

Relatório - Trabalho 2 - MCE

Autores:

Tiago Almeida - 113106

Tiago Costa - 114629

15 de dezembro de 2023

1 Resumo

O trabalho desenvolvido divide-se em duas partes, e consiste no estudo de corrente elétrica e de campo eletromagnético, nomeadamente do princípio da sobreposição, lei de Ampère e efeito Hall através de uma sonda de efeito Hall e duas bobinas em configuração de Helmholtz. Para efetuarmos o estudo, foi feita inicialmente (parte A) a calibração da sonda de Hall com um solenoide padrão. De seguida (parte B), foi medido a tensão de Hall ao longo do eixo de duas bobinas 3 vezes: A primeira e segunda vez para medir em cada uma individualmente e, por fim, utilizando a configuração de Helmholtz, mediram-se as duas juntas.

Os resultados obtidos corresponderam aos esperados, uma vez que a soma dos gráficos que medem a tensão de Hall individual em cada bobina corresponde à medição da tensão de Hall nas duas bobinas em série, ou seja, verificou-se o princípio da sobreposição com a montagem.

2 Introdução

O trabalho realizado encontra-se inserido nos conteúdos lecionados na componente teórica da unidade curricular, nomeadamente nos capítulos que dizem respeito à corrente elétrica e resistência, e ao campo magnético (em particular a lei de Ampère, a lei da sobreposição e o efeito Hall). Na parte A fazemos a calibração da sonda de Hall, observando como a tensão de Hall varia com a corrente elétrica que passa no solenóide (que faz variar a densidade do campo magnético, por consequência).

Na parte B, provamos a lei da sobreposição, uma vez que se constatou que a ação do conjunto de cargas quando medimos a tensão de Hall das bobinas em paralelo é igual à soma da ação de cada uma das cargas individualmente, quando medimos a tensão de Hall das bobinas individualmente. A lei de Ampère é observada ao longo de toda a experiência, uma vez que é possível observar a existência de campo magnético na presença de corrente elétrica.

3 Detalhes experimentais

Tal como mencionado anteriormente, esta experiência é dividida em duas partes, sendo que a parte A corresponde à calibração da sonda de Hall, e a parte B corresponde à utilização de duas bobinas dispostas na configuração de Helmholtz para medir a sua tensão de Hall e verificar o princípio da sobreposição para o campo magnético. Assim sendo, é necessário descrever os procedimentos de cada parte individualmente, uma vez que têm montagens diferentes.

3.1 Parte A

A primeira parte deste trabalho teve como objetivo calibrar a sonda de Hall, a ser usada na parte B. Para isto foram utilizados os seguintes materiais:

1. Sonda de Hall;

2. Dois multímetros;
3. Reóstato;
4. Resistência de $10\ \Omega$;
5. Fonte de alimentação;
6. Solenóide padrão.

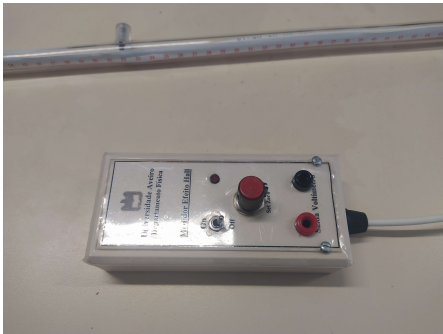


Figura 1: Sonda de Hall



Figura 2: Multímetro



Figura 3: Reóstato



Figura 4: Resistência de $10\ \Omega$



Figura 5: Fonte de alimentação

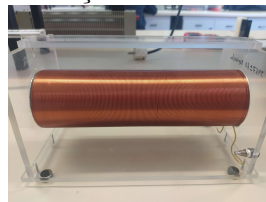


Figura 6: Solenóide

A montagem foi feita do seguinte modo: ligou-se a sonda de Hall, com o multímetro a medir a tensão de Hall (V_H) nos terminais da sonda, que deverá ser nula na ausência de campo magnético. Uma vez que inicialmente a tensão de Hall não era nula, foi necessário atuar no potenciômetro da unidade de controle de modo a anular a tensão residual. De seguida, colocou-se o segundo multímetro a medir a corrente elétrica do solenóide, que resulta da passagem da corrente pelo reóstato. A montagem deve ficar semelhante à da Figura 7.

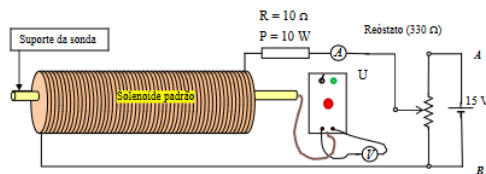


Figura 7: Montagem com o solenóide padrão

Com a montagem concluída, procedemos à calibração da sonda de Hall, através do seguinte procedimento:

- Registrou-se o valor de N/ℓ (número de espiras por unidade de comprimento do solenóide): 3467 com uma incerteza de ± 60 .
- Inseriu-se a sonda de Hall no solenóide.
- Fez-se variar a corrente I_S que percorre o solenóide, através do reóstato, e registou-se a tensão V_H para 10 diferentes valores de I_S .

Assim, com os valores de I_S e V_H foi possível criar um gráfico (Figura 2) com uma linha de tendência linear, cujo declive corresponde à constante de calibração.

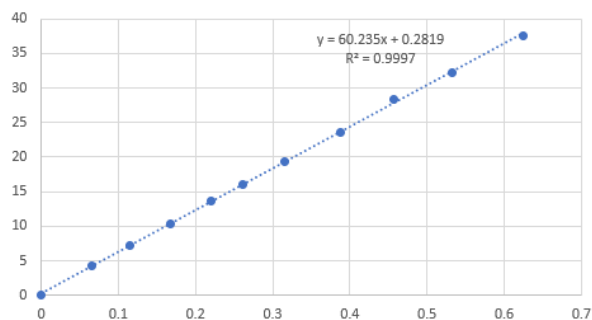


Figura 8: Gráfico correspondente à medição dos 10 valores de V_H

Com a calibração do solenóide feita, pode-se seguir para a parte B do trabalho.

3.2 Parte B

A segunda parte deste trabalho teve como objetivo a verificação do princípio da sobreposição para o campo magnético. Para isto, utilizou-se o seguinte material:

1. Sonda de Hall;
2. Duas bobinas em configuração de Helmholtz;
3. Reóstato;
4. Resistência de 10Ω ;
5. Fonte de alimentação;
6. Dois multímetros;

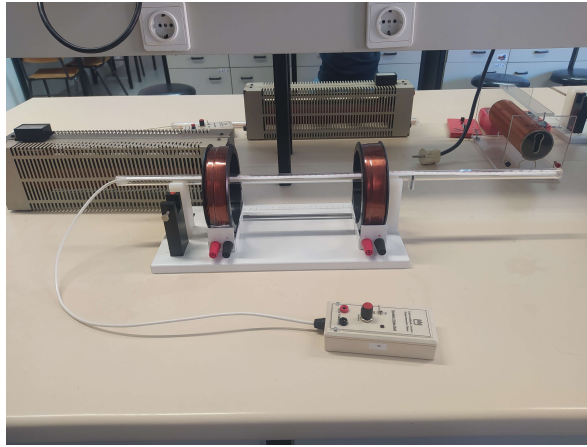


Figura 9: Bobina com sonda

A montagem foi feita de forma semelhante à Figura 7, com a diferença de que, ao invés de se usar um solenóide padrão, foram usadas duas bobinas montadas em configuração de Helmholtz, uma vez que agora, com sonda de Hall já calibrada, o objetivo é medir a tensão de Hall e verificar o princípio da sobreposição.

Com a montagem feita, realizaram-se os seguintes passos:

- Registrou-se o valor do raio de cada uma das bobinas e a sua posição relativa à escala acoplada à base das bobinas.
- Ajustou-se a resistência do reóstato de forma a que a corrente que passa dentro das bobinas seja constante e igual a 0,50 A.
- Fez-se variar a posição do eixo da sonda de Hall, de forma a que a tensão de Hall variasse, e registaram-se os valores.

Fazer estes passos uma vez seria suficiente para concluir dois dos objetivos desta segunda parte: verificar e medir a diferença de tensão de Hall, conforme o eixo da sonda muda de posição no campo magnético, e calcular o campo magnético gerado pelas bobinas. No entanto, o último e principal objetivo, a verificação do princípio da sobreposição no campo magnético, só é possível ser feita após realizar o procedimento anterior 3 vezes, cada um com um objetivo diferente:

- Realizar o procedimento em apenas um das bobinas, ou seja, só uma das bobinas é que tem corrente a passar por si e, por consequência, só ela é que gera campo magnético, e verificar/registrar os valores de V_H obtidos.
- Repetir o mesmo procedimento na outra bobina.
- Repetir uma última vez o procedimento, desta vez com ambas as bobinas ligadas em série a gerar campo magnético.

Assim, após se registarem valores para as três montagens, têm-se os dados necessários à verificação do princípio da sobreposição, e o único ponto em falta é somar os valores de V_H obtidos em cada uma das bobinas individualmente, e verificar se a curva das somas é igual à curva obtida nas bobinas em série. Caso os valores sejam iguais (que é o esperado), confirma-se o princípio de sobreposição (Figura 10).

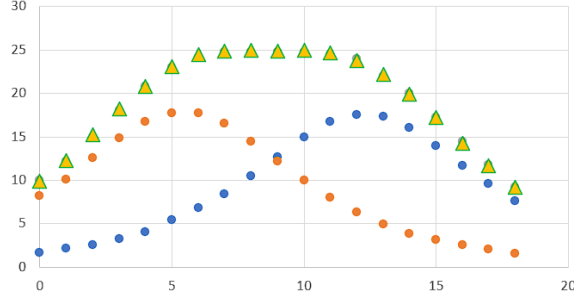


Figura 10: Gráfico correspondente ao princípio da sobreposição

4 Análise e discussão

Os cálculos foram efetuados no programa Excel, no qual foram registados todos os dados e medições efetuadas ao longo das experiências realizadas. Os erros instrumentais são: $0,001\text{ A}$ e $0,1\text{ mV}$ nos multímetros; $0,05\text{ cm}$ na escala da base das bobinas. Por fim, foram obtidos os seguintes resultados:

- Na parte A, com o valor de $N/l = 3467 \pm 60$ (espiras por metro), obtém-se o valor para a constante de calibração do seguinte modo:

$$C_c = \left(\frac{163 \cdot 95}{4\pi(10^{-7}) \cdot 3467} \right)^{-1} = 2,6574 \cdot 10^{-5}$$

- Na parte B foi medido o ângulo de alcance máximo, isto é, o ângulo para o qual o alcance do projétil é máximo. Foi obtido o valor de $35,23^\circ$. Podemos concluir que para o ângulo de $35,23^\circ$ a distância percorrida pelo projétil é máxima.

Na parte B, com a partir dos valores de $I = 0,5\text{ A}$, $R = 0,065\text{ m}$ e $x = x_0$, calculamos o campo magnético máximo criado por uma espira no seu eixo a partir da equação:

$$B(x) = \left(\frac{4\pi(10^{-7}) \cdot 0,5}{2 \cdot 0,065} \right) = 4,8332 \cdot 10^{-6}$$

Após isso calculamos o campo magnético no centro da bobina com N espiras a partir da equação:

$$B(x) = C_c \cdot V_h \Leftrightarrow B(x) = 2,6574 \cdot 10^{-5} \cdot 17,5 = 4,6505 \cdot 10^{-4}$$

Agora, como temos o valor do campo magnético de 1 espira e de N espiras, podemos descobrir o valor de N dividindo o valor de B_N / B_1 :

$$N = \left(\frac{4,6505 \cdot 10^{-4}}{4,8332 \cdot 10^{-6}} \right) = 96$$

5 Conclusões

Com todas as medições e cálculos efetuados, pode-se confirmar que os objetivos do trabalho foram alcançados, visto que foi possível comprovar o princípio da sobreposição, bem como observar a lei de Ampère e o efeito Hall. Relativamente aos resultados obtidos, verificamos que estão de acordo com o que era esperado, uma vez que, pelo princípio da sobreposição, deve observar-se que a ação do conjunto de cargas é igual à soma da ação de cada uma das cargas individualmente, e na parte B, com a configuração de Helmholtz, observou-se exatamente isso na medição da tensão de Hall dos solenóides em paralelo, e a soma da tensão de Hall nos dois solenóides individualmente.

6 Anexos

Os valores registados em cada uma das montagens (tensão de Hall e corrente elétrica) encontram-se registados na tabela de Excel (consultar anexo).