

## Fundamentos Físicos de la Ingeniería II

### Tema 3.- INDUCCIÓN ELECTROMAGNÉTICA

#### • Experimentos de inducción electromagnética

La inducción electromagnética es el principio sobre el que se basa el funcionamiento de los generadores eléctricos, transformadores y otros dispositivos.

Debido a las variaciones de flujo de campo magnético se crea una corriente instantánea en circuitos por los que inicialmente no circula corriente:

- Cuando se abre o cierra un circuito  $A$  por el que circula corriente, aparece una corriente instantánea en otro circuito  $B$  cercano a  $A$ .
- Cuando un circuito  $A$ , por el que circula una corriente, se acerca o aleja de otro circuito  $B$  por el que no circula corriente se observa que aparece una corriente instantánea en  $B$ .
- Cuando se acerca o aleja un imán a un circuito, se observa que aparece una corriente instantánea en dicho circuito.

#### • Ley de Faraday-Henry

En una espira conductora se induce una corriente cuando varía el flujo del campo magnético,  $\Phi_B$ , que la atraviesa. La fuerza electromotriz inducida,  $\varepsilon$ , en una sola espira viene dada por la ley de Faraday-Henry:

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

#### • Ley de Lenz

El sentido de la corriente inducida en una espira, debido a la variación del flujo del campo magnético, es tal que se opone al cambio de flujo que la produce.

#### • Autoinducción

Cuando la corriente que circula por un componente de un circuito, como una bobina, varía, aparece una fuerza electromotriz autoinducida que viene dada por:

$$\varepsilon = -L\frac{dI}{dt}$$

El coeficiente de autoinducción,  $L$ , depende de la geometría del componente. En el S.I.  $L$  se mide en henrios ( $1 \text{ H} = 1 \text{ Tm}^2/\text{A}$ ). Para una bobina:

$$LI = \Phi_B$$

Para  $N$  espiras de una bobina:

$$LI = N\Phi_B$$

#### • Circuitos acoplados: Inducción mutua

Cuando por dos bobinas próximas circulan corrientes variables, cada una de ellas induce una fuerza electromotriz sobre la otra:

$$\varepsilon_{12} = -M\frac{dI_2}{dt}$$

$$\varepsilon_{21} = -M\frac{dI_1}{dt}$$

donde  $M$  es la inducción mutua del conjunto de las bobinas.

#### • Circuitos acoplados: Transformador

El **transformador** es un dispositivo destinado a aumentar o disminuir las tensiones en un circuito con mínimas pérdidas de potencia. Está formado por dos circuitos acoplados, llamados devanados *primario* y *secundario*. Éstos generalmente se enrollan alrededor de un núcleo de hierro con el fin de concentrar el flujo magnético.

Las tensiones y corrientes en las bobinas primaria y secundaria dependen del número de vueltas de espiras de cada una de ellas:

$$\frac{V_s}{V_p} = \frac{N_s}{N_p}$$

$$\frac{I_s}{I_p} = \frac{N_p}{N_s}$$

En un transformador la potencia en el devanado primario y el secundario son iguales:

$$P = I_p V_p = I_s V_s$$

#### • Energía del campo magnético

La energía almacenada en una autoinducción  $L$  por la que circula una corriente  $I$  es:

$$U_B = \frac{1}{2}LI^2$$

La **densidad de energía**  $u_B$  en el espacio ocupado por el campo (en el vacío) es:

$$u_B = \frac{1}{2\mu_0}B^2$$

En un medio material lineal basta sustituir  $\mu_0$  por  $\mu$ . La energía magnética total  $U_B$  en un volumen  $V$  se calculará mediante la integral:

$$U_B = \int_V u_B dV$$