

Fundamentos de la Electricidad y la Electrónica

Pablo Pardo Cotos

1 Campo eléctrico y Corriente eléctrica

Ley de Coulomb

$$\vec{F} = k \frac{|q_1 q_2|}{r^2} [N] = k \frac{q_1 q_2}{r^2} (\vec{r}_1 - \vec{r}_2) [N]$$

Variables y Unidades:

- \vec{F} : Fuerza eléctrica $[N]$
- k : Constante de Coulomb $[8,99 \times 10^9 N \cdot m^2/C^2]$
- q_1, q_2 : Cargas eléctricas $[C]$
- r : Distancia entre cargas $[m]$
- \vec{r}_1, \vec{r}_2 : Vectores posición $[m]$

Corriente en función de la densidad de carga

$$I = q n v_d S$$

Variables y Unidades:

- I : Corriente $[A]$
- q : Carga de las partículas $[C]$
- n : Densidad de partículas $[1/m^3]$
- v_d : Velocidad de deriva $[m/s]$
- S : Área de la sección transversal $[m^2]$

Energía potencial eléctrica

$$U = k \frac{q_1 q_2}{r} [J]$$

Variables y Unidades:

- U : Energía potencial $[J]$
- q_1, q_2 : Cargas $[C]$
- r : Distancia $[m]$

2

Campo eléctrico

$$\vec{E} = k \frac{q_0}{r^2} \vec{r} \left[\frac{N}{C} \right]$$

Variables y Unidades:

- \vec{E} : Campo eléctrico $[N/C]$
- k : Constante de Coulomb $[N \cdot m^2/C^2]$
- q_0 : Carga fuente $[C]$
- r : Distancia $[m]$
- \vec{r} : Vector dirección

Potencial eléctrico

$$V = k \frac{q}{r} [V]$$

$$\vec{E} = -\nabla V$$

Variables y Unidades:

- V : Potencial eléctrico $[V = J/C]$
- q : Carga fuente $[C]$
- r : Distancia $[m]$
- \vec{E} : Campo eléctrico $[N/C]$

Ley de Gauss (eléctrico)

$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{S} = \frac{Q_{\text{int}}}{\epsilon_0}$$

Variables y Unidades:

- \vec{E} : Campo eléctrico [N/C]
- $d\vec{S}$: Elemento de superficie [m^2]
- Q_{int} : Carga interna [C]
- ϵ_0 : Permitividad del vacío [F/m]

Capacidad (general)

$$C = \frac{Q}{V} \quad [F]$$

Variables y Unidades:

- C : Capacidad [F]
- Q : Carga almacenada [C]
- V : Voltaje [V]

Corriente eléctrica

$$I = \frac{Q}{t} \quad [A]$$

Variables y Unidades:

- I : Corriente [A]
- Q : Carga [C]
- t : Tiempo [s]

Energía almacenada en un condensador

$$U = \frac{1}{2}CV^2$$

Variables y Unidades:

- U : Energía [J]
- C : Capacidad [F]
- V : Voltaje [V]

Capacidad de un condensador plano

$$C = \frac{\epsilon_0 A}{d} \quad [F]$$

$$E = \frac{Q}{\epsilon_0 A}$$

Variables y Unidades:

- C : Capacidad [F]
- ϵ_0 : Permitividad del vacío [F/m]
- A : Superficie de las placas [m^2]
- d : Distancia entre placas [m]
- E : Campo eléctrico [N/C]
- Q : Carga almacenada [C]

Asociación de capacitores

Serie:

$$\frac{1}{C_{\text{eq}}} = \sum_i \frac{1}{C_i}$$

Paralelo:

$$C_{\text{eq}} = \sum_i C_i$$

Variables y Unidades:

- C_{eq} : Capacidad equivalente [F]
- C_i : Capacidades individuales [F]

Densidad de corriente

$$\vec{J} = \sigma \vec{E}$$

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

Variables y Unidades:

- \vec{J} : Densidad de corriente [A/m^2]
- σ : Conductividad [S/m]
- \vec{E} : Campo eléctrico [N/C]
- I : Corriente [A]
- S : Superficie de la sección transversal [m^2]

Ley de Ohm (microscópica)

$$\vec{E} = \rho \vec{J}$$

$$V = IR$$

Variables y Unidades:

- \vec{E} : Campo eléctrico $[N/C]$
- ρ : Resistividad $[\Omega \cdot m]$
- \vec{J} : Densidad de corriente $[A/m^2]$
- V : Voltaje $[V]$
- I : Corriente $[A]$
- R : Resistencia $[\Omega]$

Resistencia

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

Variables y Unidades:

- R : Resistencia $[\Omega]$
- ρ : Resistividad $[\Omega \cdot m]$
- L : Longitud $[m]$
- S : Superficie $[m^2]$

Relación entre resistividad y conductividad

$$\rho = \frac{1}{\sigma} \quad \text{y} \quad \sigma = n q \mu$$

Variables y Unidades:

- ρ : Resistividad $[\Omega \cdot m]$
- σ : Conductividad $[S/m]$
- n : Densidad de partículas cargadas $[1/m^3]$
- q : Carga de las partículas $[C]$
- μ : Movilidad de las partículas cargadas $[m^2/V \cdot s]$

Potencia eléctrica

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

Variables y Unidades:

- P : Potencia $[W]$
- V : Voltaje $[V]$
- I : Corriente $[A]$
- R : Resistencia $[\Omega]$

Campo magnético

Campo magnético de un hilo recto

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$$

Variables y Unidades:

- B : Campo magnético $[T]$
- μ_0 : Permeabilidad $[4\pi \times 10^{-7} T \cdot m/A]$
- I : Corriente $[A]$
- r : Distancia $[m]$

Ley de Ampère

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 I_{\text{int}}$$

Variables y Unidades:

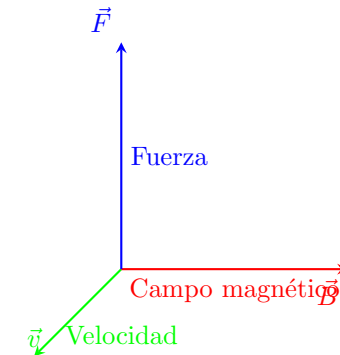
- \vec{B} : Campo magnético $[T]$
- $d\vec{l}$: Elemento de longitud $[m]$
- μ_0 : Permeabilidad $[T \cdot m/A]$
- I_{int} : Corriente interna $[A]$

Fuerza de Lorentz

$$\vec{F} = q(\vec{E} + \vec{v} \times \vec{B})$$

Variables y Unidades:

- \vec{F} : Fuerza $[N]$
- q : Carga $[C]$
- \vec{E} : Campo eléctrico $[N/C]$
- \vec{v} : Velocidad $[m/s]$
- \vec{B} : Campo magnético $[T]$



Campo magnético de un solenoide

$$B = \mu_0 n I$$

Variables y Unidades:

- B : Campo magnético $[T]$
- μ_0 : Permeabilidad $[T \cdot m/A]$
- n : Vueltas por unidad de longitud $[1/m]$
- I : Corriente $[A]$

Ley de Gauss para el magnetismo

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{S} = 0$$

Variables y Unidades:

- \vec{B} : Campo magnético $[T]$
- $d\vec{S}$: Superficie $[m^2]$

Fuerza sobre un conductor

$$\vec{F} = I \vec{L} \times \vec{B}$$

Variables y Unidades:

- \vec{F} : Fuerza [N]
- I : Corriente [A]
- \vec{L} : Vector longitud [m]
- \vec{B} : Campo magnético [T]

Ley de Faraday

$$\mathcal{E} = -\frac{d\Phi_B}{dt}$$

$$\Phi_B = \int \vec{B} \cdot d\vec{S}$$

Variables y Unidades:

- \mathcal{E} : Fem inducida [V]
- Φ_B : Flujo magnético [Wb]
- \vec{B} : Campo magnético [T]
- $d\vec{S}$: Superficie [m²]

Inductancia

$$\mathcal{E} = -L \frac{dI}{dt}$$

Variables y Unidades:

- \mathcal{E} : Fem inducida [V]
- L : Inductancia [H]
- I : Corriente [A]

Energía en campo magnético

$$U = \frac{1}{2} L I^2$$

Variables y Unidades:

- U : Energía [J]
- L : Inductancia [H]
- I : Corriente [A]

Densidad de corriente

$$\vec{J} = \sigma \vec{E}$$

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

Variables y Unidades:

- \vec{J} : Densidad de corriente [A/m²]
- σ : Conductividad [S/m]
- \vec{E} : Campo eléctrico [N/C]
- I : Corriente [A]
- S : Superficie de la sección transversal [m²]

Ondas

Relación energía y frecuencia

$$E = h\nu$$

Variables y Unidades:

- E : Energía [J]
- h : Constante de Planck [$6.626 \times 10^{-34} J \cdot s$]
- ν : Frecuencia [Hz]

Relación velocidad, frecuencia y longitud de onda

$$c = f\lambda$$

Variables y Unidades:

- c : Velocidad de la onda [m/s]
- f : Frecuencia [Hz]
- λ : Longitud de onda [m]

Función de onda

$$y(x, t) = A \sin(kx - \omega t + \phi)$$

Variables y Unidades:

- $y(x, t)$: Desplazamiento [m]
- A : Amplitud [m]
- k : Número de onda [rad/m]
- ω : Frecuencia angular [rad/s]
- ϕ : Fase inicial [rad]

Circuitos Eléctricos

Ley de Ohm

$$V = IR$$

Variables y Unidades:

- V : Voltaje $[V]$
- I : Corriente $[A]$
- R : Resistencia $[\Omega]$

Ley de Kirchhoff de Corrientes (LKC)

$$\sum I_{\text{entrante}} = \sum I_{\text{saliente}}$$

Variables y Unidades:

- I : Corriente $[A]$

Asociación de resistencias

Serie:

$$R_{\text{eq}} = \sum_i R_i$$

Paralelo:

$$\frac{1}{R_{\text{eq}}} = \sum_i \frac{1}{R_i}$$

Variables y Unidades:

- R_{eq} : Resistencia equivalente $[\Omega]$
- R_i : Resistencias individuales $[\Omega]$

Potencia eléctrica

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

Variables y Unidades:

- P : Potencia $[W]$
- V : Voltaje $[V]$
- I : Corriente $[A]$
- R : Resistencia $[\Omega]$

Ley de Kirchhoff de Tensiones (LKT)

$$\sum V = 0$$

Variables y Unidades:

- V : Voltaje $[V]$

Energía almacenada en un condensador

$$U = \frac{1}{2} CV^2$$

Variables y Unidades:

- U : Energía $[J]$
- C : Capacidad $[F]$
- V : Voltaje $[V]$

2 Ejercicios Tema 1

Ejercicio 1.1. Sea una partícula cargada con $Q_1 = 8nC$ situada en el eje X y a $10cm$ de ella, a su derecha, otra cargada con $Q_2 = -2nC$. Calcula:

1. La fuerza que cada una ejerce sobre la otra.
2. El campo eléctrico en un punto situado a la izquierda de ambas partículas y a $3cm$ de la mayor; en otro punto situado entre ambas a $4cm$ de la mayor; y en un tercer punto situado a la derecha de ambas a $2cm$ de la menor.