

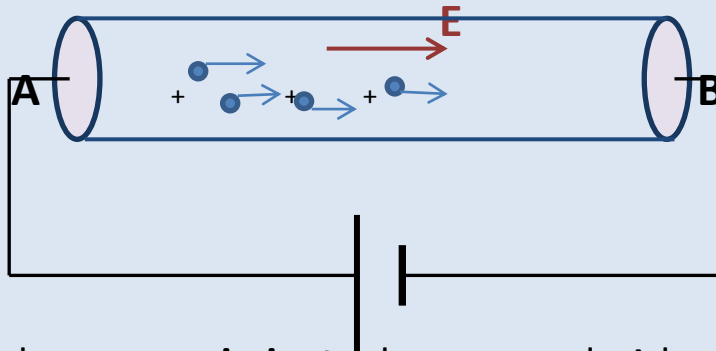
ELECTRODINAMICA: Cargas en movimiento.

Corriente eléctrica



Electrodinámica: Cargas eléctricas en movimiento.

Intensidad de corriente eléctrica y ley de Ohm: Si en un tramo de un conductor se establece una **ddp** (ΔV_{AB}) o **tensión**, habrá un **movimiento colectivo** de cargas eléctricas a lo largo del conductor, es decir, un **flujo neto de cargas** atravesando el conductor: (*ddp: Diferencia de Potencial*)



Al ser $V_A > V_B$ hay un **movimiento** de **cargas +** de A hacia B (*color azul*), se define la **intensidad de corriente eléctrica i** :

$$i = \frac{\Delta q}{\Delta t} \quad (\text{Caudal de cargas})$$

Δq es el **flujo de cargas** que pasa por la sección del conductor.

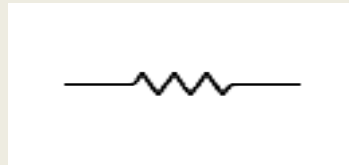
Unidades de $[i] = [q] / [t] = \text{Coulomb} / \text{seg} = \text{Ampere} = \mathbf{A}$

- **Ley de Ohm** : En la mayoría de los conductores, la intensidad i de la corriente es directamente proporcional a la diferencia de potencial ΔV entre sus terminales, es decir:

$$\frac{\Delta V}{i} = \text{constante} = \mathbf{R} \text{ (Resistencia eléctrica)}$$

Ley de ohm (eléctrica) , y a los *conductores óhmicos*.

Unidades y Símbolo: $[\mathbf{R}] = [\Delta V] / [i] = \text{Volt} / \text{Ampere} = \text{Ohm} = \Omega$



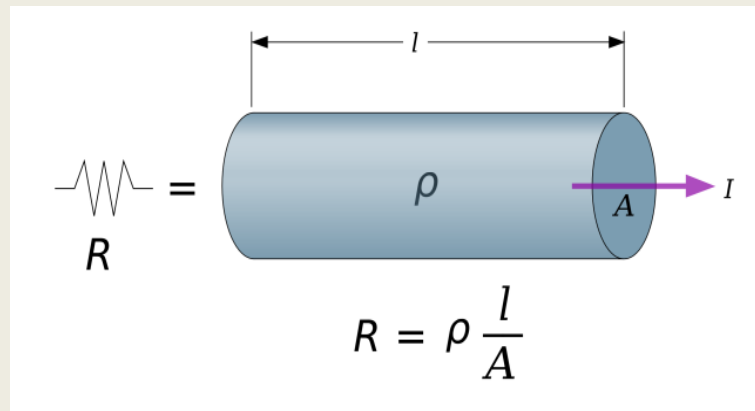
R depende del material (conductor) y de la geometría; **en un buen conductor** , donde las cargas circulan con mucha facilidad, tendré una i muy grande para un dada ΔV , **R sera pequeña.**

En particular , un **conductor ideal** no tiene resistencia eléctrica; **$R=0$.**

Contrariamente, un **material aislante** tiene una **R muy grande.**

Resistividad eléctrica: La resistencia de un conductor depende del material y de la geometría.

- Para un conductor de longitud l y sección A :



Donde ρ es la **resistividad del material**, y depende de la temperatura T .

Los **metales** (**buenos conductores**) tienen una **muy baja resistividad** .

Los **aislantes** (**malos conductores**) tienen una **muy alta resistividad** .

Ej: $\rho_{\text{Cu}} = 1,67 \cdot 10^{-8} \Omega\text{m}$

; $\rho_{\text{goma}} = 10^{16} \Omega\text{m}$

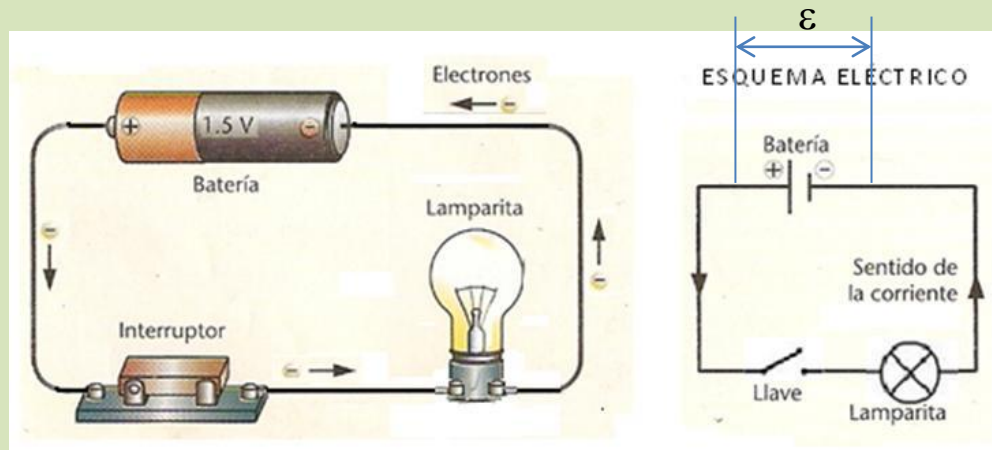
Tabla de resistividad para distintos materiales

Resistividades y coeficientes de temperatura de resistividad para varios materiales		
Material	Resistividad ρ a 20 °C, $\Omega \times m$	Coefficiente de temperatura α a 20 °C, K^{-1}
Plata	$1,6 \times 10^{-8}$	$3,8 \times 10^{-3}$
Cobre	$1,7 \times 10^{-8}$	$3,9 \times 10^{-3}$
Aluminio	$2,8 \times 10^{-8}$	$3,9 \times 10^{-3}$
Wolframio	$5,5 \times 10^{-8}$	$4,5 \times 10^{-3}$
Hierro	10×10^{-8}	$5,0 \times 10^{-3}$
Plomo	22×10^{-8}	$4,3 \times 10^{-3}$
Mercurio	96×10^{-8}	$0,9 \times 10^{-3}$
Nicron	100×10^{-8}	$0,4 \times 10^{-3}$
Carbono	3500×10^{-8}	$-0,5 \times 10^{-3}$
Germanio	0,45	$-4,8 \times 10^{-2}$
Silicio	640	$-7,5 \times 10^{-2}$
Madera	$10^8 - 10^{14}$	
Vidrio	$10^{10} - 10^{14}$	
Goma dura	$10^{13} - 10^{16}$	
Ámbar	5×10^{14}	
Azufre	1×10^{15}	

Circuito eléctrico : Es el recorrido cerrado que sigue la corriente eléctrica. Debe haber una **diferencia de potencial** y un **camino conductor cerrado**.

El circuito incluye los siguientes elementos:

Generadores : Son las fuentes de energía eléctrica Son las **pilas** o **baterías**. Proporcionan una ΔV **constante** entre sus terminales; (**FEM**: *fuerza electromotriz*. Las FEM hacen trabajo sobre las cargas, **elevando** su energía potencial y su potencial eléctrico.



Al conectar una **resistencia eléctrica (lámpara)** a los terminales de la fuente (FEM : ϵ), la corriente eléctrica sale del terminal +, pasa a través de R y llega al terminal – de la fuente. Como los cables son **ideales**, la **caída de tensión en R** es igual al valor de la FEM ϵ (*el potencial cae o disminuye cuando pasa por R*). **La llave** puede interrumpir la circulación de la corriente eléctrica (*abierta; representa un R infinita*):

Es decir;

$$\epsilon = \Delta V_R = i.R$$

ϵ es la diferencia de potencial en los **bornes** o **terminales** de la fuente. Es la energía que entrega la pila por unidad de carga.

Potencia entregada por la fuente (FEM):

Es igual a la energía o el trabajo eléctrico que entrega por unidad de tiempo:

$$\text{Pot} = \frac{L_{\text{el}}}{\Delta t} = \frac{\epsilon \cdot \Delta q}{\Delta t} = \epsilon \cdot i$$

- Potencia disipada por la resistencia: Observamos que las lámparas, y en general, cualquier artefacto eléctrico, se calienta cuando esta en funcionamiento. Esta energía liberada como **calor** se la conoce como **efecto joule** .

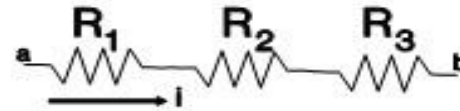
- **Pot disipada** = $\frac{\text{Energía disipada}}{\Delta t} = \frac{\Delta q \cdot \Delta V_R}{\Delta t} = i \cdot iR = i^2 \cdot R = \frac{\Delta V_R^2}{R}$

- Por **conservación de la energía**, toda la **potencia entregada por la fuente** debe ser igual a la **potencia disipada** por la resistencia.

Resistencias conectadas en serie; Resistencia equivalente

$$\begin{cases} R_{eq} = R_1 + R_2 + \dots + R_n \\ i_1 = i_2 = \dots = i_n = i_{total} \\ \Delta V_{total} = \Delta V_1 + \Delta V_2 + \dots + \Delta V_n \end{cases}$$

En Serie



La intensidad es la misma.

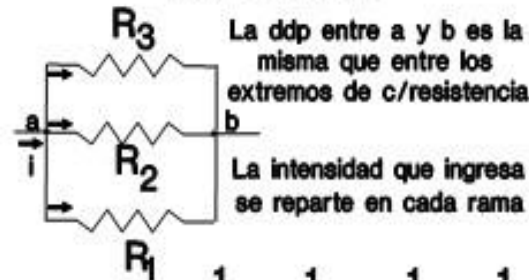
La ddp entre a y b es igual a la suma de las ddp en cada resistencia

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

Resistencias conectadas en paralelo; Resistencia equivalente

$$\begin{cases} \frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n} \\ i_1 + i_2 + \dots + i_n = i_{total} \\ \Delta V_{total} = \Delta V_1 = \Delta V_2 = \dots = \Delta V_n \end{cases}$$

En Paralelo



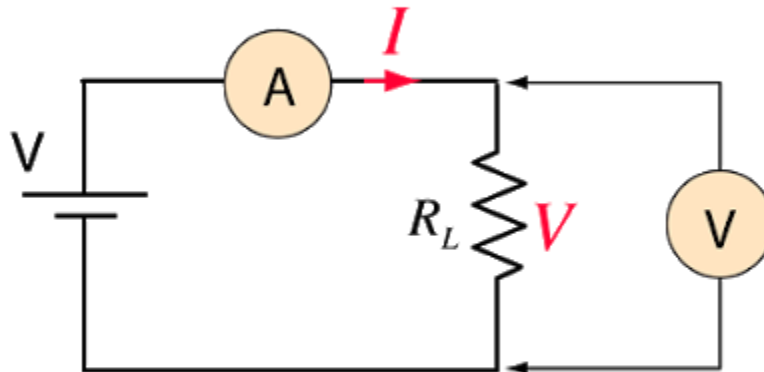
La ddp entre a y b es la misma que entre los extremos de c/resistencia

La intensidad que ingresa se reparte en cada rama

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

Instrumentos de medición: Voltímetro y Amperímetro

El amperímetro se coloca en serie con el elemento de interés del circuito, y mide la corriente que atraviesa el elemento con un mínimo cambio en esa corriente.

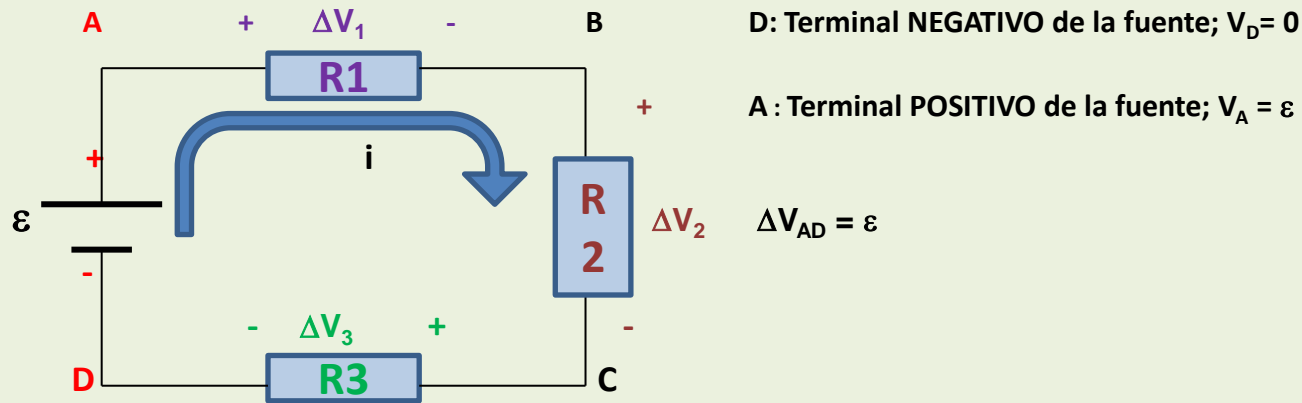


$$R_L = \frac{V}{I}$$

El voltímetro se conecta en paralelo para medir el cambio de voltaje a través de un elemento del circuito. Su resistencia es muy alta, de modo que desvía una mínima cantidad de corriente fuera del camino previsto a través del elemento de circuito.

Circuitos eléctricos con una fuente de CC:

- **Primera ley:** La suma de las caídas de potencial en las resistencias que encuentro en un recorrido cerrado (**mall**) conectadas a la fuente es igual al valor de la FEM (llamo ε):



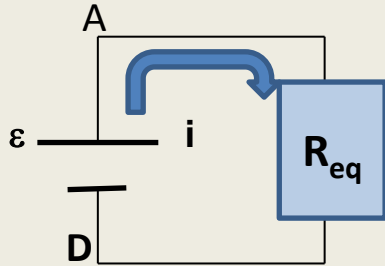
Si hago un **recorrido cerrado (sentido horario; circulación de i)**: desde **A (+)** hasta **D (-)**:

ε = Suma de las caídas de potencial en las resistencias que encuentro cuando voy de A hasta D

$$\varepsilon = \Delta V_1 + \Delta V_2 + \Delta V_3 = i \cdot R_1 + i \cdot R_2 + i \cdot R_3 = i \cdot (R_1 + R_2 + R_3) = i \cdot R_{eq}$$

La corriente i que sale del terminal + de la fuente (**A**) retorna al potencial negativo de la misma (**D**). **Vale por conservación de la carga.**

El circuito equivalente es:

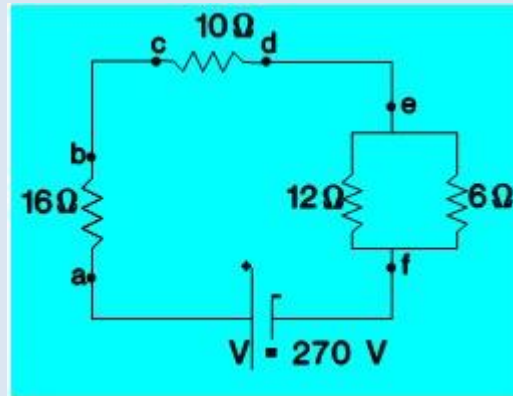


$$R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3$$

$$i = \varepsilon / R_{eq}$$

Ejemplo: Dado el siguiente circuito eléctrico: Datos: $R_1=12 \Omega$; $R_2=6 \Omega$; $R_3=10 \Omega$; $R_4=16 \Omega$.

$$\varepsilon = 270V$$



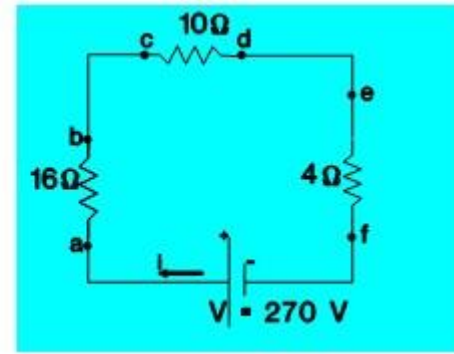
Hallar la **corriente** que entrega la **fuentes** (i_t), las **caídas de potencial** en cada **resistencia**, y las corrientes en las 2 resistencias en paralelo (i_1 e i_2).

Este circuito tiene 3 RAMAS. La rama es un tramo del circuito donde circula una única corriente eléctrica.

Tengo como datos el valor de las 4 resistencias, puedo calcular la R_{eq} vista desde la fuente ("a" y "f"). Si $V_f=0$ (terminal -), $V_a=270V$; $\Delta V_{a,f}=270V=\varepsilon$

$R_1=12\ \Omega$ y $R_2=6\ \Omega$ están en paralelo, las reemplazo por su resistencia equivalente : $R_{eq//}$ y la intercalo entre los puntos "e" y "f". Me queda el siguiente circuito equivalente:

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \Rightarrow \frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{12\ \Omega} + \frac{1}{6\ \Omega} = \frac{1}{4\ \Omega} \Rightarrow R_{eq} = 4\ \Omega$$



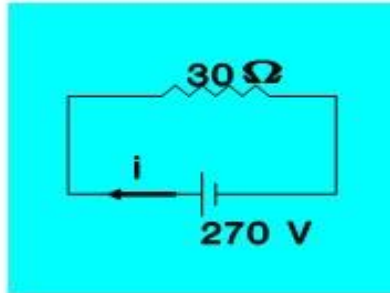
$$R_{eq//} = 4\ \Omega$$

Las tres resistencias de este circuito equivalente están en serie. Por lo tanto, la resistencia equivalente total (vista desde la fuente) vale:

$$R_{eq, total} = R_{eq//} + R_3 + R_4 = 4\ \Omega + 10\ \Omega + 16\ \Omega = 30\ \Omega \text{ (conectada a los terminales de la pila de 270V)}$$

El circuito equivalente final es este:

$$i = \frac{\Delta V}{R} = \frac{270V}{30\Omega} = 9A$$



Donde **$i=9A$** es la **corriente total** (que entrega la fuente de 270V).

Esta corriente (**$9A$**) pasa por **R_3** y **R_4** (en serie con la fuente). Usando la ley de Ohm, puedo hallar las caídas de tensión en estas resistencias:

$$V_3 = i \cdot R_3 = 9A \cdot 10\Omega = \mathbf{90V}$$

$$; V_4 = i \cdot R_4 = 9A \cdot 16\Omega = \mathbf{144V}$$

Calculemos las corrientes en cada una de las dos resistencias en paralelo. $A=e$ $B=f$ (**Nodos**; puntos del circuito donde se divide la corriente)

2º Ley: Ley de nodos: La suma de las “ i entrantes” a un nodo=Suma de las” i salientes”

$$i = i_1 + i_2 = \mathbf{9A} \quad ; \quad V_1 = V_2 = V_{1,2} = i \cdot R_{1,2}$$

$$V_{1,2} = 9A \cdot 4\Omega = \mathbf{36V} = i_1 \cdot R_1 = i_1 \cdot \mathbf{12\Omega}$$

$$i_1 = 36V / \mathbf{12\Omega} = \mathbf{3A}$$

$$V_{1,2} = 36V = i_2 \cdot R_2 = i_2 \cdot \mathbf{6\Omega}$$

$$i_2 = 36V / \mathbf{6\Omega} = \mathbf{6A}$$

$$; \text{Notar que } V_{1,2} + V_3 + V_4 = 36V + 90V + 144V = \mathbf{270V} = \epsilon \text{ (1º Ley)}$$

