

Determinación experimental del valor del campo magnético terrestre

Ana María Gervasi¹ y Viviana Seino²

¹ Escuela Normal Superior N° 5, Capital Federal, anamcg@ciudad.com.ar

² Instituto Privado Argentino Japonés, Capital Federal, a_nishi@sinectis.com.ar

Resumen

Utilizamos una brújula colocada en el centro de un par de bobinas de Helmholtz para determinar el valor de la componente horizontal del campo magnético terrestre. Para ello medimos el ángulo de desviación de la aguja magnética de la brújula con la dirección Norte-Sur magnética de la Tierra a medida que se variaba la corriente por las bobinas, que aplican un campo magnético en la dirección Este-Oeste.

Introducción

Nos propusimos medir experimentalmente el valor del campo magnético terrestre B_t . Para ello hicimos interactuar una brújula con el campo magnético resultante de la superposición del campo magnético terrestre y el campo magnético $B(i)$ generado por la corriente que circula por bobinas de alambre conductor. En el caso particular en que $B(i)$ es perpendicular a B_t , el campo magnético de la combinación B_R resulta como se indica en la figura 1. La aguja de una brújula se orientará en la dirección del campo resultante.

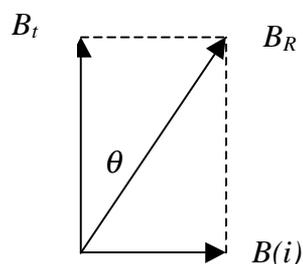


Figura 1. Composición del campo magnético terrestre B_t y otro perpendicular $B(i)$.

De la figura 1 vemos que:

$$\operatorname{tg} \theta = \frac{B(i)}{B_t} \quad (1)$$

Puesto que el campo magnético $B(i)$ producido por una corriente eléctrica es proporcional a la intensidad i de la corriente:

$$B(i) = ki \quad (2)$$

de la ecuación (1) se deduce:

$$\operatorname{tg}(\theta) = \frac{k}{B_t} i \quad (3)$$

por lo que se espera una relación lineal entre $\operatorname{tg} \theta$ y la intensidad i de la corriente, a partir de la cual podemos determinar el campo terrestre B_t . El valor de la constante k depende de la geometría del sistema de bobinas que se use en el experimento (espira, solenoide, bobinas de Helmholtz, etc.).

Método experimental

Utilizamos el dispositivo de la figura 2, compuesto por un par de bobinas de Helmholtz de $N = 400$ vueltas y radio $R = 8.8$ cm cada una, sostenidas por un tubo de acrílico transparente, y una brújula en su interior en el punto central, apoyada sobre un soporte de madera. La brújula está orientada inicialmente en la dirección Norte-Sur (cuando $i = 0$). Las bobinas aplican campo magnético en la dirección Este-Oeste.

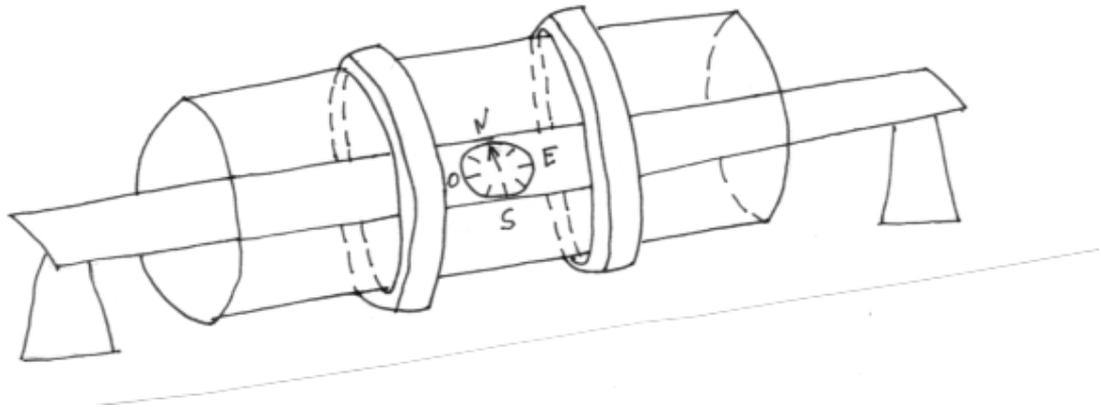


Figura 2. Dispositivo compuesto por dos bobinas sostenidas por un tubo, y una brújula ubicada en la zona de campo magnético uniforme.

La razón de usar dos bobinas fue para lograr una zona más amplia con campo magnético uniforme, pues si colocáramos la brújula en el centro de una sola bobina, su aguja magnética habría quedado ubicada en un campo magnético inhomogéneo. Para lograr una zona de campo magnético uniforme con las bobinas de Helmholtz, éstas deben estar separadas una distancia igual a sus radios R .^[1]

Conectamos a las bobinas en paralelo entre sí y a una fuente de tensión variable de manera que sus campos magnéticos individuales idénticos se sumaran. Medimos la intensidad de la corriente con un amperímetro y el ángulo de desviación θ con el cuadrante de la brújula. La apreciación del amperímetro utilizado es de 0.1 mA y la del cuadrante de 5°.

Para el par de Helmholtz, el valor del campo magnético producido por la corriente en la región central está dado por:^[1]

$$B(i) = \frac{\mu_0 \cdot N \cdot i}{R} \cdot \frac{8}{5^2} \cdot \left[1 - \frac{144}{125} \cdot \left(\frac{z - \frac{R}{2}}{R} \right)^4 \right] \quad (4)$$

en la que $z = 0$ corresponde al punto central, donde se coloca la brújula.

De las ecuaciones (1) y (4) resulta:

$$\operatorname{tg} \theta = \frac{\mu_0 \cdot N \cdot i}{R} \cdot \frac{8}{5^2} \cdot \left[1 - \frac{144}{125} \cdot \frac{1}{16} \right] \cdot \frac{1}{B_t} \quad (5)$$

μ_0 es la permeabilidad magnética: $\mu_0 = 4 \pi 10^{-7} \text{ T m A}^{-1} = 4 \pi 10^{-3} \text{ Gauss m A}^{-1}$.

Resultados y discusión

Con los valores de la intensidad de la corriente i y los de $\operatorname{tg} \theta$ obtuvimos la figura 3.

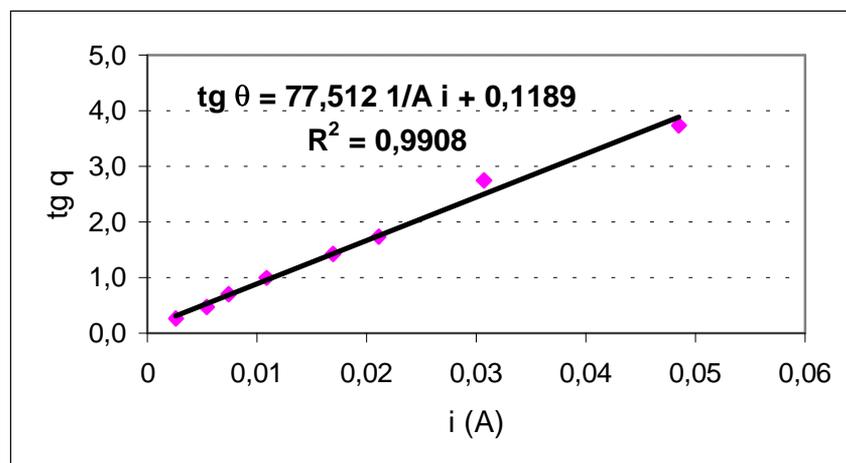


Figura 3. Gráfica de $\operatorname{tg} \theta$ en función de la corriente por las bobinas, en la que se observa una relación lineal entre ambas variables.

En la figura 3 encontramos la relación lineal:

$$\operatorname{tg} \theta = 77,5 i + 0,12 \quad (i \text{ en Amper})$$

La ordenada al origen representa la tangente del ángulo para $i = 0$; en este caso corresponde a un ángulo de $\approx 7^\circ$, valor muy próximo al error estimado. La pendiente, según la ecuación (5), es:

$$k = \frac{\mu_0 \cdot N}{R} \cdot \frac{8}{5^2} \cdot \left[1 - \frac{144}{125} \cdot \frac{1}{16} \right] \cdot \frac{1}{B_t}$$

de donde resulta (con $N = 400$ y $R = 8.8$ cm):

$$B_t = 0.49 \text{ Gauss}$$

Comparando este valor con el valor del campo magnético del lugar: 0,5 Gauss, el error es del 2%.

Conclusiones

Obtuvimos un valor de 0.49 Gauss para la componente horizontal del campo magnético terrestre con un error del 2%.

Agradecimientos

Agradecemos a la Fundación Antorchas y a la Universidad Favaloro por permitirnos realizar este experimento.

Referencias

[1] Salvador Gil y Eduardo Rodríguez, *Física re-Creativa*, pág. 150, Editorial Prentice Hall, Buenos Aires, 2001.