
Lei de Ampère e Biot Savart

Prof. Cláudio Graça, Dep. Física UFSM

13.1 Introdução

O teslametro é o instrumento adequado para medir campo magnético, para isso dispomos de dois tipos de sondas Hall, ou sensores de campo magnético: o axial e o tangencial. Neste experimento se espera que o estudante aprenda a utilizar o teslametro, medindo o campo magnético produzido por corrente elétrica, por um solenóide e por bobinas. As medidas de campo magnético terão o seu valor comparado com valores obtidos pelas expressões teóricas deduzidas em aula teórica. Como aplicação será realizada a medida do campo magnético terrestre.

13.1.1 Objetivos

Medidas de campo magnético produzido por:

- Condutor Elétrico Finito;
- Solenóide;
- Bobinas de Helmholtz;
- Terra.

13.2 Medidas do Campo Magnético

1. Campo Magnético produzido por um Condutor

Oersted observou a conexão entre a eletricidade e o magnetismo, verificando que a corrente elétrica, ao percorrer um condutor cria um campo elétrico à sua volta. em um condutor infinito, o campo magnético pode ser obtido tanto pela lei de Ampère, como pela Lei de Biot-Savart, resultando na expressão:

$$B = \frac{\mu_o I}{2\pi r} \quad (13.1)$$

onde r é a distância do centro do condutor ao ponto de medida de B . A permeabilidade magnética vale: $\mu_o = 4\pi 10^{-07} T A^{-1} m^{-1}$.

2. Campo Magnético produzido por um solenóide

A expressão para comparação, também pode ser obtida pela lei de Ampère ou Biot-Savart, para o caso de um solenóide com um diâmetro muito menor do que o comprimento do mesmo.

$$B = \mu_0 n I \quad (13.2)$$

A medida de campo magnético produzido por solenóides ao longo do seu eixo de simetria, será feito de acordo com a Fig.13.1, utilizando uma sonda Hall, para medida axial.

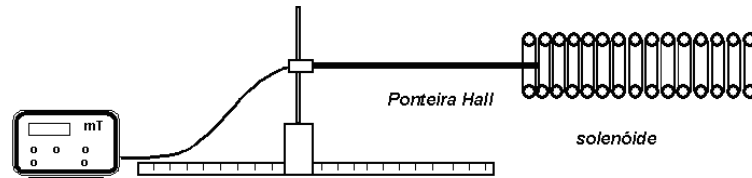


Figura 13.1: Arranjo experimental para medição do campo magnético ao longo do eixo de um solenóide.

3. Campo Magnético produzido por Bobinas de Helmholtz.

O campo magnético produzido no eixo z , por cada uma das bobinas, pode ser calculado pela seguinte expressão obtida com a aplicação da lei de Biot-Savart, cuja dedução se encontra nas notas de aula.

$$B(z) = \frac{\mu_0 I R^2}{2(R^2 + z^2)^{\frac{3}{2}}} \quad (13.3)$$

Considerando que o local de medição ou centro do conjunto é feito em $X = R/2$, o campo magnético será dado por: $B = 2B(z = R/2)$

As bobinas Phywe, para este experimento, possuem as seguintes características: $N = 154$, $R = 0,20m$

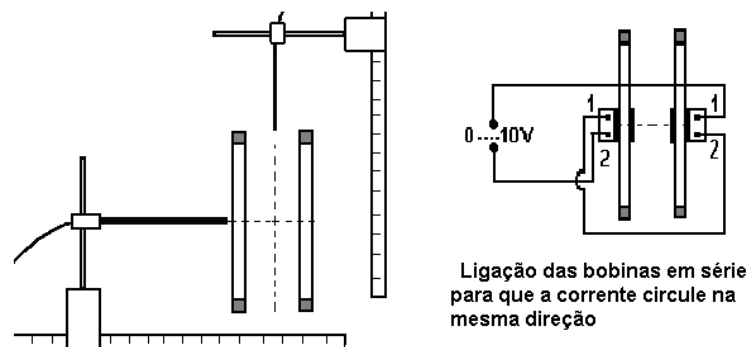


Figura 13.2: Arranjo experimental para medição do campo magnético ao longo dos eixos das bobinas de Helmholtz, a medição deve ser feita sobre as linhas tracejadas.

4. Campo Magnético Terrestre

13.3 Experimentos

1. Campo Magnético Produzido por um condutor retilíneo.

Medir o campo magnético produzido por um condutor retilíneo, de comprimento L , a várias distâncias do mesmo, em função da corrente elétrica, utilizando uma ponteira tangencial. Calcular o valor do campo magnético teórico, comparando com o valor obtido em termos de diferença percentual

2. Campo Magnético produzido por um Solenóide

- Medir o perfil do campo magnético, utilizando a sonda axial, ao longo do eixo dos solenóides.
- Calcular o valor teórico dos campos magnéticos no centro do solenóide, utilizando a equação 13.2
- Calcular a imprecisão relativa, do valor experimental.

3. Campo Magnético produzido por Bobinas de Helmholtz:

- Fazer uma avaliação qualitativa, da direção do campo magnético, para o caso das bobinas ligadas em série e em paralelo.
- Medir o campo magnético no centro do conjunto de bobinas, conforme a Fig.13.2 em função da corrente elétrica.

4. **Campo Magnético Terrestre.** Utilizando as bobinas de Helmholtz, colocando uma bússola no centro das mesmas, variar a corrente elétrica que circula nas bobinas até que a bússola se desvie de um ângulo de 30° , após faça a medida do campo sem alterar a corrente.

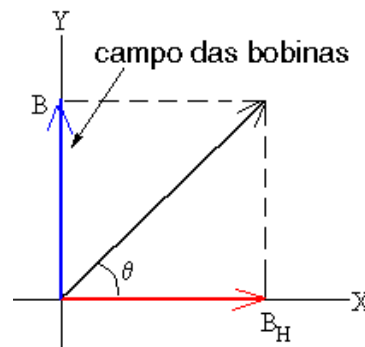


Figura 13.3: Esquema vetorial da medida da componente horizontal do campo magnético Terrestre

Relatório

1. Descreva o princípio de funcionamento das ponteiras Hall, sensores de campo magnético do tipo tangencial e axial.
2. Desenhe e descreva as linhas de campo magnético em torno de um condutor retilíneo conforme experiência de Oersted.
3. Apresente os resultados dos experimentos conforme o roteiro de cada um

13.4 O Teslametro

O **teslametro** ou **gaussímetro** é um instrumento adequado para medir a densidade de fluxo magnético, ou campo magnético B , Para isso ele possui duas ponteiros, uma para medida axial e outro de medida tangencial. Os alcances de escala do instrumento digital Phywe são as seguintes:

- 0 a $20mT$ com precisão de $0,01mT$
- 0 a $200mT$ com precisão de $0,1mT$
- 0 a $2000 * mT$ com precisão de $1mT$
- esta última escala para medidas acima de $1000mT$, é para fazer estimativa da medida.
- O instrumento pode ser utilizado para campos DC e AC .

Operação

a) **Calibração do zero do instrumento:** É preciso lembrar que mesmo se distanciando de todas as fontes de campo magnético, fica o campo magnético terrestre que na escala mais sensível pode resultar em valores de 2 a 5 unidades (20 a $50\mu T$). A calibração deve ser feita na escala mais sensível, primeiro fazendo o ajuste grosseiro no botão 2, e depois fazendo o ajuste fino no botão 6.

b) Dados técnicos:

Alcance de medida: 10^{-5} a $1T$; Alcance para estimativa: 10^{-5} a $2T$;

Precisão DC : $\pm 2\%$; Precisão AC $50 - 500Hz$: $\pm 2\%$

Precisão AC $500 - 1000Hz$: $\pm 3\%$

Material dos sensores: GaAs

Coefficiente de Temperatura $10a40^{\circ}C$: $\leq 0,04\%/K$

Ponteira Hall axial: comprimento: $300mm$ diâmetro $6mm$

Ponteira Hall tangencial: $75 \times 5 \times 1mm$

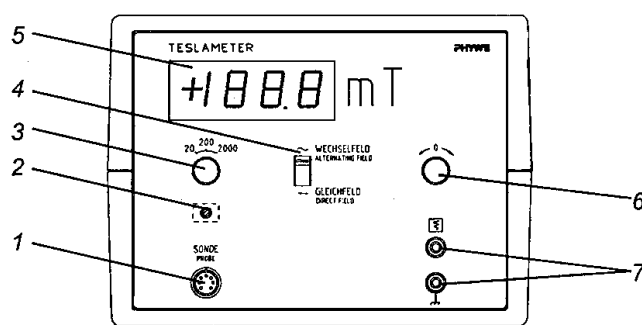


Figura 13.4: Teslametro digital PHYWE; (1) Input para a ponteira Hall; (2) Parafuso de ajuste grosseiro; (3) Seletor de escala; (4) Seletor de tipo de campo AC e DC; (5) Display digital; (6) Botão de ajuste fino; (7) Output para registrador gráfico.

Referências Bibliográficas

R. Eisberg, R. Resnick, física Quântica, Ed. Campus, Rio de Janeiro, 1979.

H. M., Nussenzveig, Curso de Física Básica, vol.3 Eletromagnetismo, Editora Edgard Blücher Ltda., São Paulo, 1997, p.143, 152.