



INSTITUTO  
SUPERIOR  
TÉCNICO

## 2º Teste de Electromagnetismo e Óptica (MEC + LBE[GM+T])

Prof. Pedro Abreu, Prof. João Pulido, Profª. Sandra Heleno,

Prof. Susana Vilanova, Profª. Manuela Mendes

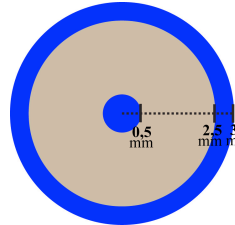
16 de Novembro de 2010

**Duração do Teste: 1h 30m**

$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ N/A}^2$  Perímetro do círculo:  $2\pi r$  1 h = 3600 s

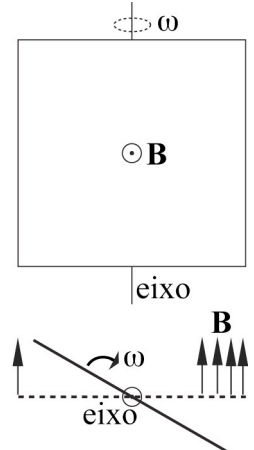
$$\frac{1}{T} \int_0^T \sin^2\left(\frac{2\pi}{T}t\right) dt = \frac{1}{2}$$

- [10.0] 1) Um cabo coaxial é constituído por um condutor interior cilíndrico, homogéneo, de raio  $R_I = 0,5 \text{ mm}$ , envolvido por uma bainha constituída por um material isolante com permeabilidade magnética  $\mu = \mu_0$ , de espessura  $2 \text{ mm}$ , e por outro condutor cilíndrico de espessura  $0,5 \text{ mm}$  e raio interior  $R_{EI} = 2,5 \text{ mm}$ . No cabo passa uma corrente constante  $I = 5 \text{ mA}$ , uniformemente distribuída respectivamente nas secções dos condutores (num sentido no condutor interior e no sentido oposto no condutor exterior). O meio exterior ao sistema e os meios condutores têm permeabilidade  $\mu = \mu_0$ . Justifique as respostas e as aproximações consideradas (*sugestão: considere os condutores como infinitos*).



- [3.0] a) Calcule o campo de indução magnética  $\mathbf{B}$  criado apenas pelo condutor interior (como se não existisse o condutor exterior), em função da distância  $R$  ao eixo longitudinal do sistema (no centro da figura, perpendicular à folha) e para  $R > R_I$  (no exterior desse condutor).
- [3.0] b) Calcule o campo de indução magnético  $\mathbf{B}$  criado pelo sistema (cabo coaxial) em função da distância  $R$  ao eixo longitudinal do sistema, para as várias regiões ( $R \leq R_I$ ;  $R_I < R \leq R_{EI}$ ;  $R_{EI} < R \leq R_{EI} + 0,0005$ ;  $R > R_{EI} + 0,0005$ ).
- [2.0] c) Suponha que enrola o cabo coaxial em torno de um cilindro maciço de  $2 \text{ m}$  de comprimento e secção transversal com  $1 \text{ cm}$  de raio, com permeabilidade magnética  $\mu = 10\,000 \mu_0$ , de forma a que o cabo coaxial dê  $1000$  voltas ao cilindro. Calcule o campo de indução magnética  $\mathbf{B}$  no interior do cilindro, em função da distância  $r$  ao eixo do cilindro, se no cabo circularrem  $5 \text{ mA}$ , e o coeficiente de auto-indução deste sistema.
- [2.0] d) Suponha que no sistema da alínea anterior substitui o cabo por um fio transportando  $5 \text{ mA}$ , mantendo as outras condições. Calcule o campo de indução magnética  $\mathbf{B}$  no interior do cilindro, em função da distância  $r$  ao eixo, e o coeficiente de auto-indução deste sistema.

- [10.0] 2) O Sr. Isidro Sabia Tudo, promissor estudante de Eng<sup>a</sup> Civil nas horas vagas, está pastando as suas cabritas no cimo da Serra do Marão, enquanto observa os moinhos eólicos (produção de energia eléctrica a partir do vento). O Sr. Isidro desenvolveu uma ideia simples, representada na figura, para o modelo de funcionamento do gerador de electricidade. Uma espira quadrada, de lado  $l = 0,5 \text{ m}$ , pode rodar em torno de um eixo no plano da espira, paralelo aos lados e passando pelo seu centro, estando imersa num campo de indução magnética  $\mathbf{B}$  homogéneo e constante de intensidade  $B = 0,2 \text{ T}$ . No eixo de rotação está ligado o sistema acoplado às pás que giram, nessa altura, com velocidade aproximadamente constante  $\omega = 0,2\pi \text{ rad/s}$ .



- [2.0] a) Calcule o fluxo do campo de indução magnética que atravessa a espira no instante em que o ângulo entre a normal ao plano da espira e o campo  $\mathbf{B}$  é  $\theta = 30^\circ$ .
- [2.0] b) Calcule o fluxo do campo de indução magnética que atravessa a espira em função do tempo.
- [2.0] c) Calcule a intensidade da força electromotriz gerada na espira, em função do tempo, assumindo que era nula quando se colocou o sistema em rotação em  $t = 0$ .
- [2.0] d) Para melhorar o sistema, o Sr. Joaquim pensou em substituir a espira por  $50000$  espiras ligadas (e empilhadas como na figura). Admitindo que a resistência total do sistema é  $R = 10 \Omega$ , calcule a corrente induzida no sistema em função do tempo.
- [1.0] e) Calcule a energia dissipada no sistema da alínea anterior ao fim de uma hora.
- [1.0] f) Para melhorar a produção de energia, as espiras da alínea anterior estão enroladas em torno de um núcleo maciço. Diga justificando se esse núcleo deve ser diamagnético, paramagnético, ferromagnético suave ou ferromagnético forte.

