

Hector Alejandro Giraldo
Cristian Lopez
Aura Torres
Juan Sebastian Botero

FEM en movimiento

Introducción

La fuerza electromotriz (fem) de movimiento es un fenómeno fundamental en el campo de la electromagnetismo, siendo crucial para la generación de electricidad y el funcionamiento de diversos dispositivos eléctricos. Este fenómeno se observa cuando un conductor se desplaza a través de un campo magnético, induciendo una diferencia de potencial a lo largo del conductor. Este documento explora los principios subyacentes de la fem de movimiento, su importancia, desarrollo teórico y experimental, implicaciones prácticas y conclusiones derivadas.

Desarrollo del problema

La fuerza electromotriz (fem) de movimiento se basa en el principio de la inducción electromagnética, específicamente en el contexto de un conductor que se mueve dentro de un campo magnético. Este fenómeno puede entenderse mediante la combinación de la Ley de Faraday y la Ley de Lorentz.

Cuando un conductor (por ejemplo, un alambre) se mueve a través de un campo magnético, las cargas dentro del conductor experimentan una fuerza debido al campo magnético. Esta fuerza causa que las cargas se desplacen, lo que genera una diferencia de potencial (fem) a lo largo del conductor. Esta fem inducida se debe al movimiento relativo entre el conductor y el campo magnético.

Ley de Lorentz:

La Ley de Lorentz describe la fuerza ejercida sobre una carga q que se mueve con una velocidad v en un campo magnético B :

$$F = q(v * B)$$

Esta fuerza es perpendicular tanto a la velocidad de la carga como al campo magnético.

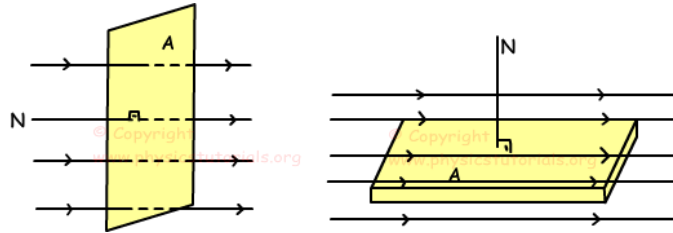
¿Que es la ley de faraday?

Antes de explicar la ley de faraday tenemos que tener en cuenta lo siguiente.

Inducción electromagnética: La inducción electromagnética consiste en inducir corriente eléctrica en un circuito a partir de una variación de flujo magnético.

En realidad la variación de flujo magnético induce una diferencia de potencial o FEM (fuerza electromotriz) lo cual hace que circule corriente eléctrica en el circuito.

Flujo magnético: EL flujo magnético ϕ_B , es el número de líneas de campo magnético que atraviesan una superficie de área **A**



$$\int d\phi_B = \int \vec{B} \cdot d\vec{A}$$

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

A= área de la superficie

B= campo magnético

Θ= ángulo que forman los vectores \vec{A} y \vec{B}

Casos de inducción electromagnética:

Caso 1: cambia el campo magnético al transcurrir el tiempo pero no cambia el ángulo Θ y el área superficial.

Caso 2: cambia el área superficial al transcurrir el tiempo pero el campo magnético y el ángulo Θ no cambian.

Caso 3: cambia el ángulo Θ pero el campo magnético y el área superficial no cambian.

Ahora, según la ley de Faraday la FEM es directamente proporcional a la rapidez de cambio con respecto al tiempo del flujo magnético a través de la espira.

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

ϕ_B = flujo magnético (weber)

ε = fuerza electromotriz (v)

t = tiempo

* El signo negativo de esta fórmula indica que el sentido de la corriente inducida va en contra de la variación del flujo magnético.

¿Cómo se calcula la corriente eléctrica inducida?

Por la ley de Ohm, que nos dice que la intensidad de corriente que atraviesa un circuito es directamente proporcional al voltaje o tensión del mismo e inversamente proporcional a la resistencia.

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

I= intensidad de corriente (A)

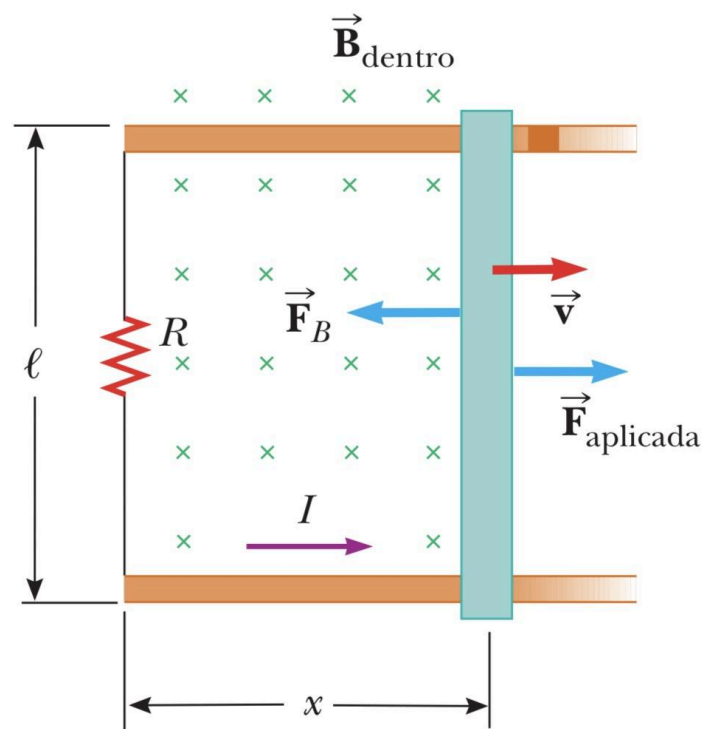
ε = fuerza electromotriz inducida(v)

R= resistencia eléctrica (Ω)

Es importante decir que la dirección del flujo de esta, depende de la variación del flujo magnético. Cuando el flujo aumenta

Ejercicio

Abordaremos el caso #2 donde el fem de movimiento cambia el área superficial al transcurrir el tiempo pero el campo magnético y el ángulo Θ no cambian.



Considere que una varilla conductora se desliza sin rozamiento a lo largo de dos alambres conductores paralelos,

separados una distancia de $l = 5\text{Cm}$, que cierran un circuito a través de una resistencia de $R=15\Omega$. Este circuito se encuentra inmerso en un campo magnético uniforme, tal y como se muestra en la figura adjunta.

Inicialmente la varilla se encuentra a una distancia $d=10\text{Cm}$ de la resistencia.

Calcular para el instante $t=2\text{s}$ la corriente que circula por ella en el siguientes caso

a) El campo magnético es constante e igual a 20mT y la varilla se desplaza hacia la derecha con una velocidad de 4m/s .

Datos:

$$l = 5\text{cm} = 0,05\text{m}$$

$$d = 10\text{ cm} = 0,01\text{m}$$

$$B = 20 \times 10^{-3}\text{ T}$$

$$t = 0,2\text{s}$$

$$R = 15\ \Omega$$

$$V = 4\text{m/s}$$

$$I = ?$$

Sabemos por la ley de ohm que:

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

I = intensidad de corriente (A)

ε = fuerza electromotriz inducida(v)

R = resistencia eléctrica (Ω)

Así que necesitamos hallar ε , y esto lo haremos mediante la ley de faraday

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

En donde

$$\phi_B = BA \cos(\theta)$$

Así que comenzamos calculando el flujo magnético:

$$\Phi_B = BA \cos(0)$$

$$A = (0,01 + x) \cdot 0,05$$

$$A = 5 \cdot 10^{-4} + 0,05x$$

$$\Phi_B = 20x10^{-3} T \cdot (5 \cdot 10^{-4} + 0,05x)$$

$$\Phi_B = 10^{-5} + 10^{-5} x$$

Ahora bien , teniendo la expresión del flujo electromagnético podremos calcular la fuerza electromotriz

$$\varepsilon = - \frac{d(10^{-5} + 10^{-5}x)}{dt}$$

$$\varepsilon = - \frac{d(10^{-5})}{dt} - 10^{-5} \frac{dx}{dt}$$

$$\text{Recordemos que } \frac{dx}{dt} = v$$

$$\varepsilon = -10^{-5} v$$

Sabemos que $v = 4m/s$, entonces:

$$\varepsilon = -10^{-5} \cdot 4m/s$$

$$\varepsilon = -4 \cdot 10^{-5} v$$

Conociendo la fuerza electromotriz, podremos calcular según la ley de ohm la corriente inducida

$$|\varepsilon| = 4 \cdot 10^{-5} v \quad I = \frac{\varepsilon}{R}$$

$$I = \frac{4 \cdot 10^{-5} v}{15 \Omega}$$

$$I = 2,67 \cdot 10^{-6} A$$

Conclusión

El estudio de la fuerza electromotriz (fem) de movimiento ha validado los principios de la Ley de Faraday y la Ley de Lorentz, mostrando que la fem inducida es proporcional a la velocidad del conductor y la intensidad del campo magnético. Experimentalmente, se ha demostrado que una varilla en un campo magnético de 20 mT moviéndose a 4 m/s genera una fem de 4×10^{-5} V, lo que confirma la relación teórica entre estas variables.

El análisis práctico, utilizando una resistencia de 15Ω , mostró que la corriente inducida es $2,67 \times 10^{-6}$ A, según la Ley de Ohm. Este ejemplo destaca cómo la resistencia del circuito y el movimiento del conductor influyen en la magnitud de la corriente. Además, se resalta la aplicación de estos principios en la optimización de dispositivos electromagnéticos, demostrando la importancia de calcular con precisión la fem y la corriente para mejorar la eficiencia de los sistemas eléctricos.

En resumen, la fem en movimiento es crucial para la generación de electricidad y tiene aplicaciones prácticas en el diseño de generadores y motores eléctricos. Comprender cómo la velocidad del conductor, la intensidad del campo magnético y la resistencia afectan la fem y la corriente inducida es esencial para mejorar la eficiencia de los sistemas electromagnéticos. Este estudio resalta la importancia de la inducción electromagnética en la optimización de tecnologías eléctricas.