

Università di Pisa - Dipartimento di Ingegneria Civile e Industriale
Corso di Laurea in Ingegneria Aerospaziale
Fisica Generale II e Elettronica
Appello 1 - 04/06/2018

PROBLEMA I

Un anello non conduttore di raggio r ha una densità di carica lineare che dipende dall'angolo azimutale ed è pari a $\lambda(\varphi) = \lambda_0 \cos(\varphi)$, con λ_0 costante positiva nota. La definizione dell'angolo azimutale segue la convenzione standard, con l'origine coincidente con il semiasse $x > 0$ e il verso positivo coincidente con il verso antiorario di rotazione attorno all'asse z , a sua volta coincidente con l'asse dell'anello. Determinare:

- 1) il campo elettrico al centro dell'anello;
- 2) il campo elettrico lungo l'asse dell'anello;
- 3) il potenziale elettrostatico lungo l'asse dell'anello;
- 4) la forza elettrostatica risultante esercitata dall'anello su di un filo rettilineo indefinito coincidente con l'asse dell'anello e con densità lineare di carica pari a $\lambda_1 > 0$.

Una particella di massa m e carica $q > 0$ è inanellata ed è vincolata a scorrere lungo una guida coincidente con l'asse dell'anello (si assuma che sia stato rimosso il filo rettilineo indefinito del precedente punto 4). Il coefficiente di attrito dinamico tra la guida e la particella è μ . Determinare:

- 5) la velocità minima con la quale deve essere lanciata la particella lungo la guida da distanza infinita dall'anello, perché possa raggiungere il centro dell'anello (si trascuri la forza di gravità).

PROBLEMA II

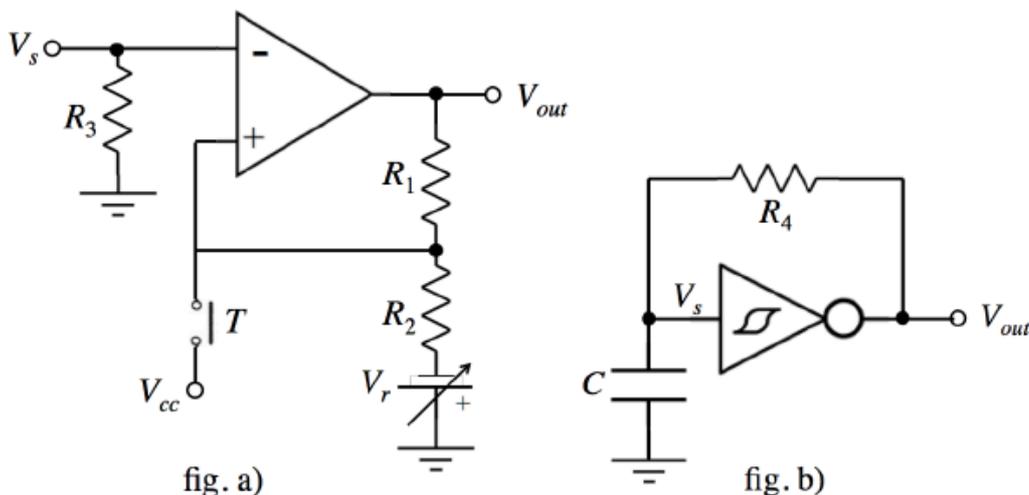
Un condensatore piano, costituito da due armature circolari di raggio ρ_0 , poste a distanza d , è inizialmente caricato con una carica Q_0 . All'interno del condensatore, in un piano ortogonale alle armature e contenente l'asse del condensatore, è posta una spiretta conduttrice quadrata, di lato $a < \rho_0$, con due lati paralleli e, rispettivamente, due lati ortogonali alle armature. Il lato più interno della spira è posto sull'asse del condensatore. La spiretta ha resistenza complessiva R_s e induttanza L_s . A un certo istante si fa scaricare il condensatore mediante una resistenza esterna R_e . Nel seguito si trascurino gli effetti di bordo nel condensatore e la mutua induttanza tra la spiretta e il circuito di scarica del condensatore.

Determinare:

- 1) la capacità del condensatore e la carica sul condensatore in funzione del tempo;
- 2) il campo magnetico all'interno del condensatore in funzione del tempo;
- 3) la corrente che circola nella spiretta in funzione del tempo e farne un grafico;
- 4) la forza necessaria per mantenere immobile la spiretta nell'istante nel quale la carica del condensatore si è dimezzata ($Q = Q_0/2$);
- 5) l'energia dissipata per effetto Joule sulla resistenza esterna tra l'istante iniziale $t = 0$ e l'istante nel quale la carica del condensatore si è dimezzata; si trascuri l'energia dissipata nella spiretta.

PROBLEMA III

Si intende realizzare un circuito comparatore con isteresi (trigger di Schmitt) invertente secondo lo schema mostrato in figura a), che utilizzi un operazionale ideale alimentato a tensioni $\pm V_{cc}$ (non mostrate in figura e pari alle tensioni di saturazione), resistenze $R_1 = R_2 = R_3 = R$ note ed un generatore di tensione ideale pari a $V_r > 0$ per la regolazione delle soglie (si presti attenzione al fatto che il suo terminale positivo sia collegato a massa). Il tasto T sia inutilizzato fino al punto 5).



- 1) Si caratterizzi qualitativamente e quantitativamente il comparatore, in particolare tracciando un grafico del ciclo di isteresi nel piano (V_s, V_{out}) e determinandone le tensioni di soglia in funzione di V_r .

Si colleghi ora l'uscita del circuito al suo ingresso come mostrato in figura b) mediante una resistenza $R_4 = R/2$ ed una capacità C , così da realizzare un circuito multivibratore (in cui lo schema di figura a) sia rappresentato dal simbolo di un trigger di Schmitt invertente).

- 2) Si mostri che, per qualsiasi valore positivo di V_r , lo stato positivo dell'uscita è metastabile;
- 3) si determini il valore massimo \bar{V}_r della tensione di regolazione delle soglie al di sotto della quale anche lo stato negativo dell'uscita risulti metastabile (o, equivalentemente, il circuito si comporti come un astabile);
- 4) posto $V_r = \bar{V}_r/2$, si determini il periodo dell'onda quadra in uscita;
- 5) (facoltativo) posto invece $V_r = 2\bar{V}_r$, si calcoli la durata dello stato metastabile a seguito di una breve pressione del tasto T.