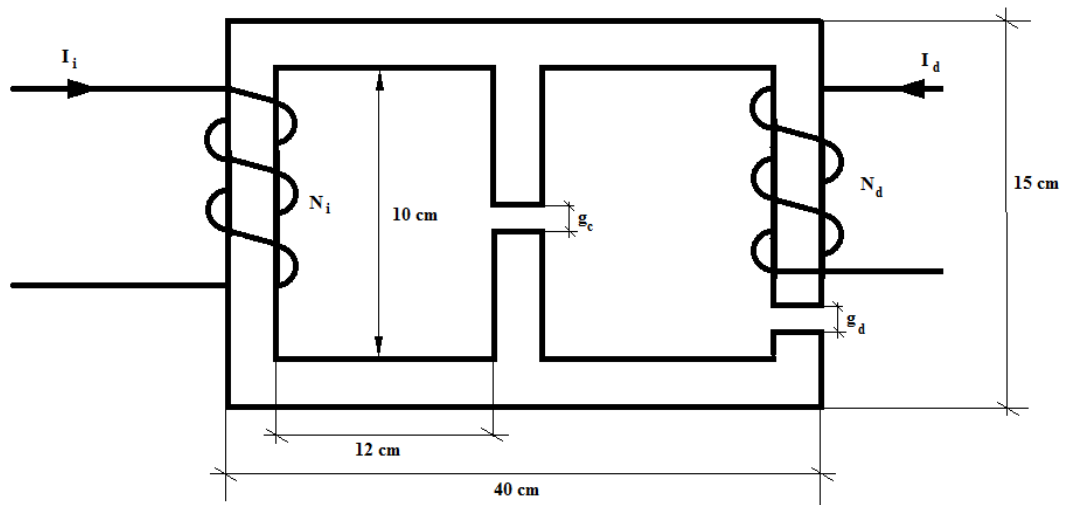
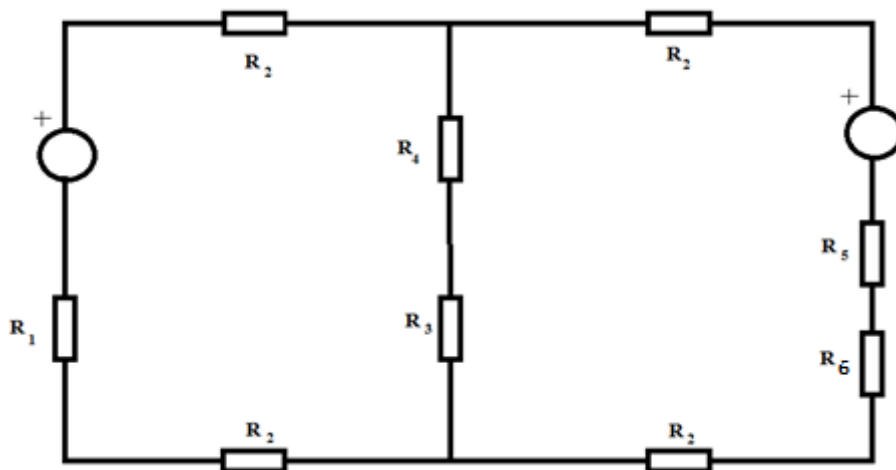


En el circuito magnético de la figura, el número de espiras de la bobina de la derecha es $N_d=200$, y el de la bobina de la izquierda $N_i=1000$. El espesor de la columnas laterales (derecha e izquierda) es de 5 cm, y el de la central es de 6 cm. El entrehierro de la columna central es 2mm y el de la columna de la derecha es 1 mm. La profundidad del núcleo es 5 cm. La permeabilidad relativa del hierro es 400. Se pide:

1. Coeficientes de autoinducción de ambas bobinas.
2. Coeficiente de inducción mutua entre bobinas.
3. Corriente que hay que aplicar por la bobina de la izquierda si la corriente por la bobina de la derecha es de 2 A y se desea conseguir una inducción de 0,6 T hacia abajo en el entrehierro derecho.



SOLUCIÓN:



$$R_1 = \frac{1}{\mu_0 \mu_r} \frac{l}{S} = \frac{1}{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 400} \frac{12,5 \cdot 10^{-2}}{5 \cdot 5 \cdot 10^{-4}} = 99\,471 \text{ H}^{-1}$$

$$R_2 = \frac{1}{\mu_0 \mu_r} \frac{l}{S} = \frac{1}{4\pi 10^{-7} 400} \cdot \frac{17,5 \cdot 10^{-2}}{2,5 \cdot 10^{-4}} = 278\,521 \text{ H}^{-1}$$

$$R_3 = \frac{1}{\mu_0 \mu_r} \frac{l}{S} = \frac{1}{4\pi 10^{-7} 400} \cdot \frac{(12,5 - 0,2) \cdot 10^{-2}}{5 \cdot 10^{-4}} = 81\,567 \text{ H}^{-1}$$

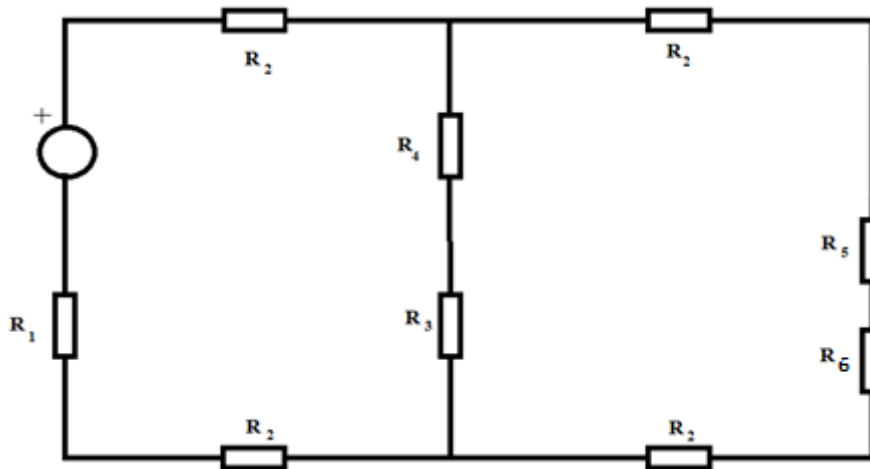
$$R_4 = \frac{1}{\mu_0} \frac{l}{S} = \frac{1}{4\pi 10^{-7}} \cdot \frac{2 \cdot 10^{-3}}{6,25 \cdot 10^{-4}} = 493\,656 \text{ H}^{-1}$$

$$R_5 = \frac{1}{\mu_0} \frac{l}{S} = \frac{1}{4\pi 10^{-7} 400} \cdot \frac{(10 + 2,5 - 0,1) \cdot 10^{-3}}{6 \cdot 10^{-4}} = 98\,676 \text{ H}^{-1}$$

$$R_6 = \frac{1}{\mu_0} \frac{l}{S} = \frac{1}{4\pi 10^{-7}} \cdot \frac{1 \cdot 10^{-3}}{5,15 \cdot 10^{-4}} = 305\,950 \text{ H}^{-1}$$

Inductancia propia bobina izquierda e inductancia mutua

Se hace circular 1 A por la bobina de la izquierda dejando la bobina de la derecha abierta.



$$R_p = \frac{(2R_2 + R_5 + R_6)(R_3 + R_4)}{2R_2 + R_5 + R_6 + R_3 + R_4} = \frac{961\,668 \cdot 575\,224}{1\,536\,892} = 359\,930 \text{ H}^{-1}$$

$$R_{Tot_izda} = R_1 + 2R_2 + R_p = 1\,016\,445 \text{ H}^{-1}$$

$$\Phi_i = \frac{N_i I_i}{R_{Tot_izda}} = \frac{1000 \cdot 1}{1\,016\,445} = 0,984 \text{ mWb}$$

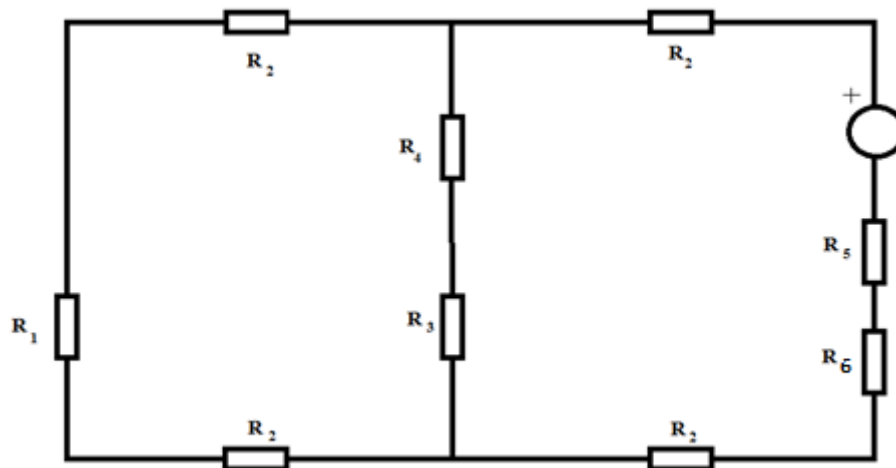
$$\Phi_d = \Phi_i \frac{(R_3 + R_4)}{2R_2 + R_5 + R_6 + R_3 + R_4} = 0,984 \frac{575\,224}{1\,536\,892} = 0,368 \cdot 10^{-3} \text{ Wb}$$

$$L_i = \frac{N_i \Phi_i}{I_i} = \frac{1000 \cdot 0,98 \cdot 10^{-3}}{1} = 0,984 \text{ H}$$

$$M = -\frac{N_d \Phi_d}{I_i} = -\frac{200 \cdot 3,68 \cdot 10^{-4}}{1} = -0,0736 \text{ H}$$

Inductancia propia bobina derecha

Se hace circular 1 A por la bobina de la derecha dejando la bobina de la izquierda abierta.



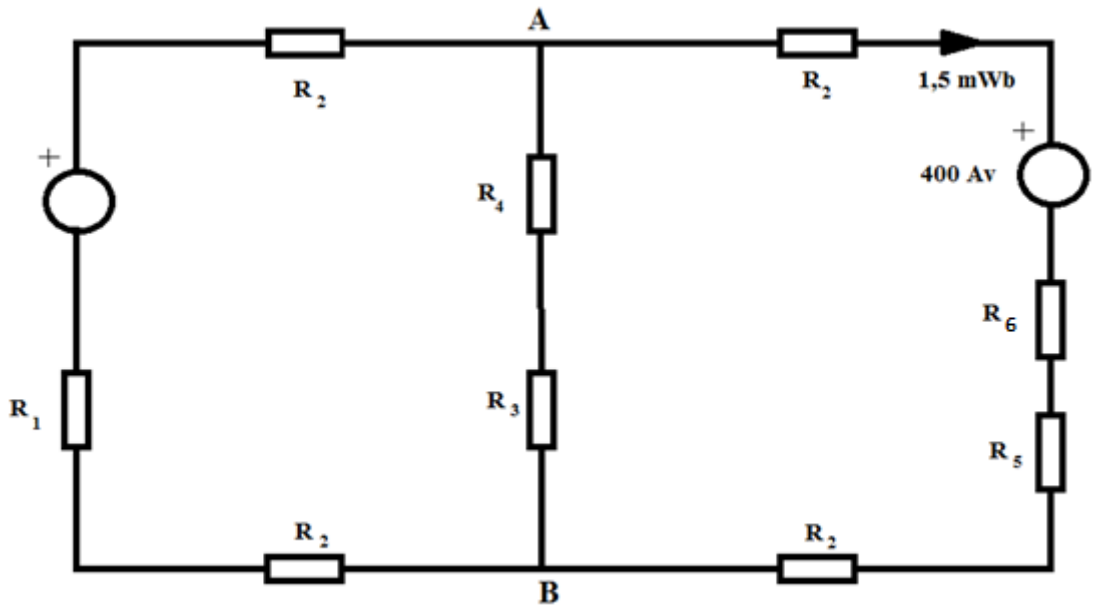
$$R'_p = \frac{(R_1 + 2R_2)(R_3 + R_4)}{R_1 + 2R_2 + R_3 + R_4} = \frac{656\,513 \cdot 575\,224}{1\,231\,738} = 306\,593 \text{ H}^{-1}$$

$$R_{Tot_der} = R_5 + R_6 + 2R_2 + R'_p = 1\,268\,261 \text{ H}^{-1}$$

$$L_d = \frac{N_d^2}{R_{Tot_der}} = \frac{200^2}{1\,268\,261} = 31,5 \text{ mH}$$

Apartado 3

$$\Phi_2 = 0,6 \cdot 5,1 \cdot 5,1 \cdot 10^{-4} = 1,56 \text{ mWb}$$



$$F_{mm}_{AB} = (2R_2 + R_6 + R_5)\Phi_2 + N_d I_d = 1501 + 400 = 1901 \text{ Av}$$

$$\Phi_c = \frac{F_{mm}_{AB}}{R_4 + R_3} = \frac{1901}{575 \ 224} = 3,304 \text{ mWb}$$

$$\Phi_i = \Phi_c + \Phi_d = 4,865 \text{ mWb}$$

$$F_{mmi} = F_{mm}_{AB} + (2R_2 + R_1)\Phi_i = 5 \ 095 \text{ Av}$$

$$I_i = 5,095 \text{ A}$$

Otra forma de hacerlo

$$N_d \Phi_d = L_d I_d + M I_i$$

$$I_i = \frac{N_d \Phi_d - L_d I_d}{M} = \frac{-200 \cdot 1,56 \cdot 10^{-3} - 31,5 \cdot 10^{-3} \cdot 2}{-73,6 \cdot 10^{-3}} = 5,095 \text{ A}$$