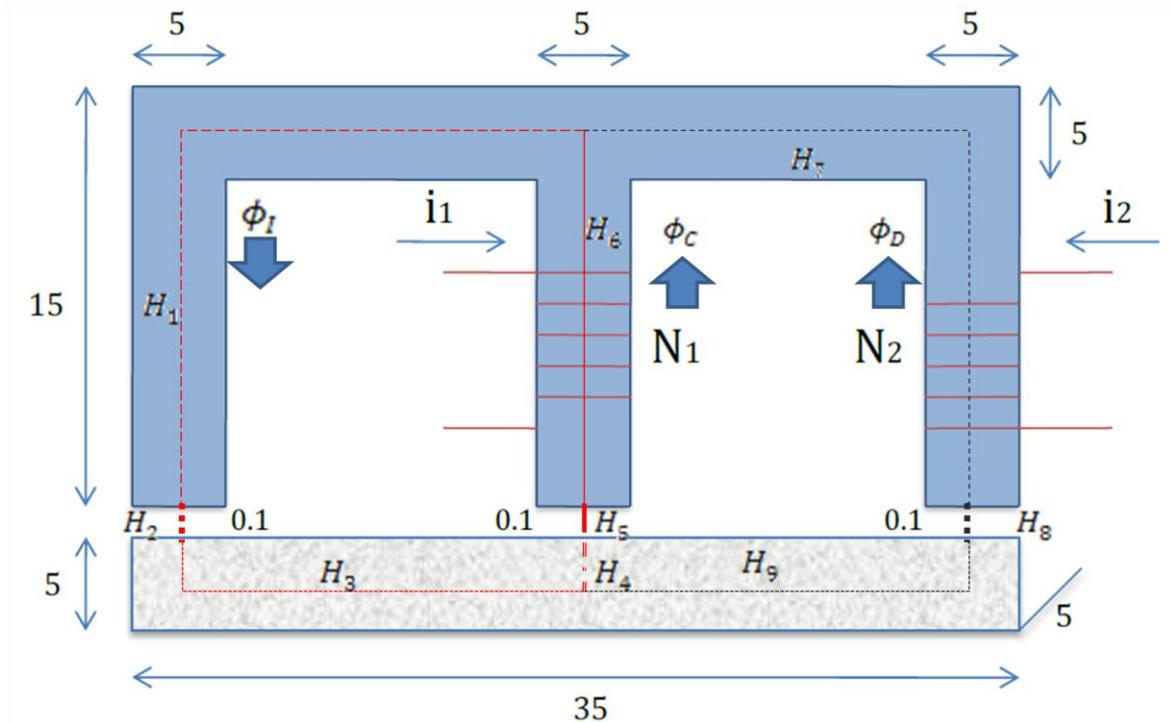


EL42C – Conversión Electromecánica de la Energía
Pauta Ejercicio 1 - Circuitos Magnéticos y Cálculo de Inductancias

Problema 1

Pauta por: Carlos Mendoza



$$\phi_I = 4,5[mWb]$$

$$\phi_C = 3,0[mWb]$$

$$\phi_D = 1,5[mWb]$$

Los flujos antes mencionados corresponde a los módulos y la figura se muestra su dirección, utilizando la regla de la mano derecha.

ϕ_I pasa por tres distintos materiales, con lo cual posee tres intensidades de campo magnético, lo mismo pasa con ϕ_C , por ello al utilizar la Ley de Ampere se debe tener 6 términos.

$$NI = \sum H \cdot l$$

Para la ventana de la izquierda tenemos que:

$$N_1 i_1 = \sum_{k=1}^6 H_k l_k$$

Definiendo los distintos caminos, se tiene:

$$l_1 = l_7 = 27,5 \text{ [cm]}$$

$$l_2 = l_5 = l_8 = 0,1 \text{ [cm]}$$

$$l_3 = l_9 = 17,5 \text{ [cm]}$$

$$l_4 = 2,5 \text{ [cm]}$$

$$l_6 = 12,5 \text{ [cm]}$$

$$\phi_I = \phi_1 = \phi_2 = \phi_3$$

$$\phi_C = \phi_4 = \phi_5 = \phi_6$$

$$\phi_D = \phi_7 = \phi_8 = \phi_9$$

$$A_1 = A_2 = \dots = A_9 = 25 \cdot 10^{-4} \text{ [m}^2\text{]}$$

$$B_1 = B_2 = B_3 = \frac{\phi_1}{A_1} = \frac{4,5 \cdot 10^{-3} \text{ [Wb]}}{25 \cdot 10^{-4} \text{ [m}^2\text{]}} = 1,8 \text{ [T]}$$

$$B_4 = B_5 = B_6 = \frac{\phi_4}{A_4} = \frac{3 \cdot 10^{-3} \text{ [Wb]}}{25 \cdot 10^{-4} \text{ [m}^2\text{]}} = 1,2 \text{ [T]}$$

$$B_7 = B_8 = B_9 = \frac{\phi_7}{A_7} = \frac{1,5 \cdot 10^{-3} \text{ [Wb]}}{25 \cdot 10^{-4} \text{ [m}^2\text{]}} = 0,6 \text{ [T]}$$

Con los valores de densidad de flujo se puede encontrar las intensidades de flujo:

$$H_1 = \frac{B_1}{\mu_{r1} \mu_o} = \frac{1,8 \text{ [T]}}{800 \cdot 4\pi \cdot 10^{-7}} = 1790,49 \left[\frac{\text{Av}}{\text{m}} \right]$$

$$H_2 = \frac{B_2}{\mu_o} = \frac{1,8 \text{ [T]}}{4\pi \cdot 10^{-7}} = 1432394,49 \left[\frac{\text{Av}}{\text{m}} \right]$$

$$H_3(1,8) = 1900 \left[\frac{Av}{m} \right]$$

$$H_4(1,2) = 400 \left[\frac{Av}{m} \right]$$

$$H_5 = \frac{B_5}{\mu_o} = \frac{1,2 [T]}{4\pi \cdot 10^{-7}} = 954930 \left[\frac{Av}{m} \right]$$

$$H_6 = \frac{B_6}{\mu_{r1}\mu_o} = \frac{1,2 [T]}{800 \cdot 4\pi \cdot 10^{-7}} = 1193,66 \left[\frac{Av}{m} \right]$$

$$H_7 = \frac{B_7}{\mu_{r1}\mu_o} = \frac{0,6 [T]}{800 \cdot 4\pi \cdot 10^{-7}} = 596,83 \left[\frac{Av}{m} \right]$$

$$H_8 = \frac{B_8}{\mu_o} = \frac{0,6 [T]}{4\pi \cdot 10^{-7}} = 477465 \left[\frac{Av}{m} \right]$$

$$H_9(0,6) = 120 \left[\frac{Av}{m} \right]$$

Con las intensidades de flujo calculadas se puede ocupar la ecuación ()

$$N_1 i_1 = H_1 l_1 + H_2 l_2 + H_3 l_3 + H_4 l_4 + H_5 l_5 + H_6 l_6$$

$$100 i_1 = (1790,49 \cdot 27,5 + 1432394,49 \cdot 0,1 + 1900 \cdot 17,5 + 400 \cdot 2,5 + 954930 \cdot 0,1 + 1193,66 \cdot 12,5) \cdot 10^{-2}$$

$$100 i_1 = 337142 \cdot 10^{-2} [Av]$$

$$i_1 = 33,71 [A]$$

Para la Ventana completa

$$N_2 i_2 = H_1 l_1 + H_2 l_2 + H_3 l_3 + H_7 l_7 + H_8 l_8 + H_9 l_9$$

$$200 i_2 = (1790,49 \cdot 27,5 + 1432394,49 \cdot 0,1 + 1900 \cdot 17,5 + 596,83 \cdot 27,5 + 477465 \cdot 0,1 + 120 \cdot 17,5) \cdot 10^{-2}$$

$$200i_2 = 291987 \cdot 10^{-2} [Av]$$

$$i_2 = 14,60 [A]$$

$$\therefore \begin{bmatrix} i_1 \\ i_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 33,71 \\ 14,60 \end{bmatrix} [A]$$

b) Calculo de las Inductancias

$$\mu_1 = 800\mu_0 \left[\frac{Wb \cdot m}{Av} \right]$$

$$\mu_2 = \frac{0,5}{100} = 5 \cdot 10^{-3} \left[\frac{Wb \cdot m}{Av} \right]$$

$$\mathcal{R} = \frac{l}{A\mu} \left[\frac{Av}{Wb} \right]$$

$$\mathcal{R}_1 = \mathcal{R}_7 = \frac{27,5 \cdot 10^{-2}}{25 \cdot 10^{-4} \cdot 800 \cdot 4\pi \cdot 10^{-7}} = 109419,02 \left[\frac{Av}{Wb} \right]$$

$$\mathcal{R}_2 = \mathcal{R}_5 = \mathcal{R}_8 = \frac{0,1 \cdot 10^{-2}}{25 \cdot 10^{-4} \cdot 4\pi \cdot 10^{-7}} = 318309,89 \left[\frac{Av}{Wb} \right]$$

$$\mathcal{R}_3 = \mathcal{R}_9 = \frac{17,5 \cdot 10^{-2}}{25 \cdot 10^{-4} \cdot 5 \cdot 10^{-3}} = 14000,00 \left[\frac{Av}{Wb} \right]$$

$$\mathcal{R}_4 = \frac{2,5 \cdot 10^{-2}}{25 \cdot 10^{-4} \cdot 5 \cdot 10^{-3}} = 2000,00 \left[\frac{Av}{Wb} \right]$$

$$\mathcal{R}_6 = \frac{12,5 \cdot 10^{-2}}{25 \cdot 10^{-4} \cdot 800 \cdot 4\pi \cdot 10^{-7}} = 49735,92 \left[\frac{Av}{Wb} \right]$$

$$\mathcal{R}_I = \mathcal{R}_1 + \mathcal{R}_2 + \mathcal{R}_3 = 261728,91 \left[\frac{Av}{Wb} \right]$$

$$\mathcal{R}_C = \mathcal{R}_4 + \mathcal{R}_5 + \mathcal{R}_6 = 370045,81 \left[\frac{Av}{Wb} \right]$$

$$\mathcal{R}_D = \mathcal{R}_7 + \mathcal{R}_8 + \mathcal{R}_9 = 261728,91 \left[\frac{Av}{Wb} \right]$$

$$\phi_{11} = \frac{N_1 i_1}{\mathcal{R}_{eq1}} [Wb]$$

$$\phi_{22} = \frac{N_2 i_2}{\mathcal{R}_{eq2}} [Wb]$$

$$\phi_{21} = \phi_{11} \frac{\mathcal{R}_I}{\mathcal{R}_D + \mathcal{R}_I} = \frac{N_1 i_1}{\mathcal{R}_{eq1}} \frac{\mathcal{R}_I}{\mathcal{R}_D + \mathcal{R}_I} [Wb]$$

$$\phi_{12} = \phi_{22} \frac{\mathcal{R}_I}{\mathcal{R}_C + \mathcal{R}_I} = \frac{N_2 i_2}{\mathcal{R}_{eq2}} \frac{\mathcal{R}_I}{\mathcal{R}_C + \mathcal{R}_I}$$

$$\mathcal{R}_{eq1} = \mathcal{R}_C + \mathcal{R}_I // \mathcal{R}_D = 500910,27 \left[\frac{Av}{Wb} \right]$$

$$\mathcal{R}_{eq2} = \mathcal{R}_D + \mathcal{R}_I // \mathcal{R}_C = 415030,91 \left[\frac{Av}{Wb} \right]$$

La definición de los elementos de la matriz de Inductancias es la siguiente:

$$L_{ij} = N_i \frac{d\phi_{ij}}{di_j}$$

$$L_{11} = \frac{N_1^2}{\mathcal{R}_{eq1}} = 19,96 [mH]$$

$$L_{22} = \frac{N_2^2}{\mathcal{R}_{eq2}} = 96,38 [mH]$$

$$L_{12} = L_{21} = \frac{N_1 N_2}{\mathcal{R}_{eq1}} \frac{\mathcal{R}_I}{\mathcal{R}_D + \mathcal{R}_I} = 19,96 [mH]$$

$$\therefore [L] = \begin{bmatrix} 19,96 & 19,96 \\ 19,96 & 96,38 \end{bmatrix} [mH]$$