

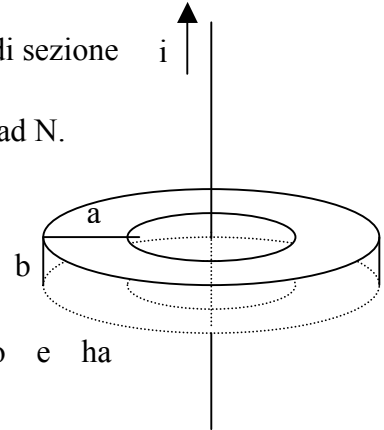
**Facoltà di Ingegneria**  
**Prova in Itinere di FISICA II – N.O.**  
**14.6.2001, Compito A bis**

**Esercizio A1**

La figura a fianco mostra un filo rettilineo indefinito percorso da una corrente  $i(t) = i_0 e^{-\lambda t} \sin \omega t$  (con  $\omega$  e  $\lambda$  costanti) circondato da un toro di sezione rettangolare di dimensioni  $a$  e  $b$  (cfr fig).

Il toro ha raggio interno  $R$  ed un numero complessivo di spire uguale ad  $N$ .

Dopo aver calcolato il flusso del campo del filo attraverso il toro, la fem indotta sul toro e la mutua induttanza, rispondere alle seguenti domande:



1. Il campo del filo rettilineo indefinito è
  - A. perpendicolare ad un piano contenente il filo e ha modulo  $B = \frac{\mu_0 i}{2\pi r}$  (\*)
  - B. parallelo al filo e ha modulo  $B = \frac{\mu_0 i}{2\pi r}$
  - C. parallelo al filo e ha modulo  $B = \frac{\mu_0 i}{2\pi} r$
  - D. perpendicolare ad un piano contenente il filo e ha modulo  $B = \frac{\mu_0 i}{2\pi} r$
  
2. Il flusso del campo magnetico del filo attraverso il toro vale:
  - A.  $\Phi = \frac{\mu_0 N i b}{2\pi} \ln \frac{R}{R+a}$
  - B.  $\Phi = \frac{\mu_0 N i b}{2\pi} \ln \frac{R+a}{R}$  (\*)
  - C.  $\Phi = \frac{\mu_0 n i a}{2\pi} \ln \frac{R+b}{R}$
  - D.  $\Phi = \frac{\mu_0 n i a}{2\pi} \ln \frac{R}{R+b}$
  
3. Il coefficiente di mutua induttanza del filo rispetto al toro è:
  - A.  $M_{ft} = \frac{\mu_0 N a}{2\pi} \ln \frac{R}{R+b}$
  - B.  $M_{ft} = \frac{\mu_0 N b}{2\pi} \ln \frac{R}{R+a}$
  - C.  $M_{ft} = \frac{\mu_0 N b}{2\pi} \ln \frac{R+a}{R}$  (\*)
  - D.  $M_{ft} = \frac{\mu_0 N a}{2\pi} \ln \frac{R}{R+b}$
  
4. Il coefficiente di mutua induttanza del toro rispetto al filo è:
  - A.  $M_{tf} = \frac{\mu_0 N a}{2\pi} \ln \frac{R}{R+b}$

B.  $M_{if} = \frac{\mu_o Nb}{2\pi} \frac{R}{R+a}$

C.  $M_{if} = \frac{\mu_o Na}{2\pi} \frac{R}{R+b}$

D.  $M_{if} = \frac{\mu_o Nb}{2\pi} \ln \frac{R+a}{R} (*)$

5. La fem  $\mathcal{E}$  indotta sul toro (trascurando l'autoinduzione) è data da:

A.  $\mathcal{E} = \frac{\mu_o Nb}{2\pi} \frac{R+a}{R} i_o (-\lambda \sin \omega t + \omega \cos \omega t)$

B.  $\mathcal{E} = \frac{\mu_o Nb}{2\pi} \ln \frac{R+a}{R} i_o e^{-\lambda t} (\lambda \sin \omega t - \omega \cos \omega t) (*)$

C.  $\mathcal{E} = \frac{\mu_o Nb}{2\pi} \ln \frac{R+a}{R} i_o e^{-\lambda t} (-\omega \sin \omega t + \lambda \cos \omega t)$

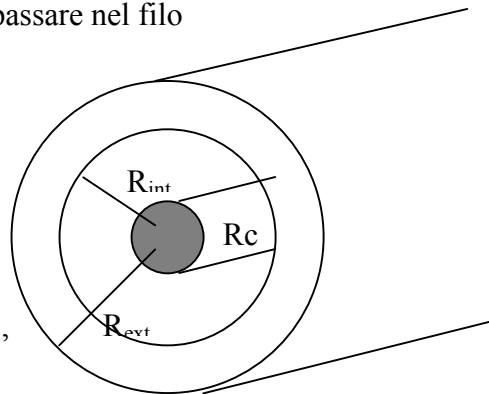
D.  $\mathcal{E} = \frac{\mu_o Nb}{2\pi} \frac{R+a}{R} i_o e^{-\lambda t} (-\lambda \sin \omega t + \omega \cos \omega t)$

### Esercizio A2

Una lunga linea di trasmissione di corrente elettrica è costituita da un filo conduttore cilindrico pieno di raggio  $R_c$ , circondato da un involucro cilindrico conduttore di raggio interno  $R_{int}$  e raggio esterno  $R_{ext}$ .

Una corrente assiale  $i$ , di densità uniforme, viene fatta passare nel filo interno e ritornare nel conduttore esterno.

Dopo aver calcolato il campo  $B$  in funzione della distanza radiale  $r$  dall'asse del conduttore pieno, rispondere alle seguenti domande:



6. Nelle zone dove il campo è non nullo, le linee di forza del campo magnetico sono:
- A. circonferenze giacenti in un piano perpendicolare al filo e con centro sull'asse del filo. (\*)
  - B. circonferenze giacenti in un piano perpendicolare al filo e con centro sull'asse del filo nell'intercapedine tra i due conduttori; linee rette radiali ed ortogonali all'asse del filo all'interno dei conduttori
  - C. linee rette radiali, ortogonali all'asse del filo
  - D. linee rette parallele all'asse del filo
7. All'interno del filo pieno, cioè per  $r < R_c$ , il modulo del campo  $B$  vale:
- A.  $B = \frac{\mu_o i}{2\pi} \frac{R_c}{r^2}$
  - B.  $B = \frac{\mu_o i}{2\pi} \frac{r}{R_c^2} (*)$
  - C.  $B = \frac{\mu_o i}{2\pi} \frac{1}{r}$
  - D.  $B = \frac{\mu_o i}{2\pi} \frac{r}{R_c}$

8. Nell'intercapedine tra i due conduttori, cioè per  $R_c < r < R_{int}$ , il modulo del campo B vale:

- A.  $B = \frac{\mu_o i}{2\pi} \frac{r}{R_{int} - R_c}$
- B.  $B = \frac{\mu_o i}{2\pi r} (*)$
- C.  $B = \frac{\mu_o i}{2\pi} \frac{R_{int} - R_c}{r^2}$
- D.  $B = \frac{\mu_o i}{2\pi} \frac{r}{(R_{int} - R_c)^2}$

9. Nell'involucro esterno, cioè per  $R_{int} < r < R_{ext}$ , il modulo del campo B vale:

- A.  $B = \frac{\mu_o i}{2\pi r} \frac{R_{ext} - r}{R_{ext}^2 - R_{int}^2}$
- B.  $B = \frac{\mu_o i}{2\pi r} \frac{R_{ext}^2 - r^2}{(R_{ext}^2 - R_{int}^2)} (*)$
- C.  $B = \frac{\mu_o i}{2\pi r} \frac{R_{int} - r}{R_{ext}^2 - R_{int}^2}$
- D.  $B = 0$

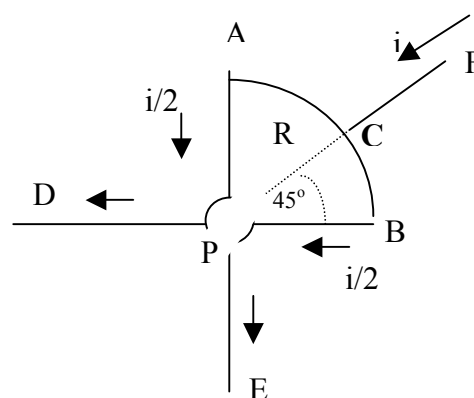
10. All'esterno dell'involucro cilindrico, cioè per  $r > R_{ext}$ , il modulo del campo B vale:

- A.  $B = \frac{\mu_o i}{2\pi r} \frac{R_c - r}{R_{ext}^2 - R_{int}^2}$
- B.  $B = 0 (*)$
- C.  $B = \frac{\mu_o i}{2\pi r}$
- D.  $B = \frac{\mu_o i}{2\pi r^2} (r - R_c)$

### **Esercizio A3**

Nel nodo C la corrente  $i$  si divide in parti uguali, come

mostrato in figura, sulle due porzioni dell'arco AB appartenente ad una circonferenza di centro P e raggio R. Dopo aver calcolato modulo, direzione e verso del campo **B** nel punto P, rispondere alle seguenti domande:



11. Il campo B nel punto P dovuto alla corrente nel filo FC è:

- A.  $B = \frac{\mu_o i}{2\pi R} \frac{L}{(L^2 + 4R^2)^{\frac{1}{2}}}$  con L lunghezza del filo CF
- B.  $B = \frac{\mu_o i}{2\pi} \frac{1}{L}$  con L lunghezza del filo FC

C.  $B = \frac{\mu_o i}{2\pi R} \frac{1}{(L^2 + R^2)^{\frac{1}{2}}}$  con L lunghezza del filo FC

D.  $B = 0$  (\*)

12. Il campo B nel punto P, dovuto alla corrente nell' arco CA, è:

A.  $B = \frac{\mu_o i}{32\pi} \frac{1}{L}$  con L lunghezza dell' arco CA

B.  $B = \frac{\mu_o i}{32\pi} \frac{1}{\sqrt{L^2 + R^2}}$  con L lunghezza dell' arco CA

C.  $B = 0$

D.  $B = \frac{\mu_o i}{32R}$  (\*)

13. Il campo B nel punto P dovuto al filo AP è:

A.  $B = \frac{\mu_o i}{2\pi} \frac{1}{L}$  con L lunghezza del filo AP

B.  $B = 0$  (\*)

C.  $B = \frac{\mu_o i}{2\pi R} \frac{1}{(L^2 + R^2)^{\frac{1}{2}}}$  con L lunghezza del filo AP

D.  $B = \frac{\mu_o i}{2\pi R} \frac{L}{(L^2 + 4R^2)^{\frac{1}{2}}}$  con L lunghezza del filo AP

14. Il campo B nel punto P dovuto ai due archetti che circondano il punto P (archetti di raccordo dei fili AP e PD e dei fili BP e PE) è:

A.  $B = 2 \frac{\mu_o i}{2\pi r}$  con r raggio degli archetti

B.  $B = \frac{\mu_o i}{2\pi r}$  con r raggio degli archetti

C.  $B = \frac{\mu_o i}{r}$  con r raggio degli archetti

D.  $B = 0$  (\*)

15. Il campo risultante B nel punto P è:

A.  $B = 0$  (\*)

B.  $B = 2 \frac{\mu_o i}{32R}$ , perpendicolare al piano della figura e uscente

C.  $B = 2 \frac{\mu_o i}{32R}$ , perpendicolare al piano della figura ed entrante

D.  $B = 2 \frac{\mu_o i}{32R}$ , con la stessa direzione del segmento CF e orientato nel verso della corrente i

### ALTRE DOMANDE

16. La (auto)induttanza di una bobina non dipende dalla corrente che circola in essa.  
A. vero (\*)  
B. falso
17. Un elettrone attraversa una regione con campo magnetico  $B$ . Il campo compie lavoro sull' elettrone, quindi l' energia cinetica dell' elettrone aumenta.  
A. vero  
B. falso (\*)
18. Una spira di forma qualsiasi percorsa da una corrente  $i$  ed immersa in un campo  $B$  uniforme ha un momento magnetico di modulo  $m = Ai$   
A. vero (\*)  
B. falso
19. Il flusso di  $B$  attraverso una qualunque superficie è sempre nullo.  
A. vero  
B. falso (\*)
20. Le linee di forza del campo magnetico possono incrociarsi in un punto.  
A. vero  
B. falso (\*)
21. Il campo magnetico all' interno di una bobina percorsa da una corrente  $i$  aumenta in intensità se all' interno della bobina viene inserito del ferro.  
A. vero (\*)  
B. falso
22. Un ago magnetico avvicinato ad una spira inizialmente senza corrente viene attratto da essa  
A. vero  
B. falso (\*)
23. Una barretta metallica si muove con velocità  $v$  su un piano ortogonale alle linee di forza di un campo di induzione magnetica uniforme  $B$ . Se la velocità  $v$  è costante, gli estremi della barretta sono allo stesso potenziale.  
A. vero  
B. falso (\*)
24. Il campo magnetico al centro di una spira circolare percorsa da una corrente  $i$  costante è nullo  
A. vero  
B. falso (\*)
25. Due fili paralleli percorsi da correnti concordi si attraggono  
A. vero (\*)  
B. falso
26. Il campo di induzione magnetica  $d\vec{B}$  prodotto in un punto P dalla corrente  $i$  passante nell' elemento  $d\vec{l}$  di un filo di forma qualsiasi è dato da  $d\vec{B} = \frac{\mu_o i}{4\pi} \frac{\vec{r} \times d\vec{l}}{r^3}$  dove  $\vec{r}$  è il vettore che individua la posizione di P rispetto a  $d\vec{l}$   
A. vero  
B. falso (\*)
27. Un protone avente velocità  $\vec{v}$  entra in una regione con campo di induzione magnetica  $\vec{B}$  ortogonale a  $\vec{v}$ . La forza di Lorentz  $\vec{f} = e\vec{v} \times \vec{B}$  devia il protone nella direzione antiparallela al campo.  
A. vero  
B. falso (\*)

### Esercizio A1

Il campo  $\mathbf{B}$  del filo infinito è ortogonale alla superficie delle spire che costituiscono il toroide. Il flusso è uguale al flusso attraverso una spira, moltiplicato per il numero delle spire:

$$\Phi = N \oint_S \vec{B} \cdot d\vec{A} = N \int_R^{R+a} \frac{\mu_o i}{2\pi r} b dr = \frac{\mu_o i N b}{2\pi} \ln \frac{R+a}{R}$$

Il coefficiente di mutua induttanza del filo sul toroide è uguale al coefficiente di mutua induttanza del toroide sul filo ed è uguale a

$$L = \frac{\Phi}{I} = \frac{\mu_o i N b}{2\pi} \ln \frac{R+a}{R}$$

Dalla legge di induzione di Faraday, segue che il modulo della forza elettromotrice è:

$$\mathcal{E} = -\frac{d\Phi}{dt} = \frac{\mu_o N b}{2\pi} \ln \frac{R+a}{R} i_o e^{-\lambda t} (\lambda \sin \omega t - \omega \cos \omega t)$$

### Esercizio A2

Essendo la linea di trasmissione molto lunga rispetto ai raggi  $R_c$ ,  $R_{int}$  ed  $R_{ext}$ , il sistema esibisce simmetria cilindrica e può essere risolto utilizzando la legge di Ampère: le linee di forza del campo  $\mathbf{B}$ , nelle regioni dove questo è non nullo, sono delle circonferenze ortogonali al piano del filo interno e con centro sul suo asse.

- $r < R_c$

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_o i \Rightarrow B 2\pi r = \mu_o i \frac{\pi r^2}{\pi R_c^2} \Rightarrow B = \frac{\mu_o i}{2\pi} \frac{r}{R_c^2}$$

- $R_c < r < R_{int}$

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_o i \Rightarrow B 2\pi r = \mu_o i \Rightarrow B = \frac{\mu_o i}{2\pi r}$$

- $R_{int} < r < R_{ext}$

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_o i \Rightarrow B 2\pi r = \mu_o \left[ i - i \left( \frac{r^2 - R_{int}^2}{R_{ext}^2 - R_{int}^2} \right) \right] \Rightarrow B = \frac{\mu_o i}{2\pi r} \frac{R_{ext}^2 - r^2}{R_{ext}^2 - R_{int}^2}$$

- $r > R_{ext}$

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_o i \Rightarrow B 2\pi r = \mu_o (i - i) = 0 \Rightarrow B = 0$$

### Esercizio A3

Il campo  $\mathbf{B}$  nel punto P è nullo.

Infatti:

- il campo nel punto P dovuto alla corrente in ciascuno dei fili FC, AP, PD, BP e PE è nullo, essendo per essi  $d\vec{s} \times \vec{r} = 0$  ( $d\vec{s}$  ed  $\vec{r}$  sono paralleli) e quindi  $d\vec{B} = \frac{\mu_o i}{4\pi} \frac{d\vec{s} \times \vec{r}}{r^3} = 0$ .
- Il campo  $\mathbf{B}_{CA}$  nel punto P dovuto alla corrente  $i/2$  nell' arco di circonferenza CA ha modulo

$$B = \frac{\mu_o i/2}{4\pi R} \frac{\pi}{4} = \frac{\mu_o i}{32R}, \text{ direzione ortogonale al piano della figura e verso uscente; il campo } \mathbf{B}_{CB}$$

nel punto P dovuto alla corrente  $i/2$  nell' arco di circonferenza CB ha lo stesso modulo e la stessa direzione del campo  $\mathbf{B}_{CA}$ , ma ha verso opposto (entrante), quindi  $\vec{B}_{AC} + \vec{B}_{CB} = 0$ .

Lo stesso discorso vale per gli archetti intorno al punto P, i cui campi nel punto P sono uguali in modulo e in direzione ma hanno verso opposto e quindi somma nulla.

