

Corrientes

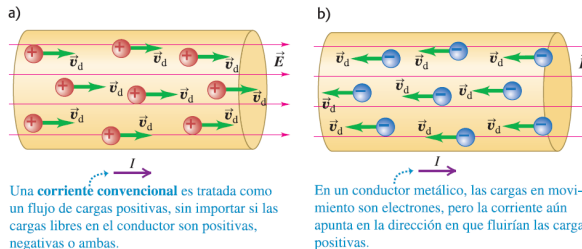
Corriente: Cargas en movimiento de una región a otra.

En situaciones electrostáticas, el campo eléctrico dentro de un conductor es nulo y por lo tanto no hay corriente neta. Los electrones se mueven al azar en todas direcciones.

Si se logra establecer un campo eléctrico dentro de un conductor, las partículas con carga se someten a una fuerza $\vec{F} = q\vec{E}$.

Las partículas no están en vacío, sufren scattering dentro del material, pero aparece una velocidad de drift neta, \vec{v}_d .

La misma corriente es producida por cargas positivas que se trasladan en la dirección del campo \vec{E} o el mismo número de cargas negativas que se desplazan con la misma rapidez en dirección opuesta al \vec{E} .



Definimos la corriente I siempre en la dirección del flujo de las cargas positivas, sin importar el signo de las cargas que estén efectivamente en movimiento dentro del material.

Definimos la corriente a través de una sección transversal A como la carga que fluye a través del área por unidad de tiempo.

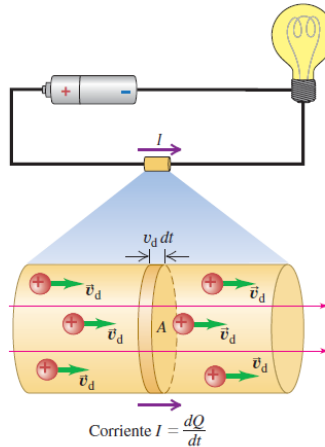
$$I = \frac{dQ}{dt}$$

La unidad para la corriente es el ampere, definida como un Coulomb por segundo:

$$1 \text{ A} = 1 \frac{\text{C}}{\text{s}}$$

Corrientes en los circuitos de radio y televisión se encuentran del orden de los miliamperes ($1 \text{ mA} = 10^{-3} \text{ A}$) o microamperes ($1 \mu\text{A} = 10^{-6} \text{ A}$), mientras que en los circuitos de computadoras son del orden de nanoamperes ($1 \text{ nA} = 10^{-9} \text{ A}$) o picoamperes ($1 \text{ pA} = 10^{-12} \text{ A}$).

Corriente y Densidad de corriente



Conductor de area transversal A , con un campo eléctrico de izquierda a derecha. Sea n el número de partículas con carga en movimiento por unidad de volumen. Se desplazan con velocidad de deriva v_d . En un intervalo de tiempo dt , atraviesan el área A las partículas que se encuentren dentro del volumen de la rodaja sombreada, una cantidad de partículas $nAv_d dt$, cada una de carga q .

$$dQ = qnAv_d dt$$

$$I = \frac{dQ}{dt} = nqv_d A$$

La corriente por unidad de área de la sección transversal, se llama densidad de corriente, J .

$$J = \frac{I}{A} = nqv_d$$

sus unidades son amperes por metro cuadrado.

Se puede definir una densidad de corriente vectorial:

$$\vec{J} = nq\vec{v}_d$$

\vec{J} siempre tiene la misma dirección de \vec{E} .

Resistividad

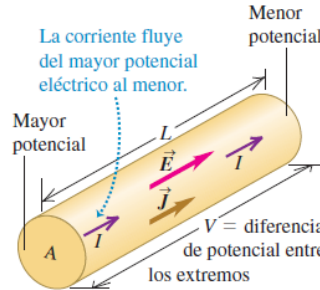
La resistividad ρ de un material se define como la razón entre la magnitud del campo eléctrico y la densidad de corriente:

$$\rho = \frac{E}{J} \quad [\rho] = \frac{\frac{V}{m}}{\frac{A}{m^2}} = \frac{Vm}{A} = \Omega m$$

Tabla 25.1 Resistividades a temperatura ambiente (20 °C)

Sustancia		$\rho (\Omega \cdot m)$	Sustancia		$\rho (\Omega \cdot m)$
Conductores			Semiconductores		
Metales	Plata	1.47×10^{-8}	Carbono puro (grafito)		3.5×10^{-5}
	Cobre	1.72×10^{-8}		Germanio puro	0.60
	Oro	2.44×10^{-8}		Silicio puro	2300
	Aluminio	2.75×10^{-8}	Aislantes	Ámbar	5×10^{14}
	Tungsteno	5.25×10^{-8}		Vidrio	$10^{10}-10^{14}$
	Acero	20×10^{-8}		Lucita	$>10^{13}$
	Plomo	22×10^{-8}		Mica	$10^{11}-10^{15}$
	Mercurio	95×10^{-8}		Cuarzo (fundido)	75×10^{16}
Aleaciones	Manganina (84% Cu, 12% Mn, 4% Ni)	44×10^{-8}		Azufre	10^{15}
	Constantán (60% Cu, 40% Ni)	49×10^{-8}		Teflón	$>10^{13}$
	Nicromel	100×10^{-8}		Madera	10^8-10^{11}

Resistencia



La diferencia de potencial entre los extremos es $V = EL$, y recordando que: $I = JA$; $E = \rho J$, obtenemos:

$$\frac{V}{L} = \frac{\rho I}{A} \Rightarrow V = \frac{\rho L}{A} I$$

Definimos la Resistencia R para un conductor como la razón de V a I :

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

Con lo cual llegamos a la Ley de Ohm:

$$V = IR$$

Fuerza electromotriz

En un circuito eléctrico, debe haber en algún punto de la espira un dispositivo que actúe como "bomba hidráulica", que lleve la carga "hacia arriba". Es la fuente.

La influencia que hace que la corriente fluya del potencial menor al mayor en la fuente se llama fuerza electromotriz, fem, y se simboliza con \mathcal{E} . Sus unidades son V , Volts.

Una fuente ideal mantiene una diferencia de potencial constante entre sus terminales, (baterías, celdas solares, etc.) independientemente de la corriente que pasa a través de ella.

Fuente de fem en un circuito completo.

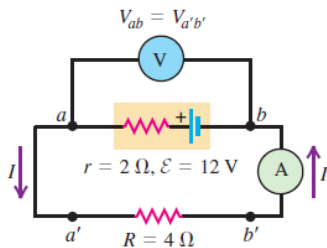
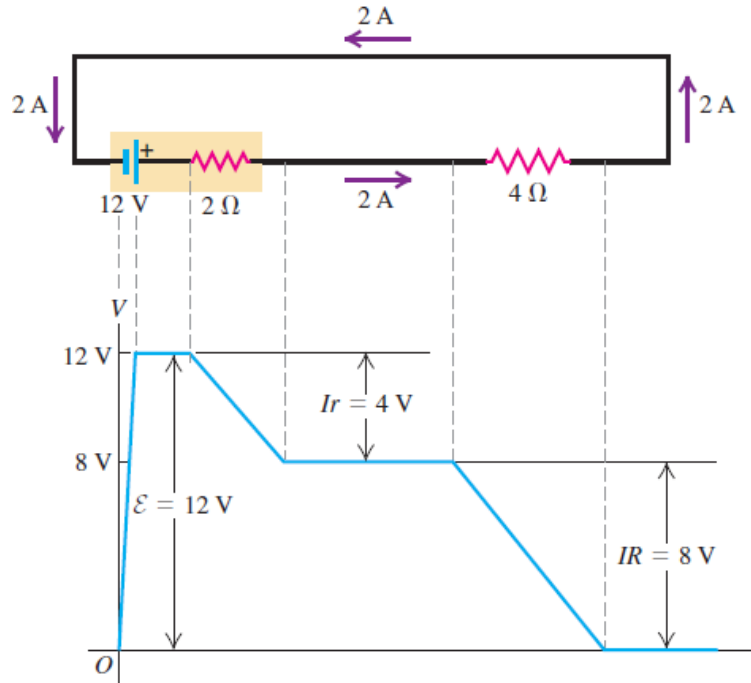


Tabla 25.4 Símbolos para diagramas de circuito

	Conductor con resistencia despreciable.
	Resistor.
	Fuente de fem (la línea vertical más larga representa la terminal positiva, por lo general aquella con el mayor potencial).
	Fuente de fem con resistencia interna r (la r se puede colocar en cualquier lado).
	o bien
	Voltímetro (mide la diferencia de potencial entre sus terminales).
	Amperímetro (mide la corriente que pasa a través suyo).

Caídas de potencial en un circuito



Energía y potencia en circuitos eléctricos

Cuando la carga q pasa a través de un elemento del circuito con diferencia de potencial V_{ab} , hay un cambio de energía potencial igual a qV_{ab} . La energía potencial disminuye a medida que la carga cae en la diferencia de potencial. Ésta es la energía transferida al elemento del circuito. Por ejemplo en un tostador u horno eléctrico, esta energía se convierte en energía térmica.

Si la corriente a través de un elemento es I , entonces en un intervalo de tiempo dt pasa una cantidad de carga $dQ = I dt$. El cambio en la energía potencial será $V_{ab} dQ = V_{ab} I dt$. Al dividir por dt obtenemos la Potencia, P , como la rapidez a la que se transfiere la energía. Sus unidades son Watts.

$$P = V_{ab}I \quad [P] = 1 W = 1 J/s = (1 J/C)(1 C/s)$$

Así, si una resistencia R en un circuito tiene una caída de potencial V_{ab} al atravesarla una corriente I , la potencia eléctrica entregada al resistor es:

$$P = V_{ab}I = I^2 R = \frac{V_{ab}^2}{R}$$