

Università di Pisa - Dipartimento di Ingegneria Civile e Industriale
Corso di Laurea in Ingegneria Aerospaziale
Fisica Generale II e Elettronica
Appello 5 - 07/01/2021

PROBLEMA I

Una nuvola cilindrica infinitamente lunga e di raggio R ha una densità volumetrica di carica elettrica che varia con la distanza r dall'asse con la legge $\rho(r) = \rho_0(1 - r/R)$ per $0 \leq r \leq R$, con ρ_0 costante positiva. Coassiale con la nuvola cilindrica è presente una corona cilindrica di materiale conduttore, di raggio interno $2R$ e spessore d , messa a terra.

Determinare:

- 1) La carica elettrica presente nella nuvola per unità di lunghezza;
- 2) La densità superficiale di carica elettrica indotta rispettivamente sulla superficie interna e sulla superficie esterna della corona cilindrica conduttrice;
- 3) Il campo elettrico e il potenziale elettrostatico in tutti i punti dello spazio e se ne faccia un grafico;
- 4) L'energia elettrostatica del sistema per unità di lunghezza;
- 5) La velocità con la quale una particella di massa m e carica elettrica $-q$, inizialmente collocata ferma alla distanza $r = 3R/2$ dall'asse della nuvola attraversa l'asse della nuvola.

PROBLEMA II

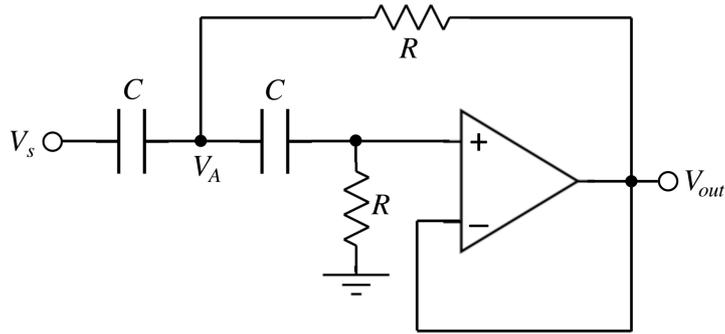
Un disco di rame di raggio a e momento di inerzia I_c (rispetto al suo asse) ruota coassialmente all'interno di un solenoide ideale di N spire, lungo L e percorso da una corrente I mantenuta costante mediante un generatore. Il disco ruota inizialmente (per $t = 0$) attorno al proprio asse con velocità angolare ω_0 compiendo n giri/secondo. A partire dall'istante $t = 0$, al disco sono collegate due spazzole, una in contatto con il bordo esterno e l'altra sull'asse del disco chiuse su una resistenza R , che corrisponde alla resistenza totale del circuito chiuso, essendo la resistenza del disco trascurabile. Per effetto del momento frenante, a partire dall'istante $t = 0$, il disco viene rallentato.

Determinare:

- 1) La f.e.m. indotta inizialmente;
- 2) La corrente che scorre istantaneamente nel circuito;
- 3) Il momento frenante che agisce sul disco;
- 4) La legge con la quale varia la velocità angolare in funzione del tempo;
- 5) La potenza dissipata per effetto Joule e la variazione di energia del sistema tra la configurazione iniziale (per $t = 0$) e la configurazione finale (per $t \rightarrow +\infty$).

Esercizio 3

Il circuito mostrato nello schema in figura realizza un filtro passa-alto (del secondo ordine) della tensione di ingresso V_s , mediante l' utilizzo di un amplificatore operazionale ideale alimentato a livelli di tensioni simmetriche (non mostrate in figura) tali che la sua uscita non entri mai in saturazione.



Nelle ipotesi precedenti:

- 1) si esprima il fasore della tensione V_A nel nodo A del circuito in termini della tensione di uscita V_{out} ;
- 2) si determini la funzione di trasferimento del circuito, ovvero il rapporto tra i fasori di V_{out} e V_s ;
- 3) dall' espressione ottenuta al punto precedente, si studi l' andamento in frequenza dell' amplificazione del circuito calcolandone modulo e fase:
 - a) nel regime di basse frequenze, ovvero per $\omega \ll \omega_0 = 1/(RC)$;
 - b) nel regime di alte frequenze, ovvero per $\omega \gg \omega_0$;
 - c) alla frequenza di taglio, ovvero per $\omega = \omega_0$;
- 4) sempre alla frequenza di taglio, si calcoli il modulo dell' impedenza di ingresso del circuito (cioè quella vista dal generatore di tensione di ingresso V_s).