Capitolo 9

Materiali Magnetici

Esercizio 1
In un filo rettilineo indefinito e sottile scorre una corrente I. Attorno al filo c'è un anello a forma di guscio cilindrico di raggio interno R_1, raggio esterno R_2, altezza h e permeabilità magnetica relativa μ_r. Calcolare $\vec{B}$, $\vec{H}$, $\vec{M}$ e le correnti di magnetizzazione in tutto lo spazio.

$$\left[\begin{array}{l}
\vec{B} = \begin{cases} \dfrac{\mu_0 \mu_r I}{2\pi r}\vec{u}_\theta & \text{per } R_1 < r < R_2 \\[2ex] \dfrac{\mu_0 I}{2\pi r}\vec{u}_\theta & \text{per } r < R_1 \vee r > R_2 \end{cases} \\[4ex]
\vec{H} = \dfrac{I}{2\pi r}\vec{u}_\theta \\[4ex]
\vec{M} = \begin{cases} \dfrac{(\mu_r - 1)I}{2\pi r}\vec{u}_\theta & \text{per } R_1 \le r \le R_2 \wedge 0 \le z \le h \\[2ex] 0 & \text{altrimenti} \end{cases} \\[4ex]
\vec{\jmath}_{sm} = \begin{cases} \dfrac{(\mu_r - 1)I}{2\pi R_1}\vec{u}_z & \text{sulla superficie interna}, r = R_1 \\[2ex] -\dfrac{(\mu_r - 1)I}{2\pi R_2}\vec{u}_z & \text{sulla superficie esterna}, r = R_2 \\[2ex] \dfrac{(\mu_r - 1)I}{2\pi r}\vec{u}_r & \text{sulla base superiore}, z = h \\[2ex] -\dfrac{(\mu_r - 1)I}{2\pi r}\vec{u}_r & \text{sulla base inferiore}, z = 0 \end{cases}
\end{array}\right]$$

Esercizio 2

Un guscio conduttore di forma cilindrica è percorso da una corrente I distribuita uniformemente sulla sezione trasversale. Il guscio ha un raggio interno R_1 e un raggio esterno R_2. Attorno al conduttore c'è un guscio ulteriore di materiale magnetico con permeabilità magnetica relativa μ_r, raggio interno R_2 e raggio esterno R_3. Per $0 < r < R_1$ c'è il vuoto. Calcolare $\vec{B}$, $\vec{H}$, $\vec{M}$ e le correnti di magnetizzazione in tutto lo spazio.

$$\left[\begin{array}{l}
\vec{B} = \begin{cases} 0 & \text{per } r \le R_1 \\ \dfrac{\mu_0 I}{2\pi r}\dfrac{r^2 - R_1^2}{R_2^2 - R_1^2}\vec{u}_\theta & \text{per } R_1 < r < R_2 \\ \dfrac{\mu_0 \mu_r I}{2\pi r}\vec{u}_\theta & \text{per } R_2 < r < R_3 \\ \dfrac{\mu_0 I}{2\pi r}\vec{u}_\theta & \text{per } r > R_3 \end{cases} \\
\vec{H} = \begin{cases} 0 & \text{per } r \le R_1 \\ \dfrac{I}{2\pi r}\dfrac{r^2 - R_1^2}{R_2^2 - R_1^2}\vec{u}_\theta & \text{per } R_1 < r \le R_2 \\ \dfrac{I}{2\pi r}\vec{u}_\theta & \text{per } r > R_2 \end{cases} \\
\vec{M} = \begin{cases} \dfrac{(\mu_r - 1)I}{2\pi r}\vec{u}_\theta & \text{per } R_2 \le r \le R_3 \\ 0 & \text{per } r < R_2 \vee r > R_3 \end{cases} \\
\vec{\jmath}_{sm} = \begin{cases} \dfrac{(\mu_r - 1)I}{2\pi R_2}\vec{u}_z & \text{sulla superficie interna}, r = R_2 \\ -\dfrac{(\mu_r - 1)I}{2\pi R_3}\vec{u}_z & \text{sulla superficie esterna}, r = R_3 \end{cases}
\end{array}\right]$$

Esercizio 3

In un toro di raggio medio R e raggio interno trascurabile, formato da un materiale magnetizzato con magnetizzazione uniforme $\vec{M}$ sulla sua sezione e diretta tangenzialmente, $\vec{M} = M\vec{u}_\theta$, è praticato un sottile taglio trasversale di spessore d, detto *traferro*. Si ricavino i vettori $\vec{B}$ e $\vec{H}$ nel materiale e nel traferro.

$$\left[\begin{array}{l} \vec{B}_0 = \vec{B}_m = \mu_0 \left(1 - \dfrac{d}{2\pi R}\right) M\vec{u}_\theta \\ \\ \vec{H}_0 = \left(1 - \dfrac{d}{2\pi R}\right) M\vec{u}_\theta \\ \\ \vec{H}_m = -\dfrac{d}{2\pi R} M\vec{u}_\theta \end{array}\right]$$

Esercizio 4

In un materiale di permeabilità magnetica relativa μ_r avente la forma di un toro di raggio medio R e raggio interno trascurabile, è praticato un sottile taglio trasversale di spessore d, detto *traferro*. Attorno al toro è presente un avvolgimento formato da N spire in cui scorre una corrente stazionaria i. Si ricavino i vettori $\vec{B}$ e $\vec{H}$ nel materiale e nel traferro e il vettore magnetizzazione $\vec{M}$.

$$\left[\begin{array}{l} \vec{B}_0 = \vec{B}_m = \mu_0 \mu_r \dfrac{Ni}{2\pi R + (\mu_r - 1)d} \vec{u}_\theta \\ \\ \vec{H}_0 = \mu_r \dfrac{Ni}{2\pi R + (\mu_r - 1)d} \vec{u}_\theta \\ \\ \vec{H}_m = \dfrac{Ni}{2\pi R + (\mu_r - 1)d} \vec{u}_\theta \\ \\ \vec{M} = (\mu_r - 1) \dfrac{Ni}{2\pi R + (\mu_r - 1)d} \vec{u}_\theta \end{array}\right]$$