



INDUCCIÓN ELECTROMAGNÉTICA

El fenómeno de inducción electromagnética lo descubrió el físico británico Michael Faraday en el verano de 1831. Consiste en lo siguiente:

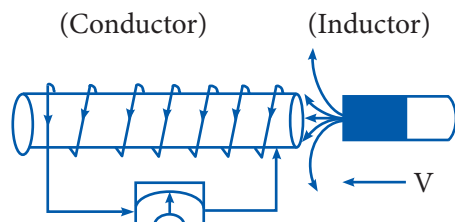
En cualquier contorno conductor cerrado, al variar el flujo de inducción magnética a través de la superficie limitada por este contorno, se crea una corriente eléctrica. Esta corriente se denomina corriente inducida.

Experimento de Faraday

Este experimento se basa en hacer pasar un imán de propiedades magnéticas muy intensas a través de una bobina la cual se encuentra conectada a un galvanómetro, el cual permite la medida de la corriente. Al imán que genera el campo se denomina inductor y a la bobina en la cual se establece la corriente el inducido.

Después de muchos experimentos Faraday llegó a las siguientes conclusiones.

1. Se genera una corriente inducida siempre y cuando exista un movimiento relativo entre el inductor e inducido.
2. El sentido de la corriente inducida depende del polo magnético que se acerque o se aleje del inducido, invirtiéndose el sentido de la corriente al invertirse el sentido del movimiento relativo. En particular al acercar un polo norte es equivalente a alejar un polo sur.
3. A mayor velocidad relativa le corresponde una corriente inducida de mayor intensidad.



Conclusión general

Existe una corriente inducida y una fuerza electromotriz inducida si varía el número de líneas de inducción magnética del inducido.

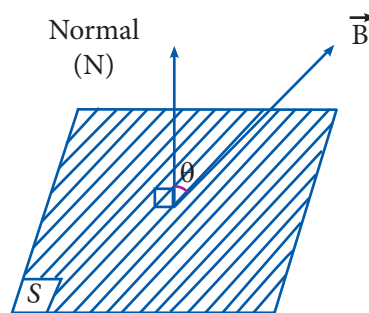
Flujo magnético

Es una magnitud escalar la cual determina el número de líneas de fuerza del campo magnético que atraviesan (líneas de inducción) de una superficie dada.

El flujo magnético a través de una superficie se obtiene multiplicando la componente de campo magnético perpendicular a la superficie con el área de dicha superficie.

Observación

1. La normal se traza a una sola de las caras de la superficie.
2. El flujo magnético puede ser positivo o negativo dependiendo del ángulo formado entre la normal y la dirección del campo magnético.
3. Debido a que las líneas de fuerza del campo magnético son líneas cerradas se tiene que el flujo magnético a través de cualquier superficie cerrada es igual a cero.



$$\phi = B \cdot A \cdot \cos\theta$$

$$\phi = B_N \cdot A$$

Donde:

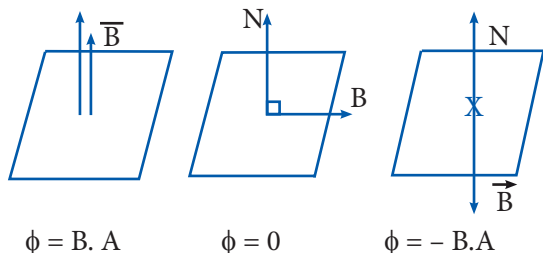
$$B_N = B \cdot \cos\theta$$

Es la componente del campo perpendicular a la superficie (en la dirección de la normal).

Unidad:

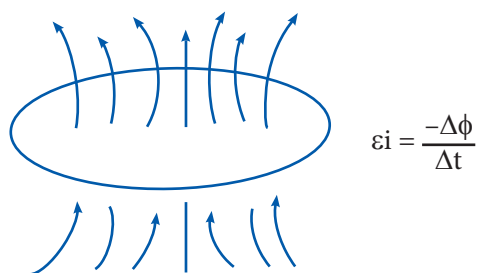
weber (Wb) = T.m²
 maxwell (Mx) = Gs.cm²
 → 1 Wb = 10⁸ Mx

► Casos particulares



Ley de Faraday-Henry

La fuerza electromotriz inducida en un circuito es proporcional a la rapidez con la cual varía el flujo magnético a través de dicho circuito.



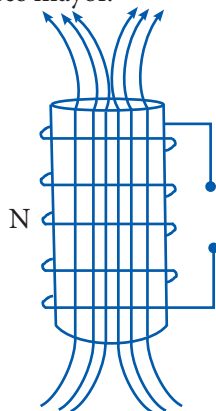
Unidad:

$$\frac{\text{weber}}{\text{segundo}}$$

Voltio:

$$\Delta\phi \rightarrow \epsilon_i$$

► Si el circuito está formado por N espiras el efecto se hace N veces mayor.



$$\epsilon_i = -N \frac{\Delta\phi}{\Delta t}$$

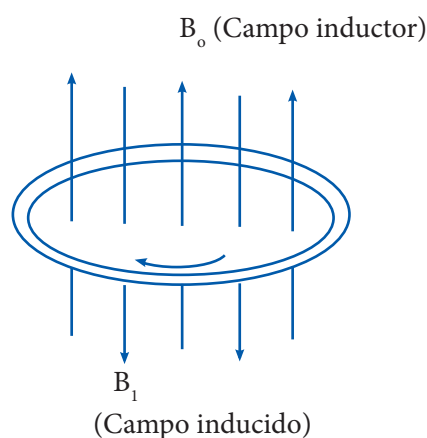
Donde $\Delta\phi$ es la variación de flujo en 1 espira

Ley de Lenz

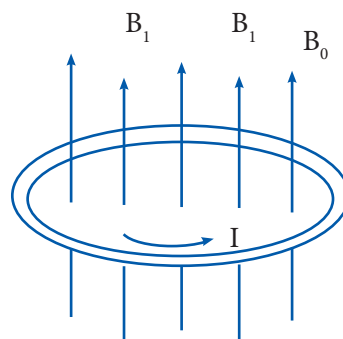
Determinemos ahora la dirección de la corriente inducida. El físico ruso Heinrich Friedrich Emil Lenz generalizando en 1833 los resultados de los experimentos expuso la regla siguiente: la corriente que se crea en un contorno cerrado tiene un sentido tal, que esta corriente crea a través de la superficie limitada por el contorno, un propio flujo de inducción magnética que se opone a la variación del flujo de inducción magnética que la origina.

Casos posibles

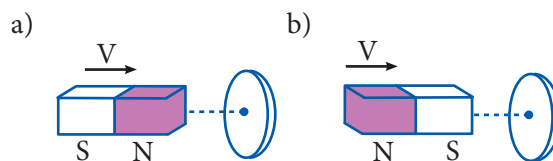
1. Aumento del flujo

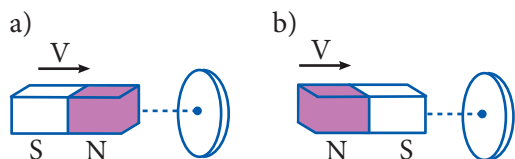


2. Reducción del flujo

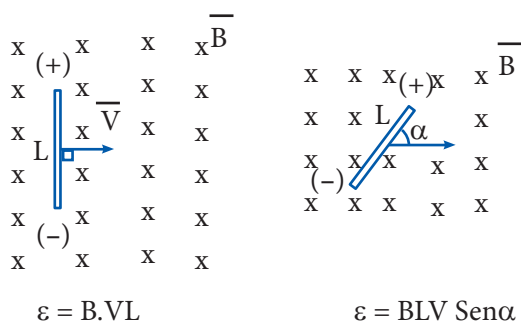


Es decir:





Voltaje inducido en un conductor rectilíneo en un campo magnético (ϵ)



Corriente alterna

Se denomina así a toda corriente o voltaje que varía periódicamente en valor y dirección. Una de las variaciones más usuales es la variación armónica, es decir la corriente o el voltaje se expresan con la ayuda de las funciones seno o coseno.

Para toda corriente alterna se tiene las siguientes características:

1. Amplitud

Es el valor máximo de la corriente o voltaje alterno.

2. Periodo

Es el tiempo al cabo del cual la corriente o voltaje ha dado una oscilación completa y ha tomado todos los valores positivos y negativos permitidos.

3. Frecuencia

Indica el número de veces que se repite la oscilación, también se le suele definir como la inversa del periodo. En el caso del Perú la frecuencia es de 60 Hz.

$$\epsilon_{(t)} = \epsilon_o \cdot \text{Sen}(wt)$$

ϵ_o : amplitud de la f.e.m. (valor máximo) ... (V)

W: frecuencia angular ... (rad/s)

t: tiempo ... (s)

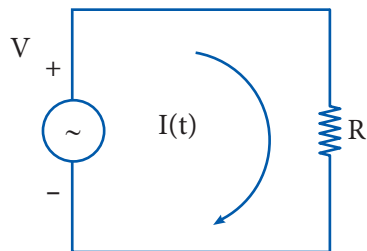
T: periodo ... (s)

f: frecuencia ... (Hz)

Donde:

$$T = \frac{2\pi}{W} = \frac{1}{f}$$

En particular



$$I_{(t)} = \epsilon_{(t)} / R$$

$$\rightarrow I_{(t)} = I_o \text{ Sen}(wt)$$

Donde:

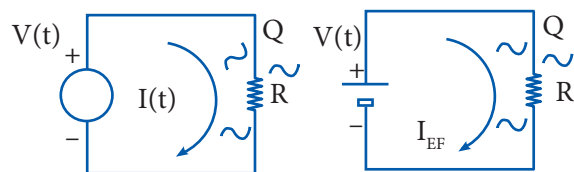
$$I_o = \epsilon_o / R$$

R: resistencia eléctrica ... (Ω)

I_o : valor máximo de la intensidad de corriente eléctrica ... (A)

Valores eficaces

Se denomina así a los valores de una corriente o voltaje continuo los cuales producen el mismo efecto que una corriente o voltaje alterno para un mismo intervalo de tiempo.



Depende la forma como varíe $\epsilon_{(t)}$ y $I(t)$ para una variación armónica.

$$V_{EF} = \epsilon_o / 2$$

$$I_{ef} = \frac{I_o}{\sqrt{2}}$$

Luego se tiene:

$$P = I_{EF} \cdot V_{EF} = I_o \cdot \epsilon_o / 2$$

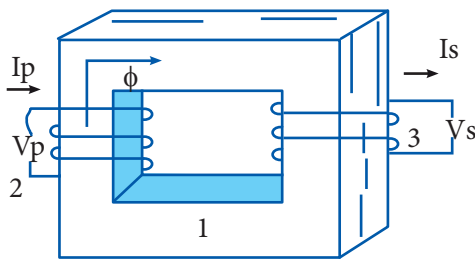
I_{EF} : intensidad de corriente eléctrica eficaz ... (A)

V_{EF} : voltaje eficaz ... (V)

Transformador

Se denomina así a todo dispositivo diseñado con la finalidad de modificar el voltaje o la intensidad de corriente alterna. Un transformador por lo general está constituido por:

1. Un núcleo de hierro o de un material magnético cuya función es la de concentrar el campo magnético en su interior.
2. Dos arroyamientos los cuales se emplean uno para recibir el voltaje que se desea modificar y otro para suministrar el voltaje modificado. Al primer arroyamiento se le denomina primario y al segundo secundario.



- 1) Núcleo de hierro
- 2) Primario
- 3) Secundario

$$\left. \begin{aligned} \varepsilon_p &= -N_p \frac{\Delta\phi}{\Delta t} \\ \varepsilon_s &= -N_s \frac{\Delta\phi}{\Delta t} \end{aligned} \right\} \frac{V_p}{V_s} = \frac{N_p}{N_s}$$

Si las pérdidas son despreciables:

$$P_p \cong P_s \rightarrow \varepsilon_p \cdot I_p = \varepsilon_s \cdot I_s$$

Luego:

$$\boxed{\frac{V_p}{V_s} = \frac{N_p}{N_s} = \frac{I_s}{I_p}}$$

❖ Entonces

$$\text{Si } N_p > N_s \left\{ \begin{array}{l} N_p > N_s \\ I_p < I_s \end{array} \right.$$

$$\text{Si } N_p > N_s \left\{ \begin{array}{l} \varepsilon_p > \varepsilon_s \\ I_p < I_s \end{array} \right.$$

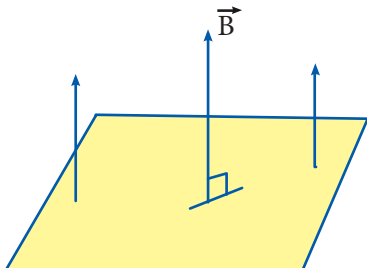
Advertencia pre

Recordar que las líneas de campo inducidas son tales que se oponen a la variación de flujo de inducción magnética.

Trabajando en clase

Integral

- 1.Cuál es el flujo magnético que atraviesa el cuadrilátero de área 2 m^2 si el campo magnético es uniforme de intensidad $B = 3 \text{ T}$.

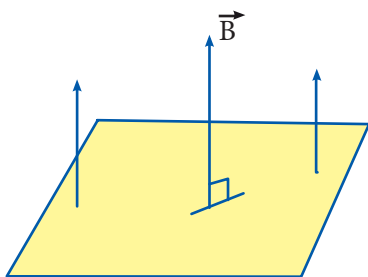


Resolución:

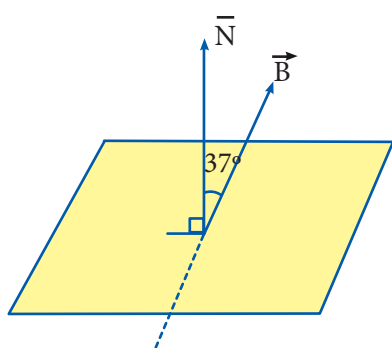
$$\phi = B \cdot A$$

$$\phi = 3 \cdot 2 = 6 \text{ wb}$$

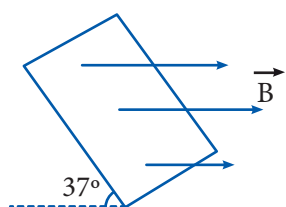
- 2.Cuál es el flujo magnético que atraviesa el cuadrilátero de área 3 m^2 si el campo magnético es uniforme de intensidad $B = 1 \text{ T}$.



3. Determina el flujo magnético que atraviesa la superficie de 10m^2 si la normal a la superficie forma un ángulo de 37° con el campo magnético uniforme de intensidad $0,1\text{ T}$.



4. Del gráfico mostrado calcula el flujo magnético que atraviesa el área $A = 500\text{ cm}^2$. Si el campo magnético es uniforme de intensidad $B = 1\text{ T}$.



UNMSM

5. Se tiene una bobina cerrada de resistencia 5Ω atravesada por un flujo magnético que varía de 130 Wb a 30 Wb en dos segundos. ¿Cuál es el valor medio de la corriente inducida en dicha espira en ampere?

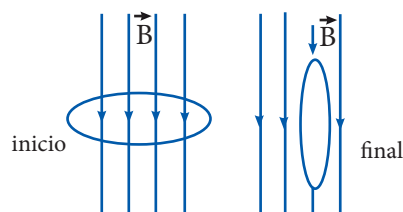
Resolución:

$$V = \frac{|\Delta\phi|}{\Delta t} \Rightarrow V = \frac{|30 - 130|}{2} = 50\text{ V}$$

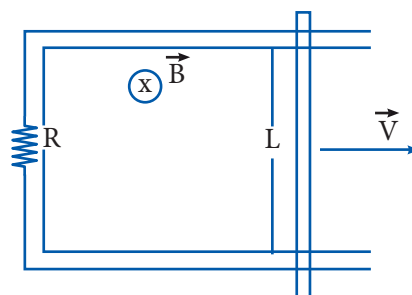
$$V = IR$$

$$50 = I \cdot 5 \quad I = 10\text{ A}$$

6. Se tiene una bobina cerrada de resistencia de 6Ω atravesada por un flujo magnético que varía de 180 Wb a 60 Wb en dos segundos. ¿Cuál es el valor medio de la corriente inducida en dicha espira en ampere?
7. La espira es atravesada por un flujo magnético de 4 Wb . Si la espira cambia de posición en un tiempo de 4 s , durante este cambio que f.e.m. se ha producido.



8. Considera el arreglo de la figura $R = 6\Omega$; $L = 1,2\text{ m}$ y un campo magnético de módulo $2,5\text{ teslas}$, dirigido hacia la página. La rapidez de la barra para producir una corriente de $0,5\text{ A}$ es:



Resolución:

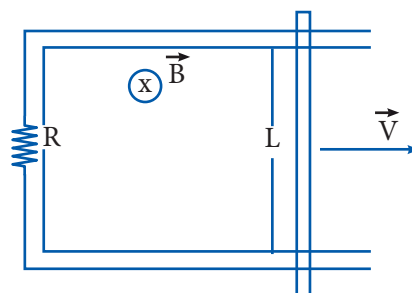
$$V = I \cdot R \quad V = 0,5 \times 6 = 3\text{ V}$$

$$\Rightarrow V = VBL$$

$$3 = V \cdot 2,5 \cdot 1,2$$

$$V = 1\text{ m/s}$$

9. Considera el arreglo de la figura $R = 4\Omega$; $L = 5\text{ m}$ y un campo magnético de módulo 2 teslas , dirigido hacia la página. La rapidez de la barra para producir una corriente de 5 A es:



10. ¿Cuántas espiras deberá tener el secundario de un transformador, cuyo primario tiene 300 espiras, para que el potencial de 220 voltios baje a 100 voltios?

11. ¿Qué potencia tiene un transformador si se sabe que la corriente en el primario es 4 A, el número de vueltas en el primario 2000, el número de vueltas en el secundario 1000, y el voltaje en el secundario 110 V. (Desprende todo tipo de pérdidas).

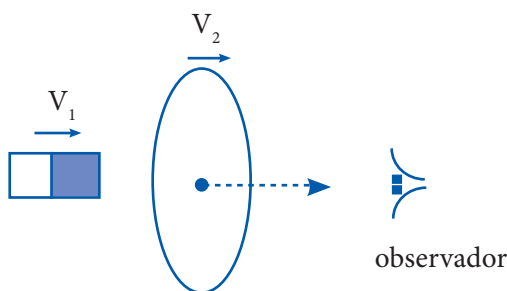
12. Una bobina que tiene 10 espiras apretadas y 10 cm² de área está ubicada perpendicularmente a un campo magnético uniforme de magnitud 0,1 T. Si el campo magnético se anula en un tiempo de 1 ms, ¿cuál es la fuerza electromotriz inducida en la bobina?

13. La resistencia de una espira cuadrada de 10 m de lado es 5Ω y se ubica en el interior de un campo magnético uniforme de módulo 0,3 T de manera que el plano de la espira es perpendicular a las líneas de inducción magnética, si en 20 s la mitad de la espira es retirada del campo. ¿Qué corriente inducida circula por la espira durante la extracción?

14. El flujo magnético a través de una espira es dependiente del tiempo $\phi = 12t + 6$, siendo t en (s) y ϕ en (Wb). Determina la f.e.m. inducida para t = 0 a t = 8 s

UNI

15. Según el observador, la corriente en la espira será:
 Antihorario si $V_1 > V_2$
 Horario si $V_1 < V_2$
 Nula si $V_1 = V_2$
 Señala verdadero (V) o falso (F)

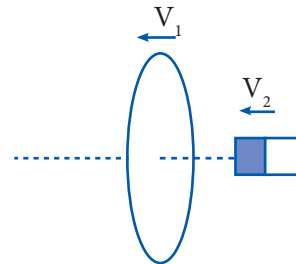


Resolución:

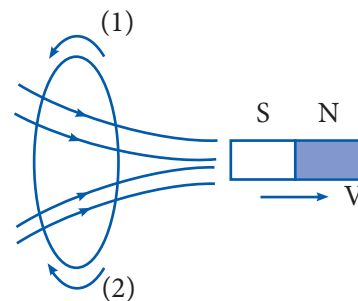
F - F - V

16. Indica verdadero (V) o falso (F):

- ❖ Si $V_1 > V_2$ el flujo magnético en la espira es constante.
- ❖ Si $V_1 = V_2$, el flujo magnético en la espira aumenta.
- ❖ Si $V_1 < V_2$, el flujo magnético en la espira aumenta.



17. En la figura si el imán se aleja de la espira metálica a una velocidad $\langle \vec{V} \rangle$ se puede afirmar que:



- a) No existe corriente puesto que no hay fuente.
- b) El sentido de la corriente es según la flecha (1).
- d) Se induce una fuerza de repulsión sobre el imán.
- e) El sentido de la corriente es la flecha (2)

18. A través de una espira el flujo magnético (ϕ) varía según se indica en la gráfica. Calcula la fuerza electromotriz inducida desde t = 0 hasta t = 5s. t = tiempo.

