

La bobina

El resumen de lo anterior resulta que su representación esquemática es la representada en la Figura 1.

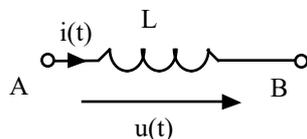


Figura 1. Representación esquemática de la bobina.

La ecuación de definición es:

$$i(t) = i(t_0) + \frac{1}{L} \cdot \int_{t_0}^t u(\tau) \cdot \partial\tau$$

Donde L , es un valor característico de la bobina que se denomina coeficiente de autoinducción o inductancia.

Se considera:

$$i(-\infty) = 0$$

Entonces:

$$i(t) = \frac{1}{L} \cdot \int_{-\infty}^t u(\tau) \cdot \partial\tau$$

Y la relación inversa, cuando L es constante, es:

$$u(t) = L \cdot \frac{\partial i(t)}{\partial t}$$

Es decir, la tensión es directamente proporcional a la variación de la intensidad con respecto al tiempo.

De forma abreviada, utilizando el operador D :

$$u = L \cdot D \cdot i$$

Con lo que la i es de la forma:

$$i = \frac{1}{L \cdot D} \cdot u$$

Se van a justificar estas expresiones. Si el medio donde está inmersa la bobina es de característica lineal se cumple que la en la expresión de la inducción:

$$B = \mu \cdot H$$

la **permeabilidad magnética** μ es constante para cualquier valor de la **intensidad de campo magnético** H en todo punto del medio.

Se supone que no hay más campo magnético que el producido por la propia intensidad de la bobina $i(t)$. Entonces se cumple que el flujo $\Phi(t)$ que atraviesa una sección cualquiera del medio es proporcional a la intensidad $i(t)$ en todo instante.

El sentido del campo producido por la corriente viene dado por la regla de sacacorchos (de la mano derecha). En las secciones de los conductores se interpreta que la corriente emerge según un punto y entra mediante una cruz, Figura 2.

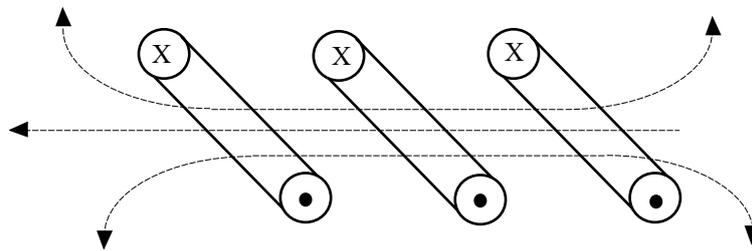


Figura 2. Interpretación de la corriente en una bobina.

El flujo a través de una sección cualquiera o a través de una bobina puede tener un sentido o el contrario. Se toma como referencia el sentido del campo para el flujo $\Phi(t) > 0$.

Entonces se toma una referencia del flujo coincidente con el campo magnético producido por una intensidad $i > 0$ (aunque se puede tomar el convenio contrario), Figura 3.

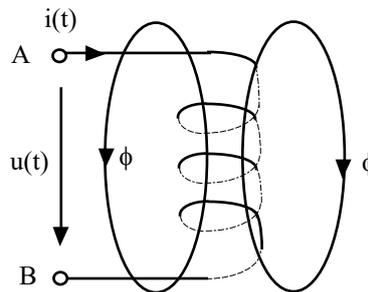


Figura 3. Flujo del campo magnético en una bobina.

Según la **Ley de inducción magnética de Faraday**, la variación de flujo induce en las espiras de la bobina fuerzas electromotrices tal que se cumple:

$$e(t) = \frac{\partial}{\partial t} (N \cdot \Phi(t))$$

Donde $N \cdot \Phi(t)$ es el flujo total concatenado, $\Phi(t)$ es el flujo medio y N es el número de espiras.

Se tiene una proporcionalidad entre el flujo y la intensidad:

$$N \cdot \Phi(t) = L \cdot i$$

Donde L , como se ha dicho, es un valor característico de la bobina que se denomina **coeficiente de autoinducción o inductancia**.

En una bobina ideal, es decir carente de resistencia, la tensión aplicada entre los terminales A y B se emplea en vencer la fuerza electromotriz, entonces:

$$u = \frac{\partial}{\partial t}(N \cdot \Phi(t)) = \frac{\partial}{\partial t}(L \cdot i)$$

Generalmente L es constante, bobina indeformable y medio lineal, entonces:

$$u = L \cdot \frac{\partial i(t)}{\partial t}$$

Es decir, la tensión es directamente proporcional a la variación de la intensidad con respecto al tiempo. Entonces:

$$L = \frac{N \cdot \Phi}{i}$$

Según la relación flujo inducción magnética ($\Phi = B \cdot A$):

$$L = \frac{N \cdot B \cdot A}{i}$$

Según la ley de la excitación de Ampere ($N \cdot i = H \cdot l$):

$$L = \frac{N \cdot B \cdot A}{\frac{H \cdot l}{N}} = \frac{N^2 \cdot B \cdot A}{H \cdot l}$$

Puesto que $B = \mu \cdot H$ resulta:

$$L = \frac{N^2 \cdot \mu \cdot H \cdot A}{H \cdot l}$$

Simplificando:

$$L = \frac{N^2 \cdot \mu \cdot A}{l}$$

Es decir, L solamente depende del material del núcleo: μ ; de las características geométricas del núcleo: A y l ; y del número de espiras de la bobina ideal. No influye para nada el material del arrollamiento: cobre, aluminio etc.

Para un coeficiente de autoinducción o inductancia constante:

$$u(t) = L \cdot \frac{\partial i(t)}{\partial t}$$

Es decir, la tensión es directamente proporcional a la variación de la intensidad con respecto al tiempo.

Se analizan a continuación los fenómenos que se producen, y al mismo tiempo analizar si están bien los signos, Figura 4.

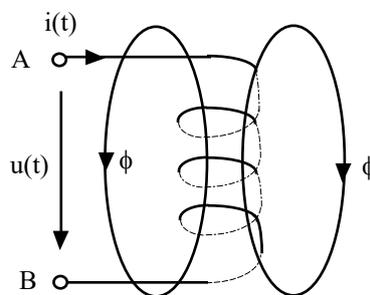


Figura 4. Fenómenos producidos por la fuerza electromotriz en la bobina.

Si en un instante t se aplica una tensión entre A y B $u(t) > 0$, la corriente viene de A a B y esta corriente crece $\frac{\partial i}{\partial t} > 0$ y por lo tanto también el flujo $\frac{\partial \Phi}{\partial t} > 0$, esta variación de flujo induce la fuerza electromotriz en las espiras., tal que $u = e$.

En resumen, la circulación de una corriente por una bobina produce un flujo y se induce, debido a la variación de este, una fem.

En cuanto a los signos, se comprueba con la expresión:

$$u = L \cdot \frac{\partial i(t)}{\partial t} = N \cdot \frac{\partial \Phi(t)}{\partial t}$$

Si se tiene el mismo caso con la bobina desconectada (a circuito abierto) es decir $i = 0$ y se produce un flujo variable debido a efectos exteriores: otra bobina o un campo de un imán permanente en movimiento con respecto a la bobina, entonces para un $N \cdot \frac{\partial}{\partial t}(\Phi(t)) > 0$, se debe de tener:

$$e(t) = u(t) > 0$$

No habrá corriente mientras el circuito esté abierto, pero se producirá un impulso de cargas de forma que el potencial de A respecto al punto B equilibre la fuerza electromotriz. Por ello la fem. inducida en una bobina se mide por la diferencia de potencial que hay entre los terminales a circuito abierto. Si se cierra el circuito conectando una resistencia entre A y B se tiene la Figura 5.

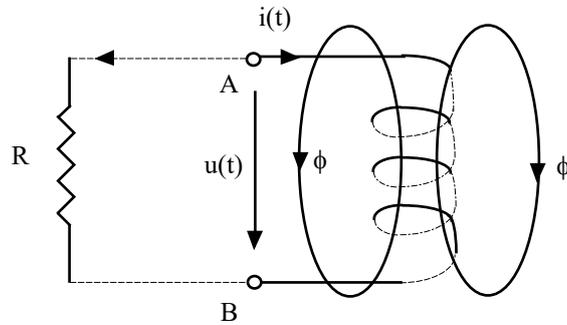


Figura 5. Fuerza electromotriz en una bobina.

Se produce la circulación de una corriente de A a B, es decir una corriente negativa $i < 0$, la cual produce un flujo negativo que contrarresta el crecimiento del flujo Φ que ha causado la fem. inducida.

Se define fuerza magnetomotriz como el producto del número de espiras por la intensidad que circula por ella.

$$F = N \cdot i$$

Normalmente esta bobina esta arrollada en un núcleo de hierro.

Existe una similitud entre un circuito eléctrico resistivo, Figura 6 y un circuito magnético, Figura 7.

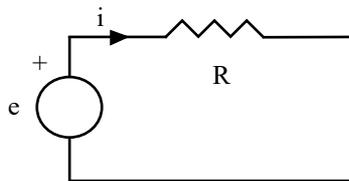


Figura 6. Circuito eléctrico resistivo.

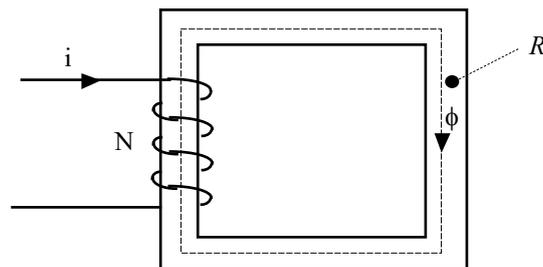


Figura 7. Circuito magnético.

Se tiene un paralelismo entre la fuerza electromotriz e y la fuerza magnetomotriz F , resistencia R y reluctancia R , y intensidad i y flujo Φ :

$$F = R \cdot \Phi$$