

FI2002-2 Electromagnetismo

Profesor: Claudio Arenas

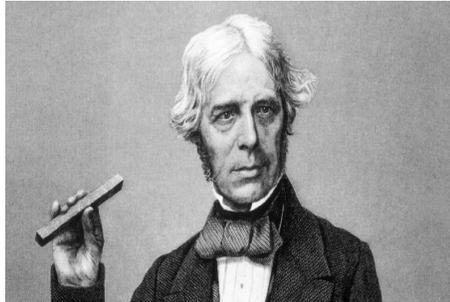
Auxiliares: Álvaro Flores & Tomás Vatel

Ayudante: Vicente Torelli



Auxiliar #18: Inducción electromagnética vol 2

Martes 14 de Noviembre de 2023

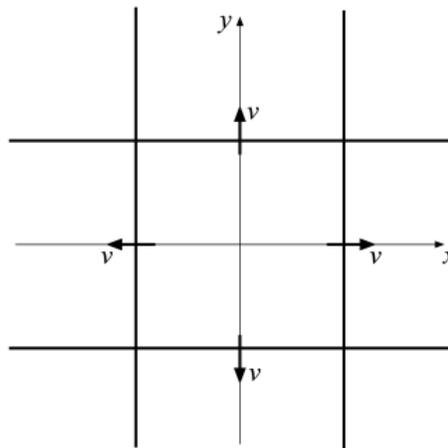


(a) Michael Faraday

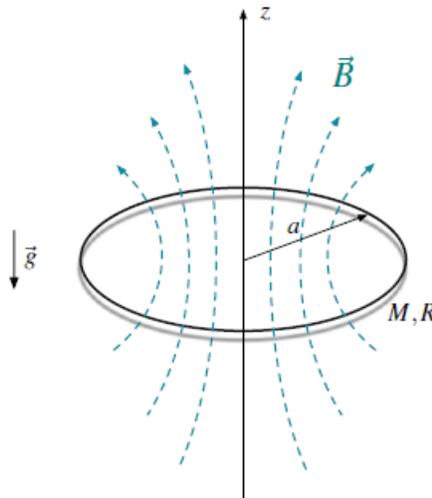


(b) Heinrich Lenz

- P1.** Cuatro alambres conductores rectos, paralelos a los ejes de coordenadas y ubicados en el plano xy , se mueven con velocidades constantes v , partiendo del origen, como se muestra en la figura. La resistencia por unidad de largo de cada alambre es r (Ω/l). Si existe un campo magnético dado por $\vec{B}(t) = B_0 \cos(\omega t)\hat{z}$, encuentre la intensidad de corriente e le circuito para cualquier instante t . Desprecie los efectos de las auto-inductancias (esto se verá más adelante guiño guiño).

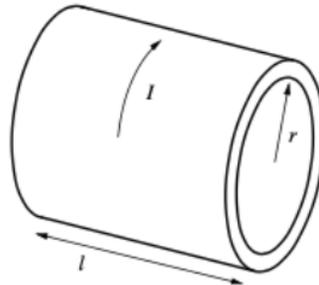


- P2.** Una espira circular de radio a , con masa M y de resistencia R se deja caer desde $z = 0$ con su eje de simetría vertical en una zona donde el campo magnético es axialmente simétrico alrededor del eje z y cuya componente vertical es $B_z = Cz$. El eje de la espira coincide con el eje de simetría del campo magnético.



- ¿En qué dirección y sentido fluye la corriente inducida en la espira mientras cae bajo acción de la fuerza de gravedad?
 - Calcule el campo magnético externo en todo el espacio, es decir, sin considerar el aporte de la corriente inducida.
 - 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 en dirección axial y radial del campo magnético externo.
 - Encuentre la velocidad de la espira luego de que ha estado cayendo por un tiempo largo.
Ver video <https://www.youtube.com/watch?v=163W-RiAUSM>
- P3.** Considere un cascarón cilíndrico de largo l , de radio r y espesor d , donde $l \gg r \gg d$, hecho de un material conductor con resistividad ρ . Una corriente neta dependiente del tiempo $I(t)$ fluye en dirección tangencial por la superficie del cascaron tal como muestra la figura. Suponga que la corriente está uniformemente distribuida a lo largo del cilindro y que no genera campo magnético afuera del cilindro.
- Determine el campo magnético \vec{B} en el interior del cilindro en términos de las constantes del problema y de la corriente $I(t)$.
 - Encuentre la fem inducida a lo largo de la circunferencia del cilindro en términos de las constantes del problema y de la derivada de la corriente $\frac{dI(t)}{dt}$.

- c) Si la corriente en $t = 0$ es I_0 , determine la corriente $I(t)$ en términos de las constantes del problema.



Resumen

Ley de Faraday-Lenz

La ley de Faraday indica que un campo magnético variable en el tiempo $\vec{B}(t)$ inducirá un campo eléctrico variable en el tiempo $\vec{E}(t)$ sobre una espira. Esto significa que se induce una diferencia de potencial o fuerza electromotriz (fem) sobre esta espira. Por otro lado, la ley de Lenz indica el sentido de la fem inducida sobre esta espira, y esta es tal que la corriente que se induce en la espira es en un sentido tal que el campo magnético que este genera $\vec{B}_{ind}(t)$ es tal que contrarresta al **cambio** del campo magnético externo que induce dicha corriente (acción-reacción). A la naturaleza no les gustan los cambios de los campos. Un videoito resumen https://www.youtube.com/watch?v=PczKibt-d_c.

$$\nabla \times \vec{E}(t) = -\frac{\partial \vec{B}(t)}{\partial t} \qquad \oint_{\Gamma} \vec{E}(t) \cdot d\vec{l} = -\frac{\partial}{\partial t} \iint_{\Omega} \vec{B}(t) \cdot d\vec{s} \qquad (1)$$

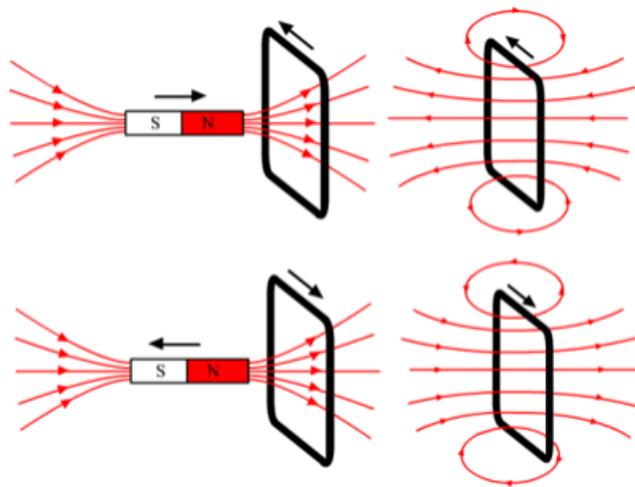


Figura 1: Ilustración del sentido de la corriente inducida según el cambio del campo magnético sobre la espira.

Estas ecuaciones son la forma diferencial e integral de la ley de Faraday-Lenz donde la segunda expresión se obtiene de integrar la primera ecuación de la izquierda sobre una superficie Ω transversal a la dirección del campo magnético y que es delimitado por una trayectoria cerrada Γ y luego se aplica el Teorema de Stokes. Este último término $\oint \vec{E} \cdot d\vec{l} = \varepsilon$ es lo que se conoce como la fuerza electromotriz (fem) y está en unidades de voltaje y el término $\iint \vec{B} \cdot d\vec{s} = \Phi$ se conoce como flujo magnético, en este sentido, la ley de Faraday-Lenz se resume en la siguiente ecuación:

$$\varepsilon = -\frac{\partial \Phi}{\partial t} \quad (2)$$

En el caso de que este campo magnético sea generado por N bobinas o espiras por las que pasa la misma corriente, el flujo magnético total es $N\Phi$, entonces la fem total inducida sobre todas estas espiras sería $N\varepsilon$ con el ε de la expresión (2).

Una idea importante para rescatar de esta nueva concepción es que ya no son solo las cargas las fuentes de campo eléctrico como se veía en electrostática, en este nuevo caso, se desprende que puede haber un campo eléctrico variable en el tiempo sin necesidad de que existan cargas libres.

- https://phet.colorado.edu/sims/html/faradays-law/latest/faradays-law_all.html?locale=es
- <https://phet.colorado.edu/sims/cheerpj/faraday/latest/faraday.html?simulation=generator&locale=es>