Risultati esame scritto Fisica 2 - 08/03/2013
orali: 13-03-2013 alle ore 14.00 presso aula M

gli studenti interessati a visionare lo scritto sono pregati di presentarsi il giorno dell'orale;

Nuovo ordinamento

	voto	
ARCIERI	11	
CASSANO	13	
CREDIDIO	nc	
GRILLO VINCENZO	17	ammesso
GUERRISE	14	
IUELE	12	
LUMARE	12	
MAMONE	nc	
MANNARINO	10	
MASTROIANNI LUCA	25	ammesso
NERI	21	ammesso
NICOTERA SARA	27	ammesso
PANELLA	14	
PIRRONE	14	
SERGIO	11	

Vecchio ordinamento

CICCONE	16	ammesso
NOBILE	16	ammesso

Per gli studenti del N.O.: possono sostenere l'esame di Fisica 2 solo gli studenti che hanno superato l'esame di Fisica 1

Esame di Fisica 2

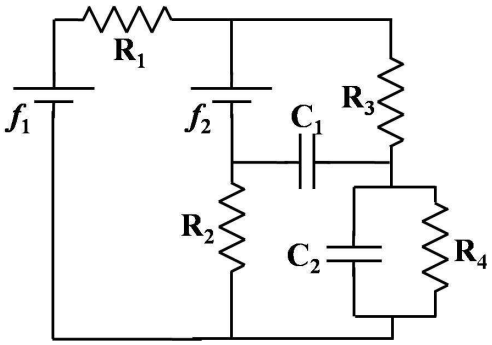
Corso Interateneo di Ing. Informatica e Biomedica – 08/03/2013

Problema 1

Sia dato un condensatore piano isolato con capacità iniziale C_0=5μF e differenza di potenziale fra le armature inizialmente pari a ΔV_0=50V. Una forza esterna allontana le armature del condensatore e le porta ad una distanza doppia rispetto a quella iniziale. Calcolare la nuova differenza di potenziale ΔV e il lavoro W fatto dalla forza esterna nell'allontanare le armature del condensatore.

Problema 2

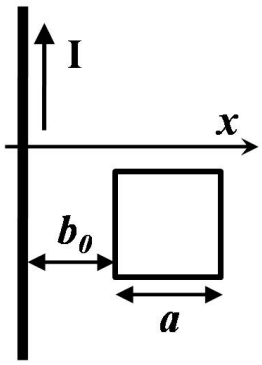
Sia dato il circuito in figura con f_1=10V e f_2=20V, R_1=10Ω, R_2=20Ω, R_3=30Ω e R_4=40Ω. Sono inoltre note le capacità dei due condensatori C_1=10μF e C_2=20μF. Si determini la potenza W_2 dissipata per effetto Joule sulla resistenza R_2 in condizioni di regime, e quali sono le cariche Q_1 e Q_2 presenti rispettivamente sui condensatori C_1 e C_2 (sempre in condizioni di regime).



Ad un certo istante la resistenza R_4 si brucia (ovvero il circuito risulta aperto in corrispondenza della resistenza R_4). Dopo che il circuito raggiunge la nuova condizione di regime, si determini la nuova potenza W_2' dissipata per effetto Joule sulla resistenza R_2, e le cariche Q_1' e Q_2' rispettivamente presenti sui condensatori C_1 e C_2.

Problema 3

Siano dati un filo infinito percorso da corrente I (diretta verso l'alto in figura), e una spira conduttrice quadrata di lato a disposta come in figura, ovvero con la superficie della spira parallela al filo infinito. Il lato della spira più vicino al filo infinito si trova a distanza b_0 dal filo. Si determini qual è il flusso del campo magnetico che attraversa la spira quadrata. Si supponga che la spira inizi a muoversi variando la propria distanza dal filo infinito e mantenedo invariata la sua orientazione rispetto al filo.



La legge con cui varia la distanza b in funzione del tempo t è di tipo armonico: $b(t)=b_0+A\sin(\omega t)$ (con $A<b_0$); ovvero la distanza fra la spira e il filo oscilla con ampiezza A e pulsazione ω. Si determini la forza elettromotrice indotta f_i nella spira quadrata.

Supponendo che invece la spira sia ferma a distanza b_0 dal filo infinito, si determini la forza elettromotrice inodtta f_i nella spira nel caso in cui la corrente circolante nel filo non sia costante, ma alternata con legge $I(t)=I_0\cdot\sin(\omega t)$.

[Si epsrimano i risultati in funzione dei parametri del problema: I, a, b_0 e/o $b(t)$, A, ω, I_0]

Soluzione problema 1

La carica Q_0 che è presente inizialmente sul condensatore è data dalla legge dei condensatori:

$$Q_0 = C_0 \cdot \Delta V_0$$

La capacità di un condensatore piano, con facce aventi superficie pari ad A e distanza fra le armature pari a d, è data da:

$$C_0 = \frac{\varepsilon_0 A}{d}$$

Se la distanza fra le armature viene raddoppiata si ha allora una capacità C che è metà della precedente:

$$C = \frac{\varepsilon_0 A}{2d} = \frac{C_0}{2}$$

Dato che il condensatore è isolato, la carica rimane costante e pari a Q_0 mentre varia la d.d.p. ai capi del condensatore:

$$Q_0 = C \cdot \Delta V$$

$$\Delta V = \frac{Q_0}{C} = \frac{C_0 \Delta V_0}{C_0/2} = 2\Delta V_0 = 100\text{V}$$

Il lavoro fatto dall'esterno per allontanare le piastre del condensatore è pari alla variazione di energia elettrostatica, ΔU, immagazzinata nel condensatore:

$$W = \Delta U = U_f - U_i$$

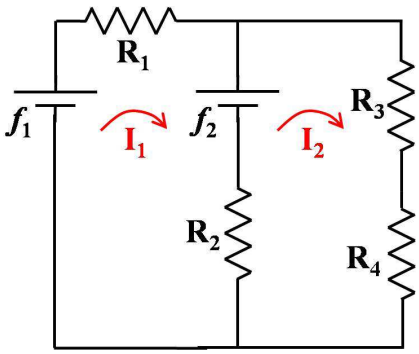
$$W = \frac{Q_0^2}{2C} - \frac{Q_0^2}{2C_0}$$

$$W = \frac{Q_0^2}{2C_0/2} - \frac{Q_0^2}{2C_0} = \frac{Q_0^2}{C_0}\left(1 - \frac{1}{2}\right) = \frac{1}{2}\frac{Q_0^2}{C_0}$$

$$W = \frac{1}{2}\frac{Q_0^2}{C_0} = \frac{1}{2}\frac{C_0^2 \Delta V_0^2}{C_0} = \frac{1}{2} C_0 \Delta V_0^2 = 6.25\text{mJ}$$

Soluzione problema 2

In condizioni di regime non circola corrente sui rami che includono i condensatori C_1 e C_2; di conseguenza il circuito è costituito da solo due maglie e può essere schematizzato come in figura ai fini dell'applicazione della legge delle maglie per calcolare la corrente circolante a regime in tutto il circuito. Supposte di avere le correnti di prova I_1 e I_2 rappresentate in figura, le equazioni per le due maglie sono:



$$\begin{cases} f_1 - f_2 = (R_1 + R_2)I_1 - R_2 I_2 \\ f_2 = -R_2 I_1 + (R_2 + R_3 + R_4)I_2 \end{cases}$$

$$\begin{cases} 10 - 20 = (10 + 20)I_1 - 20 I_2 \\ 20 = -20 I_1 + (20 + 30 + 40)I_2 \end{cases}$$

$$\begin{cases} -10 = 30 I_1 - 20 I_2 \\ 20 = -20 I_1 + 90 I_2 \end{cases}$$

$$\begin{cases} I_1 = \dfrac{-5}{23}\,\mathrm{A} \approx -0.22\mathrm{A} \\ I_2 = \dfrac{4}{23}\,\mathrm{A} \approx 0.17\mathrm{A} \end{cases}$$

Il segno meno del risultato di I_1 ci dice che la corrente circola in senso opposto a quello ipotizzato in figura, in particolare I_1 e I_2 sono concordi sulla resistenza R_2. Di conseguenza a regime la potenza W_2 dissipata sulla resistenza R_2 è pari a:

$$W_2 = R_2 \cdot (|I_1| + I_2)^2 = 20 \cdot \left(\frac{5}{23} + \frac{4}{23}\right)^2 = 20 \cdot \left(\frac{9}{23}\right)^2 \approx 3.06\mathrm{W}$$

Le cariche Q_1 e Q_2 presenti sui condensatori C_1 e C_2 saranno date dall'equazione principale per i condensatori:

$$Q = C \cdot \Delta V$$

dove ΔV è la differenza di potenziale presente ai capi di ogni singolo condensatore. Per C_2 la d.d.p. ai suoi capi è data semplicemente dalla caduta di tensione che si ha ai capi di R_4, dato che quest'ultima è in parallelo con C_2:

$$\Delta V_2 = I_2 \cdot R_4 \approx 6.96\mathrm{V}$$

$$Q_2 = C_2 \cdot \Delta V_2 \approx 139.2\mu\mathrm{C}$$

Per quanto riguarda invece C_1, la d.d.p. ai suoi capi è data dalla somma delle cadute di tensione che si hanno sulle resistenze R_4 e R_2:

$$\Delta V_1 = I_2 \cdot R_4 + (|I_1| + I_2) \cdot R_2 \approx 14.79\mathrm{V}$$

$$Q_1 = C_1 \cdot \Delta V_1 \approx 147.9\mu\mathrm{C}$$

Dopo che si brucia la resistenza R_4, non circola più corrente sulla seconda maglia del circuito e pertanto in condizioni di regime dobbiamo considerare una sola maglia (quella a sinistra nella figura precendente). Applicando la legge di Ohm, si ottiene la corrente che circola a regime nella maglia:

$$f_1 - f_2 = (R_1 + R_2)I$$

$$I = -1/3\mathrm{A} \approx -0.33\mathrm{A}$$

La potenza ora dissipata sulla resistenza R_2 è pari a:

$$W_2' = I^2 \cdot R_2 \approx 2.18\mathrm{W}$$

Per calcolare le cariche presenti a regime sui condensatori, come prima calcoliamo le d.d.p. ai capi degli stessi. Ai capi del condensatore C_1 c'è ora la d.d.p. generata dalla f_2 (perché su R_3 non circola corrente e non c'è quindi caduta di tensione su R_3):

$$\Delta V_1 = f_2 = 20\mathrm{V}$$

$$Q_1' = C_1 \cdot \Delta V_1 = 200\mu\mathrm{C}$$

Ai capi di C_2 c'è invece la d.d.p. generata da f_2 diminuita della caduta di tensione ai capi della resistenza R_2 su cui circola la corrente I:

$$\Delta V_2 = f_2 - IR_2 \approx 13.3\text{V}$$
$$Q_2' = C_2 \cdot \Delta V_2 \approx 266\mu\text{C}$$

Soluzione problema 3

Il campo magnetico generato da un filo infinito percorso da corrente I è tangenziale alle circonferenze aventi il centro sull'asse del filo infinito. In figura si ha allora un campo magnetico entrante nel piano del foglio e nella spira quadrata, perpendicolarmente alla superficie della spira. Il modulo di tale campo magnetico B dipende però dalla distanza x dal filo infinito:

$$B(x) = \frac{\mu_0 I}{2\pi x}$$

Quindi sulla superficie della spira il campo magnetico decresce man mano che ci allontaniamo dal filo infinito. Se consideriamo una sottile striscia di spira di altezza a parallela al filo infinito e di spessore infinitesimo dx lungo la direzione della distanza dal filo infinito, si ha una sottile porzione di spira in cui il campo magnetico si può assumere costante (perché la variazione di distanza è infinitesima e pari a dx). Il flusso infinitesimo $d\Phi(B)$ associato a tale porzione di spira non è altro che il prodotto fra l'area di questa porzione di spira e il campo magnetico B a distanza x dal filo (perché il campo magnetico è perpendicolare alla spira):

$$B(x) = \frac{\mu_0 I}{2\pi x}$$

$$d\Phi(B) = Ba \cdot dx = \frac{\mu_0 Ia \cdot dx}{2\pi x}$$

Il flusso totale attraverso la spira sarà la somma dei flussi infinitesimi $d\Phi(B)$ calcolata fra la distanza minima, b_0, fra filo infinito e spira e la distanza massima, b_0+a. Alla somma dei flussi infinitesimi si sostituisce un integrale fra b_0 e b_0+a:

$$\Phi(B) = \int d\Phi(B) = \int_{b0}^{b0+a} \frac{\mu_0 Ia \cdot dx}{2\pi x}$$

$$\Phi(B) = \frac{\mu_0 Ia}{2\pi} \int_{b0}^{b0+a} \frac{dx}{x}$$

$$\Phi(B) = \frac{\mu_0 Ia}{2\pi} [\ln x]_{b0}^{b0+a}$$

$$\Phi(B) = \frac{\mu_0 Ia}{2\pi} \left[\ln\left(1 + \frac{a}{b_0}\right) \right]$$

Se la spira si muove con legge $b(t)=b_0+A\sin(\omega t)$, si ha una variazione del flusso totale attraverso la spira e per la legge dell'induzione di Faraday si genererà una forza elettromotrice indotta all'interno della spira:

$$f_i = -\frac{d\Phi(B)}{dt}$$

$$f_i = -\frac{d}{dt}\left[\frac{\mu_0 I a}{2\pi}\ln\left(1+\frac{a}{b(t)}\right)\right]$$

$$f_i = -\frac{\mu_0 I a}{2\pi}\cdot\frac{d}{dt}\left[\ln\left(1+\frac{a}{b(t)}\right)\right]$$

$$f_i = -\frac{\mu_0 I a}{2\pi}\cdot\frac{1}{\left(1+\frac{a}{b(t)}\right)}\frac{d}{dt}\left[1+\frac{a}{b(t)}\right]$$

$$f_i = -\frac{\mu_0 I a}{2\pi}\cdot\frac{b(t)}{(a+b(t))}\frac{d}{dt}\left[1+\frac{a}{b(t)}\right]$$

$$f_i = -\frac{\mu_0 I a}{2\pi}\cdot\frac{b(t)}{(a+b(t))}\left(-\frac{a}{b^2(t)}\right)\frac{d}{dt}[b(t)]$$

$$f_i = -\frac{\mu_0 I a}{2\pi}\cdot\frac{b(t)}{(a+b(t))}\left(-\frac{a}{b^2(t)}\right)A\omega\cos(\omega t)$$

$$f_i = \frac{\mu_0 I a^2}{2\pi}\frac{1}{b(a+b)}A\omega\cos(\omega t)$$

dove nell'ultima espressione abbiamo sottinteso la dipendenza di b dal tempo t.

Se la spira è ferma a distanza b_0 ma oscilla la corrente $I(t)= I_0\cdot\sin(\omega t)$ si ha nuovamente un flusso che cambia attraverso la spira, perché il campo magnetico oscilla fra entrante ed uscente dal foglio (e quindi dalla spira). Di nuovo per la legge di Faraday si ha una forza elettromotice indotta f_i legata alla variazione del flusso del campo magnetico:

$$f_i = -\frac{d\Phi(B)}{dt}$$

$$f_i = -\frac{d}{dt}\left[\frac{\mu_0 I(t) a}{2\pi}\ln\left(1+\frac{a}{b}\right)\right]$$

$$f_i = -\frac{\mu_0 a}{2\pi}\ln\left(1+\frac{a}{b}\right)\frac{d}{dt}[I(t)]$$

$$f_i = -\frac{\mu_0 a}{2\pi}\ln\left(1+\frac{a}{b}\right)\cdot I_0\omega\cos(\omega t)$$

$$f_i = -\frac{\mu_0 I_0 \omega a}{2\pi}\ln\left(1+\frac{a}{b}\right)\cos(\omega t)$$

nel qual caso si ha quindi una forza elettromotrice indotta di tipo alternato con pulsazione ω (nel caso precedente di spira in moto si aveva invece una dipendenza più complessa dal tempo t dato che anche il parametro b dipendeva dal tempo t).