

# Campo Magnético da Terra

## INTRODUÇÃO

O estudo do campo magnético da Terra tem interesse prático na navegação, na comunicação, na prospecção mineral, entre outros. Esse campo tem uma configuração semelhante à de um grande ímã em forma de barra, cujo pólo sul está próximo do pólo norte geográfico da Terra, como representado, na Figura 1, por meio de linhas de campo magnético.

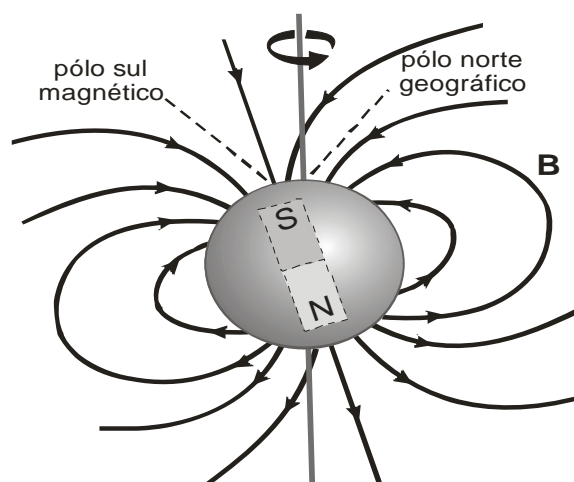


FIGURA 1 - Representação das linhas do campo magnético da Terra, cuja configuração é semelhante à de um ímã em forma de barra; o eixo de simetria desse campo não coincide com o eixo geográfico ou eixo de rotação.

O módulo do campo magnético da Terra varia de  $20 \mu\text{T}$  a  $60 \mu\text{T}$ , mas, devido às condições geológicas presentes em determinados locais, ele pode diferir bastante do valor esperado para aquela região. Na maior parte dos pontos na superfície da Terra, o campo magnético não é paralelo à superfície. Por isso, em geral, ele é especificado por meio de suas componentes horizontal, na direção Norte-Sul, e vertical.

Neste experimento, será determinada a componente horizontal do campo magnético da Terra no local do laboratório. Para isso, um campo magnético constante, com módulo e direção conhecidos, é superposto ao campo magnético da Terra, de valor desconhecido. A componente horizontal do campo da Terra pode, então, ser determinada a partir da medição do campo resultante.

O campo magnético conhecido é produzido por duas bobinas circulares, coaxiais, ligadas em série e separadas uma da outra por uma distância igual ao seu raio  $R$ , como ilustrado na Figura 2. Pode-se mostrar que, nessa configuração — conhecida como Bobina de Helmholtz —, obtém-se um campo magnético mais uniforme no ponto  $P$ , equidistante das duas, e seu módulo é dado por

$$B = \frac{8}{5\sqrt{5}} \frac{\mu_0 NI}{R}, \quad (1)$$

em que  $i$  é a corrente elétrica,  $N$  é o número de espiras em cada bobina e  $\mu_0 = 1,26 \times 10^{-6} \text{ Tm/A}$  é a permeabilidade magnética do vácuo, que é, aproximadamente, igual à do ar.

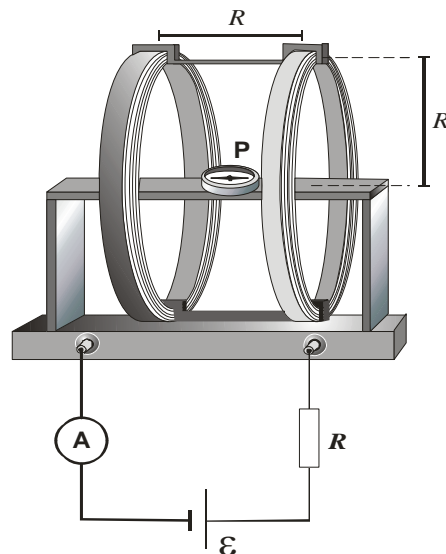


FIGURA 2 - Duas bobinas circulares, coaxiais, ligadas em série e separadas por uma distância igual ao seu raio, produzem um campo magnético uniforme no ponto  $P$ , equidistante das duas e situado sobre seus eixos — esse arranjo é conhecido como configuração de Helmholtz. A agulha de uma bússola, colocada no ponto  $P$ , orienta-se na direção da soma do campo magnético das bobinas com o campo da Terra.

Considere que a Bobina de Helmholtz é posicionada sobre a mesa com seu eixo orientado na direção Leste-Oeste. Nessa situação, o campo magnético  $\mathbf{B}$ , no centro do arranjo das bobinas, faz um ângulo de  $90^\circ$  com o campo magnético  $\mathbf{B}_T$  da Terra, como mostrado, esquematicamente, na Figura 3. Se  $\mathbf{B}=0 \text{ T}$ , a agulha de uma bússola, colocada no centro das bobinas, orienta-se na direção da componente horizontal de  $\mathbf{B}_T$  — a

direção Norte-Sul. Para  $\mathbf{B} \neq 0$  T, a agulha gira de um ângulo  $\theta$  e orienta-se na direção do campo resultante  $\mathbf{B}_R$ , como representado na mesma Figura 3.

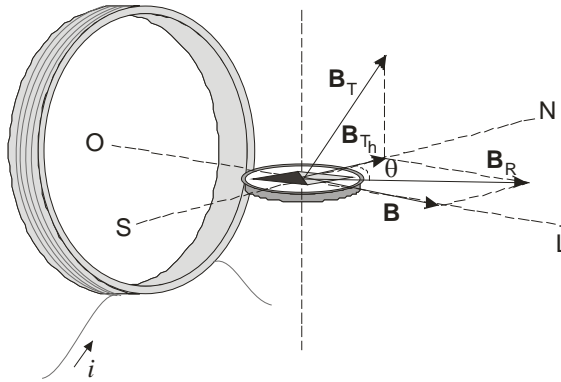


FIGURA 3 - A componente horizontal  $\mathbf{B}_{T_h}$  do campo magnético da Terra somada ao campo  $\mathbf{B}$  da Bobina de Helmholtz produz o campo resultante  $\mathbf{B}_R$ . A agulha de uma bússola orienta-se na direção desse campo. (Para facilitar a visualização, somente uma das bobinas do arranjo é mostrada.)

Nessa situação, a componente horizontal  $B_{T_h}$  do campo magnético da Terra pode ser obtida por meio da relação

$$\operatorname{tg} \theta = \frac{B}{B_{T_h}} \quad , \quad (2)$$

em que  $B$  é o módulo do campo magnético das bobinas no ponto  $\mathbf{P}$ .

Substituindo a equação 1 em 2, obtém-se

$$I = \frac{B_{T_h}}{C} \operatorname{tg} \theta \quad (3)$$

em que  $C = \frac{8}{5\sqrt{5}} \frac{\mu_o N}{R}$

## PARTE EXPERIMENTAL

### Objetivo

- Determinar o valor da componente horizontal do campo magnético da Terra.

### **Material utilizado**

- Bússola, bobinas de Helmholtz, amperímetro, resistor de  $47 \Omega$  e  $10 \text{ W}$ , fonte de corrente contínua, suporte para bússola e fios para ligação.

### **Procedimentos**

**Atenção:** Para se obterem bons resultados nas medições, é importante que as bobinas sejam colocadas longe da influência de campos magnéticos perturbadores — por exemplo, aqueles produzidos por peças de ferro próximas ao local de medida. Para encontrar o melhor local, mova a bússola sobre a mesa — se houver materiais magnéticos próximos, a agulha se desviará da direção Norte-Sul.

- Determine o valor médio do raio das bobinas e sua respectiva incerteza.
  - Coloque a bússola no centro das bobinas, sobre o suporte, como mostrado na Figura 2; oriente a Bobina de Helmholtz para que o seu eixo fique na direção Leste-Oeste.
  - Monte o circuito representado na Figura 2. O resistor de  $47 \Omega$  é incluído apenas como proteção para a fonte contra curto-circuito.
  - Neste experimento, a componente horizontal do campo magnético da Terra será determinada variando-se a corrente nas bobinas e medindo-se, para cada valor, o respectivo ângulo  $\theta$  de desvio da agulha da bússola. Faça essas medições, atentando para que a corrente máxima permitida nas bobinas não seja ultrapassada.
  - Por meio de uma análise gráfica, tendo como base a equação 3, obtenha o valor de  $B_{T_h}$ , com sua respectiva incerteza.
- ✓ Indique qual seria a informação complementar à medição feita, necessária para se determinar a componente vertical do campo magnético da Terra.