

Electromagnetismo — II

1. Um fio está enrolado uniformemente em torno de um cilindro de comprimento L e raio a (com $L \gg a$), descrevendo N espiras. Sendo $I(t) = I_0 \cos(\omega t)$ a corrente que percorre o fio condutor (com I_0 constante e ω designando a frequência angular), determinar a corrente induzida numa espira quadrada, de resistência R colocada num plano perpendicular ao eixo do solenóide, nas seguintes situações:

- a) a espira tem lado ℓ_1 e está totalmente no interior do solenóide;
- b) a espira tem lado $\ell_2 > 2a$ e “contém” o solenóide no seu interior.

2. Considerar uma bobina de comprimento ℓ , formada por N espiras circulares de raio a ($a \ll \ell$), uniformemente distribuídas. Aos terminais desta bobina, de indutância L e resistência desprezável, é aplicada uma tensão variável $V(t) = V_0 \cos(\omega t)$, com V_0 e ω constantes.

Nota: a queda de tensão nos extremos de uma bobina de resistência desprezável é $L \frac{dI}{dt}$

- a) Tomando para eixo dos zz o eixo da bobina, verificar que o campo magnético no interior desta pode ser descrito pela expressão $\vec{B}(t) \simeq B_0 \sin(\omega t) \hat{e}_z$. Determinar a expressão de B_0 .
- b) Para avaliar a correcção da expressão de B_0 , colocou-se uma pequena bobina de comprimento $\ell' = \ell/4$, raio $a' = a/4$, e com a mesma densidade de espiras ($n' = n$), no interior da bobina maior, coaxial com esta, e mediu-se a amplitude, ε_0 , da força electromotriz induzida na bobina pequena. Obter a expressão que permite relacionar B_0 com ε_0 .
- c) Se se deslocar a bobina pequena ao longo do eixo, aproximando-a das extremidades da bobina maior, o valor de ε_0 que se mede deverá aumentar, diminuir ou manter-se? Justificar a resposta.

3. Um anel circular de cobre é posto a rodar em torno de um diâmetro vertical, no campo magnético da Terra. Nessa região o campo magnético (densidade de fluxo magnético) tem de intensidade $44,5 \mu\text{T}$ e faz um ângulo de 64° para baixo, com a horizontal.

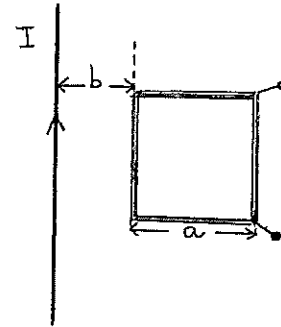
Sabendo que a densidade do cobre é $8,90 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ e que a sua resistividade é $1,7 \times 10^{-8} \Omega \text{ m}$, determinar quanto tempo deve decorrer até que a velocidade angular de rotação do anel se reduza a metade.

Nota: O intervalo de tempo referido é muito longo em comparação com um ciclo de rotação do anel.

(Desprezam-se os efeitos de atrito e ignoram-se os efeitos de auto-indução.)

4. Pretende-se medir o valor eficaz da corrente alternada $I = I_0 \sin \omega t$ que percorre um fio rectilíneo, sem inserir um amperímetro no circuito. Para isso coloca-se um conjunto de N espiras quadradas de lado a à distância b do fio e mede-se o valor eficaz ε_{ef} da força electromotriz induzida nas espiras.

- a) Determinar a expressão do campo de indução magnética \vec{B} , à distância r de um fio muito longo percorrido pela corrente I .
- b) Obter a expressão do valor eficaz da corrente que percorre o fio, I_{ef} , em função do valor eficaz, ε_{ef} , da força electromotriz medida nas espiras.



5. Um anel de resistência desprezável (supercondutor) é colocado por de cima de um magnete cilíndrico vertical, de modo que o cilindro e o anel tenham o mesmo eixo.

O campo magnético criado pelo magnete tem simetria cilíndrica, podendo descrever-se através das suas componentes vertical, B_z , e radial, B_r , na seguinte forma:

$$B_z = B_0(1 - \alpha z) \quad \text{e} \quad B_r = B_0\beta r,$$

onde B_0 , α e β são constantes; z e r são as coordenadas segundo o eixo dos zz e segundo a direcção radial, respectivamente.

Quando é largado, o anel começa a cair, mantendo o seu eixo vertical, e não é percorrido por qualquer corrente.

Estudar o seu movimento subsequente e calcular a corrente que o percorre.

Dados: coordenadas do centro do anel no instante $t = 0$: $z = 0$ e $r = 0$;

massa do anel, $m = 50 \text{ mg}$; raio do anel, $r_0 = 0,5 \text{ cm}$;

auto-indutância do anel, $\mathcal{L} = 1,3 \times 10^{-8} \text{ H}$

$B_0 = 0,01 \text{ T}$; $\alpha = 2\beta = 32 \text{ m}^{-1}$; $g = 9,8 \text{ m/s}^2$

