

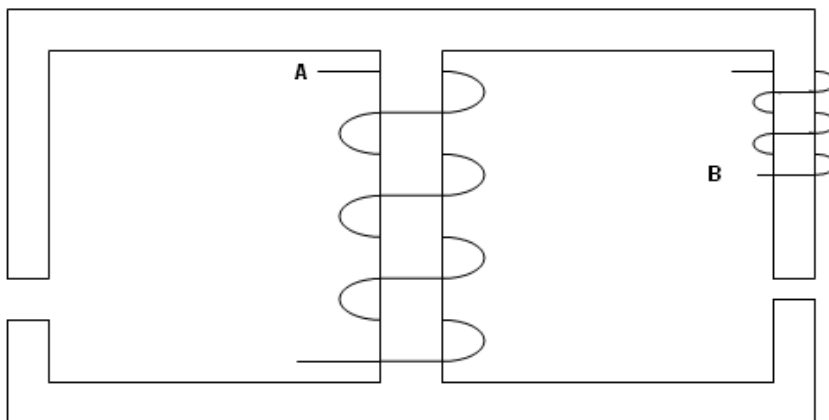
En el circuito magnético de la figura, el número de espiras de la bobina central es de 1 500, y el de la bobina de la derecha 400.

Las dimensiones del núcleo magnético son las siguientes:

- Núcleo magnético de sección rectangular y la profundidad del núcleo es de 2 cm.
 - Espesor de la columnas laterales 1 cm cada una
 - Espesor del entrehierro de la columna derecha 2mm
 - Espesor del entrehierro de la columna izquierda 3 mm
- La permeabilidad relativa del hierro se admite infinita.

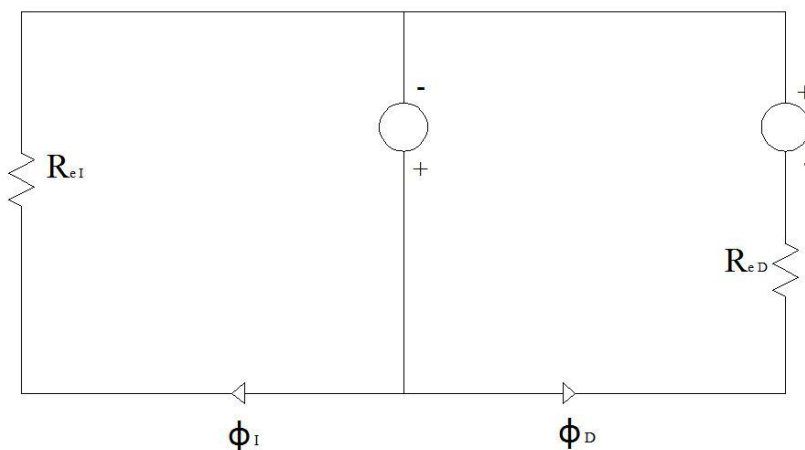
Se pide:

- 1) Inductancia propia de la bobina alojada en la columna central e inductancia mutua entre bobinas
- 2) Flujo magnético en la columna central cuando por la bobina de la columna central circulan 2 A (entrantes por A) y por la bobina de la columna derecha circula 1 A (entrante por B)
- 3) Energía magnética almacenada en el entrehierro de la columna izquierda en esas circunstancias



Solución:

Circuito electrico dual al circuito magnético dado





Para tener en cuenta el abombamiento de las líneas de inducción en el entrehierro consideramos una superficie de paso un poco mayor a la que corresponde meramente al hierro. Esta superficie se obtiene incrementando cada uno de los lados del entrehierro en su espesor.

$$R_{eD} = \frac{1}{4\pi 10^{-7}} \frac{2 \cdot 10^{-3}}{(2 + 0,2)10^{-2} \cdot (1 + 0,2)10^{-2}} = 6\,028\,596 \text{ H}^{-1}$$

$$R_{eI} = \frac{1}{4\pi 10^{-7}} \frac{3 \cdot 10^{-3}}{(2 + 0,3)10^{-2} \cdot (1 + 0,3)10^{-2}} = 7\,984\,362 \text{ H}^{-1}$$

- 1) Inductancia propia de la bobina alojada en la columna central e inductancia mutua entre bobinas

Para obtener el coeficiente de autoinducción de la bobina central, obtenemos antes la reluctancia del circuito magnético visto desde dicha bobina

$$R_{eqC} = \frac{R_{eD} \cdot R_{eI}}{R_{eD} + R_{eI}} = \frac{6\,028\,596 \cdot 7\,984\,362}{6\,028\,596 + 7\,984\,362} = 3\,434\,999 \text{ H}^{-1}$$

$$L_C = \frac{N_C^2}{R_{eqC}} = \frac{1500^2}{3\,434\,999} = 0,655 \text{ H}$$

Para obtener la inductancia mutua se debe obtener primero el flujo que la bobina del centro provoca en la bobina de la derecha cuando circula una corriente arbitraria (por ejemplo 1ª) por la bobina central

$$\Phi_C = \frac{N_C I_C}{R_{eqC}} = \frac{1500 \cdot 1}{3\,434\,999} = 0,437 \text{ mWb}$$

$$\Phi_D = \Phi_C \frac{R_{eI}}{R_{eI} + R_{eD}} = 0,437 \frac{7\,984\,362}{7\,984\,362 + 6\,028\,596} = 0,249 \text{ mWb}$$

La inductancia mutua será

$$M = \frac{N_D \cdot \Phi_D}{I_C} = \frac{400 \cdot 0,249}{1} = 99,5 \text{ mH}$$

- 2) Flujo magnético en la columna central cuando por la bobina de la columna central circulan 2 A (entrantes por A) y por la bobina de la columna derecha circula 1 A (entrante por B)

Lo obtendremos por superposición. En primer lugar obtendremos el flujo en la bobina central cuando por la bobina de dicha columna circulan 2ª y por la bobina de la derecha no circula corriente alguna



$$\Phi_{CC} = -\frac{N_C I_C}{R_{eqC}} = -\frac{1500 \cdot 2}{3\,434\,999} = -0,873 \text{ mWb}$$

El sentido del flujo es hacia abajo. Por eso se ha puesto signo -.

Seguidamente calcularemos el flujo que crea en la bobina central la circulación de 1A por la bobina de la derecha. Para ello observamos que cuando se alimenta sólo la bobina de la derecha, la columna izquierda no lleva flujo alguno, pues a reluctancia de la columna central es cero

$$\Phi_{CD} = -\frac{N_D I_D}{R_D} = -\frac{400 \cdot 1}{6\,028\,596} = -0,066 \text{ mWb}$$

El flujo en la bobina central es la suma de los dos flujos

$$\Phi_C = \Phi_{CC} + \Phi_{CD} = -0,873 - 0,066 = -0,939 \text{ mWb}$$

- 3) Energía magnética almacenada en el entrehierro de la columna izquierda en esas circunstancias

Como se ha indicado, cuando por la bobina de la derecha circula 1A, no circula flujo alguno por la columna de la izquierda. Por tanto, basta calcular la energía almacenada en el entrehierro de la izquierda cuando por la columna central circulan 2 A.

$$\Phi_{el} = \Phi_{CC} \frac{R_{eD}}{R_{eD} + R_{el}} = 0,873 \frac{6\,028\,596}{6\,028\,596 + 7\,984\,362} = 0,3757 \text{ mWb}$$

$$W = \frac{1}{2} B \cdot H \cdot S \cdot l = \frac{1}{2} \Phi_{el} \cdot Fmm_{el} = \frac{1}{2} \cdot 0,3757 \cdot 10^{-3} \cdot (2 \cdot 1500) = 0,564 \text{ J}$$