

Electromagnetismo FI2002-3 Otoño 2025**Profesor:** Ignacio Andrade S.**Auxiliares:** Felipe Carrasco & Pablo Guglielmetti.**Ayudante:** Facundo Esquivel.

Auxiliar 22: Faraday-Lenz

P1. Veritasium

Una espira circular de radio a , masa M y resistencia R se deja caer desde $z = 0$ con su eje de simetría vertical en una zona donde el campo magnético es axialmente simétrico alrededor del eje z y cuya componente vertical es $B_z = Cz$. El eje de la espira coincide con el eje de simetría del campo.

- ¿En qué dirección fluye la corriente en la espira mientras cae bajo la acción de la fuerza de gravedad?
- Encuentre la corriente en la espira en función de la velocidad. Desprecie las contribuciones al flujo provenientes de la corriente inducida.
- Determine las fuerzas que actúan sobre la espira provenientes axial y radial del campo magnético. /
- Encuentre la velocidad de la espira después que ha caído un largo tiempo.

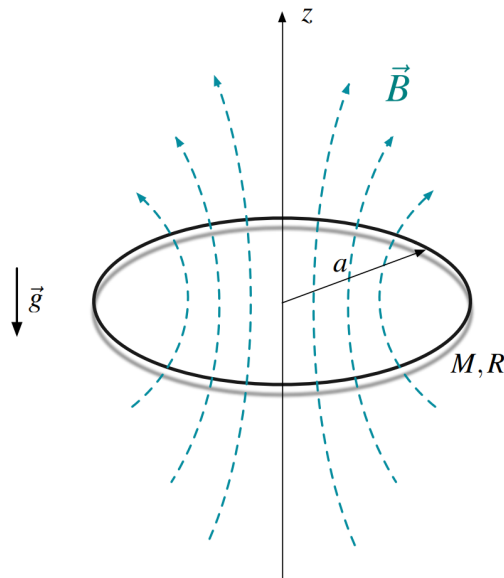


Figura 1

P2. Generador

Considere un circuito compuesto por una placa de ancho y largo L y una fuente de potencial. Por este circuito corre una corriente I_0 . Junto a la placa se ubica un circuito constituido por una bobina de largo h y radio r con N vueltas a un núcleo de permeabilidad magnética μ . Este circuito presenta una resistencia equivalente R . La bobina rota con velocidad angular ω en un eje de rotación paralelo a la dirección de la corriente de la placa y perpendicular al eje de simetría de la bobina. En $t = t_0$ la el eje de simetría de la bobina se encuentra poaralelo a la placa

- Obtenga la corriente que corre por la bobina en función del tiempo. Ignore los efectos autoinductivos.
- Encuentre inductancia mutua de ambos circuitos en función del ángulo entre el eje de simetría de la bobina y el vector normal a la placa.
- Determine la autoinductancia L de la bobina en función del ángulo.

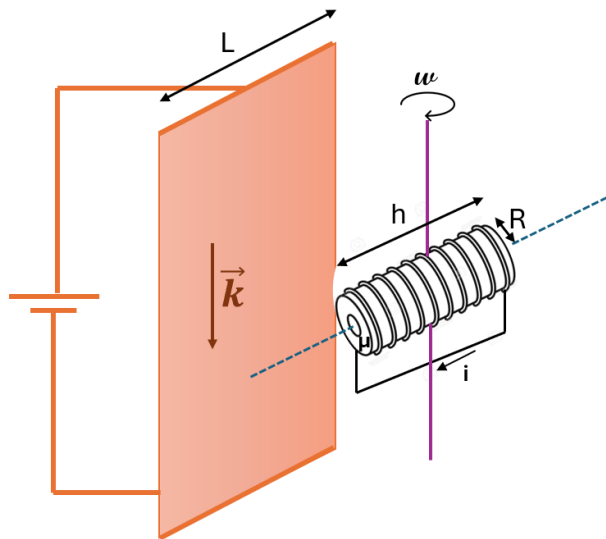


Figura 2



Figura 3

Resumen

Inducción Magnética

Ley de Faraday-Lenz: Esta ley experimental establece que la fuerza electromotriz (fem), la cual puede entenderse como la diferencia de potencial V , en un circuito cerrado es:

$$\varepsilon = -\frac{d\Phi}{dt} \quad (1)$$

donde Φ corresponde al flujo de campo magnético a través de la superficie delimitada por el circuito, este puede ser calculado como

$$\Phi = \int_S \vec{B} \cdot d\vec{S} \quad (2)$$

Esta ley, es conocida como la tercera ecuación de Maxwell, y puede ser escrita de forma diferencial como:

$$\nabla \times \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t} \quad (3)$$

Mientras que, en virtud del Teorema del Rotor, se puede llegar a la forma integral de esta ley

$$\oint_{\Gamma} \vec{E} \cdot d\vec{l} = -\frac{\partial}{\partial t} \int_S \vec{B} \cdot d\vec{S} \quad (4)$$

donde Γ corresponde al borde de la superficie S . En general, la orientación de Γ o S se puede escoger de forma arbitraria, pero una vez elegimos la orientación de uno, la orientación del otro quedará determinada por la regla de la mano derecha.

El signo menos fue introducido por Heinrich Lenz y representa que la **corriente inducida** en un circuito debido a la variación temporal del flujo de $\vec{B}$ siempre se **opone** al crecimiento/decrecimiento de este.

Inductancia Mutua

Una corriente variable I_1 en un circuito 1 induce una fem variable $\mathcal{E}_2$ en otro circuito 2, esa fem viene dada por:

$$\mathcal{E}_2 = -M_{21} \frac{dI_1}{dt}, \quad \Phi_2 = M_{21} I_1 \quad (5)$$

Análogamente, una corriente variable I_2 en el circuito 2 induce una fem $\mathcal{E}_1$ en el circuito 1:

$$\mathcal{E}_1 = -M_{12} \frac{dI_2}{dt}, \quad \Phi_1 = M_{12} I_2 \quad (6)$$

Donde M_{12} y M_{21} se llaman la **inductancia mutua** entre ambos circuitos. Se da que, independientemente de la geometría del sistema:

$$M_{21} = M_{12} = M \quad (7)$$

Autoinductancia

De forma idéntica al caso anterior, un circuito se puede autoinducir al tener una corriente variable. La fem autoinducida en ese caso viene dada por:

$$\mathcal{E} = -L \frac{dI}{dt}, \quad \Phi = LI \quad (8)$$

Donde L se conoce como la **autoinductancia**.