

Auxiliar 12: Cálculo de inductancias y funcionamiento de un transformador

Profesor: Matías Montesinos

Auxiliares: Fabián Álvarez & Diland Castro

Fecha: 12 de Junio de 2017

RESUMEN

Un campo magnético variable genera o induce una FEM.

Ley de Faraday - Lenz

$$\epsilon = -\frac{\partial\phi}{\partial t} \quad \text{con} \quad \phi(t) = \iint_S \vec{B}(t) \cdot d\vec{s}$$

Pasos para el cálculo de inductancias:

Lo haremos para un caso de 2 bobinas.

Para obtener la **autoinductancia de la bobina 1** (análogo para la bobina 2) los pasos son:

- Suponer que no existe la bobina 2.
- Obtener el campo magnético generado por la bobina 1.
- Calcular el flujo que provoca la bobina 1 sobre si misma.
- Ocupar la relación: $L_{11} = \frac{\Phi_{11}}{I_1}$

Luego, para obtener la **Inductancia Mutua**

- Considera el campo generado por la bobina 1
- Calcular el flujo que ésta provoca sobre la bobina 2.
- Usar que : $L_{jk} = \frac{\Phi_{jk}}{I_k}$
- La notación puede ser un poco confusa y cambia según la bibliografía, pero, se debe cumplir que el flujo sea el generado por la corriente en que es dividido. El índice j denota el circuito sobre el cual se calcula el flujo y el índice k el que lo produce.

Importante, notar que se cumple:

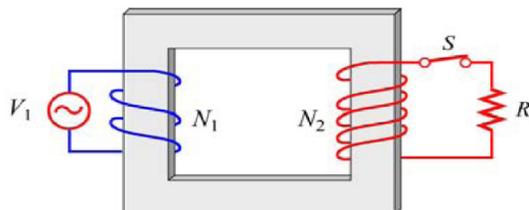
$$L_{jk} = L_{kj}$$

El transformador:

Un transformador es un dispositivo utilizado para aumentar o disminuir el voltaje AC en un circuito. Una típica configuración consiste de 2 bobinas, (primaria y secundaria), enrolladas en un núcleo de hierro, como se muestra en la figura.

Si i_1 es la corriente que pasa por la bobina 1 e i_2 , la bobina que circula por la bobina 2. Se tiene la siguiente relación que es útil para calcular los campos magnéticos generados por cada bobina.

$$I_{k\text{enlazada}} = i_k \cdot N_k$$



Por otro lado, en un transformador ideal, la pérdida de potencia debida al efecto Joule se puede despreciar, de manera que la potencia administrada a la bobina primaria es transferida completamente a la secundaria.

$$I_1 V_1 = I_2 V_2$$

También estamos suponiendo que no hay flujo magnético que escape afuera del núcleo de hierro. Combinando esto obtenemos:

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{N_2}{N_1} \quad \& \quad \frac{I_2}{I_1} = \frac{N_1}{N_2}$$

Auxiliar 12: Cálculo de inductancias y funcionamiento de un transformador

Profesor: Matías Montesinos

Auxiliares: Fabián Álvarez & Diland Castro

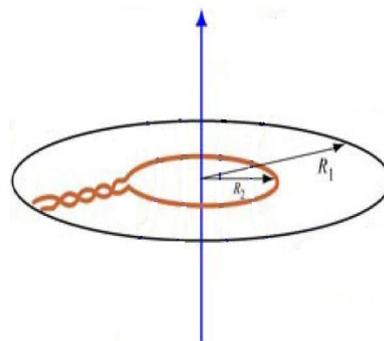
Fecha: 12 de Junio de 2017

P1. [Inductancias]

Si se sabe que el campo magnético producido por una espira circular (anillo) de radio R , que transporta una corriente I , a una distancia z de su centro, en el eje de simetría está dado por:

$$\vec{B}(z) = \frac{\mu_0 I}{2} \frac{R^2}{(R^2 + z^2)^{\frac{3}{2}}} \hat{k}$$

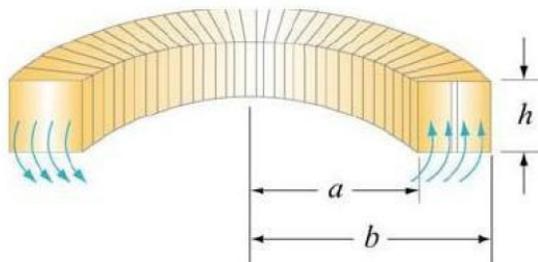
Encuentre la inductancia mutua entre dos espiras circulares concéntricas de radios R_1 y R_2 , con $R_2 \ll R_1$ como se muestra en la figura.



P2. [Energía de un Solenoide]

A usted como alumno del curso de Electromagnetismo de la sección 5 dictado en la FCFM, le presentan un toroide de N vueltas y de sección rectangular, altura h , radio interior a y radio exterior b , según se muestra en la figura.

- Un equipo que confía en sus conocimientos le pide calcular la autoinductancia de la configuración.
- A uno de los especialistas le causa cuidado que pasará con el valor de la autoinductancia cuando se tenga que $a \gg b - a$, por lo que le piden obtener una nueva expresión de la autoinductancia considerando esta nueva condición.
- Por último, calcule la energía almacenada en el toroide en función de los parámetros conocidos (a, b, h, I, N, μ_0).



Hint: $U = \frac{1}{2}LI^2$

P3. [Transformador]

Se tiene un transformador toroidal formado por dos bobinas de N_1 y N_2 vueltas respectivamente, estas bobinas se encuentran dispuestas como aparece en la figura.

La bobina del lado izquierdo tiene conectada una fuente de corriente que impone una corriente alterna $i_1 = I_0 \cdot \sin(\omega t)$, mientras que por la bobina del lado derecho circula una corriente i_2 y se encuentra conectada una resistencia R .

Si el núcleo del transformador tiene permeabilidad μ y es de sección rectangular con radio interno a , externo b y altura h .

- (a) Calcule las autoinductancias L_1 y L_2
- (b) Obtenga una expresión para la inductancia mutua M

