

# 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 [ $8,99 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$ ]
- $q_1, q_2$ : 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 (densidad de partículas) [C]
- $n$ : Densidad de partículas [ $1/\text{m}^3$ ]
- $v_d$ : Velocidad de deriva [m/s]
- $S$ : Área de la sección transversal [ $\text{m}^2$ ]

## 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]

## 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 [ $\text{N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$ ]
- $q_0$ : 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  $[m^2]$
- $Q_{\text{int}}$ : Carga interna  $[C]$
- $\epsilon_0$ : Permitividad del vacío  $[F/m]$

### Energía almacenada en un condensador

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

Variables y Unidades:

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

### Corriente eléctrica

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

Variables y Unidades:

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

### Capacidad de un condensador plano

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

Variables y Unidades:

- $C$ : Capacidad  $[F]$
- $\epsilon_0$ : Permitividad del vacío  $[F/m]$
- $S$ : Superficie de las placas  $[m^2]$
- $d$ : Distancia entre placas  $[m]$

### Capacidad (general)

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

Variables y Unidades:

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

### 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:

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

### Densidad de corriente

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

Variables y Unidades:

- $\vec{J}$ : Densidad de corriente  $[A/m^2]$
- $\sigma$ : Conductividad  $[S/m]$
- $\vec{E}$ : Campo eléctrico  $[N/C]$

### Ley de Ohm (microscópica)

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

$$V = IR$$

Variables y Unidades:

- $\vec{E}$ : Campo eléctrico  $[N/C]$
- $\rho$ : 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  $[\Omega]$
- $\rho$ : 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:

- $\rho$ : Resistividad  $[\Omega \cdot m]$
- $\sigma$ : Conductividad  $[S/m]$
- $n$ : Densidad de partículas cargadas  $[1/m^3]$
- $q$ : Carga de las partículas  $[C]$
- $\mu$ : 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]
- $\mu_0$ : Permeabilidad [ $4\pi \times 10^{-7} \text{ T} \cdot \text{m/A}$ ]
- $I$ : Corriente [A]
- $r$ : Distancia [m]

## Ley de Ampère

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

Variables y Unidades:

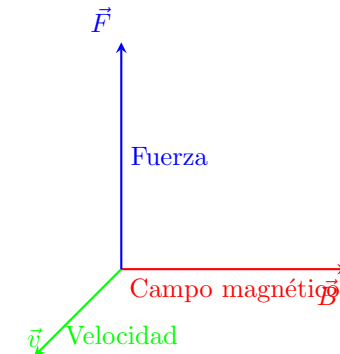
- $\vec{B}$ : Campo magnético [T]
- $d\vec{l}$ : Elemento de longitud [m]
- $\mu_0$ : Permeabilidad [ $\text{T} \cdot \text{m/A}$ ]
- $I_{\text{int}}$ : Corriente interna [A]

## 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]
- $\mu_0$ : Permeabilidad [ $\text{T} \cdot \text{m/A}$ ]
- $n$ : Vueltas por unidad de longitud [ $1/\text{m}$ ]
- $I$ : 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 [ $\text{m}^2$ ]

### 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]
- $\Phi_B$ : Flujo magnético [Wb]
- $\vec{B}$ : Campo magnético [T]
- $d\vec{S}$ : Superficie [m<sup>2</sup>]

### 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]

# Ondas

## Relación energía y frecuencia

$$E = h\nu$$

Variables y Unidades:

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

## Relación velocidad, frecuencia y longitud de onda

$$c = f\lambda$$

Variables y Unidades:

- $c$ : Velocidad de la onda [ $m/s$ ]
- $f$ : Frecuencia [ $Hz$ ]
- $\lambda$ : 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 [ $rad/m$ ]
- $\omega$ : Frecuencia angular [ $rad/s$ ]
- $\phi$ : 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:

- $R_{\text{eq}}$ : 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.