

En el circuito magnético de la figura, las inductancias propias y mutuas son

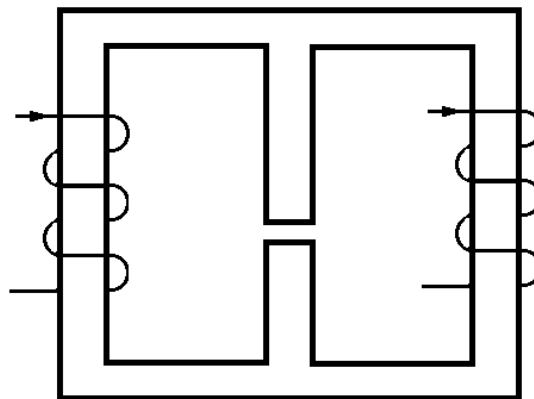
$$L_d=0,0207 \text{ H} ; M=-0,029; L_i=0,0828$$

Los datos del circuito son:

- Número de espiras de la bobina de la derecha=200
- Altura media de las columnas=20 cm
- Anchura media de cada una e las cuatro culatas=20 cm
- Sección del circuito magnético 7 cm² (toda la sección igual)
- Permeabilidad relativa del hierro 600 (se admite constante)

Se pide:

1. Flujo que circula por la columna de la derecha cuando por la bobina de la derecha circula 1 A y la bobina de la izquierda está a circuito abierto (indicando el sentido del flujo)
2. Flujo en las columnas de la izquierda y central en esas condiciones (indicando el sentido del flujo)
3. Número de espiras de la bobina de la izquierda
4. Espesor del entrehierro
5. Flujo en cada una de las columnas del circuito magnético cuando por la bobina de la izquierda circula 1 A con el sentido indicado y por la bobina de la derecha circulan 1,5 A con el sentido indicado (indicando el sentido del flujo)



SOLUCIÓN:

Apartado 1

Supongamos que inyectamos 1^a por la bobina de la derecha y 0 por la de la izquierda. El número de enlaces de flujo que concatenan a la bobina de la derecha será

$$N_D \phi_D = L_D i_D + M i_I = 0,0207 \cdot 1 - 0,029 \cdot 0 = 0,0207 \text{ Wb} - \text{vuelta}$$

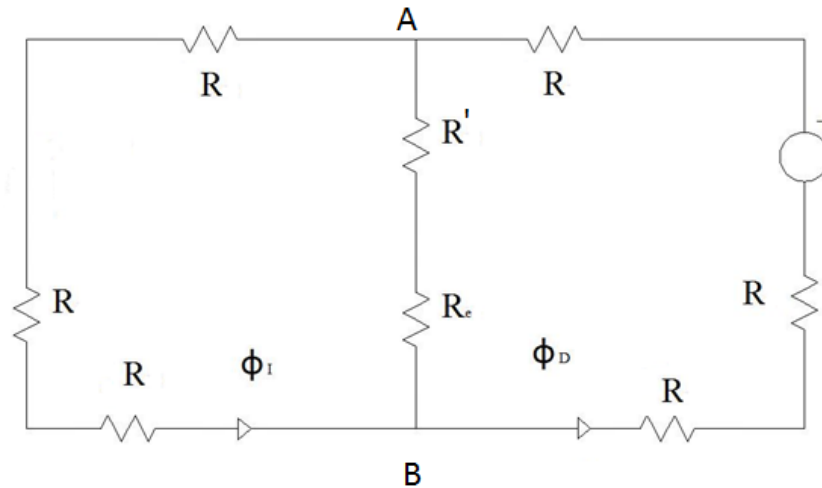
Con lo que

$$\phi_D = \frac{0,0207}{N_D} = 1,035 \cdot 10^{-4} \text{ Wb}$$

El sentido del flujo es hacia arriba

Apartado 2

En el caso de que por la bobina de la derecha circule 1A y por la bobina de la izquierda no circule corriente, el circuito eléctrico dual del circuito magnético dado es el de la figura



El valor de la reluctancia es

$$R = \frac{l}{\mu s} = \frac{1}{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 600} \frac{0,2}{7 \cdot 10^{-4}} = 378.940 \text{ H}^{-1}$$

La diferencia de potencial magnético entre los puntos A y B es

$$F_{AB} = N_D i_D - 3 \cdot R \cdot \phi_D = 200 \cdot 1 - 3 \cdot 378.940 \cdot 1,035 \cdot 10^{-4} = 82,339 \text{ Av}$$

Con lo cual el flujo que circula por la columna de la izquierda es

$$\phi_I = \frac{F_{AB}}{3 \cdot R} = \frac{82,339}{3 \cdot 378.940} = 0,7243 \cdot 10^{-4} \text{ Wb}$$

Con sentido hacia abajo

Por tanto, el flujo de la columna central será:

$$\phi_C = \phi_D - \phi_I = 1,035 \cdot 10^{-4} - 0,7243 \cdot 10^{-4} = 0,3107 \cdot 10^{-4} \text{ Wb}$$

Con sentido hacia abajo

Apartado 3: Número de espiras de la bobina de la izquierda

La inductancia mutua entre bobinas es

$$M = \frac{N_I \phi_I}{i_D}$$

Por tanto, el número de espiras será



$$N_I = \frac{M \cdot i_D}{\phi_I} = \frac{0,029 \cdot 1}{0,7243 \cdot 10^{-4}} = 400,39$$

Tomaremos $N_I=400$ porque es el número entero más próximo.

Apartado 4: Espesor del entrehierro

La reluctancia de la rama central se obtiene dividiendo la Fmm entre el flujo

$$R' + R_e = \frac{F_{AB}}{\phi_C} = \frac{82,339}{0,3107 \cdot 10^{-4}} = 2.650.113 \text{ H}^{-1}$$

La reluctancia R' de la columna central es un poco más pequeña que R , pero como el entrehierro es muy pequeño la tomamos igual.

Por lo tanto, la reluctancia del entrehierro es

$$R_e = 2.650.113 - R = 2.650.113 - 378.940 = 2.271.173 \text{ H}^{-1}$$

El valor de la reluctancia R_e es

$$R = \frac{1}{\mu} \frac{g}{s}$$

Y despejando obtenemos el espesor del entrehierro

$$g = R \mu s = 2271173 \cdot 4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 7 \cdot 10^{-4} = 2 \text{ mm}$$

Apartado 5: Flujo en cada una de las columnas del circuito magnético si $i_1=1 \text{ A}$ y $i_D=1,5 \text{ A}$.

$$N_D \phi_D = L_D i_D + M i_1 = 0,0207 \cdot 1,5 - 0,029 \cdot 1 = 0,00205 \text{ Wb} - \text{vuelta}$$

Por tanto

$$\phi_D = \frac{0,00205}{200} = 0,01025 \cdot 10^{-4} \text{ Wb}$$

$$N_I \phi_I = L_I i_1 + M i_D = 0,0828 \cdot 1 - 0,029 \cdot 1,5 = 0,0393 \text{ Wb} - \text{vuelta}$$

Por tanto

$$\phi_I = \frac{0,0393}{400} = 0,9825 \cdot 10^{-4} \text{ Wb}$$