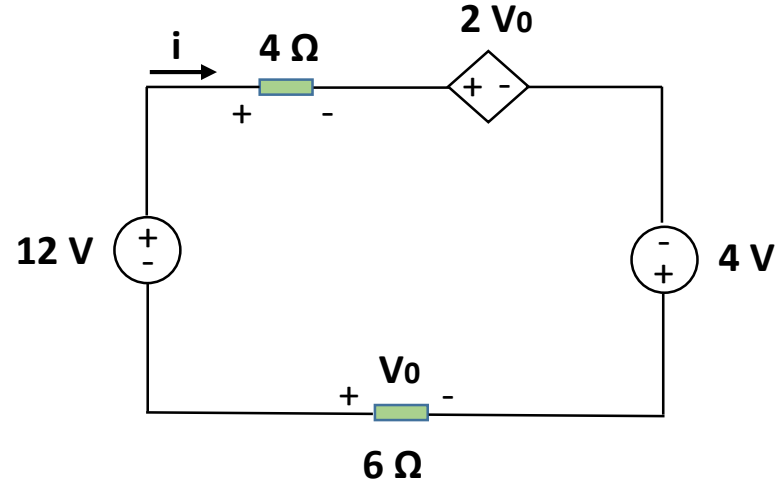
(4). Halle la potencia absorbida por cada uno de los elementos en el circuito de la figura. Verifique que la suma de potencias absorbidas es cero.



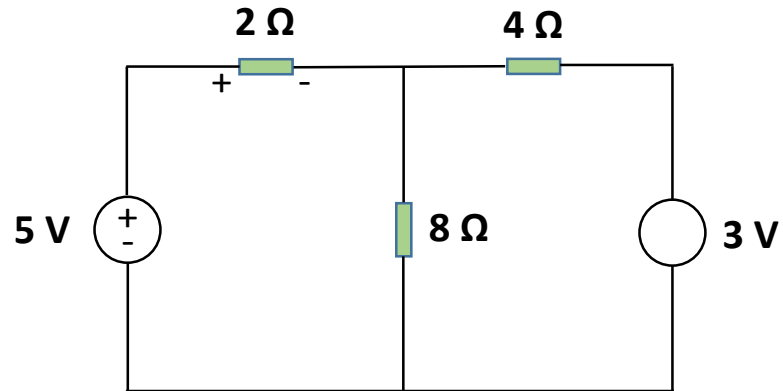
(5). Hallar I en el siguiente circuito



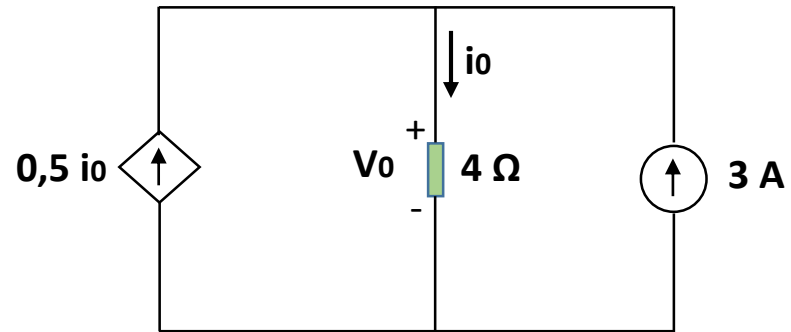
(7). Determinar V_0 , i , en el circuito



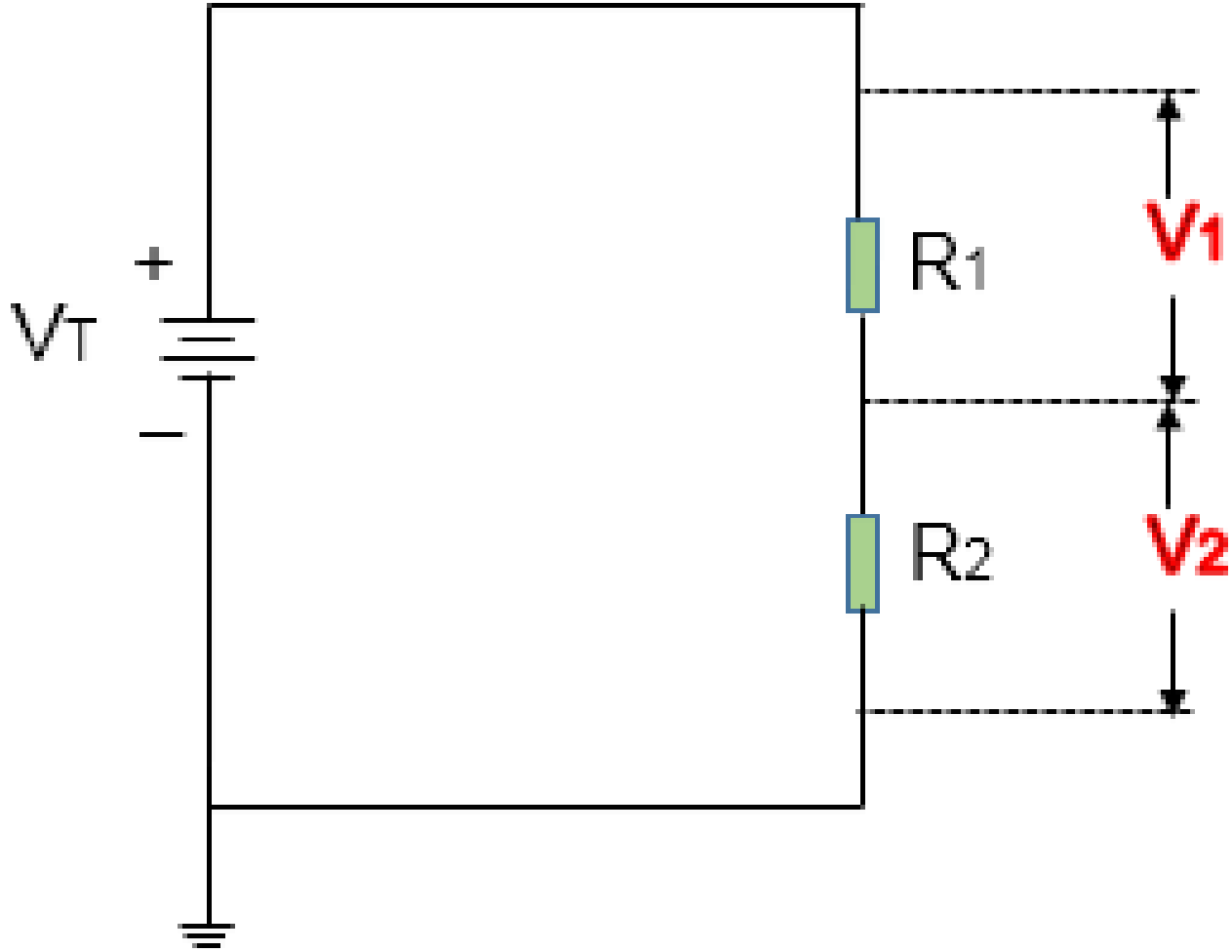
(6). Determinar la corriente que fluye por el resistor de 8 Ω



(8). Hallar i_0 , V_0 , en el circuito dado

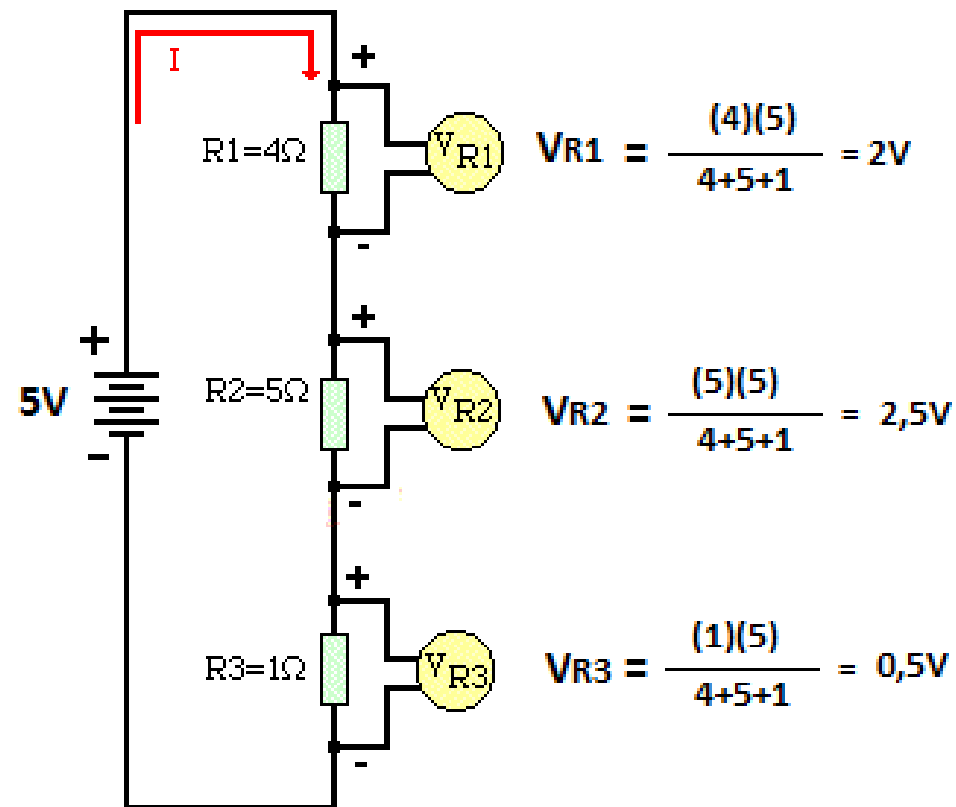
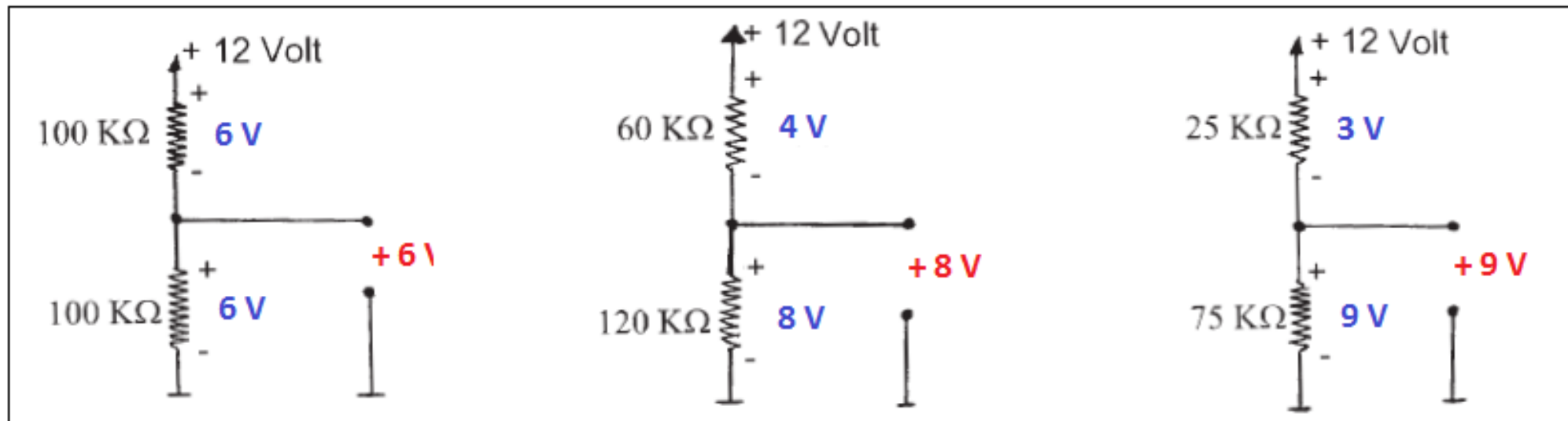


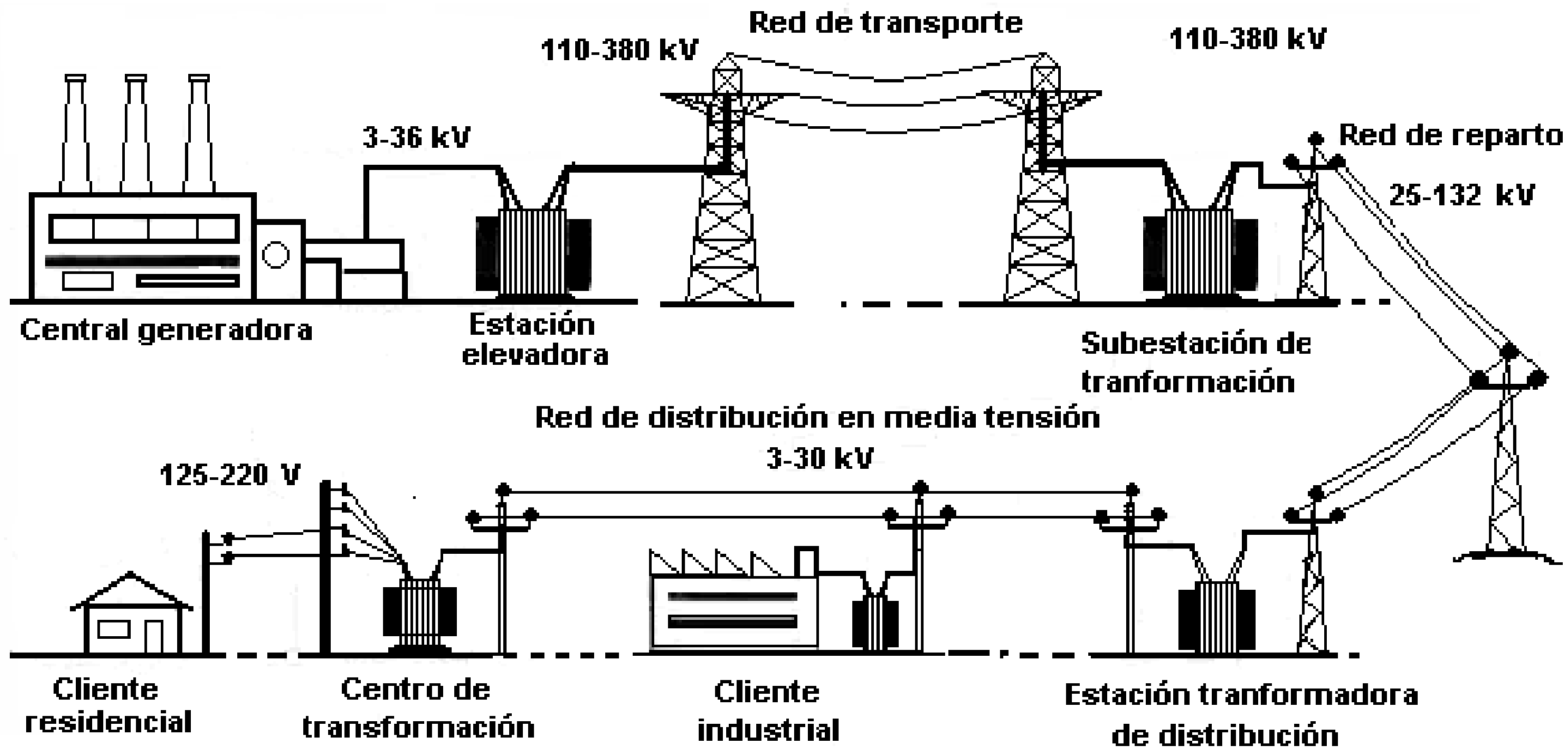
DIVISORES DE TENSION



$$v_1 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} v, \quad v_2 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} v$$

$$v_n = \frac{R_n}{R_1 + R_2 + \dots + R_N} v$$





BIBLIOGRAFÍA

Hayt, William. Análisis de Circuitos en Ingeniería. Mc Graw Hill.

Sadiku, Matthew. Fundamentos de Circuitos Eléctricos. Tercera Edición. Mc Graw Hill. 2006.