

ELETROMAGNETISMO

MEFT

7ª Série de problemas

(Magnetização, Campo H , entreferro e Indução Eletromagnética)

1) Magnetização

Num dado material ferromagnético os átomos possuem momentos magnéticos permanentes com magnitudes da ordem de $|\vec{m}| = 10^{-23} \text{ A.m}^2$.

- Determine a magnitude da magnetização $|\vec{M}|$ máxima se o material tiver 10^{29} átomos/ m^3 .
- Determine a intensidade máxima do campo magnético \vec{B} e compare com o valor do campo magnético médio da Terra ($\sim 0.5 \text{ gauss} = 0,5 \times 10^{-4} \text{ T}$).

2) Magnetização [Exerc.8.1 JL]

Um condutor cilíndrico de raio R é percorrido por uma corrente elétrica uniforme I paralela ao eixo do cilindro. Supondo o condutor homogêneo com permeabilidade magnética relativa $\mu_r (\equiv \mu/\mu_0)$, calcule

- as densidades de corrente de magnetização em volume e em superfície;
- a corrente total de magnetização que atravessa a secção (transversal) do condutor.

3) Magnetização e campo H [Probl. 6.12 DG]

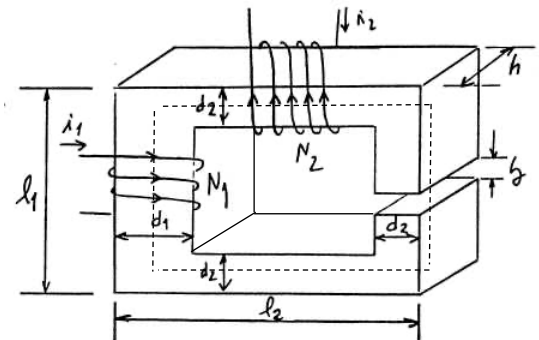
Um cilindro infinito de raio R tem uma magnetização permanente paralela ao eixo, $\vec{M} = kr \vec{e}_z$, sendo k uma constante e r a distância ao eixo do cilindro. Não há corrente de condução em lado nenhum. Calcule o campo magnético em todo o espaço,

- a partir das correntes de magnetização;
- calculando primeiro o campo \vec{H} .

4) Campo H , Circuito magnético, Entreferro e Energia Magnética [Variante Exerc.8.2 JL]

Considere o circuito magnético da figura constituído por um material ferromagnético de permeabilidade magnética $\mu = 8000\mu_0$, e com as seguintes propriedades: $N_1=100$, $N_2=300$, $i_1=2 \text{ A}$, $i_2=1 \text{ A}$, $h=2 \text{ cm}$, $\delta(\text{entreferro})=1 \text{ mm}$, $d_1=10 \text{ cm}$, $d_2=5 \text{ cm}$, $l_1=60 \text{ cm}$, $l_2=80 \text{ cm}$.

- Diga quantos valores diferentes de \vec{B} , \vec{H} e \vec{M} existem ao longo da linha de campo média (que passe pelo centro da secção);
- Calcule as intensidades de \vec{B} , \vec{H} e \vec{M} ao longo da linha de campo média;
- Determine o coeficiente de indução mútua M entre os dois enrolamentos.
- Estime a energia magnética armazenada no sistema.



5) Lei de Indução de Faraday

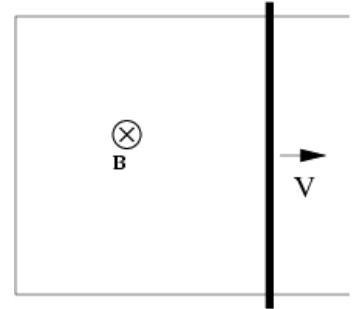
Uma espira quadrada de lado $l = 0,1 \text{ m}$ e resistência $R = 5 \Omega$, está colocada numa região do espaço onde existe um campo magnético uniforme (no espaço), perpendicular ao plano da espira, mas variável no tempo de acordo com a expressão $\vec{B}(t) = \vec{e}_B (1 + 6t) [\text{T}]$. Determine o valor da intensidade e o sentido da corrente induzida na espira.

6) *Lei de Indução de Faraday*

Um fio condutor muito comprido conduz uma corrente constante $I=5\text{ A}$. Colocamos uma espira plana quadrada com 5 cm de lado, no plano do fio, estando o lado mais próximo a 5 cm do fio e paralelo ao fio. Começamos a afastar o fio da espira, a uma velocidade constante de 1 cm/s . Se a espira tiver uma resistência de $2\ \Omega$, qual a corrente induzida na espira (em função da distância ao fio)? Como é possível manter a velocidade constante?

7) *Lei de Indução de Faraday*

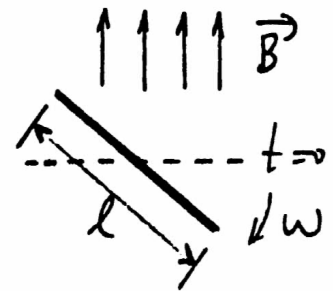
Considere um circuito aberto em forma de U, em cima do qual se move uma barra de 1 m de comprimento, condutora e de resistência $R=10\ \Omega$, e massa 1 Kg com velocidade constante $v=0,02\text{ m/s}$, fechando o circuito (figura). Considere ainda um campo magnético $B=0,5\text{ T}$, constante e homogêneo em todo o papel, perpendicular ao plano do circuito, no sentido de cá para lá do papel.



- Qual a variação no tempo do fluxo magnético que atravessa a área englobada pelo circuito fechado com a barra?
- Qual a corrente induzida no circuito?
- Há alguma força a atuar a barra? Qual o trabalho realizado por essa força ao fim de 1 s ?
- Qual a potência dissipada no circuito?

8) *Lei de Indução de Faraday*

A figura mostra uma espira quadrada de lado $l=20\text{ cm}$, que roda em torno de um dos seus eixos, com uma velocidade angular $\omega=100\pi\text{ rad/s}$, na presença de um campo magnético \mathbf{B} uniforme, de intensidade 0.5 T e perpendicular à posição da espira quando $t=0$.



- Determine, em função do tempo, o fluxo do campo magnético através da espira.
- Determine o valor e o sentido da corrente elétrica induzida na espira, sabendo que esta tem uma resistência de $2\ \Omega$.
- Determine a energia dissipada na espira ao fim de 2 minutos .

9) *Lei de Indução de Faraday*

Um cubo ôco com 1 m de lado e 1 Kg de massa, em que as arestas são fios elétricos com resistência $R = 4\ \Omega$, cai na vertical e, quando atinge a velocidade $v = 4\text{ m/s}$, começa a entrar numa região com campo magnético \mathbf{B} paralelo à base, e também a 2 das faces, como se mostra na figura, estabilizando então rapidamente a velocidade de queda nos 4 m/s .

- Calcule a corrente que circula nas espiras do cubo em função do campo magnético B , e indique o seu sentido.
- Calcule a força magnética que atua sobre o cubo, em função do campo B .
- Calcule o módulo do campo de magnético B , existente nesse meio (sug: note que $v=C^{te}$).
- Calcule a energia dissipada no cubo desde que entrou na região com campo magnético, até estar totalmente imerso (assumindo a velocidade constante desde o início).
- Caracterize, justificando, o movimento do cubo depois de estar totalmente imerso (se tem ou não aceleração e qual o valor se diferente de zero).
- Suponha que a região de campo magnético tem apenas 4 m de altura. Caracterize o movimento do cubo quando a face inferior começa a sair da zona do campo, até sair totalmente, e o movimento depois de sair totalmente.

