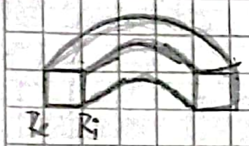
Guía 6: Magnetismo estacionario en medios materiales

1. Un anillo de sección rectangular tiene radios interior R_i y exterior R_e y altura h; está fabricado con un material ferromagnético blando de permeabilidad magnética relativa aprox. de e igual a μr. Si se coloca un arrollamiento de N espiras por las que circula una corriente de I A.

a- Calcular el campo $\vec{B}$ y su flujo en función de los parámetros constructivos

b- Idem (a) pero con el campo evaluado sobre el radio medio.

c- Grafique el campo y el flujo en ambos casos en función de la relación R_e/R_i.



Sé que $\oint_C \vec{H}\,d\vec{l} = I_{r(conc)}$

$$H \oint_C dl = N.I \Rightarrow H.2\pi r = N.I \Rightarrow H = \frac{N.I}{2\pi r}$$

Y como es un medio LIH $\Rightarrow B = \mu_0.\mu r.H$

$$\Rightarrow \boxed{B = \mu_0.\mu r.\frac{N.I}{2\pi r} \quad \forall r \in [R_i; R_e]}$$

a.

$$\phi = \oint \vec{B}\,d\vec{s} = \int_0^h \int_{R_i}^{R_e} \frac{\mu_0.\mu r.N.I}{2\pi r}\,dr\,dz = \boxed{\frac{\mu_0 \mu r\,N.I.h}{2\pi}.\ln(R_e/R_i) \Rightarrow \phi}$$

b.

$$r_m = \frac{R_i+R_e}{2} \Rightarrow B = \frac{\mu_0.\mu r.N.I}{2\pi r_m} = \frac{\mu_0.\mu r.N.I}{2\pi\frac{(R_i+R_e)}{2}} \Rightarrow \boxed{B = \frac{\mu_0.\mu r.N.I}{\pi(R_i+R_e)}}$$

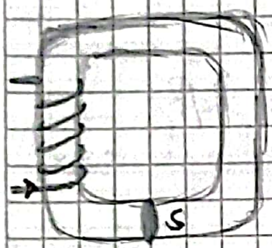
$$\phi = \iint \vec{B}\,d\vec{s} = \int_0^h \int_{R_i}^{R_e} \frac{\mu_0.\mu r.N.I}{2\pi(R_i+R_e)}\,dr\,dz = \boxed{\frac{\mu_0.\mu r.N.I.h(R_e-R_i)}{2\pi(R_i+R_e)} \Rightarrow \phi}$$

Escaneado con CamScanner

2. El circuito magnético mostrado está constituido por un núcleo de 40 cm de long. media y de sección cte igual a 1 cm². Dicho núcleo está construido con un material ferromagnético blando con permeabilidad magnética relativa aprox. cte igual a 1000 ($\to \mu_r$). Si inicialmente el núcleo se encuentra desmagnetizado, calcular:

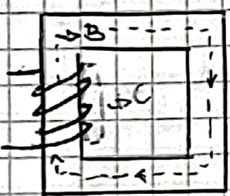
a. la corriente necesaria q' se debe establecer en el arrollamiento de 200 espiras, en el sentido indicado, para q' el módulo del campo $\bar{B}$ en el núcleo sea de 0,1 T.

b. los vectores $\bar{H}$ y $\bar{M}$ (indicando su sentido en el circuito magnético).



• El arrollamiento genera inducción $\bar{B}$, que origina flujo: $\phi = \iint_S \bar{B}\,d\bar{s}$

$\bar{B} \parallel \bar{H} \parallel \bar{M}$



$\oint_C \vec{H}\,d\vec{l} = I_{conc} \to H \cdot L = N \cdot I$

Y como es material L.I.H: $B = \mu_r \cdot \mu_0 \cdot H \to B = \mu_r \cdot \mu_0 \cdot \frac{NI}{L} \to \frac{B \cdot L}{\mu_0 \cdot \mu_r \cdot N} = I$

$\Rightarrow \frac{0{,}1T \cdot 0{,}4m}{1000 \cdot 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{Tm}{A} \cdot 200} = \boxed{0{,}16\,A \to I}$

$\to \boxed{F_{em} = I \cdot N = 31{,}83\,A}$ a.

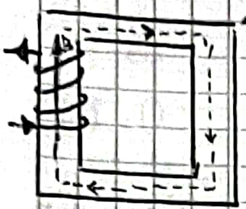
b.

$H = \frac{B}{\mu_r \cdot \mu_0} \to H = \frac{0{,}1T}{1000 \cdot 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{Tm}{A}} = 79{,}6 \frac{A}{m} \to H$

Para saber sentido hago: $\bar{M} = \frac{\bar{B}}{\mu_0} - \bar{H} = \frac{0{,}1T}{4\pi 10^{-7} \frac{Tm}{A}} - 79{,}6 \frac{A}{m} = 79577{,}5 \frac{A}{m} - 79{,}6 \frac{A}{m} = 79497{,}9 \frac{A}{m}$

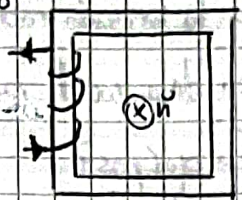
$\hookrightarrow$ da positivo $\Rightarrow$ ⊕ sentido q' inducción $\bar{B}$ y valor $79{,}6 \frac{A}{m}$

3. En el mismo núcleo del problema ② se coloca, además, un bobinado de 500 espiras con una corriente de 2A. Calcular $\bar{M}, \bar{B}, \bar{H}$ (indicando sentido en circuito)



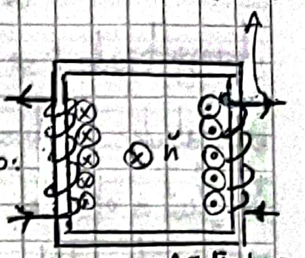
→ Corriente circula horario

↳ Regla mano der.: $\otimes \hat{n}$



→ Agrego bobinado:

sentido x



Acá por ej.: $\oint \bar{H} d\bar{l} = N_1 I_1 - N_2 . I_2$

$$\oint_C \bar{H} d\bar{l} = I_{conc} \Rightarrow H . l = N_1 . I_1 \pm N_2 . I_2$$

$$H = \frac{200 . 0{,}16A \pm 500 . 2A}{0{,}4m} = \begin{cases} 2580 \frac{A}{m} \; (+) \\ -2420 \frac{A}{m} \; (-) \end{cases}$$

Y como $B = \mu_0 . \mu_r . H$ con $\mu_r = 1000 \Rightarrow B = 3{,}24T \; (+) \; \vee \; B = -3{,}04 \; (-)$.

Finalmente: $\bar{M} = \frac{\bar{B}}{\mu_0} - \bar{H} \Rightarrow M = 2575730{,}08 \; (+) \; \vee \; M = -2416735{,}14 \; (-)$

* Tengo que ver qué caso me da I_1 positiva: $\underbrace{H}_{\frac{B}{\mu_0 . \mu_r}} = \frac{N_1 I_1 \pm N_2 I_2}{l} \rightarrow \frac{\left(\frac{B . l}{\mu_0 . \mu_r} \pm N_2 I_2\right)}{N_1} = I_1$.

Evalúo (+) : $I_1 = \left(\frac{0{,}1T . 0{,}4m}{1000 . 4\pi . 10^{-7} \frac{Tm}{A}} - 500 . 2A\right) / 200$

$I_1 = -4{,}84$ → Era el otro...

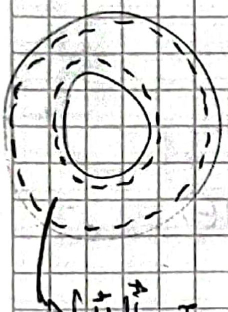
⇒ El sentido de I_2 es el dibujado.

4. El circuito magnético mostrado está constituido por un núcleo toroidal cuyos radios son $R_1 = 2cm$ y $R_2 = 3cm$, y de sec. □ cte. Material: ferromagnético blando con permeabilidad magnética relativa de = 800. El bobinado tiene 300 espiras y la corriente = 1A. Inicialmente núcleo desmagnetizado y se toma en cuenta la variación radial de $\bar{B}, \bar{H}$ y $\bar{M}$.

a. Calcular los tres vectores en función de la coord. radial

b. Cuál es el valor máx. de B? ¿En qué pos?

c. Repetir cálculo con núcleo de material aire



$\oint_C \vec{H} d\vec{l} = I_{enc.} \Rightarrow H . \oint_C dl = I N \Rightarrow H . 2\pi r = I . N \Rightarrow \boxed{H = \frac{300 . 1A}{2\pi . r}}$

Como es LIH $\Rightarrow B = \mu_0 \mu_r . H \Rightarrow B = \mu_0 800 . \frac{300A}{2\pi r} = 4\pi . 10^{-7} \frac{Tm}{A} . \frac{120000A}{\pi . r} =$

$= 480000 . 10^{-7} \frac{Tm}{r} = \boxed{4,8 . 10^{-2} Tm . \frac{1}{r} \rightarrow B}$

y $M = \frac{B}{\mu_0} - H \Rightarrow M = \mu_0 . 800 . H . \frac{1}{\mu_0} - H \Rightarrow M = H(800 - 1)$

$M = \frac{300A}{2\pi r}(799) = \boxed{\frac{119850}{\pi r} A \rightarrow M}$

b. $B = \frac{k}{r} \rightarrow$ A medida que aumenta r, B se achica $\Rightarrow$ Bmax es en $R_{min} = R_1$

$\Rightarrow B = \frac{4,8 . 10^{-2} Tm}{0,02m} = \boxed{2,4T}$

c. Si material es aire $\Rightarrow \mu_r = 1$.

H es igual: $\boxed{H = \frac{300A}{2\pi r}}$ $\quad B = \mu_0 . H = 4\pi 10^{-7} \frac{Tm}{A} . \frac{150A}{\pi . r} = \boxed{600 . 10^{-7} \frac{Tm}{r} \rightarrow B}$

$M = \frac{\mu_0 . H}{\mu_0} - H = H - H = \boxed{0 \rightarrow M}$

$R_1 \rightarrow B = \frac{600 . 10^{-7} T.m}{0,02m} = \boxed{3 . 10^{-3} T}$