

Magnetismo: Sonda Hall - Campo magnético terrestre

Laboratorio de Física 2 (Q)

2° cuatrimestre de 2018

Objetivo

Esta práctica tiene como objetivo calibrar una sonda Hall y medir la componente horizontal del campo magnético terrestre mediante dos métodos.

Introducción

El efecto Hall consiste en la aparición de un campo eléctrico transversal al sentido de la corriente que circula por un conductor cuando éste se encuentra en un campo magnético.

El arreglo utilizado para observar el efecto Hall está formado por un conductor plano que transporta una corriente I en la dirección \hat{y} como se muestra en la figura 1. Si introducimos un campo magnético \mathbf{B} en la dirección \hat{z} , se ejercerá una fuerza sobre las cargas

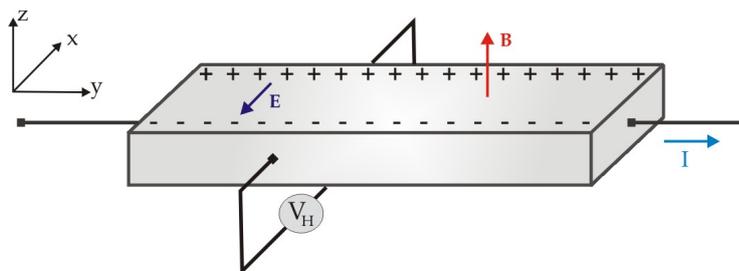


Figura 1: Esquema de una lámina conductora en un campo magnético. V_H representa el voltaje Hall medido en el conductor.

en movimiento en la dirección \hat{x} . Esta fuerza hace que las cargas se acumulen en los laterales del conductor (de acuerdo con el sentido de la corriente y del campo aplicado). Esta acumulación de cargas provoca que aparezca un campo eléctrico \mathbf{E} , que a su vez ejerce una fuerza sobre las cargas $\mathbf{F} = q\mathbf{E}$. Esta fuerza eléctrica actúa en la misma dirección pero en sentido contrario a la magnética. La acumulación de cargas continua hasta que el campo eléctrico se hace lo suficientemente grande como para que la fuerza eléctrica contrarreste a la fuerza magnética, dando como resultado un voltaje medible entre los dos lados del conductor llamado *voltaje Hall*.

La sonda (o punta) Hall aprovecha el efecto Hall para medir el campo magnético. El campo eléctrico debido a la distribución de cargas genera una diferencia de potencial entre los bordes del conductor. Dada una corriente fija, esta tensión resulta proporcional a la componente normal del campo magnético.

Actividades

Calibración de la sonda Hall

Sabiendo que el campo magnético dentro de una bobina por la cual circula una corriente continua es uniforme dentro de la misma, podemos usar este campo para calibrar la sonda Hall.

El sensor de campo magnético (MG-BTA de Vernier) disponible en el laboratorio debe conectarse a la placa Sensor DAQ. Esta sonda tiene un amplificador interno que nos permite trabajar en 2 rangos de medición: LO y HI. LO: mide hasta $\pm 6.4 \text{ mT} \equiv \pm 64 \text{ Gauss}$. HI: mide hasta $\pm 0.3 \text{ mT} \equiv \pm 3.2 \text{ Gauss}$. El sensor mide la componente de campo magnético que es perpendicular al punto blanco situado en la punta del mismo.

Usando una fuente de tensión, una resistencia variable, una bobina de geometría y número de vueltas conocidas y un amperímetro, arme un circuito de modo que pueda aplicar y medir la corriente que circula por la bobina. Diseñe un montaje que le permita mantener la sonda Hall en el centro de la bobina.

El módulo del campo magnético en el centro de una bobina “infinita” ($L \gg R$) de radio R , longitud L y número de vueltas N por la que circula una corriente I puede aproximarse por

$$B = \alpha \frac{\mu_0}{2R} NI \quad (1)$$

donde la permeabilidad magnética del vacío es $\mu_0 = 4\pi 10^{-7} \text{ Tesla} \frac{\text{m}}{\text{A}} = 4\pi 10^{-3} \text{ Gauss} \frac{\text{m}}{\text{A}}$. El parámetro α es un factor de proporcionalidad que depende de las características geométricas de la bobina y que puede aproximarse por 0.28 (verificar en cada caso)¹.

Con estos datos, calibre la sonda Hall usando como patrón el campo magnético de la bobina.

Medición del campo magnético terrestre

El planeta Tierra actúa como un gran imán cuyas líneas de campo magnético nacen del polo sur magnético y convergen en el polo norte magnético. A continuación se propone medir el campo magnético terrestre usando dos métodos diferentes.

1. Mida el campo magnético terrestre usando la sonda Hall. Además explore qué ocurre cuando rota la punta 180° respecto de su eje, de manera que el campo magnético atraviese la punta Hall por el extremo opuesto. Compare con algún valor de referencia para Buenos Aires (puede usar el *Magnetic field calculator* [1]).
2. Ubique una brújula en el centro de la bobina empleada anteriormente. Con la bobina sin corriente determine la dirección del campo magnético terrestre. Asegúrese de alinear la bobina de modo que su eje quede perpendicular a la dirección del campo magnético terrestre local. Luego haga pasar una corriente por las espiras y determine

¹Para la configuración de dos bobinas en serie ver Anexo-2B

la dependencia de el ángulo que se desvía la aguja (θ) con el campo de la bobina. Al circular la corriente se observa que la aguja de la brújula se desvía un ángulo θ tal que

$$\tan \theta = \frac{B_{bobina}}{B_{terrestre}} \quad (2)$$

Por lo tanto, a partir de medir el ángulo de desviación θ y conociendo el campo generado por la bobina B_{bobina} se puede determinar el campo terrestre.

Para diferentes valores de I , mida el ángulo θ . Grafique B_{bobina} vs. $\tan \theta$ y determine el valor de la componente horizontal del campo magnético terrestre ($B_{terrestre}$) usando el método de cuadrados mínimos.

Referencias

- [1] Magnetic field calculators: <https://www.ngdc.noaa.gov/geomag-web/#igrfwmm>
- [2] E. M. Purcell. *Berkeley physics course, vol. 2, Electricidad y Magnetismo*. Reverté, Barcelona (1969).
- [3] F. Sears, M. Zemansky, H. Young y R. Freedman. *Física universitaria, vol. II*. Addison-Wesley Longman, México (1990).
- [4] S. Gil y E. Rodríguez. *Potenciales y campos eléctricos*. Física re-Creativa. URL: www.fisicarecreativa.com/guias/campos.pdf