



Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC
Campus Blumenau - BNU
Centro Tecnológico, de Ciências Exatas e Educação - CTE
Departamento de Ciências Exatas e Educação – CEE
Física Experimental III – BLU6210

Experimento 09 – Campo magnético terrestre

Introdução

Um dos marcos iniciais mais importantes referentes a observação e tentativa de explicação do campo magnético terrestre ocorre no ano de 1600, quando William Gilbert publica a obra intitulada *“Sobre o Magnetismo, Corpos magnéticos e o Grande Ímã Terra”*. Nesse trabalho, e a partir de um método de estudo baseado em uma Terrela (esfera magnetizada que representa o planeta Terra e uma agulha magnetizada que se move livremente em todas as direções, conforme ilustrado na Figura 01a)), ele demonstra que o planeta Terra se comporta como um grande ímã e que apresenta um campo magnético ao redor de toda sua superfície, sendo esse o motivo pelo qual as bússolas apontam para o norte (Figura 01b)).

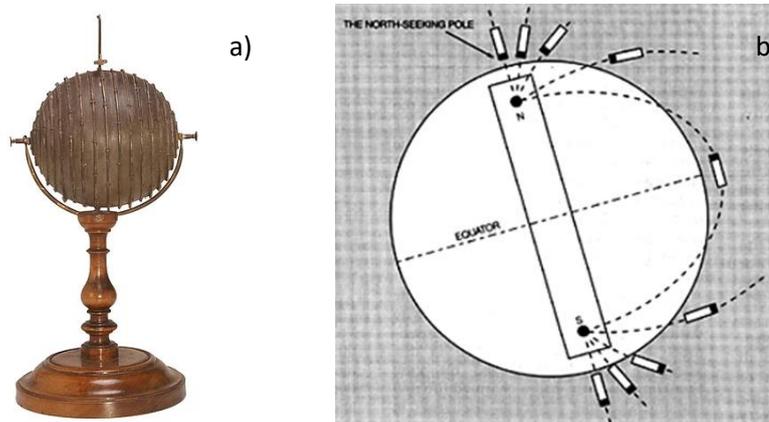


Figura 01: a) Imagem de uma Terrela. b) Modelo da Terra se comportando como um grande ímã.

Teorias atuais do campo geomagnético sugerem que ele é gerado por correntes de convecção de metal fluido no núcleo externo terrestre que também estão em movimento devido à rotação da Terra (Figura 02).

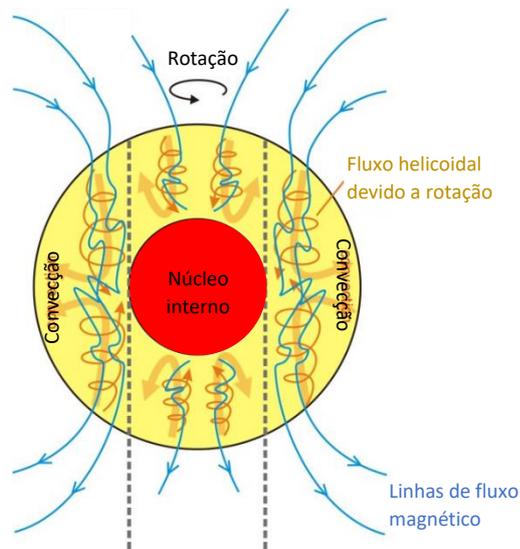


Figura 02: Modelo atual do campo geomagnético.

Para medir a direção do campo magnético terrestre resultante em determinado ponto do espaço é necessário obter a inclinação e declinação magnética deste, isto é, decompor o campo magnético em componentes polares. A medida da inclinação magnética pode ser realizada através de uma bússola vertical, que possui um eixo de rotação na horizontal (uma bússola de navegação). Já a declinação magnética pode ser medida através de uma bússola com eixo de rotação na vertical (uma bússola comum), conforme pode ser observado na Figura 03.

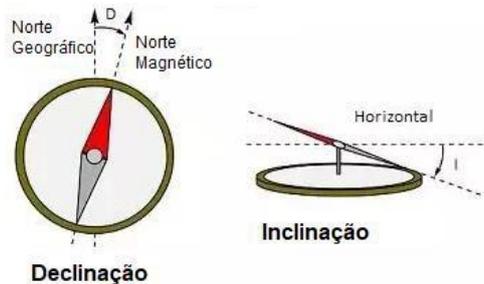


Figura 03: Bússolas utilizadas para as medidas da declinação e inclinação magnética.

Normalmente, sem a influência de campos magnéticos externos, as bússolas comuns indicam a direção N-S do meridiano local, ou seja, a direção e o sentido da componente horizontal do campo magnético terrestre local (\vec{B}_T). Se, além do campo da Terra há algum campo magnético externo \vec{B}_{Ex} (que pode ser gerado por fios percorridos por correntes elétricas ou ímãs permanentes), a bússola indicará a direção e o sentido do campo magnético resultante \vec{B}_{Res} , sendo,

$$\vec{B}_{Res} = \vec{B}_T + \vec{B}_{Ex}$$

A Figura 04 ilustra um método para se obter indiretamente a magnitude da componente horizontal do campo magnético terrestre $|\vec{B}_T|$ através da declinação magnética local e utilizando artifícios geométricos. Se \vec{B}_{Ex} for perpendicular a \vec{B}_T , e \vec{B}_{Res} é igual à soma vetorial de \vec{B}_{Ex} e \vec{B}_T , então \vec{B}_{Res} é o vetor diagonal resultante dessa soma, cuja magnitude $|\vec{B}_{Res}|$ é a hipotenusa de um triângulo retângulo formado pelos catetos $|\vec{B}_{Ex}|$ e $|\vec{B}_T|$.

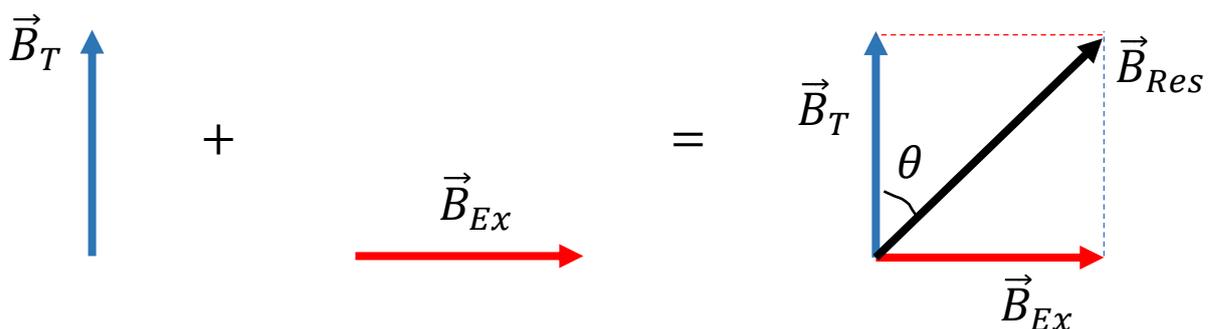


Figura 04: Método para obtenção indireta da magnitude da componente horizontal do campo magnético terrestre.

A partir de uma análise trigonométrica é possível obter a seguinte relação:

$$\tan \theta = \frac{|\vec{B}_{Ex}|}{|\vec{B}_T|}$$

$$|\vec{B}_{Ex}| = |\vec{B}_T| \tan \theta$$

onde θ representa o ângulo de deflexão da agulha da bússola na presença de \vec{B}_{Ex} em relação ao campo da Terra \vec{B}_T , sendo que quanto maior for o campo externo \vec{B}_{Ex} maior é a deflexão apresentada.

O resultado anterior é válido desde que nenhuma outra fonte de campo magnético esteja presente na região onde se encontra a bússola. Tais fontes indesejáveis poderiam ser ferragens sobre ou sob a mesa de trabalho, transformadores, ímãs permanentes, fios percorridos por corrente, etc. Assim, para obter a magnitude do campo magnético terrestre, é fundamental que o campo externo \vec{B}_{Ex} seja ortogonal ao campo magnético \vec{B}_T e que sua magnitude $|\vec{B}_{Ex}|$ possa ser determinada.

Um sistema no qual é possível gerar, determinar e controlar um campo magnético externo é conhecido como bobinas de Helmholtz. As bobinas Helmholtz consistem de um par de bobinas circulares coaxiais percorridas por correntes i de mesmo sentido, cujos planos estão separados por uma distância igual ao raio R das bobinas. Cada bobina constitui-se de um enrolamento compacto de N espiras. Este sistema particular fornece um campo bastante uniforme em um volume relativamente grande na região central do par de bobinas, cuja magnitude no centro é dada pela expressão:

$$|\vec{B}_{Ex}| = \frac{8\mu_0 N}{5^{3/2} R} i$$

onde $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \frac{T.m}{A}$ é a permeabilidade magnética do vácuo.

Objetivos

- Medir o módulo da componente horizontal do campo magnético terrestre;
- Verificar a relação entre a corrente elétrica que percorre as bobinas de Helmholtz e o campo magnético gerado por estas.

Resumo do Experimento

Com o auxílio de uma fonte de tensão, será estabelecida uma corrente elétrica em um par de bobinas (conhecidas como bobinas de Helmholtz), que por sua vez criarão um campo magnético \vec{B}_{Ex} perpendicular ao campo magnético da Terra \vec{B}_T . A magnitude do campo gerado pelas bobinas $|\vec{B}_{Ex}|$ poderá ser determinada a partir de sua geometria e da corrente medida nelas. No centro das bobinas de Helmholtz estará posicionada uma bússola, cuja deflexão θ da agulha indicará a direção do campo resultante \vec{B}_{Res} . A partir dessas medidas e de uma análise trigonométrica, será inferido o valor da componente horizontal do campo magnético da Terra.

Materiais

Os materiais utilizados neste experimento fazem parte de kits fornecidos pela empresa PASCO e seguem abaixo listados:

- 02 Field Coil (200-turn) Em-671 - 2 bobinas;
- 01 DC Programmable Power Supply PI-9880 - fonte de tensão;
- 06 Cabos com plug banana;
- 01 PASPORT Voltage-Current Sensor;
- 01 Bússola;

- 01 Computador;
- Programa PASCO/CAPSTONE para coleta e análise de dados.

Procedimento Experimental

1. Verifique se a bússola está centrada entre as duas bobinas com a agulha paralela ao plano das mesmas (perpendicular ao eixo axial) e indicando 0° ;
2. Ligue a fonte de tensão e selecione 0,00 V;
3. Na aba "Medidas - Intensidade da componente horizontal do campo magnético terrestre", clique "Visualização prévia" e em seguida "Manter amostra" para registrar a corrente elétrica i através das bobinas e a intensidade do campo magnético externo \vec{B}_{ex} gerado por estas na região onde se encontra a bússola.

OBS: A intensidade do campo magnético externo é calculada a partir da medida da corrente elétrica nas bobinas e da geometria do arranjo experimental através da equação:

$$B_{ex} = \frac{8\mu_0 N}{5^{3/2} R} i$$

4. Olhando a bússola de cima para baixo e evitando paralaxe, faça a leitura do ângulo de deflexão da agulha (em relação a 0°) e anote na Tabela I;
5. Com o controle "FINE" selecione 0,05 V;
6. Clique em "Manter amostra" e repita a etapa 4;
7. Repita a etapa 6 variando a tensão na fonte de 0,05 V em 0,05 V até 0,50 V;
8. Clique em "Parar";
9. Selecione 0,00 V na fonte e a desligue;
10. Faça o ajuste linear do gráfico da $\tan \theta$ em função de B_{ex} e obtenha os respectivos parâmetros do ajuste.