

Tema 5 -1

Inducción electromagnética

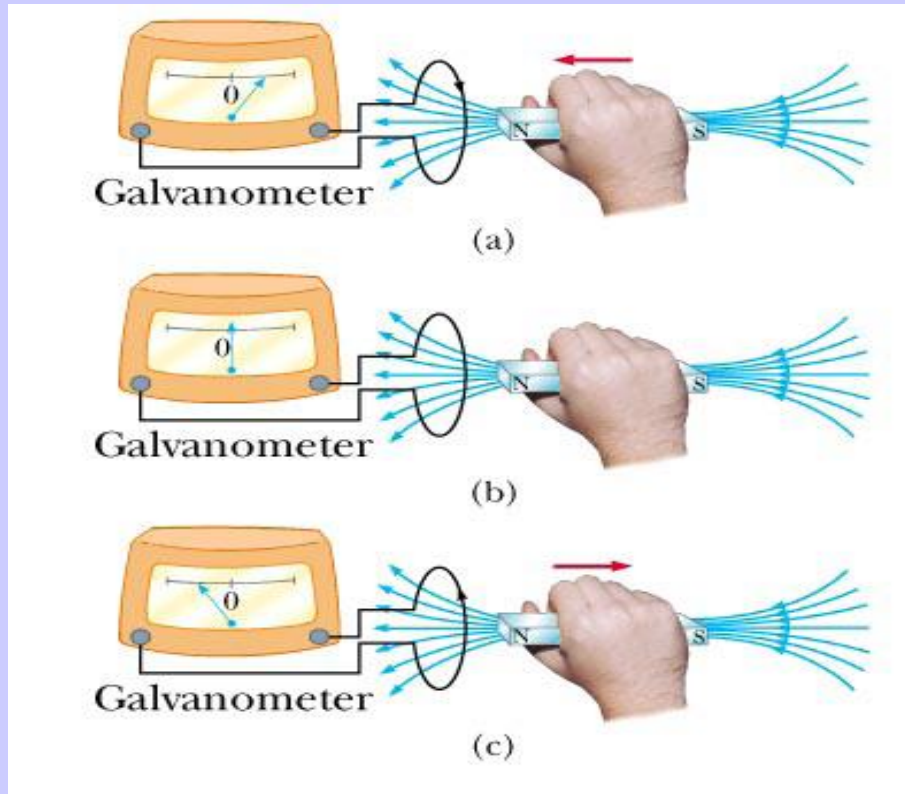
Flujo magnético

Ley de Faraday

Ley de Lenz

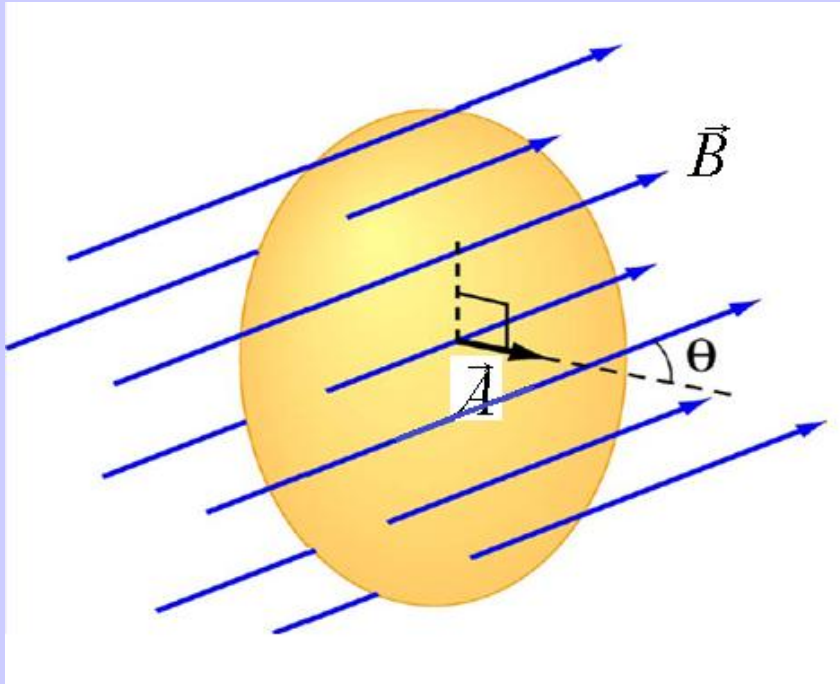
Formas de inducir una FEM

Inducción electromagnética



Flujo magnético a través de una espira

Análogo al flujo eléctrico (Ley de Gauss) y al caudal (m^3/s) en el campo de velocidades de un fluido en régimen estacionario



(1) \mathbf{B} uniforme y A plana

$$\Phi_B = B_{\perp} A = BA \cos \theta$$

$$\Phi_B = \vec{B} \cdot \vec{A}$$

(2) \mathbf{B} no uniforme y A cualquiera

$$\Phi_B = \int_S \vec{B} \cdot d\vec{A}$$

Unidad: weber: $\text{Wb} = \text{T} \cdot \text{m}^2$

Ley de Faraday de la inducción

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

Un flujo magnético que cambia induce una fuerza electromotriz (FEM)

Recordatorio FEM

$$\xi = \frac{W_{\text{generador}}}{q} = \frac{\int_{\text{generador}} \vec{F}_e \cdot d\vec{s}}{q} = \int_{\text{generador}} \frac{\vec{F}_e}{q} \cdot d\vec{s} \Rightarrow$$

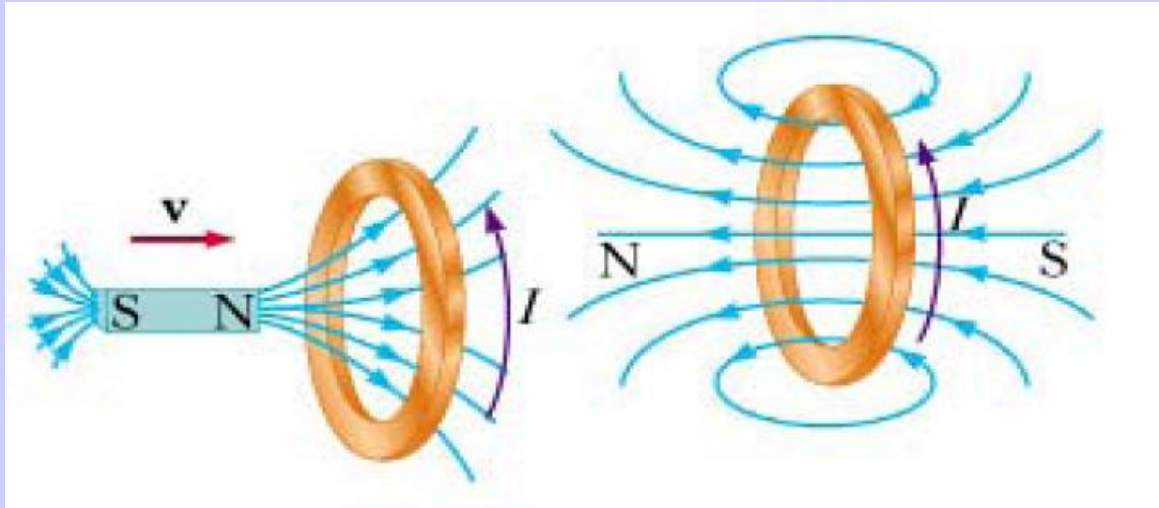
$$\xi = \int_{\text{generador}} \vec{E} \cdot d\vec{s}$$

Notar que un flujo magnético variable crea un campo eléctrico

Por lo tanto: ¡Un \mathbf{B} variable crea un \mathbf{E} !

¿El signo menos? Ley de Lenz

La FEM inducida tiene una dirección que *se opone* al cambio del flujo que la ha provocado



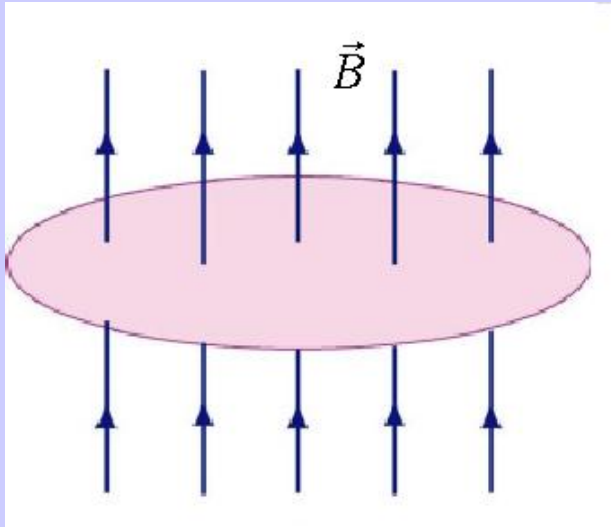
Formas de inducir una FEM

$$\xi_i = - \frac{d}{dt} (BA \cos(\theta))$$

Cantidades que pueden variar con el tiempo:

- Módulo de \mathbf{B}
- Área delimitada por la espira
- Ángulo θ entre \mathbf{B} y la normal a la espira

B variable



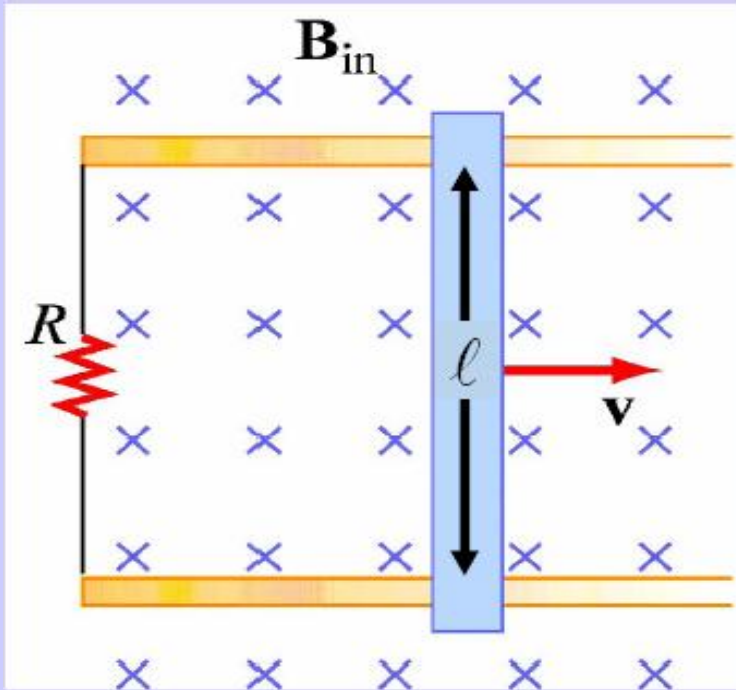
$$\xi_i = -\frac{d}{dt}(BA \cos(\theta))$$

$$\xi_i = -\frac{dB}{dt}A$$

Si B aumenta, el flujo hacia arriba aumenta, ξ_i e I_i tienden a mantener el flujo magnético, y por lo tanto tienen sentido contrario a las agujas del reloj.

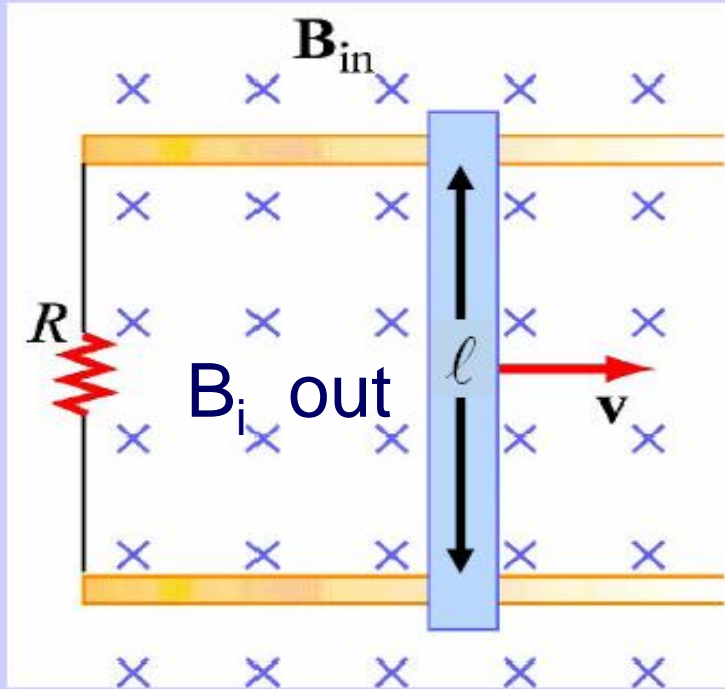
Area variable (1)

Una barra conductora que es movida a lo largo de dos railes conductores en un campo magnético uniforme \mathbf{B} y a velocidad constante



- 1.-¿Dirección de la intensidad inducida?
- 2.-¿Magnitud de la FEM?
- 3.- ¿Magnitud de la corriente inducida?

Área variable (2)



1.- Antihorario, tiende a oponerse al flujo que aumenta

2.-Módulo de la FEM

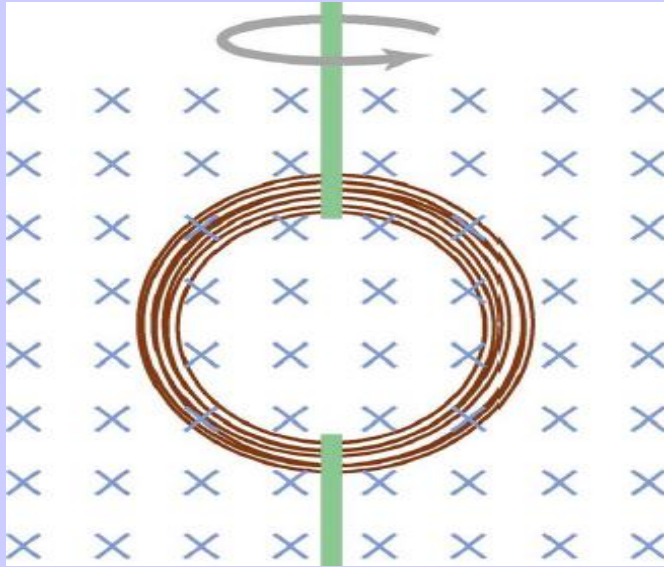
$$\Phi_B = BA \cos(\theta) = Blx \Rightarrow$$

$$\varepsilon_i = \left| -\frac{d\Phi_B}{dt} \right| = Bl \left| \frac{dx}{dt} \right| = Blv$$

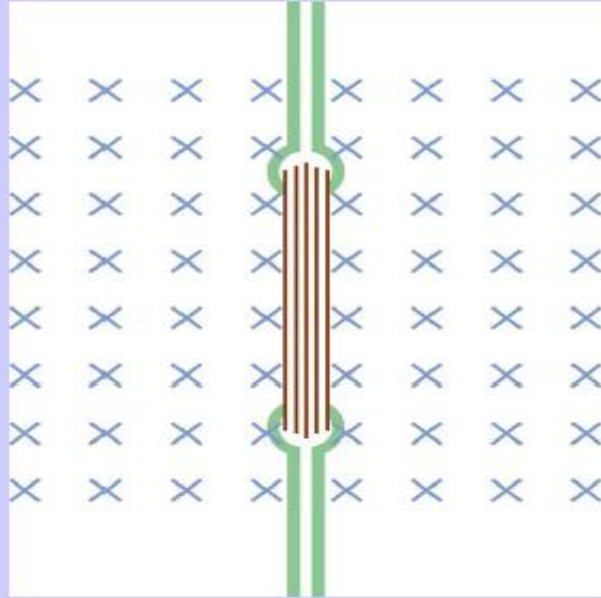
3.- Intensidad

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

Ángulo variable (1)

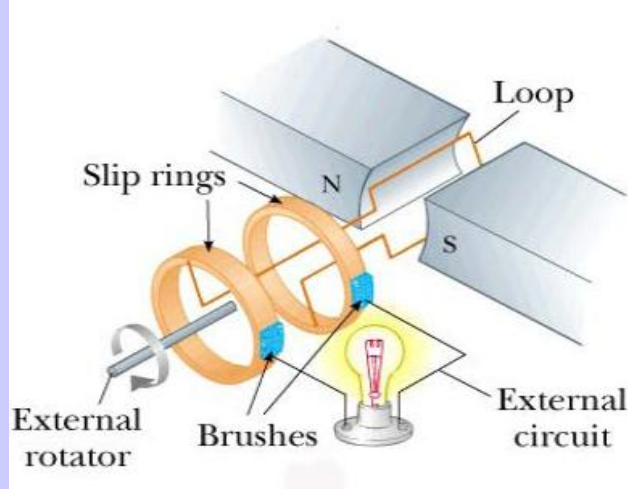
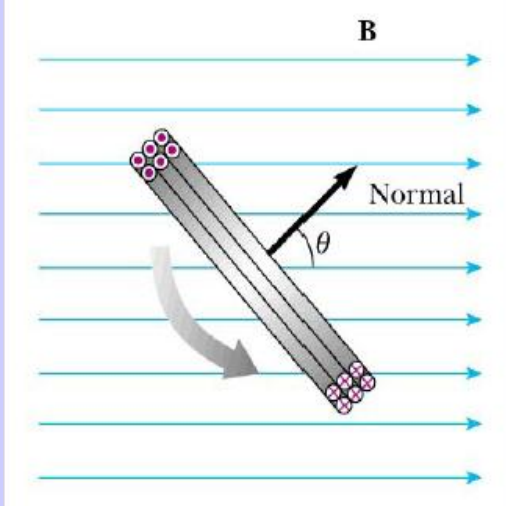


$$\Phi_B = NBA \cos(0^\circ) = BA$$



$$\Phi_B = NBA \cos(90^\circ) = 0$$

Ángulo variable (2)



$$\Phi_B = N B A \cos \theta = N B A \cos \omega t$$

$$\mathcal{E} = - \frac{d\Phi_B}{dt} = - N A B \frac{d}{dt} (\cos \omega t) = N A B \omega \sin \omega t$$