

En el circuito magnético de la figura, el número de espiras de la bobina central es de 400, y el de la bobina lateral 1500.

Las inductancias propias y mutuas son las siguientes: $L_{\text{central}}=48,96 \text{ mH}$; $M=-135,93 \text{ mH}$; $L_{\text{derecha}}=513,43 \text{ mH}$.

Se pide:

- 1) Flujo magnético en cada una de las columnas cuando por la bobina de la columna central circulan 2 A y la bobina de la columna derecha está a circuito abierto
- 2) Energía magnética almacenada en el conjunto del circuito magnético en esas circunstancias

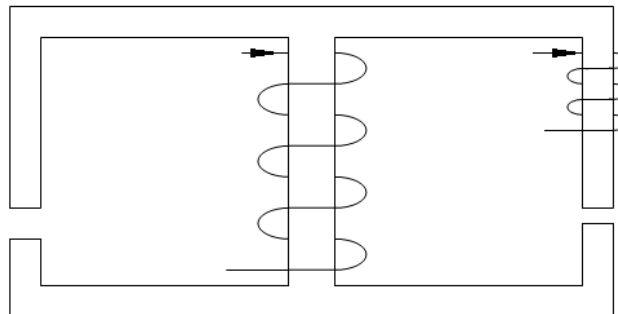
Las dimensiones del núcleo magnético son las siguientes:

- Núcleo magnético de sección rectangular y la profundidad del núcleo es de 2 cm.
- La altura del núcleo es de 6 cm
- La longitud total (desde la pared de la derecha a la pared de la izquierda) es de 8 cm.
- Espesor de las culatas 1 cm
- Espesor de la columna central 1,5 cm
- Espesor de la columnas laterales 1 cm cada una

La permeabilidad relativa del hierro es constante y de valor 1.500. Se desprecia el abombamiento de las líneas de inducción en el entrehierro.

Se pide:

- 3) Espesores de los entrehierros



Solución:

Apartado 1

El flujo magnético en la bobina central será

$$\phi_c = \frac{L_c i_c + M i_d}{N_c} = \frac{48,96 \cdot 10^{-3} \cdot 2 - 135,93 \cdot 10^{-3} \cdot 0}{400} = \frac{0,0979}{400} = 0,245 \text{ mWb hacia abajo}$$

El flujo magnético en la columna de la derecha será

$$\phi_d = \frac{L_d i_d + M i_c}{N_d} = \frac{513,43 \cdot 10^{-3} \cdot 0 - 135,93 \cdot 10^{-3} \cdot 2}{1500} = -0,181 \text{ mWb}$$

hacia abajo (también se puede decir +0,181 mWb hacia arriba)

El flujo en la columna de la izquierda será

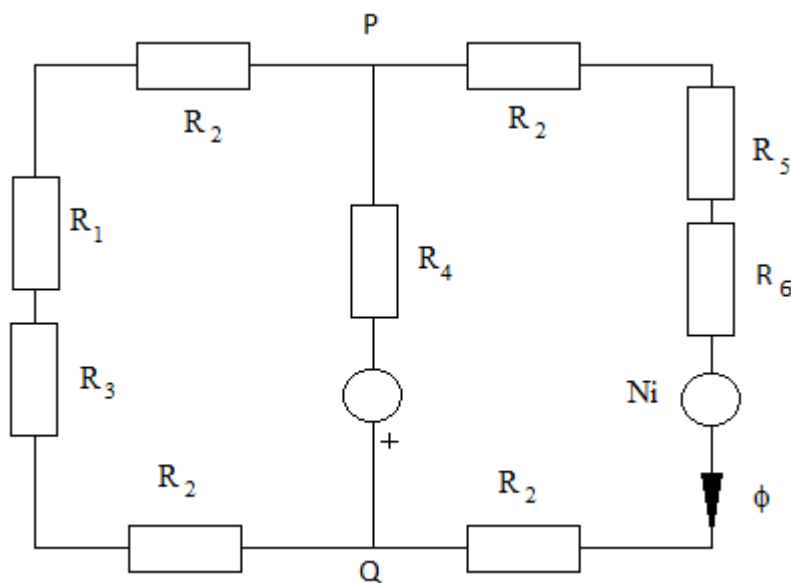
$$\phi_i = \phi_c + \phi_d = 0,245 - 0,181 = 0,064 \text{ mWb hacia arriba}$$

Apartado 2

$$W = \frac{1}{2} L_c I_c^2 + \frac{1}{2} L_d I_d^2 + M I_c I_d = \frac{1}{2} 0,04896 \cdot 2^2 + \frac{1}{2} 0,5134 \cdot 0^2 - 0,03625 \cdot 0 \cdot 2 = 0,098 \text{ J}$$

Apartado 3

El circuito eléctrico dual al circuito magnético en estudio es



El valor de las reluctancias R_2 y R_4 es el siguiente:

$$R_4 = \frac{1}{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 1500} \frac{(6-1) \cdot 10^{-2}}{2 \cdot 10^{-2} \cdot 1,5 \cdot 10^{-2}} = 88\,419 \text{ H}^{-1}$$

$$R_2 = \frac{1}{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 1500} \frac{(4-0,5) \cdot 10^{-2}}{2 \cdot 10^{-2} \cdot 1 \cdot 10^{-2}} = 92\,840 \text{ H}^{-1}$$

La fuerza magnetomotriz entre los puntos Q y P es

$$F_{QP} = N_c I_c - R_4 \phi_c = 400 \cdot 2 - 92840 \cdot 0,245 \cdot 10^{-3} = 777,25 \text{ Av}$$

La fuerza magnetomotriz en bornes de la asociación en serie de R_1 y R_3 es

$$F_{R1R3} = F_{QP} - 2 \cdot R_2 \phi_i = 777,25 - 2 \cdot 92840 \cdot 0,064 \cdot 10^{-3} = 765,37 \text{ Av}$$

El espesor del entrehierro de la izquierda se obtiene de la siguiente ecuación



$$F_{R1R3} = (R_1 + R_3)\phi_i = \left(\frac{1}{4\pi 10^{-7} 1500} \frac{0,05 - x}{0,0002} + \frac{1}{4\pi 10^{-7}} \frac{x}{0,0002} \right) 0,064 = 765,37$$

Despejando

$$\frac{0,05 - x}{1500} + x = 765,37 \cdot 0,0002 \cdot 4\pi 10^{-7}$$

De donde $x=3$ mm

De igual forma, la fuerza magnetomotriz en bornes de la asociación en serie de R_5 y R_6 es

$$F_{R5R6} = F_{QP} - 2 \cdot R_2 \phi_d = 777,25 - 2 \cdot 92840 \cdot 0,181 \cdot 10^{-3} = 743,64 \text{ Av}$$

El espesor del entrehierro de la izquierda se obtiene de la siguiente ecuación

$$F_{R1R3} = (R_5 + R_6)\phi_d = \left(\frac{1}{4\pi 10^{-7} 1500} \frac{0,05 - y}{0,0002} + \frac{1}{4\pi 10^{-7}} \frac{y}{0,0002} \right) 0,181 = 743,64$$

Despejando $x=1$ mm