

ENTREGA LEY DE FARADAY -

^c Agredo, John, A00399946, ^d Tenorio, Steven A00399933,
^e Juan Felipe Restrepo Ruiz A00399484, Juan José Mejía A00399682 ^f

^c 1113152043@u.icesi.edu.co, ^d tenoristevencolab@gmail.com,
^e Juanferestreporuiz@gmail.com, ^f juanjosemejiadaza@gmail.com

Universidad Icesi, Facultad de Ingenierías y Ciencias Naturales.

Santiago de Cali, Colombia.

25/04/2024

INTRODUCCIÓN:

La ley de Faraday, formulada por el físico británico Michael Faraday en 1831, establece que un cambio en el campo magnético que atraviesa un circuito eléctrico inducirá una corriente eléctrica en ese circuito. Matemáticamente, la ley de Faraday se expresa como la fuerza electromotriz inducida (FEM) es igual al negativo de la velocidad de cambio del flujo magnético a través del circuito. Esta ley es fundamental en el estudio de la inducción electromagnética y tiene numerosas aplicaciones en la tecnología moderna, como en los generadores eléctricos, transformadores, y muchas otras áreas de la física y la ingeniería.

DESARROLLO DEL PROBLEMA:

El desarrollo matemático de la Ley de Faraday se basa en la comprensión del comportamiento dinámico de los campos magnéticos y eléctricos. Esta ley es una de las cuatro ecuaciones de Maxwell que describen los fundamentos del electromagnetismo. La Ley de Faraday establece que un cambio en el flujo magnético a través de un circuito cerrado induce una fuerza electromotriz (FEM) en el circuito. Este principio se formaliza a través de una ecuación diferencial que relaciona el tiempo y el flujo magnético.

Para entender este proceso, primero se debe definir el concepto de flujo magnético, que es una medida de la cantidad de campo magnético que atraviesa una superficie determinada. Este

flujo depende de la magnitud del campo magnético, el área de la superficie y el ángulo entre el campo y la normal a la superficie. En un contexto dinámico, cuando cualquiera de estos factores varía, se produce un cambio en el flujo magnético.

El análisis matemático considera cómo la variación temporal del flujo magnético induce una FEM. Este análisis implica tomar la derivada temporal del flujo magnético, que representa la tasa de cambio del flujo con respecto al tiempo. La Ley de Faraday introduce un factor negativo, conocido como la Ley de Lenz, que asegura que la dirección de la FEM inducida siempre se opone al cambio en el flujo magnético, cumpliendo con el principio de conservación de la energía.

Desde una perspectiva diferencial, la Ley de Faraday puede formularse utilizando el concepto de rotación, que en matemáticas vectoriales describe la tendencia de un campo vectorial a girar alrededor de un punto. En este contexto, el rotacional del campo eléctrico es proporcional a la tasa de cambio temporal del campo magnético, lo que proporciona una descripción local y detallada de cómo los campos varían en el espacio y el tiempo.

El desarrollo matemático de esta ley también implica la integración de estos conceptos a lo largo de una trayectoria cerrada, que representa el circuito donde se induce la corriente. Esta integral de línea considera todos los puntos a lo largo del circuito y cómo el campo eléctrico inducido afecta a cada punto.

En aplicaciones prácticas, estos principios matemáticos se utilizan para diseñar y analizar dispositivos que dependen de la inducción electromagnética, como transformadores y generadores. Estos dispositivos se modelan matemáticamente para predecir su comportamiento bajo diversas condiciones operativas, optimizando su eficiencia y funcionalidad.

La Ley de Faraday no solo unifica los campos eléctricos y magnéticos en una sola teoría coherente, sino que también proporciona las bases matemáticas para el desarrollo de tecnologías avanzadas en ingeniería eléctrica y electrónica. Este análisis matemático riguroso permite una comprensión profunda de cómo se pueden controlar y utilizar estos campos para generar, transmitir y aprovechar la energía eléctrica de manera efectiva.

Para profundizar en la comprensión de la Ley de Faraday, es crucial analizar sus fundamentos teóricos y sus aplicaciones prácticas en detalle.

Fundamentos teóricos:

La Ley de Faraday se formula matemáticamente como:

$$\mathcal{E} = -\frac{d\Phi_B}{dt}$$

Este principio de oposición es crucial para la conservación de la energía en los sistemas electromagnéticos.

El flujo magnético se expresa como:

$$\Phi_B = \mathbf{B} \cdot \mathbf{A} = BA \cos(\theta)$$

Un cambio en cualquiera de estos factores puede resultar en una variación del flujo magnético y, por ende, inducir una FEM en el circuito.

La Ley de Faraday también se relaciona con la Ley de Ampère-Maxwell, que describe cómo los campos magnéticos pueden ser generados por corrientes eléctricas y campos eléctricos variables. Juntas, estas leyes forman parte de las ecuaciones de Maxwell, que son fundamentales para la teoría del electromagnetismo.

La fuerza electromotriz (FEM) inducida se relaciona directamente con la tasa de cambio del flujo magnético a través de un circuito. La Ley de Faraday establece que la FEM inducida en un circuito cerrado es igual a la tasa negativa de cambio del flujo magnético con respecto al tiempo:

La Ley de Lenz proporciona la dirección de la corriente inducida y es una consecuencia de la conservación de la energía. Establece que la corriente inducida en un circuito cerrado debido a una variación en el flujo magnético producirá un campo magnético que se opondrá al cambio en el flujo magnético que la causó.

Si el flujo magnético está disminuyendo, la corriente inducida generará un campo magnético que intentará mantener el flujo magnético constante. Por otro lado, si el flujo magnético está aumentando, la corriente inducida generará un campo magnético opuesto que intentará reducir el cambio en el flujo magnético.

La Ley de Faraday puede aplicarse en diversas configuraciones prácticas, cada una de las cuales ilustran diferentes aspectos del fenómeno de la inducción electromagnética. A continuación, se describen algunas de las situaciones más comunes:

Cuando un circuito está estacionario en un campo magnético que varía con el tiempo, el flujo magnético a través del circuito cambia. Esto induce una FEM en el circuito según la Ley de Faraday. Por ejemplo, en un solenoide (una bobina de alambre), un campo magnético variable dentro del solenoide induce una corriente en la bobina.

Si un conductor se mueve a través de un campo magnético constante, el área del circuito efectivo que corta las líneas del campo magnético cambia, lo que también resulta en un cambio en el flujo magnético y, por lo tanto, induce una FEM. Este principio se utiliza en generadores

eléctricos, donde un rotor (el conductor) gira en un campo magnético estático para generar electricidad.

En motores eléctricos y generadores, los conductores rotan en campos magnéticos, induciendo corrientes según la Ley de Faraday. La rotación cambia constantemente la orientación y el área efectiva del circuito, generando una corriente alterna (CA) en los generadores.

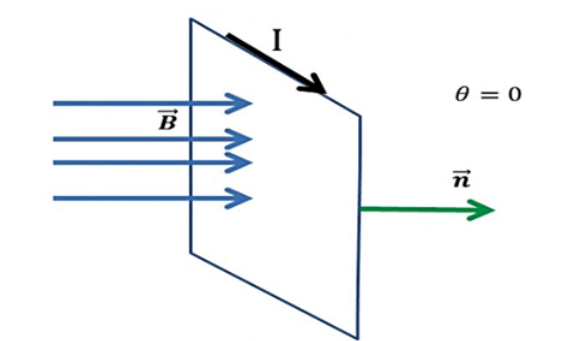
EJERCICIO DE APLICACIÓN:

Una espira cuadrada de lado $L=18\text{cm}$ tiene una resistencia de $R=2\Omega$ y está se coloca en una región donde hay un campo magnético que varía linealmente con el tiempo según la expresión $B(t)=0,625 t$.

¿Cuál es la corriente inducida en la espira mientras el campo varía?

Solución.

CASO DE APLICACIÓN: Cuando varía el campo magnético al transcurrir el tiempo, pero no varía el área y el ángulo θ . (En este caso se va a inducir corriente dentro de la espira).



\vec{B} = líneas de campo magnético.

\vec{n} = vector normal a la espira (perpendicular).

θ = ángulo que se forma entre el vector normal a la espira y las líneas de campo magnético (no cambia al transcurrir el tiempo).

$$\phi_B = B \cdot A \cdot \cos(\theta)$$

$$\phi_B = 0.625t \cdot (0.18m)^2 \cdot \cos(\theta)$$

$$\phi_B = 0.625t \cdot (0.18m)^2 \cdot \cos(0)$$

$$\phi_B = 0,02t$$

2. Calcular Fuerza Electromotriz:

Para calcular la corriente inducida :

- Implementamos la **Ley de ohm**:

$$I = \frac{\varepsilon}{R}$$

Notar que para calcular la Ley de ohm es necesario calcular la **Fuerza electromotriz** :

- Utilizamos la Ley de Faraday:

$$\varepsilon = - \frac{d\phi_B}{dt}$$

(Derivada del Flujo Magnético respecto al tiempo)

1. Calcular Flujo Magnético:

$$\varepsilon = - \frac{d\phi_B}{dt}$$

$$\varepsilon = - \frac{d(0,02t)}{dt}$$

$$\varepsilon = -0,02(t)'$$

$$\text{Derivada de } t' = 1$$

$$|\varepsilon| = -0,02(1)$$

$$|\varepsilon| = 0,02v$$

3. Calcular la corriente inducida en la espira mediante la Ley de ohm:

$$I = \frac{\varepsilon}{R}$$

$$I = \frac{0,02v}{2\Omega}$$

$$I = 0,01 A$$

INTERPRETACIONES:

Aplicación de la ley de Faraday y de Ohm: Hemos usado estas leyes para calcular la corriente inducida, confirmando que una variación del campo magnético a través de un circuito cerrado induce una corriente.

- La variación del campo magnético $B(t)=0.625t$ induce una fuerza electromotriz (fem) en la espira. Este es un ejemplo práctico de la ley de Faraday, que establece que una variación del flujo magnético a través de una espira induce una corriente en la misma.
- La corriente inducida de 0.01 A es relativamente pequeña, lo cual es consistente con el hecho de que la tasa de cambio del campo magnético (0.625 T/s) y el área de la espira (0.0324 m²) no son extremadamente grandes. Esto muestra que, en condiciones prácticas, los campos magnéticos que cambian linealmente con el tiempo pueden inducir corrientes de magnitudes moderadas.

- **CONCLUSIONES:**

Entendimiento de la Ley de Faraday: Esta ley es esencial para comprender el comportamiento dinámico de los campos magnéticos y eléctricos. Como una de las cuatro ecuaciones de Maxwell, la Ley de Faraday establece que un cambio en el flujo magnético a través de un circuito cerrado induce una fuerza electromotriz (FEM) en el circuito.

- **Flujo Magnético y FEM:** El flujo magnético es una medida de la cantidad de campo magnético que pasa a través de una superficie específica. Cuando este flujo cambia debido a variaciones en la magnitud del campo magnético, el área de la superficie o el ángulo entre el campo y la normal a la superficie, se induce una FEM en el circuito.
- **Ley de Lenz:** Esta ley, que es un aspecto de la Ley de Faraday, asegura que la dirección de la FEM inducida siempre se opone al cambio en el flujo magnético. Esto es crucial para la conservación de la energía.
- **Aplicaciones Prácticas:** Los principios matemáticos de la Ley de Faraday se utilizan en el diseño y análisis de dispositivos que dependen de la inducción electromagnética, como transformadores y generadores. Estos dispositivos se modelan matemáticamente para predecir su comportamiento bajo diversas condiciones operativas, optimizando su eficiencia y funcionalidad.
- **Unificación de Campos Eléctricos y Magnéticos:** La Ley de Faraday no solo unifica los campos eléctricos y magnéticos en una sola teoría coherente, sino que también proporciona las bases matemáticas para el desarrollo de tecnologías avanzadas en ingeniería eléctrica y electrónica.
- **Ejercicio de Aplicación:** El ejercicio de aplicación demuestra cómo se puede utilizar la Ley de Faraday para calcular la corriente inducida en una espira cuadrada en presencia de un campo magnético que varía con el tiempo. La solución del ejercicio muestra que una corriente de 0.01 A es inducida en la espira, lo cual es consistente

con el hecho de que la tasa de cambio del campo magnético y el

área de la espira no son extremadamente grandes.

Bibliografías:

Sitios web:

- Leskow, E. C. (2021, 15 julio). *Ley de Faraday - Concepto, historia, fórmula y ejemplos*. Concepto. <https://concepto.de/ley-de-faraday/>
- ifeder. (2021, 30 noviembre). *Inducción electromagnética*. Lifeder. <https://www.lifeder.com/induccion-electromagnetica/>
- Matan. (2023, 21 septiembre). *¿Qué es la inducción electromagnética?* Electricity - Magnetism. <https://www.electricity-magnetism.org/es/que-es-la-induccion-electromagnetica/>
- Matan. (2024, 21 marzo). *Ecuaciones de Maxwell | Guía básica*. Electricity - Magnetism. <https://www.electricity-magnetism.org/es/ecuaciones-de-maxwell-guia-basica/>
-

Video de YouTube:

- espiral ciencias. (2019, 27 agosto). *clase 25 -Induccion electromagnetica-Ley de Faraday-Casos donde se aplica* [Vídeo]. YouTube. Recuperado de: <https://www.youtube.com/watch?v=x04af8d4hJg>

Libro:

- [1] Serway, R. A., & Jewett, J. W. (2018). *Física para Ciencias e Ingeniería (Vol. 2) (7th ed.)*. Cengage Learning.

Artículo:

- *¿Qué es la ley de Faraday? (artículo)* | Khan Academy. (s. f.). Khan Academy. <https://es.khanacademy.org/science/physics/magnetic-forces-and-magnetic-fields/magnetic-flux-faradays-law/a/what-is-faradays-law>