

Tema 4: Corriente Eléctrica

Fundamentos Físicos y Electrónicos de la Informática

Introducción

- Ya conocemos las interacciones entre cargas en reposo, ahora estudiaremos situaciones que involucran movimiento de carga una región a otra, este fenómeno recibe el nombre de **corriente eléctrica**.
- Veremos como los materiales, en menor o mayor grado, presentan oposición al paso de corriente a través de ellos, lo que se conoce como **resistencia**. Y como la energía eléctrica invertida en vencer esta oposición se transforma en calor.

Efecto	Corriente
Quemaduras Graves	0.5 A
Detención de respiración	0.3 A
Imposibilidad de desprenderse	0.05 A
Cosquilleo	10 mA
Umbral de sensación	1 mA

Cuadro : *Efectos fisiológicos de la corriente eléctrica. (Como se ve, las unidades importan, no es lo mismo un A que un mA!!)*

Corriente eléctrica

- En los conductores, parte de sus e se pueden mover libremente. Si se aplica un campo eléctrico, los e libres se mueven acumulándose en la superficie, hasta que el campo eléctrico total en el interior del conductor es cero (**equilibrio electrostático**).
- En este tema consideraremos un conductor que no ha alcanzado el equilibrio electrostático y por lo tanto, las cargas libres se moverán dentro de él al aplicarle un campo eléctrico.
- Imaginemos un conductor antes de alcanzar el equilibrio electrostático, en el que se establece un campo eléctrico, \mathbf{E} , constante \Rightarrow cada e libre sufrirá una fuerza $\mathbf{F} = q_e \mathbf{E}$ que provocará un flujo de partículas cargadas, que se conoce como **corriente eléctrica**.

Corriente eléctrica

Una corriente eléctrica es un fenómeno físico que implica movimiento de carga de una región a otra.

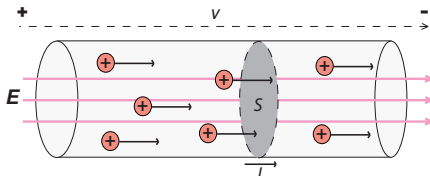
- La magnitud usada para cuantificar este fenómeno es la **intensidad de corriente eléctrica**, que se nota como I y representa la carga total por unidad de tiempo que atraviesa cierta superficie S en un sistema conductor
- La unidad de la intensidad de corriente en el SI es el culombio por cada segundo, que recibe el nombre de amperio (A). Esto es $1\text{ A} = \text{C/s}$.
- Así para obtener una corriente de 1 A, es necesario que 1 C de carga eléctrica esté atravesando el área transversal S cada segundo.

Corriente eléctrica

La intensidad de corriente eléctrica, I , se puede escribir como

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

ΔQ es la cantidad de carga que ha atravesado dicha superficie, y Δt , el tiempo invertido para ello.

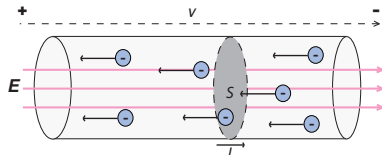
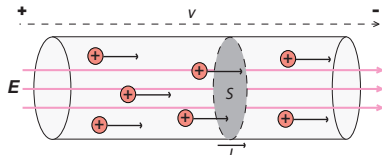


Si dicho flujo de corriente varía con el tiempo, tenemos que definir la *intensidad de corriente eléctrica instantánea* como

$$i(t) = \frac{dQ(t)}{dt}$$

Corriente eléctrica

- Por convención se toma el sentido de la corriente, el del flujo de cargas positivas, que es el contrario al del movimiento real de los e . Este convenio obedece a motivos históricos.
- Si decimos que una corriente va en una dirección dada, el movimiento de los e es siempre el contrario dicha dirección.
- Aunque hablemos de la dirección de la corriente, I no es un vector.
- **El movimiento de e cargados negativos en una dirección es equivalente al flujo de cargas positivas en sentido opuesto.**



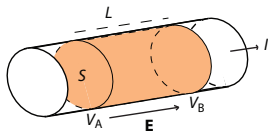
Corriente eléctrica

Ejemplo 1: En un tubo de rayos catódicos (tecnología que permite visualizar imágenes, que se usaba en los monitores, televisores antiguos y osciloscopios) la corriente media del haz es de $30\ \mu\text{A}$. ¿ Cuántos electrones chocan contra la pantalla del tubo cada $40.0\ \text{s}$?

Sol. $7,5 \times 10^{15}$ electrones.

Resistencia eléctrica

Imaginemos un pedazo recto de alambre de un material conductor de longitud L y con una sección transversal de área S (fuera del equilibrio electrostático).



- Si aplicamos un campo eléctrico, \mathbf{E} , la carga libre sufrirá una fuerza, provocando una corriente eléctrica de intensidad I .
- Si existe un \mathbf{E} implica que existe una diferencia de potencial entre los extremos del conductor $\Delta V = V = V_B - V_A$.

(Recordad que vimos que el campo eléctrico está siempre dirigido hacia las regiones de menor potencial)

Resistencia eléctrica

Se comprueba experimentalmente que para la mayoría de los metales que la intensidad de corriente que fluye dentro del conductor, I , es proporcional a la diferencia de potencial, V , que existe entre los extremos del mismo

Ley de Ohm

$$V = IR$$

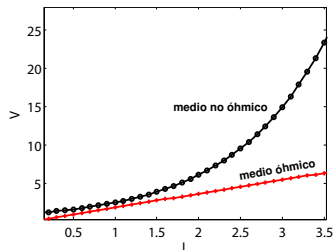
- El uso de V en lugar de ΔV para la diferencia de potencial es frecuente y simplifica muchas ecuaciones
- La constante de proporcionalidad R se conoce como **resistencia**. La unidad en el SI de la resistencia es el ohmio (Ω), donde $1\Omega = V/A$.
- $I = V/R$, es decir, cuanto mayor sea la resistencia menor será la corriente que circula para una diferencia de potencial dada \Rightarrow **La resistencia eléctrica es la propiedad que tienen los cuerpos de oponerse al paso de la corriente eléctrica**

Resistencia eléctrica

Se llama material lineal u óhmico, a todo aquel que satisface la ley de Ohm

Los materiales que no cumplen la ley de Ohm, se les llama materiales **no óhmicos o no lineales**, en ellos la corriente no aumenta linealmente con el voltaje (diferencia de potencial) \Rightarrow la relación V/I no es constante, y por tanto la gráfica $V - I$ no es una línea recta. Un ejemplo de este tipo de material no óhmico, es el diodo.

Ejemplo: Variación de la caída de potencial en función de la intensidad para un material óhmico o lineal (línea negra) y un material no óhmico o no lineal (línea roja).



Resistencia eléctrica

Ejemplo 2: Un alambre de resistencia 3Ω (material óhmico) transporta una corriente de 1.5 A. ¿Cuál es la caída de potencial a través del alambre?

Sol. 4.5 V

Resistencia eléctrica

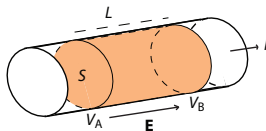
En medio óhmicos se comprueba que la resistencia R de un material depende, en general, de su longitud, área de la sección transversal, tipo de material, temperatura...

$$R = \rho \frac{L}{S},$$

donde ρ es una constante propia del material que se llama **resistividad**.

La inversa de la resistividad, es conocida como **conductividad**, σ

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



Resistencia eléctrica

Material	ρ (Ωm)
Plata	1.59×10^{-8}
Cobre	1.7×10^{-8}
Oro	2.44×10^{-8}
Aluminio	2.82×10^{-8}
Hierro	1.1×10^{-8}
Carbón	3.5×10^{-5}
Silicio	640
Caucho	1.1×10^{13}
Cuarzo fundido	75×10^{16}

Cuadro : *Resistividad de algunos materiales.*

Ejemplo 3: Un alambre de nicrom (resistividad $\times 10^{-6} \Omega\text{m}$) tiene un radio de 0.65 mm. ¿ Qué longitud de alambre se necesita para obtener una resistencia de 2Ω ?

Sol. 2.66 m

Resistencia y Temperatura

La resistividad de los materiales depende de la temperatura

Para la mayoría de los metales, en un intervalo limitado de temperatura, la resistividad varía linealmente

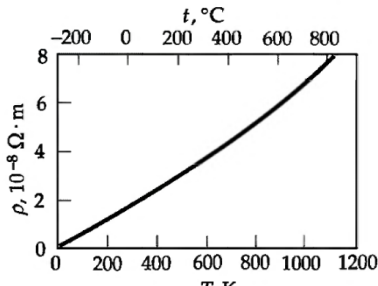
$$\rho = \rho_0[1 + \alpha(T - T_0)],$$

donde T_0 es una temperatura (en $^{\circ}\text{C}$) de referencia, $\rho_0 = \rho(T_0)$ y α es el coeficiente de temperatura.

Como $R \propto \rho$,

En los metales, la resistencia crece linealmente con la temperatura

$$R = R_0[1 + \alpha(T - T_0)].$$



Resistencia y Temperatura

Ejemplo 4: Termómetro resistivo: la variación de la resistencia con la temperatura en los metales, es usada para producir precisas mediciones de la temperatura. Si al $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ la resistencia de platino que tiene un termómetro es de $164.2\ \Omega$. ¿ A qué temperatura corresponderá cuando dicha resistencia sea igual a $187.4\ \Omega$?. (*Para el platino, $\alpha = 0,003927^{\circ}\text{C}^{-1}$*)

Sol. $56\text{ }^{\circ}\text{C}$

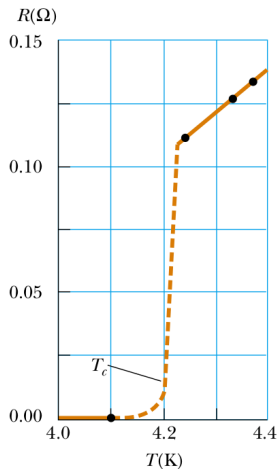
Superconductores

- Algunos metales y compuestos por debajo de cierta temperatura crítica T_C) presentan una resistencia muy baja.

- Fenómeno descubierto en 1911 por un físico holandés Heike Kamerlingh-Onnes.

- Se pueden conseguir resistividades menores $\times 10^{-25}$ Ωm .

- Muchas aplicaciones en ingeniería, por ejemplo, imanes superconductores (RMI, ...)



(Resistencia de una muestra de mercurio)

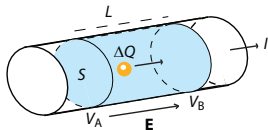
Potencia eléctrica

- La existencia de corriente en un conductor implica el movimiento de cargas bajo la influencia de un campo eléctrico. La carga se movería indefinidamente, sino fuese por resistencia que ofrece el conductor.
- Las cargas si son positivas se moverán en sentido de potencial decreciente, y si son negativas (como los electrones) se moverán en sentido opuesto. En cualquier caso este proceso tiene asociada una pérdida de energía potencial de las cargas, que se transforma en energía térmica en el conductor.
- La energía potencial eléctrica se pierde en las continuas colisiones de los electrones con los restos atómicos fijos, aumentando así la temperatura de éste.

Potencia eléctrica

Calculemos la energía que se transforma en calor en un segmento de conductor rectilíneo longitud L y sección transversal S , por el que circula una carga ΔQ .

Supongamos que existe una intensidad de corriente I , de manera que cada tiempo Δt la cantidad de carga que entra en el segmento de conductor es $\Delta Q = I\Delta t$.



En el primer extremo la energía potencial de la carga $U_A = V_A\Delta Q$, transcurrido un tiempo Δt , esta carga sale por el segundo extremo con una energía igual a $U_B = V_B\Delta Q$

• La pérdida de energía potencial es $\Delta U = \Delta Q(V_A - V_B) = V\Delta Q$ donde $V = V_A - V_B$ es la diferencia de potencial entre los extremos del conductor.

Potencia eléctrica

- La potencia eléctrica es la cantidad de energía entregada o absorbida por un elemento por unidad de tiempo. Así

$$P = \frac{\Delta U}{\Delta t} = \frac{V \Delta Q}{\Delta t} = IV$$

donde la unidad en el SI de la potencia es el vatio ($1\text{W}=\text{J/s}$)

Si aplicamos la ley de Ohm obtenemos que la potencia en un conductor con resistencia R viene dada por

$$P = IV = I^2 R = \frac{V^2}{R}.$$

la energía consumida por un conductor con resistencia se transforma en calor que es disipado (Efecto Joule).

Efecto Joule

Transformación de la energía eléctrica en calor, cuando una corriente circula por conductor

Resistencia eléctrica

Aplicaciones del efecto Joule: electrodomésticos como los hornos, las tostadoras o las calefacciones eléctrica, filamento de una bombilla ...

Ejemplo 5: Una resistencia de 12Ω transporta una corriente de 3A. Determinar la potencia disipada por esta resistencia.

Sol. 108 W

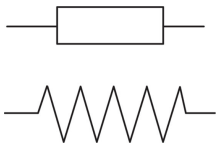
Ejemplo 6: Dos conductores de la misma longitud y el mismo radio se conectan a través de la misma diferencia de potencial. Si uno de los conductores tiene el doble de resistencia que el otro, ¿ cuál de los dos conductores disipará más potencia?.

Sol. $P_1 = 2P_2$ W

Resistencias en circuitos eléctricos y electrónicos

Resistencia eléctrica es una medida de la oposición al paso de corriente. El dispositivo de un circuito que se aprovecha de esta propiedad, y que es fabricado para tener un valor específico de resistencia entre sus extremos se llama **resistor o simplemente resistencia**.

Símbolo para representar un resistor en un circuito



- Un resistor o resistencia, se emplea básicamente para limitar o ajustar la corriente que circula por un determinado componente electrónico, o para atenuar una tensión (diferencia de potencial).

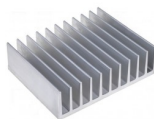


Apéndice: Disipación de calor en los ordenadores

La temperatura en una habitación con varios ordenadores encendidos se incrementa bastante, y si apoyamos el portátil en nuestras piernas notamos calor. Esto se debe al efecto Joule.

- Esta disipación de calor es un problema, cualquier componente electrónico está diseñado para trabajar a una temperatura específica, de manera que un incremento notable de temperatura puede dañar el equipo.

- Los ordenadores vienen equipados con sistemas de enfriamiento como son los ventiladores o disipadores o hasta refrigeración la líquida para bajar la temperatura de algunos componentes electrónicos.



- Incluso algunos ordenadores pueden tener sensores de temperatura.