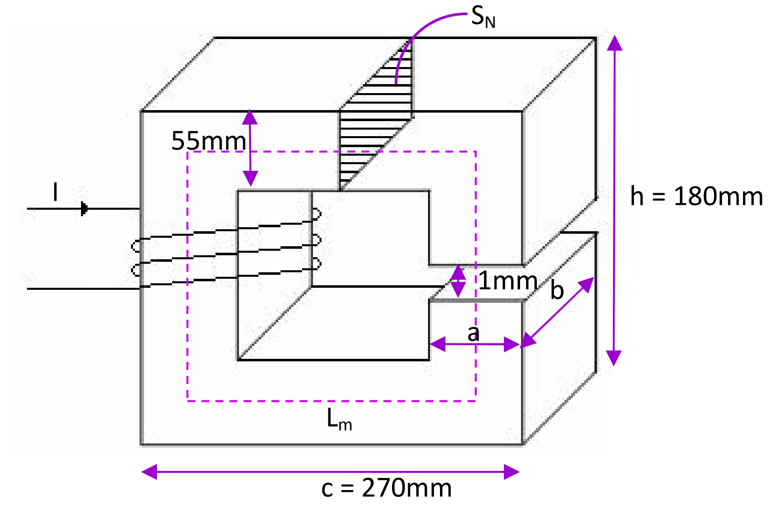
Resolución

Problema 1



Datos
N = 300
ϕ = 325kMx
L_a = 1mm
L_b = 1mm
a = 55mm
b = 60mm
c = 270mm
h = 180mm
I = ¿?

Cálculos
En primera instancia se calculan la sección del núcleo S_N y luego la densidad de flujo magnético B:

$$S_N = a \cdot b = 5.5 \cdot 6 = 33cm^2$$

$$B = \frac{\emptyset}{S_N} = \frac{325000Mx}{33\,cm^2} = 9848.48Gauss$$

Mediante la gráfica adjunta al final del práctico de la inducción magnética B en función de la excitación magnética H, se encuentra el valor de ésta última para B ≈ 9.8kGauss:

$$H_{FE} = 2.65\,\frac{A \cdot v}{cm}$$

La longitud media del núcleo de hierro se calcula de la siguiente manera:

$$L_m = 2 \cdot [(h-a) + (c-a)]$$

$$L_m = 2 \cdot (21.5 + 12.5) = 68cm$$

De lo anterior se obtiene la corriente I:

$$I \cdot N = H \cdot L_m \quad \rightarrow \quad I = \frac{H \cdot L_m}{N} = \frac{2.65\,\frac{A \cdot v}{cm} \cdot 68cm}{300v} = 0.6A$$

La inducción magnética(o densidad de flujo magnético) B en el entrehierro es:

$$B_a = \frac{\emptyset}{S_a} = \frac{\emptyset}{(a+L_a)\cdot(b+L_b)} = \frac{325000Mx}{5.6 \cdot 6.1cm^2} = 9514Gauss$$

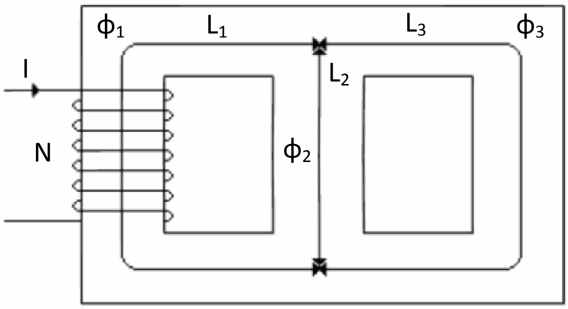
A continuación se calcula la excitación magnética H_a en el entrehierro para luego obtener la corriente:

$$H_a = \frac{B_a}{\mu_0} = \frac{9514}{1.256} = 7574.8\frac{A \cdot v}{cm}$$

$$I \cdot N = (L_m - 1mm) \cdot H_{FE} + L_a \cdot H_a = (68 - 0.1) \cdot 2.65 + 0.1 \cdot 7574.8 = 937.14A \cdot v$$

$$I = \frac{937.41A \cdot v}{300v} = 3.12A$$

Problema 2



Datos
ϕ_2 = 20kMx
$L_1 = L_3$ = 60cm
L_2 = 20cm
μ = ¿?
S_N = 36cm^2

Cálculos

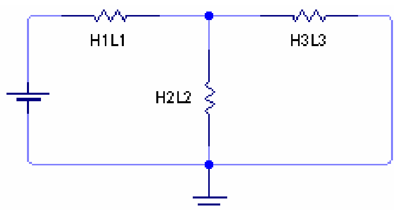
Se determina la inducción magnética B_2 del eje central:

$$B_2 = \frac{\phi_2}{S_N} = \frac{20000Mx}{36\,cm^2} = 555.55Gauss$$

Mediante la gráfica de B en función de H se obtiene H_2:

$$H_2 = 0.4\frac{A\cdot v}{cm}$$

El modelo eléctrico equivalente del circuito magnético es el siguiente:



Del paralelo de $H_3.L_3$ y $H_2.L_2$ se despeja H_3(excitación magnética en la rama 3):

$$H_3 \cdot L_3 = H_2 \cdot L_2$$

$$H_3 = H_2 \cdot \frac{L_2}{L_3} = 0.13\frac{A\cdot v}{cm}$$

De la curva B-H se obtiene B_3 para calcular luego el flujo magnético ϕ_3:

$$B_3 = 400Gauss$$

$$\phi_3 = B_3 \cdot S = 400Gauss \cdot 36cm^2 = 14400Mx$$

Como ϕ_1 es:

$$\phi_1 = \phi_2 + \phi_3 = 20000Mx + 14400Mx = 34400Mx$$

Se calcula B_1:

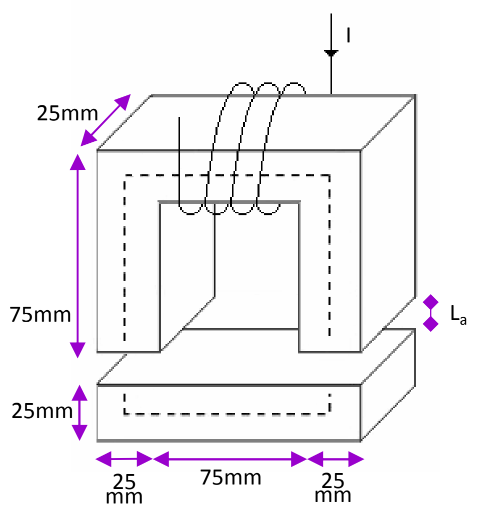
$$B_1 = \frac{\phi_1}{S} = \frac{34400Mx}{36cm^2} = 955.55Gauss$$

De la curva B-H se toma el valor de H_1:

$$H_1 = 0.5\frac{A \cdot v}{cm}$$

Problema 3

Datos
m = 4Kg
N = 100
L_{a1} = 0,25mm(cerrado)
L_{a2} = 3mm(abierto)



Cálculos
La superficie del núcleo de hierro es:

$$S_N = 25mm \cdot 25mm = 625\,mm^2 = 6.25cm^2$$

A continuación se calcula la superficie del entrehierro cuando está abierto:

$$S_A = (2.5cm + 0.3cm)(2.5cm + 0.3cm) = 7.84cm^2$$

Como la fuerza necesaria para mover el brazo del electroimán está expresada en Kgf (Sistema Técnico), se debe pasar este valor a N(Sistema Internacional) mediante su equivalencia:

$$1Kgf \approx 9.806N$$

$$F[N] = P[N]\ (Peso\ del\ brazo)$$

$$P[N] = 4Kgf \cdot \frac{9.806N}{1Kgf} = 39.2N = 39.2 \cdot 10^5\,dinas$$

El flujo magnético en el entrehierro es el mismo para el núcleo de hierro:

$$\emptyset = B_A \cdot S_A = B_{FE} \cdot S_N$$

$$B_{FE} = \frac{B_A \cdot S_A}{S_N}$$

Donde la fuerza F también es igual a:

$$F = \frac{{B_{FE}}^2}{2 \cdot \mu_0} \cdot S_A$$

Se despeja de la ecuación B_{FE}:

$$B_{FE} = \sqrt{\frac{2 \cdot \mu_0 \cdot F}{S_A}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 4\pi \cdot 10^{-7} N \cdot 39.2 \cdot N}{7.84cm^2 \cdot A^2}}$$

$$B_{FE} = \sqrt{\frac{2 \cdot 4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 10^5\,dinas \cdot 39.2 \cdot 10^5\,dinas}{7.84cm^2 \cdot A^2}} = 354.5\frac{dinas}{cm \cdot A} = 3545G$$

Donde B_A es igual a:

$$B_A = \frac{B_{FE} \cdot S_N}{S_A} = \frac{3545G \cdot 6.25cm^2}{7.84cm^2} = 2826.05G$$

A continuación se obtiene H_A:

$$H_A = \frac{B_A}{\mu_0} = \frac{2826.05G}{4\pi \cdot 10^{-7}\, T \cdot m/A} = \frac{2826.05G}{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 10^4\, G \cdot 10^2\, cm/A} = 2248.9\ {}^{A \cdot v}/_{cm}$$

Conociendo B_{FE} , de la curva B-H se toma H_{FE}:

$$H_{FE} = 1.2\, {}^{A \cdot v}/_{cm}$$

El valor de la longitud media del núcleo de hierro L_m está dado por:

$$L_m = 2 \cdot [(100mm - 25mm) + (125mm - 25mm)] = 350mm = 35cm$$

Se calcula la corriente con el brazo cerrado:

$$I \cdot N = (L_m) \cdot H_{FE} + 2 \cdot L_{a1} \cdot H_A$$

$$I = \frac{35cm \cdot 1.2\, {}^{A \cdot v}/_{cm} + 2 \cdot 0.025cm \cdot 2248.9\, {}^{A \cdot v}/_{cm}}{100v} = 1.54A$$

Se calcula la corriente para el entrehierro abierto:

$$I \cdot N = (L_m) \cdot H_{FE} + 2 \cdot L_{a2} \cdot H_A$$

$$I = \frac{35cm \cdot 1.2\, {}^{A \cdot v}/_{cm} + 2 \cdot 0.3cm \cdot 2248.9\, {}^{A \cdot v}/_{cm}}{100} = 13.34A$$

Problema 4

Datos
P_{50} = 4 W
P_{100} = 13 W
P_{H50} = ¿?
P_{P50} = ¿?

Cálculos
La pérdida total para una determinada frecuencia es igual a la suma de la Pérdida por histéresis y la Pérdida por corrientes parásitas:

$$P_H + P_P = 4W \text{ para } 50Hz$$

$$P_H + P_P = 13W \text{ para } 100Hz$$

La pérdida por histéresis está dada por:

$$P_H = A \cdot f \cdot B = A \cdot \frac{f}{100}$$

La pérdida por corrientes parásitas o de Foucault está dada por:

$$P_F = C \cdot f^2 \cdot B^2 = C \cdot \left(\frac{f}{100}\right)^2$$

Ambas expresiones anteriores forman un sistema de ecuaciones que se puede resolver aplicando el Método de Cramer:

1° Ecuación:

$$A \cdot \frac{50}{100} + C \cdot \left(\frac{50}{100}\right)^2 = 4W$$

$$A \cdot \frac{1}{2} + C \cdot \frac{1}{4} = 4W$$

2° Ecuación:

$$A \cdot \frac{100}{100} + C \cdot \left(\frac{100}{100}\right)^2 = 13W$$

$$A \cdot 1 + C \cdot 1 = 13W$$

Representando en forma matricial:

$$\begin{bmatrix} 1/2 & 1/4 \\ 1 & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} A \\ C \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 4 \\ 13 \end{bmatrix}$$

Aplicando la Regla de Cramer:

$$A = \frac{\begin{vmatrix} 4 & 1/4 \\ 13 & 1 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 1/2 & 1/4 \\ 1 & 1 \end{vmatrix}} = \frac{4 - 13 \cdot \frac{1}{4}}{\frac{1}{2} - \frac{1}{4}} = 3$$

$$C = \frac{\begin{vmatrix} 1/2 & 4 \\ 1 & 13 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 1/2 & 1/4 \\ 1 & 1 \end{vmatrix}} = \frac{\frac{1}{2} \cdot 13 - 4}{\frac{1}{2} - \frac{1}{4}} = 10$$

Obtenidas las constantes se particularizan ambas pérdidas para 50Hz y 100Hz:

Para 50Hz:

$$P_H = A \cdot \frac{f}{100} = 3 \cdot \frac{50}{100} = 1.5W$$

$$P_F = C \cdot \left(\frac{f}{100}\right)^2 = 10 \cdot \frac{1}{4} = 2.5W$$

Para 100Hz:

$$P_H = A \cdot \frac{f}{100} = 3 \cdot \frac{100}{100} = 3W$$

$$P_F = C \cdot \left(\frac{f}{100}\right)^2 = 10 \cdot \left(\frac{100}{100}\right)^2 = 10W$$