

# TP3: Medición del campo magnético terrestre

Laboratorio de Electromagnetismo y Óptica, DF, FCEyN, UBA

Primer cuatrimestre 2022

## Objetivos

El objetivo de la experiencia es determinar la intensidad de la componente horizontal del campo magnético terrestre.

## Introducción

El planeta Tierra actúa como un gran imán cuyas líneas de campo magnético surgen del polo sur magnético y convergen en el polo norte magnético. Se pueden obtener datos estimativos del campo magnético terrestre, ver apéndice.

Para estimar el campo magnético terrestre, vamos a utilizar un solenoide. Un solenoide es un alambre (hilo conductor aislado) largo enrollado en forma de una hélice. Cuando las vueltas están muy juntas entre sí, se puede considerar como una vuelta circular y el campo magnético neto será la suma de los campos debido a todas las vueltas. La Figura 1a muestra las líneas de campo para un solenoide de espiras muy cercanas entre sí, se observa que las líneas de campo se dirigen de un extremo y convergen en el otro, se puede inferir que un extremo se comporta como polo Norte y el otro como polo Sur.

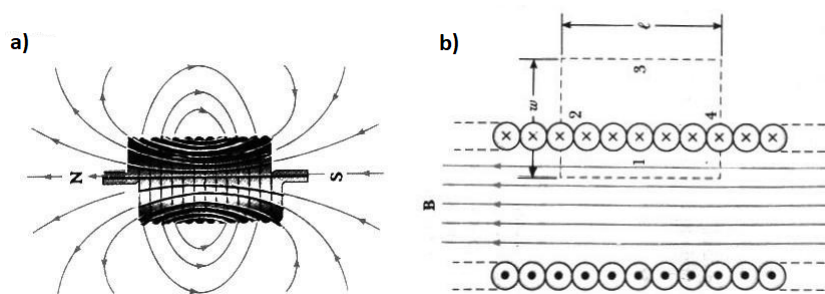


Figura 1: Línea de campo magnético en un solenoide de longitud finita con espiras muy próximas. b) Vista transversal de un solenoide ideal.

La intensidad del campo magnético en el interior de un solenoide ideal se puede determinar teóricamente haciendo uso de la Ley de Ampere, la Figura 1b muestra una vista transversal de un solenoide ideal, si consideramos que el largo del solenoide es muy grande en comparación con el radio y circula una intensidad de corriente constante  $I$  se puede considerar que el campo en el interior es uniforme y en el exterior es nulo.

**Para resolver antes de la clase** Usando la ley de Ampere, calcule el campo magnético  $B_s$  en el centro de un solenoide “infinito” ( $L \gg R$ ) con  $N$  espiras, radio  $R$  y longitud  $L$  por el cual circula una corriente  $I$ .

Si en cambio consideramos un solenoide finito, el campo  $B_s$  en el centro es:

$$B_s = \mu_0 I \cdot \frac{N}{\sqrt{L^2 + 4R^2}} = \mu_0 n I \cos \beta, \quad (1)$$

con  $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-3} \text{Gm/A}$ ,  $n$  es la densidad de espiras y  $\cos \beta = L/\sqrt{L^2 + 4R^2}$ . Si hace el límite de  $L \gg R$ , ¿recupera el valor que obtuvo para el caso infinito?

## Actividades

Con una brújula, un solenoide bobinado sobre un tubo de plástico, un amperímetro y una fuente de tensión continua variable se monta el circuito que se muestra en la Figura 2. Este solenoide consiste en realidad de dos solenoides, con una pequeña separación entre ambos, que permite a través corte en el tubo, ver la orientación de la brújula.

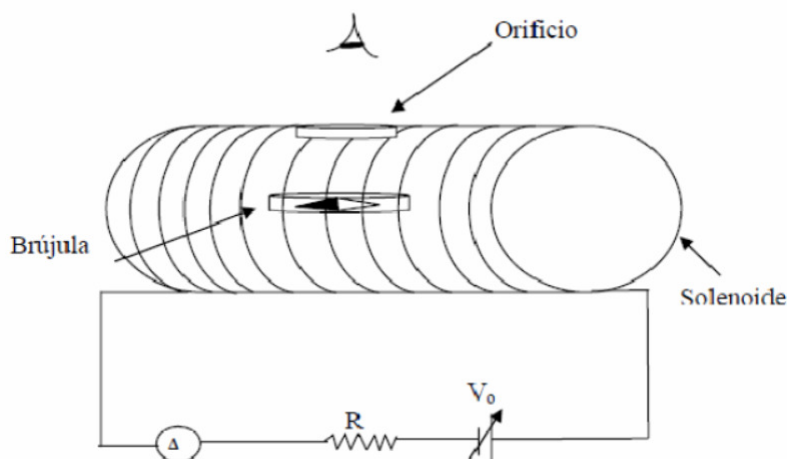


Figura 2: Esquema del dispositivo experimental.

Antes de empezar la práctica, determine con la brújula la dirección del campo magnético terrestre. Coloque el solenoide de modo tal que su eje quede en la dirección perpendicular al campo magnético terrestre.

## Para pensar y responder

- Sin circulación de corriente: ¿En qué dirección apunta la brújula?
- ¿Qué sucede cuando circula una corriente por el solenoide? ¿En qué dirección apunta ahora la brújula?
- ¿Cómo puede estimar el valor del campo magnético terrestre?

- **Precaución:** es importante que no pase por la bobina una corriente superior a aproximadamente 100mA. ¿Por qué?, ¿Por qué motivo se coloca una resistencia en el circuito? ¿Estime que resistencia necesita agregar según el rango de corrientes que quiere utilizar, y teniendo en cuenta la fuente de tensión que va a utilizar?

*Ayuda:* considere qué campos magnéticos intervienen y en que dirección.

## Determinación del campo magnético terrestre

- Teniendo en cuenta las preguntas anteriores, prepare el esquema experimental descrito en la Figura 2.
- Para distintas corrientes, estime tanto el campo magnético en el centro del solenoide (ecuación (1)), cómo el ángulo de desviación de la brújula.
- Por otro, existen dispositivos semiconductores que permiten medir directamente el campo magnético terrestre (sensor Hall). Los que utilizaremos en esta práctica funcionan en conjunto con el SensorDAQ. Para esas mismas corrientes, utilice uno de estos sensores para medir el campo magnético en la posición de la brújula. ¿Cómo debería orientarlo? Compare con la estimación del ítem anterior. También puede ser interesante compararlo con el campo en el centro de cada una de las dos bobinas que conforman el solenoide.
- Determine el campo magnético terrestre.

## Apéndices

### Campo magnético terrestre

El campo magnético de la Tierra en un lugar determinado tiene, como todo vector tridimensional, tres componentes: X, en la dirección Norte geográfico; la Y, en la dirección Este geográfico y Z en la dirección vertical, tomando como sentido positivo hacia abajo. Para determinar el campo magnético en un lugar y momento, se utilizan programas como el IGRF (International Geomagnetic Reference Field), el cual estima— mediante complejos modelos matemáticos— el campo en cualquier momento y lugar del planeta, a partir de las mediciones realizadas en diversos lugares del mundo por las Estaciones magnetométricas. Argentina cuenta con varias estaciones, entre las que se pueden mencionar: Pilar (Córdoba), Las Acacias (Bs.As), Trelew(Chubut) y La Quiaca (Jujuy) Para conocer el campo en un lugar determinado basta conocer la latitud, longitud geográfica, altura (aproximada) y la fecha del año. Con estos datos, se accede al sitio de Internet: <https://www.ngdc.noaa.gov/geomag/calculators/magcalc.shtml#igrfwmm>, y se obtienen las componentes del campo.

## Bibliografía

- Física Vol.II -Campos y ondas -M. Alonso y E. J. Finn, Fondo Educativo Interamericano Ed. Inglesa, Addison-Wesley, Reading Mass. (1967); Fondo Educativo Inter-

americano (1970).

- Berkeley physics course -Volumen 2, Electricidad y magnetismo, E. M. Purcell, Editorial Reverté, Barcelona (1969).

Material recopilado de guías de trabajos prácticos de los laboratorios básicos de alumnos del Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires.