Profesor : Jorge Romo
Auxiliar : Eduardo Zamora
ezamora@ing.uchile.cl
Fecha : 05 de Abril de 2010

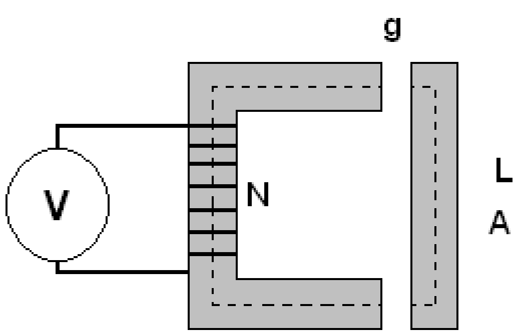
EL42C – Conversión Electromecánica de la Energía

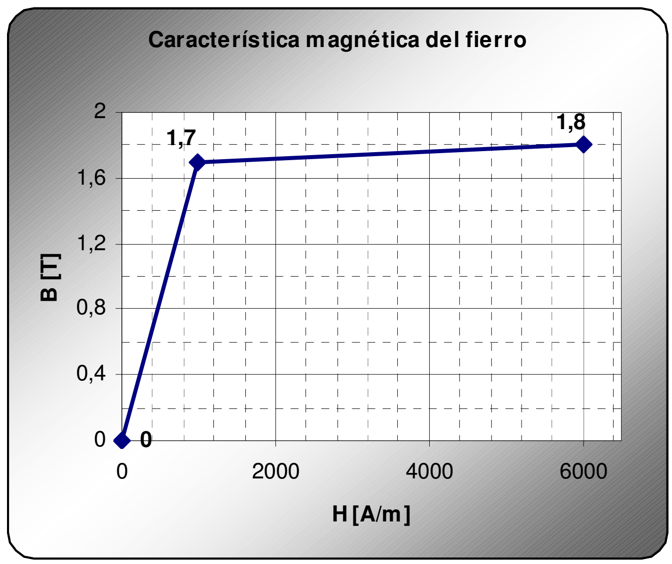
Auxiliar 1: Solución Problema 3

Problema 3

Datos: L = 15 [cm] N = 400 g = 0,1 [mm]

R = 0 [Ω] A = 2 [cm²] $v(t) = \sqrt{2} \cdot 25\sin(80 \cdot \pi \cdot t)$





De forma genérica tenemos que:

$$\oint \vec{H} \cdot d\vec{l} = N \cdot I$$

Si denotamos por un subíndice "g" a los campos en el entrehierro, y sin subíndice los del núcleo, tendremos:

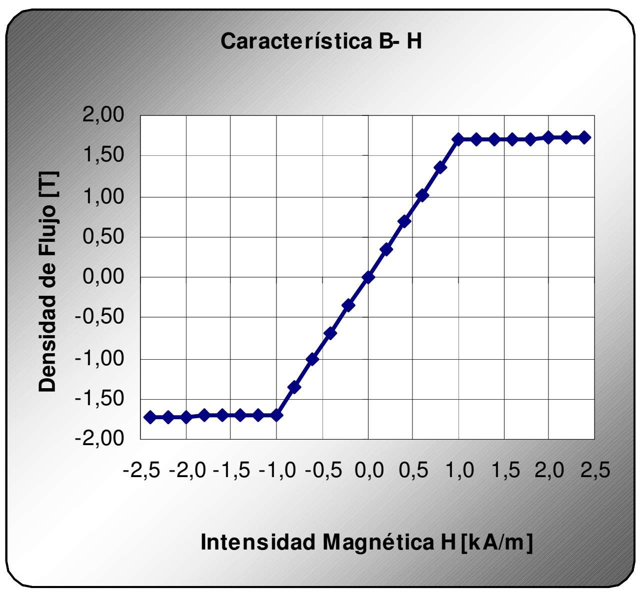
$$L \cdot H + 2g \cdot H_g = N \cdot I \qquad \textbf{(1)}$$

Sin embargo, sabemos que la densidad de flujo magnético B será igual en el entrehierro y en el núcleo, ya que la componente normal de B se conserva de un medio a otro. De esta forma, (1) puede escribirse en función de una sola variable, B:

$$L \cdot H(B) + 2g \cdot \frac{B}{\mu_0} = N \cdot I \qquad \textbf{(2)}$$

Donde H(B) es la función de la característica B – H del núcleo. Esta se puede calcular con las rectas que pasan por los puntos dados y sabiendo que B(H) o H(B) son funciones impares.

$$H(B) = \begin{cases} \frac{1000}{1.7} \cdot B & si \; 0 \le B \le 1.7 \\ 1000 + \frac{6000 - 1000}{1.8 - 1.7} \cdot (B - 1.7) & si \; B > 1{,}7 \\ -H(-B) & si \; B < 0 \end{cases} \qquad \textbf{(3)}$$



Dado el voltaje, podemos calcular por ley de Faraday el flujo inducido en el circuito:

$$V = N \cdot \frac{d\phi}{dt} \quad \Rightarrow \quad \phi = \frac{1}{N} \cdot \int V \cdot dt$$

Y así tenemos el flujo magnético y la respectiva densidad de flujo (dividiendo por el área).

$$\begin{aligned} \phi(t) &= -3.516861 \cdot 10^{-4} \cdot \cos(80 \cdot \pi \cdot t) \quad [Wb] \\ B(t) &= -1.758430 \cdot \cos(80 \cdot \pi \cdot t) \quad [T] \end{aligned} \qquad \textbf{(4)}$$

Se observa que B(t) tiene amplitud superior a 1.7, por lo cual cuando esto ocurra el núcleo estará saturado. Calculamos el intervalo de tiempo en que se satura.

$$\left|B(t_S)\right| = 1.7 \quad \Rightarrow \quad t_S = \frac{1}{80\pi}\arccos\left(\frac{1.7}{1.758430}\right) = 1.0286\ [ms]$$

Y se tendrá que los intervalos en que opere en saturación serán de la forma:

$$D_S(k) = \left(k \cdot \frac{T}{2} - t_S\ ;\ k \cdot \frac{T}{2} + t_S\right) \quad k \in IN_0$$ donde T es el período de la sinusoide.

Usando la ecuación (2), se puede despejar la corriente:

$$I(t) = \frac{1}{N}\left(L \cdot H(B(t)) + 2g \cdot \frac{B(t)}{\mu_0}\right)$$

Donde B(t) debe ser reemplazado adecuadamente según (3). Así, cuando se opera en zona lineal:

$$I(t) = \frac{1}{N}\left(L \cdot \frac{1000}{1.7} + \frac{2g}{\mu_0}\right)B(t) \qquad t \in D_S(k),\ k \in IN_0$$

$$I(t) = -1.087546 \cdot \cos(80 \cdot \pi \cdot t) \quad [A] \qquad t \in D_S(k),\ k \in IN_0$$

Y para la zona saturada, i.e., $t \notin D_S(k),\ k \in IN_0$:

$$I(t) = \frac{1}{N}\left(L \cdot \left(1000 + 50000 \cdot B(t) - 85000\right) + 2g \cdot \frac{B(t)}{\mu_0}\right)$$

Con B(t) calculado en (4). Como la función es creciente con B(t), calculamos la corriente peak:

$$I_{MAX} = I(B_{MAX} = 1.75843\,[T]) = 2.1702\,[A]$$

Finalmente podemos graficar el flujo y la corriente.