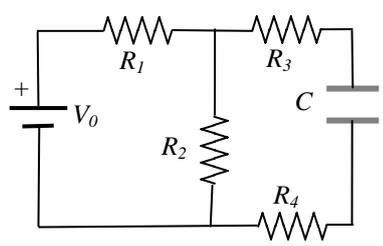


**Corso di Laurea Ing. EA – PROVA DI VERIFICA n. 4 – 29/5/2009**

**Nome e cognome:** ..... **Matricola:** .....

*Siete invitati a riportare i risultati, sia letterali che numerici, se richiesti, in questo foglio; allegare "brutte copie" o altri documenti che ritenete utili. Le risposte non adeguatamente giustificate non saranno prese in considerazione*

1. Un circuito elettrico è costituito da quattro resistori ( $R_1 = 100 \text{ ohm}$ ,  $R_2 = 400 \text{ ohm}$ ,  $R_3 = 500 \text{ ohm}$ ,  $R_4 = 800 \text{ ohm}$ ) e un condensatore ( $C_1 = 1.00 \text{ }\mu\text{F}$ ) collegati come in figura ad un generatore ideale di differenza di potenziale  $V_0 = 10.0 \text{ V}$ .



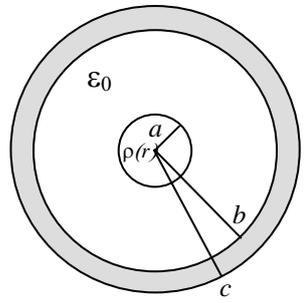
a) Quanto vale l'intensità di corrente  $I$  erogata dal generatore in condizioni stazionarie?  
 $I = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{ mA}$

b) Quanto vale, in condizioni stazionarie, la carica  $Q$  accumulata dal condensatore?  
 $Q = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{ C}$

c) Supponete che, ad un dato istante, il generatore venga scollegato dal circuito, cioè si tagliano i fili di collegamento tra i poli del generatore e il circuito; come si scrivono le funzioni  $P_1(t)$  e  $P_2(t)$  che rappresentano l'andamento temporale della potenza dissipata per effetto Joule rispettivamente nelle resistenze  $R_1$  e  $R_2$ ? [Non usate valori numerici per questa risposta, ma servitevi dei dati letterali del problema. Ricordate che dovete scrivere una funzione del tempo!]

$P_1(t) = \dots\dots\dots$   
 $P_2(t) = \dots\dots\dots$

2. Un lungo cilindro di raggio  $a = 10 \text{ cm}$  e altezza  $h = 5.0 \text{ m}$  è realizzato di un materiale (dielettrico) in cui, al momento della produzione, è stata inserita della carica elettrica. Si verifica in particolare che all'interno di questo cilindro si trova una densità di carica volumica disomogenea, dipendente solo dalla distanza dall'asse  $r$  secondo la legge  $\rho(r) = \rho_0 r^2 / a^2$ , con  $\rho_0$  costante incognita opportunamente dimensionata. Si sa che la carica totale portata dal cilindro vale  $Q = 8.8 \times 10^{-10} \text{ C}$ . Il cilindro è circondato da un guscio cilindrico spesso fatto di materiale conduttore; il guscio, che è globalmente neutro, ha raggio interno  $b = 40 \text{ cm}$  e raggio esterno  $c = 50 \text{ cm}$  è coassiale al cilindro, come rappresentato schematicamente in figura (che mostra una vista in sezione) e ne ha la stessa altezza  $h$ . [Notate che le altezze del cilindro e del guscio sono tali da poter trascurare gli "effetti ai bordi"]

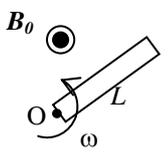


a) Come si scrive la funzione  $E_I(r)$  che esprime il campo elettrico all'interno del cilindro di raggio  $a$ , cioè per  $r < a$ ? [Non usate valori numerici per questo risultato; indicate con  $\epsilon_0$  la costante dielettrica anche nel materiale di cui è fatta la sfera; spendete due parole per dire verso e direzione del campo, motivando in brutta le vostre affermazioni]  
 $E_I(r) = \dots\dots\dots$

b) Quanto valgono le cariche  $Q_b$  e  $Q_c$  che si trovano sulle superfici interna ( $r=b$ ) ed esterna ( $r=c$ ) del guscio sferico conduttore all'equilibrio?  
 $Q_b = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{ C}$   
 $Q_c = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{ C}$

c) Quanto vale la differenza di potenziale elettrico  $\Delta V_{0c}$  tra l'asse del sistema ( $r = 0$ ) e la superficie esterna ( $r = c$ ) del guscio cilindrico? [Per azzeccare i segni giusti, notate che si intende  $\Delta V_{0c} = V(r=c) - V(r=0)$ , con ovvio significato dei simboli; usate il valore  $\epsilon_0 = 8.8 \times 10^{-12} \text{ F/m}$  per la costante dielettrica del vuoto, che vale sia all'interno del cilindro di raggio  $r = a$ , che nello spazio vuoto tra cilindro e guscio cilindrico; può farvi comodo sapere che  $\ln(4) \sim 1.4$ ]  
 $\Delta V_{0c} = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{ V}$

3. Una sottile barretta omogenea di materiale conduttore globalmente neutro, che ha sezione trascurabile e lunghezza  $L = 20 \text{ cm}$ , viene mantenuta in rotazione attorno ad un asse passante per un suo estremo e di direzione ortogonale all'asse della barretta da un operatore esterno (l'asse è indicato con O in figura). La velocità angolare di rotazione vale  $\omega = 20 \text{ rad/s}$  ed è costante. Nella zona in cui si trova la barretta insiste un campo magnetico esterno omogeneo e costante, di modulo  $B_0 = 0.10 \text{ T}$  e direzione parallela all'asse di rotazione della barretta. La figura schematizza la situazione e mostra come il campo magnetico abbia direzione e verso uscenti dal foglio mentre la rotazione avviene in verso antiorario. Supponete di considerare condizioni di equilibrio, cioè che la rotazione della barretta sia iniziata molto tempo prima di quando il sistema viene preso in analisi.



a) Come si scrive, se esiste, e che verso ha il campo elettrico impresso  $E^*$  che si instaura dentro la barretta? Discutete per benino, in brutta, sulla sua espressione e la sua origine fisica. [Supponete che il campo elettrico abbia la direzione dell'asse della barretta]  
 Discussione: .....

b) Quanto vale la differenza di potenziale elettrico  $\Delta V$  che si instaura, se si instaura, tra gli estremi della barretta?  
 $\Delta V = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{ V}$

**Nota:** acconsento che l'esito della prova venga pubblicato sul sito web del docente, <http://www.df.unipi.it/~fuso/dida>, impiegando come nominativo le ultime quattro cifre del numero di matricola, oppure il codice: | | | | (4 caratteri alfanumerici).  
 Pisa, 29/5/2009

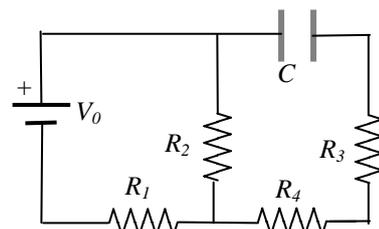
Firma:

## Corso di Laurea Ing. EA – PROVA DI VERIFICA n. 4 – 29/5/2009

Nome e cognome: ..... Matricola: .....

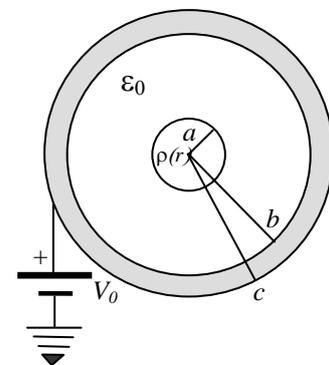
Siete invitati a riportare i risultati, sia letterali che numerici, se richiesti, in questo foglio; allegare "brutte copie" o altri documenti che ritenete utili. **Le risposte non adeguatamente giustificate non saranno prese in considerazione**

1. Un circuito elettrico è costituito da quattro resistori ( $R_1 = 100 \text{ ohm}$ ,  $R_2 = 400 \text{ ohm}$ ,  $R_3 = 500 \text{ ohm}$ ,  $R_4 = 800 \text{ ohm}$ ) e un condensatore ( $C_1 = 200 \text{ nF}$ ) collegati come in figura ad un generatore ideale di differenza di potenziale  $V_0 = 10.0 \text{ V}$ .



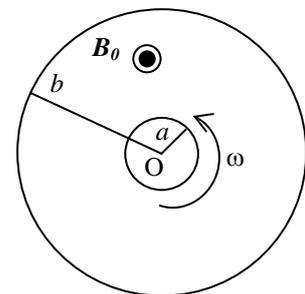
- a) Quanto vale l'intensità di corrente  $I$  erogata dal generatore in condizioni stazionarie?  
 $I = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{ mA}$
- b) Quanto vale, in condizioni stazionarie, la carica  $Q$  accumulata dal condensatore?  
 $Q = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{ C}$
- c) Supponete che, ad un dato istante, il generatore venga scollegato dal circuito, cioè si tagliano i fili di collegamento tra i poli del generatore e il circuito; come si scrivono le funzioni  $P_1(t)$  e  $P_2(t)$  che rappresentano l'andamento temporale della potenza dissipata per effetto Joule rispettivamente nelle resistenze  $R_1$  e  $R_2$ ? [Non usate valori numerici per questa risposta, ma servitevi dei dati letterali del problema. Ricordate che dovete scrivere una funzione del tempo!]  
 $P_1(t) = \dots\dots\dots$   
 $P_2(t) = \dots\dots\dots$

2. Una sfera di raggio  $a = 10 \text{ cm}$  è realizzata di un materiale (dielettrico) in cui, al momento della produzione, è stata inserita della carica elettrica. Si verifica in particolare che all'interno di questa sfera si trova una densità di carica volumica disomogenea, dipendente solo dalla distanza dal centro  $r$  secondo la legge  $\rho(r) = \rho_0 r^2 / a^2$ , con  $\rho_0$  costante incognita opportunamente dimensionata. Si sa che la carica totale portata dalla sfera vale  $Q = 8.8 \times 10^{-10} \text{ C}$ . La sfera è circondata da un guscio sferico spesso fatto di materiale conduttore; il guscio, che ha raggio interno  $b = 40 \text{ cm}$  e raggio esterno  $c = 50 \text{ cm}$  è concentrico alla sfera ed è collegato al polo positivo di un generatore di differenza di potenziale  $V_0 = 5.0 \text{ V}$ , il cui polo negativo è collegato a terra, come rappresentato schematicamente in figura.



- a) Come si scrive la funzione  $E_I(r)$  che esprime il campo elettrico all'interno della sfera di raggio  $a$ , cioè per  $r < a$ ? [Non usate valori numerici per questo risultato; indicate con  $\epsilon_0$  la costante dielettrica anche nel materiale di cui è fatta la sfera; spendete due parole per dire verso e direzione del campo, motivando in brutta le vostre affermazioni]  
 $E_I(r) = \dots\dots\dots$
- b) Quanto valgono le cariche  $Q_b$  e  $Q_c$  che si trovano sulle superfici interna ( $r=b$ ) ed esterna ( $r=c$ ) del guscio sferico conduttore all'equilibrio? [Usate il valore  $\epsilon_0 = 8.8 \times 10^{-12} \text{ F/m}$  per la costante dielettrica del vuoto e tenete in conto la presenza del generatore!]  
 $Q_b = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{ C}$   
 $Q_c = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{ C}$
- c) Quanto vale il potenziale elettrico  $V'$  a cui si trova il centro del sistema, ovvero il punto  $r = 0$ ? [, che vale sia all'interno della sfera, che nello spazio tra sfera e guscio sferico; occhio ai segni!]  
 $V' = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{ V}$

3. Un disco cavo omogeneo di materiale conduttore globalmente neutro, che ha raggio interno  $a = 50 \text{ cm}$ , raggio esterno  $b = 1.0 \text{ m}$  e spessore  $h = 10 \text{ cm}$ , viene mantenuto in rotazione attorno al suo asse (indicato con O in figura) con velocità angolare costante  $\omega = 10 \text{ rad/s}$  da un operatore esterno. Nella regione in cui si trova il disco è presente un campo magnetico esterno uniforme e costante, diretto ortogonalmente alla superficie del disco e di modulo  $B_0 = 2.0 \times 10^{-2} \text{ T}$  (il verso del campo si deduce dalla figura, che riporta una vista "dall'alto" del sistema: rispetto a questa figura il campo "esce dal foglio" e la rotazione avviene in verso antiorario). Supponete che le condizioni a cui si fa riferimento nelle domande siano di equilibrio (cioè la rotazione del disco ha avuto inizio molto tempo prima di quando il sistema viene considerato).



- a) Come è fatto e che espressione ha, sempre che esista, il campo elettrico all'interno del disco? Discutete per benino in brutta sull'origine di questo campo, sul suo legame con il campo magnetico, sulla sua direzione e verso, sulla sua espressione.  
 Discussione: .....
- b) Quanto vale la differenza di potenziale elettrico  $\Delta V_{ab}$  che si instaura, se si instaura, tra la superficie laterale "interna" ( $r = a$ ) e la superficie laterale "esterna" del disco? [Per azzeccare i segni giusti, notate che si intende  $\Delta V_{ab} = V(r=b) - V(r=a)$ , con ovvio significato dei simboli]  
 $\Delta V_{ab} = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{ V}$

**Nota:** acconsento che l'esito della prova venga pubblicato sul sito web del docente, <http://www.df.unipi.it/~fuso/dida>, impiegando come nominativo le ultime quattro cifre del numero di matricola, oppure il codice: | | | | (4 caratteri alfanumerici).  
 Pisa, 29/5/2009

Firma: