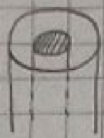
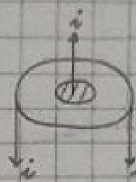
Cavo coassiale GIU 2017



Cilindro ext di spessore trascurabile

raggi:
$R_1 = 0{,}1\,cm$
$R_2 = 0{,}5\,cm$



cilindro interno: i sulla sezione
cilindro esterno: i sulla superficie

$J_{int} = 4\,A/m^2$

corrente uguale, ma verso opposto.

① TROVO LE DENSITÀ DI CARICA

$i = J_1 \cdot \Sigma_1$ con Σ_1 superficie cerchio di raggio R_1
$= 4 \cdot \pi (R_1)^2 = 1{,}26 \cdot 10^{-5}\,A$

$J_2 = \dfrac{i}{\Sigma_2}$ con Σ_2 = circonferenza di raggio R_2 OK
$= \dfrac{1{,}26 \cdot 10^{-5}}{2\pi R_2} = 4 \cdot 10^{-4}\,A/m$

② Trovo B(r), campo magnetico in funzione della distanza dall'asse.

PER CIASCUNA "FASCIA" CALCOLO LA CIRCUITAZIONE CON LA SUA DEFINIZIONE e CON AMPERE, METTO POI IN UGUAGLIANZA x ISOLARE B(r)

Ⓐ CALCOLO B(r) CON $r \leq R_1$

- considero una circonferenza con $r \leq R_1$:
- calcolo la circuitazione del campo su tale circonferenza:
$$\oint \vec{B}\,d\vec{r} = B \oint dr = B(2\pi r)$$
- Per il teorema di Ampere ho $\oint \vec{B}\,d\vec{r} = \mu_0 \cdot i_c$,

pertanto $B(2\pi r) = \mu_0 \cdot i_c$ *SI*

Qual è la corrente concatenata? quella interna alla circonferenza di raggio r.

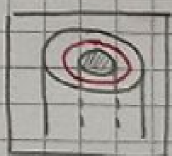
la corrente concatenata è tutta quella che attraversa ("interna") la circonferenza generica di raggio r, quindi dipende dalle regioni dove calcola B(r)

$i_c = J_1 \cdot \pi r^2$ *OK*

Quindi $B(2\pi r) = \mu_0 \cdot J_1 \cdot \pi r^2 \Rightarrow B = \dfrac{\mu_0 J_1 \pi r^2}{2\pi r} \Rightarrow \boxed{B(r) = \dfrac{\mu_0 J_1 r}{2}}$ (LINEARE CON r)

OK [T] mettere sempre unità misura

Ⓑ CALCOLO B(r) CON $R_1 < r \leq R_2$



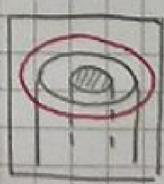
- considero circonferenza $r \in [R_1, R_2]$
- La circuitazione è ancora $2\pi r B$
- Ho ancora $2\pi r B = \mu_0 \cdot i_c$ *OK*

- i_c = tutta e sola la corrente che scorre nel cilindro interno: $i_c = i$ *OK*

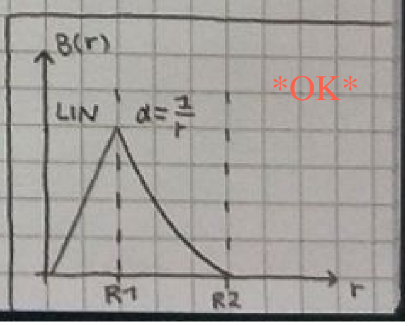
$\rightarrow B(2\pi r) = \mu_0 i_c \Rightarrow \boxed{B(r) = \dfrac{\mu_0 \cdot i}{2\pi r}}$ = BIOT-SAVART

OK [T]

Ⓒ CALCOLO B(r) CON $r > R_2$



- i_c = entrambe le correnti, uguali e opposte
$= i + (-i) = 0 \Rightarrow \boxed{B(r) = 0}$ *OK*



OK

③ Calcolo la densità di energia del campo magnetico

$$u_m = \frac{B^2}{2\mu_0}$$

OK

PER $r \le R1$: $u_m = \frac{(\mu_0 \cdot J_1 \cdot r)^2}{2} \cdot \frac{1}{2\mu_0} = \frac{\mu_0 \cdot J_1^2 \cdot r^2}{4}$

ATTENZIONE
mettere sempre unità misura
[J/m^3]

PER $R1 < r \le R2$ $u_m = \frac{(\mu_0 \cdot i)^2}{2\pi r} \cdot \frac{1}{2\mu_0} = \frac{\mu_0 \cdot i^2}{4\pi \cdot r}$

err calcolo

PER $r > R2$: $u_m = 0$

OK

④ CALCOLO IL COEFFICIENTE DI AUTOINDUZIONE PER UNITÀ DI LUNGHEZZA

* NUOVA SITUAZIONE: i SCORRE SULLA SUPERFICIE DEL CILINDRO INTERNO.

PER $r \le R1$: $B = 0$ perché $i_c = 0$ → L'unico valore del campo è quello tra R1 e R2. *OK*

AUTOFLUSSO $\varphi = L \cdot i$ => $L = \frac{\varphi}{i}$ *OK*

fare sempre il disegno della superficie dove si calcola il flusso (ortogonale al campo)

TROVO $\varphi(B)$:

$\varphi(B) = \oint B d\Sigma = \int_{R1}^{R2} B \cdot h \, dr = \int_{R1}^{R2} \frac{\mu_0 \cdot i}{2\pi \cdot r} \cdot h \, dr$ => $h=1$ (cerco L per unità di lunghezza)

$\Rightarrow \frac{\mu_0 \, i}{2\pi r} \int_{R1}^{R2} \frac{1}{r} dr = \frac{\mu_0 \, i}{2\pi} \cdot \ln \Big|_{0,1}^{0,5}$ [Wb]

questo r non c'è

OK

PERTANTO

$L = \frac{\mu_0}{2\pi} \cdot \ln(5) = \frac{4\pi \cdot 10^{-7}}{2\pi} \cdot 1{,}609 = 3{,}2 \cdot 10^{-7}$ H/m

OK