

Medida de la Intensidad del Campo Magnético de Imanes

Objetivos

Estudio de la dependencia de la componente axial del campo magnético y determinación del momento magnético de diferentes imanes con simetría cilíndrica.

Introducción

La componente axial del campo magnético generado por un imán con simetría cilíndrica y

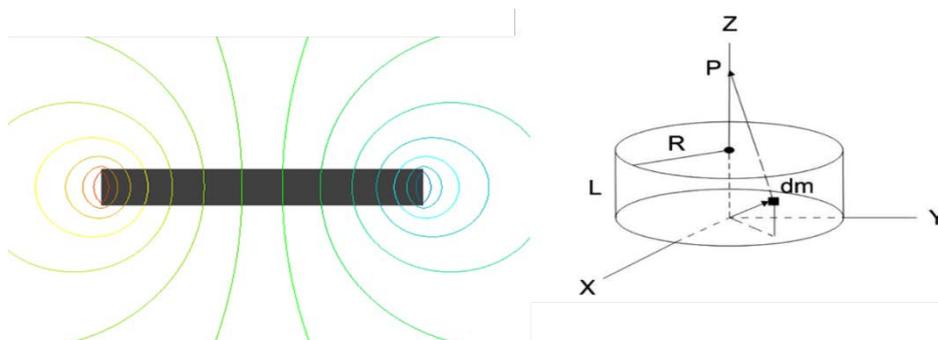


Ilustración 1. Líneas de campo magnético originadas por un imán en forma de disco con el polo norte en la cara superior (izq). Esquema de un disco magnético (der).

dimensiones R y L, fig.1 viene dada por la expresión aproximada para distancias $z \gg L$ (1):

$$B(z) = \frac{\mu_0 m}{2\pi z^3} \quad (1) \quad B = kz^{-a} \quad (2)$$

Siendo $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ NA}^{-2}$ la permeabilidad magnética del vacío, m el módulo del momento dipolar magnético $m=MV$, de un imán con magnetización (o imanación) M y volumen $V=\pi R^2 L$. La magnetización M entonces corresponde a la densidad de momentos dipolares magnéticos, o equivalentemente, al momento magnético total por unidad de volumen. Se puede escribir (2) de manera más compacta la ecuación (1), llamado k al conjunto de los términos constantes.



Ilustración 2 Polos geográficos y magnéticos de la Tierra

Es necesario hacer unas breves consideraciones acerca del campo magnético terrestre. Debido al movimiento de aleaciones de hierro fundido en el núcleo externo de la Tierra ésta se comporta como una dinamo gigante. Su magnitud en la superficie de la Tierra varía de 25 a 65 μT (microteslas) o (0,25-0,65 G). El polo norte magnético no es fijo y se desplaza, pero de una manera suficientemente lenta como para que las brújulas sean útiles en la navegación. Al cabo de ciertos periodos de duración aleatoria (con un promedio de duración de varios cientos de miles de años), el campo magnético de la Tierra se invierte (el polo norte y sur geomagnético permutan su posición). Actualmente la dirección polo norte- sur del campo magnético terrestre está ligeramente desviada con relación a la dirección N-S geográfica, fig 2.

Material: 5 Imanes de neodimio en forma de disco ($h = 5 \text{ mm}$, $\phi = 10 \text{ mm}$), imán de ferrita.

Smartphone con "SensorMobile", regla, calibre y papel milimetrado.

Metodología

Antes de comenzar es necesario situar la posición del magnetómetro en el interior del teléfono móvil ya que esta puede cambiar de un modelo de teléfono a otro. Para ello utilizaremos la aplicación SensorMobile y un pequeño imán de ferrita.

Para ello a partir el menú inicial (fig. 4 izq), iremos a la pantalla donde se visualizan los datos (fig. 4 centro) de los diferentes sensores y nos fijaremos en los correspondientes al magnetómetro. El dispositivo presenta los valores del campo magnético correspondientes a las 3 direcciones del espacio y el módulo resultante. Las tres direcciones son siempre las mismas independientemente del modelo de teléfono (fig.3).



Ilustración 3. SensorMobile. Menú (izq); Datos magnetómetro (centro); dirección ejes (der)

Una vez en la página datos situaremos el imán de ferrita sobre la pantalla y lo iremos desplazando hasta alcanzar el punto donde el valor del módulo B del campo magnético sea máximo. Ese será el punto que elegiremos como origen para la realización de las medidas fig 4.

Disposición del montaje experimental



Ilustración 4
Posición del sensor magnético en un iPhone5

Una vez situada la posición del magnetómetro dibujaremos unos ejes sobre la hoja de papel milimetrado y colocaremos el móvil sobre ella con el magnetómetro situado en el origen y los lados del smartphone paralelos a las direcciones X e Y, fig. 7. A continuación, orientaremos el conjunto de manera que el valor del campo en la dirección del eje X sea prácticamente 0. En estas condiciones el eje Y debería estar orientado en la dirección N-S geográfica. Sin embargo, esto no siempre es así ya que cualquier material magnético situado en las proximidades del lugar donde se esté midiendo introduce una perturbación en el valor del campo magnético. Por ejemplo, la punta metálica de un bolígrafo, un reloj de muñeca, la estructura metálica de la mesa, etc, pueden cambiar sustancialmente el valor de la medida.

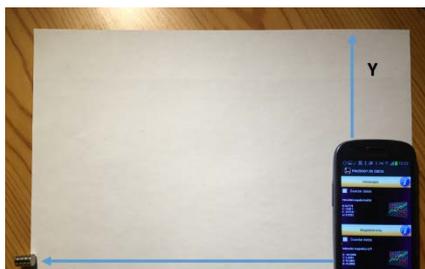


Ilustración 5 Montaje experimental

Por ello es importante hacer las medidas seguidas para cada conjunto de imanes y que cada vez que añadamos un nuevo imán comprobemos antes de empezar la serie de medidas el valor del campo magnético en la dirección del eje X sea prácticamente cero. En caso de no ser así, giraremos la orientación del dispositivo hasta que el valor sea lo más próximo a cero. De esta manera conseguiremos

que las medidas que realizaremos siempre sean las del campo magnético del imán sin que se vean afectadas por otros factores.

Medidas

A continuación, pasaremos a realizar las medidas, colocando los imanes orientados de manera que su eje coincida con la dirección del eje X, fig. 5. Les situaremos a diferentes distancias desde 26 hasta 10 cm tomando medidas cada 2 cm de los valores del campo magnético en esa dirección. Es importante situar siempre los imanes de manera que el valor del campo magnético medido por el teléfono sea siempre positivo, de no ser así les giraremos 180. La distancia se cuenta siempre a partir de la cara más de los imanes que esté más alejada del teléfono, tal y como aparece en la fig.1. Realizaremos esta medida primeramente con 1 imán y luego iremos acoplando los diferentes imanes, 2, 3, 4, hasta los 5, repitiendo las medidas de manera similar.

Resultados experimentales

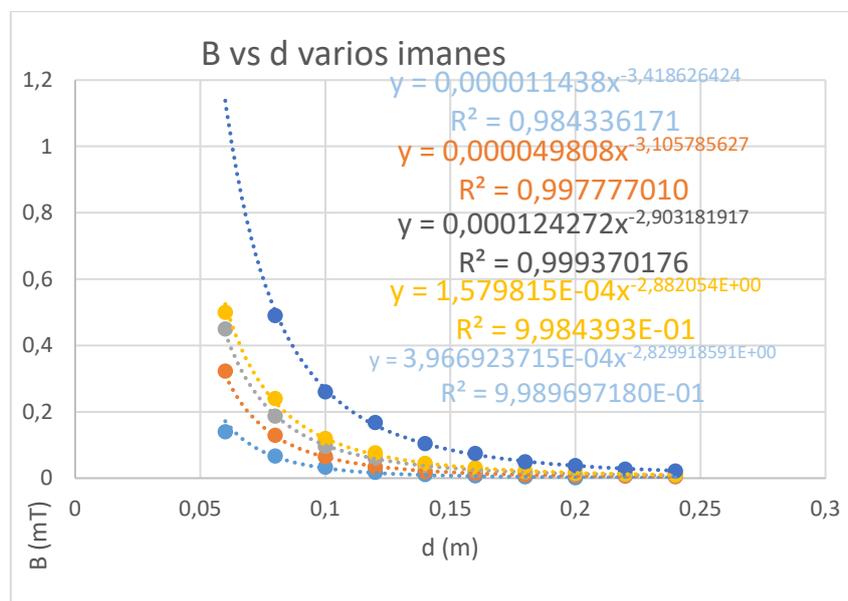


Ilustración 6 Medidas Experimentales

Utilizando una hoja de cálculo (Excel), representaremos para cada conjunto de imanes el valor del campo magnético en función de la posición y a continuación haremos un ajuste de tipo potencial para cada una de esas curvas. Obtendremos para cada serie de valores una curva del tipo similar a la que aparece en la fig. 6. La ecuación que aparece en el ajuste debería coincidir con la ecuación (2). Podremos comprobar si la aproximación teórica que se ha hecho es correcta comprobando que el valor del coeficiente “a” deberá tener un valor próximo a 3. Obtendremos además a partir del coeficiente “k”, el valor del momento dipolar “m” para cada uno de los conjuntos de imanes que hemos medido.

Una vez obtenido m representaremos su valor en función del volumen de cada uno de ellos. Este volumen lo determinaremos midiendo con el calibre el diámetro y la anchura de los discos. Mediante un ajuste lineal del momento dipolar m en función del volumen podremos determinar el valor de la magnetización M de los imanes de neodimio.