

Electrotécnia

1 2 3 4 5 6 7 8 apéndice índice ejercicios

4 Electromagnetismo.

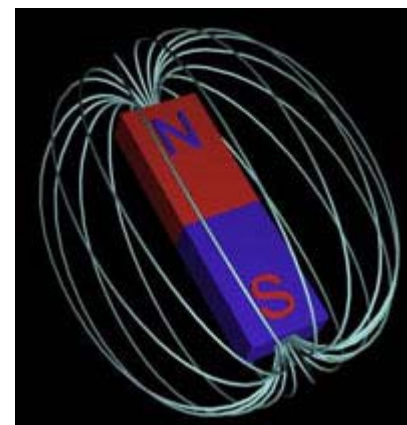
1. *Introducción*
2. *Fuerza magnetomotriz e intensidad de campo magnético*
3. *Campo magnético creado por un conductor recorrido por una corriente eléctrica*
4. *Campo magnético creado por una espira recorrida por una corriente eléctrica*
5. *Campo creado por una bobina por la que circula una corriente eléctrica*
6. *Fuerza ejercida sobre un conductor*
7. *Fuerza electromotriz sobre un conductor*
8. *Ley de Faraday*
9. *Ley de Lenz*

Resumen

1 Introducción

Existen elementos, los imanes, que tienen la propiedad de atraer a ciertos metales (concretamente al hierro, al cobalto y al níquel). Sabemos, además, que cuando se acercan dos imanes pueden atraerse o repelerse según el extremo de los mismos que acerquemos, esos extremos se llaman polos (norte o sur según hacia donde se oriente el imán al moverse libremente) y todo imán tiene los dos.

Estos fenómenos de atracción o repulsión se conocen con el nombre de magnetismo. Y la zona del espacio donde se manifiesta este fenómeno se llama campo magnético. Gráficamente se representa mediante un conjunto de líneas de fuerza cerradas que salen del polo norte y llegan al polo sur por el exterior del imán.



Curiosidad

A mayor número de líneas de fuerza por unidad de superficie, mayor es la **inducción magnética o densidad de campo**, que se define como **la cantidad de líneas de fuerza por unidad de superficie perpendicular a las mismas**. Matemáticamente la inducción magnética se representa como un vector \vec{B} tangente a las líneas de fuerza de magnitud proporcional al número de líneas que atraviesan la unidad de superficie. Se mide en Tesla [T] o, más habitualmente en Gauss [G], siendo $1\text{T}=10^4\text{G}$.

La inducción magnética en un punto del espacio es directamente proporcional a la intensidad que circula por el conductor y a la permeabilidad magnética del medio en el que se encuentre, e inversamente proporcional a la distancia entre el punto y el conductor.

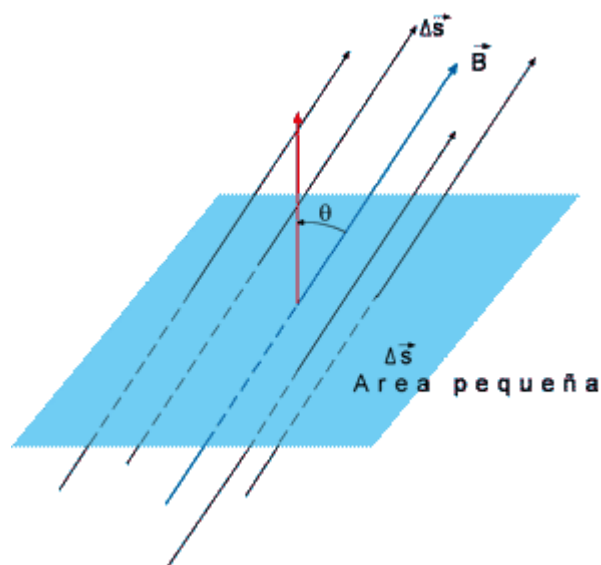
$$B = \mu \frac{I}{2 \cdot \pi \cdot r}$$

El flujo magnético ϕ a través de una superficie es el número total de líneas de fuerza que atraviesan esa superficie. En términos matemáticos, se expresa como:

$$\phi = B \cdot S \cdot \cos \alpha$$

siendo α el ángulo que forman las líneas de fuerza (el vector \vec{B}) con la perpendicular a la superficie.

Como se puede observar, el flujo depende del área S de la superficie atravesada y varía con la orientación de la superficie respecto al campo B , si son paralelos ($\alpha = 90^\circ$), el flujo es nulo y si son perpendiculares es máximo ($\alpha = 0^\circ$).



El flujo representa la cantidad de campo magnético que atraviesa una superficie determinada y se mide en weber (Wb).

2 Fuerza magnetomotriz e intensidad de campo magnético

La fuerza magnetomotriz es la capacidad que presenta una bobina de generar líneas de fuerza. Es directamente proporcional a la intensidad que circula por la bobina y al número de vueltas que tenga.

$$\mathfrak{F} = N \cdot I$$

Se mide en Amperio-vuelta [A-v].

Cuanto mayor sea el campo eléctrico que se quiere generar, mayor será el número de espiras que debe tener la bobina que lo crea o mayor la intensidad que se debe hacer pasar por ella.

La intensidad del campo o excitación magnética que provoca la bobina es directamente proporcional la fuerza magnetomotriz e inversamente proporcional a la longitud de la bobina.

$$H = \frac{N \cdot I}{L}$$

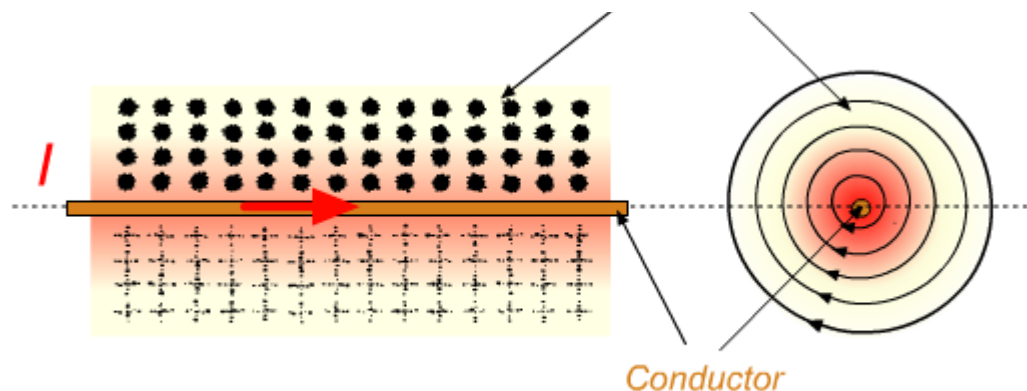
Se mide en Amperios/metro [A/m]. Es igual a la densidad de campo dividida por la permeabilidad magnética del medio.

$$H = \frac{B}{\mu}$$

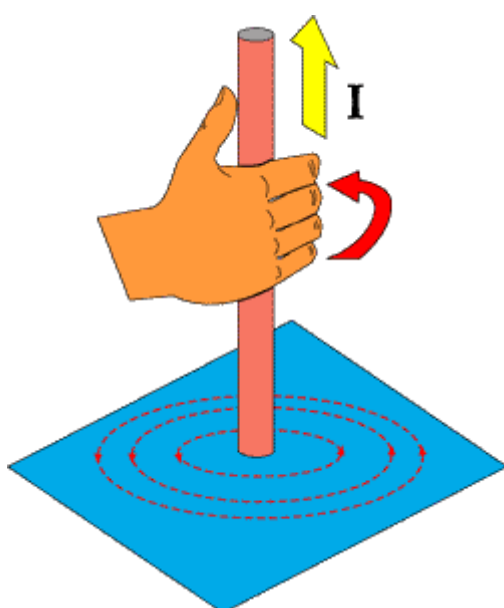
3 Campo magnético creado por un conductor recorrido por una corriente eléctrica

Cuando circula una intensidad por un conductor rectilíneo se produce un campo magnético a su alrededor. Las líneas de campo son circulares y se distribuyen en planos perpendiculares al conductor.

*Líneas de
campo magnético*



El valor de la densidad de campo generada en un conductor recto es directamente proporcional a la intensidad que circula e inversamente proporcional a la distancia al conductor.



$$B = \mu \frac{I}{2 \cdot \pi \cdot r}$$

El sentido en que giran las líneas de campo se determina por la ley de la mano derecha: si se agarra el conductor con la mano derecha y el pulgar en el sentido de la corriente, el resto de los dedos marca el sentido de las líneas de campo. También se puede aplicar la regla del sacacorchos, según la cual las líneas de campo girarían el mismo sentido que un sacacorchos que avance con la corriente.

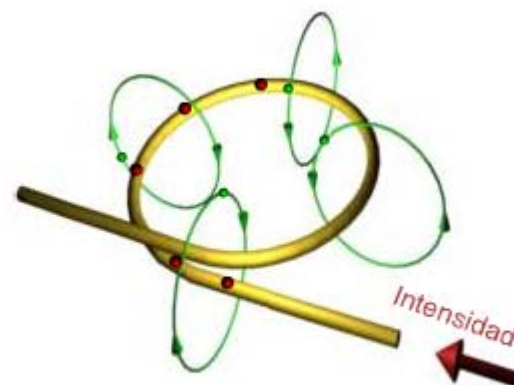


Curiosidad

4 Campo magnético creado por una espira recorrida por una corriente eléctrica



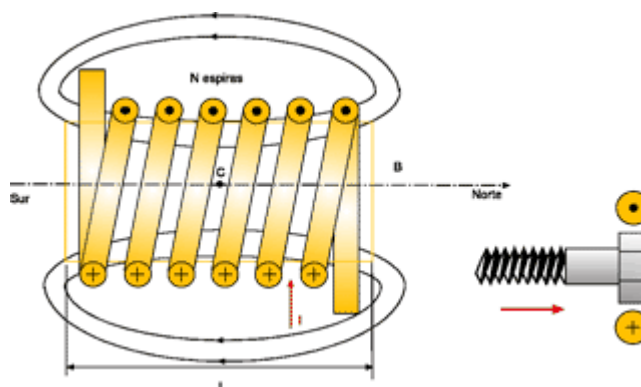
Un conductor recto produce un campo muy débil pues las líneas se dispersan. Cuando se quiere crear un campo más intenso se curva el conductor formando espiras de forma que las líneas de fuerza de los distintos tramos del conductor suman sus efectos formando un campo mucho más intenso en el interior de la espira.



5 Campo creado por una bobina por la que circula una corriente eléctrica

Si unimos varias espiras formando una bobina, las líneas de campo producidas por cada una de las espiras sumarán sus efectos, concentrándose el campo en el eje de la bobina, donde es máximo.

Para determinar el sentido de las líneas de fuerza del campo podemos aplicar de nuevo la regla de la mano derecha o la del sacacorchos, sólo que en este caso, el pulgar indica el sentido del campo cuando se coloca el resto de los dedos siguiendo el sentido de la corriente eléctrica al recorrer la bobina. En el caso del sacacorchos, la corriente marca el giro del sacacorchos y su avance el sentido del campo.



En los extremos de la bobina se crean los dos polos, siendo el norte por donde salen las líneas de fuerza, o sea aquel al que apunte el pulgar, y el sur al que lleguen.

$$B = \mu \frac{N \cdot I}{L}$$

De la ecuación anterior se deduce que la inducción producida en una bobina depende de tres factores:

- El número de amperio-vueltas ($N \cdot I$).
- El material existente en el interior de la bobina, concretamente de su **permeabilidad magnética**. En el aire y en el vacío vale:

$$\mu = 4\pi \cdot 10^{-7} \quad \left[\frac{T \cdot m}{A} \right]$$

- La longitud de la bobina (L).

6 Fuerza ejercida sobre un conductor

Un conductor recorrido por una corriente experimenta una fuerza al ser sometido a un campo magnético perpendicular al conductor. La fuerza a la que está expuesto el conductor, vale:

$$F = B \cdot I \cdot L$$

L : longitud [m]

B : campo magnético [T]

I : Intensidad [A]

El sentido de la fuerza se determina mediante la regla de la mano izquierda: con la palma de la mano izquierda perpendicular a las líneas de campo y los dedos apuntando en el sentido de la corriente eléctrica, la fuerza de desplazamiento del conductor será la dada por el pulgar.

En este fenómeno se basan los motores eléctricos; se hace circular una corriente eléctrica por un conductor atravesado por el campo magnético generado por una bobina fija llamada estator, la fuerza ejercida sobre el conductor provoca un movimiento de rotación sobre la parte móvil del motor llamada rotor.

7 Fuerza electromotriz sobre un conductor

Al mover un conductor perpendicularmente a un campo magnético B con una velocidad v , se induce sobre el mismo una fem de valor

$$e = B \cdot L \cdot v$$

L: longitud [m]

B: campo magnético [T]

v: velocidad de desplazamiento [m/s]

El sentido de la fem inducida se determina mediante la regla de la mano derecha: con la palma de la mano derecha perpendicular a las líneas de campo y el pulgar apuntando en el sentido de la velocidad, la fem inducida en el conductor tendrá la dirección y sentido de los dedos.

En este fenómeno se basan los generadores eléctricos; se hace girar una bobina dentro de un campo magnético, produciendo una fuerza electromotriz sobre el conductor que se aprovecha para alimentar a un circuito.

8 Ley de Faraday



Según la ley de Faraday, **la fem que se genera en una bobina sometida a un flujo variable es proporcional al número de espiras del arrollamiento y a la velocidad de variación del flujo que lo atraviesa.** Es decir:

$$e = -N \frac{d\phi(t)}{dt}$$

Donde N es el número de espiras de la bobina y la derivada es la variación del flujo magnético en el tiempo, o sea, la velocidad a la que cambia el flujo.

De esto se deduce que si el flujo es constante y la bobina permanece fija, no existirá fem inducida (pues la derivada sería cero), sin embargo tanto si el flujo es variable y la bobina permanece fija como si la bobina se mueve dentro de un flujo constante (en este caso la bobina "verá" un flujo variable), se producirá una fem en la bobina.

Por eso un transformador no funciona en corriente continua pues produce un flujo constante y los conductores están fijos (de ahí la definición del transformador como máquina eléctrica estática).



Aprender más:

SOBRE LA LEY DE FARADAY

9 Ley de Lenz



El sentido de una fuerza contraelectromotriz o inducida es tal que se opone a la causa que lo produce.

Hemos visto que al someter una bobina a un flujo variable se genera en ella una fem. Si hacemos pasar una corriente alterna por una bobina se crea un campo magnético a su alrededor que al atravesar a la bobina produce una fem sobre la misma bobina. Esa fem producida por la misma bobina recibe el nombre de fuerza contraelectromotriz o de autoinducción y tiene sentido contrario al de la fuerza electromotriz que genera el flujo en la bobina.

Dependiendo de la causa que produce la fem podemos distinguir dos casos:

- Si se trata de un conductor en movimiento dentro de un campo magnético, se crea una fem inducida de sentido tal que provoque una fuerza magnética de sentido contrario al movimiento, es decir, la fuerza contraelectromotriz tiene sentido contrario a la fem que produce la corriente del conductor.
- Si se trata de la fem provocada por un campo variable que atraviesa una espira, la fuerza contraelectromotriz tiene un sentido tal que la corriente que produce crea un campo magnético opuesto al que atraviesa la bobina.



Aprender más:

SOBRE LA LEY DE LENZ

Este fenómeno es semejante a la inercia: una masa quieta tiende a no moverse y una masa en movimiento tiende a no pararse.

Resumen

- **Inducción magnética** o **densidad de campo** es la cantidad de líneas de fuerza por unidad de superficie perpendicular a las mismas
- El **flujo magnético** ϕ a través de una superficie es el número total de líneas de fuerza que atraviesan esa superficie
- El flujo representa la cantidad de campo magnético que atraviesa una superficie determinada y se mide en weber (Wb)
- La **fuerza magnetomotriz** es la capacidad que presenta una bobina de generar líneas de fuerza. Es directamente proporcional a la intensidad que circula por la bobina y al número de vueltas que tenga. Se mide en Amperio-vuelta [A-v]
- La **intensidad del campo** o **excitación magnética** que provoca la bobina es directamente proporcional la fuerza magnetomotriz e inversamente proporcional a la longitud de la bobina
- Cuando circula una intensidad por un conductor rectilíneo se produce un campo magnético a su alrededor. Las líneas de campo son circulares y se distribuyen en planos perpendiculares al conductor. El sentido en que giran las líneas de campo se determina por la ley de la mano derecha
- Un conductor recorrido por una corriente experimenta una fuerza al ser sometido a un campo magnético perpendicular al conductor
- Al mover un conductor perpendicularmente a un campo magnético B con una velocidad v , se induce sobre el mismo una fem
- Según la ley de Faraday, la fem que se genera en una bobina sometida a un flujo variable es proporcional al número de espiras del arrollamiento y a la velocidad de variación del flujo que lo atraviesa
- Según la ley de Lenz, el sentido de una fuerza contraelectromotriz o inducida es tal que se opone a la causa que lo produce

