Solenoide toroidale

Un solenoide toroidale è costituito da un filo conduttore più o meno lungo ritorto a spirale e incurvato in modo da assumere la forma di una ciambella. La sua realizzazione si può ottenere agevolmente avvolgendo il filo su un supporto isolante, appunto a forma di ciambella. Nelle figure 1 e 2 sono riportate due immagine tratte da internet.

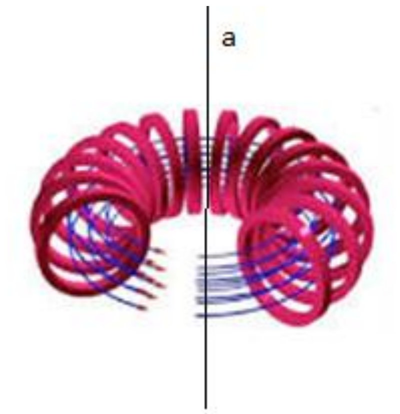

Figura 1- Esempio di solenoide toroidale. Figura tratta da internet e modificata con l'aggiunta della retta a, assedi rotazione , intorno alla quale sembra aver ruotato l'anello che descrive il solenoide.

Applicando una differenza di potenziale agli estremi del filo conduttore nel filo scorre una corrente che determina un campo magnetico nello spazio delimitato dal superficie ideale toroidale. **All'esterno della superficie toroidale il campo magnetico è nullo**.

Le linee di forza del campo magnetico nel solenoide sono delle circonferenze concentriche aventi il centro in un punto sull'asse **a** e disposte su piani perpendicolari allo stesso asse. Questa caratteristica del campo si deduce da semplici considerazioni geometriche legate alla simmetria della forma geometrica assunta dal filo di corrente.

Se le spire del solenoide sono abbastanza fitte si possono considerare approssimativamente delle circonferenze; sia **d** il loro diametro. I punti di ciascuna spira hanno dall'asse **a** del solenoide distanza variabile dal valore minimo r_i al valore massimo $R_e=r_i+d$; r_i ed R_e sono rispettivamente il raggio interno e quello esterno della superficie toroidale.

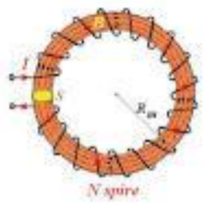

Figura 2- Esempio di solenoide toroidale

Proprietà del campo magnetico all'interno del solenoide

Il campo non è uniforme. In ciascun punto interno al solenoide ha intensità, direzione e verso variabili. Precisamente, considerata una circonferenza γ interna alla superficie toroidale, avente centro sull'asse **a** e giacente in un piano perpendicolare allo stesso asse, detto **r** il suo raggio, il campo magnetico $\vec{B}$ in ciascun punto della circonferenza è tangente alla circonferenza ed ha intensità costante ed il suo valore è inversamente proporzionale al raggio r.

Questa proprietà del campo si deduce applicando la legge di Ampere (teorema della circuitazione) alla circonferenza γ. Proviamo la tesi.

Supponiamo che il solenoide sia composto da N spire e sia I l'intensità di corrente circolante nel solenoide. Indichiamo con B l'intensità del campo sui punti della circonferenza γ .

Il valore della circuitazione di $\vec{B}$ lungo γ è B·2πr; infatti

$$\oint_\gamma \vec{B}\cdot\vec{dl} = \oint_\gamma B\cdot dl = B\cdot\oint_\gamma dl = B\cdot 2\pi r \qquad (*)$$

D'altra parte, per la legge di Ampere, il valore della circuitazione di $\vec{B}$ deve essere anche uguale al prodotto della costante di permeabilità magnetica del mezzo in cui è immerso il solenoide per la somma algebrica delle correnti concatenate con la circonferenza γ. Poiché il cerchio delimitato dalla circonferenza γ è attraversato dagli N fili percorsi da correnti concordi aventi intensità I, supponendo che il solenoide sia immerso nel vuoto, possiamo scrivere:

$$\oint_{\gamma} \vec{B} \cdot \vec{dl} = \mu_0 \cdot N \cdot I \quad (**)$$

Confrontando la (*) e la (**) otteniamo

$$B \cdot 2\pi r = \mu_0 \cdot N \cdot I \text{ , da cui } B = \frac{\mu_0 \cdot N \cdot I}{2\pi r} .$$