INSTITUTO POLITÉCNICO DE TOMAR
Escola Superior de Tecnologia de Tomar
Departamento de Engenharia Electrotécnica
Área InterDepartamental de Física

Curso de Engenharia Electrotécnica e de Computadores
Exame de Electromagnetismo

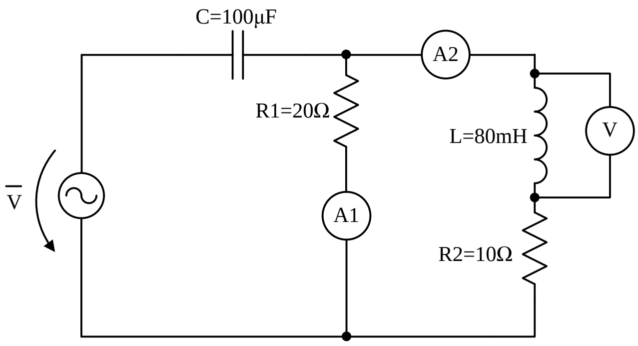
Duração da prova: $2^h 30^{min}$ **18 de Junho de 2010**

I

I a) [1,25 val.] Defina condutor ideal e demonstre o princípio de *Poisson*.
I b) [1,25 val.] Numa dada região da atmosfera terrestre, o campo eléctrico é de 150 NC^{-1} a uma altitude de 250 m e de 170 NC^{-1} a uma altitude de 400 m, apontando radialmente para o centro da Terra. Aplicando a lei de *Gauss*, determine a densidade volumétrica de carga (suposta uniforme) nessa região atmosférica.
I c) [1,25 val.] Defina materiais condutores e dieléctricos, e explique os fenómenos que permitem o uso destes últimos no aumento da capacidade dos condensadores.
I d) [1,5 val.] Descreva o fenómeno de indução electromagnética (de *Faraday*) e indique os diferentes modos de a obter na prática.
I e) [1,25 val.] O que é a “corrente de deslocamento” e porque razão *Maxwell* a introduziu?
I f) [1,5 val.] Enuncie as propriedades da onda electromagnética plana no vazio. Porque razão os corpos emitem ondas electromagnéticas (radiação electromagnética)?

II

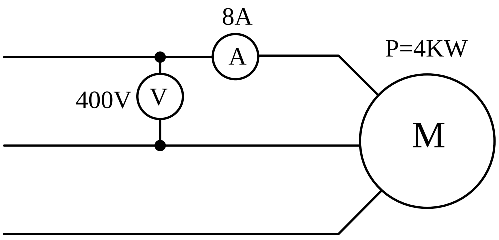
O circuito da figura é alimentado por uma fonte de tensão $\bar{V}$, cuja frequência é de 50Hz. A potência dissipada na resistência R1 é de 100W. A1 e A2 são amperímetros de CA e V é um voltímetro de CA.



II a) [1,5 val.] Determine o valor medido por cada um dos aparelhos de medida.
II b) [1,5 val.] Calcule a impedância aos terminais da fonte de tensão.
IIIc) [1,0 val.] Diga, justificando, qual o comportamento do circuito (capacitivo, resistivo ou indutivo).
II d) [1,0 val.] Calcule o factor de potência associado ao circuito.

III

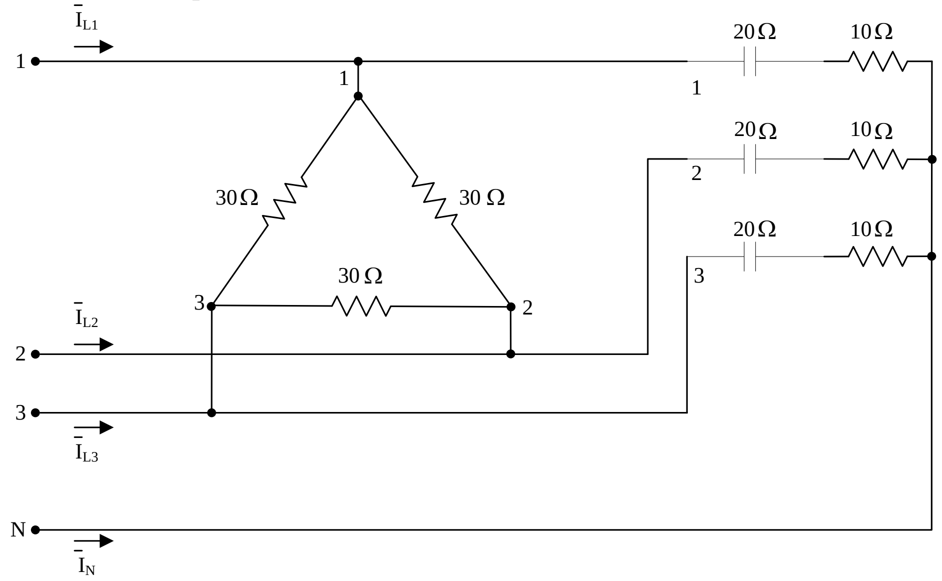
Num motor eléctrico trifásico, ligado em triângulo, são medidas a tensão e a corrente, usando um voltímetro V e um amperímetro A, respectivamente, como está indicado na figura. O motor absorve uma potência de 4KW. A frequência da tensão é de 50Hz.



III a) [1,0 val.] Determine o factor de potência do motor.
III b) [1,5 val.] Deseja-se melhorar o factor de potência, de modo a apresentar um valor de 0,95 (ind.); calcule os elementos necessários e desenhe-os no esquema.
III c) [1,0 val.] Calcule o valor medido pelo amperímetro A depois de efectuada a compensação; compare com o valor medido antes da compensação e comente.

IV

Considere a instalação trifásica da figura, constituída por duas cargas trifásicas, uma ligada em triângulo e outra em estrela, alimentada pela tensão de 230/400V, 50Hz.



IV a) [1,0 val.] Diga, justificando, se a instalação é equilibrada.
IV b) [1,5 val.] Calcule a corrente em cada um dos elementos do circuito.
IV c) [1,0 val.] Determine a corrente no neutro.

Formulário

$$\vec{F}_e = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q_1 q_2}{r^2}\vec{u}_r \qquad \vec{E} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q}{r^2}\vec{u}_r \qquad \mathrm{V} = k_0\frac{q}{r} \qquad \mathrm{V} = \int_a^b -\vec{E}\cdot\vec{dl} \qquad \psi = \iint_{Superfície}\vec{F}\cdot\vec{dS}$$

$$\mathrm{E_p} = \frac{q_1 q_2}{4\pi\varepsilon_0 \mathrm{a}} \qquad \Delta\mathrm{E_p} = q_0\Delta V_{AB} \qquad d\mathrm{W_e} = -d\mathrm{E_P} \qquad C_{plano} = \frac{\varepsilon_0 A}{d} \qquad \mathrm{E} = \tfrac{1}{2}\frac{Q^2}{C} = \tfrac{1}{2}CV^2 = \tfrac{1}{2}QV$$

$$\vec{E} = -\overrightarrow{grad}\,\mathrm{V} = -\vec{\nabla}V \qquad \vec{J} = \sigma\vec{E} \qquad \vec{D} = \varepsilon_0\vec{E} \qquad \vec{B} = \mu_0\vec{H} \qquad \vec{F}_{em} = q\left(\vec{E} + \vec{v}\times\vec{B}\right)$$

$$I = \iint_{\mathrm{sup}}\vec{J}\cdot\vec{dS} \qquad I = \frac{dQ}{dt} \qquad R = \rho\frac{L}{S} \qquad V = RI \qquad Q = CV \qquad \Phi = LI \qquad \mathrm{P_e} = \frac{d\mathrm{W}}{\mathrm{dt}} = \mathrm{V}I$$

$$\rho_L = \frac{dq}{dL} \qquad \rho_S = \frac{dq}{dS} \qquad \rho_V = \frac{dq}{dV} \qquad \oint_\Gamma \vec{B}\cdot\vec{dl} = \mu_0 I \qquad \vec{B}_P = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{q}{r^2}(\vec{v}\times\vec{u}_r) \qquad \vec{\nabla}\cdot\vec{J} + \frac{d\rho_V}{dt} = 0$$

$$\vec{\nabla}\cdot\vec{E} = \rho/\varepsilon_0 \qquad \vec{\nabla}\times\vec{E} = -\frac{\partial\vec{B}}{\partial t} \qquad \vec{\nabla}\cdot\vec{B} = 0 \qquad \vec{\nabla}\times\vec{B} = \mu_0\vec{J} + \frac{1}{c^2}\frac{\partial\vec{E}}{\partial t} \qquad \varepsilon_0\mu_0 = \frac{1}{c_0^2}$$

$$\nabla^2\vec{\Phi} - \frac{1}{c^2}\frac{\partial^2\vec{\Phi}}{\partial t^2} = 0 \qquad c_0 = 2{,}997925\times10^8\ \mathrm{ms^{-1}} \qquad \varepsilon_0 \cong 8{,}854\times10^{-12}\ \mathrm{Fm^{-1}} \qquad \mu_0 = 4\pi\times10^{-7}\ \mathrm{H.m^{-1}}$$

$$\cos\varphi = P/S \qquad P = R.I_{ef}^2 \qquad P = V_{ef}.I_{ef}.\cos\varphi \qquad Q = V_{ef}.I_{ef}.\sin\varphi \qquad Q = P\,tg\varphi$$

$$S = V_{ef}.I_{ef} \qquad S = \sqrt{P^2 + Q^2} \qquad S = \sqrt{3}\,V_{Cef}.I_{Lef}$$

Operadores Matemáticos e Teoremas

$$\overrightarrow{grad}\,V = \vec{\nabla}V = \frac{\partial V}{\partial x}\vec{u}_x + \frac{\partial V}{\partial y}\vec{u}_y + \frac{\partial V}{\partial z}\vec{u}_z \qquad \mathrm{div}\,\vec{F} = \vec{\nabla}\cdot\vec{F} = \frac{\partial F_x}{\partial x} + \frac{\partial F_y}{\partial y} + \frac{\partial F_z}{\partial z}$$

$$\iiint_{volume}\vec{\nabla}\cdot\vec{F} = \oiint_{Sup.}\vec{F}\cdot\vec{dS} \qquad \oint_{[\Gamma]}\vec{F}\cdot\vec{dl} = \iint_{Sup}\left(\vec{\nabla}\times\vec{F}\right)\cdot\vec{dS} \qquad rot\,\vec{F} = \vec{\nabla}\times\vec{F} = \begin{vmatrix} \vec{u}_x & \vec{u}_y & \vec{u}_z \\ \frac{\partial}{\partial x} & \frac{\partial}{\partial y} & \frac{\partial}{\partial z} \\ F_x & F_y & F_z \end{vmatrix}$$