Universidade do Minho
Departamento de Física

Eletromagnetismo – Exame Recurso

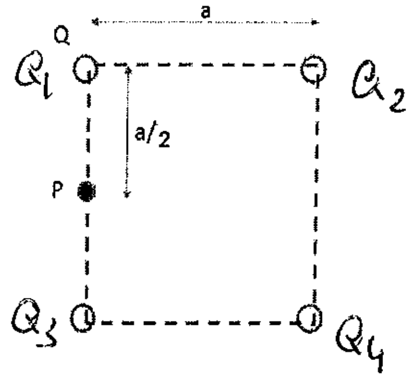
Licenciatura Engenharia Informática

duração – 2 horas 12/07/2013

1. **(5 val)** Quatro cargas iguais ($Q = 2\times10^{-8}$ C) formam um quadrado (a = 5 cm)

a) qual a força **F** sobre uma carga elétrica $q = -3\times10^{-6}$ C localizado no ponto P

b) Qual o trabalho realizado ao trazer a carga $q = -3\times10^{-6}$ C do infinito até **P**.



a) Pela simetria: $F_{P1} = -F_{P3} \Rightarrow$ nulo

$F_{P2y} = -F_{P4y} \Rightarrow$ nulo

$\Rightarrow$ $F_{P2,x} = F_{P4,x}$

$$F = 2F_{P2,x} = 2\cdot k\cdot\frac{q\cdot Q}{(r_{P,3})^2}\cos\alpha \quad ; \quad \cos\alpha = \frac{a}{r_{P,3}}$$

$$= 2\cdot k\cdot\frac{q\cdot Q\cdot a}{\left(a^2+\left(\frac{a}{2}\right)^2\right)\cdot\sqrt{a^2+\left(\frac{a}{2}\right)^2}} \qquad r_{P,3}^2 = a^2+\left(\frac{a}{2}\right)^2$$

$$= 0.304\ N$$

b) pela simetria $E_{4,P} = E_{2,P}$ e $E_{1,P} = E_{3,P}$

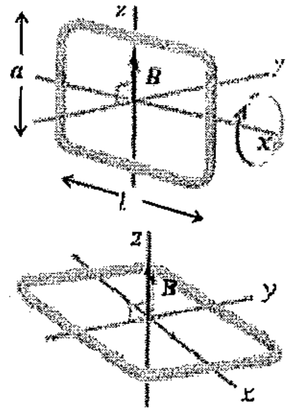
$$E_P = E_{1,P}+E_{2,P}+E_{3,P}+E_{4,P} = 2E_{1,P}+2\cdot E_{2,P}$$

$$= 2\cdot k\cdot Q\left(\frac{1}{a/2}\right)+2\cdot k\cdot Q\left(\frac{1}{\sqrt{a^2+\left(\frac{a}{2}\right)^2}}\right)$$

$$= 0039.9\ V$$

$$W = E_P\cdot q = 3.01\cdot10^{-2}\ J$$

2. (5 val) Uma espira retangular de largura ℓ= 60 cm e altura a = 40 cm, com uma resistência elétrica R = 0.5 Ω, encontra-se mergulhada uma região onde existe um campo magnético, **B,** uniforme de intensidade 0.8 T e com a direção e sentido do eixo positivo dos zz. Inicialmente a espira está na posição vertical (plano xz), conforme indicado na figura. A espira é então rodada terminando o movimento umiforme na posição horizontal (plano xy). Todo o movimento com uma velocidade angular $\omega = 15.7 s^{-1}$ demora 0.1 s. Determine para a posição com ângulo 30^0 entre o plano da espira e o eixxo dos zz:



a) o valor instantânea da força eletromotriz ε induzida

b) a intensidade instantânea e o sentido da corrente **I** (sentido relógio?, sentido anti-horário?) na espira.

c) a potencia elétrica média $\mathbf{P_{média}}$ na espira durante a rotação

a) $\mathcal{E} = -\frac{d(\vec{B}\cdot\vec{A})}{dt} = -B\cdot A\cdot\frac{d(\cos\varphi)}{dt} = +B\cdot A\cdot\omega\,\text{sen}\,\omega t$

com $\varphi = \omega t$

$= 2.61\,V\cdot\text{sen}\,15.7\,t = \underline{\underline{1.51\,V}}$

com $t = \frac{30}{90}\cdot 0.1\,s$

b) $\mathcal{E} = R\cdot I \Rightarrow I = \frac{\mathcal{E}}{R} =$

$\Rightarrow \underline{\underline{I = 3.01\,A}}$

pela regra de Lenz: sentido horário

c) $V_0 = 2.61\,V$

$I_0 = 5.22\,V$

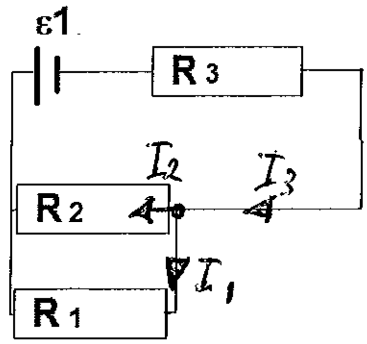
$P = I_0\cdot U_0/2 = \underline{\underline{6.81\,W}}$

3. (5 val) Considere o circuito da figura com resistências R_1 = 100 Ω, R_2 = 50 Ω, R_3 = 25 Ω e ε1 = 25 V. Determine:

a. as correntes $\mathbf{i_1}$ e $\mathbf{i_3}$ através das resistências R_1 e R_3, respectivamente;

b. a potência $\mathbf{P_2}$ absorvida pela resistência R_2;

c. a potência $\mathbf{P_{\varepsilon 1}}$ fornecida pela fonte ε_1



a) I) $I_3 - I_2 - I_1 = 0$

II) $\varepsilon_1 - I_3 \cdot R_3 - I_2 \cdot R_2 = 0$ $\Rightarrow$

III) $-R_1 \cdot I_1 + R_2 \cdot I_2 = 0$

$\underline{I_1 = 0.143\ A}$

$I_2 = 0.286\ A$

$\underline{I_3 = 0.429\ A}$

b)

$P_2 = I_2^2 \cdot R_2 = \underline{4.08\ W}$

c) $P_{\varepsilon_1} = I \cdot V = 0.429 \cdot A \cdot 25\,V = \underline{10.71\ W}$

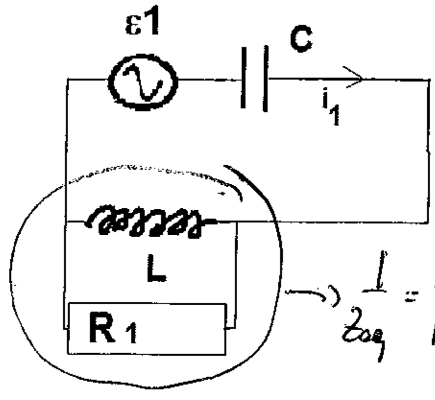
4. (5 val) Considere o circuito da figura com resistências R1 = 15 Ω, L = 30 mH e $\varepsilon 1$ = 25 V sen(628 t). A diferença de fase entre a corrente i_1 e ε_1 é $\Delta = 10^o$. Determine:

a) a capacidade **C** e a impedância **Z** do circuito
(caso que não consegue resolver a alínea a) utilize
$Z = 15\ e^{-j10o}$ ou $Z = 14.77 + j\ 2.61\ \Omega$ nas alíneas b), c), d))

b) a corrente i_1 no condensador

c) a potência média P_C absorvida no condensador;

d) a potência média P_1 absorvida na resistência R_1;



$\rightarrow \frac{1}{Z_{eq}} = \frac{1}{R} + \frac{1}{Z_L}$

a) $\varepsilon_1 = Z \cdot i_1$ $\qquad \varepsilon_1 = 25V \cdot sen(628 t)$

$$Z_C = \frac{1}{j\omega C}$$

$$Z_L = j\omega L = j \cdot 18.84\Omega$$

$$Z_R = R = 15\Omega$$

$$Z = Z_C + \frac{Z_L \cdot Z_R}{Z_L + Z_R}$$

$$= Z_C + \frac{j \cdot 18.84 \cdot 15\ \Omega^2}{15\Omega + j\ 18.84\Omega} = \frac{j \cdot 282.6 \cdot (15\Omega - j\ 18.84\Omega)}{(15\Omega + j\ 18.84\Omega)(15\Omega - j\ 18.84\Omega)}$$

$$= Z_C + \frac{4239 - j\ 5324.18}{15^2 - 18.84^2}\Omega = Z_C - 32.6\Omega + j\ 40.97\Omega$$

$$= -32.6\Omega + j\left(40.97 - \frac{1}{\omega C}\right)$$

como $\Delta = 10^o$

$$\tan 10^o = \frac{Im\ z}{Re\ z} = \frac{40.97 - \frac{1}{\omega C}}{-32.6} = 0.176$$

$$\Rightarrow 40.97 - \frac{1}{\omega C} = -5.782$$

$$\frac{1}{\omega C} = 46.72\Omega$$

$$\underline{\underline{C = 3.4 \cdot 10^{-5} F}}$$

$$Z = -32.62\Omega + j\left(40.97 - \frac{1}{628 \cdot 3.4 \cdot 10^{-5}}\right)$$

$$= -32.62\Omega - j5.75\Omega = -33.12 \cdot e^{j10}\Omega$$

b) $\varepsilon_1 = i_1 \cdot Z \Rightarrow i_1 = \frac{25\ e^{j\omega t}}{33.12 \cdot e^{j10}} = \underline{\underline{0.755 \cdot e^{j\omega t - 10^o}}}$

c) $P_C = 0$ um condensador ideal não absorve energia durante um ciclo inteiro

d) $P = I_{ef} \cdot \varepsilon_{ef} \cdot \cos\Delta = \frac{0.755}{\sqrt{2}} \cdot \frac{25}{\sqrt{2}} \cdot \cos 10^o = \underline{9.29 W}$