

No início da parte A, transcreva e assine a seguinte declaração:

**“Ao submeter esta avaliação online, declaro por minha honra que irei resolver a prova não recorrendo a qualquer elemento de consulta, de forma autónoma e sem trocar qualquer informação por qualquer meio, com qualquer pessoa ou repositório de informação, físico ou virtual.”**

**No final da prova, fotografe as respostas com o cartão de cidadão visível sobre cada folha. Siga as INDICAÇÕES no verso.**

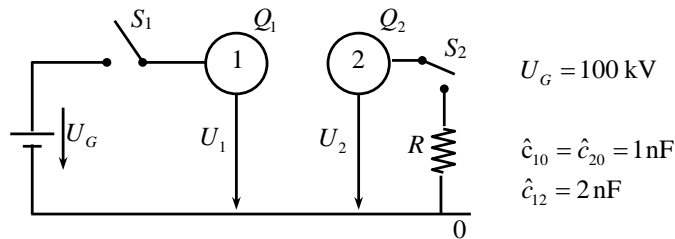


Fig. 1

**A)** A Fig. 1 representa um corte transversal de uma linha bifilar, no ar ( $\epsilon = \epsilon_0$ ), constituída pelos condutores 1 e 2, face a um condutor plano (cond. 0). Os condutores da linha são iguais, de raio  $r_0 = 2$  mm e comprimento  $l = 1$  km, e estão à mesma distância do condutor plano. O campo de disrupção do ar é  $E_d = 30$  kV/cm.

- 1) Fez-se uma experiência onde, com o sistema descarregado, se impôs a tensão de  $U_I = 100$  kV (interruptor  $S_1$  fechado) com o condutor 2 isolado (interruptor  $S_2$  aberto). Após a obtenção do equilíbrio eletrostático mediu-se a carga do condutor 1,  $Q_1 = 166,7$   $\mu$ C e a tensão  $U_2 = 66,7$  kV. Determine a matriz dos coeficientes de potencial  $[S]$ . Depois, verifique, justificadamente, que as capacidades parciais do sistema são as indicadas na Fig. 1.
- 2) Em seguida abriu-se o interruptor  $S_1$  e depois fechou-se o interruptor  $S_2$ . Determine a nova tensão do condutor 1,  $U_1$  e a nova carga do condutor 2,  $Q_2$ .
- 3) Determine a energia dissipada por efeito de Joule na resistência  $R$  entre os dois estados de equilíbrio descritos nas alíneas 1) e 2). Justifique.
- 4) Indique a situação, a da alínea 1) ou a de 2), em que o campo elétrico é máximo. Determine o seu valor para a aproximação de condutores finos. Comente sobre a possibilidade de disrupção do dielétrico. Justifique.

**B)** Considere o circuito magnético representado na Fig.2-a), onde se desprezam as relutâncias magnéticas das peças horizontais e onde as peças verticais (a sombreado), todas iguais, têm comprimento  $l$ , secção  $S$  e permeabilidade magnética relativa,  $\mu_r$ , dados. Os enrolamentos 1 e 2 têm número de espiras respetivamente  $N_1$  e  $N_2$  também dados. Despreza-se a dispersão e consideram-se os campos uniformes nas peças verticais.

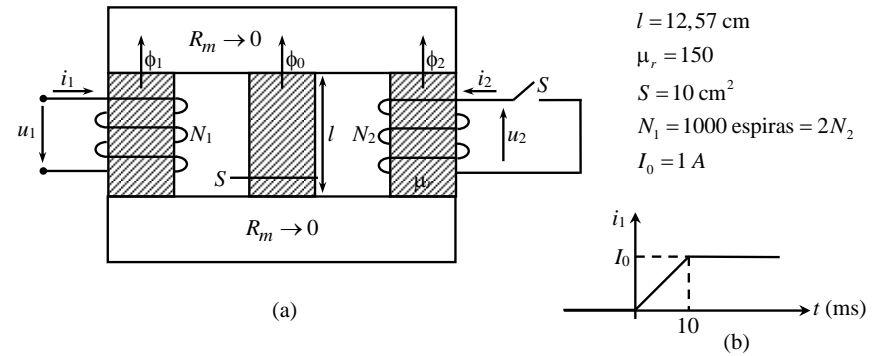


Fig. 2

- 1) Calcule a relutância magnética das peças verticais a sombreado.
- 2) Por aplicação das leis fundamentais, estabeleça as equações que permitem o cálculo dos fluxos  $\phi_1$ ,  $\phi_2$  e  $\phi_0$  indicados na figura em função das correntes  $i_1$  e  $i_2$ .
- 3) Calcule esses fluxos  $\phi_1$ ,  $\phi_2$  e  $\phi_0$  para a situação em que o enrolamento 2 está em aberto (interruptor  $S$  aberto) e a corrente  $i_1 = I_0$  dado.
- 4) Determine os campos de indução magnética  $\mathbf{B}$  e intensidade do campo magnético  $\mathbf{H}$  nas peças verticais a sombreado do circuito magnético na situação da alínea 3). Determine a energia magnética armazenada.
- 5) Relacione os fluxos ligados com cada enrolamento,  $\psi_1$  e  $\psi_2$ , com os fluxos através das secções retas das peças verticais  $\phi_1$ ,  $\phi_2$  e  $\phi_0$ . Determine os valores de  $\psi_1$  e  $\psi_2$  para a situação da alínea 3). Determine os coeficientes de autoindução do enrolamento 1  $L_{11}$  e o coeficiente de indução mútua  $L_M$ . Verifique o valor de  $L_{11}$  por considerações de natureza energética.

**C)** Considere ainda o sistema representado na Fig. 2 em que  $L_{11} = 1$  H e  $L_M = 0,25$  H e considere agora que as correntes  $i_1$  e  $i_2$  são variáveis no tempo. Desprezam-se as resistências dos enrolamentos.

- 1) Exprima a tensão  $u_1$  em função das correntes  $i_1$  e  $i_2$  e a tensão  $u_2$  em função do fluxo  $\phi_2$ , por aplicação da lei de indução de Faraday.
- 2) Considere que  $i_1(t)$  tem o andamento indicado na Fig.2-b) e que o enrolamento 2 está em aberto (interruptor  $S$  aberto). Determine a tensão  $u_2(t)$  e represente o seu andamento temporal.
- 3) Considere ainda que  $i_1(t)$  tem o andamento indicado na Fig.2-b) mas que o enrolamento 2 está em curto-circuito (interruptor  $S$  fechado). Determine  $\phi_2$ . Tendo em conta as equações de 2), estabeleça a relação entre as correntes  $i_1$  e  $i_2$ . Determine  $i_2$ . Determine a tensão  $u_1(t)$  e represente o seu andamento temporal.

INDICAÇÕES

O teste (sem consulta) tem 1,5 horas de duração com mais 5 minutos para a declaração de honra e assinatura e mais 15 minutos para a submissão eletrónica das 3 partes do teste.

Nenhum aluno será admitido no teste após o início da prova.

- No início da parte A, transcreva e assine a seguinte declaração:

“Ao submeter esta avaliação online, declaro por minha honra que irei resolver a prova não recorrendo a qualquer elemento de consulta, de forma autónoma e sem trocar qualquer informação por qualquer meio, com qualquer pessoa ou repositório de informação, físico ou virtual.”

- Fotografe as respostas com o cartão de cidadão visível sobre cada folha em todas as partes.

**Estas duas últimas solicitações são obrigatórias e a sua não inclusão tornará inviável a classificação do teste.**

Deve usar três cadernos de folhas, um por cada parte A, B e C, onde conste a identificação do aluno, com nome e número, bem como a data da prova, designação da disciplina e a respetiva parte. No final, para cada parte, fotografe e crie um ficheiro PDF com o nome “T1\_parte X\_número de aluno” com X=A, B ou C conforme a parte e, depois, submeta-os, através da plataforma FENIX, nos projetos “1º Teste de recuperação de ET (Parte X)” com X=A, B ou C conforme a parte.

Não utilize cor vermelha e evite fazer riscos e rasuras.

Na aplicação das leis fundamentais é **indispensável** indicar numa figura os caminhos, superfícies e normais utilizados.

Nos cálculos de natureza numérica não se esqueça de explicitar as **unidades** em que as grandezas calculadas estão expressas.

Constantes características do vazio:  $\epsilon_0 = \frac{10^{-9}}{36\pi} \text{ Fm}^{-1}$  ;  $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ Hm}^{-1}$  ;  $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$  .

Cotações:	Parte A	Parte B	Parte C
	1) 3,0	1) 0,5	1) 2,0
	2) 2,0	2) 1,5	2) 1,5
	3) 1,0	3) 1,0	3) <u>2,5</u>
	4) <u>1,0</u>	4) 2,0	6,0
	7,0	5) <u>2,0</u>	
		7,0	