

Campo magnético de dos solenoides finitos

Laboratorio de Física 2 Q - 2do cuatrimestre 2017

1. Campo magnético

El campo magnético en el eje z de un solenoide finito de longitud L y radio R es de la forma

$$B_z = \frac{\mu_0 n I R^2}{2} \int_{z_0}^{z_0+L} \frac{dz'}{((z-z')^2 + R^2)^{3/2}} = \frac{\mu_0 n I R^2}{2} \frac{z' - z}{R^2 \sqrt{(z-z')^2 + R^2}} \Big|_{z_0}^{z_0+L} \quad (1)$$

donde n es la densidad de espiras, I es la corriente que circula por el solenoide y $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$ Tesla.m/A = $4\pi \times 10^{-3}$ Gauss.m/A.

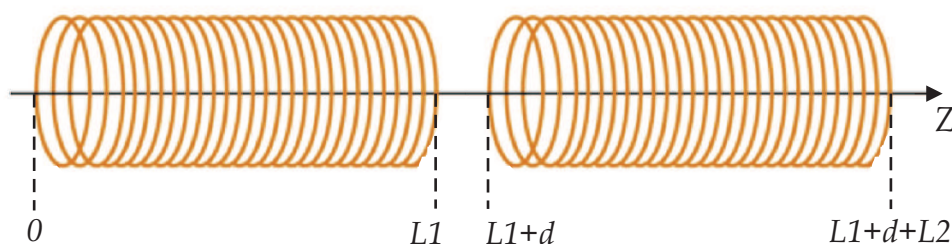


Figura 1: Configuración de dos solenoides finitos.

Dada la configuración que se muestra en la figura 1 de dos solenoides en serie, ambos con la misma densidad de espiras n , el campo magnético en algún punto sobre el eje z será:

$$B_z = B_{1z} + B_{2z} \quad (2)$$

siendo B_{1z} y B_{2z} los campos magnéticos de los solenoides 1 y 2, respectivamente. Considerando el sistema de referencia de la figura 1 tenemos:

$$B_{1z} = \frac{\mu_0 n I}{2} \left(\frac{L_1 - z}{\sqrt{(z - L_1)^2 + R^2}} + \frac{z}{\sqrt{(z)^2 + R^2}} \right) \quad (3)$$

$$B_{2z} = \frac{\mu_0 n I}{2} \left(\frac{L_1 + L_2 + d - z}{\sqrt{(z - L_1 - L_2 - d)^2 + R^2}} - \frac{L_1 + d - z}{\sqrt{(z - L_1 - d)^2 + R^2}} \right) \quad (4)$$

2. Simulaciones

En las figuras 2 a 5 se muestra como varían los cocientes $\frac{B_{1z}}{B_0}$, $\frac{B_{2z}}{B_0}$ y $\frac{B_z}{B_0}$ (siendo $B_0 = \mu_0 n I$) en el eje z , para distintos valores de los parámetros. Notar que en el laboratorio trabajamos con dos bobinas en serie de largo $L_1 = L_2 = 11,3 \pm 0,1$ cm y radio $R = 4,9 \pm 0,1$ cm.

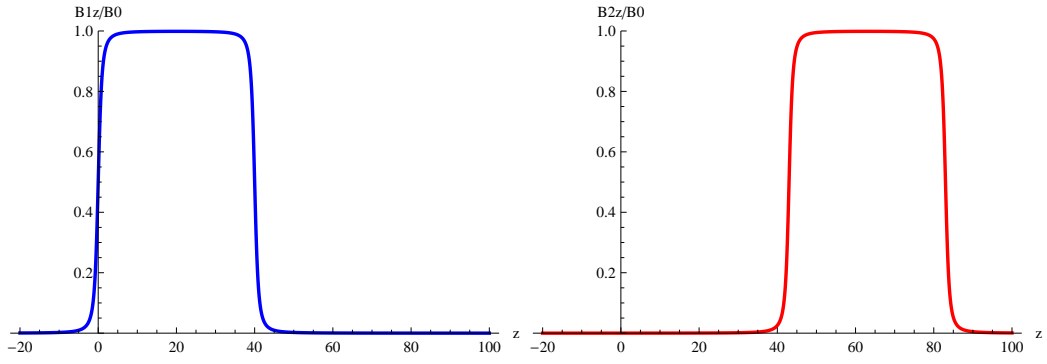


Figura 2: Variación de $\frac{B_{1z}}{B_0}$ (izq.) y $\frac{B_{2z}}{B_0}$ (der.) en el eje z . Valores de los parámetros: $L_1 = L_2 = 40$, $R = 1$.

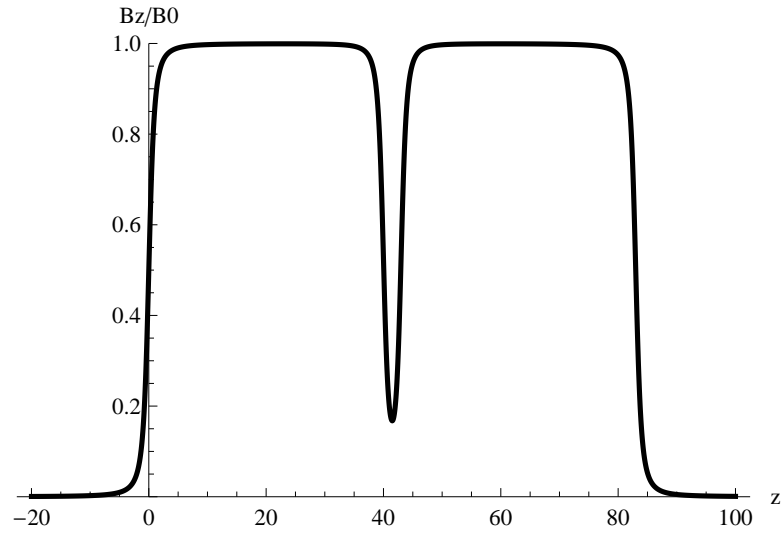


Figura 3: Dependencia de $\frac{B_z}{B_0}$ en función de z . Valores de los parámetros: $L_1 = L_2 = 40$, $R = 1$.

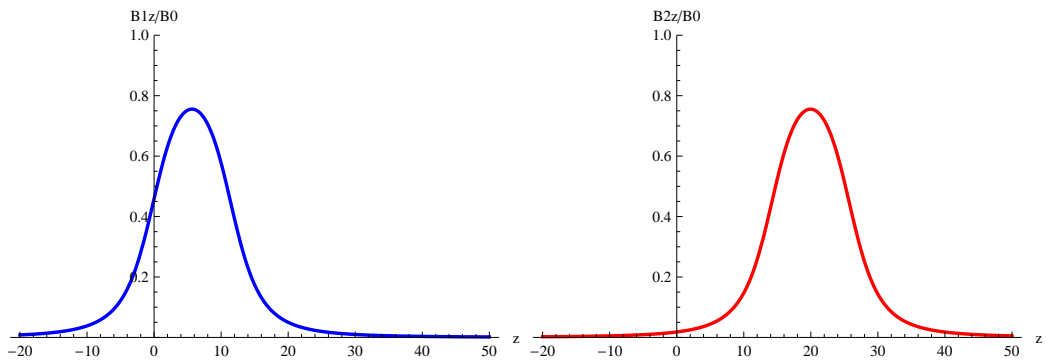


Figura 4: Variación de $\frac{B_{1z}}{B_0}$ (izq.) y $\frac{B_{2z}}{B_0}$ (der.) en el eje z . Valores de los parámetros: $L_1 = L_2 = 11,3$, $R = 4,9$.

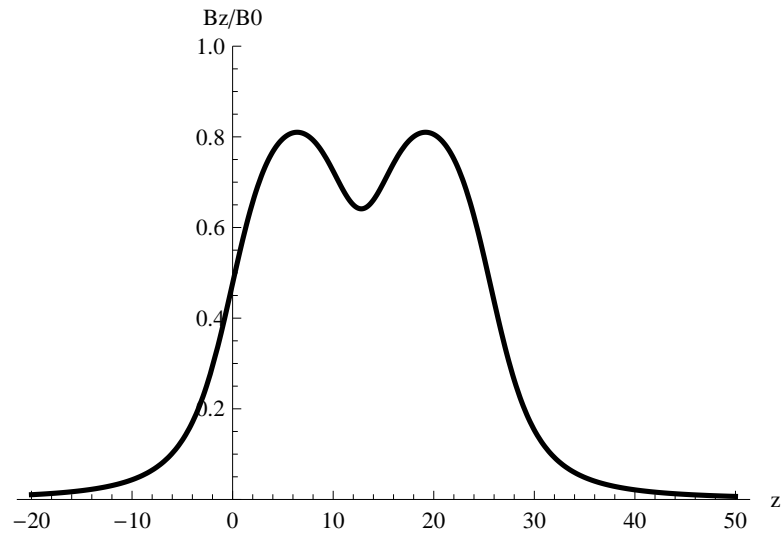


Figura 5: Dependencia de $\frac{B_z}{B_0}$ en función de z . Valores de los parámetros: $L_1 = L_2 = 11,3$, $R = 4,9$.