

# RESUMEN

## INDUCCIÓN ELECTROMAGNÉTICA

Estudia las corrientes que se inducen en los conductores, cuando son atravesados por campos magnéticos variables con el tiempo, o bien cuando siendo constante, es el conductor el que se mueve a través del campo.

### Fuerza electromotriz (*fem*) inducida en una barra en movimiento

Cuando una barra de longitud  $\vec{L}$  se mueve con velocidad  $\vec{v}_c$  en el seno de un campo magnético uniforme  $\vec{B}$ , se induce en ella una *fem*  $\varepsilon$  que vale:

$$\varepsilon_{ind} = (\vec{v}_c \times \vec{B}) \cdot \vec{L}$$

Donde  $\vec{L}$  es un vector del mismo sentido de la intensidad

### Ley de Ohm generalizada

Si un conductor se mueve en el seno de un campo magnético formando un circuito eléctrico y en el mismo se encuentra un generador de fuerza electromotriz  $\varepsilon$  y una resistencia  $R$ , la intensidad que recorre entonces el circuito viene dada:

$$I = \frac{\varepsilon + (\vec{v}_c \times \vec{B}) \cdot \vec{L}}{R}$$

### Flujo magnético

Un elemento de superficie se puede representar mediante un vector perpendicular a ella  $d\vec{A}$ , tomando un sentido escogido. Cuando la superficie es atravesada por un campo magnético se define el flujo magnético  $\Phi_m$  como la integral del producto escalar.

$$\Phi_m = \int_S \vec{B} \cdot d\vec{A} = \int B dA \cos \theta$$

Si la superficie es plana y  $\vec{B}$  constante:  $\Phi_m = \vec{B} \cdot \vec{A} = B A \cos \theta$ ; donde  $\theta$  es el ángulo formado por los vectores  $\vec{B}$  y  $\vec{A}$

### Leyes de la inducción electromagnética

Son una generalización de las observaciones realizadas, acerca de fenómenos de inducción electromagnética.

#### Ley de Faraday en forma integral

Siempre que en el espacio haya un campo magnético variable con el tiempo, se induce en la región un campo eléctrico inducido  $\vec{E}_i$

La integral de  $\vec{E}_i$  a lo largo de una línea cerrada, es igual a la derivada del flujo magnético respecto del tiempo cambiada de signo.

$$\oint_C \vec{E}_i \cdot d\vec{l} = - \frac{d\Phi_m}{dt}$$

#### Ley de Faraday en forma diferencial

La circulación del campo eléctrico inducido a lo largo de una espira conductora es la *fem inducida*  $\varepsilon_i$

$$\varepsilon_i = - \frac{d\Phi_m}{dt}$$

Si en lugar de una espira, la *fem* se induce en una bobina con  $N$  espiras entonces la ecuación es:

$$\varepsilon_i = - \frac{d(N\Phi_m)}{dt} = -N \frac{d\Phi_m}{dt}$$

#### Ley de Lenz

Da significado físico al signo menos de ley de Faraday. Permite determinar el sentido de circulación de las corrientes inducidas.

La variación con el tiempo del flujo de  $\vec{B}$  a través de una espira, induce una *fem* y por lo tanto una corriente tal, que el flujo adicional producido por esta corriente, se opone al flujo original.

### Autoinducción

Se caracteriza por un coeficiente de autoinducción  $L$  propio de cada bobina. Si tienen  $N$  espiras, de sección  $S$  y longitud  $l$ .

$$L = \mu_0 \frac{N^2}{l} S$$

La *fem* inducida en un circuito se relaciona con el coeficiente de autoinducción  $L$  del mismo y la rapidez con que varía la corriente.

$$\varepsilon_{ind} = -L \frac{dI}{dt}$$

### Generadores de corriente

Permiten transforman otra forma de la energía, en energía eléctrica. Si la corriente producida varía con el tiempo según una ley sinusoidal, se llama corriente alterna. Los valores para la tensión y la intensidad en un circuito que solo tiene una resistencia son respectivamente.

$$\varepsilon_{ind} = \varepsilon_{max} \sin \omega t$$

$$I = I_{max} \sin \omega t$$

### Transformadores

Son aparatos que pueden modificar la tensión y la intensidad de una corriente alterna. Si  $N_1$  es el número de espiras del primario y  $N_2$  del secundario. La razón entre las tensiones e intensidades, del secundario y primario son:

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{N_2}{N_1}; \quad \frac{I_2}{I_1} = \frac{N_1}{N_2}$$

### Síntesis de Maxwell

**Ley de Gauss para el campo eléctrico.** El flujo del campo eléctrico a través de una superficie cerrada es igual a la carga interior dividida por  $\varepsilon_0$ .

**Ley de Gauss para el campo magnético.** El flujo del campo magnético a través de una superficie cerrada es igual a cero, lo que significa que no existen polos magnéticos aislados.

**Ley de Faraday de la inducción electromagnética.** La circulación del campo eléctrico inducido  $\vec{E}_i$ , a lo largo de una curva cerrada  $C$ , es igual a menos la variación con respecto del tiempo del flujo de  $\vec{B}$  a través de una superficie que se apoye en  $C$ .

**Ley de Ampere-Maxwell.** La circulación del campo magnético  $\vec{B}$  sobre una curva cerrada, es igual a  $\mu_0$  veces la suma de las intensidades de corriente de conducción y la de desplazamiento de Maxwell.