

4.1 Energía magnética

Una autoinducción puede almacenar energía magnética. Supongamos un circuito como el de la Fig.7.21, con una pila de fuerza electromotriz constante \mathcal{E}_0 , una resistencia R y una bobina de coeficiente de autoinducción L . Cuando se cierra el interruptor D , se establece una intensidad I creciente con el tiempo hasta que finalmente alcanza un valor constante $I_0 = \mathcal{E}_0 / R$. Durante un tiempo dt la pila desarrolla un trabajo sobre el circuito, $dW = \mathcal{E}_0 I dt$. Este trabajo se emplea por una parte en producir calor por efecto Joule, $dQ = I^2 R dt$ y por otra, en el establecimiento de la corriente o el campo magnético de la bobina.

Veamos como surge esta segunda parte del trabajo que debe hacer la pila. La variación de \vec{B} induce una **fem**, (aparte de la que proporciona la pila), la cual hace un trabajo sobre los electrones de conducción tratando de impedir que se aceleren, en contra del campo que crea la propia batería, por lo que ésta tiene que hacer un trabajo adicional dU_m , igual y contrario al de la **fem inducida**, de valor:

$$dU_m = -\mathcal{E}_{ind} I dt \equiv -\left(-L \frac{dI}{dt}\right) I dt = L I dI$$

Integrando la ecuación desde que la corriente es 0, hasta que se alcanza el valor estacionario I , se obtiene para la energía magnética acumulada en la autoinducción:

$$U_m = \frac{1}{2} L I^2 \quad [7.20]$$

Se puede deducir una expresión más general para la energía magnética. Suponiendo un solenoide de volumen V , longitud l , con N espiras y teniendo en cuenta [7.19] y [6.15], sustituyendo L e I .

$$U_m = \frac{1}{2} L I^2 = \frac{1}{2\mu_0} B^2 V$$

Que muestra como en una región del espacio de volumen V donde hay un campo magnético, existe una energía magnética acumulada.

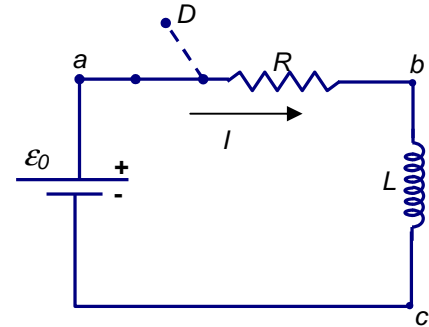


Fig.7.21. En general los circuitos suelen contener además de autoinducción L , una resistencia R y un generador \mathcal{E}_0 .

Una bobina de $N = 1000$ espiras y longitud $l = 20$ cm, tiene situado en su interior el vacío. Determina:
 a) El coeficiente de autoinducción de la bobina. b) Si en la bobina la corriente aumenta desde cero hasta $I = 10$ A, en un intervalo de $0,10$ s, ¿cuánto vale la fem media inducida en la autoinducción durante este tiempo?. c) Energía almacenada en su campo magnético.

a) El coeficiente de autoinducción: $L = \mu_0 \frac{N^2}{l} S = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{1000^2}{0,20} \pi \cdot (2 \cdot 10^{-2})^2 = 7,9 \cdot 10^{-3} \text{ H}$

b) $\mathcal{E} = -L \frac{\Delta I}{\Delta t} = -7,9 \cdot 10^{-3} \text{ H} \cdot \frac{10 \text{ A} - 0}{0,10 \text{ s}} = -0,79 \text{ V}$

c) $U_m = \frac{1}{2} L I^2 = \frac{1}{2} 7,9 \cdot 10^{-3} \text{ H} \cdot 10^2 \text{ A}^2 = 0,39 \text{ J}$ $H \cdot A^2 = \Omega \cdot s \cdot A \cdot A = (\Omega \cdot A) \cdot (s \cdot A) = V \cdot C = J$