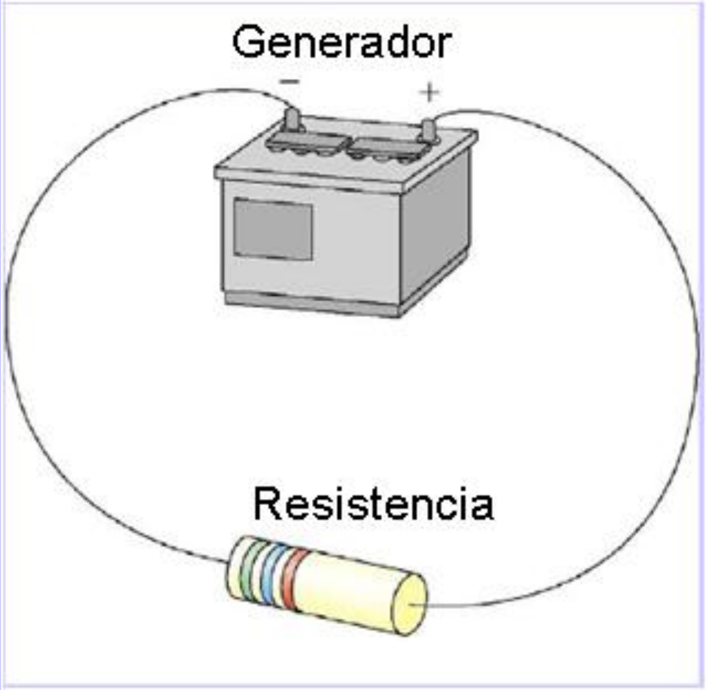
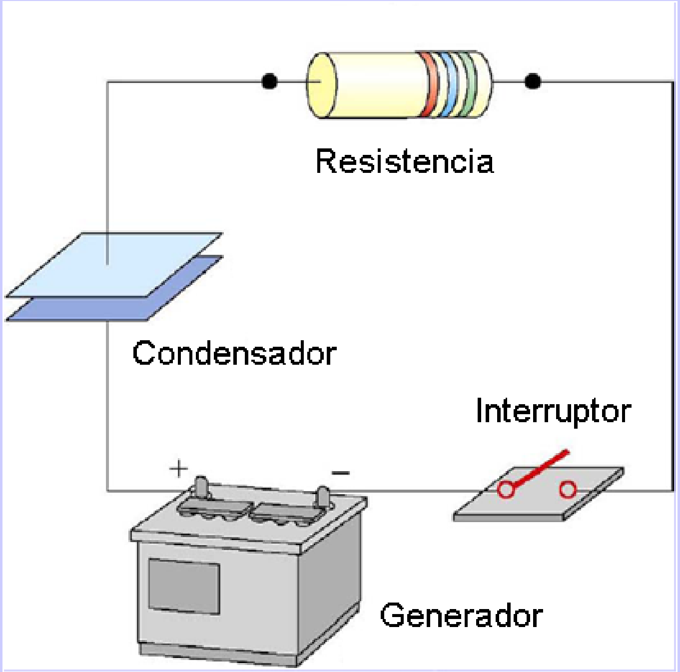
TEMA 2 corriente continua

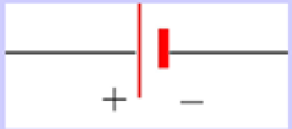
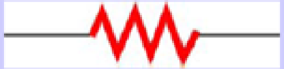
- Intensidad
- Resistencia.
- Generadores
- Potencia
- Reglas de Kirchhoff
- Condensadores en corriente continua

Ejemplos de circuitos





Símbolos para los elementos de un circuito

Generador	
Resistencia	
Condensador	
Interruptor	

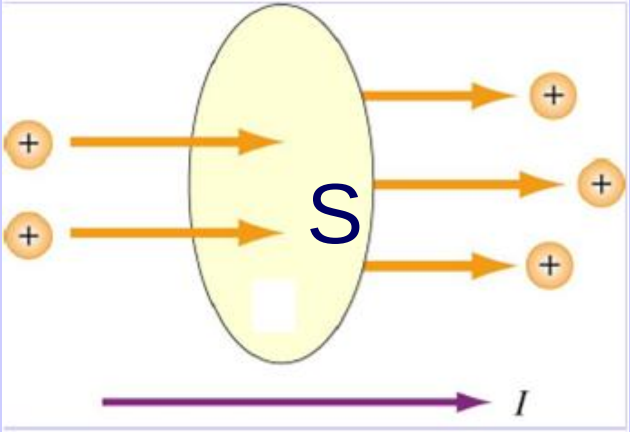
T2-1. Intensidad: flujo de carga

Intensidad media: I_m= carga ΔQ que fluye a través de una superficie S en un tiempo Δt dividida por Δt

$$\boxed{I_m = \frac{\Delta Q}{\Delta t}}$$

Intensidad instantánea: límite de I_m para Δt muy pequeño

$$\boxed{I = \frac{\mathrm{d}Q}{\mathrm{d}t}}$$

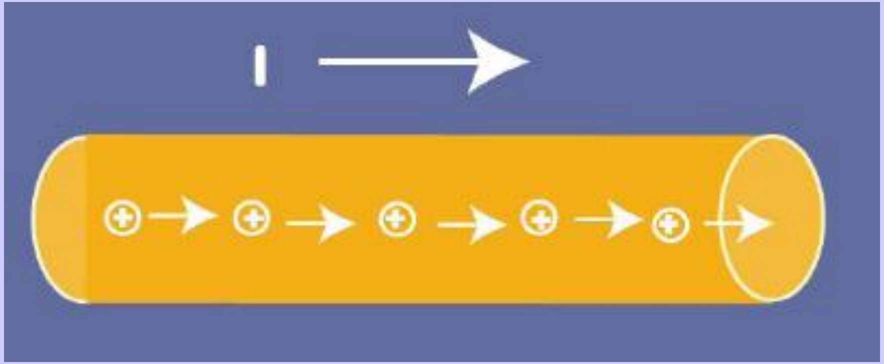


Unidades de intensidad: amperio=culombio/segundo :   A=C/s

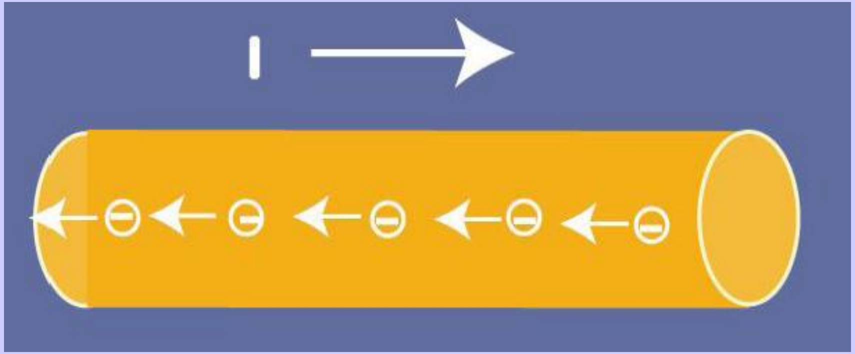
Corriente continua: I es constante en cualquier superficie e igual a I_m

Dirección de la intensidad

La dirección de la intensidad es la del flujo de carga positiva



o bien, opuesta al flujo de carga negativa

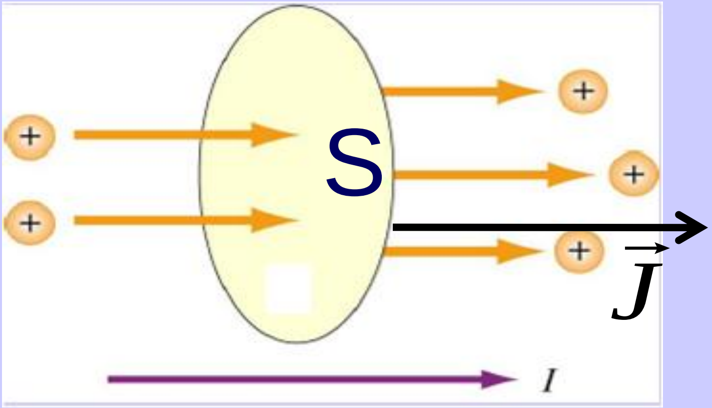


T2-2. Densidad de corriente J (1)

(1) Si *S* es perpendicular al movimiento de las cargas

J: intensidad por unidad de área

$$\boxed{J = \frac{I}{S}}$$

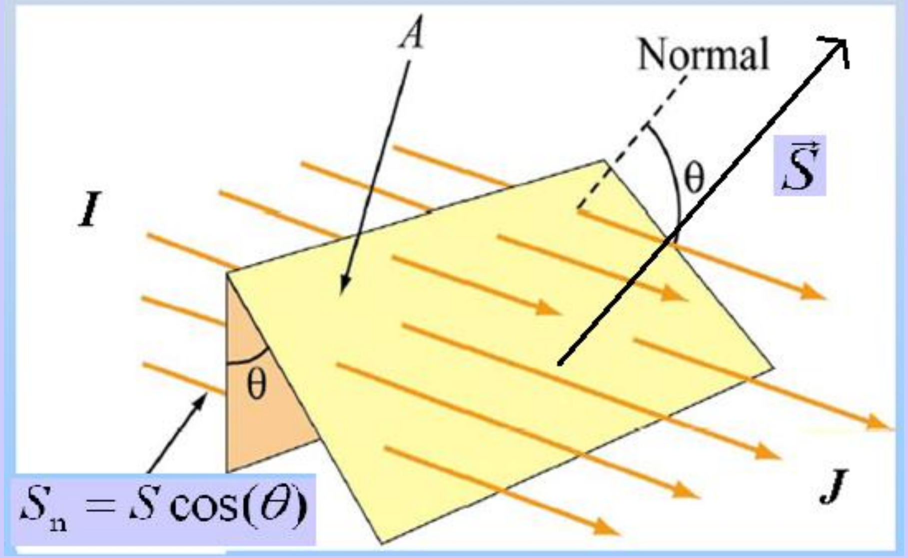


$\vec{J}$ apunta en la dirección de la corriente o de movimiento de las cargas positivas

Unidades A/m^2

Densidad de corriente *J* (2)

(2) S plana y J uniforme pero la superficie no es perpendicular a la densidad de corriente:



$$J = \frac{I}{S_n}$$

θ: ángulo entre la normal a S y la densidad de corriente

$$I = JS_n = JS\cos(\theta)$$

S_n área de la superficie perpendicular a la dirección de la intensidad

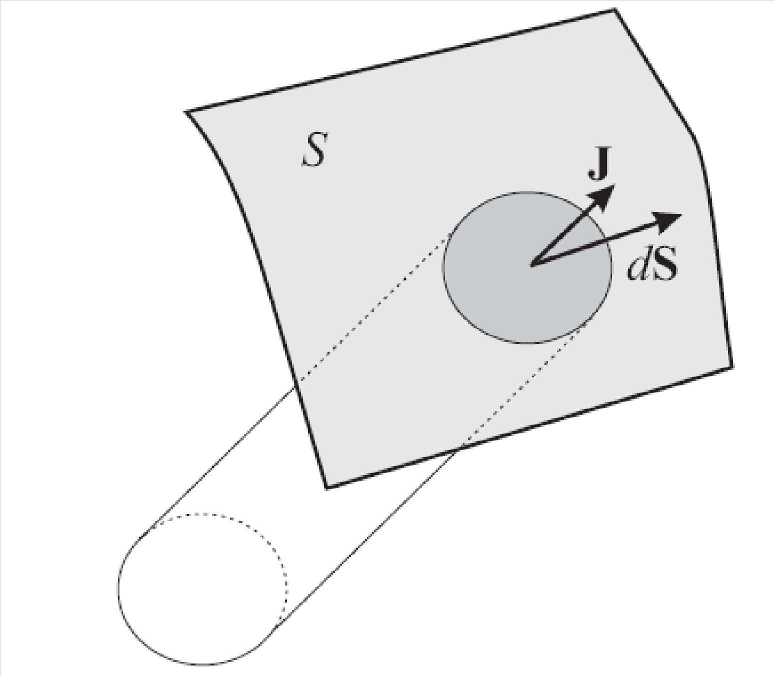
$$\boxed{I = \vec{J}\cdot\vec{S}}$$

$\vec{S}$ Módulo: el área; dirección: perpendicular a la superficie; sentido: arbitrario, define el signo de *I*

Densidad de corriente *J* (3)

(3) Si la superficie no es plana y J no es uniforme:

$$dI = JdS_{\mathrm{n}} = JdS\cos(\theta) = \vec{J}\cdot d\vec{S}$$



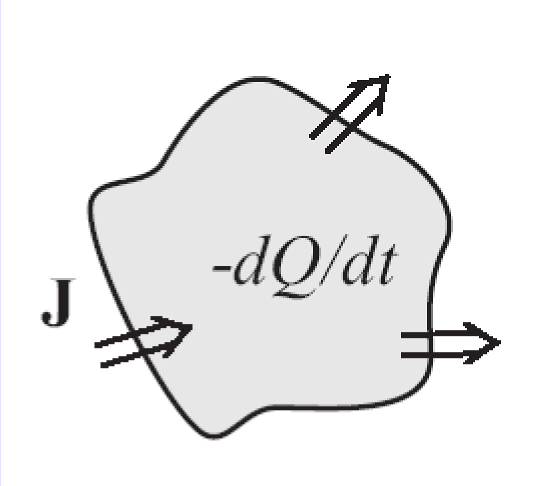
θ: ángulo entre la normal a *d**S*** y la densidad de corriente ***J***

$$\boxed{I = \int_S \vec{J}\cdot d\vec{S}}$$

Ecuación de continuidad de la carga

La intensidad neta que sale de una superficie cerrada es igual a la disminución de la carga en su interior por unidad de tiempo

$$\boxed{\oint_S \vec{J} \cdot d\vec{S} = -\frac{dQ}{dt}}$$



En corriente continua (régimen estacionario) J son constantes pero la carga no puede aumentar continuamente, por lo tanto:

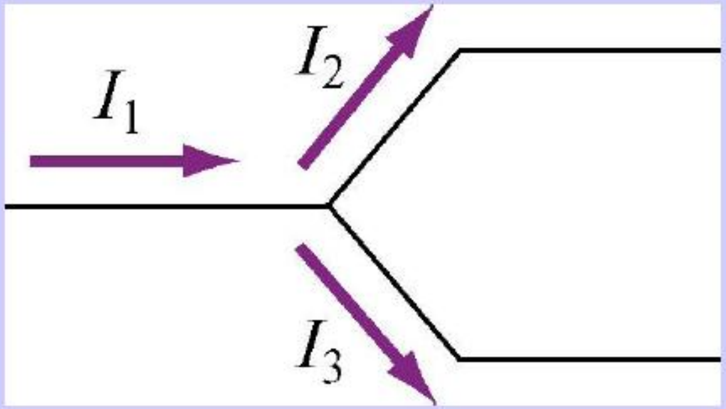
$$\boxed{\oint_S \vec{J} \cdot d\vec{S} = 0 \qquad (\mathrm{CC})}$$

En corriente continua la intensidad neta que sale de una superficie cerrada es nula

Ley de Kirchhoff de las intensidades (avance)

Nudo: punto en el que concurren tres o más conductores.

RKI: La suma de todas las intensidades que salen de un nudo es nula



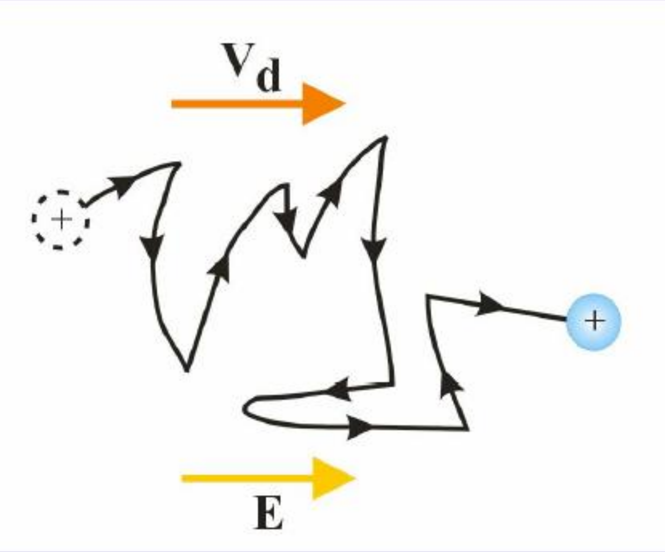
$$I_2 + I_3 - I_1 = 0$$

$$\boxed{\sum_{i=1}^{N} I_i = 0}$$

\+ si I_i sale

\- si I_i entra

Punto de vista microscópico (1)

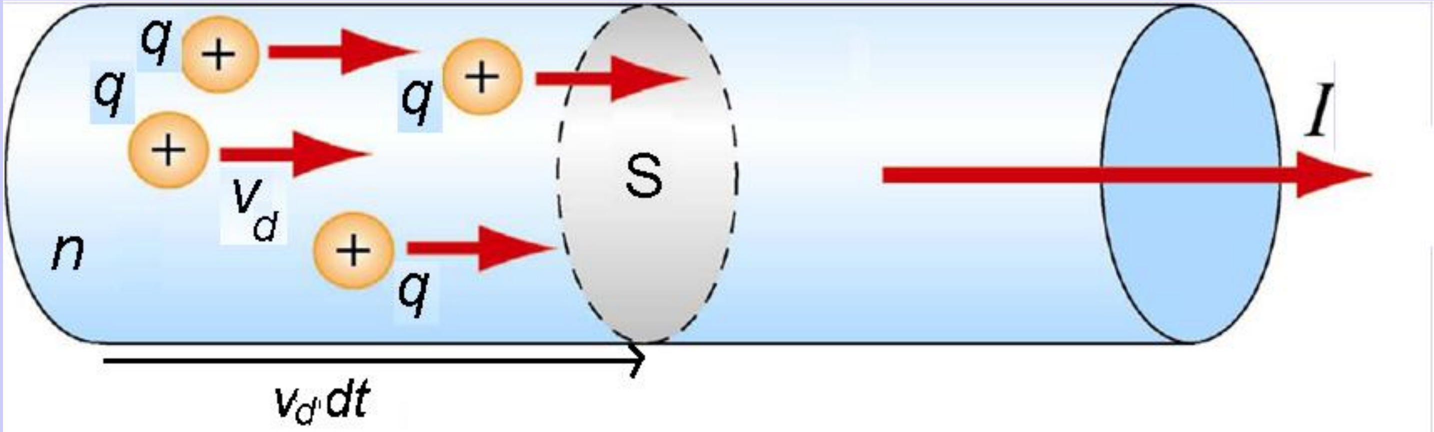


La velocidad de arrastre o deriva es la velocidad producida por el campo eléctrico aplicado en presencia de colisiones.

Valores típicos: $4x10^{-5}$m/s, or 0.04 mm/s!

Recorrer un metro a esta velocidad lleva 10 horas. La velocidad térmica es de unos 10^3 km/s !

Expresión microscópica de J (1)



v_d : velocidad de arrastre o de deriva

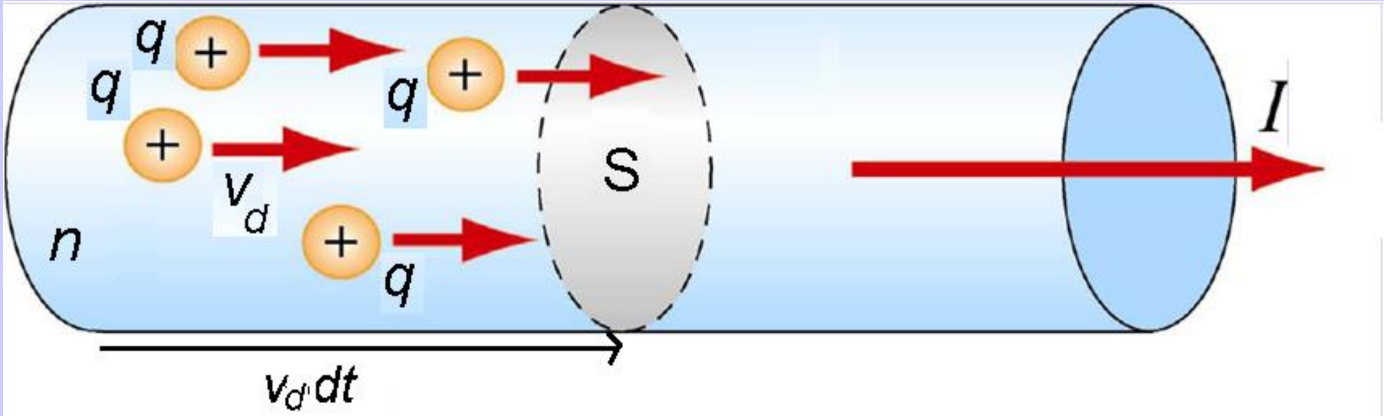
n : numero de portadores por unidad de volumen

q : carga de cada portador (normalmente e)

S : superficie perpendicular a v_d

Todos los portadores en el volumen $v_d dt\ S$ atraviesan S en un tiempo dt

Expresion micróscopica de J (2)



v_d dt: distancia recorrida en dt

$\mathrm{v_d}$ $dt\, S$: volumen

nv_d $dt\, S$: número de portadores en el volumen

$dQ=qnv_\mathrm{d}$ $dt\, S$: carga neta que atraviesa S en dt

$I=dQ/dt$: intensidad que atraviesa S

$J=I/S$ densidad de corriente

$$I = qnv_\mathrm{d}S$$

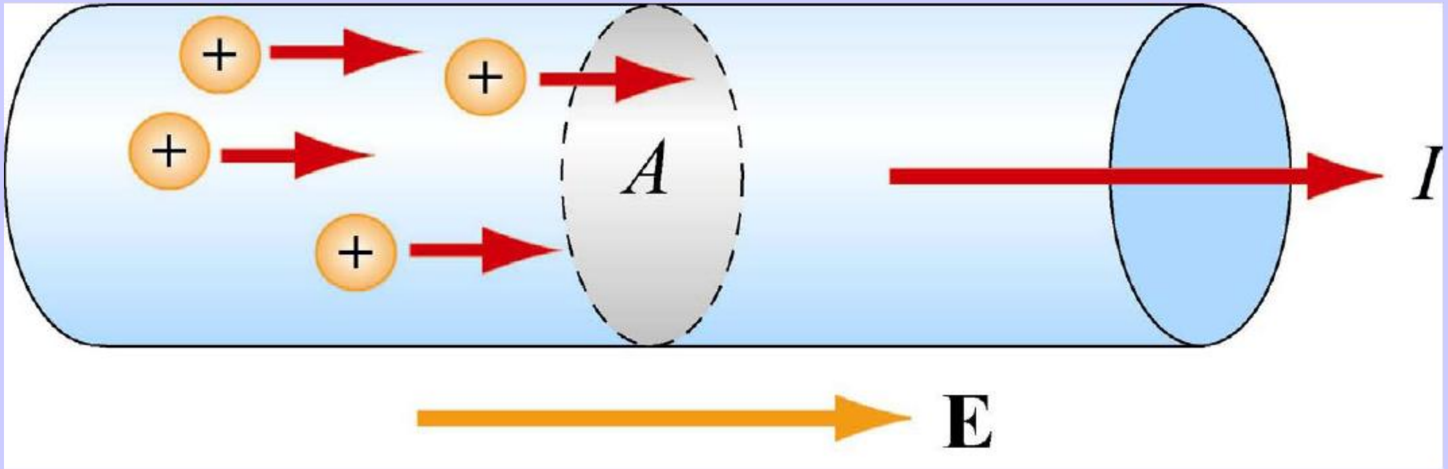
$$\boxed{I = \vec{J} \cdot \vec{S}}$$

$$\boxed{\vec{J} = qn\vec{v}_\mathrm{d}}$$

T2-3. Conductividad. Ley de Ohm. Resistencias.

¿Por qué fluye la carga?

Si un campo eléctrico se establece en un conductor, la carga se mueve (produciendo una intensidad en la dirección de ***E***)



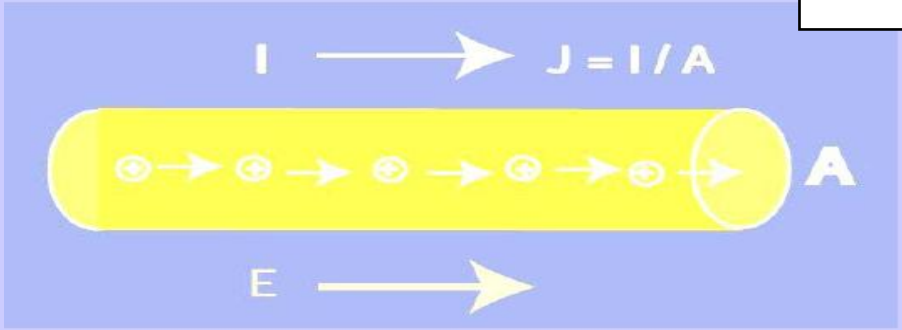
Notar que cuando hay intensidad de corriente, el conductor ya no es un volumen equipotencial (y $E_{\text{interior}} \neq 0$)!

Ley de Ohm microscópica

$$\boxed{\vec{J} = \sigma\vec{E} \qquad \text{o} \qquad \vec{E} = \rho\vec{J}}$$

σ: conductividad, ρ: resistividad

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



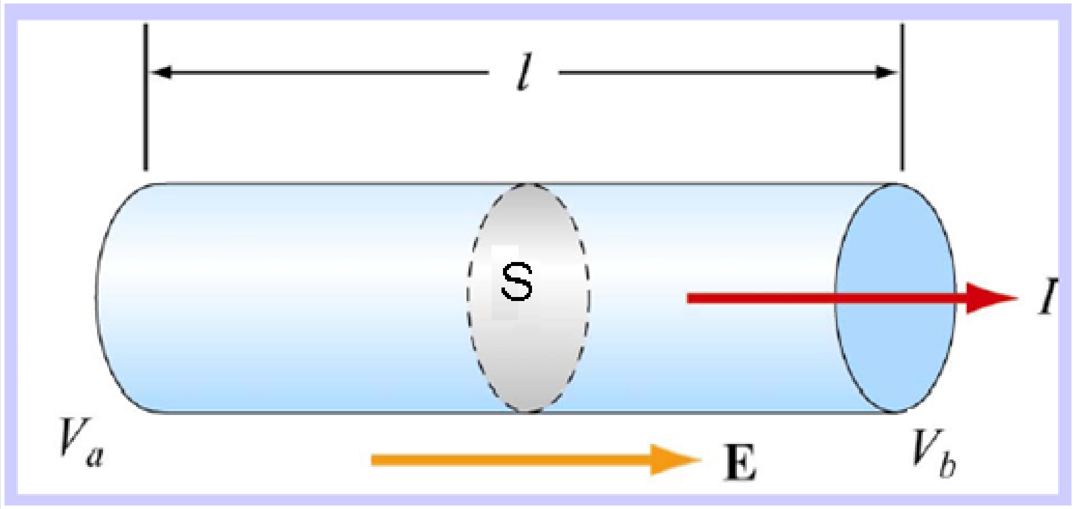
σ y ρ dependen solo de las propiedadess microscópicas del material y no de su forma

Si σ y ρ no dependen de ***E***, el conductor es ohmico

La mayoria de los conductores son ohmicos (cumplen la ley de Ohm) para campos no demasiado grandes

Caída de potencial en una resistencia

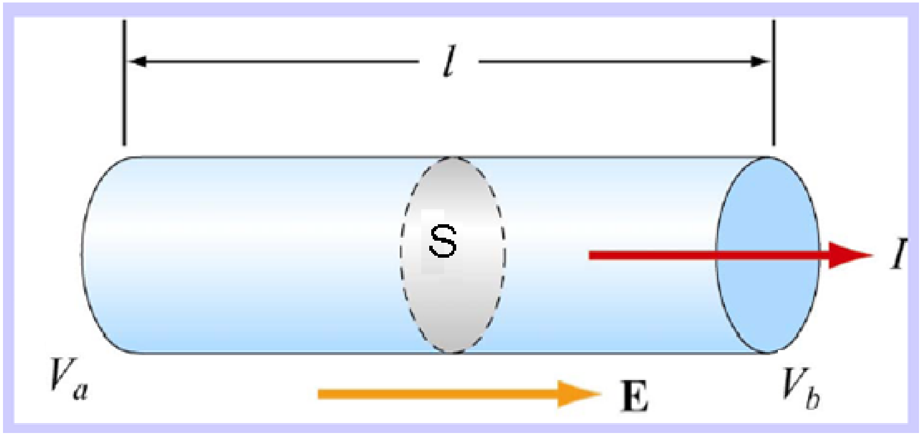
El campo eléctrico no nulo implica una caída de potencial en un conductor



$$\Delta V = V_a - V_b = El$$

$$\Delta V = El = \rho J l = \rho \frac{I}{S} l = I\left(\rho \frac{l}{S}\right) \Rightarrow$$

Ley de Ohm circuital. Resistencia



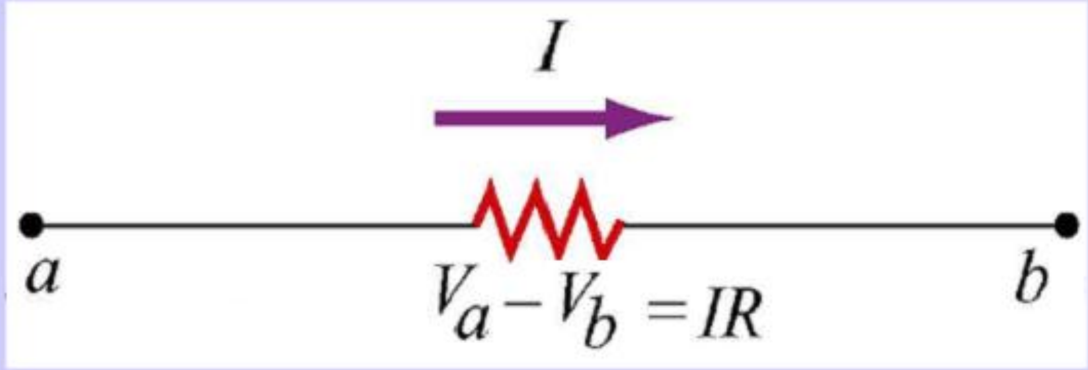
$$\boxed{V_a - V_b = IR}$$

$$\boxed{R = \rho \frac{l}{S}}$$

R tiene unidades de ohmio: ohm=Ω=V/A

Unidades de ρ : Ωm y σ : $\Omega^{-1}m^{-1}$

Convención de signos - Resistencia



Al moverse a lo largo de una resistencia en la dirección de la intensidad, el potencial **disminuye**

Caída de potencial:

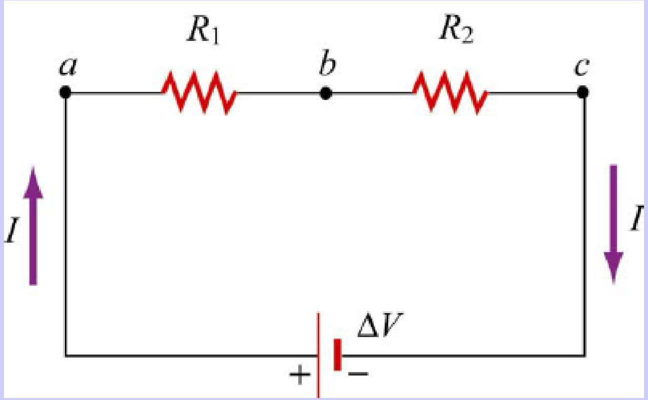
$$V_a > V_b$$

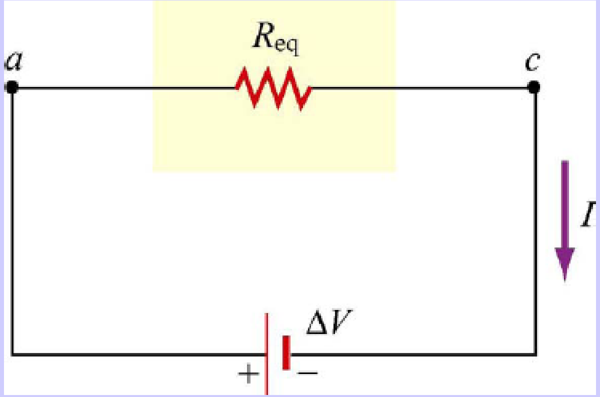
$$\boxed{V_a - V_b > 0}$$

Asociación de resistencias en serie

Serie: recorridas por la misma intensidad:

R_{eq} : resistencia equivalente





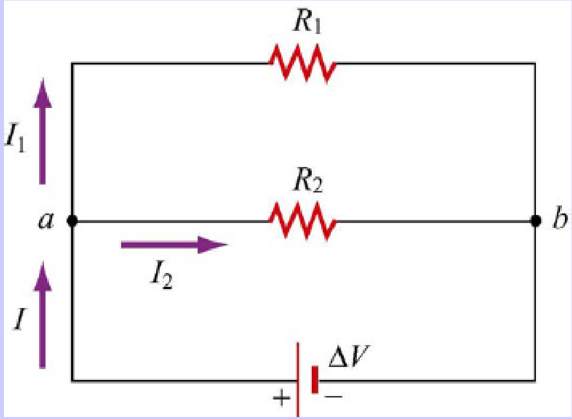
$$\boxed{I = I_1 = I_2} \quad \boxed{\Delta V = \Delta V_1 + \Delta V_2}$$

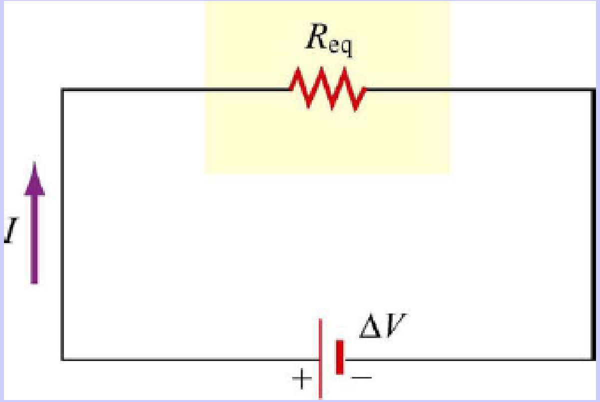
$$\Rightarrow \Delta V = IR_1 + IR_2 = I(R_1 + R_2) = IR_{eq} \Rightarrow$$

$$\boxed{R_{eq} = R_1 + R_2} \quad \text{o} \quad \boxed{R_{eq} = \sum_{i=1}^{N} R_i}$$

Asociación de resistencias en paralelo

Paralelo: sometidas a la misma diferencia de potencial





$$\Delta V = \Delta V_1 = \Delta V_2 \quad \Rightarrow \Delta V = I_1 R_1 = I_2 R_2 = I R_{eq}$$

$$I = I_1 + I_2 \quad \Rightarrow I = \frac{\Delta V}{R_1} + \frac{\Delta V}{R_2} = \Delta V \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) = \frac{\Delta V}{R_{eq}} \Rightarrow$$

$$\boxed{\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}} \quad \text{o} \quad \boxed{\frac{1}{R_{eq}} = \sum_{i=1}^{N} \frac{1}{R_i}}$$

T2-4. Potencia en un circuito

Potencia es el trabajo realizado o disipado por unidad de tiempo

$$P = \frac{\Delta W}{\Delta t}$$

Unidad: watio =julio/segundo (W=J/s)

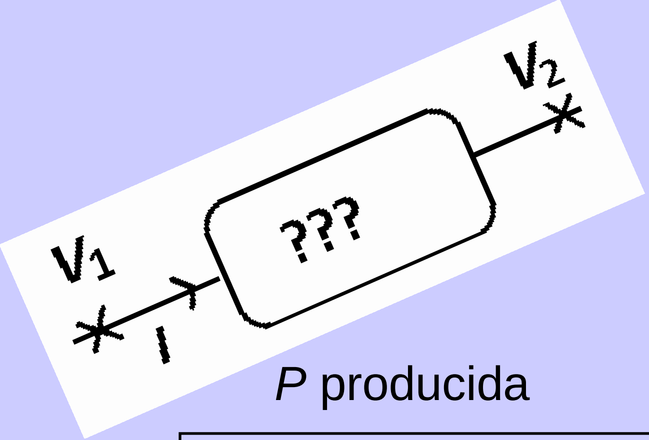
Potencia eléctrica: variación de la energía potencial por unidad de tiempo

$$\Delta W = U_2 - U_1 =$$

$$\Delta q V_2 - \Delta q V_1 = \Delta q \left(V_2 - V_1\right)$$

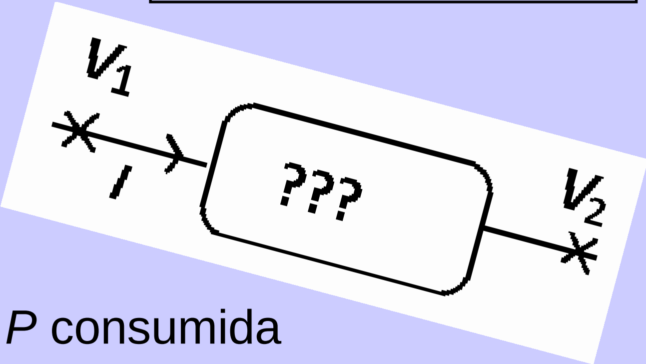
$$P = \frac{\Delta q (V_2 - V_1)}{\Delta t} \Rightarrow$$

$$\boxed{P = I(V_2 - V_1)}$$



P producida

$$\boxed{P = I(V_2 - V_1)}$$

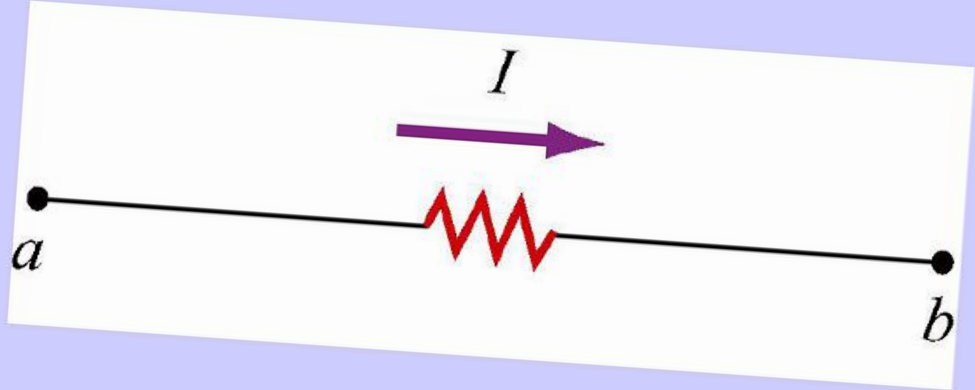


P consumida

$$\boxed{P = I(V_1 - V_2)}$$

Potencia consumida en una resistencia:

- Al moverse a lo largo de una resistencia en la dirección de la intensidad, el potencial **disminuye.**
- Las resistencias siempre consumen o disipan potencia



$$P_{\text{disipada}} = I(V_a - V_b) = I^2 R = \frac{(V_a - V_b)^2}{R} \Rightarrow$$

Ley de Joule:

$$\boxed{P_{\text{disipada}} = I^2 R}$$

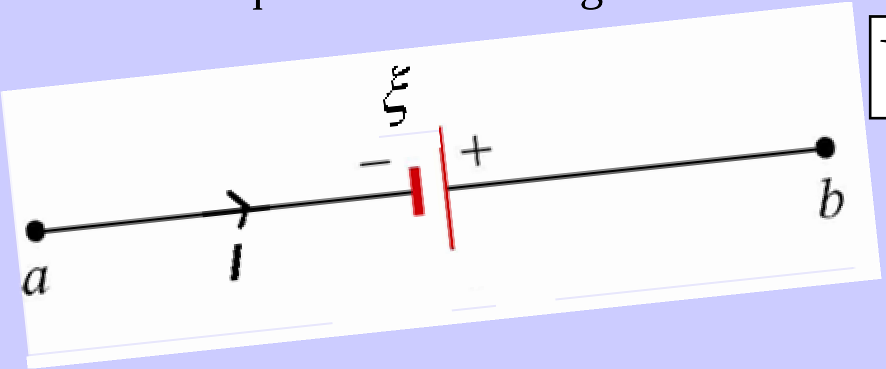
Generadores: fuerza electromotriz

Generador : dispositivo que transforma energía de otro tipo en energía electrostática

Generador ideal: sin resistencia interna

Al moverse del terminal negativo al positivo de un generador **aumenta** el potencial

Fuerza electromotriz ξ (o ε): energía por unidad de carga o potencia por unidad de intensidad que suministra el generador



$$\boxed{V_b - V_a = \xi}$$

Imaginar:

Teleférico

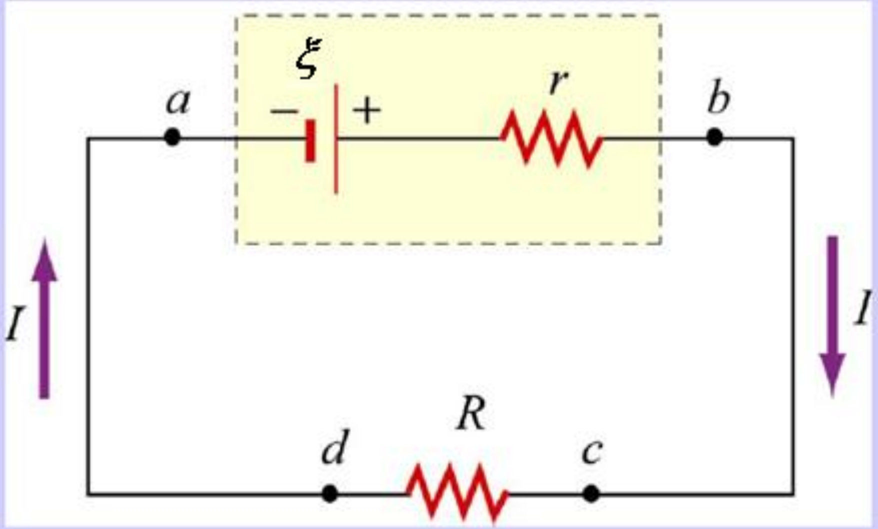
Potencia generada:

$$P = (V_b - V_a)I = \xi I \Rightarrow \boxed{P = \xi I}$$

Generador real

Tiene una resistencia interna, *r*, que es pequeña pero no nula

Generador real = generador ideal en serie con una resistencia

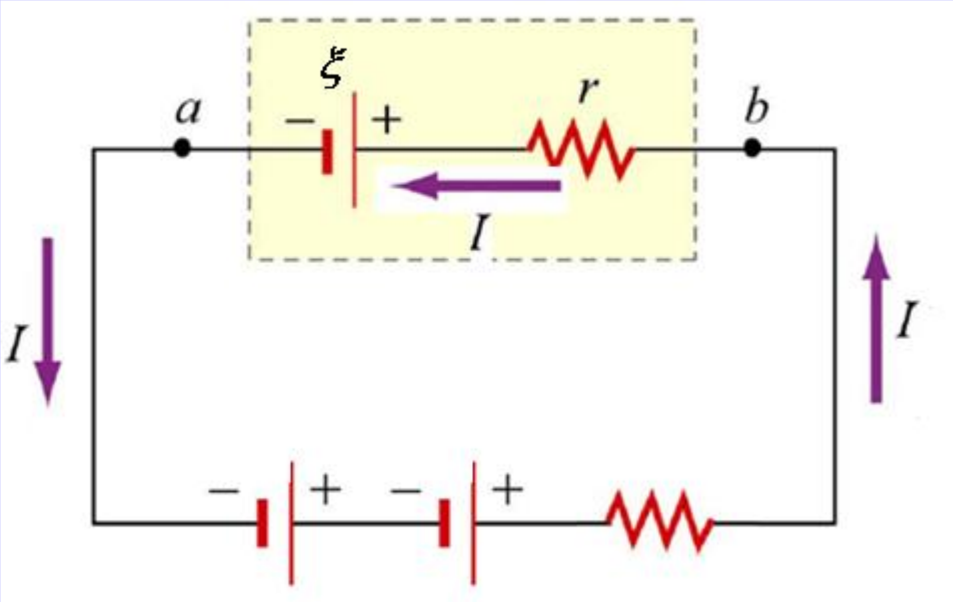


Aumento de potencial entre los terminales:

$$V_b - V_a = \xi - Ir$$

$$P = (V_b - V_a)I = \xi I - I^2 R$$

Generador real contra la corriente: consume potencia



Caída de potencial entre los terminales:

$$V_b - V_a = \xi + Ir$$

Potencia consumida: $P = (V_b - V_a)I = \xi I + I^2 R$