

EL3002-Electromagnetismo Aplicado

Clase No. 1: Introducción

Marcos Diaz

Departamento de Ingeniería Eléctrica (DIE)
Universidad de Chile

28 de julio de 2009

- 1 Introducción: Motivación
- 2 Forma Diferencial de las Ecuaciones de Maxwell
- 3 Forma Integral de las Ecuaciones de Maxwell
- 4 Campo Eléctrico: Ley de Coulomb
- 5 Densidad del flujo Magnético: Ley de Biot-Savart

¿Alguna Idea?

Ecuaciones de Maxwell

$$\begin{aligned}\nabla \times \mathbf{E}(\mathbf{r}, t) &= -\frac{\partial \mathbf{B}(\mathbf{r}, t)}{\partial t} \\ \nabla \cdot \mathbf{D}(\mathbf{r}, t) &= \rho(\mathbf{r}, t) \\ \nabla \times \mathbf{H}(\mathbf{r}, t) &= \mathbf{J}(\mathbf{r}, t) + \frac{\partial \mathbf{D}(\mathbf{r}, t)}{\partial t} \\ \nabla \cdot \mathbf{B}(\mathbf{r}, t) &= 0,\end{aligned}\tag{1}$$

Forma Integral

Ecuaciones de Maxwell

$$\begin{aligned}
 \int_S \nabla \times \mathbf{E}(\mathbf{r}, t) d\mathbf{r}^2 &= - \int_S \frac{\partial \mathbf{B}(\mathbf{r}, t)}{\partial t} d\mathbf{r}^2 \\
 \int_V \nabla \cdot \mathbf{D}(\mathbf{r}, t) d\mathbf{r}^3 &= \int_V \rho(\mathbf{r}, t) d\mathbf{r}^3 \\
 \int_S \nabla \times \mathbf{H}(\mathbf{r}, t) d\mathbf{r}^2 &= \int_S \left(\mathbf{J}(\mathbf{r}, t) + \frac{\partial \mathbf{D}(\mathbf{r}, t)}{\partial t} \right) d\mathbf{r}^2 \\
 \int_V \nabla \cdot \mathbf{B}(\mathbf{r}, t) d\mathbf{r}^3 &= 0,
 \end{aligned} \tag{2}$$

Forma Integral

Ecuaciones de Maxwell

$$\begin{aligned}
 \oint_L \mathbf{E}(\mathbf{r}, t) d\mathbf{r} &= - \frac{\partial \int_S \mathbf{B}(\mathbf{r}, t) d\mathbf{r}^2}{\partial t} \\
 \oint_S \mathbf{D}(\mathbf{r}, t) d\mathbf{r}^2 &= \int_V \rho(\mathbf{r}, t) d\mathbf{r}^3 = Q_T \\
 \oint_L \mathbf{H}(\mathbf{r}, t) d\mathbf{r} &= \left(\underbrace{\int_S \mathbf{J}(\mathbf{r}, t) d\mathbf{r}^2}_{I_s} + \underbrace{\int_S \frac{\partial \mathbf{D}(\mathbf{r}, t)}{\partial t} d\mathbf{r}^2}_{I_p} \right) \\
 \oint_S \mathbf{B}(\mathbf{r}, t) d\mathbf{r}^2 &= 0,
 \end{aligned} \tag{3}$$

Campo Eléctrico: Ley de Coulomb

- \mathbf{E} es una fuerza potencial
- Dos cargas de igual signo se repelen con fuerza

$$\mathbf{F}_{12} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 q_2}{r^2} \mathbf{u}_{r12} [\text{N}]$$
- Dos cargas de diferente signo se atraen con fuerza

$$\mathbf{F}_{12} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 q_2}{r^2} \mathbf{u}_{r12} [\text{N}]$$
- Usando una carga de prueba ΔQ : $\mathbf{E} = \frac{\mathbf{F}_{E\Delta Q}}{\Delta Q} \left[\frac{\text{N}}{\text{C}} = \frac{\text{V}}{\text{m}} \right]$

$$\epsilon_0 = 8,854 \cdot 10^{-12} [\text{Fm}^{-1}] = \frac{1}{36\pi \cdot 10^9} [\text{Fm}^{-1}]$$

Densidad del flujo Magnético: Ley de Biot-Savart

- \mathbf{B} es una fuerza potencial
- Dos elementos de corrientes de igual sentido se atraen con fuerza

$$\mathbf{F}_{12} = I_2 d\mathbf{l}_2 \times \left(\frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I_1 d\mathbf{l}_1 \times \mathbf{u}_{r12}}{r^2} \right) [\text{N}]$$
- Dos cargas de corrientes de diferente sentido se repelen con fuerza

$$\mathbf{F}_{12} = I_2 d\mathbf{l}_2 \times \left(\frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I_1 d\mathbf{l}_1 \times \mathbf{u}_{r12}}{r^2} \right) [\text{N}]$$
- Usando un elemento de corriente de prueba: $d\mathbf{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I d\mathbf{l} \times \mathbf{u}_r}{r^2} [\text{T}]$

$$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} [\text{Hm}^{-1}]$$

Ecuaciones de Maxwell

$$\begin{aligned}
 \nabla \times \mathbf{E}(\mathbf{r}) &= 0 \\
 \nabla \cdot \mathbf{D}(\mathbf{r}) &= \rho(\mathbf{r}) \\
 \nabla \times \mathbf{H}(\mathbf{r}) &= \mathbf{J}(\mathbf{r}) \\
 \nabla \cdot \mathbf{B}(\mathbf{r}) &= 0,
 \end{aligned}
 \tag{4}$$

Resumen Clase #1

- Ecuaciones de Maxwell
- Electrostatica
 - Ley de Coulomb
 - Ley de Bio-Savart