

FI2002-2 Electromagnetismo**Profesor:** Ignacio Andrade S.**Auxiliar:** Felipe Carrasco V.**Ayudantes:** Matías Zúñiga, Omar Silva & Miguel Letelier.

Auxiliar 6: Autoinductancia y circuitos??1! (no de nuevo)

23 de enero de 2025

P1. Considere inicialmente una espira circular de radio a que yace sobre el plano xz . En $t = 0$ la espira comienza a girar con una velocidad angular $\vec{\omega} = \omega_0 \hat{z}$. Si en el espacio existe un campo magnético homogéneo y constante de valor $\vec{B} = B_0 \hat{y}$ determine:

- La fem inducida en el circuito.
- La corriente en función del tiempo que circula por la espira, si la espira posee una resistencia R y autoinducción L .
- El torque que experimenta la espira, suponiendo que ha estado rotando un tiempo muy largo.

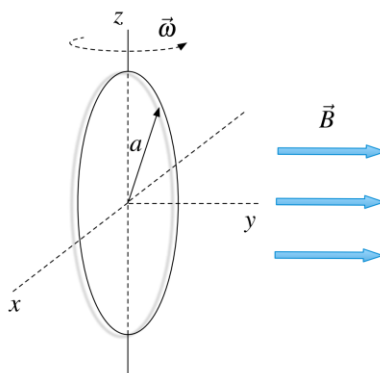


Figura 1: Espira rotatoria,

P2. Considere toroide de sección transversal rectangular de N vueltas, de radio interior a y exterior b , y altura h .

- Determine la autoinductancia de este toroide.
- Demuestre que si $b - a \ll a$ entonces la autoinductancia del toroide puede ser aproximada como:

$$L = \frac{\mu_0 N^2 h (b - a)}{2\pi a}$$

- c) Calcule la energía magnética almacenada en base al campo magnético y en base a la inductancia.

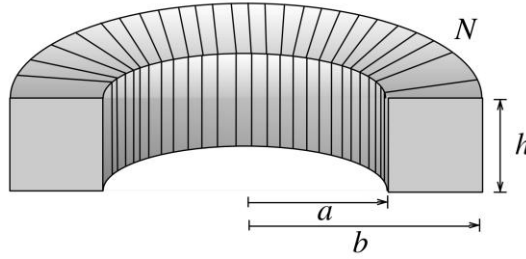


Figura 2: Corte del toroide.

P3. Considere el circuito de la Figura 3 donde se tienen una capacitancia C , una inductancia L y una resistencia R conectadas en serie. Inicialmente el condensador posee una carga total Q_0 .

- a) Calcule la carga en el condensador y la corriente en función del tiempo. Interprete su resultado.
 b) ¿Qué ocurre si no hubiese resistencia en el circuito?

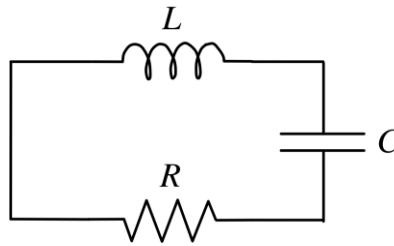


Figura 3: Circuito RLC.

P4. Considere que interruptor S del circuito mostrado en la Figura 4, ha estado abierto un tiempo muy largo. Determine las corrientes I_1 , I_2 e I_3 que se muestran en la figura, cuando:

- a) Instantáneamente una vez que el interruptor es cerrado
 b) Un largo tiempo después que el interruptor es cerrado.

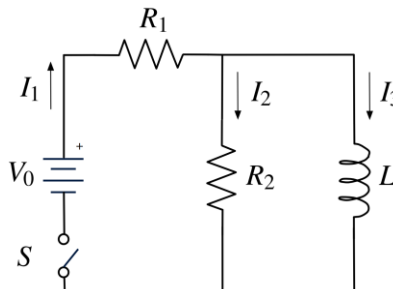


Figura 4: Circuito RL.

Resumen

- **Autoinductancia:** Si tenemos una espira por la cual circula una corriente variable en el tiempo, se genera un campo magnético también variable, que induce una fuerza electromotriz sobre la propia espira. Este es el efecto de la autoinducción.

El campo magnético debido a una corriente eléctrica, según la ley de Biot y Savart es proporcional a la intensidad de corriente que lo causa. Al ser el campo proporcional a la intensidad de corriente, también lo será su flujo

$$\Phi = \int_S \vec{B} \cdot d\vec{S} = LI$$

siendo L el denominado coeficiente de autoinducción. Este coeficiente depende exclusivamente de la geometría del circuito. Si el circuito es rígido, el coeficiente de autoinducción es constante. De esta forma

$$\varepsilon = -\frac{d\Phi_{propio}}{dt} = -L\frac{dI}{dt}$$

Si ahora el circuito se encontrase sometido a una fuerza electromotriz externa (ε_{ext}), la fem total es

$$\varepsilon = \varepsilon_{ext} - L\frac{dI}{dt}$$

por Ley de Ohm entonces, la ecuación para la corriente quedaría como

$$\varepsilon_{ext} - L\frac{dI}{dt} = IR$$

- **Autoinducción de un devanado:** Para un devanado, se define la autoinductancia como la relación entre el número de vueltas que posee N , el flujo magnético enlazado que produce Φ y la intensidad de corriente eléctrica que lleva I :

$$L = \frac{N\Phi}{I}$$

- **Energía magnética:** La energía que un sistema almacena en forma de campo magnético estará dada por la expresión

$$U = \frac{1}{2\mu_0} \int_{\text{Todo el espacio}} |\vec{B}|^2 dV$$

De forma equivalente, si se tiene un devanado donde conocen la corriente I , el flujo Φ y la inductancia L , se tendrá:

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

Así como en electrostática existía la capacitancia como medida de la capacidad para almacenar energía en forma de campo eléctrico para oponerse a los cambios de potencial,

ahora se tienen las inductancias como medida de la capacidad para almacenar energía en forma de campo magnético para oponerse a los cambios de corriente.