

# Auxiliar 10

## Ley de Faraday-Lenz

Juan Pablo Campos  
D Sapone

5 de agosto

# Contenido

- 1 Ley de Faraday
- 2 Inducción electromagnética
- 3 P1
- 4 P2
- 5 P3

## Flujo magnético

- Definición de flujo magnético: Cantidad total de campo que pasa a través de una superficie. Lo designaremos con la letra  $\phi$ .

$$\phi = \int_S \vec{B} \cdot d\vec{s} \quad (1)$$

$$[\phi] = [\text{Weber}] = [\text{Tesla}][\text{m}^2] \quad (2)$$

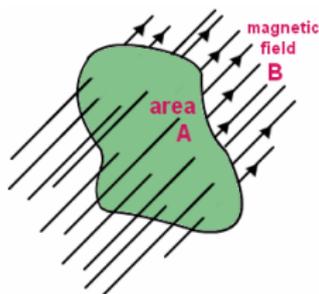
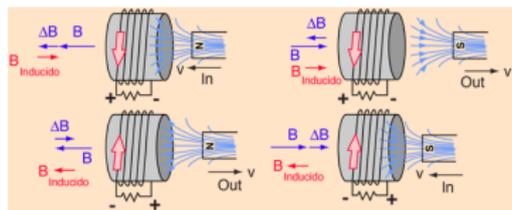


Figura: Flujo magnético

## Ley de Faraday

- Faraday descubrió que Cualquier cambio del entorno magnético en que se encuentra una bobina, produce una tensión (una fem inducida en la bobina).
- Cuando se induce una corriente, tan bien se induce un campo magnético nuevo. Lenz dedujo que la dirección de la fem inducida produce una corriente cuyo campo magnético inducido se opone al cambio que lo produjo.

$$\epsilon = fem = \delta v = -\frac{\partial \phi}{\partial t} \quad (3)$$



## Ley de Faraday-Lenz

$$\delta v = \int \vec{E} \cdot d\vec{r} \quad (4)$$

$$\int \vec{E} \cdot d\vec{r} = -\frac{\partial}{\partial t} \int_S \vec{B} \cdot d\vec{s} \quad (5)$$

Usando el teorema de Stokes tenemos la tercera ecuación de Maxwell.

$$\nabla \times \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t} \quad (6)$$

## Inducción electromagnética

- Considere dos circuitos como los representados en la figura 3. Por el circuito 1 se hace pasar una corriente  $I_1$ , esta corriente creara un campo magnético el cual si varia en el tiempo, inducira una corriente en el circuito 2.
- El flujo de campo magnético en el circuito 2 probocado por la corriente  $I_1$  es:

$$\phi_{21} = \int_S \vec{B}_1 \cdot d\vec{s}_2 = \int_S \nabla \times \vec{A}_1 \cdot d\vec{s}_2 \quad (7)$$

- Como  $\vec{B}_1$  es directamente proporcional a  $I_1$  definimos el coeficiente de inductancia mutua entre los dos circuitos como:

$$\phi_{21} = M_{21} I_1 \quad (8)$$

# Inducción electromagnética

Usando el teorema de Stokes y la definición de  $\vec{A}$ .

$$\phi_{21} = \int_{C_2} \vec{A}_1 \cdot d\vec{l}_2 = \frac{\mu_0 I_1}{4\pi} \int_{C_1} \int_{C_2} \frac{d\vec{l}_1 \cdot d\vec{l}_2}{\|r_{21}\|} = M_{21} I_1 \quad (9)$$

Ecuación de Neumann

$$\frac{\mu_0}{4\pi} \int_{C_1} \int_{C_2} \frac{d\vec{l}_1 \cdot d\vec{l}_2}{\|r_{21}\|} = M_{21} \quad (10)$$

De la ecuación anterior se deduce el teorema de reciprocidad.

$$M_{21} = M_{12} = M \quad (11)$$

## Coefficiente de auto inducción

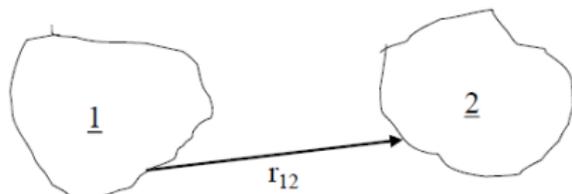
- Si consideramos ahora solo el circuito 1, al hacer pasar por el  $I_1$  este genera un campo magnetico  $\vec{B}_1$  el cual induce una corriente en el mismo circuito 1.
- Se define la auto inductancia como:

$$\phi_1 = L_1 I_1 \quad (12)$$

- Por lo que en general.

$$\phi_1 = L_1 I_1 + M_{12} I_2 \quad (13)$$

$$\phi_i = M_{i,j} I_j \quad (14)$$





- P2. Considere dos circuitos formados por dos espiras circulares y coplanares, cuyos radios son  $a$  y  $b$  como se ve en la figura 2. El generador  $G$  mantiene una corriente  $I_b = I_0 \sin(\omega t)$  en la espira de radio  $b$ . La espira de radio  $a$  tiene una resistencia  $R$  y un coeficiente de auto inductancia  $L$ . Suponiendo que el campo magnético  $B$  en el círculo de radio  $a$  es prácticamente el mismo que en el centro de la espira, calcule la corriente que circula por la espira de radio  $a$ .

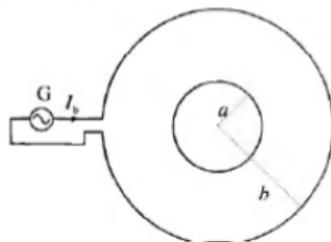


Figura 2: Espiras de radio  $a$  y  $b$

# P3

- P3. Considera un disco de radio  $R$  que gira con una velocidad angular constante  $\omega_0$  y en el que se ha puesto un campo magnético variable en la dirección del eje del disco y dado por:  $\vec{B}(r, t) = B_0 \cos(\Omega t) \frac{R}{z} \hat{z}$ . Donde  $B_0$  y  $\Omega$  son constantes y  $r$  es la distancia al eje del disco. Además dos resistencias de valores  $R_1$  y  $R_2$  se han conectado entre el eje y los extremos del disco, como se indica en la figura 3.
- Determine las corrientes que circulan por las resistencias.
  - Si en un momento el disco se avería y comienza a girar con una velocidad angular  $w = w_0 e^{-t/\tau}$ , con  $\tau$  un tiempo característico conocido. Cómo cambian sus respuestas de la parte a)?

